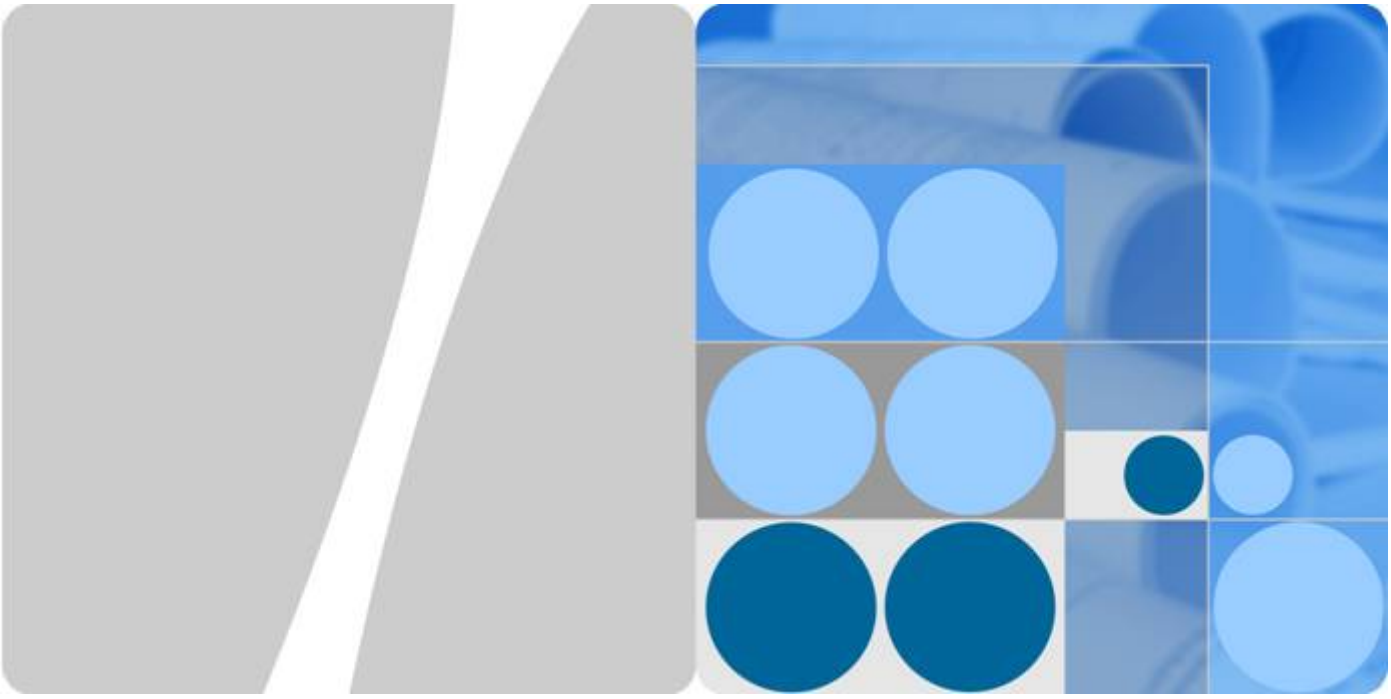


S9700 核心路由交换机

V200R001C00

调测指南

文档版本　01

发布日期　2012-03-15

华为技术有限公司

HUAWEI

版权所有 © 华为技术有限公司 2012。 保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明


和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。
本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编：518129

网址： http://www.huawei.com

客户服务邮箱： support@huawei.com

客户服务电话： 4008302118

前 言

读者对象

本手册针对 S9700 核心路由交换机 设备开局，从管理维护的角度，对设备功能进行基本的验证，确保设备稳定、可靠地投入网上运行。

本文档主要适用于以下工程师：

- 数据配置工程师
- 调测工程师
- 网络监控工程师
- 系统维护工程师

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
危险	以本标志开始的文本表示有高度潜在危险，如果不能避免，会导致人员死亡或严重伤害。
警告	以本标志开始的文本表示有中度或低度潜在危险，如果不能避免，可能导致人员轻微或中等伤害。
注意	以本标志开始的文本表示有潜在风险，如果忽视这些文本，可能导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或不可预知的结果。
窍门	以本标志开始的文本能帮助您解决某个问题或节省您的时间。
说明	以本标志开始的文本是正文的附加信息，是对正文的强调和补充。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

命令行格式约定

格式	意义
粗体	命令行关键字（命令中保持不变、必须照输的部分）采用**加粗**字体表示。
斜体	命令行参数（命令中必须由实际值进行替代的部分）采用*斜体*表示。
[ ]	表示用“[ ]”括起来的部分在命令配置时是可选的。
{ x | y | ... }	表示从两个或多个选项中选取一个。
[x | y | ...]	表示从两个或多个选项中选取一个或者不选。
{ x | y | ... } *	表示从两个或多个选项中选取多个，最少选取一个，最多选取所有选项。
[x | y | ...] *	表示从两个或多个选项中选取多个或者不选。
&<1-n>	表示符号&前面的参数可以重复 1 ～ n 次。
#	由“#”开始的行表示为注释行。

修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

文档版本 01 (2012-03-15)

第一次正式发布。

版权所有 © 华为技术有限公司

目 录

前 言 ii
1 调测修订记录 1
2 调测流程 2
3 调测准备 3
3.1 硬件准备 4
3.2 软件准备 4
3.3 工具准备 5
3.4 数据准备 6
4 调测注意事项 7
5 基础调测 12
5.1 通过 Console 口登录设备 13
5.2 检查设备 16
5.2.1 检查设备健康状态 16
5.2.2 检查软件版本 18
5.2.3 检查单板状态 20
5.2.4 检查接口的状态 20
5.2.5 检查 license 22
5.3 配置系统名称 24
5.4 配置系统时间 24
5.5 切换用户级别 26
5.6 配置管理用户远程登录 27
5.6.1 配置管理 IP 地址 27
5.6.2 配置 Telnet 用户登录 29
5.6.3 配置 FTP 用户登录 31
5.6.4 配置 SSH 用户登录 33
5.6.5 配置 ACL 过滤访问用户 36
5.6.6 配置 Web 网管用户登录 37
5.7 配置 IP 路由 39
5.7.1 配置缺省路由 39
5.7.2 配置 OSPF 40
5.8 (可选)配置设备与网管对接 42

版权所有 © 华为技术有限公司

5.9 保存配置.....43
6 典型业务调测.....44
6.1 IP 业务配置.....46
6.1.1 IP 地址配置.....46
6.1.2 DHCP 配置.....50
6.1.3 IP Session 配置.....65
6.1.4 DHCPv6 配置.....69
6.1.5 IP 性能配置.....71
6.1.6 UDP Helper 配置.....77
6.1.7 DNS 配置.....79
6.1.8 IPv6 基础配置.....82
6.1.9 IPv6 DNS 配置.....86
6.1.10 IPv6 over IPv4 隧道配置.....89
6.1.11 IPv4 over IPv6 隧道配置.....112
6.2 IP 路由配置.....119
6.2.1 静态路由配置.....119
6.2.2 RIP 配置.....131
6.2.3 OSPF 配置.....140
6.2.4 IS-IS 配置.....203
6.2.5 BGP 配置.....288
6.2.6 路由策略配置.....329
6.3 网络管理配置.....339
6.3.1 SNMP 配置.....339
6.3.2 RMON 和 RMON2 配置.....356
6.3.3 NTP 配置.....362
6.3.4 LLDP 配置.....378
6.3.5 Ping 和 Tracert 配置.....395
6.3.6 NQA 配置.....396
6.3.7 HGMP 配置.....494
6.4 以太网配置.....593
6.4.1 以太网接口配置.....593
6.4.2 链路聚合配置.....595
6.4.3 VLAN 配置.....609
6.4.4 VLAN Mapping 配置.....644
6.4.5 QinQ 配置.....656
6.4.6 GVRP 配置.....767
6.4.7 Voice VLAN 配置.....771
6.4.8 MAC 表配置.....777
6.4.9 ARP 配置.....785
6.4.10 MSTP 配置.....797
6.4.11 SEP 配置.....815
6.4.12 二层协议透明传输配置.....839

版权所有 © 华为技术有限公司

6.4.13 HVRP 配置.....859
6.4.14 Loop Detection 配置.....862
6.5 组播配置.....864
6.5.1 IGMP Snooping 配置.....864
6.5.2 组播 VLAN 配置.....873
6.5.3 IGMP 配置.....879
6.5.4 PIM-DM（IPv4）配置.....892
6.5.5 PIM-SM（IPv4）配置.....897
6.5.6 MSDP 配置.....921
6.5.7 IPv4 组播 VPN 配置.....942
6.5.8 IPv4 组播路由管理.....965
6.5.9 MLD 配置.....986
6.5.10 MLD Snooping 配置.....993
6.5.11 PIM-DM（IPv6）配置.....1003
6.5.12 PIM-SM（IPv6）配置.....1008
6.5.13 IPv6 组播路由管理.....1022
6.6 可靠性配置.....1030
6.6.1 DLDP 配置.....1031
6.6.2 Smart Link 和 Monitor Link 配置.....1033
6.6.3 BFD 配置.....1052
6.6.4 RRPP 配置.....1079
6.6.5 VRRP 和 VRRP6 配置.....1197
6.6.6 以太网 OAM 配置.....1220
6.6.7 MAC SWAP 环回测试配置.....1302
6.6.8 热备份和主备倒换配置.....1306
6.6.9 Y.1731 配置.....1306
6.7 QoS 配置.....1315
6.7.1 基于类的 QoS 配置.....1316
6.7.2 流量监管和流量整形配置.....1332
6.7.3 拥塞避免和拥塞管理配置.....1342
6.8 安全配置.....1347
6.8.1 AAA 及用户管理配置.....1347
6.8.2 NAC 配置.....1354
6.8.3 DHCP Snooping 配置.....1363
6.8.4 配置 IP Source Guard.....1391
6.8.5 ARP 安全配置.....1393
6.8.6 流量抑制配置.....1399
6.8.7 配置 IP Source Trail.....1402
6.8.8 本机防攻击配置.....1404
6.8.9 PPPoE+配置.....1410
6.8.10 MFF 配置.....1412
6.8.11 流量抑制配置.....1415

版权所有 © 华为技术有限公司

6.8.12 ACL 配置.....1417
6.8.13 ND Snooping 配置.....1433
6.9 MPLS 配置.....1435
6.9.1 静态 LSP 配置.....1435
6.9.2 MPLS LDP 配置.....1455
6.9.3 MPLS TE 配置.....1517
6.9.4 MPLS OAM 配置.....1678
6.10 VPN 配置.....1687
6.10.1 VPN 隧道管理配置.....1687
6.10.2 GRE 协议配置.....1714
6.10.3 BGP/MPLS IP VPN 配置.....1734
6.10.4 BGP/MPLS IPv6 VPN 配置.....1864
6.10.5 VLL 配置.....1942
6.10.6 PWE3 配置.....1991
6.10.7 VPLS 配置.....2071
7 附录.....2140
7.1 调测交换机端口光功率.....2141
7.2 License 控制项说明.....2142

版权所有 © 华为技术有限公司

1 调测修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

文档版本 01 (2012-03-15)

第一次正式发布。

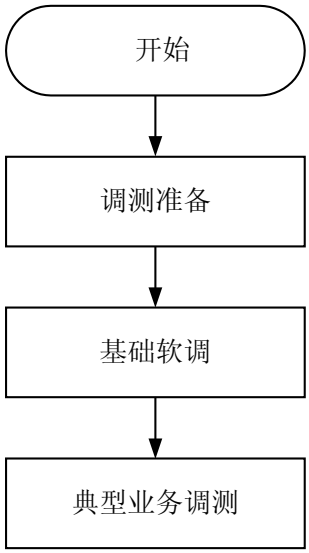
版权所有 © 华为技术有限公司

2 调测流程

本章介绍了 S9700 设备的基本调测流程。

本文档将按以下步骤介绍 S9700 设备的调测过程。调测人员可以按照以下步骤完成调测的整个过程。

图 2-1 调测流程



华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

3 调测准备

关于本章

介绍调测开始前的准备工作。

3.1 硬件准备
本章介绍了调测前需要进行的硬件准备和硬件检查。

3.2 软件准备
本章介绍了调测前需要准备的软件。

3.3 工具准备
本章介绍了调测前需要准备的工具。

3.4 数据准备
收集调测设备的硬件配置、组网、数据规划等信息，为设备数据配置作准备。

版权所有 © 华为技术有限公司

3.1 硬件准备

本章介绍了调测前需要进行的硬件准备和硬件检查。

调测前的硬件检查项目，如表 3-1 所示。

表 3-1 硬件检查表

序号	项目	说明
1	电源和接地	● 确保电源模块 OT 端子的塑料安全罩扣好。 ● 确保电源线、地线连接正确可靠，接触良好。 ● 确保电源线、地线、配电开关等标识正确、清晰、整齐。 ● 确保机柜外接地线和各保护地线接头连接接触良好，没有破损、断裂现象。 ● 确保设备供电正常。
2	电缆和连接器	检查本地维护串口电缆、网线、光纤、POE 线缆，确保检查项达到以下要求： ● 电缆连接器无松动、无脱落。 ● 电缆护套无破损。
3	对接设备	● 确认对接设备的端口所在的物理位置。 ● 确认对接设备工作正常，可用于调测。

说明

硬件安装人员在安装检查时已经检查了表 3-1 中“电源和接地”、“电缆和连接器”的检查项目。调测人员为了确保调测时硬件连接的可靠，可以对以上项目再次检查确认。

3.2 软件准备

本章介绍了调测前需要准备的软件。

调测前需要把调测时用到的软件准备好，为后续调测工作顺利进行做准备。调测前的软件检查项目如表 3-2 所示。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

表 3-2 软件检查表

序号	项目	说明
1	系统软件包	发到局点的 S9700 设备一般已经加载好系统软件。如需获取系统软件包，请在调测开始前，登录华为公司技术支持网站（http://support.huawei.com）下载。系统版本软件获取路径为“软件中心 > 版本软件 > 数通 > 以太网交换机 > Quidway S9700”。
2	License 文件	登录网站 http://license.huawei.com，使用 LAC 码（或合同号）及 ESN 码来生成正式的 License。
3	工具软件	检查调测时用到的工具软件是否齐全。通常使用的软件工具包括： ● 超级终端：在使用串口登录交换机设备时使用。Windows 操作系统的“开始 > 所有程序 > 附件 > 通讯”路径下自带该工具。 ● TFTP、FTP：在为交换机设备加载软件时使用。该工具可以从华为公司技术支持网站的“软件中心 > 小工具软件 > 核心网 > 固定核心网 NGN > FTP 和 TFTP 软件”路径获取。

3.3 工具准备

本章介绍了调测前需要准备的工具。

调测需要借助工具来完成，所以在调测前需要进行工具的检查和准备，为后续的调测工作顺利进行做准备。

调测前的工具检查项目如表 3-3 所示。

表 3-3 工具检查表

序号	项目	说明
1	线缆	● 一根标准 RS232 串口线：用于通过 Console 口登录 S9700。 ● 两根直连网线：用来调测管理网口或其他业务。 ● 若干条光纤、XFP 光模块和 SFP 光模块：用于连接对接设备。
2	维护终端	一台维护终端，一般为便携计算机（自带超级终端）。用于登录 S9700 设备并进行调测。
3	辅助仪器、仪表	光功率计：该仪表应用在光接口实际接收和发送光功率测试、光接口接收灵敏度测试、光接口过载光功率等测试中。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

3.4 数据准备

收集调测设备的硬件配置、组网、数据规划等信息，为设备数据配置作准备。

需要收集的数据如表 3-4 所示。

表 3-4 数据收集项目表

序号	项目	说明
1	硬件配置	本项目所需要的单板以及各单板所在槽位。
2	组网以及数据规划	该项目包括但不限于： ● 组网方式 ● IP 地址分配 ● VLAN 划分 ● 业务类型以及数据规划 ● 周边对接设备相关数据

版权所有 © 华为技术有限公司

4 调测注意事项

介绍调测过程中软、硬件方面的一些注意事项。

开局/升级注意事项

表 4-1 开局/升级检查项

序号	检查项	说明及注意事项
1	使用 IPv6、MPLS 和 NQA 特性是否申请了 license？	IPv6、MPLS 和 NQA 特性需要 license 支持。使用 MPLS 特性需要确保单板为增强型业务板。
2	S9700 支持哪些模式的 Eth-Trunk？	S9700 支持手工模式和静态 LACP 模式的 Eth-Trunk。要求对接两端设备配置相同模式的 Eth-Trunk，否则无法使用。
3	收到新设备后，是否需要重新插拔单板？	在运输过程中的一些颠簸等情况可能会导致背板和其他主控板、业务板之间的连接松动，从而会导致异常。如出现异常，可以重新插拔单板。

支持的单板

表 4-2 S9700 支持的单板

单板种类	单板名称	描述
SRU	EH1D2SRUDC00/ EH1D2SRUDC01	S9706/S9712 主控处理单元 D-时钟，交换容量单向为 960Gbit/s
MCU	EH1D2MCUAC00	S9703 主控处理单元 A-时钟

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

单板种类	单板名称	描述
CMU	EH1D2CMU0000	制成板-S9700-EH1D2CMU0000-集中监控板，板上有RS485 和 MON 两个接口
CKM	CKMA	时钟扣板-1588
SPU	VAMPA	增值业务板

版权所有 © 华为技术有限公司

单板种类	单板名称	描述
LPU	● EH1D2G24SCSA ● EH1D2G24SSA0 ● EH1D2X12SSA0 ● EH1D2G48SEA0 ● EH1D2G48SBC0 ● EH1D2G48SEC0 ● EH1D2G48SED0 ● EH1D2G48SFA0 ● EH1D2F48SEA0 ● EH1D2F48SEC0 ● EH1D2G48TEA0 ● EH1D2G48TBC0 ● EH1D2G48TEC0 ● EH1D2G48TFA0 ● EH1D2G48TED0 ● EH1D2G36TSEA ● EH1D2F48TEA0 ● EH1D2F48TEC0 ● EH1D2F48TFA0 ● EH1D2S24XEA0 ● EH1D2S24XEC0 ● EH1D2T24XEA0	**说明** S9700 的 LPU 板分为 S 系列以太网接口板、E 系列以太网接口板、F 系列以太网接口板、B 系列以太网接口板、EPON 板和 POS 接口板，其中： ● S 系列 LPU 包含 SA 板。例如：24 端口百兆/千兆以太网光接口板（**SA**，SFP）-32K MAC ● E 系列 LPU 包括 EA、EC 和 ED 板。例如：48 端口百兆以太网光接口板（**EA**，SFP）-32K MAC ● F 系列 LPU 包括 FA 和 FC 板。例如：48 端口千兆以太网电接口板(**FA**, RJ45)-32K MAC ● B 系列 LPU 包括 BC 板。例如：48 端口百兆/千兆以太网光接口板(**BC**, SFP)-128K MAC ● EPON 单板即 12 端口千兆 EPON 光接口和 12 端口百兆/千兆光接口板（SFP）。 ● POS 接口板即 WAN 接口板及其灵活插卡 P4CF、P4HF 和 P1UF。 具体接口板 LPU 名称请参见 S9700 支持的单板

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

单板种类	单板名称	描述
	● EH1D2G24SCEH ● EH1D2G24SEC0 ● EH1D2G24SED0 ● EH1D2G24TFA0 ● EH1D2E12GSA0 ● EH1D2X04XEA0 ● EH1D2X04XEC0 ● EH1D2X04XED0 ● EH1D2X02XEA0 ● EH1D2X02XEC0 ● EH1D2X40SFC0 ● EH1D2X16SFC0 ● EH1D2X08SED0/EH1D2X08SED1 ● EH1D2WMNPS00 ● P1UF ● P4HF ● P4CF	

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

说明

- GE 电接口不支持同步以太网功能。
- SFP（Small Form-Factor Pluggable）为可热插拔光模块。
- XFP（10 Gigabit Small Form-Factor Pluggable）为 10G 可热插拔光模块。
- SFP+（10 Gigabit Small Form-Factor Pluggable）为 10G 可热插拔光模块，相比较于 XFP，口径较小。
- 所有单板中，不支持 FCC 认证的单板有：EH1D2SRUDC00、EH1D2X02XEA0、EH1D2X02XEC0、EH1D2X04XEA0、EH1D2X04XEC0、EH1D2X04XED0、EH1D2X12SSA0、EH1D2X40SFC0、EH1D2X16SFC0 和 EH1D2X08SED0，其他的都支持 FCC 认证。
- 请将支持 FCC 认证的单板与支持 FCC 认证的机框配套使用。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

5 基础调测

关于本章

介绍设备基础功能的调测。

5.1 通过 Console 口登录设备
在通过 Console 口搭建本地配置环境时，用户可以在 PC 上通过 Windows 操作系统中的“超级终端”与 S9700 设备建立连接。

5.2 检查设备
介绍检查设备的健康状况、软件版本、单板与接口状态，以及 license 文件。

5.3 配置系统名称
按照网络规划配置设备名称，有助于标识设备，方便维护。

5.4 配置系统时间
准确设置系统的时间能够保证 S9700 设备与其他设备协调工作。

5.5 切换用户级别
如果用户以较低级别的身份登录到 S9700 后，需要切换到较高级别的用户身份以获得高级别的操作权限。

5.6 配置管理用户远程登录
本节介绍了配置管理用户远程登录设备的方法。通过配置远程登录，可以实现用户在中心机房远程登录设备，部署业务。

5.7 配置 IP 路由
本节介绍了 IP 路由的配置方法，可以通过配置缺省路由和配置 OSPF 两种方法实现三层路由可达。

5.8 (可选)配置设备与网管对接
本节介绍了设备与网管对接的方法。Switch 可以通过 SNMPv1、SNMPv2c 和 SNMPv3 与网管对接。

5.9 保存配置
完成基础调测后，建议用户保存当前配置。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

5.1 通过 Console 口登录设备

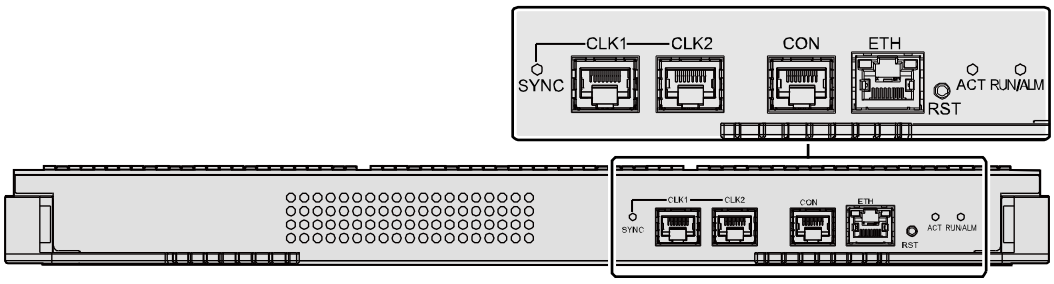
在通过 Console 口搭建本地配置环境时，用户可以在 PC 上通过 Windows 操作系统中的“超级终端”与 S9700 设备建立连接。

前提条件

通过 Console 口登录设备前需要完成以下工作：

- 设备正常上电。
- 正确识别 S9700 设备的 Console 口，如下图所示，标识“CON”的即为 Console 口。

图 5-1 S9700 设备 Console 口



说明

S9700 设备主、备主控板上各有一个 Console 口，调测时请选择当前主用主控板上的 Console 口。ACT 灯常亮的主控板即为当前的主用主控板。

- 使用串口线将 PC 的串口与 S9700 设备的 Console 接口连接。

操作步骤

步骤 1 在 PC 上启动超级终端。

选择“开始 > 程序 > 附件 > 通讯 > 超级终端”菜单项，Windows 系统启动超级终端。

步骤 2 新建连接。

如图 5-2 所示。在“名称”栏中输入新建连接的名称并选择“图标”。然后单击“确定”按钮。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

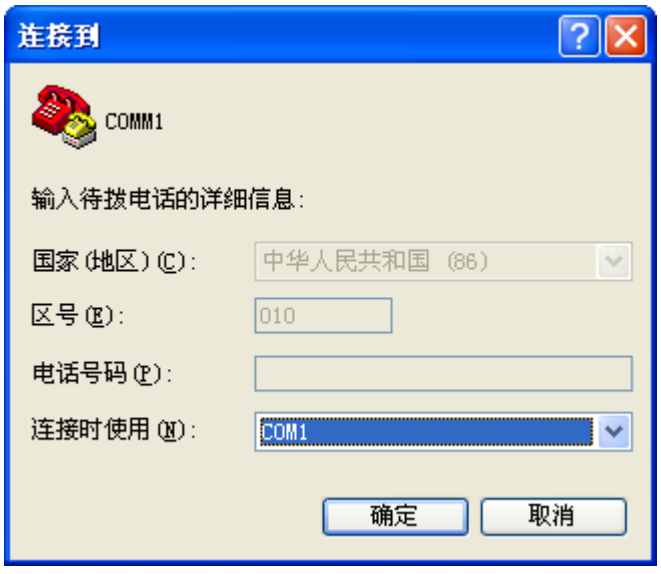
图 5-2 新建连接



步骤 3 设置连接端口。

进入如图 5-3 所示的“连接到”窗口后，根据 PC（或配置终端）实际使用的端口在“连接时使用”下拉列表框中进行选择。然后单击“确定”按钮。

图 5-3 连接端口设置



步骤 4 设置通信参数。

进入如图 5-4 所示的“端口属性”窗口后，按表 5-1 中的描述或点击“还原为默认值(R)”进行 COM1 属性的设置。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 5-4 端口通信参数设置

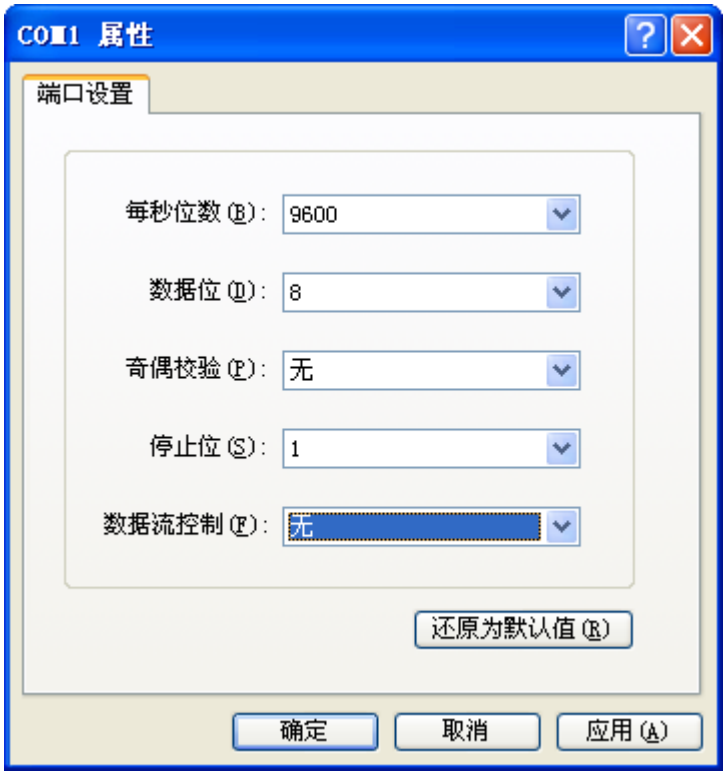


表 5-1 COM1 属性

参数	取值
每秒位数（波特率）	9600
数据位	8
奇偶校验	无
停止位	1
数据流控制（流量控制）	无

步骤 5 按 Enter 键，直到系统出现如下显示，提示用户配置验证密码，系统会自动保存此密码配置。

```
Please configure the login password (maximum length 16)
Enter Password:
Confirm Password:
```

说明

用户界面密码配置成功后，当用户采用密码验证方式通过此界面再次登录系统时，用户验证密码即为初次登录时所配置的验证密码。

----结束

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作结果

如果屏幕出现<Quidway>提示符，表示登录到 S9700 设备。此时就可输入命令，配置或管理 S9700 设备。

若登录不成功，请点击操作界面上的“断开”图标后再点击“呼叫”图标，若还无法登录，请回到**步骤 1** 检查参数设置或物理连接是否正确，确认设置正确后再重新登录。

5.2 检查设备

介绍检查设备的健康状况、软件版本、单板与接口状态，以及 license 文件。

5.2.1 检查设备健康状态

通过 **display health** 命令用来检查 S9700 设备的健康状况是否符合现场开局的要求。

前提条件

已经成功登录到 S9700 设备。

注意事项

在实际操作中，在任意视图下通过 **display health** 命令用来检查 S9700 设备的健康状况，包括 CF 卡\Flash 占用率、CPU 占用率、内存占用率、电源状态、风扇状态、电压和温度。

操作步骤

步骤 1 执行命令 **display health**，查看 S9700 设备的健康状态。

```
<Quidway>display health
```

Slot	Card	SDR No.	SensorName	Status	Upper	Lower	Voltage.(V)
2	-	3	3.3V	normal	3.9592	2.6460	0.0000
	-	4	1.05V	normal	1.2642	0.8428	0.0000
	-	5	1.25V	normal	1.4994	0.9996	0.0000
	-	6	1.8V	normal	2.1560	1.4406	0.0000
	-	7	2.5V	normal	2.9988	1.9992	0.0000
	-	8	12V	normal	14.3590	9.5450	0.0000
	-	9	1.2V	normal	1.4406	0.9604	0.0000
	-	10	2.5V_MII	normal	2.9988	1.9992	0.0000
	-	13	12V_IDET	normal	0.0000	0.0000	0.0000
3	-	3	3.3V	normal	3.9592	2.6460	0.0000
	-	4	2.5V	normal	2.9988	1.9992	0.0000
	-	5	2.5V_CPU	normal	2.9988	1.9992	0.0000
	-	6	1.8V	normal	2.1560	1.4406	0.0000
	-	7	1.8V_CPU	normal	2.1560	1.4406	0.0000
	-	8	1.2V_LSW1	normal	1.4406	0.9604	0.0000
	-	9	1.2V_LSW2	normal	1.4406	0.9604	0.0000
	-	10	1.05V_CP	normal	1.2642	0.8428	0.0000
4	-	3	3.3V	normal	3.9592	2.6460	3.3320
	-	4	2.5V	normal	2.9988	1.9992	2.5480
	-	5	1.8V	normal	2.1560	1.4406	1.8130
	-	6	1.5V	normal	1.8032	1.1956	1.5092
	-	7	1.2V	normal	1.4406	0.9604	1.1956
	-	8	1.05	normal	1.2642	0.8428	1.0486
	-	9	1.2V	normal	1.4406	0.9604	1.2054
	-	10	12V	normal	14.3590	9.5450	12.1180
	-	11	2.5V_CPU	normal	2.9988	1.9992	2.5088

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
       -    12       1.8V_CPU             normal  2.1560   1.4406   1.8228
5      -    3        3.3V                 normal  3.9592   2.6460   0.0000
       -    4        2.5V_LSWPHY          normal  2.9988   1.9992   0.0000
       -    5        2.5V_CPU             normal  2.9988   1.9992   0.0000
       -    6        1.8V                 normal  2.1560   1.4406   0.0000
       -    7        1.2V_56132           normal  1.4406   0.9604   0.0000
       -    8        1.05V_CP             normal  1.2642   0.8428   0.0000
6      -    3        3.3V                 normal  3.9592   2.6460   0.0196
       -    4        1.2V_TCAM_CORE       normal  1.4406   0.9604   0.0000
       -    5        1.1V_FPGA            normal  1.3230   0.8820   0.0000
       -    6        1.2V                 normal  1.4406   0.9604   0.0000
       -    7        1.5V                 normal  1.8032   1.1956   0.0392
       -    8        1.8V                 normal  2.1560   1.4406   0.0784
       -    9        2.5V                 normal  2.9988   1.9992   0.0784
       -    10       3.0V_FPGA_CORE       normal  3.6064   2.3912   0.0000
       -    11       0.9V_FPGA_CORE       normal  1.0780   0.7154   0.0000
       -    12       12V                  normal  14.3590  9.5450   0.0000
       -    13       1.05V_CPU_CORE       normal  1.2642   0.8428   0.0588
8      -    3        3.3V                 normal  3.9592   2.6460   3.3320
       -    4        3.3V_CBUS            normal  4.3120   2.8812   3.6456
       -    5        1.2V_VDD             normal  1.4406   0.9604   1.1956
       -    6        1.25V_A_0            normal  1.4994   0.9996   1.2348
       -    7        1.25V_D_0            normal  1.4994   0.9996   1.2544
       -    8        2.5V_SF              normal  2.9988   1.9992   2.4892
       -    9        1.8V                 normal  2.1560   1.4406   1.8130
       -    10       2.5V                 normal  2.9988   1.9992   2.4892
-------------------------------------------------------------
Slot Card SDR No.  Status   Upper  Lower  Temperature.(C)
-------------------------------------------------------------
2    -    1        normal   88.00  0.00   28.00
3    -    1        normal   65.00  0.00   27.00
     -    2        normal   66.00  0.00   28.00
4    -    1        normal   88.00  0.00   37.00
     -    2        normal   78.00  0.00   31.00
5    -    1        normal   75.00  0.00   27.00
     -    2        normal   70.00  0.00   26.00
6    -    1        normal   80.00  0.00   26.00
     -    2        normal   80.00  0.00   26.00
8    -    1        normal   82.00  0.00   50.00
     -    2        normal   82.00  0.00   47.00
-------------------------------------------------------------------------------
PowerNo  Present  Mode   State      Current(A)    Voltage(V)    RealPwr(W)
-------------------------------------------------------------------------------
  PWR1    YES     AC     Supply     2.3400        53.4600       125.0000
  PWR2    NO      N/A    N/A        N/A           N/A           N/A
  PWR3    NO      N/A    N/A        N/A           N/A           N/A
  PWR4    NO      N/A    N/A        N/A           N/A           N/A
  POE1    NO      N/A    N/A        N/A           N/A           N/A
  POE2    NO      N/A    N/A        N/A           N/A           N/A
  POE3    NO      N/A    N/A        N/A           N/A           N/A
  POE4    NO      N/A    N/A        N/A           N/A           N/A
-------------------------------------------------------------------------------
          FanId   FanNum   Present  Register  Speed        Mode
-------------------------------------------------------------------------------
          FAN1    [1-2]     YES      YES      68%(4140)    AUTO
                    1                           4320
                    2                           3960
          FAN2    [1-2]     YES      YES      29%(2175)    AUTO
                    1                           2250
                    2                           2100
System Memory Usage Information:
System disk usage at 2012-02-18 13:56:40
-------------------------------------------------------------------------------
Slot     Total Memory(MB)   Used Memory(MB)   Used Percentage   Upper Limit
-------------------------------------------------------------------------------
4          173                 83                47%               85%
8          843                 196               23%               95%
-------------------------------------------------------------------------------
System CPU Usage Information:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 System disk usage at 2012-02-18 13:56:40
--------------------------------------------------------------------------------
       Slot              CPU Usage              Upper Limit
--------------------------------------------------------------------------------
          4                  12%                    80%
          8                  11%                    80%
--------------------------------------------------------------------------------
 Disk Usage Information:
 System disk usage at 2012-02-18 13:56:40
--------------------------------------------------------------------------------
  Slot      Device    Total Memory(MB)     Used Memory(MB)     Used Percentage
--------------------------------------------------------------------------------
   1/8      flash:         47                   0                   0%
            cfcard:        509                  442                 86%
--------------------------------------------------------------------------------
```

----结束

操作结果

- 如果系统健康状况符合开局要求（各参数指标均在上、下限范围之内），则进行后续的调测项目。
- 如果系统健康状况不符合开局要求（各参数指标超出上、下限范围），则根据系统提示的异常参数检查设备软、硬件，排除故障。

5.2.2 检查软件版本

检查当前运行的软件版本和硬件信息是否符合现场开局的要求。

前提条件

已经成功登录到 S9700 设备。

背景信息

通过确认以下项目的版本信息来确认软件版本是否正确：

- 当前运行的软件版本
- S9700 设备的型号
- 背板（BKP）信息
- 主控板（SRU/MCU）信息
- 业务板（LPU）信息

注意事项

在实际操作中，在任意视图下使用 **display version** 命令查看 S9700 设备的版本信息，可以输入 **slot** *slot-id* 查看指定槽位上板卡的版本信息。

操作步骤

步骤 1 执行命令 **display version**，查看版本信息。

```
<Quidway> display version
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) software, Version 5.70 (S9700 V200R001C00)
Copyright (C) 2003-2011 HUAWEI TECH CO., LTD
Quidway S9703 Terabit Routing Switch uptime is 0 week, 0 day, 1 hour, 3 minutes
BKP 0 version information:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
1. PCB      Version  : LE02BAKC VER.A
2. If Supporting PoE : No
3. Board    Type     : EH1BS9712E00
4. MPU Slot Quantity : 2
5. LPU Slot Quantity : 3

MPU 5(Master) : uptime is 0 week, 0 day, 1 hour, 1 minute
SDRAM Memory Size    : 512     M bytes
Flash Memory Size    : 128     M bytes
NVRAM Memory Size    : 512     K bytes
CF Card1 Memory Size : 977     M bytes
MPU version information :
1. PCB      Version  : LE02SRUD0 VER.B
2. MAB      Version  : 0
3. Board    Type     : EH1D2SRUDC01
4. CPLD1    Version  : 102
5. BootROM  Version  : 131
6. BootLoad Version  : 102

LPU 1 : uptime is 0 week, 0 day, 0 hour, 54 minutes
SDRAM Memory Size    : 256     M bytes
Flash Memory Size    : 8       M bytes
LPU version information :
1. PCB      Version  : LE02T24X VER.A
2. MAB      Version  : 0
3. Board    Type     : EH1D2T24XEA0
4. CPLD1    Version  : 101
4. BootROM  Version  : 131
5. BootLoad Version  : 141

LPU 2 : uptime is 0 week, 0 day, 0 hour, 54 minutes
SDRAM Memory Size    : 128     M bytes
Flash Memory Size    : 8       M bytes
LPU version information :
1. PCB      Version  : LE02G48CE VER.A
2. MAB      Version  : 0
3. Board    Type     : EH1D2G36TSEA
4. CPLD1    Version  : 101
4. BootROM  Version  : 131
5. BootLoad Version  : 141

LPU 3 : uptime is 0 week, 0 day, 0 hour, 49 minutes
SDRAM Memory Size    : 256     M bytes
Flash Memory Size    : 8       M bytes
LPU version information :
1. PCB      Version  : LE02S24X VER.A
2. MAB      Version  : 0
3. Board    Type     : EH1D2S24XEA0
4. CPLD1    Version  : 101
5. CPLD2    Version  : 101
5. BootROM  Version  : 131
6. BootLoad Version  : 141
Tcam version information :
1. Tcam size         : 36      M bits
```

----结束

操作结果

- 如果软件版本符合开局版本需求，则进行后续的调测项目。软件版本详细内容请参考版本说明书。
- 如果软件版本不符合开局版本需求，则需要升级软件版本。软件升级指导请参见“软件中心 > 版本软件 > 数通 > 以太网交换机 > Quidway S9700”路径下各版本对应的版本说明书和升级指导书。

版权所有 © 华为技术有限公司

5.2.3 检查单板状态

检查是否所有单板在位并正常运行。

前提条件

已经成功登录到 S9700 设备。

背景信息

通过确认以下在位单板的信息来确认单板是否运行正常：

- 在位单板的基本信息
- 指定槽位的详细信息，包括 LPU、MCU、和电源

注意事项

如果使用 AC 110V（1+1）电源供电的 S9700 设备未安装集中监控板 CMU，系统则无法获取设备的实际功率。为确保安全，系统默认只提供 400W 的最大功率，这样可能部分单板因供电不足而注册不上，使用 **display device** 命令查看显示这些单板不在位。通过安装 CMU 可以解决以上问题。

操作步骤

步骤 1 执行命令 **display device** 查看在位设备的信息。

```
<Quidway> display device
S9712's Device status:
Slot  Sub Type         Online    Power      Register       Alarm      Primary
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
1     -   EH1D2T24XEA0 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
2     -   EH1D2G36TSEA Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
3     -   EH1D2S24XEA0 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
4     -   EH1D2X02XEC0 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
5     -   EH1D2G24SCSA Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
6     -   EH1D2E12GSA0 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
7     -   EH1D2E12GSA0 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
8     -   EH1D2F48TFA0 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
10    -   EH1D2WMNPS00 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
      1   P1UF         Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
      2   P4HF         Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
12    -   -            Present   PowerOff   Unregistered   -          NA
13    -   EH1D2SRUDC00 Present   PowerOn    Registered     Normal     Master
      2   LE0D00CKMA00 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
14    -   EH1D2SRUDC00 Present   PowerOn    Registered     Normal     Slave
      2   LE0D00CKMA00 Present   PowerOn    Registered     Normal     NA
CMU1  -   -            Present   -          Unregistered   -          NA
```

----结束

操作结果

- 如果单板在位并正常运行，则继续后续的单点调测项目。
- 如果单板无法注册或非正常运行，则加载 CMU 板或重新插拔单板。

5.2.4 检查接口的状态

检查接口状态是否正常。

版权所有 © 华为技术有限公司

前提条件

已经成功登录到 S9700 设备。

背景信息

通过确认以下项目的信息来确认接口状态是否正确：

- 接口的状态信息
- 接口的统计信息

注意事项

在实际操作中，在任意视图下使用 **display interface** *interface-type interface-number* 命令查看接口当前运行状态和接口统计信息。如果不指定接口类型，将显示所有接口的运行状态和统计信息。如果不指定接口编号，将显示所有该类型接口的运行状态和统计信息。

操作步骤

步骤 1 执行命令 **display interface** [*interface-type* [*interface-number*]]，接口当前运行状态和接口统计信息。

```
<Quidway> display interface gigabitethernet 3/0/0
GigabitEthernet3/0/0 current state : DOWN
Line protocol current state : DOWN
Description:
Switch Port,PVID :    1,TPID : 8100(Hex),The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0018-2000-0083
Last physical up time   : -
Last physical down time : 2009-07-22 18:00:16 DST
Current system time: 2010-06-29 20:26:18
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input peak rate 0 bits/sec,Record time: 2010-08-05 10:32:18
Output peak rate 0 bits/sec,Record time:  2010-08-03
08:47:01

Input:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:                0
  Broadcast:              0,  Jumbo:                    0
  Discard:                0,  Total Error:              0

  CRC:                    0,  Giants:                   0
  Jabbers:                0,  Fragments:                0
  Runts:                  0,  DropEvents:               0
  Alignments:             0,  Symbols:                  0
  Ignoreds:               0,  Frames:                   0

Output:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:                0
  Broadcast:              0,  Jumbo:                    0
  Discard:                0,  Total Error:              0

  Collisions:             0,  ExcessiveCollisions:      0
  Late Collisions:        0,  Deferreds:                0
  Buffers Purged:         0

    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Input bandwidth utilization  : 0%
Output bandwidth utilization : 0%
```

----结束

操作结果

- 如果接口（以太网口、光口）状态正常，则进行下面的调测项目。
- 如果以太网口出现如下几种非正常状态，可参考如下处理：
  - 端口物理状态 DOWN：请检查端口连线是否松动或损坏。
  - 端口统计信息中出现较多错误报文：请检查端口速率或双工模式是否设置正确，并检查 S9700 交换机端口与对端设备连接端口的连通性。
- 如果光口的光功率出现如下几种非正常状态，可参考如下处理：
  - 光功率过强，需要增加光衰耗。
  - 光功率过弱，或出现丢包、错误包，需要检查光纤和光模块。光口属性请参考“接口属性速查表”。

说明

不同类型的接口输出信息不同，不同设备上相同类型的接口也可能由于采用不同的器件，输出信息有所差异。

如果需要查看接口的 IP 层相关信息，可以使用命令 **display ip interface**。

5.2.5 检查 license

检查 license 文件是否已经正确加载及 license 资源使用情况。

前提条件

已经成功登录到 S9700 设备。

背景信息

S9700 设备的 ESN 码与背板绑定。

操作步骤

步骤 1 执行命令 **display license** 查看 License 文件。

```
<Quidway> display license
 Active license    : cfcard:/license_Quidway_S9700_0714.dat
 License state     : Demo
 Revoke ticket     : No ticket

 Product name      : Quidway S9700
 Product version   : V100R006
 License file ESN  : ANY
 License Serial No : LIC20110415000510
 Creator           : Huawei Technologies Co., Ltd.
 Created Time      : 2011-04-15 09:01:42
 Country           : China
 Custom            : R&D of Huawei Technologies Co., Ltd.
 Office            : Shenzhen

 Feature name      : ESFEA1
 Authorize type    : DEMO
 Expired date      : 2011-07-14
 Trial days        : 60
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Item name         : LLE0NQAF01
Item type         : Function
Control value     : 1
Used value        : 1
Item state        : Normal
Item expired date : 2011-07-14
Item trial days   : 60
Description       : NQA Client & NQA Server

Item name         : LLE0IPV601
Item type         : Function
Control value     : 1
Used value        : 1
Item state        : Normal
Item expired date : 2011-07-14
Item trial days   : 60
Description       : IPV6

Item name         : LLE0SSP01
Item type         : Function
Control value     : 1
Used value        : 1
Item state        : Normal
Item expired date : 2011-07-14
Item trial days   : 60
Description       : Operation Diffluence Platform Function

Item name         : LLE0BSVC01
Item type         : Function
Control value     : 1
Used value        : 1
Item state        : Normal
Item expired date : 2011-07-14
Item trial days   : 60
Description       : S9700 Base SW Version Control Function

Item name         : LLE0MPLS01
Item type         : Function
Control value     : 1
Used value        : 1
Item state        : Normal
Item expired date : 2011-07-14
Item trial days   : 60
Description       : MPLS

Item name         : LLE0WLAN01
Item type         : Resource
Control value     : 5
Used value        : 0
Item state        : Normal
Item expired date : 2011-07-14
Item trial days   : 60
Description       : LLE0WLAN01
```

步骤 2 查看主用主控板 License 状态。

```
<Quidway> display license state
Info: Current board license state is Trial. 59 days remain.
```

步骤 3 查看 license 文件的资源使用情况。

```
<Quidway> display license resource usage
Info: Active License on master board: cfcard:/slot6.dat
 FeatureName     | ConfigureItemName       | ResourceUsage
 CRFEA1            LCR5NETSTM03              5/5
 CRFEA1            MPLS                      5/100
 CRFEA1            LCR5NETSTM06              5/5
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

操作结果

- 如果 license 文件已经正确加载，则继续后续的单点调测项目。
- 如果 license 文件校验错误，则做如下操作：
  - 在系统视图下执行命令 **display esn**，查看设备背板的 ESN 与 License 的 ESN 码是否一致。
  - 在用户视图下执行命令 **license active** *filename*，激活 license 文件，获取相应授权。

5.3 配置系统名称

按照网络规划配置设备名称，有助于标识设备，方便维护。

前提条件

已完成 5.2 检查设备，设备运行正常。

数据规划

表 5-2 数据规划

项目	数据	备注
设备名称	S9700-1	设备缺省的设备名称为 Quidway

操作步骤

步骤 1 执行命令 **system-view** 进入系统视图。

```
<Quidway> system-view
```

步骤 2 执行命令 **sysname S9700-1** 配置设备名称。

```
[Quidway] sysname S9700-1
[S9700-1]
```

----结束

操作结果

配置完成后命令行提示符修改为新的设备名称标识[S9700-1]。

5.4 配置系统时间

准确设置系统的时间能够保证 S9700 设备与其他设备协调工作。

前提条件

已完成 5.2 检查设备，设备运行正常。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

数据规划

表 5-3 数据规划

项目	数据	备注
UTC 标准时间	0:0:0 2009-01-01	S9700 设备支持时区和夏时制的设置。
时区	z5 add 05:00:00	相对于 UTC 标准时间增加 5。
夏令时	first Sun Jan 0 first Sun Apr 4 2009 2009	从 2009 年开始，每年的 01 月的第 1 个星期日 00:00:00 开始到 04 月的第 1 个星期日 00:00:00 结束，时间增加 04:00:00。

操作步骤

步骤 1 设置 UTC 标准时间。

```
<Quidway> clock datetime 0:0:0 2009-01-01
```

步骤 2 设置所在时区（相对与 UTC 标准时间的偏移量）。

```
<Quidway> clock timezone z5 add 05:00:00
```

步骤 3 设置夏令时。

```
<Quidway> clock daylight-saving-time test repeating 0 first Sun Jan 0 first Sun Apr 4 2009 2009
```

步骤 4 如果需要从网络中的其他设备获取时钟，需要指定 NTP Server。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] ntp-service unicast-server 2.2.2.2 authentication-keyid 42
```

----结束

操作结果

使用 **dispaly clock** 命令查看配置结果如下：

```
<Quidway> display clock
2009-01-01 05:12:07
Wednesday
Time Zone(z5) : UTC-05:00
Daylight saving time :
        Name        : test
        Repeat mode : repeat
        Start year  : 2009
        End year    : 2009
        Start time  : first Sunday January 00:00:00
        End time    : first Sunday April 00:00:00
        Saving time : 04:00:00
```

使用命令 **display ntp-service status**，查看 S9700 的 NTP 状态。

```
[Quidway] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 3
 reference clock ID: 2.2.2.2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
nominal frequency: 60.0002 Hz
actual frequency: 60.0002 Hz
clock precision: 2^18
clock offset: 3.8128 ms
root delay: 31.26 ms
root dispersion: 74.20 ms
peer dispersion: 34.30 ms
reference time: 11:55:56.833 UTC Mar 2 2006(C7B15BCC.D5604189)
```

可以看到时钟状态为“synchronized”，即，已经完成同步。时钟的层数为 3，比上一级 NTP 时间服务器低 1 级。

5.5 切换用户级别

如果用户以较低级别的身份登录到 S9700 后，需要切换到较高级别的用户身份以获得高级别的操作权限。

前提条件

切换级别之前，用户必须输入正确的级别切换口令，该口令需要事先配置。

注意

如果使用 **simple** 选项，密码将以明文形式保存在配置文件中，以低级别登录的用户可以通过查看配置方式获取切换密码，造成安全问题。因此，一般情况下，建议使用 cipher 选项，将密码加密保存。

同时，使用 cipher 选项设置了密码后，无法从系统取回。请妥善保管，以免遗忘或者遗失。

操作步骤

步骤 1 执行命令 **system-view**，进入系统视图。

步骤 2 执行命令 **super password** [**level** *user-level*] { **simple** | **cipher** } *password*，配置切换用户级别的口令。

参数 **level** 的取值范围是 1 ～ 15，表示不同的用户级别。缺省用户级别为 3。

步骤 3 执行命令 **super** [*level*]，切换用户级别。

步骤 4 根据系统提示，输入切换口令。

如果输入的口令正确，将切换到更高级别。如果连续三次输入错误的口令，将退回用户视图，仍保持现有登录级别。

说明

当以低级别登录的用户通过 **super** 命令切换到高级别时，系统会自动发送 **trap** 信息，并记录在日志中。如果切换到的级别低于当前级别，则仅记录日志。

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

5.6 配置管理用户远程登录

本节介绍了配置管理用户远程登录设备的方法。通过配置远程登录，可以实现用户在中心机房远程登录设备，部署业务。

5.6.1 配置管理 IP 地址

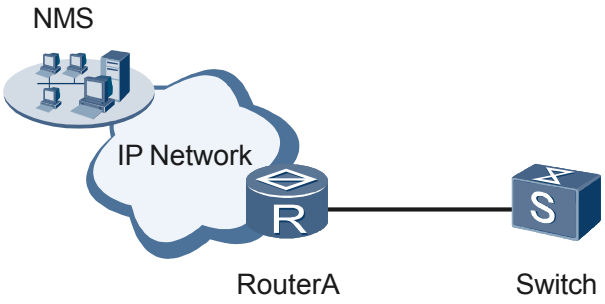
本节介绍了配置管理 IP 地址的方法。为了实现设备与其他设备的三层互通，应首先在接口上配置 IP 地址。

前提条件

已完成 5.2 检查设备，设备运行正常。

背景信息

图 5-5 基础软调典型组网图



Switch 通过与路由器设备 RouterA 对接，接入城域网络。为了让 NMS（网管工作站）能够发现并管理交换机设备，需要在 Switch 的管理网口上配置 IP 地址，并保证链路层与协议层状态 Up。

数据准备

表 5-4 数据准备

项目	数据	备注
接口名称	Ethernet0/0/0	Ethernet0/0/0 为设备的管理网口，不参与路由计算。
IP 地址/子网掩码	根据运营商城域网规划决定。	在数据规划时需保证接口的 IP 地址与对接设备的 IP 地址在同一网段。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 进入接口视图，配置 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface Ethernet0/0/0
[Quidway-Ethernet0/0/0] ip address 192.168.1.2 24
```

----结束

调测结果

配置完成后请执行以下命令查看配置是否正确。

```
<Quidway> display interface Ethernet0/0/0
GigabitEthernet0/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Description:HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet0/0/0 Interface
Switch Port,PVID :    1,The Maximum Frame Length is 9216
Internet Address is 192.168.1.2/24
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0022-0033-0044
QoS max-bandwidth : 1000000 Kbps
Output queue : (Urgent queue : Size/Length/Discards)  0/50/0
Output queue : (Protocol queue : Size/Length/Discards) 0/1000/0
Output queue : (FIFO queue : Size/Length/Discards)  0/256/0

Last physical up time   : 2008-01-10 17:07:11 UTC-05:00
Last physical down time : 2008-01-10 17:02:51 UTC-05:00
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input peak rate 0 bits/sec,Record time: -
Output peak rate 0 bits/sec,Record time: -
Input:  0 packets, 0 bytes
Discard:  0 packets, Total Error:  0 packets
  Unicast        :          0,  Multicast          :          0
  Broadcast      :          0,  Jumbo              :          0
  CRC            :          0,  Giants             :          0
  Jabbers        :          0,  Throttles          :          0
  Runts          :          0,  DropEvents         :          0
  Alignments     :          0,  Symbols            :          0
  Ignoreds       :          0,  Frames             :          0
Output:  0 packets, 0 bytes
Discard:  0 packets, Total Error:  0 packets
  Unicast        :          0,  Multicast          :          0
  Broadcast      :          0,  Jumbo              :          0
  Collisions     :          0,  Deferreds          :          0
  Late Collisions:          0,  ExcessiveCollisions:          0
  Buffers Purged :          0
    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
    Input bandwidth utilization  : 0.00%
    Output bandwidth utilization : 0.00%
```

执行 ping 操作，查看是否能够 ping 通对端设备（如网管服务器）。

```
<Quidway> ping 192.168.1.3
  PING 192.168.1.3: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 192.168.1.3: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 192.168.1.3: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 192.168.1.3: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 192.168.1.3: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 192.168.1.3: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=113 ms

  --- 192.168.1.3 ping statistics ---
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
5 packet(s) transmitted
5 packet(s) received
0.00% packet loss
round-trip min/avg/max = 1/23/113 ms
```

5.6.2 配置 Telnet 用户登录

本节介绍了 Telnet 的方法。通过配置 Telnet，可以实现用户远程登录管理设备。

前提条件

已完成以下配置，设备运行正常。

- **5.2 检查设备**
- **5.6.1 配置管理 IP 地址**

背景信息

本节只介绍如何配置 telnet 用户本地验证。

- 如果需要配置 telnet 用户的 RADIUS 认证，请参考《*S9700 核心路由交换机 配置指南-基础配置*》中的“管理用户登录”。
- 如果需要配置 telnet 用户的 HWTACACS 认证，请参考《*S9700 核心路由交换机 配置指南-安全配置*》中的“AAA 及用户管理配置”。

数据准备

表 5-5 数据准备

项目	数据	备注
可同时登录最大用户数	5	-
缺省用户级别	1	有关级别的定义，请参看“命令的级别”。
用户名	huawei	-
密码	huawei	-
指定用户级别	3	若没有配置“指定用户级别”，则用户登录后的级别即为“缺省用户级别”。
（可选）用户类型	telnet	用户类型包括 ftp，ppp，ssh，telnet，terminal。缺省情况下，本地用户可以使用所有的接入类型。
闲置切断流量	10	判断用户是否处于闲置状态的标准，单位字节。本例中，当用户流量小于 10 字节时，认为用户处于闲置状态。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

项目	数据	备注
闲置切断时间	30	允许用户闲置的最长时间，单位分钟。本例中当用户闲置 30 分钟后，拆除用户连接。

命令的级别

系统命令采用分级保护方式，默认注册为如下 0 ～ 3 级命令：

- 0 级，参观级：网络诊断工具命令（ping、tracert）、从本设备出发访问外部设备的命令（包括：Telnet 客户端、SSH）等。该级别命令不允许进行配置文件保存的操作。
- 1 级，监控级：用于系统维护，包括 display 命令。该级别命令不允许进行配置文件保存的操作。
- 2 级，配置级：业务配置命令，包括路由、各个网络层次的命令，向用户提供直接网络服务。
- 3 级，管理级：用于系统基本运行的命令，对业务提供支撑作用，包括文件系统、FTP、TFTP、配置文件切换命令、备板控制命令、用户管理命令、命令级别设置命令、系统内部参数设置命令；用于业务故障诊断的 debugging 命令。

操作步骤

步骤 1 配置可同时登录最大用户数。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] user-interface maximum-vty 5
```

步骤 2 创建用户，配置用户名、密码和指定用户级别。

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] local-user huawei password cipher huawei
[Quidway-aaa] local-user huawei level 3
[Quidway-aaa] local-user huawei service-type telnet
[Quidway-aaa] quit
```

说明

若存在多个用户，可重复配置**步骤 2**。

步骤 3 配置认证方式、缺省用户级别和闲置切断时间。

```
[Quidway] user-interface vty 0 4
[Quidway-ui-vty0-4] user privilege level 1
[Quidway-ui-vty0-4] authentication-mode aaa
[Quidway-ui-vty0-4] idle-timeout 30 10
[Quidway-ui-vty0-4] quit
```

----结束

调测结果

配置完成后请执行以下操作查看配置是否正确。

```
<Quidway> telnet 127.0.0.1
Trying 127.0.0.1 ...
Press CTRL+K to abort
Connected to 127.0.0.1 ...
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
*************************************************************
*           All rights reserved (2003-2009)                 *
*       Without the owner's prior written consent,          *
* no decompiling or reverse-engineering shall be allowed.   *
* Notice:                                                   *
*      This is a private communication system.              *
*   Unauthorized access or use may lead to prosecution.     *
*************************************************************

Login authentication

Username:huawei
Password:
Info: huawei logs in through VTY4 from 127.0.0.1.

Info: The max number of VTY users is 20, and the number
      of current VTY users on line is 1.
<Quidway>
```

5.6.3 配置 FTP 用户登录

本节介绍将 S9700 配置为 FTP Server 的方法，用来上传系统软件或配置脚本。

前提条件

已完成以下配置，设备运行正常。

- 5.2 检查设备
- 5.6.1 配置管理 IP 地址

数据准备

表 5-6 数据准备

项目	数据	备注
用户名	ftp	-
密码	ftp	-
用户路径	cfcard:/	用户 ftp 登录后可以访问的设备路径。
（可选）用户类型	ftp	用户类型包括 ftp，ppp，ssh，telnet，terminal。缺省情况下，本地用户可以使用所有的接入类型。
ACL 编号	2001	只能使用基本 ACL 对访问用户进行过滤。
允许访问设备的 IP 地址	100.100.1.3	-

操作步骤

步骤 1 使能 S9700 的 ftp 功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] ftp server enable
Info: Succeeded in starting the FTP server
```

步骤 2 创建用户，配置用户名、密码和用户路径。

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] local-user ftp password cipher ftp
[Quidway-aaa] local-user ftp ftp-directory cfcard:/
[Quidway-aaa] local-user ftp service-type ftp
[Quidway-aaa] quit
```

说明

若存在多个用户，可重复配置步骤 2。

步骤 3 创建基本 ACL。

```
[Quidway] acl 2001
[Quidway-acl-basic-2001] rule permit source 100.100.1.3 0
[Quidway-acl-basic-2001] rule deny source any
[Quidway-acl-basic-2001] quit
```

步骤 4 应用 ACL 规则，对 FTP 用户进行过滤。

```
[Quidway] ftp acl 2001
```

----结束

调测结果

在终端设备上通过 FTP 方式登录交换机，以下操作以 PC（IP 地址为 100.100.1.3）为例。

1. 通过 FTP 方式登录交换机。

```
C:\> ftp 100.1.1.200
Trying 100.1.1.200 ...
Press CTRL+K to abort
Connected to 100.1.1.200.
220 FTP service ready.
User(100.1.1.200:(none)):ftp
331 Password required for ftp.
Enter password:
230 User logged in.
```

2. 查看该路径下的文件。

```
ftp> dir
200 Port command okay.
150 Opening ASCII mode data connection for *.
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 May 22 11:04 log
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup         4 May 22 09:48 snmpnotilog.txt
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup     12579 Oct 31  2008 license-b201.txt
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup 163730936 Jan 16 08:38 v300r003c02b670smk1.cc
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup     66846 Jan 16 08:45 670paf.txt
226 Transfer complete.
FTP: 351 byte(s) received in 0.053 second(s) 6.62Kbyte(s)/sec.
```

3. 上传文件。

```
ftp> put d:\test.txt
200 Port command okay.
150 Opening ASCII mode data connection for test.txt.
226 Transfer complete.

ftp> dir
200 Port command okay.
150 Opening ASCII mode data connection for *.
drwxrwxrwx   1 noone    nogroup         0 May 22 11:04 log
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup         4 May 22 09:48 snmpnotilog.txt
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup      12579 Oct 31  2008 license-b201.txt
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup 163730936 Jan 16 08:38 v300r003c02b670smk1.cc
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup      66846 Jan 16 08:45 670paf.txt
-rwxrwxrwx   1 noone    nogroup          0 May 22 14:30 test.txt
226 Transfer complete.
FTP: 416 byte(s) received in 0.042 second(s) 9.90Kbyte(s)/sec.
```

4. 删除文件。

```
ftp> delete test.txt
250 DELE command successful.
```

5. 断开 FTP 连接。

```
ftp> quit
221 Server closing.
```

5.6.4 配置 SSH 用户登录

本节介绍了配置 SSH 的方法。SSH 是在传统的 Telnet 协议之基础上发展起来的一种安全的远程登录协议。相比于 Telnet，SSH 无论是在认证方式或者数据传输的安全性上，都有很大的提高。

前提条件

已完成以下配置，设备运行正常。

- 5.2 检查设备
- 5.6.1 配置管理 IP 地址

数据准备

表 5-7 数据准备

项目	数据	备注
SSH 用户名	client001	-
SSH 用户密码	client001	-
SSH 用户级别	3	若没有配置“SSH 用户级别”，则用户登录后的级别则为用户接口视图下配置的“缺省用户级别”。
SSH 用户的认证模式	password	SSH 协议的认证方式可以分成 RSA 认证和密码认证两种方式。本节仅介绍 password 的认证方式。

操作步骤

步骤 1 生成本地密钥对。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] rsa local-key-pair create
The key name will be: S9703-1_Host
The range of public key size is (512 ~ 2048).
NOTES: If the key modulus is greater than 512,
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
      It will take a few minutes.
Input the bits in the modulus[default = 512]:1024
Generating keys...
....++++++++++++
..........++++++++++++
....++++++++
.....................................++++++++
```

步骤 2 配置 VTY 用户界面。

```
[Quidway] user-interface vty 0 4
[Quidway-ui-vty0-4] authentication-mode aaa
[Quidway-ui-vty0-4] protocol inbound ssh
[Quidway-ui-vty0-4] quit
```

说明

若配置登录协议为 SSH，交换机将自动禁止 Telnet 功能。

步骤 3 创建 SSH 用户，并配置用户的认证方式为 password。

```
[Quidway] ssh user client001 authentication-type password
```

步骤 4 配置 SSH 用户的用户名和密码。

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] local-user client001 password cipher client001
[Quidway-aaa] local-user client001  privilege level 3
[Quidway-aaa] local-user client001 service-type ssh
```

步骤 5 使能 STelent 功能，并配置用户的服务类型为 STelnet。

```
[Quidway] stelnet server enable
[Quidway] ssh user client001 service-type stelnet
```

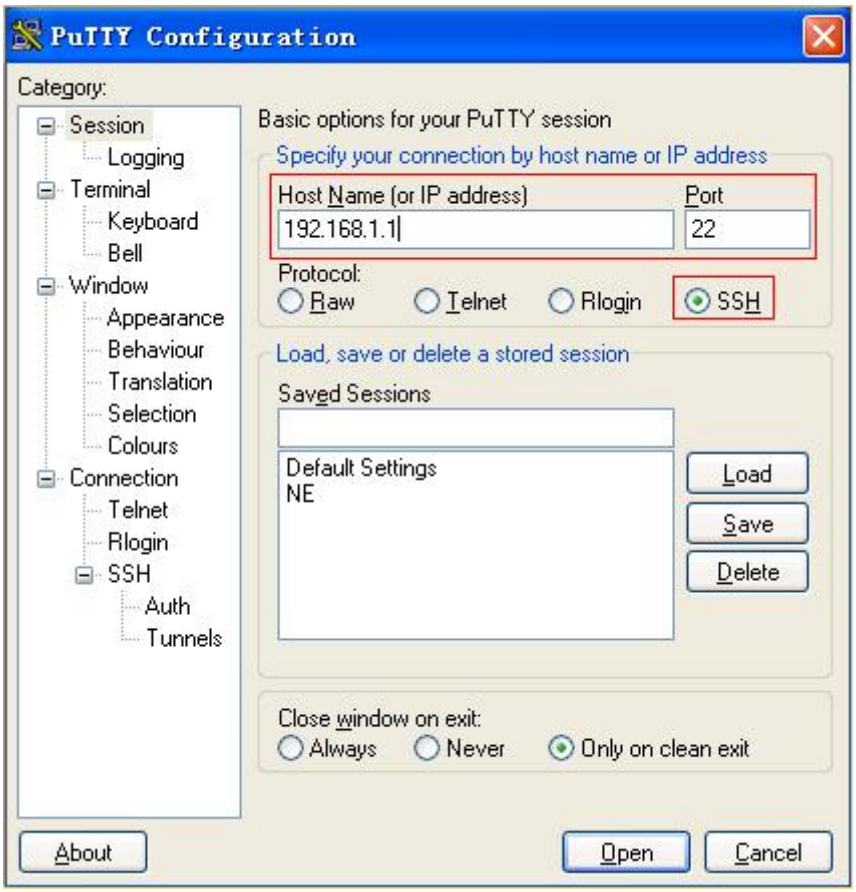
----结束

调测结果

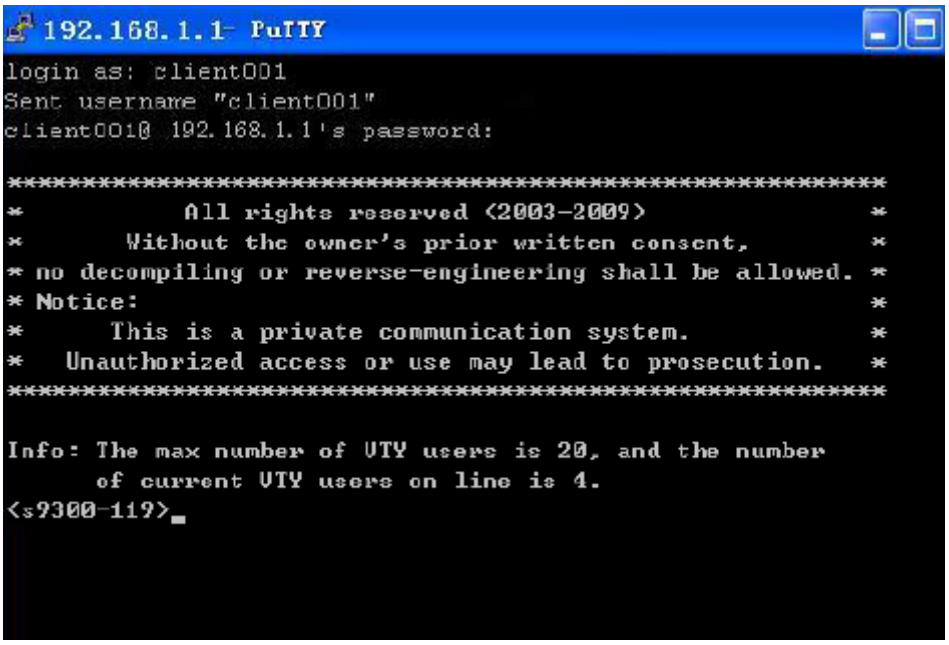
通过 SSH 方式登录设备。本节仅介绍通过 putty 软件登录设备的方法。

1. 如下图所示，指定设备的 IP 地址 192.168.1.1，并指定登录方式为 SSH。

版权所有 © 华为技术有限公司



2. 输入用户名和密码，用户名 client001，密码 client001。



版权所有 © 华为技术有限公司

5.6.5 配置 ACL 过滤访问用户

本节介绍了通过 ACL 过滤用户的方法。通过配置 ACL 可以对登录设备的用户进行过滤。

前提条件

已完成以下配置，设备运行正常。

- 5.2 检查设备
- 5.6.1 配置管理 IP 地址
- 5.6.2 配置 Telnet 用户登录

背景信息

可以通过多种方法过滤访问交换机的用户，包括配置 QoS 或配置防攻击安全特性。本节仅介绍通过在用户接口视图下配置 ACL 的方法过滤访问用户。

通过在用户接口视图下配置 ACL，只能对访问设备的用户报文进行过滤，无法过滤其它攻击报文。

数据准备

表 5-8 数据准备

项目	数据	备注
ACL 编号	3001	有关级别的定义，请参看“ACL 的分类”。通常情况下，使用高级 ACL 对访问用户进行过滤。
允许访问设备的 IP 地址	100.100.1.1 100.100.1.2	通常为网管设备、日志主机的源 IP 地址。

ACL 的分类

表 5-9 ACL 的分类

ACL 类型	编号范围	备注
基本 ACL	2000 ～ 2999	基本访问控制列表只能使用源地址信息作为定义访问控制列表规则的元素。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

ACL 类型	编号范围	备注
高级 ACL	3000 ～ 3999	高级访问控制列表可以使用数据包的源地址信息、目的地址信息、IP 承载的协议类型、针对协议的特性，例如 TCP 的源端口、目的端口，ICMP 协议的类型、code 等内容定义规则。
二层 ACL	4000 ～ 4999	二层访问控制列表，是一种特殊的访问控制列表，可以根据接收报文的以太网帧头指定规则。
用户自定义 ACL	5000 ～ 5999	用户自定义访问控制列表可以根据偏移位置和偏移量从报文中提取出一段内容进行匹配。

说明

只能使用编号范围在 2000 ~ 3999 的 ACL（或 IPv6 ACL）控制访问用户登录设备。

操作步骤

步骤 1 创建 ACL 规则。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] acl 3001
[Quidway-acl-adv-3001] rule permit ip source 100.100.1.1 0
[Quidway-acl-adv-3001] rule permit ip source 100.100.1.2 0
[Quidway-acl-adv-3001] quit
```

步骤 2 在用户接口试图下应用 ACL 规则。

```
[Quidway] user-interface vty 0 4
[Quidway-ui-vty0-4] acl 3001 inbound
[Quidway-ui-vty0-4] quit
```

----结束

调测结果

只有配置了指定 IP 地址的设备可以访问交换机进行配置管理。

5.6.6 配置 Web 网管用户登录

本节介绍如何创建 Web 网管用户及如何登录 Web 网管。

前提条件

已完成以下配置，设备运行正常。

- 5.2 检查设备

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 5.6.1 配置管理 IP 地址
- 在 S9700 设备上，已经加载 Web 网页文件，具体步骤请参考《*S9700 核心路由交换机 配置指南 - 基础配置*》中的上传 Web 网页文件。

背景信息

为了方便用户对 S9700 系列以太网交换机的维护和使用，华为公司特推出该系列以太网交换机 Web 网管功能。用户通过 Web 网管，可以在图形界面下非常直观地管理和维护 S9700 系列以太网交换机。

数据准备

表 5-10 数据准备

项目	数据	备注
用户名	huawei	-
密码	S9700	-
闲置切断时间	15	允许用户闲置的最长时间，单位分钟。本例中当用户闲置 15 分钟后，拆除用户连接。

操作步骤

步骤 1 创建 Web 网管用户。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] http server enable
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] local-user huawei password cipher S9700
[Quidway-aaa] local-user huawei service-type http
[Quidway-aaa] quit
[Quidway] http timeout 15
```

----结束

调测结果

配置完成后，请在客户端上通过 Web 方式登录 S9700。

1. 在 PC 上打开 Web 浏览器，在地址栏中输入 S9700 的管理 IP 地址（PC 和 S9700 之间要有可达的路由），按回车键后将显示登录对话框。如图 5-6 所示，输入之前设置的 Web 网管帐号和密码，输入验证码，并选择 Web 网管系统的语言。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 5-6 登录界面



说明

在单击“登录”之前，可以勾选“记住我的密码”，这样用户在下次登录系统时，输入用户名后密码会自动和用户名相匹配。

2. 单击“登录”或直接按回车键即可进入 Web 网管系统主页面。

   登录到 Web 网管后，可以对交换机进行配置。具体操作请参见《*S9700 核心路由交换机 Web 网管客户端操作指南*》。

5.7 配置 IP 路由

本节介绍了 IP 路由的配置方法，可以通过配置缺省路由和配置 OSPF 两种方法实现三层路由可达。

5.7.1 配置缺省路由

缺省路由也是一种静态路由。当报文的目的地址不能与设备路由表的任何表项相匹配时，报文将选取缺省路由。

背景信息

在路由表中，缺省路由以到网络 0.0.0.0（子网掩码为 0.0.0.0）的静态路由形式出现。

操作步骤

步骤 1 执行命令 **system-view**，进入系统视图。

步骤 2 执行命令 **ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 10.7.46.1**，配置 S9700 到下一跳设备的缺省路由。

这里，10.7.46.1 是下一跳的网关地址。缺省路由默认优先级（preference）为 60。

版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 执行命令 **display ip routing-table**，查看缺省路由配置。

```
<Quidway>display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11        Routes : 11

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        0.0.0.0/0   Static 60   0           RD  10.7.46.1       Vlanif8
       10.7.46.0/24 Direct 0    0           D   10.7.46.30      Vlanif8
      10.7.46.30/32 Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
     10.7.46.255/32 Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24  Direct 0    0           D   192.168.1.1     Vlanif20
    192.168.1.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
  192.168.1.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 4 执行命令 **ping 10.7.46.1** 检查连通性。

```
[Quidway]ping 10.7.46.1
  PING 10.7.46.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.7.46.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 10.7.46.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 10.7.46.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 10.7.46.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 10.7.46.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=1 ms

  --- 10.7.46.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 1/1/2 ms
```

----结束

5.7.2 配置 OSPF

本节介绍了 OSPF 的配置方法。用户应根据网络规划选择部署 OSPF 路由协议。

前提条件

已完成以下配置，设备运行正常。

- **5.2 检查设备**
- **5.6 配置管理用户远程登录**

数据准备

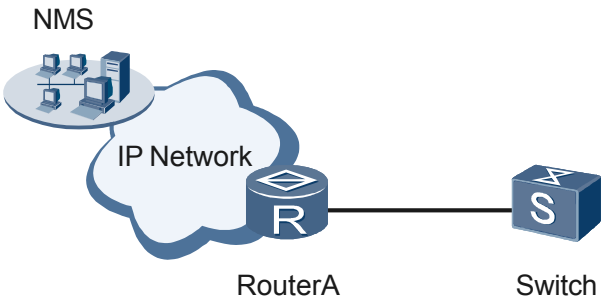
组网结构如**图 5-7** 所示。

对端 Router A 上端口 IP 地址已知,为 192.168.1.2/24。

Switch 设备上，端口 IP 地址与 Router A 上直连端口 IP 地址位于同一网段,为 192.168.1.1/24。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 5-7 配置 OSPF 组网图



项目	数据	备注
Router ID	Switch 为 0.0.0.1,Router A 为 0.0.0.2	Router ID 号应参考网络规划进行配置
OSPF 进程号	1	缺省进程号为 1
各接口所属的区域	0	同一个网段只能属于一个 OSPF 区域

操作步骤

步骤 1 启动 OSPF 并进入 OSPF 视图。

配置 Router A。

```
<Quidway> system-view
[Quidway]interface LoopBack 0
[Quidway-LoopBack0]ip address 0.0.0.2 32
[Quidway] router id 0.0.0.2
[Quidway] ospf
```

配置 Switch。

```
<Quidway> system-view
[Quidway]interface LoopBack 0
[Quidway-LoopBack0]ip address 0.0.0.1 32
[Quidway] router id 0.0.0.1
[Quidway] ospf
```

步骤 2 进入接口所属的 OSPF 区域视图，配置区域所包含的网段。

说明

满足下面两个条件，接口上才能正常运行 OSPF 协议：

- 接口的 IP 地址掩码长度≥network 命令指定的掩码长度。
- 接口的主 IP 地址必须在 network 命令指定的网段范围内。

在 Router A 上和 Switch 设备上进行如下配置：

```
[Quidway-ospf-1] area 0
[Quidway-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[Quidway-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

后续处理

配置完成后，使用命令 **display ospf routing** 可以查看本台设备的 OSPF 路由信息。

5.8 (可选)配置设备与网管对接

本节介绍了设备与网管对接的方法。Switch 可以通过 SNMPv1、SNMPv2c 和 SNMPv3 与网管对接。

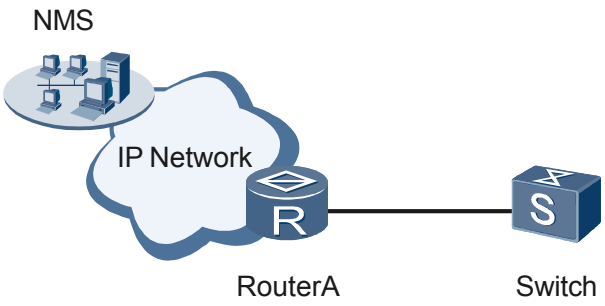
前提条件

Switch 设备和网管站 NMS 之间路由可达。

数据准备

组网结构如图 5-8 所示。

图 5-8 组网图



项目	数据	备注
Switch 设备 SNMP 的版本	ALL	取值范围为 V1、V2C、V3 和 ALL。
SNMP 的读写团体名	Switch 的读团体名为 public，写团体名为 private	无
Switch 设备的 IP 地址、掩码	10.20.10.10/24	无
NMS 的 IP 地址、掩码	100.100.1.1/24	无
NMS 上 SNMP 的版本	任意版本，推荐配置 V2C	取值范围为 V1、V2C、V3。当 Switch 设备侧配置 SNMP 版本为 ALL 时，NMS 侧可以任意配置 SNMP 版本。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 执行命令 **system-view**，进入系统视图。

步骤 2 配置 Switch 设备到网管站 NMS 的静态路由。

```
[Quidway] ip route-static 10.20.10.0 24 100.100.1.1
```

步骤 3 配置 Switch 设备的 SNMP 基本功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] snmp-agent
[Quidway] snmp-agent sys-info version all
[Quidway] snmp-agent community read public
[Quidway] snmp-agent community write private
```

步骤 4 配置 Trap 功能,并设置 Trap 服务器地址为 NMS 地址 100.100.1.1。

```
[Quidway] snmp-agent trap enable
[Quidway] snmp-agent target-host trap address udp-domain 100.100.1.1 params securityname test
```

----结束

调测结果

在 Switch 上完成 SNMP 参数的配置后，可以在网管站上远程访问和管理 Switch 设备。

5.9 保存配置

完成基础调测后，建议用户保存当前配置。

前提条件

已经完成了设备的基础软调。

数据准备

项目	数据	备注
保存配置文件名	**comm.cfg**	无

操作步骤

步骤 1 在用户视图下，使用命令 **save** [*configuration-file*] 保存配置。

```
<Quidway> save comm.cfg
```

步骤 2 指定该配置文件为下次设备启动配置文件。

```
<Quidway> startup saved-configuration comm.cfg
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

6 典型业务调测

关于本章

本章包含 S9700 设备支持的各种业务特性的典型配置举例。

6.1 IP 业务配置
本文档针对 S9700 的 IP 业务，介绍了从 IP 地址配置、DHCP、IP 性能、DHCPv6、UDP Helper 及 IPv6 基础配置、IPv6 over IPv4 隧道配置、IPv4 over IPv6 隧道配置、IP Session 配置的各种基础知识和协议配置。阅读本文档可了解 IP 业务特性的基本概念和配置过程。

6.2 IP 路由配置
本文档针对 S9700 的 IP 路由（静态路由、RIP、RIPng、OSPF、OSPFv3、IS-IS、BGP、BGP4+、MBGP、路由策略）特性，从配置过程和配置举例两方面对特性进行介绍。

6.3 网络管理配置
本文档从配置过程和配置举例等方面对 S9700 的网络管理特性 SNMP、RMON、NTP、LLDP、NQA、NetStream、HGMP 及 Ping&Tracert 进行了介绍。阅读本文档能指导用户了解和掌握 S9700 网络管理的配置方法。

6.4 以太网配置
本文档针对 S9700 的以太网业务，主要包括以太网接口配置、链路聚合配置、VLAN 配置、VLAN Mapping 配置、QinQ 配置、GVRP 配置、MAC 表配置、STP/RSTP、MSTP 配置、SEP 配置、二层协议透明传输配置、HVRP 配置、Loop Detection 配置。

6.5 组播配置
本文档针对 S9700 的组播业务，从基本原理、协议实现过程、配置步骤和配置举例方面介绍了 IP 组播网络的配置方法。

6.6 可靠性配置
本文档针对 S9700 的可靠性业务，主要包括 DLDP 配置、Smart Link 配置、RRPP 配置、EFM 配置、BFD 配置、VRRP 配置和 VRRP6 配置、以太网 OAM 配置、Y.1731 配置、MAC SWAP 环回测试、热备份和主备倒换配置。

6.7 QoS 配置
本文档从功能简介、配置方法、维护和配置举例方面介绍了 S9700 的 QoS 特性，包括基于类的 QoS、流量监管、流量整形、拥塞避免和拥塞管理等功能点。阅读本文档能帮助读者掌握 QoS 的配置方法、应用场景和典型配置案例。

6.8 安全配置

版权所有 © 华为技术有限公司

本文档针对 S9700 应用中的安全方面的要求，从基本原理、配置步骤和配置举例方面介绍了 AAA 及用户管理、网络接入控制（NAC）、DHCP Snooping、ARP 安全、IP Source Guard、IP Source Trail、单播逆向路由转发（URPF）、本机防攻击、PPPoE+、MAC 强制转发（MFF）、流量抑制以及访问控制列表（ACL）的配置方法。

6.9 MPLS 配置

本手册系统介绍了 S9700 支持的 MPLS 相关配置。主要内容包括静态 LSP 的基本原理和配置过程、MPLS LDP 的基本原理和配置过程、MPLS TE 的基本原理和配置过程、MPLS 公共特性的基本原理和配置过程和 MPLS OAM 的基本原理和配置过程,并提供相关的配置案例。

6.10 VPN 配置

本文档介绍了 VPN 技术，包括 VPN 隧道管理、GRE、BGP/MPLS IP VPN、BGP/MPLS IPv6 VPN、VLL、PWE3、VPLS、VPLS 汇聚配置的原理和配置步骤、配置示例。

版权所有 © 华为技术有限公司

6.1 IP 业务配置

本文档针对 S9700 的 IP 业务，介绍了从 IP 地址配置、DHCP、IP 性能、DHCPv6、UDP Helper 及 IPv6 基础配置、IPv6 over IPv4 隧道配置、IPv4 over IPv6 隧道配置、IP Session 配置的各种基础知识和协议配置。阅读本文档可了解 IP 业务特性的基本概念和配置过程。

6.1.1 IP 地址配置

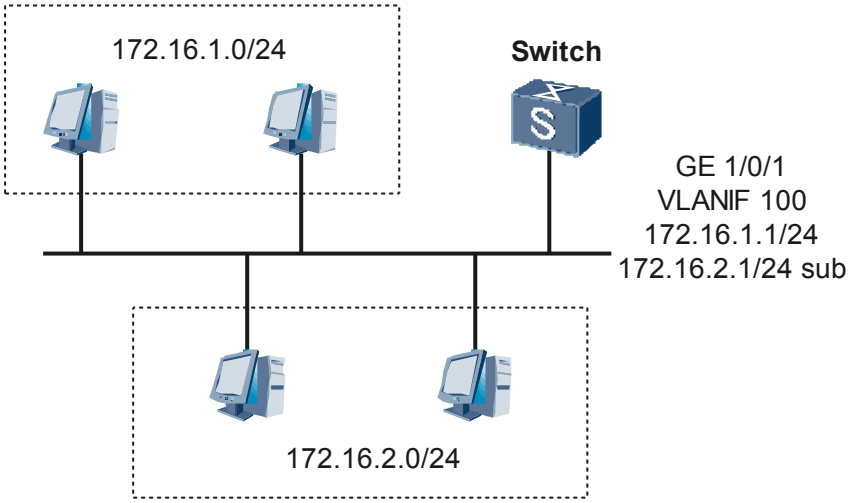
通过为网络设备配置 IP 地址，可以实现网络设备之间数据的通信。

配置接口的主从 IP 地址示例

组网需求

如图 6-1 所示，为 Switch 设备的以太网接口 GigabitEthernet 1/0/1 连接一个局域网，该局域网中的计算机分别属于 2 个不同的网段 172.16.1.0/24 和 172.16.2.0/24，要求通过 Switch 能分别访问这两个网络，并且网段 172.16.1.0/24 内的主机和 172.16.2.0/24 内的主机不能互通。

图 6-1 配置 IP 地址示例



配置思路

配置主从 IP 地址的思路如下：

1. 分析接口所连接的网段地址。
2. 配置接口的主从 IP 地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

说明

配置过程需要注意，同一接口的从 IP 地址和主 IP 地址或同一接口的不同从 IP 地址不能在同一网段。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下的数据：

- 接口的主 IP 地址和子网掩码。
- 接口的从 IP 地址和子网掩码。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 的 GigabitEthernet 1/0/1 接口所属 VLANIF 100 接口的 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 100
[Quidway-Vlan100] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface vlanif 100
[Quidway-Vlanif100] ip address 172.16.1.1 24
[Quidway-Vlanif100] ip address 172.16.2.1 24 sub
```

步骤 2 验证配置结果。

从 Switch 上 Ping 网段 172.16.1.0 内的主机，可通。

```
<Quidway> ping 172.16.1.2
PING 172.16.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 172.16.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=128 time=25 ms
    Reply from 172.16.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=128 time=27 ms
    Reply from 172.16.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=128 time=26 ms
    Reply from 172.16.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=128 time=26 ms
    Reply from 172.16.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=128 time=26 ms
  --- 172.16.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 25/26/27 ms
```

从 Switch 上 Ping 网段 172.16.2.0 内的主机，可通。

```
<Quidway> ping 172.16.2.2
  PING 172.16.2.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 172.16.2.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=128 time=25 ms
    Reply from 172.16.2.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=128 time=26 ms
    Reply from 172.16.2.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=128 time=26 ms
    Reply from 172.16.2.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=128 time=26 ms
    Reply from 172.16.2.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=128 time=26 ms
  --- 172.16.2.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 25/25/26 ms
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

版权所有 © 华为技术有限公司

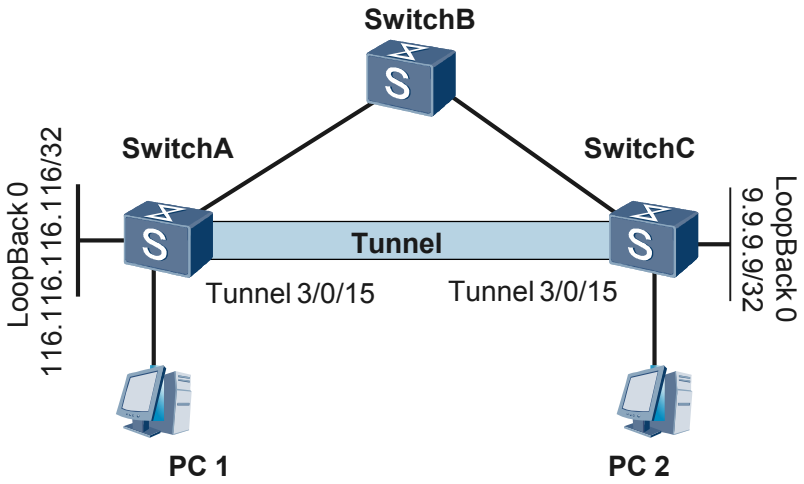
```
#
 sysname Quidway
#
 vlan 100
#
interface Vlanif100
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
 ip address 172.16.2.1 255.255.255.0 sub
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

配置接口借用其它接口 IP 地址示例

组网需求

如图 6-2 所示，SwitchA 的 Tunnel3/0/15 接口与 SwitchC 通过隧道相连。SwitchA 的 Tunnel3/0/15 接口不常用，为了节省 IP 地址，配置 SwitchA 的 Tunnel 3/0/15 接口借用 SwitchA 的 Loopback0 接口的 IP 地址。SwitchC 的 Tunnel3/0/15 接口借用 SwitchC 的 Loopback0 接口的 IP 地址。

图 6-2 配置 Tunnel 接口借用 Loopback 接口组网图



配置思路

为完成两台设备的 Tunnel3/0/15 接口借用 Loopback0 接口的 IP 地址，配置思路如下：

- 配置 SwitchA 及 SwitchC 的 Loopback0 接口的 IP 地址。
- 配置 OSPF。
- 配置 SwitchA 的 Tunnel3/0/15 接口借用 Loopback0 接口的 IP 地址。
- 配置 SwitchC 的 Tunnel3/0/15 接口借用 Loopback0 接口的 IP 地址。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchA 的 Loopback0 接口的 IP 地址。
- SwitchC 的 Loopback0 接口的 IP 地址。
- SwitchA 的 Loopback0 接口的索引。
- SwitchC 的 Loopback0 接口的索引。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA。

配置 SwitchA 的 Loopback0 接口的 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] interface loopback 0
[SwitchA-LoopBack0] ip address 116.116.116.116 32
[SwitchA-LoopBack0] quit
```

配置 OSPF。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 116.116.116.116 0.0.0.0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 Tunnel 3/0/15 接口借用 Loopback0 接口的 IP 地址。

```
[SwitchA] interface tunnel 3/0/15
[SwitchA-Tunnel3/0/15] ip address unnumbered interface loopback 0
[SwitchA-Tunnel3/0/15] quit
```

步骤 2 配置 SwitchC。配置步骤如上。

步骤 3 检查配置结果。

在 SwitchA 上 Ping 地址 9.9.9.9。

```
[SwitchA] ping 9.9.9.9
  PING 9.9.9.9: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 9.9.9.9: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 9.9.9.9: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 9.9.9.9: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 9.9.9.9: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 9.9.9.9: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=3 ms

  --- 9.9.9.9 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
interface LoopBack0
 ip address 116.116.116.116 255.255.225.255
#
interface Tunnel3/0/15
 ip address unnumbered interface LoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 116.116.116.116 0.0.0.0
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
interface LoopBack0
 ip address 9.9.9.9 255.255.225.255
#
interface Tunnel3/0/15
 ip address unnumbered interface LoopBack0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 9.9.9.9 0.0.0.0
#
return
```

6.1.2 DHCP 配置

DHCP 技术适用于各种网络，配置 DHCP 保证了网络中 IP 地址的合理分配，提高整个网络 IP 地址的使用率。

同网段内配置基于全局地址池的 DHCP 服务器示例

客户端和 DHCP 服务器在同一网段，配置基于全局地址池的 DHCP 服务器给客户端分配 IP 地址的过程。

组网需求

某公司有两个处于同一网络内的办公室，为了节省网络资源，两个办公室内的 PC 机由一台交换机作为服务器统一分配 IP 地址。

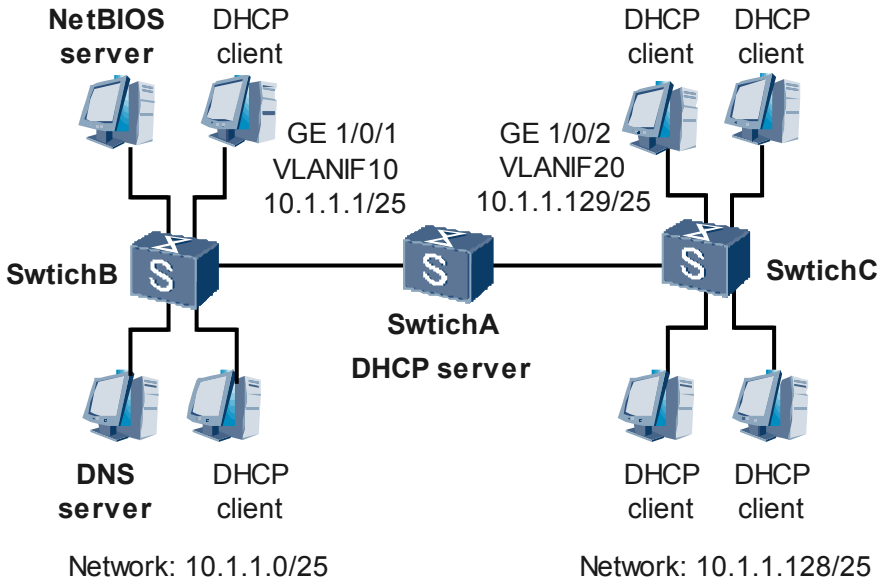
如图 6-3 所示，SwitchA 应用为 DHCP 服务器，SwitchB 和 SwitchC 为用户接入交换机。可在 SwitchA 上配置基于全局的地址池和接口的地址池，下面以全局地址池为例配置 SwitchA 为同一网段中的客户端动态分配 IP 地址。地址池网段 10.1.1.0/24 分为两个网段：10.1.1.0/25 和 10.1.1.128/25。DHCP 服务器两个 VLANIF 接口的 IP 地址分别为 10.1.1.1/25 和 10.1.1.129/25。

网段 10.1.1.0/25 内的 PC 机数量比较少且位置比较固定，地址租用期限配置为 10 天，DNS 地址为 10.1.1.2，无 NetBIOS 地址，出口网关地址为 10.1.1.126。

网段 10.1.1.128/25 内的 PC 机数量较多但经常外借，地址租用期限配置为 2 天，DNS 地址为 10.1.1.2，NetBIOS 地址为 10.1.1.4，出口网关地址为 10.1.1.254。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-3 配置基于全局地址池的 DHCP 服务器组网图



配置思路

DHCP 服务器的配置思路如下：

1. 启动公司网络内 SwitchA 的 DHCP 服务器功能。
2. 在 Switch 上创建地址池并配置地址池的相关属性，如地址池范围、出口网关、NetBIOS 地址、地址租用期限等，准备提供给客户端。
3. 配置 VLANIF 接口下本地 DHCP 服务器的地址分配方式，DHCP 服务器从全局地址池中给客户端分配 IP 地址。

数据准备

要完成此配置举例，需要准备以下数据：

SwitchA 上全局地址名称及范围

说明

以下配置均在 SwitchA 上进行。

操作步骤

步骤 1 启动 DHCP 服务。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
```

步骤 2 创建地址池并配置相关属性。

配置 IP 地址池 1 的属性（地址池范围、DNS 地址、出口网关和地址池租期）。

```
[Quidway] ip pool 1
[Quidway-ip-pool-1] network 10.1.1.0 mask 255.255.255.128
[Quidway-ip-pool-1] dns-list 10.1.1.2
[Quidway-ip-pool-1] gateway-list 10.1.1.126
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway-ip-pool-1] excluded-ip-address 10.1.1.2
[Quidway-ip-pool-1] excluded-ip-address 10.1.1.4
[Quidway-ip-pool-1] lease day 10
[Quidway-ip-pool-1] quit
```

配置 IP 地址池 2 的属性（地址池范围、DNS 地址、出口网关、NetBIOS 地址和地址池租期）

```
[Quidway] ip pool 2
[Quidway-ip-pool-2] network 10.1.1.128 mask 255.255.255.128
[Quidway-ip-pool-2] dns-list 10.1.1.2
[Quidway-ip-pool-2] nbns-list 10.1.1.4
[Quidway-ip-pool-2] gateway-list 10.1.1.254
[Quidway-ip-pool-2] lease day 2
[Quidway-ip-pool-2] quit
```

步骤 3 配置 VLANIF 接口下地址分配方式。

配置接口 GE 1/0/1 和 GE 1/0/2 分别加入相应的 VLAN。

```
[Quidway] vlan batch 10 20
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 VLANIF10 接口下的客户端从全局地址池中获取 IP 地址。

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.128
[Quidway-Vlanif10] dhcp select global
[Quidway-Vlanif10] quit
```

配置 VLANIF20 接口下的客户端从全局地址池中获取 IP 地址。

```
[Quidway] interface vlanif 20
[Quidway-Vlanif20] ip address 10.1.1.129 255.255.255.128
[Quidway-Vlanif20] dhcp select global
[Quidway-Vlanif20] quit
```

步骤 4 验证配置结果。

在 Switch 上使用 **display ip pool** 命令用来查看 IP 地址池配置情况。

```
[Quidway] display ip pool
  ------------------------------------------------------------------------
  Pool-Name      : 2
  Pool-No        : 0
  Position       : Local           Status           : Unlocked
  Gateway-0      : 10.1.1.254
  Mask           : 255.255.255.128
  Vpn instance   : --

  ------------------------------------------------------------------------
  Pool-Name      : 1
  Pool-No        : 2
  Position       : Local           Status           : Unlocked
  Gateway-0      : 10.1.1.126
  Mask           : 255.255.255.128
  Vpn instance   : --


   IP address Statistic
    Total       :250
    Used        :0          Idle        :248
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    Expired     :0          Conflict    :0          Disable   :2
```

----结束

配置文件

SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10 20
#
dhcp enable
#
 ip pool 1
 ip pool 2
#
ip pool 1
 gateway-list 10.1.1.126
 network 10.1.1.0 mask 255.255.255.128
 excluded-ip-address 10.1.1.2
 excluded-ip-address 10.1.1.4
 dns-list 10.1.1.2
 lease day 10 hour 0 minute 0
#
ip pool 2
 gateway-list 10.1.1.254
 network 10.1.1.128 mask 255.255.255.128
 dns-list 10.1.1.2
 nbns-list 10.1.1.4
 lease day 2 hour 0 minute 0
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.128
 dhcp select global
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.129 255.255.255.128
 dhcp select global
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

同网段内配置基于接口地址池的 DHCP 服务器示例

配置基于接口地址池的 DHCP 服务器解决在同一网络内的客户端从服务器获取 IP 地址的过程。

组网需求

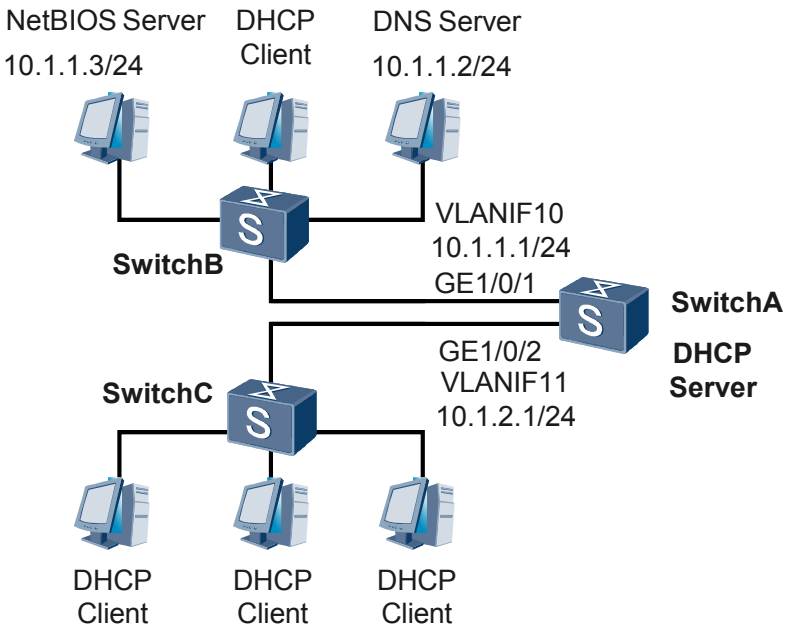
某学校有两个处于不同网络的机房，要求用一台交换机设备分别为两个机房的 PC 机分配 IP 地址。

为了解决上述问题，可部署一台交换机连接两个机房的接入交换机，通过两个接口地址池为机房内的 PC 机分配 IP 地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

如图 6-4 所示，SwitchA 应用为 DHCP Server，SwitchB 和 SwitchC 是用户接入交换机。要求在 SwitchA 上的 GE1/0/1 接口和 GE1/0/2 接口配置基于 VLANIF 接口地址池的 DHCP 服务器，为两个机房内的 PC 机分配 IP 地址。

图 6-4 配置基于 VLANIF 接口地址池的 DHCP 服务器组网图



配置思路

基于 VLANIF 接口地址池的 DHCP 服务器的配置思路如下：

1. 启动 SwitchA 的 DHCP 服务器功能。
2. 创建 VLANIF 接口，并配置 VLANIF 接口的 IP 地址，以确定接口地址池的 IP 地址网段。
3. 使能 VLANIF 接口地址池，DHCP 服务器从接口地址池中给机房内的 PC 机分配 IP 地址。
4. 配置地址池相关属性，包括 DNS 服务器地址、NetBIOS 服务器地址、地址租期等，准备提供给客户端。

数据准备

要完成此配置举例，需要准备以下数据：

- 接口的 IP 地址
- DNS 服务器地址、NetBIOS 服务器地址
- 地址池中地址租用期限

操作步骤

步骤 1 启动 DHCP 服务。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
```

步骤 2 配置接口加入 VLAN。

配置 GE 1/0/1 接口加入 VLAN10。

```
[Quidway] vlan batch 10 to 11
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 GE 1/0/2 加接口入 VLAN11。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 11
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 11
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 3 配置 VLANIF 接口 IP 地址。

配置 VLANIF10 接口地址。

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[Quidway-Vlanif10] quit
```

配置 VLANIF11 接口地址。

```
[Quidway] interface vlanif 11
[Quidway-Vlanif11] ip address 10.1.2.1 24
[Quidway-Vlanif11] quit
```

步骤 4 使能 VLANIF 接口地址池。

配置 VLANIF10 接口下的客户端从接口地址池中获取 IP 地址。

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] dhcp select interface
[Quidway-Vlanif10] quit
```

配置 VLANIF11 接口下的客户端从接口地址池中获取 IP 地址。

```
[Quidway] interface vlanif 11
[Quidway-Vlanif11] dhcp select interface
[Quidway-Vlanif11] quit
```

步骤 5 配置接口地址池的 DNS 服务和 NetBIOS 服务。

配置 VLANIF10 接口地址池下的 DNS 服务和 NetBIOS 服务。

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] dhcp server domain-name huawei.com
[Quidway-Vlanif10] dhcp server dns-list 10.1.1.2
[Quidway-Vlanif10] dhcp server nbns-list 10.1.1.3
[Quidway-Vlanif10] dhcp server excluded-ip-address 10.1.1.2
[Quidway-Vlanif10] dhcp server excluded-ip-address 10.1.1.3
[Quidway-Vlanif10] dhcp server netbios-type b-node
```

步骤 6 配置接口地址池中地址租用期限。

配置 VLANIF10 接口地址租用期限为 30 天。

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] dhcp server lease day 30
[Quidway-Vlanif10] quit
```

配置 VLANIF11 接口地址租用期限为 20 天。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface vlanif 11
[Quidway-Vlanif11] dhcp server lease day 20
[Quidway-Vlanif11] quit
```

步骤 7 验证配置结果。

在 SwitchA 上使用 **display ip pool interface** 命令用来查看接口地址池配置情况。

```
[Quidway] display ip pool interface vlanif10
  Pool-Name      : vlanif10
  Pool-No        : 0
  Lease          : 30 Days 0 Hours 0 Minutes
  Domain-name    : huawei.com
  DNS-Server0    : 10.1.1.2
  NBNS-Server0   : 10.1.1.3
  Netbios-type   : b-node
  Position       : Interface       Status           : Unlocked
  Gateway-0      : 10.1.1.1
  Mask           : 255.255.255.0
  VPN instance   : --
 ------------------------------------------------------------------------------
         Start           End     Total  Used  Idle(Expired)  Conflict  Disable
 ------------------------------------------------------------------------------
    10.1.1.1       10.1.1.254   253     0   251       0         0         2
 ------------------------------------------------------------------------------
[Quidway] display ip pool interface vlanif11
  Pool-Name      : vlanif11
  Pool-No        : 1
  Lease          : 20 Days 0 Hours 0 Minutes
  Domain-name    : -
  DNS-Server0    : -
  NBNS-Server0   : -
  Netbios-type   : -
  Position       : Interface       Status           : Unlocked
  Gateway-0      : 10.1.2.1
  Mask           : 255.255.255.0
  VPN instance   : --
 ------------------------------------------------------------------------------
         Start           End     Total  Used  Idle(Expired)  Conflict  Disable
 ------------------------------------------------------------------------------
      10.1.2.1     10.1.2.254   253     0   253       0         0         0
 ------------------------------------------------------------------------------
```

----结束

配置文件

SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10 to 11
#
dhcp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 dhcp select interface
 dhcp server excluded-ip-address 10.1.1.2 10.1.1.3
 dhcp server dns-list 10.1.1.2
 dhcp server netbios-type b-node
 dhcp server nbns-list 10.1.1.3
 dhcp server lease day 30 hour 0 minute 0
 dhcp server domain-name huawei.com
#
interface Vlanif11
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 dhcp select interface
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 dhcp server lease day 20 hour 0 minute 0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 11
 port hybrid untagged vlan 11
#
return
```

不同网段内配置 DHCP 服务器和 DHCP 中继示例

介绍 DHCP 服务器和客户端不在同一子网中时，DHCP 服务器和 DHCP 中继的配置过程。

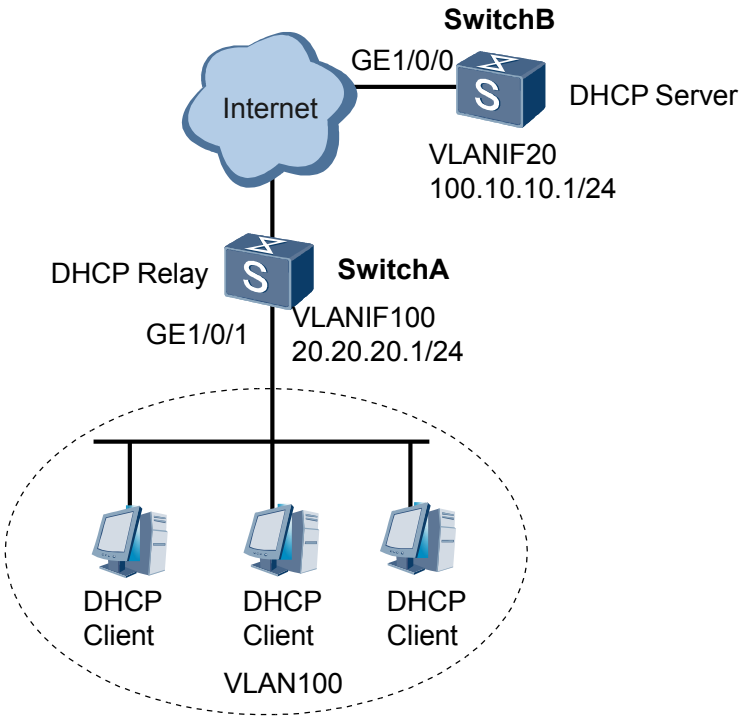
组网需求

某公司拥有多个办公地点且位于不同的商务楼宇中，在同一楼宇内办公地点的主机在相同的局域网内，要求在同一楼宇内的主机由公司统一的服务器分配 IP 地址，公司服务器在位于不同于办公点的网络内。

如图 6-5，DHCP 客户端所在的网段为 20.20.20.0/24，而 DHCP 服务器所在的网段为 100.10.10.0/24。需要通过带 DHCP 中继功能的 Switch 中继 DHCP 报文，使得 DHCP 客户端可以从 DHCP 服务器上申请到 IP 地址等相关配置信息。

由于公司服务器和办公点的主机处于不同网段，基于接口的地址池无法给不同网段的主机分配 IP 地址，应当配置一个 20.20.20.0/24 网段的全局地址池，并且 DHCP 服务器到 20.20.20.0/24 网段路由可达。

图 6-5 配置 DHCP 中继组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

SwitchA 为 DHCP 中继的配置思路如下：

1. 在 SwitchA 上创建 DHCP 服务器组并为服务器组添加 DHCP 服务器 SwitchB，使 SwitchB 成为公司分配 IP 地址给其它主机的服务器。
2. 在接口 VLANIF100 下使能 DHCP 中继功能，使之成为 DHCP 中继服务器。
3. 为接口 VLANIF100 绑定创建的 DHCP 服务器组，指定中继指向的公司的主服务器。

SwitchB 为 DHCP 服务器的配置思路如下：

1. 配置 DHCP 服务器到中继的接口 GE 1/0/1 的路由，使公司服务器到中继的路由可达。
2. 使能公司服务器的 DHCP 功能，配置 DHCP 服务器的接口 GE 1/0/0 下的各楼宇内的主机从服务器全局地址池中获取 IP 地址。
3. 在公司 DHCP 服务器上创建全局地址池，为公司内的主机分配 IP 地址。

数据准备

完成此配置举例，需要准备以下数据：

- DHCP 服务器组的组名
- DHCP 服务器组中的 DHCP 服务器的接口 IP 地址
- 启动 DHCP 中继功能的接口编号及接口的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 创建 DHCP 服务器组并为服务器组添加 DHCP 服务器。

创建 DHCP 服务器组。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp server group dhcpgroup1
```

为 DHCP 服务器组添加 DHCP 服务器。

```
[Quidway-dhcp-server-group-dhcpgroup1] dhcp-server 100.10.10.1
[Quidway-dhcp-server-group-dhcpgroup1] quit
```

步骤 2 在 VLANIF 接口下使能 DHCP 中继功能。

创建 VLAN 并将 GE 1/0/1 接口加入到 VLAN 中。

```
[Quidway] vlan 100
[Quidway-Vlan100] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

使能全局 DHCP 功能，并使能 VLANIF 接口下 DHCP 中继功能。

```
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] interface vlanif 100
[Quidway-Vlanif100] dhcp select relay
[Quidway-Vlanif100] quit
```

步骤 3 为 VLANIF 接口绑定指定的 DHCP 服务器组。

版权所有 © 华为技术有限公司

为 VLANIF 接口配置 IP 地址。

```
[Quidway] interface vlanif 100
[Quidway-Vlanif100] ip address 20.20.20.1 24
```

为 VLANIF 接口指定 DHCP 服务器。

```
[Quidway-Vlanif100] dhcp relay server-select dhcpgroup1
[Quidway-Vlanif100] quit
```

步骤 4 配置 DHCP 服务器。

创建 VLAN 并将 GE 1/0/0 接口加入到 VLAN 中。

```
[Quidway] vlan 20
[Quidway-Vlan20] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

启动 DHCP 服务，配置接口 VLANIF20 下的客户端从全局地址池中获取 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] interface vlanif 20
[Quidway-Vlanif20] ip address 100.10.10.1 24
[Quidway-Vlanif20] dhcp select global
[Quidway-Vlanif20] quit
```

在 DHCP 服务器上配置一个 20.20.20.0/24 网段的 IP 地址池，并且添加到 SwitchA 的静态路由，保证 DHCP 服务器到 20.20.20.0/24 网段路由可达。

```
[Quidway] ip pool 1
[Quidway-ip-pool-1] network 20.20.20.0 mask 24
[Quidway-ip-pool-1] quit
```

将 IP 地址池网段添加到 DHCP 中继的静态路由，保证 DHCP 服务器到 20.20.20.0/24 网段路由可达。（略）

步骤 5 验证配置结果。

在 SwitchA 上使用 **display dhcp relay** 命令用来查看接口的 DHCP 中继配置情况。

```
[Quidway] display dhcp relay interface vlanif100
 DHCP relay agent running information of interface Vlanif100 :
 Server group name      : dhcpgroup1
 Gateway address in use : 100.10.10.1
```

在 SwitchB 上使用 **display ip pool** 命令用来查看 IP 地址池配置情况。

```
[Quidway] display ip pool
  ------------------------------------------------------------------------
  Pool-Name      : 1
  Pool-No        : 0
  Position       : Local           Status           : Unlocked
  Gateway-0      : -
  Mask           : 255.255.255.0
  Vpn instance   : --
 IP address Statistic
    Total       :250
    Used        :0          Idle        :248
    Expired     :0          Conflict    :0          Disable   :2
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan 100
#
 dhcp enable
#
dhcp server group dhcpgroup1
 dhcp-server 100.10.10.1
#
interface Vlanif100
 ip address 20.20.20.1 255.255.255.0
 dhcp select relay
 dhcp relay server-select dhcpgroup1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
return
```

SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 20
#
dhcp enable
 #
ip pool 1
 network 20.20.20.0 mask 255.255.255.0
 #
interface Vlanif20
 ip address 100.10.10.1 255.255.255.0
 dhcp select global
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

不同网段内配置 VPN 网络 DHCP 中继示例

介绍 DHCP 中继在 VPN 网络中的配置过程。

组网需求

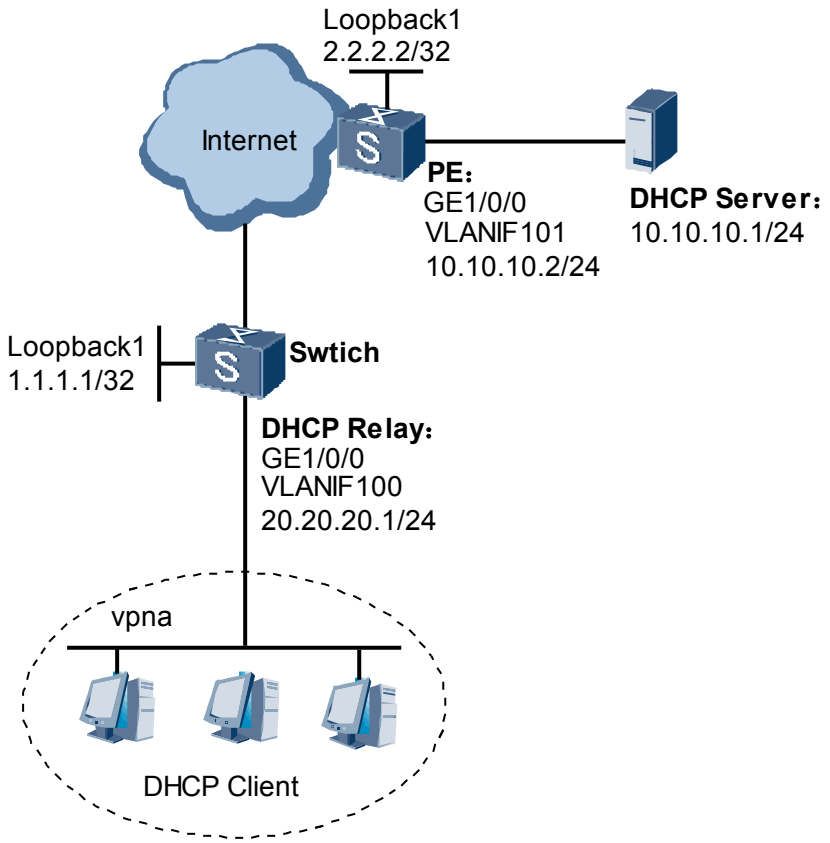
某企业为解决内部相同或不同部门的互连开辟了专门的 VPN，企业服务器不在 VPN 网络内。为解决 VPN 网络内的 IP 地址分配问题，要求用 DHCP 方式为 VPN 网络内的用户动态分配 IP 地址。

如图 6-6，DHCP 客户端处于 VPNA 实例中，客户端所在的网段为 20.20.20.0/24，而 DHCP 服务器所在的网段为 10.10.10.0/24。需要通过带 DHCP 中继功能的 Switch 中继 DHCP 报文，使得私网中的 DHCP 客户端可以从 DHCP 服务器上申请到 IP 地址等相关配置信息。

DHCP 服务器应当配置一个 20.20.20.0/24 网段的 IP 地址池，并且 DHCP 服务器到 20.20.20.0/24 网段路由可达。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-6 配置 VPN 网络 DHCP Relay 组网图



配置思路

DHCP 中继的配置思路如下：

1. 创建 DHCP 服务器组，为服务器组添加 DHCP 服务器，使成为公司的主服务器分配 IP 地址给其它主机。
2. 在接口 VLANIF100 下使能 DHCP 中继功能，使 Switch 成为网络中的 DHCP 中继服务器。
3. 创建 VPN 实例，并将 DHCP 服务器组和 VLANIF 接口绑定 VPN 实例。
4. 为接口 VLANIF100 绑定指定的 DHCP 服务器组，使通过 VLANIF100 接口的报文转发给服务器组中的各服务器。

数据准备

完成此配置举例，需要准备以下数据：

- DHCP 服务器组的组名
- DHCP 服务器组中的 DHCP 服务器 IP 地址
- 启动 DHCP 中继功能的接口编号及接口的 IP 地址
- 客户端所在 VPN 实例名

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 创建 DHCP 服务器组，为服务器组添加 DHCP 服务器。

创建 DHCP 服务器组。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] dhcp server group dhcpgroup1
```

为 DHCP 服务器组添加 DHCP 服务器。

```
[Switch-dhcp-server-group-dhcpgroup1] dhcp-server 10.10.10.1
[Switch-dhcp-server-group-dhcpgroup1] quit
```

步骤 2 在 VLANIF 接口下使能 DHCP 中继功能。

创建 VLAN 并将 GE1/0/0 接口加入到 VLAN 中。

```
[Switch] vlan 100
[Switch-Vlan100] quit
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

使能全局 DHCP 功能，并使能 VLANIF 接口下 DHCP 中继功能。

```
[Switch] dhcp enable
[Switch] interface vlanif 100
[Switch-Vlanif100] dhcp select relay
[Switch-Vlanif100] quit
```

步骤 3 创建 VPN 实例，并将 DHCP 服务器组和 VLANIF 接口绑定 VPN 实例。

说明

以下只给出了图 6-6 中 Switch 上创建 VPN 实例并绑定实例的方法，VPN 网络的建设不是本例的重点，配置步骤不在这里给出，具体方法请参考《S9700 核心路由交换机 配置指南-VPN》。

创建 VPN 实例。

```
[Switch] ip vpn-instance vpna
[Switch-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 1:1
[Switch-vpn-instance-vpna] vpn-target 2:2 both
[Switch-vpn-instance-vpna] quit
```

将 DHCP 服务器组绑定 VPN 实例。

```
[Switch] dhcp server group dhcpgroup1
[Switch-dhcp-server-group-dhcpgroup1] vpn-instance vpna
[Switch-dhcp-server-group-dhcpgroup1] quit
```

在 VLANIF 接口下绑定 VPN 实例。

```
[Switch] interface vlanif 100
[Switch-Vlanif100] ip binding vpn-instance vpna
```

步骤 4 为 VLANIF 接口绑定指定的 DHCP 服务器组。

为 VLANIF 接口配置 IP 地址。

```
[Switch] interface vlanif 100
[Switch-Vlanif100] ip address 20.20.20.1 24
```

为 VLANIF 接口指定 DHCP 服务器。

```
[Switch-Vlanif100] dhcp relay server-select dhcpgroup1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 5 配置 DHCP 服务器和 PE。

在 DHCP 服务器上配置一个 20.20.20.0/24 网段的 IP 地址池，并且添加到 Switch 的静态路由，保证 DHCP 服务器到 20.20.20.0/24 网段路由可达。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SERVER
[SERVER] ip pool 1
[SERVER-ip-pool-1] network 20.20.20.0 mask 255.255.255.0
[SERVER-ip-pool-1] gateway-list 20.20.20.1
[SERVER-ip-pool-1] quit
[SERVER] ip route-static 20.20.20.0 255.255.255.0 10.10.10.2
```

配置 DHCP 服务器所连的 PE 和图 6-6 中的 Switch 在同一个 VPN 实例中，并保证其 VPN Target 和 Switch 的 VPN Target 相对应。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE
[PE] vlan 101
[PE-Vlan101] quit
[PE] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 101
[PE-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE] ip vpn-instance vpna
[PE-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 1:1
[PE-vpn-instance-vpna] vpn-target 2:2 both
[PE-vpn-instance-vpna] quit
[PE] interface vlanif 101
[PE-Vlanif101] ip binding vpn-instance vpna
[PE-Vlanif101] ip address 10.10.10.2 24
[PE-Vlanif101] quit
```

步骤 6 配置 MP-IBGP 交换 VPN 路由信息

说明

在配置 PE 和 Switch 之间路由和 MPLS 能力后，配置 MP-IBGP 交换 VPN 路由信息。

配置 PE

```
[PE] bgp 100
[PE-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[PE-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
[PE-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.1 enable
[PE-bgp-af-vpnv4] quit
[PE-bgp] quit
```

配置 Switch

```
[Switch] bgp 100
[Switch-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[Switch-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 1
[Switch-bgp] ipv4-family vpnv4
[Switch-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.2 enable
[Switch-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 **Established** 状态。

```
[PE] display bgp peer

 BGP local router ID : 2.2.2.2
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State            PrefRcv
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  1.1.1.1         4   100       12        6      0 00:02:21       Established       0
```

步骤 7 验证配置结果。

在 Switch 上使用 **display dhcp relay** 命令用来查看接口的 DHCP Relay 配置情况。

```
[Switch] display dhcp relay interface vlanif100
 DHCP relay agent running information of interface Vlanif100 :
 DHCP server group name : dhcpgroup1
   DHCP server IP [0] :10.10.10.1
   DHCP server IP [1] :255.255.255.255
   DHCP server IP [2] :255.255.255.255
   DHCP server IP [3] :255.255.255.255
   DHCP server IP [4] :255.255.255.255
   DHCP server IP [5] :255.255.255.255
   DHCP server IP [6] :255.255.255.255
   DHCP server IP [7] :255.255.255.255
   DHCP server IP [8] :255.255.255.255
   DHCP server IP [9] :255.255.255.255
   DHCP server IP [10] :255.255.255.255
   DHCP server IP [11] :255.255.255.255
   DHCP server IP [12] :255.255.255.255
   DHCP server IP [13] :255.255.255.255
   DHCP server IP [14] :255.255.255.255
   DHCP server IP [15] :255.255.255.255
   DHCP server IP [16] :255.255.255.255
   DHCP server IP [17] :255.255.255.255
   DHCP server IP [18] :255.255.255.255
   DHCP server IP [19] :255.255.255.255
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan 100
#
 dhcp enable
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 1:1
 vpn-target 2:2 export-extcommunity
 vpn-target 2:2 import-extcommunity
#
dhcp server group dhcpgroup1
 dhcp-server 10.10.10.1 0
 vpn-instance vpna
#
interface Vlanif100
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 20.20.20.1 255.255.255.0
 dhcp select relay
 dhcp relay server-select dhcpgroup1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 1
 ipv4-family vpnv4
  peer 2.2.2.2 enable
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

DHCP 服务器的配置文件

```
#
 sysname SERVER
#
ip pool 1
 network 20.20.20.0 mask 255.255.255.0
 gateway-list 20.20.20.1
#
ip route-static 20.20.20.0 255.255.255.0 10.10.10.2
#
return
```

PE 的配置文件

```
#
 sysname PE
#
 vlan 101
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 1:1
 vpn-target 2:2 export-extcommunity
 vpn-target 2:2 import-extcommunity
#
interface Vlanif101
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.10.10.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 101
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
 ipv4-family vpnv4
  peer 1.1.1.1 enable
#
return
```

6.1.3 IP Session 配置

介绍 IP Session 的基本原理、配置过程、并提供配置举例。

配置 IP Session 功能示例

本举例介绍 IP Session 的配置过程。

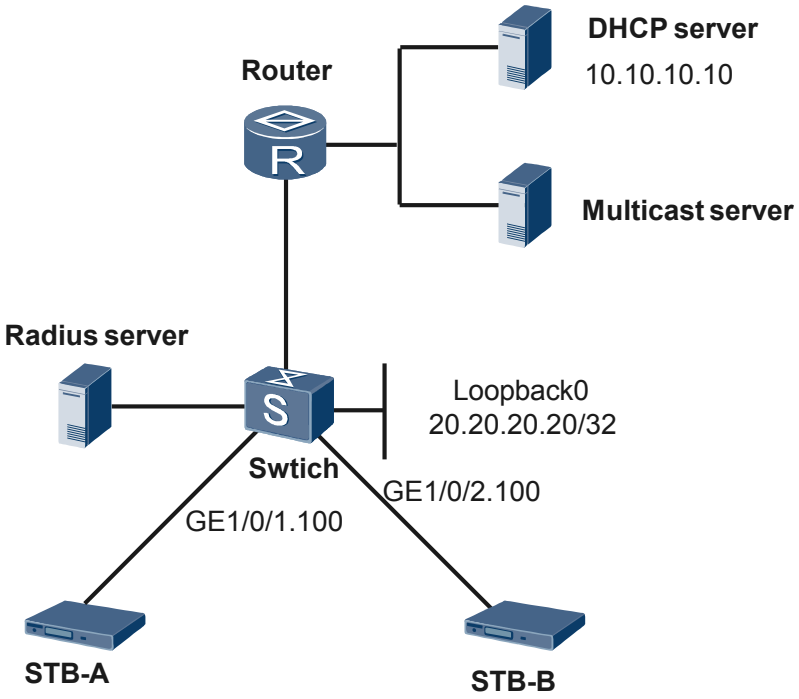
组网需求

如图 6-7 所示，STB-A（数字机顶盒）与 Switch 的 GE1/0/1.100 相连，STB-B 与 Switch 的 GE1/0/2.100 相连。

在 Switch 上进行 IP Session 配置，使 STB-A 及 STB-B 用户开机即可以上线。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-7 IPTV 组网图



配置思路

采用如下的思路配置：

1. 全局使能 DHCP 功能。
2. 使能 IP Session 功能。
3. 配置用户认证域与子接口绑定。
4. 在子接口下配置 IP Session 相关参数。
5. 配置 DHCP 服务器组。
6. 配置出口网关。
7. 配置静态路由。

数据准备

完成该配置需要准备如下数据：

- 子接口物理参数
- 接口所属 VLAN ID
- NAS 接口类型
- ARP 探测参数
- DHCP 服务器组名称为“dhcp-group”
- 网关地址为“20.20.20.20”
- DHCP 服务器地址为“10.10.10.10”

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

背景信息

说明

本例只涉及 IP Session 相关配置，AAA 配置、Radius 配置、组播相关配置及 Router 相关配置在本例中不体现。

操作步骤

步骤 1 使能全局 DHCP 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
```

步骤 2 使能子接口的 IP Session 功能。

使能子接口 GE1/0/1.100 的 IP Session 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1.100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1.100] ip-session enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1.100] quit
```

使能子接口 GE1/0/2.100 的 IP Session 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2.100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2.100] ip-session enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2.100] quit
```

步骤 3 配置用户认证域与子接口绑定。

配置用户认证域 stb-a 与子接口 GE1/0/1.100 绑定。

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] domain stb-a
[Quidway-aaa-domain-stb-a] quit
[Quidway-aaa] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1.100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1.100] authentication-domain stb-a
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1.100] quit
```

配置用户认证域 stb-b 与子接口 GE1/0/2.100 绑定。

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] domain stb-b
[Quidway-aaa-domain-stb-b] quit
[Quidway-aaa] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2.100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2.100] authentication-domain stb-b
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2.100] quit
```

步骤 4 配置 dhcp 用户名组装方式为“**mac-address**”及明文密码“stb”。

```
[Quidway] dhcp user-name format-include mac-address
[Quidway] dhcp user-password simple stb
```

步骤 5 配置 DHCP 服务器组。

```
[Quidway] dhcp server group dhcp-group
[Quidway-dhcp-server-group-dhcp-group] dhcp-server 10.10.10.10
[Quidway-dhcp-server-group-dhcp-group] gateway 20.20.20.20
[Quidway-dhcp-server-group-dhcp-group] quit
```

步骤 6 配置出口网关。

```
[Quidway] interface loopback 0
[Quidway-LoopBack0] ip address 20.20.20.20 32
[Quidway-LoopBack0] quit
```

步骤 7 配置静态路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] ip route-static 10.10.10.0 255.255.255.0 NULL 0
```

步骤 8 检查配置结果。

查看子接口 GE1/0/1.100 下 IP Session 的配置。

```
<Quidway> display session-interface gigabitethernet 1/0/1.100

  Access type                          : Enable
  IPSessIF state                       : Updated
  Authentication default domain        : stb-a
  Nas port type                        : ethernet (15)
  Vpn Instance                         :
  User detect interval                 : 60 (s)
  User detect retransmit times         : 8
  Option82 policy                      : none (0)
  Service policy                       : default (0)
```

查看子接口 GE 1/0/2.100 下 IP Session 的配置。

```
<Quidway> display session-interface gigabitethernet 1/0/2.100

  Access type                          : Enable
  IPSessIF state                       : Updated
  Authentication default domain        : stb-b
  Nas port type                        : ethernet (15)
  Vpn Instance                         :
  User detect interval                 : 60 (s)
  User detect retransmit times         : 8
  Option82 policy                      : none (0)
  Service policy                       : default (0)
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 dhcp enable
#
 dhcp server group dhcp-group
#
 dhcp user-name format-include mac-address
 dhcp user-password simple stb
#
dhcp server group dhcp-group
 dhcp-server 10.10.10.10 0
 gateway 20.20.20.20
#
aaa
 domain stb-a
 domain stb-b
#
interface NULL0
#
interface LoopBack0
 ip address 20.20.20.20 255.255.255.255
#
 ip route-static 10.10.10.0 255.255.255.0 NULL0
#
return
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

6.1.4 DHCPv6 配置

目前，S9700 在 IPv6 网络中仅支持应用为 DHCP 中继功能，本章介绍 DHCPv6 中继的配置方法。

配置 DHCPv6 中继示例

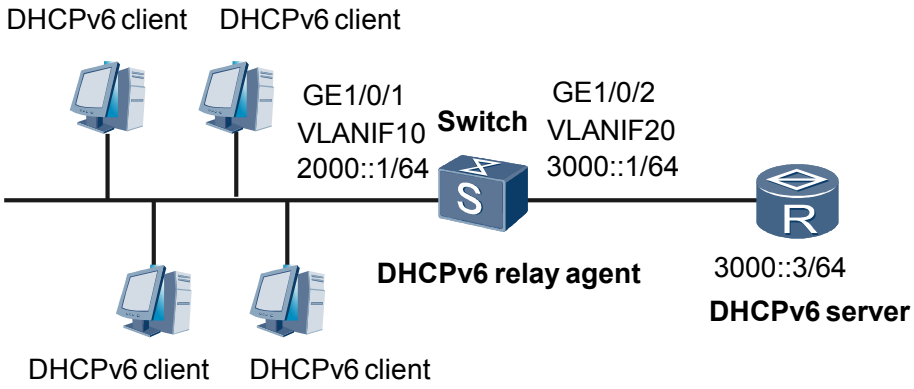
本举例介绍 DHCPv6 中继的配置过程。

组网需求

如图 6-8 所示，DHCPv6 客户端所在网络地址为 2000::/64，DHCPv6 服务器的地址为 3000::3/64。客户端和服务器不在同一个链路，需要通过 DHCPv6 中继转发报文。

要求将 Switch 作为 DHCPv6 中继，为客户端和服务器转发报文。Switch 同时作为 2000::/64 网络的网关设备，通过 RA 消息中的 M 标志位和 O 标志位指定该网络中的主机通过 DHCPv6 获取 IPv6 地址和其他网络配置参数。

图 6-8 DHCPv6 中继组网图



配置思路

DHCPv6 中继的配置思路如下：

1. 启动 DHCP 服务。
2. 创建 VLANIF 接口，并配置 VLANIF 接口的 IPv6 地址。
3. 使能 DHCPv6 中继功能，并配置 DHCPv6 服务器地址。
4. 配置 Switch 为网关。

数据准备

要完成此配置举例，需要准备以下数据：

- 接口的 IPv6 地址
- DHCPv6 服务器地址

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 启动 DHCP 服务。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
```

步骤 2 配置接口加入 VLAN。

配置 GigabitEthernet1/0/1 接口加入 VLAN10。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 GigabitEthernet1/0/2 加接口入 VLAN20。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 3 配置 VLANIF 接口的 IPv6 地址。

使能 IPv6 报文转发功能。

```
[Quidway] ipv6
```

配置 VLANIF10 接口的 IPv6 地址。

```
[Quidway] vlan batch 10 20
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] ipv6 enable
[Quidway-Vlanif10] ipv6 address 2000::1 64
[Quidway-Vlanif10] quit
```

配置 VLANIF20 接口的 IPv6 地址。

```
[Quidway] interface vlanif 20
[Quidway-Vlanif20] ipv6 enable
[Quidway-Vlanif20] ipv6 address 3000::1 64
[Quidway-Vlanif20] quit
```

步骤 4 使能 DHCPv6 中继功能。

使能 VLANIF10 接口的 DHCPv6 中继功能，并配置 DHCPv6 服务器地址。

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] dhcpv6 relay destination 3000::3
```

步骤 5 配置 Switch 作为网关。

配置发布 RA 消息，并配置 M 和 O 标志位。

```
[Quidway-Vlanif10] undo ipv6 nd ra halt
[Quidway-Vlanif10] ipv6 nd autoconfig managed-address-flag
[Quidway-Vlanif10] ipv6 nd autoconfig other-flag
[Quidway-Vlanif10] quit
```

步骤 6 验证配置结果。

在 Switch 上使用 **display dhcpv6 relay** 命令用来查看 DHCPv6 中继配置情况。

```
[Quidway] display dhcpv6 relay
 Interface    Mode    Destination
------------------------------------------------------------------
Vlanif10     Relay   3000::3
------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 Switch 上使用 **display dhcpv6 relay statistics** 命令用来查看 DHCPv6 中继转发报文的统计信息。

```
[Quidway] display dhcpv6 relay statistics
MessageType              Recieve          Send             Error
 Solicit                  0                0                0
 Advertise                0                0                0
 Request                  0                0                0
 Confirm                  0                0                0
 Renew                    0                0                0
 Rebind                   0                0                0
 Reply                    0                0                0
 Release                  0                0                0
 Decline                  0                0                0
 Reconfigure              0                0                0
 Information-request      0                0                0
 Relay-forward            0                0                0
 Relay-reply              0                0                0
 UnknownType              0                0                0
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10 20
#
 ipv6
#
dhcp enable
#
interface Vlanif10
 ipv6 enable
 ipv6 address 2000::1/64
 undo ipv6 nd ra halt
 ipv6 nd autoconfig managed-address-flag
 ipv6 nd autoconfig other-flag
 dhcpv6 relay destination 3000::3
#
interface Vlanif20
 ipv6 enable
 ipv6 address 3000::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

6.1.5 IP 性能配置

介绍 IP 性能的基本概念，并提供配置过程和配置实例。

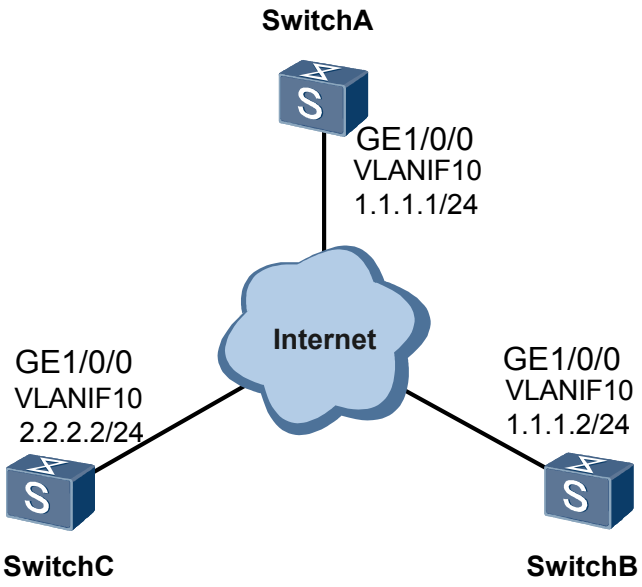
配置 ICMP 属性重定向报文示例

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

如图 6-9 所示，为测试重定向报文的限制发送需要 SwitchA、SwitchB、SwitchC 三台设备，并且这三台设备通过各自的 GE 接口相连。

图 6-9 配置 ICMP 属性重定向报文组网图



配置思路

配置限制发送 ICMP 重定向报文的思路如下：

1. 在各设备上的相应接口上配置 IP 地址
2. 配置到达非直连设备的静态路由
3. 在接口上使能限制发送 ICMP 重定向报文的功能

数据准备

完成此配置，需准备如下的数据：

- 到达非直连设备的静态路由
- 接口的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 配置 VLANIF 接口的 IP 地址。

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-Vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 1.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 10
[SwitchB-Vlan10] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] ip address 1.1.1.2 24
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchC。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan 10
[SwitchC-Vlan10] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] ip address 2.2.2.2 24
[SwitchC-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置静态路由。

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ip route-static 2.2.2.0 255.255.255.0 1.1.1.2
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] ip route-static 2.2.2.0 255.255.255.0 1.1.1.1
```

步骤 3 在 SwitchB 的接口 VLANIF10 上取消 ICMP 重定向报文的发送功能。

```
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] undo icmp redirect send
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

步骤 4 验证配置结果。

打开 SwitchB 的 ICMP 报文调试开关。

```
<SwitchB> debugging ip icmp
```

在 SwitchA 上执行 Ping 命令，会看到 SwitchB 不发送主机重定向报文，debugging 命令的回显信息里没有 ICMP 重定向报文信息。

```
[SwitchA] ping 2.2.2.2
  PING 2.2.2.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=3 ms

  --- 2.2.2.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
0.00% packet loss
round-trip min/avg/max = 3/3/3 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 10
#
interface vlanif 10
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
 ip route-static 2.2.2.0 255.255.255.0 1.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 10
#
interface vlanif 10
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
 undo icmp redirect send
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
 ip route-static 2.2.2.0 255.255.255.0 1.1.1.1
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 10
#
interface vlanif 10
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
return
```

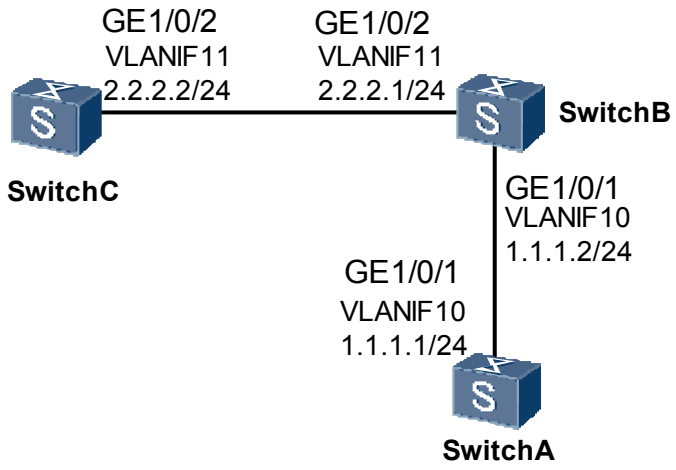
配置 ICMP 属性主机不可达报文示例

组网需求

如图 6-10 所示，为测试主机不可达报文的发送，需要 SwitchA、SwitchB、SwitchC 三台设备，并且这三台设备通过各自的 GigabitEthernet 口相连。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-10 配置 ICMP 属性主机不可达报文组网图



配置思路

配置发送 ICMP 主机不可达报文的思路如下：

1. 在各 Switch 上的相应接口上配置 IP 地址。
2. 配置到达非直连设备的静态路由。
3. 在接口视图下使能发送 ICMP 主机不可达报文的功能。

说明

缺省情况下，接口视图下的 ICMP 主机不可达报文功能处于使能状态。如果没有修改过，则不需要配置这一步。

数据准备

完成此配置，需准备如下的数据：

- 到达非直连设备的静态路由
- 接口的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA

配置接口 VLANIF10 的 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 1.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

在 SwitchA 上配置静态路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] ip route-static 2.2.2.0 24 1.1.1.2
```

步骤 2 配置 SwitchB

在 SwitchB 上配置接口 VLANIF10 的 IP 地址，并使能主机不可达的报文发送功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 10
[SwitchB-vlan10] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] ip address 1.1.1.2 24
[SwitchB-Vlanif10] quit
[SwitchB] vlan 11
[SwitchB-vlan11] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 11
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchB] interface vlanif 11
[SwitchB-Vlanif11] ip address 2.2.2.1 24
[SwitchB-Vlanif11] icmp host-unreachable send
[SwitchB-Vlanif11] quit
```

步骤 3 配置 SwitchC

在 SwitchC 上配置接口 VLANIF11 的 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan 11
[SwitchC-vlan11] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 11
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchC] interface vlanif 11
[SwitchC-Vlanif11] ip address 2.2.2.2 24
[SwitchC-Vlanif11] quit
```

在 SwitchC 上配置静态路由。

```
[SwitchA] ip route-static 1.1.1.0 24 2.2.2.1
```

步骤 4 验证配置结果。

打开 SwitchA 的 ICMP 报文调试开关。

```
<SwitchA> debugging ip icmp multicast
<SwitchA> terminal monitor
<SwitchA> terminal debugging
```

在 SwitchA 上运行 **ping 2.2.2.2**，可以从通过测试仪器抓取的 SwitchA 接收到的数据包中看到 SwitchB 发送的主机不可达报文。

```
[SwitchA] ping 2.2.2.2
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 10
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface vlanif 10
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10
#
 ip route-static 2.2.2.0 255.255.255.0 1.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 10 to 11
#
interface vlanif 10
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
#
interface vlanif 11
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 11
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 11
#
interface vlanif 11
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
 #
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 11
#
return
```

6.1.6 UDP Helper 配置

介绍 UDP Helper 的基本原理，并提供配置过程和配置实例。

配置 UDP Helper 示例

组网需求

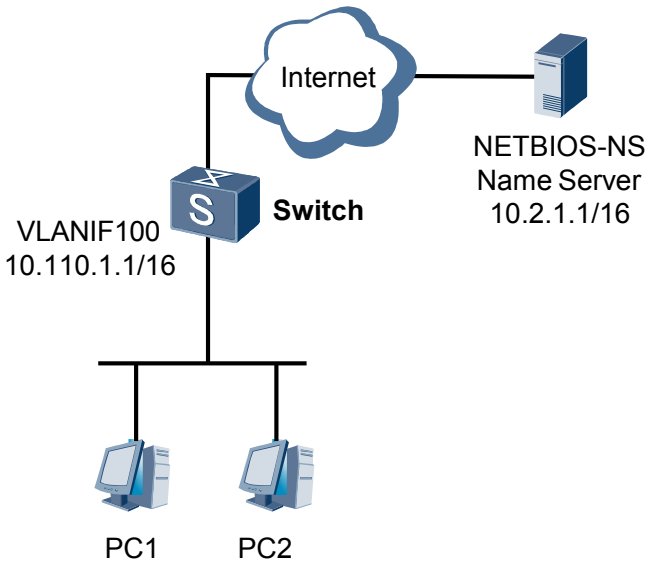
如图 6-11 所示，Switch 的接口 VLANIF100 的 IP 地址为 10.110.1.1/16。NetBIOS-NS name 服务器的 IP 地址为 10.2.1.1/16。Switch 与 NetBIOS-NS name 服务器不在同一网段，但 Switch 到 NetBIOS-NS name 服务器路由可达。

配置将目的 UDP 端口号为 137，目的 IP 地址为 255.255.255.255 的广播 UDP 报文和目的地址为 10.110.255.255 的广播 UDP 报文中继转发到指定的目的 NetBIOS-NS name 服务器上。

这样如果 Switch 接收到 NetBIOS-NS Register 的广播报文，将修改 IP 报文头的目的 IP 地址为 NetBIOS-NS name 服务器的 IP 地址，从而将报文发给指定的 NetBIOS-NS name 服务器。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-11 配置 UDP Helper 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 UDP Helper 功能：

1. 使能 Switch 的 UDP Helper 功能。
2. 因为 Switch 在启动 UDP Helper 功能后默认支持将目的 UDP 端口号为 137 的广播报文进行中继转发，所以此处不需要配置中继转发的 UDP 端口号。
3. 创建 VLAN 并在 VLANIF 接口下配置接口 IP 地址及中继转发的目的服务器。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- Switch 中继转发广播报文的 VLANIF 接口
- 目的服务器的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 使能 UDP Helper 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] udp-helper enable
```

步骤 2 配置中继转发的目的服务器。

```
[Quidway] vlan 100
[Quidway-Vlan100] quit
[Quidway] interface vlanif 100
[Quidway-Vlanif100] ip address 10.110.1.1 16
[Quidway-Vlanif100] udp-helper server 10.2.1.1
[Quidway-Vlanif100] quit
[Quidway] quit
```

步骤 3 检查配置结果。

接口 VLANIF100 中继转发的目的服务器为配置的 NetBIOS-NS name 服务器。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> display udp-helper server interface Vlanif 100
vlan-interface        Server-Ip        packet-num
Vlanif100               10.2.1.1                0
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 100
#
 udp-helper enable
#
interface Vlanif100
 ip address 10.110.1.1 255.255.0.0
 udp-helper server 10.2.1.1
#
return
```

6.1.7 DNS 配置

通过配置 DNS（Domain Name System）实现网络设备通过域名进行通信。

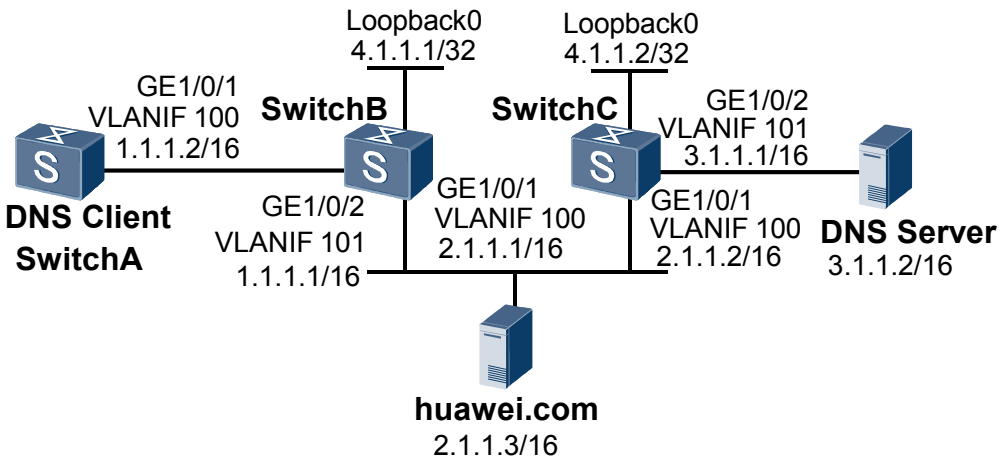
配置 DNS 示例

组网需求

如图 6-12 所示，设备 SwitchA 作为 DNS Client 端和 DNS Server 配合，使得设备 SwitchA 通过域名（huawei.com）能够访问 IP 地址为 2.1.1.3/16 的主机，配置域名后缀 com 和 net。

在 SwitchA 上配置 SwitchB 和 SwitchC 的静态 DNS 表项，使得 SwitchA 能够使用域名（SwitchB 和 SwitchC）对设备进行管理。

图 6-12 配置 DNS 组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

DNS 的配置思路如下：

1. 配置静态 DNS 表项
2. 使能 DNS 域名解析功能
3. 配置 DNS 服务器的 IP 地址
4. 配置域名后缀

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 设备 SwitchB 和 SwitchC 的域名名称
- DNS 服务器的 IP 地址
- 域名后缀

操作步骤

步骤 1 配置设备 SwitchA

配置静态 DNS 表项。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] ip host SwitchB 4.1.1.1
[SwitchA] ip host SwitchC 4.1.1.2
```

使能 DNS 域名解析功能。

```
[SwitchA] dns resolve
```

配置 DNS Server 的 IP 地址。

```
[SwitchA] dns server 3.1.1.2
```

配置域名后缀 net。

```
[SwitchA] dns domain net
```

配置域名后缀 com。

```
[SwitchA] dns domain com
[SwitchA] quit
```

说明

若要完成对域名的解析，还需要配置 SwitchA 至 DNS Server 的路由。路由的配置方法请参看《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》。

步骤 2 验证配置结果

在设备 SwitchA 上执行 **ping huawei.com** 命令，可以 ping 通，且对应的目的地址为 2.1.1.3。

```
<SwitchA> ping huawei.com
Trying DNS server (3.1.1.2)
  PING huawei.com (2.1.1.3): 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2.1.1.3: bytes=56 Sequence=1 ttl=126 time=6 ms
    Reply from 2.1.1.3: bytes=56 Sequence=2 ttl=126 time=4 ms
    Reply from 2.1.1.3: bytes=56 Sequence=3 ttl=126 time=4 ms
    Reply from 2.1.1.3: bytes=56 Sequence=4 ttl=126 time=4 ms
    Reply from 2.1.1.3: bytes=56 Sequence=5 ttl=126 time=4 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  --- huawei.com ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 4/4/6 ms
```

在 SwitchA 用 **display ip host** 命令可以查看到静态 DNS 表项中主机名和 IP 地址的对应关系。

```
<SwitchA> display ip host
Host                 Age        Flags  Address
SwitchB              0          static 4.1.1.1
SwitchC              0          static 4.1.1.2
```

在 SwitchA 用 **display dns dynamic-host** 命令可以查看到动态缓存区中的动态 DNS 表项信息。

```
<SwitchA> display dns dynamic-host
No  Domain-name           IpAddress            TTL      Alias
1   huawei.com            2.1.1.3              3579
```

说明

显示信息中的 TTL 表示该表项存在的时间，单位是秒。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
 ip host SwitchB 4.1.1.1
 ip host SwitchC 4.1.1.2
#
 dns resolve
 dns server 3.1.1.2
 dns domain net
 dns domain com
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface vlanif100
 ip address 1.1.1.2 255.255.0.0
#
rip 1
 network 1.0.0.0
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 100 to 101
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface LoopBack0
 ip address 4.1.1.1 255.255.255.255
#
interface vlanif100
 ip address 2.1.1.1 255.255.0.0
#
interface vlanif101
 ip address 1.1.1.1 255.255.0.0
#
rip 1
 network 2.0.0.0
 network 1.0.0.0
 network 4.0.0.0
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 100 to 101
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface LoopBack0
 ip address 4.1.1.2 255.255.255.255
#
interface vlanif100
 ip address 2.1.1.2 255.255.0.0
#
interface vlanif101
 ip address 3.1.1.1 255.255.0.0
#
rip 1
 network 2.0.0.0
 network 3.0.0.0
 network 4.0.0.0
#
return
```

6.1.8 IPv6 基础配置

介绍了 IPv6 的基本概念和特性及相关配置过程。

背景信息

说明

S9700 的 IPv6 功能使用 License 控制。

一般情况下，新购买的设备 IPv6 功能相关命令可以在设备上配置，但是 IPv6 相关功能并不实现。如果需要实现 S9700 的 IPv6 功能，请联系华为办事处申请并且购买 License。

配置接口的 IPv6 地址示例

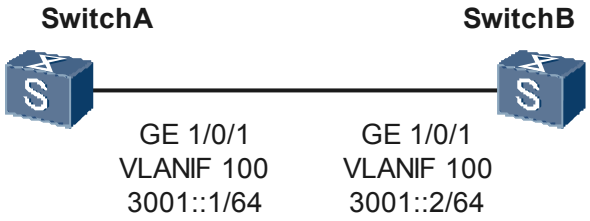
版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

如图 6-13 所示，两台 Switch 通过 GE1/0/1 接口相连，SwitchA 及 SwitchB 的 GE1/0/1 接口分别对应各自的 VLANIF100 接口，为 VLANIF100 接口配置 IPv6 全球单播地址，验证它们之间的三层互通性。

需要配置的全球单播地址为 3001::1/64 和 3001::2/64。

图 6-13 配置接口的 IPv6 地址组网图



配置思路

配置接口的 IPv6 地址思路如下：

1. 使能 Switch 的 IPv6 转发能力
2. 配置接口的 IPv6 全球单播地址

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口的全球单播地址

操作步骤

步骤 1 使能 Switch 的 IPv6 转发能力

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] ipv6
```

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] ipv6
```

步骤 2 配置接口的全球单播地址

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] vlan 100
[SwitchA-vlan100] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ipv6 enable
[SwitchA-Vlanif100] ipv6 address 3001::1/64
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] vlan 100
[SwitchB-vlan100] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] ipv6 enable
[SwitchB-Vlanif100] ipv6 address 3001::2/64
[SwitchB-Vlanif100] quit
```

步骤 3 验证配置结果

如果配置成功，可以查看配置的全球单播地址，以及接口状态为 Up，IPv6 协议状态为 Up。

显示 SwitchA 的接口信息。

```
[SwitchA] display ipv6 interface vlanif 100
Vlanif100 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::218:20FF:FE00:83
  Global unicast address(es):
    3001::1, subnet is 3001::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FF00:83
    FF02::2
    FF02::1
  MTU is 1500 bytes
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  ND retransmit interval is 1000 milliseconds
  Hosts use stateless autoconfig for addresses
```

显示 SwitchB 的接口信息。

```
[SwitchB] display ipv6 interface vlanif 100
Vlanif100 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::2E0:FCFF:FE33:11
  Global unicast address(es):
    3001::2, subnet is 3001::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1:FF00:2
    FF02::1:FF33:11
    FF02::2
    FF02::1
  MTU is 1500 bytes
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  ND retransmit interval is 1000 milliseconds
  Hosts use stateless autoconfig for addresses
```

从 SwitchA 上 PingSwitchB 的链路本地地址，注意需要使用**-i** 参数，来指定链路本地地址的接口。

```
[SwitchA] ping ipv6 FE80::2E0:FCFF:FE33:11 -i vlanif 100
  PING FE80::2E0:FCFF:FE33:11 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from FE80::2E0:FCFF:FE33:11
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64  time = 7 ms
    Reply from FE80::2E0:FCFF:FE33:11
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  bytes=56 Sequence=2 hop limit=64  time = 3 ms
  Reply from FE80::2E0:FCFF:FE33:11
  bytes=56 Sequence=3 hop limit=64  time = 3 ms
  Reply from FE80::2E0:FCFF:FE33:11
  bytes=56 Sequence=4 hop limit=64  time = 3 ms
  Reply from FE80::2E0:FCFF:FE33:11
  bytes=56 Sequence=5 hop limit=64  time = 3 ms

 --- FE80::2E0:FCFF:FE33:11 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 3/3/7 ms
```

从 SwitchA 上 PingSwitchB 的全球单播 IPv6 地址。

```
[SwitchA] ping ipv6 3001::2
  PING 3001::2 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 3001::2
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64  time = 12 ms
    Reply from 3001::2
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=64  time = 3 ms
    Reply from 3001::2
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=64  time = 3 ms
    Reply from 3001::2
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=64  time = 3 ms
    Reply from 3001::2
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=64  time = 3 ms

  --- 3001::2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 3/4/12 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
ipv6
#
 vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- SwitchB 配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
ipv6
#
 vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::2/64
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

6.1.9 IPv6 DNS 配置

通过配置 IPv6 DNS（Domain Name System）实现网络设备通过域名进行通信。

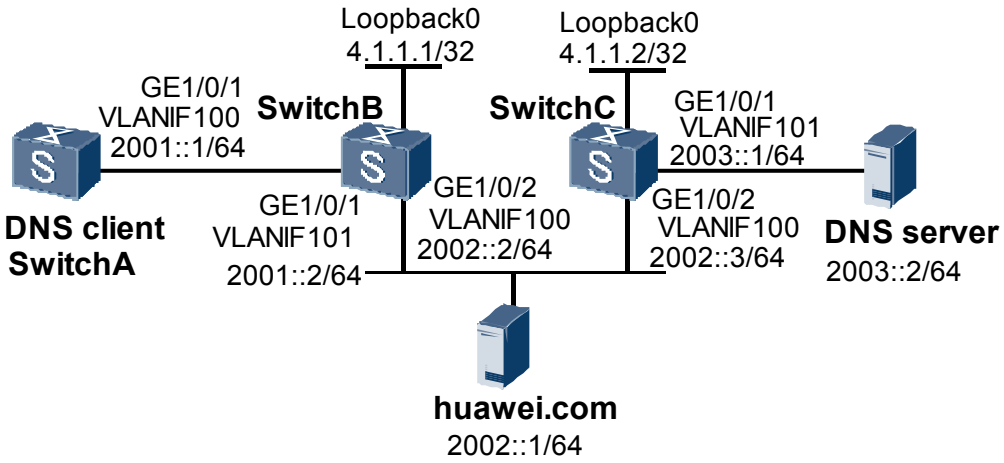
配置 IPv6 DNS 示例

组网需求

如图 6-14 所示，设备 SwitchA 作为 IPv6 DNS Client 端和 IPv6 DNS Server 配合，使得 SwitchA 通过域名（huawei.com）能够访问 IP 地址为 2002::1/64 的主机。

在 SwitchA 上配置 SwitchB 和 SwitchC 的静态 IPv6 DNS 表项，使得 SwitchA 能够使用域名（SwitchB 和 SwitchC）对设备进行管理。

图 6-14 配置 IPv6 DNS 组网图



配置思路

IPv6 DNS 的配置思路如下：

1. 配置静态 IPv6 DNS 表项
2. 使能 DNS 域名解析功能
3. 配置 IPv6 DNS 服务器的 IPv6 地址
4. 配置域名后缀

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchB 和 SwitchC 的域名名称
- DNS 服务器的 IPv6 地址
- 域名后缀

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA

配置静态 IPv6 DNS 表项。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] ipv6 host SwitchB 2001::2
[SwitchA] ipv6 host SwitchC 2002::3
```

使能 DNS 域名解析功能。

```
[SwitchA] dns resolve
```

配置 DNS Server 的 IP 地址。

```
[SwitchA] dns server ipv6 2003::2
```

配置域名后缀 net。

```
[SwitchA] dns domain net
```

配置域名后缀 com。

```
[SwitchA] dns domain com
[SwitchA] quit
```

说明

若要完成对域名的解析，还需要配置 SwitchA 至 IPv6 DNS Server 的路由。路由的配置方法请参看《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》中配置静态路由举例。

步骤 2 验证配置结果

在路由设备 SwitchA 上执行 **ping ipv6 huawei.com** 命令，可以 ping 通，且对应的目的地址为 2002::1。

```
<SwitchA> ping ipv6 huawei.com
  Resolved Host ( huawei.com -> 2002::1)
  PING huawei.com : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2002::1: bytes=56 Sequence=1 ttl=126 time=6 ms
    Reply from 2002::1: bytes=56 Sequence=2 ttl=126 time=4 ms
    Reply from 2002::1: bytes=56 Sequence=3 ttl=126 time=4 ms
    Reply from 2002::1: bytes=56 Sequence=4 ttl=126 time=4 ms
    Reply from 2002::1: bytes=56 Sequence=5 ttl=126 time=4 ms

  --- huawei.com ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 4/4/6 ms
```

在 SwitchA 用 **display ipv6 host** 命令可以查看到静态 IPv6 DNS 表项中主机名和 IPv6 地址的对应关系。

```
<SwitchA> display ipv6 host
Host              Age        Flags   IPv6Address (es)
SwitchB           0          static  2001::2
SwitchC           0          static  2002::3
```

在 SwitchA 用 **display dns ipv6 dynamic-host** 命令可以查看到动态缓存区中的动态 IPv6 DNS 表项信息。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchA> display dns ipv6 dynamic-host
No  Domain-name           Ipv6address          TTL
1   huawei.com            2002::1              3579
```

说明

显示信息中的 TTL 表示该表项存在的时间，单位是秒。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
 ipv6
#
 ipv6 host SwitchB 2001::2
 ipv6 host SwitchC 2002::3
#
 dns resolve
 dns server ipv6 2003::2
 dns domain net
 dns domain com
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 100 to 101
#
 ipv6
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::2/64
#
interface vlanif101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::2/64
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
vlan batch 100 to 101
#
 ipv6
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::3/64
#
interface vlanif101
ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
#
return
```

6.1.10 IPv6 over IPv4 隧道配置

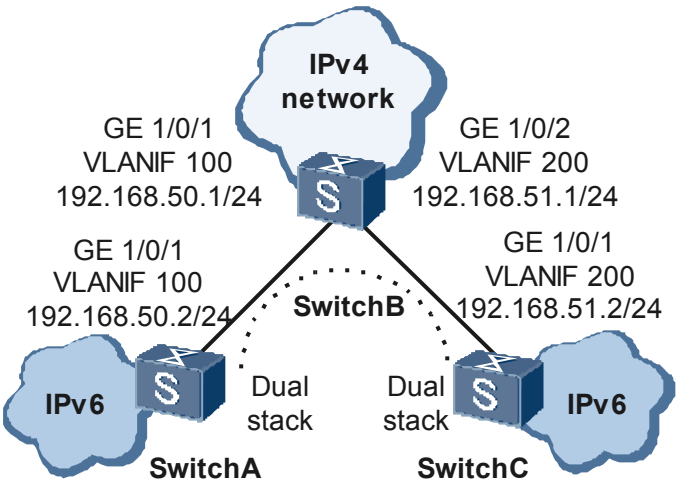
IPv6 over IPv4 隧道技术的出现解决了 IPv4 网路向 IPv6 网络过渡的问题。

配置 IPv6 over IPv4 手动隧道示例

组网需求

如图 6-15 所示，两个 IPv6 网络分别通过 SwitchA 和 SwitchC 与 IPv4 骨干网络中的 SwitchB 连接，要求在 SwitchA 和 SwitchC 之间配置 IPv6 over IPv4 手动隧道，使两个 IPv6 网络可以互通。

图 6-15 配置 IPv6 over IPv4 手动隧道组网图



配置思路

配置 IPv6 over IPv4 手动隧道的思路如下：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置业务环回聚合接口
2. 配置物理接口对应的 VLANIF 接口的 IP 地址
3. 配置隧道接口的 IPv6 地址、源接口、目的地址
4. 配置协议类型为 IPv6-IPv4

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口的 IP 地址
- 隧道的 IPv6 地址、源接口和目的地址

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA

配置业务环回聚合接口。



此处做业务环回聚合的接口必须是空闲的，没有承载业务的接口。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface eth-trunk 1
[Quidway-Eth-Trunk1] service type tunnel
[Quidway-Eth-Trunk1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] eth-trunk 1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置接口的 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] ipv6
[SwitchA] vlan 100
[SwitchA-vlan100] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ip address 192.168.50.2 255.255.255.0
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

配置协议类型为 IPv6-IPv4。

```
[SwitchA] interface tunnel 1/0/1
[SwitchA-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol ipv6-ipv4
```

绑定 Tunnel 接口和业务环回的 Eth-trunk。

```
[SwitchA-Tunnel1/0/1] eth-trunk 1
```

配置隧道接口的 IPv6 地址、目的地址。

```
[SwitchA-Tunnel1/0/1] ipv6 enable
[SwitchA-Tunnel1/0/1] ipv6 address 3001::1 64
[SwitchA-Tunnel1/0/1] source vlanif 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-Tunnel1/0/1] destination 192.168.51.2
[SwitchA-Tunnel1/0/1] quit
```

配置静态路由。

```
[SwitchA] ip route-static 192.168.51.2 255.255.255.0 192.168.50.1
```

步骤 2 配置 SwitchB

配置接口的 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] ipv6
[SwitchB] vlan 100
[SwitchB-vlan100] quit
[SwitchB] vlan 200
[SwitchB-vlan200] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] ip address 192.168.50.1 255.255.255.0
[SwitchB-Vlanif100] quit
[SwitchB] interface vlanif 200
[SwitchB-Vlanif200] ip address 192.168.51.1 255.255.255.0
[SwitchB-Vlanif200] quit
```

步骤 3 配置 SwitchC

配置业务环回聚合接口。



注意

此处做业务环回聚合的接口必须是空闲的，没有承载业务的接口。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface eth-trunk 1
[Quidway-Eth-Trunk1] service type tunnel
[Quidway-Eth-Trunk1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] eth-trunk 1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置接口的 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] ipv6
[SwitchC] vlan 200
[SwitchC-vlan200] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchC] interface vlanif 200
[SwitchC-Vlanif200] ip address 192.168.51.2 255.255.255.0
[SwitchC-Vlanif200] quit
```

配置协议类型为 IPv6-IPv4。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] interface tunnel 1/0/1
[SwitchC-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol ipv6-ipv4
```

绑定 Tunnel 接口和业务环回的 Eth-trunk。

```
[SwitchC-Tunnel1/0/1] eth-trunk 1
```

配置隧道接口的 IPv6 地址、目的地址。

```
[SwitchC-Tunnel1/0/1] ipv6 enable
[SwitchC-Tunnel1/0/1] ipv6 address 3001::2 64
[SwitchC-Tunnel1/0/1] source vlanif 200
[SwitchC-Tunnel1/0/1] destination 192.168.50.2
[SwitchC-Tunnel1/0/1] quit
```

配置静态路由。

```
[SwitchC] ip route-static 192.168.50.2 255.255.255.0 192.168.51.1
```

步骤 4 检查配置结果

在 SwitchC 上 Ping SwitchA 的 VLANIF100 的 IPv4 地址，可收到返回的报文。

```
[SwitchC] ping 192.168.50.2
  PING 192.168.50.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 192.168.50.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=84 ms
    Reply from 192.168.50.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=27 ms
    Reply from 192.168.50.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=25 ms
    Reply from 192.168.50.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 192.168.50.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=24 ms

  --- 192.168.50.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 3/32/84 ms
```

在 SwitchC 上 Ping 隧道的 SwitchA 接口 Tunnel1/0/1 的 IPv6 地址，可收到返回的报文。

```
[SwitchC] ping ipv6 3001::1
  PING 3001::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 3001::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=255  time = 28 ms
    Reply from 3001::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=255  time = 27 ms
    Reply from 3001::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=255  time = 26 ms
    Reply from 3001::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=255  time = 27 ms
    Reply from 3001::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=255  time = 26 ms
  --- 3001::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 26/26/28 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
ipv6
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 192.168.50.2 255.255.255.0
#
interface Eth-Trunk1
 service type tunnel
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#interface Tunnel1/0/1
 eth-trunk 1
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::1/64
 tunnel-protocol ipv6-ipv4
 source Vlanif100
 destination 192.168.51.2
#
ip route-static 192.168.51.0 255.255.255.0 192.168.50.1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 100 200
#
interface Vlanif100
 192.168.50.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif200
 192.168.51.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
ipv6
#
vlan batch 200
#
interface Vlanif200
 192.168.51.2 255.255.255.0
#
interface Eth-Trunk1
 service type tunnel
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#
interface Tunnel1/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::2/64
 tunnel-protocol ipv6-ipv4
 source Vlanif200
 destination 192.168.50.2
#
ip route-static 192.168.50.0 255.255.255.0 192.168.51.1
#
return
```

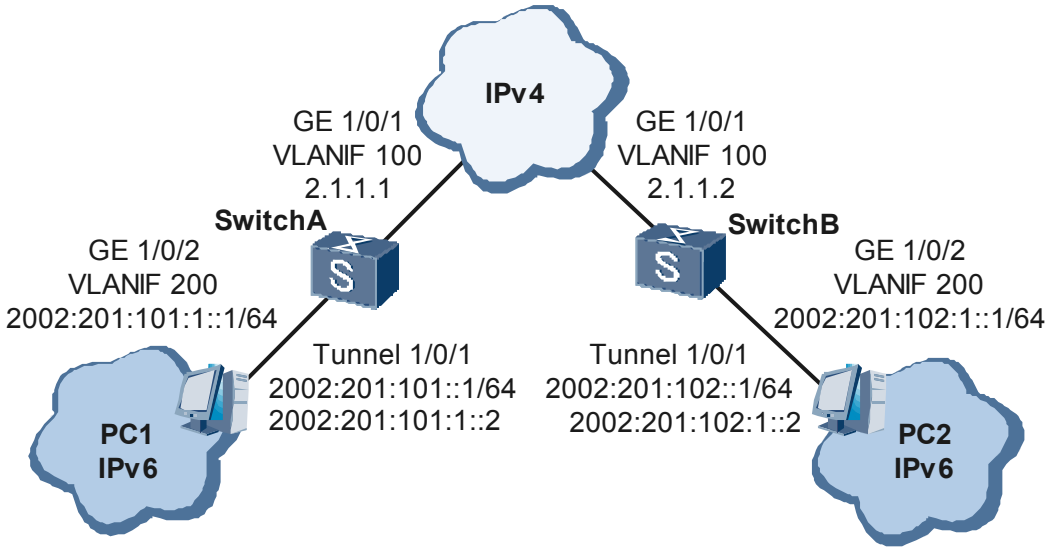
配置 6to4 隧道示例

组网需求

如图 6-16 所示，SwitchA 和 SwitchB 分别与相应的 6to4 网络以及 IPv4 骨干网络相连，要求在 SwitchA 和 SwitchB 之间配置 6to4 隧道，以便两个 6to4 网络内的主机可以互通。

为了让 6to4 网络之间互通，需要为 6to4 网络内的主机配置 6to4 地址。6to4 地址的前缀是 **2002:IPv4 地址:**，前缀长度为 48bits。如图 6-16 所示，SwitchA 与 IPv4 网络连接的接口的 IPv4 地址是 2.1.1.1，那么 SwitchA 所在的 6to4 网络的 6to4 地址前缀应该是 2002:0201:0101::。

图 6-16 配置 6to4 隧道组网图



配置思路

配置 6to4 隧道的思路如下：

1. 配置业务环回聚合接口
2. 在 Switch 上配置 IPv4/IPv6 双协议栈
3. 在 Switch 上配置 6to4 隧道
4. 在 Switch 上配置相关路由

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口的 IPv4 地址和 IPv6 地址
- 隧道的源接口

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA。

配置业务环回聚合接口

注意

此处做业务环回聚合的接口必须是空闲的，没有承载业务的接口。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface eth-trunk 1
[Quidway-Eth-Trunk1] service type tunnel
[Quidway-Eth-Trunk1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] eth-trunk 1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 IPv4/IPv6 双协议栈。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] ipv6
[SwitchA] vlan batch 100 200
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ip address 2.1.1.1 8
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface vlanif 200
[SwitchA-Vlanif200] ipv6 enable
[SwitchA-Vlanif200] ipv6 address 2002:0201:0101:1::1/64
[SwitchA-Vlanif200] quit
```

配置 6to4 隧道。

```
[SwitchA] interface tunnel 1/0/1
[SwitchA-Tunnel0/0/1] eth-trunk 1
[SwitchA-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol ipv6-ipv4 6to4
[SwitchA-Tunnel1/0/1] ipv6 enable
[SwitchA-Tunnel1/0/1] ipv6 address 2002:0201:0101::1/64
[SwitchA-Tunnel1/0/1] source vlanif 100
[SwitchA-Tunnel1/0/1] quit
```

配置到其他 6to4 网络的路由。

```
[SwitchA] ipv6 route-static 2002:: 16 tunnel 1/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 2 配置 SwitchB。

配置业务环回聚合接口



注意

此处做业务环回聚合的接口必须是空闲的，没有承载业务的接口。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface eth-trunk 1
[Quidway-Eth-Trunk1] service type tunnel
[Quidway-Eth-Trunk1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] eth-trunk 1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 IPv4/IPv6 双协议栈。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] ipv6
[SwitchB] vlan batch 100 200
[SwitchB] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] ip address 2.1.1.2 8
[SwitchB-Vlanif100] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchB] interface vlanif 200
[SwitchB-Vlanif200] ipv6 enable
[SwitchB-Vlanif200] ipv6 address 2002:0201:0102:1::1/64
[SwitchB-Vlanif200] quit
```

配置 6to4 隧道。

```
[SwitchB] interface tunnel 1/0/1
[SwitchB-Tunnel0/0/1] eth-trunk 1
[SwitchB-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol ipv6-ipv4 6to4
[SwitchB-Tunnel1/0/1] ipv6 enable
[SwitchB-Tunnel1/0/1] ipv6 address 2002:0201:0102::1/64
[SwitchB-Tunnel1/0/1] source vlanif 100
[SwitchB-Tunnel1/0/1] quit
```

配置到其他 6to4 网络的路由。

```
[SwitchB] ipv6 route-static 2002:: 16 tunnel 1/0/1
```

说明

SwitchA 和 SwitchB 之间需要有一条可达的路由。本例中需要在 SwitchA 和 SwitchB 的 GigabitEthernet1/0/1 接口上配置路由协议，保证 SwitchA 和 SwitchB 之间路由可达，具体配置方法可参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》。

步骤 3 检查配置结果

在 SwitchA 上查看 Tunnel1/0/1 的 IPv6 状态为 UP。

```
[SwitchA] display ipv6 interface tunnel 1/0/1
Tunnel1/0/1 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::201:101
  Global unicast address(es):
    2002:201:101::1, subnet is 2002:201:101::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1:FF01:101
    FF02::1:FF00:1
    FF02::2
    FF02::1
  MTU is 1500 bytes
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  ND retransmit interval is 1000 milliseconds
  Hosts use stateless autoconfig for addresses
```

从 SwitchA 可以 Ping 通 SwitchB 的接口 VLANIF200 的 6to4 地址。

```
[SwitchA] ping ipv6 2002:0201:0102:1::1
  PING 2002:0201:0102:1::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2002:201:102:1::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=255  time = 8 ms
    Reply from 2002:201:102:1::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=255  time = 25 ms
    Reply from 2002:201:102:1::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=255  time = 4 ms
    Reply from 2002:201:102:1::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=255  time = 5 ms
    Reply from 2002:201:102:1::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=255  time = 5 ms

  --- 2002:0201:0102:1::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 4/9/25 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
ipv6
#
vlan batch 100 200
#
interface Vlanif100
 ip address 2.1.1.1 255.0.0.0
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002:201:101:1::1/64
#
interface Eth-Trunk1
 service type tunnel
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#
interface Tunnel1/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 eth-trunk 1
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002:201:101:1::1/64
 tunnel-protocol ipv6-ipv4 6to4
 source vlanif100
#
ipv6 route-static 2002:: 16 Tunnel 1/0/1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
ipv6
#
vlan batch 100 200
#
interface Vlanif100
 ip address 2.1.1.2 255.0.0.0
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002:201:102:1::1/64
#
interface Eth-Trunk1
 service type tunnel
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#
interface Tunnel1/0/1
 eth-trunk 1
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002:201:102:1::1/64
 tunnel-protocol ipv6-ipv4 6to4
 source vlanif100
#
ipv6 route-static 2002:: 16 Tunnel 1/0/1
#
return
```

配置 6to4 中继示例

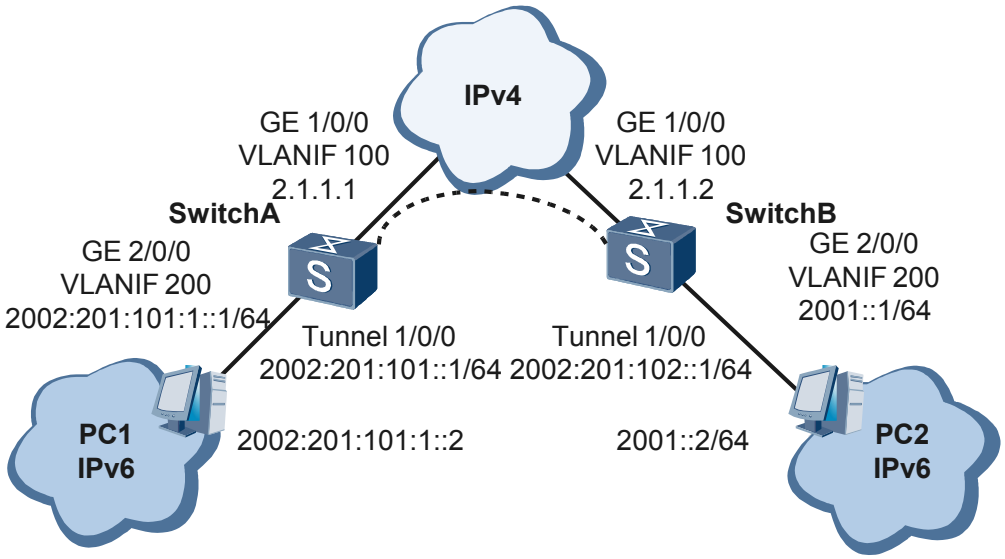
组网需求

如图 6-17 所示，SwitchA 为 6to4 设备，其 IPv6 侧连接的是 6to4 网络。SwitchB 为 6to4 中继设备，它和 IPv6 的 Internet 网络（2001::/64）相连。SwitchA 和 SwitchB 通过 IPv4 骨干网络相连。要求在配置 SwitchA 和 SwitchB 之间的 6to4 隧道，使 6to4 网络的主机与 IPv6 网络的主机互通。

6to4 中继设备与普通 6to4 设备之间的隧道的配置方法与普通 6to4 设备之间的隧道的配置方法相同。但是为了让 6to4 网络与 IPv6 网络互访，需要在普通 6to4 设备配置到 IPv6 网络的静态路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-17 配置 6to4 中继组网图



配置思路

配置 6to4 中继思路如下：

1. 在设备上配置 IPv4/IPv6 双协议栈
2. 在设备上配置 6to4 隧道
3. 在设备上配置相关的静态路由

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口的 IPv4 地址和 IPv6 地址
- 隧道的源接口
- 到非直连设备的静态路由

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA。

配置 IPv4/IPv6 双协议栈。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] ipv6
[SwitchA] vlan batch 100 200
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ip address 2.1.1.1 255.0.0.0
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 200
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 200
[SwitchA-Vlanif200] ipv6 enable
[SwitchA-Vlanif200] ipv6 address 2002:0201:0101:1::1/64
[SwitchA-Vlanif200] quit
```

配置 6to4 隧道。

```
[SwitchA] interface tunnel 1/0/0
[SwitchA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol ipv6-ipv4 6to4
[SwitchA-Tunnel1/0/0] ipv6 enable
[SwitchA-Tunnel1/0/0] ipv6 address 2002:0201:0101::1/64
[SwitchA-Tunnel1/0/0] source vlanif 100
[SwitchA-Tunnel1/0/0] quit
```

配置到 2002::/16 的静态路由。

```
[SwitchA] ipv6 route-static 2002:: 16 tunnel 1/0/0
```

配置到本 IPv6 网络的缺省路由。

```
[SwitchA] ipv6 route-static :: 0 2002:0201:0102::1
```

步骤 2 配置 SwitchB

配置 IPv4/IPv6 双协议栈。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] ipv6
[SwitchB] vlan batch 100 200
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] ip address 2.1.1.2 255.0.0.0
[SwitchB-Vlanif100] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchB] interface vlanif 200
[SwitchB-Vlanif200] ipv6 enable
[SwitchB-Vlanif200] ipv6 address 2001::1/64
[SwitchB-Vlanif200] quit
```

配置 6to4 隧道。

```
[SwitchB] interface tunnel 1/0/0
[SwitchB-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol ipv6-ipv4 6to4
[SwitchB-Tunnel1/0/0] ipv6 enable
[SwitchB-Tunnel1/0/0] ipv6 address 2002:0201:0102::1/64
[SwitchB-Tunnel1/0/0] source vlanif 100
[SwitchB-Tunnel1/0/0] quit
```

配置到 2002::/16 的静态路由。

```
[SwitchB] ipv6 route-static 2002:: 16 tunnel 1/0/0
```

步骤 3 检查配置结果

从 SwitchA 可以 Ping 通 SwitchB 的接口 VLANIF200 的 IPv6 地址。

```
[SwitchA] ping ipv6 2001::1
  PING 2001::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=255  time = 29 ms
    Reply from 2001::1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=255  time = 5 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=255  time = 5 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=255  time = 5 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=255  time = 26 ms

  --- 2001::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
round-trip min/avg/max = 5/14/29 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
ipv6
#
vlan batch 100 200
#
interface Vlanif100
 ip address 2.1.1.1 255.0.0.0
#interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002:201:101:1::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface Tunnel 1/0/0
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002:201:101::1/64
 tunnel-protocol ipv6-ipv4 6to4
 source vlanif100
#
ipv6 route-static :: 0 2002:201:102::1
#
ipv6 route-static 2002:: 16 Tunnel 1/0/0
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
ipv6
#
vlan batch 100 200
#
interface Vlanif100
 ip address 2.1.1.2 255.0.0.0
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

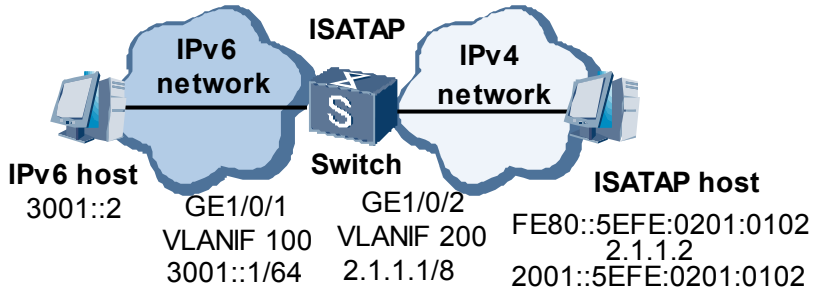
```
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface Tunnel 1/0/0
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002:201:102::1/64
 tunnel-protocol ipv6-ipv4 6to4
 source vlanif100
#
ipv6 route-static 2002:: 16 Tunnel 1/0/0
#
return
```

配置 ISATAP 隧道示例

组网需求

如图 6-18 所示，IPv4 网络中的 IPv6 主机为 Windows XP 系统，需要将 IPv6 主机通过边界设备接入到 IPv6 网络。IPv6 主机和边界设备均支持 ISATAP。要求在 IPv6 主机和边界设备之间配置 ISATAP 隧道。

图 6-18 配置 ISATAP 隧道组网图



配置思路

配置 ISATAP 隧道的思路如下：

1. 配置业务环回聚合接口
2. 在设备上配置 IPv4/IPv6 双协议栈
3. 在设备上配置 ISATAP 隧道
4. 配置 IPv6 主机到 ISATAP 主机的静态路由

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口的 IPv4 地址和 IPv6 地址
- 隧道的源接口
- Switch 物理接口所属 VLAN

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 ISATAP 路由设备

配置业务环回聚合接口



注意

此处做业务环回聚合的接口必须是空闲的，没有承载业务的接口。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface eth-trunk 1
[Quidway-Eth-Trunk1] service type tunnel
[Quidway-Eth-Trunk1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] eth-trunk 1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

使能 IPv4/IPv6 双协议栈，配置各接口地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] ipv6
[Quidway] vlan batch 100 200
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 200
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 200
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Quidway] interface vlanif 100
[Quidway-Vlanif100] ipv6 enable
[Quidway-Vlanif100] ipv6 address 3001::1/64
[Quidway-Vlanif100] quit
[Quidway] interface vlanif 200
[Quidway-Vlanif200] ip address 2.1.1.1 255.0.0.0
[Quidway-Vlanif200] quit
```

配置 ISATAP 隧道。

```
[Quidway] interface tunnel 1/0/2
[Quidway-Tunnel0/0/2] eth-trunk 1
[Quidway-Tunnel1/0/2] tunnel-protocol ipv6-ipv4 isatap
[Quidway-Tunnel1/0/2] ipv6 enable
[Quidway-Tunnel1/0/2] ipv6 address 2001::/64 eui-64
[Quidway-Tunnel1/0/2] source vlanif 200
[Quidway-Tunnel1/0/2] undo ipv6 nd ra halt
[Quidway-Tunnel1/0/2] quit
```

步骤 2 配置 ISATAP 主机

说明

ISATAP 主机需要安装 IPv6 协议，并且使能 IPv6 功能。

使用如下的命令添加一条到边界设备的静态路由（此处主机的伪接口号是 2，可以使用 ipv6 if 命令查看 Automatic Tunneling Pseudo-Interface 对应的接口）。

```
C:\> netsh interface ipv6 isatap set router 2.1.1.1
```

步骤 3 配置 IPv6 网络主机

在 IPv6 网络中的主机上配置一条到边界设备隧道的静态路由，使两个不同网络的 PC 通过 ISATAP 隧道互通。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
C:\> netsh interface ipv6 set route 2001::/64 3001::1
```

步骤 4 验证配置结果

在 ISATAP 路由设备上查看 Tunnel1/0/2 的 IPv6 状态为 Up。

```
[Quidway] display ipv6 interface tunnel 1/0/2
Tunnel1/0/2 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::5EFE:201:101 [TENTATIVE]
  Global unicast address(es):
    2001::5EFE:201:101, subnet is 2001::/64 [TENTATIVE]
  Joined group address(es):
    FF02::1:FF01:101
    FF02::2
    FF02::1
  MTU is 1500 bytes
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  ND retransmit interval is 1000 milliseconds
  ND advertised reachable time is 0 milliseconds
  ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
  ND router advertisement max interval 600 seconds, min interval 200 seconds
  ND router advertisements live for 1800 seconds
  ND router advertisements hop-limit 10
  Hosts use stateless autoconfig for addresses
```

在 ISATAP 路由设备上 Ping 向 ISATAP 主机上的隧道接口全球单播地址。

```
[Quidway] ping ipv6 2001::5efe:2.1.1.2
  PING 2001::5efe:2.1.1.2 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2001::5EFE:201:102
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64  time = 4 ms
    Reply from 2001::5EFE:201:102
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=64  time = 3 ms
    Reply from 2001::5EFE:201:102
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=64  time = 2 ms
    Reply from 2001::5EFE:201:102
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=64  time = 2 ms
    Reply from 2001::5EFE:201:102
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=64  time = 2 ms

  --- 2001::5efe:2.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 2/2/4 ms
```

在 ISATAP 主机上 Ping 向 ISATAP 路由设备的全球单播地址。

```
C:\> ping6 2001::5efe:2.1.1.1

Pinging 2001::5efe:2.1.1.1
from 2001::5efe:2.1.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 2001::5efe:2.1.1.1: bytes=32 time=1ms
Reply from 2001::5efe:2.1.1.1: bytes=32 time=1ms
Reply from 2001::5efe:2.1.1.1: bytes=32 time=1ms
Reply from 2001::5efe:2.1.1.1: bytes=32 time=1ms
Ping statistics for 2001::5efe:2.1.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms
```

从 ISATAP 主机上 Ping 向 IPv6 网络主机，执行成功。

```
C:\> ping6 3001::2

Pinging 3001::2 with 32 bytes of data:

Reply from 3001::2: time<1ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Reply from 3001::2: time<1ms
Reply from 3001::2: time<1ms
Reply from 3001::2: time<1ms

Ping statistics for 3001::2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

----结束

配置文件

ISATAP 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
vlan batch 100 200
#
ipv6
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::1/64
#
interface Vlanif200
 ip address 2.1.1.1 255.0.0.0
#
interface Eth-Trunk1
 service type tunnel
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#
interface Tunnel1/0/2
 eth-trunk 1
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::/64 eui-64
 undo ipv6 nd ra halt
 tunnel-protocol ipv6-ipv4 isatap
 source Vlanif200
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
return
```

配置 6PE 示例

组网需求

说明

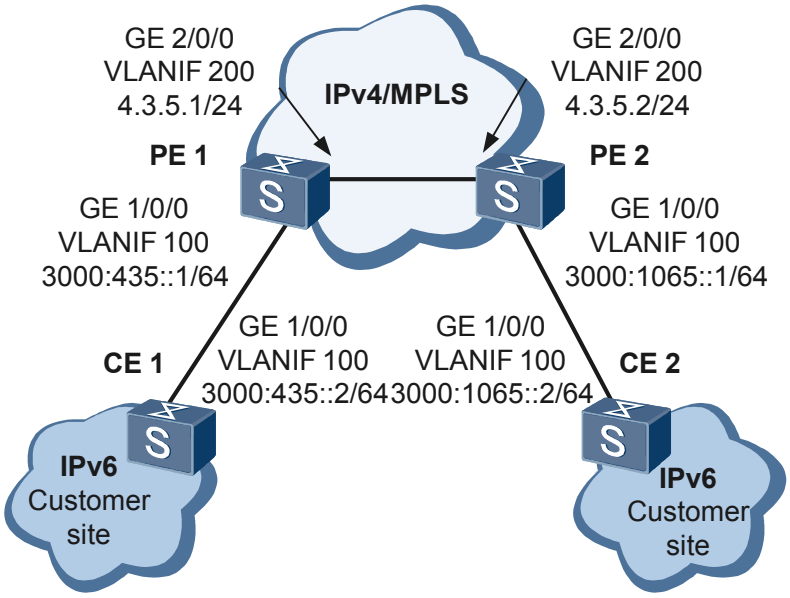
执行 MPLS 相关命令需要购买 License。

如图 6-19 所示，设备 PE1 和 PE2 支持 6PE 特性，设备 CE1 和 CE2 支持 IPv6 协议。PE 设备之间是运营商的 IPv4/MPLS 网络，PE 之间需要建立 IPv4 的 IBGP 连接，IGP 使用 OSPF 路由协议。CE 设备所在的网络为 IPv6 网络，PE 与 CE 之间使用 IPv6 地址以静态路由方式交换路由信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

要求使用 6PE 特性将用户的 IPv6 网络通过运营商的 IPv4/MPLS 网络连接起来。

图 6-19 配置 6PE 组网图



配置思路

配置 6PE 思路如下：

1. 配置 6PE，使能 IPv6 能力并配置 IPv4/IPv6 双协议栈
2. 配置 6PE，使能 MPLS 能力
3. 配置 6PE 对等体
4. 配置 CE 接口的 IPv6 地址和静态路由

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口的 IP 地址
- LSR ID

配置过程

1. 配置 6PE，使能 IPv6 能力，配置 IPv4/IPv6 双协议栈

   # 配置 PE1，使能 IPv6 能力。

   ```
   <Quidway> system-view
   [Quidway] sysname PE1
   [PE1] ipv6
   ```

   # 配置 PE2，使能 IPv6 能力。

   ```
   <Quidway> system-view
   [Quidway] sysname PE2
   [PE2] ipv6
   ```

   # 配置 PE1 接口 VLANIF 100 的 IPv6 地址及接口 Loopback0 的地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] vlan batch 100 200
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface vlanif 100
[PE1-Vlanif100] ipv6 enable
[PE1-Vlanif100] ipv6 address 3000:435::1 64
[PE1-Vlanif100] quit
[PE1] interface loopback 0
[PE1-LoopBack0] ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
[PE1-LoopBack0] quit
```

配置 PE2 接口 VLANIF 100 的 IPv6 地址及接口 Loopback0 的地址。

```
[PE2] vlan batch 100 200
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] interface vlanif 100
[PE2-Vlanif100] ipv6 enable
[PE2-Vlanif100] ipv6 address 3000:1065::1 64
[PE2-Vlanif100] quit
[PE2] interface loopback 0
[PE2-LoopBack0] ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
[PE2-LoopBack0] quit
```

2. 配置 6PE，使能 MPLS 能力

说明

本例 PE 直连，需要通过 **label advertise** 命令配置出节点向倒数第二跳正常分配标签。

配置 PE1 接口 VLANIF 200 的地址，使能 MPLS 和 LDP 协议。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] lsp-trigger all
[PE1-mpls] label advertise non-null
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port hyrbid pvid vlan 200
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port hyrbid untagged vlan 200
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE1] interface vlanif 200
[PE1-Vlanif200] ip address 4.3.5.1 255.255.255.0
[PE1-Vlanif200] mpls
[PE1-Vlanif200] mpls ldp
[PE1-Vlanif200] quit
```

配置 PE2 接口 VLANIF200 的地址，使能 MPLS 和 LDP 协议。

```
[PE2] mpls lsr-id 2.2.2.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] lsp-trigger all
[PE2-mpls] label advertise non-null
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port hyrbid pvid vlan 200
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port hyrbid untagged vlan 200
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE2] interface vlanif 200
[PE2-Vlanif200] ip address 4.3.5.2 255.255.255.0
[PE2-Vlanif200] mpls
[PE2-Vlanif200] mpls ldp
[PE2-Vlanif200] quit
```

在 PE1 上配置 OSPF，触发 LSP 的建立。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] ospf
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 4.3.5.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

在 PE2 上配置 OSPF，触发 LSP 的建立。

```
[PE2] ospf
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 4.3.5.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

3. 配置 6PE 对等体

在 PE1 上配置 IBGP，使能对等体的 6PE 能力，并引入 IPv6 的直连和静态路由。

```
[PE1] bgp 65100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 65100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 0
[PE1-bgp] ipv6-family
[PE1-bgp-af-ipv6] import-route direct
[PE1-bgp-af-ipv6] import-route static
[PE1-bgp-af-ipv6] peer 2.2.2.9 enable
[PE1-bgp-af-ipv6] peer 2.2.2.9 label-route-capability
[PE1-bgp-af-ipv6] quit
[PE1-bgp] quit
```

在 PE2 上配置 IBGP，使能对等体的 6PE 能力，并引入 IPv6 的直连和静态路由。

```
[PE2] bgp 65100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 65100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 0
[PE2-bgp] ipv6-family
[PE2-bgp-af-ipv6] import-route direct
[PE2-bgp-af-ipv6] import-route static
[PE2-bgp-af-ipv6] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-ipv6] peer 1.1.1.9 label-route-capability
[PE2-bgp-af-ipv6] quit
[PE2-bgp] quit
```

4. 配置 CE 接口的 IPv6 地址和静态路由

配置 CE1，建立与 PE1 的 IPv6 连接。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE1
[CE1] ipv6
[CE1] vlan batch 100
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE1] interface vlanif 100
[CE1-Vlanif100] ipv6 enable
[CE1-Vlanif100] ipv6 address 3000:435::2 64
[CE1-Vlanif100] quit
[CE1] ipv6 route-static :: 0 vlanif 100
```

配置 CE2，建立与 PE1 的 IPv6 连接。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE2
[CE2] ipv6
[CE2] vlan batch 100
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE2] interface vlanif 100
[CE2-Vlanif100] ipv6 enable
[CE2-Vlanif100] ipv6 address 3000:1065::2 64
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2-Vlanif100] quit
[CE2] ipv6 route-static :: 0 vlanif 100
```

5. 检查配置结果

显示设备 PE1 的 LSP 信息。

```
[PE1] display mpls lsp
------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------
FEC             In/Out Label  In/Out IF                Vrf Name
2.2.2.9/32      NULL/3        -/Vlanif200
------------------------------------------------------------
                LSP Information: BGP IPV6 LSP
------------------------------------------------------------
  FEC                 :  3000:435::/64
  In Label            :  109568             Out Label    :  -----
  In Interface        :  -----              OutInterface :  -----
  Vrf Name            :
```

显示设备 PE1 的 IPv6 路由信息。

```
[PE1] display bgp ipv6 routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.9
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Total Number of Routes: 5
 *>  Network  : ::1                                    PrefixLen : 128
     NextHop  : ::                                     LocPrf    :
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : ?

 *>  Network  : 3000:435::                             PrefixLen : 64
     NextHop  : ::                                     LocPrf    :
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    : NULL/109568
     Path/Ogn : ?

 *>  Network  : 3000:435::1                            PrefixLen : 128
     NextHop  : ::                                     LocPrf    :
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : ?

 *>i Network  : 3000:1065::                            PrefixLen : 64
     NextHop  : ::FFFF:2.2.2.9                         LocPrf    : 100
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    : 109568/NULL
     Path/Ogn : ?

 *>  Network  : FE80::                                 PrefixLen : 10
     NextHop  : ::                                     LocPrf    :
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : ?
```

从 CE1 上可以 Ping 通 CE2 的 IPv6 地址。

```
[CE1] ping ipv6 3000:1065::2
PING 3000:1065::2 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 3000:1065::2
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=63  time = 50 ms
    Reply from 3000:1065::2
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=63  time = 1 ms
    Reply from 3000:1065::2
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=63  time = 1 ms
    Reply from 3000:1065::2
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=63  time = 1 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 3000:1065::2
  bytes=56 Sequence=5 hop limit=63  time = 1 ms

 --- 3000:1065::2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 1/10/50 ms
```

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 ipv6
#
vlan batch 100 200
#
mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  lsp-trigger all
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3000:435::1/64
#
interface Vlanif200
 ip address 4.3.5.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 65100
 peer 2.2.2.9 as-number 65100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack0
 #
 ipv4-family unicast
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family
  import-route direct
  import-route static
  peer 2.2.2.9 enable
  peer 2.2.2.9 label-route-capability
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 4.3.5.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 ipv6
#
vlan batch 100 200
#
mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  lsp-trigger all
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3000:1065::1/64
#
interface Vlanif200
 ip address 4.3.5.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 65100
 peer 1.1.1.9 as-number 65100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack0
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv6-family
  undo synchronization
  import-route direct
  import-route static
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 1.1.1.9 label-route-capability
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 4.3.5.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 ipv6
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3000:435::2 64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
ipv6 route-static :: 0 Vlanif100
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 ipv6
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3000:1065::2 64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ipv6 route-static :: 0 Vlanif100
#
return
```

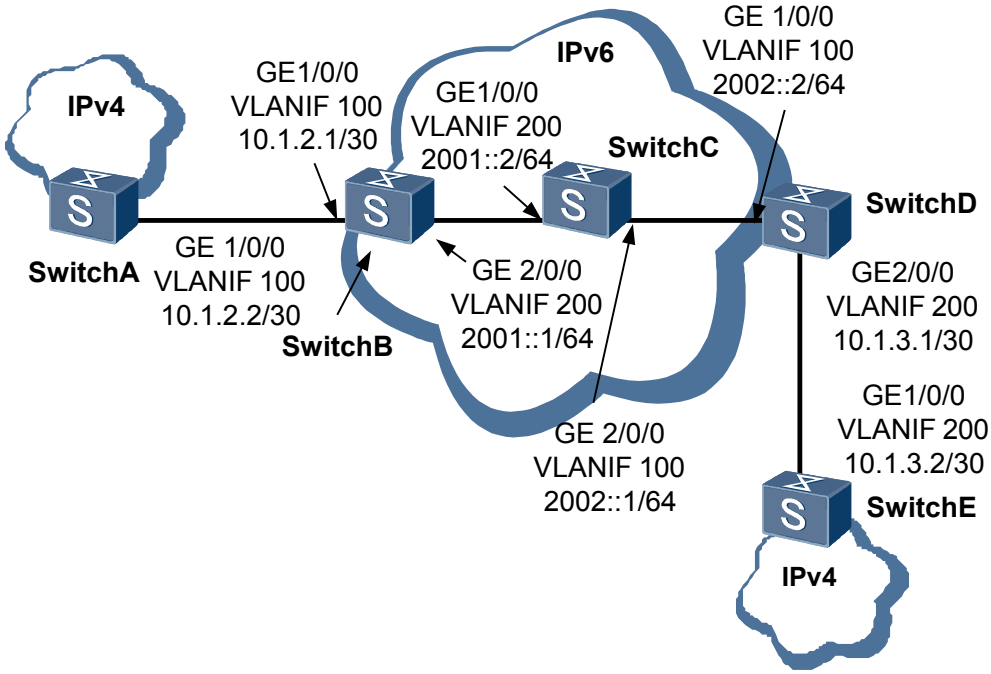
6.1.11 IPv4 over IPv6 隧道配置

IPv4 over IPv6 隧道用于在 IPv4 Internet 向 IPv6 Internet 过渡的后期实现 IPv4 孤岛的互连。

配置 IPv4 over IPv6 隧道示例

组网需求

图 6-20 IPv4 over IPv6 隧道组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

如图 6-20，两个 IPv4 网络分别通过 SwitchA 和 SwitchE 与 IPv6 网络连接。IPv6 网络的边界设备 SwitchB 和 SwitchD 支持 IPv4 和 IPv6 双协议栈。要求在 SwitchB 和 SwitchD 之间配置 IPv4 over IPv6 隧道，使这两个物理分离的 IPv4 网络可以互通。

配置思路

本例按如下思路进行配置：

1. 在两端 IPv6 网络边界设备上配置 IPv4 over IPv6 隧道
2. 配置经过该隧道接口转发的路由

数据准备

进行本例配置，需准备如下数据：

- IPv6 和 IPv4 网络上使用的路由协议
- 隧道两端的源 IPv6 地址、目的 Ipv6 地址
- Tunnel 接口的 IPv4 地址

配置过程

1. 配置 IPv6 网络的物理接口 IPv6 地址和 IS-IS 的 IPv6 特性，实现 IPv6 网络的 IP 连通性

   # 配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] ipv6
[SwitchB] vlan batch 100 200
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchB] interface vlanif 200
[SwitchB-Vlanif200] ipv6 enable
[SwitchB-Vlanif200] ipv6 address 2001::1 64
[SwitchB-Vlanif200] quit
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchB-isis-1] ipv6 enable topology standard
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 200
[SwitchB-Vlanif200] isis ipv6 enable 1
[SwitchB-Vlanif200] quit
```

   # 配置 SwitchC。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] ipv6
[SwitchC] vlan batch 100 200
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchC] interface vlanif 200
[SwitchC-Vlanif200] ipv6 enable
[SwitchC-Vlanif200] ipv6 address 2001::2 64
[SwitchC-Vlanif200] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] interface vlanif 100
[SwitchC-Vlanif100] ipv6 enable
[SwitchC-Vlanif100] ipv6 address 2002::1 64
[SwitchC-Vlanif100] quit
[SwitchC] isis 1
[SwitchC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchC-isis-1] ipv6 enable topology standard
[SwitchC-isis-1] quit
[SwitchC] interface vlanif 100
[SwitchC-Vlanif100] isis ipv6 enable 1
[SwitchC-Vlanif100] quit
[SwitchC] interface vlanif 200
[SwitchC-Vlanif200] isis ipv6 enable 1
[SwitchC-Vlanif200] quit
```

配置 SwitchD。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] ipv6
[SwitchD] vlan batch 100 200
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchD] interface vlanif 100
[SwitchD-Vlanif100] ipv6 enable
[SwitchD-Vlanif100] ipv6 address 2002::2 64
[SwitchD-Vlanif100] quit
[SwitchD] isis 1
[SwitchD-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[SwitchD-isis-1] ipv6 enable topology standard
[SwitchD-isis-1] quit
[SwitchD] interface vlanif 100
[SwitchD-Vlanif100] isis ipv6 enable 1
[SwitchD-Vlanif100] quit
```

2. 配置 IPv4 网络的物理接口 IPv4 地址和 OSPF，实现 IPv4 网络的 IP 连通性

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 100
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ip address 10.1.2.2 30
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] ospf 1
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.2.0 0.0.0.3
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] vlan batch 100 200
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] ip address 10.1.2.1 30
[SwitchB-Vlanif100] quit
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.2.0 0.0.0.3
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchD。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] vlan batch 100 200
[SwitchD] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchD] interface vlanif 200
[SwitchD-Vlanif200] ip address 10.1.3.1 30
[SwitchD-Vlanif200] quit
[SwitchD] ospf 1
[SwitchD-ospf-1] area 0
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.3.0 0.0.0.3
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchD-ospf-1] quit
```

配置 SwitchE。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchE
[SwitchE] vlan batch 200
[SwitchE] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchE-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchE-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchE-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchE] interface vlanif 200
[SwitchE-Vlanif200] ip address 10.1.3.2 30
[SwitchE-Vlanif200] quit
[SwitchE] ospf 1
[SwitchE-ospf-1] area 0
[SwitchE-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.3.0 0.0.0.3
[SwitchE-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchE-ospf-1] quit
```

3. 配置 Tunnel 接口

   # 创建 Tunnel 接口，配置 Tunnel 接口的 IPv4 地址、源 IPv6 地址（或源接口）、目的 IPv6 地址。

   # 配置 SwitchB。

```
[SwitchB] interface tunnel 2/0/0
[SwitchB-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol ipv4-ipv6
[SwitchB-Tunnel2/0/0] ip address 10.1.1.1 30
[SwitchB-Tunnel2/0/0] source vlanif 200
[SwitchB-Tunnel2/0/0] destination 2002::2
[SwitchB-Tunnel2/0/0] quit
```

   # 配置 SwitchD。

```
[SwitchD] interface tunnel 1/0/0
[SwitchD-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol ipv4-ipv6
[SwitchD-Tunnel1/0/0] ip address 10.1.1.2 30
[SwitchD-Tunnel1/0/0] source vlanif 100
[SwitchD-Tunnel1/0/0] destination 2001::1
[SwitchD-Tunnel1/0/0] quit
```

4. 配置静态路由。

   # 配置 SwitchA 到 SwitchE 之间的静态路由。

   # 配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ip route-static 10.1.3.2 255.255.255.252 vlanif 100 10.1.2.1
```

   # 配置 SwitchE。

```
[SwitchE] ip route-static 10.1.2.2 255.255.255.252 vlanif 200 10.1.3.1
```

   # 配置 Tunnel 两端的静态路由。

   # 配置 SwitchB。

```
[SwitchB] ip route-static 10.1.1.2 255.255.255.252 tunnel 1/0/0
```

   # 配置 SwitchD。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchD] ip route-static 10.1.2.2 255.255.255.252 10.1.1.2
```

5. 检查配置结果

完成上述配置后，在 SwitchB 和 SwitchD 上查看隧道接口，可看到隧道接口的协议状态为 UP。

```
[SwitchB] display interface tunnel 2/0/0
Tunnel2/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Description : HUAWEI, Quidway Series, Tunnel2/0/0 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 10.1.1.1/30
Encapsulation is TUNNEL6, loopback not set
Tunnel protocol/transport (IPv6 or IPV4) over IPv6
Tunnel Source 2001::1 (Vlanif200)
Tunnel Destination 2002::2
Tunnel Encapsulation limit 4
Tunnel Traffic class not set
Tunnel Flow label not set
QoS maxBandwidth : 64 Kbps
Output queue : (Urgent queue : Size/Length/Discards)  0/50/0
Output queue : (Protocol queue : Size/Length/Discards) 0/1000/0
Output queue : (FIFO queue : Size/Length/Discards)  0/256/0
    5 minutes input rate 10 bits/sec, 0 packets/sec
    5 minutes output rate 14 bits/sec, 0 packets/sec
    493 packets input,  38480 bytes
    0 input error
    447 packets output,  53144 bytes
    0 output error
```

在 SwitchB 和 SwitchD 上查看 IPv4 路由表，可看到去往远端 IPv4 网络的路由出接口为 Tunnel 接口。

```
[SwitchB] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 9

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost       Flags NextHop         Interface
        1.1.1.1/32  Direct 0    0            D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.1.0/30  Direct 0    0          D   10.1.1.1        Tunnel2/0/0
       10.1.1.1/32  Direct 0    0            D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.2.0/30  Direct 0    0            D   10.1.2.1        Vlanif100
       10.1.2.1/32  Direct 0    0            D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.2.2/32  Direct 0    0            D   10.1.2.2        Vlanif100
      127.0.0.0/8   Direct 0    0            D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0            D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

SwitchA 上 ping SwitchE 的 VLANIF200 接口，可以收到返回的报文。

```
[SwitchA] ping 10.1.3.2
  PING 10.1.3.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.3.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=20 ms
    Reply from 10.1.3.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=1 ms
    Reply from 10.1.3.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=1 ms
    Reply from 10.1.3.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=1 ms
    Reply from 10.1.3.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=1 ms

  --- 10.1.3.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 1/4/20 ms
```

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
 ip route-static 10.1.3.2 255.255.255.252 vlanif 100 10.1.2.1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
 network 10.1.2.0 0.0.0.3
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 ipv6
#
vlan batch 100 200
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 #
  ipv6 enable topology standard
 #
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface Tunnel2/0/0
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
 tunnel-protocol ipv4-ipv6
 source  Vlanif200
 destination  2002::2
#
 ip route-static 10.1.1.2 255.255.255.252 tunnel 1/0/0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
 network 10.1.2.0 0.0.0.3
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 ipv6
#
vlan batch 100 200
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 #
  ipv6 enable topology standard
 #
#
interface Vlanif100
 ivp6 enable
 ipv6 address 2001::2/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface Vlanif200
 ivp6 enable
 ipv6 address 2002::2/64
 isis ipv6 enable 1
#
inteface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 ipv6
#
vlan batch 100 200
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
 #
  ipv6 enable topology standard
 #
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::2/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface Vlanif200
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
 tunnel-protocol ipv4-ipv6
 source  Vlanif100
 destination  2001::1
#
 ip route-static 10.1.2.2 255.255.255.252 10.1.1.2

#
ospf 1
 area 0.0.0.0
 network 10.1.3.0 0.0.0.3
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchE
#
vlan batch 200
#
interface Vlanif200
 ip address 10.1.3.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
 ip route-static 10.1.2.2 255.255.255.252 vlanif 200 10.1.3.1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
 network 10.1.3.0 0.0.0.3
#
return
```

6.2 IP 路由配置

本文档针对 S9700 的 IP 路由（静态路由、RIP、RIPng、OSPF、OSPFv3、IS-IS、BGP、BGP4+、MBGP、路由策略）特性，从配置过程和配置举例两方面对特性进行介绍。

6.2.1 静态路由配置

静态路由适用于结构比较简单的网络。合理的静态路由可以改进网络的性能，并可为重要的应用保证带宽。

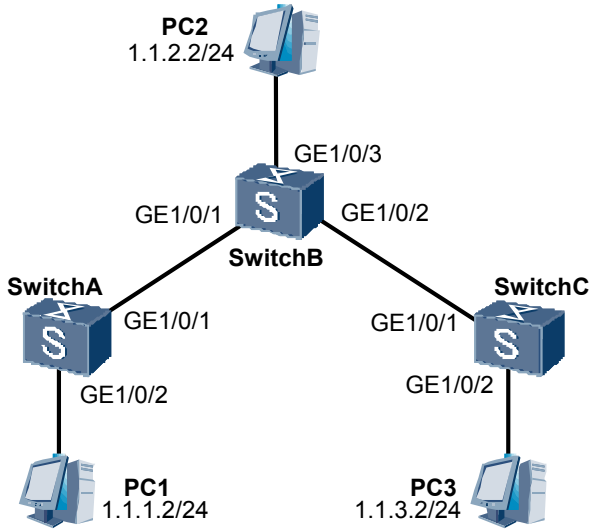
配置 IPv4 静态路由示例

组网需求

属于不同网段的 PC 通过几台 Switch 相连，要求采用静态路由，使不同网段的任意两台 PC 之间能够互通。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-21 配置 IP 静态路由组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	1.1.4.1/30
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	1.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	1.1.4.2/30
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	1.1.4.5/30
SwitchB	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 40	1.1.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	1.1.4.6/30
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 50	1.1.3.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 IP 静态路由：

1. 创建 VLAN 并配置各接口所属 VLAN。
2. 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址。
3. 在各主机上配置 IP 缺省网关。
4. 在各台 Switch 上配置 IP 静态路由及缺省路由。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-21 所示。
- 各 VLAN 接口及主机的 IP 地址，具体数据如图 6-21 所示。
- SwitchA 的下一跳为 1.1.4.2 的缺省路由。
- SwitchB 的目的地址为 1.1.1.0，下一跳为 1.1.4.1 的静态路由。
- SwitchB 的目的地址为 1.1.3.0，下一跳为 1.1.4.6 的静态路由。

版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchC 的下一跳为 1.1.4.5 的缺省路由。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] vlan 30
[SwitchA-vlan30] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type access
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port default vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 1.1.4.1 30
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 30
[SwitchA-Vlanif30] ip address 1.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif30] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置主机

配置主机 PC1 的缺省网关为 1.1.1.1，主机 PC2 的缺省网关为 1.1.2.1，主机 PC3 的缺省网关为 1.1.3.1。

步骤 4 配置静态路由

在 SwitchA 配置 IP 缺省路由。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.1.4.2
```

在 SwitchB 配置两条 IP 静态路由。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] ip route-static 1.1.1.0 255.255.255.0 1.1.4.1
[SwitchB] ip route-static 1.1.3.0 255.255.255.0 1.1.4.6
```

在 SwitchC 配置 IP 缺省路由。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.1.4.5
```

步骤 5 验证配置结果

＃查看 SwitchA 的 IP 路由表。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 8        Routes : 8

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      0.0.0.0/0   Static 60   0        RD    1.1.4.2       Vlanif10
      1.1.1.0/24  Direct 0    0         D    1.1.1.1       Vlanif30
      1.1.1.1/32  Direct 0    0         D    127.0.0.1     InLoopBack0
      1.1.4.0/30  Direct 0    0         D    1.1.4.1       Vlanif10
      1.1.4.1/32  Direct 0    0         D    127.0.0.1     InLoopBack0
      1.1.4.2/32  Direct 0    0         D    1.1.4.2       Vlanif10
    127.0.0.0/8   Direct 0    0         D    127.0.0.1     InLoopBack0
    127.0.0.1/32  Direct 0    0         D    127.0.0.1     InLoopBack0
```

使用 **ping** 命令验证连通性。

```
[SwitchA] ping 1.1.3.1
  PING 1.1.3.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 1.1.3.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=62 ms
    Reply from 1.1.3.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=63 ms
    Reply from 1.1.3.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=63 ms
    Reply from 1.1.3.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=62 ms
    Reply from 1.1.3.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=62 ms

  --- 1.1.3.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 62/62/63 ms
```

使用 Tracert 命令验证连通性。

```
[SwitchA] tracert 1.1.3.1
 traceroute to  1.1.3.1(1.1.3.1), max hops: 30 ,packet length: 40,press CTRL_C to break
 1 1.1.4.2 31 ms  32 ms  31 ms
 2 1.1.4.6 62 ms  63 ms  62 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 1.1.4.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif30
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 30
#
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.1.4.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20 40
#
interface Vlanif10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 1.1.4.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif20
 ip address 1.1.4.5 255.255.255.252
#
interface Vlanif40
 ip address 1.1.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ip route-static 1.1.1.0 255.255.255.0 1.1.4.1
ip route-static 1.1.3.0 255.255.255.0 1.1.4.6
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 50
#
interface Vlanif20
 ip address 1.1.4.6 255.255.255.252
#
interface Vlanif50
 ip address 1.1.3.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.1.4.5
#
return
```

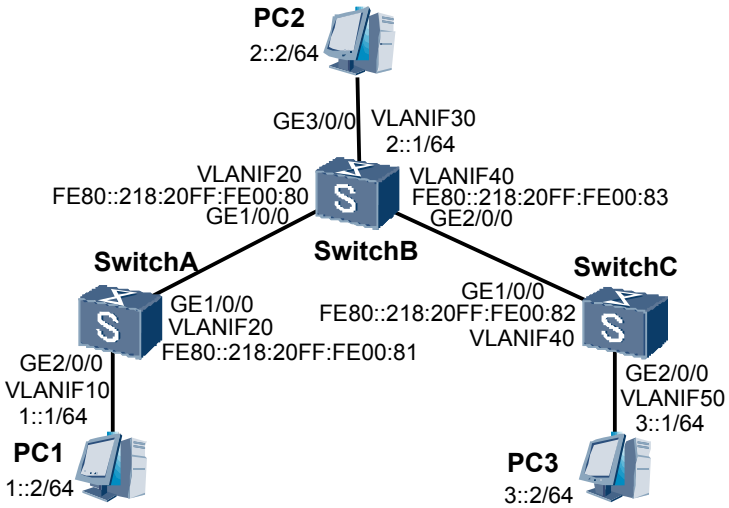
配置 IPv6 静态路由示例

组网要求

如图 6-22 所示，图中所有 IPv6 地址的前缀长度都为 64。要求各 Switch 之间配置 IPv6 静态路由协议后，可以使所有主机和 Switch 之间互通。Switch 与 PC 连接的 VLANIF 接口配置 IPv6 全球单播地址。Switch 之间互联的 VLANIF 接口使用 IPv6 链路本地地址。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-22 配置 IPv6 静态路由组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GE2/0/0	VLANIF 10	1::1/64
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF 20	自动生成
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF 20	自动生成
SwitchB	GE2/0/0	VLANIF 40	自动生成
SwitchB	GE3/0/0	VLANIF 30	2::1/64
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF 40	自动生成
SwitchC	GE2/0/0	VLANIF 50	3::1/64

配置思路

采用如下的思路配置 IPv6 静态路由：

1. 配置各接口所属 VLAN。
2. 首先配置各 Switch 各 VLANIF 接口的 IPv6 地址，使网络互通。
3. 在各 Switch 上配置到目的地址的 IPv6 静态路由及缺省路由。
4. 在各主机上配置 IPv6 缺省网关，使任意两台主机可以互通。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-22 所示。
- SwitchA 的出接口为 VLANIF20 的缺省路由。
- SwitchB 的目的地址为 1:: 64，出接口为 VLANIF20 的静态路由。
- SwitchB 的目的地址为 3:: 64，出接口为 VLANIF40 的静态路由。
- SwitchC 的出接口为 VLANIF40 的缺省路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 主机 PC1 的缺省网关 1::1，主机 PC2 的缺省网关 2::1，主机 PC3 的缺省网关 3::1。

操作步骤

步骤 1 配置接口所属 VLAN

```
<Quidway>system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchA] vlan 20
[SwitchA-vlan20] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA 此处略。

步骤 2 配置 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] ipv6
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ipv6 enable
[SwitchA-Vlanif10] ipv6 address 1::1/64
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ipv6 enable
[SwitchA-Vlanif20] ipv6 address auto link-local
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA 此处略。

步骤 3 配置主机

配置主机 PC1 的缺省网关为 1.1.1.1，主机 PC2 的缺省网关为 1.1.2.1，主机 PC3 的缺省网关为 1.1.3.1。

步骤 4 配置 IPv6 静态路由

在 SwitchA 配置 IPv6 缺省路由。

```
[SwitchA] ipv6 route-static :: 0 vlanif20 FE80::218:20FF:FE00:80
```

在 SwitchB 配置两条 IPv6 静态路由。

```
[SwitchB] ipv6 route-static 1:: 64 vlanif20 FE80::218:20FF:FE00:81
[SwitchB] ipv6 route-static 3:: 64 vlanif40 FE80::218:20FF:FE00:82
```

在 SwitchC 配置 IPv6 缺省路由。

```
[SwitchC] ipv6 route-static :: 0 vlanif40 FE80::218:20FF:FE00:83
```

步骤 5 配置主机地址和网关

根据组网图配置好各主机的 IPv6 地址，并将 PC1 的缺省网关配置为 1::1，PC2 的缺省网关配置为 2::1，主机 3 的缺省网关配置为 3::1。

步骤 6 查看配置结果

查看 SwitchA 的 IPv6 路由表。

```
[SwitchA] display ipv6 routing-table
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
Routing Table :
         Destinations : 5        Routes : 5

 Destination  : ::                              PrefixLength : 0
 NextHop      : FE80::218:20FF:FE00:80           Preference   : 60
 Cost         : 0                               Protocol     : Static
 RelayNextHop : ::                              TunnelID     : 0x0
 Interface    : Vlanif20                        Flags        : D

 Destination  : ::1                             PrefixLength : 128
 NextHop      : ::1                             Preference   : 0
 Cost         : 0                               Protocol     : Direct
 RelayNextHop : ::                              TunnelID     : 0x0
 Interface    : InLoopBack0                     Flags        : D

 Destination  : 1::                             PrefixLength : 64
 NextHop      : 1::1                            Preference   : 0
 Cost         : 0                               Protocol     : Direct
 RelayNextHop : ::                              TunnelID     : 0x0
 Interface    : Vlanif10                        Flags        : D

 Destination  : 1::1                            PrefixLength : 128
 NextHop      : ::1                             Preference   : 0
 Cost         : 0                               Protocol     : Direct
 RelayNextHop : ::                              TunnelID     : 0x0
 Interface    : Vlanif10                        Flags        : D

 Destination  : FE80::                          PrefixLength : 10
 NextHop      : ::                              Preference   : 0
 Cost         : 0                               Protocol     : Direct
 RelayNextHop : ::                              TunnelID     : 0x0
 Interface    : NULL0                           Flags        : D
```

使用 Ping 进行验证。

```
[SwitchA] ping ipv6 3::1
  PING 3::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 3::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=254  time = 63 ms
    Reply from 3::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=254  time = 62 ms
    Reply from 3::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=254  time = 62 ms
    Reply from 3::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=254  time = 63 ms
    Reply from 3::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=254  time = 63 ms
  --- 3::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 62/62/63 ms
```

使用 Tracert 进行验证。

```
[SwitchA] tracert ipv6 3::1
 traceroute to 3::1  30 hops max,60 bytes packet
 1 2::1 31 ms  32 ms  31 ms
 2 3::1 62 ms  63 ms  62 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv6
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ipv6 enable
 ipv6 address 1::1/64
#
interface Vlanif20
 ipv6 enable
 ipv6 address auto link-local
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ipv6 route-static :: 0 vlanif20 FE80::218:20FF:FE00:80
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 ipv6
#
 vlan batch 20 30 40
#
interface Vlanif20
 ipv6 enable
 ipv6 address auto link-local
#
interface Vlanif30
 ipv6 enable
 ipv6 address 2::1/64
#
interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 address auto link-local
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ipv6 route-static 1:: 64 Vlanif20 FE80::218:20FF:FE00:81
ipv6 route-static 3:: 64 Vlanif40 FE80::218:20FF:FE00:82
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 ipv6
#
 vlan batch 40 50
#
interface Vlanif40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

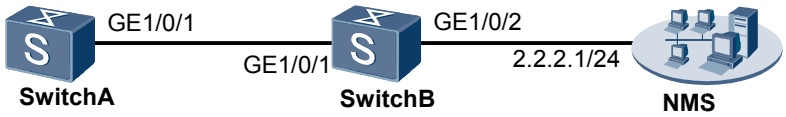
```
 ipv6 enable
 ipv6 address auto link-local
#
interface Vlanif50
 ipv6 enable
 ipv6 address 3::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ipv6 route-static :: 0 Vlanif40 FE80::218:20FF:FE00:83
#
return
```

配置 BFD for IPv4 静态路由示例

组网需求

如图 6-23 所示，SwitchA 通过 SwitchB 和 NMS 跨网段相连。在 SwitchA 上配置静态路由可以与 NMS 进行正常通信。在 SwitchA 和 SwitchB 间配置 BFD 会话检测链路是否发生故障。

图 6-23 配置 BFD for 静态路由组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	1.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	1.1.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	2.2.2.2/24

配置思路

采用如下思路配置 BFD for IPv4 静态路由：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 BFD Session，检测 SwitchA 和 SwitchB 之间的链路。
2. 配置 SwitchA 到 NMS 的静态路由并绑定 BFD Session。

数据准备

为完成此配置例，需要准备如下数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-23 所示。
- 各 VLAN 接口及 NMS 的 IP 地址，具体数据如图 6-23 所示。
- BFD 检测的对端 IP 地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

- BFD Session 的本地标志符和远端标识符。
- 从 SwitchA 达 NMS 的静态路由。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

SwitchB 上的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 1.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB 上的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 SwitchA 和 SwitchB 间的 BFD 会话

在 SwitchA 配置与 SwitchB 间的 BFD Session。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] bfd aa bind peer-ip 1.1.1.2
[SwitchA-bfd-session-aa] discriminator local 10
[SwitchA-bfd-session-aa] discriminator remote 20
[SwitchA-bfd-session-aa] commit
[SwitchA-bfd-session-aa] quit
```

在 SwitchB 配置与 SwitchA 之间的 BFD Session。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] bfd bb bind peer-ip 1.1.1.1
[SwitchB-bfd-session-bb] discriminator local 20
[SwitchB-bfd-session-bb] discriminator remote 10
[SwitchB-bfd-session-bb] commit
[SwitchB-bfd-session-bb] quit
```

步骤 4 配置静态路由并绑定 BFD 会话

在 SwitchA 配置到外部网络的静态路由，并绑定 BFD 会话 aa。

```
[SwitchA]ip route-static 2.2.2.0 24 1.1.1.2 track bfd-session aa
[SwitchA]quit
```

步骤 5 验证配置结果

配置完成后，在 SwitchASwitchB 上执行 **display bfd session all** 命令，可以看到 BFD 会话已经建立，且状态为 Up

SwitchA 上的显示为例。

```
<SwitchA> display bfd session all
--------------------------------------------------------------------------------
Local Remote PeerIpAddr      State     Type        InterfaceName
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
--------------------------------------------------------------------------------
10     20      100.1.1.2       Up         S_IP_PEER         -
--------------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

在 SwitchA 查看 IP 路由表，静态路由存在于路由表中。

```
<SwitchA> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 6        Routes : 6

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.0/24  Direct  0    0           D   1.1.1.1         Vlanif10
        1.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       Vlanif10
      1.1.1.255/32  Direct  0    0           D   1.1.1.2         Vlanif10
        2.2.2.0/24  Static  60   0          RD   1.1.1.2         Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

对 SwitchB 接口 VLANIF10 执行 **shutdown** 命令模拟链路故障。

```
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] shutdown
```

查看 SwitchA 的路由表，发现静态路由 2.2.2.0/24 也不存在了。因为静态路由绑定了 BFD 会话，当 BFD 检测到故障后，就会迅速通知所绑定的静态路由不可用。

```
<SwitchA> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 5        Routes : 5

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.0/24  Direct  0    0           D  1.1.1.1         Vlanif10
        1.1.1.1/32  Direct  0    0           D  127.0.0.1       Vlanif10
      1.1.1.255/32  Direct  0    0           D  1.1.1.2         Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

对 SwitchB 接口 VLANIF10 执行 **undo shutdown** 命令模拟链路恢复正常。

```
[SwitchB-Vlanif10]undo shutdown
```

查看 SwitchA 的路由表，发现静态路由 2.2.2.0/24 重新出现在路由表中。因为当 BFD 检测到链路恢复正常后，就会迅速通知所绑定的静态路由重新生效。

```
<SwitchA> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 6        Routes : 6

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.0/24  Direct  0    0           D   1.1.1.1         Vlanif10
        1.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       Vlanif10
      1.1.1.255/32  Direct  0    0           D   1.1.1.2         Vlanif10
        2.2.2.0/24  Static  60   0          RD   1.1.1.2         Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
bfd aa bind peer-ip 1.1.1.2
 discriminator local 10
 discriminator remote 20
 commit
#
 ip route-static 2.2.2.0 255.255.255.0 1.1.1.2 track bfd-session aa
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bfd bb bind peer-ip 1.1.1.1
 discriminator local 20
 discriminator remote 10
 commit
#
return
```

6.2.2 RIP 配置

RIP 可以发布和接收路由信息，影响交换机的数据转发途径，并提供网管功能，主要用于规模较小的网络中。

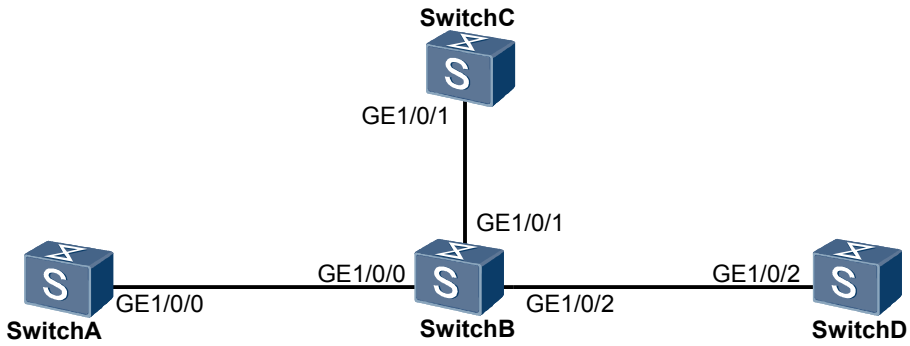
华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 RIP 的版本示例

组网需求

如图 6-24 所示，要求在 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 的所有接口上使能 RIP，并使用 RIPv2 进行网络互连。

图 6-24 配置 RIP 版本组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	192.168.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	192.168.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	172.16.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	10.1.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	172.16.1.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 RIP 的版本：

1. 配置各接口的 IP 地址，使网络可达。
2. 在各 Switch 上使能 RIP，配置 RIP 基本功能。
3. 在各 Switch 上配置 RIPv2 版本，查看精确的子网掩码信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属 VLAN，具体数据如图 6-24 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-24 所示。
- 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 上配置 RIPv2 版本。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 RIP 的基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] rip
[SwitchA-rip-1] network 192.168.1.0
[SwitchA-rip-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] rip
[SwitchB-rip-1] network 192.168.1.0
[SwitchB-rip-1] network 172.16.0.0
[SwitchB-rip-1] network 10.0.0.0
[SwitchB-rip-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] rip
[SwitchC-rip-1] network 172.16.0.0
[SwitchC-rip-1] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] rip
[SwitchD-rip-1] network 10.0.0.0
[SwitchD-rip-1] quit
```

查看 SwitchA 的 RIP 路由表。

```
[SwitchA] display rip 1 route
 Route Flags: R - RIP
              A - Aging, G - Garbage-collect
------------------------------------------------------------------------------
 Peer 192.168.1.2  on Vlanif10
        Destination/Mask        Nexthop      Cost   Tag      Flags   Sec
          172.16.0.0/16        192.168.1.2     1    0         RA     14
             10.0.0.0/8        192.168.1.2     1    0         RA     14
```

从路由表中可以看出，RIPv1 发布的路由信息使用的是自然掩码。

步骤 4 配置 RIP 的版本

在 SwitchA 配置 RIPv2。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] rip
[SwitchA-rip-1] version 2
[SwitchA-rip-1] quit
```

在 SwitchB 配置 RIPv2。

```
[SwitchB] rip
[SwitchB-rip-1] version 2
[SwitchB-rip-1] quit
```

在 SwitchC 配置 RIPv2。

```
[SwitchC] rip
[SwitchC-rip-1] version 2
[SwitchC-rip-1] quit
```

在 SwitchD 配置 RIPv2。

```
[SwitchD] rip
[SwitchD-rip-1] version 2
[SwitchD-rip-1] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看 SwitchA 的 RIP 路由表。

```
[SwitchA] display rip 1 route
  Route Flags: R - RIP
               A - Aging, G - Garbage-collect
------------------------------------------------------------------------------
 Peer 192.168.1.2  on Vlanif10
       Destination/Mask        Nexthop      Cost   Tag      Flags   Sec
          172.16.1.0/24      192.168.1.2       1    0         RA      32
            10.1.1.0/24      192.168.1.2       1    0         RA      32
```

从路由表中可以看出，RIPv2 发布的路由中带有更为精确的子网掩码信息。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
rip 1
 version 2
 network 192.168.1.0
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20 30
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif20
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
rip 1
 version 2
 network 192.168.1.0
 network 172.16.0.0
 network 10.0.0.0
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
rip 1
 version 2
 network 172.16.0.0
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 30
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
rip 1
 version 2
 network 10.0.0.0
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

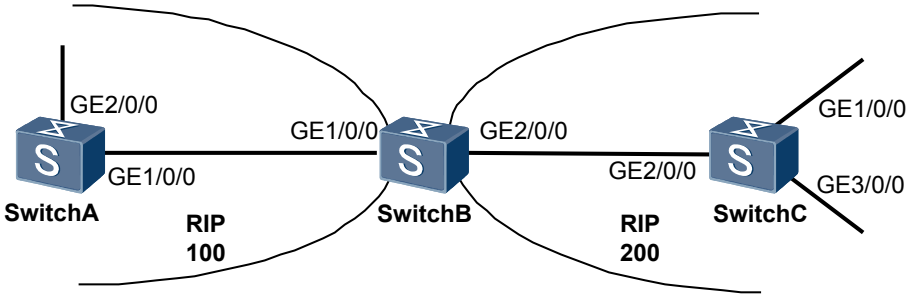
配置 RIP 引入外部路由示例

组网需求

如图 6-25 所示，SwitchB 上运行两个 RIP 进程：RIP100 和 RIP200。SwitchB 过 RIP100 和 SwitchA 换路由信息，通过 RIP200 和 SwitchC 换路由信息。

要求在 SwitchB 配置路由引入，将两个不同进程的 RIP 路由相互引入到对方的 RIP 进程中，将引入的 RIP200 的路由缺省度量值设为 3。并且需要在 SwitchB 配置过滤策略，对引入的 RIP200 的一条路由（192.168.4.0/24）进行过滤，使其不发布给 SwitchA。

图 6-25 配置 RIP 引入外部路由组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	192.168.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	192.168.0.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	192.168.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	192.168.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	192.168.2.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	192.168.3.1/24
SwitchC	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	192.168.4.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 RIP 引入外部路由：

1. 在各 Switch 上使能 RIP100 和 RIP200，指定网段。
2. 配置 SwitchB 将两个不同 RIP 进程的路由分别引入到对方的路由表中，并将引入的 RIP200 的缺省路由权值设为 3。
3. 在 SwitchB 配置 ACL，对引入的 RIP200 的路由进行过滤。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属 VLAN，具体数据如图 6-25 所示。
- 各 VLAN 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-25 所示。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 在 SwitchA 使能 RIP100，指定网段 192.168.1.0，192.168.0.0。
- 在 SwitchB 使能 RIP100 和 RIP200，指定网段 192.168.1.0，192.168.2.0。
- 在 SwitchC 使能 RIP200，指定网段 192.168.2.0，192.168.3.0，192.168.4.0。
- 在 SwitchB 将 RIP200 的路由引入 RIP100，并设置缺省路由权值为 3，配置 ACL2000，拒绝源地址为 192.168.4.0 网段的路由通过；将 RIP100 的路由引入 RIP200。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-Vlan10] quit
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] vlan 50
[SwitchA-Vlan50] quit
[SwitchA]interface GigabitEthernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 50
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 50
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC 的设置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 50
[SwitchA-vlanif50] ip address 192.168.0.1 24
[SwitchA-vlanif50] quit
```

SwitchB、SwitchC 的设置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 RIP 基本功能

在 SwitchA 启动 RIP 进程 100。

```
[SwitchA] rip 100
[SwitchA-rip-100] network 192.168.0.0
[SwitchA-rip-100] network 192.168.1.0
[SwitchA-rip-100] quit
```

在 SwitchB 启动两个 RIP 进程，进程号分别为 100 和 200。

```
[SwitchB] rip 100
[SwitchB-rip-100] network 192.168.1.0
[SwitchB-rip-100] quit
[SwitchB] rip 200
[SwitchB-rip-200] network 192.168.2.0
[SwitchB-rip-200] quit
```

在 SwitchC 启动 RIP 进程 200。

```
[SwitchC] rip 200
[SwitchC-rip-200] network 192.168.2.0
[SwitchC-rip-200] network 192.168.3.0
[SwitchC-rip-200] network 192.168.4.0
[SwitchC-rip-200] quit
```

查看 SwitchA 的路由表信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 7        Routes : 7

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

    192.168.0.0/24  Direct 0    0           D     192.168.0.1     Vlanif50
    192.168.0.1/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       Vlanif50
    192.168.1.0/24  Direct 0    0           D     192.168.1.1     Vlanif10
    192.168.1.1/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       Vlanif10
  192.168.1.255/32  Direct 0    0           D     192.168.1.2     Vlanif10
       127.0.0.0/8  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 4 配置 RIP 引入外部路由

在 SwitchB 设置缺省路由值为 3，并将两个不同 RIP 进程的路由相互引入到对方的路由表中。

```
[SwitchB] rip 100
[SwitchB-rip-100] default-cost 3
[SwitchB-rip-100] import-route rip 200
[SwitchB-rip-100] quit
[SwitchB] rip 200
[SwitchB-rip-200] import-route rip 100
[SwitchB-rip-200] quit
```

查看路由引入后 SwitchA 路由表信息。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10       Routes : 10

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

    192.168.0.0/24  Direct 0    0           D     192.168.0.1     Vlanif50
    192.168.0.1/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       Vlanif50
    192.168.1.0/24  Direct 0    0           D     192.168.1.1     Vlanif10
    192.168.1.1/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       Vlanif10
  192.168.1.255/32  Direct 0    0           D     192.168.1.2     Vlanif10
    192.168.2.0/24  RIP    100  4           D     192.168.1.2     Vlanif10
    192.168.3.0/24  RIP    100  4           D     192.168.1.2     Vlanif10
    192.168.4.0/24  RIP    100  4           D     192.168.1.2     Vlanif10
       127.0.0.0/8  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 5 配置 RIP 对引入的路由进行过滤

在 SwitchB 配置 ACL，并增加一条规则：拒绝源地址为 192.168.4.0/24 的数据包。

```
[SwitchB] acl 2000
[SwitchB-acl-basic-2000] rule deny source 192.168.4.0 0.0.0.255
[SwitchB-acl-basic-2000] rule permit
[SwitchB-acl-basic-2000] quit
```

在 SwitchB 按照 ACL 的规则对引入的 RIP 进程 200 的路由 192.168.4.0/24 进行过滤。

```
[SwitchB] rip 100
[SwitchB-rip-100] filter-policy 2000 export
[SwitchB-rip-100] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 验证配置结果

查看过滤后 SwitchA 路由表。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 9

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

    192.168.0.0/24  Direct 0    0           D   192.168.0.1     Vlanif50
    192.168.0.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       Vlanif50
    192.168.1.0/24  Direct 0    0           D   192.168.1.1     Vlanif10
    192.168.1.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       Vlanif10
  192.168.1.255/32  Direct 0    0           D   192.168.1.2     Vlanif10
    192.168.2.0/24  RIP    100  4           D   192.168.1.2     Vlanif10
    192.168.3.0/24  RIP    100  4           D   192.168.1.2     Vlanif10
       127.0.0.0/8  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 50
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
#

interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
rip 100
 network 192.168.0.0
 network 192.168.1.0
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20
#
acl number 2000
 rule 5 deny source 192.168.4.0 0.0.0.255
 rule 10 permit
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
rip 100
 default-cost 3
 network 192.168.1.0
 filter-policy 2000 export
 import-route rip 200
#
rip 200
 network 192.168.2.0
 import-route rip 100
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 20 30 40
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
rip 200
 network 192.168.2.0
 network 192.168.3.0
 network 192.168.4.0
#
return
```

6.2.3 OSPF 配置

介绍了 OSPF 的基本概念、配置步骤以及配置举例。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

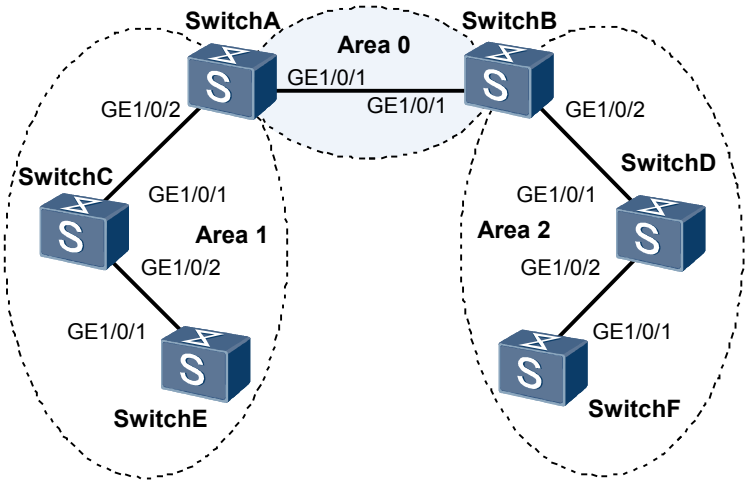
配置 OSPF 基本功能

组网需求

如图 6-26 所示，所有的 Switch 都运行 OSPF，并将整个自治系统划分为 3 个区域，其中 SwitchA 和 SwitchB 为 ABR 来转发区域之间的路由。

配置完成后，每台 Switch 都应学到自治系统内的到所有网段的路由。

图 6-26 OSPF 基本配置组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.0.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	192.168.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.0.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	192.168.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	192.168.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	172.16.1.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	192.168.2.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 50	172.17.1.1/24
SwitchE	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 40	172.16.1.2/24
SwitchF	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 50	172.17.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 OSPF 基本功能：

1. 配置各接口所属 VLAN ID。
2. 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址。
3. 在各 Switch 设备上使能 OSPF，指定不同区域内的网段。

版权所有 © 华为技术有限公司

4. 查看路由表及数据库信息。

数据准备

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-26 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-26 所示。
- 各 Switch 设备的 Router ID，OSPF 进程号以及各接口所属的区域。
  - SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段 192.168.0.0/24，在区域 1 的网段 192.168.1.0/24。
  - SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段 192.168.0.0/24，在区域 2 的网段 192.168.2.0/24。
  - SwitchC 的 Router ID 3.3.3.3，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 1 的网段 192.168.1.0/24，172.16.1.0/24。
  - SwitchD 的 Router ID 4.4.4.4，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 2 的网段 192.168.2.0/24，172.17.1.0/24。
  - SwitchE 的 Router ID 5.5.5.5，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 1 的网段 172.16.1.0/24。
  - SwitchF 的 Router ID 6.6.6.6，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 2 的网段 172.17.1.0/24。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.0.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 OSPF 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] router id 1.1.1.1
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.0.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] area 1
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] router id 2.2.2.2
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.0.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] area 2
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.2] network 192.168.2.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.2] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] router id 3.3.3.3
[SwitchC] ospf
[SwitchC-ospf-1] area 1
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 172.16.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] router id 4.4.4.4
[SwitchD] ospf
[SwitchD-ospf-1] area 2
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.2] network 192.168.2.0 0.0.0.255
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.17.1.0 0.0.0.255
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.2] quit
[SwitchD-ospf-1] quit
```

配置 SwitchE。

```
[SwitchE] router id 5.5.5.5
[SwitchE] ospf
[SwitchE-ospf-1] area 1
[SwitchE-ospf-1-area-0.0.0.1] network 172.16.1.0 0.0.0.255
[SwitchE-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchE-ospf-1] quit
```

配置 SwitchF。

```
[SwitchF] router id 6.6.6.6
[SwitchF] ospf
[SwitchF-ospf-1] area 2
[SwitchF-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.17.1.0 0.0.0.255
[SwitchF-ospf-1-area-0.0.0.2] quit
[SwitchF-ospf-1] quit
```

步骤 4 验证配置结果。

查看 SwitchA 的 OSPF 邻居。

```
[SwitchA] display ospf peer

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                 Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 192.168.0.1(Vlanif10)'s neighbors
 Router ID: 2.2.2.2      Address: 192.168.0.2      GR State: Normal
   State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
   DR: 192.168.0.1  BDR: 192.168.0.2  MTU: 0
   Dead timer due in 36  sec
   Neighbor is up for 00:15:04
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
                Neighbors

 Area 0.0.0.1 interface 192.168.1.1(Vlanif20)'s neighbors
 Router ID: 3.3.3.3       Address: 192.168.1.2      GR State: Normal
   State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
   DR: 192.168.1.1  BDR: 192.168.1.2  MTU: 0
   Dead timer due in 39  sec
   Neighbor is up for 00:07:32
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```

显示 SwitchA 的 OSPF 路由信息。

```
[SwitchA] display ospf routing

          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                  Routing Tables

 Routing for Network
 Destination      Cost  Type         NextHop         AdvRouter       Area
 172.16.1.0/24     2    Transit      192.168.1.2     3.3.3.3         0.0.0.1
 172.17.1.0/24     3    Inter-area   192.168.0.2     2.2.2.2         0.0.0.0
 192.168.0.0/24    1    Transit      192.168.0.1     1.1.1.1         0.0.0.0
 192.168.1.0/24    1    Transit      192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
 192.168.2.0/24    2    Inter-area   192.168.0.2     2.2.2.2         0.0.0.0

 Total Nets: 5
 Intra Area: 3  Inter Area: 2  ASE: 0  NSSA: 0
```

查看 SwitchA 的 LSDB。

```
[SwitchA] display ospf lsdb

          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                  Link State Database

                          Area: 0.0.0.0
 Type      LinkState ID    AdvRouter          Age  Len   Sequence   Metric
 Router    2.2.2.2         2.2.2.2            317  48    80000003   1
 Router    1.1.1.1         1.1.1.1            316  48    80000002   1
 Network   192.168.0.1     1.1.1.1            316  32    80000001   0
 Sum-Net   172.16.1.0      1.1.1.1            250  28    80000001   2
 Sum-Net   172.17.1.0      2.2.2.2            203  28    80000001   2
 Sum-Net   192.168.2.0     2.2.2.2            237  28    80000002   1
 Sum-Net   192.168.1.0     1.1.1.1            295  28    80000002   1

                          Area: 0.0.0.1
Type      LinkState ID    AdvRouter          Age  Len   Sequence   Metric
 Router    192.168.1.2     192.168.1.2        188  48    80000002   1
 Router    5.5.5.5         5.5.5.5            214  36    80000004   1
 Router    3.3.3.3         3.3.3.3            217  60    80000008   1
 Router    1.1.1.1         1.1.1.1            289  48    80000002   1
 Network   172.16.1.1      3.3.3.3            670  32    80000001   0
 Sum-Net   172.17.1.0      1.1.1.1            202  28    80000001   3
 Sum-Net   192.168.2.0     1.1.1.1            242  28    80000001   2
 Sum-Net   192.168.0.0     1.1.1.1            300  28    80000001   1
```

查看 SwitchD 的路由表，并使用 Ping 进行测试连通性。

```
[SwitchD] display ospf routing

          OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                  Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type         NextHop         AdvRouter       Area
 172.16.1.0/24      4     Inter-area   192.168.2.1     2.2.2.2         0.0.0.2
 172.17.1.0/24      1     Transit      172.17.1.1      4.4.4.4         0.0.0.2
 192.168.0.0/24     2     Inter-area   192.168.2.1     2.2.2.2         0.0.0.2
 192.168.1.0/24     3     Inter-area   192.168.2.1     2.2.2.2         0.0.0.2
 192.168.2.0/24     1     Transit      192.168.2.2     4.4.4.4         0.0.0.2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Total Nets: 5
 Intra Area: 2  Inter Area: 3  ASE: 0  NSSA: 0

[SwitchD] ping 172.16.1.1
  PING 172.16.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=62 ms
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=16 ms
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=62 ms
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=94 ms
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=63 ms

  --- 172.16.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 16/59/94 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
 area 0.0.0.2
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 router id 3.3.3.3
#
 vlan batch 20 40
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 router id 4.4.4.4
#
 vlan batch 30 50
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 172.17.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1
 area 0.0.0.2
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 172.17.1.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
router id 5.5.5.5
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchF 的配置文件

```
#
 sysname SwitchF
#
 router id 6.6.6.6
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 172.17.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1
 area 0.0.0.2
  network 172.17.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 OSPF 的 Stub 区域

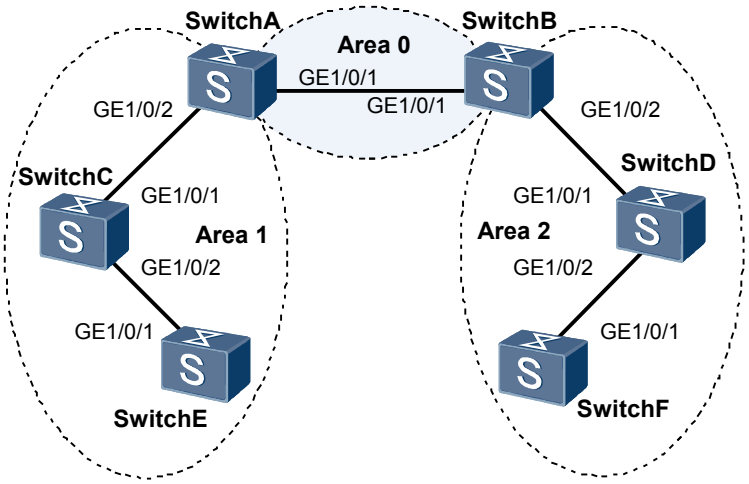
组网需求

如图 6-27 所示，所有的 Switch 都运行 OSPF，整个自治系统划分为 3 个区域。其中 SwitchA 和 SwitchB 作为 ABR 来转发区域之间的路由，SwitchD 作为 ASBR 引入了外部路由（静态路由）。

要求将 Area1 配置为 Stub 区域，减少通告到此区域内的 LSA 数量，但不影响路由的可达性。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-27 配置 OSPF Stub 区域组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.0.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	192.168.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.0.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	192.168.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	192.168.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	172.16.1.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	192.168.2.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 50	172.17.1.1/24
SwitchE	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 40	172.16.1.2/24
SwitchF	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 50	172.17.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 OSPF 的 Stub 区域：

1. 在各 Switch 上使能 OSPF，配置 OSPF 基本功能。
2. 在 SwitchD 上配置静态路由，并在 OSPF 中引入。
3. 配置 Area1 为 Stub 区域（需要在 Area1 内所有的 Switch 上配置 **Stub** 命令）。
4. 在 SwitchA 上配置禁止向 Stub 区域通告 Type3 LSA。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-27 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-27 所示。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 各 Switch 设备的 Router ID，OSPF 进程号以及各接口所属的区域。
  - SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 192.168.0.0/24，区域 1 的网段 192.168.1.0/24。
  - SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 192.168.0.0/24，区域 2 的网段 192.168.2.0/24。
  - SwitchC 的 Router ID 3.3.3.3，运行的 OSPF 进程号 1，区域 1 的网段 192.168.1.0/24，172.16.1.0/24。
  - SwitchD 的 Router ID 4.4.4.4，运行的 OSPF 进程号 1，区域 2 的网段 192.168.2.0/24，172.17.1.0/24。
  - SwitchE 的 Router ID 5.5.5.5，运行的 OSPF 进程号 1，区域 1 的网段 172.16.1.0/24。
  - SwitchF 的 Router ID 6.6.6.6，运行的 OSPF 进程号 1，区域 2 的网段 172.17.1.0/24。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.0.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 OSPF 基本功能(请参见举例**配置 OSPF 基本功能**)

步骤 4 配置 SwitchD 引入静态路由

在 SwitchD 引入静态路由，例如。

```
[SwitchD] ip route-static 200.0.0.0 8 null 0
[SwitchD] ospf
[SwitchD-ospf-1] import-route static type 1
[SwitchD-ospf-1] quit
```

查看 SwitchC 的 ABR/ASBR 信息。

```
[SwitchC] display ospf abr-asbr

        OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
               Routing Table to ABR and ASBR

 Type        Destination        Area        Cost  Nexthop         RtType
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
Intra-area  1.1.1.1          0.0.0.1     1    192.168.1.1      ABR
Inter-area  4.4.4.4          0.0.0.1     3    192.168.1.1      ASBR
```

查看 SwitchC 的 OSPF 路由表。

```
[SwitchC] display ospf routing

     OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type        NextHop         AdvRouter       Area
 172.16.1.0/24      1     Transit     172.16.1.1      3.3.3.3         0.0.0.1
 172.17.1.0/24      4     Inter-area  192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
 192.168.0.0/24     2     Inter-area  192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
 192.168.1.0/24     1     Transit     192.168.1.2     3.3.3.3         0.0.0.1
 192.168.2.0/24     3     Inter-area  192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1

 Routing for ASEs
 Destination        Cost      Type       Tag         NextHop         AdvRouter
 200.0.0.0/8        4         Type1      1           192.168.1.1     4.4.4.4

 Total Nets: 6
 Intra Area: 2  Inter Area: 3  ASE: 1  NSSA: 0
```

当 SwitchC 所在区域为普通区域时，可以看到路由表中存在 AS 外部的路由。

步骤 5 配置 Area1 为 Stub 区域

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 1
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] stub
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] ospf
[SwitchC-ospf-1] area 1
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.1] stub
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

配置 SwitchE。

```
[SwitchE] ospf
[SwitchE-ospf-1] area 1
[SwitchE-ospf-1-area-0.0.0.1] stub
[SwitchE-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchE-ospf-1] quit
```

查看 SwitchC 的路由表。

```
[SwitchC] display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type        NextHop         AdvRouter       Area
 0.0.0.0/0          2     Inter-area  192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
 172.16.1.0/24      1     Transit     172.16.1.1      3.3.3.3         0.0.0.1
 172.17.1.0/24      4     Inter-area  192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
 192.168.0.0/24     2     Inter-area  192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
 192.168.1.0/24     1     Transit     192.168.1.2     3.3.3.3         0.0.0.1
 192.168.2.0/24     3     Inter-area  192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Total Nets: 6
 Intra Area: 2  Inter Area: 4  ASE: 0  NSSA: 0
```

当把 SwitchC 所在区域配置为 Stub 区域时，已经看不到 AS 外部的路由，取而代之的是一条通往区域外部的缺省路由。

配置禁止向 Stub 区域通告 Type3 LSA。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 1
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] stub no-summary
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

步骤 6 验证配置结果

查看 SwitchC 的 OSPF 路由表。

```
[SwitchC] display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type           NextHop         AdvRouter       Area
 0.0.0.0/0           2     Inter-area     192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
 172.16.1.0/24       1     Transit        172.16.1.1      3.3.3.3         0.0.0.1
 192.168.1.0/24      1     Transit        192.168.1.2     3.3.3.3         0.0.0.1

 Total Nets: 3
Intra Area: 2  Inter Area: 1  ASE: 0  NSSA: 0
```

禁止向 Stub 区域通告 Summary-LSA 后，Stub 区域设备的路由表项进一步减少。路由表中已经看不到区域外部的路由，取而代之的是一条通往区域外部的缺省路由。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  stub no-summary
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

说明

SwitchB 和 SwitchF 的配置文件与前例相同，此处省略。

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 router id 3.3.3.3
#
 vlan batch 20 40
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40#
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
  stub
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 30 50
#
 router id 4.4.4.4
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 172.17.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1
 import-route static type 1
 area 0.0.0.2
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 172.17.1.0 0.0.0.255
#
 ip route-static 200.0.0.0 255.0.0.0 NULL0
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchE
#
 router id 5.5.5.5
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
  stub
#
return
```

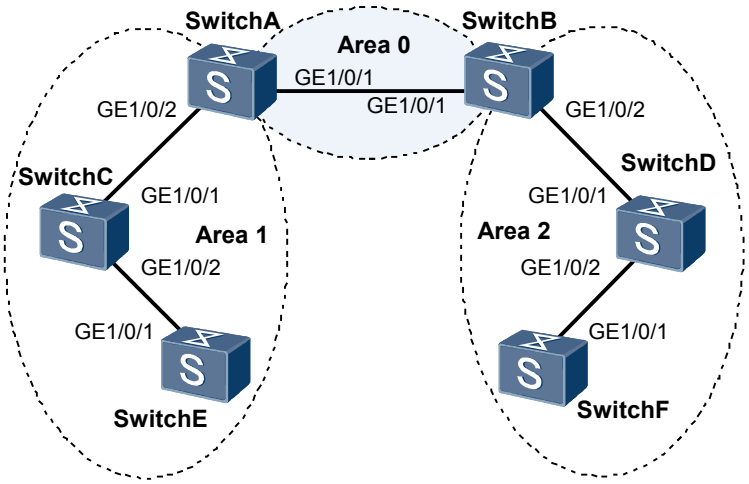
配置 OSPF 的 NSSA 区域

组网需求

如图 6-28 所示，所有的 Switch 都运行 OSPF，整个自治系统划分为 3 个区域。其中 SwitchASwitchB 作为 ABR 来转发区域之间的路由，SwitchD 作为 ASBR 引入了外部路由（静态路由）。

要求将 Area1 配置为 NSSA 区域，同时将 SwitchC 配置为 ASBR 引入外部路由（静态路由），且路由信息可正确的在 AS 内传播。

图 6-28 配置 OSPF NSSA 区域组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.0.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	192.168.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.0.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	192.168.2.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	192.168.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	172.16.1.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	192.168.2.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 50	172.17.1.1/24
SwitchE	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 40	172.16.1.2/24
SwitchF	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 50	172.17.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 OSPF 的 NSSA 区域：

1. 在各 Switch 上使能 OSPF，配置 OSPF 基本功能。
2. 在 SwitchD 配置静态路由，并在 OSPF 中引入。
3. 配置 Area1 为 NSSA 区域（需要在 Area1 内所有的设备上配置 **nssa** 命令），查看 SwitchC 的 OSPF 路由信息。
4. 在 SwitchC 配置静态路由，并在 OSPF 中引入，查看 SwitchD 的 OSPF 路由信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-28 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-28 所示。
- 各 Switch 设备的 Router ID，OSPF 进程号以及各接口所属的区域。
  - SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 192.168.0.0/24，区域 1 的网段 192.168.1.0/24。
  - SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 192.168.0.0/24，区域 2 的网段 192.168.2.0/24。
  - SwitchC 的 Router ID 3.3.3.3，运行的 OSPF 进程号 1，区域 1 的网段 192.168.1.0/24，172.16.1.0/24。
  - SwitchD 的 Router ID 4.4.4.4，运行的 OSPF 进程号 1，区域 2 的网段 192.168.2.0/24，172.17.1.0/24。
  - SwitchE 的 Router ID 5.5.5.5，运行的 OSPF 进程号 1，区域 1 的网段 172.16.1.0/24。
  - SwitchF 的 Router ID 6.6.6.6，运行的 OSPF 进程号 1，区域 2 的网段 172.17.1.0/24。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-GigabitEthernett1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 上的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.0.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 上的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 OSPF 基本功能（请参见举例**配置 OSPF 基本功能**）

步骤 4 配置 SwitchD 引入静态路由（请参见举例**配置 OSPF 的 Stub 区域**）

步骤 5 配置 Area1 区域为 NSSA 区域

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 1
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] nssa default-route-advertise no-summary
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] ospf
[SwitchC-ospf-1] area 1
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.1] nssa
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

配置 SwitchE。

```
[SwitchE] ospf
[SwitchE-ospf-1] area 1
[SwitchE-ospf-1-area-0.0.0.1] nssa
[SwitchE-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchE-ospf-1] quit
```

说明

建议在 ABR（SwitchA）上配置 **default-route-advertise no-summary** 参数，这样可以减少 NSSA 区域设备的路由表容量。其他位于 NSSA 区域的设备只需配置 **nssa** 命令就可以。

查看 SwitchC 的 OSPF 路由表。

```
[SwitchC] display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type          NextHop         AdvRouter       Area
 0.0.0.0/0          2     Inter-area    192.168.1.1     1.1.1.1         0.0.0.1
 172.16.1.0/24      1     Transit       172.16.1.1      3.3.3.3         0.0.0.1
 192.168.1.0/24     1     Transit       192.168.1.2     3.3.3.3         0.0.0.1

 Total Nets: 3
 Intra Area: 2  Inter Area: 1  ASE: 0  NSSA: 0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 配置 SwitchC 引入静态路由

在 SwitchC 入静态路由，例如。

```
[SwitchC] ip route-static 100.0.0.0 8 null 0
[SwitchC] ospf
[SwitchC-ospf-1] import-route static
[SwitchC-ospf-1] quit
```

步骤 7 验证配置结果

查看 SwitchD 的 OSPF 路由表。

```
[SwitchD] display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type         NextHop         AdvRouter       Area
 172.16.1.0/24      4     Inter-area   192.168.2.1     2.2.2.2         0.0.0.2
 172.17.1.0/24      1     Transit      172.17.1.1      4.4.4.4         0.0.0.2
 192.168.0.0/24     2     Inter-area   192.168.2.1     2.2.2.2         0.0.0.2
 192.168.1.0/24     3     Inter-area   192.168.2.1     2.2.2.2         0.0.0.2
 192.168.2.0/24     1     Transit      192.168.2.2     4.4.4.4         0.0.0.2
 Routing for ASEs
 Destination        Cost      Type       Tag         NextHop         AdvRouter
 100.0.0.0/8        1         Type2      1           192.168.2.1     1.1.1.1

 Total Nets: 6
 Intra Area: 2  Inter Area: 3  ASE: 1  NSSA: 0
```

在 SwitchD 可以看到 NSSA 区域引入的一条 AS 外部的路由。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernett1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  nssa default-route-advertise no-summary
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

说明

SwitchB、SwitchDSwitchF 的配置文件与前例相同，此处省略。

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 router id 3.3.3.3
#
 vlan batch 20 40
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 import-route static
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
  nssa
#
ip route-static 100.0.0.0 255.0.0.0 NULL0
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 router id 5.5.5.5
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
  nssa
#
return
```

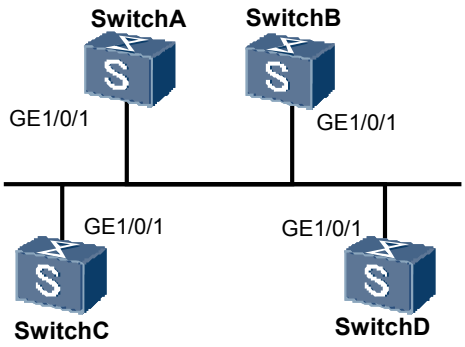
配置 OSPF 的 DR 选择

组网需求

在图 6-29 中，SwitchA 的优先级为 100，它是网络上的最高优先级，所以 SwitchA 选为 DR；SwitchC 优先级第二高的，被选为 BDR；SwitchB 优先级为 0，这意味着它将无法成为 DR 或 BDR；SwitchD 没有配置优先级，取缺省值 1。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-29 配置 OSPF 的 DR 选择组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.3/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.4/24

配置步骤

采用如下的思路配置 OSPF 的 DR 选择：

1. 配置各接口所属 VLAN ID。
2. 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址。
3. 配置各台 Switch 上 Router ID，使能 OSPF，指定网段。
4. 在缺省优先级情况下，查看各台 Switch 的 DR/BDR 状态。
5. 配置接口上的 DR 优先级，查看 DR/BDR 状态。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-29 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-29 所示。
- 各 Switch 设备的 Router ID，OSPF 进程号，各接口所属的区域以及 DR 优先级。
  - SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段 192.168.1.0/24，DR 优先级 100。
  - SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段 192.168.1.0/24，DR 优先级 0。
  - SwitchC 的 Router ID 3.3.3.3，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段 192.168.1.0/24，DR 优先级 2。
  - SwitchD 的 Router ID 4.4.4.4，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段 192.168.1.0/24，DR 优先级取缺省值 1。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.1.1 24
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 OSPF 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] router id 1.1.1.1
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] router id 2.2.2.2
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] router id 3.3.3.3
[SwitchC] ospf
[SwitchC-ospf-1] area 0
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] router id 4.4.4.4
[SwitchD] ospf
[SwitchD-ospf-1] area 0
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchD-ospf-1] quit
```

查看 DR/BDR 的状态。

```
[SwitchA] display ospf peer

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                 Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 192.168.1.1(Vlanif10)'s neighbors
 Router ID: 2.2.2.2      Address: 192.168.1.2      GR State: Normal
   State: 2-Way  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  DR: 192.168.1.4  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
  Dead timer due in 32  sec
  Neighbor is up for 00:00:00
  Authentication Sequence: [ 0 ]

 Router ID: 3.3.3.3      Address: 192.168.1.3      GR State: Normal
  State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
  DR: 192.168.1.4  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
  Dead timer due in 37  sec
  Neighbor is up for 00:04:06
  Authentication Sequence: [ 0 ]

 Router ID: 4.4.4.4      Address: 192.168.1.4      GR State: Normal
  State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
  DR: 192.168.1.4  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
  Dead timer due in 37  sec
  Neighbor is up for 00:03:53
  Authentication Sequence: [ 0 ]
```

查看 SwitchA 的邻居信息，可以看到 DR 优先级（缺省为 1）以及邻居状态，此时 SwitchD 为 DR，SwitchC 为 BDR。

说明

当优先级相同时，Router ID 高的为 DR。如果 Switch 的某个 Ethernet 接口成为 DR 之后，则这台 Switch 的其他广播接口在进行后续的 DR 选择时，具有高优先权。即选择已经是 DR 的 Switch 作为 DR，DR 不可抢占。

步骤 4 配置接口上的 DR 优先级

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] interface Vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ospf dr-priority 100
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] interface Vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] ospf dr-priority 0
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] interface Vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] ospf dr-priority 2
[SwitchC-Vlanif10] quit
```

查看 DR/BDR 的状态。

```
[SwitchD] display ospf peer

         OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 192.168.1.4(Vlanif10)'s neighbors
 Router ID: 1.1.1.1      Address: 192.168.1.1      GR State: Normal
   State: Full  Mode:Nbr is  Slave  Priority: 100
   DR: 192.168.1.4  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
   Dead timer due in 31  sec
   Neighbor is up for 00:11:17
   Authentication Sequence: [ 0 ]
 Router ID: 2.2.2.2      Address: 192.168.1.2      GR State: Normal
   State: Full  Mode:Nbr is  Slave  Priority: 0
   DR: 192.168.1.4  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
   Dead timer due in 35  sec
   Neighbor is up for 00:11:19
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Router ID: 3.3.3.3      Address: 192.168.1.3      GR State: Normal
  State: Full  Mode:Nbr is  Slave  Priority: 2
  DR: 192.168.1.4  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
  Dead timer due in 33  sec
  Neighbor is up for 00:11:15
  Authentication Sequence: [ 0 ]
```

说明

接口上的 DR 优先级在配置之后并不会立即生效。

步骤 5 重启 OSPF 进程

在各 Switch 的用户视图下，同时执行命令 **reset ospf 1 process**，以重启 OSPF 进程。

步骤 6 验证配置结果

查看 OSPF 邻居状态。

```
[SwitchD] display ospf peer

         OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                 Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 192.168.1.4(Vlanif10)'s neighbors
 Router ID: 1.1.1.1      Address: 192.168.1.1      GR State: Normal
   State: Full  Mode:Nbr is  Slave  Priority: 100
   DR: 192.168.1.1  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
   Dead timer due in 35  sec
   Neighbor is up for 00:07:19
   Authentication Sequence: [ 0 ]

 Router ID: 2.2.2.2      Address: 192.168.1.2      GR State: Normal
   State: 2-Way  Mode:Nbr is  Master  Priority: 0
   DR: 192.168.1.1  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
   Dead timer due in 35  sec
   Neighbor is up for 00:00:00
   Authentication Sequence: [ 0 ]

 Router ID: 3.3.3.3      Address: 192.168.1.3      GR State: Normal
   State: Full  Mode:Nbr is  Slave  Priority: 2
   DR: 192.168.1.1  BDR: 192.168.1.3  MTU: 0
   Dead timer due in 37  sec
   Neighbor is up for 00:07:17
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```

查看 OSPF 接口的状态。

```
[SwitchA] display ospf interface

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                 Interfaces

 Area: 0.0.0.0          (MPLS TE not enabled)
 IP Address      Type         State    Cost  Pri   DR              BDR
 192.168.1.1     Broadcast    DR       1     100   192.168.1.1     192.168.1.3

[SwitchB] display ospf interface

         OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2
                 Interfaces

 Area: 0.0.0.0          (MPLS TE not enabled)
 IP Address      Type         State      Cost  Pri   DR              BDR
 192.168.1.2     Broadcast    DROther    1     0     192.168.1.1     192.168.1.3
```

如果邻居的状态是 Full，这说明它和邻居之间形成了邻接关系；如果停留在 2-Way 的状态，则说明他们都不是 DR 或 BDR，两者之间不需要交换 LSA。

版权所有 © 华为技术有限公司

如果 OSPF 接口的状态是 DROther，则说明它既不是 DR，也不是 BDR。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 ospf dr-priority 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 ospf dr-priority 0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 router id 3.3.3.3
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.3 255.255.255.0
 ospf dr-priority 2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

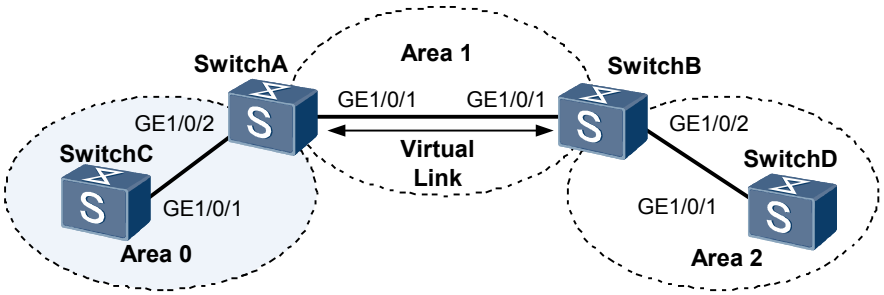
```
#
 sysname SwitchD
#
 router id 4.4.4.4
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.4 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernett1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 OSPF 虚连接

组网需求

在图 6-30 中，Area2 没有与骨干区域直接相连。Area1 被用作传输区域（Transit Area）来连接 Area2 和 Area0。SwitchA、SwitchB 之间配置一条虚连接。

图 6-30 配置 OSPF 虚连接的组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	10.1.1.1/8
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	172.16.1.1/16
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	10.1.1.2/8
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	172.16.1.2/16

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 OSPF 虚连接：

1. 在各 Switch 上使能 OSPF，配置 OSPF 基本功能。
2. 在 SwitchA、SwitchB 上配置虚连接，使非骨干区域与骨干区域连通。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-30 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-30 所示。
- 各 Switch 设备的 Router ID，OSPF 进程号以及各接口所属的区域。
  - SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，运行的 OSPF 进程号 1，区域 1 的网段 192.168.1.0/24，区域 0 的网段 10.0.0.0/8。
  - SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，运行的 OSPF 进程号 1，区域 1 的网段 192.168.1.0/24，区域 2 的网段 172.16.0.0/16。
  - SwitchC 的 Router ID 3.3.3.3，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 10.0.0.0/8。
  - SwitchD 的 Router ID 4.4.4.4，运行的 OSPF 进程号 1，区域 2 的网段 172.16.0.0/16。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1]port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1]port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 10.1.1.1 8
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 OSPF 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf 1 router-id 1.1.1.1
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.0.0.0 0.255.255.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] area 1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] ospf 1 router-id 2.2.2.2
[SwitchB-ospf-1] area 1
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchB-ospf-1] area 2
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.16.0.0 0.0.255.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.2] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] ospf 1 router-id 3.3.3.3
[SwitchC-ospf-1] area 0
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.0.0.0 0.255.255.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] ospf 1 router-id 4.4.4.4
[SwitchD-ospf-1] area 2
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.16.0.0 0.0.255.255
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.2] quit
[SwitchD-ospf-1] quit
```

查看 SwitchA 的 OSPF 路由表。

```
[SwitchA] display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type         NextHop         AdvRouter       Area
 10.0.0.0/8          1     Transit     10.1.1.1        3.3.3.3         0.0.0.0
 192.168.1.0/24      1     Transit     192.168.1.1     2.2.2.2         0.0.0.1
 Total Nets: 2
 Intra Area: 2  Inter Area: 0  ASE: 0  NSSA: 0
```

由于 Area2 没有与 Area0 直接相连，所以 SwitchA 路由表中没有 Area2 中的路由。

步骤 4 配置虚连接

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 1
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] vlink-peer 2.2.2.2
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] area 1
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.1] vlink-peer 1.1.1.1
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看 SwitchA 的 OSPF 路由表。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type           NextHop         AdvRouter       Area
 172.16.0.0/16      2     Inter-area     192.168.1.2     2.2.2.2         0.0.0.0
 10.0.0.0/8         1     Transit        10.1.1.1        1.1.1.1         0.0.0.0
 192.168.1.0/24     1     Transit        192.168.1.1     2.2.2.2         0.0.0.1

 Total Nets: 3
 Intra Area: 2  Inter Area: 1  ASE: 0  NSSA: 0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1 router-id 1.1.1.1
 area 0.0.0.0
  network 10.0.0.0 0.255.255.255
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  vlink-peer 2.2.2.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 172.16.1.1 255.255.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1 router-id 2.2.2.2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  vlink-peer 1.1.1.1
 area 0.0.0.2
  network 172.16.0.0 0.0.255.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1 router-id 3.3.3.3
 area 0.0.0.0
  network 10.0.0.0 0.255.255.255
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan 30
#
interface Vlanif30
 ip address 172.16.1.2 255.255.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1 router-id 4.4.4.4
 area 0.0.0.2
  network 172.16.0.0 0.0.255.255
#
return
```

配置 OSPF 负载分担

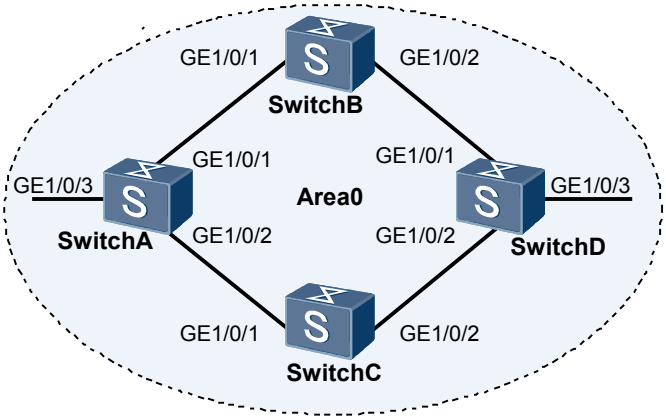
组网需求

如图 6-31 所示：

- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 之间通过 OSPF 协议达到 IP 网络互连的目的。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 同属于区域 0。
- 要求配置负载分担，使得 SwitchA 流量，可以分别通过 SwitchB 和 SwitchC 送到 SwitchD。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-31 配置 OSPF 负载分担组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	10.1.2.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 50	172.16.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	192.168.0.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	10.1.2.2./24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	192.168.1.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	192.168.0.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	192.168.1.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 60	172.17.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 OSPF 的负载分担：

1. 在各 Switch 上使能 OSPF 基本功能，实现互连。
2. 取消负载分担，查看路由表信息。
3. 在 SwitchA 配置等价路由优先级（可选配置）。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-31 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-31 所示。
- 各 Switch 设备的 Router ID，OSPF 进程号以及各接口所属的区域。
  - SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 10.1.1.0/24、10.1.2.0/24 和 172.16.1.0/24。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

  - SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 10.1.1.0/24 和 192.168.0.0/24。
  - SwitchC 的 Router ID 3.3.3.3，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 10.1.2.0/24 和 192.168.1.0/24。
  - SwitchD 的 Router ID 4.4.4.4，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 172.17.1.0/24、192.168.0.0/24 和 192.168.1.0/24。
- SwitchA 上负载分担数目为 1。
- SwitchC 的等价路由优先级权值为 1。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20 50
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid pvid vlan 50
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid untagged vlan 50
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 10.1.2.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
[SwitchA] interface vlanif 50
[SwitchA-Vlanif50] ip address 172.16.1.1 24
[SwitchA-Vlanif50] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 OSPF 的基本功能（请参见举例**配置 OSPF 基本功能**）

步骤 4 在 Switch 上取消负载分担配置

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] maximum load-balancing 1
[SwitchA-ospf-1] quit
```

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11        Routes : 11

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
        10.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
      10.1.2.0/24  Direct  0    0        D        10.1.2.1        Vlanif20
      10.1.2.1/32  Direct  0    0        D        127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.0/8  Direct  0    0        D        127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32 Direct  0    0        D        127.0.0.1       InLoopBack0
     172.16.1.0/24 Direct  0    0        D        172.16.1.1      Vlanif50
     172.16.1.1/32 Direct  0    0        D        127.0.0.1       InLoopBack0
     172.17.1.0/24 OSPF    10   3        D        10.1.1.2        Vlanif10
    192.168.0.0/24 OSPF    10   2        D        10.1.1.2        Vlanif10
    192.168.1.0/24 OSPF    10   2        D        10.1.2.2        Vlanif20
```

从路由表中可以看出，当配置负载分担最大等价路由条数为 1 后，到达目标网段 172.17.1.0 的下一跳为 10.1.1.2。

说明

由于 OSPF 对等价路由下一跳的选择是随机的，所以上面例子中 10.1.1.2 被选为最优下一跳。

步骤 5 在 SwitchA 上恢复负载分担路由的缺省数量

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] undo maximum load-balancing
[SwitchA-ospf-1] quit
```

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11       Routes : 12

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

       10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.2.0/24  Direct  0    0           D   10.1.2.1        Vlanif20
       10.1.2.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.0/8  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32 Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      172.16.1.0/24 Direct  0    0           D   172.16.1.1      Vlanif50
      172.16.1.1/32 Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      172.17.1.0/24 OSPF    10   3           D   10.1.1.2        Vlanif10
                    OSPF    10   3           D   10.1.2.2        Vlanif20
     192.168.0.0/24 OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
     192.168.1.0/24 OSPF    10   2           D   10.1.2.2        Vlanif20
```

从路由表可以看出，当取消负载分担条数设置即恢复缺省配置后，由于最大等价路由条数的缺省值为 6，因此 SwitchA 的两个下一跳 10.1.1.2（SwitchB）和 10.1.2.2（SwitchC）均成为有效路由。

步骤 6（可选配置）在 SwitchA 上配置等价路由优先级

如果不希望 SwitchB 和 SwitchC 形成负载分担，可以配置等价路由优先级，指定下一跳。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] nexthop 10.1.2.2 weight 1
[SwitchA-ospf-1] quit
```

查看 SwitchA 的路由表

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11       Routes : 11

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
       10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  10.1.1.1/32  Direct  0    0        D   127.0.0.1       InLoopBack0
  10.1.2.0/24  Direct  0    0        D   10.1.2.1        Vlanif20
  10.1.2.1/32  Direct  0    0        D   127.0.0.1       InLoopBack0
 127.0.0.0/8   Direct  0    0        D   127.0.0.1       InLoopBack0
 127.0.0.1/32  Direct  0    0        D   127.0.0.1       InLoopBack0
172.16.1.0/24  Direct  0    0        D   172.16.1.1      Vlanif50
172.16.1.1/32  Direct  0    0        D   127.0.0.1       InLoopBack0
172.17.1.0/24  OSPF    10   3        D   10.1.2.2        Vlanif20
192.168.0.0/24 OSPF    10   2        D   10.1.1.2        Vlanif10
192.168.1.0/24 OSPF    10   2        D   10.1.2.2        Vlanif20
```

从路由表中可以看出，当配置等价路由的优先级后，由于下一跳为 10.1.2.2（SwitchC）的优先级（权值为 1）高于下一跳为 10.1.1.2（SwitchB）的优先级，所以 OSPF 优先选择下一跳为 10.1.2.2 为唯一最优路由。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20 50
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1 router-id 1.1.1.1
 nexthop 10.1.2.2 weight 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernett1/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1 router-id 2.2.2.2
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 40
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1 router-id 3.3.3.3
 area 0.0.0.0
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 30 40 60
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif60
 ip address 172.17.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
ospf 1 router-id 4.4.4.4
 area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 172.17.1.0 0.0.0.255
#
return
```

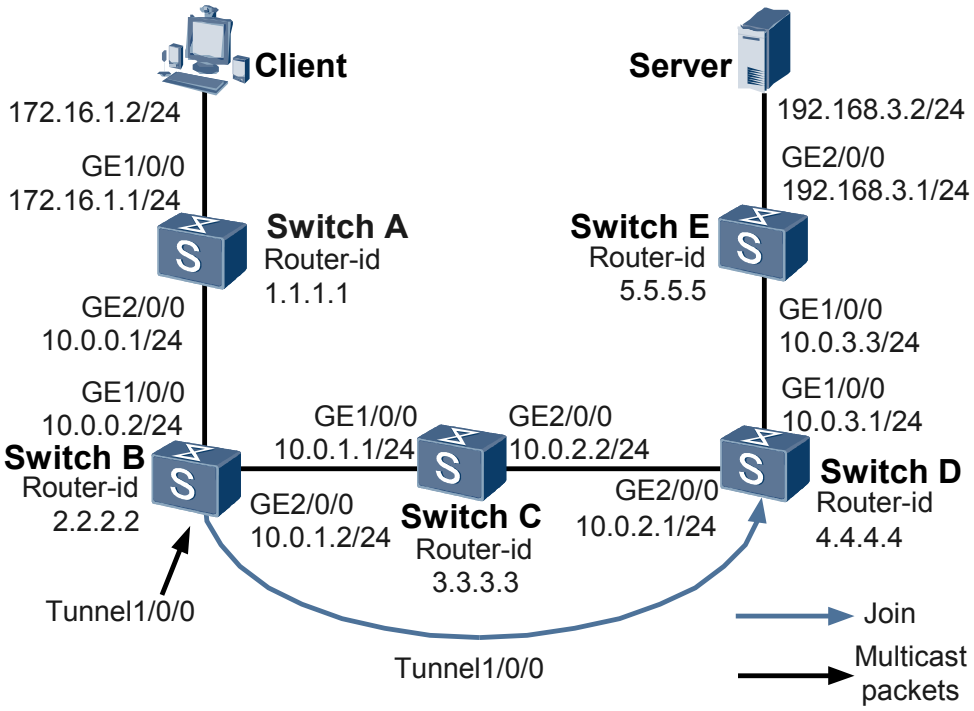
配置本地 MT 特性示例

组网需求

如图 6-32 所示：

- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 均为运行 OSPF 的交换机；
- 从 SwitchB 到 SwitchD 建立一条 TE 隧道；
- 在 SwitchB 上使能 IGP Shortcut。

图 6-32 配置 OSPF 本地 MT 特性组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	172.16.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.0.0.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.0.0.2/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	10.0.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.0.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.0.2.2/24
SwitchD	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.0.2.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.0.3.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.0.3.3/24
SwitchE	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	192.168.3.1/24

配置思路

采用如下的思路配置本地 MT 特性：

1. 在各交换机上使能 OSPF 基本功能；
2. 配置组播 PIM-SM；
3. 配置 MPLS RSVP-TE 隧道，并使能 OSPF IGP-Shortcut；
4. 使能本地 MT 特性。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各交换机接口的 IP 地址如表 6-1。
- 隧道接口为 TE-Tunnel1/0/0，借用 Loopback0 的 IP 地址，隧道封装协议为 MPLS TE，目的地址为 4.4.4.4，隧道 ID 为 100，隧道信令协议为 rsvp-te。

表 6-1 接口的 IP 地址

交换机	Loopback0 的 IP 地址
SwitchA	1.1.1.1/32
SwitchB	2.2.2.2/32
SwitchC	3.3.3.3/32
SwitchD	4.4.4.4/32
SwitchE	5.5.5.5/32

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE 上的配置同 SwitchA(略)

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址，并使能 OSPF

按照图 6-32 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址和掩码，配置 OSPF 路由协议，具体配置过程略。

步骤 3 配置 PIM-SM

在所有交换机上使能组播功能，在各接口上使能 PIM-SM 功能。SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface vlanif20
[SwitchA-Vlanif20] pim sm
[SwitchA-Vlanif20] quit
[SwitchA] interface vlanif10
[SwitchA-Vlanif10] pim sm
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

在 SwitchA 连接用户主机的接口上使能 IGMP 功能。

```
[SwitchA] interface vlanif10
[SwitchA-Vlanif10] igmp enable
[SwitchA-Vlanif10] igmp version 3
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 C-BSR 和 C-RP。在 SwitchD 上配置 RP 通告的服务范围，及 C-BSR 和 C-RP 的位置。

```
[SwitchD] pim
[SwitchD-pim] c-bsr vlanif10
[SwitchD-pim] c-rp vlanif10
[SwitchD-pim] quit
```

通过使用 **display multicast routing-table** 命令可以查看交换机组播路由表。以 SwitchC 为例。

```
[SwitchC] display multicast routing-table
Multicast routing table of VPN-Instance: public net
 Total 3 entries
 00001. (192.168.3.8, 224.31.31.31)
       Uptime: 15:03:04
       Upstream Interface: Vlanif20
       List of 1 downstream interface
           1:  Vlanif10
 00002. (192.168.3.9, 224.31.31.31)
       Uptime: 15:03:04
       Upstream Interface: Vlanif20
       List of 1 downstream interface
           1:  Vlanif10
 00003. (192.168.3.10, 224.31.31.31)
       Uptime: 15:03:04
       Upstream Interface: Vlanif20
       List of 1 downstream interface
           1:  Vlanif10
```

步骤 4 配置 MPLS RSVP-TE 隧道

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] mpls lsr-id 2.2.2.2
[SwitchB] mpls
[SwitchB-mpls] mpls te
[SwitchB-mpls] mpls rsvp-te
[SwitchB-mpls] mpls te cspf
[SwitchB-mpls] quit
[SwitchB] interface vlanif30
[SwitchB-Vlanif30] mpls
[SwitchB-Vlanif30] mpls te
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-Vlanif30] mpls rsvp-te
[SwitchB-v] quit
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] enable traffic-adjustment
[SwitchB-ospf-1] opaque-capability enable
[SwitchB-ospf-1] area 0.0.0.0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] mpls lsr-id 3.3.3.3
[SwitchC] mpls
[SwitchC-mpls] mpls te
[SwitchC-mpls] mpls rsvp-te
[SwitchC-mpls] quit
[SwitchC] interface vlanif30
[SwitchC-Vlanif30] mpls
[SwitchC-Vlanif30] mpls te
[SwitchC-Vlanif30] mpls rsvp-te
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchC] interface vlanif40
[SwitchC-Vlanif40] mpls
[SwitchC-Vlanif40] mpls te
[SwitchC-Vlanif40] mpls rsvp-te
[SwitchC-Vlanif40] quit
[SwitchC] ospf 1
[SwitchC-ospf-1] opaque-capability enable
[SwitchC-ospf-1] area 0.0.0.0
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] mpls lsr-id 4.4.4.4
[SwitchD] mpls
[SwitchD-mpls] mpls te
[SwitchD-mpls] mpls rsvp-te
[SwitchD-mpls] quit
[SwitchD] interface vlanif50
[SwitchD-Vlanif50] mpls
[SwitchD-Vlanif50] mpls te
[SwitchD-Vlanif50] mpls rsvp-te
[SwitchD-Vlanif50] quit
[SwitchD] ospf 1
[SwitchD-ospf-1] opaque-capability enable
[SwitchD-ospf-1] area 0.0.0.0
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

配置 MPLS TE 隧道，并使能 IGP Shortcut。

在 SwitchB 上配置 MPLS TE 隧道，使能 IGP Shortcut。

```
[SwitchB] interface tunnel 1/0/0
[SwitchB-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 0
[SwitchB-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[SwitchB-Tunnel1/0/0] destination 4.4.4.4
[SwitchB-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[SwitchB-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[SwitchB-Tunnel1/0/0] mpls te igp shortcut ospf
[SwitchB-Tunnel1/0/0] mpls te igp metric relative -10
[SwitchB-Tunnel1/0/0] quit
```

查看 SwitchB 的 OSPF 路由表，可以看到，MPLS TE 隧道已经被建立。

```
[SwitchB] display ip routing-table
Routing Tables: Public
         Destinations : 14       Routes : 14
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
     2.2.2.2/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
     3.3.3.3/32   OSPF   10   1           D  10.0.1.1        Vlanif30
     4.4.4.4/32   OSPF   10   1           D  2.2.2.2         Tunnel1/0/0
     5.5.5.5/32   OSPF   10   2           D  2.2.2.2         Tunnel1/0/0
    10.0.0.0/24   Direct 0    0           D  10.0.0.2        Vlanif20
    10.0.0.2/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
    10.0.1.0/24   Direct 0    0           D  10.0.1.2        Vlanif30
    10.0.1.2/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
    10.0.2.0/24   OSPF   10   2           D  10.0.1.1        Vlanif30
                  OSPF   10   2           D  10.0.1.1        Tunnel1/0/0
    10.0.3.0/24   OSPF   10   2           D  2.2.2.2         Tunnel1/0/0
   127.0.0.0/8    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
   127.0.0.1/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
  172.16.1.0/24   OSPF   10   2           D  10.0.0.1        Vlanif30
  192.168.3.0/24  OSPF   10   3           D  2.2.2.2         Tunnel1/0/0
```

在被 TE-Tunnel 穿越的交换机 SwitchC 上查看组播路由表。

```
[SwitchC] display multicast routing-table
```

没有显示任何组播表项，说明组播报文被丢弃。

步骤 5 配置本地 MT 特性

在 SwitchB 上使能本地 MT 特性。

```
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] local-mt enable
[SwitchB-ospf-1] quit
```

步骤 6 验证配置结果

此时再次查看 SwitchC 的组播路由表，已经有组播路由。

```
[SwitchC] display multicast routing-table
Multicast routing table of VPN-Instance: public net
 Total 3 entries
 00001. (192.168.3.8, 224.31.31.31)
       Uptime: 00:00:19
       Upstream Interface: Vlanif40
       List of 1 downstream interface
           1:  Vlanif30
 00002. (192.168.3.9, 224.31.31.31)
       Uptime: 00:00:19
       Upstream Interface: Vlanif40
       List of 1 downstream interface
           1:  Vlanif30
 00003. (192.168.3.10, 224.31.31.31)
       Uptime: 00:00:19
       Upstream Interface: Vlanif40
       List of 1 downstream interface
           1:  Vlanif30
```

在 SwitchB 上查看 MIGP 路由表。

```
[SwitchB] display migp routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: MIGP
         Destinations : 4        Routes : 4
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
4.4.4.4/32           OSPF   10   2             10.0.1.1        Vlanif30
5.5.5.5/32           OSPF   10   3             10.0.1.1        Vlanif30
10.0.3.0/24          OSPF   10   2             10.0.1.1        Vlanif30
192.168.3.0/24       OSPF   10   3             10.0.1.1        Vlanif30
```

原来出接口为 TE-Tunnel 的路由，其下一跳在 MIGP 路由表中均被计算出物理出接口。

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
vlan batch 10 20
#
multicast routing-enable
#
interface Vlanif10
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
interface Vlanif20
 ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp version 3
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
  network 10.0.0.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
vlan batch 20 30
#
multicast routing-enable
#
interface Vlanif20
 ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls te
mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 10.0.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 enable traffic-adjustment
 local-mt enable
 area 0.0.0.0
  network 10.0.0.0 0.0.0.255
  network 10.0.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 pim sm
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack0
 tunnel-protocol mpls te
 destination 4.4.4.4
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te igp shortcut ospf
 mpls te igp metric relative -10
 mpls te commit
#
pim
 C-BSR LoopBack0
 C-RP LoopBack0
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 30 40
#
multicast routing-enable
#
interface Vlanif30
 ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls te
mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.0.2.2 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.0.1.0 0.0.0.255
  network 10.0.2.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 #
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
#
 router id 4.4.4.4
#
vlan batch 40 50
#
multicast routing-enable
#
interface Vlanif40
 ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif50
 ip address 10.0.3.1 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.0.2.0 0.0.0.255
  network 10.0.3.0 0.0.0.255
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
pim
 C-BSR GigabitEthernet1/0/0
 C-RP GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

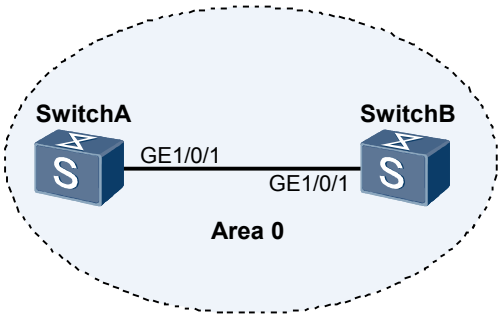
```
 router id 5.5.5.5
#
vlan batch 50 60
#
multicast routing-enable
#
interface Vlanif50
 ip address 10.0.3.3 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif60
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.0.3.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  network 5.5.5.5 0.0.0.0
#
return
```

配置 OSPF GR

组网需求

如图 6-33 所示。SwitchA、SwitchB 都为双主控设备。主用板和备用板间形成备份关系。两台设备同属于区域 0，通过 OSPF 协议实现网络互连，并提供 GR 机制。

图 6-33 OSPF GR 的配置举例



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	1.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	1.1.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 OSPF GR：

1. 在各台 Switch 上使能 OSPF 基本功能，实现互连；
2. 使能 Opaque-LSA 功能；
3. 在各台 Switch 上配置 GR 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-33 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-33 所示。
- 各 Switch 设备的 Router ID，OSPF 进程号以及各接口所属的区域。
  - SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 1.1.1.0/24；
  - SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 1.1.1.0/24。

操作步骤

步骤 1 配置 OSPF 的基本功能（请参见举例**配置 OSPF 基本功能**）

步骤 2 配置 Opaque-LSA 功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] opaque-capability enable
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] opaque-capability enable
```

步骤 3 配置 OSPF GR 特性

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] graceful-restart
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] graceful-restart
```

步骤 4 验证配置结果

查看 SwitchA 的 GR 状态。

```
[SwitchA] display ospf graceful-restart

          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
 Graceful-restart capability     : enabled
 Graceful-restart support        : planned and un-planned, totally
 Helper-policy support           : planned and un-planned, strict lsa check
 Current GR state                : normal
 Graceful-restart period         : 120 seconds

 Number of neighbors under helper:
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Normal neighbors    : 0
  Virtual neighbors   : 0
  Sham-link neighbors : 0
  Total neighbors     : 0

 Number of restarting neighbors : 0

 Last exit reason:
  On graceful restart : none
  On Helper           : none
```

验证 SwitchA 的 GR 特性。

```
[SwitchA] quit
<SwitchA> reset ospf process graceful-restart
```

在 SwitchB 查看邻居状态。

```
[Switch-B] display ospf peer

          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.2
                  Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 1.1.1.2(Vlanif10)'s neighbors
 Router ID: 1.1.1.1          Address: 1.1.1.1          GR State: Doing GR
   State: Full  Mode:Nbr is   Slave  Priority: 1
   DR: 1.1.1.2  BDR: 1.1.1.1   MTU: 0
   Dead timer due in 29  sec
   Neighbor is up for 00:01:01
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```

邻居关系继续保持为 Full。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
 vlan batch 10
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif10
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

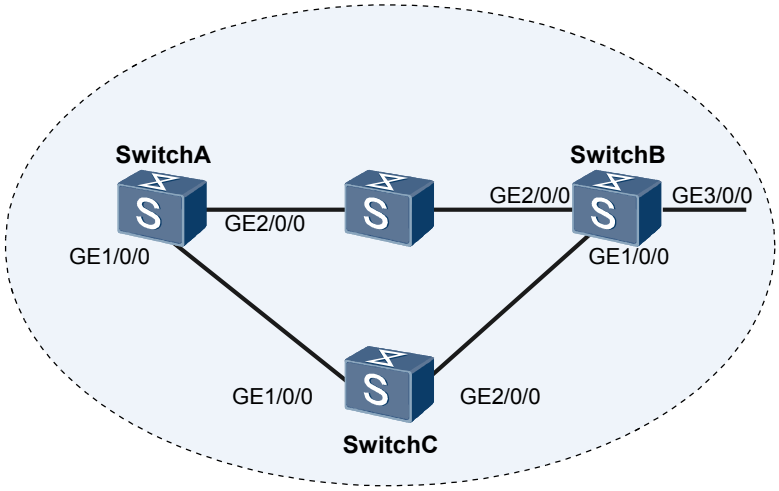
配置 BFD for OSPF 示例

组网需求

如图 6-34 所示。

- SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间运行 OSPF。
- 使能 SwitchA、SwitchB、SwitchC 的 OSPF 进程 BFD 特性。
- 业务流量在主链路 SwitchA→SwitchB 传送，链路 SwitchA→SwitchC→SwitchB 为备份链路。
- 在 SwitchA 和 SwitchB 之间的链路上创建接口的 BFD 特性，当 SwitchA 和 SwitchB 之间的链路出现故障时，BFD 能够快速检测到故障并通告给 OSPF 协议,使业务流量使用备份链路传送。

图 6-34 配置 BFD for OSPF 特性组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	1.1.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	3.3.3.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	2.2.2.2/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	3.3.3.2/24
SwitchB	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	172.16.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	1.1.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	2.2.2.1/24

配置思路

采用如下思路配置 BFD for OSPF 特性：

1. 在各 Switch 设备上使能 OSPF 基本功能
2. 使能全局 BFD 特性
3. 在 SwitchA、SwitchB 上使能 OSPF BFD 检测机制

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属 VLAN，具体数据如图 6-34 所示。
- 各 VLAN 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-34 所示。
- SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 3.3.3.0/24、1.1.1.0/24。
- SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 3.3.3.0/24、2.2.2.0/24、172.16.1.0/24。
- SwitchC 的 Router ID 3.3.3.3，运行的 OSPF 进程号 1，区域 0 的网段 1.1.1.0/24、2.2.2.0/24。
- SwitchA 和 SwitchB 对 BFD 报文的最小发送和接收间隔、本地检测倍数。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] vlan 20
[SwitchA-vlan20] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 1.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 3.3.3.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 OSPF 的基本功能（请参见举例**配置 OSPF 基本功能**）

步骤 4 配置 OSPF BFD

在 SwitchA 使能全局 BFD 特性。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] bfd all-interfaces enable
[SwitchA-ospf-1] quit
```

在 SwitchB 使能全局 BFD 特性。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] bfd all-interfaces enable
[SwitchB-ospf-1] quit
```

在 SwitchC 使能全局 BFD 特性。

```
[SwitchC] bfd
[SwitchC-bfd] quit
[SwitchC] ospf
[SwitchC-ospf-1] bfd all-interfaces enable
[SwitchC-ospf-1] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchB 上执行 **display ospf bfd session all** 命令，可以看到 BFDState 的状态为 Up。

以 SwitchA 显示为例。

```
[SwitchA] display ospf bfd session all
         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
  Area 0.0.0.0 interface  3.3.3.1(Vlanif20)'s BFD Sessions

 NeighborId:2.2.2.2          AreaId:0.0.0.0          Interface:Vlanif20
 BFDState:up                 rx     :1000            tx       :1000
 Multiplier:3                BFD Local Dis:8195      LocalIpAdd:3.3.3.1
 RemoteIpAdd:3.3.3.2         Diagnostic Info:No diagnostic information

  Area 0.0.0.0 interface 1.1.1.1(Vlanif10)'s BFD Sessions

 NeighborId:3.3.3.3          AreaId:0.0.0.0          Interface:Vlanif10
 BFDState:up                 rx     :1000            tx       :1000
 Multiplier:3                BFD Local Dis:8194      LocalIpAdd1:1.1.1.1
 RemoteIpAdd:1.1.1.2         Diagnostic Info:No diagnostic information
```

步骤 5 配置接口的 BFD 特性

在 SwitchA 接口 VLANIF20 上配置 BFD 特性，并指定最小发送和接收间隔为 100ms，本地检测时间倍数为 4。

```
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ospf bfd enable
[SwitchA-Vlanif20] ospf bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

在 SwitchB 的 VLANIF20 接口上配置 BFD 特性，并指定最小发送和接收间隔为 100ms，本地检测时间倍数为 4。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] ospf bfd enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-Vlanif20] ospf bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
[SwitchB-Vlanif20] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchB 上执行 **display ospf bfd session all** 命令，可以看到 BFDState 的状态为 UP。

以 SwitchB 显示为例。

```
[SwitchB] display ospf bfd session all

         OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2
 Area 0.0.0.0 interface 3.3.3.2(Vlanif20)'s BFD Sessions

 NeighborId:1.1.1.1          AreaId:0.0.0.0          Interface: Vlanif20
 BFDState:up                 rx    :100             tx       :100
 Multiplier:4                BFD Local Dis:8198     LocalIpAdd:3.3.3.2
 RemoteIpAdd:3.3.3.1         Diagnostic Info:No diagnostic information

 Area 0.0.0.0 interface 2.2.2.2(Vlanif30)'s BFD Sessions

 NeighborId:3.3.3.3          AreaId:0.0.0.0          Interface: Vlanif30
 BFDState:up                 rx    :1000             tx       :1000
 Multiplier:3                BFD Local Dis:8199     LocalIpAdd:2.2.2.2
 RemoteIpAdd:2.2.2.1         Diagnostic Info:No diagnostic information
```

步骤 6 验证配置结果

对 SwitchB 的 VLANIF20 接口执行 shutdown 命令，模拟主链路故障。

```
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] shutdown
```

在 SwitchA，查看路由表。

```
<SwitchA> display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type       NextHop         AdvRouter       Area
 172.16.1.1/24      3     Stub       1.1.1.2         2.2.2.2         0.0.0.0
 3.3.3.0/24         1     Stub       3.3.3.1         1.1.1.1         0.0.0.0
 2.2.2.0/24         2     Transit    1.1.1.2         3.3.3.3         0.0.0.0
 1.1.1.0/24         1     Transit    1.1.1.1         1.1.1.1         0.0.0.0

 Total Nets: 4
 Intra Area: 4  Inter Area: 0  ASE: 0  NSSA: 0
```

从 OSPF 路由表可以看出，在主链路失效后，备份链路 SwitchA→SwitchC→SwitchB 生效，去往 172.16.1.0/24 的路由下一跳地址为 1.1.1.2。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 10 20
#
 bfd
#
interface Vlanif10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 3.3.3.1 255.255.255.0
 ospf bfd enable
 ospf bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 bfd all-interface enable
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
vlan batch 20 30 40
#
 bfd
#
interface Vlanif20
 ip address 3.3.3.2 255.255.255.0
 ospf bfd enable
 ospf bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
#
interface Vlanif30
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernett1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 bfd all-interface enable
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.0 0.0.0.255
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 router id 3.3.3.3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 10 30
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
 ospf bfd enable
 ospf bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 bfd all-interface enable
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

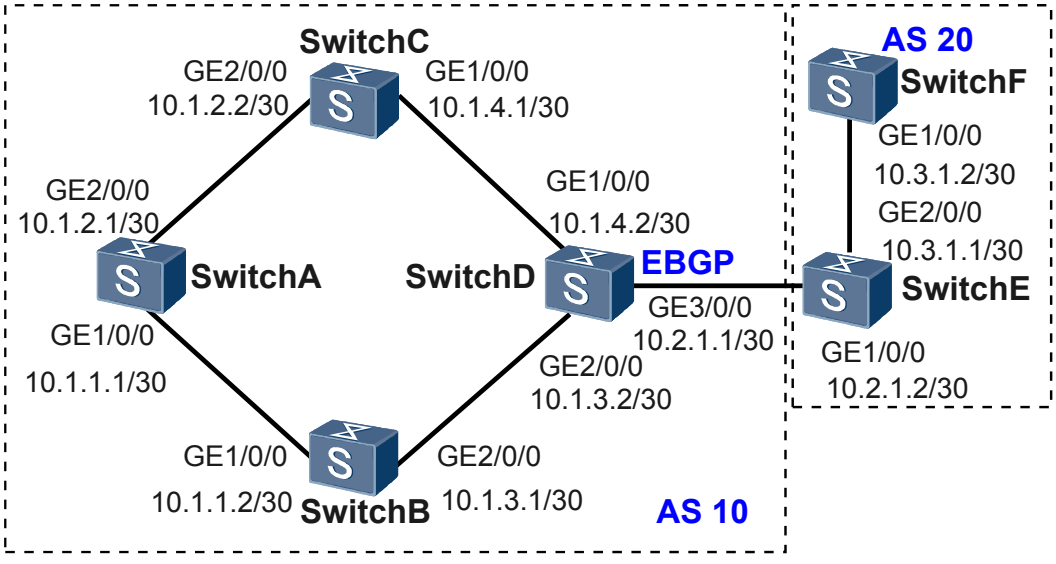
配置 OSPF-BGP 联动特性示例

组网需求

如图 6-35 所示，所有交换机均为 BGP 路由器，SwitchD 和 SwitchE 之间建立 EBGP 连接。在 AS10 内的部分交换机之间建立 IBGP 连接，并且使用 OSPF 作为 IGP 协议。

要求在 SwitchB 上使能 OSPF-BGP 联动功能，使得当 SwitchB 重启后，从 SwitchA 到 AS20 的流量不发生中断。

图 6-35 配置 OSPF-BGP 联动组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchA	GigabitEthernet 1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/30
SwitchA	GigabitEthernet 2/0/0	VLANIF 20	10.1.2.1/30
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/30
SwitchB	GigabitEthernet 2/0/0	VLANIF 40	10.1.3.1/30
SwitchC	GigabitEthernet 2/0/0	VLANIF 20	10.1.2.2/30
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/0	VLANIF 30	10.1.4.1/30
SwitchD	GigabitEthernet 1/0/0	VLANIF 30	10.1.4.2/30
SwitchD	GigabitEthernet 2/0/0	VLANIF 40	10.1.3.2/30
SwitchD	GigabitEthernet 3/0/0	VLANIF 50	10.2.1.1/30
SwitchE	GigabitEthernet 1/0/0	VLANIF 50	10.2.1.2/30
SwitchE	GigabitEthernet 2/0/0	VLANIF 60	10.3.1.1/30
SwitchF	GigabitEthernet 1/0/0	VLANIF 60	10.3.1.2/30

配置思路

采用如下的思路配置 OSPF-BGP 联动功能。

1. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD（除去 10.2.1.1/30）上使能 OSPF 协议，指定相同区域内的网段。
2. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD（除去 10.2.1.1/30）之间建立 IBGP 连接。
3. 在 SwitchC 上配置 OSPF 协议的开销值。
4. 在 SwitchD 和 SwitchE 之间配置 EBGP 连接。
5. 在 SwitchD 上配置 BGP 引入直连路由和 OSPF 进程。
6. 在 SwitchE 上配置 BGP。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 的 router id 1.1.1.1，所在的 AS 号 10，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段是 10.1.1.0/30，10.1.2.0/30。
- SwitchB 的 router id 2.2.2.2，所在的 AS 号 10，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段是 10.1.1.0/30，10.1.3.0/30。
- SwitchC 的 router id 3.3.3.3，所在的 AS 号 10，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段是 10.1.2.0/30，10.1.4.0/30。
- SwitchD 的 router id 4.4.4.4，所在的 AS 号 10，运行的 OSPF 进程号 1，在区域 0 的网段是 10.1.3.0/30，10.1.4.0/30。
- SwitchE 的 router id 5.5.5.5，所在的 AS 号 20。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernett2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 30
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 10.1.2.1 30
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 OSPF 的基本功能（略）

步骤 4 配置 IBGP 全连接

配置 SwitchA。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] interface loopback 0
[SwitchA-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 32
[SwitchA-LoopBack0] quit
[SwitchA] bgp 10
[SwitchA-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchA-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 10
[SwitchA-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack 0
[SwitchA-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 10
[SwitchA-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack 0
[SwitchA-bgp] peer 4.4.4.4 as-number 10
[SwitchA-bgp] peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack 0
[SwitchA-bgp] quit
```

配置 SwitchB。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] interface loopback 0
[SwitchB-LoopBack0] ip address 2.2.2.2 32
[SwitchB-LoopBack0] quit
[SwitchB] bgp 10
[SwitchB-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchB-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 10
[SwitchB-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack 0
[SwitchB-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 10
[SwitchB-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack 0
[SwitchB-bgp] peer 4.4.4.4 as-number 10
[SwitchB-bgp] peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack 0
[SwitchB-bgp] quit
```

配置 SwitchC。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] interface loopback 0
[SwitchC-LoopBack0] ip address 3.3.3.3 32
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC-LoopBack0] quit
[SwitchC] bgp 10
[SwitchC-bgp] router-id 3.3.3.3
[SwitchC-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 10
[SwitchC-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack 0
[SwitchC-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 10
[SwitchC-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack 0
[SwitchC-bgp] peer 4.4.4.4 as-number 10
[SwitchC-bgp] peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack 0
[SwitchC-bgp] quit
```

配置 SwitchD。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] interface loopback 0
[SwitchD-LoopBack0] ip address 4.4.4.4 32
[SwitchD-LoopBack0] quit
[SwitchD] bgp 10
[SwitchD-bgp] router-id 4.4.4.4
[SwitchD-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 10
[SwitchD-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack 0
[SwitchD-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 10
[SwitchD-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack 0
[SwitchD-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 10
[SwitchD-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack 0
[SwitchD-bgp] quit
```

步骤 5 配置 EBGP 连接

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] bgp 10
[SwitchD-bgp] peer 10.2.1.2 as-number 20
[SwitchD-bgp] import-route direct
[SwitchD-bgp] import-route ospf 1
[SwitchD-bgp] quit
```

配置 SwitchE。

```
[SwitchE] bgp 20
[SwitchE-bgp] peer 10.2.1.1 as-number 10
[SwitchE-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchE-bgp-af-ipv4] network 10.3.1.0 30
[SwitchE-bgp-af-ipv4] quit
```

步骤 6 配置 SwitchC 上 OSPF 协议的开销值

```
[SwitchC] interface vlanif 30
[SwitchC-Vlanif30] ospf cost 2
[SwitchC-Vlanif30] quit
[SwitchC] interface vlanif 20
[SwitchC-Vlanif20] ospf cost 2
[SwitchC-Vlanif20] quit
```

说明

通过配置 SwitchC 上 OSPF 协议的开销值为 2，使得 SwitchA 只选择 SwitchB 作为到 10.2.1.0 网段的中间路由器，SwitchC 成为 SwitchB 的备份路由器。

查看 SwitchA 的路由表。从路由表中可以看出，通过 BGP 协议可以学习到目标网段 10.3.1.0 的路由，出接口是 Vlanif10。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 16        Routes : 17
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
        1.1.1.1/32  Direct 0    0           D     127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.2/32  OSPF   10   3           D     10.1.1.2        Vlanif10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
     4.4.4.0/24  BGP    255  0        RD    4.4.4.4         Vlanif10
     4.4.4.4/32  OSPF   10   3        D     10.1.1.2        Vlanif10
     5.5.5.0/24  BGP    255  0        RD    10.2.1.2        Vlanif10
    10.1.1.0/30  Direct 0    0        D     10.1.1.1        Vlanif10
    10.1.1.1/32  Direct 0    0        D     127.0.0.1       InLoopBack0
    10.1.1.2/32  Direct 0    0        D     10.1.1.2        Vlanif10
    10.1.2.0/30  Direct 0    0        D     10.1.2.1        Vlanif20
    10.1.2.1/32  Direct 0    0        D     127.0.0.1       InLoopBack0
    10.1.2.2/32  Direct 0    0        D     10.1.2.2        Vlanif20
    10.1.3.0/30  OSPF   10   2        D     10.1.1.2        Vlanif10
    10.1.3.1/32  BGP    255  0        RD    4.4.4.4         Vlanif10
    10.1.4.0/30  OSPF   10   3        D     10.1.1.2        Vlanif10
                 OSPF   10   3        D     10.1.2.2        Vlanif20
    10.1.4.1/32  BGP    255  0        RD    4.4.4.4         Vlanif10
    10.2.1.0/30  BGP    255  0        RD    4.4.4.4         Vlanif10
    10.2.1.2/32  BGP    255  0        RD    4.4.4.4         Vlanif10
    10.3.1.0/30  BGP    255  0        RD    4.4.4.4         Vlanif10
```

查看 SwitchB 的路由表。

```
[SwitchB] display ip routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15        Routes : 15

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        2.2.2.2/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        1.1.1.1/32  OSPF    10   2           D   10.1.1.1        Vlanif10
        4.4.4.0/24  BGP     255  0           RD  10.1.3.2        Vlanif40
        4.4.4.4/32  OSPF    10   2           D   10.1.3.2        Vlanif40
        5.5.5.0/24  BGP     255  0           RD  10.2.1.2        Vlanif40
       10.1.1.0/30  Direct  0    0           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.2/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.2.0/30  OSPF    10   2           D   10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.3.0/30  Direct  0    0           D   10.1.3.1        Vlanif40
       10.1.3.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.3.2/32  Direct  0    0           D   10.1.3.2        Vlanif40
       10.1.4.0/30  OSPF    10   2           D   10.1.3.2        Vlanif40
       10.1.4.1/32  BGP     255  0           RD  10.1.3.2        Vlanif40
       10.2.1.0/30  BGP     255  0           RD  10.1.3.2        Vlanif40
       10.2.1.2/32  BGP     255  0           RD  10.1.3.2        Vlanif40
       10.3.1.0/30  BGP     255  0           RD  10.1.3.2        Vlanif40
```

从路由表中可以看出，SwitchB 通过 BGP 协议可以学习到目标网段 10.3.1.0 的路由，出接口是 Vlanif40。通过 OSPF 协议可以学习到目标网段 10.1.2.0 和 10.1.4.0 的路由，路由开销都是 2。

步骤 7 在 SwitchB 上使能 OSPF-BGP 联动功能

```
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] stub-router on-startup
[SwitchB-ospf-1] quit
[SwitchB] quit
```

步骤 8 查看配置结果

重启交换机 SwitchB

说明

在一般情况下，请勿使用该命令，因为它将导致网络工作在短时间内瘫痪，另外在重启交换机时，要确保交换机配置文件是否已经保存了。

```
<SwitchB> reboot
System will reboot! Continue?[Y/N] y
```

查看 SwitchA 的路由表。从路由表中可以看出，通过 BGP 协议可以学习到目标网段 10.3.1.0 的路由，出接口变为 Vlanif40。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 17        Routes : 17
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
        1.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.2/32  OSPF   10   4           D  10.1.2.2        Vlanif40
        4.4.4.0/24  BGP    255  0           RD  4.4.4.4        Vlanif40
        4.4.4.4/32  OSPF   10   4           D  10.1.2.2        Vlanif40
        5.5.5.0/24  BGP    255  0           RD  10.2.1.2       Vlanif40
       10.1.1.0/30  Direct 0    0           D  10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.1.2/32  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
       10.1.2.0/30  Direct 0    0           D  10.1.2.1        Vlanif40
       10.1.2.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.2.2/32  Direct 0    0           D  10.1.2.2        Vlanif40
       10.1.3.0/30  OSPF   10   2           D  10.1.1.2        Vlanif10
       10.1.3.1/32  BGP    255  0           RD  4.4.4.4        Vlanif40
       10.1.4.0/30  OSPF   10   3           D  10.1.2.2        Vlanif40
       10.1.4.1/32  BGP    255  0           RD  4.4.4.4        Vlanif40
       10.2.1.0/30  BGP    255  0           RD  4.4.4.4        Vlanif40
       10.2.1.2/32  BGP    255  0           RD  4.4.4.4        Vlanif40
      10.3.1.0/30 BGP  255 0          RD  4.4.4.4       Vlanif40
```

查看 SwitchB 的路由表。从路由表中可以看出，由于 IGP 收敛速度比 BGP 快，所以路由表中暂时只有 OSPF 路由，并且开销值都已变为较大的数（≥65535）。

```
[SwitchB] display ip routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 13        Routes : 13
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
        1.1.1.1/32  OSPF   10   65536       D  10.1.1.1        Vlanif10
        2.2.2.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        4.4.4.4/32  OSPF   10   65536       D  10.1.3.2        Vlanif40
       10.1.1.0/30  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.2.0/30  OSPF   10   65536       D  10.1.1.1        Vlanif40
       10.1.3.0/30  Direct 0    0           D  10.1.3.1        Vlanif40
       10.1.3.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.3.2/32  Direct 0    0           D  10.1.3.2        Vlanif40
       10.1.4.0/30  OSPF   10   65536       D  10.1.3.2        Vlanif40
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

再次查看 SwitchB 的路由表。

```
[SwitchB] display ip routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15        Routes : 15
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost       Flags NextHop       Interface
        2.2.2.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        1.1.1.1/32  OSPF   10   2           D  10.1.1.1        Vlanif10
        4.4.4.0/24  BGP    255  0           RD  10.1.3.2       Vlanif40
        4.4.4.4/32  OSPF   10   2           D  10.1.3.2        Vlanif40
        5.5.5.0/24  BGP    255  0           RD  10.2.1.2       Vlanif40
       10.1.1.0/30  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.2.0/30  OSPF   10   2           D  10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.3.0/30  Direct 0    0           D  10.1.3.1        Vlanif40
       10.1.3.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.3.2/32  Direct 0    0           D  10.1.3.2        Vlanif40
       10.1.4.0/30  OSPF   10   2           D  10.1.3.2        Vlanif40
       10.1.4.1/32  BGP    255  0           RD  10.1.3.2       Vlanif40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  10.2.1.0/30  BGP    255  0           RD  10.1.3.2        Vlanif40
  10.2.1.2/32  BGP    255  0           RD  10.1.3.2        Vlanif40
  10.3.1.0/30  BGP    255  0           RD  10.1.3.2        Vlanif40
```

从路由表中可以看出，当 SwitchB 上的 BGP 完全收敛后，路由信息又恢复到重启前的内容。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
router id 1.1.1.1
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.252
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 10
 router-id 1.1.1.1
 peer 2.2.2.2 as-number 10
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack 0
 peer 3.3.3.3 as-number 10
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack 0
 peer 4.4.4.4 as-number 10
 peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack 0
 #
ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 4.4.4.4 enable
  peer 10.1.1.2 enable
  peer 10.1.2.2 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
  network 10.1.2.0 0.0.0.3
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
router id 2.2.2.2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.252
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
bgp 10
 router-id 2.2.2.2
 peer 1.1.1.1 as-number 10
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack 0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 peer 3.3.3.3 as-number 10
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack 0
 peer 4.4.4.4 as-number 10
 peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack 0
 #
ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.1.1 enable
  peer 10.1.3.2 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
  network 10.1.3.0 0.0.0.3
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
router id 3.3.3.3
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.4.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.252
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
bgp 10
 router-id 3.3.3.3
 peer 1.1.1.1 as-number 10
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack 0
 peer 2.2.2.2 as-number 10
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack 0
 peer 4.4.4.4 as-number 10
 peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack 0
 #
ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.4.2 enable
  peer 10.1.2.1 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.2.0 0.0.0.3
  network 10.1.4.0 0.0.0.3
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
router id 4.4.4.4
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.4.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.3.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif50
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
bgp 10
 router-id 4.4.4.4
 peer 10.2.1.2 as-number 20
 peer 1.1.1.1 as-number 10
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack 0
 peer 2.2.2.2 as-number 10
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack 0
 peer 3.3.3.3 as-number 10
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack 0
 #
ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  import-route ospf 1
  peer 2.2.2.2 enable
  peer 1.1.1.1 enable
  peer 5.5.5.5 enable
  peer 3.3.3.3 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  network 10.1.3.0 0.0.0.3
  network 10.1.4.0 0.0.0.3
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
router id 5.5.5.5
#
interface Vlanif50
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif60
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.252
#
interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
#
bgp 20
 router-id 5.5.5.5
 peer 10.2.1.1 as-number 10
#
ipv4-family unicast
  undo synchronization
  network 10.3.1.0 255.255.255.252
  peer 10.2.1.1 enable
#
return
```

配置 OSPF GTSM 特性示例

组网需求

如图 6-36 所示，各交换机间运行 OSPF 协议，在 SwitchC 上启用 GTSM 保护功能。

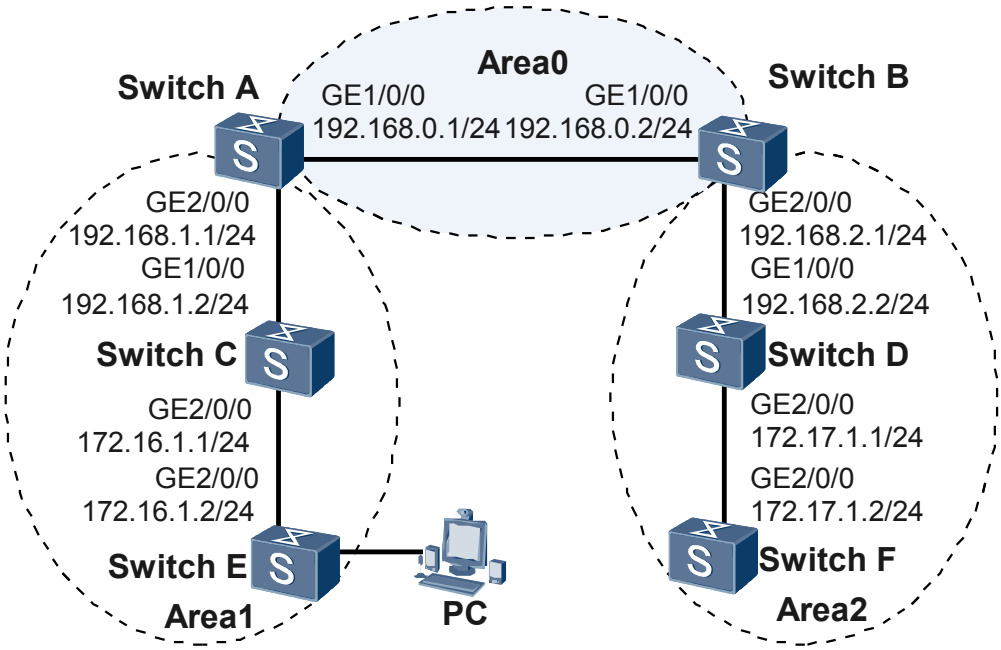
按照组网图，各交换机发往 SwitchC 的报文有效 TTL 范围如下：

- SwitchA 和 SwitchE 是 SwitchC 的相邻交换机，报文有效 TTL 范围是 255 到 255。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchB、SwitchD、SwitchF 发往 SwitchC 的报文有效 TTL 范围分别是 254 到 255、253 到 255、252 到 255。

图 6-36 OSPF GTSM 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	192.168.0.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	192.168.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	192.168.0.2/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	192.168.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	192.168.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	172.16.1.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	192.168.2.2/24
SwitchD	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	172.17.1.1/24
SwitchE	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	172.16.1.2/24
SwitchF	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	172.17.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 OSPF GTSM 功能：

1. 配置 OSPF 基本功能
2. 在各交换机上使能 GTSM，指定有效 TTL 范围

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各交换机的 OSPF 的进程号。
- 各交换机间的有效 TTL 范围。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.0.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 OSPF 基本功能(请参见举例**配置 OSPF 基本功能**)

步骤 4 配置 OSPF GTSM

在 SwitchC 上配置到其他交换机的最大有效 TTL 范围 252 到 255。

```
[SwitchC] ospf valid-ttl-hops 4
```

在 SwitchA 上配置到 SwitchC 的有效 TTL 范围 255 到 255。

```
[SwitchA] ospf valid-ttl-hops 1
```

在 SwitchB 上配置到 SwitchC 的有效 TTL 范围 254 到 255。

```
[SwitchB] ospf valid-ttl-hops 2
```

在 SwitchD 上配置到 SwitchC 的有效 TTL 范围 253 到 255。

```
[SwitchD] ospf valid-ttl-hops 3
```

在 SwitchE 上配置到 SwitchC 的有效 TTL 范围 255 到 255。

```
[SwitchE] ospf valid-ttl-hops 1
```

在 SwitchF 上配置到 SwitchC 的有效 TTL 范围 252 到 255。

```
[SwitchF] ospf valid-ttl-hops 4
```

步骤 5 验证配置结果

查看各交换机间 OSPF 的邻居是否正常建立。以 SwitchA 为例，可以看到邻居关系为“Full”，邻居正常建立。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] display ospf peer
          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                  Neighbors
 Area 0.0.0.0 interface 192.168.0.1(Vlanif10)'s neighbors
Router ID: 2.2.2.2      Address: 192.168.0.2
State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
   DR: None   BDR: None   MTU: 0
   Dead timer due in 36  sec
   Retrans timer interval: 5
   Neighbor is up for 00:15:04
   Authentication Sequence: [ 0 ]
                  Neighbors
 Area 0.0.0.1 interface 192.168.1.1(Vlanif20)'s neighbors
Router ID: 3.3.3.3       Address: 192.168.1.2
State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
   DR: None   BDR: None   MTU: 0
   Dead timer due in 39  sec
   Retrans timer interval: 5
   Neighbor is up for 00:07:32
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```

在 SwitchC 上执行 display gtsm statistics all，查看 SwitchC 的 GTSM 统计信息，在缺省动作是通过且没有非法报文的情况下，丢弃的报文数是 0。

```
<SwitchC> display gtsm statistics all
GTSM Statistics Table
------------------------------------------------------------------
SlotId  Protocol  Total Counters  Drop Counters  Pass Counters
------------------------------------------------------------------
 1      BGP       0               0              0
 1      BGPv6     0               0              0
 1      OSPF      0               0              0
 1      LDP       0               0              0
 2      BGP       0               0              0
 2      BGPv6     0               0              0
 2      OSPF      0               0              0
 2      LDP       0               0              0
 3      BGP       0               0              0
 3      BGPv6     0               0              0
 3      OSPF      0               0              0
 3      LDP       0               0              0
 4      BGP       0               0              0
 4      BGPv6     0               0              0
 4      OSPF      0               0              0
 4      LDP       0               0              0
 5      BGP       0               0              0
 5      BGPv6     0               0              0
 5      OSPF      0               0              0
 5      LDP       0               0              0
 7      BGP       0               0              0
 7      BGPv6     0               0              0
 7      OSPF      0               0              0
 7      LDP       0               0              0
------------------------------------------------------------------
```

此时如果主机 PC 模拟 SwitchA 的 OSPF 报文对 SwitchC 进行攻击，由于该报文到达 SwitchC 时，TTL 值不是 255，所以被丢弃，在 SwitchC 的 GTSM 统计信息中丢弃的报文数也会相应的增加。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
router id 1.1.1.1
#
vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
ospf valid-ttl-hops 1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
router id 2.2.2.2
#
vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
 area 0.0.0.2
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
ospf valid-ttl-hops 2
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
router id 3.3.3.3
#
vlan batch 20 40
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
#
ospf valid-ttl-hops 4
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
router id 4.4.4.4
#
vlan batch 30 50
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 172.17.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1
 area 0.0.0.2
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 172.17.1.0 0.0.0.255
#
ospf valid-ttl-hops 3
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
router id 5.5.5.5
#
vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 172.16.1.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
ospf valid-ttl-hops 1
#
return
```

- SwitchF 的配置文件

```
#
 sysname SwitchF
#
router id 6.6.6.6
#
vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 172.17.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1
 area 0.0.0.2
  network 172.17.1.0 0.0.0.255
#
ospf valid-ttl-hops 4
#
return
```

6.2.4 IS-IS 配置

介绍 IS-IS 协议的基本原理、配置过程和配置举例。

IS-IS 基本配置

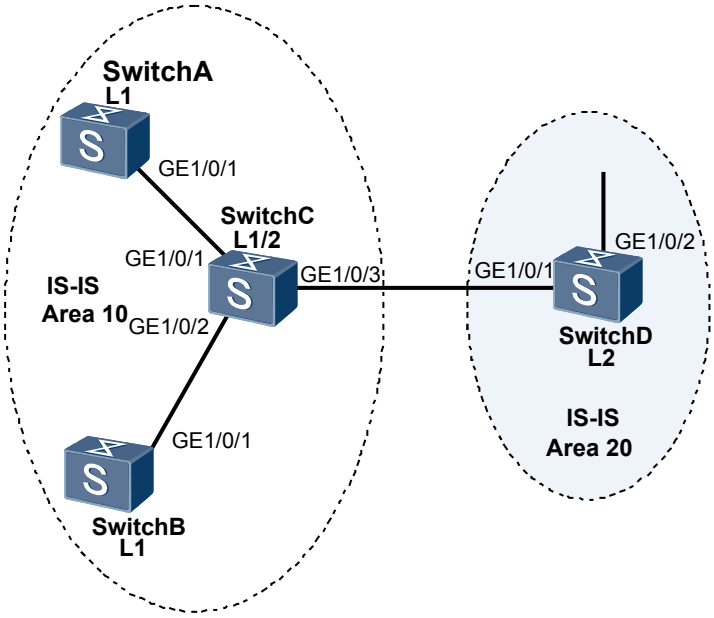
组网需求

如图 6-37 所示：

- SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 位于同一自治系统，要求他们之间通过 IS-IS 协议达到 IP 网络互连的目的。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 的区域号是 10，SwitchD 区域号是 20。
- SwitchA 和 SwitchB 是 Level-1 设备，SwitchC 是 Level-1-2 设备，SwitchD 是 Level-2 设备。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-37 IS-IS 基本配置组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	10.1.2.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	10.1.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 30	192.168.0.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	192.168.0.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	172.16.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 IS-IS 的基本功能：

1. 配置各物理接口所属的 VLAN。
2. 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址。
3. 在各 Switch 上运行 IS-IS 进程，指定网络实体，配置 level 级别。
4. 查看各 Switch 的 IS-IS 数据库信息及路由表信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-37 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-37 所示。
- 四台 Switch 的 system id、级别和所属区域号。

版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchA 的 system id 0000.0000.0001，区域号 Area10，为 Level-1 设备。
- SwitchB 的 system id 0000.0000.0002，区域号 Area10，为 Level-1 设备。
- SwitchC 的 system id 0000.0000.0003，区域号 Area10，为 Level-1-2 设备。
- SwitchD 的 system id 0000.0000.0004，区域号 Area20，为 Level-2 设备。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 上的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 在各 Switch 上运行 IS-IS 进程，指定网络实体，配置 level 级别

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] is-level level-1
[SwitchA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] is-level level-1
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchB-isis-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] isis 1
[SwitchC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[SwitchC-isis-1] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] isis 1
[SwitchD-isis-1] is-level level-2
[SwitchD-isis-1] network-entity 20.0000.0000.0004.00
[SwitchD-isis-1] quit
```

步骤 4 在各接口上使能 IS-IS 进程

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif20] quit
```

配置 SwitchC。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif10] quit
[SwitchC] interface vlanif 20
[SwitchC-Vlanif20] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif20] quit
[SwitchC] interface vlanif 30
[SwitchC-Vlanif30] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif30] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] interface vlanif 30
[SwitchD-Vlanif30] isis enable 1
[SwitchD-Vlanif30] quit
[SwitchD] interface vlanif 40
[SwitchD-Vlanif40] isis enable 1
[SwitchD-Vlanif40] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看各 Switch 的 IS-IS LSDB 信息。

```
[SwitchA] display isis lsdb

                      Database information for ISIS(1)
                      --------------------------------

                        Level-1 Link State Database

LSPID                 Seq Num      Checksum      Holdtime      Length  ATT/P/OL
-------------------------------------------------------------------------------
0000.0000.0001.00-00* 0x00000006   0xbf7d        649           68      0/0/0
0000.0000.0002.00-00  0x00000003   0xef4d        545           68      0/0/0
0000.0000.0003.00-00  0x00000008   0x3340        582           111     1/0/0
0000.0000.0003.01-00  0x00000004   0xa7dd        582           55      0/0/0
0000.0000.0003.02-00  0x00000002   0xc0c4        524           55      0/0/0
Total LSP(s): 5
*(In TLV)-Leaking Route, *(By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended),
          ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload
[SwitchB] display isis lsdb

                      Database information for ISIS(1)
                      --------------------------------

                        Level-1 Link State Database

LSPID                   Seq Num      Checksum      Holdtime      Length  ATT/P/OL
-------------------------------------------------------------------------------
0000.0000.0001.00-00    0x00000006   0xbf7d        642           68      0/0/0
0000.0000.0002.00-00*   0x00000003   0xef4d        538           68      0/0/0
0000.0000.0003.00-00    0x00000008   0x3340        574           111     1/0/0
Total LSP(s): 3
*(In TLV)-Leaking Route, *(By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended),
          ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload
[SwitchC] display isis lsdb

                      Database information for ISIS(1)
                      --------------------------------

                        Level-1 Link State Database

LSPID                 Seq Num      Checksum      Holdtime      Length  ATT/P/OL
-------------------------------------------------------------------------------
0000.0000.0001.00-00  0x00000006   0xbf7d        638           68      0/0/0
0000.0000.0002.00-00  0x00000003   0xef4d        533           68      0/0/0
0000.0000.0003.00-00* 0x00000008   0x3340        569           111     1/0/0
0000.0000.0003.01-00* 0x00000005   0xa5de        569           55      0/0/0
0000.0000.0003.02-00* 0x00000003   0xbec5        569           55      0/0/0
Total LSP(s): 5
*(In TLV)-Leaking Route, *(By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended),
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
          ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload

                        Level-2 Link State Database

LSPID                 Seq Num      Checksum      Holdtime      Length  ATT/P/OL
-------------------------------------------------------------------------------
0000.0000.0003.00-00* 0x00000008   0x55bb        650           100     0/0/0
0000.0000.0003.03-00* 0x00000003   0xef91        650           55      0/0/0
0000.0000.0004.00-00  0x00000005   0xe651        629           84      0/0/0
Total LSP(s): 3
*(In TLV)-Leaking Route, *(By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended),
          ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload
[SwitchD] display isis lsdb

                      Database information for ISIS(1)
                      --------------------------------

                        Level-2 Link State Database

LSPID                 Seq Num      Checksum      Holdtime      Length  ATT/P/OL
-------------------------------------------------------------------------------
0000.0000.0003.00-00  0x00000008   0x55bb        644           100     0/0/0
0000.0000.0003.03-00  0x00000003   0xef91        644           55      0/0/0
0000.0000.0004.00-00* 0x00000005   0xe651        624           84      0/0/0
Total LSP(s): 3
*(In TLV)-Leaking Route, *(By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended),
          ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload
```

查看各 Switch 的 IS-IS 路由信息。Level-1 设备的路由表中应该有一条缺省路由，且下一跳为 Level-1-2 设备，Level-2 设备应该有所有 Level-1 和 Level-2 的路由。

```
[SwitchA] display isis route

                      Route information for ISIS(1)
                      ------------------------------

                     ISIS(1) Level-1 Forwarding Table
                     --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 0.0.0.0/0            10         NULL    Vlanif10        10.1.1.1        A/-/-/-
 10.1.1.0/24          10         NULL    Vlanif10        Direct          D/-/L/-
 10.1.2.0/24          20         NULL    Vlanif10        10.1.1.1        A/-/-/-
 192.168.0.0/24       20         NULL    Vlanif10        10.1.1.1        A/-/-/-

    Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                            U-Up/Down Bit Set

[SwitchB] display isis route

                      Route information for ISIS(1)
                      ------------------------------

                     ISIS(1) Level-1 Forwarding Table
                     --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 0.0.0.0/0            10         NULL    Vlanif20        10.1.2.1        A/-/-/-
 10.1.1.0/24          10         NULL    Vlanif20        Direct          D/-/L/-
 10.1.2.0/24          20         NULL    Vlanif20        10.1.2.1        A/-/-/-
 192.168.0.0/24       20         NULL    Vlanif20        10.1.2.1        A/-/-/-

    Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                            U-Up/Down Bit Set

[SwitchC] display isis route

                      Route information for ISIS(1)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
                         ----------------------------

                         ISIS(1) Level-1 Forwarding Table
                         --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 10.1.1.0/24          10         NULL     Vlanif10       Direct          D/-/L/-
 10.1.2.0/24          10         NULL     Vlanif20       Direct          D/-/L/-
 192.168.0.0/24       10         NULL     Vlanif30       Direct          D/-/L/-

     Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                              U-Up/Down Bit Set


                         ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                         --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop       Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 10.1.1.0/24          10         NULL     Vlanif10       Direct        D/-/L/-
 10.1.2.0/24          10         NULL     Vlanif20       Direct        D/-/L/-
 192.168.0.0/24       10         NULL     Vlanif30       Direct        D/-/L/-
 172.16.0.0/16        20         NULL     Vlanif30       192.168.0.2   A/-/-/-

     Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                              U-Up/Down Bit Set

[SwitchD] display isis route

                         Route information for ISIS(1)
                         ----------------------------

                         ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                         --------------------------------
 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop        Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 192.168.0.0/24       10         NULL     Vlanif30       Direct         D/-/L/-
 10.1.1.0/24          20         NULL     Vlanif30       192.168.0.1    A/-/-/-
 10.1.2.0/24          20         NULL     Vlanif30       192.168.0.1    A/-/-/-
 172.16.0.0/16        10         NULL     Vlanif40       Direct         A/-/-/-

     Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                              U-Up/Down Bit Set
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
isis 1
 is-level level-1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 20
#
isis 1
 is-level level-1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10 20 30
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 30 40
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 20.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
Return
```

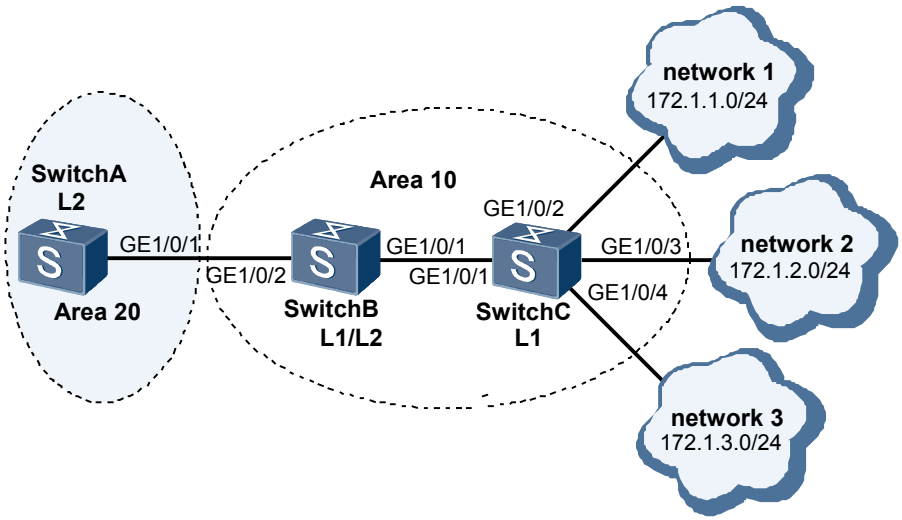
配置 IS-IS 的路由聚合

组网需求

如图 6-38 所示：

- SwitchA、SwitchB、SwitchC 都运行 IS-IS 路由协议实现互连。
- SwitchA 的区域号 20，SwitchB、SwitchC 的区域号是 10。
- SwitchA 是 L2 设备，SwitchB 是 L1/2 设备，SwitchC 是 L1 设备。
- 区域 10 内的地址可以汇总为 172.1.0.0/16。

图 6-38 配置 IS-IS 的路由聚合组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 50	172.2.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	172.1.4.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 50	172.2.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	172.1.4.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	172.1.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 30	172.1.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/4	VLANIF 40	172.1.3.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 IS-IS 的路由聚合：

1. 在各 Switch 上配置 IS-IS 基本功能，实现互连。
2. 查看 SwitchA 的 IS-IS 路由表信息。
3. 在 SwitchB 配置路由聚合。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-38 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-38 所示。
- 三台 Switch 的 system id、级别和所属区域号。
- SwitchA 的 system id 0000.0000.0001，区域号 Area20，为 Level-2 设备。
- SwitchB 的 system id 0000.0000.0002，区域号 Area10，为 Level-1-2 设备。
- SwitchC 的 system id 0000.0000.0003，区域号 Area10，为 Level-1 设备。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] vlan 50
[SwitchA-vlan50] port GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-vlan50] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 50
[SwitchA-Vlanif50] ip address 172.2.1.1 24
[SwitchA-Vlanif50] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 IS-IS 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] is-level level-2
[SwitchA-isis-1] network-entity 20.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif 50
[SwitchA-Vlanif50] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif50] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchB-isis-1] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif10] quit
[SwitchB] interface vlanif 50
[SwitchB-Vlanif50] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif50] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] isis 1
[SwitchC-isis-1] is-level level-1
[SwitchC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[SwitchC-isis-1] quit
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif10] quit
```

VLANIF20、VLANIF30 和 VLANIF40 的配置与 VLANIF10 相同，不再赘述。

步骤 4 查看 SwitchA 的 IS-IS 路由表信息

```
[SwitchA]display isis route

                         Route information for ISIS(1)
                         ----------------------------

                        ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                        --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 172.1.1.0/24         20         NULL     Vlanif50       172.2.1.2       A/-/-/-
 172.1.2.0/24         20         NULL     Vlanif50       172.2.1.2       A/-/-/-
 172.1.3.0/24         20         NULL     Vlanif50       172.2.1.2       A/-/-/-
 172.1.4.0/24         20         NULL     Vlanif50       172.2.1.2       A/-/-/-
 172.2.1.0/24         10         NULL     Vlanif50       Direct          D/-/L/-

     Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                                 U-Up/Down Bit Set
```

步骤 5 在 SwitchB 配置路由聚合

在 SwitchB 将 172.1.1.0/24、172.1.2.0/24、172.1.3.0./24、172.1.4.0/24 聚合成 172.1.0.0/16。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] summary 172.1.0.0 255.255.0.0 level-1-2
[SwitchB-isis-1] quit
```

步骤 6 验证配置结果

查看 SwitchA 的路由表，可以看到 172.1.1.0/24、172.1.2.0/24、172.1.3.0/24 和 172.1.4.0/24 聚合成了 172.1.0.0/16 一条路由。

```
[SwitchA] display isis route

                         Route information for ISIS(1)
                         ----------------------------

                        ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                        --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 172.1.0.0/16         20         NULL     Vlanif50       172.2.1.2       A/-/-/-
 172.2.1.0/24         10         NULL     Vlanif50       Direct          D/-/L/-
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
       U-Up/Down Bit Set
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 50
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 20.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif50
 ip address 172.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 50
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 50
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 summary 172.1.0.0 255.255.0.0 level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 172.1.4.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif50
 ip address 172.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 50
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10 20 30 40
#
isis 1
 is-level level-1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif10
 ip address 172.1.4.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif20
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif30
 ip address 172.1.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif40
 ip address 172.1.3.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port link-type access
 port default vlan 40
#
return
```

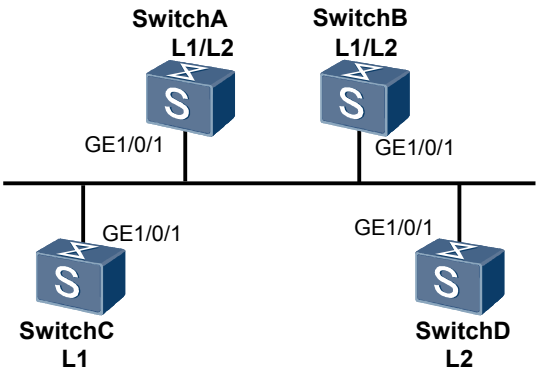
配置 IS-IS 的 DIS 选择

组网需求

如图 6-39 所示：

- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 都运行 IS-IS 路由协议以实现互连。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 的区域号是 10。
- SwitchA 和 SwitchB 是 Level-1-2 设备，SwitchC 是 Level-1 设备，SwitchD 是 Level-2 设备。
- 要求通过改变接口的 DIS 优先级，将 SwitchA 设置为 Level-1-2 的 DIS。

图 6-39 配置 IS-IS 的 DIS 选择组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchA	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.3/24
SwitchD	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.4/24

配置思路

采用如下的思路配置 IS-IS 的 DIS 选择：

1. 在各交换机上配置 IS-IS 基本功能，实现互连。
2. 缺省优先级情况下，查看各台交换机上 IS-IS 接口的信息。
3. 配置交换机的 DIS 优先级。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-39 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-39 所示。
- 四台 Switch 的 system id、级别和所属区域号。
  - SwitchA 的 system id 0000.0000.0001，区域号 Area10，DIS 优先级 100，为 Level-1-2 设备。
  - SwitchB 的 system id 0000.0000.0002，区域号 Area10，为 Level-1-2 设备。
  - SwitchC 的 system id 0000.0000.0003，区域号 Area10，为 Level-1 设备。
  - SwitchD 的 system id 0000.0000.0004，区域号 Area10，为 Level-2 设备。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 查看各台 Switch 上 VLANIF10 的 MAC 地址

查看 SwitchA 上接口 VLANIF10 的 MAC 地址。

```
[SwitchA] display arp interface vlanif 10
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M) TYPE          INTERFACE    VPN-INSTANCE
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
                                                    VLAN/CEVLAN PVC
--------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.1        00e0-fc10-afec              I -         Vlanif10
--------------------------------------------------------------------------------
Total:1         Dynamic:0       Static:0    Interface:1
```

查看 SwitchB 上接口 VLANIF10 的 MAC 地址。

```
[SwitchB] display arp interface vlanif 10
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M) TYPE          INTERFACE   VPN-INSTANCE
                                                    VLAN/CEVLAN PVC
--------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.2        00e0-fccd-acdf              I -         Vlanif10
--------------------------------------------------------------------------------
Total:1         Dynamic:0       Static:0    Interface:1
```

查看 SwitchC 上接口 VLANIF10 的 MAC 地址。

```
[SwitchC] display arp interface vlanif 10
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M) TYPE          INTERFACE   VPN-INSTANCE
                                                    VLAN/CEVLAN PVC
--------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.3        00e0-fc50-25fe              I -         Vlanif10
--------------------------------------------------------------------------------
Total:1         Dynamic:0       Static:0    Interface:1
```

查看 SwitchD 上接口 VLANIF10 的 MAC 地址。

```
[SwitchD] display arp interface vlanif 10
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M) TYPE          INTERFACE   VPN-INSTANCE
                                                    VLAN/CEVLAN PVC
--------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.4        00e0-fcfd-305c              I -         Vlanif10
--------------------------------------------------------------------------------
Total:1         Dynamic:0       Static:0    Interface:1
```

步骤 4 配置 IS-IS 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] isis 1
[SwitchC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[SwitchC-isis-1] is-level level-1
[SwitchC-isis-1] quit
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] isis 1
[SwitchD-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0004.00
[SwitchD-isis-1] is-level level-2
[SwitchD-isis-1] quit
[SwitchD] interface vlanif 10
[SwitchD-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchD-Vlanif10] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

查看 SwitchA 的 IS-IS 邻居信息。
```
[SwitchA] display isis peer

                    Peer information for ISIS(1)
                    ----------------------------

System Id         Interface         Circuit Id        State HoldTime Type       PRI
0000.0000.0002    Vlanif10          0000.0000.0002.01 Up     9s       L1(L1L2)  64
0000.0000.0003    Vlanif10          0000.0000.0002.01 Up     27s      L1        64
0000.0000.0002    Vlanif10          0000.0000.0004.01 Up     28s      L2(L1L2)  64
0000.0000.0004    Vlanif10          0000.0000.0004.01 Up     8s       L2        64

Total Peer(s): 4
```

查看 SwitchA 的 IS-IS 接口信息。
```
[SwitchA] display isis interface

                    Interface information for ISIS(1)
                    ----------------------------------

 Interface       Id      IPV4.State          IPV6.State      MTU  Type  DIS
 Vlanif10        001      Up                    Down          1497 L1/L2 No/No
```

查看 SwitchB 的 IS-IS 接口信息。
```
[SwitchB] display isis interface

                    Interface information for ISIS(1)
                    ----------------------------------

 Interface       Id      IPV4.State          IPV6.State      MTU  Type  DIS
 Vlanif10        001        Up                 Down          1497 L1/L2 Yes/No
```

查看 SwitchD 的 IS-IS 接口信息。
```
[SwitchD] display isis interface

                    Interface information for ISIS(1)
                    ----------------------------------

 Interface       Id      IPV4.State          IPV6.State      MTU  Type  DIS
 Vlanif10        001        Up                 Down          1497 L1/L2 No/Yes
```

说明

从接口信息中可以看到，在使用缺省 DIS 优先级的情况下，在 Level-1 级别的设备中，SwitchB 接口的 MAC 地址最大，因此 SwitchB 为 Level-1 的 DIS；在 Level-2 级别的设备中，SwitchD 接口的 MAC 地址最大，因此 SwitchD 为 Level-2 的 DIS。Level-1 和 Level-2 的伪节点分别是 0000.0000.0002.01 和 0000.0000.0004.01。

步骤 5 配置 SwitchA 的 DIS 优先级
```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis dis-priority 100
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

查看 SwitchA 的 IS-IS 邻居信息。
```
[SwitchA] display isis peer

                    Peer information for ISIS(1)
                    ----------------------------

System Id          Interface          Circuit Id        State HoldTime Type      PRI
0000.0000.0002     Vlanif10           0000.0000.0001.01 Up    21s    L1(L1L2) 64
0000.0000.0003     Vlanif10           0000.0000.0001.01 Up    27s    L1       64
0000.0000.0002     Vlanif10           0000.0000.0001.01 Up    28s    L2(L1L2) 64
0000.0000.0004     Vlanif10           0000.0000.0001.01 Up    30s    L2       64

Total Peer(s): 4
```

步骤 6 验证配置结果

查看 SwitchA 的 IS-IS 接口信息。
```
[SwitchA] display isis interface

                    Interface information for ISIS(1)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
                    --------------------------------
 Interface        Id      IPV4.State          IPV6.State      MTU   Type  DIS
 Vlanif10         001         Up                 Down         1497  L1/L2 Yes/Yes
```

从上述信息中可以看到，在改变 IS-IS 接口的 DIS 优先级后，SwitchA 即成为 Level-1 和 Level-2 的 DIS，且伪节点是 0000.0000.0001.01。

查看 SwitchB 的 IS-IS 邻居和接口信息

```
[SwitchB] display isis peer

                      Peer information for ISIS(1)
                      ----------------------------

  System Id          Interface          Circuit Id       State HoldTime Type      PRI
  0000.0000.0001     Vlanif10           0000.0000.0001.01    Up   7s    L1(L1L2)   100
  0000.0000.0003     Vlanif10           0000.0000.0001.01    Up   25s   L1         64
  0000.0000.0001     Vlanif10           0000.0000.0001.01    Up   7s    L2(L1L2)   100
  0000.0000.0004     Vlanif10           0000.0000.0001.01    Up   25s   L2         64

  Total Peer(s): 4
[SwitchB] display isis interface

                    Interface information for ISIS(1)
                    ---------------------------------

 Interface        Id      IPV4.State          IPV6.State      MTU   Type  DIS
 Vlanif10         001         Up                 Down         1497  L1/L2 No/No
```

查看 SwitchD 的 IS-IS 邻居和接口信息

```
[SwitchD] display isis peer

                      Peer information for ISIS(1)
                      ----------------------------

System Id      Interface          Circuit Id          State HoldTime Type     PRI
0000.0000.0001 Vlanif10           0000.0000.0001.01    Up   9s       L2       100
0000.0000.0002 Vlanif10           0000.0000.0001.01    Up   28s      L2       64

Total Peer(s): 2
[SwitchD] display isis interface

                    Interface information for ISIS(1)
                    ---------------------------------

 Interface        Id      IPV4.State          IPV6.State      MTU   Type  DIS
 Vlanif10         001         Up                 Down         1497  L1/L2 No/No
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 isis dis-priority 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchB 的配置文件

```
#
 #
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10
#
isis 1
 is-level level-1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.3 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 10
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.4 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

配置 IS-IS 的负载分担

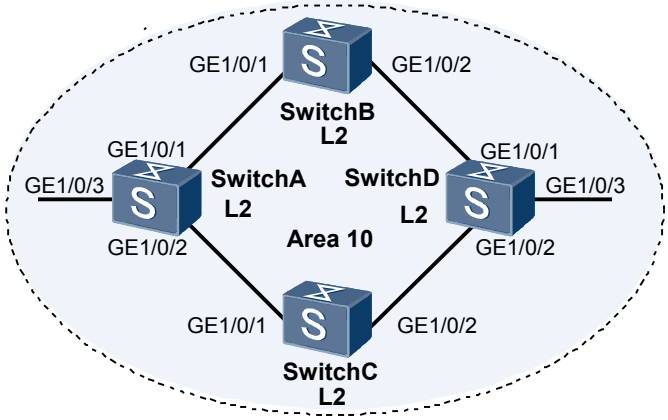
组网需求

如图 6-40 所示：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 之间通过 IS-IS 协议达到 IP 网络互连的目的。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 的区域号是 10，都是 Level-2 设备。
- 要求配置负载分担，使得 SwitchA 流量，可以分别通过 SwitchB 和 SwitchC 送到 SwitchD。

图 6-40 配置 IS-IS 的负载分担组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	10.1.2.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 50	172.16.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	192.168.0.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	10.1.2.2./24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	192.168.1.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	192.168.0.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	192.168.1.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 60	172.17.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 IS-IS 的负载分担：

1. 在各 Switch 上配置 IS-IS 基本功能，实现互连。
2. 配置负载分担数目为 1，查看路由表信息。
3. 在 SwitchA 配置负载分担功能，查看路由表信息。
4. 在 SwitchA 配置等价路由优先级（可选配置）。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-40 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-40 所示。
- 四台 S9700 的 system id、级别和所属区域号。
  - SwitchA 的 system id 0000.0000.0001，区域号 Area10，为 Level-2 设备。
  - SwitchB 的 system id 0000.0000.0002，区域号 Area10，为 Level-2 设备。
  - SwitchC 的 system id 0000.0000.0003，区域号 Area10，为 Level-2 设备。
  - SwitchD 的 system id 0000.0000.0004，区域号 Area10，为 Level-2 设备。
- SwitchA 上负载分担数目为 1。
- SwitchA 的路由负载分担方式。
- SwitchC 的等价路由优先级权值为 1。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[Quidway] vlan batch 10 20 50
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid pvid vlan 50
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid untagged vlan 50
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 10.1.2.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
[SwitchA] interface vlanif 50
[SwitchA-Vlanif50] ip address 172.16.1.1 24
[SwitchA-Vlanif50] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 IS-IS 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 30
[SwitchB-Vlanif30] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif30] quit
```

SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 4 在 SwitchA 配置负载分担数目为 1

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] maximum load-balancing 1
[SwitchA-isis-1] quit
```

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display isis route

                         Route information for ISIS(1)
                         ------------------------------

                        ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                        --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost   ExtCost ExitInterface    NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 192.168.1.0/24       20        NULL    Vlanif20        10.1.2.2        A/-/-/-
 10.1.1.0/24          10        NULL    Vlanif10        Direct          D/-/L/-
 172.16.1.0/24        10        NULL    Vlanif50        Direct          D/-/L/-
 172.17.1.0/24        30        NULL    Vlanif10        10.1.1.2        A/-/-/-
 10.1.2.0/24          10        NULL    Vlanif20        Direct          D/-/L/-
 192.168.0.0/24       20        NULL    Vlanif10        10.1.1.2        A/-/-/-

      Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                                  U-Up/Down Bit Set
```

从路由表中可以看出，当配置负载分担最大等价路由条数为 1 后，到达目标网段 172.17.1.0 的下一跳为 10.1.1.2。这是由于 SwitchBsystem ID 较小，所以 IS-IS 优先选择下一跳为 10.1.1.2 为唯一最优路由。

步骤 5 在 SwitchA 恢复负载分担路由的缺省数量

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] undo maximum load-balancing
[SwitchA-isis-1] quit
```

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display isis route

                         Route information for ISIS(1)
                         ------------------------------

                        ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                        --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost   ExtCost ExitInterface    NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 192.168.1.0/24       20        NULL    Vlanif20        10.1.2.2        A/-/-/-
 10.1.1.0/24          10        NULL    Vlanif10        Direct          D/-/L/-
 172.16.1.0/24        10        NULL    Vlanif50        Direct          D/-/L/-
 172.17.1.0/24        30        NULL    Vlanif10        10.1.1.2        A/-/-/-
                                        Vlanif20        10.1.2.2
 10.1.2.0/24          10        NULL    Vlanif20        Direct          D/-/L/-
 192.168.0.0/24       20        NULL    Vlanif10        10.1.1.2        A/-/-/-

      Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                                  U-Up/Down Bit Set
```


版权所有 © 华为技术有限公司

从路由表可以看出，当恢复负载分担的缺省值后，由于最大等价路由条数的缺省值为6，因此 SwitchA 两个下一跳 10.1.1.2（SwitchB）和 10.1.2.2（SwitchC）均成为有效路由。

步骤 6 在 SwitchA 配置等价路由优先级（可选配置）

```
[SwitchA] isis
[SwitchA-isis-1] nexthop 10.1.2.2 weight 1
[SwitchA-isis-1] quit
```

步骤 7 验证配置结果

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display isis route
                      Route information for ISIS(1)
                      -----------------------------

                     ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                     --------------------------------

 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 192.168.1.0/24       20         NULL    Vlanif20        10.1.2.2        A/-/-/-
 10.1.1.0/24          10         NULL    Vlanif10        Direct          D/-/L/-
 172.16.1.0/24        10         NULL    Vlanif50        Direct          D/-/L/-
 172.17.1.0/24        30         NULL    Vlanif20        10.1.2.2        A/-/-/-
 10.1.2.0/24          10         NULL    Vlanif20        Direct          D/-/L/-
 192.168.0.0/24       20         NULL    Vlanif10        10.1.1.2        A/-/-/-

      Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                                  U-Up/Down Bit Set
```

从路由表中可以看出，当配置等价路由的优先级后，由于下一跳为 10.1.2.2（SwitchC）的优先级（权值为 1）高于下一跳为 10.1.1.2（SwitchB）的优先级，所以 IS-IS 优先选择下一跳为 10.1.2.2 为唯一最优路由。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20 50
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 nexthop 10.1.2.2 weight 1
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif50
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 30
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 40
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 30 40 60
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif60
 ip address 172.17.1.1 255.255.255.0
isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
return
```

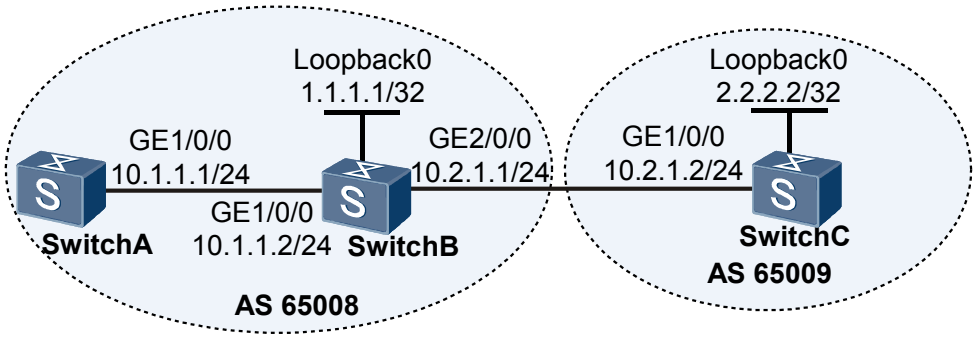
配置 IS-IS 和 BGP 交互示例

组网需求

如图 6-41 所示：

- SwitchA 和 SwitchB 属于同一自治系统，两者之间建立 IS-IS 邻居。SwitchA 为 AS 内部的一台非 BGP 路由器。
- SwitchB 和 SwitchC 之间建立 EBGP 连接。要求 IS-IS 协议引入 BGP 路由时，通过应用路由策略改变路由的 cost。

图 6-41 配置 IS-IS 和 BGP 交互组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.2.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.2.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 IS-IS 和 BGP 交互：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 上使能 IS-IS，指定网络实体。
2. 在 SwitchB 和 SwitchC 上配置 EBGP 连接。
3. 在 SwitchB 上配置 BGP 与 IS-IS 互相引入，查看路由信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 和 SwitchB 的区域地址。
- SwitchB 的 Router ID 和所在 AS 号。
- SwitchC 的 Router ID 和所在 AS 号。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 10 20
[SwitchB] interface GigabitEthernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface GigabitEthernet 2/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchA、SwitchC 上的配置同 SwitchB(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] ip address 10.1.1.2/24
[SwitchB-Vlanif10] quit
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] ip address 10.2.1.1/24
[SwitchB-Vlanif20] quit
```

SwitchA、SwitchC 上的配置同 SwitchB(略)

步骤 3 配置 IS-IS 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif20] quit
```

步骤 4 配置 EBGP 连接

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 65008
[SwitchB-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchB-bgp] peer 10.2.1.2 as-number 65009
[SwitchB-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchB-bgp-af-ipv4] network 10.2.1.0 255.255.255.0
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] bgp 65009
[SwitchC-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchC-bgp] peer 10.2.1.1 as-number 65008
[SwitchC-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchC-bgp-af-ipv4] network 10.2.1.0 255.255.255.0
```

步骤 5 配置 IS-IS 引入 BGP 路由

在 SwitchC 上配置一条静态路由。

```
[SwitchC] ip route-static 200.1.1.1 32 NULL 0
```

在 SwitchC 上配置 BGP 引入静态路由。

```
[SwitchC] bgp 65009
[SwitchC-bgp] import-route static
```

在 SwitchB 上配置 IS-IS 引入 BGP 路由。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] import-route bgp
[SwitchB-isis-1] quit
```

查看 SwitchA 的路由表，IS-IS 引入 BGP 路由 200.1.1.1/32 成功。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 6        Routes : 6

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0           D  10.1.1.1        Vlanif10
        10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        10.1.1.2/32  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
        127.0.0.0/8  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      200.1.1.1/32  ISIS-L2   15   74          D   10.1.1.2       Vlanif10
```

在 SwitchB 上配置 AS_Path 属性过滤器并在路由策略 RTC 中应用。

```
[SwitchB] ip as-path-filter 1 permit 65009
[SwitchB] route-policy RTC permit node 0
[SwitchB-route-policy] if-match as-path-filter 1
[SwitchB-route-policy] apply cost 20
[SwitchB-route-policy] quit
```

在 SwitchB 上配置 IS-IS 引入 BGP 路由。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] import-route bgp route-policy RTC
[SwitchB-isis-1] quit
```

查看 SwitchA 的路由表，AS_Path 属性过滤应用成功，引入路由 200.1.1.1/32 的 cost 值从 74 变为 94。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 6        Routes : 6

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0           D  10.1.1.1        Vlanif10
        10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif10
        10.1.1.2/32  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
        127.0.0.0/8  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       200.1.1.1/32  ISIS-L2    15      94  D  10.1.1.2        Vlanif10
```

步骤 6 配置 BGP 引入 IS-IS 路由

```
[SwitchB] bgp 65008
[SwitchB-bgp] import-route isis 1
[SwitchB-bgp] quit
```

查看 SwitchC 的路由表，BGP 引入 IS-IS 路由 10.1.1.0/24 成功。

```
[SwitchC] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 7        Routes : 7

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

       10.1.1.0/24    EBGP   255   0   D   10.2.1.1        Vlanif20
        10.2.1.0/24  Direct 0    0           D  10.2.1.2        Vlanif10
        10.2.1.1/32  Direct 0    0           D  10.2.1.1        Vlanif20
        10.2.1.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        127.0.0.0/8  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       200.1.1.1/32  Static 60   0           D  0.0.0.0         NULL0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 10
#
isis 1
network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 10 20
#
isis 1
network-entity 10.0000.0000.0002.00
 import-route bgp route-policy RTC
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 65008
 router-id 1.1.1.1
 peer 10.2.1.2 as-number 65009
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
 network 10.2.1.0 255.255.255.0
  import-route static
  import-route isis 1
  peer 10.2.1.2 enable
#
route-policy RTC permit node 0
 if-match as-path-filter 1
 apply cost 20
#
 ip as-path-filter 1 permit 65009
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
bgp 65009
 router-id 2.2.2.2
 peer 10.2.1.1 as-number 65008
 #
 ipv4-family unicast
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  undo synchronization
  network 10.2.1.0 255.255.255.0
  import-route static
  peer 10.2.1.1 enable
#
 ip route-static 200.1.1.1 255.255.255.255 NULL0
#
return
```

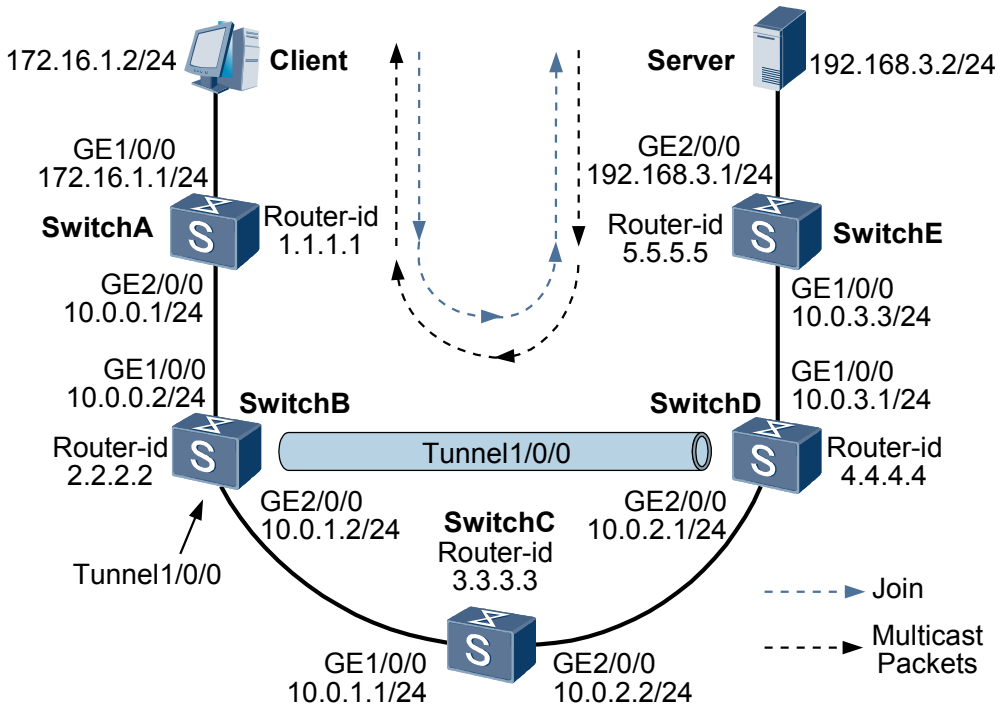
配置本地组播拓扑特性

组网需求

如图 6-42 所示：

- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 都运行 IS-IS，并且都是 Level-2 级别的交换机；
- 从 SwitchB 到 SwitchD 建立一条 TE 隧道；
- 在 SwitchB 上使能 IGP Shortcut。

图 6-42 配置 IS-IS 本地组播拓扑组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	172.16.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.0.0.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.0.0.2/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	10.0.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.0.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.0.2.2/24
SwitchD	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.0.2.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.0.3.1/24
SwitchE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.0.3.3/24
SwitchE	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	192.168.3.1/24

配置思路

采用如下的思路配置本地 MT 特性：

1. 在各交换机上使能 IS-IS 基本功能；
2. 配置组播 PIM-SM；
3. 配置 MPLS RSVP-TE 隧道，并使能 IGP Shortcut；
4. 使能本地组播拓扑特性。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

- 各交换机接口的 IP 地址如图 6-42，区域地址为 10，起始的系统 ID 为 0000.0000.0001 并递增，各交换机为 Level-2 级别的路由器；
- 隧道接口为 TE-Tunnel1/0/0，借用 Loopback0 的 IP 地址，隧道封装协议为 MPLS TE，目的地址为 4.4.4.4，隧道 ID 为 100，隧道信令协议为 **rsvp-te**。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址，并使能 IS-IS

按照图 6-42 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址和掩码，配置 IS-IS 路由协议，具体配置过程略。

步骤 3 配置 PIM-SM

在所有交换机上使能组播功能，在各接口上使能 PIM-SM 功能（除 SwitchA 的 GigabitEthernet1/0/0 外）。SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] pim sm
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

在 SwitchA 连接用户主机的接口上使能 IGMP 功能。

```
[SwitchA]interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] igmp enable
[SwitchA-Vlanif10] igmp version 3
```

配置 C-BSR 和 C-RP。在 SwitchD 上配置 RP 通告的服务范围，及 C-BSR 和 C-RP 的位置。

```
[SwitchD] pim
[SwitchD-pim] c-bsr gigabitethernet 1/0/0
[SwitchD-pim] c-rp gigabitethernet 1/0/0
```

通过使用 **display multicast routing-table** 命令可以查看交换机组播路由表。以 SwitchC 为例。

```
[SwitchC] display multicast routing-table
Multicast routing table of VPN-Instance: public net
 Total 1 entry
 00001. (192.168.3.2, 224.31.31.31)
       Uptime: 15:03:04
       Upstream Interface: Vlanif40
       List of 1 downstream interface
           1:  Vlanif40
```

步骤 4 配置 MPLS RSVP-TE 隧道

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] mpls lsr-id 2.2.2.2
[SwitchB] mpls
[SwitchB-mpls] mpls te
[SwitchB-mpls] mpls rsvp-te
[SwitchB-mpls] mpls te cspf
[SwitchB-mpls] quit
[SwitchB] interface vlanif 30
[SwitchB-Vlanif30] mpls
[SwitchB-Vlanif30] mpls te
[SwitchB-Vlanif30] mpls rsvp-te
[SwitchB-Vlanif30] quit
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] cost-style wide
[SwitchB-isis-1] traffic-eng level-2
[SwitchB-isis-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] mpls lsr-id 3.3.3.3
[SwitchC] mpls
[SwitchC-mpls] mpls te
[SwitchC-mpls] mpls rsvp-te
[SwitchC-mpls] mpls te cspf
[SwitchC-mpls] quit
[SwitchC] interface vlanif 30
[SwitchC-Vlanif30] mpls
[SwitchC-Vlanif30] mpls te
[SwitchC-Vlanif30] mpls rsvp-te
[SwitchC-Vlanif30] quit
[SwitchC] interface vlanif 40
[SwitchC-Vlanif40] mpls
[SwitchC-Vlanif40] mpls te
[SwitchC-Vlanif40] mpls rsvp-te
[SwitchC-Vlanif40] quit
[SwitchC] isis 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC-isis-1] cost-style wide
[SwitchC-isis-1] traffic-eng level-2
[SwitchC-isis-1] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] mpls lsr-id 4.4.4.4
[SwitchD] mpls
[SwitchD-mpls] mpls te
[SwitchD-mpls] mpls rsvp-te
[SwitchD-mpls] mpls te cspf
[SwitchD-mpls] quit
[SwitchD] interface vlanif 50
[SwitchD-Vlanif50] mpls
[SwitchD-Vlanif50] mpls te
[SwitchD-Vlanif50] mpls rsvp-te
[SwitchD-Vlanif50] quit
[SwitchD] isis 1
[SwitchD-isis-1] cost-style wide
[SwitchD-isis-1] traffic-eng level-2
[SwitchD-isis-1] quit
```

配置 MPLS TE 隧道，并使能 IGP Shortcut。

在 SwitchB 上配置 MPLS TE 隧道，使能 IGP Shortcut。

```
[SwitchB] interface tunnel 1/0/0
[SwitchB-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 0
[SwitchB-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[SwitchB-Tunnel1/0/0] destination 4.4.4.4
[SwitchB-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[SwitchB-Tunnel1/0/0] mpls te igp shortcut isis
[SwitchB-Tunnel1/0/0] mpls te igp metric relative -10
[SwitchB-Tunnel1/0/0] isis enable 1
[SwitchB-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[SwitchB-Tunnel1/0/0] quit
```

查看 SwitchB 的路由表，IGP Shortcut 已经被使能。

```
[SwitchB] display isis route
                      Route information for ISIS(1)
                      -----------------------------
                     ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                     --------------------------------
 IPV4 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface   NextHop          Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 3.3.3.3/32           10         NULL    Vlanif20         10.0.1.1        A/-/-/-
 172.16.1.0/24        20         NULL    Vlanif10         10.0.0.1        A/-/-/-
 2.2.2.2/32           0          NULL    Loop0            Direct          D/-/L/-
 192.168.3.0/24       25         NULL    Tun1/0/0         2.2.2.2         A/S/-/-
 5.5.5.5/32           15         NULL    Tun1/0/0         2.2.2.2         A/S/-/-
 10.0.0.0/24          10         NULL    Vlanif10         Direct          D/-/L/-
 10.0.1.0/24          10         NULL    Vlanif20         Direct          D/-/L/-
 4.4.4.4/32           5          NULL    Tun1/0/0         2.2.2.2         A/S/-/-
 10.0.2.0/24          15         NULL    Tun1/0/0         2.2.2.2         A/S/-/-
 10.0.3.0/24          15         NULL    Tun1/0/0         2.2.2.2         A/S/-/-
     Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                              U-Up/Down Bit Set
```

在被 TE-Tunnel 穿越的交换机 SwitchC 上查看组播路由表。

```
[SwitchC] display multicast routing-table
```

没有显示任何组播表项，说明组播报文被丢弃。

步骤 5 配置本地 MT 特性

在 SwitchB 上使能本地 MT 特性。

```
[SwitchB] isis 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-isis-1] local-mt enable
```

步骤 6 验证配置结果

此时再次查看 SwitchC 的组播路由表，已经有组播路由。

```
[SwitchC] display multicast routing-table
Multicast routing table of VPN-Instance: public net
 Total 1 entry
 00001. (192.168.3.2, 224.31.31.31)
       Uptime: 00:00:19
       Upstream Interface: Vlanif40
       List of 1 downstream interface
           1:  Vlanif40
```

在 SwitchB 上查看 MIGP 路由表。

```
[SwitchB] display migp routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: MIGP
         Destinations : 5        Routes : 5
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
      4.4.4.4/32    ISIS   15   20             10.0.1.1        Vlanif20
      5.5.5.5/32    ISIS   15   30             10.0.1.1        Vlanif20
     10.0.2.0/24    ISIS   15   20             10.0.1.1        Vlanif20
     10.0.3.0/24    ISIS   15   30             10.0.1.1        Vlanif20
  192.168.3.0/24    ISIS   15   40             10.0.1.1        Vlanif20
```

原来出接口为 TE-Tunnel 接口的路由，其下一跳在 MIGP 路由表中均被计算出物理出接口。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 multicast routing-enable
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 igmp enable
#
interface Vlanif20
 ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
 multicast routing-enable
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-2
 local-mt enable
#
interface Vlanif20
 ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif30
 ip address 10.0.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack0
 tunnel-protocol mpls te
 destination 4.4.4.4
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te igp shortcut isis
 mpls te igp metric relative -10
 mpls te commit
 isis enable 1
 pim sm
#
pim
 C-BSR LoopBack0
 C-RP LoopBack0
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 sysname SwitchC
#
 router id 3.3.3.3
#
 multicast routing-enable
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif30
 ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.0.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 router id 4.4.4.4
#
 multicast routing-enable
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif50
 ip address 10.0.3.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif40
 ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
 pim sm
#
pim
 C-BSR GigabitEthernet1/0/0
 C-RP GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 router id 5.5.5.5
#
 multicast routing-enable
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0005.00
#
interface Vlanif50
 ip address 10.0.3.3 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif60
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
 pim sm
#
pim
       c-bsr GigabitEthernet 1/0/0
       c-rp GigabitEthernet 1/0/0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
return
```

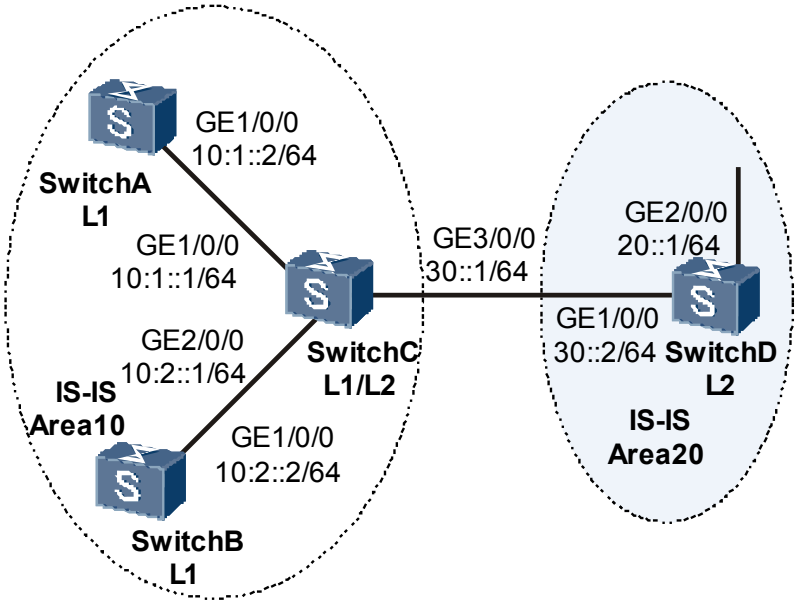
配置 IS-IS IPv6 的基本功能示例

组网需求

如图 6-43 所示：

- 交换机 SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 属于同一自治系统，要求它们之间通过 IS-IS 协议达到 IPv6 网络互连的目的。
- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 属于区域 10，SwitchD 属于区域 20。
- SwitchA 和 SwitchB 是 Level-1 路由器，SwitchC 是 Level-1-2 路由器，SwitchD 是 Level-2 路由器。

图 6-43 配置 IS-IS 的 IPv6 特性基本功能组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10:1::2/64
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10:2::2/64
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10:1::1/64
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10:2::1/64
SwitchC	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	30::1/64
SwitchD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	30::2/64
SwitchD	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	20::1/64

配置思路

采用如下的思路配置 IS-IS IPv6 的基本功能：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 使能各交换机的 IPv6 转发能力，配置各接口的 IPv6 地址。
2. 在各交换机上使能 IS-IS，配置 Level 级别，指定网络实体。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 各接口的 IPv6 地址。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 的区域号。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 的级别。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 使能 IPv6 转发能力，配置各接口的 IPv6 地址，以 SwitchA 为例，其他交换机的配置过程相同，不再赘述

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] ipv6
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ipv6 enable
[SwitchA-Vlanif10] ipv6 address 10:1::2/64
```

步骤 3 配置 IS-IS

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] is-level level-1
[SwitchA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] ipv6 enable
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis ipv6 enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] is-level level-1
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchB-isis-1] ipv6 enable
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] isis ipv6 enable 1
[SwitchB-Vlanif20] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] isis 1
[SwitchC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[SwitchC-isis-1] ipv6 enable
[SwitchC-isis-1] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] isis ipv6 enable 1
[SwitchC-Vlanif10] quit
[SwitchC] interface vlanif 20
[SwitchC-Vlanif20] isis ipv6 enable 1
[SwitchC-Vlanif20] quit
[SwitchC] interface vlanif 30
[SwitchC-Vlanif30] isis ipv6 enable 1
[SwitchC-Vlanif30] isis circuit-level level-2
[SwitchC-Vlanif30] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] isis 1
[SwitchD-isis-1] is-level level-2
[SwitchD-isis-1] network-entity 20.0000.0000.0004.00
[SwitchD-isis-1] ipv6 enable
[SwitchD-isis-1] quit
[SwitchD] interface vlanif 30
[SwitchD-Vlanif30] isis ipv6 enable 1
[SwitchD-Vlanif30] quit
[SwitchD] interface vlanif40
[SwitchD-Vlanif40] isis ipv6 enable 1
[SwitchD-Vlanif40] quit
```

步骤 4 验证配置结果

显示 SwitchA 的 IS-IS 路由表。

```
[SwitchA] display isis route
                      Route information for ISIS(1)
                      ------------------------------
                     ISIS(1) Level-1 Forwarding Table
                     --------------------------------
IPV6 Destination     IntCost    ExtCost ExitInterface     NextHop         Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 10:1::/64           10         NULL       Vlanif10          Direct        D/L/-
 10:2::/64           20         NULL       Vlanif20  FE80::A83E:0:3ED2:1   A/-/-
      Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                               U-Up/Down Bit Set
```

显示 SwitchC 的 IS-IS 邻居的详细信息。

```
[SwitchC] display isis peer verbose
                        Peer information for ISIS(1)
  System Id    Interface          Circuit Id       State HoldTime Type     PRI
0000.0000.0001 Vlanif10       0000.0000.0003.01       Up   24s      L1       --
  MT IDs supported     : 0(UP)
  Local MT IDs         : 0
  Area Address(es)     : 10
  Peer IPv6 Address(es): FE80::996B:0:9419:1
  Uptime               : 00:44:43
  Adj Protocol         : IPV6
  Restart Capable      : YES
  Suppressed Adj       : NO
0000.0000.0002 Vlanif20       0000.0000.0003.01        Up   28s      L1       --
  MT IDs supported     : 0(UP)
  Local MT IDs         : 0
  Area Address(es)     : 10
  Peer IPv6 Address(es): FE80::DC40:0:47A9:1
  Uptime               : 00:46:13
  Adj Protocol         : IPV6
  Restart Capable      : YES
  Suppressed Adj       : NO
0000.0000.0003 Vlanif30       0000.0000.0003.01        Up   24s      L2       --
  MT IDs supported     : 0(UP)
  Local MT IDs         : 0
  Area Address(es)     : 20
  Peer IPv6 Address(es): FE80::F81D:0:1E24:2
  Uptime               : 00:53:18
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Adj Protocol         : IPV6
  Restart Capable      : YES
  Suppressed Adj       : NO
Total Peer(s): 3
```

显示 SwitchC 的 IS-IS LSDB 的详细信息。

```
[SwitchC] display isis lsdb verbose
                      Database information for ISIS(1)
                      --------------------------------

                        Level-1 Link State Database
LSPID                 Seq Num      Checksum      Holdtime      Length  ATT/P/OL
-------------------------------------------------------------------------------
0000.0000.0001.00-00  0x0000000c   0x4e06        1117          113     0/0/0
 SOURCE       0000.0000.0001.00
 NLPID        IPV6
 AREA ADDR    10
 INTF ADDR V6 10:1::2
 Topology     Standard
 NBR  ID      0000.0000.0003.00  COST: 10
 IPV6         10:1::/64                      COST: 10
0000.0000.0002.00-00  0x00000009   0x738c        1022          83      0/0/0
 SOURCE       0000.0000.0002.00
 NLPID        IPV6
 AREA ADDR    10
 INTF ADDR V6 10:2::2
 Topology     Standard
 NBR  ID      0000.0000.0003.00  COST: 10
 IPV6         10:2::/64                      COST: 10
0000.0000.0003.00-00* 0x00000020   0x6b10        771           140     1/0/0
 SOURCE       0000.0000.0003.00
 NLPID        IPV6
 AREA ADDR    10
 INTF ADDR V6 30::1
 INTF ADDR V6 10:2::1
 INTF ADDR V6 10:1::1
 Topology     Standard
 NBR  ID      0000.0000.0002.00  COST: 10
 NBR  ID      0000.0000.0001.00  COST: 10
 IPV6         10:2::/64                      COST: 10
 IPV6         10:1::/64                      COST: 10
Total LSP(s) : 3
  *(In TLV)-Leaking Route, *(By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended),
          ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload
                        Level-2 Link State Database
LSPID                 Seq Num      Checksum      Holdtime      Length  ATT/P/OL
-------------------------------------------------------------------------------
0000.0000.0003.00-00* 0x00000017   0x61b4        771           157     0/0/0
 SOURCE       0000.0000.0003.00
 NLPID        IPV6
 AREA ADDR    10
 INTF ADDR V6 30::1
 INTF ADDR V6 10:2::1
 INTF ADDR V6 10:1::1
 Topology     Standard
 NBR  ID      0000.0000.0004.00  COST: 10
 IPV6         30::/64                        COST: 10
 IPV6         10:2::/64                      COST: 10
 IPV6         10:1::/64                      COST: 10
0000.0000.0004.00-00  0x0000000b   0x6dfa        1024          124     0/0/0
 SOURCE       0000.0000.0004.00
 NLPID        IPV6
 AREA ADDR    20
 INTF ADDR V6 30::2
 INTF ADDR V6 20::1
 Topology     Standard
 NBR  ID      0000.0000.0003.00  COST: 10
 NBR  ID      0000.0000.0005.00  COST: 10
 IPV6         30::/64                        COST: 10
 IPV6         20::/64                        COST: 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Total LSP(s) : 2
  *(In TLV)-Leaking Route, *(By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended),
         ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 ipv6
#
isis 1
 is-level level-1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 #
  ipv6 enable topology standard
#
interface Vlanif10
 ipv6 enable
 ipv6 address 10:1::2/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 ipv6
#
isis 1
 is-level level-1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 #
  ipv6 enable topology standard
 #
#
interface Vlanif20
 ipv6 enable
 ipv6 address 10:2::2/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 ipv6
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
 #
  ipv6 enable topology standard
 #
#
interface Vlanif10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv6 enable
 ipv6 address 10:1::1/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface Vlanif20
 ipv6 enable
 ipv6 address 10:2::1/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface Vlanif30
 ipv6 enable
 ipv6 address 30::1/64
 isis ipv6 enable 1
 isis circuit-level level-2
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 ipv6
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 20.0000.0000.0004.00
 #
  ipv6 enable topology standard
 #
#
interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 address 20::1/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface Vlanif30
 ipv6 enable
 ipv6 address 30::2/64
 isis ipv6 enable 1
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
return
```

配置 IS-IS 快速收敛示例

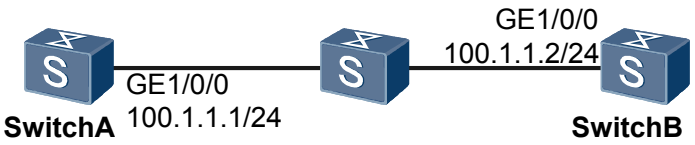
组网需求

如图 6-44 所示，

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchA 和 SwitchB 之间运行 IS-IS 协议。
- SwitchA 和 SwitchB 同属于区域 10。
- SwitchA 和 SwitchB 之间有一台二层交换机，不需要配置。

图 6-44 配置 IS-IS 快速收敛组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下思路配置 IS-IS 快速收敛特性：

1. 在各交换机上使能 IS-IS 基本功能。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上使能 BFD 检测机制。
3. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置快速收敛时间参数。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 两台交换机的级别和所属区域地址。
- 快速收敛时间参数值。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

SwitchB 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各交换机 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 IS-IS 基本功能

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] is-level level-2
[SwitchA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] is-level level-2
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

步骤 4 在 SwitchB 上模拟链路 Down 掉，查看 SwitchA 的邻居信息和 IS-IS 路由计算的时间

在 SwitchA 上打开调试信息开关，使信息输出到 VTY 通道。

```
[SwitchA] info-center source bfd channel 1 log level debugging state on
[SwitchA] quit
<SwitchA> debugging isis spf-summary
<SwitchA> terminal debugging
<SwitchA> terminal monitor
```

在 SwitchB 的 Vlanif10 接口上执行 **shutdown** 命令。

```
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] shutdown
```

在 SwitchA 上查看邻居信息。

```
<SwitchA> display isis peer
                        Peer information for ISIS(1)
                        ----------------------------
  System Id    Interface          Circuit Id         State  HoldTime  Type     PRI
0000.0000.0002 Vlanif10           0000.0000.0001.01   Up    20s       L2       64
Total Peer(s): 1
```

链路 Down 掉后，系统会维持 holdtime 时间，并不马上宣告邻居失效，直到 holdtime 时间超时后才删除邻居，这时会触发路由计算。通过以下 Debugging 信息可查看 SPF 计算的时间。

```
*0.670620 SwitchA ISIS/6/ISIS:


*0.670620 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  Signal SPF at Sec = 00670, MSec = 620.

*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  Signal SPF at Sec = 00670, MSec = 620.

*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  ISpf starts at Sec = 00670, MSec = 680.ISIS-1-SPF-STATS: RT Calculation: Elaps
ed time: 0 Milliseconds(IS09_8227)

*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
 ISIS-1-SPF-PRC: Received L2 System Change Event for 0000.0000.0001.01, Change =
 2(IS10_7213)

*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
 ISIS-1-SPF-PRC: Received L2 System Change Event for 0000.0000.0002.00, Change =
 2(IS10_7213)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:


*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  ISpf ends(and prc starts) at Sec = 00670, MSec = 680.

*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  ISpf for IPv6 starts at Sec = 00670, MSec = 680.

*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  ISpf for IPv6 ends(and prc starts) at Sec = 00670, MSec = 680.

*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  Prc job starts to run at Sec = 00670, MSec = 680.ISIS-1-SPF-PRC: Processing Mt
 0, L2 LSPs of System :0000.0000.0002, Change Type = 2(IS10_7649)

*0.670750 SwitchA ISIS/6/ISIS:
```

在 holdtime 时间内，通过 Vlanif10 接口的路由将被丢弃，导致报文不能正确送达。这时需要使能 BFD 特性和配置快速收敛时间参数，以保证在网络变化时，交换机可以迅速感知拓扑变化并重新计算路由。

步骤 5 恢复 SwitchB 的接口，使链路重新 Up

在 SwitchB 的 Vlanif10 接口上执行 **undo shutdown** 命令。

```
[SwitchB-Vlanif10] undo shutdown
```

步骤 6 配置 BFD 特性

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] bfd atob bind peer-ip 100.1.1.2 interface vlanif 10
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator local 1
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator remote 2
[SwitchA-bfd-session-atob] commit
[SwitchA-bfd-session-atob] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis bfd static
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] bfd btoa bind peer-ip 100.1.1.1 interface vlanif 10
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator local 2
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator remote 1
[SwitchB-bfd-session-btoa] commit
[SwitchB-bfd-session-btoa] quit
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] isis bfd static
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

步骤 7 配置快速收敛时间参数

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis
[SwitchA-isis-1] flash-flood
[SwitchA-isis-1] timer spf 1 20 100
[SwitchA-isis-1] timer lsp-generation 1 1 120
[SwitchA-isis-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-isis-1] flash-flood
[SwitchB-isis-1] timer spf 1 20 100
[SwitchB-isis-1] timer lsp-generation 1 1 120
[SwitchB-isis-1] quit
```

说明

- IS-IS 协议中，当 LSDB 发生变化时需要进行路由计算、产生新的 LSP 来通告这种变化。频繁的路由计算会占用大量的系统资源，导致系统性能下降。延迟 SPF 计算和产生新的 LSP 时间，及快速 LSP 扩散，在一定程度上可以提高路由计算的效率，减少系统资源的消耗。
- **flash-flood** 命令用来使能 LSP 快速扩散特性，以便加快 IS-IS 网络的收敛速度。
- **timer spf** 命令用来设置 SPF 计算的间隔时间，缺省值是 5 秒。
- **timer lsp-generation** 命令用来设置产生 LSP 的延迟时间，缺省值是 2 秒。

步骤 8 检查配置结果

在 SwitchB 的 Vlanif10 端口上执行命令 **shutdown**，模拟链路 Down 掉。

```
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] shutdown
```

在 SwitchA 上查看邻居信息。

```
<SwitchA> display isis peer
```

此时 SwitchA 的邻居信息已经不存在。

当 BFD 感知链路 Down 掉时，上报给路由管理模块。IS-IS 立刻删除邻居，触发路由计算，使网络迅速收敛。通过配置快速收敛前后 Debugging 信息的对比，可以看出 SPF 计算的时间缩短。

```
*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  Prc job completed at Sec = 00962, MSec = 280.

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  Signal SPF at Sec = 01318, MSec = 800.

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  Signal SPF at Sec = 01318, MSec = 800.
```

ISPF 计算的初始间隔时间缩短为 20 毫秒。

```
*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  ISpf starts at Sec = 01318, MSec = 820.ISIS-1-SPF-STATS: RT Calculation: Elaps
ed time: 0 Milliseconds(IS09_8227)

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
 ISIS-1-SPF-PRC: Received L2 System Change Event for 0000.0000.0001.01, Change =
 2(IS10_7213)

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
 ISIS-1-SPF-PRC: Received L2 System Change Event for 0000.0000.0002.00, Change =
 2(IS10_7213)

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:


*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  ISpf ends(and prc starts) at Sec = 01318, MSec = 820.

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  ISpf for IPv6 starts at Sec = 01318, MSec = 820.

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
  ISpf for IPv6 ends(and prc starts) at Sec = 01318, MSec = 820.

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Prc job starts to run at Sec = 01318, MSec = 820.ISIS-1-SPF-PRC: Processing Mt
 0, L2 LSPs of System :0000.0000.0002, Change Type = 2(IS10_7649)

*0.1318910 SwitchA ISIS/6/ISIS:
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 10
#
 info-center source BFD channel 1 log level debugging
#
 bfd
#
isis 1
 is-level level-2
 timer lsp-generation 1 1 120 level-1
 timer lsp-generation 1 1 120 level-2
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 flash-flood level-1
 flash-flood level-2
 timer spf 1 20 100
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 isis bfd static
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
bfd atob bind peer-ip 100.1.1.2 interface Vlanif10
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
 commit
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 10
#
 bfd
#
isis 1
 is-level level-2
 timer lsp-generation 1 1 120 level-1
 timer lsp-generation 1 1 120 level-2
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 flash-flood level-1
 flash-flood level-2
 timer spf 1 20 100
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 isis bfd static
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
bfd btoa bind peer-ip 100.1.1.2 interface Vlanif10
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
 commit
#
return
```

配置 IS-IS Auto FRR 示例

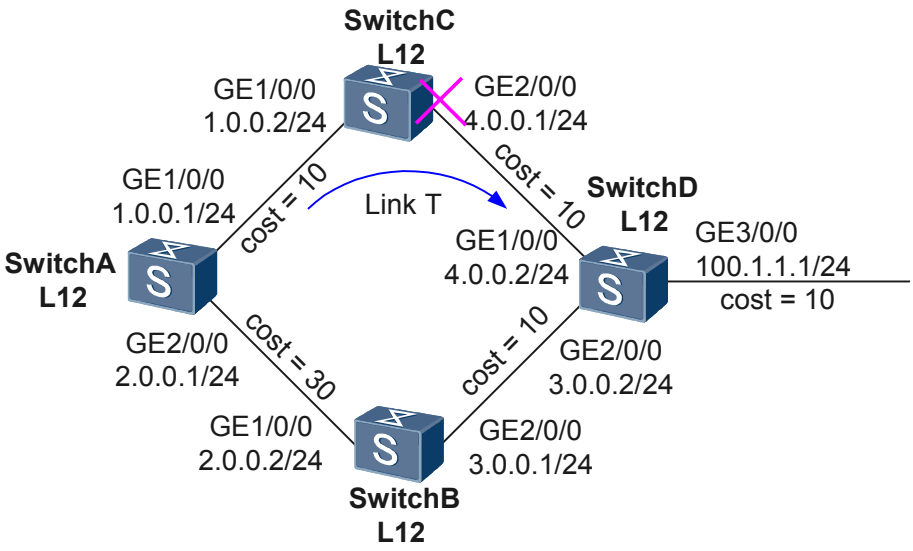
组网需求

当网络出现故障时，IS-IS Auto FRR 可以将流量快速切换到备份链路上，而不用等待路由收敛，从而达到流量不中断的目的。

如图 6-45 所示，

- 四台交换机之间运行 IS-IS 协议。
- 四台交换机都是 Level-1-2 交换机。
- 当 SwitchC 或链路 T 出现故障时，SwitchA 转发的流量快速切换到备份链路上。

图 6-45 配置 IS-IS Auto FRR 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	1.0.0.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	2.0.0.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	2.0.0.2/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	3.0.0.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	1.0.0.2/24
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	4.0.0.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	4.0.0.2/24
SwitchD	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	3.0.0.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchD	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	100.1.1.1/24

配置思路

采用如下思路配置 IS-IS Auto FRR：

1. 在各交换机上使能 IS-IS 基本功能。
2. 在 SwitchA 的 Vlanif20 接口上配置较大开销（需满足 IS-IS Auto FRR 流量保护不等式），使流量优选链路 T。
3. 由于需保护的是 SwitchA 转发的流量，因此在 SwitchA 上使能 IS-IS Auto FRR。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各交换机接口的 IP 地址；
- 各交换机的 NET；
- 各交换机的级别；
- 各交换机接口的开销。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.0.0.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 2.0.0.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 IS-IS 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] is-level level-1-2
[SwitchA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] is-level level-1-2
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif20] quit
[SwitchB] interface vlanif 30
[SwitchB-Vlanif30] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif30] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] isis 1
[SwitchC-isis-1] is-level level-1-2
[SwitchC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[SwitchC-isis-1] quit
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif10] quit
[SwitchC] interface vlanif 50
[SwitchC-Vlanif50] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif50] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] isis 1
[SwitchD-isis-1] is-level level-1-2
[SwitchD-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0004.00
[SwitchD-isis-1] quit
[SwitchD] interface vlanif 50
[SwitchD-Vlanif50] isis enable 1
[SwitchD-Vlanif50] quit
[SwitchD] interface vlanif 30
[SwitchD-Vlanif30] isis enable 1
[SwitchD-Vlanif30] quit
[SwitchD] interface vlanif 40
[SwitchD-Vlanif40] isis enable 1
[SwitchD-Vlanif40] quit
```

步骤 4 配置 SwitchA 的 Vlanif20 接口开销为 30，并查看路由信息。

配置 SwitchA 的 Vlanif20 接口开销为 30。

```
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] isis cost 30
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

查看 SwitchA 到 SwitchD 的链路信息。由于链路 T 的开销最小，因此，IS-IS 优选链路 T 来传送 SwitchA 转发的流量。

```
<SwitchA> display isis route 100.1.1.1 verbose

                        Route information for ISIS(1)
                        -----------------------------

                       ISIS(1) Level-1 Forwarding Table
                       --------------------------------

 IPV4 Dest   : 100.1.1.0/24       Int. Cost : 30           Ext. Cost : NULL
 Admin Tag   : -                  Src Count : 1            Flags     : A/-/L/-
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Priority   : Low
NextHop    :                  Interface :              ExitIndex :
  1.0.0.2                    Vlanif10                 0x00000003

    Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                             U-Up/Down Bit Set


                        ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                        --------------------------------

IPV4 Dest  : 100.1.1.0/24       Int. Cost : 30           Ext. Cost : NULL
Admin Tag  : -                  Src Count : 3            Flags     : -/-/-/-
Priority   : Low

    Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                             U-Up/Down Bit Set
```

在 SwitchA 上执行 **display fib 100.1.1.1 verbose** 命令查看 SwitchA 到 SwitchD 的转发表项。

```
<SwitchA> display fib 100.1.1.1 verbose

 Route Entry Count: 1
Destination: 100.1.1.0          Mask     : 255.255.255.0
Nexthop    : 1.0.0.2            OutIf    : Vlanif10
LocalAddr  : 1.0.0.1            LocalMask: 0.0.0.0
Flags      : DGU                Age      : 26sec
ATIndex    : 0                  Slot     : 0
LspFwdFlag : 0                  LspToken : 0x0
InLabel    : NULL               OriginAs : 0
BGPNextHop : 0.0.0.0            PeerAs   : 0
QosInfo    : 0x0                OriginQos: 0x0
NexthopBak : 0.0.0.0            OutIfBak : [No Intf]
LspTokenBak: 0x0                InLabelBak : NULL
LspToken_ForInLabelBak     : 0x0
EntryRefCount : 0
VlanId : 0x0
BgpKey : 0
BgpKeyBak : 0
LspType         : 0             Label_ForLspTokenBak   : 0
MplsMtu         : 0             Gateway_ForLspTokenBak : 0.0.0.0
NextToken       : 0x0           IfIndex_ForLspTokenBak : 0
Label_NextToken : 0             Label : 0
LspBfdState     : 0
```

从显示信息可以看出，此时 SwitchA 到 SwitchD 的流量转发只有一条链路 T。

步骤 5 在 SwitchA 上使能 IS-IS Auto FRR，并查看路由信息。

在 SwitchA 上使能 IS-IS Auto FRR。

```
<SwitchA> isis
[SwitchA-isis-1] frr
[SwitchA-isis-1-frr]loop-free-alternate
```

查看 SwitchA 到 SwitchD 的路由信息。由于使能了 IS-IS Auto FRR，IS-IS 生成了一条备份路由。

```
<SwitchA> display isis route 100.1.1.1 verbose

                        Route information for ISIS(1)
                        -----------------------------

                        ISIS(1) Level-1 Forwarding Table
                        --------------------------------

IPV4 Dest  : 100.1.1.0/24       Int. Cost : 30           Ext. Cost : NULL
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Admin Tag  : -                 Src Count : 1            Flags     : A/-/L/-
Priority   : Low
NextHop    :                   Interface :              ExitIndex :
   1.0.0.2                         Vlanif10                 0x00000003
(B)2.0.0.2                         Vlanif20                 0x00000004

    Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                             U-Up/Down Bit Set


                        ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                        --------------------------------

IPV4 Dest  : 100.1.1.0/24      Int. Cost : 30           Ext. Cost : NULL
Admin Tag  : -                 Src Count : 3            Flags     : -/-/-/-
Priority   : Low

    Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
                             U-Up/Down Bit Set
```

查看 SwitchA 到 SwitchD 的流量保护类型。

```
<SwitchA> display isis spf-tree systemid 0000.0000.0004 verbose

                      Shortest Path Tree for ISIS(1)
                      ------------------------------

                     ISIS(1) Level-1 Shortest Path Tree
                     ----------------------------------
0000.0000.0004.00
  Distance            : 20
  Distance-URT        : 20
  Flags               : SPT/V6_Islt
  IPv4 Nexthops-URT   : 1
           (1) 1.0.0.2          IF:Vlanif10  NBR:0000.0000.0003.00
           (B) 2.0.0.2          IF:Vlanif20  NBR:0000.0000.0002.00
                                TYPE:LOOP-FREE  PROTECT:LINK-NODE
  IPv4 Nexthops-MIGP  : 0
  IPv6 Nexthops       : 0
  Neighbors: 2 (Children:1 Parents:1 Others:0)
           (1)   0000.0000.0003.02
                   Cost  : 10
                   Flags : Parent

           (2)   0000.0000.0004.03
                   Cost  : 10
                   Flags : Child


                     ISIS(1) Level-2 Shortest Path Tree
                     ----------------------------------
0000.0000.0004.00
  Distance            : 20
  Distance-URT        : 20
  Flags               : SPT/V6_Islt
  IPv4 Nexthops-URT   : 1
           (1) 1.0.0.2          IF:Vlanif10  NBR:0000.0000.0003.00
           (B) 2.0.0.2          IF:Vlanif20  NBR:0000.0000.0002.00
                                TYPE:LOOP-FREE  PROTECT:LINK-NODE
  IPv4 Nexthops-MIGP  : 0
  IPv6 Nexthops       : 0
  Neighbors: 2 (Children:1 Parents:1 Others:0)
           (1)   0000.0000.0003.02
                   Cost  : 10
                   Flags : Parent

           (2)   0000.0000.0004.03
                   Cost  : 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
                    Flags : Child
```

从显示信息可以看出，SwitchA 到 SwitchD 的流量保护类型是节点链路双保护。

在 SwitchA 上执行 **display fib 100.1.1.1 verbose** 命令查看 SwitchA 到 SwitchD 的转发表项。

```
<SwitchA> display fib 100.1.1.1 verbose
  Route Entry Count: 1
 Destination: 100.1.1.0          Mask     : 255.255.255.0
 Nexthop    : 1.0.0.2            OutIf    : Vlanif10
 LocalAddr  : 1.0.0.1            LocalMask: 0.0.0.0
 Flags      : DGU                Age      : 6sec
 ATIndex    : 0                  Slot     : 0
 LspFwdFlag : 0                  LspToken : 0x0
 InLabel    : NULL               OriginAs : 0
 BGPNextHop : 0.0.0.0            PeerAs   : 0
 QosInfo    : 0x0                OriginQos: 0x0
 NexthopBak : 2.0.0.2            OutIfBak : Vlanif20
 LspTokenBak: 0x0                InLabelBak : NULL
 LspToken_ForInLabelBak     : 0x0
 EntryRefCount : 0
 VlanId : 0x0
 BgpKey : 0
 BgpKeyBak : 0
 LspType         : 0             Label_ForLspTokenBak   : 0
 MplsMtu         : 0             Gateway_ForLspTokenBak : 0.0.0.0
 NextToken       : 0x0           IfIndex_ForLspTokenBak : 0
 Label_NextToken : 0             Label : 0
 LspBfdState     : 0
```

从显示信息可以看出，此时 SwitchA 到 SwitchD 的主用链路是链路 T，备份链路是出接口为 Vlanif20、下一跳为 2.0.0.2 的路由。

步骤 6 检查配置结果

在 SwitchC 的 Vlanif50 端口上执行命令 **shutdown**，模拟链路 Down 掉。

```
[SwitchC] interface vlanif 50
[SwitchC-Vlanif50] shutdown
```

在 SwitchA 上立即执行 **display fib 100.1.1.1 verbose** 命令查看 SwitchA 到 SwitchD 的路由信息。

```
<SwitchA> display fib 100.1.1.1 verbose
  Route Entry Count: 1
 Destination: 100.1.1.0          Mask     : 255.255.255.0
 Nexthop    : 2.0.0.2            OutIf    : Vlanif20
 LocalAddr  : 2.0.0.1            LocalMask: 0.0.0.0
 Flags      : DGU                Age      : 124sec
 ATIndex    : 0                  Slot     : 0
 LspFwdFlag : 0                  LspToken : 0x0
 InLabel    : NULL               OriginAs : 0
 BGPNextHop : 0.0.0.0            PeerAs   : 0
 QosInfo    : 0x0                OriginQos: 0x0
 NexthopBak : 0.0.0.0            OutIfBak : [No Intf]
 LspTokenBak: 0x0                InLabelBak : NULL
 LspToken_ForInLabelBak     : 0x0
 EntryRefCount : 0
 VlanId : 0x0
 BgpKey : 0
 BgpKeyBak : 0
 LspType         : 0             Label_ForLspTokenBak   : 0
 MplsMtu         : 0             Gateway_ForLspTokenBak : 0.0.0.0
 NextToken       : 0x0             IfIndex_ForLspTokenBak : 0
 Label_NextToken : 0             Label : 0
 LspBfdState     : 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

从显示信息可以看出，SwitchA 转发的流量已经切换到出接口为 Vlanif20，下一跳为 2.0.0.2 的备份链路上。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 10 20
#
isis 1
 frr
  loop-free-alternate level-1
  loop-free-alternate level-2
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif20
 ip address 2.0.0.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 isis cost 30
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 20 30
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 2.0.0.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif30
 ip address 3.0.0.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 sysname SwitchC
#
vlan batch 10 50
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif50
 shutdown
 ip address 4.0.0.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 30 40 50
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif50
 ip address 4.0.0.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif30
 ip address 3.0.0.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif40
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
return
```

配置 IS-IS Auto FRR (TE 保护 IP)示例

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

图 6-46 IS-IS Auto FRR 配置组网图

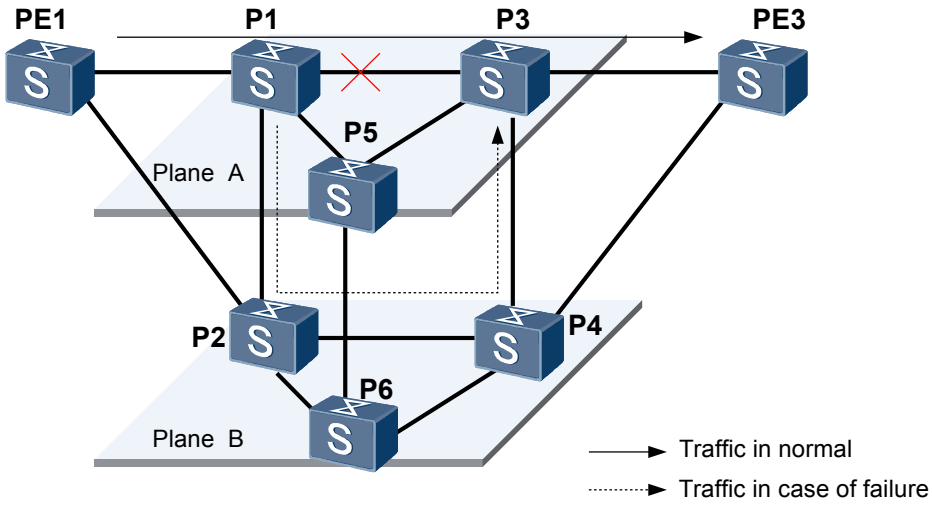


图 6-46 为 MPLS VPN 典型双平面组网简化图，PE 双归属接入方式到两个平面。要求：

- 运行 IS-IS 实现各节点的 IP 连通性；
- P 节点之间的流量在无链路故障时通过直连链路传输；
- 配置 MPLS TE 隧道作为备份路径，当 P 节点之间的链路故障时，将 P 节点之间的流量切换到另一个平面。
- 配置 IS-IS Auto FRR，使 P 节点间的业务流量在直连链路故障时快速切换到 TE 隧道上。
- P 节点间的流量只在 P 节点之间传递，应防止 P 节点之间的流量迂回到 PE 节点。

说明

本例仅以 PE1 和 PE3 为例，每个平面仅列出了 3 个 P 节点，且仅列举了 P1 和 P3 之间 MPLS TE 隧道。实际应用中 PE 节点和 P 节点数量以及所需的 MPLS TE 隧道远不止这些。

配置思路

采用如下的思路配置 IS-IS Auto FRR，实现 TE 保护 IP：

1. 配置各节点的接口 IP 地址及作为 LSR ID 的 Loopback 地址，并配置 IS-IS 实现 IP 连通。
2. 在 P 节点之间配置 MPLS TE 隧道作为 LFA 备份路径。
3. 在 P 节点上使能 MPLS TE 转发邻接。
4. 在 P 节点上使能 IS-IS Auto FRR，实现链路故障时流量快速切换。
5. 在 P 节点与 PE 相连的接口上配置 **undo isis lfa-backup** 命令，阻止该接口成为 LFA (Loop-Free Alternate)备份接口，防止 P 节点之间的流量迂回到 PE 节点。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

表 6-2 物理接口 IP 地址

设备名称	接口及 IP 地址	对端 IP 地址	对端设备	对应的 VLANIF
P1	GE1/0/0 10.1.1.1/30	GE1/0/0 10.1.1.2/30	P2	VLANIF 10
P1	GE2/0/0 10.1.2.1/30	GE2/0/0 10.1.2.2/30	P3	VLANIF 30
P1	GE3/0/0 10.1.3.1/30	GE2/0/0 10.1.3.2/30	P5	VLANIF 20
P2	GE2/0/0 10.1.4.1/30	GE2/0/0 10.1.4.2/30	P4	VLANIF 70
P2	GE3/0/0 10.1.5.1/30	GE2/0/0 10.1.5.2/30	P6	VLANIF 60
P3	GE1/0/0 10.1.6.1/30	GE1/0/0 10.1.6.2/30	P4	VLANIF 100
P3	GE3/0/0 10.1.7.1/30	GE3/0/0 10.1.7.2/30	P5	VLANIF 90
P4	GE3/0/0 10.1.8.1/30	GE3/0/0 10.1.8.2/30	P6	VLANIF 130
P5	GE1/0/0 10.1.9.1/30	GE1/0/0 10.1.9.2/30	P6	VLANIF 80
PE1	GE1/0/0 10.1.10.1/30	GE4/0/0 10.1.10.2/30	P1	VLANIF 40
PE1	GE2/0/0 10.1.11.1/30	GE4/0/0 10.1.11.2/30	P2	VLANIF 50
PE3	GE1/0/0 10.1.12.1/30	GE4/0/0 10.1.12.2/30	P3	VLANIF 110
PE3	GE2/0/0 10.1.13.1/30	GE4/0/0 10.1.13.2/30	P4	VLANIF 120

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

表 6-3 Loopback0 接口地址

设备名称	Loopback0 接口地址
P1	1.1.1.1/32
P2	2.2.2.2/32
P3	3.3.3.3/32
P4	4.4.4.4/32
P5	5.5.5.5/32
P6	6.6.6.6/32
PE1	7.7.7.7/32
PE3	8.8.8.8/32

表 6-4 IS-IS 参数

参数	值
Router ID	使用 Loopback0 的 IP 地址作为 Router ID
IS-IS 进程 ID	64
Level	2
NET	NET 的格式为 Area-ID.System-ID.00 ● Area-ID：86.0010 ● System-ID：由 Loopback0 地址扩展而来。例如 1.1.1.1，扩展后得到的系统 ID 为 0010.0100.1001
IS-IS Name	与设备名称相同
Metric 类型	wide
Metric 值	物理接口：5 Tunnel 接口：6
其他参数	采用缺省值

表 6-5 MPLS 参数

参数	值
LSR-ID	使用 Loopback0 的 IP 地址作为 LSR-ID
Tunnel 接口编号	以 Tunnel 实际物理出接口保持一致

版权所有 © 华为技术有限公司

参数	值
Tunnel 接口描述信息	to_目的节点名
Tunnel 接口 IP 地址	借用 Loopback0 的 IP 地址
Tunnel ID	100
显式路径名称	同 Tunnel 接口描述信息
Tunnel Metric 值	为了使隧道作为备份路径同时实现 LDP over TE，隧道的 Metric 值应小于主链路的 Metric 值，但大于其他链路的 metric 值
隧道带宽	200M
LDP 远端对等体名称	to_目的节点
其他参数	采用缺省值

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P1
[P1] vlan batch 10 20 30 40
[P1] interface gigabitethernet 1/0/0
[P1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[P1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[P1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P1] interface gigabitethernet 3/0/0
[P1-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[P1-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[P1-GigabitEthernet3/0/0] quit
[P1] interface gigabitethernet 2/0/0
[P1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[P1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[P1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[P1] interface gigabitethernet 4/0/0
[P1-GigabitEthernet4/0/0] port hybrid pvid vlan 40
[P1-GigabitEthernet4/0/0] port hybrid untagged vlan 40
[P1-GigabitEthernet4/0/0] quit
```

P2、P3、P4、P5、P6、PE1、PE3 上的配置同 P1(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

按照表 6-2 和表 6-3 配置各接口的 IP 地址和掩码。

```
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 30
[P1-Vlanif10] quit
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] ip address 10.1.3.1 30
[P1-Vlanif20] quit
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] ip address 10.1.2.1 30
[P1-Vlanif30] quit
[P1] interface vlanif 40
[P1-Vlanif40] ip address 10.1.10.2 30
[P1-Vlanif40] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

P2、P3、P4、P5、P6、PE1、PE3 上的配置同 P1(略)

步骤 3 配置 IS-IS

在所有 PE 和 P 节点上配置 IS-IS 协议。以 P1 和 PE1 为例，其他节点配置类似，此不赘述。

配置 P1。

```
[P1] router id 1.1.1.1
[P1] isis 64
[P1-isis-64] network-entity 86.0010.0010.0100.1001.00
[P1-isis-64] is-level level-2
[P1-isis-64] cost-style wide
[P1-isis-64] is-name P1
[P1-isis-64] quit
[P1] interface loopback 0
[P1-LoopBack0] isis enable 64
[P1-LoopBack0] quit
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] isis enable 64
[P1-Vlanif10] isis cost 5
[P1-Vlanif10] quit
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] isis enable 64
[P1-Vlanif30] isis cost 5
[P1-Vlanif30] quit
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] isis enable 64
[P1-Vlanif20] isis cost 5
[P1-Vlanif20] quit
[P1] interface vlanif 40
[P1-Vlanif40] isis enable 64
[P1-Vlanif40] isis cost 5
[P1-Vlanif40] quit
```

配置 PE1。

```
[PE1] router id 7.7.7.7
[PE1] isis 64
[PE1-isis-64] network-entity 86.0010.0070.0700.7007.00
[PE1-isis-64] is-level level-2
[PE1-isis-64] cost-style wide
[PE1-isis-64] is-name PE1
[PE1-isis-64] quit
[PE1] interface loopback 0
[PE1-LoopBack0] isis enable 64
[PE1-LoopBack0] quit
[PE1] interface vlanif 40
[PE1-Vlanif40] isis enable 64
[PE1-Vlanif40] isis cost 5
[PE1-Vlanif40] quit
[PE1] interface vlanif 50
[PE1-Vlanif50] isis enable 64
[PE1-Vlanif50] isis cost 5
[PE1-Vlanif50] quit
```

配置完后，在各节点上执行 **display ip routing-table**，可以看到相互之间都学到了对方的路由。例如，在 PE1 查看是否有到 P1 的 Loopback0 地址的路由：

```
[PE1] display ip routing-table 1.1.1.1 32
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Table : Public
Summary Count : 1
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost        Flags NextHop         Interface

        1.1.1.1/32  ISIS   15   5             D  10.1.10.2        Vlanif40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 4 配置 MPLS TE 隧道

在 P1、P2、P3 和 P4 节点之间的链路上使能 MPLS、MPLS TE 和 RSVP-TE；在隧道入节点上使能 CSPF。

以 P1 和 P2 为例，P3 上的配置与 P1 类似，P4 上的配置与 P2 类似。

配置 P1。

```
[P1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[P1] mpls
[P1-mpls] mpls te
[P1-mpls] mpls rsvp-te
[P1-mpls] mpls te cspf
[P1-mpls] quit
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] mpls
[P1-Vlanif10] mpls te
[P1-Vlanif10] mpls rsvp-te
[P1-Vlanif10] mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
[P1-Vlanif10] mpls te bandwidth bc0 200000
[P1-Vlanif10] quit
```

配置 P2。

```
[P2] mpls lsr-id 2.2.2.2
[P2] mpls
[P2-mpls] mpls te
[P2-mpls] mpls rsvp-te
[P2-mpls] quit
[P2] interface vlanif 10
[P2-Vlanif10] mpls
[P2-Vlanif10] mpls te
[P2-Vlanif10] mpls rsvp-te
[P2-Vlanif10] mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
[P2-Vlanif10] mpls te bandwidth bc0 200000
[P2-Vlanif10] quit
[P2] interface vlanif 70
[P2-Vlanif70] mpls
[P2-Vlanif70] mpls te
[P2-Vlanif70] mpls rsvp-te
[P2-Vlanif70] mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
[P2-Vlanif70] mpls te bandwidth bc0 200000
[P2-Vlanif70] quit
```

在 P1 上配置 TE 隧道显式路径，P3 上的配置与之类似，此不赘述。

```
[P1] explicit-path to_P3
[P1-explicit-path-to_p3] next hop 10.1.1.2
[P1-explicit-path-to_p3] next hop 10.1.4.2
[P1-explicit-path-to_p3] next hop 10.1.6.1
[P1-explicit-path-to_p3] next hop 3.3.3.3
[P1-explicit-path-to_p3] quit
```

在 P1 上配置 Tunnel 接口，P3 上的配置与之类似，此不赘述。

```
[P1] interface Tunnel1/0/0
[P1-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback0
[P1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[P1-Tunnel1/0/0] destination 3.3.3.3
[P1-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[P1-Tunnel1/0/0] mpls te bandwidth ct0 200000
[P1-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path to_P3
[P1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
```

配置完成后，在 P1 和 P3 上执行 **display interface tunnel 1/0/0** 命令，可以看到隧道接口状态为 Up。

```
[P1] display interface tunnel 1/0/0
Tunnel1/0/0 current state : UP
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Line protocol current state : UP
Last up time: 2009-09-29, 16:35:10
Description : to_P3
```

步骤 5 配置 LDP over TE

使能 MPLS LDP。以 PE1、P1、P3 和 P5 为例。其他节点配置类似，此不赘述。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 7.7.7.7
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 40
[PE1-Vlanif40] mpls
[PE1-Vlanif40] mpls ldp
[PE1-Vlanif40] quit
```

配置 P1。

```
[P1] mpls ldp
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] mpls ldp
[P1-Vlanif30] quit
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls ldp
[P1-Vlanif20] quit
[P1] interface vlanif 40
[P1-Vlanif40] mpls ldp
[P1-Vlanif40] quit
[P1] mpls ldp remote-peer to_P3
[P1-mpls-ldp-remote-to_P3] remote-ip 3.3.3.3
[P1-mpls-ldp-remote-to_P3] quit
```

配置 P3。

```
[P3] mpls ldp
[P3] interface vlanif 30
[P3-Vlanif30] mpls ldp
[P3-Vlanif30] quit
[P3] interface vlanif 90
[P3-Vlanif90] mpls ldp
[P3-Vlanif90] quit
[P3] interface vlanif 110
[P3-Vlanif110] mpls ldp
[P3-Vlanif110] quit
[P3] mpls ldp remote-peer to_P1
[P3-mpls-ldp-remote-to_P1] remote-ip 1.1.1.1
[P3-mpls-ldp-remote-to_P1] quit
```

配置 P5。

```
[P5] mpls lsr-id 5.5.5.5
[P5] mpls
[P5-mpls] quit
[P5] mpls ldp
[P5-mpls-ldp] quit
[P5] interface vlanif 20
[P5-Vlanif20] mpls
[P5-Vlanif20] mpls ldp
[P5-Vlanif20] quit
[P5] interface vlanif 90
[P5-Vlanif90] mpls
[P5-Vlanif90] mpls ldp
[P5-Vlanif90] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 Tunnel 接口上使能转发邻接和 IS-IS 进程，并调整转发邻接的 metric 值，使 Tunnel 接口成为 IS-IS 次优路由的出接口。以 P1 上的配置为例，P3 上的配置与之类似，此不赘述。

```
[P1] interface tunnel 1/0/0
[P1-Tunnel1/0/0] mpls te igp advertise
[P1-Tunnel1/0/0] mpls te igp metric absolute 6
[P1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[P1-Tunnel1/0/0] isis enable 1
```

完成此步骤后，在 PE1 上执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可发现 LDP LSP 建立成功。以 PE1 上的显示为例。

```
[PE1] display mpls ldp lsp 8.8.8.8 32

 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop         OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 8.8.8.8/32         NULL/3         -               10.1.10.2       Vlanif10
 8.8.8.8/32         1024/3         1.1.1.1         10.1.10.2       Vlanif10
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A '*' before an LSP means the LSP is not established
 A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A '*' before a UpstreamPeer means the session is in GR state
 A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

步骤 6 配置 IS-IS auto FRR

在 P1 和 P3 节点上使能 IS-IS auto FRR，并阻止与 PE 相连的接口成为 IS-IS LFA 备份接口。

配置 P1。

```
[P1] isis 64
[P1-isis-64] frr
[P1-isis-64-frr] loop-free-alternate level-2
[P1-isis-64-frr] quit
[P1-isis-64] quit
[P1] interface vlanif 40
[P1-Vlanif40] undo isis lfa-backup
[P1-Vlanif40] quit
```

配置 P3。

```
[P3] isis 64
[P3-isis-64] frr
[P3-isis-64-frr] loop-free-alternate level-2
[P3-isis-64-frr] quit
[P3-isis-64] quit
[P3] interface vlanif 110
[P3-Vlanif110] undo isis lfa-backup
[P3-Vlanif110] quit
```

步骤 7 检查配置结果

在 P1 上执行 **display fib 3.3.3.3 32 verbose** 命令查看 P1 到 P3 的转发表信息。

```
[P1] display fib 3.3.3.3 32 verbose
  Route Entry Count: 1
 Destination: 3.3.3.3            Mask     : 255.255.255.255
 Nexthop    : 10.1.2.2           OutIf    : Vlanif30
 LocalAddr  : 10.1.2.1           LocalMask: 0.0.0.0
 Flags      : DGU                Age      : 124sec
 ATIndex    : 0                  Slot     : 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
LspFwdFlag : 0                  LspToken : 0x0
InLabel    : NULL               OriginAs : 0
BGPNextHop : 0.0.0.0            PeerAs   : 0
QosInfo    : 0x0                OriginQos: 0x0
NexthopBak : 10.1.1.2           OutIfBak : Tunnel1/0/0
LspTokenBak: 0x0                InLabelBak : NULL
LspToken_ForInLabelBak     : 0x0
EntryRefCount : 0
VlanId : 0x0
BgpKey : 0
BgpKeyBak : 0
LspType         : 0             Label_ForLspTokenBak   : 0
MplsMtu         : 0             Gateway_ForLspTokenBak : 0.0.0.0
NextToken       : 0x0           IfIndex_ForLspTokenBak : 0
Label_NextToken : 0             Label : 0
LspBfdState     : 0
```

在 P1 或 P3 的 GE2/0/0 接口上执行 **shutdown** 命令模拟链路故障。以 P1 为例。

```
[P1] interface Vlanif30
[P1-Vlanif30] shutdown
```

在 P1 上执行 **display fib 3.3.3.3 32 verbose** 命令查看 P1 到 P3 的转发表信息。

```
[P1] display fib 3.3.3.3 32 verbose
  Route Entry Count: 1
Destination: 3.3.3.3            Mask     : 255.255.255.255
Nexthop    : 10.1.1.2           OutIf    : Tunnel1/0/0
LocalAddr  : 10.1.1.1           LocalMask: 0.0.0.0
Flags      : DGU                Age      : 124sec
ATIndex    : 0                  Slot     : 0
LspFwdFlag : 0                  LspToken : 0x0
InLabel    : NULL               OriginAs : 0
BGPNextHop : 0.0.0.0            PeerAs   : 0
QosInfo    : 0x0                OriginQos: 0x0
NexthopBak : 0.0.0.0            OutIfBak : [No Intf]
LspTokenBak: 0x0                InLabelBak : NULL
LspToken_ForInLabelBak     : 0x0
EntryRefCount : 0
VlanId : 0x0
BgpKey : 0
BgpKeyBak : 0
LspType         : 0             Label_ForLspTokenBak   : 0
MplsMtu         : 0             Gateway_ForLspTokenBak : 0.0.0.0
NextToken       : 0x0           IfIndex_ForLspTokenBak : 0
Label_NextToken : 0             Label : 0
LspBfdState     : 0
```

从显示信息可以看出，P1 到 P3 的流量已经切换到出接口为 Tunnel1/0/0 的备份链路上。

----结束

配置文件

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 router id 1.1.1.1
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 explicit-path to_p3
  next hop 10.1.1.2
  next hop 10.1.4.2
  next hop 10.1.6.1
  next hop 3.3.3.3
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer to_p3
 remote-ip 3.3.3.3
 #
isis 64
 frr
  loop-free-alternate level-2
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 86.0010.0010.0100.1001.00
 is-name P1
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 64
#
interface Tunnel1/0/0
 description to_P3
 ip address unnumbered interface LoopBack0
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te bandwidth ct0 200000
 mpls te path explicit-path to_p3
 mpls te igp advertise
 mpls te igp metric absolute 6
 mpls te commit
 isis enable 64
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
 mpls te bandwidth bc0 200000
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.10.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 undo isis lfa-backup
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet4/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 router id 2.2.2.2
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
mpls ldp
#
isis 64
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 86.0010.0020.0200.2002.00
 is-name P2
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 64
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
 mpls te bandwidth bc0 200000
#
interface Vlanif70
 ip address 10.1.4.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
 mpls te bandwidth bc0 200000
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip address 10.1.5.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.11.2 255.255.255.252
 isis enable 64
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet4/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
return
```

- P3 的配置文件

```
#
 sysname P3
#
 router id 3.3.3.3
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path to_p3
  next hop 10.1.6.2
  next hop 10.1.4.1
  next hop 10.1.1.1
  next hop 1.1.1.1
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer to_p1
 remote-ip 1.1.1.1
 undo remote-ip pwe3
#
isis 64
 frr
  loop-free-alternate level-2
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 86.0010.0030.0300.3003.00
 is-name P3
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 64
#
interface Tunnel1/0/0
 description to_p1
 ip address unnumbered interface LoopBack0
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.1
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te bandwidth ct0 200000
 mpls te path explicit-path to_p1
 mpls te igp advertise
 mpls te igp metric absolute 6
 mpls te commit
 isis enable 64
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.6.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
 mpls te bandwidth bc0 200000
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif90
 ip address 10.1.7.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif110
 ip address 10.1.12.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 undo isis lfa-backup
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 90
 port hybrid untagged vlan 90
#
interface GigabitEthernet4/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- P4 的配置文件

```
#
 sysname P4
#
 router id 4.4.4.4
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
mpls ldp
#
isis 64
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 86.0010.0040.0400.4004.00
 is-name P4
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 64
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.6.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
 mpls te bandwidth bc0 200000
#
interface Vlanif70
 ip address 10.1.4.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 200000
 mpls te bandwidth bc0 200000
 mpls ldp
#
interface Vlanif130
 ip address 10.1.8.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.13.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface GigabitEthernet4/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
return
```

- P5 的配置文件

```
#
 sysname P5
#
 router id 5.5.5.5
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 64
 is-level level-2
 cost-style wide
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 network-entity 86.0010.0050.0500.5005.00
 is-name P5
#
interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 64
#
interface Vlanif80
 ip address 10.1.9.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.3.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif90
 ip address 10.1.7.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 90
 port hybrid untagged vlan 90
#
return
```

- P6 的配置文件

```
#
 sysname P6
#
 router id 6.6.6.6
#
 mpls lsr-id 6.6.6.6
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 64
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 86.0010.0060.0600.6006.00
 is-name P6
#
interface LoopBack0
 ip address 6.6.6.6 255.255.255.255
 isis enable 64
#
interface Vlanif80
 ip address 10.1.9.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif60
 ip address 10.1.5.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif130
 ip address 10.1.8.2 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 router id 7.7.7.7
#
 mpls lsr-id 7.7.7.7
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 64
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 86.0010.0070.0700.7007.00
 is-name PE1
#
interface LoopBack0
 ip address 7.7.7.7 255.255.255.255
 isis enable 64
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.10.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.11.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 router id 8.8.8.8
#
 mpls lsr-id 8.8.8.8
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 64
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 86.0010.0080.0800.8008.00
 is-name PE3
#
interface LoopBack0
 ip address 8.8.8.8 255.255.255.255
 isis enable 64
#
interface Vlanif110
 ip address 10.1.12.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.13.1 255.255.255.252
 isis enable 64
 isis cost 5
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
return
```

配置 IS-IS GR 示例

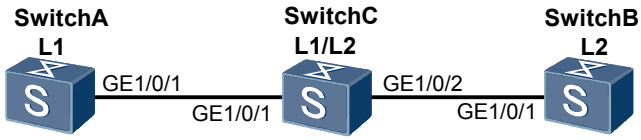
组网需求

如图 6-47 所示。SwitchA、SwitchB、SwitchC 属于同一自治系统，通过 IS-IS 协议实现网络互连，并提供 GR 机制。

SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间建立 IS-IS 邻接关系后，3 台 Switch 开始交换路由信息。当 SwitchA 发生 IS-IS 协议重启时，通过 GR 机制向邻居重新发送连接请求，同步数据库。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-47 配置 IS-IS GR 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	100.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	100.2.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	100.1.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	100.2.1.1/24

配置思路

采用如下思路配置 IS-IS GR：

1. 在各 Switch 上配置 IS-IS 基本功能，实现互连。
2. 在所有 Switch 的 IS-IS 视图下配置 GR 能力并配置相同的重启间隔时间。

数据准备

为完成此配置示例，需要准备的数据如下：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-47 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-47 所示。
- 三台 Switch 的 system id、级别和所属区域号。
  - SwitchA 的 system id 0000.0000.0001，区域号 Area10，为 Level-1 设备。
  - SwitchB 的 system id 0000.0000.0002，区域号 Area10，为 Level-2 设备。
  - SwitchC 的 system id 0000.0000.0003，区域号 Area10，为 Level-1-2 设备。
- 重起间隔时间。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-Vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 IS-IS 的基本功能(略)

参见 **IS-IS 基本配置**

步骤 4 配置 IS-IS GR 功能

配置 SwitchA 的 IS-IS GR 能力，并配置重起间隔时间。SwitchASwitchB 上的配置和 SwitchC 全相同。以 SwitchA 为例。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] graceful-restart
[SwitchA-isis-1] graceful-restart interval 150
[SwitchA-isis-1] quit
```

步骤 5 检查配置结果

在 SwitchA 使用 **display fib** 命令，查看转发信息表。

```
<SwitchA> display fib
Route Flags: G - Gateway Route, H - Host Route,    U - Up Route
             S - Static Route,  D - Dynamic Route, B - Black Hole Route
FIB Table:
 Total number of Routes : 5

Destination/Mask  Nexthop         Flag TimeStamp     Interface       TunnelID
127.0.0.1/32      127.0.0.1       HU   t[21]         InLoop0         0x0
127.0.0.0/8       127.0.0.1       U    t[21]         InLoop0         0x0
100.1.1.1/32      127.0.0.1       HU   t[20678]      InLoop0         0x0
100.1.1.0/24      100.1.1.1       U    t[20678]      Vlanif10        0x0
100.2.1.0/24      100.1.1.2       DGU  t[79388]      Vlanif10        0x0
```

在 SwitchA 以 GR 方式重启 IS-IS 进程。

```
<SwitchA> reset isis all
```

说明

只有在 IS-IS 进程中使能了 GR 功能，S9700 才以 GR 方式重启 IS-IS 进程。

立即在 SwitchA 使用 **display fib** 命令，查看转发信息表，检查 GR 是否正常工作。如果 GR 正常工作，则在 SwitchAGR 方式重启 IS-IS 进程时，转发信息表没有变化，转发业务不受影响。

```
<SwitchA> display fib
Route Flags: G - Gateway Route, H - Host Route,    U - Up Route
             S - Static Route,  D - Dynamic Route, B - Black Hole Route
FIB Table:
 Total number of Routes : 5

Destination/Mask  Nexthop         Flag TimeStamp     Interface       TunnelID
127.0.0.1/32      127.0.0.1       HU   t[21]         InLoop0         0x0
127.0.0.0/8       127.0.0.1       U    t[21]         InLoop0         0x0
100.1.1.1/32      127.0.0.1       HU   t[20678]      InLoop0         0x0
100.1.1.0/24      100.1.1.1       U    t[20678]      Vlanif10        0x0
100.2.1.0/24      100.1.1.2       DGU  t[79388]      Vlanif10        0x0
```

可以看到，SwitchA 的转发信息表没有发生变化，转发业务不受影响。

在 SwitchA 关闭 IS-IS GR 功能。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] undo graceful-restart
[SwitchA-isis-1] quit
```

在 SwitchA 不以 GR 方式重启 IS-IS 进程。

```
<SwitchA> reset isis all
```

立即在 SwitchA 使用 **display fib** 命令，查看转发信息表。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchA> display fib
Route Flags: G - Gateway Route, H - Host Route,    U - Up Route
             S - Static Route,  D - Dynamic Route, B - Black Hole Route
FIB Table:
 Total number of Routes : 4

Destination/Mask  Nexthop         Flag TimeStamp     Interface       TunnelID
127.0.0.1/32      127.0.0.1       HU   t[21]         InLoop0         0x0
127.0.0.0/8       127.0.0.1       U    t[21]         InLoop0         0x0
100.1.1.1/32      127.0.0.1       HU   t[20678]      InLoop0         0x0
100.1.1.0/24      100.1.1.1       U    t[20678]      Vlanif10        0x0
```

可以看到，SwitchA 的转发信息表发生了变化，转发业务受到了影响。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
isis 1
 graceful-restart
 graceful-restart interval 150
 is-level level-1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 20
#
isis 1
 graceful-restart
 graceful-restart interval 150
 is-level level-2
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10 20
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
isis 1
 graceful-restart
 graceful-restart interval 150
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

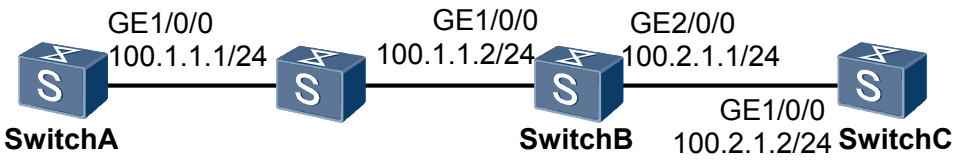
配置静态 BFD for IS-IS 特性示例

组网需求

如图 6-48 所示。

- SwitchA 和 SwitchB 之间有一台二层交换机。
- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间运行 IS-IS。
- 使用 BFD 检测 SwitchA 和 SwitchB 的 IS-IS 邻居关系。当 SwitchA 和 SwitchB 之间的链路发生故障时，BFD 能够快速检测到故障并通告给 IS-IS 协议。

图 6-48 配置静态 BFD for IS-IS 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	100.2.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	100.2.1.2/24

说明

由于 SwitchA 和 SwitchC 之间不建立 IS-IS 邻居，所以 BFD for IS-IS 特性不能用于检测 SwitchA 到 SwitchC 的多跳链路。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置 BFD for IS-IS 特性：

1. 在各交换机上使能 IS-IS 基本功能。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上使能 BFD 检测机制。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- IS-IS 协议进程号
- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的区域地址。
- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的级别。
- SwitchA 和 SwitchB 之间建立 BFD 的名称和 BFD 检测的对端 IP 地址。
- SwitchA 和 SwitchB 进行 BFD 对话的本地标识符和远端标识符。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各交换机 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 IS-IS 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis 1
[SwitchA-isis-1] is-level level-2
[SwitchA-isis-1] network-entity aa.1111.1111.1111.00
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis 1
[SwitchB-isis-1] is-level level-2
[SwitchB-isis-1] network-entity aa.2222.2222.2222.00
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif10] quit
[SwitchB] interface vlanif 30
[SwitchB-Vlanif30] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif30] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] isis 1
[SwitchC-isis-1] is-level level-2
[SwitchC-isis-1] network-entity aa.3333.3333.3333.00
[SwitchC-isis-1] quit
[SwitchC] interface vlanif 30
[SwitchC-Vlanif30] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif30] quit
```

配置完成后，可以看到 SwitchA 与 SwitchB 建立了邻居关系。

```
[SwitchA] display isis peer
                      Peer information for ISIS(1)
                      ----------------------------
  System Id    Interface         Circuit Id       State HoldTime Type     PRI
2222.2222.2222 Vlanif10          0000000001         Up   23s      L2       64
```

SwitchA 的 IS-IS 路由表中有去往 SwitchB 和 SwitchC 的表项。

```
[SwitchA] display isis route
                      Route information for ISIS(1)
                      -----------------------------
                     ISIS(1) Level-2 Forwarding Table
                     --------------------------------
 IPV4 Destination    IntCost   ExtCost ExitInterface   NextHop        Flags
-------------------------------------------------------------------------------
 100.1.1.0/24        10        NULL    Vlanif10        Direct       D/-/L/-
 100.2.1.0/24        20        NULL    Vlanif10        100.1.1.2    A/-/L/-
      Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut,
      U-Up/Down Bit Set
```

步骤 4 配置 BFD

在 SwitchA 上使能 BFD，并配置 BFD Session。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] bfd atob bind peer-ip 100.1.1.2 interface vlanif 10
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator local 1
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator remote 2
[SwitchA-bfd-session-atob] commit
[SwitchA-bfd-session-atob] quit
```

在 SwitchB 上使能 BFD，并配置 BFD Session。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] bfd btoa bind peer-ip 100.1.1.1 interface vlanif 10
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator local 2
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator remote 1
[SwitchB-bfd-session-btoa] commit
[SwitchB-bfd-session-btoa] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display bfd session** 命令，可以看到 BFD Session 的状态为 Up。

以 SwitchA 的显示为例。

```
[SwitchA] display bfd session all
--------------------------------------------------------------------------------
Local Remote PeerIpAddr      State     Type        InterfaceName
--------------------------------------------------------------------------------
1     2      100.1.1.2        Up      S_IP_IF     Vlanif10
--------------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

步骤 5 使能 IS-IS 的快速感知特性

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] isis bfd static
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] interface Vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] isis bfd static
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

步骤 6 检查配置结果

在 SwitchA 上打开调试信息开关，使信息输出到 VTY 通道。

```
[SwitchA] info-center source bfd channel 1 log level debugging state on
[SwitchA] quit
<SwitchA> debugging isis circuit-information
<SwitchA> terminal debugging
<SwitchA> terminal logging
<SwitchA> terminal monitor
```

对 SwitchB 的 Vlanif10 接口执行 **shutdown** 命令，模拟链路故障。

```
[SwitchB-Vlanif10] shutdown
```

在 SwitchA 上可以看到以下日志信息和调试信息，表明 IS-IS 根据 BFD 报告的故障删除了与 SwitchB 的邻居关系。

```
Sep 12 2007 11:32:18 RT2 %%01ISIS/4/PEER_DOWN_BFDDOWN(l): IS-IS process id 1 nei
ghbor 2222.2222.2222 is down on the interface Vlanif10 because BFD node is Down.
 The last Hello packet is received at 11:32:10. The maximum interval for sending
 Hello packets is 9247. The local router sends 426 Hello packets and receives 61
 Hello packets. The Hello packet type is Lan Level-2.
*0.481363988 RT2 ISIS/6/ISIS:
 ISIS-1-FastSense: Deleting Neighbour by IP Address 100.1.1.2 On Vlanif10(IS01_1048)
```

在 SwitchA 上执行 **display isis route** 或 **display isis peer** 命令，不显示任何信息，SwitchA 与 SwitchB 之间的 IS-IS 邻居关系已经拆除。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
 info-center source BFD channel 1 log level debugging
#
bfd
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity aa.1111.1111.1111.00
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 isis bfd static
#
bfd atob bind peer-ip 100.1.1.2 interface Vlanif10
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 commit
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 30
#
bfd
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity aa.2222.2222.2222.00
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 isis bfd static
 shutdown
#
interface Vlanif30
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
bfd btoa bind peer-ip 100.1.1.1 interface Vlanif10
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
 commit
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 30
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity aa.3333.3333.3333.00
#
interface Vlanif30
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

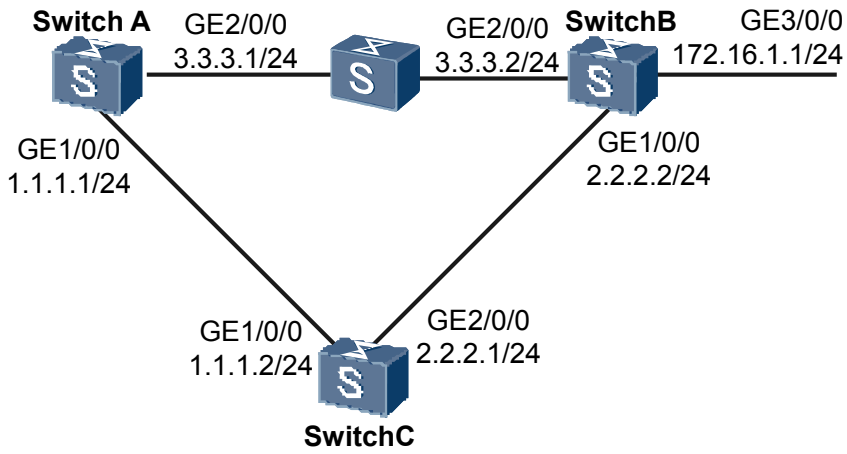
配置动态 BFD for IS-IS 特性示例

组网需求

如图 6-49 所示。

- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间运行 IS-IS 协议。
- 使能 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的 IS-IS 进程 BFD 特性。
- 业务流量在主链路 SwitchA→SwitchB 上传送，链路 SwitchA→SwitchC→SwitchB 作为备份链路。
- 在 SwitchA 和 SwitchB 之间的链路上创建接口的 BFD 特性，当 SwitchA 和 SwitchB 之间的链路出现故障时，BFD 能够快速检测到故障并通告给 IS-IS 协议，使业务流量使用备份链路传送。

图 6-49 配置动态 BFD for IS-IS 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	1.1.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	3.3.3.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	2.2.2.2/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	3.3.3.2/24
SwitchB	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	172.16.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	2.2.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	1.1.1.2/24

配置思路

采用如下思路配置 BFD for IS-IS 特性：

1. 在各交换机上使能 IS-IS 基本功能，保证各路由的连通。
2. 配置 IS-IS 接口开销值控制路由的选路功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

3. 使能全局 BFD 特性。
4. 在 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 上使能 IS-IS 进程的 BFD 检测机制。
5. 在 SwitchA 和 SwitchB 上使能接口的 BFD 检测机制。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- IS-IS 协议进程号
- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的区域号。
- SwitchA 和 SwitchB 的接口开销值。
- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 使能 BFD 的接口号和类型号。
- SwitchA 和 SwitchB 对 BFD 报文的最小发送和接收间隔、本地检测倍数。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各交换机 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 1.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 3.3.3.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 IS-IS 基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] isis
[SwitchA-isis-1] is-level level-2
[SwitchA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchA-isis-1] quit
[SwitchA] interface vlanif10
[SwitchA-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] isis enable 1
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis
[SwitchB-isis-1] is-level level-2
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 50
[SwitchB-Vlanif50] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif50] quit
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif20] quit
[SwitchB] interface vlanif 40
[SwitchB-Vlanif40] isis enable 1
[SwitchB-Vlanif40] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] isis
[SwitchC-isis-1] is-level level-2
[SwitchC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[SwitchC-isis-1] quit
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif10] quit
[SwitchC] interface vlanif 50
[SwitchC-Vlanif50] isis enable 1
[SwitchC-Vlanif50] quit
```

配置完成后，使用 **display isis peer** 命令，可以查看 SwitchA 和 SwitchB、SwitchA 和 SwitchC 建立了邻居关系。以 SwitchA 为例。

```
[SwitchA] display isis peer
                      Peer information for ISIS(1)
                      ----------------------------
  System Id     Interface          Circuit Id       State HoldTime Type     PRI
0000.0000.0002  Vlanif20           0000.0000.0002.01 Up    9s       L2       64
0000.0000.0003  Vlanif10           0000.0000.0001.02 Up    21s      L2       64
Total Peer(s): 2
```

交换机之间已经互相学到路由。以查看 SwitchA 的路由表为例。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 8        Routes : 9
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
        1.1.1.0/24  Direct 0    0           D  1.1.1.1         Vlanif10
        1.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.0/24 ISIS-L2   15   20          D  1.1.1.2       Vlanif10
        3.3.3.0/24  Direct 0    0           D  3.3.3.1         Vlanif20
        3.3.3.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      172.16.1.0/24  ISIS-L2   15   20          D  3.3.3.2       Vlanif20
```

从路由表可以看出，去往 172.16.1.0/24 的路由下一跳地址为 3.3.3.2，流量在主链路 SwitchA→SwitchB 上传输。

步骤 4 配置接口开销值

配置 SwitchA。

```
[SwitchA]  interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] isis cost 5
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB]  interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] isis cost 5
[SwitchB-Vlanif20] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 5 配置 IS-IS 进程的 BFD 特性

在 SwitchA 上使能 IS-IS 的 BFD 特性。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] isis
[SwitchA-isis-1] bfd all-interfaces enable
[SwitchA-isis-1] quit
```

在 SwitchB 上使能 IS-IS 的 BFD 特性。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] isis
[SwitchB-isis-1] bfd all-interfaces enable
[SwitchB-isis-1] quit
```

在 SwitchC 上使能 IS-IS 的 BFD 特性。

```
[SwitchC] bfd
[SwitchC-bfd] quit
[SwitchC] isis
[SwitchC-isis-1] bfd all-interfaces enable
[SwitchC-isis-1] quit
```

配置完成后，在 SwitchA、SwitchB 或 SwitchC 上执行 **display isis bfd session all** 命令，可以看到 BFD State 的状态为 Up。

以 SwitchA 的显示为例。

```
[SwitchA] display isis bfd session all
                    BFD session information for ISIS(1)
                    -----------------------------------
Peer System ID : 0000.0000.0002        Interface : Vlanif20
TX : 10            BFD State : up      Peer IP Address : 1.1.1.2
RX : 1000          LocDis : 8193       Local IP Address: 1.1.1.1
Multiplier : 3     RemDis : 8192       Type : L2
Diag : No diagnostic information
Peer System ID : 0000.0000.0003        Interface : Vlanif10
Multiplier : 3     RemDis : 8192       Type : L2
Diag : No diagnostic information
```

从上面信息可以看出，SwitchA 与 SwitchB、SwitchC 的 BFD 会话状态为 Up。

步骤 6 配置接口的 BFD 特性

在 SwitchA 的 GE2/0/0 接口上配置 BFD 特性，并指定最小发送和接收间隔为 100ms 本地检测时间倍数为 4。

```
[SwitchA]  interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] isis bfd enable
[SwitchA-Vlanif20] isis bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

在 SwitchB 的 GE2/0/0 接口上配置 BFD 特性，并指定最小发送和接收间隔为 100ms 本地检测时间倍数为 4。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB]  interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] isis bfd enable
[SwitchB-Vlanif20] isis bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
[SwitchB-Vlanif20] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display isis bfd session all** 命令，可以看到 BFD 参数已生效。以 SwitchB 的显示为例。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] display isis bfd session all
                    BFD session information for ISIS(1)
                    ------------------------------------
Peer System ID : 0000.0000.0001        Interface : Vlanif20
TX : 100           BFD State : up      Peer IP Address : 3.3.3.1
RX : 100           LocDis : 8192       Local IP Address: 3.3.3.2
Multiplier : 4     RemDis : 8192       Type : L2
Diag : No diagnostic information
Peer System ID : 0000.0000.0003        Interface : Vlanif50
TX : 100           BFD State : up      Peer IP Address : 2.2.2.1
RX : 100           LocDis : 8192       Local IP Address: 2.2.2.2
Multiplier : 3     RemDis : 8193       Type : L2
Diag : No diagnostic information
```

步骤 7 检查配置结果

对 SwitchB 的 GigabitEthernet2/0/0 接口执行 **shutdown** 命令，模拟主链路故障。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] shutdown
```

步骤 8 # 在交换机 SwitchA 上，查看路由表

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 7        Routes : 7
Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
1.1.1.0/24          Direct  0    0           D   1.1.1.1         Vlanif10
1.1.1.1/32          Direct  0    0           D   127.0.0.1       Vlanif10
2.2.2.0/24          ISIS-L2 15   20          D   1.1.1.2         Vlanif10
3.3.3.0/24          ISIS-L2 15   25          D   1.1.1.2         Vlanif10
127.0.0.0/8         Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.0.0.1/32        Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
172.16.1.0/24       ISIS-L2 15   30          D   1.1.1.2         Vlanif10
```

从路由表可以看出，在主链路失效后，备份链路 SwitchA-SwitchC-SwitchB 生效，去往 172.16.1.0/24 的路由下一跳地址为 1.1.1.2。

在 SwitchA 上执行 **display isis bfd session all** 命令，只能看到 SwitchA 和 SwitchC 之间的 BFD State 的状态为 Up。

```
[SwitchA] display isis bfd session all
                    BFD session information for ISIS(1)
                    ------------------------------------
Peer System ID : 0000.0000.0003        Interface : Vlanif10
TX : 100           BFD State : up      Peer IP Address : 1.1.1.2
RX : 100           LocDis : 8192       Local IP Address: 1.1.1.1
Multiplier : 3     RemDis : 8192       Type : L2
Diag : No diagnostic information
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20
#
 bfd
#
isis 1
 is-level level-2
 bfd all-interfaces enable
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif10
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif20
 ip address 3.3.3.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 isis cost 5
 isis bfd enable
 isis bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 20 40 50
#
 bfd
#
isis 1
 is-level level-2
 bfd all-interfaces enable
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif50
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif20
 ip address 3.3.3.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 isis cost 5
 isis bfd enable
 isis bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 shutdown
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10 50
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 bfd
#
isis 1
 is-level level-2
 bfd all-interfaces enable
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif10
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif50
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
return
```

6.2.5 BGP 配置

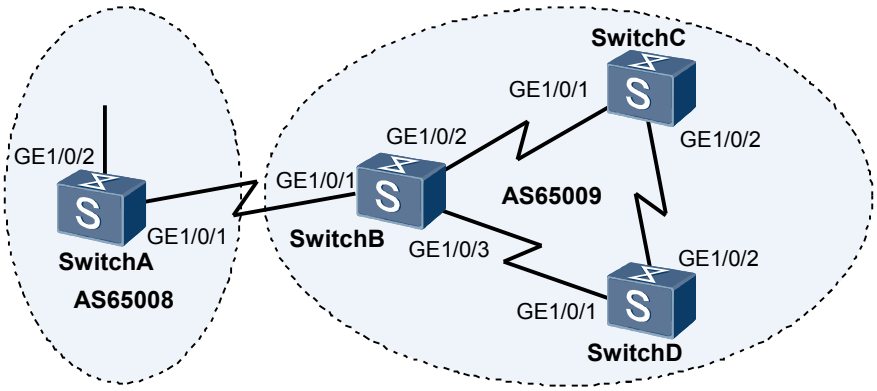
BGP 协议通常应用于大型和复杂的网络，用于在 AS 之间传递路由信息。

配置 BGP 的基本示例

组网需求

如图 6-50 所示，所有 Switch 均运行 BGP 协议，SwitchA、SwitchB 之间建立 EBGP 连接，SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 之间建立 IBGP 全连接。

图 6-50 配置 BGP 基本组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	200.1.1.2/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 50	8.1.1.1/8
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	200.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	9.1.3.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchB	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 30	9.1.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	9.1.3.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	9.1.2.1/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	9.1.1.2/24
SwitchD	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	9.1.2.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 BGP 的基本功能：

1. 在 SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 间配置 IBGP 连接。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 之间配置 EBGP 连接。
3. 在 SwitchA 通过 **network** 命令发布路由，查看 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 路由表信息。
4. 在 SwitchB 配置 BGP 引入直连路由，查看 SwitchA 和 SwitchC 路由表信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-50 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-50 所示。
- SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，所在的 AS 号 65008。
- SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 的 router id 分别为 2.2.2.2、3.3.3.3、4.4.4.4，所在的 AS 号 65009。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[Quidway] vlan batch 10 50
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 50
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 50
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 200.1.2.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 50
[SwitchA-Vlanif50] ip address 8.1.1.1 8
[SwitchA-Vlanif50] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 IBGP 连接

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 65009
[SwitchB-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchB-bgp] peer 9.1.1.2 as-number 65009
[SwitchB-bgp] peer 9.1.3.2 as-number 65009
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] bgp 65009
[SwitchC-bgp] router-id 3.3.3.3
[SwitchC-bgp] peer 9.1.3.1 as-number 65009
[SwitchC-bgp] peer 9.1.2.2 as-number 65009
[SwitchC-bgp] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] bgp 65009
[SwitchD-bgp]  router-id 4.4.4.4
[SwitchD-bgp] peer 9.1.1.1 as-number 65009
[SwitchD-bgp] peer 9.1.2.1 as-number 65009
[SwitchD-bgp] quit
```

步骤 4 配置 EBGP

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bgp 65008
[SwitchA-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchA-bgp] peer 200.1.1.1 as-number 65009
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 65009
[SwitchB-bgp] peer 200.1.1.2 as-number 65008
[SwitchB-bgp] quit
```

查看 BGP 对等体的连接状态。

```
[SwitchB] display bgp peer

 BGP local router ID : 2.2.2.2
 Local AS number : 65009
 Total number of peers : 3                 Peers in established state : 3

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State   PrefRcv

  9.1.1.2         4  65009     49       62     0   00:44:58   Established     0
  9.1.3.2         4  65009     56       56     0   00:40:54   Established     0
  200.1.1.2       4  65008     49       65     0   00:44:03   Established     1
```

可以看出，SwitchB 其它 Switch 的 BGP 连接均已建立。

步骤 5 配置 SwitchA 发布路由 8.0.0.0/8

配置 SwitchA 发布路由。

```
[SwitchA] bgp 65008
[SwitchA-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchA-bgp-af-ipv4] network 8.0.0.0 255.0.0.0
[SwitchA-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchA-bgp] quit
```

查看 SwitchA 路由表信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total Number of Routes: 1
      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   8.0.0.0            0.0.0.0         0                      0      i
```

查看 SwitchB 的路由表。

```
[SwitchB] display bgp routing-table

  BGP Local router ID is 2.2.2.2
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total Number of Routes: 1
      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   8.0.0.0            200.1.1.2       0                      0      65008i
```

查看 SwitchC 的路由表。

```
[SwitchC] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 3.3.3.3
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
  Total Number of Routes: 1
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

  *> 8.0.0.0            200.1.1.2       0          100        0      65008i
```

从路由表可以看出，SwitchC 学到了 AS65008 中的 8.0.0.0 的路由，但因为下一跳 200.1.1.2 不可达，所以也不是有效路由。

步骤 6 配置 BGP 引入直连路由

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 65009
[SwitchB-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchB-bgp-af-ipv4] import-route direct
[SwitchB-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchB-bgp] quit
```

查看 SwitchA 的 BGP 路由表。

```
[SwitchA] display bgp routing-table

  BGP Local router ID is 1.1.1.1
  Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
                h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
                Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
  Total Number of Routes: 4
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   8.0.0.0            0.0.0.0         0                      0      i
 *>   9.1.1.0/24         200.1.1.1       0                      0      65009?
 *>   9.1.3.0/24         200.1.1.1       0                      0      65009?
 *    200.1.1.0/24       200.1.1.1       0                      0      65009?
```

查看 SwitchC 的路由表。

```
[SwitchC] display bgp routing-table
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
BGP Local router ID is 3.3.3.3
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
              h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
              Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
Total Number of Routes: 4
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

* i  8.0.0.0            200.1.1.2       0          100         0      65008i
*>i  9.1.1.0/24         9.1.3.1         0          100         0      ?
  i  9.1.3.0/24         9.1.3.1         0          100         0      ?
*>i  200.1.1.0/24       9.1.3.1         0          100         0      ?
```

可以看出，到 8.0.0.0 的路由变为有效路由，下一跳为 SwitchA 的地址。

使用 Ping 进行验证。

```
[SwitchC] ping 8.1.1.1
  PING 8.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 8.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=31 ms
    Reply from 8.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=47 ms
    Reply from 8.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=31 ms
    Reply from 8.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=16 ms
    Reply from 8.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=31 ms

  --- 8.1.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 16/31/47 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 50
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 8.1.1.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65008
 router-id 1.1.1.1
 peer 200.1.1.1 as-number 65009
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  network 8.0.0.0
  peer 200.1.1.1 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 10 20 30
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 9.1.3.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 9.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 65009
 router-id 2.2.2.2
 peer 9.1.1.2 as-number 65009
 peer 9.1.3.2 as-number 65009
 peer 200.1.1.2 as-number 65008
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 9.1.1.2 enable
  peer 9.1.3.2 enable
  peer 200.1.1.2 enable
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 40
#
interface Vlanif20
 ip address 9.1.3.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 9.1.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 65009
 router-id 3.3.3.3
 peer 9.1.2.2 as-number 65009
 peer 9.1.3.1 as-number 65009
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 9.1.2.2 enable
  peer 9.1.3.1 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 30 40
#
interface Vlanif30
 ip address 9.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 9.1.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
  port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 65009
 router-id 4.4.4.4
 peer 9.1.1.1 as-number 65009
 peer 9.1.2.1 as-number 65009
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 9.1.1.1 enable
  peer 9.1.2.1 enable
#
return
```

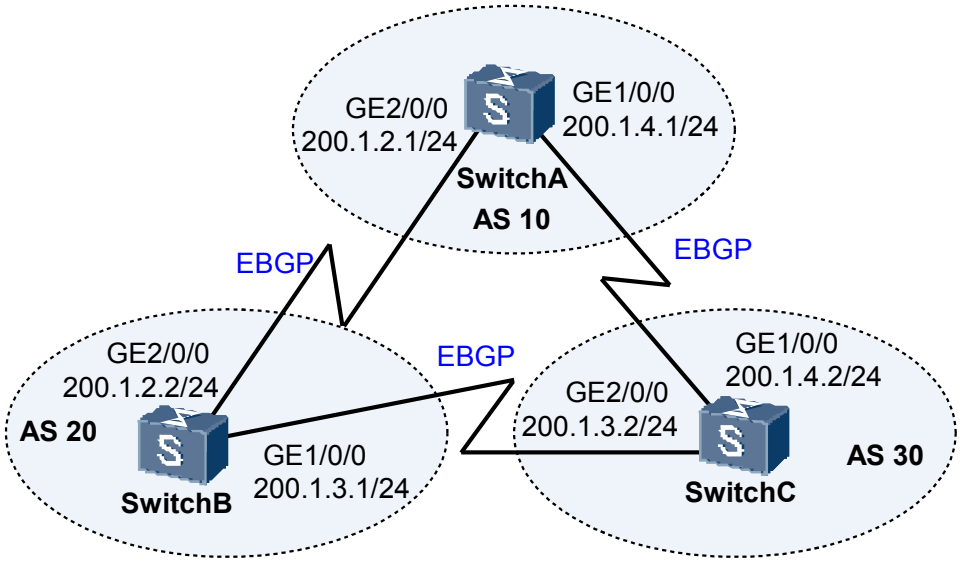
配置 AS_Path 过滤器示例

组网需求

如图 6-51，SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间建立 EBGP 连接。通过在 SwitchB 上配置 AS_Path 过滤器，使得 AS20 不向 AS10 发布 AS30 的路由，也不向 AS30 发布 AS10 的路由。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-51 配置 AS_Path 过滤器组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	200.1.4.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	200.1.2.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	200.1.3.1/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	200.1.2.2/24
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	200.1.3.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	200.1.4.2/24

配置思路

采用如下思路配置 BGP 的 AS_Path 过滤器：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 之间、SwitchB 和 SwitchC 之、SwitchC 和 SwitchA 之间分别配置 EBGP 连接，并引入直连路由。
2. 在 SwitchB 上配置 AS_Path 过滤器，并应用该过滤规则。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

- SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，所在 AS 号 10。
- SwitchB 的 Router ID 2.2.2.2，所在 AS 号 20。
- SwitchC 的 Router ID 3.3.3.3，所在 AS 号 30。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 200.1.4.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 200.1.2.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 EBGP

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bgp 10
[SwitchA-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchA-bgp] peer 200.1.4.2 as-number 30
[SwitchA-bgp] peer 200.1.2.2 as-number 20
[SwitchA-bgp] import-route direct
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 20
[SwitchB-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchB-bgp] peer 200.1.2.1 as-number 10
[SwitchB-bgp] peer 200.1.3.2 as-number 30
[SwitchB-bgp] import-route direct
[SwitchB-bgp] quit
```

配置 SwitchC

```
[SwitchC] bgp 30
[SwitchC-bgp] router-id 3.3.3.3
[SwitchC-bgp] peer 200.1.3.1 as-number 20
[SwitchC-bgp] peer 200.1.4.1 as-number 10
[SwitchC-bgp] import-route direct
[SwitchC-bgp] quit
```

查看 SwitchB 的发布路由表。以 SwitchB 发布给 SwitchC 的路由表为例，可以看到 SwitchB 发布了到 SwitchA 和 SwitchC 之间直连链路的路由：

```
<SwitchB> display bgp routing-table peer 200.1.3.2 advertised-routes

 BGP Local router ID is 2.2.2.2
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
Total Number of Routes: 3

      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   200.1.2.0          200.1.3.1       0                    0       20?
 *>   200.1.3.0          200.1.3.1       0                    0       20?
 *>   200.1.4.0          200.1.3.1                            0       20 10?
```

同样，查看 SwitchC 的路由表，可以看到 SwitchC 也通过 SwitchB 学习到了这条路由，如下：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchC> display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 3.3.3.3
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
Total Number of Routes: 8

      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   200.1.2.0          200.1.4.1       0                    0       10?
 *                       200.1.3.1       0                    0       20?
 *>   200.1.3.0          0.0.0.0         0                    0       ?
 *                       200.1.4.1                            0       10 20?
                         200.1.3.1       0                    0       20?
 *>   200.1.3.2/32       0.0.0.0         0                    0       ?
 *>   200.1.4.0          0.0.0.0         0                    0       ?
 *                       200.1.3.1                            0       20 10?
                         200.1.4.1       0                    0       10?
 *>   200.1.4.2/32       0.0.0.0         0                    0       ?
```

步骤 4 在 SwitchB 上配置 AS_Path 过滤器，并在 SwitchB 的出方向上应用该过滤器。

创建编号为 1 的 AS_Path 过滤器，拒绝包含 AS 号 30 的路由通过（正则表达式“_30_”表示任何包含 AS30 的 AS 列表，“.*”表示与任何字符匹配）。

```
[SwitchB] ip as-path-filter 1 deny _30_
[SwitchB] ip as-path-filter 1 permit .*
```

创建编号为 2 的 AS_Path 过滤器，拒绝包含 AS 号 10 的路由通过。

```
[SwitchB] ip as-path-filter 2 deny _10_
[SwitchB] ip as-path-filter 2 permit .*
```

分别在 SwitchB 的两个出方向上应用 AS_Path 过滤器。

```
[SwitchB] bgp 20
[SwitchB-bgp] peer 200.1.2.1 as-path-filter 1 export
[SwitchB-bgp] peer 200.1.3.2 as-path-filter 2 export
[SwitchB-bgp] quit
```

步骤 5 查看 SwitchB 的发布路由表，表中没有 SwitchB 发布的到 SwitchA 与 SwitchC 之间的路由。以 SwitchB 发往 SwitchC 的路由为例。

```
<SwitchB> display bgp routing-table peer 200.1.3.2 advertised-routes

 BGP Local router ID is 2.2.2.2
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
Total Number of Routes: 3

      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   200.1.2.0          200.1.3.1       0                    0       20?
 *>   200.1.3.0          200.1.3.1       0                    0       20?
 *>   200.1.4.0          200.1.3.1                            0       20 10?
```

同样，SwitchC 的 BGP 路由表里也没有这些路由。

```
<SwitchC> display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 3.3.3.3
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
Total Number of Routes: 7

      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 *>   200.1.2.0          200.1.4.1       0                     0       10?
 *                       200.1.3.1       0                     0       20?
 *>   200.1.3.0          0.0.0.0         0                     0       ?
 *                       200.1.4.1                             0       10 20?
                         200.1.3.1       0                     0       20?
 *>   200.1.3.2/32       0.0.0.0         0                     0       ?
 *>   200.1.4.0          0.0.0.0         0                     0       ?
                         200.1.4.1       0                     0       10?
 *>   200.1.4.2/32       0.0.0.0         0                     0       ?
```

查看 SwitchB 的发布路由表，表中没有 SwitchB 发布的到 SwitchA 与 SwitchC 之间的路由。以 SwitchB 发往 SwitchA 的路由为例。

```
<SwitchB> display bgp routing-table peer 200.1.2.1 advertised-routes

 BGP Local router ID is 2.2.2.2
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
Total Number of Routes: 2

      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   200.1.2.0          200.1.2.2       0                     0       20?
 *>   200.1.3.0          200.1.2.2       0                     0       20?
```

同样，SwitchA 的 BGP 路由表里也没有这些路由。

```
<SwitchA> display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total Number of Routes: 6

      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   200.1.2.0          0.0.0.0         0                     0       ?
                         200.1.2.2       0                     0       20?
 *>   200.1.2.1/32       0.0.0.0         0                     0       ?
 *>   200.1.3.0          200.1.2.2       0                     0       20?
 *                       200.1.4.2       0                     0       30?
 *>   200.1.4.0          0.0.0.0         0                     0       ?
                         200.1.4.2       0                     0       30?
 *>   200.1.4.1/32       0.0.0.0         0                     0       ?
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.4.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 200.1.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 10
 router-id 1.1.1.1
 peer 200.1.2.2 as-number 20
 peer 200.1.4.2 as-number 30
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 200.1.2.2 enable
  peer 200.1.4.2 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 20 30
#
interface Vlanif30
 ip address 200.1.3.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 200.1.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 20
 router-id 2.2.2.2
 peer 200.1.2.1 as-number 10
 peer 200.1.3.2 as-number 30
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 200.1.2.1 enable
  peer 200.1.2.1 as-path-filter 1 export
  peer 200.1.3.2 enable
  peer 200.1.3.2 as-path-filter 2 export
#
 ip as-path-filter 1 deny _30_
 ip as-path-filter 1 permit .*
 ip as-path-filter 2 deny _10_
 ip as-path-filter 2 permit .*
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.4.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 200.1.3.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

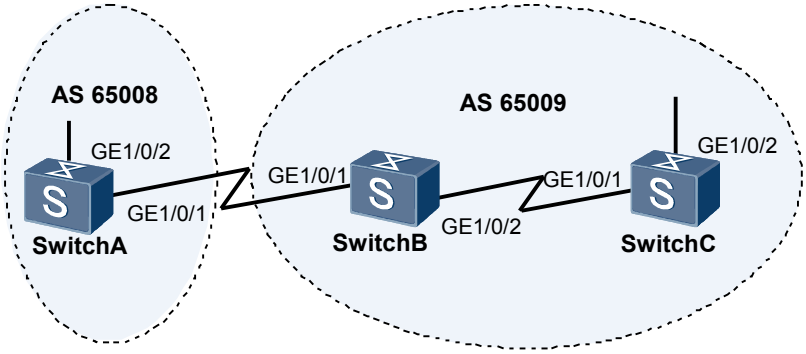
```
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 30
 router-id 3.3.3.3
 peer 200.1.3.1 as-number 20
 peer 200.1.4.1 as-number 10
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 200.1.3.1 enable
  peer 200.1.4.1 enable
#
return
```

配置 BGP 与 IGP 交互示例

组网需求

如图 6-52 所示，在 AS65009 内使用 OSPF 作为 IGP 协议，SwitchA 和 SwitchB 建立 EBGP 连接，SwitchC 运行 OSPF 而不运行 BGP。

图 6-52 配置 BGP 与 IGP 交互配置组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	3.1.1.2/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	8.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	3.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	9.1.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	9.1.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	9.1.2.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 BGP 与 IGP 交互：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 在 SwitchB 和 SwitchC 上配置 OSPF 协议。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 EBGP 连接。
3. 在 SwitchB 配置 BGP 与 OSPF 互相引入，查看路由信息。
4. 在 SwitchB 配置 BGP 路由聚合，简化 BGP 路由表。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-52 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-52 所示。
- SwitchA 的 Router ID 1.1.1.1，所在 AS 号 65008。
- SwitchB、SwitchC 的 Router ID 分别为 2.2.2.2、3.3.3.3，所在 AS 号 65009。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] vlan 30
[SwitchA-vlan30] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 3.1.1.2 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 30
[SwitchA-Vlanif30] ip address 8.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif30] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 OSPF

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 9.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] ospf 1
[SwitchC-ospf-1] area 0
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 9.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 9.1.2.0 0.0.0.255
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

步骤 4 配置 EBGP 连接

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bgp 65008
[SwitchA-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchA-bgp] peer 3.1.1.1 as-number 65009
[SwitchA-bgp]  ipv4-family unicast
[SwitchA-bgp-af-ipv4] network 8.1.1.0 255.255.255.0
[SwitchA-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchA-bgp] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 65009
[SwitchB-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchB-bgp] peer 3.1.1.2 as-number 65008
```

步骤 5 配置 BGP 与 IGP 交互

在 SwitchB 配置 BGP 引入 OSPF 路由。

```
[SwitchB-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchB-bgp-af-ipv4] import-route ospf 1
[SwitchB-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchB-bgp] quit
```

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Total Number of Routes: 3
      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn
 *>   8.1.1.0/24         0.0.0.0         0                      0      i
 *>   9.1.1.0/24         3.1.1.1         0                      0      65009?
 *>   9.1.2.0/24         3.1.1.1         2                      0      65009?
```

在 SwitchB 配置 OSPF 引入 BGP 路由。

```
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] import-route bgp
[SwitchB-ospf-1] quit
```

查看 SwitchC 的路由表。

```
[SwitchC] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 7        Routes : 7

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        8.1.1.0/24  O_ASE   150  1           D       9.1.1.1        Vlanif20
        9.1.1.0/24  Direct  0    0           D       9.1.1.2        Vlanif20
        9.1.1.2/32  Direct  0    0           D       127.0.0.1      InLoopBack0
        9.1.2.0/24  Direct  0    0           D       9.1.2.1        Vlanif40
        9.1.2.1/32  Direct  0    0           D       127.0.0.1      InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D       127.0.0.1      InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D       127.0.0.1      InLoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 配置路由自动聚合

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 65009
[SwitchB-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchB-bgp-af-ipv4] summary automatic
[SwitchB-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchB-bgp] quit
```

查看 SwitchA 的 BGP 路由表。

```
[SwitchA] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Total Number of Routes: 2
      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   8.1.1.0/24         0.0.0.0         0                      0      i
 *>   9.0.0.0            3.1.1.1                                0      65009?
```

使用 Ping 进行验证。

```
[SwitchA] ping -a 8.1.1.1 9.1.2.1
  PING 9.1.2.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 9.1.2.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=15 ms
    Reply from 9.1.2.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=31 ms
    Reply from 9.1.2.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=47 ms
    Reply from 9.1.2.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=46 ms
    Reply from 9.1.2.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=47 ms
  --- 9.1.2.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 15/37/47 ms
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 3.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 8.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 65008
 router-id 1.1.1.1
 peer 3.1.1.1 as-number 65009
 #
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  network 8.1.1.0 255.255.255.0
  peer 3.1.1.1 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 3.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 9.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 65009
 router-id 2.2.2.2
 peer 3.1.1.2 as-number 65008
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  summary automatic
  import-route ospf 1
  peer 3.1.1.2 enable
#
ospf 1
 import-route bgp
 area 0.0.0.0
  network 9.1.1.0 0.0.0.255
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 40
#
interface Vlanif20
 ip address 9.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 9.1.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 9.1.1.0 0.0.0.255
  network 9.1.2.0 0.0.0.255
#
return
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 BFD for BGP 示例

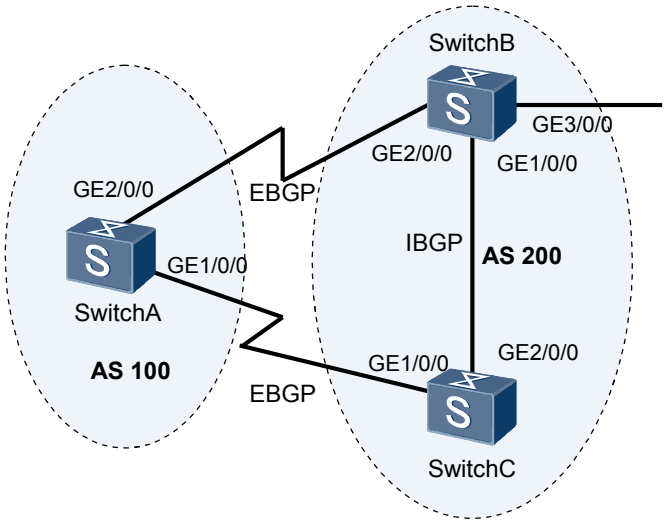
组网需求

如图 6-53，SwitchA 属于 AS100，SwitchB 和 SwitchC 属于 AS200，SwitchA 和 SwitchB，SwitchA 和 SwitchC 建立 EBGP 连接。

业务流量在主链路 SwitchA→SwitchB 上传送，链路 SwitchA→SwitchC→SwitchB 作为备份链路。

使用 BFD 检测 SwitchA 和 SwitchB 之间的 BGP 邻居关系，当 SwitchA 和 SwitchB 之间的链路发生故障时，BFD 能够快速检测到故障并通告给 BGP 协议,使业务流量使用备份链路传送。

图 6-53 配置 BFD for BGP 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	200.1.2.1/24
SwitchA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	200.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	9.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	200.1.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	172.16.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	200.1.2.2/24
SwitchC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	9.1.1.2/24

配置思路

采用如下思路配置 BFD for BGP 功能：

1. 在各 Switch 上配置 BGP 基本功能。
2. 配置 MED 属性控制路由的选路功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

3. 在 SwitchA 和 SwitchB 上使能 BFD 检测机制。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的 Router ID 和所在 AS 号。
- BFD 检测的对端 IP 地址。
- BFD 控制报文的最小发送间隔、最小接收间隔、本地检测倍数。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 200.1.2.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 200.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 3 配置 BGP 基本功能，在 SwitchA 和 SwitchB，SwitchA 和 SwitchC 之间建立 EBGP 连接, SwitchB 和 SwitchC 之间建立 IBGP 连接。

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bgp 100
[SwitchA-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchA-bgp] peer 200.1.1.2 as-number 200
[SwitchA-bgp] peer 200.1.1.2 ebgp-max-hop
[SwitchA-bgp] peer 200.1.2.2 as-number 200
[SwitchA-bgp] peer 200.1.2.2 ebgp-max-hop
[SwitchA-bgp] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 200
[SwitchB-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchB-bgp] peer 200.1.1.1 as-number 100
[SwitchB-bgp] peer 200.1.1.1 ebgp-max-hop
[SwitchB-bgp] peer 9.1.1.2 as-number 200
[SwitchB-bgp] network 172.16.1.0 255.255.255.0
[SwitchB-bgp] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] bgp 200
[SwitchC-bgp] router-id 3.3.3.3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC-bgp] peer 200.1.2.1 as-number 100
[SwitchC-bgp] peer 200.1.2.1 ebgp-max-hop
[SwitchC-bgp] peer 9.1.1.1 as-number 200
[SwitchC-bgp] network 9.1.1.0 255.255.255.0
[SwitchC-bgp] quit
```

在 SwitchA 上查看，BGP 邻居已经建立（Established）。

```
<SwitchA> display bgp peer

 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 2                 Peers in established state : 2

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down         State PrefRcv

  200.1.1.2       4   200        2        5     0 00:01:25 Established       0
  200.1.2.2       4   200        2        4     0 00:00:55 Established       0
```

步骤 4 配置 MED 属性

通过策略配置 SwitchB 和 SwitchC 送给 SwitchA 的 MED 值。

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] route-policy 10 permit node 10
[SwitchB-route-policy] apply cost 100
[SwitchB-route-policy] quit
[SwitchB] bgp 200
[SwitchB-bgp] peer 200.1.1.1 route-policy 10 export
```

配置 SwitchC。

```
[Switch-C] route-policy 10 permit node 10
[SwitchC-route-policy] apply cost 150
[SwitchC-route-policy] quit
[SwitchC] bgp 200
[SwitchC-bgp] peer 200.1.2.1 route-policy 10 export
```

查看 SwitchA 上 BGP 的所有路由信息。

```
<SwitchA> display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total Number of Routes: 2

     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   172.16.1.0/24     200.1.1.2       100                   0      200i
 *                      200.1.2.2       150                   0      200i
```

从 BGP 路由表可以看出，去往 172.16.1.0/24 的路由下一跳地址为 200.1.1.2，流量在主链路 SwitchASwitchB 上传输。

步骤 5 配置 BFD 检测功能、发送和接收间隔、本地检测时间倍数。

在 SwitchA 上使能 BFD 功能，并指定最小发送和接收间隔为 100ms，本地检测时间倍数为 4。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] bgp 100
[SwitchA-bgp] peer 200.1.1.2 bfd enable
[SwitchA-bgp] peer 200.1.1.2 bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchB 上使能 BFD 功能，并指定最小发送和接收间隔为 100ms，本地检测时间倍数为 4。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] bgp 200
[SwitchB-bgp] peer 200.1.1.1 bfd enable
[SwitchB-bgp] peer 200.1.1.1 bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
```

在 SwitchA 上显示 BGP 建立的所有 BFD 会话。

```
<SwitchA> display bgp bfd session all
  Local_Address      Peer_Address       LD/RD       Interface
  200.1.1.1          200.1.1.2          8201/8201   GigibitEthernet2/0/0
  Tx-interval(ms)    Rx-interval(ms)    Multiplier  Session-State
  100                100                4           Up
  Wtr-interval(m)
  0
```

步骤 6 查看配置结果

对 SwitchB 的 VLANIF20 接口执行 **shutdown** 命令，模拟主链路故障。

```
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] shutdown
```

在交换机 SwitchA 上，查看 bgp 路由表

```
<SwitchA> display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total Number of Routes: 1

      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   172.16.1.0/24      200.1.2.2       150                   0       200i
```

从 BGP 路由表可以看出，在主链路失效后，备份链路 SwitchA→SwitchC→SwitchB 生效,去往 172.16.1.0/24 的路由下一跳地址为 200.1.2.2。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 10 20
#
  bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 100
 router-id 1.1.1.1
 peer 200.1.1.2 as-number 200
 peer 200.1.1.2 bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
 peer 200.1.1.2 bfd enable
 peer 200.1.2.2 as-number 200
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 200.1.1.2 enable
  peer 200.1.2.2 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
 vlan batch 20 30 40
#
 bfd
#
interface Vlanif30
 ip address 9.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 200.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 200
 router-id 2.2.2.2
 peer 9.1.1.2 as-number 200
 peer 200.1.1.1 as-number 100
 peer 200.1.1.1 bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 4
 peer 200.1.1.1 bfd enable
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  network 172.16.1.0 255.255.255.0
  peer 9.1.1.2 enable
  peer 200.1.1.1 enable
  peer 200.1.1.1 route-policy 10 export
#
route-policy 10 permit node 10
 apply cost 100
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchC
#
 router id 3.3.3.3
#
 vlan batch 10 30
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.2.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 9.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 200
 router-id 3.3.3.3
 peer 9.1.1.1 as-number 200
 peer 200.1.2.1 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  network 9.1.1.0 255.255.255.0
  peer 9.1.1.1 enable
  peer 200.1.2.1 enable
  peer 200.1.2.1 route-policy 10 export
#
route-policy 10 permit node 10
 apply cost 150
#
return
```

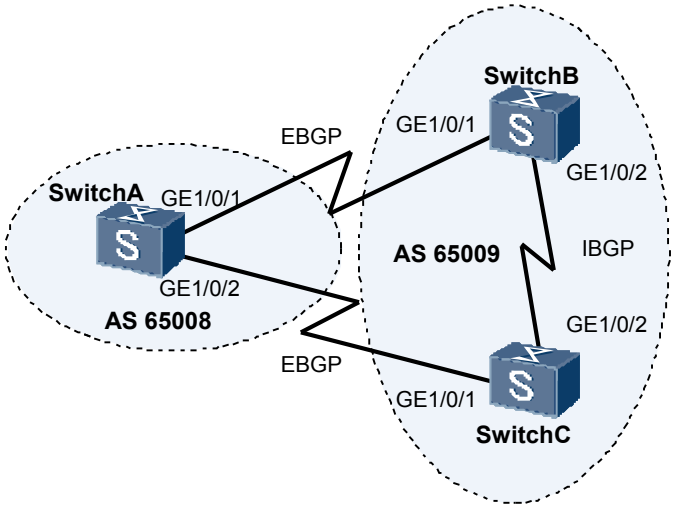
配置 BGP 负载分担和 MED 属性示例

组网需求

如图 6-54 所示，图中所有交换机都配置 BGP，SwitchA 在 AS65008 中，SwitchB 和 SwitchC 在 AS65009 中。SwitchA 与 SwitchB、SwitchC 之间运行 EBGP，SwitchB 和 SwitchC 之间运行 IBGP。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-54 配置 BGP 路径选择的组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	200.1.1.2/24
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 20	200.1.2.2/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	200.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 30	9.1.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 20	200.1.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 30	9.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 BGP 负载分担和 MED 属性：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB、SwitchA 和 SwitchC 之间配置 EBGP 连接；在 SwitchB 和 SwitchC 之间配置 IBGP 连接。
2. 在 SwitchA 配置负载分担功能及 MED 值，查看路由信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-54 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-54 所示。
- SwitchA 的 Router ID 为 1.1.1.1，所在 AS 号 65008，负载分担条数 2。
- SwitchB、SwitchC 的 Router ID 分别为 2.2.2.2、3.3.3.3，所在 AS 号 65009，SwitchB 缺省 MED 值 100。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2]port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2]port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 200.1.1.2 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 200.1.2.2 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 BGP 连接

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bgp 65008
[SwitchA-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchA-bgp] peer 200.1.1.1 as-number 65009
[SwitchA-bgp] peer 200.1.2.1 as-number 65009
[SwitchA-bgp] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 65009
[SwitchB-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchB-bgp] peer 200.1.1.2 as-number 65008
[SwitchB-bgp] peer 9.1.1.2 as-number 65009
[SwitchB-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchB-bgp-af-ipv4] network 9.1.1.0 255.255.255.0
[SwitchB-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchB-bgp] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] bgp 65009
[SwitchC-bgp] router-id 3.3.3.3
[SwitchC-bgp] peer 200.1.2.2 as-number 65008
[SwitchC-bgp] peer 9.1.1.1 as-number 65009
[SwitchC-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchC-bgp-af-ipv4] network 9.1.1.0 255.255.255.0
[SwitchC-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchC-bgp] quit
```

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Total Number of Routes: 2
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

*>   9.1.1.0/24         200.1.1.1      0                    0       65009i
*                       200.1.2.1      0                    0       65009i
```

从路由表中可以看出，到目的地址 9.1.1.0/24 有两条有效路由，其中下一跳为 200.1.1.1 的路由是最优路由（因为 SwitchB 的 Router ID 要小一些）。

步骤 4 配置负载分担

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bgp 65008
[SwitchA-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchA-bgp-af-ipv4] maximum load-balancing 2
[SwitchA-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchA-bgp] quit
```

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Total Number of Routes: 2
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   9.1.1.0/24         200.1.1.1       0                    0       65009i
 *>                      200.1.2.1       0                    0       65009i
```

从路由表中可以看到，BGP 路由 9.1.1.0/24 存在两个下一跳，分别是 200.1.1.1 和 200.1.2.1，且都是最优路由。

步骤 5 配置 MED 属性

通过策略配置 SwitchB 发送给 SwitchA 的 MED 值。

```
[SwitchB] route-policy 10 permit node 10
[SwitchB-route-policy] apply cost 100
[SwitchB-route-policy] quit
[SwitchB] bgp 65009
[SwitchB-bgp] peer 200.1.1.2 route-policy 10 export
```

查看 SwitchA 的路由表。

```
[SwitchA] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total Number of Routes: 2
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>   9.1.1.0/24         200.1.2.1       0                    0       65009i
 *                       200.1.1.1       100                  0       65009i
```

从路由表中可以看出，由于下一跳为 200.1.1.1（SwitchB）的路由 MED 值为 100，而下一跳为 200.1.2.1 的 MED 值为 0，所以 BGP 优先选择 MED 值较小的路由。

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 200.1.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 65008
 router-id 1.1.1.1
 peer 200.1.1.1 as-number 65009
 peer 200.1.2.1 as-number 65009
 #
 ipv4-famlily unicast
  undo synchronization
  maximum load-balancing 2
  peer 200.1.1.1 enable
  peer 200.1.2.1 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 9.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 65009
 router-id 2.2.2.2
 peer 9.1.1.2 as-number 65009
 peer 200.1.1.2 as-number 65008
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  default med 100
  network 9.1.1.0 255.255.255.0
  peer 9.1.1.2 enable
  peer 200.1.1.2 enable
  peer 200.1.1.2 route-policy 10 export
#
route-policy 10 permit node 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 apply cost 100
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 30
#
interface Vlanif10
 ip address 200.1.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 9.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 65009
 router-id 3.3.3.3
 peer 9.1.1.1 as-number 65009
 peer 200.1.2.2 as-number 65008
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  network 9.1.1.0 255.255.255.0
  peer 9.1.1.1 enable
  peer 200.1.2.2 enable
#
return
```

配置 BGP 路由反射器示例

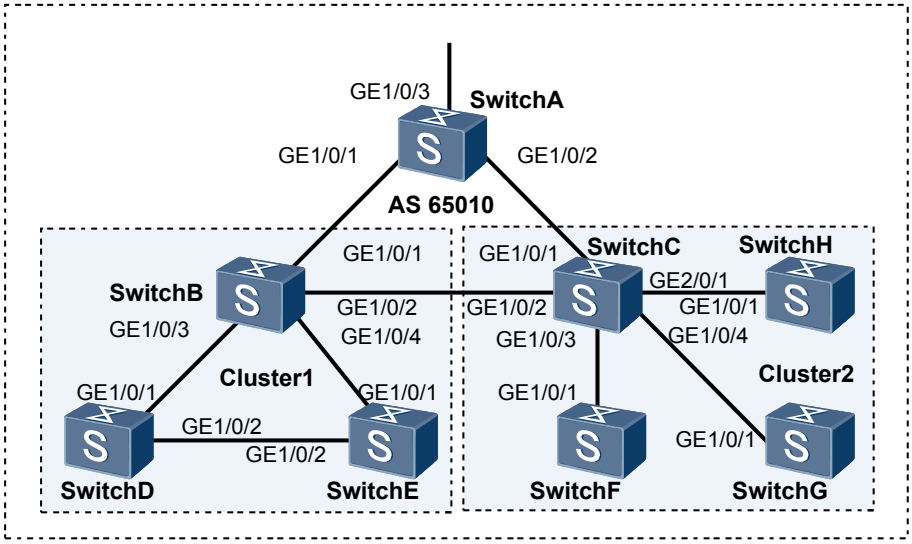
组网需求

如图 6-55 所示，SwitchA 为非客户机，SwitchB 是 Cluster1 的路由反射器，SwitchD 和 SwitchE 是它的两个客户机。由于他们两者之间建立了 IBGP 连接，所以不需要在客户机之间反射路由。SwitchC 为 Cluster2 的路由反射器，SwitchF、SwitchG 和 SwitchH 是它的客户机。

要求使用对等体组来简化配置和管理。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-55 配置 BGP 路由反射器组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.2/24
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 30	10.1.3.2/24
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/3	VLANIF 100	9.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 20	10.1.2.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/3	VLANIF 40	10.1.4.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/4	VLANIF 50	10.1.5.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 30	10.1.3.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 20	10.1.2.2/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/3	VLANIF 70	10.1.7.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/4	VLANIF 80	10.1.8.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 2/0/1	VLANIF 90	10.1.9.1/24
SwitchD	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 40	10.1.4.2/24
SwitchD	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 60	10.1.6.1/24
SwitchE	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 50	10.1.5.2/24
SwitchE	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 60	10.1.6.2/24
SwitchF	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 70	10.1.7.2/24
SwitchG	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 80	10.1.8.2/24
SwitchH	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 90	10.1.9.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 BGP 路由反射器：

1. 配置客户机与路由反射器之间，非客户机与路由反射器之间建立 IBGP 连接。
2. 在 SwitchB 和 SwitchC 上配置路由反射器功能，指定客户机，查看路由信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-55 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-55 所示。
- 所有交换机的自治系统号为 65010。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF、SwitchG、SwitchH 的 Router ID 分别为 1.1.1.1、2.2.2.2、3.3.3.3、4.4.4.4、5.5.5.5、6.6.6.6、7.7.7.7、8.8.8.8。
- SwitchB 所在集群的 Cluster-id 为 1，SwitchC 在集群的 Cluster-id 为 2。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 30 100
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF、SwitchG、SwitchH 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 30
[SwitchA-Vlanif30] ip address 10.1.3.2 24
[SwitchA-Vlanif30] quit
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ip address 9.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

步骤 3 配置客户机、非客户机与路由反射器之间的 IBGP 连接（略）

步骤 4 配置 SwitchA 发布的本地网络路由 9.1.1.0/24（略）

步骤 5 配置路由反射器

配置 SwitchB。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] bgp 65010
[SwitchB-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchB-bgp] group in_rr internal
[SwitchB-bgp] peer 10.1.4.2 group in_rr
[SwitchB-bgp] peer 10.1.5.2 group in_rr
[SwitchB-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchB-bgp-af-ipv4] peer in_rr reflect-client
[SwitchB-bgp-af-ipv4] undo reflect between-clients
[SwitchB-bgp-af-ipv4] reflector cluster-id 1
[SwitchB-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchB-bgp] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] bgp 65010
[SwitchC-bgp] router-id 3.3.3.3
[SwitchC-bgp] group in_rr internal
[SwitchC-bgp] peer 10.1.7.2 group in_rr
[SwitchC-bgp] peer 10.1.8.2 group in_rr
[SwitchC-bgp] peer 10.1.9.2 group in_rr
[SwitchC-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchC-bgp-af-ipv4] peer in_rr reflect-client
[SwitchC-bgp-af-ipv4] reflector cluster-id 2
[SwitchC-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchC-bgp] quit
```

查看 SwitchD 的路由表。

```
[SwitchD] display bgp routing-table 9.1.1.0

 BGP local router ID : 4.4.4.4
 Local AS number : 65010
 Paths:   1 available, 0 best

 BGP routing table entry information of 9.1.1.0/24:
 From: 10.1.4.1 (2.2.2.2)
 Original nexthop: 10.1.1.2
 Convergence Priority:
 AS-path Nil, origin igp, MED 0, localpref 100, pref-val 0, internal, pre 255
 Originator:  1.1.1.1
 Cluster list: 0.0.0.1
 Not advertised to any peers yet
```

从路由表中可以看到，SwitchD 从 SwitchB 里学到了 SwitchA 告的路由，而且还可以看到该路由的 Originator 和 Cluster_ID 属性。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 30 100
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.3.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif100
 ip address 9.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
bgp 65010
 router-id 1.1.1.1
 peer 10.1.1.1 as-number 65010
 peer 10.1.3.1 as-number 65010
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  network 9.1.1.0 255.255.255.0
  peer 10.1.1.1 enable
  peer 10.1.3.1 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20 40 50
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.4.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.5.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65010
 router-id 2.2.2.2
 peer 10.1.1.2 as-number 65010
 peer 10.1.2.2 as-number 65010
 group in_rr internal
 peer 10.1.4.2 as-number 65010
 peer 10.1.4.2 group in_rr
 peer 10.1.5.2 as-number 65010
 peer 10.1.5.2 group in_rr
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  undo reflect between-clients
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  reflector cluster-id 1
  peer 10.1.1.2 enable
  peer 10.1.2.2 enable
  peer in_rr enable
  peer in_rr reflect-client
  peer 10.1.4.2 enable
  peer 10.1.4.2 group in_rr
  peer 10.1.5.2 enable
  peer 10.1.5.2 group in_rr
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 30 70 80 90
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif70
 ip address 10.1.7.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif80
 ip address 10.1.8.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif90
 ip address 10.1.9.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 90
 port hybrid untagged vlan 90
#
bgp 65010
 router-id 3.3.3.3
 peer 10.1.2.1 as-number 65010
 peer 10.1.3.2 as-number 65010
 group in_rr internal
 peer 10.1.7.2 as-number 65010
 peer 10.1.7.2 group in_rr
 peer 10.1.8.2 as-number 65010
 peer 10.1.8.2 group in_rr
 peer 10.1.9.2 as-number 65010
 peer 10.1.9.2 group in_rr
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  reflector cluster-id 2
  peer 10.1.2.1 enable
  peer 10.1.3.2 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  peer in_rr enable
  peer in_rr reflect-client
  peer 10.1.7.2 enable
  peer 10.1.7.2 group in_rr
  peer 10.1.8.2 enable
  peer 10.1.8.2 group in_rr
  peer 10.1.9.2 enable
  peer 10.1.9.2 group in_rr
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 40 60
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.4.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif60
 ip address 10.1.6.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
bgp 65010
 router-id 4.4.4.4
 peer 10.1.4.1 as-number 65010
 peer 10.1.6.2 as-number 65010
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.4.1 enable
  peer 10.1.6.2 enable
#
return
```

说明

其他 Switch 的配置文件与 SwitchD 的配置文件类似，此处省略。

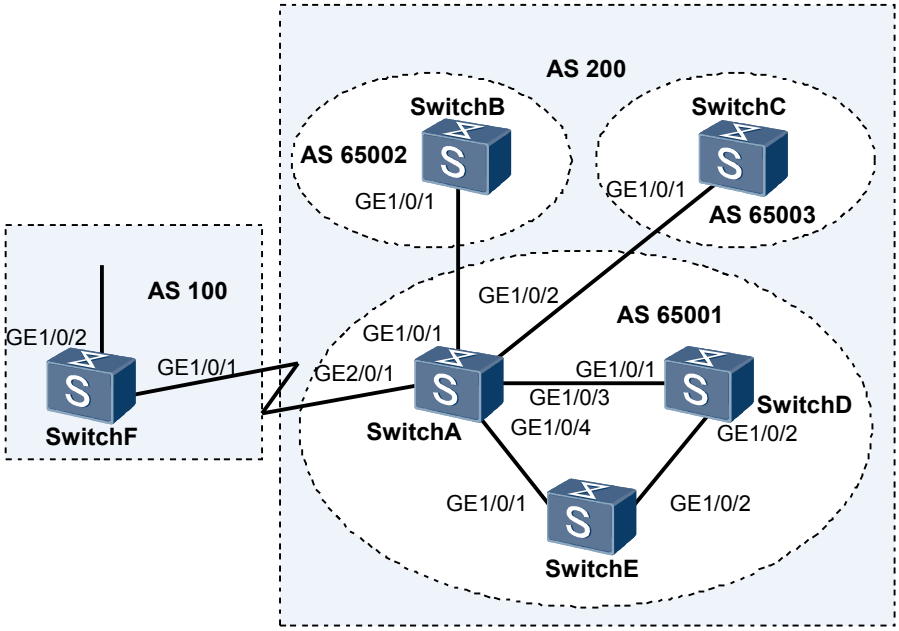
配置 BGP 联盟示例

组网需求

如图 6-56 所示，AS200 中有多台 Switch 运行 BGP，为了减少 IBGP 的连接数，现将他们划分为 3 个子自治系统：AS65001、AS65002 和 AS65003。其中 AS65001 内的三台 Switch 建立 IBGP 全连接。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-56 配置联盟组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.1/24
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 20	10.1.2.1/24
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/3	VLANIF 30	10.1.3.1/24
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/4	VLANIF 40	10.1.4.1/24
SwitchA	GigabitEthernet 2/0/1	VLANIF 60	200.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	10.1.1.2/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 20	10.1.2.2/24
SwitchD	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 30	10.1.3.2/24
SwitchD	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 50	10.1.5.1/24
SwitchE	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 40	10.1.4.2/24
SwitchE	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 50	10.1.5.2/24
SwitchF	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 60	200.1.1.2/24
SwitchF	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 70	9.1.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 BGP 联盟：

1. 在 AS200 中的各 Switch 上配置 BGP 联盟。
2. 在 AS65001 中配置 IBGP 连接。
3. 在 AS100 和 AS200 之间配置 EBGP 连接，查看路由信息。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN ID，具体数据如图 6-56 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-56 所示。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 的 router id 分别为 1.1.1.1、2.2.2.2、3.3.3.3、4.4.4.4、5.5.5.5、6.6.6.6。
- 自治系统号 AS100，自治系统号 AS200，AS200 中的 3 个子自治系统号 AS65001，AS65002，AS65003。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20 30 40 60
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid pvid vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid untagged vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/4
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/4] port hybrid pvid vlan 40
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/4] port hybrid untagged vlan 40
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/4] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] port hybrid pvid vlan 60
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] port hybrid untagged vlan 60
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 10.1.2.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
[SwitchA] interface vlanif 30
[SwitchA-Vlanif30] ip address 10.1.3.1 24
[SwitchA-Vlanif30] quit
[SwitchA] interface vlanif 40
[SwitchA-Vlanif40] ip address 10.1.4.1 24
[SwitchA-Vlanif40] quit
[SwitchA] interface vlanif 60
[SwitchA-Vlanif60] ip address 200.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif60] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 BGP 联盟

配置 SwitchA。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] bgp 65001
[SwitchA-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchA-bgp] confederation id 200
[SwitchA-bgp] confederation peer-as 65002 65003
[SwitchA-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 65002
[SwitchA-bgp] peer 10.1.2.2 as-number 65003
[SwitchA-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchA-bgp-af-ipv4] peer 10.1.1.2 next-hop-local
[SwitchA-bgp-af-ipv4] peer 10.1.2.2 next-hop-local
[SwitchA-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchA-bgp] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] bgp 65002
[SwitchB-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchB-bgp] confederation id 200
[SwitchB-bgp] confederation peer-as 65001 65003
[SwitchB-bgp] peer 10.1.1.1 as-number 65001
[SwitchB-bgp] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] bgp 65003
[SwitchC-bgp] router-id 3.3.3.3
[SwitchC-bgp] confederation id 200
[SwitchC-bgp] confederation peer-as 65001 65002
[SwitchC-bgp] peer 10.1.2.1 as-number 65001
[SwitchC-bgp] quit
```

步骤 4 配置 AS65001 内的 IBGP 连接

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bgp 65001
[SwitchA-bgp] peer 10.1.3.2 as-number 65001
[SwitchA-bgp] peer 10.1.4.2 as-number 65001
[SwitchA-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchA-bgp-af-ipv4] peer 10.1.3.2 next-hop-local
[SwitchA-bgp-af-ipv4] peer 10.1.4.2 next-hop-local
[SwitchA-bgp-af-ipv4] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] bgp 65001
[SwitchD-bgp] router-id 4.4.4.4
[SwitchD-bgp] peer 10.1.3.1 as-number 65001
[SwitchD-bgp] peer 10.1.5.2 as-number 65001
[SwitchD-bgp] quit
```

配置 SwitchE。

```
[SwitchE] bgp 65001
[SwitchE-bgp] router-id 5.5.5.5
[SwitchE-bgp] peer 10.1.4.1 as-number 65001
[SwitchE-bgp] peer 10.1.5.1 as-number 65001
[SwitchE-bgp] quit
```

步骤 5 配置 AS100 和 AS200 之间的 EBGP 连接

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] bgp 65001
[SwitchA-bgp] peer 200.1.1.2 as-number 100
[SwitchA-bgp] quit
```

配置 SwitchF。

```
[SwitchF] bgp 100
[SwitchF-bgp] router-id 6.6.6.6
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchF-bgp] peer 200.1.1.1 as-number 200
[SwitchF-bgp] ipv4-family unicast
[SwitchF-bgp-af-ipv4] network 9.1.1.0 255.255.255.0
[SwitchF-bgp-af-ipv4] quit
[SwitchF-bgp] quit
```

步骤 6 查看配置结果

查看 SwitchB 的 BGP 路由表。

```
[SwitchB] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 2.2.2.2
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total Number of Routes: 1

     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>i  9.1.1.0/24         10.1.1.1        0          100        0      (65001) 100i
[SwitchB] display bgp routing-table 9.1.1.0

BGP local router ID : 2.2.2.2
 Local AS number : 65002
 Paths:   1 available, 1 best, 1 select

 BGP routing table entry information of 9.1.1.0/24:
 From: 10.1.1.1 (1.1.1.1)
Route Duration: 00h01m22s
 Relay IP Nexthop: 0.0.0.0
Relay IP Out-Interface: Vlanif10
 Original nexthop: 10.1.1.1
Qos information : 0x0
 AS-path (65001) 100, origin igp, MED 0, localpref 100, pref-val 0, valid, exter
 nal-confed, best,select, active,  pre 255
 Not advertised to any peers yet
```

查看 SwitchD 的 BGP 路由表。

```
[SwitchD] display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 4.4.4.4
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Total Number of Routes: 1
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>i  9.1.1.0/24         10.1.3.1        0          100        0      100i
[SwitchD] display bgp routing-table 9.1.1.0

 BGP local router ID : 4.4.4.4
 Local AS number : 65001
 Paths:   1 available, 1 best, 1 select

 BGP routing table entry information of 9.1.1.0/24:
 From: 10.1.3.1 (1.1.1.1)
Route Duration: 00h18m34s
 Relay  IP Nexthop: 0.0.0.0
 Relay IP Out-Interface: Vlanif30
 Original nexthop: 10.1.3.1
Qos information : 0x0
 AS-path 100, origin igp, MED 0, localpref 100, pref-val 0, valid, internal, best,select, active,
pre 255
 Not advertised to any peers yet
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20 30 40 60
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.4.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif60
 ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
bgp 65001
 router-id 1.1.1.1
 confederation id 200
 confederation peer-as 65002 65003
 peer 10.1.1.2 as-number 65002
 peer 10.1.2.2 as-number 65003
 peer 10.1.3.2 as-number 65001
 peer 10.1.4.2 as-number 65001
 peer 200.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.1.2 enable
  peer 10.1.1.2 next-hop-local
  peer 10.1.2.2 enable
  peer 10.1.2.2 next-hop-local
  peer 10.1.3.2 enable
  peer 10.1.3.2 next-hop-local
  peer 10.1.4.2 enable
  peer 10.1.4.2 next-hop-local
  peer 200.1.1.2 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
bgp 65002
 router-id 2.2.2.2
 confederation id 200
 confederation peer-as 65001 65003
 peer 10.1.1.1 as-number 65001
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.1.1 enable
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 65003
 router-id 3.3.3.3
 confederation id 200
 confederation peer-as 65001 65002
 peer 10.1.2.1 as-number 65001
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.2.1 enable
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 30 50
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.3.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.5.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65001
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 router-id 4.4.4.4
 peer 10.1.3.1 as-number 65001
 peer 10.1.5.2 as-number 65001
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.3.1 enable
  peer 10.1.5.2 enable
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 vlan batch 40 50
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.4.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.5.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65001
 router-id 5.5.5.5
 peer 10.1.4.1 as-number 65001
 peer 10.1.5.1 as-number 65001
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.4.1 enable
  peer 10.1.5.1 enable
  #
return
```

- SwitchF 的配置文件

```
#
 sysname SwitchF
#
 vlan batch 60 70
#
interface Vlanif60
 ip address 200.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif70
 ip address 9.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
bgp 100
 router-id 6.6.6.6
 peer 200.1.1.1 as-number 200
#
ipv4-family unicast
 undo synchronization
 network 9.1.1.0 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  peer 200.1.1.1 enable
#
return
```

6.2.6 路由策略配置

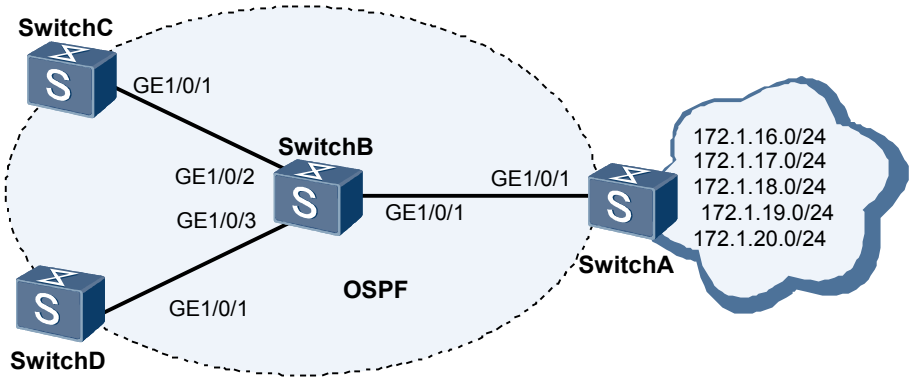
路由策略是为了改变网络流量所经过的途径而对路由信息采用的方法。

对接收和发布的路由进行过滤示例

组网需求

如图 6-57，运行 OSPF 协议的网络中，SwitchA 从 Internet 网络接收路由，并为 SwitchB 供了部分 Internet 路由。要求 SwitchA 提供 172.1.17.0/24、172.1.18.0/24、172.1.19.0/24 给 SwitchB、SwitchC 仅接收路由 172.1.18.0/24，SwitchD 接收 SwitchB 提供的全部路由。

图 6-57 配置对接收和发布的路由过滤组网图



设备名	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 20	192.168.2.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/3	VLANIF 30	192.168.3.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 20	192.168.2.2/24
SwitchD	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 30	192.168.3.2/24

配置思路

采用如下的思路配置对路由进行过滤：

1. 配置各接口所属 VLAN ID。
2. 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址。
3. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 上配置 OSPF 基本功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

4. 在 SwitchA 配置静态路由，并将这些路由引入 OSPF 路由。
5. 在 SwitchA 配置路由发布策略，在 SwitchB 上查看过滤结果。
6. 在 SwitchC 配置路由接收策略，在 SwitchC 上查看过滤结果。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- SwitchA 引入的 5 条静态路由。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 位于 OSPF 骨干区域（Area0）。
- 地址前缀列表名称，待过滤路由。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB、SwitchC、SwitchD 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 OSPF 基本功能

SwitchA 的配置

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

SwitchB 的配置

```
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.2.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.3.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

SwitchC 的配置

```
[SwitchC] ospf
[SwitchC-ospf-1] area 0
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.2.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

SwitchD 的配置

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchD] ospf
[SwitchD-ospf-1] area 0
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.3.0 0.0.0.255
[SwitchD-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchD-ospf-1] quit
```

步骤 4 在 SwitchA 配置 5 条静态路由，并在将这些静态路由引入到 OSPF 协议中。

```
[SwitchA] ip route-static 172.1.16.0 24 NULL 0
[SwitchA] ip route-static 172.1.17.0 24 NULL 0
[SwitchA] ip route-static 172.1.18.0 24 NULL 0
[SwitchA] ip route-static 172.1.19.0 24 NULL 0
[SwitchA] ip route-static 172.1.20.0 24 NULL 0
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] import-route static
[SwitchA-ospf-1] quit
```

在 SwitchB 查看 IP 路由表，可以看到 OSPF 引入的 5 条静态路由。

```
[SwitchB] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 13       Routes : 13

 Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

      127.0.0.0/8    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24   Direct 0    0           D  192.168.1.2     Vlanif10
    192.168.1.2/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif10
    192.168.2.0/24   Direct 0    0           D  192.168.2.1     Vlanif20
    192.168.2.1/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif20
    192.168.3.0/24   Direct 0    0           D  192.168.3.1     Vlanif30
    192.168.3.1/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif30
     172.1.16.0/24   O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
     172.1.17.0/24   O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
     172.1.18.0/24   O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
     172.1.19.0/24   O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
     172.1.20.0/24   O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
```

步骤 5 配置路由发布策略

在 SwitchA 配置地址前缀列表 a2b。

```
[SwitchA] ip ip-prefix a2b index 10 permit 172.1.17.0 24
[SwitchA] ip ip-prefix a2b index 20 permit 172.1.18.0 24
[SwitchA] ip ip-prefix a2b index 30 permit 172.1.19.0 24
```

在 SwitchA 配置发布策略，引用地址前缀列表 a2b 进行过滤。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] filter-policy ip-prefix a2b export static
```

在 SwitchB 查看 IP 路由表，可以看到 SwitchB 仅接收到列表 a2b 中定义的 3 条路由。

```
[SwitchB] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11       Routes : 11

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24  Direct 0    0           D  192.168.1.2     Vlanif10
    192.168.1.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif10
    192.168.2.0/24  Direct 0    0           D  192.168.2.1     Vlanif20
    192.168.2.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif20
    192.168.3.0/24  Direct 0    0           D  192.168.3.1     Vlanif30
    192.168.3.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif30
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
172.1.17.0/24  O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
172.1.18.0/24  O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
172.1.19.0/24  O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
```

步骤 6 配置路由接收策略

在 SwitchC 配置地址前缀列表 in。

```
[SwitchC] ip ip-prefix in index 10 permit 172.1.18.0 24
```

在 SwitchC 配置接收策略，引用地址前缀列表 in 进行过滤。

```
[SwitchC] ospf
[SwitchC-ospf-1] filter-policy ip-prefix in import
```

查看 SwitchC 的 IP 路由表，可以看到 SwitchC 的本地核心路由表中，仅接收了列表 in 定义的 1 条路由。

```
[SwitchC] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 5        Routes : 5

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.2.0/24  Direct 0    0           D  192.168.2.1     Vlanif20
    192.168.2.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif20
     172.1.18.0/24  O_ASE  150  1           D  192.168.1.1     Vlanif10
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 filter-policy ip-prefix a2b export static
 import-route static
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
 ip ip-prefix a2b index 10 permit 172.1.17.0 24
 ip ip-prefix a2b index 20 permit 172.1.18.0 24
 ip ip-prefix a2b index 30 permit 172.1.19.0 24
#
 ip route-static 172.1.16.0 255.255.255.0 NULL0
 ip route-static 172.1.17.0 255.255.255.0 NULL0
 ip route-static 172.1.18.0 255.255.255.0 NULL0
 ip route-static 172.1.19.0 255.255.255.0 NULL0
 ip route-static 172.1.20.0 255.255.255.0 NULL0
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20 30
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 filter-policy ip-prefix in import
 area 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
 ip ip-prefix in index 10 permit 172.1.18.0 24
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 30
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 area 0.0.0.0
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
#
return
```

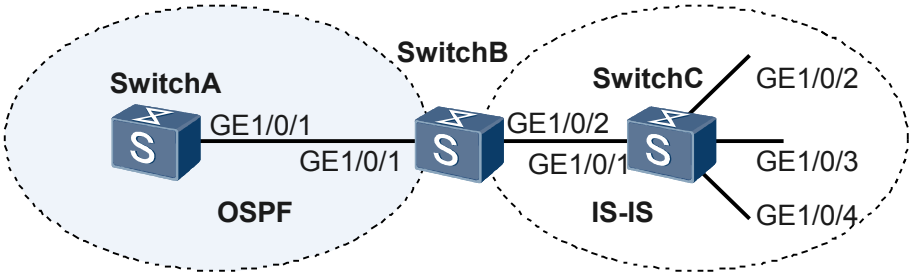
在路由引入时应用路由策略示例

组网需求

如图 6-58 所示，SwitchB 与 SwitchA 间通过 OSPF 协议交换路由信息，与 SwitchC 之间通过 IS-IS 协议交换路由信息。

要求在 SwitchB 配置路由引入，将 IS-IS 路由引入到 OSPF 中去，并同时使用路由策略设置路由的属性。其中，设置 172.17.1.0/24 的路由的开销为 100，设置 172.17.2.0/24 的路由的 Tag 属性为 20。

图 6-58 配置在路由引入时应用路由策略组网图



设备名	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 10	192.168.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 20	192.168.2.2/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/1	VLANIF 20	192.168.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/2	VLANIF 30	172.17.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/3	VLANIF 40	172.17.2.1/24
SwitchC	GigabitEthernet 1/0/4	VLANIF 50	172.17.3.1/24

配置思路

采用如下的思路配置在路由引入时应用路由策略：

1. 配置各接口所属 VLAN ID。
2. 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址。
3. 在 SwitchB、SwitchC 上配置 IS-IS 基本功能。
4. 在 SwitchA、SwitchB 上配置 OSPF，引入 IS-IS 路由。
5. 在 SwitchB 配置路由策略，并在 OSPF 引入 IS-IS 路由时应用路由策略，查看路由信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- SwitchC 的 IS-IS 级别 Level-2，system ID 0000.0000.0001；SwitchB 的 IS-IS 级别 Level-2，system ID 0000.0000.0002；SwitchB、SwitchC 的区域号 Area10。
- SwitchA 和 SwitchB 于 OSPF 骨干区域（Area0）。
- 配置过滤列表及地址前缀列表名称，172.17.1.0/24 路由的开销值 100，172.17.2.0/24 路由的 Tag 属性值 20。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB、SwitchC 的配置同 SwitchA（略）

步骤 3 配置 IS-IS 路由协议

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] isis
[SwitchC-isis-1] is-level level-2
[SwitchC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[SwitchC-isis-1] quit
[SwitchC] interface vlanif 20
[SwitchC-Vlanif20] isis enable
[SwitchC-Vlanif20] quit
[SwitchC] interface vlanif 30
[SwitchC-Vlanif30] isis enable
[SwitchC-Vlanif30] quit
[SwitchC] interface vlanif 40
[SwitchC-Vlanif40] isis enable
[SwitchC-Vlanif40] quit
[SwitchC] interface vlanif 50
[SwitchC-Vlanif50] isis enable
[SwitchC-Vlanif50] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] isis
[SwitchB-isis-1] is-level level-2
[SwitchB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[SwitchB-isis-1] quit
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] isis enable
[SwitchB-Vlanif20] quit
```

步骤 4 配置 OSPF 路由协议及路由引入

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchA，启动 OSPF。

```
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchB，启动 OSPF，并引入 IS-IS 路由。

```
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] import-route isis 1
[SwitchB-ospf-1] quit
```

查看 SwitchA 的 OSPF 路由表，可以看到引入的路由。

```
[SwitchA] display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 192.168.1.1
                 Routing Tables

 Routing for Network
 Destination        Cost  Type       NextHop         AdvRouter       Area
 192.168.1.0/24     1  Stub       192.168.1.1     192.168.1.1     0.0.0.0

 Routing for ASEs
 Destination        Cost      Type       Tag         NextHop         AdvRouter
 192.168.2.0/24     1         Type2      1           192.168.1.2     192.168.1.2
 172.17.1.0/24      1         Type2      1           192.168.1.2     192.168.1.2
 172.17.2.0/24      1         Type2      1           192.168.1.2     192.168.1.2
 172.17.3.0/24      1         Type2      1           192.168.1.2     192.168.1.2

 Total Nets: 5
 Intra Area: 1  Inter Area: 0  ASE: 4  NSSA: 0
```

步骤 5 配置过滤列表

配置编号为 2002 的 ACL，允许 172.17.2.0/24 通过。

```
[SwitchB] acl number 2002
[SwitchB-acl-basic-2002] rule permit source 172.17.2.0 0.0.0.255
[SwitchB-acl-basic-2002] quit
```

配置名为 prefix-a 的地址前缀列表，允许 172.17.1.0/24 通过。

```
[SwitchB] ip ip-prefix prefix-a index 10 permit 172.17.1.0 24
```

步骤 6 配置 Route-Policy

```
[SwitchB] route-policy isis2ospf permit node 10
[SwitchB-route-policy] if-match ip-prefix prefix-a
[SwitchB-route-policy] apply cost 100
[SwitchB-route-policy] quit
[SwitchB] route-policy isis2ospf permit node 20
[SwitchB-route-policy] if-match acl 2002
[SwitchB-route-policy] apply tag 20
[SwitchB-route-policy] quit
[SwitchB] route-policy isis2ospf permit node 30
[SwitchB-route-policy] quit
```

步骤 7 在路由引入时应用 Route-Policy

配置 SwitchB，设置在路由引入时应用 Route-Policy。

```
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] import-route isis 1 route-policy isis2ospf
[SwitchB-ospf-1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

查看 SwitchA 的 OSPF 路由表，可以看到目的地址为 172.17.1.0/24 的路由的开销为 100，目的地址为 172.17.2.0/24 的路由的标记域（Tag）为 20，而其他路由的属性未发生变化。

```
[SwitchA] display ospf routing

         OSPF Process 1 with Router ID 192.168.1.1
                  Routing Tables
 Routing for Network
 Destination        Cost  Type       NextHop         AdvRouter       Area
 192.168.1.0/24     1     Stub       192.168.1.1     192.168.1.1     0.0.0.0

 Routing for ASEs
 Destination        Cost      Type       Tag         NextHop          AdvRouter
 192.168.2.0/24     1          Type2      1           192.168.1.2      192.168.1.2
 172.17.1.0/24      100        Type2      1           192.168.1.2      192.168.1.2
 172.17.2.0/24      1          Type2      20          192.168.1.2      192.168.1.2
 172.17.3.0/24      1          Type2      1           192.168.1.2      192.168.1.2

 Total Nets: 5
 Intra Area: 1  Inter Area: 0  ASE: 4  NSSA: 0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20
#
acl number 2002
 rule 5 permit source 172.17.2.0 0.0.0.255
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 import-route isis 1 route-policy isis2ospf
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
route-policy isis2ospf permit node 10
 if-match ip-prefix prefix-a
 apply cost 100
#
route-policy isis2ospf permit node 20
 if-match acl 2002
 apply tag 20
#
route-policy isis2ospf permit node 30
#
ip ip-prefix prefix-a index 10 permit 172.17.1.0 24
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 30 40 50
#
isis 1
 is-level level-2
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif30
 ip address 172.17.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif40
 ip address 172.17.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface Vlanif50
 ip address 172.17.3.1 255.255.255.0
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

6.3 网络管理配置

本文档从配置过程和配置举例等方面对 S9700 的网络管理特性 SNMP、RMON、NTP、LLDP、NQA、NetStream、HGMP 及 Ping&Tracert 进行了介绍。阅读本文档能指导用户了解和掌握 S9700 网络管理的配置方法。

6.3.1 SNMP 配置

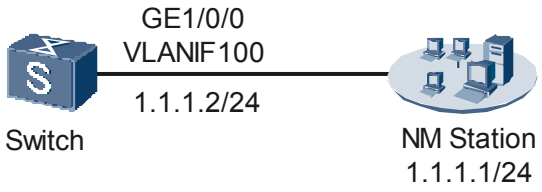
通过配置 SNMP 可以实现网管和设备间的通信。

配置 SNMPv1 的基本功能

组网需求

如图 6-59 所示，NM Station 通过 SNMP 登录到 Switch，对 Switch 进行管理。

图 6-59 配置 SNMP 基本功能组网图



配置思路

采用如下思路配置 SNMPv1 基本功能：

1. 配置接口的 IP 地址
2. 配置 SNMP 的版本信息
3. 配置 SNMP 的团体名

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口的 IP 地址
- SNMP 的版本信息
- 团体名

操作步骤

步骤 1 配置接口的 IP 地址（略）

步骤 2 使能 SNMP 功能

进入系统视图，使能 SNMP 功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] snmp-agent
```

步骤 3 配置 SNMP 的版本信息

说明

Switch 的 SNMP 缺省版本号为 SNMPv3。

配置 SNMP 的版本信息为 v1。

```
[Switch] snmp-agent sys-info version v1
```

步骤 4 配置 SNMP 的团体名

配置 SNMP 的读团体名。

```
[Switch] snmp-agent community read public
```

配置 SNMP 的写团体名。

```
[Switch] snmp-agent community write private
```

步骤 5 验证配置结果

查看配置的团体名信息。

```
[Switch] display snmp-agent community
   Community name:public
       Group name:public
       Storage-type: nonVolatile

   Community name:private
       Group name:private
       Storage-type: nonVolatile
```

----结束

配置文件

Switch 上的配置文件如下：

```
#
sysname Switch
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
snmp-agent
 snmp-agent local-engineid 000007DB7F00000100003598
 snmp-agent community read  public
 snmp-agent community write  private
 snmp-agent sys-info version v1 v3
#
return
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置指定网管站对交换机进行管理

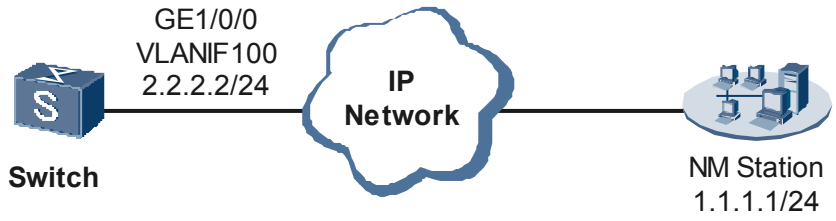
组网需求

如图 6-60 所示，网管工作站 NMS 与 Switch 间有可达路由，网管工作站 IP 地址为 1.1.1.1/24，Switch 与网络相连的接口的 IP 地址为 2.2.2.2/24。实现 Switch 端指定的网管站，通过远程管理 Switch。

为了便于在设备出现故障时，及时处理故障，在 Switch 端需要配置管理员的联系方式和 Switch 的位置信息。

对系统中配置的批量性能采集进行监控，当出现采集失败后，向网管发送告警消息。

图 6-60 SNMP 指定网管站对 Switch 进行访问组网图



配置思路

采用如下思路配置网管功能：

1. 在 Switch 上启动 SNMP Agent。
2. 配置 SNMP 版本。
3. 设备团体名和访问权限。
4. 设置管理员联系方法、Switch 物理位置。
5. 配置 Trap 功能。
6. 配置网管工作站。

数据准备

为完成此配置例，需要准备如下数据：

- SNMP 版本
- 团体名及权限
- 管理员信息和 Switch 的位置信息
- 访问控制列表号

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 和网管站之间路由可达（略）

步骤 2 配置 SNMP 访问控制功能

```
<Switch> system-view
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

进入系统，删除 SNMP Agent 已配置的版本信息。

```
[Switch] undo snmp-agent sys-info version all
```

启动 SNMP Agent，配置版本为 SNMPv2c。

```
[Switch] snmp-agent sys-info version v2c
```

设置团体名和访问权限。

```
[Switch] snmp-agent community read public acl 2000
[Switch] snmp-agent community write private acl 2000
```

步骤 3 配置 SNMP 维护信息

设置管理员联系方法、Switch 物理位置

```
[Switch] snmp-agent sys-info contact Mr.Wang-Tel:21657
[Switch] snmp-agent sys-info location telephone-closet,2rd-floor
```

步骤 4 配置访问控制列表

```
[Switch] acl 2000
[Switch-acl-basic-2000] rule permit source 1.1.1.1 0
```

步骤 5 配置 Trap 功能

```
[Switch] snmp-agent trap enable
[Switch] snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.1 params securityname public v2c
```

步骤 6 配置 NMS

在网管站中安装华为网管软件 iManager U2000 统一网络管理系统，并在网管软件中进行 SNMP 协议的配置，之后就可以实现对 Switch 的管理。

iManager U2000 统一网络管理系统的配置和使用请参考《iManager U2000 统一网络管理系统 产品文档》。

步骤 7 验证配置结果

查看配置的 SNMP 的版本信息及维护信息

```
[Switch] display snmp-agent sys-info
  The contact person for this managed node:
         Mr.Wang-Tel:21657

  The physical location of this node:
         telephone-closet,2rd-floor

SNMP version running in the system:
         SNMPv2c
```

查看团体名信息。

```
[Switch] display snmp-agent community
  Community name:public
      Group name:public
      Acl:2000
      Storage-type: nonVolatile

  Community name:private
      Group name:private
      Acl:2000
      Storage-type: nonVolatile
```

当有告警信息产生时，执行命令 **display trapbuffer** 查看告警信息。

```
[Switch] display trapbuffer
Trapping buffer configuration and contents : enabled
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Allowed max buffer size : 1024
Actual buffer size : 256
Channel number : 3 , Channel name : trapbuffer
Dropped messages : 0
Overwritten messages : 0
Current messages : 1

#Feb  1 08:49:55 2009 Switch ENTMIB/4/TRAP:1.3.6.1.2.1.47.2.0.1 Entity MIB change.
```

----结束

配置文件

Switch 上的配置文件如下：

```
#
sysname Switch
#
vlan batch 100
#
acl number 2000
 rule permit source 1.1.1.1 0
#
interface Vlanif100
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.0 0.0.0.255
#
snmp-agent
snmp-agent local-engineid 000007DB7F000001000031E7
snmp-agent community read public acl 2000
snmp-agent community write private acl 2000
snmp-agent sys-info contact Mr.Wang-Tel:21657
snmp-agent sys-info location telephone-closet,2rd-floor
snmp-agent sys-info version v2c
snmp-agent target-host Trap address udp-domain 1.1.1.1 params securityname public v2c
#
return
```

配置不同网管站访问交换机

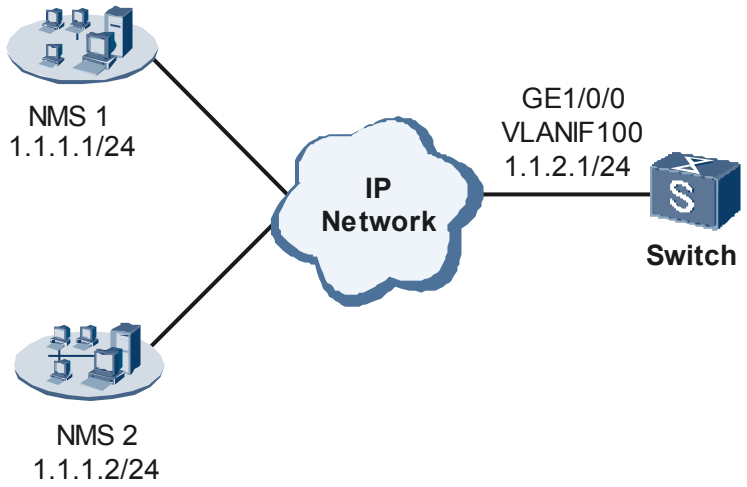
组网需求

如图 6-61 所示，网管工作站 NMS1 和网管工作站 NMS2 与 Switch 间路由可达，网管工作站 NMS1 与网络相连的 IP 地址为 1.1.1.1/24，网管工作站 NMS2 与网络相连的 IP 地址为 1.1.1.2/24。Switch 端与网络相连的端口的 IP 地址为 1.1.2.1/24。

应用 SNMPv3 的安全特性，实现网管工作站 NMS1 对网络有完全的管理权限，网管工作站 NMS2 只能对 Switch 的接口有管理权限。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-61 配置不同网管站访问 Switch 组网图



配置思路

采用如下思路配置网管功能：

1. 在 Switch 上配置 SNMP 基本功能：启动 SNMP Agent，配置 SNMP 版本。
2. 配置用户访问权限
3. 设置 Trap 功能。
4. 配置网管工作站。

数据准备

为完成此配置，需要准备如下数据：

- SNMP 版本
- 用户组名及用户名
- MIB 节点信息
- 鉴别密码和加密密码

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 和网管站之间路由可达（略）

步骤 2 使能 SNMPv3

启动 SNMP Agent，配置版本为 SNMPv3。

```
<Switch> system-view
[Switch] snmp-agent sys-info version v3
```

查看配置的 SNMP 的版本信息。

```
[Switch] display snmp-agent sys-info version
SNMP version running in the system:
          SNMPv3
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 配置用户访问权限

配置用户组信息。

```
[Switch] snmp-agent group v3 test1
[Switch] snmp-agent group v3 test2
```

配置用户组的访问视图。

```
[Switch] snmp-agent group v3 test1 read-view c write-view c notify-view c
[Switch] snmp-agent group v3 test2 read-view b write-view b notify-view b
```

配置用户组的加密和鉴别。

```
[Switch] snmp-agent group v3 test1 privacy
[Switch] snmp-agent group v3 test2 privacy
[Switch] snmp-agent group v3 test1 authentication
[Switch] snmp-agent group v3 test2 authentication
```

配置用户信息。

```
[Switch] snmp-agent usm-user v3 NMS1 test1 authentication-mode md5 123 privacy-mode des56 456
[Switch] snmp-agent usm-user v3 NMS2 test2 authentication-mode md5 123 privacy-mode des56 456
```

配置 MIB 视图功能。

```
[Switch] snmp-agent mib-view include b interfaces
[Switch] snmp-agent mib-view include c iso
```

说明

默认视图是 internet，但不包括 snmpUsmMIB、snmpVacmMIB、snmpModules.18，更改 snmpUsmMIB、snmpVacmMIB、snmpModules.18 的视图属性会带来安全问题。

步骤 4 配置 Trap 功能。

```
[Switch] snmp-agent trap enable
[Switch] snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.1 params securityname NMS1 v3
[Switch] snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.2 params securityname NMS2 v3
```

步骤 5 配置 NMS

在网管站中安装华为网管软件 iManager U2000 统一网络管理系统，并在网管软件中进行 SNMP 协议的配置，之后就可以实现对 Switch 的管理。

iManager U2000 统一网络管理系统的配置和使用请参考《iManager U2000 统一网络管理系统 产品文档》。

步骤 6 验证配置结果

```
<Switch> display snmp-agent group
Group name: test1
       Security model: v3 noAuthnoPriv
       Readview: c
       Writeview: c
       Notifyview :c
       Storage-type: nonVolatile
   Group name: test1
       Security model: v3 AuthPriv
       Readview: ViewDefault
       Writeview: <no specified>
       Notifyview :<no specified>
       Storage-type: nonVolatile
   Group name: test2
       Security model: v3 noAuthnoPriv
       Readview: b
       Writeview: b
       Notifyview :b
       Storage-type: nonVolatile
   Group name: test2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
        Security model: v3 AuthPriv
        Readview: ViewDefault
        Writeview: <no specified>
        Notifyview :<no specified>
        Storage-type: nonvolatile
```

查看用户信息。

```
<Switch> display snmp-agent usm-user
   User name: NMS1
       Engine ID: 000007DB7F000001000041BB active
   User name: NMS2
       Engine ID: 000007DB7F000001000041BB active
```

查看 MIB 视图。

```
<Switch> display snmp-agent mib-view
   View name:b
       MIB Subtree:interfaces
       Subtree mask:
       Storage-type: nonVolatile
       View Type:included
       View status:active
   View name:ViewDefault
       MIB Subtree:internet
       Subtree mask:
       Storage-type: nonVolatile
       View Type:included
       View status:active

   View name:ViewDefault
       MIB Subtree:snmpUsmMIB
       Subtree mask:
       Storage-type: nonVolatile
       View Type:excluded
       View status:active
   View name:ViewDefault
       MIB Subtree:snmpVacmMIB
       Subtree mask:
       Storage-type: nonVolatile
       View Type:excluded
       View status:active

   View name:ViewDefault
       MIB Subtree:snmpModules.18
       Subtree mask:
       Storage-type: nonVolatile
       View Type:excluded
       View status:active
```

当有告警信息产生时，执行命令 **display trapbuffer** 查看告警信息。

```
[Switch] display trapbuffer
Trapping buffer configuration and contents : enabled
Allowed max buffer size : 1024
Actual buffer size : 256
Channel number : 3 , Channel name : trapbuffer
Dropped messages : 0
Overwritten messages : 0
Current messages : 1

#Feb  1 08:49:55 2009 Switch ENTMIB/4/TRAP:1.3.6.1.2.1.47.2.0.1 Entity MIB change.
```

----结束

配置文件

Switch 上的配置文件如下：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
sysname Switch
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 1.1.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.2.0 0.0.0.255
#
 snmp-agent
 snmp-agent local-engineid 000007DB7F00000100000132
 snmp-agent sys-info version v3
 snmp-agent group v3 test1 read-view c write-view c notify-view c
 snmp-agent group v3 test2 read-view b write-view b notify-view b
 snmp-agent group v3 test1 privacy
 snmp-agent group v3 test2 privacy
 snmp-agent group v3 test1 authentication
 snmp-agent group v3 test2 authentication
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.1 params securityname NMS1 v3
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.2 params securityname NMS2 v3
 snmp-agent mib-view included b interfaces
 snmp-agent mib-view included c iso
 snmp-agent usm-user v3 NMS1 test1 authentication-mode md5 TV"8'@O_6I!PN<^R;_><IA!! privacy-mode
des56 a>;@2Y`MQRZS<EPZ].X-!!!! acl 2000
 snmp-agent usm-user v3 NMS2 test2 authentication-mode md5 TV"8'@O_6I!PN<^R;_><IA!! privacy-mode
des56 a>;@2Y`MQRZS<EPZ].X-!!!! acl 2000
 #
return
```

配置不同网管站访问交换机（Inform 方式）

组网需求

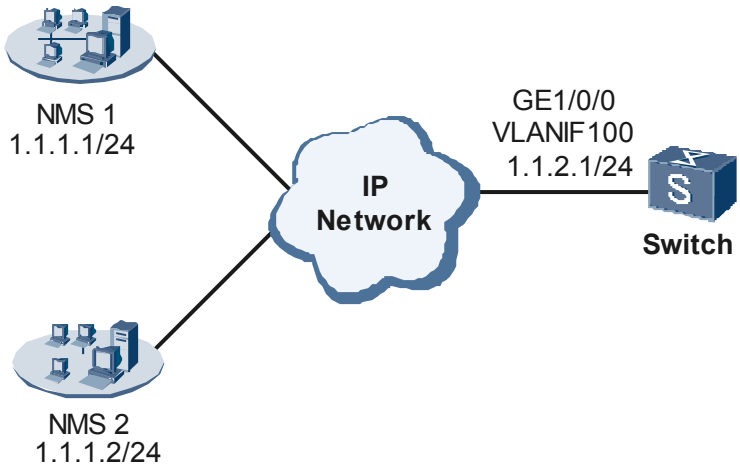
如图 6-62 所示，NMS1 和 NMS2 与 Switch 间有可达路由，NMS1 与网络相连的接口的 IP 地址为 1.1.1.1/24，NMS2 与网络相连的接口的 IP 地址为 1.1.1.2/24。Switch 与网络相连的接口的 IP 地址为 1.1.2.1/24。

应用 SNMPv3 的安全性，实现不同网管站对 Switch 有不同的访问权限，NMS1 对网络有完全的管理权限，NMS2 只能对 Switch 的接口有管理权限。

NMS 对 Switch 进行远程管理。Switch 以 Inform 方式向网络管理系统发送信息。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-62 配置不同网管站访问 Switch 组网图(Inform 方式)



配置思路

采用如下思路配置网管功能：

1. 在 Switch 上配置 SNMP 基本功能：启动 SNMP Agent，配置 SNMP 版本。
2. 配置用户访问权限。
3. 配置 Inform 功能。
4. 配置网络管理系统。

数据准备

为完成此配置，需要准备如下数据：

- SNMP 版本
- 用户组及用户信息
- MIB 节点信息
- 认证密码和加密密码

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 和网管站之间路由可达（略）

步骤 2 配置 SNMP 基本功能

进入系统，启动 SNMP Agent，配置版本为 SNMPv3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] snmp-agent
[Switch] snmp-agent sys-info version v3
```

步骤 3 配置用户访问权限

配置用户组信息

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch] snmp-agent group v3 test1 read-view a write-view a notify-view a
[Switch] snmp-agent group v3 test2 read-view b write-view b notify-view b
```

配置用户组的加密和鉴别。

```
[Switch] snmp-agent group v3 test1 privacy
[Switch] snmp-agent group v3 test2 privacy
[Switch] snmp-agent group v3 test1 authentication
[Switch] snmp-agent group v3 test2 authentication
```

配置用户信息

```
[Switch] snmp-agent usm-user v3 NMS1 test1 authentication-mode md5 123 privacy-mode des56 456
[Switch] snmp-agent usm-user v3 NMS2 test2 authentication-mode md5 123 privacy-mode des56 456
```

配置 MIB 视图功能

```
[Switch] snmp-agent mib-view include a iso
[Switch] snmp-agent mib-view include b interfaces
```

说明

默认视图是 internet，但不包括 snmpUsmMIB，snmpVacmMIB，snmpModules.18。更改 snmpUsmMIB，snmpVacmMIB，snmpModules.18 的视图属性会带来安全问题。

步骤 4 配置 Inform 功能。

使能 Trap 功能。

```
[Switch]snmp-agent trap enable
```

配置 Switch 向网管站以 Inform 方式发送 Trap。

```
[Switch] snmp-agent target-host inform address udp-domain 1.1.1.1 params securityname NMS1 v3
[Switch] snmp-agent target-host inform address udp-domain 1.1.1.2 params securityname NMS2 v3
```

步骤 5 配置 NMS

在网管站中安装华为网管软件 iManager U2000 统一网络管理系统，并在网管软件中进行 SNMP 协议的配置，之后就可以实现对 Switch 的管理。

iManager U2000 统一网络管理系统的配置和使用请参考《iManager U2000 统一网络管理系统 产品文档》。

步骤 6 验证配置结果

查看配置的 SNMP 的版本信息。

```
<Switch> display snmp-agent sys-info
The contact person for this managed node:
        R&D Nanjing, Huawei Technologies co.,Ltd.

The physical location of this node:
        Nanjing China

SNMP version running in the system:
        SNMPv3
```

查看用户组信息。

```
<Switch> display snmp-agent group
   Group name: test1
       Security model: v3 noAuthnoPriv
       Readview: a
       Writeview: a
       Notifyview :a
       Storage-type: nonVolatile

   Group name: test2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
       Security model: v3 noAuthnoPriv
       Readview: b
       Writeview: b
       Notifyview :b
       Storage-type: nonvolatile
```

查看用户信息。

```
[Switch] display snmp-agent usm-user
User name: NMS1
       Engine ID: 000007DB7FFFFFFF00005BD0 active

   User name: NMS2
       Engine ID: 000007DB7FFFFFFF00005BD0 active
```

查看 Inform 的配置信息。

```
<Switch> display snmp-agent inform
Global config: resend-times 3, timeout 15s, pending 39
Global status: current notification count 3
Target-host ID: VPN instance/IP-Address/Security name
-/1.1.1.1/NMS1:
    Config: resend-times 3, timeout 15s
    Status: retries 0, pending 0, sent 0, dropped 0, failed 0, confirmed 0
-/1.1.1.2/NMS2:
    Config: resend-times 3, timeout 15s
    Status: retries 0, pending 0, sent 0, dropped 0, failed 0, confirmed 0
```

----结束

配置文件

Switch 上的配置文件如下：

```
#
sysname Switch
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 1.1.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.2.0 0.0.0.255
#
#
snmp-agent
 snmp-agent local-engineid 000007DB7F000001000079AB
 snmp-agent sys-info version v3
 snmp-agent group v3 test1 read-view a write-view a notify-view a
 snmp-agent group v3 test2 read-view b write-view b notify-view b
 snmp-agent target-host inform address udp-domain 1.1.1.2 params securityname NMS2 v3
 snmp-agent target-host inform address udp-domain 1.1.1.1 params securityname NMS1 v3
 snmp-agent mib-view included a iso
 snmp-agent mib-view included b interfaces
 snmp-agent usm-user v3 NMS1 test1  authentication-mode md5 TV"8'@O_6I!PN<^R;_><IA!! privacy-mode
des56 a>;@2Y`MQRZS<EPZ].X-!!!!
 snmp-agent usm-user v3 NMS2 test2  authentication-mode md5 TV"8'@O_6I!PN<^R;_><IA!! privacy-mode
des56 a>;@2Y`MQRZS<EPZ].X-!!!!
#
return
```

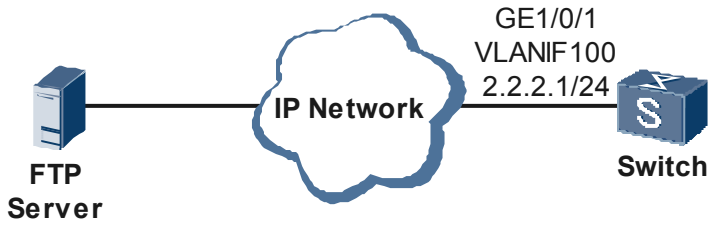

版权所有 © 华为技术有限公司

配置批量性能采集示例

组网需求

如图 6-63 所示，在 Switch 上批量性能采集完毕后，将统计文件上传到指定的 FTP 服务器。

图 6-63 配置批量性能采集



配置思路

采用如下的思路配置批量性能采集功能：

1. 在设备上使能批量性能采集功能。
2. 配置统计文件，包括采集周期，上传周期，文件保留时间，上传主 URL 等。
3. 配置统计文件待采集的统计对象。
4. 启动统计文件。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 远端 FTP 服务器需要和设备连通
- Switch 需要 FTP 用户名，密码和主机名（或 IP 地址）

操作步骤

步骤 1 在设备上使能批量性能采集功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] bulk-stat enable
Info: Succeeded in enabling the bulk stat function.
```

步骤 2 配置统计文件，包括采集周期、上传周期、文件保留时间、上传主 URL 等。

配置名为“file1”的统计文件，采集周期、上传周期、文件保留时间均为 10 分钟，主 URL 为 FTP 方式。

```
[Switch] bulk-file file1
[Switch-bulk-file-file1] collect interval 10
[Switch-bulk-file-file1] transfer interval 10
[Switch-bulk-file-file1] transfer remain-time 10
[Switch-bulk-file-file1] transfer primary url ftp://user:pwd@server
```

步骤 3 配置统计文件待采集的统计对象。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 **single** 类型的统计对象。

```
[Switch-bulk-file-file1] object 1.3.6.1.2.1.2.1.0 class single
```

配置 **column** 类型的统计对象。

```
[Switch-bulk-file-file1] object 1.3.6.1.2.1.2.2.1.4 class column
```

步骤 4 启动统计文件。

```
[Switch-bulk-file-file1] collect enable
```

步骤 5 验证配置结果

配置完成后，命令行使用 **display bulk-stat** 可以查看当前批量性能采集模块的信息，使用 **display bulk-stat** *filename* 可以查看到文件的详细信息。

查看文件“file1”的详细信息。

```
[Switch] display bulk-stat file1
bulk file file1:
----------------------------------
storage: ephemeral
format: bulkASCII
collect interval: 10 min
transfer interval: 10 min
primary transfer URL: ftp://user:pwd@server
secondary transfer URL: NULL
transfer retry times: 5
file remain time: 10 min
status: ready
last transfer success time: NULL
last transfer fail time: NULL
total object number: 2
----------------------------------
index: 1
class: single
OID: 1.3.6.1.2.1.2.1.0
start index: NULL
instance number: NULL
----------------------------------
index: 2
class: column
OID: 1.3.6.1.2.1.2.2.1.4
start index: 0
instance number: 0
----------------------------------
```

----结束

配置文件

Switch 上的配置文件如下：

```
#
 sysname Switch
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

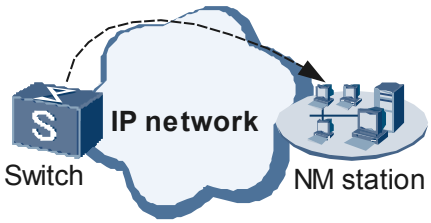
```
  network 2.2.2.0 0.0.0.255
#
 bulk-stat enable
#
bulk-file file1
 collect interval 10
 transfer interval 10
 transfer remain-time 10
 transfer primary url ftp://user:pwd@server
 collect enable
 object 1.3.6.1.2.1.2.1.0 class single
 object 1.3.6.1.2.1.2.2.1.4 class column
#
return
```

配置 SNMP 扩展错误码示例

组网需求

如图 6-64 所示，网管站 NM station 和 Switch 间路由可达，网管通过 SNMP 对交换机进行管理。

图 6-64 SNMP 扩展错误码组网图



配置思路

采用如下的思路配置 SNMP 扩展错误码示例：

1. 配置 SNMP 的版本信息。
2. 使能 SNMP 扩展错误码。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SNMP 的版本号

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 和网管站之间路由可达（略）

步骤 2 配置 SNMP 的版本信息。

配置 SNMPv2c 版本。

```
<Quidway> system-view
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] snmp-agent sys-info version v2c
```

步骤 3 配置使能 SNMP 的扩展错误码功能。

使能 SNMP 的扩展错误码。

```
[Quidway] snmp-agent extend error-code enable
```

步骤 4 验证配置结果。

查看 SNMP 扩展错误码使能的结果。

```
[Quidway] display snmp-agent extend error-code status
 Extend error-code status:enabled
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

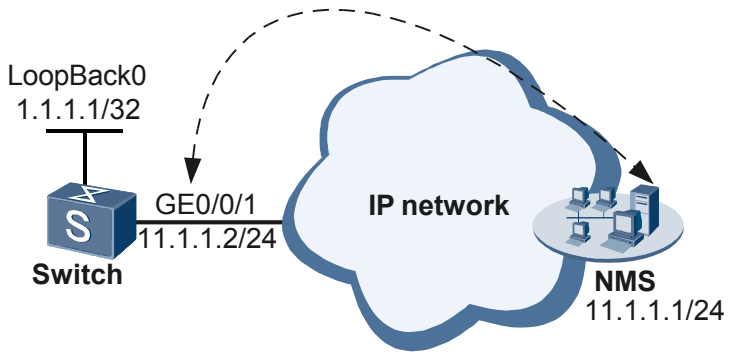
```
#
sysname Switch
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
snmp-agent
snmp-agent extend error-code enable
snmp-agent local-engineid 000007DB7F0000010000393C
snmp-agent sys-info version v2c v3
#
return
```

配置向华为网管发送 Trap 示例

组网需求

如图 6-65 所示，Switch 出现配置变更或者故障等情况时，会主动向指定的网管发送 Trap，告知网管设备出现的问题。华为网管接收到华为设备发送的 Trap 中，除了携带协议规定的信息外，还携带了发送时间和 Trap 顺序号等信息。

图 6-65 配置向华为网管发送 Trap 示例组网图



华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置基于 MIB 视图的访问示例：

1. 配置接口的 IP 地址。
2. 配置 SNMP 的版本信息。
3. 配置向华为网管发送 Trap。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口的 IP 地址
- SNMP 的版本信息
- 发送 Trap 的源接口
- 网管的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 配置接口的 IP 地址（略）

步骤 2 配置 SNMP 的版本信息

配置 SNMP 的版本信息为 v2c。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] snmp-agent sys-info version v2c
```

步骤 3 配置向网管发送 Trap

使能 SNMP Agent 发送 Trap 的功能。

```
[Quidway] snmp-agent trap enable non-excessive all
```

配置向网管发送 Trap 的源接口。

```
[Quidway] snmp-agent trap source LoopBack 0
```

配置接收 Trap 的网管地址。

```
[Quidway] snmp-agent target-host trap address udp-domain 11.1.1.1 params securityname public v2c
private-netmanager
```

步骤 4 验证配置结果

查看配置的接收 Trap 的网管地址。

```
[Quidway] display snmp-agent target-host
Target-host NO. 1
------------------------------------------------------------
  IP-address    : 11.1.1.2
  VPN instance  : -
  Security name : a
  Port          : 162
  Type          : trap
  Version       : v2c
  Level         : No authentication and privacy
  NMS type      : HW NMS
------------------------------------------------------------
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

Quidway 的配置文件。

```
#
sysname Quidway
#
vlan batch 10
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Vlanif10
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
 ip route-static 11.1.1.1 255.255.255.255 11.1.1.2
#
 snmp-agent
 snmp-agent local-engineid 800007DB03001882817A30FC
 snmp-agent sys-info version v2c
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 11.1.1.1 params securityname public v2c private-
netmanager
 snmp-agent trap enable non-excessive all
 snmp-agent trap source LoopBack0
#
return
```

6.3.2 RMON 和 RMON2 配置

通过 RMON(Remote Network Monitoring)和 RMON2 可以实现对以太接口的监控。

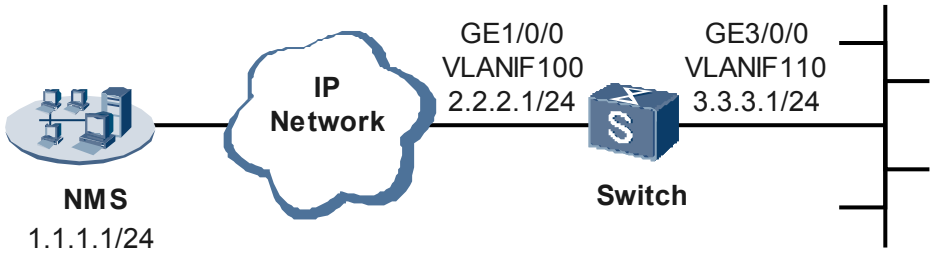
配置 RMON 示例

组网需求

如图 6-66 所示，要求对 Switch 的接口 GE 3/0/0 连接的子网进行监控，包括：

- 流量和各种类型包数量的实时和历史统计信息。
- 对此接口流量的字节数设置告警监控，当每分钟的流量超过设定值时，记录日志。
- 监控此子网的广播和组播信息流量，对该子网的组播和广播总数进行告警设置，当超过设定值时，主动向 NMS 上报告警信息。

图 6-66 配置 RMON 组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 RMON：

1. 配置 Switch 接口的 IP 地址。
2. 配置 Switch 和网管端路由可达。
3. 使用 SNMP 配置命令允许发送 Trap 报文并设置相应的团体名。
4. 使能统计功能并配置统计表。
5. 配置历史控制表。
6. 配置事件表。
7. 配置告警表及扩展告警表。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 信息采样时间间隔
- 触发告警事件阈值

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 接口的 IP 地址（略）

步骤 2 配置 Switch 和网管端路由可达（略）

步骤 3 配置允许向 NMS 发送 Trap

使能 SNMP 发送 Trap 的功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] snmp-agent trap enable
```

配置向指定的网管发送 Trap。

```
[Switch] snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.1 params securityname public
```

步骤 4 配置统计功能

使能 RMON 接口统计功能。

```
[Switch] interface gigabitethernet 3/0/0
[Switch-GigabitEthernet3/0/0] rmon-statistics enable
```

配置统计表。

说明

统计端口不能加入 Eth-Trunk。

```
[Switch-GigabitEthernet3/0/0] rmon statistics 1 owner Test300
```

步骤 5 配置历史控制表

设置 RMON 对子网中的流量信息采样，采样间隔为 30 秒钟，并保存最近 10 次数据。

```
[Switch-GigabitEthernet3/0/0] rmon history 1 buckets 10 interval 30 owner Test300
[Switch-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

步骤 6 配置事件表

版权所有 © 华为技术有限公司

设置 RMON 的 1 号事件处理方式为记录日志，2 号事件处理方式为向网管站发送 Trap 消息。

```
[Switch] rmon event 1 log owner Test300
[Switch] rmon event 2 description forUseofPrialarm trap public owner Test300
```

步骤 7 配置告警表

设置采样间隔时间和触发告警事件 1（告警 OID 为 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.6.1）的阈值。

```
[Switch] rmon alarm 1 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.6.1 30 absolute rising-threshold 500 1 falling-threshold
100 1 owner Test300
```

步骤 8 配置扩展告警表

设置 RMON 对统计表中广播和组播总数每 30 秒钟进行 1 次采样，当采样变化值高于最大阈值 1000 或低于最小阈值 0 时触发事件 2，向网管站发送 Trap 信息。

```
[Switch] rmon prialarm 1 .1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.6.1+.1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.7.1 sumofbroadandmulti 30
delta rising-threshold
1000 2 falling-threshold 0 2 entrytype forever owner Test300
```

步骤 9 检查配置结果

查看配置效果。可以随时查看子网的数据流量信息。

```
<Switch> display rmon statistics gigabitethernet 3/0/0
Statistics entry 1 owned by Test300 is VALID.
  Interface : GigabitEthernet3/0/0<ifEntry.402653698>
  Received  :
  octets              :142915224 , packets          :1749151
  broadcast packets   :11603     , multicast packets:756252
  undersized packets  :0         , oversized packets:0
  fragments packets   :0         , jabbers packets  :0
  CRC alignment errors:0         , collisions       :0
  Dropped packet (insufficient resources):1795
  Packets received according to length (octets):
  64     :150183    ,  65-127  :150183    ,  128-255  :1383
  256-511:3698      ,  512-1023:0         ,  1024-1518:0
```

查看配置效果。命令行方式只显示最后一次采样记录，如果要查看所有历史记录，需要使用特定网管站软件。

```
<Switch> display rmon history gigabitethernet 3/0/0
History control entry 1 owned by Test300 is VALID,
  Samples Interface :GigabitEthernet3/0/0<ifEntry.402653698>
Sampling interval  :30(sec) with 10 buckets max.
Lastest Sampling time  :0days 00h:19m:43s
  Latest sampled values:
  Dropevents        :0  , octets                    :645
  Packets           :7  , broadcast packets      :7
  multicast packets:0  , CRC alignment errors   :0
  undersize packets:6  , oversize packets        :0
  fragments         :0  , jabbers                   :0
  collisions        :0  , utilization             :0
```

查看配置结果。

```
<Switch> display rmon event
Event table 1 owned by Test300 is VALID.
Description: null.
  Will cause log  when triggered, last triggered at 0days 00h:24m:10s.05th.
Event table 2 owned by Test300 is VALID.
Description: forUseofPrialarm.
  Will cause snmp-trap when triggered, last triggered at 0days 00h:26m:10s.05th.
```

查看告警信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Switch> display rmon alarm 1
Alarm table 1 owned by Test300 is VALID.
Samples  absolute value : 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.6.1 <etherStatsBroadcastPkts.1>
Sampling interval         : 30(sec)
Rising threshold          : 500(linked with event 1)
Falling threshold         : 100(linked with event 1)
When startup enables      : risingOrFallingAlarm
Latest value              : 1975
```

查看扩展告警表信息。

```
<Switch> display rmon prialarm 1
Prialarm table 1 owned by Test300 is VALID.
  Samples delta value: .1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.6.1+.1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.7.1
  Sampling interval         : 30(sec)
  Rising threshold          : 1000(linked with event 2)
  Falling threshold         : 0(linked with event 2)
  When startup enables      : risingOrFallingAlarm
  This entry will exist     : forever.
  Latest value              : 16
```

查看事件日志信息。

```
<Switch> display rmon eventlog
Event table 1 owned by Test300 is VALID.
  Generates eventLog 1.1 at 0days 00h:39m:30s.01th.
  Description: The 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.6.1 defined in alarm table 1,
     less than(or =) 100 with alarm value 0. Alarm sample type is absolute.
```

如果所设置的扩展告警变量超过预定范围，网管站可以接收到告警 Trap 信息。

----结束

配置文件

```
#
sysname Switch
#
vlan batch 100 110
#
interface Vlanif100
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif110
 ip address 3.3.3.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
rmon-statistics enable
rmon statistics 1 owner Test300
rmon history 1 buckets 10 interval 30 owner Test300
#
rmon event 1 description null log owner Test300
rmon event 2 description forUseofPrialarm trap public owner Test300
rmon alarm 1 1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.6.1 30 absolute rising-threshold 500 1 falling-threshold 100 1
owner Test300
rmon prialarm 1 .1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.6.1+.1.3.6.1.2.1.16.1.1.1.7.1 sumofbroadandmulti 30
delta rising-threshold 1000 2 falling-threshold 0 2 entrytype forever owner Test300
#
 ip route-static 1.1.1.0 255.255.255.0 2.2.2.2
#
snmp-agent
 snmp-agent local-engineid 000007DB7FFFFFFF0000017C
 snmp-agent sys-info version v3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 1.1.1.1 params securityname public
#
return
```

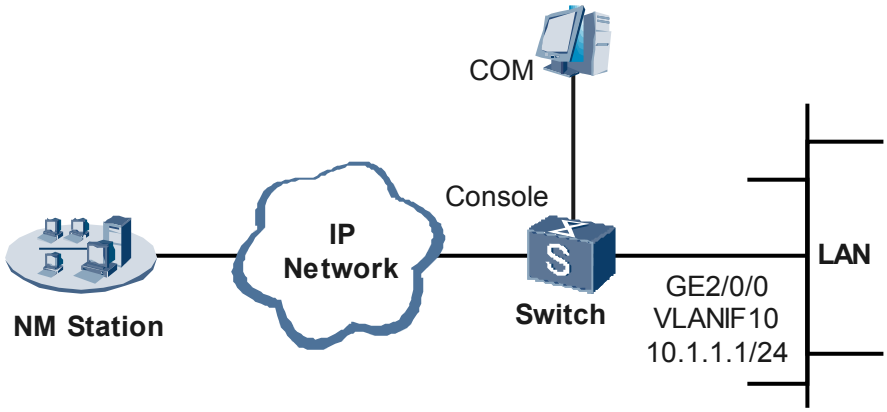
配置 RMON2 示例

组网需求

如图 6-67 所示，通过配置 RMON2，对 Switch 的 VLANIF 10 接口进行 IP 协议包的流量统计。

RMON2 可以通过 SNMP 网管工作站进行远程监视，也可以通过命令行配置方式进行流量监视。本例通过命令行配置来进行流量监视。

图 6-67 RMON2 典型配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置 RMON2：

1. 配置 Switch 接口的 IP 地址。
2. 配置主机控制表。
3. 配置协议目录表。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 主机控制表索引和主机表最大表项
- 协议 ID

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN，并且将 GE2/0/0 接口加入 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 10
[Quidway-Vlan10] quit
[Quidway] interface gigabiteternet 2/0/0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 10
```

步骤 2 配置 VLANIF 接口，并且配置 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
```

步骤 3 配置 RMON2

配置主机控制表。设置索引为 123，并将主机表的最大条目数设为 100。

```
[Quidway] rmon2 hlhostcontroltable index 123 datasource interface vlanif 10 maxentry 100 owner china status active
```

配置协议目录表。协议 ID 目前只支持 8.0.0.0.1.0.0.8.0，parameter 只支持 2.0.0，host 的值设置为 suppurtedon（即对该协议进行流量统计）。

```
[Quidway] rmon2 protocoldirtable protocoldirid 8.0.0.0.1.0.0.8.0 parameter 2.0.0 descr IP host supportedon owner china status active
```

步骤 4 检验配置结果

查看整个主机表的信息。

```
<Quidway> display rmon2 nlhosttable hostcontrolindex 123
Abbreviation:
HIdx - hlHostControlIndex
PIdx - ProtocolDirLocalIndex
Addr - nlHostAddress
InPkts - nlHostInPkts
OutPkts - nlHostOutPkts
InOctes - nlHostInOctets
OutOctes - nlHostOutOctets
OutMac - nlHostOutMacNonUnicastPkts
ChgTm - nlHostTimeMark
CrtTm - nlHostCreateTime
HIdx  PIdx Addr  InPkts  OutPkts  InOctes  OutOctes  OutMac   ChgTm  CrtTm
123   1   10.1.1.3  0     78       0         10046     78        81489   40859
123   1   10.1.1.4  78    0       10046       0         0         81489   40859
```

指定 IP 地址来查看特定主机的流量。

```
<Quidway> display rmon2 nlhosttable hostcontrolindex 123 hostaddress 10.110.99.2
Abbreviation:
HIdx - hlHostControlIndex
PIdx - ProtocolDirLocalIndex
Addr - nlHostAddress
InPkts - nlHostInPkts
OutPkts - nlHostOutPkts
InOctes - nlHostInOctets
OutOctes - nlHostOutOctets
OutMac - nlHostOutMacNonUnicastPkts
ChgTm - nlHostTimeMark
CrtTm - nlHostCreateTime
HIdx PIdx Addr   InPkts   OutPkts  InOctes   OutOctes  OutMac  ChgTm  CrtTm
123  1    10.110.99.2  0    78        0         10046       78      81489  40859
```

设置时间过滤器的值，只查看符合过滤条件的条目。

```
<Quidway> display rmon2 nlhosttable hostcontrolindex 123 timemark 1000 hostaddress 10.1.1.1
Abbreviation:
HIdx - hlHostControlIndex
PIdx - ProtocolDirLocalIndex
Addr - nlHostAddress
InPkts - nlHostInPkts
OutPkts - nlHostOutPkts
InOctes - nlHostInOctets
OutOctes - nlHostOutOctets
OutMac - nlHostOutMacNonUnicastPkts
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
ChgTm - nlHostTimeMark
CrtTm - nlHostCreateTime
HIdx  PIdx Addr    InPkts  OutPkts  InOctes  OutOctes  OutMac  ChgTm  CrtTm
123   1    10.1.1.1  0     78       0        10046     78      81489    40859
```

查看主机控制表信息，可以看到该接口上的增加主机条目数、删除的主机条目数和主机表的最大条目数。

```
<Quidway> display rmon2 hlhostcontroltable
Abbreviation:
index - hlhostcontrolindex
datasource - hlhostcontroldatasource
droppedfrm - hlhostcontrolnldroppedframes
inserts - hlhostcontrolnlinserts
Deletes - hlHostControlNlDeletes
maxentries - hlhostcontrolnlmaxdesiredentries
status - hlhostcontrolstatus
index datasource   droppedfrm inserts   eletes    maxentries   status
123   Vlanif10     0          19        0         100          active
```

----结束

配置文件

```
#
sysname Quidway
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
rmon2 protocoldirtable protocoldirid 8.0.0.0.1.0.0.8.0 parameter 2.0.0 descr ip host supportedon
owner china status active
rmon2 hlhostcontroltable index 123 datasource interface vlanif10 maxentry 100 owner china status
active
#
return
```

6.3.3 NTP 配置

通过配置 NTP，可以保持网络中各设备的时钟运行一致。

配置带验证的单播 NTP 服务器/客户端模式示例

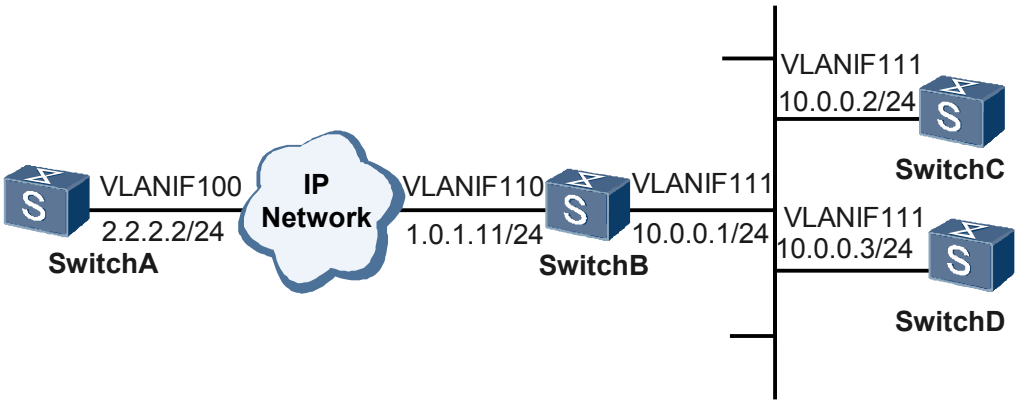
组网需求

如图 6-68 所示。

- SwitchA 作为 NTP 单播服务器，其本地时钟作为 NTP 主时钟，层数为 2。
- SwitchB 作为 NTP 客户端，同步远端服务器 SwitchA 的时钟。
- SwitchC 和 SwitchD 作为 NTP 客户端，把 SwitchB 作为自己的 NTP 服务器。
- 启用 NTP 验证。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-68 单播 NTP 服务器/客户端模式组网图



配置思路

采用如下思路进行此案例的配置：

1. 配置 SwitchA 作为服务器，提供主时钟。
2. 配置 SwitchB 作为 NTP 客户端，同步 SwitchA 的时钟。
3. 配置 SwitchC、SwitchD 作为 NTP 客户端，同步 SwitchB 的时钟。
4. 在 SwitchA 和 SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 上配置 NTP 验证。

   说明

   配置带验证的单播 NTP 服务器/客户端模式时：

   - 客户端必须先使能 NTP 验证，然后再指定 NTP 服务器地址，并同时指定发给服务器的验证密钥。否则将不进行验证，直接同步。
   - 客户端和服务器端都需要进行完整的配置，才能验证通过。

数据准备

为完成此配置，需准备如下数据：

- 参考时钟的 IP 地址
- NTP 主时钟的层次数
- 密钥编号
- 密码

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 的 IP 地址并路由可达。

如图 6-68，配置 IP 地址，配置 SwitchA 和 SwitchB 路由可达；配置 SwitchB 和 SwitchC，SwitchB 和 SwitchD 路由可达。

具体配置过程略。

步骤 2 在 SwitchA 上配置 NTP 主时钟并启动验证功能。

在 SwitchA 上指定使用自己的本地时钟作为参考时钟，层数为 2。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] ntp-service refclock-master 2
```

在 SwitchA 上使能 NTP 验证功能、配置验证密钥并声明该密钥可信。

```
[SwitchA] ntp-service authentication enable
[SwitchA] ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 Hello
[SwitchA] ntp-service reliable authentication-keyid 42
```

注意服务器端与客户端必须配置相同的验证密钥。

步骤 3 在 SwitchB 上指定 NTP 服务器并启动验证功能。

在 SwitchB 上使能 NTP 验证功能、配置验证密钥并声明该密钥可信。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] ntp-service authentication enable
[SwitchB] ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 Hello
[SwitchB] ntp-service reliable authentication-keyid 42
```

SwitchB 指定 SwitchA 为 NTP 服务器，并使用已配置的验证密钥。

```
[SwitchB] ntp-service unicast-server 2.2.2.2 authentication-keyid 42
```

步骤 4 在 SwitchC 上指定 NTP 服务器。

SwitchC 指定 SwitchB 作为自己的 NTP 服务器。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] ntp-service authentication enable
[SwitchC] ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 Hello
[SwitchC] ntp-service reliable authentication-keyid 42
[SwitchC] ntp-service unicast-server 10.0.0.1 authentication-keyid 42
```

步骤 5 在 SwitchD 上指定 NTP 服务器。

SwitchD 指定 SwitchB 作为自己的 NTP 服务器。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] ntp-service authentication enable
[SwitchD] ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 Hello
[SwitchD] ntp-service reliable authentication-keyid 42
[SwitchD] ntp-service unicast-server 10.0.0.1 authentication-keyid 42
```

步骤 6 验证配置结果。

完成上述配置后，SwitchB 可以同步到 SwitchA 的时间。

查看 SwitchB 的 NTP 状态，可以看到时钟状态为“synchronized”，即，已经完成同步。时钟的层数为 3，比服务器 SwitchA 低 1 级。

```
[SwitchB] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 3
 reference clock ID: 2.2.2.2
 nominal frequency: 60.0002 Hz
 actual frequency: 60.0002 Hz
 clock precision: 2^18
 clock offset: 3.8128 ms
 root delay: 31.26 ms
 root dispersion: 74.20 ms
 peer dispersion: 34.30 ms
 reference time: 11:55:56.833 UTC Mar 2 2006(C7B15BCC.D5604189)
```

完成上述配置后，SwitchC 可以同步到 SwitchB 的时间。

查看 SwitchC 的 NTP 状态，可以看到时钟状态为“synchronized”，即，已经完成同步。时钟的层数为 4，比服务器 SwitchB 低 1 级。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 4
 reference clock ID: 10.0.0.1
 nominal frequency: 60.0002 Hz
 actual frequency: 60.0002 Hz
 clock precision: 2^18
 clock offset: 3.8128 ms
 root delay: 31.26 ms
 root dispersion: 74.20 ms
 peer dispersion: 34.30 ms
 reference time: 11:55:56.833 UTC Mar 2 2006(C7B15BCC.D5604189)
```

查看 SwitchD 的 NTP 状态，可以看到时钟状态为“synchronized”，即，已经完成同步。时钟的层数为 4，比服务器 SwitchB 低 1 级。

```
[SwitchD] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 4
 reference clock ID: 10.0.0.1
 nominal frequency: 60.0002 Hz
 actual frequency: 60.0002 Hz
 clock precision: 2^18
 clock offset: 3.8128 ms
 root delay: 31.26 ms
 root dispersion: 74.20 ms
 peer dispersion: 34.30 ms
 reference time: 11:55:56.833 UTC Mar 2 2006(C7B15BCC.D5604189)
```

查看 SwitchA 的 NTP 状态。

```
[SwitchA] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 2
 reference clock ID: LOCAL(0)
 nominal frequency: 60.0002 Hz
 actual frequency: 60.0002 Hz
 clock precision: 2^18
 clock offset: 0.0000 ms
 root delay: 0.00 ms
 root dispersion: 26.50 ms
 peer dispersion: 10.00 ms
 reference time: 12:01:48.377 UTC Mar 2 2006(C7B15D2C.60A15981)
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.0 0.0.0.255
#
ntp-service authentication enable
ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 %@ENC;8HX\#Q=^Q`MAF4<1!!
ntp-service reliable authentication-keyid 42
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
ntp-service refclock-master 2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#

vlan batch 110 111
#
interface Vlanif110
 ip address 1.0.1.11 255.255.255.0
#
interface Vlanif111
 ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 111
 port hybrid untagged vlan 111
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.0.1.0 0.0.0.255
  network 10.0.0.0 0.0.0.255
#
ntp-service authentication enable
ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 %@ENC;8HX\#Q=^Q`MAF4<1!!
ntp-service reliable authentication-keyid 42
ntp-service unicast-server 2.2.2.2 authentication-keyid 42
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 111
#
interface Vlanif111
 ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 111
 port hybrid untagged vlan 111
#
 ntp-service authentication enable
 ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 %@ENC;8HX\#Q=^Q`MAF4<1!!
 ntp-service reliable authentication-keyid 42
 ntp-service unicast-server 10.0.0.1 authentication-keyid 42
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 111
#
interface Vlanif111
 ip address 10.0.0.3 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 111
 port hybrid untagged vlan 111
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ntp-service authentication enable
 ntp-service authentication-keyid 42 authentication-mode md5 %@ENC;8HX\#Q=^Q`MAF4<1!!
 ntp-service reliable authentication-keyid 42
 ntp-service unicast-server 10.0.0.1 authentication-keyid 42
#
return
```

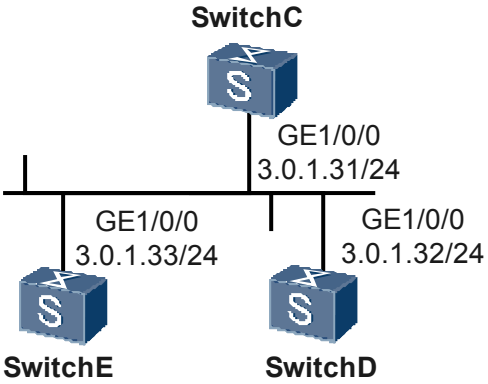
配置普通 NTP 对等体模式示例

组网需求

如图 6-69 所示。在同一个局域网中有 3 台 Switch。

- SwitchC 将自己的本地时钟设为 NTP 主时钟，层数为 2。
- SwitchD 将 SwitchC 设为自己的 NTP 服务器。即，SwitchD 作为客户端。
- SwitchE 将 SwitchD 设为自己的被动对等体。即，SwitchE 作为主动对等体。

图 6-69 NTP 对等体模式组网图



配置思路

采用如下思路进行此案例的配置：

1. 配置 SwitchC 的本地主时钟，SwitchD 向 SwitchC 请求时钟同步。
2. 配置 SwitchE 和 SwitchD 为对等体，SwitchE 向 SwitchD 发起时钟同步请求。
3. 最终实现 SwitchC、SwitchD、SwitchE 这 3 台 Switch 的时钟同步。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- SwitchC 的 IP 地址
- SwitchD 的 IP 地址
- NTP 主时钟的层次数

操作步骤

步骤 1 配置 3 台 Switch 之间网络层可达。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

按图 6-69 配置各接口的 IP 地址，配置完成后，3 台 Switch 可以相互 ping 通。

具体配置过程略。

步骤 2 配置 NTP 单播服务器/客户端模式。

在 SwitchC 上指定使用自己的本地时钟作为参考时钟，层数为 2。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] ntp-service refclock-master 2
```

在 SwitchD 上指定 SwitchC 作为自己的 NTP 服务器。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] ntp-service unicast-server 3.0.1.31
```

配置完成后，SwitchD 的时钟同步到 SwitchC。

查看 SwitchD 的 NTP 状态，可以看到时钟状态为“synchronized”，即，已经完成同步。时钟的层数为 3，比服务器 SwitchC 低 1 级。

```
[SwitchD] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 3
 reference clock ID: 3.0.1.31
 nominal frequency: 64.0029 Hz
 actual frequency: 64.0029 Hz
 clock precision: 2^7
 clock offset: 0.0000 ms
 root delay: 62.50 ms
 root dispersion: 0.20 ms
 peer dispersion: 7.81 ms
 reference time: 06:52:33.465 UTC Mar 7 2006(C7B7AC31.773E89A8)
```

步骤 3 配置 NTP 单播对等体模式。

在 SwitchE 上指定 SwitchD 作为自己的被动对等体。

```
<SwitchE> system-view
[SwitchE] ntp-service unicast-peer 3.0.1.32
```

SwitchE 没有配置主时钟，层数低于 SwitchD，所以 SwitchE 向 SwitchD 同步。

步骤 4 验证配置结果。

同步后观测 SwitchE 的状态。

查看 SwitchE 的 NTP 状态，可以看到时钟状态为“synchronized”，即，已经完成同步。SwitchE 的时钟层数为 4，比被动对等体 SwitchD 低 1 级。

```
[SwitchE] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 4
 reference clock ID: 3.0.1.32
 nominal frequency: 64.0029 Hz
 actual frequency: 64.0029 Hz
 clock precision: 2^7
 clock offset: 0.0000 ms
 root delay: 124.98 ms
 root dispersion: 0.15 ms
 peer dispersion: 10.96 ms
 reference time: 06:55:50.784 UTC Mar 7 2006(C7B7ACF6.C8D002E2)
```

----结束

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 3.0.1.31 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ntp-service refclock-master 2
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 3.0.1.32 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
 ntp-service unicast-server 3.0.1.31
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 3.0.1.33 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
 ntp-service unicast-peer 3.0.1.32
#
return
```

配置带验证的 NTP 广播模式示例

组网需求

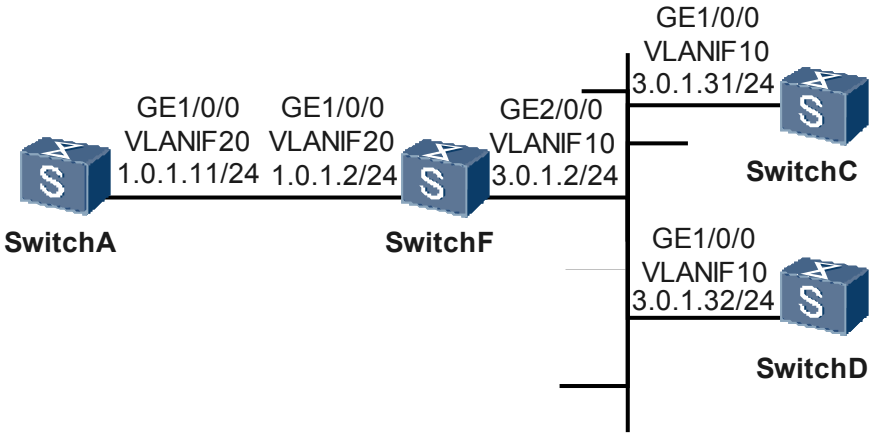
如图 6-70 所示。

- SwitchC 和 SwitchD 在同一个网段，SwitchA 在另一个网段。SwitchF 连接这两个网段。
- SwitchC 作为 NTP 广播服务器，使用本地时钟作为 NTP 主时钟，层数为 3，从接口 VLANIF10(对应的物理接口为 GigabitEthernet1/0/0)向外发送广播消息包。

版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchD 使用 VLANIF10(对应的物理接口为 GigabitEthernet1/0/0)接口监听广播消息。
- SwitchA 使用 VLANIF20(对应的物理接口为 GigabitEthernet1/0/0)接口监听广播消息。
- 启用 NTP 验证。

图 6-70 NTP 广播模式组网图



配置思路

采用如下思路进行此案例的配置：

1. 配置 SwitchC 为 NTP 广播服务器
2. 配置 SwitchA 和 SwitchD 为 NTP 广播客户端
3. 在 SwitchA、SwitchC 和 SwitchD 上配置 NTP 验证

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- 各 Switch 的接口 IP 地址
- 各接口所属的 VLAN ID
- NTP 主时钟的层次数
- 验证密钥和密钥 ID

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 的 IP 地址。

按图 6-70 配置各接口的 IP 地址。

#配置 SwitchC 的 VLANIF 接口的和 IP 地址。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] vlan 10
[SwitchC-Vlan10] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10]ip address 3.0.1.31 24
[SwitchC-Vlanif10]quit
```

#配置 SwitchD 接口的 VLANIF 和 IP 地址。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] vlan 10
[SwitchD-Vlan10] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchD] interface vlanif 10
[SwitchD-Vlanif10] ip address 3.0.1.32 24
[SwitchD-Vlanif10] quit
```

#配置 SwitchF 接口的 VLANIF 和 IP 地址。

```
<SwitchF> system-view
[SwitchF] vlan 10
[SwitchF-Vlan10] quit
[SwitchF] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchF] interface vlanif 10
[SwitchF-Vlanif10] ip address 3.0.1.2 24
[SwitchF-Vlanif10] quit
[SwitchF] vlan 20
[SwitchF-Vlan20] quit
[SwitchF] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchF] interface vlanif 20
[SwitchF-vlanif20] ip address 1.0.1.2 24
[SwitchF-vlanif20] quit
```

#配置 SwitchA 接口的 VLANIF 和 IP 地址。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] vlan 20
[SwitchA-Vlan20] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-vlanif20] ip address 1.0.1.11 24
[SwitchA-vlanif20] quit
```

步骤 2 配置 Switch 之间路由可达（略）。

步骤 3 配置 NTP 广播服务器，并启用验证。

配置 SwitchC 使用本地时钟作为 NTP 主时钟，层数为 3。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] ntp-service refclock-master 3
```

启用 NTP 验证。

```
[SwitchC] ntp-service authentication enable
[SwitchC] ntp-service authentication-keyid 16 authentication-mode md5 Hello
[SwitchC] ntp-service reliable authentication-keyid 16
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchC 为 NTP 广播服务器，从 VLANIF10 发送 NTP 广播消息包，并指定使用密钥 ID 16 加密。

```
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10] ntp-service broadcast-server authentication-keyid 16
[SwitchC-Vlanif10] quit
```

步骤 4 配置与服务器在同一网段的 NTP 广播客户端 SwitchD。

启用 NTP 验证。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] ntp-service authentication enable
[SwitchD] ntp-service authentication-keyid 16 authentication-mode md5 Hello
[SwitchD] ntp-service reliable authentication-keyid 16
```

配置 SwitchD 为 NTP 广播客户端，从接口 VLANIF10 侦听 NTP 广播消息包。

```
[SwitchD]interface vlanif 10
[SwitchD-vlanif10] ntp-service broadcast-client
[SwitchD-vlanif10] quit
```

配置完成后，SwitchD 的时钟同步到 SwitchC。

步骤 5 配置与服务器在不同网段的 NTP 广播客户端 SwitchA。

启用 NTP 验证。

```
[SwitchA] ntp-service authentication enable
[SwitchA] ntp-service authentication-keyid 16 authentication-mode md5 Hello
[SwitchA] ntp-service reliable authentication-keyid 16
```

配置 SwitchA 为 NTP 广播客户端，从接口 VLANIF20 侦听 NTP 广播消息包。

```
[SwitchA]interface vlanif 20
[SwitchA-vlanif20] ntp-service broadcast-client
[SwitchA-vlanif20] quit
```

步骤 6 验证配置结果。

完成以上配置后，SwitchD 能够同步到 SwitchC，而 SwitchA 不能同步到 SwitchC。

这是因为 SwitchA 和 SwitchC 不在同一个网段，收不到 SwitchC 发出的广播包；而 SwitchD 和 SwitchC 在同一个网段，能够收到 SwitchC 发出的广播包。

查看 SwitchD 的 NTP 状态，可以看到时钟状态为“synchronized”，即，已经完成同步。时钟的层数为 4，比服务器 SwitchC 低 1 级。

```
[SwitchD] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 4
 reference clock ID: 3.0.1.31
 nominal frequency: 60.0002 Hz
 actual frequency: 60.0002 Hz
 clock precision: 2^18
 clock offset: 0.0000 ms
 root delay: 0.00 ms
 root dispersion: 0.42 ms
 peer dispersion: 0.00 ms
 reference time: 12:17:21.773 UTC Mar 7 2006(C7B7F851.C5EAF25B)
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 1.0.1.11 255.255.255.0
 ntp-service broadcast-client
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.0.1.0 0.0.0.255
#
 ntp-service authentication enable
 ntp-service authentication-keyid 16 authentication-mode md5 %@ENC;8HX\#Q=^Q`MAF4<1!!
 ntp-service reliable authentication-keyid 16
#
return
```

SwitchC 的配置文件

```
#
sysname SwitchC
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 3.0.1.31 255.255.255.0
 ntp-service broadcast-server authentication-keyid 16
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ntp-service authentication enable
 ntp-service authentication-keyid 16 authentication-mode md5 %@ENC;8HX\#Q=^Q`MAF4<1!!
ntp-service reliable authentication-keyid 16
ntp-service refclock-master 3
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
sysname SwitchD
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 3.0.1.32 255.255.255.0
 ntp-service broadcast-client
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ntp-service authentication enable
 ntp-service authentication-keyid 16 authentication-mode md5 %@ENC;8HX\#Q=^Q`MAF4<1!!
ntp-service reliable authentication-keyid 16
#
return
```

- SwitchF 的配置文件

```
#
sysname SwitchF
#
vlan batch 10 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif10
 ip address 3.0.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 1.0.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.0.1.0 0.0.0.255
  network 3.0.1.0 0.0.0.255
#
return
```

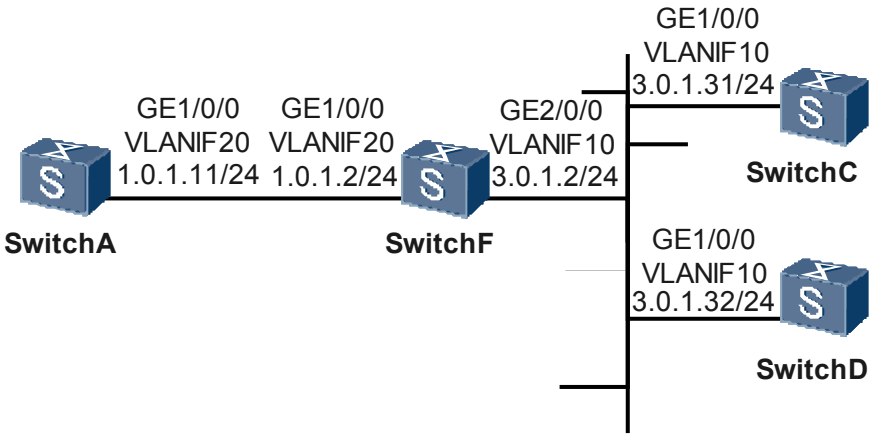
配置普通 NTP 组播模式示例

组网需求

如图 6-71 所示。

- SwitchC 和 SwitchD 在同一个网段，SwitchA 在另一个网段。SwitchF 连接这两个网段。
- SwitchC 作为 NTP 组播服务器，使用本地时钟作为 NTP 主时钟，层数为 2，从接口 VLANIF 10(对应的物理接口为 GigabitEthernet1/0/0)发送组播消息包。
- SwitchD 使用接口 VLANIF10(对应的物理接口为 GigabitEthernet1/0/0)监听组播消息。
- SwitchA 使用接口 VLANIF20(对应的物理接口为 GigabitEthernet1/0/0)监听组播消息。

图 6-71 NTP 组播模式组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路进行此案例的配置：

1. 配置 SwitchC 为 NTP 组播服务器
2. 配置 SwitchA 和 SwitchD 为 NTP 组播客户端

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- 各 Switch 的接口 IP 地址
- NTP 主时钟的层次数

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 的 IP 地址。

按图 6-71 配置各接口的 IP 地址。

#配置 SwitchC 的 VLANIF 接口的和 IP 地址。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] vlan 10
[SwitchC-Vlan10] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-Vlanif10]ip address 3.0.1.31 24
[SwitchC-Vlanif10]quit
```

#配置 SwitchD 接口的 VLANIF 和 IP 地址。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] vlan 10
[SwitchD-Vlan10] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchD] interface vlanif 10
[SwitchD-Vlanif10] ip address 3.0.1.32 24
[SwitchD-Vlanif10] quit
```

#配置 SwitchF 接口的 VLANIF 和 IP 地址。

```
<SwitchF> system-view
[SwitchF] vlan 10
[SwitchF-Vlan10] quit
[SwitchF] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchF] interface vlanif 10
[SwitchF-Vlanif10] ip address 3.0.1.2 24
[SwitchF-Vlanif10] quit
[SwitchF] vlan 20
[SwitchF-Vlan20] quit
[SwitchF] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/0] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchF] interface vlanif 20
[SwitchF-vlanif20] ip address 1.0.1.2 24
[SwitchF-vlanif20] quit
```

#配置 SwitchA 接口的 VLANIF 和 IP 地址。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] vlan 20
[SwitchA-Vlan20] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-vlanif20] ip address 1.0.1.11 24
[SwitchA-vlanif20] quit
```

步骤 2 配置 Switch 之间路由可达（略）。

步骤 3 配置 NTP 组播服务器。

配置 SwitchC 使用本地时钟作为 NTP 主时钟，层数为 2。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] ntp-service refclock-master 2
```

配置 SwitchC 为 NTP 组播服务器，从接口 VLANIF10 发送 NTP 组播消息包。

```
[SwitchC] interface vlanif 10
[SwitchC-vlanif10] ntp-service multicast-server
[SwitchC-vlanif10] quit
```

步骤 4 配置与服务器在同一网段的 NTP 组播客户端 SwitchD。

配置 SwitchD 为 NTP 组播客户端，使用接口 VLANIF10 监听 NTP 组播消息包。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] interface vlanif 10
[SwitchD-Vlanif10] ntp-service multicast-client
[SwitchD-Vlanif10] quit
```

步骤 5 配置与服务器在不同网段的 NTP 组播客户端 SwitchA。

配置 SwitchA 为 NTP 组播客户端，从接口 VLANIF20 侦听 NTP 组播消息包。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ntp-service multicast-client
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

步骤 6 验证配置结果。

完成以上配置后，SwitchD 能够同步到 SwitchC，而 SwitchA 不能同步到 SwitchC。

这是因为 SwitchA 和 SwitchC 不在同一个网段，收不到 SwitchC 发出的组播包；而 SwitchD 和 SwitchC 在同一个网段，能够收到 SwitchC 发出的组播包。

查看 SwitchD 的 NTP 状态，可以看到时钟状态为“synchronized”，即，已经完成同步。时钟的层数为 3，比服务器 SwitchC 低 1 级。

```
[SwitchD] display ntp-service status
 clock status: synchronized
 clock stratum: 3
 reference clock ID: 3.0.1.31
 nominal frequency: 60.0002 Hz
 actual frequency: 60.0002 Hz
 clock precision: 2^18
 clock offset: 0.66 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
root delay: 24.47 ms
root dispersion: 208.39 ms
peer dispersion: 9.63 ms
reference time: 17:03:32.022 UTC Apr 25 2005(C61734FD.800303C0)
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 1.0.1.11 255.255.255.0
 ntp-service multicast-client
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.0.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
sysname SwitchC
#
vlan batch 10
#
 ntp-service refclock-master  2
#
interface Vlanif10
 ip address 3.0.1.31 255.255.255.0
 ntp-service multicast-server
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
sysname SwitchD
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 3.0.1.32 255.255.255.0
 ntp-service multicast-client
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
Return
```

SwitchF 的配置文件

```
#
sysname SwitchF
#
vlan batch 10 20
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif10
 ip address 3.0.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 1.0.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.0.1.0 0.0.0.255
  network 3.0.1.0 0.0.0.255
#
return
```

6.3.4 LLDP 配置

介绍 LLDP 的应用场景、配置步骤以及配置举例。

配置 LLDP 功能示例-单邻居组网

单邻居组网方式下，通过配置 LLDP 功能，使得 NMS 可以获取到网络的拓扑信息。

组网需求

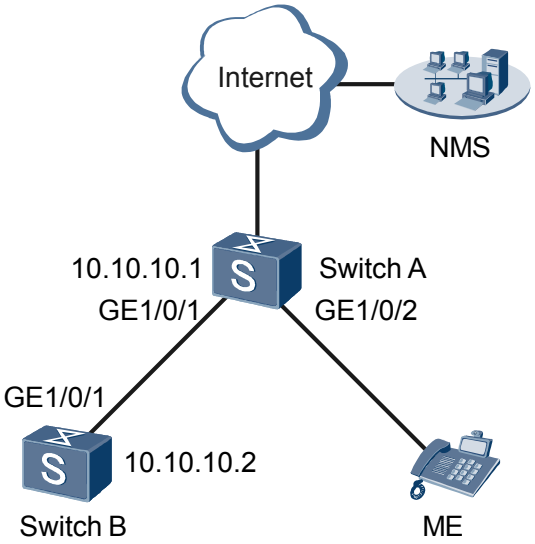
如图 6-72 所示，SwitchA 和 SwitchB 之间、SwitchA 和 ME 均为直接相连。这时网络管理员希望在 NMS 上可以获取到 SwitchA、SwitchB 和 ME 的二层配置信息，用于了解网络的详细拓扑信息和判断网络中是否有配置冲突的情况。这时，可以通过在 SwitchA 和 SwitchB 上使能 LLDP 功能来实现网络管理员的需求。

另外，管理员希望当 LLDP 管理地址变化、全局 LLDP 功能使能或去使能以及邻居信息发生变化的时候，SwitchA、SwitchB 能主动向网管系统发送 LLDP 告警，这样便于管理员快速发现网络拓扑的变化。

组网中的 ME 设备支持 LLDP 功能，NMS 与 Switch 之间有可达路由且 SNMP 相关功能已经配置完成。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-72 配置 LLDP 功能-单邻居组网图



配置思路

采用如下的思路配置 LLDP 功能：

1. 使能 SwitchA 和 SwitchB 的全局 LLDP 功能。
2. 配置 SwitchA 和 SwitchB 的管理 IP 地址方便网管系统进行管理。
3. 使能 SwitchA 和 SwitchB 的 LLDP 告警。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 和 SwitchB 的管理 IP 地址为 10.10.10.1 和 10.10.10.2。

操作步骤

步骤 1 使能 SwitchA 和 SwitchB 的全局 LLDP 功能。

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] lldp enable
```

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] lldp enable
```

步骤 2 配置 SwitchA 和 SwitchB 的管理 IP 地址。

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] lldp management-address 10.10.10.1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] lldp management-address 10.10.10.2
```

步骤 3 使能 SwitchA 和 SwitchB 的 LLDP 告警。

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] snmp-agent trap enable feature-name lldptrap
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] snmp-agent trap enable feature-name lldptrap
```

步骤 4 验证配置结果。

查看各设备的 LLDP 是否使能、LLDP 管理地址是否配置以及 LLDP 告警功能是否使能。

- 查看 SwitchA。

```
[SwitchA] display lldp local
System information
------------------------------------------------------------------------------

Chassis type   :macAddress
Chassis ID     :00e0-fc33-0011
System name    :SwitchA
System description  :Quidway
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) Software, Version 5.110 (S9700 V200R001C00)
Copyright (c) 2000-2011 Huawei Technologies Co., Ltd

System capabilities supported   :bridge
System capabilities enabled     :bridge
LLDP Up time   :2011/2/13 18:31:37

MED system information
------------------------------------------------------------------------------
Device class   :Network Connectivity
(MED inventory information of master board)
HardwareRev       :LE02SRUB VER.B
FirmwareRev       :NA
SoftwareRev       :Version 5.110 V200R001C00
SerialNum         :NA
Manufacturer name :NA
Model name        :NA
Asset tracking identifier :NA

System configuration
------------------------------------------------------------------------------
LLDP Status                     :enabled            (default is disabled)
LLDP Message Tx Interval        :30                 (default is 30s)
LLDP Message Tx Hold Multiplier :4                  (default is 4)
LLDP Refresh Delay              :2                  (default is 2s)
LLDP Tx Delay                   :2                  (default is 2s)
LLDP Notification Interval      :5                  (default is 5s)
LLDP Notification Enable        :enabled            (default is disabled)
Management Address              :IP: 10.10.10.1

Remote Table Statistics:
------------------------------------------------------------------------------
Remote Table Last Change Time   :0 days, 0 hours, 0 minutes, 0 seconds
Remote Neighbors Added          :0
Remote Neighbors Deleted        :0
Remote Neighbors Dropped        :0
Remote Neighbors Aged           :0
Total Neighbors                 :1

Port information:
------------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Interface GigabitEthernet1/0/1:
LLDP Enable Status       :enabled             (default is disabled)
Total Neighbors          :1

Port ID subtype     :interfaceName
Port ID             :GigabitEthernet1/0/1
Port description    :HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/1 Interface

Port And Protocol vlan ID(PPVID) don't supported
Port VLAN ID(PVID)  :1
VLAN name of VLAN 1: VLAN1
Protocol identity   :STP RSTP/MSTP LACP EthOAM CFM

Auto-negotiation supported    :Yes
Auto-negotiation enabled      :Yes
OperMau   :speed(1000)/duplex(Full)

Power port class         :PD
PSE power supported      :No
PSE power enabled        :No
PSE pairs control ability:No
Power pairs              :Unknown
Port power classification:Unknown

Link aggregation supported:Yes
Link aggregation enabled :No
Aggregation port ID      :0
Maximum frame Size       :9216

EEE support              :Yes
Transmit Tw              :36
Receive Tw               :36
Fallback Receive Tw      :36
Echo Transmit Tw         :36
Echo Receive Tw          :36

MED port information

Media policy type   :Unknown
Unknown Policy      :Yes
VLAN tagged         :No
Media policy VlanID           :0
Media policy L2 priority      :0
Media policy Dscp             :0

Power Type               :Unknown
PoE PSE power source     :Unknown
Port PSE Priority        :Unknown
Port Available power value:0
```

查看 SwitchA 的邻居信息。

```
<SwitchA> display lldp neighbor interface gigabitethernet 1/0/1
GigabitEthernet1/0/1 has 1 neighbors:


Neighbor index : 1
Chassis type   :macAddress
Chassis ID     :00e0-fc33-0011
Port ID type   :interfaceName
Port ID        :GigabitEthernet1/0/1
Port description    :HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/1 Interface
System name         :SwitchB
System description  :Quidway
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) Software, Version 5.110 (S9700 V200R001C00)
Copyright (c) 2000-2011 Huawei Technologies Co., Ltd

System capabilities supported   :bridge
System capabilities enabled     :bridge
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Management address type  :ipV4
Management address       : 10.10.10.2
Expired time   :118s


Port VLAN ID(PVID)  :1
VLAN name of VLAN  1: VLAN1
Protocol identity   :STP RSTP/MSTP LACP EthOAM CFM

Auto-negotiation supported    :Yes
Auto-negotiation enabled      :Yes
OperMau   :speed(1000)/duplex(Full)

Power port class         :PD
PSE power supported      :No
PSE power enabled        :No
PSE pairs control ability:No
Power pairs              :Unknown
Port power classification:Unknown

Link aggregation supported:Yes
Link aggregation enabled :No
Aggregation port ID      :0
Maximum frame Size       :9216

EEE support              :Yes
Transmit Tw              :36
Receive Tw               :36
Fallback Receive Tw      :36
Echo Transmit Tw         :36
Echo Receive Tw          :36

MED Device information
Device class   :Network Connectivity

HardwareRev       :LE01MCUA VER.A
FirmwareRev       :NC
SoftwareRev       :Version 5.110 V200R001C00
SerialNum         :NA
Manufacturer name :HUAWEI TECH CO., LTD
Model name        :NA
Asset tracking identifier :NA

Media policy type   :Unknown
Unknown Policy      :Yes
VLAN tagged         :No
Media policy VlanID      :0
Media policy L2 priority :0
Media policy Dscp        :0

Power Type               :Unknown
PoE PSE power source     :Unknown
Port PSE Priority        :Unknown
Port Available power value:0
```

- 查看 SwitchB。

  请参见 SwitchA 的查看过程。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 lldp enable
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Ethernet0/0/0
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 undo port hybrid vlan 1
#
 lldp management-address  10.10.10.1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 lldp enable
#
interface Ethernet0/0/0
 ip address 10.10.10.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 undo port hybrid vlan 1
#
 lldp management-address 10.10.10.2
#
return
```

配置 LLDP 功能示例-组网中存在链路聚合

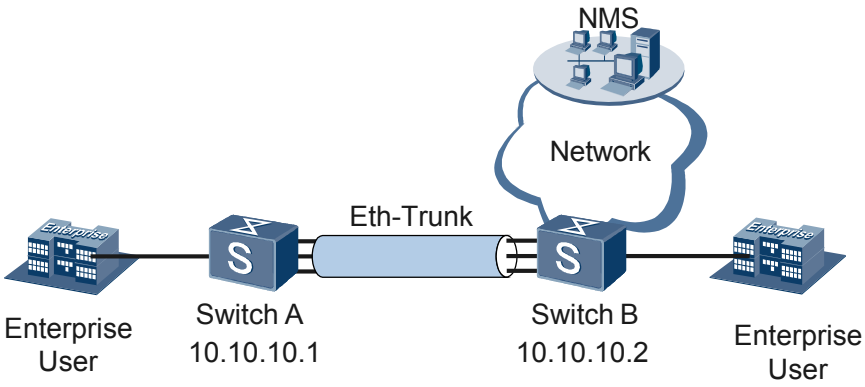
组网中存在链路聚合的情况下，通过配置 LLDP 功能，使得 NMS 可以获取到网络的拓扑信息。

组网需求

如图 6-73 所示，SwitchA 与 SwitchB 之间通过 Eth-Trunk 相连。网络管理员希望在 NMS 上可以获取到 Switch 之间的二层配置信息，用于了解除未知网络以外的设备的详细拓扑信息和判断 Switch 中是否有配置错误的情况。这时，可以通过在 SwitchA 与 SwitchB 上使能 LLDP 功能来实现网络管理员的需求。

组网中 NMS 与 SwitchA 和 SwitchB 之间有可达路由且 SNMP 相关功能已经配置完成。

图 6-73 配置 LLDP 功能示例组网图-组网中存在链路聚合



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 LLDP 功能：

1. 将 SwitchA 和 SwitchB 的以太网物理接口加入到 Eth-Trunk 中。
2. 使能 SwitchA 和 SwitchB 的全局 LLDP 功能。
3. 配置 SwitchA 和 SwitchB 的管理 IP 地址方便网管系统进行管理。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 和 SwitchB 的管理 IP 地址为 10.10.10.1 和 10.10.10.2。
- SwitchA 和 SwitchB 相连的 Eth-Trunk 的编号，加入到该 Eth-Trunk 的成员接口的编号。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA 和 SwitchB 的 Eth-Trunk。

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 100
[SwitchA] interface eth-trunk 1
[SwitchA-Eth-Trunk1] trunkport gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-Eth-Trunk1] trunkport gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-Eth-Trunk1] trunkport gigabitethernet 1/0/3
[SwitchA-Eth-Trunk1] port link-type trunk
[SwitchA-Eth-Trunk1] port trunk allow-pass vlan 100
[SwitchA-Eth-Trunk1] quit
```

配置 SwitchB。

请参见 SwitchA 的配置。

步骤 2 使能 SwitchA 和 SwitchB 的全局 LLDP 功能。

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] lldp enable
```

配置 SwitchB。

请参见 SwitchA 的配置。

步骤 3 配置 SwitchA 和 SwitchB 的管理 IP 地址以便在邻居设备中标识本端设备。

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] lldp management-address 10.10.10.1
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] lldp management-address 10.10.10.2
```

步骤 4 验证配置结果。

- 查看 SwitchA 的配置。

  # 查看各设备的成员接口是否已经加入到 Eth-Trunk1。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] display eth-trunk 1
Eth-Trunk1's state information is:
WorkingMode: NORMAL         Hash arithmetic: According to SIP-XOR-DIP
Least Active-linknumber: 1  Max Bandwidth-affected-linknumber: 8
Operate status: up          Number Of Up Port In Trunk: 3
--------------------------------------------------------------------------------
PortName                      Status      Weight
GigabitEthernet1/0/1          Up          1
GigabitEthernet1/0/2          Up          1
GigabitEthernet1/0/3          Up          1
```

#查看设备当前的 LLDP 信息。

```
[SwitchA] display lldp local
System information
--------------------------------------------------------------------------------

Chassis type   :macAddress
Chassis ID     :00e0-fc33-0011
System name    :SwitchA
System description  :Quidway
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) Software, Version 5.110 (S9700 V200R001C00)
Copyright (c) 2000-2011 Huawei Technologies Co., Ltd

System capabilities supported   :bridge
System capabilities enabled     :bridge
LLDP Up time   :2011/4/13 18:35:45

MED system information
--------------------------------------------------------------------------------
Device class   :Network Connectivity
(MED inventory information of master board)
HardwareRev       :LE02SRUB VER.B
FirmwareRev       :NA
SoftwareRev       :Version 5.110 V200R001C00
SerialNum         :NA
Manufacturer name :HUAWEI TECH CO.,LTD
Model name        :NA
Asset tracking identifier :NA

System configuration
--------------------------------------------------------------------------------
LLDP Status                     :enabled            (default is disabled)
LLDP Message Tx Interval        :30                 (default is 30s)
LLDP Message Tx Hold Multiplier :4                  (default is 4)
LLDP Refresh Delay              :2                  (default is 2s)
LLDP Tx Delay                   :2                  (default is 2s)
LLDP Notification Interval      :5                  (default is 5s)
LLDP Notification Enable        :enabled            (default is disabled)
Management Address              :IP: 10.10.10.1

Remote Table Statistics:
--------------------------------------------------------------------------------
Remote Table Last Change Time   :0 days, 15 hours, 1 minutes, 21 seconds
Remote Neighbors Added          :1
Remote Neighbors Deleted        :0
Remote Neighbors Dropped        :0
Remote Neighbors Aged           :0
Total Neighbors                 :3

Port information:
--------------------------------------------------------------------------------

Interface GigabitEthernet1/0/1:
LLDP Enable Status       :enabled            (default is disabled)
Total Neighbors          :1

Port ID subtype     :interfaceName
Port ID             :GigabitEthernet1/0/1
Port description    :HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/1 Interface
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Port And Protocol vlan ID(PPVID) don't supported
Port VLAN ID(PVID)  :1
VLAN Name of VLAN 1: VLAN1
Protocol identity   :STP RSTP/MSTP LACP EthOAM CFM

Auto-negotiation supported    :Yes
Auto-negotiation enabled      :Yes
OperMau   :speed(1000)/duplex(Full)

Power port class         :PD
PSE power supported      :No
PSE power enabled        :No
PSE pairs control ability:No
Power pairs              :Unknown
Port power classification:Unknown

Link aggregation supported:Yes
Link aggregation enabled :No
Aggregation port ID      :1
Maximum frame Size       :9216

EEE support              :Yes
Transmit Tw              :36
Receive Tw               :36
Fallback Receive Tw      :36
Echo Transmit Tw         :36
Echo Receive Tw          :36

MED port information

Media policy type   :Unknown
Unknown Policy      :Yes
VLAN tagged         :No
Media policy VlanID           :0
Media policy L2 priority      :0
Media policy Dscp             :0

Power Type               :Unknown
PoE PSE power source     :Unknown
Port PSE Priority        :Unknown
Port Available power value:0

Interface GigabitEthernet1/0/2:
LLDP Enable Status       :enabled             (default is disabled)
Total Neighbors           :1

Port ID subtype     :interfaceName
Port ID             :GigabitEthernet1/0/2
Port description    :HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/2 Interface

Port And Protocol vlan ID(PPVID) don't supported
Port VLAN ID(PVID)  :1
VLAN Name of VLAN 1: VLAN1
Protocol identity   :STP RSTP/MSTP LACP EthOAM CFM

Auto-negotiation supported    :Yes
Auto-negotiation enabled      :Yes
OperMau   :speed(1000)/duplex(Full)

Power port class         :PD
PSE power supported      :No
PSE power enabled        :No
PSE pairs control ability:No
Power pairs              :Unknown
Port power classification:Unknown

Link aggregation supported:Yes
Link aggregation enabled :Yes
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Aggregation port ID      :1
Maximum frame Size       :9216

EEE support              :Yes
Transmit Tw              :36
Receive Tw               :36
Fallback Receive Tw      :36
Echo Transmit Tw         :36
Echo Receive Tw          :36

MED port information

Media policy type   :Unknown
Unknown Policy      :Yes
VLAN tagged         :No
Media policy VlanID           :0
Media policy L2 priority      :0
Media policy Dscp             :0

Power Type               :Unknown
PoE PSE power source     :Unknown
Port PSE Priority        :Unknown
Port Available power value:0

Interface GigabitEthernet1/0/3:
LLDP Enable Status       :enabled             (default is disabled)
Total Neighbors           :1

Port ID subtype     :interfaceName
Port ID             :GigabitEthernet1/0/3
Port description    :HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/3 Interface

Port And Protocol vlan ID(PPVID) don't supported
Port VLAN ID(PVID)  :1
VLAN Name of VLAN 1: VLAN1
Protocol identity   :STP RSTP/MSTP LACP EthOAM CFM

Auto-negotiation supported    :Yes
Auto-negotiation enabled      :Yes
OperMau   :speed(1000)/duplex(Full)

Power port class         :PD
PSE power supported      :No
PSE power enabled        :No
PSE pairs control ability:No
Power pairs              :Unknown
Port power classification:Unknown

Link aggregation supported:Yes
Link aggregation enabled :Yes
Aggregation port ID      :1
Maximum frame Size       :9216

EEE support              :Yes
Transmit Tw              :36
Receive Tw               :36
Fallback Receive Tw      :36
Echo Transmit Tw         :36
Echo Receive Tw          :36

MED port information

Media policy type   :Unknown
Unknown Policy      :Yes
VLAN tagged         :No
Media policy VlanID           :0
Media policy L2 priority      :0
Media policy Dscp             :0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Power Type               :Unknown
PoE PSE power source     :Unknown
Port PSE Priority        :Unknown
Port Available power value:0
```

查看 SwitchA 的邻居信息。

```
[SwitchA] display lldp neighbor brief
Local Intf   Neighbor Dev            Neighbor Intf            Exptime
GE1/0/1      SwitchB                 GE1/0/1                  115
GE1/0/2      SwitchB                 GE1/0/2                  115
GE1/0/3      SwitchB                 GE1/0/3                  115
```

- 查看 SwitchB 的配置。

  请参见 SwitchA 的查看过程。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100
#
interface Ethernet0/0/0
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
#
 lldp enable
#
interface Eth-Trunk1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 eth-trunk 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 eth-trunk 1
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#
 lldp management-address  10.10.10.1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
interface Ethernet0/0/0
 ip address 10.10.10.2 255.255.255.0
#
 vlan batch 100
#
 lldp enable
#
interface Eth-Trunk1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 eth-trunk 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 eth-trunk 1
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#
 lldp management-address  10.10.10.2
#
return
```

配置 LLDP 功能示例-多邻居组网

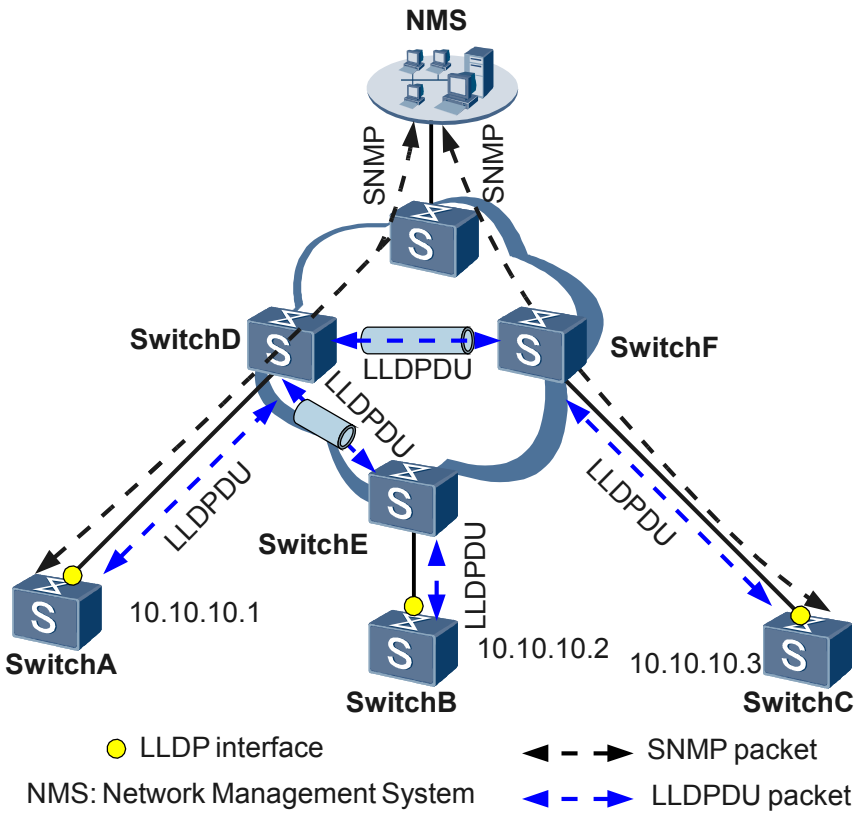
多邻居组网方式下，通过配置 LLDP 功能，使得 NMS 可以获取到网络的拓扑信息。

组网需求

如图 6-74 所示，SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间通过一个未知网络相连，该未知网络无需 NMS 管理，但该网络可以透传 LLDP 报文。这时网络管理员希望在 NMS 上可以获取到 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间的二层配置信息，用于了解网络的详细拓扑信息和判断网络中是否有配置冲突的情况。这时，可以通过在 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 上使能 LLDP 功能来实现网络管理员的需求。

组网中 NMS 与 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间有可达路由且 SNMP 相关功能已经配置完成。

图 6-74 配置 LLDP 功能-多邻居组网图



配置思路

采用如下的思路配置 LLDP 功能：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 使能 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的全局 LLDP 功能。
2. 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的管理 IP 地址方便网管系统进行管理。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的管理 IP 地址。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的 LLDP 全局使能。

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] lldp enable
```

配置 SwitchB。

请参见 SwitchA 的配置。

配置 SwitchC。

请参见 SwitchA 的配置。

步骤 2 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的管理 IP 地址。

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] lldp management-address 10.10.10.1
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] lldp management-address 10.10.10.2
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] lldp management-address 10.10.10.3
```

步骤 3 验证配置结果。

查看各设备的 LLDP 功能是否使能、LLDP 管理地址是否配置。

- 查看 SwitchA 的配置。

```
[SwitchA] display lldp local
System information
------------------------------------------------------------------------------

Chassis type   :macAddress
Chassis ID     :00e0-fc33-0011
System name    :SwitchA
System description  :Quidway
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) Software, Version 5.110 (S9700 V200R001C00)
Copyright (c) 2000-2011 Huawei Technologies Co., Ltd

System capabilities supported   :bridge
System capabilities enabled     :bridge
LLDP Up time   :2011/2/13 18:31:37

MED system information
------------------------------------------------------------------------------
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
Device class   :Network Connectivity
(MED inventory information of master board)
HardwareRev       :LE02SRUB VER.B
FirmwareRev       :NA
SoftwareRev       :Version 5.110 V200R001C00
SerialNum         :NA
Manufacturer name :NA
Model name        :NA
Asset tracking identifier :NA

System configuration
------------------------------------------------------------------------------
LLDP Status                     :enabled            (default is disabled)
LLDP Message Tx Interval        :30                 (default is 30s)
LLDP Message Tx Hold Multiplier :4                  (default is 4)
LLDP Refresh Delay              :2                  (default is 2s)
LLDP Tx Delay                   :2                  (default is 2s)
LLDP Notification Interval      :5                  (default is 5s)
LLDP Notification Enable        :enabled            (default is disabled)
Management Address              :IP: 10.10.10.1

Remote Table Statistics:
------------------------------------------------------------------------------
Remote Table Last Change Time   :0 days, 0 hours, 0 minutes, 0 seconds
Remote Neighbors Added          :0
Remote Neighbors Deleted        :0
Remote Neighbors Dropped        :0
Remote Neighbors Aged           :0
Total Neighbors                 :2

Port information:
------------------------------------------------------------------------------


Interface GigabitEthernet1/0/1:
LLDP Enable Status       :enabled             (default is disabled)
Total Neighbors          :2

Port ID subtype     :interfaceName
Port ID             :GigabitEthernet1/0/1
Port description    :HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/1 Interface

Port And Protocol vlan ID(PPVID) don't supported
Port VLAN ID(PVID)  :1
VLAN name of VLAN 1: VLAN1
Protocol identity   :STP RSTP/MSTP LACP EthOAM CFM

Auto-negotiation supported    :Yes
Auto-negotiation enabled      :Yes
OperMau   :speed(1000)/duplex(Full)

Power port class         :PD
PSE power supported      :No
PSE power enabled        :No
PSE pairs control ability:No
Power pairs              :Unknown
Port power classification:Unknown

Link aggregation supported:Yes
Link aggregation enabled :No
Aggregation port ID      :0
Maximum frame Size       :9216

EEE support              :Yes
Transmit Tw              :36
Receive Tw               :36
Fallback Receive Tw      :36
Echo Transmit Tw         :36
Echo Receive Tw          :36
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
MED port information

Media policy type   :Unknown
Unknown Policy      :Yes
VLAN tagged         :No
Media policy VlanID           :0
Media policy L2 priority      :0
Media policy Dscp             :0

Power Type               :Unknown
PoE PSE power source     :Unknown
Port PSE Priority        :Unknown
Port Available power value:0
---- More ----
```

查看 SwitchA 的邻居信息。

```
<SwitchA> display lldp neighbor interface gigabitethernet 1/0/1
GigabitEthernet1/0/1 has 2 neighbors:


Neighbor index : 1
Chassis type   :macAddress
Chassis ID     :00e0-fc33-0012
Port ID type   :interfaceName
Port ID        :GigabitEthernet1/0/1
Port description    :HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/1 Interface
System name         :SwitchB
System description  :Quidway
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) Software, Version 5.110 (S9700 V200R001C00)
Copyright (c) 2000-2011 Huawei Technologies Co., Ltd

System capabilities supported   :bridge
System capabilities enabled     :bridge
Management address type  :ipV4
Management address       : 10.10.10.2
Expired time   :118s


Port VLAN ID(PVID)  :1
VLAN name of VLAN  1: VLAN1
Protocol identity   :STP RSTP/MSTP LACP EthOAM CFM

Auto-negotiation supported    :Yes
Auto-negotiation enabled      :Yes
OperMau   :speed(1000)/duplex(Full)

Power port class         :PD
PSE power supported      :No
PSE power enabled        :No
PSE pairs control ability:No
Power pairs              :Unknown
Port power classification:Unknown

Link aggregation supported:Yes
Link aggregation enabled :No
Aggregation port ID      :0
Maximum frame Size       :9216

EEE support              :Yes
Transmit Tw              :36
Receive Tw               :36
Fallback Receive Tw      :36
Echo Transmit Tw         :36
Echo Receive Tw          :36

MED Device information
Device class   :Network Connectivity

HardwareRev       :LE02SRUB VER.B
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
FirmwareRev       :NC
SoftwareRev       :Version 5.110 V200R001C00
SerialNum         :NA
Manufacturer name :HUAWEI TECH CO., LTD
Model name        :NA
Asset tracking identifier :NA

Media policy type   :Unknown
Unknown Policy      :Undefined
VLAN tagged         :No
Media policy VlanID      :0
Media policy L2 priority :0
Media policy Dscp        :0

Power Type               :Unknown
PoE PSE power source     :Unknown
Port PSE Priority        :Unknown
Port Available power value:0

Neighbor index : 2
Chassis type   :macAddress
Chassis ID     :00e0-fc33-0013
Port ID type   :interfaceName
Port ID        :GigabitEthernet1/0/1
Port description    :HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/1 Interface
System name         :SwitchC
System description  :Quidway
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) Software, Version 5.110 (S9700 V200R001C00)
Copyright (c) 2000-2011 Huawei Technologies Co., Ltd

System capabilities supported   :bridge
System capabilities enabled     :bridge
Management address type  :ipV4
Management address       : 10.10.10.3
Expired time   :118s


Port VLAN ID(PVID)  :1
VLAN name of VLAN  1: VLAN1
Protocol identity   :STP RSTP/MSTP LACP EthOAM CFM

Auto-negotiation supported    :Yes
Auto-negotiation enabled      :Yes
OperMau   :speed(1000)/duplex(Full)

Power port class         :PD
PSE power supported      :No
PSE power enabled        :No
PSE pairs control ability:No
Power pairs              :Unknown
Port power classification:Unknown

Link aggregation supported:Yes
Link aggregation enabled :No
Aggregation port ID      :0
Maximum frame Size       :9216

EEE support              :Yes
Transmit Tw              :36
Receive Tw               :36
Fallback Receive Tw      :36
Echo Transmit Tw         :36
Echo Receive Tw          :36

MED Device information
Device class   :Network Connectivity

HardwareRev       :LE02SRUB VER.B
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
FirmwareRev       :NC
SoftwareRev       :Version 5.110 V200R001C00
SerialNum         :NA
Manufacturer name :HUAWEI TECH CO., LTD
Model name        :NA
Asset tracking identifier :NA

Media policy type   :Unknown
Unknown Policy      :Undefined
VLAN tagged         :No
Media policy VlanID      :0
Media policy L2 priority :0
Media policy Dscp        :0

Power Type               :Unknown
PoE PSE power source     :Unknown
Port PSE Priority        :Unknown
Port Available power value:0
```

- 查看 SwitchB 的配置。

  请参见 SwitchA 的查看过程。

- 查看 SwitchC 的配置。

  请参见 SwitchA 的查看过程。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
#
 lldp enable
#
 lldp management-address 10.10.10.1
#
interface Ethernet0/0/0
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 undo port hybrid vlan 1
 #
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
#
 lldp enable
#
 lldp management-address 10.10.10.2
#
interface Ethernet0/0/0
 ip address 10.10.10.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 undo port hybrid vlan 1
 #
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 lldp enable
#
 lldp management-address 10.10.10.3
#
interface Ethernet0/0/0
 ip address 10.10.10.3 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 undo port hybrid vlan 1
 #
return
```

6.3.5 Ping 和 Tracert 配置

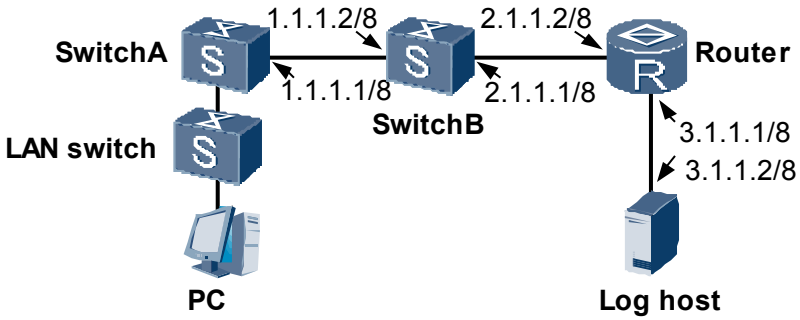
介绍 Ping 和 Tracert 命令的基本概念和使用。

Ping 和 Tracert 的应用示例

配置需求

如图 6-75 所示，用户在结束了对 SwitchA 的配置之后，需要检查 SwitchA 与日志主机之间的链路是否通畅。如果发现不通，由于 SwitchA 和日志主机之间存在其他的网络设备，用户还需要定位具体是在哪段链路上发生问题。

图 6-75 ping 命令与 tracert 命令应用的组网图



配置思路

采用如下的思路检查链路状况。

1. 在 SwitchA 上执行 **ping** 命令检测其与日志主机之间的连通性。
2. 发现链路不通时，执行 **tracert** 命令确定具体在哪段链路上存在故障。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

- SwitchB 的 IP 地址为 1.1.1.2/8 和 2.1.1.1/8。
- Router 的 IP 地址为 2.1.1.2/8 和 3.1.1.1/8。
- 日志主机的 IP 地址为 3.1.1.2/8。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 执行 **ping** 命令

在 SwitchA 上执行 **ping** 命令，测试与主机之间的连通性。

```
<Quidway> ping 3.1.1.2
  PING 3.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out

  --- 3.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    0 packet(s) received
    100.00% packet loss
```

SwitchA 显示无法 ping 通日志主机，表明两者之间有某段链路发生故障。

步骤 2 执行 **tracert** 命令

在 SwitchA 上执行 **tracert** 命令，定位具体是哪段链路产生故障。

```
<Quidway> tracert 3.1.1.2
 traceroute to 3.1.1.2(3.1.1.2), max hops: 30 ,packet length: 40
 1 1.1.1.2             4 ms  5 ms  5 ms
 2  *  *  *
 3  *  *  *
 4  *  *  *
 5  *  *  *
 6  *  *  *
 7  *  *  *
 8  *  *  *
...
```

反馈的信息表明，数据包经由 SwitchB 后无法达到 Router，由此可以判断出 SwitchB 和 Router 之间的链路发生了故障。当 SwitchB 和 Router 之间的链路修复正常后，再次执行步骤 1 和步骤 2，确认后续链路的通畅，直至 SwitchA 与日志主机之间能够正常通信。

----结束

配置文件

无

6.3.6 NQA 配置

通过配置 NQA，可以有效的检测网络运行的状态，使用户能够实时采集到各种网络运行指标。

背景信息

说明

S9700 的 NQA 功能使用 License 控制。

一般情况下，新购买的设备 NQA 功能相关命令可以在设备上配置，但是 NQA 功能并不实现。如果需要实现 S9700 的 NQA 功能，请联系华为办事处申请并且购买 License。

版权所有 © 华为技术有限公司

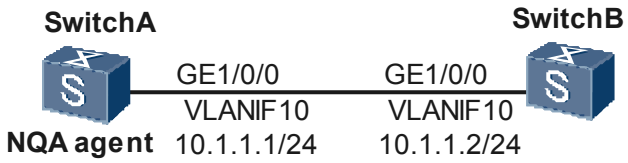
配置 ICMP 测试示例

组网需求

如图 6-76 所示。SwitchA 和 SwitchB 通过 Vlanif 接口实现三层互通。

SwitchA 作为 NQA 客户端，测试 SwitchB 是否可达。

图 6-76 ICMP 测试组网图



配置思路

1. 使用 NQA ICMP 测试功能，测试报文在本端（SwitchA）和指定的目的端（SwitchB）之间是否可达，以及报文的往返时间。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchB 的主机地址

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN，将接口加入到 VLAN

配置 SwitchA

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-Vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 SwitchB

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 10
[SwitchB-Vlan10] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 2 配置 VLANIF 接口，并且配置 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 SwitchA

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
```

配置 SwitchB

```
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
```

步骤 3 使能 NQA 客户端，配置 ICMP 类型的 NQA 测试例

```
[SwitchA] nqa test-instance admin icmp
[SwitchA-nqa-admin-icmp] test-type icmp
[SwitchA-nqa-admin-icmp] destination-address ipv4 10.1.1.2
```

步骤 4 立即启动测试

```
[SwitchA-nqa-admin-icmp] start now
```

步骤 5 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-icmp] display nqa results test-instance admin icmp

 NQA entry(admin, icmp) :testflag is inactive ,testtype is icmp
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 3              Receive response times: 3
   Completion:success                   RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                    Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
   System busy operation number:0       Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Destination ip address:10.1.1.2
   Min/Max/Average Completion Time: 1/30/17
   Sum/Square-Sum  Completion Time: 51/1301
   Last Good Probe Time: 2010-06-09 19:27:48.1
   Lost packet ratio: 0 %
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
nqa test-instance admin icmp
 test-type icmp
 destination-address ipv4 10.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

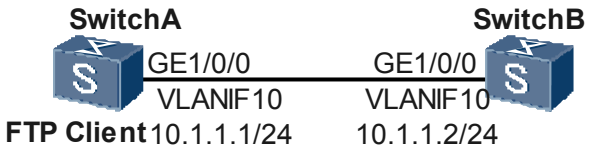
配置 FTP 下载速度测试示例

组网需求

如图 6-77 所示。

- SwitchB 作为 FTP Server。
- 登录 FTP 服务器的用户名为 user1，密码为 hello，要下载的文件名为 test.txt。

图 6-77 FTP 测试组网图



配置思路

为完成此配置例，需准备如下的数据：

1. SwitchA 作为 NQA 客户端。
2. 在 SwitchA 上配置并启动 FTP 测试例，使用 NQA FTP 功能测试是否可以和指定的 FTP 服务器建立连接，以及从 FTP 服务器得到一个文件的时间。

数据准备

为完成 FTP 下载速度测试，需准备如下数据：

- FTP 服务器的 IP 地址
- 进行测试的源 IP 地址
- FTP 用户名和密码
- FTP 测试操作文件

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA 和 SwitchB 的 IP 地址（略）

步骤 2 配置 SwitchB 作为 FTP 服务器

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] ftp server enable
[SwitchB] aaa
[SwitchB-aaa] local-user user1 password cipher hello
[SwitchB-aaa] local-user user1 service-type ftp
[SwitchB-aaa] local-user user1 ftp-directory cfcard:
[SwitchB-aaa] quit
```

步骤 3 在 SwitchA 上配置 FTP 类型的 NQA 测试例

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin ftp
[SwitchA-nqa-admin-ftp] test-type ftp
[SwitchA-nqa-admin-ftp] destination-address ipv4 10.1.1.2
[SwitchA-nqa-admin-ftp] source-address ipv4 10.1.1.1
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-operation get
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-username user1
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-password hello
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-filename test.txt
```

步骤 4 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-ftp] start now
```

步骤 5 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-ftp] display nqa results test-instance admin ftp
 NQA entry(admin, ftp) :testflag is inactive ,testtype is  ftp
  1 . Test 1 result   The test is finished
   SendProbe:1                          ResponseProbe:1
   Completion :success                  RTD OverThresholds number: 0
   MessageBodyOctetsSum: 448            Stats errors number: 0
   Operation timeout number: 0          System busy operation number:0
   Drop operation number:0              Disconnect operation number: 0
   CtrlConnTime Min/Max/Average: 438/438/438
   DataConnTime Min/Max/Average: 218/218/218
   SumTime Min/Max/Average: 656/656/656
   Average RTT:656
   Lost packet ratio:0 %
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
nqa test-instance admin ftp
 test-type  ftp
 destination-address ipv4 10.1.1.2
 source-address ipv4 10.1.1.1
 ftp-username user1
 ftp-password hello
 ftp-filename test.txt
 #
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 FTP server enable
#
aaa
 local-user user1 password cipher 3MQ*TZ,O3KCQ=^Q`MAF4<1!!
 local-user user1 service-type ftp
 local-user user1 ftp-directory cfcard:
 #
return
```

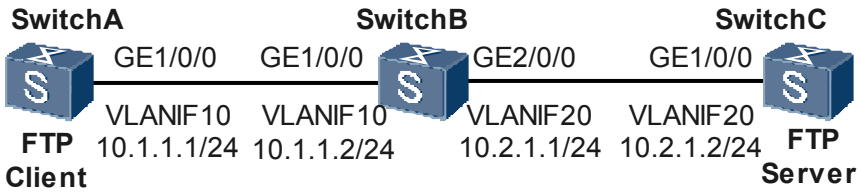
配置 FTP 上载速度测试示例

组网需求

如图 6-78 所示。

测试向 FTP Server，即 SwitchC 上载文件的速度。

图 6-78 FTP 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 FTP 上载速度的测试：

1. SwitchA 作为 NQA 客户端和 FTP Client。在 SwitchA 上配置并启动 FTP 测试例，使用 NQA FTP 功能测试是否可以和指定的 FTP 服务器建立连接，以及向 FTP 服务器上载一个文件的时间。
2. 登录 FTP 服务器的用户名为 user1，密码为 hello，构造大小为 10k 的文件上载。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- FTP 服务器的 IP 地址
- 进行测试的 FTP 客户端源 IP 地址
- FTP 用户名和密码
- FTP 上载的文件大小

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 配置 SwitchC 作为 FTP 服务器

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] ftp server enable
[SwitchC] aaa
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC-aaa] local-user user1 password cipher hello
[SwitchC-aaa] local-user user1 service-type ftp
[SwitchC-aaa] local-user user1 ftp-directory cfcard:
[SwitchC-aaa] quit
```

步骤 3 在 SwitchA 上配置 FTP 类型的 NQA 测试例，构造一个大小为 10k 字节的文件上载

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin ftp
[SwitchA-nqa-admin-ftp] test-type ftp
[SwitchA-nqa-admin-ftp] destination-address ipv4 10.2.1.2
[SwitchA-nqa-admin-ftp] source-address ipv4 10.1.1.1
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-operation put
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-username user1
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-password hello
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-filename nqa-ftp-test.txt
[SwitchA-nqa-admin-ftp] ftp-filesize 10
```

步骤 4 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-ftp] start now
```

步骤 5 验证测试结果

在 SwitchA 上查看 NQA 测试结果。

在 SwitchC 上可以看到增加了一个名为“nqa-ftp-test.txt”的文件。

```
<SwitchC> dir
Directory of cfcard:

  Idx  Attr     Size(Byte)  Date        Time(LMT)  FileName
   0   -rw-            331  Feb 06 2009 18:34:34   private-data.txt
   1   -rw-          10240  Feb 06 2009 18:37:06   nqa-ftp-test.txt

506,744 KB total (496173 KB free)
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
nqa test-instance admin ftp
 test-type  ftp
 destination-address ipv4 10.2.1.2
 source-address ipv4 10.1.1.1
 ftp-filesize 10
 ftp-username user1
 ftp-password hello
 ftp-filename nqa-ftp-test.txt
 ftp-operation put
#
 ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

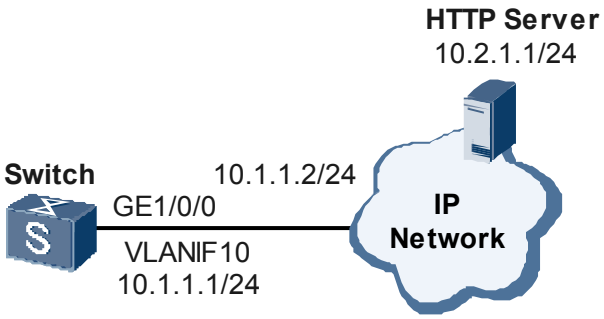
```
#
 sysname SwitchC
#
 FTP server enable
#
vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
aaa
 local-user user1 password cipher 3MQ*TZ,O3KCQ=^Q`MAF4<1!!
 local-user user1 service-type ftp
 local-user user1 ftp-directory flash:
#
 ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 10.2.1.1
#
return
```

配置 HTTP 测试示例

组网需求

如图 6-79 所示。Switch 通过广域网和 HTTP Server 相连。

图 6-79 HTTP 测试组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路进行 HTTP 响应速度的测试：

1. Switch 做为 NQA 客户端。
2. 在 Switch 上配置并启动 HTTP 测试例，使用 NQA HTTP 功能测试是否可以和指定的 HTTP 服务器建立连接，以及它们之间传输一个文件的时间。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- HTTP Server 的主机地址
- HTTP 测试操作类型

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 和 HTTP Server 之间路由可达（略）。

步骤 2 使能 NQA 客户端，配置 HTTP 类型的 NQA 测试例

```
<Quidway> system-view
[Quidway] nqa test-instance admin http
[Quidway-nqa-admin-http] test-type http
[Quidway-nqa-admin-http] destination-address ipv4 10.2.1.1
[Quidway-nqa-admin-http] http-operation get
[Quidway-nqa-admin-http] http-url www.huawei.com
```

步骤 3 启动测试操作

```
[Quidway-nqa-admin-http] start now
```

步骤 4 验证测试结果

```
[Quidway-nqa-admin-http] display nqa results test-instance admin http
 NQA entry(admin, http) :testflag is inactive ,testtype is http
  1 . Test 1 result   The test is finished
   SendProbe:3                          ResponseProbe:3
   Completions: success                 RTD OverThresholdsnumber: 0
   MessageBodyOctetsSum: 0              TargetAddress: 10.2.1.1
   DNSQueryError number: 0              HTTPError number: 0
   TcpConnError number : 3              System busy operation number:0
   DNSRTT Sum/Min/Max:0/0/0             TCPConnectRTT Sum/Min/Max: 0/0/0
   TransactionRTT Sum/Min/Max: 11/3/4
   RTT Sum/Min/Max/Avg: 18/5/7/6
   DNSServerTimeout:0  TCPConnectTimeout:0  TransactionTimeout: 0
   Lost packet ratio:0%
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
sysname Quidway
#
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

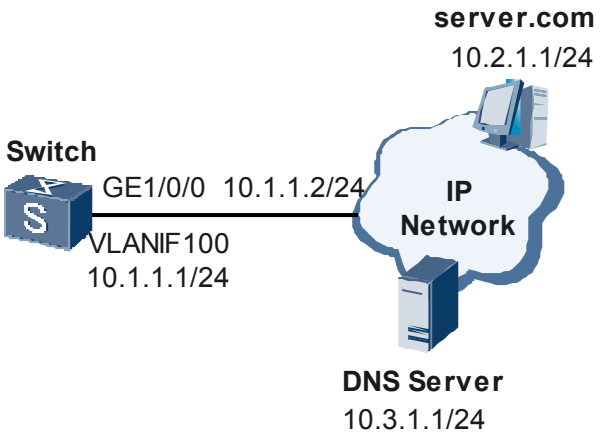
```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
nqa test-instance admin http
 test-type http
 destination-address ipv4 10.2.1.1
 http-url www.huawei.com
#
 ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```

配置 DNS 测试示例

组网需求

如图 6-80 所示，Switch 作为 DNS Client 端，通过域名（server.com）访问 IP 地址为 10.2.1.1/24 的主机。

图 6-80 DNS 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 DNS 解析速度的测试：

1. Switch 作为 NQA 客户端。
2. 在 Switch 上配置并启动 DNS 测试例，测试是否可以和指定的 DNS 服务器建立连接，以及 DNS 地址解析的响应速度。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- DNS Server 的 IP 地址
- 要访问的主机名

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 Switch、DNS Server 及所要访问的主机之间网络层可达（略）

步骤 2 配置 DNS 类型的 NQA 测试例

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dns server 10.3.1.1
[Quidway] nqa test-instance admin dns
[Quidway-nqa-admin-dns] test-type dns
[Quidway-nqa-admin-dns] dns-server ipv4 10.3.1.1
[Quidway-nqa-admin-dns] destination-address url server.com
```

步骤 3 启动测试操作

```
[Quidway-nqa-admin-dns] start now
```

步骤 4 验证测试结果

```
[Quidway] display nqa results test-instance admin dns

 NQA entry(admin, dns) :testflag is inactive ,testtype is dns
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 1              Receive response times: 1
   Completion:success                   RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                    Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
   System busy operation number:0       Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Destination ip address: 10.3.1.1
   Min/Max/Average Completion Time: 1/1/1
   Sum/Square-Sum  Completion Time: 1/1
   Last Good Probe Time: 2009-2-3 10:52:5.7
   Lost packet ratio: 0 %
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 dns server 10.3.1.1
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
nqa test-instance admin dns
 test-type dns
 destination-address url server.com
 dns-server ipv4 10.3.1.1
#
 ip route-static 10.3.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

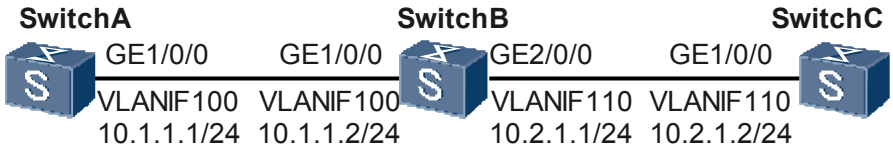
配置 Traceroute 测试示例

组网需求

如图 6-81 所示。

在 SwitchA 上对 SwitchC 接口 Vlanif110 接口的 IP 地址进行 Traceroute 测试。

图 6-81 Traceroute 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 Traceroute 测试：

1. SwitchA 作为 NQA 客户端。
2. 在 SwitchA 上配置并启动 Traceroute 测试例，测试到 SwitchC 的每一跳统计信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- Traceroute 测试的目的地址。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 配置在 SwitchA 上 Traceroute 类型的 NQA 测试例，目的地址为 10.2.1.2

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin trace
[SwitchA-nqa-admin-trace] test-type trace
[SwitchA-nqa-admin-trace] destination-address ipv4 10.2.1.2
```

步骤 3 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-trace] start now
```

步骤 4 验证测试结果

在 SwitchA 上查看 NQA 测试结果。

```
[SwitchA-nqa-admin-trace] display nqa results test-instance admin trace
 NQA entry(admin, trace) :testflag is inactive ,testtype is trace
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Completion:success                   Attempts number:1
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
   System busy operation number:0       Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Drop operation number:0
   Last good path Time:2006-8-5 14:38:58.5
   1 . Hop 1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Send operation times: 3              Receive response times: 3
  Min/Max/Average Completion Time: 46/47/41
  Sum/Square-Sum  Completion Time: 125/5349
  RTD OverThresholds number: 0
  Last Good Probe Time: 2006-8-5 14:38:58.3
  Destination ip address:10.1.1.2
  Lost packet ratio: 0 %
 2 . Hop 2
  Send operation times: 3              Receive response times: 3
  Min/Max/Average Completion Time: 31/79/62
  Sum/Square-Sum  Completion Time: 188/13286
  RTD OverThresholds number: 0
  Last Good Probe Time: 2006-8-5 14:38:58.5
  Destination ip address:10.2.1.2
  Lost packet ratio: 0 %
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
nqa test-instance admin trace
 test-type  trace
 destination-address ipv4 10.2.1.2
#
 ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 100 110
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 110
```


版权所有 © 华为技术有限公司

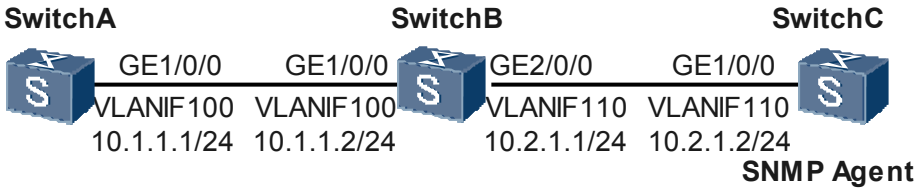
```
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
 ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 10.2.1.1
#
return
```

配置 SNMP Query 测试示例

组网需求

如图 6-82 所示。SwitchC 使能 SNMP Agent，使用 NQA SNMP Query 功能测试从 SwitchA 发出一个 SNMP 协议查询报文到收到响应报文所用的时间。

图 6-82 SNMP Query 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 SNMP Query 测试：

1. SwitchA 作为 NQA 客户端。
2. 在 SwitchA 上创建并启动 SNMP Query 类型的测试例。
3. 在 SwitchC 上使能 SNMP Agent。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SNMP Agent 的主机地址

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 在 SwitchC 上启动 SNMP Agent 功能

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] snmp-agent
```

步骤 3 在 SwitchA 上创建 SNMP 类型的测试例

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin snmp
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-nqa-admin-snmp] test-type snmp
[SwitchA-nqa-admin-snmp] destination-address ipv4 10.2.1.2
```

步骤 4 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-snmp] start now
```

步骤 5 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-snmp] display nqa results test-instance admin snmp
 NQA entry(admin, snmp) :testflag is inactive ,testtype is snmp
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 3                Receive response times: 3
   Completion:success                      RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                       Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0          Operation timeout number:0
   System busy operation number:0         Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0    RTT Stats errors number:0
   Destination ip address:10.2.1.2
   Min/Max/Average Completion Time: 63/172/109
   Sum/Square-Sum  Completion Time: 329/42389
   Last Good Probe Time: 2006-8-5 15:33:49.1
   Lost packet ratio: 0 %
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
nqa test-instance admin snmp
 test-type snmp
 destination-address ipv4 10.2.1.2
#
 ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 100 110
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

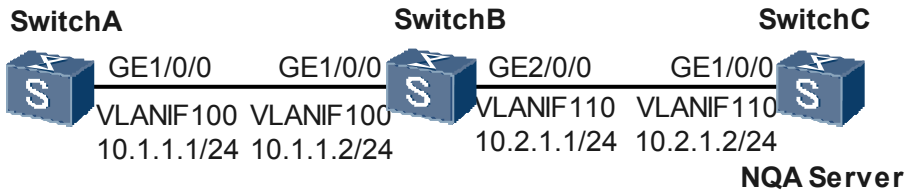
```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
 ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 10.2.1.1
#
 snmp-agent
 snmp-agent local-engineid 000007DB7F00000100006294
 snmp-agent sys-info version v3
#
return
```

配置 TCP 测试示例

组网需求

如图 6-83 所示。使用 NQA TCP Private 功能测试 SwitchA 到 SwitchC 之间建立 TCP 连接的时间。

图 6-83 TCP 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 TCP 测试的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端，SwitchC 做为 NQA 服务器端。
2. 在 NQA 服务器上配置监听端口号，在 NQA 客户端配置 TCP 类型的 NQA 测试例。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 服务器主机地址
- 服务器端 TCP 服务的监听端口号

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 在 SwitchC 上配置 NQA 服务器

配置 NQA 服务器 TCP 连接监听的 IP 地址和端口号。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] nqa-server tcpconnect 10.2.1.2 9000
```

步骤 3 配置 SwitchA

使能 NQA 客户端，配置 TCP Private 类型的测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin tcp
[SwitchA-nqa-admin-tcp] test-type tcp
[SwitchA-nqa-admin-tcp] destination-address ipv4 10.2.1.2
[SwitchA-nqa-admin-tcp] destination-port 9000
```

步骤 4 启动测试

```
[SwitchA-nqa-admin-tcp] start now
```

步骤 5 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-tcp] display nqa results test-instance admin tcp
 NQA entry(admin, tcp) :testFlag is inactive ,testtype is tcp
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 3                Receive response times: 3
   Completion:success                     RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                      Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0          Operation timeout number:0
   System busy operation number:0         Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0     RTT Stats errors number:0
   Destination ip address:10.2.1.2
   Min/Max/Average Completion Time: 46/63/52
   Sum/Square-Sum  Completion Time: 156/8294
   Last Good Probe Time: 2006-8-5 15:53:17.8
   Lost packet ratio: 0 %
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
nqa test-instance admin tcp
 test-type tcp
 destination-address ipv4 10.2.1.2
 destination-port 9000
#
 ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 100 110
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

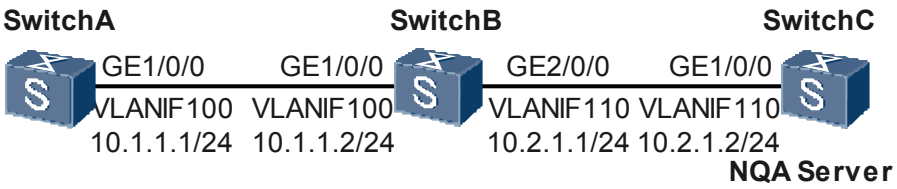
```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 prot trunk allow-pass vlan 110
#
 nqa-server tcpconnect 10.2.1.2 9000
#
 ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 10.2.1.1
#
return
```

配置 UDP 测试示例

组网需求

如图 6-84 所示。使用 NQA UDP Public 功能测试 SwitchA 与 SwitchC 之间 UDP 协议报文的往返时间。

图 6-84 UDP 测试组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

1. SwitchA 做为 NQA 客户端，SwitchC 做为 NQA 服务器端。
2. 在 NQA 服务器上配置监听端口号，在 NQA 客户端配置 UDP Public 类型的 NQA 测试例。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 服务器端主机地址
- 服务器端 UDP 服务的监听端口号

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 在 SwitchC 上配置 NQA 服务器

配置 NQA 服务器 UDP 监听的 IP 地址和端口号。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] nqa-server udpecho 10.2.1.2 6000
```

步骤 3 配置 SwitchA

使能 NQA 客户端，配置 UDP Public 类型的测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin udp
[SwitchA-nqa-admin-udp] test-type udp
[SwitchA-nqa-admin-udp] destination-address ipv4 10.2.1.2
[SwitchA-nqa-admin-udp] destination-port 6000
```

步骤 4 启动测试

```
[SwitchA-nqa-admin-udp] start now
```

步骤 5 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-udp] display nqa results test-instance admin udp
 NQA entry(admin, udp) :testflag is inactive ,testtype is udp
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 3              Receive response times: 3
   Completion:success                   RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                    Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
   System busy operation number:0       Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Destination ip address:10.2.1.2
   Min/Max/Average Completion Time: 32/109/67
   Sum/Square-Sum  Completion Time: 203/16749
   Last Good Probe Time: 2006-8-5 16:9:21.6
   Lost packet ratio: 0 %
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
nqa test-instance admin udp
 test-type udp
 destination-address ipv4 10.2.1.2
 destination-port 6000
#
 ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
vlan batch 100 110
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
 nqa-server udpecho 10.2.1.2 6000
#
 ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 10.2.1.1
#
return
```

配置 Jitter 测试示例

组网需求

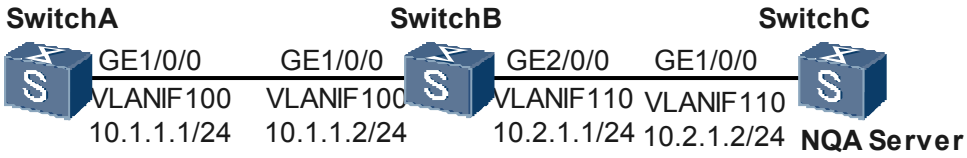
如图 6-85 所示。使用 NQA Jitter 功能测试 SwitchA 与 SwitchC 之间传送报文的抖动时间。SwitchA、SwitchC 通过同步 SwitchB 的时钟来保持时间的同步，从而提升测试精度。

版权所有 © 华为技术有限公司

说明

关于时钟同步介绍请参见《S9700 核心路由交换机 特性描述 网络管理》的“NTP”。

图 6-85 Jitter 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 Jitter 测试的配置：

1. SwitchC 配置为 NTP 客户端，SwitchB 为 NTP 服务器端。
2. SwitchA 做为 NQA 客户端，SwitchC 做为 NQA 服务器端。
3. 在 NQA 服务器上配置监听服务类型和监听端口号。
4. 在 NQA 客户端配置 Jitter 类型的 NQA 测试例。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 服务器端的主机地址
- 服务器端 UDP 服务的监听端口号

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 在 SwitchC 上配置 NQA 服务器

配置 NQA 服务器 UDP 监听的 IP 地址和端口号。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] nqa-server udpecho 10.2.1.2 9000
```

步骤 3 配置 SwitchA

使能 NQA 客户端，配置 Jitter 类型的 NQA 测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin jitter
[SwitchA-nqa-admin-jitter] test-type jitter
[SwitchA-nqa-admin-jitter] destination-address ipv4 10.2.1.2
[SwitchA-nqa-admin-jitter] destination-port 9000
```

步骤 4 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-jitter] start now
```

步骤 5 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-jitter] display nqa results test-instance admin jitter

 NQA entry(admin, jitter) :testflag is inactive ,testtype is jitter
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
1 . Test 1 result   The test is finished
 SendProbe:60                          ResponseProbe:60
 Completion:success                    RTD OverThresholds number:0
 OWD OverThresholds SD number:0        OWD OverThresholds DS number:0
 Min/Max/Avg/Sum RTT:1/98/8/461        RTT  Square Sum:23037
 NumOfRTT:60                           Drop operation number:0
 Operation sequence errors number:0    RTT Stats errors number:0
 System busy operation number:0        Operation timeout number:0
 Min Positive SD:1                     Min Positive DS:1
 Max Positive SD:96                    Max Positive DS:8
 Positive SD Number:15                 Positive DS Number:8
 Positive SD Sum:172                   Positive DS Sum:18
 Positive SD Square Sum :9868          Positive DS Square Sum :86
 Min Negative SD:1                     Min Negative DS:1
 Max Negative SD:20                    Max Negative DS:10
 Negative SD Number:18                 Negative DS Number:8
 Negative SD Sum:163                   Negative DS Sum:28
 Negative SD Square Sum :2519          Negative DS Square Sum :194
 Min Delay SD:0                        Min Delay DS:0
 Avg Delay SD:3                        Avg Delay DS:3
 Max Delay SD:49                       Max Delay DS:48
 Delay SD Square Sum:4                   Delay DS Square Sum:1
 Packet Loss SD:0                        Packet Loss DS:0
 Packet Loss Unknown:0                   Average of Jitter:1
 Average of Jitter SD:1                  Average of Jitter DS:1
 jitter out value:0.5599658              jitter in value:0.3574005
 NumberOfOWD:60                          Packet Loss Ratio: 0%
 OWD SD Sum:4                            OWD DS Sum:1
 ICPIF value: 0                          MOS-CQ value: 0
 TimeStamp unit: ms                      Packet Rewrite Number: 0
 Packet Rewrite Ratio: 0%                Packet Disorder Number: 0
 Packet Disorder Ratio: 0%               Fragment-disorder Number: 0
 Fragment-disorder Ratio: 0%
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
nqa test-instance admin jitter
 test-type jitter
 destination-address ipv4 10.2.1.2
 destination-port 9000
#
 ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 110
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
  nqa-server udpecho 10.2.1.2 9000
#
 ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 10.2.1.1
#
return
```

配置 MAC Ping 测试示例

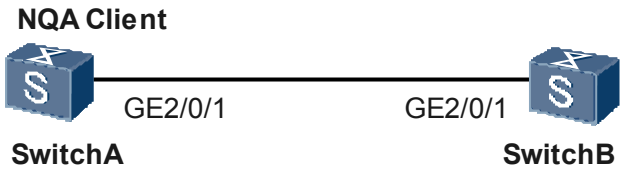
组网需求

如图 6-86 所示。

- 在 SwitchA 和 SwitchB 上都启用 CFM。
- 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 MA 和 MD。

使用 NQA MAC Ping 功能测试 SwitchA 与 SwitchB 设备之间的连通性状态。

图 6-86 MAC Ping 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 MAC Ping 测试的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端。
2. SwitchB 做为 NQA 服务器端。

版权所有 © 华为技术有限公司

3. 在 SwitchA 上建立 MAC Ping 测试用例。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 服务器端的主机地址及掩码

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA 和 SwitchB 之间的 MA 和 MD

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] cfm enable
[SwitchA] cfm md test
[SwitchA-md-test] ma test
[SwitchA-md-test-ma-test] map vlan 11
[SwitchA-md-test-ma-test] mep mep-id 11 interface GigabitEthernet2/0/1 outward
[SwitchA-md-test-ma-test] remote-mep mep-id 12 mac 00e0-fc88-aaaa
[SwitchA-md-test-ma-test] quit
[SwitchA-md-test] quit
[SwitchA]
<SwitchB> system-view
[SwitchB] cfm enable
[SwitchB] cfm md test
[SwitchB-md-test] ma test
[SwitchB-md-test-ma-test] map vlan 11
[SwitchB-md-test-ma-test] mep mep-id 12 interface GigabitEthernet2/0/1 outward
[SwitchB-md-test-ma-test] remote-mep mep-id 11 mac 0000-0000-0010
[SwitchB-md-test-ma-test] quit
[SwitchB-md-test] quit
[SwitchB]
```

步骤 2 配置 SwitchA,使能 NQA 客户端，配置普通隧道的 MAC Ping 测试例。

```
[SwitchA]nqa test-instance admin macping
[SwitchA-nqa-admin-macping]test-type macping
[SwitchA-nqa-admin-macping]md test ma test
[SwitchA-nqa-admin-macping]destination-address mac 00e0-fc88-aaaa
```

步骤 3 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-macping] start now
```

步骤 4 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-macping] display nqa results test-instance admin macping
NQA entry(admin, macping) :testFlag is inactive ,testtype is macping
  1 . Test 1 result   The test is finished
   SendProbe:3                          ResponseProbe:3
   Completion:success                   RTD OverThresholds number:0
   OWD OverThresholds SD number:0       OWD OverThresholds DS number:0
   Min/Max/Avg/Sum RTT:1/1/1/1          RTT  Square Sum:3
   NumOfRTT:3                           Drop operation number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   System busy operation number:0       Operation timeout number:0
   Min Positive SD:0                    Min Positive DS:0
   Max Positive SD:0                    Max Positive DS:0
   Positive SD Number:0                 Positive DS Number:0
   Positive SD Sum:0                    Positive DS Sum:0
   Positive SD Square Sum :0            Positive DS Square Sum :0
   Min Negative SD:0                    Min Negative DS:0
   Max Negative SD:0                    Max Negative DS:0
   Negative SD Number:0                 Negative DS Number:0
   Negative SD Sum:0                    Negative DS Sum:0
   Negative SD Square Sum :0            Negative DS Square Sum :0
   Min Delay SD:0                       Min Delay DS:0
   Avg Delay SD:0                       Avg Delay DS:0
   Max Delay SD:0                       Max Delay DS:0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
Delay SD Square Sum:0                   Delay DS Square Sum:0
Packet Loss SD:0                        Packet Loss DS:0
Packet Loss Unknown:0                   Average of Jitter:0
Average of Jitter SD:0                  Average of Jitter DS:0
jitter out value:0.0000000              jitter in value:0.0000000
NumberOfOWD:0                           Packet Loss Ratio: 100%
OWD SD Sum:0                            OWD DS Sum:0
ICPIF value: 0                          MOS-CQ value: 0
TimeStamp unit: ms                      Packet Rewrite Number: 0
Packet Rewrite Ratio: 0%                Packet Disorder Number: 0
Packet Disorder Ratio: 0%               Fragment-disorder Number: 0
Fragment-disorder Ratio: 0%
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 vlan batch 11
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 11
 port hybrid untagged vlan 11
#
 cfm enable
#
 cfm md test
  ma test
   map vlan 11
   mep mep-id 11 interface GigabitEthernet2/0/1 outward
   remote-mep mep-id 12 mac 00e0-fc88-aaaa
#
nqa test-instance admin macping
 test-type macping
 destination-address mac 00e0-fc88-aaaa
 md test ma test
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 11
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 11
 port hybrid untagged vlan 11
#
 cfm enable
#
 cfm md test
  ma test
   map vlan 11
   mep mep-id 12 interface GigabitEthernet2/0/1 outward
   remote-mep mep-id 11 mac 0000-0000-0010
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置普通隧道 LSP Ping 测试示例

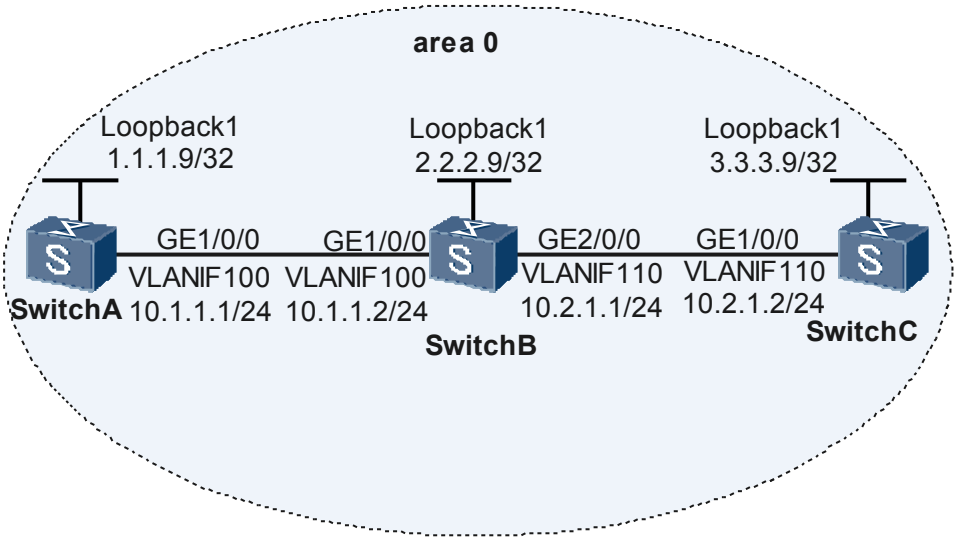
组网需求

如图 6-87 所示。

- SwitchA、SwitchB、SwitchC 都运行 OSPF 协议，并学习到彼此 Loopback 接口的 32 位主机路由。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 上都启用 MPLS 和 MPLS LDP。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间的 VLANIF 接口都启用 MPLS 和 MPLS LDP，正确触发 LDP LSP 的建立。

使用 NQA LSP Ping 功能测试 SwitchA 与 SwitchC 之间的 LSP 连通性状态。

图 6-87 LSP Ping 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 LSPPing 测试的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端。
2. SwitchC 做为 NQA 服务器端。
3. 在 SwitchA 上建立 LSPPing 测试用例。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 服务器端的主机地址及掩码

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 2 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间 LDP（略）

配置 LDP 的步骤请参考《S9700 核心路由交换机 配置指南-MPLS》

步骤 3 配置 SwitchA

使能 NQA 客户端，配置普通隧道的 LSP Ping 测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin lspping
[SwitchA-nqa-admin-lspping] test-type lspping
[SwitchA-nqa-admin-lspping] lsp-type ipv4
[SwitchA-nqa-admin-lspping] destination-address ipv4 3.3.3.9 lsp-masklen 32
```

步骤 4 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-lspping] start now
```

步骤 5 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-lspping] display nqa results test-instance admin lspping
 NQA entry(admin, lspping) :testflag is inactive ,testtype is  lspping
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 3              Receive response times: 3
   Completion:success                   RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                    Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
   System busy operation number:0       Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Destination ip address:3.3.3.9
   Min/Max/Average Completion Time: 1/1/1
   Sum/Square-Sum  Completion Time: 3/3
   Last Good Probe Time: 2011-2-28 15:32:56.1
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
nqa test-instance admin lspping
 test-type lspping
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 destination-address ipv4 3.3.3.9 lsp-masklen 32
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 110
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
 interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 110
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置普通隧道 LSP Jitter 测试示例

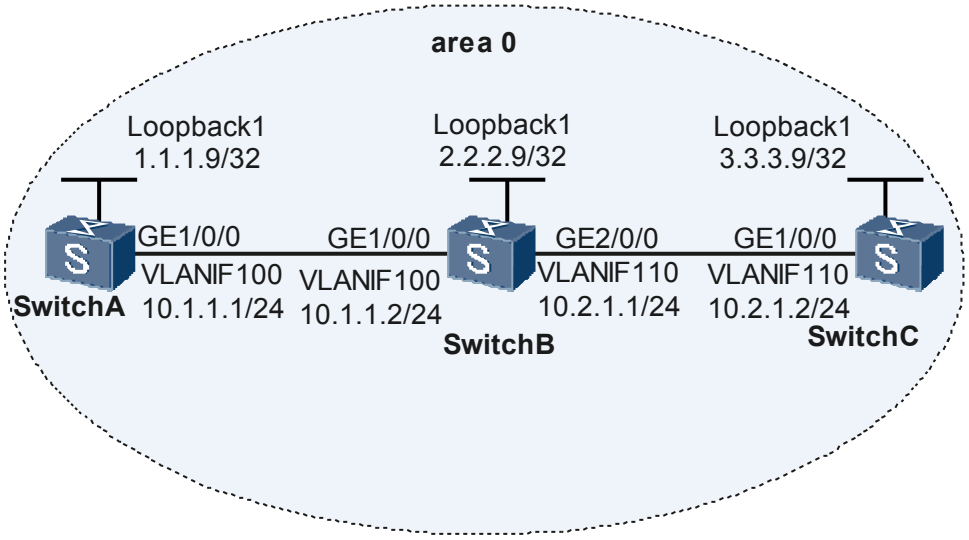
组网需求

如图 6-88 示。

- SwitchA、SwitchB、SwitchC 都运行 OSPF 协议，并学习到彼此 Loopback 接口的 32 位主机路由。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 上都启用 MPLS 和 MPLS LDP。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间的 VLANIF 接口都启用 MPLS 和 MPLS LDP，正确触发 LDP LSP 的建立。

要求使用 NQA LSP Ping 功能测试 SwitchA 与 SwitchC 之间的 LSP 连通性状态。

图 6-88 LSP Jitter 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 Lspjitter 测试的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端。
2. SwitchC 做为 NQA 服务器端。

   在 SwitchA 上建立 Lspjitter 测试用例。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- 服务器端的主机地址及掩码

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间 LDP（略）

配置 LDP 的步骤请参考《S9700 核心路由交换机 配置指南-MPLS》

步骤 3 配置 SwitchA 为 NQA 客户端

使能 NQA 客户端，配置 LDP LSP 的 Ping 测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin lspjitter
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] test-type lspjitter
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] lsp-type ipv4
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] destination-address ipv4 3.3.3.9 lsp-masklen 32 lsp-loopback 127.0.0.1
```

步骤 4 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] start now
```

步骤 5 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] display nqa results test-instance admin lspjitter
NQA entry (admin, lspjitter) :testflag is inactive ,testtype is lspjitter
  1 . Test 1 result   The test is finished
   SendProbe:60                          ResponseProbe:60
   Completion :success                   RTD OverThresholds number:0
   Min/Max/Avg/Sum RTT:1/1/1/60          RTT  Square Sum:60
   NumOfRTT:60                           Drop operation number:0
   Operation sequence errors number:0    RTT Stats errors number:0
   System busy operation number:0        Operation timeout number:0
   Min Positive SD:0                     Max Positive SD:0
   Positive SD Number:0                  Positive SD Sum:0
   Positive SD Square Sum :0             Min Negative SD:0
   Max Negative SD:1                     Negative SD Number:1
   Negative SD Sum:1                     Negative SD Square Sum :1
   Packet Loss Unknown:0                 Average of Jitter SD:1
   jitter out value:0.0162967
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface LoopBack1
  ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
nqa test-instance admin lspjitter
 test-type  lspjitter
 destination-address ipv4 3.3.3.9 lsp-masklen 32 lsp-loopback 127.0.0.1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 100
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack1
ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 TE 隧道 LSP Jitter 测试示例

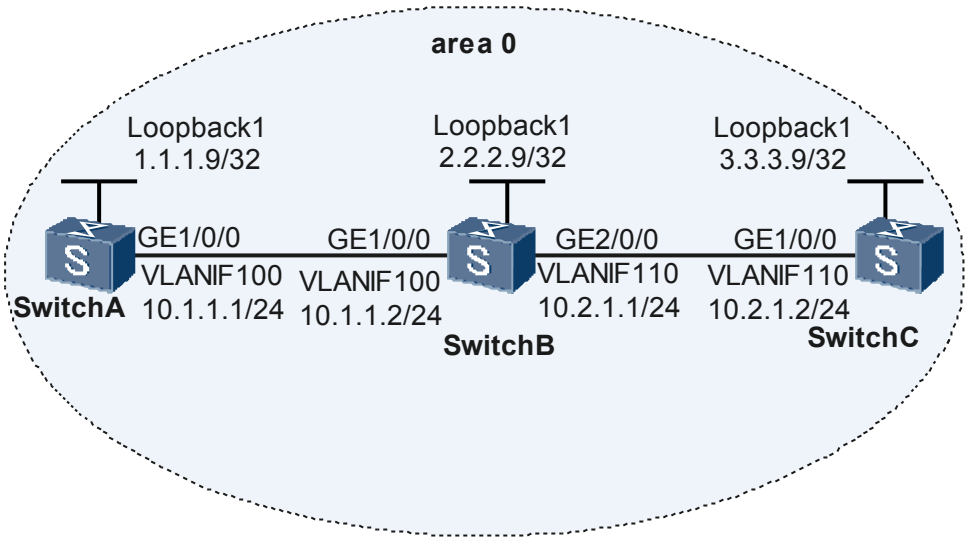
组网需求

如图 6-89 所示。

- SwitchA、SwitchB、SwitchC 都运行 OSPF 协议，并学习到彼此 Loopback 接口的 32 位主机路由。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 上都启用 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间的 VLANIF 接口都启用 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE，建立一条从 SwitchA 到 SwitchC 的 TE 隧道。

使用 NQA LSP Jitter 功能测试 TE 隧道。

图 6-89 LSP Jitter 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 LSP Jitter 测试的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端，在 SwitchA 上建立 LSP Jitter 测试用例。
2. SwitchC 做为 NQA 服务器端。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- MPLS TE 隧道接口

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的 MPLS RSVP-TE（略）

步骤 3 配置 SwitchA 上建立到 SwitchC 的 TE 隧道（略）

配置 MPLS RSVP-TE 的步骤请参考《S9700 核心路由交换机 配置指南-MPLS》

步骤 4 配置 SwitchA 的 NQA 测试例

使能 NQA 客户端，配置 TE 隧道的 LSP Jitter 测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin lspjitter
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] test-type lspjitter
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] lsp-type te
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] lsp-tetunnel tunnel 1/0/0
```

步骤 5 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] start now
```

步骤 6 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-lspjitter] display nqa results test-instance admin lspjitter
NQA entry (admin, lspjitter) :testflag is active ,testtype is lspjitter
1 . Test 1 result   The test is finished
   SendProbe:60                          ResponseProbe:60
   Completion :success                   RTD OverThresholds number:0
   Min/Max/Avg/Sum RTT:1/1/1/60          RTT  Square Sum:60
   NumOfRTT:60                           Drop operation number:0
   Operation sequence errors number:0    RTT Stats errors number:0
   System busy operation number:0        Operation timeout number:0
   Min Positive SD:0                     Max Positive SD:0
   Positive SD Number:0                  Positive SD Sum:0
   Positive SD Square Sum :0             Min Negative SD:0
   Max Negative SD:1                     Negative SD Number:1
   Negative SD Sum:1                     Negative SD Square Sum :1
   Packet Loss Unknown:0                 Average of Jitter SD:1
   jitter out value:0.0162967
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 10000
 mpls te bandwidth bc0 5000
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface LoopBack1
ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.9
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te bandwidth ct0 3000
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
nqa test-instance admin lspjitter
 test-type  lspjitter
 lsp-type te
 lsp-tetunnel Tunnel1/0/0
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 110
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 10000
 mpls te bandwidth bc0 5000
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 10000
 mpls te bandwidth bc0 5000
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack1
ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 110
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 10000
 mpls te bandwidth bc0 5000
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface LoopBack1
ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

配置 TE 隧道 LSP Traceroute 测试示例

组网需求

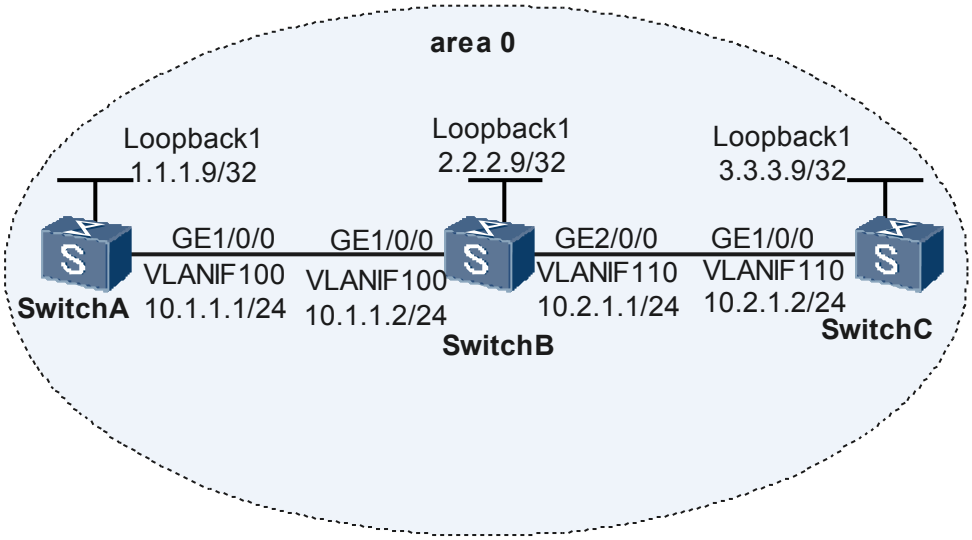
如图 6-90 所示。

- SwitchA、SwitchB、SwitchC 都运行 OSPF 协议，并学习到彼此 Loopback 接口的 32 位主机路由。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 上都启用 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE。
- SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间的 VLANIF 接口都启用 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE，建立一条从 SwitchA 到 SwitchC 的 TE 隧道。

使用 NQA LSP Traceroute 功能测试 TE 隧道。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-90 LSP Traceroute 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 LSP Traceroute 测试的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端，在 SwitchA 上建立 LSP Traceroute 测试用例。
2. SwitchC 做为 NQA 服务器端。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- lsp-tetunnel tunnel 接口编号

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的 MPLS RSVP-TE（略）

步骤 3 配置 SwitchA 上建立到 SwitchC 的 TE 隧道（略）

配置 MPLS RSVP-TE 的步骤请参考《S9700 核心路由交换机 配置指南-MPLS》

步骤 4 配置 SwitchA 的 NQA 测试例

使能 NQA 客户端，配置 TE 隧道的 LSP Traceroute 测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin lsptrace
[SwitchA-nqa-admin-lsptrace] test-type lsptrace
[SwitchA-nqa-admin-lsptrace] lsp-type te
[SwitchA-nqa-admin-lsptrace] lsp-tetunnel tunnel 1/0/0
```

步骤 5 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-lsptrace] start now
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-lsptrace] display nqa results test-instance admin lsptrace
 NQA entry(admin, lsptrace) :testFlag is inactive ,testtype is  lsptrace
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Completion:success                        Attempts number:1
   Disconnect operation number:0         Operation timeout number:0
   System busy operation number:0        Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Drop operation number:0
   Last good path Time:2006-8-24 11:22:21.2
   1 . Hop 1
    Send operation times: 3               Receive response times: 3
    Min/Max/Average Completion Time: 1050/1090/1053
    Sum/Square-Sum  Completion Time: 3160/3331000
    RTD OverThresholds number: 0
    Last Good Probe Time: 2006-8-24 11:22:17.2
    Destination ip address:10.1.1.2
    Lost packet ratio: 0 %
   2 . Hop 2
    Send operation times: 3              Receive response times: 3
    Min/Max/Average Completion Time: 1050/1490/1323
    Sum/Square-Sum  Completion Time: 3970/5367500
    RTD OverThresholds number: 0
    Last Good Probe Time: 2006-8-24 11:22:21.2
    Destination ip address:3.3.3.9
    Lost packet ratio: 0 %
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te max-link-bandwidth 10000
 mpls te max-reservable-bandwidth 5000
 mpls rsvp-te
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.9
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te bandwidth bc0 3000
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
nqa test-instance admin lsptrace
 test-type  lsptrace
 lsp-type te
 lsp-tetunnel Tunnel1/0/0
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 110
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te max-link-bandwidth 10000
 mpls te max-reservable-bandwidth 5000
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te max-link-bandwidth 10000
 mpls te max-reservable-bandwidth 5000
 mpls rsvp-te
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface LoopBack1
ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 110
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif110
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te max-link-bandwidth 10000
 mpls te max-reservable-bandwidth 5000
 mpls rsvp-te
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
Return
```

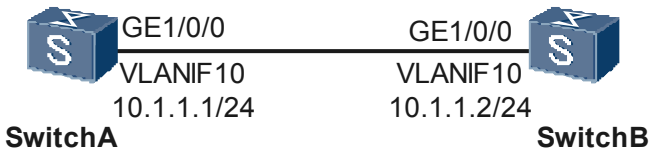
配置 ICMP Jitter 测试示例

组网需求

如图 6-91 所示。

SwitchA 作为 NQA 客户端，测试与 SwitchB 之间网络的抖动情况。

图 6-91 ICMP Jitter 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 ICMP Jitter 测试的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端，在 SwitchA 上建立 ICMP Jitter 测试用例。
2. SwitchB 做为 NQA 服务器端。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- SwitchB 的 IP 地址

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA 和 SwitchB 之间可达（略）

步骤 2 配置 SwitchA 的 NQA 测试例

使能 NQA 客户端，配置 ICMP Jitter 测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin icmpjitter
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] test-type icmpjitter
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] destination-address ipv4  10.1.1.2
```

步骤 3 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] start now
```

步骤 4 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] display nqa results test-instance admin icmpjitter
NQA entry(admin, icmpjitter) :testflag is inactive ,testtype is icmpjitter
  1 . Test 1 result   The test is finished
   SendProbe:60                          ResponseProbe:60
   Completion :success                   RTD OverThresholds number:0
   OWD OverThresholds SD number:0        OWD OverThresholds DS number:0
   Min/Max/Avg/Sum RTT:1/3/1/65          RTT  Square Sum:77
   NumOfRTT:60                           Drop operation number:0
   Operation sequence errors number:0    RTT Stats errors number:0
   System busy operation number:0        Operation timeout number:0
   Min Positive SD:1                     Min Positive DS:1
   Max Positive SD:3                     Max Positive DS:1
   Positive SD Number:18                 Positive DS Number:15
   Positive SD Sum:22                    Positive DS Sum:15
   Positive SD Square Sum :32            Positive DS Square Sum :15
   Min Negative SD:1                     Min Negative DS:1
   Max Negative SD:2                     Max Negative DS:1
   Negative SD Number:21                 Negative DS Number:14
   Negative SD Sum:22                    Negative DS Sum:14
   Negative SD Square Sum :24            Negative DS Square Sum :14
   Min Delay SD:0                        Min Delay DS:0
   Avg Delay SD:0                        Avg Delay DS:0
   Max Delay SD:0                        Max Delay DS:0
   Delay SD Square Sum:4                 Delay DS Square Sum:1
   Packet Loss SD:0                      Packet Loss DS:0
   Packet Loss Unknown:0                 Average of Jitter:1
   Average of Jitter SD:1                Average of Jitter DS:1
   jitter out value:0.5599658            jitter in value:0.3574005
   NumberOfOWD:60                        Packet Loss Ratio: 0%
   OWD SD Sum:4                          OWD DS Sum:1
   ICPIF value: 0                        MOS-CQ value: 0
   TimeStamp unit: ms                    Packet Rewrite Number: 0
   Packet Rewrite Ratio: 0%              Packet Disorder Number: 0
   Packet Disorder Ratio: 0%             Fragment-disorder Number: 0
   Fragment-disorder Ratio: 0%
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
nqa test-instance admin icmpjitter
 test-type icmpjitter
 destination-address ipv4  10.1.1.2

#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

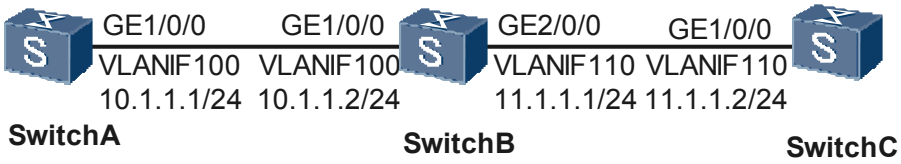
配置 Path Jitter 测试示例

组网需求

如图 6-92 所示。

SwitchA 作为 NQA 客户端，测试与 SwitchC 之间网络的抖动情况。

图 6-92 ICMP Jitter 测试组网图



配置思路

采用如下思路进行 Path Jitter 测试的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端，在 SwitchA 上建立 Path Jitter 测试用例。
2. SwitchC 做为 NQA 服务器端。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下数据：

- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 的 IP 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA 和 SwitchC 之间可达（略）

步骤 2 配置 SwitchA 的 NQA 测试例

使能 NQA 客户端，配置 Path Jitter 测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin pathjitter
[SwitchA-nqa-admin-pathjitter] test-type pathjitter
[SwitchA-nqa-admin-pathjitter] destination-address ipv4  11.1.1.2
[SwitchA-nqa-admin-pathjitter] icmp-jitter-mode icmp-echo
```

步骤 3 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-pathjitter] start now
```

步骤 4 验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-admin-pathjitter] display nqa results test-instance admin pathjitter
NQA entry(admin, pathjitter) ::testflag is inactive ,testtype is pathjitter
   Current Status:CLOSE
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Trace Completion Status:success
   1 . Hop 1
   Destination ip address:10.1.1.2
   Jitter Completion Status:success     Jitter Finish Status:finished
   SendProbe:60                         ResponseProbe:60
   Min/Max/Avg/Sum RTT:1/5/1/73         RTT  Square Sum:111
   NumOfRTT:60                          Drop operation number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   System busy operation number:0       Operation timeout number:0
   Min Positive SD:1                    Min Positive DS:2
   Max Positive SD:1                    Max Positive DS:2
   Positive SD Number:10                Positive DS Number:1
   Positive SD Sum:10                   Positive DS Sum:2
   Positive SD Square Sum :10           Positive DS Square Sum :4
   Min Negative SD:0                    Min Negative DS:0
   Max Negative SD:0                    Max Negative DS:0
   Negative SD Number:0                 Negative DS Number:0
   Negative SD Sum:0                    Negative DS Sum:0
   Negative SD Square Sum :0            Negative DS Square Sum :0
   Max Delay SD:2                       Max Delay DS:3
   Average of Jitter:1                  NumberOfOWD:60
   Average of Jitter SD:1               Average of Jitter DS:2
   jitter out value:0.0861913           jitter in value:0.0189286
   OWD SD Sum:11                        OWD DS Sum:62
   2 . Hop 2
   Destination ip address:11.1.1.2
   Jitter Completion Status:success     Jitter Finish Status:finished
   SendProbe:60                         ResponseProbe:60
   Min/Max/Avg/Sum RTT:2/14/3/170       RTT  Square Sum:634
   NumOfRTT:60                          Drop operation number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   System busy operation number:0       Operation timeout number:0
   Min Positive SD:1                    Min Positive DS:1
   Max Positive SD:6                    Max Positive DS:6
   Positive SD Number:4                 Positive DS Number:18
   Positive SD Sum:9                    Positive DS Sum:24
   Positive SD Square Sum :39           Positive DS Square Sum :56
   Min Negative SD:0                    Min Negative DS:0
   Max Negative SD:0                    Max Negative DS:0
   Negative SD Number:0                 Negative DS Number:0
   Negative SD Sum:0                    Negative DS Sum:0
   Negative SD Square Sum :0            Negative DS Square Sum :0
   Max Delay SD:7                       Max Delay DS:7
   Average of Jitter:1                  NumberOfOWD:60
   Average of Jitter SD:2               Average of Jitter DS:1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
jitter out value:0.0946116          jitter in value:0.2699488
OWD SD Sum:70                       OWD DS Sum:100
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 vlan batch 100
#
interface Vlanif100
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ospf 2
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
nqa test-instance admin pathjitter
test-type pathjitter
 destination-address ipv4 11.1.1.2
 icmp-jitter-mode icmp-echo
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 110
#
interface Vlanif100
  ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif110
ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
ospf 11
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 110
#
interface Vlanif110
ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置检测从组播源到当前交换机的 RPF 路径的测试例示例

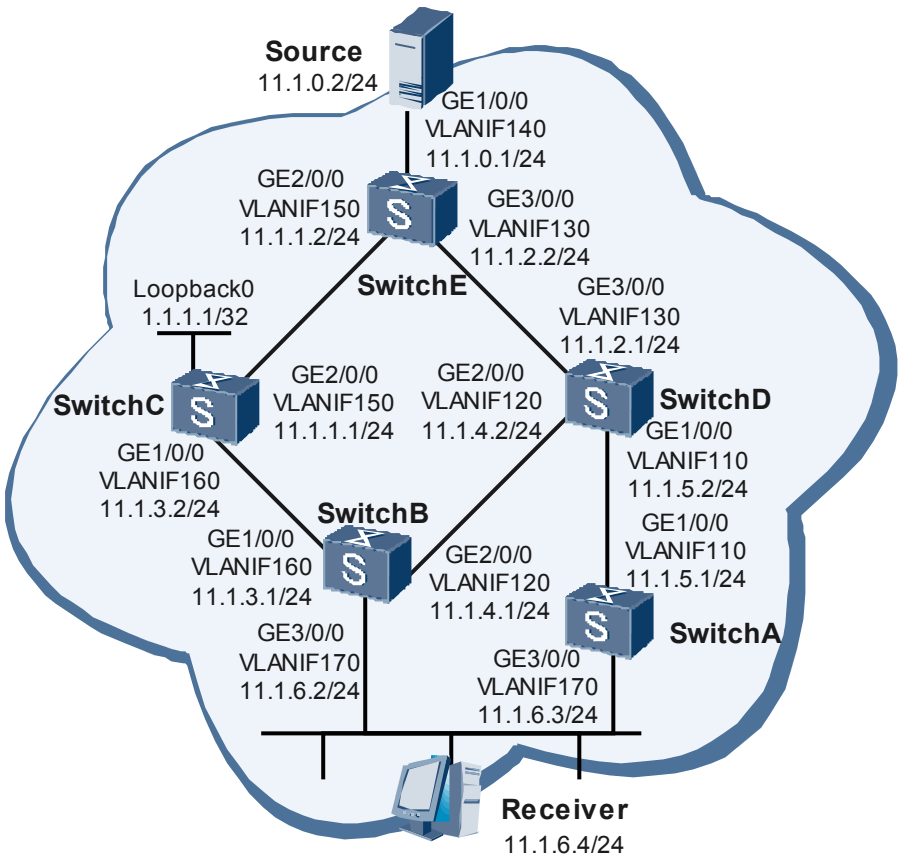
组网需求

如图 6-93 所示，在 PIM-SM 组播网络中，所有 Switch 执行 NTP 时间同步协议，保证各 Switch 时间同步，Receiver 加入组播组 225.1.1.1，正常接收 Source 发送的组播数据。需求：判断沿 RPF 路径，如何从 Source 到达 RTB。

解决方案：在 SwitchB 上执行 MTrace，检测从组播源到当前 Switch 的 RPF 路径。

使用 NQA MTrace 测试例实现 MTrace 功能。

图 6-93 MTrace 组网图



配置思路

本例中采用的配置思路如下。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

1. 将 SwitchB 作为 NQA Client，配置 MTrace 测试例。
2. 启动测试例，验证检测结果。

数据准备

本例中需要准备的数据如下。

- 测试例名称：admin mtrace
- 组播源地址：11.1.0.2/24

说明

本例中只介绍与配置 MTrace 测试例相关的内容。

操作步骤

步骤 1 在 SwitchB 上配置 NQA MTrace 测试例。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] nqa test-instance admin mtrace
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] test-type mtrace
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] mtrace-source-address ipv4 11.1.0.2
```

步骤 2 启动测试例。

```
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] start now
```

步骤 3 验证测试结果。可以看到从组播源到 SwitchB 的 RPF 路径是 SwitchE-SwitchD-SwitchB。

```
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] display nqa results test-instance admin mtrace

NQA entry (admin, mtrace) :testflag is inactive ,testtype is mtrace
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Completions: success                 Query Mode: max-hop
   Current Hop:3                        Current Probe:1
   SendProbe:1                          ResponseProbe:1
   Timeout Count:0                      Busy Count:0
   Drop Count:0                         Max Path Ttl:4
   Responser:127.0.0.1                  Response Rtt: 10
   mtrace start time: 2009-2-18 21:46:49.3
   Last Good Probe Time: 2009-2-18 21:46:49.3
   Last Good Path Time: 2009-2-18 21:46:49.3
   1 . Hop 1
    Outgoing Interface Address: 0.0.0.0
    Incoming Interface Address: 11.1.4.1
    Prehop Router Address: 11.1.4.2
    Protocol : PIM (assert)          Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:4
    SG Packet Count:13316240        Hop Time Delay (ms) : 0xffffffff
    Input Packet Count:0            Output Packet Count:0
    Input Rate (pps) : 0xffffffff   Output Rate (pps) : 0xffffffff
    Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
   2 . Hop 2,Outgoing Interface Address: 11.1.4.2
    Incoming Interface Address: 11.1.2.1
    Prehop Router Address: 11.1.2.2
    Protocol : PIM (assert)          Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:3
    SG Packet Count:26813234        Hop Time Delay (ms) :39131
    Input Packet Count:0            Output Packet Count:0
    Input Rate (pps) : 0xffffffff   Output Rate (pps) : 0xffffffff
    Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
   3 . Hop 3
    Outgoing Interface Address: 11.1.2.2
    Incoming Interface Address: 11.1.0.1
    Prehop Router Address: 0.0.0.0
    Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
SG Packet Count:13291852        Hop Time Delay (ms) : 0xffffffff
Input Packet Count:0            Output Packet Count:0
Input Rate (pps) : 0xffffffff    Output Rate (pps) : 0xffffffff
Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff                    ,
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 110 170
#
interface Vlanif110
 ip address 11.1.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif170
 ip address 11.1.6.3 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.5.0 0.0.0.255
  network 11.1.6.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 120 160 170
#
interface Vlanif120
 ip address 11.1.4.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 11.1.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif170
 ip address 11.1.6.2 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.3.0 0.0.0.255
  network 11.1.4.0 0.0.0.255
  network 11.1.6.0 0.0.0.255
#
pim
#
nqa admin mtrace
 test-type mtrace
 mtrace-source-address ipv4 11.1.0.2
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 150 160
#
interface Vlanif150
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 11.1.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface Loopback0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 igmp enable
 pim sm
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 110 120 130
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif110
 ip address 11.1.5.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif120
 ip address 11.1.4.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif130
 ip address 11.1.2.1 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.2.0 0.0.0.255
  network 11.1.4.0 0.0.0.255
  network 11.1.5.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 130 140 150
#
interface Vlanif130
 ip address 11.1.2.2 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface Vlanif140
 ip address 11.1.0.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif150
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 area 0.0.0.0
  network 11.1.0.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.26.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

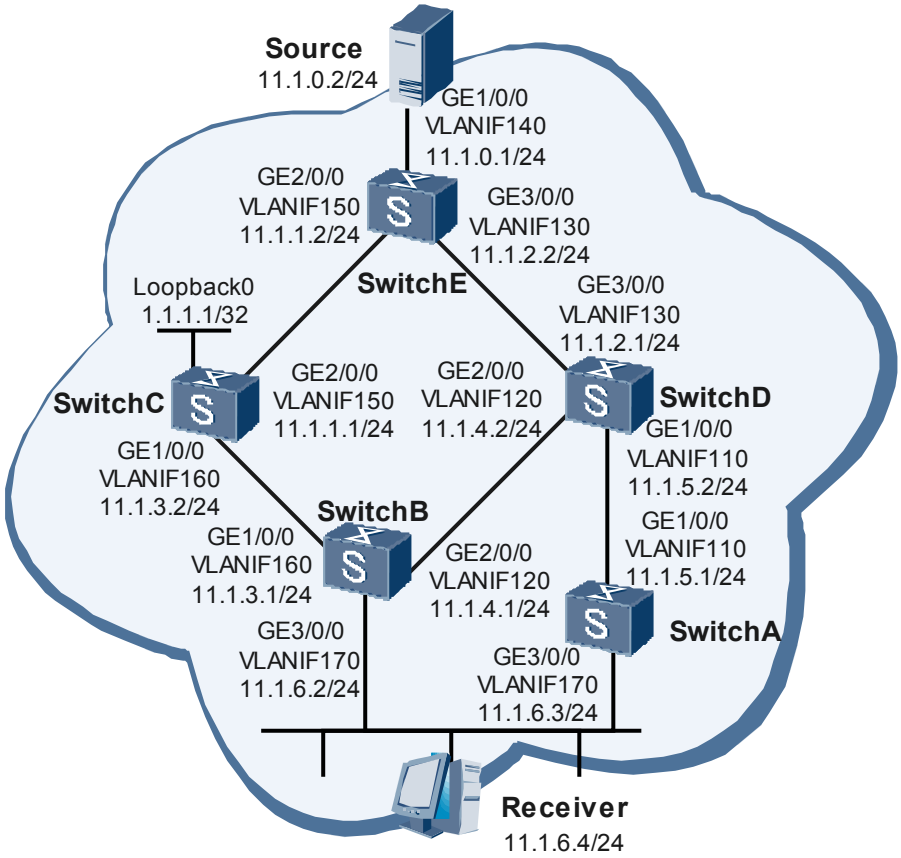
配置检测从组播源到当前交换机的组播路径的测试例示例

组网需求

如图 6-94 所示，在 PIM-SM 组播网络中，所有 Switch 执行 NTP 时间同步协议，保证各 Switch 时间同步，Receiver 加入组播组 225.1.1.1，正常接收 Source 发送的组播数据。已知 RTB 上能够接收组播数据。需求：判断组播数据如何从 Source 到达 RTB。

解决方案：在 SwitchB 上使用 NQA MTrace 测试例实现 MTrace 功能，检测从组播源到当前 Switch 的组播路径。

图 6-94 从组播源到当前 Switch 的组播路径测试组网图



配置思路

本例中采用的配置思路如下。

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 将 SwitchB 作为 NQA Client，配置 MTrace 测试例。
2. 启动测试例，验证检测结果。

数据准备

本例中需要准备的数据如下。

- 测试例名称：admin mtrace
- 组播源地址 11.1.0.2
- 组播组地址 225.1.1.1

操作步骤

步骤 1 在 SwitchB 上配置 NQA MTrace 测试例。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] nqa test-instance admin mtrace
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] test-type mtrace
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] mtrace-source-address ipv4 11.1.0.2
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] mtrace-group-address ipv4 225.1.1.1
```

步骤 2 启动测试例。

```
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] start now
```

步骤 3 验证测试结果。可以看到从组播源到 SwitchB 的 RPF 路径是 SwitchE-SwitchD-SwitchB。

```
[SwitchB-nqa-admin-mtrace] display nqa results test-instance admin mtrace
NQA entry(admin, mtrace) :testflag is inactive ,testtype is mtrace
1 . Test 1 result   The test is finished
   Completions: success                Query Mode: max-hop
   Current Hop:3                         Current Probe:1
   SendProbe:1                           ResponseProb:1
   Timeout Count:0                       Busy Count:0
   Drop Count:0                          Max Path Ttl:4
   Responser:11.1.2.2                 Response Rtt: 64
   mtrace start time: 2009-2-7 17:9:11.1
   Last Good Probe Time: 2009-2-7 17:9:11.1
   Last Good Path Time: 2009-2-7 17:9:11.1
   1 . Hop 1
    Outgoing Interface Address: 0.0.0.0
    Incoming Interface Address: 11.1.4.1
    Prehop Router Address: 11.1.4.2
    Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:4
    SG Packet Count:62              Hop Time Delay(ms):1
    Input Packet Count:8845         Output Packet Count: 0xffffffff
    Input Rate(pps): 0xffffffff     Output Rate(pps): 0xffffffff
    Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
   2 . Hop 2
    Outgoing Interface Address: 11.1.4.2
    Incoming Interface Address: 11.1.2.1
    Prehop Router Address: 11.1.2.2
    Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:3
    SG Packet Count:65              Hop Time Delay(ms): 0xffffffff
    Input Packet Count:9264         Output Packet Count:8792
    Input Rate(pps): 0xffffffff     Output Rate(pps): 0xffffffff
    Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
   3 . Hop 3
    Outgoing Interface Address: 11.1.2.2
    Incoming Interface Address: 11.1.0.1
    Prehop Router Address: 0.0.0.0
    Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:2
    SG Packet Count:0               Hop Time Delay(ms): 0xffffffff
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Input Packet Count:98002          Output Packet Count:15987
Input Rate(pps): 0xffffffff       Output Rate(pps): 0xffffffff
Input Loss Rate: 0xffffffff       SG Loss Rate: 0xffffffff
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 110 170
#
interface Vlanif110
 ip address 11.1.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif170
 ip address 11.1.6.3 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.5.0 0.0.0.255
  network 11.1.6.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 120 160 170
#
interface Vlanif120
 ip address 11.1.4.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 11.1.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif170
 ip address 11.1.6.2 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.3.0 0.0.0.255
  network 11.1.4.0 0.0.0.255
  network 11.1.6.0 0.0.0.255
#
nqa admin mtrace
 test-type mtrace
 mtrace-source-address ipv4 11.1.0.2
 mtrace-group-address ipv4 225.1.1.1
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 150 160
#
interface Vlanif150
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 11.1.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface Loopback0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 igmp enable
 pim sm
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 110 120 130
#
interface Vlanif110
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 11.1.5.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif120
 ip address 11.1.4.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif130
 ip address 11.1.2.1 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.2.0 0.0.0.255
  network 11.1.4.0 0.0.0.255
  network 11.1.5.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 130 140 150
#
interface Vlanif130
 ip address 11.1.2.2 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface Vlanif140
 ip address 11.1.0.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif150
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.0.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.2.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

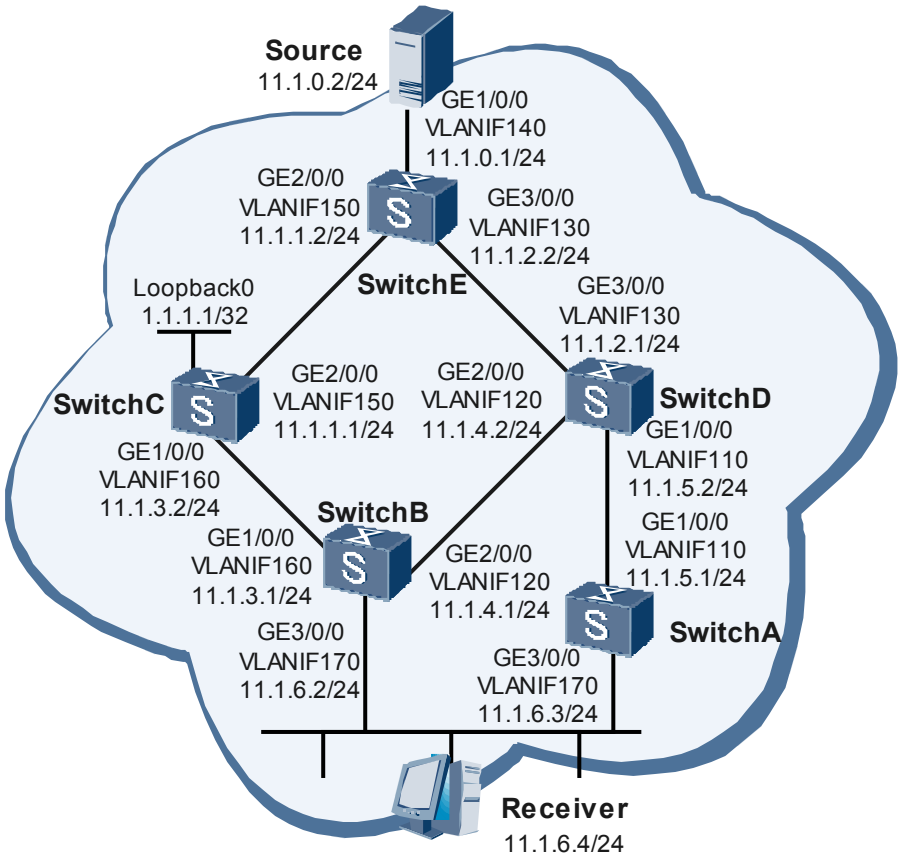
配置检测从组播源到目的主机的 RPF 路径的测试例示例

组网需求

如图 6-95 所示，在 PIM-SM 组播网络中，在 PIM-SM 组播网络中，所有 Switch 执行 NTP 时间同步协议，保证各 Switch 时间同步，Receiver 加入组播组 225.1.1.1，正常接收 Source 发送的组播数据。已知 SwitchB 是最后一跳 Switch。需求：判断沿 RPF 路径，如何从 Source 到达 Receiver。

解决方案：在 SwitchC 上执行使用 NQA MTrace 测试例实现 MTrace 功能，检测从组播源到目的主机的 RPF 路径。

图 6-95 从组播源到当前 Switch 的组播路径测试组网图



配置思路

本例中采用的配置思路如下。

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 将 SwitchC 作为 NQA Client，配置 MTrace 测试例。
2. 启动测试例，验证检测结果。

数据准备

本例中需要准备的数据如下。

- 测试例名称：admin mtrace
- 组播源地址 11.1.0.2/24
- 目的主机地址 11.1.6.4
- 最后一跳 Switch 地址 11.1.6.2

操作步骤

步骤 1 在 SwitchC 上配置 NQA MTrace 测试例。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] nqa test-instance admin mtrace
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] test-type mtrace
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] mtrace-source-address ipv4 11.1.0.2
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] destination-address ipv4 11.1.6.4
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] mtrace-query-type last-hop
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] mtrace-last-hop-address ipv4 11.1.6.2
```

步骤 2 启动测试例。

```
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] start now
```

步骤 3 验证测试结果。可以看到从组播源到 SwitchC 的 RPF 路径是 SwitchE-SwitchD-SwitchC。

```
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] display nqa results test-instance admin mtrace

NQA entry(admin, mtrace) :testflag is active ,testtype is mtrace
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Completions: success                 Query Mode: max-hop
   Current Hop:3                        Current Probe:1
   SendProbe:1                          ResponseProb:1
   Timeout Count:0                      Busy Count:0
   Drop Count:0                         Max Path Ttl:4
   Responser:11.1.0.2                 Response Rtt: 62
   mtrace start time: 2009-2-7 17:36:18.1
   Last Good Probe Time: 2009-2-7 17:36:18.1
   Last Good Path Time: 2009-2-7 17:36:18.1
   1 . Hop 1
    Outgoing Interface Address: 11.1.6.2
    Incoming Interface Address: 11.1.4.1
    Prehop Router Address: 11.1.4.2
    Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:4
    SG Packet Count:0xffffffff      Hop Time Delay(ms):65
    Input Packet Count:9424         Output Packet Count:9815
    Input Rate(pps): 0xffffffff     Output Rate(pps): 0xffffffff
    Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
   2 . Hop 2
    Outgoing Interface Address: 11.1.4.2
    Incoming Interface Address: 11.1.2.1
    Prehop Router Address: 11.1.2.2
    Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:3
    SG Packet Count:0xffffffff      Hop Time Delay(ms):1
    Input Packet Count:9849         Output Packet Count:9429
    Input Rate(pps): 0xffffffff     Output Rate(pps): 0xffffffff
    Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
   3 . Hop 3
    Outgoing Interface Address: 11.1.2.2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Incoming Interface Address: 11.1.0.1
Prehop Router Address: 0.0.0.0
Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:2
SG Packet Count:0xffffffff      Hop Time Delay(ms): 0xffffffff
Input Packet Count:109581       Output Packet Count:16529
Input Rate(pps): 0xffffffff     Output Rate(pps): 0xffffffff
Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 110 170
#
interface Vlanif110
 ip address 11.1.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif170
 ip address 11.1.6.3 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.5.0 0.0.0.255
  network 11.1.6.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 120 160 170
#
interface Vlanif120
 ip address 11.1.4.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 11.1.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif170
 ip address 11.1.6.2 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.3.0 0.0.0.255
  network 11.1.4.0 0.0.0.255
  network 11.1.6.0 0.0.0.255
#
return
#
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 150 160
#
interface Vlanif150
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 11.1.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.3.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
nqa admin mtrace
 test-type mtrace
 destination-address ipv4 11.1.6.4
 mtrace-query-type last-hop
 mtrace-last-hop-address ipv4 11.1.6.2
 mtrace-source-address ipv4 11.1.0.2
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchD
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 110 120 130
#
interface Vlanif110
 ip address 11.1.5.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif120
 ip address 11.1.4.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif130
 ip address 11.1.2.1 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.2.0 0.0.0.255
  network 11.1.4.0 0.0.0.255
  network 11.1.5.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 130 140 150
#
interface Vlanif130
 ip address 11.1.2.2 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface Vlanif140
 ip address 11.1.0.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif150
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.0.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.2.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

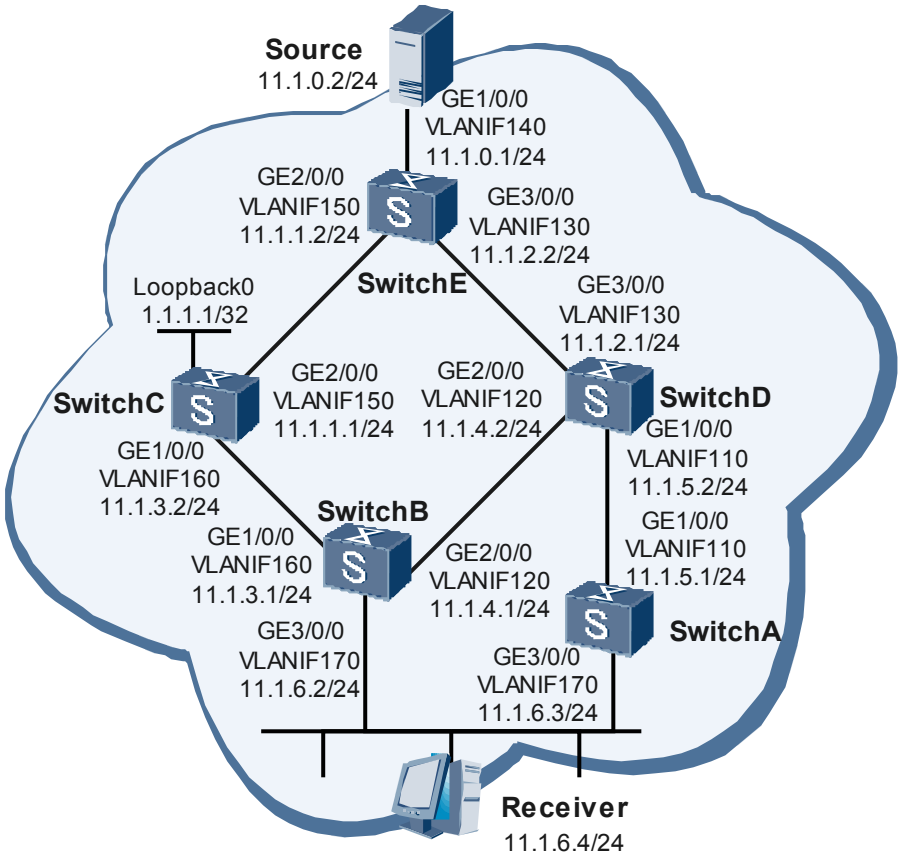
配置检测从组播源到目的主机的组播路径的测试例示例

组网需求

如图 6-96 所示，在 PIM-SM 组播网络中，在 PIM-SM 组播网络中，所有 Switch 执行 NTP 时间同步协议，保证各 Switch 时间同步，Receiver 加入组播组 225.1.1.1，正常接收 Source 发送的组播数据。需求：判断组播数据如何从 Source 到达 Receiver。

解决方案：在 SwitchC 上使用 NQA MTrace 测试实现 MTrace 功能，检测从组播源到目的主机的组播路径。

图 6-96 从组播源到当前 Switch 的组播路径测试组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

本例中采用的配置思路如下。

1. 将 SwitchC 作为 NQA Client，配置 MTrace 测试例。
2. 启动测试例，验证检测结果。

数据准备

本例中需要准备的数据如下。

- 测试例名称：admin mtrace
- 组播源地址 11.1.0.2
- 组播组地址 225.1.1.1
- 目的主机地址 11.1.6.4

操作步骤

步骤 1 在 SwitchC 上配置 NQA MTrace 测试例。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] nqa test-instance admin mtrace
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] test-type mtrace
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] mtrace-source-address ipv4 11.1.0.2
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] mtrace-group-address ipv4 225.1.1.1
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] destination-address ipv4 11.1.6.4
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] mtrace-query-type destination
```

步骤 2 启动测试例。

```
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] start now
```

步骤 3 验证测试结果。可以看到从组播源到目的主机的组播路径是 SwitchE-SwitchD-SwitchB。

```
[SwitchC-nqa-admin-mtrace] display nqa results test-instance admin mtrace

 NQA entry(admin, mtrace) :testflag is inactive ,testtype is mtrace
  1 . Test 1 result   The test is finished
  Completions: success                  Query Mode: max-hop
   Current Hop:3                        Current Probe:1
   SendProbe:1                          ResponseProb:1
   Timeout Count:0                      Busy Count:0
   Drop Count:0                         Max Path Ttl:4
   Responser:11.1.2.2                   Response Rtt: 83
   mtrace start time: 2009-2-7 17:26:53.2
   Last Good Probe Time: 2009-2-7 17:26:53.3
   Last Good Path Time: 2009-2-7 17:26:53.3
   1 . Hop 1
    Outgoing Interface Address: 11.1.6.2
    Incoming Interface Address: 11.1.4.1
    Prehop Router Address: 11.1.4.2
    Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:4
    SG Packet Count:255             Hop Time Delay(ms): 0xffffffff
    Input Packet Count:9207         Output Packet Count:9596
    Input Rate(pps): 0xffffffff     Output Rate(pps): 0xffffffff
    Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
   2 . Hop 2
    Outgoing Interface Address: 11.1.4.2
    Incoming Interface Address: 11.1.2.1
    Prehop Router Address: 11.1.2.2
    Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
    Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:3
    SG Packet Count:255             Hop Time Delay(ms):327
    Input Packet Count:9627         Output Packet Count:9222
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Input Rate(pps): 0xffffffff     Output Rate(pps): 0xffffffff
  Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
3 . Hop 3
  Outgoing Interface Address: 11.1.2.2
  Incoming Interface Address: 11.1.0.1
  Prehop Router Address: 0.0.0.0
  Protocol : PIM                  Forward Code:NO_ERROR
  Forward Ttl:1                   Current Path Ttl:2
  SG Packet Count:0               Hop Time Delay(ms): 0xffffffff
  Input Packet Count:105129       Output Packet Count:16320
  Input Rate(pps): 0xffffffff     Output Rate(pps): 0xffffffff
  Input Loss Rate: 0xffffffff     SG Loss Rate: 0xffffffff
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 110 170
#
interface Vlanif110
 ip address 11.1.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif170
 ip address 11.1.6.3 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.5.0 0.0.0.255
  network 11.1.6.0 0.0.0.255
#
pim
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 120 160 170
#
interface Vlanif120
 ip address 11.1.4.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 11.1.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif170
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 11.1.6.2 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.3.0 0.0.0.255
  network 11.1.4.0 0.0.0.255
  network 11.1.6.0 0.0.0.255
return
#
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 150 160
#
interface Vlanif150
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 11.1.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.3.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
nqa admin mtrace
 test-type mtrace
 destination-address ipv4 11.1.6.4
 mtrace-query-type destination
 mtrace-source-address ipv4 11.1.0.2
 mtrace-group-address ipv4 225.1.1.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
Return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 110 120 130
#
interface Vlanif110
 ip address 11.1.5.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif120
 ip address 11.1.4.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif130
 ip address 11.1.2.1 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.2.0 0.0.0.255
  network 11.1.4.0 0.0.0.255
  network 11.1.5.0 0.0.0.255
#
pim
#
Return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 multicast routing-enable
#
#
vlan batch 130 140 150
#
interface Vlanif130
 ip address 11.1.2.2 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface Vlanif140
 ip address 11.1.0.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif150
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 140
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface  GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.1.0.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.2.0 0.0.0.255
#
pim
#
Return
```

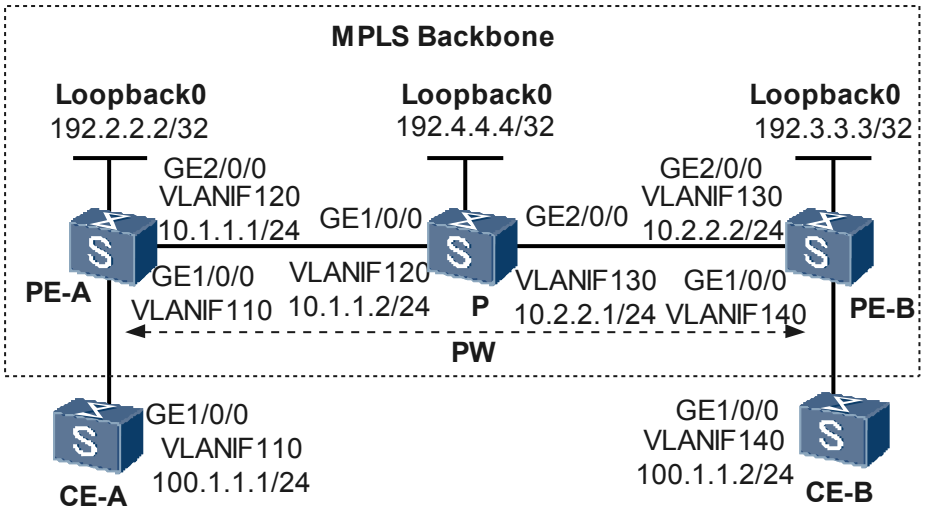
配置单跳 PW 的 PWE3 Ping 测试示例

组网需求

如图 6-97 所示。CE-A、CE-B 分别接入 PE-A 和 PE-B。PE-A 和 PE-B 用 MPLS 骨干网连接。在 PE-A 和 PE-B 之间使用 LSP 隧道建立动态 PW。

使用单跳 PW 的 PWE3 Ping 功能测试 PE-A 与 PE-B 之间的 PW 连通性状态。

图 6-97 单跳 PW 的 PWE3 Ping 测试组网示例



配置思路

采用如下思路进行配置：

1. 在骨干网上运行 IGP 路由协议，使骨干网各 Switch 能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。且 PW 两端的 PE 之间要建立 MPLS LDP 远端对等体关系。

版权所有 © 华为技术有限公司

3. 在 PE 上创建 MPLS L2VC 连接。
4. 在 PE-A 上配置单跳 PW 的 PWE3 Ping 测试例。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- PW 两端的 L2VC ID（必须一致）
- 各个 PE 及 P 上的 MPLS LSR-ID
- 设置 PE 远端对等体的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 配置单跳动态 PW。

在 MPLS 骨干网上配置单跳动态 PW。

具体配置过程请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南 VPN》“PWE3 配置”。

步骤 2 配置单跳 PW 的 PWE3 Ping 测试例。

配置 PE-A。

```
<PE-A> system-view
[PE-A] nqa test-instance test pwe3ping
[PE-A-nqa-test-pwe3ping] test-type pwe3ping
[PE-A-nqa-test-pwe3ping] local-pw-id 100
[PE-A-nqa-test-pwe3ping] local-pw-type vlan
[PE-A-nqa-test-pwe3ping] label-type control-word
```

步骤 3 启动测试操作。

```
[PE-A-nqa-test-pwe3ping] start now
```

步骤 4 验证测试结果。

在 PE 上执行 **display nqa results** 命令，可以看到测试结果为成功。

```
[PE-A-nqa-test-pwe3ping] display nqa results
 NQA entry(test, pwe3ping) :testflag is inactive ,testtype is pwe3ping
  1 . Test 1 result   The test is finished
Send operation times: 3              Receive response times: 3
      Completion:success              OverThresholds number: 0
      Attempts number:1                    Drop operation number:0
Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
      System busy operation number:0       Connection fail number:0
      Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
Min Positive Jitter: 0               Min Negative Jitter: 0
      Max Positive Jitter: 0               Max Negative Jitter: 0
      Positive Jitter Num: 0               Negative Jitter Num: 0
      Positive Jitter Sum: 0               Negative Jitter Sum: 0
Positive Jitter Square Sum: 0        Negative Jitter Square Sum: 0
      Packet Loss: 0                       Packet Loss Ratio: 0
      Destination ip address:10.2.2.2
      Min/Max/Average Completion Time: 60/110/86
Sum/Square-Sum  Completion Time: 260/23800
      Average Single-Way Completion Time: 30
      Last Good Probe Time: 2008-9-29 14:35:43.2
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- CE-A 的配置文件

```
#
 sysname CE-A
#
vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- PE-A 的配置文件

```
#
 sysname PE-A
#
 mpls lsr-id 192.2.2.2
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 192.3.3.3
 remote-ip 192.3.3.3
#
vlan batch 110 120
#
interface Vlanif110
 mpls l2vc 192.3.3.3 100
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
#
interface LoopBack0
ip address 192.2.2.2 0.0.0.0
#
nqa test-instance test pwe3ping
 test-type pwe3ping
 local-pw-id 100
 local-pw-type vlan
 #
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls lsr-id 192.4.4.4
 mpls
#
mpls ldp
#
vlan batch 120 130
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif130
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface LoopBack0
ip address 192.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.4.4.4 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE-B 的配置文件

```
#
 sysname PE-B
#
 mpls lsr-id 192.3.3.3
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 192.2.2.2
 remote-ip 192.2.2.2
#
vlan batch 130 140
#
interface Vlanif130
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif140
 mpls l2vc 192.2.2.2 100
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack0
ip address 192.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.3.3.3 0.0.0.0
network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE-B 的配置文件

```
#
 sysname CE-B
#
vlan batch 140
#
interface Vlanif140
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
return
```

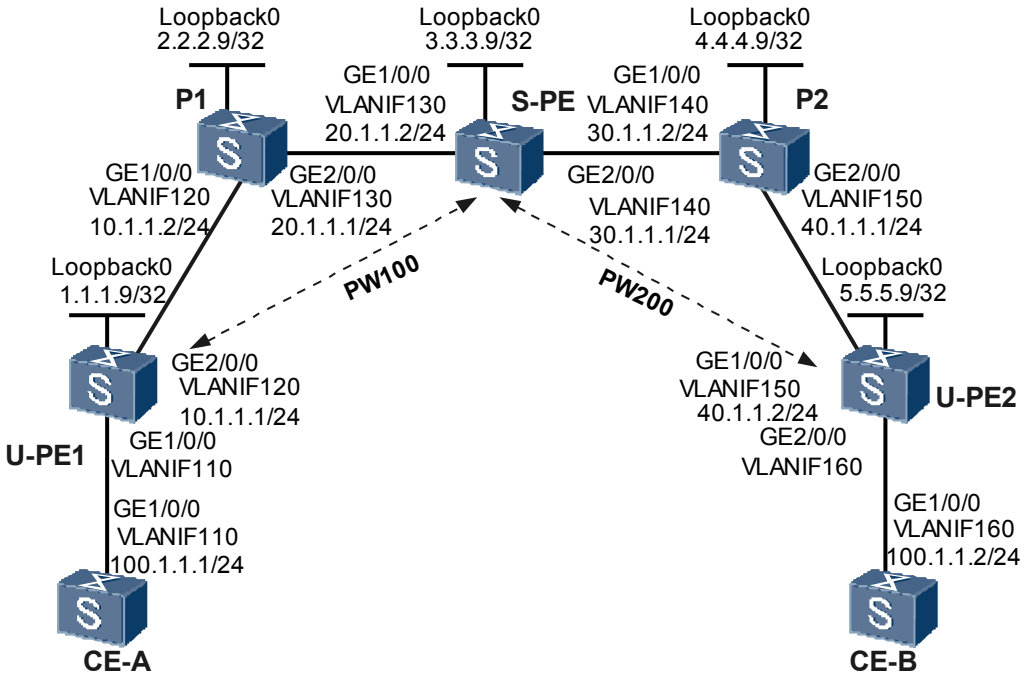
配置多跳 PW 的 PWE3 Ping 测试示例

组网需求

如图 6-98 所示。CE-A、CE-B 分别通过 PPP 方式接入 U-PE1 和 U-PE2。U-PE1 和 U-PE2 通过 MPLS 骨干网连接。使用 LSP 隧道，并以 S-PE 作为交换节点，在 U-PE1 和 U-PE2 之间建立多跳动态 PW。

使用多跳 PW 的 PWE3 Ping 功能测试 U-PE1 与 U-PE2 之间的 PW 连通性状态。

图 6-98 多跳 PW 的 PWE3 Ping 测试组网示例



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路进行配置：

1. 在骨干网上运行 IGP 路由协议，使骨干网各 Switch 能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。U-PE1 与 S-PE 之间、U-PE2 与 S-PE 之间需建立 MPLS LDP 远端对等体关系。
3. U-PE 之间创建 MPLS L2VC 连接。
4. 在交换节点 S-PE 上创建交换 PW。
5. 在 U-PE1 上配置多跳 PW 的 PWE3 Ping 测试例。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- U-PE1 与 U-PE2 上的 L2VC ID（应设置成不同值）
- U-PE1、S-PE 及 U-PE2 的 MPLS LSR-ID
- 远端对等体的 Remote-IP
- 交换 PW 的封装类型
- U-PE 上的 PW 模板名及模板参数

操作步骤

步骤 1 配置多跳动态 PW。

在 MPLS 骨干网上配置多跳纯动态 PW。

具体配置过程请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南 VPN》“配置 PWE3”。

步骤 2 配置多跳 PW 的 PWE3 Ping 测试例。

配置 U-PE1。

```
<U-PE1> system-view
[U-PE1] nqa test-instance test pwe3ping
[U-PE1-nqa-test-pwe3ping] test-type pwe3ping
[U-PE1-nqa-test-pwe3ping] local-pw-id 100
[U-PE1-nqa-test-pwe3ping] local-pw-type ppp
[U-PE1-nqa-test-pwe3ping] label-type control-word
[U-PE1-nqa-test-pwe3ping] remote-pw-id 200
```

步骤 3 启动测试操作。

```
[U-PE1-nqa-test-pwe3ping] start now
```

步骤 4 验证测试结果。

在 PE 上执行 **display nqa results** 命令，可以看到测试结果为成功。

```
[U-PE1-nqa-test-pwe3ping] display nqa results
NQA entry(test, pwe3ping) :testFlag is inactive ,testtype is pwe3ping
  1 . Test 1 result   The test is finished
    Send operation times: 3                Receive response times: 3
    Completion:success                      OverThresholds number: 0
    Attempts number:1                       Drop operation number:0
    Disconnect operation number:0         Operation timeout number:0
    System busy operation number:0        Connection fail number:0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
Min Positive Jitter: 0               Min Negative Jitter: 0
Max Positive Jitter: 0               Max Negative Jitter: 0
Positive Jitter Num: 0               Negative Jitter Num: 0
Positive Jitter Sum: 0               Negative Jitter Sum: 0
Positive Jitter Square Sum: 0        Negative Jitter Square Sum: 0
Packet Loss: 0                       Packet Loss Ratio: 0
Destination ip address:40.1.1.2
Min/Max/Average Completion Time: 60/110/86
Sum/Square-Sum  Completion Time: 260/23800
Average Single-Way Completion Time: 30
Last Good Probe Time: 2008-9-29 14:38:48.2
```

----结束

配置文件

- CE-A 的配置文件

```
#
 sysname CE-A
#
vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- U-PE1 的配置文件

```
#
 sysname U-PE1
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
vlan batch 110 120
#
interface Vlanif110
 mpls l2vc 3.3.3.9 100
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface LoopBack0
ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
nqa test-instance test pwe3ping
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 test-type pwe3ping
 local-pw-id 100
 local-pw-type ppp
remote-pw-id 200
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
vlan batch 120 130
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif130
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- S-PE 的配置文件

```
#
 sysname S-PE
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
 mpls switch-l2vc 5.5.5.9 200 between 1.1.1.9 100
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
 mpls ldp remote-peer 5.5.5.9
 remote-ip 5.5.5.9
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vlan batch 130 140
#
interface Vlanif130
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif140
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
vlan batch 140 150
#
interface Vlanif140
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif150
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.2.9 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
```

- U-PE2 的配置文件

```
#
 sysname U-PE2
#
 mpls lsr-id 5.5.5.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
vlan batch 150 160
#
interface Vlanif150
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif160
 mpls l2vc 3.3.3.9 200
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
#
interface LoopBack0
ip address 5.5.5.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.9 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE-B 的配置文件

```
#
 sysname CE-B
#
vlan batch 160
#
interface Vlanif160
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
return
```

配置单跳 PW 的 PWE3 Trace 测试示例

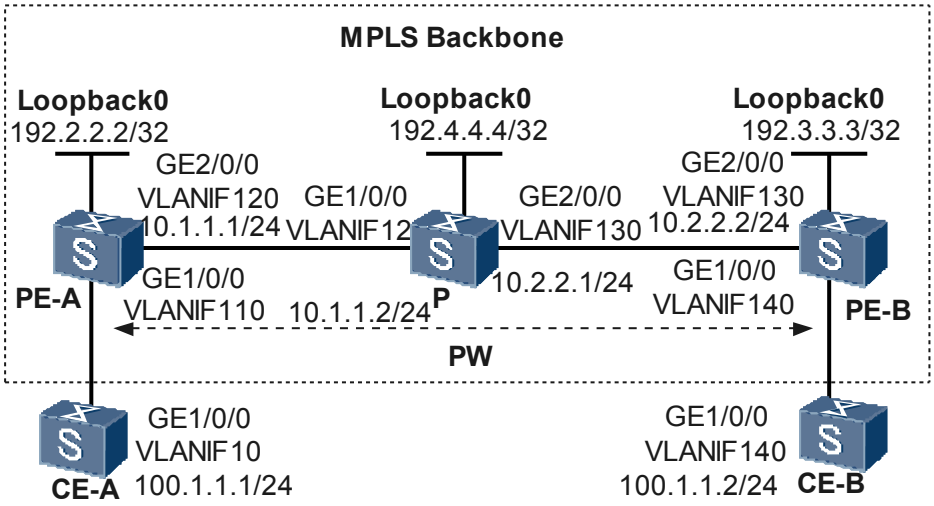
组网需求

如图 6-99 所示。CE-A、CE-B 分别通过 VLAN 方式接入 PE-A 和 PE-B。PE-A 和 PE-B 用 MPLS 骨干网连接。在 PE-A 和 PE-B 之间使用 LSP 隧道建立动态 PW。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

使用单跳 PW 的 PWE3 Trace 功能测试 PE-A 与 PE-B 之间的 PW 连通性状态。

图 6-99 单跳 PW 的 PWE3 Trace 测试组网示例



配置思路

采用如下思路进行配置：

1. 在骨干网上运行 IGP 路由协议，使骨干网各 Switch 能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。且 PW 两端的 PE 之间要建立 MPLS LDP 远端对等体关系。
3. 在 PE 上创建 MPLS L2VC 连接。
4. 在 PE-A 上配置单跳 PW 的 PWE3 Trace 测试例。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- PW 两端的 L2VC ID（必须一致）
- 各个 PE 及 P 上的 MPLS LSR-ID
- 设置 PE 远端对等体的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 配置单跳动态 PW。

在 MPLS 骨干网上配置单跳动态 PW。

具体配置过程请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南 VPN》“配置 PWE3”。

步骤 2 配置单跳 PW 的 PWE3 Trace 测试例。

配置 PE-A。

```
<PE-A> system-view
[PE-A] nqa test-instance test pwe3trace
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE-A -nqa-test-pwe3trace] test-type pwe3trace
[PE-A -nqa-test-pwe3trace] local-pw-type vlan
[PE-A -nqa-test-pwe3trace] local-pw-id 100
```

步骤 3 启动测试操作。

```
[PE-A -nqa-test-pwe3trace] start now
```

步骤 4 验证测试结果。

在 PE 上执行 **display nqa history** 命令，可以看到相应状态为成功。

```
[PE-A-nqa-test-pwe3trace] display nqa history
 NQA entry(test, pwe3trace) history:
 Index  T/H/P     Response Status        Address        Time
 1      1/1/1            4 success       10.1.1.2    2006-9-30 9:33:3.301
 2      1/1/2            5 success       10.1.1.2    2006-9-30 9:33:3.307
 3      1/1/3            3 success       10.1.1.2    2006-9-30 9:33:3.311
 4      1/2/1            6 success       3.3.3.9     2006-9-30 9:33:3.318
 5      1/2/2            6 success       3.3.3.9     2006-9-30 9:33:3.324
 6      1/2/3            6 success       3.3.3.9     2006-9-30 9:33:3.331
```

在 PE 上执行 **display nqa results** 命令，可以看到测试结果为成功。

```
[PE-A-nqa-test- pwe3trace] display nqa results
NQA entry(test, pwe3trace) :testflag is inactive ,testtype is  pwe3trace
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Completion:success                Attempts number:1
   Disconnect operation number:0         Operation timeout number:0
   System busy operation number:0        Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0    RTT Stats errors number:0
   Drop operation number:0
   Last good path Time:2006-9-24 11:22:21.2
   1 . Hop 1
    Send operation times: 3              Receive response times: 3
    Min/Max/Average Completion Time: 1050/1090/1053
    Sum/Square-Sum  Completion Time: 3160/3331000
    RTD OverThresholds number: 0
    Last Good Probe Time: 2006-9-24 11:22:17.2
    Destination ip address:10.1.1.2
   2 . Hop 2
    Send operation times: 3               Receive response times: 3
    Min/Max/Average Completion Time: 1050/1490/1323
    Sum/Square-Sum  Completion Time: 3970/5367500
    RTD OverThresholds number: 0
    Last Good Probe Time: 2006-8-24 11:22:21.2
    Destination ip address:10.2.2.2
```

----结束

配置文件

- CE-A 的配置文件

```
#
 sysname CE-A
#
vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- PE-A 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname PE-A
#
 mpls lsr-id 192.2.2.2
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 192.3.3.3
 remote-ip 192.3.3.3
#
vlan batch 110 120
#
interface Vlanif110
 mpls l2vc 192.3.3.3 100
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface LoopBack0
ip address 192.2.2.2 0.0.0.0
#
nqa test-instance test pwe3trace
 test-type pwe3trace
 local-pw-type vlan
 local-pw-id 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 mpls lsr-id 192.4.4.4
 mpls
#
mpls ldp
#
vlan batch 120 130
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif130
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface LoopBack0
 ip address 192.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.4.4.4 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE-B 的配置文件

```
#
 sysname PE-B
#
 mpls lsr-id 192.3.3.3
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 192.2.2.2
 remote-ip 192.2.2.2
#
vlan batch 130 140
#
interface Vlanif130
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif140
 mpls l2vc 192.2.2.2 100
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface LoopBack0
ip address 192.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE-B 的配置文件

```
#
 sysname CE-B
#
vlan batch 140
#
interface Vlanif140
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

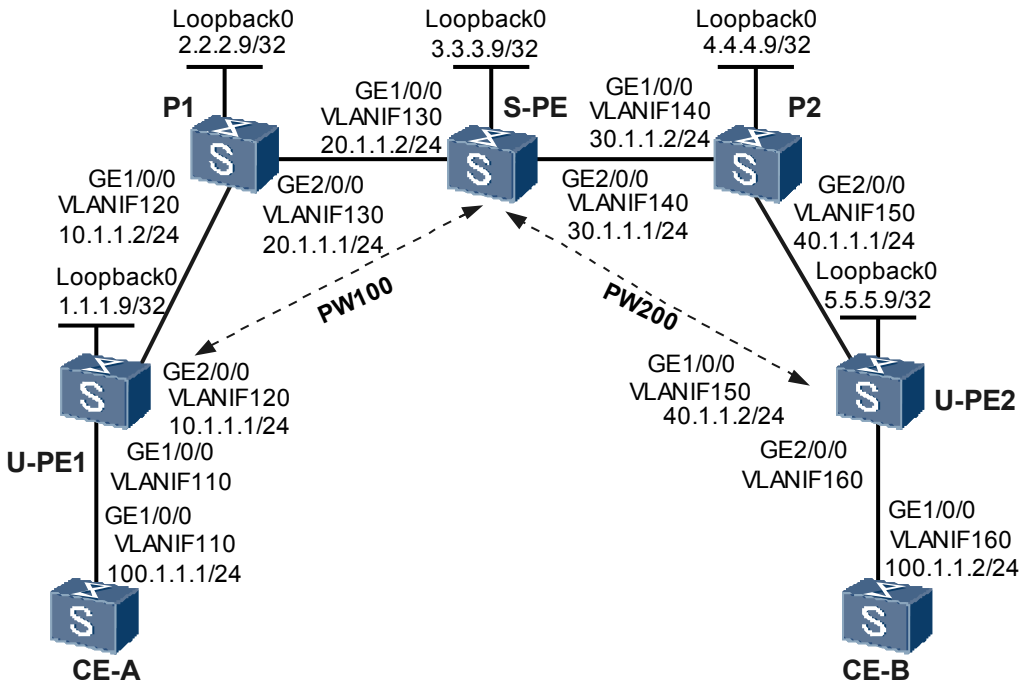
配置多跳 PW 的 PWE3 Trace 测试示例

组网需求

如图 6-100 所示。CE-A、CE-B 分别通过 PPP 方式接入 U-PE1 和 U-PE2。U-PE1 和 U-PE2 通过 MPLS 骨干网连接。使用 LSP 隧道，并以 S-PE 作为交换节点，在 U-PE1 和 U-PE2 之间建立多跳动态 PW。

使用多跳 PW 的 PWE3 Trace 功能测试 U-PE1 与 U-PE2 之间的 PW 连通性状态。

图 6-100 多跳 PW 的 PWE3 Trace 测试组网示例



配置思路

采用如下思路进行配置：

1. 在骨干网上运行 IGP 路由协议，使骨干网各 Switch 能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。U-PE1 与 S-PE 之间、U-PE2 与 S-PE 之间需建立 MPLS LDP 远端对等体关系。
3. U-PE 之间创建 MPLS L2VC 连接。
4. 在交换节点 S-PE 上创建交换 PW。
5. 在 U-PE1 上配置多跳 PW 的 PWE3 Trace 测试例。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- U-PE1 与 U-PE2 上的 L2VC ID（应设置成不同值）
- U-PE1、S-PE 及 U-PE2 的 MPLS LSR-ID
- 远端对等体的 Remote-IP
- 交换 PW 的封装类型
- U-PE 上的 PW 模板名及模板参数

操作步骤

步骤 1 配置多跳动态 PW。

在 MPLS 骨干网上配置多跳纯动态 PW。

具体配置过程请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南 VPN》“PWE3 配置”。

步骤 2 配置多跳 PW 的 PWE3 Trace 测试例。

配置 U-PE1。

```
<U-PE1> system-view
[U-PE1] nqa test-instance test pwe3trace
[U-PE1-nqa-test-pwe3trace] test-type pwe3trace
[U-PE1-nqa-test-pwe3trace] local-pw-id 100
[U-PE1-nqa-test-pwe3trace] local-pw-type ppp
[U-PE1-nqa-test-pwe3trace] label-type control-word
[U-PE1-nqa-test-pwe3trace] remote-pw-id 200
```

步骤 3 启动测试操作。

```
[U-PE1-nqa-test-pwe3trace] start now
```

步骤 4 验证测试结果。

在 PE 上执行 **display nqa history** 命令，可以看到相应状态为成功。

```
[U-PE1-nqa-test-pwe3trace] display nqa history
 NQA entry(test, pwe3trace) history:
 Index  T/H/P     Response Status        Address        Time
 1      1/1/1            4 success       10.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.301
 2      1/1/2            5 success       10.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.307
 3      1/1/3            3 success       10.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.311
 4      1/2/1            6 success       20.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.318
 5      1/2/2            6 success       20.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.324
 6      1/2/3            6 success       20.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.331
 7      1/3/1            6 success       30.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.318
 8      1/3/2            6 success       30.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.324
 9      1/3/3            6 success       30.1.1.2     2006-9-30 9:33:3.331
 10     1/4/1            6 success       5.5.5.9      2006-9-30 9:33:3.318
 11     1/4/2            6 success       5.5.5.9      2006-9-30 9:33:3.324
 12     1/4/3            6 success       5.5.5.9      2006-9-30 9:33:3.331
```

在 PE 上执行 **display nqa results** 命令，可以看到测试结果为成功。

```
[U-PE1-nqa-test-pwe3trace] display nqa results
NQA entry(test, pwe3trace) :testflag is inactive ,testtype is  pwe3trace
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Completion:success                   Attempts number:1
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
   System busy operation number:0       Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Drop operation number:0
   Last good path Time:2006-9-24 11:22:21.2
   1 . Hop 1
    Send operation times: 3              Receive response times: 3
    Min/Max/Average Completion Time: 1050/1090/1053
    Sum/Square-Sum  Completion Time: 3160/3331000
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 RTD OverThresholds number: 0
 Last Good Probe Time: 2006-9-24 11:22:17.2
 Destination ip address:10.1.1.2
2 . Hop 2
 Send operation times: 3              Receive response times: 3
 Min/Max/Average Completion Time: 1050/1490/1323
 Sum/Square-Sum  Completion Time: 3970/5367500
 RTD OverThresholds number: 0
 Last Good Probe Time: 2006-8-24 11:22:21.2
 Destination ip address:20.1.1.2
3 . Hop 3
 Send operation times: 3              Receive response times: 3
 Min/Max/Average Completion Time: 1050/1490/1323
 Sum/Square-Sum  Completion Time: 3970/5367500
 RTD OverThresholds number: 0
 Last Good Probe Time: 2006-8-24 11:22:21.2
 Destination ip address:30.1.1.2
4 . Hop 4
 Send operation times: 3              Receive response times: 3
 Min/Max/Average Completion Time: 1050/1490/1323
 Sum/Square-Sum  Completion Time: 3970/5367500
 RTD OverThresholds number: 0
 Last Good Probe Time: 2006-8-24 11:22:21.2
 Destination ip address:5.5.5.9
```

----结束

配置文件

- CE-A 的配置文件

```
#
 sysname CE-A
#
vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
return
```

- U-PE1 的配置文件

```
#
 sysname U-PE1
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
vlan batch 110 120
#
interface Vlanif110
 mpls l2vc 3.3.3.9 100
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
nqa test-instance test pwe3trace
 test-type pwe3trace
 local-pw-id 100
 local-pw-type ppp
 label-type control-word
 remote-pw-id 200
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
vlan batch 120 130
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif130
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface LoopBack0
ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- S-PE 的配置文件

```
#
 sysname S-PE
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
 mpls switch-l2vc 5.5.5.9 200 between 1.1.1.9 100 encapsulation ppp
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
 mpls ldp remote-peer 5.5.5.9
 remote-ip 5.5.5.9
#
vlan batch 130 140
#
interface Vlanif130
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif140
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 prot trunk allow-pass vlan 140
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
vlan batch 140 150
#
interface Vlanif140
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif150
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface LoopBack0
ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.2.9 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
```

- U-PE2 的配置文件

```
#
 sysname U-PE2
#
 mpls lsr-id 5.5.5.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
vlan batch 150 160
#
interface Vlanif150
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif160
 mpls l2vc 3.3.3.9 200
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface  GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.9 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE-B 的配置文件

```
#
 sysname CE-B
#
vlan batch 160
#
interface Vlanif160
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface  GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

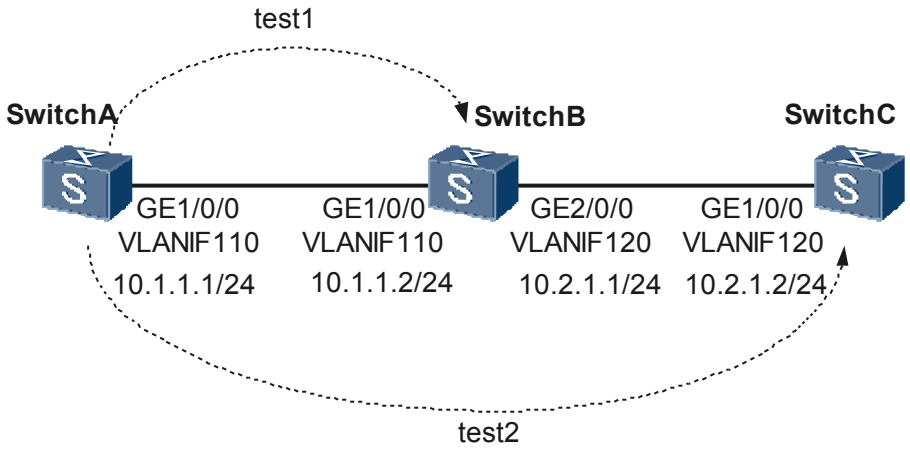
配置 NQA 测试组示例

组网需求

如图 6-101 所示。

SwitchA 作为 NQA 客户端，测试 SwitchB 和 SwitchC 是否可达。

图 6-101 NQA 测试组组网图



配置思路

采用如下思路进行配置：

1. SwitchA 作为 NQA 客户端。
2. 建立一个 NQA 测试组，其中包含两个测试例，分别测试报文在 SwitchA 和 SwitchB、SwitchC 之间是否可达，以及报文的往返时间。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchB、SwitchC 的主机地址
- 测试组启动时间

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 在 SwitchA 上创建 ICMP 类型的 NQA 测试组

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance group icmp
[SwitchA-nqa-group-icmp] test-type icmp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-nqa-group-icmp] switch-to group
[SwitchA-nqa-group-icmp] quit
```

步骤 3 在 SwitchA 上分别建立到 SwitchB 的测试例 admin test1 和到 SwitchC 的测试例 admin test2

```
[SwitchA] nqa test-instance admin test1
[SwitchA-nqa-admin-test1] test-type icmp
[SwitchA-nqa-admin-test1] join group nqa group icmp
[SwitchA-nqa-admin-test1] destination-address ipv4 10.1.1.2
[SwitchA-nqa-admin-test1] quit
[SwitchA] nqa test-instance admin test2
[SwitchA-nqa-admin-test2] test-type icmp
[SwitchA-nqa-admin-test2] join group nqa group icmp
[SwitchA-nqa-admin-test2] destination-address ipv4 10.2.1.2
[SwitchA-nqa-admin-test2] quit
```

步骤 4 回到测试组，设置 10 秒后启动测试

```
[SwitchA] nqa test-instance group icmp
[SwitchA-nqa-group-icmp] start delay seconds 10
```

执行命令 **display nqa-agent**，可以看到客户端上的测试组和成员测试例状态。

```
[SwitchA-nqa-group-icmp] display nqa-agent
nqa test-instance group icmp
 test-type icmp
 switch-to group
 nqa status : group leader, group members number : 2
nqa test-instance admin test1
 test-type icmp
 destination-address ipv4 10.1.1.2
 join group nqa group icmp
 nqa status : group member, belong to group : group icmp
nqa test-instance admin test2
 test-type icmp
 destination-address ipv4 10.2.1.2
 join group nqa group icmp
 nqa status : group member, belong to group : group icmp
```

步骤 5 等待 20 秒左右，验证测试结果

```
[SwitchA-nqa-group-icmp] display nqa results

 NQA entry(admin, test1) :testflag is inactive ,testtype is icmp
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 3              Receive response times: 3
   Completion:success                   RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                    Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
   System busy operation number:0       Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Min Positive Jitter: 0               Min Negative Jitter: 0
   Max Positive Jitter: 0               Max Negative Jitter: 0
   Positive Jitter Num: 0               Negative Jitter Num: 0
   Positive Jitter Sum: 0               Negative Jitter Sum: 0
   Positive Jitter Square Sum: 0        Negative Jitter Square Sum: 0
   Packet Loss: 0                       Packet Loss Ratio: 0
   Destination ip address:10.1.1.2
   Min/Max/Average Completion Time: 30/50/36
   Sum/Square-Sum  Completion Time: 110/4300
   Average Single-Way Completion Time: 18
   Last Good Probe Time: 2008-8-24 14:35:43.2
   Lost packet ratio: 0 %

 NQA entry(admin, test2) :testflag is inactive ,testtype is icmp
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 3              Receive response times: 3
   Completion:success                   RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                    Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
System busy operation number:0       Connection fail number:0
Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
Min Positive Jitter: 0               Min Negative Jitter: 0
Max Positive Jitter: 0               Max Negative Jitter: 0
Positive Jitter Num: 0               Negative Jitter Num: 0
Positive Jitter Sum: 0               Negative Jitter Sum: 0
Positive Jitter Square Sum: 0        Negative Jitter Square Sum: 0
Packet Loss: 0                       Packet Loss Ratio: 0
Destination ip address:10.2.1.2
Min/Max/Average Completion Time: 50/60/53
Sum/Square-Sum  Completion Time: 160/8600
Average Single-Way Completion Time: 18
Last Good Probe Time: 2008-8-24 14:35:53.2
Lost packet ratio: 0 %
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 110
#
interface Vlanif110
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
nqa test-instance group icmp
 switch-to group
 test-type icmp
nqa test-instance admin test1
test-type icmp
 join group nqa group icmp
 destination-address ipv4 10.1.1.2

nqa test-instance admin test2
test-type icmp
 join group nqa group icmp
 destination-address ipv4 10.2.1.2
#
 ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 110 120
#
interface Vlanif110
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif120
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

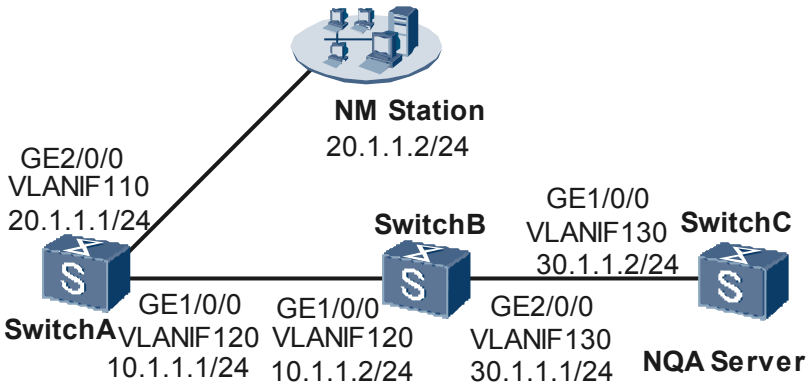
```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 120
#
interface Vlanif120
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
 ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 10.2.1.1
#
return
```

配置向网管端发送 NQA 阈值告警示例

组网需求

如图 6-102 所示在配置 Jitter 测试例时，配置阈值并启动告警功能。启动 Jitter 测试例，在测试结束后，当从 SwitchA 到 SwitchC 或从 SwitchC 到 SwitchA 的测试报文中，有超过设定的单向传输告警阈值，或测试报文的往返时间超过设定的双向传输阈值时，SwitchA 会向网管端发送一次 Trap 消息。通过 NM Station 接收到的 Trap 消息，网络管理人员可以清晰的看到产生告警的原因。

图 6-102 配置 NQA 阈值组网图



说明

关于时钟同步介绍请参见《S9700 核心路由交换机 特性描述 网络管理》的“NTP”。

配置思路

采用如下思路进行阈值的配置：配置一个 Jitter 测试例

1. 配置 NQA 阈值功能
2. 开启 Trap 发送开关
3. 配置向网管端发送 Trap

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 服务器端的主机地址及端口号
- 监听服务类型及监听端口号
- RTD 阈值和 OWD 阈值
- 网管端地址

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间路由可达（略）

步骤 2 配置一个 Jitter 测试例

在 SwitchC 上配置 NQA 服务器 UDP 监听的 IP 地址和端口号。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] nqa-server udpecho 30.1.1.2 9000
```

在 SwitchA 上使能 NQA 客户端，配置 Jitter 类型的 NQA 测试例。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin jitter
[SwitchA-nqa-admin-jitter] test-type jitter
[SwitchA-nqa-admin-jitter] destination-address ipv4 30.1.1.2
[SwitchA-nqa-admin-jitter] destination-port 9000
```

步骤 3 配置 NQA 阈值功能

在 SwitchA 上配置 RTD 阈值。

```
[SwitchA-nqa-admin-jitter] threshold rtd 20
```

在 SwitchA 上配置 OWD-DS 阈值。

```
[SwitchA-nqa-admin-jitter] threshold owd-ds 5
```

在 SwitchA 上配置 OWD-SD 阈值。

```
[SwitchA-nqa-admin-jitter] threshold owd-sd 5
```

步骤 4 开启发送 Trap 的功能

```
[SwitchA-nqa-admin-jitter] send-trap owd-ds owd-sd rtd
[SwitchA-nqa-admin-jitter] quit
```

步骤 5 配置向网管发送 Trap 的功能

```
[SwitchA] snmp-agent trap enable
[SwitchA] snmp-agent sys-info version v2c
[SwitchA] snmp-agent target-host trap address udp-domain 20.1.1.2 params securityname public v2c
```

步骤 6 启动测试操作

```
[SwitchA] nqa test-instance admin jitter
[SwitchA-nqa-admin-jitter] start now
[SwitchA-nqa-admin-jitter] quit
[SwitchA] quit
```

步骤 7 检查配置结果

显示各 Switch 的 NQA 测试结果信息。

```
<SwitchA> display nqa results
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
NQA entry(test, jitter) :testflag is inactive ,testtype is jitter
 1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times:3000              Receive response times:3000
   Completion :success                    RTD RTD OverThresholds number:25
   OWD OverThresholds SD number:7         OWD OverThresholds DS number:7
   Min/Max/Avg/Sum RTT:1/26/1/3143        RTT  Square Sum:5665
   NumOfRTT:3000                          Drop operation number:0
   Operation sequence errors number:0     RTT Stats errors number:0
   System busy operation number:0         Operation timeout number:0
   Min Positive SD:1                      Min Positive DS:0
   Max Positive SD:27                     Max Positive DS:0
   Positive SD Number:1890                Positive DS Number:0
   Positive SD Sum:2128                   Positive DS Sum:0
   Positive SD Square Sum :4864           Positive DS Square Sum :0
   Min Negative SD:1                      Min Negative DS:1
   Max Negative SD:16                     Max Negative DS:2
   Negative SD Number:38                  Negative DS Number:1936
   Negative SD Sum:129                    Negative DS Sum:1998
   Negative SD Square Sum :1445           Negative DS Square Sum :2122
   Max Delay SD:13                        Max Delay DS:12
   Packet Loss SD:0                       Packet Loss DS:0
   Packet Loss Unknown:0                  Average of Jitter:1
   Average of Jitter SD:1                 Average of Jitter DS:1
   jitter out value:0.7489559             jitter in value:0.6627117
   NumberOfOWD:3000                       Packet Loss Ratio: 0%
   OWD SD Sum:81                          OWD DS Sum:62
   TimeStamp unit: ms                     Packet Rewrite Number: 0
   Packet Rewrite Ratio: 0%               Packet Disorder Number: 0
   Packet Disorder Ratio: 0%              Fragment-disorder Number: 0
   Fragment-disorder Ratio: 0%
```

在告警缓冲区检查是否产生 Trap 消息。

```
<Quidway> display trapbuffer
Trapping buffer configuration and contents : enabled
Allowed max buffer size : 1024
Actual buffer size : 256
Channel number : 3 , Channel name : trapbuffer
Dropped messages : 0
Overwritten messages : 0
Current messages : 3

#Jul  9 00:28:34 2009 Quidway  NQA/4/RTDTHRESHOLD:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.25.111.6.16 NQA entry RTD
over threshold. (OwnerIndex=admin, TestName=jitter)
#Jul  9 00:28:34 2009 Quidway NQA/4/SDTHRESHOLD:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.25.111.6.17 NQA entry OWD-SD
over threshold. (OwnerIndex=admin, TestName=jitter)
#Jul  9 00:28:34 2009 Quidway  NQA/4/DSTHRESHOLD:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.25.111.6.
18 NQA entry OWD-DS over threshold. (OwnerIndex=admin, TestName=jitter)
```

在网管端查看是否可以正确接收到 Trap 消息。(略)

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 110 120
#
interface Vlanif110
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.0
#
nqa test-instance test jitter
 test-type jitter
 destination-address ipv4 30.1.1.2
 destination-port 9000
 threshold rtd 20
 threshold owd-sd 5
 threshold owd-ds 5
 send-trap rtd
 send-trap owd-sd
 send-trap owd-ds
#
 snmp-agent
 snmp-agent local-engineid 000007DB7F00000100007B29
 snmp-agent sys-info version v2c v3
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 20.1.1.2 params securityname public v2c
 snmp-agent trap enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 120 130
#
interface Vlanif120
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif130
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 130
#
interface Vlanif130
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

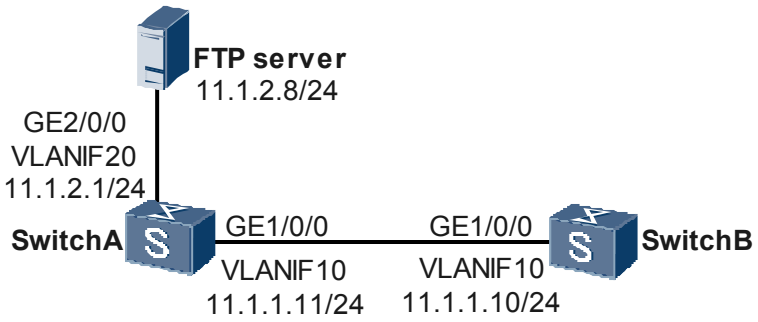
```
  nqa-server udpecho 30.1.1.2 9000
#
ospf 1
 area 0.0.0.1
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置测试结果发送到 FTP 服务器示例

组网需求

如图 6-103 所示，SwitchA 作为客户端进行 ICMP 测试，测试的结果通过 FTP 发送到 FTP Server。

图 6-103 测试结果发送到 FTP 服务器组网图



配置思路

本例中采用的配置思路如下。

1. 配置连接 FTP 服务器需要的参数。
2. 使能通过 FTP 保存测试结果的功能。
3. 配置 FTP 保存测试结果的条数。
4. 配置 FTP 保存测试结果的时间。
5. 配置发送
6. 启动测试例。
7. 检查配置结果。

数据准备

本例中需要准备的数据如下。

- 登录 FTP 服务器所需的用户名和密码
- FTP 保存测试结果的条数
- 配置 FTP 保存测试结果的时间

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置连接 FTP 服务器需要的参数。

配置连接 FTP 服务器的地址。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa-ftp-record ip-address 11.1.2.8
```

配置连接 FTP 服务器所需的用户名。

```
[SwitchA] nqa-ftp-record username ftp
[SwitchA] nqa-ftp-record password ftp
```

配置测试结果保存的文件名。

```
[SwitchA] nqa-ftp-record filename icmp
```

步骤 2 配置通过 FTP 保存测试结果到文件的条数。

```
[SwitchA] nqa-ftp-record item-num 10010
```

步骤 3 配置通过 FTP 保存测试结果到文件的时间。

```
[SwitchA] nqa-ftp-record time 2
```

步骤 4 配置 FTP 传送成功向网管端发送 Trap

```
[SwitchA] nqa-ftp-record trap-enable
```

步骤 5 在 SwitchA 使能通过 FTP 保存 NQA 测试结果功能。

```
[SwitchA] nqa-ftp-record enable
```

步骤 6 启动测试例

```
[SwitchA] nqa test-instance admin icmp
[SwitchA-nqa-admin-icmp] test-type icmp
[SwitchA-nqa-admin-icmp] destination-address ipv4 11.1.1.10
[SwitchA-nqa-admin-icmp] start now
```

步骤 7 检查配置结果

显示各交换机的 NQA 测试结果信息。

```
<SwitchA> display nqa-ftp-record configuration
---------------NQA FTP SAVE RECORD CONFIGURATION---------------
   FUNCTION: ENABLE    TRAP: ENABLE
   IP-ADDRESS:11.1.2.8
   VPN-INSTANCE:
   USERNAME:ftp
   PASSWORD:ftp
   FILENAME:icmp
   ITEM-NUM:10010
   TIME:2
   LAST FINISHED FILENAME:icmp20080605-150350.txt
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 11.1.1.11 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 11.1.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
port hybrid pvid vlan 10
port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
port hybrid pvid vlan 20
port hybrid untagged vlan 20
#
nqa-ftp-record enable
nqa-ftp-record trap-enable
nqa-ftp-record ip-address 11.1.2.8
nqa-ftp-record username ftp
nqa-ftp-record password ftp
nqa-ftp-record filename icmp
nqa-ftp-record item-num 10010
nqa-ftp-record time 2
nqa test-instance admin icmp
test-type icmp
 destination-address ipv4 11.1.1.10
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

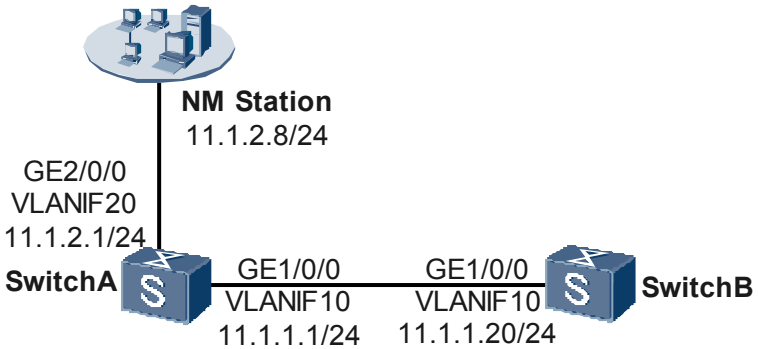
```
#
 sysname SwitchB
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 11.1.1.10 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
port hybrid pvid vlan 10
port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

配置 NQA 上下限阈值告警示例

组网需求

如图 6-104 所示，SwitchA 作为客户端进行 ICMPJitter 测试，对测试结果的丢包率进行监控，在测试结果中的丢包率超过阈值后向网管端发送 Trap。

图 6-104 配置 NQA 阈值告警组网图



华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

本例中采用的配置思路如下。

1. 配置阈值告警相关事件。
2. 配置阈值告警。
3. 配置向网管发送告警消息。
4. 启动测试例。

数据准备

本例中需要准备的数据如下。

- 阈值相关事件号
- 阈值告警号
- 阈值上限和下限
- 网管端的地址

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA 为 ICMP Jitter 测试的客户端。（略）

步骤 2 在 SwitchA 配置告警相关事件。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa event 10 log-trap
```

步骤 3 配置阈值告警。

```
[SwitchA] nqa test-instance admin icmpjitter
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] test-type icmpjitter
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] destination-address ipv4 11.1.1.20
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] frequency 5
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] alarm 10 lost-packet-ratio absolute rising-threshold 100 10 falling-threshold 10 10
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] quit
```

步骤 4 配置向网管发送告警。

配置 SNMP 基本功能。

```
[SwitchA] snmp-agent community read public
[SwitchA] snmp-agent community write private
[SwitchA] snmp-agent sys-info version v2c
```

配置通过 SNMP 向网管端发送 Trap。

```
[SwitchA] snmp-agent trap enable feature-name nqa trap-name nqafaillingalarmnotification
[SwitchA] snmp-agent trap enable feature-name nqa trap-name nqarisingalarmnotification
[SwitchA] snmp-agent target-host trap address udp-domain 11.1.2.8 params securityname alarm v2c
```

步骤 5 验证配置结果。

```
<SwitchA> display nqa-event
NQA event information:
------------------------------------------------------
NQA Event Max: 100                NQA Event Number: 1
------------------------------------------------------
<SwitchA> display nqa-alarm
NQA alarm information:
------------------------------------------------------
NQA Alarm Max: 5                  NQA Alarm Number: 1
------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchA> display nqa-agent
 NQA Tests Max:2000          NQA Tests  Number:   1
 NQA Flow  Max:1000          NQA Flow Remained:1000
nqa test-instance admin icmpjitter
 test-type icmpjitter
 destination-address ipv4 11.1.1.20
 frequency 5
 alarm 10 lost-packet-ratio 2 rising-threshold 100 10 falling-threshold 10 10
 nqa status : normal
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 11.1.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
port hybrid pvid vlan 10
port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
port hybrid pvid vlan 20
port hybrid untagged vlan 20
#
interface NULL0
#
nqa test-instance admin icmpjitter
 test-type icmpjitter
 destination-address ipv4 11.1.1.20
 frequency 5
 start now
 alarm 10 lost-packet-ratio 2 rising-threshold 100 10 falling-threshold 10 10
#
 snmp-agent
 snmp-agent local-engineid 000007DB7F00000100000B31
 snmp-agent sys-info version v2c v3
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 11.1.2.8 params securityname alarm v2c
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 11.1.1.20 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
port hybrid pvid vlan 10
port hybrid untagged vlan 10
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

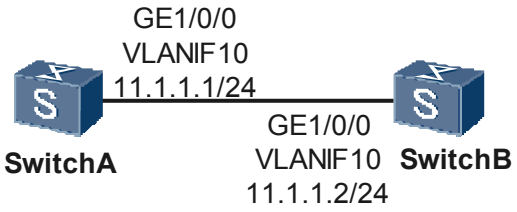
配置 NQA 上下限阈值告警、联动测试例事件示例

组网需求

如图 6-105 所示。

使用 NQA Jitter 功能对 SwitchA 与 SwitchB 之间丢包率进行监控。如果测试结果中的丢包率超过阈值，则启动与事件关联的联动测试例，测试 SwitchB 是否可达。

图 6-105 配置 NQA 阈值告警组网图



配置思路

采用如下思路进行联动测试例的配置：

1. SwitchA 做为 NQA 客户端，SwitchB 做为 NQA 服务器端。
2. 在 NQA 客户端配置 ICMP 类型联动测试例。
3. 在 NQA 客户端配置联动测试例事件。
4. 在 NQA 客户端配置 ICMPJitter 类型主测试例。
5. 在 NQA 客户端配置阈值告警。
6. 在 NQA 客户端启动 ICMPJitter 类型主测试例。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 联动测试例索引
- 阈值相关事件号
- 阈值告警号
- 阈值上限和下限

操作步骤

步骤 1 使能 NQA 客户端，配置 ICMP 类型的 NQA 测试例

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] nqa test-instance admin icmp
[SwitchA-nqa-admin-icmp] test-type icmp
[SwitchA-nqa-admin-icmp] destination-address ipv4 11.1.1.2
[SwitchA-nqa-admin-icmp] quit
```

步骤 2 在 SwitchA 配置联动测试例事件，将测试例 admin icmp 设置为联动测试例

```
[SwitchA] nqa event 10 linkage admin icmp
```

步骤 3 在 SwitchA 配置 ICMP 类型的 NQA 测试例

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] nqa test-instance admin icmpjitter
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] test-type icmpjitter
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] destination-address ipv4 11.1.1.2
```

配置阈值告警。

```
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] alarm 10 lost-packet-ratio absolute rising-threshold 80 10 falling-threshold 10 10
```

步骤 4 启动测试操作

```
[SwitchA-nqa-admin-icmpjitter] start now
```

步骤 5 验证测试结果

查看与告警相关联的事件信息。

```
<SwitchA> display nqa event
NQA Event Information:
--------------------------------------------------------------------------------
Event-Entry     Event-type      Description     Admin-Name      Operation-Tag
--------------------------------------------------------------------------------
10              linkage                         admin           icmp
```

查看所有测试例的当前告警信息。

```
<SwitchA> display nqa alarm
NQA Alarm Information:
------------------------------------------------------------------------------
Admin-Name      Operation-Tag   Alarm-Entry     AlarmType       Event-Entry
------------------------------------------------------------------------------
admin           icmpjitter      10              Rising          10
admin           icmpjitter      10              Falling         10
```

查看 NQA 测试的客户端状态。

```
<SwitchA> display nqa-agent
 NQA Tests Max:2000          NQA Tests  Number:   2
 NQA Flow  Max:1000          NQA Flow Remained:1000

nqa test-instance admin icmp
 test-type icmp
 destination-address ipv4 11.1.1.2
 nqa status : normal
nqa test-instance admin icmpjitter
 test-type icmpjitter
 destination-address ipv4 11.1.1.2
 alarm 10 lost-packet-ratio absolute rising-threshold 80 10 falling-threshold 10 10
 nqa status : normal
```

查看 NQA 测试的测试结果。

```
<SwitchA> display nqa results

 NQA entry(admin, icmp) :testflag is inactive ,testtype is icmp
  1 . Test 1 result   The test is finished
   Send operation times: 3              Receive response times: 0
   Completion:failed                    RTD OverThresholds number: 0
   Attempts number:1                    Drop operation number:0
   Disconnect operation number:0        Operation timeout number:3
   System busy operation number:0       Connection fail number:0
   Operation sequence errors number:0   RTT Stats errors number:0
   Destination ip address:11.1.1.2
   Min/Max/Average Completion Time: 0/0/0
   Sum/Square-Sum  Completion Time: 0/0
   Last Good Probe Time: 0-0-0 0:0:0.0
   Lost packet ratio: 100 %

 NQA entry(admin, icmpjitter) :testflag is inactive ,testtype is icmpjitter
  1 . Test 1 result   The test is finished
   SendProbe:60                         ResponseProbe:0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Completion:failed                       RTD OverThresholds number:0
OWD OverThresholds SD number:0          OWD OverThresholds DS number:0
Min/Max/Avg/Sum RTT:0/0/0/0             RTT  Square Sum:0
NumOfRTT:0                              Drop operation number:60
Operation sequence errors number:0      RTT Stats errors number:0
System busy operation number:0          Operation timeout number:0
Min Positive SD:0                       Min Positive DS:0
Max Positive SD:0                       Max Positive DS:0
Positive SD Number:0                    Positive DS Number:0
Positive SD Sum:0                       Positive DS Sum:0
Positive SD Square Sum:0                Positive DS Square Sum:0
Min Negative SD:0                       Min Negative DS:0
Max Negative SD:0                       Max Negative DS:0
Negative SD Number:0                    Negative DS Number:0
Negative SD Sum:0                       Negative DS Sum:0
Negative SD Square Sum:0                Negative DS Square Sum:0
Min Delay SD:0                          Min Delay DS:0
Max Delay SD:0                          Max Delay DS:0
Delay SD Square Sum:0                   Delay DS Square Sum:0
Packet Loss SD:0                        Packet Loss DS:0
Packet Loss Unknown:0                   Average of Jitter:0
Average of Jitter SD:0                  Average of Jitter DS:0
jitter out value:0.0000000              jitter in value:0.0000000
NumberOfOWD:0                           Packet Loss Ratio: 100%
OWD SD Sum:0                            OWD DS Sum:0
ICPIF value: 0                          MOS-CQ value: 0
TimeStamp unit: ms                      Packet Rewrite Number: 0
Packet Rewrite Ratio: 0%                Packet Disorder Number: 0
Packet Disorder Ratio: 0%               Fragment-disorder Number: 0
Fragment-disorder Ratio: 0%
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
port hybrid pvid vlan 10
port hybrid untagged vlan 10
#
nqa test-instance admin icmp
 test-type icmp
 destination-address ipv4 11.1.1.2
nqa test-instance admin icmpjitter
 test-type icmpjitter
 destination-address ipv4 11.1.1.2
nqa test-instance admin icmpjitter
 alarm 10 lost-packet-ratio absolute rising-threshold 80 10 falling-threshold 10 10
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
port hybrid pvid vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
port hybrid untagged vlan 10
#
return
```

6.3.7 HGMP 配置

通过配置 HGMP 协议，利用一台命令交换机建立集群，对加入集群的大量以太网交换机进行集中管理和配置，可以减轻工程和维护的工作量。

配置 HGMP 集群基本功能示例

组网需求

如图 6-106 所示，用户通过二层设备建立一个二层网络。本网络内的二层设备较多，不便于到现场进行维护和管理。并且，为避免浪费大量的公网 IP 地址，则不能给本网络内的每台二层设备配置一个公网 IP 地址。

因此，为了有效的管理这个二层网络，可以将这个二层网络创建为一个集群，通过 HGMP 进行管理。

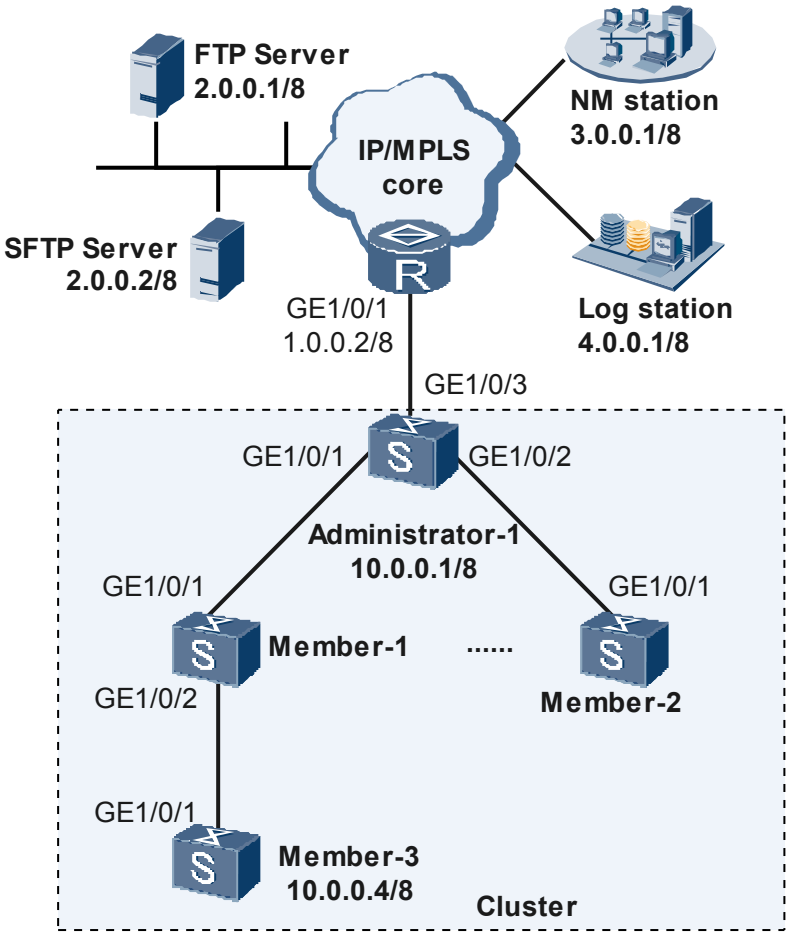
在本例中，从网络结构来说，Administrator-1 是距离管理员最近的一台设备，因此，将这台设备选为命令交换机。

说明

为方便描述，本例只选取了这个二层网络中的 4 台设备进行描述。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-106 配置 HGMP 集群基本功能的组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群基本功能：

1. 在所有的设备上创建管理 VLAN，并使能 NDP 和 NTDP，保证各台设备能够通过 NTDP 发现本网络的拓扑结构。
2. 选取命令交换机，并在此设备上创建集群“HUAWEI”。
3. 将本二层网络内所有支持 HGMP 的设备都加入这个集群。
4. 指定 VLANIF10 接口的 IP 地址，以便于集群内成员交换机与集群外设备的通信。
5. 配置集群公用的服务器和主机。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- VLANIF10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。
- 各台设备的 MAC 地址见图 6-106。
- 各台服务器和主机的 IP 地址见图 6-106。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-1
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
       MAC Address : 0003-0003-0003
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Device Name : Member-2
Port Duplex : FULL
Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8        S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8        S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8        S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type              MAC Address     Status Device Name
------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                    0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                    0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                    0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                    0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
 cluster-ftp-nat enable
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通示例（NAT 方式）

组网需求

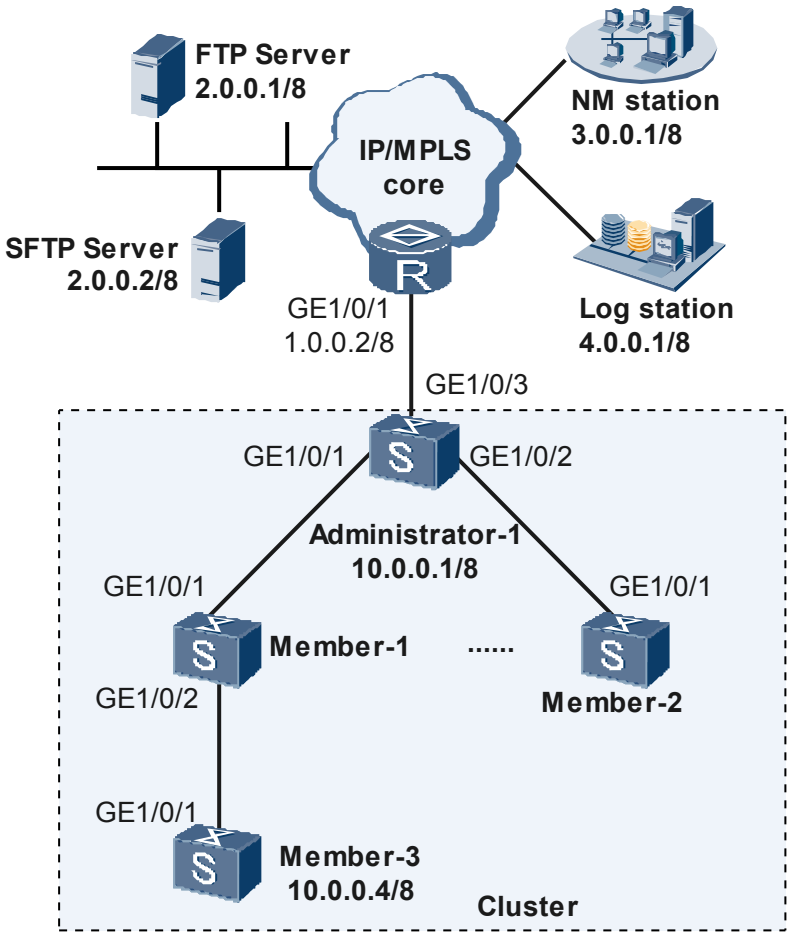
如图 6-107 所示，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-1 的成员编号是 1，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

现在需要向 Member-1、Member-2 和 Member-3 上传文件，或从它们下载文件。此时，可以通过 NAT 方式或者非 NAT 方式，使集群外设备与成员交换机建立 FTP 连接。

说明

本例中采用 NAT 方式，分别以集群中的成员交换机 Member-3 访问集群外的 FTP 服务器（2.0.0.1/8），和集群外的设备访问集群内的 FTP 服务器（成员交换机 Member-2）为例进行说明。

图 6-107 配置 HGMP 集群内外设备互通（NAT 方式）的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通（NAT 方式）的基本功能：

1. 根据“**配置 HGMP 集群基本功能示例**”中的配置步骤创建和配置集群基本功能。
2. 对于集群中的成员交换机 Member-3 访问集群外的 FTP 服务器（2.0.0.1/8）：
   在成员交换机上执行 **cluster-ftp** 命令与集群公用的 FTP 服务器建立连接。
3. 对于集群外的设备访问集群内的 FTP 服务器（成员交换机 Member-2）：
   - 计算成员交换机 FTP 协议所使用的集群保留接口号。
   - 在 PC 上通过 FTP 客户端与成员交换机建立 FTP 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- VLANIF 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8，且与 FTP 服务器之间有可达的路由。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。
- Member-2 的成员编号是 2，配置为集群内的 FTP 服务器。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-1
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
       MAC Address : 0003-0003-0003
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-2
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8        S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8        S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8        S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type              MAC Address     Status Device Name
------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                    0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
1    S9700                0002-0002-0002  Up      HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                0003-0003-0003  Up      HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                0004-0004-0004  Up      HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

步骤 10 检查配置结果

- 成员交换机通过 NAT 方式访问 FTP 服务器。

```
<HUAWEI_3.Member-3> cluster-ftp
Trying 10.0.0.1 ...
Press CTRL+K to abort
Connected to 10.0.0.1.
220 FTP service ready.
User(10.0.0.1:(none)):hgmp
331 Password required for hgmp.
Enter password:
230 User logged in.
[ftp]
```

- 集群外设备通过 NAT 方式访问集群内 FTP 服务器。

  # 在对应的成员交换机（Member-2）上，配置 FTP 服务器。具体配置过程略，详见配置文件。

  # 计算成员交换机 FTP 协议所使用的集群保留端口号。

  Member-2 的成员编号是 2，根据“集群保留端口号的计算公式（集群保留接口号=接口号基数+成员编号*2）”，计算出 Member-2 开启 FTP 服务器时，所使用的集群保留端口号是：53248+2*2=53252。

  # 在 PC 上执行 FTP 客户端程序，通过 NAT 方式与 Member-2 建立 FTP 连接。

  说明

  NAT 方式下，集群外设备访问集群内 FTP 服务器。FTP 服务器的地址为命令交换机的管理 VLANIF 接口地址，端口号是集群保留端口号，而不是 FTP 服务通常的 21 端口。

```
ftp> open 1.0.0.1 53252
Connected to 1.0.0.1.
220 FTP service ready.
User (1.0.0.1:(none)): hgmp
331 Password required for hgmp.
Password:
230 User logged in.
ftp>
```

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
 cluster-ftp-nat enable
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 FTP server enable
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通示例（非 NAT 方式）

组网需求

如图 6-108 所示，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

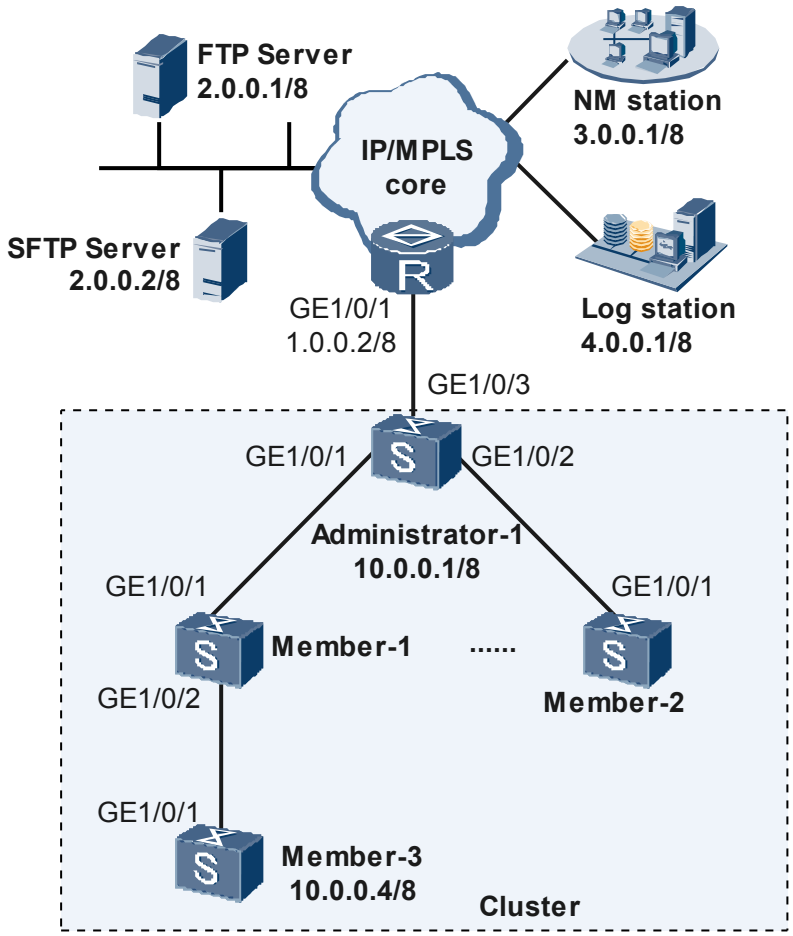
现在需要向 Member-1、Member-2 和 Member-3 上传文件，或从它们下载文件。此时，可以通过 NAT 方式或者非 NAT 方式，使集群外设备与成员交换机建立 FTP 连接。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

说明

本例中采用非 NAT 方式，分别以集群中的成员交换机 Member-3 访问集群外的 FTP 服务器（2.0.0.1/8），和集群外的设备访问集群内的 FTP 服务器（成员交换机 Member-2）为例进行说明。

图 6-108 配置 HGMP 集群内外设备互通（非 NAT 方式）的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通示例（非 NAT 方式）的基本功能：

1. 根据“**配置 HGMP 集群基本功能示例**”中的配置步骤创建和配置集群基本功能。
2. 取消命令交换机的 FTP NAT 功能（设备默认没有使能）。

   说明

   集群 NAT 相关配置，必须在命令交换机上进行。
3. 在命令交换机和成员交换机上分别配置路由，使 FTP 服务器与成员交换机之间存在可达的路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

4. 对于集群中的成员交换机 Member-3 访问集群外的 FTP 服务器（2.0.0.1/8）：
   - 在成员交换机上执行 **ftp** 命令与集群公用的 FTP 服务器建立连接。
5. 对于集群外的设备访问集群内的 FTP 服务器（成员交换机 Member-2）：
   - 在 PC 上通过 FTP 客户端与成员交换机建立 FTP 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- VLANIF 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8，且与 FTP 服务器之间有可达的路由。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。
- Member-2 的成员编号是 2，配置为集群内的 FTP 服务器。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      MAC Address : 0002-0002-0002
      Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
      Software Version: Version 5.110 V200R001C00
      Device Name : Member-1
      Port Duplex : FULL
      Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
   Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
   Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
      MAC Address : 0003-0003-0003
      Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
      Software Version: Version 5.110 V200R001C00
      Device Name : Member-2
      Port Duplex : FULL
      Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                 PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8         S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8         S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8         S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type              MAC Address     Status Device Name
------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                    0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                    0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                    0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                    0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置成员交换机的路由，使成员交换机与 FTP 服务器之间存在可达的路由

配置成员交换机 1。

```
[HUAWEI_1.Member-1] ip route-static 2.0.0.0 8 10.0.0.1
```

配置成员交换机 2。

```
[HUAWEI_2.Member-2] ip route-static 2.0.0.0 8 10.0.0.1
```

配置成员交换机 3。

```
[HUAWEI_3.Member-3] ip route-static 2.0.0.0 8 10.0.0.1
```

说明

这里也可以通过增量配置，给多个成员交换机同时配置，具体配置方法请参见**配置 HGMP 集群增量配置功能示例**。

步骤 10 检查配置结果

- 成员交换机通过非 NAT 方式访问 FTP 服务器。

```
< HUAWEI_3.Member-3> ftp 2.0.0.1
Trying 2.0.0.1 ...
Press CTRL+K to abort
Connected to 2.0.0.1.
220 FTP service ready.
User(2.0.0.1:(none)):hgmp
331 Password required for hgmp.
Enter password:
230 User logged in.
[ftp]
```

- 集群外设备通过非 NAT 方式访问集群内 FTP 服务器。

  # 在对应的成员交换机（Member-2）上，配置 FTP 服务器。具体配置过程略，详见配置文件。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

在 PC 上执行 FTP 客户端程序，通过非 NAT 方式与 Member-2 建立 FTP 连接。

说明

非 NAT 方式下，集群外设备访问集群内 FTP 服务器。FTP 服务器的地址为成员交换机的管理 VLANIF 接口地址，端口号是 FTP 服务通常的 21 端口。

```
ftp> open 10.0.0.2
Connected to 10.0.0.2
220 FTP service ready.
User (10.0.0.2:(none)): hgmp
331 Password required for hgmp.
Password:
230 User logged in.
ftp>
```

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
 ip route-static 2.0.0.0 255.0.0.0 10.0.0.1
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 FTP server enable
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
 ip route-static 2.0.0.0 255.0.0.0 10.0.0.1
#
return
```

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
 ip route-static 2.0.0.0 255.0.0.0 10.0.0.1
#
return
```

配置 HGMP 集群内外设备 SNMP 互通示例（NAT 方式）

组网需求

如图 6-109 所示，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

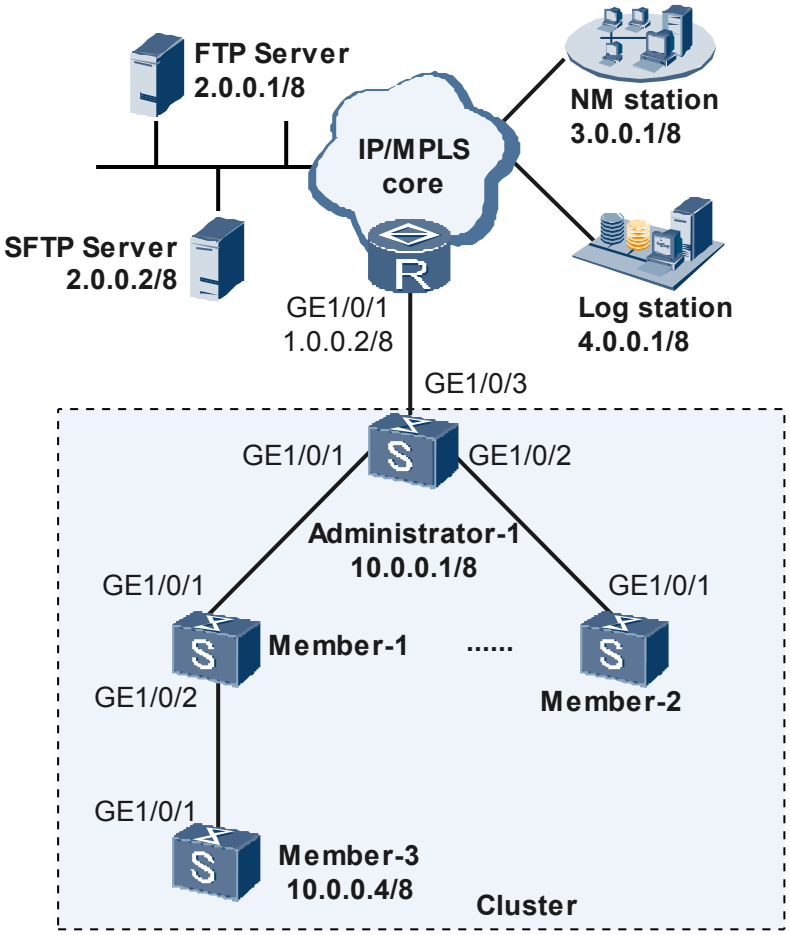
现在需要 Member-1、Member-2 和 Member-3 向 SNMP 主机发送信息。此时，可以通过 NAT 方式或者非 NAT 方式，使集群外 SNMP 主机与成员交换机建立连接。

说明

本例中采用 NAT 方式，以集群中的成员交换机 Member-3 访问集群外的 SNMP 主机（3.0.0.1/8）为例进行说明。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-109 配置 HGMP 集群内外 SNMP 互通（NAT 方式）的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群内外设备 SNMP 互通（NAT 方式）的基本功能：

1. 根据“**配置 HGMP 集群基本功能示例**”中的配置步骤创建和配置集群基本功能。
2. 使能命令交换机的 SNMP NAT 功能（设备默认是使能的）。

   说明

   集群 NAT 相关配置，必须在命令交换机上进行。
3. 配置 SNMP 主机地址。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- SNMP 主机地址是 3.0.0.1/8。
- VLANIF 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8，且与 SNMP 主机之间有可达的路由。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-1
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
       MAC Address : 0003-0003-0003
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Device Name : Member-2
Port Duplex : FULL
Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8        S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8        S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8        S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type              MAC Address     Status Device Name
------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                    0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                    0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                    0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                    0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

步骤 10 检查配置结果

版权所有 © 华为技术有限公司

- 完成上述配置后，执行 **display current-configuration filter snmp** 命令，会看到 SNMP Agent 已经使能，其中命令交换机的 udp-domain 为 SNMP 主机的地址 3.0.0.1，成员教换机的 udp-domain 为命令交换机的地址 10.0.0.1。以命令交换机和成员交换机 3 的显示为例。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display current-configuration filter snmp
snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname clus
ter
[HUAWEI_3.Member-3] display current-configuration filter snmp
snmp-agent target-host trap address udp-domain 10.0.0.1 params securityname clu
ster
```

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
 cluster-ftp-nat enable
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 FTP server enable
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

配置 HGMP 集群内外设备 SNMP 互通示例（非 NAT 方式）

组网需求

如图 6-110 所示，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

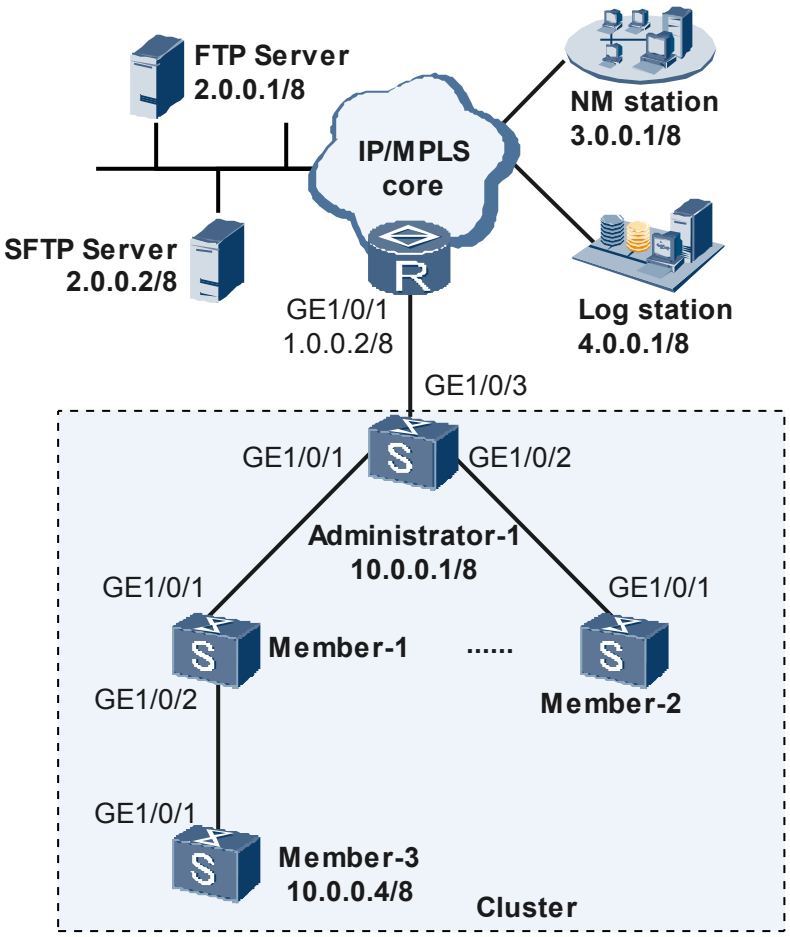
现在需要 Member-1、Member-2 和 Member-3 向 SNMP 主机发送信息。此时，可以通过 NAT 方式或者非 NAT 方式，使集群外 SNMP 主机与成员交换机建立连接。

说明

本例中采用非 NAT 方式，以集群中的成员交换机 Member-3 访问集群外的 SNMP 主机（3.0.0.1/8）为例进行说明。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-110 配置 HGMP 集群内外 SNMP 互通（非 NAT 方式）的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群内外设备 SNMP 互通的基本功能：

1. 根据“**配置 HGMP 集群基本功能示例**”中的配置步骤创建和配置集群基本功能。
2. 去使能命令交换机的 SNMP NAT 功能（设备默认是使能的）。

   说明

   集群 NAT 相关配置，必须在命令交换机上进行。
3. 在命令交换机和成员交换机上分别配置路由，使 SNMP 主机与成员交换机之间存在可达的路由。
4. 配置 SNMP 主机地址。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- SNMP 主机地址是 3.0.0.1/8。
- VLANIF 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8，且与 FTP 服务器之间有可达的路由。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-1
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
       MAC Address : 0003-0003-0003
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Device Name : Member-2
Port Duplex : FULL
Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                PLATFORM

------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8        S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8        S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8        S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8        S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8        S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8        S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8        S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type              MAC Address     Status Device Name
------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                    0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                    0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                    0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                    0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

步骤 10 取消命令交换机的 SNMP NAT 功能。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] undo cluster-snmp-nat enable
```

步骤 11 配置成员交换机的路由，使成员交换机与 SNMP 主机之间存在可达的路由。

配置成员交换机 1。

```
[HUAWEI_1.Member-1] ip route-static 3.0.0.0 8 10.0.0.1
```

配置成员交换机 2。

```
[HUAWEI_2.Member-2] ip route-static 3.0.0.0 8 10.0.0.1
```

配置成员交换机 3。

```
[HUAWEI_3.Member-3] ip route-static 3.0.0.0 8 10.0.0.1
```

说明

这里也可以通过增量配置，给多个成员交换机同时配置，具体配置方法请参见**配置 HGMP 集群增量配置功能示例**。

步骤 12 配置成员交换机的 SNMP 代理功能。

配置成员交换机 1。

```
[HUAWEI_1.Member-1] snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname cluster
```

配置成员交换机 2。

```
[HUAWEI_2.Member-2] snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname cluster
```

配置成员交换机 3。

```
[HUAWEI_3.Member-3] snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname cluster
```

说明

这里也可以通过增量配置，给多个成员交换机同时配置，具体配置方法请参见**配置 HGMP 集群增量配置功能示例**。

步骤 13 检查配置结果

完成上述配置后，执行 **display current-configuration filter snmp** 命令，会看到 SNMP Agent 已经使能，其中命令交换机和成员交换机的 udp-domain 都为 SNMP 主机的地址 3.0.0.1，以命令交换机和成员交换机 3 的显示为例。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display current-configuration filter snmp
snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname cluster
[HUAWEI_3.Member-3] display current-configuration filter snmp
snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname cluster
```

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
 undo cluster-snmp-nat enable
 cluster-ftp-nat enable
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
 ip route-static 3.0.0.0 255.0.0.0 10.0.0.1
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 snmp-agent
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname cluster
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 FTP server enable
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
 ip route-static 3.0.0.0 255.0.0.0 10.0.0.1
#
 snmp-agent
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname cluster
#
return
```

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
 ip route-static 3.0.0.0 255.0.0.0 10.0.0.1
#
 snmp-agent
 snmp-agent target-host trap address udp-domain 3.0.0.1 params securityname cluster
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

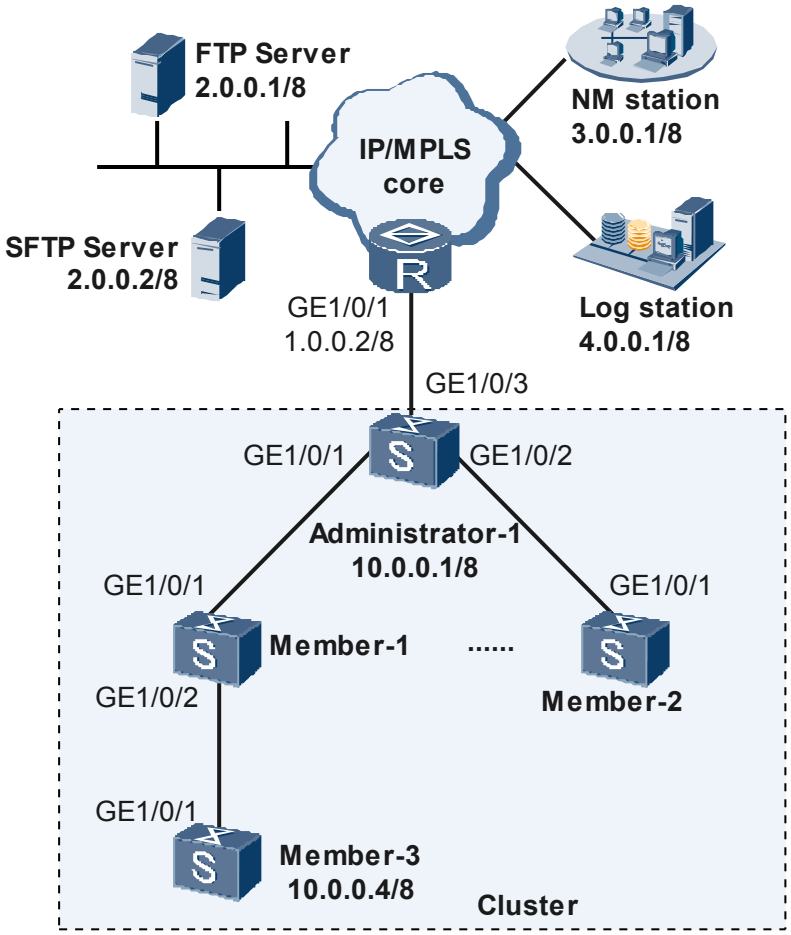
配置 HGMP 集群批量下发功能示例

组网需求

如图 6-111 所示，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

现在需要控制成员交换机 Member-2、Member-3 从 FTP 服务器上批量下发配置文件。

图 6-111 配置 HGMP 集群批量下发功能的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通（NAT 方式）的基本功能：

1. 根据“配置 HGMP 集群基本功能示例”中的配置步骤创建集群。

版权所有 © 华为技术有限公司

2. **配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通示例（NAT 方式）**。

   说明

   - 配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通，可以采用 NAT 方式也可以采用非 NAT 方式。本例中采用 NAT 方式进行举例说明。
   - 如果不需要通过访问集群外部的 FTP 服务器来批量下发系统软件、补丁或者配置文件，那么此步骤可省略。

3. 在命令交换机上配置批量下发。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- VLAN 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8，且与 FTP 服务器之间有可达的路由。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。
- Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-1
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
       MAC Address : 0003-0003-0003
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-2
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
--------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

--------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                  PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type              MAC Address     Status Device Name
------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                    0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                    0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                    0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                    0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

步骤 10 执行批量下发

在命令交换机上执行批量下发命令，成员交换机通过 NAT 方式从 FTP 服务器（2.0.0.1）下载配置文件，并自动设置为下次启动的配置文件。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-plug-play ip 2.0.0.1 username user1 password 123
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-member group-by member-number 2 to 3 get configuration-file vrpcfg-hgmp.zip
```

步骤 11 检查配置结果

在命令交换机上执行 **display member-getfile-stat** 命令，查看成员交换机获取配置文件、系统软件或者补丁文件的状态。可以看到结果是“success”。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display member-getfile-stat
The status of member switchs getting file:
--------------------------------------------------------------------------
SN    Device              MacAddress        IPAddress        Result
--------------------------------------------------------------------------
2     S9700               0003-0003-0003    10.0.0.3         success
3     S9700               0004-0004-0004    10.0.0.4         success
```

在成员交换机上执行 **dir** 命令，可以看到成员交换机已经成功下载到了指定的配置文件。以 Member-2 为例。

```
<HUAWEI_2.Member-2> dir *.zip
Directory of cfcard:/
  Idx  Attr  Size(Byte)  Date        Time       FileName
   0   -rw-       1,491  Sep 03 2008 17:43:52   vrpcfg.zip
   1   -rw-         752  Aug 05 2008 15:04:36   vrpcfg-hgmp.zip
506,880 KB total (35,920 KB free)
<HUAWEI_2.Member-2> cd slave#cfcard:
<HUAWEI_2.Member-2> dir *.zip
Directory of slave#cfcard:/
  Idx  Attr  Size(Byte)  Date        Time       FileName
   0   -rw-       1,491  Sep 03 2008 17:43:54   vrpcfg.zip
   1   -rw-         752  Aug 05 2008 15:07:50   vrpcfg-hgmp.zip
503,544 KB total (34,776 KB free)
```

在成员交换机上执行 **display startup** 命令，可以看到成员交换机下次启动的配置文件的名称已改变。以 Member-2 为例。

```
<HUAWEI_2.Member-2> display startup
MainBoard:
  Configured startup system software:        cfcard:/S9700.cc
  Startup system software:                   cfcard:/S9700.cc
  Next startup system software:              cfcard:/S9700.cc
  Startup saved-configuration file:          cfcard:/vrpcfg.zip
  Next startup saved-configuration file:     cfcard:/vrpcfg-hgmp.zip
  Startup paf file:                          NULL
  Next startup paf file:                     NULL
  Startup license file:                      NULL
  Next startup license file:                 NULL
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Startup patch package:                  NULL
Next startup patch package:             NULL
```

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
 cluster-ftp-nat enable
cluster-plug-play ip 2.0.0.1 username user1 password 123
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 FTP server enable
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

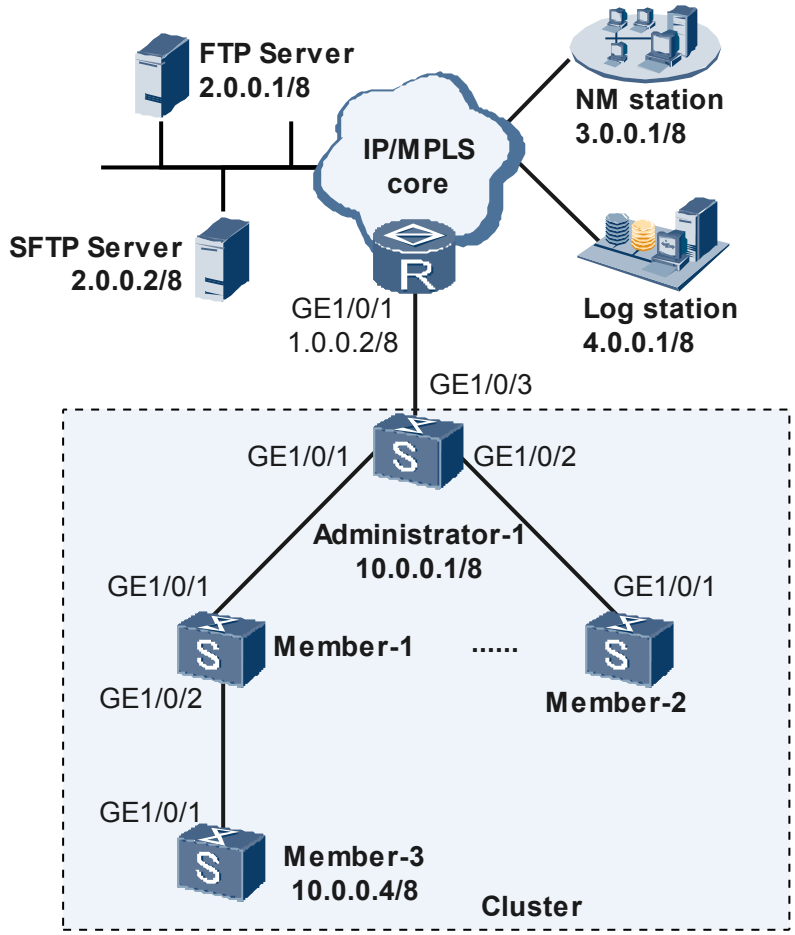
配置 HGMP 集群批量重启功能示例

组网需求

如图 6-112 所示，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

现在需要控制成员交换机 Member-2、Member-3 重启。

图 6-112 配置 HGMP 集群批量重启功能的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群批量重启的基本功能：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 根据“配置 HGMP 集群基本功能示例”中的配置步骤创建集群。
2. 在命令交换机上配置批量重启。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- VLANIF 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。
- Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      Device Name : Member-1
      Port Duplex : FULL
      Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
      MAC Address : 0003-0003-0003
      Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
      Software Version: Version 5.110 V200R001C00
      Device Name : Member-2
      Port Duplex : FULL
      Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
--------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

--------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                 PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8         S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8         S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8         S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type              MAC Address     Status Device Name
------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                    0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                    0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                    0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                    0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

步骤 10 执行批量重启

在命令交换机上执行批量重启命令，重新启动设备 Member-2 和 Member-3。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-member reboot group-by member-number 2 to 3
Info: This command will take members reboot.Are you sure?[Y/N]y
```

步骤 11 检查配置结果

在成员交换机上执行 **display member-reboot-stat** 命令，查看成员交换机重启的状态。可以看到结果是“success”。此时指定的成员交换机已经重启。

```
[HUAWEI_2.Member-2] display member-reboot-stat
The result of member switchs rebooting:
------------------------------------------------------------------------------
SN    Device              MacAddress          IPAddress       Result
------------------------------------------------------------------------------
1     S9700               0003-0003-0003      10.0.0.3        success
2     S9700               0004-0004-0004      10.0.0.4        success
```

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 cluster-ftp-nat enable
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-3 的配置文件

```
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

配置 HGMP 集群增量配置功能示例

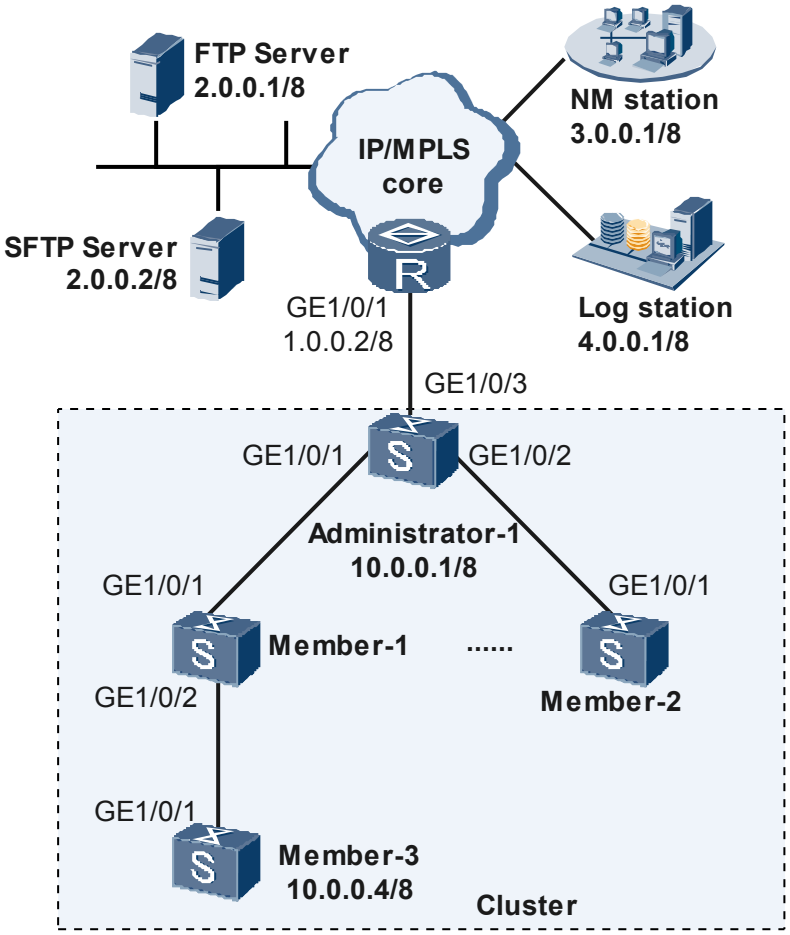
组网需求

如图 6-113，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

现在需要在成员交换机 Member-2 和 Member-3 上创建 VLAN100 ～ VLAN200，并且配置下一跳地址为命令交换机的静态路由，此时可以使用 HGMP 集群增量配置功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-113 配置 HGMP 集群增量配置功能的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群增量配置的基本功能：

1. 根据“**配置 HGMP 集群基本功能示例**”中的配置步骤创建集群。
2. 在命令交换机上编辑增量配置命令列表。
3. 给指定的成员交换机下发增量配置命令列表。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- VLANIF 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。
- Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-1
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
       MAC Address : 0003-0003-0003
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-2
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                  PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
-------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type             MAC Address     Status Device Name
-------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                   0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                   0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                   0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                   0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

步骤 10 在命令交换机上编辑增量配置命令列表

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] increment
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster-increment] increment-command command-number 10 command-text vlan batch 100 to 200
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster-increment] increment-command command-number 20 command-text ip route-static 2.0.0.0 8 10.0.0.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

完成上述配置后，在命令交换机上执行 **display increment-command** 命令，可以查看增量配置命令列表。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display increment-command
The content of increment commands:
-------------------------------------------------------------------------------
SN        Content
-------------------------------------------------------------------------------
10        vlan batch 100 to 200
20        ip route-static 2.0.0.0 8 10.0.0.1
```

步骤 11 下发增量配置命令列表

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster-increment] increment-run group-by member-number 2 to 3
```

步骤 12 检查配置结果

在成员交换机上执行 **display cluster-increment-result** 命令，查看给指定的成员交换机下发增量配置的结果。可以看到结果是“success”。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display cluster-increment-result
The result of member switch executing increment commands:
-------------------------------------------------------------------------------
SN   Device              MacAddress     IpAddress      Result    CommandId
-------------------------------------------------------------------------------
2    S9700               0003-0003-0003 10.0.0.3       success   -

3    S9700               0004-0004-0004 10.0.0.4       success   -
```

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
 cluster-ftp-nat enable
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

配置 HGMP 集群同步配置文件功能示例

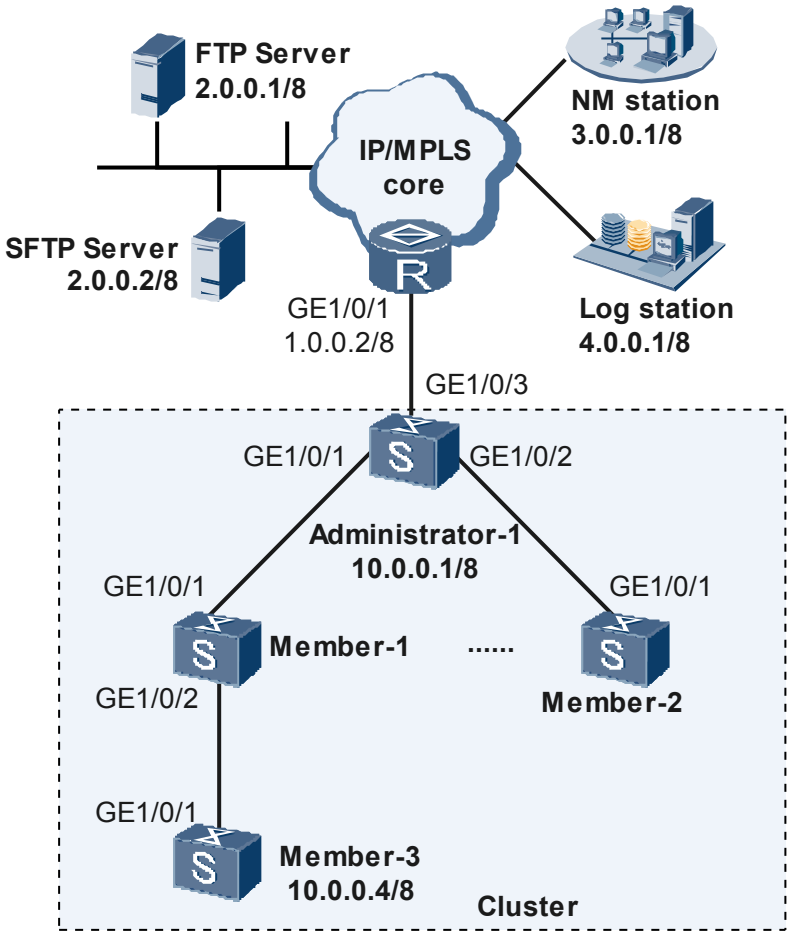
组网需求

如图 6-114，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

现在需要将所有成员交换机的配置文件同步到 FTP 服务器上，此时可以配置 HGMP 集群同步配置文件功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-114 配置 HGMP 集群同步配置文件功能的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群同步配置文件的基本功能：

1. 根据“**配置 HGMP 集群基本功能示例**”中的配置步骤创建集群。
2. **配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通示例（NAT 方式）**。

   说明

   - 配置 HGMP 集群内外设备 FTP 互通，可以采用 NAT 方式也可以采用非 NAT 方式。本例中采用 NAT 方式进行举例说明。
   - 如果不需要通过访问集群外部的 FTP 服务器来完成 HGMP 集群同步配置文件功能，那么此步骤可省略。
3. 在命令交换机上执行同步配置命令。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- VLANIF 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8，且与 FTP 服务器之间有可达的路由。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置成员交换机 3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-1
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
       MAC Address : 0003-0003-0003
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
Software Version: Version 5.110 V200R001C00
Device Name : Member-2
Port Duplex : FULL
Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                  PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
-------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type             MAC Address     Status Device Name
-------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                   0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                   0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                   0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                   0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

步骤 10 同步配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

在命令交换机上执行同步配置命令，成员交换机通过 NAT 方式同步配置文件到 FTP 服务器（2.0.0.1）上。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-plug-play ip 2.0.0.1 username hgmp password hgmp
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] increment-config synchronization
```

步骤 11 检查配置结果

完成上述配置后，在成员交换机上执行 **display increment-synchronization-result** 命令，查看成员交换机的配置文件同步到 FTP 服务器的结果。可以看到结果是“success”。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display increment-synchronization-result
The result of member switchs' synchronization:
-------------------------------------------------------------------------------
SN   Device              MacAddress     IpAddress      result
-------------------------------------------------------------------------------
1    S9700               0002-0002-0002 10.0.0.2       success
2    S9700               0003-0003-0003 10.0.0.3       success
3    S9700               0004-0004-0004 10.0.0.4       success
```

在 FTP 服务器上可以看到以成员交换机 MAC 地址命名的配置文件，配置 HGMP 集群同步配置文件成功。

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
 cluster-ftp-nat enable
 cluster-plug-play ip 2.0.0.1 username hgmp password hgmp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 FTP server enable
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

配置 HGMP 集群安全特性示例

组网需求

如图 6-115，所有的二层设备处于同一个集群，且 Administrator-1 是本集群的命令交换机，其他的二层设备都是成员交换机，Member-2 的成员编号是 2，Member-3 的成员编号是 3。

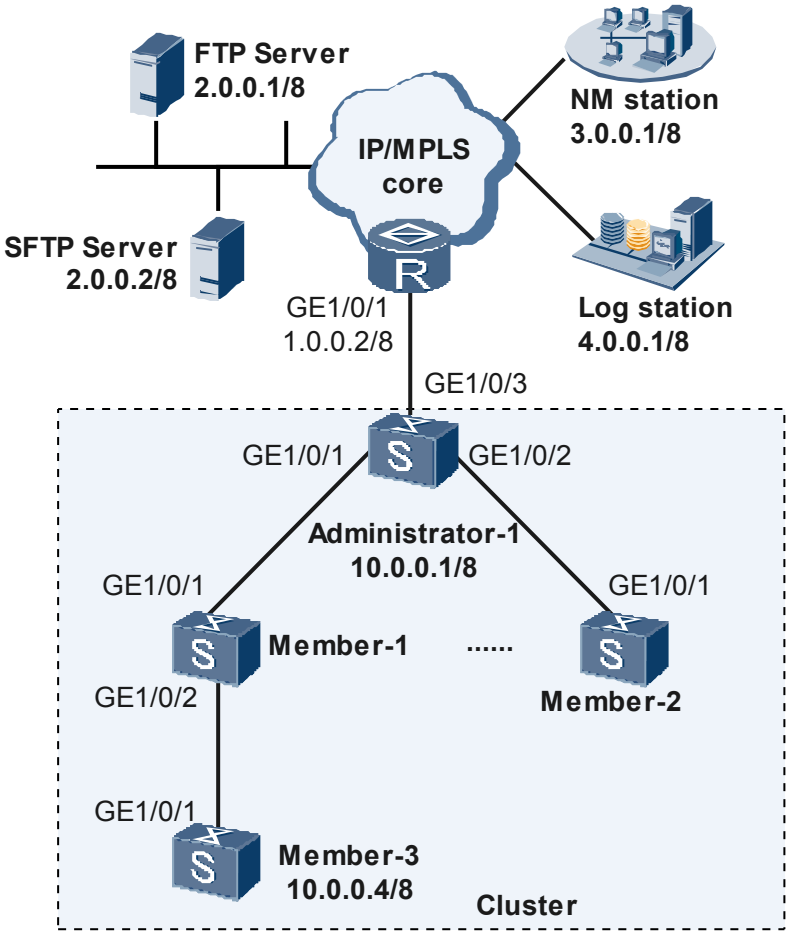
现在需要在所有的成员交换机不需要运行 NDP 和 NTDP 协议的接口上，禁止 NDP 和 NTDP 功能，以提高整个集群的安全性，此时可以配置 HGMP 集群安全特性。

说明

关闭成员交换机不相关端口的 NDP 或 NTDP 协议后，新的候选交换机接入成员交换机的不相关接口，新的候选交换机不能加入该集群。除非重新使能该成员交换机的不相关端口的 NDP 或 NTDP 协议。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-115 配置 HGMP 集群安全特性的典型组网图



设备	MAC 地址	设备	MAC 地址
Administrator-1	0001-0001-0001	Member-1	0002-0002-0002
Member-2	0003-0003-0003	Member-3	0004-0004-0004

配置思路

采用如下的思路配置 HGMP 集群安全特性的基本功能：

1. 根据“**配置 HGMP 集群基本功能示例**”中的配置步骤创建集群。
2. 在命令交换机上运行关闭成员交换机不相关端口的 NDP 和 NTDP 协议的命令。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 集群管理 VLAN 的 VLAN 编号是 10。
- VLANIF 10 接口的 IP 地址是 1.0.0.1/8，且与 FTP 服务器之间有可达的路由。
- 集群的地址池是 10.0.0.0/8。
- Administrator 的集群 IP 地址是 10.0.0.1/8。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置管理 VLAN

在设备上创建 VLAN 10，并把命令交换机和成员交换机的接口加入此 VLAN 中。

配置命令交换机。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Administrator-1
[Administrator-1] vlan 10
[Administrator-1-vlan10] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/3
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 10
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Administrator-1] interface vlanif 10
[Administrator-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-1
[Member-1] vlan 10
[Member-1-vlan10] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Member-1] interface vlanif 10
[Member-1-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-2
[Member-2] vlan 10
[Member-2-vlan10] quit
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-2] interface vlanif 10
[Member-2-Vlanif10] quit
```

配置成员交换机 3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Member-3
[Member-3] vlan 10
[Member-3-vlan10] quit
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-3] interface vlanif 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Member-3-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 NDP

在设备上使能系统 NDP 和接口的 NDP 功能。

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ndp enable
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ndp enable
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ndp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ndp enable
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ndp enable
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ndp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看 NDP 的信息，可以看到接口的 NDP 状态为 Enable。Device Name 为邻居节点的主机名。Port Name 为邻居节点的与本接口相连的接口名称。

```
[Administrator-1] display ndp interface gigabitethernet 1/0/1 gigabitethernet 1/0/2
 Interface: GigabitEthernet1/0/1
    Status: Enabled, Packets Sent: 0, Packets Received: 11, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 2(s)
       MAC Address : 0002-0002-0002
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-1
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
 Interface: GigabitEthernet1/0/2
    Status: Enabled, Packets Sent: 6, Packets Received: 16, Packets Error: 0
    Neighbor 1:  Aging Time: 5(s)
       MAC Address : 0003-0003-0003
       Port Name   : GigabitEthernet1/0/1
       Software Version: Version 5.110 V200R001C00
       Device Name : Member-2
       Port Duplex : FULL
       Product Ver : S9700
```

步骤 3 配置 NTDP

在设备上使能系统 NTDP 和接口的 NTDP 功能、并配置 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] ntdp enable
[Administrator-1] ntdp timer 10
[Administrator-1] ntdp hop 3
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Administrator-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Administrator-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] ntdp enable
[Member-1] ntdp timer 10
[Member-1] ntdp hop 3
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Member-1] interface gigabitethernet 1/0/2
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] ntdp enable
[Member-1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置成员交换机 2。

```
[Member-2] ntdp enable
[Member-2] ntdp timer 10
[Member-2] ntdp hop 3
[Member-2] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] ntdp enable
[Member-3] ntdp timer 10
[Member-3] ntdp hop 3
[Member-3] interface gigabitethernet 1/0/1
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] ntdp enable
[Member-3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看全局 NTDP 配置信息，可以看到 NTDP 的定时拓扑收集时间是 10 分钟、NTDP 的拓扑收集范围是 3 跳。

```
[Administrator-1] display ntdp
Network topology discovery protocol is enabled
Hops      : 3
Timer     : 10 min
Hop Delay : 200 ms
Port Delay: 20 ms
Total time for last collection:0 ms
```

步骤 4 使能集群功能和配置管理 VLAN

配置命令交换机。

```
[Administrator-1] cluster enable
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] mngvlanid 10
[Administrator-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 1。

```
[Member-1] cluster enable
[Member-1] cluster
[Member-1-cluster] mngvlanid 10
[Member-1-cluster] quit
```

配置成员交换机 2。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Member-2] cluster enable
[Member-2] cluster
[Member-2-cluster] mngvlanid 10
[Member-2-cluster] quit
```

配置成员交换机 3。

```
[Member-3] cluster enable
[Member-3] cluster
[Member-3-cluster] mngvlanid 10
[Member-3-cluster] quit
```

在命令交换机上手动启动收集拓扑信息后，查看通过 NTDP 收集到的设备信息，可以看到相关设备的 MAC 和型号。

```
<Administrator-1> ntdp explore
<Administrator-1> system-view
[Administrator-1] display ntdp device-list
The device-list of NTDP:
--------------------------------------------------------------------------------
 MAC             HOP  IP                  PLATFORM

--------------------------------------------------------------------------------
 0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8          S9700
 0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8          S9700
 0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8          S9700
 0001-0001-0001  0    10.0.0.1/8          S9700
```

步骤 5 创建集群

说明

本配置步骤只能在命令交换机上执行。

在命令交换机上配置集群使用的 IP 地址范围是 10.0.0.0/8，其中，为命令交换机分配的 IP 地址是 10.0.0.1/8。

```
[Administrator-1] cluster
[Administrator-1-cluster] ip-pool 10.0.0.1 8
```

在命令交换机上创建名称为“HUAWEI”的集群。

```
[Administrator-1-cluster] build HUAWEI
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster]
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看设备所属集群的信息。可以看到，设备名称已经改变，Cluster name 是 HUAWEI。Management VLAN ID 为 10。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
No logging host configured
No SNMP host configured
No FTP server configured
No SFTP server configured
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : disabled
There are 1 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

在命令交换机上查看候选交换机的信息，可以看到所有的候选交换机以及型号。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster candidates
MAC             HOP  IP                PLATFORM
0004-0004-0004  2    10.0.0.4/8        S9700
0003-0003-0003  1    10.0.0.3/8        S9700
0002-0002-0002  1    10.0.0.2/8        S9700
```

步骤 6 添加成员交换机

说明

- 本配置步骤只能在命令交换机上执行。
- 本配置举例采用自动添加成员交换机的方式。如果需要手动添加成员交换机，请参见“添加成员交换机”。

将所有候选交换机加入集群。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] auto-build
Collecting candidate list, please wait...
Candidate list:

Name                            Hop   MAC Address     DeviceType
Member-1                        1     0002-0002-0002   S9700
Member-2                        1     0003-0003-0003   S9700
Member-3                        2     0004-0004-0004   S9700
Warning: Add all to cluster?(Y/N) y
Info: Cluster auto-build is complete.
Added 3 member(s) into the cluster successfully.
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看集群内命令交换机和成员交换机的信息。可以看到所有的成员交换机都已加入。并且 Status 为 Up。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster members
The list of cluster member:
-------------------------------------------------------------------------------
SN   Device Type              MAC Address     Status Device Name
-------------------------------------------------------------------------------
0    S9700                    0001-0001-0001  Admin  HUAWEI_0.Administrator-1
1    S9700                    0002-0002-0002  Up     HUAWEI_1.Member-1
2    S9700                    0003-0003-0003  Up     HUAWEI_2.Member-2
3    S9700                    0004-0004-0004  Up     HUAWEI_3.Member-3
```

步骤 7 配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址

为了保证集群内成员交换机与集群外设备的正常通信，需要给命令交换机的 VLANIF 10 接口指定 IP 地址。

配置 VLANIF 10 接口的 IP 地址。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] interface vlanif 10
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] ip address 1.0.0.1 8
[HUAWEI_0.Administrator-1-Vlanif10] quit
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看接口状态，可以看到接口的状态为 UP。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display interface Vlanif 10
Vlanif10 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2008-09-25 21:25:52
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is 1.0.0.1/8
Internet Address is 10.0.0.1/8 Cluster
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0001-0001-0001
Current system time: 2012-03-06 11:12:55-08:00
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Input bandwidth utilization  : --
  Output bandwidth utilization : --
```

步骤 8 配置命令交换机的静态路由

配置静态路由的目的是保证集群设备与各服务器和主机之间有可达路由。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] ip route-static 0.0.0.0 0 1.0.0.2
```

说明

此处也可以使用动态路由协议。

步骤 9 配置集群的公用服务器和主机

配置 FTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] cluster-ftp-nat enable
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] ftp-server 2.0.0.1
```

配置 SFTP 服务器。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] sftp-server 2.0.0.2
```

配置 SNMP 的网管主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] snmp-host 3.0.0.1
```

配置日志主机。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] logging-host 4.0.0.1
```

完成上述配置后，在命令交换机上查看本设备所属集群的信息，可以看到集群公用日志主机、SNMP 主机，FTP 服务器、SFTP 服务器等信息都已配置成功。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] display cluster
Cluster name:"HUAWEI"
Role:Administrator switch

Management vlan id    : 10
Cluster multicast MAC address : 0180-c200-000a(default)
Cluster auto-join      : disabled

Handshake timer:10 second(s)
Handshake hold-time:60 second(s)
IP pool:10.0.0.1/8
Logging host:4.0.0.1
SNMP host:3.0.0.1
FTP server:2.0.0.1
SFTP server:2.0.0.2
cluster-member ftp-timeout: 300 second(s)(default)
Cluster SNMP NAT capability : enabled
Cluster FTP NAT capability : enabled
There are 4 member(s) in the cluster, and 0 of them are down.
```

步骤 10 禁止 NDP 功能和 NTDP 功能

在所有的成员交换机不需要运行 NDP 和 NTDP 协议的接口上，禁止 NDP 功能和 NTDP 功能。

```
# 禁止不相关接口的NDP功能
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] undo cluster-member unrelated-port ndp
# 禁止不相关接口的NTDP功能
[HUAWEI_0.Administrator-1] cluster
[HUAWEI_0.Administrator-1-cluster] undo cluster-member unrelated-port ntdp
```

步骤 11 检查配置结果

版权所有 © 华为技术有限公司

完成上述配置后，在命令交换机上执行 **display member-interface-state** 命令，查看成员交换机不相关接口的 NDP 或 NTDP 的状态。可以看到结果是“Success”。

```
[HUAWEI_0.Administrator-1] display member-interface-state ndp
The result of member switches executed disable member interface command:
------------------------------------------------------------------------------
SN        Device         MacAddress          IpAddress           result
------------------------------------------------------------------------------
3         S9700          0004-0004-0004      10.0.0.4            success
2         S9700          0003-0003-0003      10.0.0.3            success
1         S9700          0002-0002-0002      10.0.0.2            success
[HUAWEI_0.Administrator-1] display member-interface-state ntdp
The result of member switches executed disable member interface command:
------------------------------------------------------------------------------
SN        Device         MacAddress          IpAddress           result
------------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------------
3         S9700          0004-0004-0004      10.0.0.4            success
2         S9700          0003-0003-0003      10.0.0.3            success
1         S9700          0002-0002-0002      10.0.0.2            success
------------------------------------------------------------------------------
```

----结束

配置文件

- Administrator-1 的配置文件

```
#
 sysname Administrator-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
 ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 ip-pool 10.0.0.1 255.0.0.0
 build HUAWEI
 cluster-ftp-nat enable
 ftp-server 2.0.0.1
 sftp-server 2.0.0.2
 logging-host 4.0.0.1
 snmp-host 3.0.0.1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 1.0.0.2
#
return
```

- Member-1 的配置文件

```
#
 sysname Member-1
#
 vlan batch 10
#
 cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-2 的配置文件

```
#
 sysname Member-2
#
 vlan batch 10
#
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

- Member-3 的配置文件

```
#
 sysname Member-3
#
 vlan batch 10
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
cluster enable
 ntdp enable
 ntdp hop 3
 ntdp timer 10
 ndp enable
#
interface Vlanif10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 ntdp enable
 ndp enable
#
cluster
 mngvlanid 10
 administrator-address 0001-0001-0001 name HUAWEI
#
return
```

6.4 以太网配置

本文档针对 S9700 的以太网业务，主要包括以太网接口配置、链路聚合配置、VLAN 配置、VLAN Mapping 配置、QinQ 配置、GVRP 配置、MAC 表配置、STP/RSTP、MSTP 配置、SEP 配置、二层协议透明传输配置、HVRP 配置、Loop Detection 配置。

本文档从配置过程和配置举例两大方面介绍了此业务的配置方法和应用场景。

6.4.1 以太网接口配置

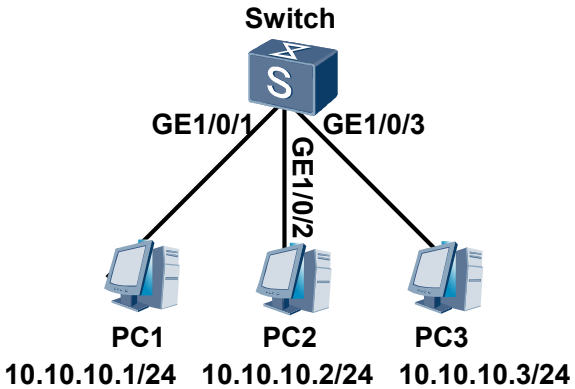
介绍以太网接口的基本知识、配置方法和配置实例。

配置端口隔离示例

组网需求

如图 6-116 所示，要求 PC1 与 PC2 之间不能互相访问，PC1 与 PC3 之间可以互相访问，PC2 与 PC3 之间可以互相访问。

图 6-116 配置端口隔离示例组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置端口隔离：

1. 使能 PC1 和 PC2 相连端口的端口隔离功能，使 PC1 与 PC2 不能互相访问。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- Switch 与 PC1 之间连接的端口号。
- Switch 与 PC2 之间连接的端口号。
- 配置 Switch 的端口隔离模式为二层隔离三层互通（此配置为缺省配置）。
- 配置连接 PC1、PC2、PC3 的端口属于同一 VLAN（缺省情况下属于 VLAN1）。
- 配置连接 PC1、PC2 的端口属于同一隔离组（缺省情况下属于隔离组 1）。

操作步骤

步骤 1 配置端口隔离功能

配置端口隔离模式为二层隔离三层互通。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] port-isolate mode l2
```

配置 GigabitEthernet1/0/1 的端口隔离功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port-isolate enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 GigabitEthernet1/0/2 的端口隔离功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port-isolate enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 2 验证配置结果

PC1 和 PC2 不能互相 ping 通。

PC1 和 PC3 可以互相 ping 通。

PC2 和 PC3 可以互相 ping 通。

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port-isolate enable group 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port-isolate enable group 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/3
#
return
```

6.4.2 链路聚合配置

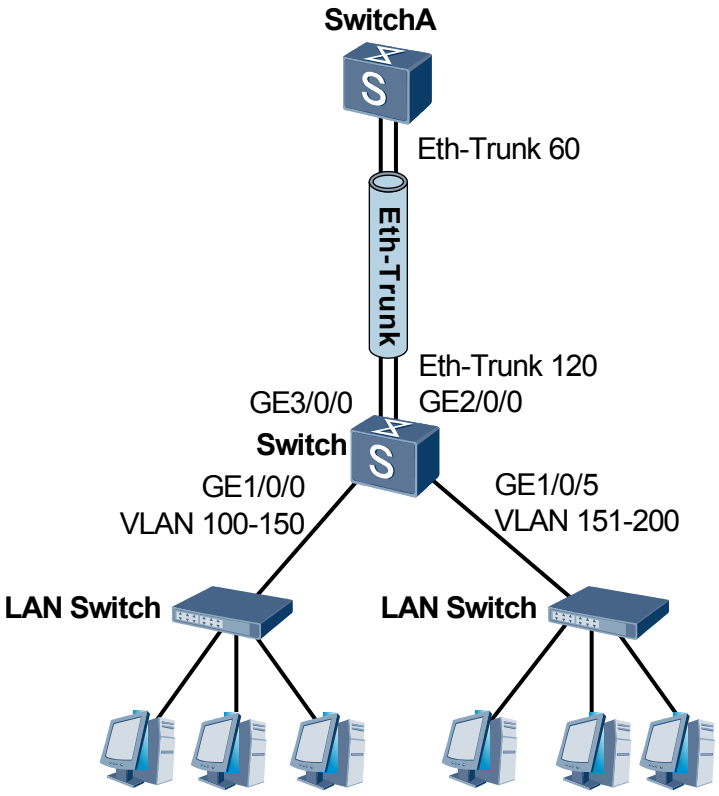
介绍链路聚合的基本知识、配置方法和配置实例。

配置手工负载分担模式链路聚合示例

组网需求

如图 6-117 所示，Switch 和 SwitchA 之间用 Eth-Trunk 链路连接。要求 Switch 和 SwitchA 之间的链路有较高的可靠性，并在 Switch 上实现数据流量在不同单板之间负载分担。因此需要在 Switch 上配置跨板的 Eth-Trunk 接口。

图 6-117 配置手工负载分担模式链路聚合组网图



配置思路

采用如下的思路配置负载分担链路聚合：

1. 创建 Eth-Trunk。
2. 加入成员接口。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备的数据：

- 链路聚合组编号。
- Eth-Trunk 的成员接口类型和编号。

操作步骤

步骤 1 创建 Eth-Trunk

创建 Eth-Trunk 120。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] interface eth-trunk 120
[Switch-Eth-Trunk120] quit
```

步骤 2 向 Eth-Trunk 中加入成员接口

将 GE2/0/0 加入 Eth-Trunk 120。

```
[Switch] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch-GigabitEthernet2/0/0] eth-trunk 120
[Switch-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

将 GE3/0/0 加入 Eth-Trunk 120。

```
[Switch] interface gigabitethernet 3/0/0
[Switch-GigabitEthernet3/0/0] eth-trunk 120
[Switch-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

步骤 3 配置 Eth-Trunk 120

配置 Eth-Trunk 120 允许 VLAN100-200 的报文通过。

```
[Switch] interface eth-trunk 120
[Switch-Eth-Trunk120] port link-type trunk
[Switch-Eth-Trunk120] port trunk allow-pass vlan 100 to 200
[Switch-Eth-Trunk120] quit
```

步骤 4 验证配置结果

在任意视图下执行 **display trunkmembership** 命令，检查 Eth-Trunk 120 是否创建成功，及成员接口是否正确加入。

```
[Switch] display trunkmembership eth-trunk 120
Trunk ID: 120
used status: VALID
TYPE: ethernet
Working Mode : Normal
Number Of Ports in Trunk = 2
Number Of UP Ports in Trunk = 2
operate status: up
Interface GigabitEthernet2/0/0, valid, operate up, weight=1
Interface GigabitEthernet3/0/0, valid, operate up, weight=1
```

显示 Eth-Trunk 120 的配置信息。

```
[Switch] display eth-trunk 120
Eth-Trunk120's state information is:
WorkingMode: NORMAL          Hash arithmetic: According to SIP-XOR-DIP
Least Active-linknumber: 1  Max Bandwidth-affected-linknumber: 8
Operate status: up        Number Of Up Port In Trunk: 2
--------------------------------------------------------------------------------
PortName                Status      Weight
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
GigabitEthernet2/0/0     Up         1
GigabitEthernet3/0/0     Up         1
```

从以上信息看出 Eth-Trunk 120 中包含 2 个成员接口 GE2/0/0 和 GE3/0/0。成员接口的状态都为 Up。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
interface Eth-Trunk120
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100 to 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 eth-trunk 120
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 eth-trunk 120
#
return
```

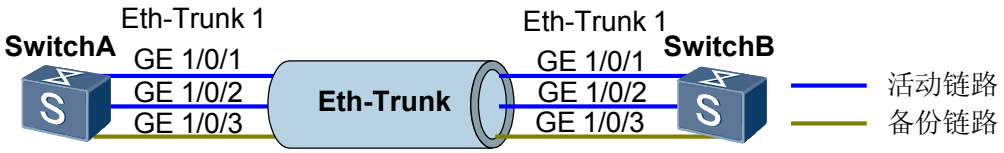
配置静态 LACP 模式链路聚合示例

组网需求

如图 6-118 所示，在两台 Switch 设备上配置静态 LACP 模式链路聚合组，提高两设备之间的带宽与可靠性，具体要求如下：

- 2 条活动链路具有负载分担的能力。
- 两设备间的链路具有 1 条冗余备份链路，当活动链路出现故障链路时，备份链路替代故障链路，保持数据传输的可靠性。

图 6-118 配置静态 LACP 模式链路聚合组网图



配置思路

采用如下的思路配置静态 LACP 模式链路聚合：

1. 在 Switch 设备上创建 Eth-Trunk，配置 Eth-Trunk 为静态 LACP 模式。
2. 将成员接口加入 Eth-Trunk。
3. 配置系统优先级确定主动端。
4. 配置活动接口上限阈值。

版权所有 © 华为技术有限公司

5. 配置接口优先级确定活动链路。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 两端 Switch 设备链路聚合组编号。
- SwitchA 系统优先级。
- 活动接口上限阈值。
- 活动接口 LACP 优先级。

操作步骤

步骤 1 创建编号为 1 的 Eth-Trunk，配置它的工作模式为静态 LACP 模式

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] interface eth-trunk 1
[SwitchA-Eth-Trunk1] mode lacp-static
[SwitchA-Eth-Trunk1] quit
```

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] interface eth-trunk 1
[SwitchB-Eth-Trunk1] mode lacp-static
[SwitchB-Eth-Trunk1] quit
```

步骤 2 将成员接口加入 Eth-Trunk

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] eth-trunk 1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] eth-trunk 1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] eth-trunk 1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] eth-trunk 1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] eth-trunk 1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/3] eth-trunk 1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

步骤 3 在 SwitchA 上配置系统优先级为 100，使其成为 LACP 主动端

```
[SwitchA] lacp priority 100
```

步骤 4 在 SwitchA 上配置活动接口上限阈值为 2

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] interface eth-trunk 1
[SwitchA-Eth-Trunk1] max active-linknumber 2
[SwitchA-Eth-Trunk1] quit
```

步骤 5 在 SwitchA 上配置接口优先级确定活动链路

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] lacp priority 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] lacp priority 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 6 验证配置结果

查看各 Switch 设备的 Eth-Trunk 信息，查看链路是否协商成功。

```
[SwitchA] display eth-trunk 1
 Eth-Trunk1's state information is:
 Local:
 LAG ID: 1                 WorkingMode: STATIC
 Preempt Delay: Disabled         Hash arithmetic: According to SIP-XOR-DIP
 System Priority: 100      System ID: 00e0-fca8-0417
 Least Active-linknumber: 1      Max Active-linknumber: 2
 Operate status: Up              Number Of Up Port In Trunk: 2
 --------------------------------------------------------------------------------
 ActorPortName          Status    PortType  PortPri   PortNo PortKey   PortState Weight
 GigabitEthernet1/0/1   Selected  1GE       100       6145    2865      11111100     1
 GigabitEthernet1/0/2   Selected  1GE       100       6146    2865      11111100     1
 GigabitEthernet1/0/3   Unselect  1GE       32768     6147    2865      11100000     1

 Partner:
 --------------------------------------------------------------------------------
 PartnerPortName        SysPri    SystemID    PortPri PortNo PortKey   PortState
 GigabitEthernet1/0/1   32768  00e0-fca6-7f85  32768     6145   2609      11111100
 GigabitEthernet1/0/2   32768  00e0-fca6-7f85  32768     6146   2609      11111100
 GigabitEthernet1/0/3   32768  00e0-fca6-7f85  32768     6147   2609      11110000

[SwitchB] display eth-trunk 1
 Eth-Trunk1's state information is:
 Local:
 LAG ID: 1                 WorkingMode: STATIC
 Preempt Delay: Disabled         Hash arithmetic: According to SIP-XOR-DIP
 System Priority: 32768          System ID: 00e0-fca6-7f85
 Least Active-linknumber: 1      Max Active-linknumber: 8
 Operate status: Up              Number Of Up Port In Trunk: 2
 --------------------------------------------------------------------------------
 ActorPortName          Status    PortType  PortPri   PortNo  PortKey   PortState Weight
 GigabitEthernet1/0/1   Selected  1GE        32768      6145    2609      11111100     1
 GigabitEthernet1/0/2   Selected  1GE        32768      6146    2609      11111100     1
 GigabitEthernet1/0/3   Unselect  1GE        32768      6147    2609      11100000     1

 Partner:
 --------------------------------------------------------------------------------
 PartnerPortName        SysPri    SystemID     PortPri  PortNo  PortKey   PortState
 GigabitEthernet1/0/1   100    00e0-fca8-0417  100      6145     2865      11111100
 GigabitEthernet1/0/2   100    00e0-fca8-0417  100      6146     2865      11111100
 GigabitEthernet1/0/3   100    00e0-fca8-0417  32768    6147     2865      11110000
```

通过以上显示信息可以看到，SwitchA 的系统优先级为 100，高于 SwitchB 的系统优先级。Eth-Trunk 的成员接口中 GigabitEthernet 1/0/1、GigabitEthernet 1/0/2 成为活动接口，处于“Selected”状态，接口 GigabitEthernet 1/0/3 处于“Unselect”状态，同时实现 M 条链路的负载分担和 N 条链路的冗余备份功能。

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 lacp priority 100
#
interface Eth-Trunk1
 mode lacp-static
 max active-linknumber 2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 eth-trunk 1
 lacp priority  100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 eth-trunk 1
 lacp priority  100
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
interface Eth-Trunk1
 mode lacp-static
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 eth-trunk 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 eth-trunk 1
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 1
#
return
```

配置 E-Trunk 接入 VPLS 示例

组网需求

在没有配置 E-Trunk 前，CE 通过 Eth-Trunk 链路只能单归到一个 PE 设备。如果 Eth-Trunk 出现故障或者 PE 设备故障，CE 将无法与 PE 设备继续进行通信。使用 E-Trunk 后，CE 可以双归到 PE 上,从而把链路可靠性从单板级提高到了设备级。

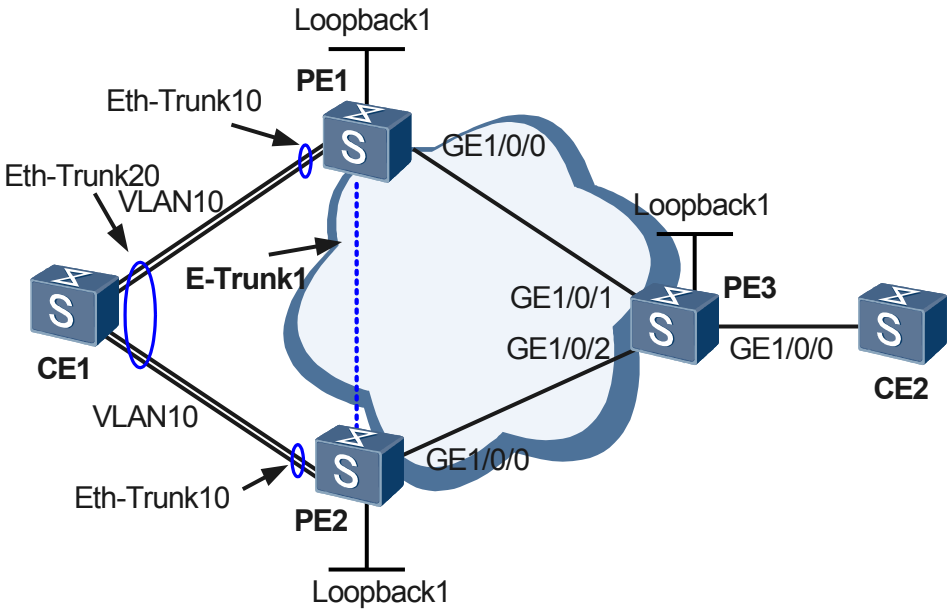
如图 6-119 所示，CE1 分别通过一条静态 LACP 模式的 Eth-Trunk 与 PE1 和 PE2 相连，双归接入 VPLS 网络。

最初，CE1 通过 PE1 与 VPLS 网络远端设备 CE2 通信。如果 CE1 与 PE1 之间的 Eth-Trunk 出现故障或者 PE1 设备故障，那么 CE1 将无法与 CE2 设备继续通信。为了保证业务不中断，此时，可在 PE1 与 PE2 设备上部署 E-Trunk 功能，使 CE1 到 PE1 的流量切换到 PE2 上，通过 PE2 与 CE2 继续通信。当 CE1 与 PE1 之间的 Eth-Trunk 故障或者 PE1 设备故障已恢复，流量重新切换到 PE1 上。

E-Trunk 在 PE1 与 PE2 之间实现链路聚合组的备份，提高网络可靠性。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-119 配置 E-Trunk 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 100	10.1.1.1/24
	GigabitEthernet1/0/1	-	-
	GigabitEthernet1/0/2	-	-
	Loopback1		1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 200	10.1.2.1/24
	GigabitEthernet1/0/1	-	-
	GigabitEthernet1/0/2	-	-
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
PE3	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 100	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 200	10.1.2.2/24
	Loopback1	-	3.3.3.9/32

版权所有 © 华为技术有限公司

CE1	GigabitEthernet1/0/1	-	-
	GigabitEthernet1/0/2	-	-
	GigabitEthernet1/0/3	-	-
	GigabitEthernet1/0/4	-	-
CE2	GigabitEthernet1/0/0	-	-

配置思路

采用如下的思路配置 E-Trunk 接入 VPLS：

1. 配置 E-Trunk，具体包括：
   - 在 CE1 分别与 PE1 和 PE2 之间创建 Eth-Trunk，配置 Eth-Trunk 为静态 LACP 模式，并将成员加入 Eth-Trunk。
   - 在 PE1 和 PE2 上创建 E-Trunk，将静态 LACP 模式的 Eth-Trunk 加入到指定 E-Trunk 中。
   - 配置 E-Trunk 的属性，包括：
     - E-Trunk 的优先级。
     - E-Trunk 的 LACP 系统 ID 和优先级。
     - E-Trunk 的 Hello 报文发送周期。
     - E-Trunk 检测 Hello 报文的时间倍数。
     - E-Trunk 源端和对端的 IP 地址。
   - 配置 E-Trunk 与 BFD 会话绑定。
2. 配置 CE 接入 VPLS 基本功能，具体包括：
   - 在骨干网上配置路由协议实现互通。
   - 使能 MPLS 基本能力和 LDP。
   - 在 PE 之间建立 LSP 隧道。
   - 在 PE 上使能 MPLS L2VPN。
   - 创建并配置 VSI，指定信令为 LDP。
   - 创建 Eth-Trunk 子接口，然后将 VSI 与子接口绑定。

数据准备

为完成此配置举例，需准备如下的数据：

- E-Trunk 的优先级。
- E-Trunk 的 LACP 系统 ID 和优先级。
- Eth-Trunk 接口号和工作模式。
- 源端和对端的 IP 地址。
- Hello 报文发送周期和检测 Hello 报文的时间倍数。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 各个 PE 上的 VSI ID（必须一致）。
- 各个 PE 上的 MPLS LSR-ID。
- 各个 PE 上的 VSI 名称。
- 绑定 VSI 的接口。

操作步骤

步骤 1 按图 6-119 配置 PW 侧的端口所属的 VLAN 以及 IP 地址。在骨干网上配置路由协议实现互通，本示例中使用 OSPF。

具体配置过程(略)。

完成此步骤后，PE1、PE2 和 PE3 之间通过 OSPF 协议发现的对方 Loopback1 的 IP 路由，并应能互相 Ping 通。在 PE1、PE2 和 PE3 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

说明

- 避免将 PE 上 PW 侧和 AC 侧的端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。
- 配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、PE2 和 PE3 的 32 位 Loopback 接口地址。

步骤 2 分别在 CE1、PE1 和 PE2 上创建 Eth-Trunk，配置 Eth-Trunk 为静态 LACP 模式，并将成员接口加入 Eth-Trunk，在 CE1 上配置二层转发功能。

配置 CE1。

```
[CE1] vlan batch 10
[CE1] interface eth-trunk 20
[CE1-Eth-Trunk20] port link-type trunk
[CE1-Eth-Trunk20] port trunk allow-pass vlan 10
[CE1-Eth-Trunk20] mode lacp-static
[CE1-Eth-Trunk20] trunkport GigabitEthernet 1/0/1 to 1/0/4
[CE1-Eth-Trunk20] quit
```

配置 PE1。

```
[PE1] interface eth-trunk 10
[PE1-Eth-Trunk10] mode lacp-static
[PE1-Eth-Trunk10] trunkport GigabitEthernet 1/0/1 to 1/0/2
[PE1-Eth-Trunk10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface eth-trunk 10
[PE2-Eth-Trunk10] mode lacp-static
[PE2-Eth-Trunk10] trunkport GigabitEthernet 1/0/1 to 1/0/2
[PE2-Eth-Trunk10] quit
```

步骤 3 创建 E-Trunk 并配置 E-Trunk 属性，包括 E-Trunk 的 LACP 优先级和系统 ID、E-Trunk 优先级、检测 Hello 报文的时间倍数、Hello 报文发送周期以及源端和对端的 IP 地址

配置 PE1。

```
[PE1] e-trunk 1
[PE1-e-trunk-1] quit
[PE1] lacp e-trunk priority 1
[PE1] lacp e-trunk system-id 00E0-FC00-0000
[PE1] e-trunk 1
[PE1-e-trunk-1] priority 10
[PE1-e-trunk-1] timer hold-on-failure multiplier 3
[PE1-e-trunk-1] timer hello 9
[PE1-e-trunk-1] peer-address 2.2.2.9 source-address 1.1.1.9
[PE1-e-trunk-1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 PE2。

```
[PE2] e-trunk 1
[PE2-e-trunk-1] quit
[PE2] lacp e-trunk priority 1
[PE2] lacp e-trunk system-id 00E0-FC00-0000
[PE2] e-trunk 1
[PE2-e-trunk-1] priority 20
[PE2-e-trunk-1] quit
[PE2] e-trunk 1
[PE2-e-trunk-1] peer-address 1.1.1.9 source-address 2.2.2.9
[PE2-e-trunk-1] quit
```

步骤 4 将静态 LACP 模式的 Eth-Trunk 加入到指定 E-Trunk 中

配置 PE1。

```
[PE1] e-trunk 1
[PE1-e-trunk-1] quit
[PE1] interface eth-trunk 10
[PE1-Eth-Trunk10] e-trunk 1
[PE1-Eth-Trunk10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] e-trunk 1
[PE2-e-trunk-1] quit
[PE2] interface eth-trunk 10
[PE2-Eth-Trunk10] e-trunk 1
[PE2-Eth-Trunk10] quit
```

步骤 5 配置 E-Trunk 与 BFD 会话绑定

- 创建 BFD 会话。

  # 配置 PE1。

  ```
  [PE1] bfd
  [PE1-bfd] quit
  [PE1] bfd hello bind peer-ip 2.2.2.9 source-ip 1.1.1.9
  [PE1-bfd-session-hello] discriminator local 1
  [PE1-bfd-session-hello] discriminator remote 2
  [PE1-bfd-session-hello] commit
  [PE1-bfd-session-hello] quit
  ```

  BFD 会话绑定的源端和对端 IP 地址与 E-Trunk 源端和对端的 IP 地址必须一致。

  # 配置 PE2。

  ```
  [PE2] bfd
  [PE2-bfd] quit
  [PE2] bfd hello bind peer-ip 1.1.1.9 source-ip 2.2.2.9
  [PE2-bfd-session-hello] discriminator local 2
  [PE2-bfd-session-hello] discriminator remote 1
  [PE2-bfd-session-hello] commit
  [PE2-bfd-session-hello] quit
  ```

  配置完成后，在 PE1 和 PE2 上执行命令 **display bfd session all verbose**，可以看到建立了 BFD Session，且状态为 Up。

- 配置 E-Trunk 1 与 BFD 会话绑定

  # 配置 PE1。

  ```
  [PE1] e-trunk 1
  [PE1-e-trunk-1] e-trunk track bfd-session 1
  [PE1-e-trunk-1] quit
  ```

  # 配置 PE2。

  ```
  [PE2] e-trunk 1
  [PE2-e-trunk-1] e-trunk track bfd-session 2
  [PE2-e-trunk-1] quit
  ```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 配置 CE1 接入 VPLS 基本功能。

1. 在 PE1、PE2 和 PE3 上配置 MPLS 基本能力和 LDP。

   具体配置过程(略)。

2. 在 PE 之间建立远端 LDP 会话。

   具体配置过程(略)。

   配置完成后，在 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到对等体的 Status 项为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

3. 分别在 PE1、PE2 和 PE3 上使能 MPLS L2VPN

   具体配置过程(略)。

4. 分别在 PE1、PE2 和 PE3 上创建 VSI，并指定 VSI 的信令为 LDP。

   具体配置过程(略)。

5. 在 PE1、PE2 上配置 Eth-Trunk 子接口，将 VSI 与子接口进行绑定。

   # 配置 PE1。

   ```
   [PE1] interface Eth-Trunk 10.1
   [PE1-Eth-Trunk10.1] dot1q termination vid 10
   [PE1-Eth-Trunk10.1] l2 binding vsi ldp1
   [PE1-Eth-Trunk10.1] quit
   ```

   # 配置 PE2。

   ```
   [PE2] interface Eth-Trunk 10.1
   [PE2-Eth-Trunk10.1] dot1q termination vid 10
   [PE2-Eth-Trunk10.1] l2 binding vsi ldp1
   [PE2-Eth-Trunk10.1] quit
   ```

6. 在 PE3 上配置子接口，将 VSI 与接口的绑定

   # 配置 PE3。

   ```
   [PE3] interface gigabitethernet 1/0/0.1
   [PE3-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 10
   [PE3-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi ldp1
   [PE3-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
   ```

步骤 7 验证配置结果

- 在 CE1 上执行命令 **display eth-trunk**，查看 Eth-Trunk 接口的配置信息。
- 执行命令 **display e-trunk**，查看 E-Trunk 信息。

  # 查看 PE1 上的 E-Trunk1 的信息。

  ```
  <PE1> display e-trunk 1
                The E-Trunk information
  E-TRUNK-ID            : 1              Revert-Delay-Time (s) : 120
  Priority               : 10             System-ID             : 00e0-0f74-eb00
  Peer-IP                : 2.2.2.9      Source-IP             : 1.1.1.9
  State                  : Master         Causation             : PRI
  Send-Period (100ms)    : 9              Fail-Time (100ms)     : 27
  Receive                : 41             Send                  : 42
  RecDrop                : 0              SndDrop               : 0
  Peer-Priority          : 20             Peer-System-ID        : 00e0-3b6c-6100
  Peer-Fail-Time (100ms) : 27             BFD-Session           : 1
  ------------------------------------------------------------------------------
                The Member information
  Type        ID  LocalPhyState   Work-Mode      State    Causation
  Eth-Trunk   10  Up              auto           Master   PEER_MEMBER_DOWN
  ```

  # 查看 PE2 上的 E-Trunk1 的信息。

  ```
  <PE2> display e-trunk 1
                The E-Trunk information
  E-TRUNK-ID            : 1              Revert-Delay-Time (s) : 120
  Priority               : 20             System-ID             : 00e0-3b6c-6100
  ```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Peer-IP                : 1.1.1.9      Source-IP              : 2.2.2.9
State                  : Backup         Causation              : PRI
Send-Period (100ms)    : 9              Fail-Time (100ms)      : 27
Receive                : 43           Send                   : 42
RecDrop                : 3            SndDrop                : 0
Peer-Priority          : 10             Peer-System-ID         : 00e0-0f74-eb00
Peer-Fail-Time (100ms) : 27             BFD-Session            : 2
--------------------------------------------------------------------------------
                The Member information
Type        ID  LocalPhyState   Work-Mode      State    Causation
Eth-Trunk   10  Down            auto           Backup   PEER_MEMBER_UP
```

通过以上显示信息可以看到，PE1 上 E-Trunk 的优先级为 10，E-Trunk 的状态为 **Master**。PE2 上 E-Trunk 的优先级为 20，E-Trunk 的状态为 **Backup**，实现了链路间的冗余备份功能。

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Eth-Trunk20
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 mode lacp-static
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 eth-trunk 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 eth-trunk 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 eth-trunk 20
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 eth-trunk 20
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 100
#
 e-trunk 1
#
 lacp e-trunk system-id 00e0-fc00-0000
 lacp e-trunk priority 1
#
e-trunk 1
 priority 10
 peer-address 2.2.2.9 source-address 1.1.1.9
 timer hello 9
 e-trunk track bfd-session 1
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vsi ldp1 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif 100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Eth-Trunk10
 mode lacp-static
 e-trunk 1
#
interface Eth-Trunk10.1
 dot1q termination vid 10
 l2 binding vsi ldp1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 eth-trunk 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 eth-trunk 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bfd hello bind peer-ip 2.2.2.9 source-ip 1.1.1.9
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
 commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 200
#
 e-trunk 1
#
 lacp e-trunk system-id 00e0-fc00-0000
 lacp e-trunk priority 1
#
e-trunk 1
 priority 20
 peer-address 1.1.1.9 source-address 2.2.2.9
 timer hello 9
 e-trunk track bfd-session 2
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls l2vpn
#
vsi ldp1 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif 200
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Eth-Trunk 10
 mode lacp-static
 e-trunk 1
#
interface Eth-Trunk10.1
 dot1q termination vid 10
 l2 binding vsi ldp1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 eth-trunk 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 eth-trunk 10
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bfd hello bind peer-ip 1.1.1.9 source-ip 2.2.2.9
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
 commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 100 200
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi ldp1 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9
  peer 2.2.2.9
#
mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
  remote-ip 1.1.1.9
#
 mpls ldp remote-peer 2.2.2.9
  remote-ip 2.2.2.9
#
interface Vlanif 100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 200
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 10
 l2 binding vsi ldp1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 200
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

6.4.3 VLAN 配置

介绍了 VLAN 的基本知识、配置方法和配置实例。

配置基于接口划分 VLAN 示例

本示例中组网特点是配置过程简单，VLAN 划分后，属于不同 VLAN 的用户不能直接进行二层通信，同一 VLAN 内的用户可以直接互相通信。

组网需求

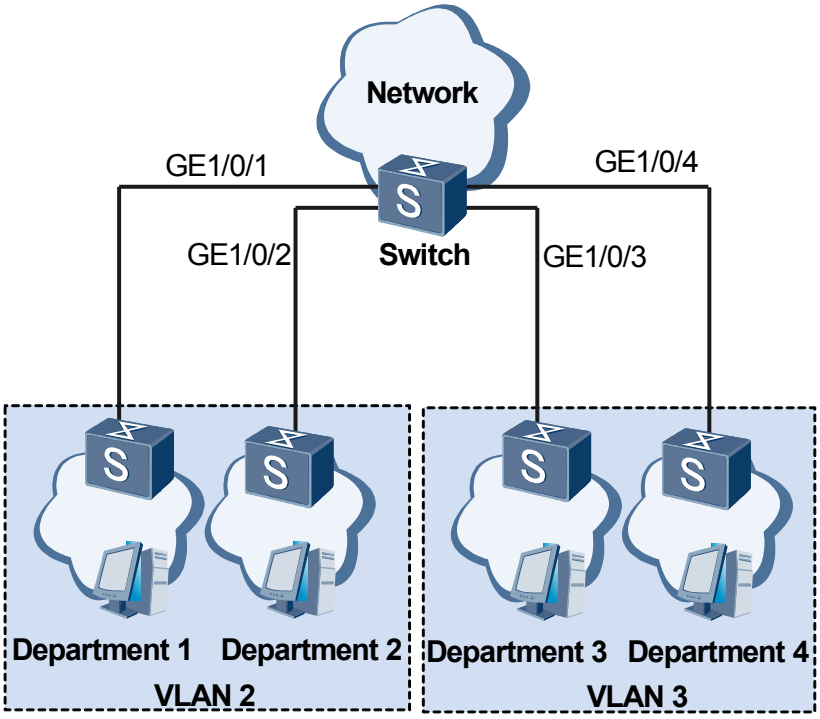
某企业有很多部门，要求业务相同部门之间的员工可以互相访问，业务不同部门之间的员工不能互相访问。

如图 6-120 所示，现需要实现：

- 部门 1、部门 2 与部门 3、部门 4 互相隔离。
- 部门 1 与部门 2 可以互相访问。
- 部门 3 与部门 4 可以互相访问。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-120 配置基于接口划分 VLAN 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN：

1. 创建 VLAN，规划员工所属的 VLAN。
2. 配置端口属性，确定设备连接对象。
3. 关联端口和 VLAN，将连接部门 1 和部门 2 的交换机端口划分到 VLAN2，将连接部门 3 和部门 4 的交换机端口划分到 VLAN3，隔离部门 1、部门 2 和部门 3、部门 4 间的访问。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口 GigabitEthernet1/0/1、GigabitEthernet1/0/2 属于 VLAN2。
- 接口 GigabitEthernet1/0/3、GigabitEthernet1/0/4 属于 VLAN3。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch

创建 VLAN2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 2
[Quidway-vlan2] quit
```

将接口 GigabitEthernet1/0/1 的类型为 Trunk，并加入到 VLAN2 中。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置接口 GigabitEthernet1/0/2 的类型为 Trunk，并加入到 VLAN2 中。

```
[Quidway]interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

创建 VLAN3。

```
[Quidway] vlan 3
[Quidway-vlan3] quit
```

配置接口 GigabitEthernet1/0/3 的类型为 Trunk，并加入到 VLAN3 中。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

将接口 GigabitEthernet1/0/4 的类型为 Trunk，并加入到 VLAN3 中。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/4
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] port trunk allow-pass vlan 3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] quit
```

步骤 2 验证配置结果

部门 1、部门 2 所属的 VLAN2 内的任一台主机 ping 部门 3、部门 4 所属的 VLAN3 内的任一台主机，无法 ping 通，证明部门 1、部门 2 与部门 3、部门 4 已实现隔离。

部门 1 的任一台主机 ping 部门 2 的任一台主机，能 ping 通，证明部门 1 与部门 2 已实现互通。

部门 3 的任一台主机 ping 部门 4 的任一台主机，能 ping 通，证明部门 3 与部门 4 已实现互通。

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port link-type trunk
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port trunk allow-pass vlan 3
#
return
```

配置基于 MAC 地址划分 VLAN 示例

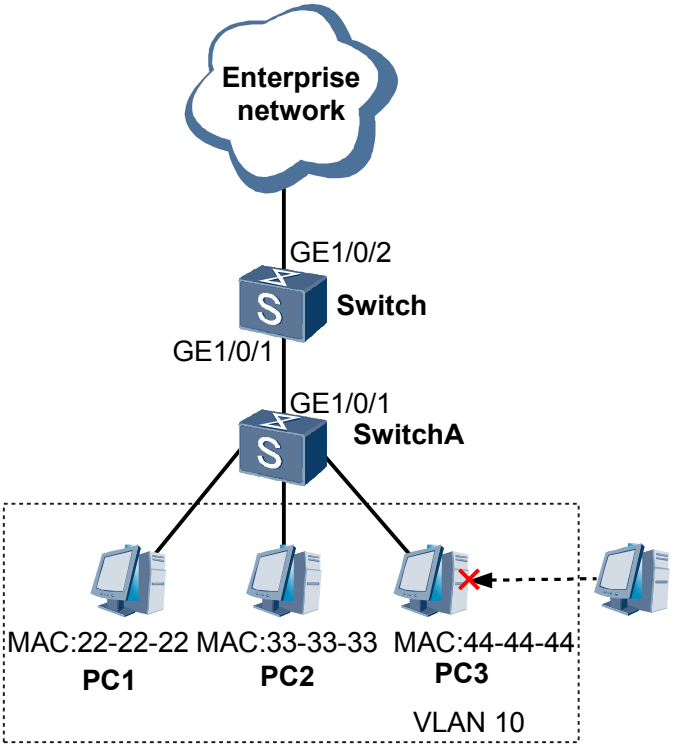
配置基于 MAC 地址划分 VLAN 只适用于网卡不经常更换、网络环境较简单的场景中。

组网需求

某个公司的网络中，网络管理者将同一部门的员工划分到同一 VLAN。为了提高部门内的信息安全，要求只有本部门员工的 PC 才可以访问公司网络。

如图 6-121 所示，PC1、PC2、PC3 为本部门员工的 PC，要求这几台 PC 可以通过 SwitchA、Switch 访问公司网络，如换成其他 PC 则不能访问。

图 6-121 配置基于 MAC 地址的 VLAN 划分组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于 MAC 地址的 VLAN 划分：

1. 创建 VLAN，确定员工所属的 VLAN。
2. 配置各以太网接口以正确的方式加入 VLAN。
3. 配置 PC1、PC2、PC3 的 MAC 地址与 VLAN 关联。交换机根据报文中的源 MAC 地址确定 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/1 的 PVID 为 100。
- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/1 以 untagged 方式加入 VLAN10。
- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/2 以 tagged 方式加入 VLAN10。
- 在 SwitchA 上的接口使用默认配置，即所有接口以 untagged 方式加入 VLAN1。
- 获取 PC1、PC2、PC3 的 MAC 地址，配置 MAC 地址与 VLAN10 关联。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 10 100
```

配置接口的 PVID 和加入 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

PC 的 MAC 地址与 VLAN10 关联

```
[Quidway] vlan 10
[Quidway-Vlan10] mac-vlan mac-address 22-22-22
[Quidway-Vlan10] mac-vlan mac-address 33-33-33
[Quidway-Vlan10] mac-vlan mac-address 44-44-44
[Quidway-Vlan10] quit
```

使能接口的基于 MAC 地址划分 VLAN 功能

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] mac-vlan enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 检查配置结果

PC1、PC2、PC3 可以访问公司网络，如换成其他外来人员的 PC 则不能访问。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10 100
#
vlan 10
 mac-vlan mac-address 0022-0022-0022 priority 0
 mac-vlan mac-address 0033-0033-0033 priority 0
 mac-vlan mac-address 0044-0044-0044 priority 0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 10
 mac-vlan enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10
#
return
```

配置基于 IP 子网划分 VLAN 示例

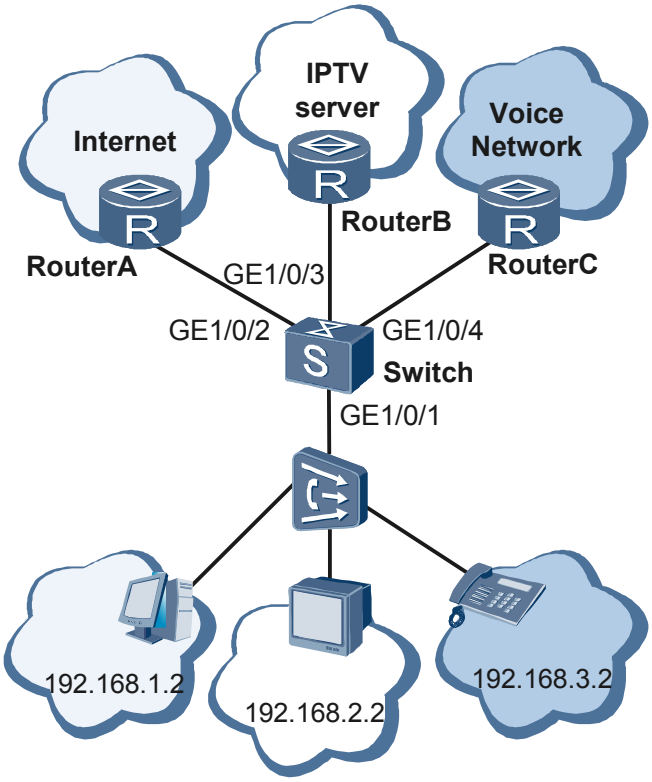
通过配置基于 IP 子网划分 VLAN，将指定网段或 IP 地址发出的报文在指定的 VLAN 中传输，减轻了网络管理者的初始配置任务量，且有利于管理。

组网需求

某企业拥有多种业务，如 IPTV、VoIP、Internet 等，每种业务使用的 IP 地址各不相同。为了便于管理，现需要将同一种类型业务划分到同一 VLAN 中，不同类型的业务划分到不同 VLAN 中。

如图 6-122 所示，Switch 接收到用户报文有数据、IPTV、语音等多种业务，用户设备的 IP 地址各不相同。现需要将不同类型的业务划分到不同的 VLAN 中，通过不同的 VLAN ID 分流到不同的远端服务器上以实现业务互通。

图 6-122 基于 IP 子网划分 VLAN 组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于 IP 子网划分 VLAN：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 创建 VLAN，确定每种业务所属的 VLAN。
2. 关联 IP 子网和 VLAN。

   交换机根据报文中的源 IP 地址或指定网段确定 VLAN。新站点在入网时无需进行太多配置，交换机则根据各站点网络地址自动将其划分到不同的 VLAN 中。
3. 允许基于 IP 子网的 VLAN 通过当前端口。
4. 配置 VLAN 划分方式的优先级，确保优先选择基于 IP 子网划分 VLAN。
5. 使能基于 IP 子网划分 VLAN。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

- 配置接口 GE1/0/1 以 untagged 方式加入 VLAN100、VLAN200、VLAN300。
- 配置接口 GE1/0/2、GE1/0/3 和 GE1/0/4 以 tagged 方式分别加入 VLAN100、VLAN200 和 VLAN300。
- IP 子网所需配置数据如表 6-6 所示。

表 6-6 基于 IP 子网划分 VLAN 的配置数据

VLAN ID	IP 子网索引	源 IP 地址	子网掩码	802.1p 优先级
100	1	192.168.1.2	255.255.255.0	2
200	1	192.168.2.2	255.255.255.0	3
300	1	192.168.3.2	255.255.255.0	4

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN

在 Switch 上创建 VLAN100、VLAN200 和 VLAN300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 100 200 300
```

步骤 2 配置接口

在 Switch 上配置接口 GE1/0/1 为 Hybrid 类型，并加入 VLAN100、VLAN200 和 VLAN300。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type hybrid
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100 200 300
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在 Switch 上配置接口 GE1/0/2 加入 VLAN100。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

在 Switch 上配置接口 GE1/0/3 加入 VLAN200。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 200
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

在 Switch 上配置接口 GE1/0/4 加入 VLAN300。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/4
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] port trunk allow-pass vlan 300
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] quit
```

在 Switch 上配置接口 GE1/0/1 使能基于 IP 子网划分 VLAN 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] ip-subnet-vlan enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 3 配置基于 IP 子网划分 VLAN

在 Switch 上配置 VLAN100 与 IP 地址 192.168.1.2 关联，优先级为 2。

```
[Quidway] vlan 100
[Quidway-vlan100] ip-subnet-vlan 1 ip 192.168.1.2 24 priority 2
[Quidway-vlan100] quit
```

在 Switch 上配置 VLAN200 与 IP 地址 192.168.2.2 关联，优先级为 3。

```
[Quidway] vlan 200
[Quidway-vlan200] ip-subnet-vlan 1 ip 192.168.2.2 24 priority 3
[Quidway-vlan200] quit
```

在 Switch 上配置 VLAN300 与 IP 地址 192.168.3.2 关联，优先级为 4。

```
[Quidway] vlan 300
[Quidway-vlan300] ip-subnet-vlan 1 ip 192.168.3.2 24 priority 4
[Quidway-vlan300] quit
```

步骤 4 验证配置结果

在 Switch 上执行以下命令，显示信息如下：

```
[Quidway] display ip-subnet-vlan vlan all
-------------------------------------------------------------------
 Vlan    Index   IpAddress          SubnetMask          Priority
 ------------------------------------------------------------------
 100     1       192.168.1.2        255.255.255.0       2
 200     1       192.168.2.2        255.255.255.0       3
 300     1       192.168.3.2        255.255.255.0       4
 ------------------------------------------------------------------
 ip-subnet-vlan count: 3                 total count: 3
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 100 200 300
#
vlan 100
 ip-subnet-vlan 1 ip 192.168.1.2 255.255.255.0 priority 2
#
vlan 200
 ip-subnet-vlan 1 ip 192.168.2.2 255.255.255.0 priority 3
#
vlan 300
 ip-subnet-vlan 1 ip 192.168.3.2 255.255.255.0 priority 4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 100 200 300
 ip-subnet-vlan enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 300
#
return
```

配置基于协议划分 VLAN 示例

该示例的特点是减少了人工配置 VLAN 的工作量，同时保证了用户自由地增加、移动和修改。

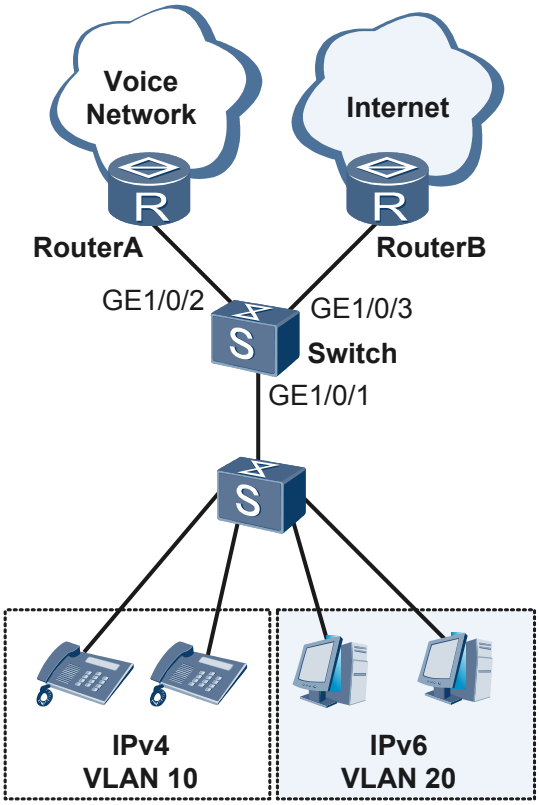
组网需求

某企业拥有多种业务，如 IPTV、VoIP、Internet 等，每种业务所采用的协议各不相同。为了便于管理，减少人工配置 VLAN 的工作量，现需要将同一种类型业务划分到同一 VLAN 中，不同类型的业务划分到不同 VLAN 中。

如图 6-123 所示，Switch 收到的用户报文有多种业务，所采用的协议各不相同。VLAN10 中的用户采用 IPv4 协议与远端用户通信，而 VLAN20 中的用户采用 IPv6 协议与远端服务器通信。现需要将不同类型的业务划分到不同的 VLAN 中，通过不同的 VLAN ID 分流到不同的远端服务器上以实现业务互通。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-123 基于协议划分 VLAN 组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于协议划分 VLAN：

1. 创建 VLAN,确定每种业务所属的 VLAN。
2. 关联协议和 VLAN。

   交换设备根据端口接收到的报文所属的协议（族）类型给报文分配不同的 VLAN ID。无论用户物理位置是否移动、用户主机网卡是否更换、用户是否在同一网段、只要用户设备所采用的协议没有变换，VLAN 都不用再重新划分。
3. 允许基于协议的 VLAN 通过当前端口。
4. 关联接口和协议 VLAN。

   当有关联的协议进入关联的接口时，系统自动为该协议分配已经划分好的 VLAN ID。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/1 以 untagged 方式加入 VLAN10、VLAN20。
- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/2、GE1/0/3 以 tagged 方式分别加入 VLAN10、VLAN20。
- 各个 VLAN 对应的协议。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- VLAN10:IPv4
- VLAN20:IPv6

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN

配置 Switch。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 10 20
```

步骤 2 配置基于协议划分 VLAN

在 Switch 上配置 VLAN10 与协议 IPv4 关联。

```
[Switch] vlan 10
[Switch-vlan10] protocol-vlan ipv4
[Switch-vlan10] quit
```

在 Switch 上配置 VLAN20 与协议 IPv6 关联。

```
[Switch] vlan 20
[Switch-vlan20] protocol-vlan ipv6
[Switch-vlan20] quit
```

步骤 3 配置接口关联协议 VLAN

在 Switch 上配置接口与 VLAN10 关联，优先级是 5。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] protocol-vlan vlan 10 all priority 5
```

在 Switch 上配置接口与 VLAN20 关联，优先级是 6。

```
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] protocol-vlan vlan 20 all priority 6
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 4 配置接口

在 Switch 上配置接口 GE1/0/1 允许 VLAN10 和 VLAN20 通过。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port link-type hybrid
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10 20
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在 Switch 上配置接口 GE1/0/2 允许 VLAN10 通过。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

在 Switch 上配置接口 GE1/0/3 允许 VLAN20 通过。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/3
[Switch-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 20
[Switch-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

步骤 5 验证配置结果

上述配置完成后，执行命令 **display protocol-vlan interface all**，可以查看接口关联基于协议划分 VLAN 的配置信息。例如：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

以 Switch 上显示为例。

```
<Switch> display protocol-vlan interface all
--------------------------------------------------------------------------------
 Interface                VLAN     Index        Protocol Type           Priority
--------------------------------------------------------------------------------
 GigabitEthernet1/0/1     10       0            ipv4                    5
 GigabitEthernet1/0/1     20       0            ipv6                    6
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 10 20
#
vlan 10
 protocol-vlan 0 ipv4
vlan 20
 protocol-vlan 0 ipv6
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 10 20
 protocol-vlan vlan 10 0 priority 5
 protocol-vlan vlan 20 0 priority 6
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

配置 VLAN 间通过 VLANIF 接口通信示例

该组网的特点是将三层转发的设备由路由器替换为三层交换机，来实现了 VLAN 间互通。

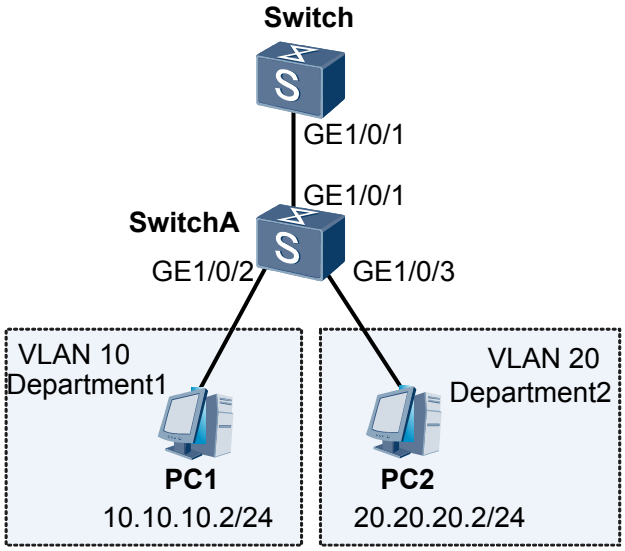
组网需求

企业的不同部门拥有相同的业务，如上网、VoIP 等业务，且各个部门中的用户位于不同的网段。目前存在不同的部门中相同的业务所属的 VLAN 不相同，现需要实现不同 VLAN 中的用户相互通信。

如图 6-124 所示，部门 1 和部门 2 中拥有相同的业务上网业务，但是属于不同的 VLAN 且位于不同的网段。现需要实现部门 1 与部门 2 的用户互通。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-124 配置 VLAN 间通过 VLANIF 接口通信组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN 间通过 VLANIF 接口通信：

1. 在交换机上创建 VLAN，确定用户所属的 VLAN。
2. 在交换机上配置允许用户所属的 VLAN 通过当前二层端口。
3. 在三层交换机上创建 VLANIF 接口并配置 IP 地址，实现三层互通。

说明

为了成功实现 VLAN 间互通，VLAN 内主机的缺省网关必须是对应 VLANIF 接口的 IP 地址。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/1 加入 VLAN10 和 VLAN20。
- 在 Switch 上配置 VLANIF10 的 IP 地址为 10.10.10.2/24。
- 在 Switch 上配置 VLANIF20 的 IP 地址为 20.20.20.2/24。
- 在 SwitchA 上配置接口 GE1/0/1 加入 VLAN10 和 VLAN20。
- 在 SwitchA 上配置接口 GE1/0/2 加入 VLAN10。
- 在 SwitchA 上配置接口 GE1/0/3 加入 VLAN20。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 10 20
```

配置接口加入 VLAN

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] ip address 10.10.10.2 24
[Quidway-Vlanif10] quit
[Quidway] interface vlanif 20
[Quidway-Vlanif20] ip address 20.20.20.2 24
[Quidway-Vlanif20] quit
```

步骤 2 配置 SwitchA

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 10 20
```

配置接口加入 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port default vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port default vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

步骤 3 检查配置结果

在 VLAN10 中的 PC1 上配置缺省网关为 VLANIF10 接口的 IP 地址 10.10.10.2/24。

在 VLAN20 中的 PC2 上配置缺省网关为 VLANIF20 接口的 IP 地址 20.20.20.2/24。

配置完成后，VLAN10 内的 PC1 与 VLAN20 内的 PC2 能够相互访问。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 10.10.10.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 20.20.20.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 20
#
return
```

SwitchA 的配置文件。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10 20
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type access
 port default vlan 20
#
return
```

配置 VLAN 间通过子接口通信示例

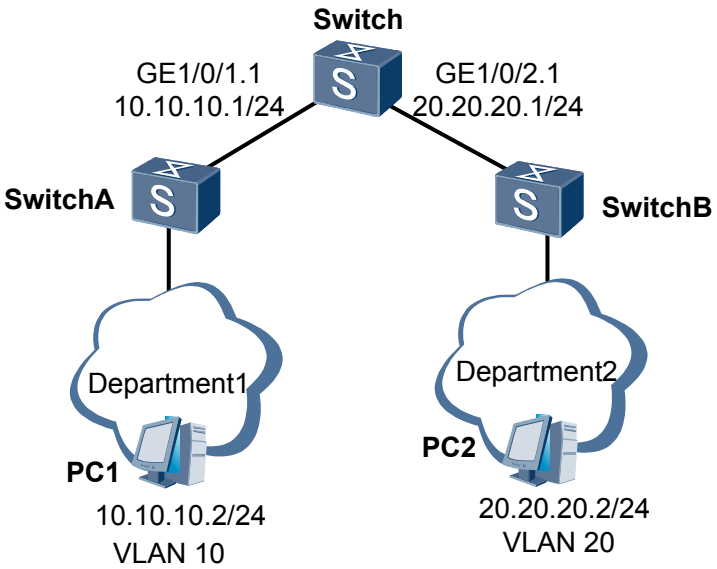
该示例适用于不同网段且位于不同 VLAN 中的用户互通。

组网需求

企业的不同部门拥有相同的业务，如上网、VoIP 等业务，且各个部门中的用户位于不同的网段。目前存在不同的部门中相同的业务所属的 VLAN 不相同，现需要实现不同 VLAN 中的用户相互通信。

如图 6-125 所示，部门 1 和部门 2 中拥有相同的业务上网业务，但是属于不同的 VLAN 且位于不同的网段。现需要实现部门 1 与部门 2 的用户互通。

图 6-125 配置 VLAN 间通过子接口通信组网图



配置思路

采用如下的思路配置不同 VLAN 通过 Switch 互相通信：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置各以太网接口的封装方式均采用 802.1Q。
2. 配置各以太网接口所属的 VLAN ID。
3. 配置各以太网接口的 IP 地址。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 以太网子接口 GE1/0/1.1 和 GE1/0/2.1 的 VLAN ID 为 10 和 20。
- 以太网子接口 GE1/0/1.1 和 GE1/0/2.1 的 IP 地址为 10.10.10.1 和 20.20.20.1。
- SwitchA 上行接口以 Tagged 方式加入 VLAN10。
- SwitchA 下行接口以缺省方式加入 VLAN10。
- SwitchB 上行接口以 Tagged 方式加入 VLAN20。
- SwitchB 下行接口以缺省方式加入 VLAN20。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 上连接 SwitchA 的接口

创建并配置以太网子接口 GE1/0/1.1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1.1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1.1] dot1q termination vid 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1.1] ip address 10.10.10.1 24
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1.1] arp broadcast enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1.1] quit
```

步骤 2 配置 Switch 上连接 SwitchB 的接口

创建并配置以太网子接口 GE1/0/2.1。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2.1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2.1] dot1q termination vid 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2.1] ip address 20.20.20.1 24
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2.1] arp broadcast enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2.1] quit
```

步骤 3 检查配置结果

在 VLAN10 中的 PC1 上配置缺省网关为 GE1/0/1.1 接口的 IP 地址 10.10.10.1/24。

在 VLAN20 中的 PC2 上配置缺省网关为 GE1/0/2.1 接口的 IP 地址 20.20.20.1/24。

配置完成后，VLAN10 内的 PC1 与 VLAN20 内的 PC2 能够互相访问。

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
interface GigabitEthernet1/0/1.1
 dot1q termination vid 10
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
 arp broadcast enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/2.1
 dot1q termination vid 20
 ip address 20.20.20.1 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
return
```

配置 VLAN 聚合示例

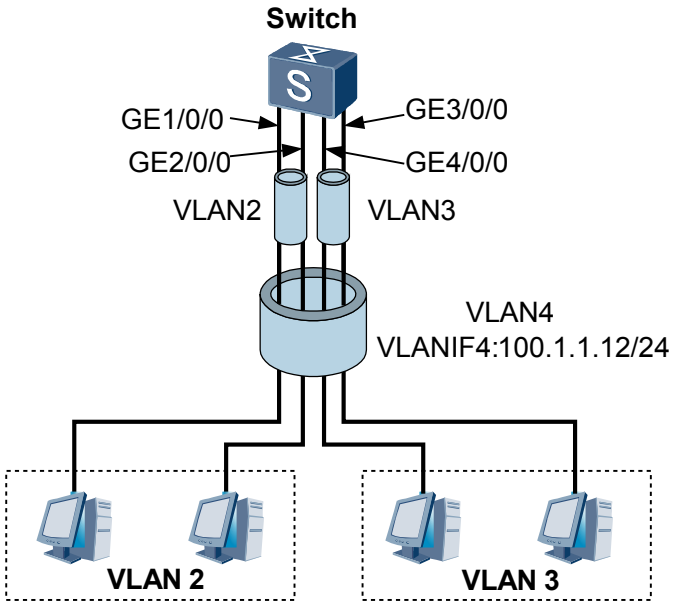
该组网的特点是以较少的 IP 地址实现了 VLAN 间通信。

组网需求

某公司拥有多个部门且位于同一网段，为了提升业务安全性，将不同部门的员工划分到不同 VLAN 中。现由于业务需要，不同部门间的员工需要互通。

如图 6-126 所示，研发部和测试部分布在不同的 VLAN 中，现需要实现不同 VLAN 间的员工可以互相访问。

图 6-126 配置 VLAN 聚合组网图



配置思路

采用如下思路配置 VLAN 聚合：

1. 把 Switch 接口加入到相应的 sub-VLAN 中。
2. 把 sub-VLAN 聚合为 super-VLAN。
3. 配置 super-VLAN 的 IP 地址。
4. 配置 super-VLAN 的 Proxy ARP。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- GE1/0/0 和 GE2/0/0 属于 VLAN2
- GE3/0/0 和 GE4/0/0 属于 VLAN3
- super-VLAN 的 ID 为 4
- super-VLAN 的 IP 地址为 100.1.1.12

操作步骤

步骤 1 配置接口类型

配置接口 GE1/0/0 为 Access 类型。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置接口 GE2/0/0 为 Access 类型。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

配置接口 GE3/0/0 为 Access 类型。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 3/0/0
[Quidway-GigabitEthernet3/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

配置接口 GE4/0/0 为 Access 类型。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 4/0/0
[Quidway-GigabitEthernet4/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet4/0/0] quit
```

步骤 2 配置 VLAN2

创建 VLAN2。

```
[Quidway] vlan 2
```

向 VLAN2 中加入 GE1/0/0 和 GE2/0/0。

```
[Quidway-vlan2] port gigabitethernet 1/0/0 2/0/0
[Quidway-vlan2] quit
```

步骤 3 配置 VLAN3

创建 VLAN3。

```
[Quidway] vlan 3
```

向 VLAN3 中加入 GE3/0/0 和 GE4/0/0。

```
[Quidway-vlan3] port gigabitethernet 3/0/0 4/0/0
[Quidway-vlan3] quit
```

步骤 4 配置 VLAN4

配置 super-VLAN。

```
[Quidway] vlan 4
[Quidway-vlan4] aggregate-vlan
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway-vlan4] access-vlan 2 to 3
[Quidway-vlan4] quit
```

配置 VLANIF。

```
[Quidway] interface vlanif 4
[Quidway-Vlanif4] ip address 100.1.1.12 255.255.255.0
[Quidway-Vlanif4] quit
```

步骤 5 配置 PC

分别为各 PC 配置 IP 地址，并使它们和 VLAN4 处于同一网段。

配置成功后，各 PC 与 Switch 之间可以相互 ping 通，但 VLAN2 的 PC 与 VLAN3 的 PC 间不可以相互 ping 通。

步骤 6 配置 Proxy ARP

```
[Quidway] interface vlanif 4
[Quidway-Vlanif4] arp-proxy inter-sub-vlan-proxy enable
```

步骤 7 检查配置结果

配置完成后，VLAN2 的 PC 与 VLAN3 的 PC 间可以相互 ping 通。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
vlan batch 2 to 4
#
vlan 4
 aggregate-vlan
 access-vlan 2 to 3
#
interface Vlanif4
 ip address 100.1.1.12 255.255.255.0
 arp-proxy inter-sub-vlan-proxy enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 2
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 3
#
interface GigabitEthernet4/0/0
 port link-type access
 port default vlan 3
#
return
```

配置 MUX VLAN 实现二层流量隔离示例

MUX VLAN 提供了一种在 VLAN 内的端口间进行二层流量隔离的机制，通过配置 MUX VLAN 可以实现企业内部部分员工之间可以互相交流，部分员工之间是相互隔离。

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

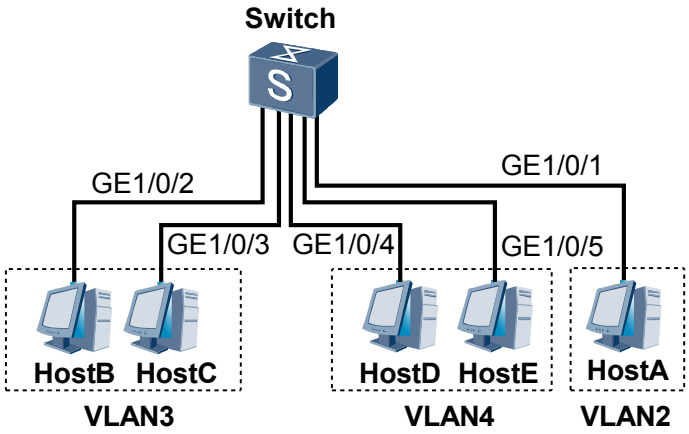
在企业网络中，企业所有员工都可以访问企业的服务器。但对于企业来说，希望企业内部部分员工之间可以互相交流，而部分员工之间是隔离的，不能够互相访问。

为了满足企业的需求，可将企业服务器、能够互相访问的员工分别划分到不同的两个VLAN，将不能够互相访问的员工分别划分到不同的 VLAN（不能与企业服务器、互相访问的员工所在的 VLAN 相同）。由此，实现同一个 VLAN 内的用户可以相互通信，不同的 VLAN 间用户相互隔离。

为了实现所有员工都可访问企业服务器，可通过配置 VLAN 间通信实现。如果企业规模很大，拥有大量的员工，那么就要为不能互相访问的员工都分配 VLAN，这不但需要耗费大量的 VLAN ID，还增加了网络管理者的工作量同时也增加了维护量。

如图 6-127 所示，为了解决上述问题，可在连接终端的交换机上部署 MUX VLAN 特性。MUX VLAN 不但能够实现企业需求，同时也解决了 VLAN ID 紧缺问题，也便于网络管理者维护。

图 6-127 配置 MUX-VLAN 组网图



背景信息

采用如下思路配置 MUX-VLAN 功能：

1. 配置主 VLAN 的 MUX-VLAN 功能。
2. 配置 Group-VLAN 功能。
3. 配置 Separate-VLAN 功能。
4. 配置接口加入 VLAN 并使能 MUX-VLAN 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- GE1/0/1 属于 VLAN2
- GE1/0/2 和 GE1/0/3 属于 VLAN3
- GE1/0/4 和 GE1/0/5 属于 VLAN4

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 MUX VLAN

创建 VLAN2、VLAN3 和 VLAN4。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 2 3 4
[Quidway] quit
```

配置 MUX VLAN 中的主 VLAN 和从 VLAN。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 2
[Quidway-vlan2] mux-vlan
[Quidway-vlan2] subordinate group 3
[Quidway-vlan2] subordinate separate 4
[Quidway-vlan2] quit
```

配置接口加入 VLAN 并使能 MUX VLAN 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port mux-vlan enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port default vlan 3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port mux-vlan enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port default vlan 3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port mux-vlan enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/4
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] port default vlan 4
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] port mux-vlan enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/4] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/5
[Quidway-GigabitEthernet1/0/5] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/5] port default vlan 4
[Quidway-GigabitEthernet1/0/5] port mux-vlan enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/5] quit
```

步骤 2 检查配置结果

HostA 和 HostB、HostC、HostD、HostE 都可以互相 ping 通。

HostB 和 HostC 可以互相 ping 通。

HostD 和 HostE 不可以互相 ping 通。

HostB、HostC 和 HostD、HostE 不可以互相 ping 通。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
vlan batch 2 to 4
#
vlan 2
 mux-vlan
 subordinate separate 4
 subordinate group 3
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 2
 port mux-vlan enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 3
 port mux-vlan enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type access
 port default vlan 3
 port mux-vlan enable
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port link-type access
 port default vlan 4
 port mux-vlan enable
#
interface GigabitEthernet1/0/5
 port link-type access
 port default vlan 4
 port mux-vlan enable
#
return
```

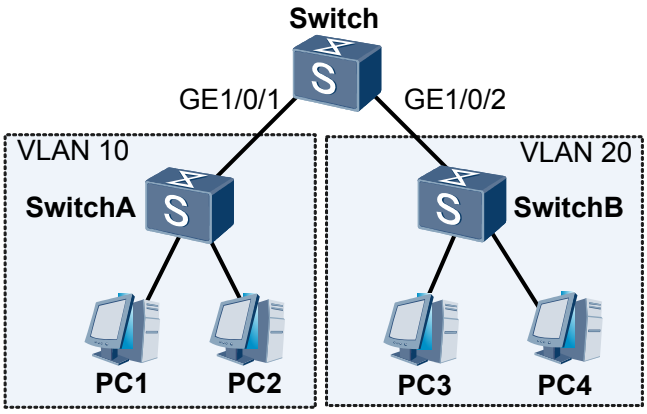
配置 VLAN 间通过 VLAN Switch 通信示例

通过 VLAN Switch 实现，报文转发效率高且安全性较强。

组网需求

如图 6-128 所示，Switch 的接口 GE1/0/1、GE1/0/2 分别与 SwitchA、SwitchB 上行口相连，SwitchA、SwitchB 的下行接口分别加入 VLAN10、VLAN20。要求 VLAN10 内的 PC 与 VLAN20 内的 PC 能够互相访问。

图 6-128 配置 VLAN 间通过 VLAN Switch 通信组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置不同 VLAN 通过 Switch 互相通信：

1. 配置 SwitchA、SwitchB 的相关接口加入 VLAN。
2. 配置 Switch 的 VLAN Switch 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 上行接口以 Tagged 方式加入 VLAN10。
- SwitchA 下行接口以缺省方式加入 VLAN10。
- SwitchB 上行接口以 Tagged 方式加入 VLAN20。
- SwitchB 下行接口以缺省方式加入 VLAN20。

说明

VLAN10、VLAN20 不能是 Switch 已经创建的全局 VLAN，否则无法配置 VLAN Switch。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch

配置 Switch 的 VLAN Switch 功能

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan-switch name1 interface GigabitEthernet 1/0/1 vlan 10 interface
GigabitEthernet 1/0/2 switch-vlan 20
```

步骤 2 检查配置结果

配置完成后，VLAN10 内的 PC 与 VLAN20 的 PC 能够相互访问。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan-switch name1 interface GigabitEthernet1/0/1 vlan 10 interface GigabitEthernet1/0/2 switch-vlan
20
#
return
```

配置 VLAN Damping 示例

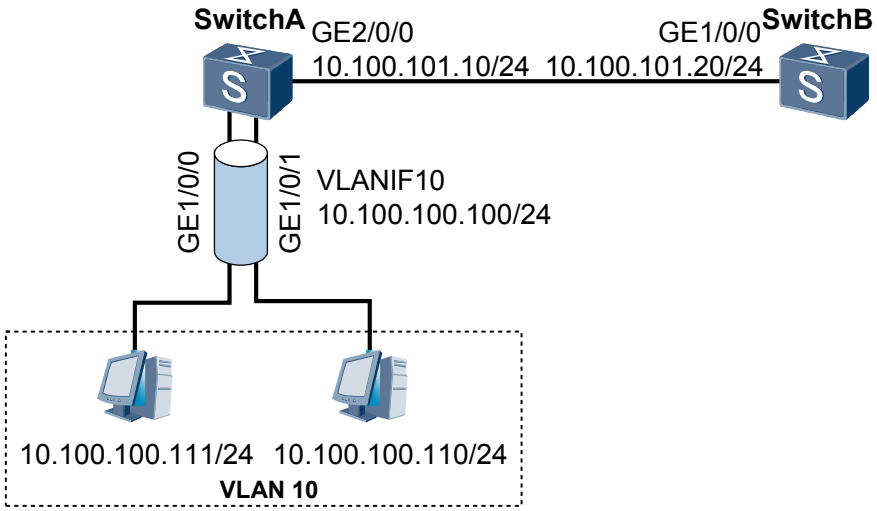
组网需求

如图 6-129 所示，VLAN10 中的主机通过 VLANIF10 接口跟 VLAN10 外部的主机通信。

在 VLANIF10 上配置 VLAN Damping，防止 VLANIF 接口状态变化引起网络震荡。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-129 配置 VLAN Damping 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN：

1. 创建 VLAN。
2. 配置接口加入 VLAN。
3. 创建 VLANIF 接口，并配置 IP 地址。
4. 在 VLANIF 接口上配置抑制时间。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

- VLAN 编号
- 接口编号
- VLANIF 接口编号
- VLANIF 接口的 IP 地址为 10.100.100.100/24
- 抑制时间为 20 秒

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN

创建 VLAN 10

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10
```

步骤 2 配置接口加入 VLAN

将 GE1/0/0 加入 VLAN 10。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port default vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

将 GE1/0/1 加入 VLAN 10。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 3 创建 VLANIF10

创建 VLANIF10，并配置 IP 地址。

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.100.100.100 24
```

步骤 4 配置抑制时间

配置抑制时间为 20 秒。

```
[SwitchA-Vlanif10] damping time 20
```

步骤 5 检查配置结果

在 SwitchA 上执行 **display interface vlanif** 命令，检查配置的抑制时间。

```
<SwitchA> display interface vlanif 10
Vlanif10 current state : DOWN
Line protocol current state : DOWN
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif10 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500, The Holdoff Timer is 20(sec)
Internet Address is 10.100.100.100/24
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 00e0-fc33-0011
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input:  0 packets, 0 bytes
Output:  0 packets, 0 bytes

    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

----结束

配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.100.100.100 255.255.255.0
 damping time 20
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 10
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 VLAN 协议透传示例

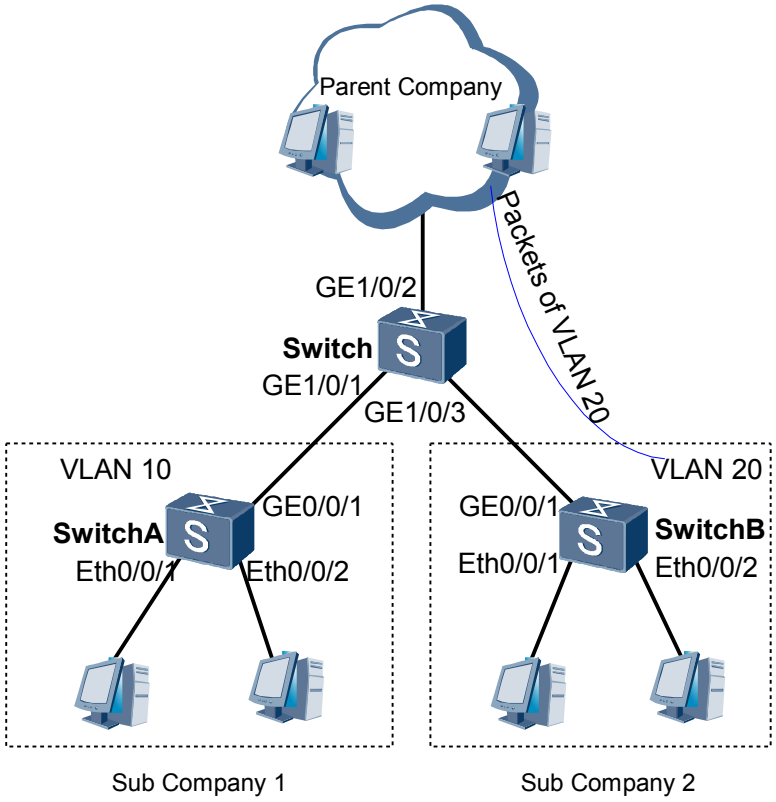
本示例组网的特点是汇聚层设备上部署 VLAN 透传功能，指定 VLAN 内的数据到达汇聚层直接转发，而不上送 CPU 处理，从而提高汇聚层设备的运行性能，同时也可降低设备受到恶意数据攻击。

组网需求

某公司拥有多个子公司，子公司与总部之间通信通过核心交换机转发时，核心交换机需要先对数据进行处理。如果多个子公司同时和总部通信，将导致核心交换机处理能力下降，从而影响通信效果，也增加了通信成本。为了解决此问题，可在核心交换机上部署 VLAN 透传功能。

如图 6-130 所示，在 Switch 上使能 VLAN 透传功能后，指定 VLAN 内的数据到达 Switch 后直接被转发出去，而不上送 CPU 处理，从而提高了设备的运行性能、降低了通信成本、也减少了设备受到恶意数据攻击。

图 6-130 配置 VLAN 协议透传组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN 协议透传功能：

1. 创建相关 VLAN。
2. 使能 VLAN 协议透传功能。
3. 配置各以太网接口以正确的方式加入 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/1 以 tagged 方式加入 VLAN10。
- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/3 以 tagged 方式加入 VLAN20。
- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/2 以 tagged 方式加入 VLAN10、VLAN20。
- 在 SwitchA、SwitchB 上配置上行接口分别以 tagged 方式加入 VLAN10、VLAN20。
- 在 SwitchA、SwitchB 上配置下行接口分别以缺省方式加入 VLAN10、VLAN20。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 10 20
```

使能 VLAN 协议透传功能

```
[Quidway] vlan 20
[Quidway-vlan20] protocol-transparent
```

配置接口加入 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 10 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid tagged vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

步骤 2 配置 SwitchA

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 10
```

配置接口加入 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 0/0/1
[Quidway-GigabitEthernet0/0/1] port hybrid tagged vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet0/0/1] quit
[Quidway] interface ethernet 0/0/1
[Quidway-Ethernet0/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[Quidway-Ethernet0/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[Quidway-Ethernet0/0/1] quit
[Quidway] interface ethernet 0/0/2
[Quidway-Ethernet0/0/2] port hybrid pvid vlan 10
[Quidway-Ethernet0/0/2] port hybrid untagged vlan 10
[Quidway-Ethernet0/0/2] quit
```

步骤 3 配置 SwitchB

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 20
```

配置接口加入 VLAN

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface gigabitethernet 0/0/1
[Quidway-GigabitEthernet0/0/1] port hybrid tagged vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet0/0/1] quit
[Quidway] interface ethernet 0/0/1
[Quidway-Ethernet0/0/1] port hybrid pvid vlan 20
[Quidway-Ethernet0/0/1] port hybrid untagged vlan 20
[Quidway-Ethernet0/0/1] quit
[Quidway] interface ethernet 0/0/2
[Quidway-Ethernet0/0/2] port hybrid pvid vlan 20
[Quidway-Ethernet0/0/2] port hybrid untagged vlan 20
[Quidway-Ethernet0/0/2] quit
```

步骤 4 检查配置结果

配置完成后，进入 VLAN20 视图，使用命令 **display this** 可以查看到该 VLAN 是否已经使能了 VLAN 协议透传功能。

```
[Quidway-Vlan20] display this
#
vlan 20
 protocol-transparent
#
return
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10 20
#
vlan 20
 protocol-transparent
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 20
#
return
```

SwitchA 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10
#
interface Ethernet0/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface Ethernet0/0/2
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet0/0/1
 port hybrid tagged vlan 10
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchB 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 20
#
interface Ethernet0/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface Ethernet0/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet0/0/1
 port hybrid tagged vlan 20
#
return
```

配置通过 VLANIF 接口跨越三层网络通信示例

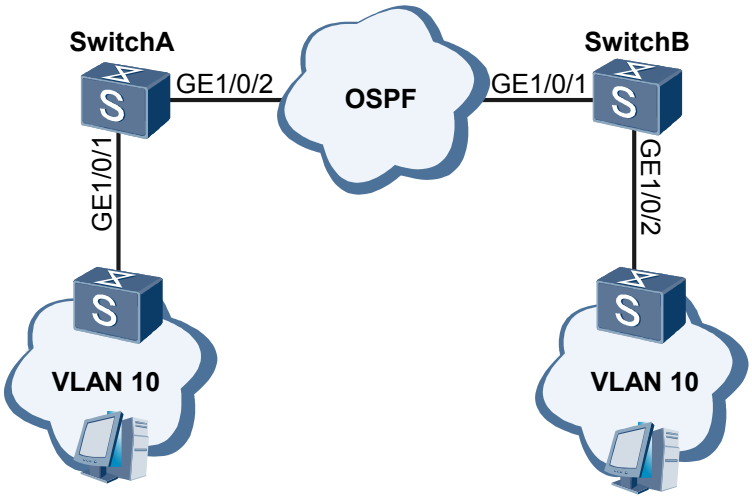
该示例中，不同网段且位于相同 VLAN 中的用户通过 VLANIF 接口跨越三层网络实现互通，三层网络采用 OSPF 协议互联。

组网需求

如图 6-131 所示，SwitchA 和 SwitchB 分别下挂 VLAN10 的二层网络，SwitchA 和 SwitchB 之间通过三层网络互通，三层网络采用 OSPF 协议。

要求两个二层网络的 PC 实现二层隔离三层互通。

图 6-131 配置通过 VLANIF 接口跨越三层网络通信组网图



配置思路

采用如下的思路配置通过 VLANIF 接口跨越三层网络通信：

1. 配置接口所属的 VLAN。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

2. 配置 VLANIF 接口的 IP 地址。
3. 配置 OSPF 基本功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 的接口 GE1/0/1 加入 VLAN 10，VLANIF10 的 IP 地址为 10.10.10.1/24。
- SwitchB 的接口 GE1/0/2 加入 VLAN 10，VLANIF10 的 IP 地址为 20.20.20.1/24。
- SwitchA 的接口 GE1/0/2 加入 VLAN 30，VLANIF30 的 IP 地址为 30.30.30.1/24。
- SwitchB 的接口 GE1/0/1 加入 VLAN 30，VLANIF30 的 IP 地址为 30.30.30.2/24。
- SwitchA 下挂的二层网络中 PC 的 IP 地址为 10.10.10.2/24。
- SwitchB 下挂的二层网络中 PC 的 IP 地址为 20.20.20.2/24。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 30
```

配置接口加入 VLAN

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.10.10.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 30
[SwitchA-Vlanif30] ip address 30.30.30.1 24
[SwitchA-Vlanif30] quit
```

配置 OSPF 基本功能

```
[SwitchA] router id 1.1.1.1
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.10.10.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.30.30.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

步骤 2 配置 SwitchB

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 10 30
```

配置接口加入 VLAN

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 30
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] ip address 20.20.20.1 24
[SwitchB-Vlanif10] quit
[SwitchB] interface vlanif 30
[SwitchB-Vlanif30] ip address 30.30.30.2 24
[SwitchB-Vlanif30] quit
```

配置 OSPF 基本功能

```
[SwitchB] router id 2.2.2.2
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.20.20.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.30.30.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

步骤 3 检查配置结果

SwitchA 下挂的二层网络中 PC 上配置缺省网关为 VLANIF10 接口的 IP 地址 10.10.10.1/24。

SwitchB 下挂的二层网络中 PC 上配置缺省网关为 VLANIF10 接口的 IP 地址 20.20.20.1/24。

配置完成后，两个二层网络的 PC 实现二层隔离三层互通。

----结束

配置文件

SwitchA 的配置文件。

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 30.30.30.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.10.10.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 30.30.30.0 0.0.0.255
#
return
```

SwitchB 的配置文件。

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 20.20.20.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 30.30.30.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.20.20.0 0.0.0.255
  network 30.30.30.0 0.0.0.255
#
return
```

配置通过子接口跨越三层网络通信示例

该示例中，不同网段且位于相同 VLAN 中的用户通过子接口跨越三层网络实现互通，三层网络采用 OSPF 协议互联。

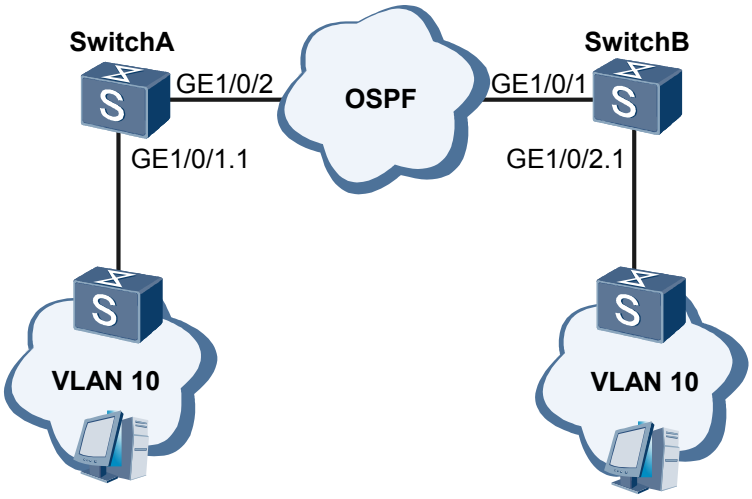
组网需求

如图 6-132 所示，SwitchA 和 SwitchB 分别下挂 VLAN10 的二层网络，SwitchA 和 SwitchB 之间通过三层网络互通，三层网络采用 OSPF 协议。

要求两个二层网络的 PC 实现二层隔离三层互通。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-132 配置通过子接口跨越三层网络通信组网图



配置思路

采用如下的思路配置通过子接口跨越三层网络通信：

1. 配置接口所属的 VLAN。
2. 配置 VLANIF 接口的 IP 地址。
3. 配置子接口的封装方式。
4. 配置子接口允许通过的 VLAN。
5. 配置子接口的 IP 地址。
6. 配置 OSPF 基本功能。

说明

子接口允许通过的 VLAN 不能在全局创建。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 的子接口 GE1/0/1.1 允许通过的 VLAN 为 10，IP 地址为 10.10.10.1/24。
- SwitchB 的子接口 GE1/0/2.1 允许通过的 VLAN 为 10，IP 地址为 20.20.20.1/24。
- SwitchA 的接口 GE1/0/2 加入 VLAN 30，VLANIF30 的 IP 地址为 30.30.30.1/24。
- SwitchB 的接口 GE1/0/1 加入 VLAN 30，VLANIF30 的 IP 地址为 30.30.30.2/24。
- SwitchA 下挂的二层网络中 PC 的 IP 地址为 10.10.10.2/24。
- SwitchB 下挂的二层网络中 PC 的 IP 地址为 20.20.20.2/24。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA

创建 VLAN

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 30
```

配置接口加入 VLAN

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchA] interface vlanif 30
[SwitchA-Vlanif30] ip address 30.30.30.1 24
[SwitchA-Vlanif30] quit
```

创建并配置子接口 GE1/0/1.1

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1.1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1.1] dot1q termination vid 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1.1] ip address 10.10.10.1 24
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1.1] arp broadcast enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1.1] quit
```

配置 OSPF 基本功能

```
[SwitchA] router id 1.1.1.1
[SwitchA] ospf
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.10.10.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.30.30.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

步骤 2 配置 SwitchB

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 30
```

配置接口加入 VLAN

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 30
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[SwitchB] interface vlanif 30
[SwitchB-Vlanif30] ip address 30.30.30.2 24
[SwitchB-Vlanif30] quit
```

创建并配置子接口 GE1/0/2.1

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2.1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2.1] dot1q termination vid 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2.1] ip address 20.20.20.1 24
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2.1] arp broadcast enable
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2.1] quit
```

配置 OSPF 基本功能

```
[SwitchB] router id 2.2.2.2
[SwitchB] ospf
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.20.20.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.30.30.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

步骤 3 检查配置结果

SwitchA 下挂的二层网络中 PC 上配置缺省网关为 GE1/0/1.1 接口的 IP 地址 10.10.10.1/24。

SwitchB 下挂的二层网络中 PC 上配置缺省网关为 GE1/0/2.1 接口的 IP 地址 20.20.20.1/24。

配置完成后，两个二层网络的 PC 实现二层隔离三层互通。

----结束

配置文件

SwitchA 的配置文件。

```
#
 sysname SwitchA
#
 router id 1.1.1.1
#
 vlan batch 30
#
interface Vlanif30
 ip address 30.30.30.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1.1
 dot1q termination vid 10
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.10.10.0 0.0.0.255
  network 30.30.30.0 0.0.0.255
#
return
```

SwitchB 的配置文件。

```
#
 sysname SwitchB
#
 router id 2.2.2.2
#
 vlan batch 30
#
interface Vlanif30
 ip address 30.30.30.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2.1
 dot1q termination vid 10
 ip address 20.20.20.1 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
ospf 1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 area 0.0.0.0
  network 20.20.20.0 0.0.0.255
  network 30.30.30.0 0.0.0.255
#
return
```

6.4.4 VLAN Mapping 配置

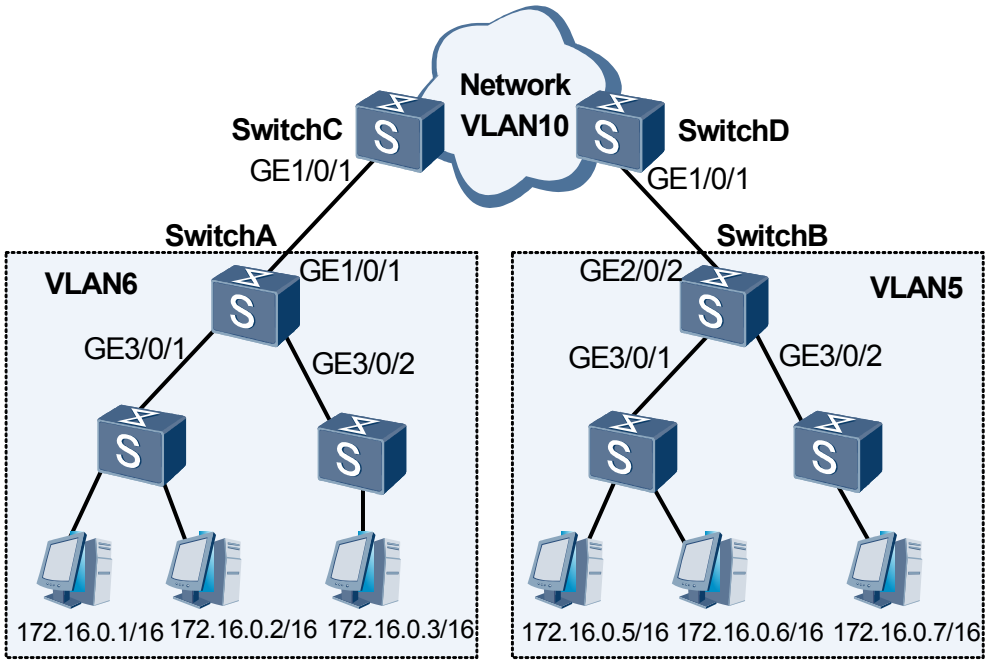
介绍了 VLAN Mapping 配置的基本知识、配置方法，配置实例。

配置单层 Tag 的 VLAN Mapping 示例

组网需求

在如图 6-133 所示的网络中，VLAN6 内的用户需要通过网络中的 VLAN10 来与 VLAN5 内的用户通信。

图 6-133 配置 VLAN Mapping 示例组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN Mapping：

1. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 上创建各自所属的 VLAN。
2. 配置 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 接口加入各自创建的 VLAN。
3. 在 SwitchA 的接口 GigabitEthernet1/0/1 上配置 VLAN Mapping。
4. 在 SwitchB 的接口 GigabitEthernet2/0/2 上配置 VLAN Mapping。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 SwitchA 上需要创建的 VLAN6。
- 在 SwitchB 上需要创建的 VLAN5。
- 在 SwitchC、SwitchD 上需要创建的 VLAN10。

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN

在 SwitchA 创建 VLAN6。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 6
```

在 SwitchB 创建 VLAN5。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 5
```

在 SwitchC 创建 VLAN10。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan 10
```

在 SwitchD 创建 VLAN10。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] vlan 10
```

步骤 2 配置接口加入 VLAN

在 SwitchA 上配置接口 GigabitEthernet3/0/1、GigabitEthernet3/0/2 加入 VLAN6。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 3/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet3/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet3/0/1] port trunk allow-pass vlan 6
[SwitchA-GigabitEthernet3/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 3/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet3/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet3/0/2] port trunk allow-pass vlan 6
[SwitchA-GigabitEthernet3/0/2] quit
```

在 SwitchA 上配置接口 GigabitEthernet1/0/1 加入 VLAN6。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 6
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在 SwitchB 上配置接口 GigabitEthernet3/0/1、GigabitEthernet3/0/2 加入 VLAN5。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 3/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet3/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet3/0/1] port trunk allow-pass vlan 5
[SwitchB-GigabitEthernet3/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 3/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet3/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet3/0/2] port trunk allow-pass vlan 5
[SwitchB-GigabitEthernet3/0/2] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchB 上配置接口 GigabitEthernet2/0/2 加入 VLAN5。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port trunk allow-pass vlan 5
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

在 SwitchC 上配置接口 GigabitEthernet1/0/1 加入 VLAN10。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在 SwitchD 上配置接口 GigabitEthernet1/0/1 加入 VLAN10。

```
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 3 配置 VLAN Mapping

在 SwitchA 的接口 GigabitEthernet1/0/1 上配置 VLAN Mapping。

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-mapping vlan 10 map-vlan 6
```

在 SwitchB 的接口 GigabitEthernet2/0/2 上配置 VLAN Mapping。

```
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port vlan-mapping vlan 10 map-vlan 5
```

步骤 4 验证配置结果

从 VLAN6 内用户的任意一台主机 ping VLAN5 内用户的任意一台主机，或从 VLAN5 内用户的任意一台主机 pingVLAN6 内用户的任意一台主机，可以 ping 通则表示配置成功。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 6
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6
 port vlan-mapping vlan 10 map-vlan 6
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6
#
interface GigabitEthernet3/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 5
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5
 port vlan-mapping vlan 10 map-vlan 5
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5
#
interface GigabitEthernet3/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

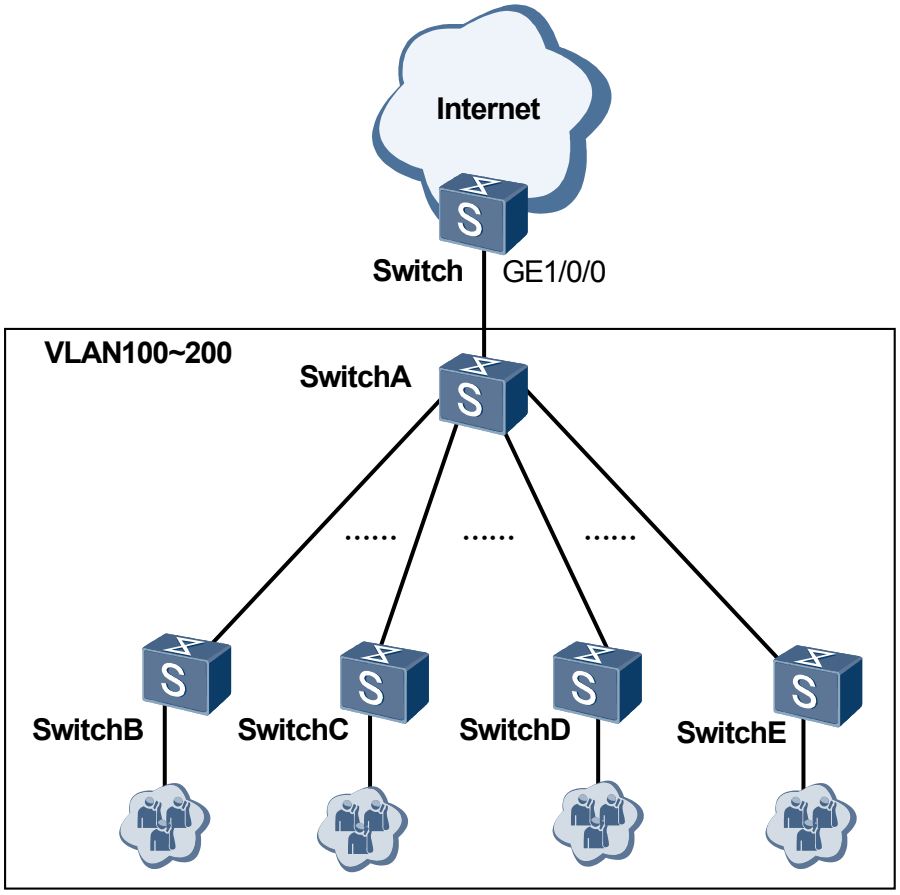
配置单层 Tag 的 VLAN Mapping 示例（N：1）

组网需求

在如图 6-134 所示的网络中，VLAN100 ～ 200 的用户通过汇聚交换机 Switch 与网络相连。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-134 配置 VLAN Mapping 示例组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN Mapping：

1. 在 Switch 上创建映射前和映射后的 VLAN。
2. 在 Switch 上配置接口 GE1/0/0 以 Tagged 方式加入映射前和映射后的 VLAN。
3. 在 Switch 上配置接口 GE1/0/0 的 VLAN Mapping 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 Switch 上创建映射前的 VLAN100 ～ 200。
- 在 Switch 上创建映射后的 VLAN10。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch

创建 VLAN。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 10 100 to 200
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置接口加入 VLAN。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10 100 to 200
```

配置 VLAN Mapping 功能。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-mapping vlan 100 to 200 map-vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 2 验证配置结果

VLAN100 ～ 200 的用户可以通过 Switch 正常访问网络。

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

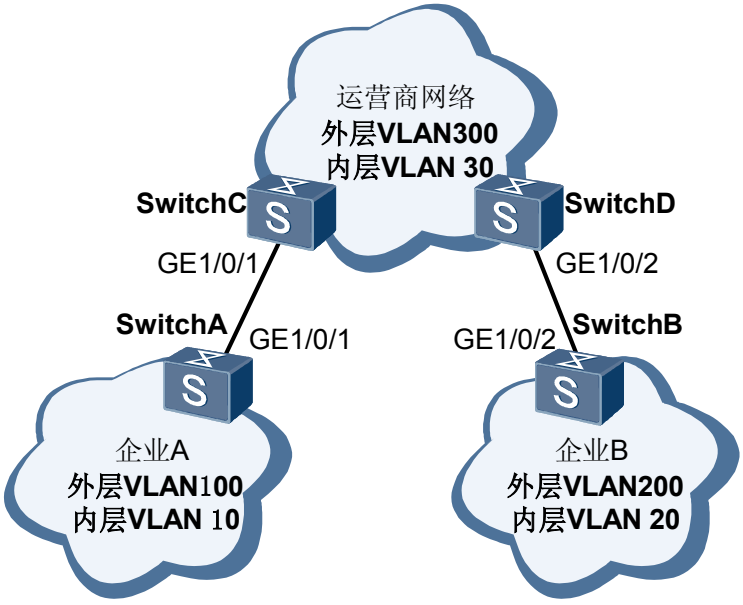
```
#
 sysname Quidway
#
vlan batch 10 100 to 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 10 100 to 200
 port vlan-mapping vlan 100 to 200 map-vlan 10
#
return
```

配置双层 Tag 的 VLAN Mapping 示例（2 to 2）

组网需求

在如图 6-135 所示的网络中，企业 A 的外层 VLAN 为 100、内层 VLAN 为 10，企业 B 的外层 VLAN 为 200、内层 VLAN 为 20，企业 A 与企业 B 需要通过运营商的网络互相通信，运营商网络的外层 VLAN 为 300、内层 VLAN 为 30。

图 6-135 配置双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能：

1. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 上创建各自所属的外层 VLAN。
2. 配置 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 接口加入各自创建的 VLAN。
3. 配置 SwitchA 上接口 GigabitEthernet1/0/1 为替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能。
4. 配置 SwitchB 上接口 GigabitEthernet1/0/2 为替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 SwitchA 上需要创建的 VLAN100。
- 在 SwitchB 上需要创建的 VLAN200。
- 在 SwitchC、SwitchD 上需要创建的 VLAN300。

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN

在 SwitchA 创建 VLAN100。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 100
```

在 SwitchB 创建 VLAN200。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 200
```

在 SwitchC 创建 VLAN300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan 300
```

在 SwitchD 创建 VLAN300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] vlan 300
```

步骤 2 配置接口加入 VLAN

在 SwitchA 上配置接口 GigabitEthernet1/0/1 加入 VLAN100。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100
```

在 SwitchB 上配置接口 GigabitEthernet1/0/2 加入 VLAN200。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 200
```

在 SwitchC 上配置接口 GigabitEthernet1/0/1 加入 VLAN300。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 300
```

在 SwitchD 上配置接口 GigabitEthernet1/0/2 加入 VLAN300。

```
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 300
```

步骤 3 配置替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能

在 SwitchA 的接口 GigabitEthernet1/0/1 上配置替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-mapping vlan 300 inner-vlan 30 map-vlan 100 map-inner-vlan 10
```

在 SwitchB 的接口 GigabitEthernet1/0/2 上配置替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] interface GigabitEthernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port vlan-mapping vlan 300 inner-vlan 30 map-vlan 200 map-inner-vlan 20
```

步骤 4 验证配置结果

企业 A 内用户与企业 B 内用户可以互相访问。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
 port vlan-mapping vlan 300 inner-vlan 30 map-vlan 100 map-inner-vlan 10
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 200
 port vlan-mapping vlan 300 inner-vlan 30 map-vlan 200 map-inner-vlan 20
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
sysname SwitchC
#
vlan batch 300
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port trunk allow-pass vlan 300
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

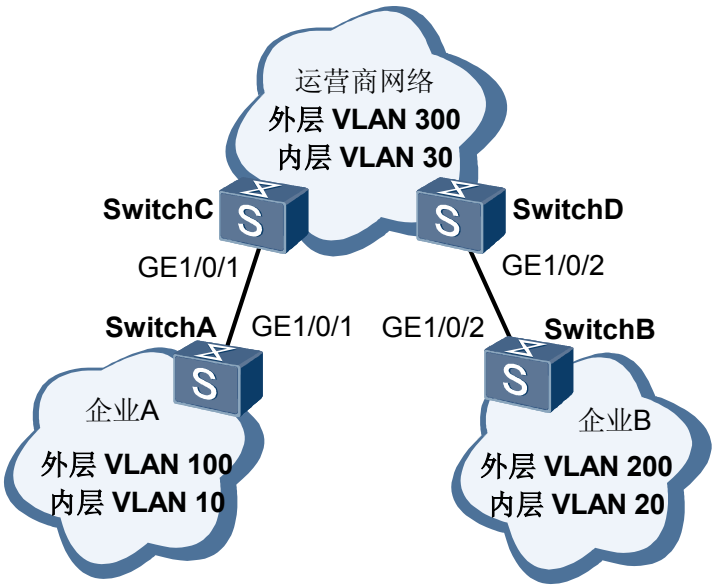
```
#
sysname SwitchD
#
vlan batch 300
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 300
#
return
```

配置基于流的 VLAN Mapping 示例

组网需求

在如图 6-136 所示的网络中，企业 A 的外层 VLAN 为 100、内层 VLAN 为 10，企业 B 的外层 VLAN 为 200、内层 VLAN 为 20，企业 A 与企业 B 需要通过运营商的网络互相通信，运营商网络的外层 VLAN 为 300、内层 VLAN 为 30。

图 6-136 配置双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于流的替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能：

1. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 上创建各自所属的外层 VLAN。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上创建各自的类、流行为、流策略。
3. 配置 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 接口加入各自创建的 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

4. 配置 SwitchA 上接口 GigabitEthernet1/0/1 为基于流的替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能。
5. 配置 SwitchB 上接口 GigabitEthernet1/0/2 为基于流的替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 SwitchA 上需要创建的 VLAN100。
- 在 SwitchB 上需要创建的 VLAN200。
- 在 SwitchC、SwitchD 上需要创建的 VLAN300。

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN

在 SwitchA 创建 VLAN100。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 100
```

在 SwitchB 创建 VLAN200。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 200
```

在 SwitchC 创建 VLAN300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan 300
```

在 SwitchD 创建 VLAN300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] vlan 300
```

步骤 2 配置接口加入 VLAN

在 SwitchA 上配置接口 GigabitEthernet1/0/1 加入 VLAN100。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100
```

在 SwitchB 上配置接口 GigabitEthernet1/0/2 加入 VLAN200。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 200
```

在 SwitchC 上配置接口 GigabitEthernet1/0/1 加入 VLAN300。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 300
```

在 SwitchD 上配置接口 GigabitEthernet1/0/2 加入 VLAN300。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 300
```

步骤 3 配置类、流行为、流策略

在 SwitchA 上配置入方向的类、流行为、流策略。

```
[SwitchA] traffic classifier name1 operator and
[SwitchA-classifier-name1] if-match vlan-id 300
[SwitchA-classifier-name1] if-match cvlan-id 30
[SwitchA-classifier-name1] quit
[SwitchA] traffic behavior name1
[SwitchA-behavior-name1] remark vlan-id 100
[SwitchA-behavior-name1] remark cvlan-id 10
[SwitchA-behavior-name1] quit
[SwitchA] traffic policy name1
[SwitchA-trafficpolicy-name1] classifier name1 behavior name1
```

在 SwitchA 上配置出方向的类、流行为、流策略。

```
[SwitchA] traffic classifier name2 operator and
[SwitchA-classifier-name2] if-match vlan-id 100
[SwitchA-classifier-name2] if-match cvlan-id 10
[SwitchA-classifier-name2] quit
[SwitchA] traffic behavior name2
[SwitchA-behavior-name2] remark vlan-id 300
[SwitchA-behavior-name2] remark cvlan-id 30
[SwitchA-behavior-name2] quit
[SwitchA] traffic policy name2
[SwitchA-trafficpolicy-name2] classifier name2 behavior name2
```

在 SwitchB 上配置入方向的类、流行为、流策略。

```
[SwitchB] traffic classifier name1 operator and
[SwitchB-classifier-name1] if-match vlan-id 300
[SwitchB-classifier-name1] if-match cvlan-id 30
[SwitchB-classifier-name1] quit
[SwitchB] traffic behavior name1
[SwitchB-behavior-name1] remark vlan-id 200
[SwitchB-behavior-name1] remark cvlan-id 20
[SwitchB-behavior-name1] quit
[SwitchB] traffic policy name1
[SwitchB-trafficpolicy-name1] classifier name1 behavior name1
```

在 SwitchB 上配置出方向的类、流行为、流策略。

```
[SwitchB] traffic classifier name2 operator and
[SwitchB-classifier-name2] if-match vlan-id 200
[SwitchB-classifier-name2] if-match cvlan-id 20
[SwitchB-classifier-name2] quit
[SwitchB] traffic behavior name2
[SwitchB-behavior-name2] remark vlan-id 300
[SwitchB-behavior-name2] remark cvlan-id 30
[SwitchB-behavior-name2] quit
[SwitchB] traffic policy name2
[SwitchB-trafficpolicy-name2] classifier name2 behavior name2
```

步骤 4 配置基于流的替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能

在 SwitchA 的接口 GigabitEthernet1/0/1 上配置基于流的替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy name1 inbound
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy name2 outbound
```

在 SwitchB 的接口 GigabitEthernet1/0/2 上配置基于流的替换双层 Tag 的 VLAN Mapping 功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] interface GigabitEthernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] traffic-policy name1 inbound
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] traffic-policy name2 outbound
```

步骤 5 验证配置结果

企业 A 内用户与企业 B 内用户可以互相访问。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 100
#
traffic classifier name1 operator and precedence 5
 if-match 1 vlan-id 300
 if-match 2 cvlan-id 30
traffic classifier name2 operator and precedence 10
 if-match 1 vlan-id 100
 if-match 2 cvlan-id 10
#
traffic behavior name1
 remark vlan-id 100
 remark cvlan-id 10
traffic behavior name2
 remark vlan-id 300
 remark cvlan-id 30
#
traffic policy name1
 classifier name1 behavior name1
traffic policy name2
 classifier name2 behavior name2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
 traffic-policy name1 inbound
 traffic-policy name2 outbound
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
vlan batch 200
#
traffic classifier name1 operator and precedence 5
 if-match 1 vlan-id 300
 if-match 2 cvlan-id 30
traffic classifier name2 operator and precedence 10
 if-match 1 vlan-id 200
 if-match 2 cvlan-id 20
#
traffic behavior name1
 remark vlan-id 200
 remark cvlan-id 20
traffic behavior name2
 remark vlan-id 300
 remark cvlan-id 30
#
traffic policy name1
 classifier name1 behavior name1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
traffic policy name2
 classifier name2 behavior name2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 200
 traffic-policy name1 inbound
 traffic-policy name2 outbound
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
sysname SwitchC
#
vlan batch 300
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 300
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
sysname SwitchD
#
vlan batch 300
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 300
#
return
```

6.4.5 QinQ 配置

介绍 QinQ 的基本知识、配置方法和配置实例。

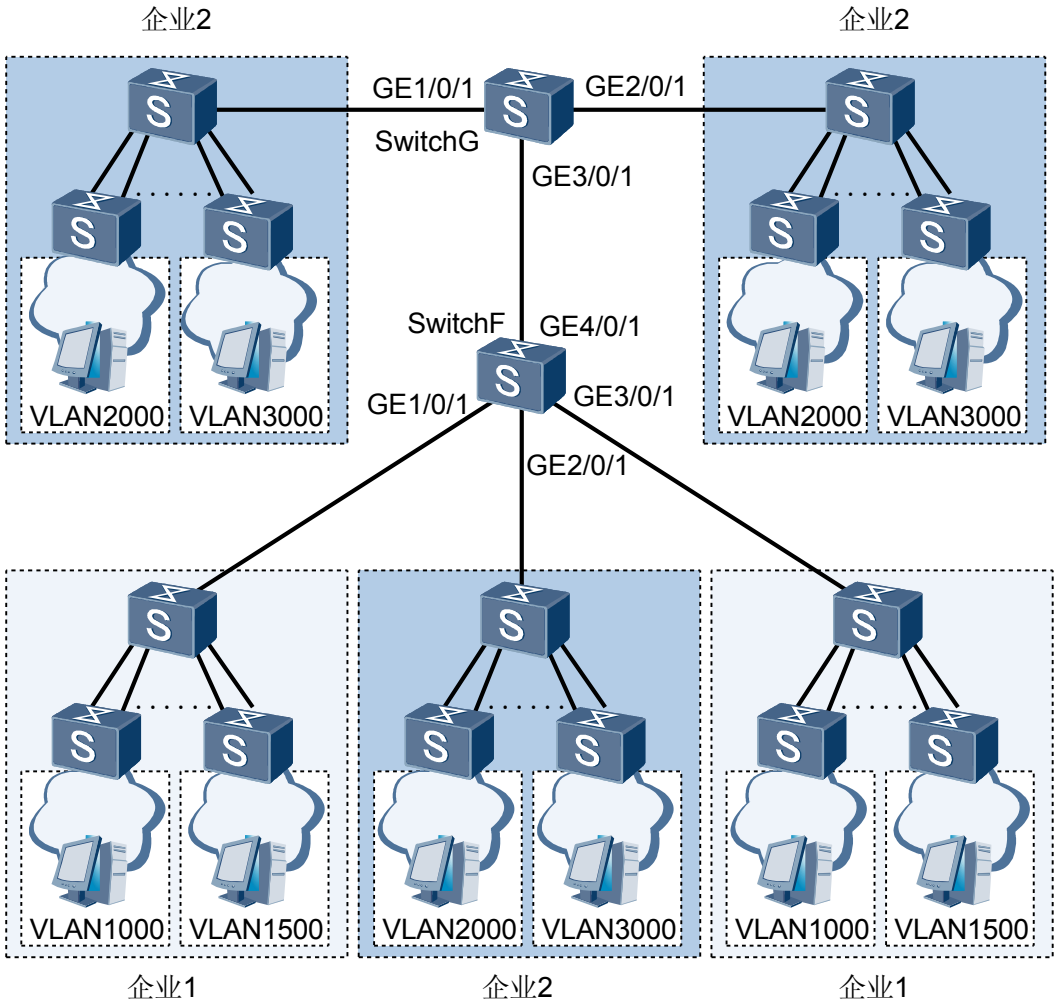
配置基于接口的 QinQ 示例

组网需求

如图 6-137 所示，网络中有两个大企业，企业 1 有两个办公地，企业 2 有三个办公地，这两个企业的各办公地的企业网都分别和运营商网络中的 SwitchG 或 SwitchF 相连。企业 1 的网络中使用 VLAN1000 ～ VLAN1500，企业 2 的网络中使用 VLAN2000 ～ VLAN3000。要求企业内部各办公地相同 VLAN 内用户可以通过运营商的网络互相通信，但两个企业之间互相隔离。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-137 配置基于接口的 QinQ 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 QinQ：

1. 在 SwitchF 上创建 VLAN10 和 VLAN20，在 SwitchG 上创建 VLAN20。
2. 在 SwitchF 上配置接口 GE1/0/1、GE2/0/1、GE3/0/1 的类型为 QinQ。
3. 在 SwitchG 上配置接口 GE1/0/1、GE2/0/1 的类型为 QinQ。
4. 配置 SwitchF 的接口 GE4/0/1 和 SwitchG 的接口 GE3/0/1 以 Tag 方式加入 VLAN20。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在运营商网络中企业 1 被划分在 VLAN10 中。
- 在运营商网络中企业 2 被划分在 VLAN20 中。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN

在 SwitchF 上创建 VLAN10 和 VLAN20。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchF
[SwitchF] vlan batch 10 20
```

在 SwitchG 上创建 VLAN20。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchG
[SwitchG] vlan 20
```

步骤 2 配置接口类型为 QinQ

在 SwitchF 上配置接口 GE1/0/1、GE2/0/1、GE3/0/1 类型为 QinQ，GE1/0/1、GE3/0/1 的外层 Tag 为 VLAN10，GE2/0/1 的外层 Tag 为 VLAN20。

```
[SwitchF] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/1] port link-type dot1q-tunnel
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 10
[SwitchF-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchF] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/1] port link-type dot1q-tunnel
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/1] port default vlan 20
[SwitchF-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchF] interface gigabitethernet 3/0/1
[SwitchF-GigabitEthernet3/0/1] port link-type dot1q-tunnel
[SwitchF-GigabitEthernet3/0/1] port default vlan 10
[SwitchF-GigabitEthernet3/0/1] quit
```

在 SwitchG 上配置接口 GE1/0/1、GE2/0/1 类型为 QinQ 接口，GE1/0/1、GE2/0/1 的外层 Tag 为 VLAN20。

```
[SwitchG] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchG-GigabitEthernet1/0/1] port link-type dot1q-tunnel
[SwitchG-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 20
[SwitchG-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchG] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchG-GigabitEthernet2/0/1] port link-type dot1q-tunnel
[SwitchG-GigabitEthernet2/0/1] port default vlan 20
[SwitchG-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 3 配置其它接口

在 SwitchF 上配置接口 GE4/0/1 加入 VLAN20。

```
[SwitchF] interface gigabitethernet 4/0/1
[SwitchF-GigabitEthernet4/0/1] port link-type trunk
[SwitchF-GigabitEthernet4/0/1] port trunk allow-pass vlan 20
[SwitchF-GigabitEthernet4/0/1] quit
```

在 SwitchG 上配置接口 GE3/0/1 加入 VLAN20。

```
[SwitchG] interface gigabitethernet 3/0/1
[SwitchG-GigabitEthernet3/0/1] port link-type trunk
[SwitchG-GigabitEthernet3/0/1] port trunk allow-pass vlan 20
[SwitchG-GigabitEthernet3/0/1] quit
```

步骤 4 验证配置结果

从企业 1 任意办公地内任意 VLAN 的一台主机 ping 企业 1 其它工作地同一 VLAN 内的主机，如果可以 ping 通则表示企业 1 内部可以互相通信。

版权所有 © 华为技术有限公司

从企业 2 任意办公地内任意 VLAN 的一台主机 ping 企业 2 其它工作地同一 VLAN 内的主机，如果可以 ping 通则表示企业 2 内部可以互相通信。

从企业 1 任意办公地内的任意一台主机 ping 企业 2 内的主机，如果不能 ping 通则表示企业 1 和企业 2 是互相隔离的。

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

- SwitchF 的配置文件

```
#
 sysname SwitchF
#
 vlan batch 10 20
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type dot1q-tunnel
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type dot1q-tunnel
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port link-type dot1q-tunnel
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet4/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

- SwitchG 的配置文件

```
#
 sysname SwitchG
#
 vlan batch 20
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type dot1q-tunnel
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type dot1q-tunnel
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

配置灵活 QinQ 示例

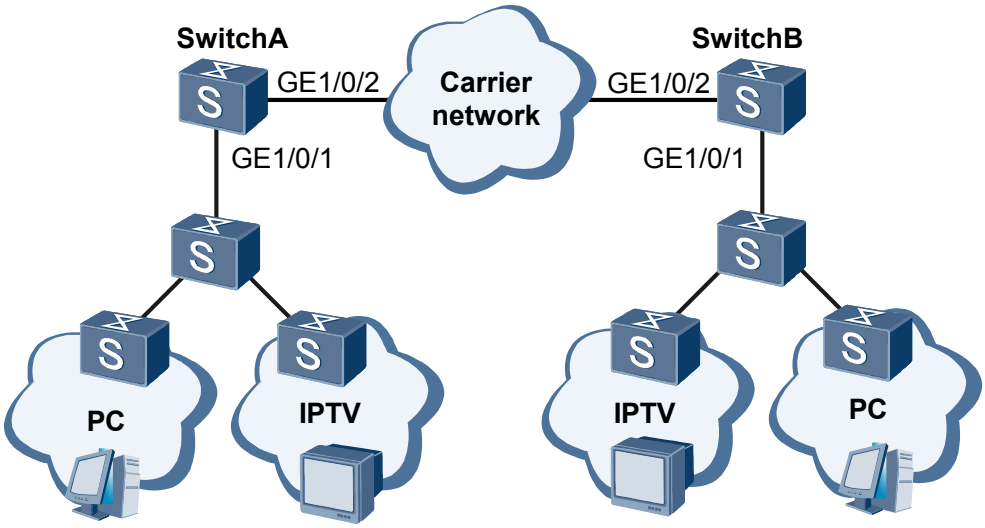
组网需求

如图 6-138 所示，PC 上网用户和 IPTV 用户通过 SwitchA 和 SwitchB 接入运营商网络，通过运营商的网络互相通信。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

要求 PC 上网用户和 IPTV 用户分别以 VLAN2 和 VLAN3 通过运营商网络。

图 6-138 配置灵活 QinQ 组网图



配置思路

采用如下的思路配置灵活 QinQ：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 上创建相关 VLAN。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置接口类型并加入 VLAN。
3. 在 SwitchA 和 SwitchB 的接口上配置灵活 QinQ 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PC 上网用户被划分在 VLAN100 ～ VLAN200 中。
- IPTV 用户被划分在 VLAN300 ～ VLAN400 中。
- 在公网中 PC 上网用户被划分到 VLAN2 中传输。
- 在公网中 IPTV 用户被划分到 VLAN3 中传输。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN

在 SwitchA 上创建 VLAN2、VLAN3，即叠加后的外层 VLAN。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 2 3
```

在 SwitchB 上创建 VLAN2、VLAN3，即叠加后的外层 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 2 3
```

步骤 2 在接口上配置灵活 QinQ

配置 SwitchA 的接口 GE1/0/1。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type hybrid
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 2 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-stacking vlan 100 to 200 stack-vlan 2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-stacking vlan 300 to 400 stack-vlan 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 SwitchB 的接口 GE1/0/1。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type hybrid
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 2 3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-stacking vlan 100 to 200 stack-vlan 2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-stacking vlan 300 to 400 stack-vlan 3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 3 配置其它接口

在 SwitchA 上配置接口 GE1/0/2 加入 VLAN2、VLAN3。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

在 SwitchB 上配置接口 GE1/0/2 加入 VLAN2、VLAN3。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 4 验证配置结果

查看 SwitchA 上各接口的配置信息。

```
<SwitchA> display current-configuration interface gigabitethernet 1/0/1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 2 to 3
 port vlan-stacking vlan 100 to 200 stack-vlan 2
 port vlan-stacking vlan 300 to 400 stack-vlan 3
#
return
<SwitchA> display current-configuration interface gigabitethernet 1/0/2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
return
```

查看 SwitchB 上各接口的配置信息。

```
<SwitchB> display current-configuration interface gigabitethernet 1/0/1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 2 to 3
 port vlan-stacking vlan 100 to 200 stack-vlan 2
 port vlan-stacking vlan 300 to 400 stack-vlan 3
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
return
<SwitchB> display current-configuration interface gigabitethernet 1/0/2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
return
```

如果 SwitchA、SwitchB 上配置正确，则：

- PC 上网用户可以通过运营商网络互相通信。
- IPTV 用户可以通过运营商网络互相通信。

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 2 to 3
 port vlan-stacking vlan 100 to 200 stack-vlan 2
 port vlan-stacking vlan 300 to 400 stack-vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 2 to 3
 port vlan-stacking vlan 100 to 200 stack-vlan 2
 port vlan-stacking vlan 300 to 400 stack-vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
return
```

配置灵活 QinQ 示例-VLAN Mapping 接入

组网需求

如图 6-139 所示，家庭网关连接的用户业务有 PC 上网业务、IPTV 业务、VoIP 业务。

楼道交换机分配各种业务的 VLAN 为：

- PC 上网业务独立的 VLAN：VLAN1000 ～ VLAN1100

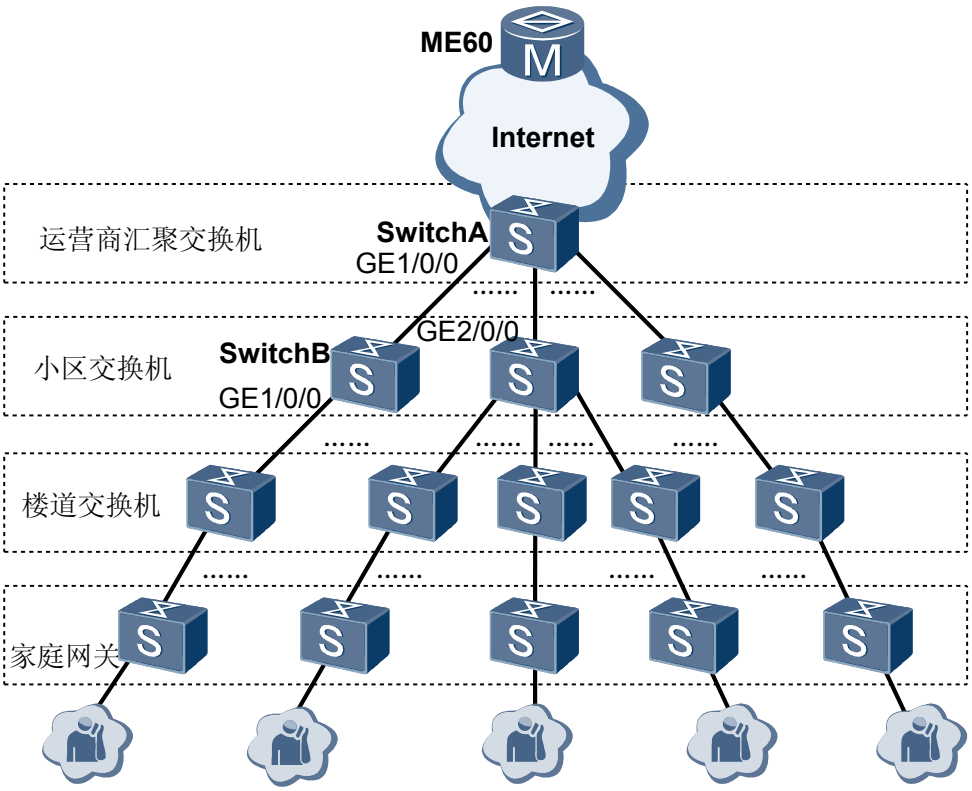
版权所有 © 华为技术有限公司

- IPTV 业务共享的 VLAN：VLAN1101
- VoIP 业务共享的 VLAN：VLAN1102
- 家庭网关共享的 VLAN：VLAN1103

每个小区交换机下行与 50 个楼道交换机相连，对楼道交换机上送的 PC 上网业务 VLAN 分别映射为 VLAN101、VLAN102、VLAN103、……VLAN150。

运营商的汇聚交换机下行与 50 个小区交换机相连，对小区交换机上送的报文添加外层 VLAN，分别为：VLAN21、VLAN22、VLAN23、……VLAN70。

图 6-139 配置灵活 QinQ 组网图



配置思路

采用如下的思路配置灵活 QinQ 以及 VLAN Mapping：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 上创建相关 VLAN。
2. 在 SwitchB 上配置 VLAN Mapping 功能，并将接口加入 VLAN。
3. 在 SwitchA 上配置灵活 QinQ 功能，并将接口加入 VLAN。
4. SwitchA 和 SwitchB 的其他下行接口配置与 GE1/0/0 类似，此处不再赘述。
5. SwitchA 的其他下行小区交换机配置与 SwitchB 类似，此处不再赘述。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 在 SwitchB 上配置接口 GE1/0/0 以 Tagged 方式加入 VLAN1000 ～ VLAN1100、VLAN1101、VLAN1102、VLAN1103、VLAN101。
- 在 SwitchB 上配置接口 GE2/0/0 以 Tagged 方式加入 VLAN101 ～ VLAN150、VLAN1101、VLAN1102、VLAN1103。
- 在 SwitchA 上配置接口 GE1/0/0 以 Tagged 方式加入 VLAN1101、VLAN1102、VLAN1103。
- 在 SwitchA 上配置接口 GE1/0/0 以 Untagged 方式加入 VLAN21。
- 在 SwitchB 接口 GE1/0/0 上配置 VLAN Mapping 功能。
- 在 SwitchA 接口 GE1/0/0 上配置灵活 QinQ 功能。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 21 to 70 1101 to 1103
```

配置接口加入 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 21
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 1101 to 1103
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置接口灵活 QinQ 功能

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 101 to 150 stack-vlan 21
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 2 配置 SwitchB

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 101 to 150 1000 to 1103
```

配置接口加入 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 101 1000 to 1103
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 101 to 150 1101 to 1103
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

配置接口 VLAN Mapping 功能

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-mapping vlan 1000 to 1100 map-vlan 101
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 检查配置结果

PC 上网业务、IPTV 业务、VoIP 业务都可以正常使用。

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

SwitchA 配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 21 to 70 1101 to 1103
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 1101 to 1103
 port hybrid untagged vlan 21
 port vlan-stacking vlan 101 to 150 stack-vlan 21
#
return
```

SwitchB 配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 101 to 150 1000 to 1103
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 101 1000 to 1103
 port vlan-mapping vlan 1000 to 1100 map-vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 101 to 150 1101 to 1103
#
return
```

配置灵活 QinQ 示例-流策略接入

组网需求

如图 6-140 所示，用户侧所有低端交换机通过 Switch 连接网络。

用户侧主要业务有 IPTV 业务和 PC 上网业务，ME60-A 供上网的 PC 机获取 IP 地址，ME60-B 供 IPTV 的机顶盒获取 IP 地址。

在 DSLAM 上对用户不同类型的报文打上不同的 VLAN Tag，从而控制 PC 机不从 ME60-B 获取 IP 地址。

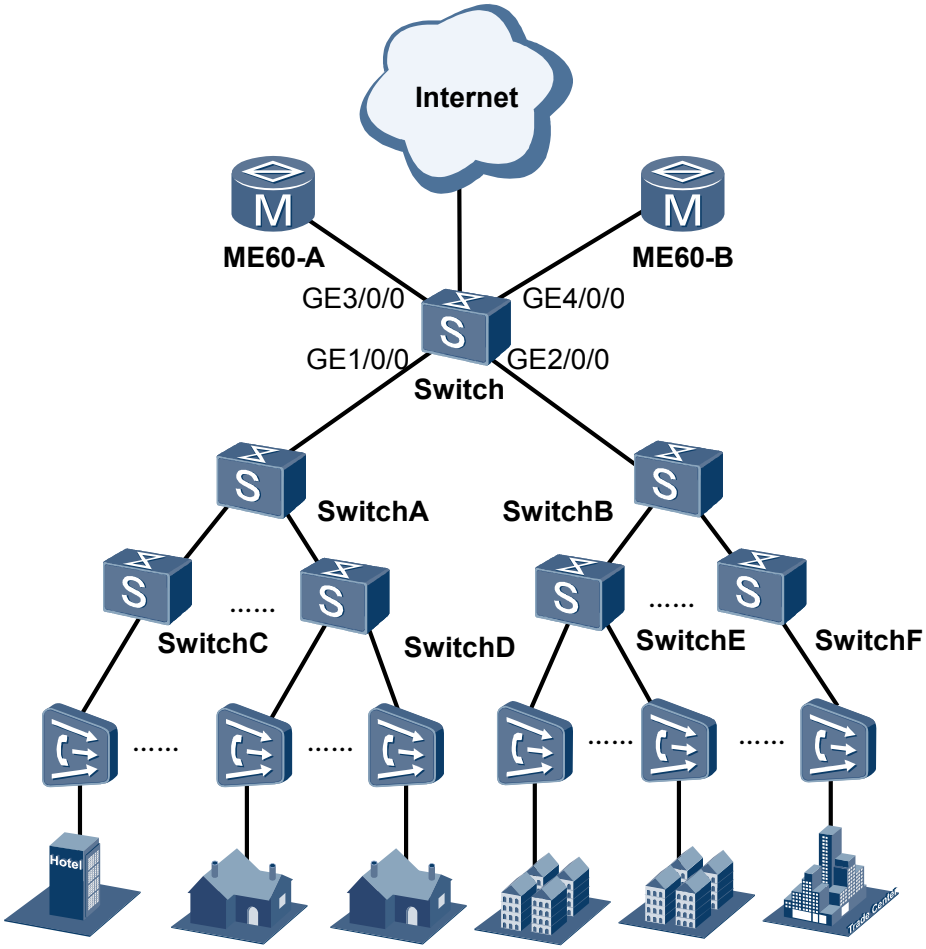
运营商规划 PPPoE 报文为 VLAN100 ～ VLAN999，DHCP 报文为 VLAN1000 ～ VLAN1999。

机顶盒为运营商统一赠送，所以机顶盒的 MAC 地址运营商可获得，而 PC 机的 MAC 地址运营商不可获得。

用户 PC 开机时会发送 DHCP 报文获取 IP 地址，需要将此请求拒绝，等用户使用 PPPoE 拨号时再获取 IP 地址。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-140 配置灵活 QinQ 组网图



配置思路

采用如下的思路配置灵活 QinQ 以及 VLAN+MAC 过滤：

1. 在 Switch 上创建相关 VLAN。
2. 在 Switch 上配置基于 VLAN+MAC 过滤的流分类、流行为、流策略。
3. 在 Switch 上配置接口 GE1/0/0、GE2/0/0 的类型为 Hybrid，并配置灵活 QinQ 功能。
4. 在 Switch 上配置接口 GE1/0/0、GE2/0/0 的入方向应用流策略，阻止 PC 机的 DHCP 报文获取 IP 地址。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 Switch 上配置接口 GE1/0/0 和 GE2/0/0 以 Untagged 方式加入 VLAN10、VLAN20。
- 在 Switch 上配置接口 GE3/0/0 以 Tagged 方式加入 VLAN10。
- 在 Switch 上配置接口 GE4/0/0 以 Tagged 方式加入 VLAN20。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 机顶盒的 MAC 地址段为：00e0-8e00-0000 ffff-ff00-0000。
- 创建机顶盒的流分类：STB，配置 VLAN+MAC 过滤，允许指定 VLAN 内的指定 MAC 通过。
- 创建流行为：PermitMAC，其方式为缺省的 permit 方式。
- 创建流策略：PermitMAC，并绑定流分类和流行为。

操作步骤

步骤 1 配置灵活 QinQ

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 10 20
```

配置接口加入 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 10 20
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 3/0/0
[Quidway-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet3/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 4/0/0
[Quidway-GigabitEthernet4/0/0] port hybrid tagged vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet4/0/0] quit
```

配置接口灵活 QinQ

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 100 to 999 stack-vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 1000 to 1999 stack-vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port vlan-stacking vlan 100 to 999 stack-vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port vlan-stacking vlan 1000 to 1999 stack-vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 2 配置流策略

配置 MAC 地址过滤

```
<Quidway> system-view
[Quidway] acl number 4001
[Quidway-acl-L2-4001] rule 1 permit source-mac 00e0-8e00-0000 ffff-f
f00-0000
[Quidway-acl-L2-4001] rule 100 deny
[Quidway-acl-L2-4001] quit
```

配置流分类

```
[Quidway] traffic classifier STB operator and
[Quidway-classifier-STB] if-match vlan-id 20
[Quidway-classifier-STB] if-match acl 4001
[Quidway-classifier-STB] quit
```

配置流行为

```
[Quidway] traffic behavior PermitMAC
[Quidway-behavior-PermitMAC] quit
```

配置流策略

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] traffic policy PermitMAC
[Quidway-trafficpolicy-PermitMAC] classifier STB behavior PermitMAC
[Quidway-trafficpolicy-PermitMAC] quit
```

配置接口入方向应用流策略

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] traffic-policy PermitMAC inbound
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] traffic-policy PermitMAC inbound
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 检查配置结果

IPTV 业务和 PC 上网业务都可以正常使用，并且机顶盒的 IP 地址从 ME60-B 上获取，PC 机的 IP 地址从 ME60-A 上获取。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10 20
#
acl number 4001
 rule 1 permit source-mac 00e0-8e00-0000 ffff-ff00-0000
 rule 100 deny
#
traffic classifier STB operator and precedence 5
 if-match vlan-id 20
 if-match acl 4001
#
traffic behavior PermitMAC
#
traffic policy PermitMAC
 classifier STB behavior PermitMAC
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 10 20
 port vlan-stacking vlan 100 to 999 stack-vlan 10
 port vlan-stacking vlan 1000 to 1999 stack-vlan 20
 traffic-policy PermitMAC inbound
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid untagged vlan 10 20
 port vlan-stacking vlan 100 to 999 stack-vlan 10
 port vlan-stacking vlan 1000 to 1999 stack-vlan 20
 traffic-policy PermitMAC inbound
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet4/0/0
 port hybrid tagged vlan 20
#
return
```

配置基于流的灵活 QINQ 示例

版权所有 © 华为技术有限公司

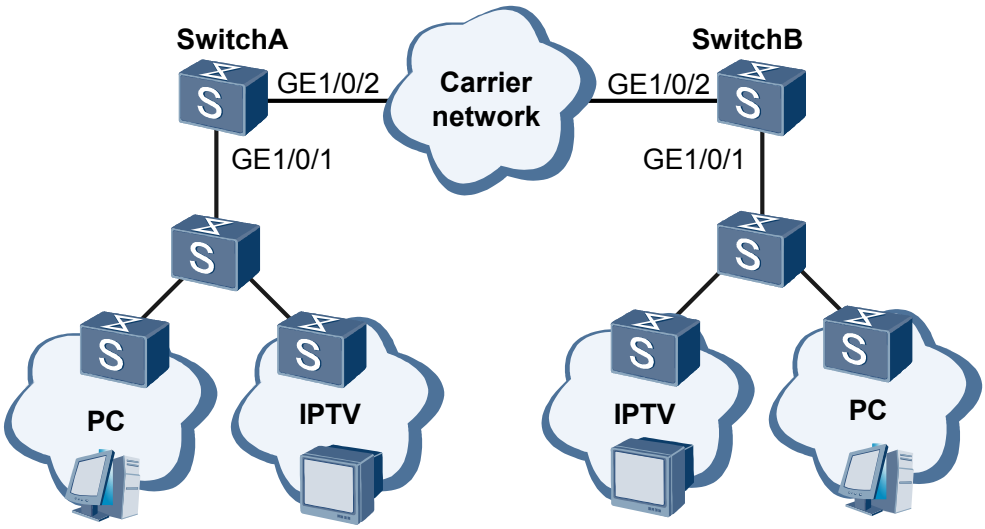
组网需求

如图 6-141 所示，PC 上网用户和 IPTV 用户通过 SwitchA 和 SwitchB 接入运营商网络，通过运营商的网络互相通信。

要求 PC 上网用户和 IPTV 用户分别以 VLAN2 和 VLAN3 通过运营商网络。

Switch 可以使用流策略的相关命令来实现灵活 QinQ 的功能。

图 6-141 配置灵活 QinQ 组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于流的灵活 QinQ：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 上创建相关 VLAN。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置流分类、流行为和流策略。
3. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置接口类型并加入 VLAN。
4. 在 SwitchA 和 SwitchB 的接口上应用流策略来实现灵活 QinQ 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PC 上网用户被划分在 VLAN100 ～ VLAN200 中。
- IPTV 用户被划分在 VLAN300 ～ VLAN400 中。
- 在公网中 PC 上网用户被划分到 VLAN2 中传输。
- 在公网中 IPTV 用户被划分到 VLAN3 中传输。
- PC 上网用户的流分类和流行为的命名为 name1。
- IPTV 用户的流分类和流行为的命名为 name2。
- 关联 PC 上网用户和 IPTV 用户的流策略命名为 name1。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN

在 SwitchA 上创建 VLAN2、VLAN3，即叠加后的外层 VLAN。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 2 3
```

在 SwitchB 上创建 VLAN2、VLAN3，即叠加后的外层 VLAN。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 2 3
```

步骤 2 在 Switch 上配置流策略

配置 SwitchA 的流分类、流行为和流策略。

```
[SwitchA] traffic classifier name1
[SwitchA-classifier-name1] if-match vlan-id 100 to 200
[SwitchA-classifier-name1] quit
[SwitchA] traffic behavior name1
[SwitchA-behavior-name1] nest top-most vlan-id 2
[SwitchA-behavior-name1] quit
[SwitchA] traffic classifier name2
[SwitchA-classifier-name2] if-match vlan-id 300 to 400
[SwitchA-classifier-name2] quit
[SwitchA] traffic behavior name2
[SwitchA-behavior-name2] nest top-most vlan-id 3
[SwitchA-behavior-name2] quit
[SwitchA] traffic policy name1
[SwitchA-trafficpolicy-name1] classifier name1 behavior name1
[SwitchA-trafficpolicy-name1] classifier name2 behavior name2
[SwitchA-trafficpolicy-name1] quit
```

配置 SwitchB 的流分类、流行为和流策略。

```
[SwitchB] traffic classifier name1
[SwitchB-classifier-name1] if-match vlan-id 100 to 200
[SwitchB-classifier-name1] quit
[SwitchB] traffic behavior name1
[SwitchB-behavior-name1] nest top-most vlan-id 2
[SwitchB-behavior-name1] quit
[SwitchB] traffic classifier name2
[SwitchB-classifier-name2] if-match vlan-id 300 to 400
[SwitchB-classifier-name2] quit
[SwitchB] traffic behavior name2
[SwitchB-behavior-name2] nest top-most vlan-id 3
[SwitchB-behavior-name2] quit
[SwitchB] traffic policy name1
[SwitchB-trafficpolicy-name1] classifier name1 behavior name1
[SwitchB-trafficpolicy-name1] classifier name2 behavior name2
[SwitchB-trafficpolicy-name1] quit
```

步骤 3 在接口上应用流策略实现灵活 QinQ 功能。

配置 SwitchA 的接口 GE1/0/1。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type hybrid
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 2 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy name1 inbound
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 SwitchB 的接口 GE1/0/1。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type hybrid
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 2 3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy name1 inbound
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 4 配置其它接口

在 SwitchA 上配置接口 GE1/0/2 加入 VLAN2、VLAN3。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

在 SwitchB 上配置接口 GE1/0/2 加入 VLAN2、VLAN3。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看 SwitchA 上各接口的配置信息。

```
<SwitchA> display current-configuration interface gigabitethernet 1/0/1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 2 to 3
 traffic-policy name1 inbound
#
return
<SwitchA> display current-configuration interface gigabitethernet 1/0/2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
return
```

查看 SwitchB 上各接口的配置信息。

```
<SwitchB> display current-configuration interface gigabitethernet 1/0/1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 2 to 3
 traffic-policy name1 inbound
#
return
<SwitchB> display current-configuration interface gigabitethernet 1/0/2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
return
```

如果 SwitchA、SwitchB 上配置正确，则：

- PC 上网用户可以通过运营商网络互相通信。
- IPTV 用户可以通过运营商网络互相通信。

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 2 to 3
#
traffic classifier name1 operator or precedence 5
 if-match vlan-id 100 to 200
traffic classifier name2 operator or precedence 10
 if-match vlan-id 300 to 400
#
traffic behavior name1
 nest top-most vlan-id 2
traffic behavior name2
 nest top-most vlan-id 3
#
traffic policy name1
 classifier name1 behavior name1
 classifier name2 behavior name2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 2 to 3
 traffic-policy name1 inbound
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 2 to 3
#
traffic classifier name1 operator or precedence 5
 if-match vlan-id 100 to 200
traffic classifier name2 operator or precedence 10
 if-match vlan-id 300 to 400
#
traffic behavior name1
 nest top-most vlan-id 2
traffic behavior name2
 nest top-most vlan-id 3
#
traffic policy name1
 classifier name1 behavior name1
 classifier name2 behavior name2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 2 to 3
 traffic-policy name1 inbound
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
return
```

配置 Dot1q 子接口接入 VLL 示例

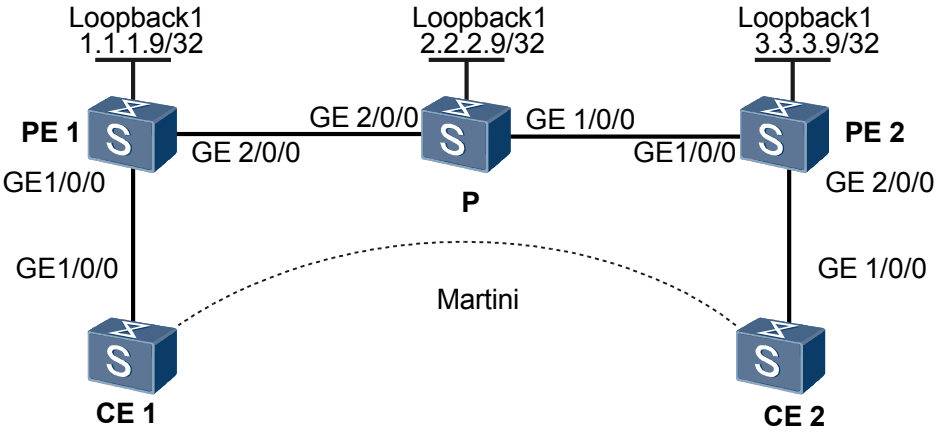
组网需求

如图 6-142，CE1、CE2 分别通过 VLAN 方式接入 PE1 和 PE2。

CE1 和 CE2 之间建立 Martini 方式的 VLL。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-142 配置 Martini 方式 VLL 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Dot1q 子接口接入 VLL：

1. 在骨干网相关设备（PE、P）上配置路由协议实现互通，并使能 MPLS。
2. 本例使用缺省隧道策略，建立 LSP 作为传输用户数据的隧道。
3. PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接。
4. 在 PE 连接 CE 的接口上配置 Dot1q 子接口接入 VLL。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 远端对等体名称。
- VC ID。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-142 配置 CE、PE 和 P 的各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

要求 CE 发送给 PE 的报文带有一层 VLAN Tag。

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 接口路由。

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 LDP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls ldp
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

上述配置完成后，在 PE1 上执行 **display mpls ldp session** 命令查看 LDP 会话的建立情况，可以看到增加了与 PE2 的远端 LDP 会话。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU Passive  000:15:29   3717/3717
 3.3.3.9:0          Operational DU Passive  000:00:00   2/2
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 5 在 PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接

配置 PE1：在接入 CE1 的接口 gigabitethernet 1/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] mpls l2vc 3.3.3.9 101
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2：在接入 CE2 的接口 gigabitethernet 2/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] dot1q termination vid 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] mpls l2vc 1.1.1.9 101
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 6 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2 VC，状态为 UP。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface gigabitethernet 1/0/0.1
 *client interface       : gigabitethernet 1/0/0.1 is up
  session state          : up
  AC state               : up
  VC state               : up
  VC ID                  : 101
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 21504         remote VC label      : 21504
  local AC OAM State     : up
  local PSN State        : up
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  local forwarding state : forwarding
  BFD for PW             : unavailable
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : not exist
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : Disable
  remote VCCV            : none
  local control word     : disable      remote control word  : none
  tunnel policy name     : --
  traffic behavior name  : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10007
  create time            : 0 days, 0 hours, 4 minutes, 19 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=28 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 2/15/31 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 10
 mpls l2vc 3.3.3.9 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 dot1q termination vid 10
 mpls l2vc 1.1.1.9 101
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif 10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

配置 QinQ 子接口接入 VLL 示例

组网需求

如图 6-143，CE1、CE2 分别通过 VLAN 方式接入 PE1 和 PE2。

CE1 和 CE2 之间建立 Martini 方式的 VLL。

Switch1 分别与 CE1、PE1 相连。

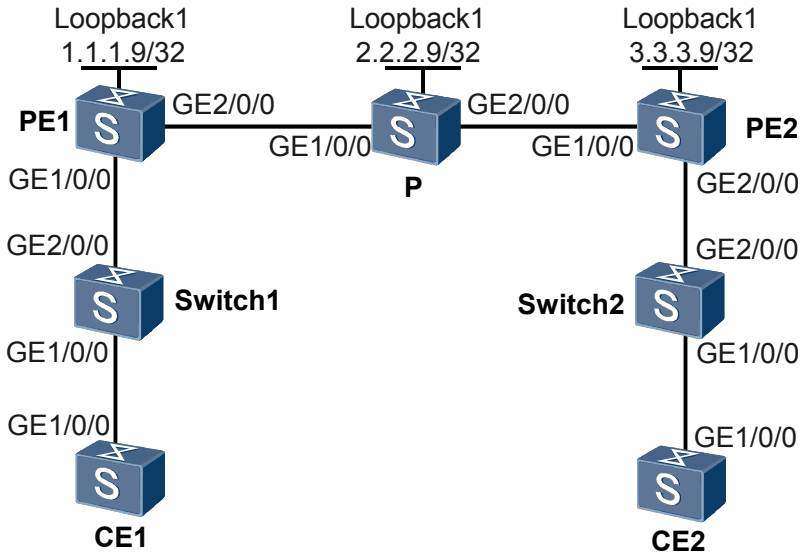
华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

Switch2 分别与 CE2、PE2 相连。

Switch 与 CE 侧接口配置灵活 QinQ，对 CE 发送过来的报文打上运营商指定允许通过的外层 VLAN Tag。

当 Switch 连接多个 CE 时，对不同 CE 发送过来的不同的 VLAN Tag 报文打上相同的外层 VLAN Tag，还可以达到节省公网 VLAN 数量的目的。

图 6-143 配置 Martini 方式 VLL 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 QinQ 子接口接入 VLL：

1. 在骨干网相关设备（PE、P）上配置路由协议实现互通，并使能 MPLS。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

2. 本例使用缺省隧道策略，建立 LSP 作为传输用户数据的隧道。
3. PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接。
4. 在 PE 连接 Switch 的接口上配置 QinQ 子接口接入 VLL。
5. 在 Switch 连接 CE 的接口上配置灵活 QinQ。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 远端对等体名称。
- VC ID。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-143 配置 CE、PE 和 P 的各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

要求 CE 发送给 Switch 的报文带有一层 VLAN Tag。

具体配置过程略。

步骤 2 在 Switch 的接口上配置灵活 QinQ 和允许通过的 VLAN

配置 Switch1

```
[Switch1] vlan 100
[Switch1-vlan100] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch2

```
[Switch2] vlan 100
[Switch2-vlan100] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 接口路由。

步骤 4 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 LDP

配置 PE1

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls ldp
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 5 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

上述配置完成后，在 PE1 上执行 **display mpls ldp session** 命令查看 LDP 会话的建立情况，可以看到增加了与 PE2 的远端 LDP 会话。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU Passive  000:15:29   3717/3717
 3.3.3.9:0          Operational DU Passive  000:00:00   2/2
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 在 PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接

配置 PE1：在接入 Switch1 的接口 gigabitethernet 1/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] mpls l2vc 3.3.3.9 101
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2：在接入 Switch2 的接口 gigabitethernet 2/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] mpls l2vc 1.1.1.9 101
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 7 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2 VC，状态为 UP。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface gigabitethernet 1/0/0.1
 *client interface       : gigabitethernet 1/0/0.1 is up
  session state          : up
  AC state               : up
  VC state               : up
  VC ID                  : 101
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 21504        remote VC label      : 21504
  local AC OAM State     : up
  local PSN State        : up
  local forwarding state : forwarding
  BFD for PW             : unavailable
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : not exist
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : Disable
  remote VCCV            : none
  local control word     : disable      remote control word  : none
  tunnel policy name     : --
  traffic behavior name  : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10007
  create time            : 0 days, 0 hours, 4 minutes, 19 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=5 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=2 ms
  Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=28 ms
--- 100.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 2/15/31 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- Switch1 的配置文件

```
#
 sysname Switch1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls l2vc 3.3.3.9 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
 mpls l2vc 1.1.1.9 101
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- Switch2 的配置文件

```
#
 sysname Switch2
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif 10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

配置单层 VLAN Mapping 子接口接入 VLL 示例

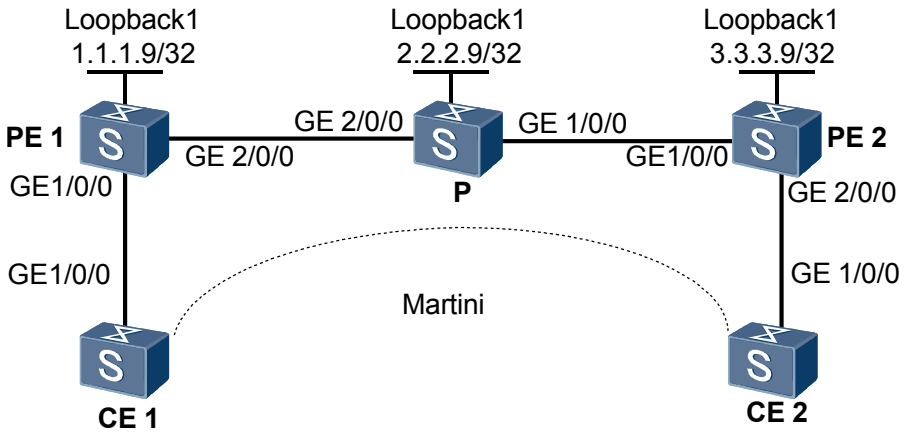
组网需求

如图 6-144，CE1、CE2 分别通过 VLAN 方式接入 PE1 和 PE2。

CE1 和 CE2 之间建立 Martini 方式的 VLL。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-144 配置 Martini 方式 VLL 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置单层 VLAN Mapping 子接口接入 VLL：

1. 在骨干网相关设备（PE、P）上配置路由协议实现互通，并使能 MPLS。
2. 本例使用缺省隧道策略，建立 LSP 作为传输用户数据的隧道。
3. PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接。
4. 在 PE1 连接 CE1 的接口上配置单层 VLAN Mapping 子接口接入 VLL。
5. 在 PE2 连接 CE2 的接口上配置 Dot1q 子接口接入 VLL。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 远端对等体名称。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- VC ID。
- 子接口 VLAN Mapping 的 VLAN 编号。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-144 配置 CE、PE 和 P 的各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

要求 CE 发送给 PE 的报文带有一层 VLAN Tag。

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 接口路由。

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 LDP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls ldp
[PE2-Vlanif30] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

上述配置完成后，在 PE1 上执行 **display mpls ldp session** 命令查看 LDP 会话的建立情况，可以看到增加了与 PE2 的远端 LDP 会话。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU Passive  000:15:29   3717/3717
 3.3.3.9:0          Operational DU Passive  000:00:00   2/2
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 5 在 PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接

配置 PE1：在接入 CE1 的接口 gigabitethernet 1/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq mapping vid 10 map-vlan vid 20
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] mpls l2vc 3.3.3.9 101
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2：在接入 CE2 的接口 gigabitethernet 2/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] dot1q termination vid 20
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] mpls l2vc 1.1.1.9 101
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 6 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2 VC，状态为 UP。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface gigabitethernet 1/0/0.1
 *client interface       : gigabitethernet 1/0/0.1 is up
  session state          : up
  AC state               : up
  VC state               : up
  VC ID                  : 101
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  local VC label         : 21504        remote VC label      : 21504
  local AC OAM State     : up
  local PSN State        : up
  local forwarding state : forwarding
  BFD for PW             : unavailable
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : not exist
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : Disable
  remote VCCV            : none
  local control word     : disable      remote control word  : none
  tunnel policy name     : --
  traffic behavior name  : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10007
  create time            : 0 days, 0 hours, 4 minutes, 19 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=28 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 2/15/31 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq mapping vid 10 map-vlan vid 20
 mpls l2vc 3.3.3.9 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 dot1q termination vid 20
 mpls l2vc 1.1.1.9 101
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif 20
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

配置双层 VLAN Mapping 子接口接入 VLL 示例

组网需求

如图 6-145，CE1、CE2 分别通过 VLAN 方式接入 PE1 和 PE2。

CE1 和 CE2 之间建立 Martini 方式的 VLL。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

Switch1 分别与 CE1、PE1 相连。

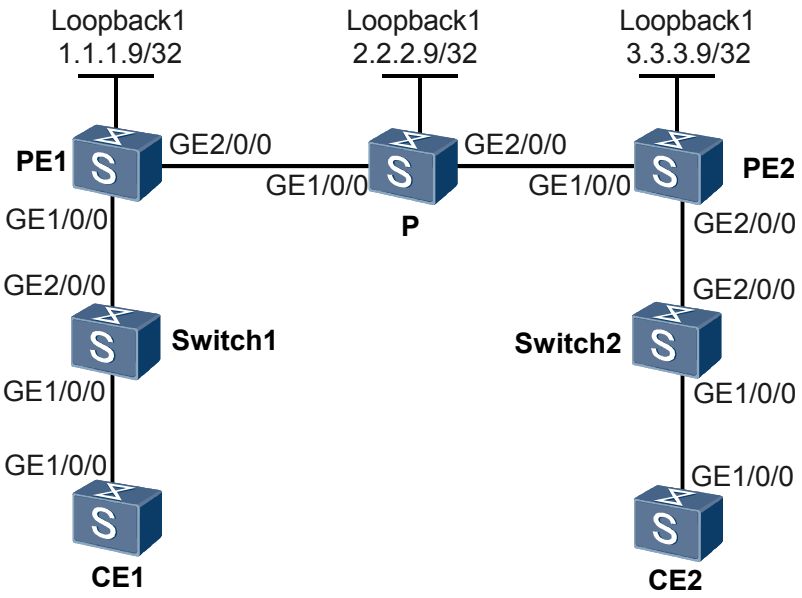
Switch2 分别与 CE2、PE2 相连。

Switch 的 CE 侧接口配置灵活 QinQ，对 CE 发送过来的报文打上运营商指定允许通过的外层 VLAN Tag。

当运营商 Switch1 与 Switch2 允许通过的 VLAN 不同时，需要使用双层 VLAN Mapping 子接口接入 VLL 方式使 CE1 与 CE2 互通。

当 Switch 连接多个 CE 时，对不同 CE 发送过来的不同的 VLAN Tag 报文打上相同的外层 VLAN Tag，还可以达到节省公网 VLAN 数量的目的。

图 6-145 配置 Martini 方式 VLL 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 QinQ 子接口接入 VLL：

1. 在骨干网相关设备（PE、P）上配置路由协议实现互通，并使能 MPLS。
2. 本例使用缺省隧道策略，建立 LSP 作为传输用户数据的隧道。
3. PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接。
4. 在 PE1 连接 Switch1 的接口上配置双层 VLAN Mapping 子接口接入 VLL。
5. 在 PE2 连接 Switch2 的接口上配置 QinQ 子接口接入 VLL。
6. 在 Switch 连接 CE 的接口上配置灵活 QinQ。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 远端对等体名称。
- VC ID。
- 子接口 VLAN Mapping 的 VLAN 编号。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-145 配置 CE、PE 和 P 的各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

要求 CE 发送给 Switch 的报文带有一层 VLAN Tag。

具体配置过程略。

步骤 2 在 Switch 的接口上配置灵活 QinQ 和允许通过的 VLAN

配置 Switch1

```
[Switch1] vlan 100
[Switch1-vlan100] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch2

```
[Switch2] vlan 200
[Switch2-vlan100] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1接口路由。

步骤 4 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 LDP

配置 PE1

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls ldp
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 5 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

上述配置完成后，在 PE1 上执行 **display mpls ldp session** 命令查看 LDP 会话的建立情况，可以看到增加了与 PE2 的远端 LDP 会话。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
A '*' before a session means the session is being deleted.
------------------------------------------------------------------------------
PeerID           Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
------------------------------------------------------------------------------
2.2.2.9:0         Operational DU Passive  000:15:29   3717/3717
3.3.3.9:0         Operational DU Passive  000:00:00   2/2
------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 6 在 PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接

配置 PE1：在接入 Switch1 的接口 gigabitethernet 1/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq mapping pe-vid 100 ce-vid 10 map-vlan vid 200
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] mpls l2vc 3.3.3.9 101
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2：在接入 Switch2 的接口 gigabitethernet 2/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] qinq termination pe-vid 200 ce-vid 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] mpls l2vc 1.1.1.9 101
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 7 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2 VC，状态为 UP。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface gigabitethernet 1/0/0.1
 *client interface       : gigabitethernet 1/0/0.1 is up
  session state          : up
  AC state               : up
  VC state               : up
  VC ID                  : 101
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 21504         remote VC label      : 21504
  local AC OAM State     : up
  local PSN State        : up
  local forwarding state : forwarding
  BFD for PW             : unavailable
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : not exist
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500          remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : Disable
  remote VCCV            : none
  local control word     : disable       remote control word  : none
  tunnel policy name     : --
  traffic behavior name  : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10007
  create time            : 0 days, 0 hours, 4 minutes, 19 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
```


版权所有 © 华为技术有限公司

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=28 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 2/15/31 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- Switch1 的配置文件

```
#
 sysname Switch1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq mapping pe-vid 100 ce-vid 10 map-vlan vid 200
 mpls l2vc 3.3.3.9 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 qinq termination pe-vid 200 ce-vid 10
 mpls l2vc 1.1.1.9 101
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- Switch2 的配置文件

```
#
 sysname Switch2
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 200
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 200
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif 10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 VLAN Stacking 子接口接入 VLL 示例

组网需求

如图 6-146，CE1、CE2 分别通过 VLAN 方式接入 PE1 和 PE2。

CE1 和 CE2 之间建立 Martini 方式的 VLL。

Switch1 分别与 CE1、PE1 相连。

Switch2 分别与 CE2、PE2 相连。

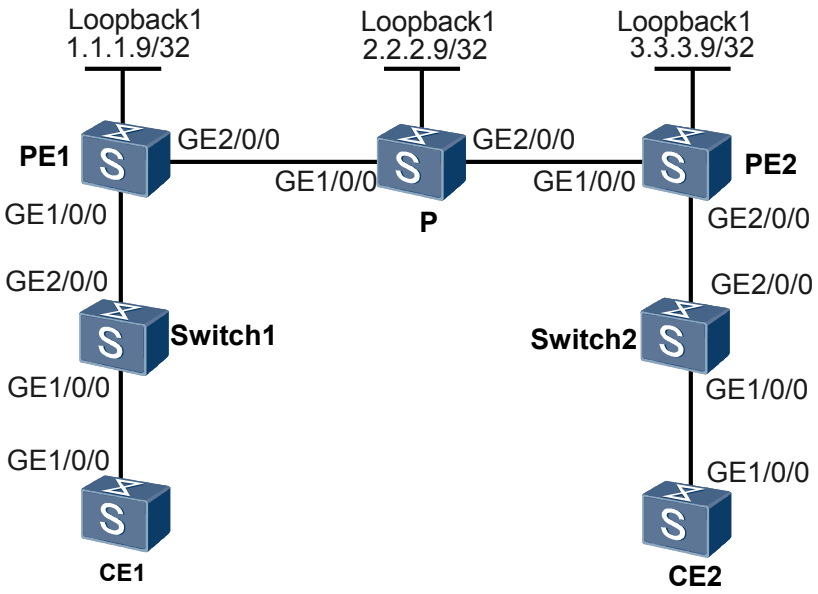
Switch1 对 CE1 上送报文的 VLAN Tag 不进行改变，转发到 PE1。

Switch2 的 CE2 侧接口配置灵活 QinQ，对 CE 发送过来的报文打上运营商指定允许通过的外层 VLAN Tag。

Switch1 上送到 PE1 的报文带有单层 VLAN Tag，而 Switch2 上送到 PE2 的报文带有双层 VLAN Tag，所以需要在 PE1 上配置 VLAN Stacking 子接口接入 VLL 方式使 CE1 与 CE2 互通。

当 Switch 连接多个 CE 时，对不同 CE 发送过来的不同的 VLAN Tag 报文打上相同的外层 VLAN Tag，还可以达到节省公网 VLAN 数量的目的。

图 6-146 配置 Martini 方式 VLL 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32

版权所有 © 华为技术有限公司

P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 QinQ 子接口接入 VLL：

1. 在骨干网相关设备（PE、P）上配置路由协议实现互通，并使能 MPLS。
2. 本例使用缺省隧道策略，建立 LSP 作为传输用户数据的隧道。
3. PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接。
4. 在 PE1 连接 Switch1 的接口上配置 VLAN Stacking 子接口接入 VLL。
5. 在 PE2 连接 Switch2 的接口上配置 QinQ 子接口接入 VLL。
6. 在 Switch1 连接 CE1 的接口上配置允许 VLAN 通过。
7. 在 Switch2 连接 CE2 的接口上配置灵活 QinQ。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 远端对等体名称。
- VC ID。
- 子接口 VLAN Stacking 的 VLAN 编号。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-146 配置 CE、PE 和 P 的各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

要求 CE 发送给 Switch 的报文带有一层 VLAN Tag。

具体配置过程略。

步骤 2 在 Switch 的接口上配置灵活 QinQ 和允许通过的 VLAN

配置 Switch1

```
[Switch1] vlan 10
[Switch1-vlan100] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch2

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch2] vlan 100
[Switch2-vlan100] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 接口路由。

步骤 4 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 LDP

配置 PE1

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls ldp
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 5 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 PE2

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

上述配置完成后，在 PE1 上执行 **display mpls ldp session** 命令查看 LDP 会话的建立情况，可以看到增加了与 PE2 的远端 LDP 会话。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU Passive  000:15:29   3717/3717
 3.3.3.9:0          Operational DU Passive  000:00:00   2/2
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 6 在 PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接

配置 PE1：在接入 Switch1 的接口 gigabitethernet 1/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq stacking vid 10 pe-vid 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] mpls l2vc 3.3.3.9 101
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2：在接入 Switch2 的接口 gigabitethernet 2/0/0.1 上创建 VC。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] mpls l2vc 1.1.1.9 101
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 7 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2 VC，状态为 UP。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface gigabitethernet 1/0/0.1
 *client interface       : gigabitethernet 1/0/0.1 is up
  session state          : up
  AC state               : up
  VC state               : up
  VC ID                  : 101
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 21504         remote VC label      : 21504
  local AC OAM State     : up
  local PSN State        : up
  local forwarding state : forwarding
  BFD for PW             : unavailable
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : not exist
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : Disable
  remote VCCV            : none
  local control word     : disable      remote control word  : none
  tunnel policy name     : --
  traffic behavior name  : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10007
  create time            : 0 days, 0 hours, 4 minutes, 19 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=28 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 2/15/31 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- Switch1 的配置文件

```
#
 sysname Switch1
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq stacking vid 10 pe-vid 100
 mpls l2vc 3.3.3.9 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
 mpls l2vc 1.1.1.9 101
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- Switch2 的配置文件

```
#
 sysname Switch2
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

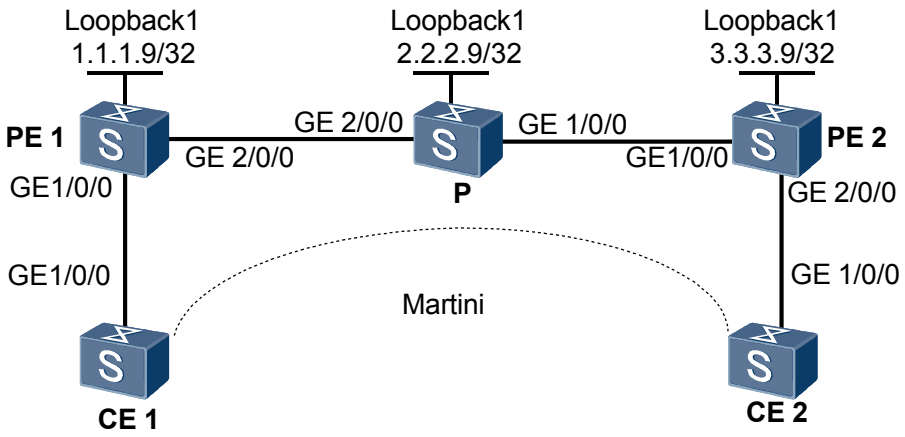
```
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif 10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

配置 Dot1q 子接口接入 VPLS 示例

组网需求

如图 6-147，PE1 和 PE2 启动 VPLS 功能。CE1 连接 PE1 设备，CE2 连接 PE2。CE1 和 CE2 属于一个 VPLS。采用 LDP 作为 VPLS 信令建立 PW，配置 VPLS，实现 CE1 与 CE2 的互通。

图 6-147 配置 Martini 方式 VPLS 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	168.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	169.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	168.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	169.1.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 Martini 方式 VPLS 的基本功能：

1. 在骨干网上配置路由协议实现互通。
2. 在 PE 之间建立远端 LDP 会话。
3. PE 间建立传输用户数据所使用的隧道。
4. PE 上使能 MPLS L2VPN。
5. 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 LDP，然后将 VSI 与 AC 接口绑定。
6. 在 PE 连接 CE 的接口上配置 Dot1q 子接口接入 VPLS。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- 对等体的 IP 地址及建立对等体时使用的隧道策略。
- 绑定 VSI 的接口。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-147 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

- 避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。
- 要求 CE 发送给 PE 的报文带有一层 VLAN Tag。

步骤 2 配置 IGP，本例中使用 OSPF。

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 的 32 位 Loopback 接口地址（LSR-ID）。

具体请配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力和 LDP

具体配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 P 之间或 PE2 和 P 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

配置完成后，在 PE1 或 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 PE2 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

步骤 5 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 6 在 PE 上配置 VSI

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a2 static
[PE1-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.9
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a2 static
[PE2-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 1.1.1.9
```

步骤 7 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 PE1。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] dot1q termination vid 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 8 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1

```
<Quidway> sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2

```
<Quidway> sysname CE2
[CE2] interface vlanif 10
[CE2-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif10] quit
```

步骤 9 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name a2 verbose** 命令，可以看到名字为 a2 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 UP。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<PE1> display vsi name a2 verbose

 ***VSI Name               : a2
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
    Diffserv Mode          : uniform
    Mpls Exp               : --
    Service Class          : --
    Color                  : --
    DomainId               : 0
    Domain Name            :
    Ignore AcState         : disable
    Create Time            : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 1 seconds
    VSI State              : up

    VSI ID                 : 2
   *Peer Router ID         : 3.3.3.9
    primary or secondary   : primary
    ignore-standby-state   : no
    VC Label               : 23552
    Peer Type              : dynamic
    Session                : up
    Tunnel ID              : 0x20021
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    CKey                   : 2
    NKey                   : 1
    StpEnable              : 0
    PwIndex                : 0

    Interface Name         : Vlanif10
    State                  : up
    Access-port            : false
    Last Up Time           : 2010/12/30 11:31:18
    Total Up Time          : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 35 seconds

   **PW Information:

   *Peer Ip Address        : 3.3.3.9
    PW State               : up
    Local VC Label         : 23552
    Remote VC Label        : 23552
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x20021
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    Ckey                   : 0x2
    Nkey                   : 0x1
    Main PW Token          : 0x20021
    Slave PW Token         : 0x0
    Tnl Type               : LSP
    OutInterface           : GigabitEthernet1/0/1
    Backup OutInterface    :
    Stp Enable             : 0
    PW Last Up Time        : 2010/12/30 11:32:03
    PW Total Up Time       : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 50 seconds
```

在 CE1（10.1.1.1）上能够 ping 通 CE2（10.1.1.2）。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
--- 10.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 10
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 dot1q termination vid 10
 l2 binding vsi a2
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 QinQ 子接口接入 VPLS 示例

组网需求

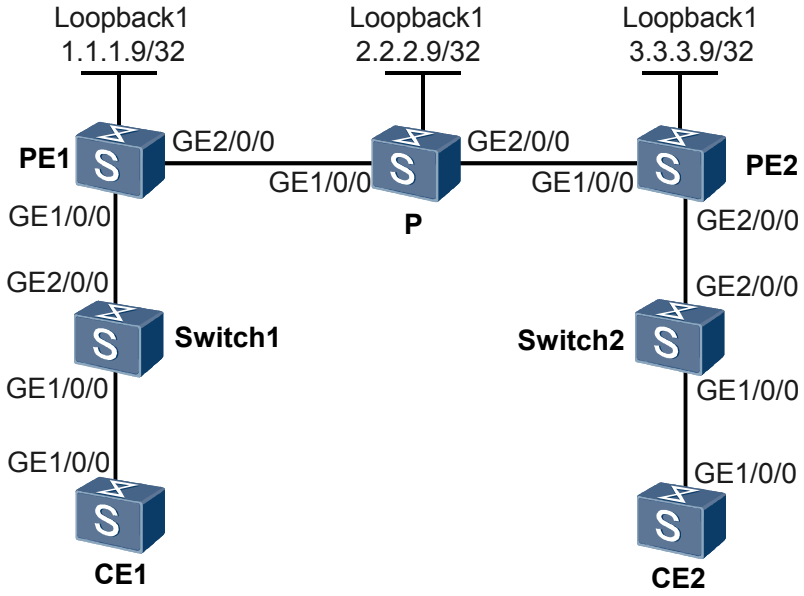
如图 6-148，PE1 和 PE2 启动 VPLS 功能。CE1 通过 Switch1 连接 PE1 设备，CE2 通过 Switch2 连接 PE2。CE1 和 CE2 属于一个 VPLS。采用 LDP 作为 VPLS 信令建立 PW，配置 VPLS，实现 CE1 与 CE2 的互通。

Switch 与 CE 侧接口配置灵活 QinQ，对 CE 发送过来的报文打上运营商指定允许通过的外层 VLAN Tag。

当 Switch 连接多个 CE 时，对不同 CE 发送过来的不同的 VLAN Tag 报文打上相同的外层 VLAN Tag，还可以达到节省公网 VLAN 数量的目的。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-148 配置 Martini 方式 VPLS 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	168.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	169.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	168.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	169.1.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Martini 方式 VPLS 的基本功能：

1. 在骨干网上配置路由协议实现互通。
2. 在 PE 之间建立远端 LDP 会话。
3. PE 间建立传输用户数据所使用的隧道。
4. PE 上使能 MPLS L2VPN。
5. 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 LDP，然后将 VSI 与 AC 接口绑定。
6. 在 PE 连接 Switch 的接口上配置 QinQ 子接口接入 VPLS。

版权所有 © 华为技术有限公司

7. 在 Switch 连接 CE 的接口上配置灵活 QinQ。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- 对等体的 IP 地址及建立对等体时使用的隧道策略。
- 绑定 VSI 的接口。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-148 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

- 避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。
- 要求 CE 发送给 Switch 的报文带有一层 VLAN Tag。

步骤 2 在 Switch 的接口上配置灵活 QinQ 和允许通过的 VLAN

配置 Switch1

```
[Switch1] vlan 100
[Switch1-vlan100] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch2

```
[Switch2] vlan 100
[Switch2-vlan100] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 配置 IGP，本例中使用 OSPF。

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 的 32 位 Loopback 接口地址（LSR-ID）。

具体请配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

步骤 4 配置 MPLS 基本能力和 LDP

具体配置过程略。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 P 之间或 PE2 和 P 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 5 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

配置完成后，在 PE1 或 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 PE2 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

步骤 6 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 7 在 PE 上配置 VSI

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a2 static
[PE1-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.9
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a2 static
[PE2-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 1.1.1.9
```

步骤 8 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 PE1。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 9 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1

```
<Quidway> sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2

```
<Quidway> sysname CE2
[CE2] interface vlanif 10
[CE2-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif10] quit
```

步骤 10 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name a2 verbose** 命令，可以看到名字为 a2 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 UP。

```
<PE1> display vsi name a2 verbose

 ***VSI Name               : a2
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
    Diffserv Mode          : uniform
    Mpls Exp               : --
    Service Class          : --
    Color                  : --
    DomainId               : 0
    Domain Name            :
    Ignore AcState         : disable
    Create Time            : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 1 seconds
    VSI State              : up

    VSI ID                 : 2
   *Peer Router ID         : 3.3.3.9
    primary or secondary   : primary
    ignore-standby-state   : no
    VC Label               : 23552
    Peer Type              : dynamic
    Session                : up
    Tunnel ID              : 0x20021,
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    CKey                   : 2
    NKey                   : 1
    StpEnable              : 0
    PwIndex                : 0

    Interface Name         : Vlanif10
    State                  : up
    Access-port            : false
    Last Up Time           : 2010/12/30 11:31:18
    Total Up Time          : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 35 seconds

   **PW Information:

   *Peer Ip Address        : 3.3.3.9
    PW State               : up
    Local VC Label         : 23552
    Remote VC Label        : 23552
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x20021,
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    Ckey                   : 0x2
    Nkey                   : 0x1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Main PW Token          : 0x20021
  Slave PW Token         : 0x0
  Tnl Type               : LSP
  OutInterface           : GigabitEthernet1/0/1
  Backup OutInterface    :
  Stp Enable             : 0
  PW Last Up Time        : 2010/12/30 11:32:03
  PW Total Up Time       : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 50 seconds
```

在 CE1（10.1.1.1）上能够 ping 通 CE2（10.1.1.2）。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- Switch1 的配置文件

```
#
 sysname Switch1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- Switch2 的配置文件

```
#
 sysname Switch2
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

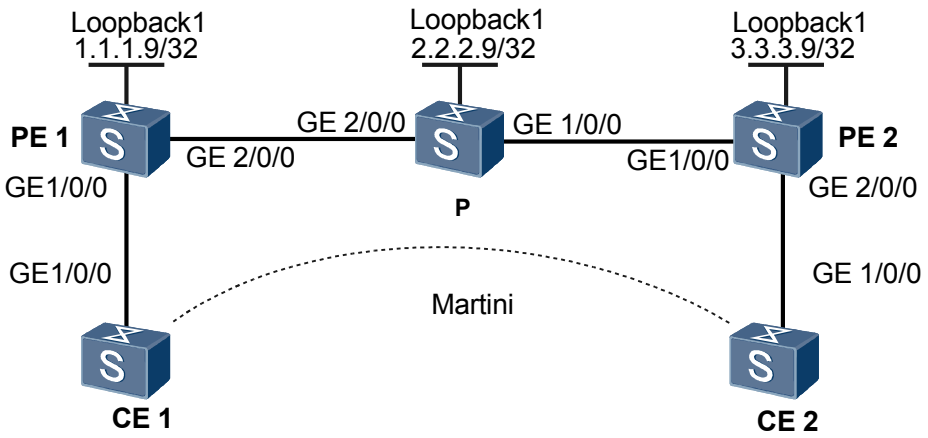
```
 qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
 l2 binding vsi a2
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置单层 VLAN Mapping 子接口接入 VPLS 示例

组网需求

如图 6-149，PE1 和 PE2 启动 VPLS 功能。CE1 连接 PE1 设备，CE2 连接 PE2。CE1 和 CE2 属于一个 VPLS。采用 LDP 作为 VPLS 信令建立 PW，配置 VPLS，实现 CE1 与 CE2 的互通。

图 6-149 配置 Martini 方式 VPLS 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	168.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	169.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	168.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	169.1.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 Martini 方式 VPLS 的基本功能：

1. 在骨干网上配置路由协议实现互通。
2. 在 PE 之间建立远端 LDP 会话。
3. PE 间建立传输用户数据所使用的隧道。
4. PE 上使能 MPLS L2VPN。
5. 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 LDP，然后将 VSI 与 AC 接口绑定。
6. 在 PE1 连接 CE1 的接口上配置单层 VLAN Mapping 子接口接入 VPLS。
7. 在 PE2 连接 CE2 的接口上配置 Dot1q 子接口接入 VPLS。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- 对等体的 IP 地址及建立对等体时使用的隧道策略。
- 绑定 VSI 的接口。
- 子接口 VLAN Mapping 的 VLAN 编号。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-149 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

- 避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。
- 要求 CE 发送给 PE 的报文带有一层 VLAN Tag。

步骤 2 配置 IGP，本例中使用 OSPF。

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 的 32 位 Loopback 接口地址（LSR-ID）。

具体请配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力和 LDP

具体配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 P 之间或 PE2 和 P 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

配置完成后，在 PE1 或 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 PE2 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

步骤 5 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 6 在 PE 上配置 VSI

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a2 static
[PE1-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.9
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a2 static
[PE2-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 1.1.1.9
```

步骤 7 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 PE1。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq mapping vid 10 map-vlan vid 20
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] dot1q termination vid 20
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 8 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1

```
<Quidway> sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2

```
<Quidway> sysname CE2
[CE2] interface vlanif 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2-Vlanif20] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif20] quit
```

步骤 9 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name a2 verbose** 命令，可以看到名字为 a2 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 UP。

```
<PE1> display vsi name a2 verbose

 ***VSI Name               : a2
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
    Diffserv Mode          : uniform
    Mpls Exp               : --
    Service Class          : --
    Color                  : --
    DomainId               : 0
    Domain Name            :
    Ignore AcState         : disable
    Create Time            : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 1 seconds
    VSI State              : up

    VSI ID                 : 2
   *Peer Router ID         : 3.3.3.9
    primary or secondary   : primary
    ignore-standby-state   : no
    VC Label               : 23552
    Peer Type              : dynamic
    Session                : up
    Tunnel ID              : 0x20021,
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    CKey                   : 2
    NKey                   : 1
    StpEnable              : 0
    PwIndex                : 0

    Interface Name         : Vlanif10
    State                  : up
    Access-port            : false
    Last Up Time           : 2010/12/30 11:31:18
    Total Up Time          : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 35 seconds

   **PW Information:

   *Peer Ip Address        : 3.3.3.9
    PW State               : up
    Local VC Label         : 23552
    Remote VC Label        : 23552
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x20021,
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    Ckey                   : 0x2
    Nkey                   : 0x1
    Main PW Token          : 0x20021
    Slave PW Token         : 0x0
    Tnl Type               : LSP
    OutInterface           : GigabitEthernet1/0/1
    Backup OutInterface    :
    Stp Enable             : 0
    PW Last Up Time        : 2010/12/30 11:32:03
    PW Total Up Time       : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 50 seconds
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 CE1（10.1.1.1）上能够 ping 通 CE2（10.1.1.2）。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq mapping vid 10 map-vlan vid 20
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 dot1q termination vid 20
 l2 binding vsi a2
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置双层 VLAN Mapping 子接口接入 VPLS 示例

组网需求

如图 6-150，PE1 和 PE2 启动 VPLS 功能。CE1 通过 Switch1 连接 PE1，CE2 通过 Switch2 连接 PE2。CE1 和 CE2 属于一个 VPLS。采用 LDP 作为 VPLS 信令建立 PW，配置 VPLS，实现 CE1 与 CE2 的互通。

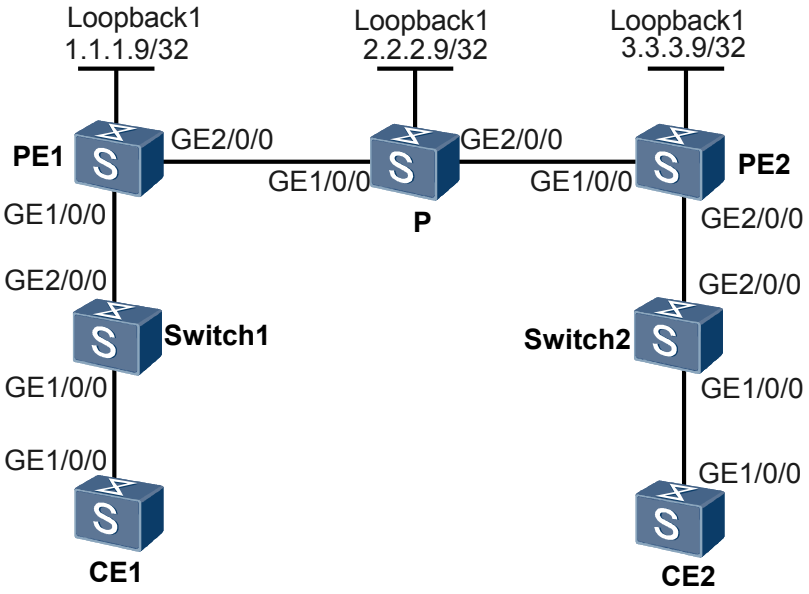
Switch 的 CE 侧接口配置灵活 QinQ，对 CE 发送过来的报文打上运营商指定允许通过的外层 VLAN Tag。

当运营商 Switch1 与 Switch2 允许通过的 VLAN 不同时，需要使用双层 VLAN Mapping 子接口接入 VPLS 方式使 CE1 与 CE2 互通。

当 Switch 连接多个 CE 时，对不同 CE 发送过来的不同的 VLAN Tag 报文打上相同的外层 VLAN Tag，还可以达到节省公网 VLAN 数量的目的。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-150 配置 Martini 方式 VPLS 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	168.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	169.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	168.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	169.1.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Martini 方式 VPLS 的基本功能：

1. 在骨干网上配置路由协议实现互通。
2. 在 PE 之间建立远端 LDP 会话。
3. PE 间建立传输用户数据所使用的隧道。
4. PE 上使能 MPLS L2VPN。
5. 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 LDP，然后将 VSI 与 AC 接口绑定。
6. 在 PE1 连接 Switch1 的接口上配置双层 VLAN Mapping 子接口接入 VPLS。

版权所有 © 华为技术有限公司

7. 在 PE2 连接 Switch2 的接口上配置 QinQ 子接口接入 VPLS。
8. 在 Switch 连接 CE 的接口上配置灵活 QinQ。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- 对等体的 IP 地址及建立对等体时使用的隧道策略。
- 绑定 VSI 的接口。
- 子接口 VLAN Mapping 的 VLAN 编号。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-150 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

- 避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。
- 要求 CE 发送给 Switch 的报文带有一层 VLAN Tag。

步骤 2 在 Switch 的接口上配置灵活 QinQ 和允许通过的 VLAN

配置 Switch1

```
[Switch1] vlan 100
[Switch1-vlan100] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch2

```
[Switch2] vlan 200
[Switch2-vlan100] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 配置 IGP，本例中使用 OSPF。

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 的 32 位 Loopback 接口地址（LSR-ID）。

具体请配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

步骤 4 配置 MPLS 基本能力和 LDP

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

具体配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 P 之间或 PE2 和 P 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 5 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

配置完成后，在 PE1 或 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 PE2 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

步骤 6 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 7 在 PE 上配置 VSI

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a2 static
[PE1-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.9
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a2 static
[PE2-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 1.1.1.9
```

步骤 8 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 PE1。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq mapping pe-vid 100 ce-vid 10 map-vlan vid 200
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] qinq termination pe-vid 200 ce-vid 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 9 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2

```
<Quidway> sysname CE2
[CE2] interface vlanif 10
[CE2-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif10] quit
```

步骤 10 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name a2 verbose** 命令，可以看到名字为 a2 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 UP。

```
<PE1> display vsi name a2 verbose

 ***VSI Name               : a2
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
    Diffserv Mode          : uniform
    Mpls Exp               : --
    Service Class          : --
    Color                  : --
    DomainId               : 0
    Domain Name            :
    Ignore AcState         : disable
    Create Time            : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 1 seconds
    VSI State              : up

    VSI ID                 : 2
   *Peer Router ID         : 3.3.3.9
    primary or secondary   : primary
    ignore-standby-state   : no
    VC Label               : 23552
    Peer Type              : dynamic
    Session                : up
    Tunnel ID              : 0x20021,
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    CKey                   : 2
    NKey                   : 1
    StpEnable              : 0
    PwIndex                : 0

    Interface Name         : Vlanif10
    State                  : up
    Access-port            : false
    Last Up Time           : 2010/12/30 11:31:18
    Total Up Time          : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 35 seconds

   **PW Information:

   *Peer Ip Address        : 3.3.3.9
    PW State               : up
    Local VC Label         : 23552
    Remote VC Label        : 23552
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x20021,
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Ckey                  : 0x2
  Nkey                  : 0x1
  Main PW Token         : 0x20021
  Slave PW Token        : 0x0
  Tnl Type              : LSP
  OutInterface          : GigabitEthernet1/0/1
  Backup OutInterface   :
  Stp Enable            : 0
  PW Last Up Time       : 2010/12/30 11:32:03
  PW Total Up Time      : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 50 seconds
```

在 CE1（10.1.1.1）上能够 ping 通 CE2（10.1.1.2）。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- Switch1 的配置文件

```
#
 sysname Switch1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- Switch2 的配置文件

```
#
 sysname Switch2
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 200
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 200
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq mapping pe-vid 100 ce-vid 10 map-vlan vid 200
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 qinq termination pe-vid 200 ce-vid 10
 l2 binding vsi a2
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 VLAN Stacking 子接口接入 VPLS 示例

组网需求

如图 6-151，PE1 和 PE2 启动 VPLS 功能。CE1 通过 Switch1 连接 PE1 设备，CE2 通过 Switch2 连接 PE2。CE1 和 CE2 属于一个 VPLS。采用 LDP 作为 VPLS 信令建立 PW，配置 VPLS，实现 CE1 与 CE2 的互通。

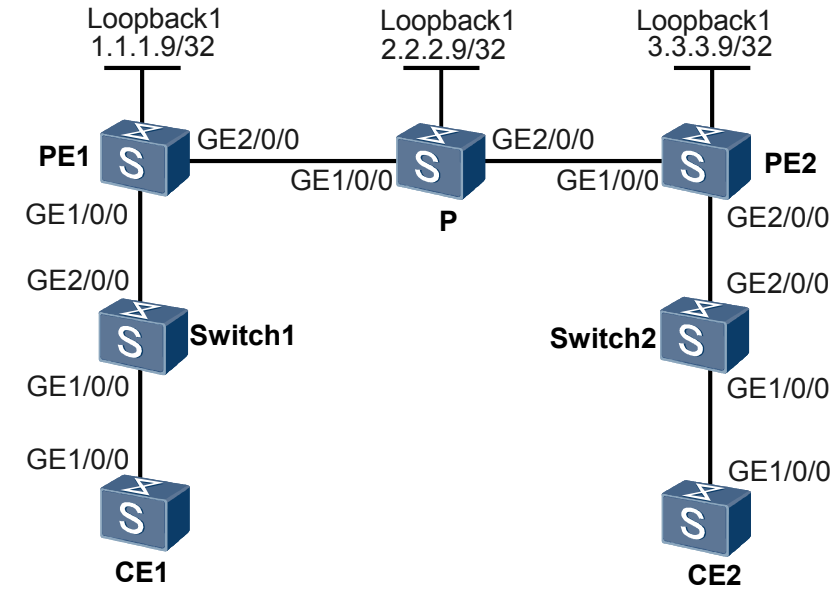
Switch1 对 CE1 上送报文的 VLAN Tag 不进行改变，转发到 PE1。

Switch2 的 CE2 侧接口配置灵活 QinQ，对 CE 发送过来的报文打上运营商指定允许通过的外层 VLAN Tag。

Switch1 上送到 PE1 的报文带有单层 VLAN Tag，而 Switch2 上送到 PE2 的报文带有双层 VLAN Tag，所以需要在 PE1 上配置 VLAN Stacking 子接口接入 VPLS 方式使 CE1 与 CE2 互通。

当 Switch 连接多个 CE 时，对不同 CE 发送过来的不同的 VLAN Tag 报文打上相同的外层 VLAN Tag，还可以达到节省公网 VLAN 数量的目的。

图 6-151 配置 Martini 方式 VPLS 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	168.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	169.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	168.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	169.1.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Martini 方式 VPLS 的基本功能：

1. 在骨干网上配置路由协议实现互通。
2. 在 PE 之间建立远端 LDP 会话。
3. PE 间建立传输用户数据所使用的隧道。
4. PE 上使能 MPLS L2VPN。
5. 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 LDP，然后将 VSI 与 AC 接口绑定。
6. 在 PE1 连接 Switch1 的接口上配置 VLAN Stacking 子接口接入 VPLS。
7. 在 PE2 连接 Switch2 的接口上配置 QinQ 子接口接入 VPLS。
8. 在 Switch1 连接 CE1 的接口上配置允许 VLAN 通过。
9. 在 Switch2 连接 CE2 的接口上配置灵活 QinQ。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- 对等体的 IP 地址及建立对等体时使用的隧道策略。
- 绑定 VSI 的接口。
- 子接口 VLAN Stacking 的 VLAN 编号。
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 按图 6-151 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

说明

- 避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。
- 要求 CE 发送给 Switch 的报文带有一层 VLAN Tag。

步骤 2 在 Switch 的接口上配置灵活 QinQ 和允许通过的 VLAN

配置 Switch1

```
[Switch1] vlan 10
[Switch1-vlan100] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch2

```
[Switch2] vlan 100
[Switch2-vlan100] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 配置 IGP，本例中使用 OSPF。

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 的 32 位 Loopback 接口地址（LSR-ID）。

具体请配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

步骤 4 配置 MPLS 基本能力和 LDP

具体配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 P 之间或 PE2 和 P 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 5 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

配置完成后，在 PE1 或 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 PE2 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

步骤 6 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 7 在 PE 上配置 VSI

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a2 static
[PE1-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.9
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a2 static
[PE2-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 1.1.1.9
```

步骤 8 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 PE1。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq stacking vid 10 pe-vid 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

步骤 9 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1

```
<Quidway> sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2

```
<Quidway> sysname CE2
[CE2] interface vlanif 10
[CE2-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif10] quit
```

步骤 10 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name a2 verbose** 命令，可以看到名字为 a2 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 UP。

```
<PE1> display vsi name a2 verbose

 ***VSI Name               : a2
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  MTU                    : 1500
  Diffserv Mode          : uniform
  Mpls Exp               : --
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : 0
  Domain Name            :
  Ignore AcState         : disable
  Create Time            : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 1 seconds
  VSI State              : up

  VSI ID                 : 2
 *Peer Router ID         : 3.3.3.9
  primary or secondary   : primary
  ignore-standby-state   : no
  VC Label               : 23552
  Peer Type              : dynamic
  Session                : up
  Tunnel ID              : 0x20021,
  Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
  Broad BackupTunnel ID  : 0x0
  CKey                   : 2
  NKey                   : 1
  StpEnable              : 0
  PwIndex                : 0

  Interface Name         : Vlanif10
  State                  : up
  Access-port            : false
  Last Up Time           : 2010/12/30 11:31:18
  Total Up Time          : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 35 seconds

 **PW Information:

 *Peer Ip Address        : 3.3.3.9
  PW State               : up
  Local VC Label         : 23552
  Remote VC Label        : 23552
  PW Type                : label
  Tunnel ID              : 0x20021,
  Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
  Broad BackupTunnel ID  : 0x0
  Ckey                   : 0x2
  Nkey                   : 0x1
  Main PW Token          : 0x20021
  Slave PW Token         : 0x0
  Tnl Type               : LSP
  OutInterface           : GigabitEthernet1/0/1
  Backup OutInterface    :
  Stp Enable             : 0
  PW Last Up Time        : 2010/12/30 11:32:03
  PW Total Up Time       : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 50 seconds
```

在 CE1（10.1.1.1）上能够 ping 通 CE2（10.1.1.2）。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- Switch1 的配置文件

```
#
 sysname Switch1
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
return
```

- Switch2 的配置文件

```
#
 sysname Switch2
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq stacking vid 10 pe-vid 100
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
 l2 binding vsi a2
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

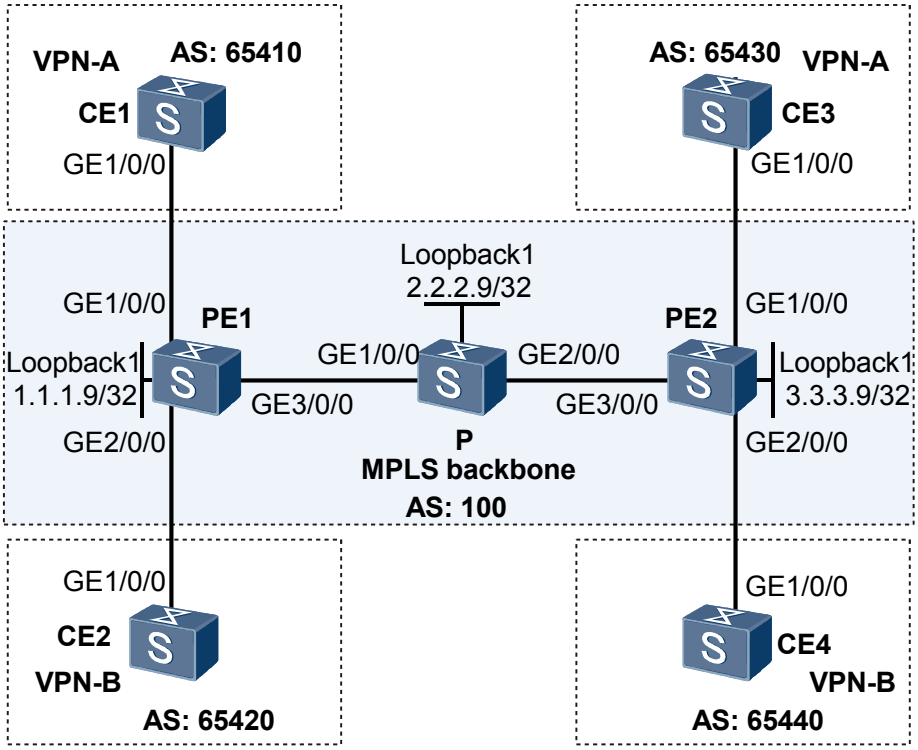
配置 Dot1q 子接口接入 L3VPN 示例

组网需求

如图 6-152，CE1、CE3 属于 VPN-A，CE2、CE4 属于 VPN-B；VPN-A 使用的 VPN-target 属性为 111:1，VPN-B 使用的 VPN-target 属性为 222:2。不同 VPN 用户之间不能互相访问。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-152 Dot1q 子接口接入 L3VPN 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	10.2.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	172.1.1.1/24
PE2	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	10.3.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	10.4.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 60	172.2.1.2/24
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	172.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	172.2.1.1/24
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.2.1.1/24
CE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.3.1.1/24
CE4	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.4.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 Dot1q 子接口接入 L3VPN：

1. 骨干网中，与 CE 相连的 PE 上需配置 VPN 实例，并把与 CE 相连的接口和相应的 VPN 实例绑定；绑定之后配置与 CE 相连的接口的 IP 地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

2. PE 与 PE 之间配置 OSPF 实现 PE 之间的互通。
3. 配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 MPLS LSP。
4. 配置 MP-IBGP 交换 VPN 路由信息。
5. CE 与 PE 之间配置 EBGP 交换 VPN 路由信息。
6. 在 PE 连接 CE 的接口上配置 Dot1q 子接口接入 L3VPN。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-152 所示。
- 各 VLAN 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-152 所示。
- PE 及 P 上的 MPLS LSR ID
- VPN-A 与 VPN-B 的路由区分符 RD
- VPN-A 与 VPN-B 的收发路由属性 VPN-Target
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 P 的互通

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] vlan batch 30
[PE1] interface GigabitEthernet 3/0/0
[PE1-GigabitEthernet3/0/0]port hybrid pvid vlan 30
[PE1-GigabitEthernet3/0/0]port hybrid untagged vlan 30
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] ip address 172.1.1.1 24
[PE1-Vlanif30] quit
[PE1] ospf
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 P。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
[P-LoopBack1] quit
[P] vlan batch 30 60
[P] interface GigabitEthernet 1/0/0
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[P-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P] interface GigabitEthernet 2/0/0
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[P-GigabitEthernet2/0/0] quit
[P] interface vlanif 30
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P-Vlanif30] ip address 172.1.1.2 24
[P-Vlanif30] quit
[P] interface vlanif 60
[P-Vlanif60] ip address 172.2.1.1 24
[P-Vlanif60] quit
[P] ospf
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.2.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] ip address 3.3.3.9 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] vlan batch 60
[PE2] interface GigabitEthernet 3/0/0
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif20] ip address 172.2.1.2 24
[PE2-Vlanif20] quit
[PE2] ospf
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.2.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 9

  Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32   OSPF   10   1           D  172.1.1.2       Vlanif30
        3.3.3.9/32   OSPF   10   2           D  172.1.1.2       Vlanif30
       127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       172.1.1.0/24  Direct 0    0           D  172.1.1.1       Vlanif30
       172.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       172.1.1.2/32  Direct 0    0           D  172.1.1.2       Vlanif30
     172.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       172.2.1.0/24  OSPF   10   2           D  172.1.1.2       Vlanif30
255.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
[PE1] display ospf peer

          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.9
                  Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 172.1.1.1(Vlanif30)'s neighbors
 Router ID: 172.1.1.2          Address: 172.1.1.2
   State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  DR: None  BDR: None  MTU: 1500
  Dead timer due in 37  sec
  Neighbor is up for 00:16:21
  Authentication Sequence: [ 0 ]
```

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] mpls
[PE1-Vlanif30] mpls ldp
[PE1-Vlanif30] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
[P] interface vlanif 60
[P-Vlanif60] mpls
[P-Vlanif60] mpls ldp
[P-Vlanif60] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif60] mpls
[PE2-Vlanif60] mpls ldp
[PE2-Vlanif60] quit
```

上述配置完成后，PE1 与 P、P 与 PE2 之间应能建立 LDP 会话，执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Status 项为“Operational”。执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU   Active   000:00:01   6/6
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
[PE1] display mpls ldp lsp

                          LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 SN     DestAddress/Mask   In/OutLabel   Next-Hop        In/Out-Interface
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
-------------------------------------------------------------------------------
1       1.1.1.9/32          3/NULL          127.0.0.1       Vlanif30/InLoop0
2       2.2.2.9/32          NULL/3          172.1.1.2       -------/Vlanif30
3       3.3.3.9/32          NULL/1025       172.1.1.2       -------/Vlanif30
-------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 3 Normal LSP(s) Found.
TOTAL: - Liberal LSP(s) Found.
A '*' before an LSP means the LSP is not established
A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
```

步骤 3 在 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE

配置 PE1。

```
[PE1] ip vpn-instance vpna
[PE1-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpna] vpn-target 111:1 both
[PE1-vpn-instance-vpna] quit
[PE1] ip vpn-instance vpnb
[PE1-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 100:2
[PE1-vpn-instance-vpnb] vpn-target 222:2 both
[PE1-vpn-instance-vpnb] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] ip binding vpn-instance vpna
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] ip address 10.1.1.2 24
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] arp broadcast enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] dot1q termination vid 20
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] ip binding vpn-instance vpnb
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] ip address 10.2.1.2 24
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] arp broadcast enable
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ip vpn-instance vpna
[PE2-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 200:1
[PE2-vpn-instance-vpna] vpn-target 111:1 both
[PE2-vpn-instance-vpna] quit
[PE2] ip vpn-instance vpnb
[PE2-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 200:2
[PE2-vpn-instance-vpnb] vpn-target 222:2 both
[PE2-vpn-instance-vpnb] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] ip binding vpn-instance vpna
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] ip address 10.3.1.2 24
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] arp broadcast enable
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] dot1q termination vid 20
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] ip binding vpn-instance vpnb
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] ip address 10.4.1.2 24
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] arp broadcast enable
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

按图 6-152 配置各 CE 的接口 IP 地址，配置过程略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 VPN 实例的配置情况。各 PE 能 ping 通自己接入的 CE。

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping -vpn-instance** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IP 地址，即要指定 **ping -vpn-instance** *vpn-instance-name* **-a** *source-ip-address dest-ip-address* 命令中的参数**-a** *source-ip-address*，否则可能 ping 不通。

版权所有 © 华为技术有限公司

以 PE1 和 CE1 为例：

```
[PE1] display ip vpn-instance verbose
  Total VPN-Instances configured : 2

  VPN-Instance Name and ID : vpna, 1
  Interfaces : Vlanif10
 Address family ipv4
  Create date : 2008/11/24 16:28:27
  Up time : 0 days, 00 hours, 11 minutes and 25 seconds
  Route Distinguisher : 100:1
  Export VPN Targets :  111:1
  Import VPN Targets :  111:1
  Label policy : label per route
  The diffserv-mode Information is : uniform
  The ttl-mode Information is : pipe
  Log Interval : 5

  VPN-Instance Name and ID : vpnb, 2
  Interfaces : Vlanif20
 Address family ipv4
  Create date : 2008/11/24 16:30:37
  Up time : 0 days, 00 hours, 09 minutes and 15 seconds
  Route Distinguisher : 100:2
  Export VPN Targets :  222:2
  Import VPN Targets :  222:2
  Label policy : label per route
  The diffserv-mode Information is : uniform
  The ttl-mode Information is : pipe
  Log Interval : 5

[PE1] ping -vpn-instance vpna 10.1.1.1
  PING 10.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=16 ms

  --- 10.1.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 3/6/16 ms
```

步骤 4 在 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系，引入 VPN 路由

配置 CE1。

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
```

说明

另外 3 个 CE 设备（CE2、CE3、CE4）配置与 CE1 设备配置类似，配置过程省略。

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[PE1-bgp-vpna] peer 10.1.1.1 as-number 65410
[PE1-bgp-vpna] import-route direct
[PE1-bgp-vpna] quit
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpnb
[PE1-bgp-vpnb] peer 10.2.1.1 as-number 65420
[PE1-bgp-vpnb] import-route direct
[PE1-bgp-vpnb] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

说明

PE2 的配置与 PE1 类似，配置过程省略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv4 vpn-instance peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

以 PE1 与 CE1 的对等体关系为例：

```
[PE1] display bgp vpnv4 vpn-instance vpna peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State      PrefRcv

  118.118.118.2   4 65410       11        9     0 00:07:25      Established       1
```

步骤 5 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp peer** 或 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

```
[PE1] display bgp peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State             PrefRcv

  3.3.3.9         4   100       12        6     0 00:02:21        Established       0

[PE1] display bgp vpnv4 all peer
BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 3                 Peers in established state : 3

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent    OutQ  Up/Down    State        PrefRcv

  3.3.3.9         4   100   12       18         0     00:09:38   Established   0
  Peer of vpn instance:

  vpn instance vpna :
  10.1.1.1        4   65410  25     25         0     00:17:57   Established   1
  vpn instance vpnb :
  10.2.1.1        4   65420  21     22         0     00:17:10   Established   1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 检查配置结果

在 PE 设备上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpna
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpna
         Destinations : 3        Routes : 3

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
     10.1.1.0/24    Direct 0    0         D     10.1.1.2        Vlanif10
     10.1.1.2/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
   10.1.1.255/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
     10.3.1.0/24    BGP    255  0         RD    3.3.3.9         Vlanif30
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpnb
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpnb
         Destinations : 3        Routes : 3

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
     10.2.1.0/24    Direct 0    0         D     10.2.1.2        Vlanif20
     10.2.1.2/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
   10.2.1.255/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
     10.4.1.0/24    BGP    255  0         RD    3.3.3.9         Vlanif30
```

同一 VPN 的 CE 能够相互 Ping 通，不同 VPN 的 CE 不能相互 Ping 通。

例如：CE1 能够 Ping 通 CE3（10.3.1.1），但不能 Ping 通 CE4（10.4.1.1）。

```
[CE1] ping 10.3.1.1
  PING 10.3.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=72 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=34 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=50 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=50 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=34 ms
  --- 10.3.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/48/72 ms
[CE1] ping 10.4.1.1
  PING 10.4.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
  --- 10.4.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    0 packet(s) received
    100.00% packet loss
```

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 30
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 10
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 dot1q termination vid 20
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 30 60
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip address 172.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#

interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
vlan batch 60
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 200:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip address 172.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 10
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 arp broadcast enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 dotlq termination vid 20
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#

interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.3.1.1 as-number 65430
  import-route direct
 #
 ipv4-family vpn-instance vpnb
  peer 10.4.1.1 as-number 65440
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
bgp 65420
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10

#
bgp 65430
 peer 10.3.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.3.1.2 enable
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#

bgp 65440
 peer 10.4.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.4.1.2 enable
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 QinQ 子接口接入 L3VPN 示例

组网需求

如图 6-153，CE1、CE3 属于 VPN-A，CE2、CE4 属于 VPN-B；VPN-A 使用的 VPN-target 属性为 111:1，VPN-B 使用的 VPN-target 属性为 222:2。不同 VPN 用户之间不能互相访问。

Switch1 分别与 CE1、PE1 相连。

Switch2 分别与 CE2、PE2 相连。

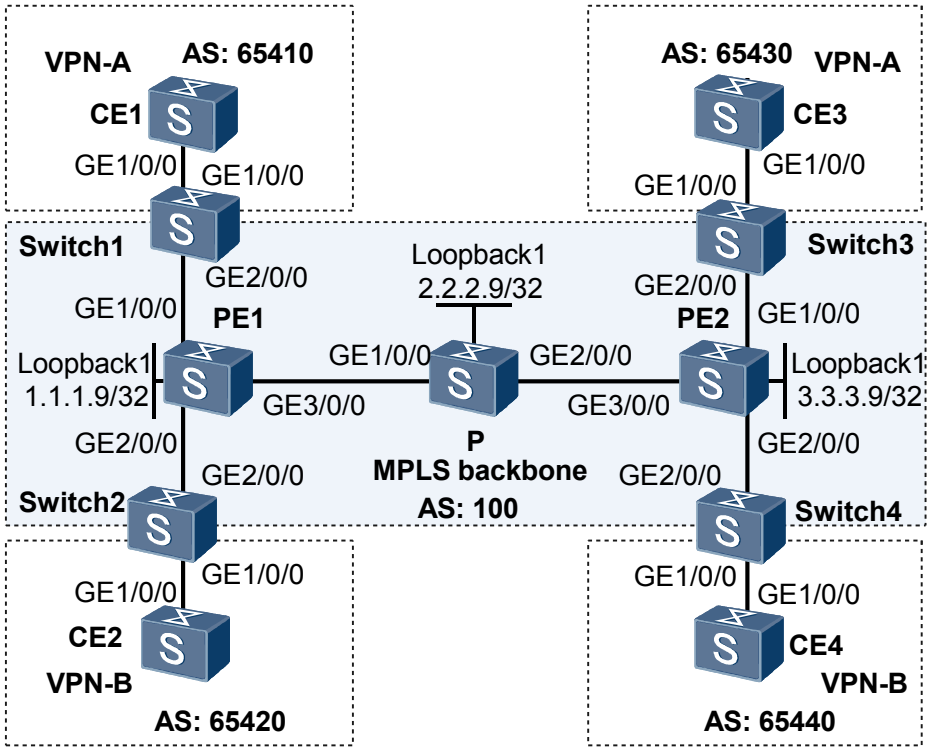
Switch3 分别与 CE3、PE3 相连。

Switch4 分别与 CE4、PE4 相连。

Switch 与 CE 侧接口配置灵活 QinQ，对 CE 发送过来的报文打上运营商指定允许通过的外层 VLAN Tag。

当 Switch 连接多个 CE 时，对不同 CE 发送过来的不同的 VLAN Tag 报文打上相同的外层 VLAN Tag，还可以达到节省公网 VLAN 数量的目的。

图 6-153 QinQ 子接口接入 L3VPN 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	10.2.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	172.1.1.1/24
PE2	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	10.3.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	GigabitEthernet2/0/0	GigabitEthernet2/0/0.1	10.4.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 60	172.2.1.2/24
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	172.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	172.2.1.1/24
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.2.1.1/24
CE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.3.1.1/24
CE4	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.4.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 QinQ 子接口接入 L3VPN：

1. 骨干网中，与 CE 相连的 PE 上需配置 VPN 实例，并把与 CE 相连的接口和相应的 VPN 实例绑定；绑定之后配置与 CE 相连的接口的 IP 地址。
2. PE 与 PE 之间配置 OSPF 实现 PE 之间的互通。
3. 配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 MPLS LSP。
4. 配置 MP-IBGP 交换 VPN 路由信息。
5. CE 与 PE 之间配置 EBGP 交换 VPN 路由信息。
6. 在 PE 连接 Switch 的接口上配置 QinQ 子接口接入 L3VPN。
7. 在 Switch 连接 CE 的接口上配置灵活 QinQ。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如**图 6-153** 所示。
- 各 VLAN 接口的 IP 地址，具体数据如**图 6-153** 所示。
- PE 及 P 上的 MPLS LSR ID
- VPN-A 与 VPN-B 的路由区分符 RD
- VPN-A 与 VPN-B 的收发路由属性 VPN-Target
- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。

操作步骤

步骤 1 在 Switch 的接口上配置灵活 QinQ 和允许通过的 VLAN

配置 Switch1

```
[Switch1] vlan 100
[Switch1-vlan100] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch1] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch2

```
[Switch2] vlan 200
[Switch2-vlan200] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch2] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 20 stack-vlan 200
[Switch2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch3

```
[Switch3] vlan 100
[Switch3-vlan100] quit
[Switch3] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch3-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[Switch3-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch3] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch3-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[Switch3-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
[Switch3-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 Switch4

```
[Switch4] vlan 200
[Switch4-vlan200] quit
[Switch4] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch4-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 200
[Switch4-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch4] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch4-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[Switch4-GigabitEthernet1/0/0] port vlan-stacking vlan 20 stack-vlan 200
[Switch4-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 P 的互通

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] vlan batch 30
[PE1] interface GigabitEthernet 3/0/0
[PE1-GigabitEthernet3/0/0]port hybrid pvid vlan 30
[PE1-GigabitEthernet3/0/0]port hybrid untagged vlan 30
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] ip address 172.1.1.1 24
[PE1-Vlanif30] quit
[PE1] ospf
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 P。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
[P-LoopBack1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P] vlan batch 30 60
[P] interface GigabitEthernet 1/0/0
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[P-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P] interface GigabitEthernet 2/0/0
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[P-GigabitEthernet2/0/0] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] ip address 172.1.1.2 24
[P-Vlanif30] quit
[P] interface vlanif 60
[P-Vlanif60] ip address 172.2.1.1 24
[P-Vlanif60] quit
[P] ospf
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.2.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] ip address 3.3.3.9 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] vlan batch 60
[PE2] interface GigabitEthernet 3/0/0
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif20] ip address 172.2.1.2 24
[PE2-Vlanif20] quit
[PE2] ospf
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.2.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 9

  Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32    Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32    OSPF    10   1           D   172.1.1.2       Vlanif30
        3.3.3.9/32    OSPF    10   2           D   172.1.1.2       Vlanif30
      127.0.0.0/8     Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32    Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32    Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      172.1.1.0/24    Direct  0    0           D   172.1.1.1       Vlanif30
      172.1.1.1/32    Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      172.1.1.2/32    Direct  0    0           D   172.1.1.2       Vlanif30
    172.1.1.255/32    Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      172.2.1.0/24   OSPF   10   2           D  172.1.1.2       Vlanif30
255.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
[PE1] display ospf peer

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.9
                Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 172.1.1.1(Vlanif30)'s neighbors
 Router ID: 172.1.1.2         Address: 172.1.1.2
   State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
   DR: None  BDR: None  MTU: 1500
   Dead timer due in 37  sec
   Neighbor is up for 00:16:21
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] mpls
[PE1-Vlanif30] mpls ldp
[PE1-Vlanif30] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
[P] interface vlanif 60
[P-Vlanif60] mpls
[P-Vlanif60] mpls ldp
[P-Vlanif60] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif60] mpls
[PE2-Vlanif60] mpls ldp
[PE2-Vlanif60] quit
```

上述配置完成后，PE1 与 P、P 与 PE2 之间应能建立 LDP 会话，执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Status 项为“Operational”。执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls ldp session
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
-------------------------------------------------------------------------------
2.2.2.9:0           Operational DU   Active    000:00:01   6/6
-------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 1 session(s) Found.
[PE1] display mpls ldp lsp
LDP LSP Information
-------------------------------------------------------------------------------
SN      DestAddress/Mask    In/OutLabel    Next-Hop         In/Out-Interface
-------------------------------------------------------------------------------
1       1.1.1.9/32          3/NULL         127.0.0.1        Vlanif30/InLoop0
2       2.2.2.9/32          NULL/3         172.1.1.2        -------/Vlanif30
3       3.3.3.9/32          NULL/1025      172.1.1.2        -------/Vlanif30
-------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 3 Normal LSP(s) Found.
TOTAL: - Liberal LSP(s) Found.
A '*' before an LSP means the LSP is not established
A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
```

步骤 4 在 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE

配置 PE1。

```
[PE1] ip vpn-instance vpna
[PE1-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpna] vpn-target 111:1 both
[PE1-vpn-instance-vpna] quit
[PE1] ip vpn-instance vpnb
[PE1-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 100:2
[PE1-vpn-instance-vpnb] vpn-target 222:2 both
[PE1-vpn-instance-vpnb] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] ip binding vpn-instance vpna
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] ip address 10.1.1.2 24
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] arp broadcast enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] qinq termination pe-vid 200 ce-vid 20
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] ip binding vpn-instance vpnb
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] ip address 10.2.1.2 24
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] arp broadcast enable
[PE1-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ip vpn-instance vpna
[PE2-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 200:1
[PE2-vpn-instance-vpna] vpn-target 111:1 both
[PE2-vpn-instance-vpna] quit
[PE2] ip vpn-instance vpnb
[PE2-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 200:2
[PE2-vpn-instance-vpnb] vpn-target 222:2 both
[PE2-vpn-instance-vpnb] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] ip binding vpn-instance vpna
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] ip address 10.3.1.2 24
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] arp broadcast enable
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] qinq termination pe-vid 200 ce-vid 20
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] ip binding vpn-instance vpnb
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] ip address 10.4.1.2 24
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] arp broadcast enable
[PE2-GigabitEthernet2/0/0.1] quit
```

按图 6-153 配置各 CE 的接口 IP 地址，配置过程略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 VPN 实例的配置情况。各 PE 能 ping 通自己接入的 CE。

版权所有 © 华为技术有限公司

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping -vpn-instance** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IP 地址，即要指定 **ping -vpn-instance** *vpn-instance-name* **-a** *source-ip-address dest-ip-address* 命令中的参数**-a** *source-ip-address*，否则可能 ping 不通。

以 PE1 和 CE1 为例：

```
[PE1] display ip vpn-instance verbose
  Total VPN-Instances configured : 2

  VPN-Instance Name and ID : vpna, 1
  Interfaces : Vlanif10
 Address family ipv4
  Create date : 2008/11/24 16:28:27
  Up time : 0 days, 00 hours, 11 minutes and 25 seconds
  Route Distinguisher : 100:1
  Export VPN Targets :  111:1
  Import VPN Targets :  111:1
  Label policy : label per route
  The diffserv-mode Information is : uniform
  The ttl-mode Information is : pipe
  Log Interval : 5

  VPN-Instance Name and ID : vpnb, 2
  Interfaces : Vlanif20
 Address family ipv4
  Create date : 2008/11/24 16:30:37
  Up time : 0 days, 00 hours, 09 minutes and 15 seconds
  Route Distinguisher : 100:2
  Export VPN Targets :  222:2
  Import VPN Targets :  222:2
  Label policy : label per route
  The diffserv-mode Information is : uniform
  The ttl-mode Information is : pipe
  Log Interval : 5

[PE1] ping -vpn-instance vpna 10.1.1.1
  PING 10.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=16 ms

  --- 10.1.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 3/6/16 ms
```

步骤 5 在 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系，引入 VPN 路由

配置 CE1。

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
```

说明

另外 3 个 CE 设备（CE2、CE3、CE4）配置与 CE1 设备配置类似，配置过程省略。

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[PE1-bgp-vpna] peer 10.1.1.1 as-number 65410
[PE1-bgp-vpna] import-route direct
[PE1-bgp-vpna] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpnb
[PE1-bgp-vpnb] peer 10.2.1.1 as-number 65420
[PE1-bgp-vpnb] import-route direct
[PE1-bgp-vpnb] quit
```

说明

PE2 的配置与 PE1 类似，配置过程省略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv4 vpn-instance peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

以 PE1 与 CE1 的对等体关系为例：

```
[PE1] display bgp vpnv4 vpn-instance vpna peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100

 VPN-Instance vpna, router ID 1.1.1.9:
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State      PrefRcv

  118.118.118.2   4 65410       11        9     0 00:07:25      Established       1
```

步骤 6 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp peer** 或 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

```
[PE1] display bgp peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State              PrefRcv

  3.3.3.9         4   100       12        6     0 00:02:21        Established       0

[PE1] display bgp vpnv4 all peer
BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 3                 Peers in established state : 3

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent    OutQ  Up/Down    State        PrefRcv

  3.3.3.9         4   100   12      18         0     00:09:38   Established   0
  Peer of IPv4-family for vpn instance:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 VPN-Instance vpna :
 10.1.1.1        4   65410  25     25         0     00:17:57   Established   1
 VPN-Instance vpnb :
 10.2.1.1        4   65420  21     22         0     00:17:10   Established   1
```

步骤 7 检查配置结果

在 PE 设备上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpna
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpna
         Destinations : 3        Routes : 3

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
     10.1.1.0/24    Direct 0    0         D     10.1.1.2        Vlanif10
     10.1.1.2/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
   10.1.1.255/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
     10.3.1.0/24    BGP    255  0         RD    3.3.3.9         Vlanif30
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpnb
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpnb
         Destinations : 3        Routes : 3

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
     10.2.1.0/24    Direct 0    0         D     10.2.1.2        Vlanif20
     10.2.1.2/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
   10.2.1.255/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
     10.4.1.0/24    BGP    255  0         RD    3.3.3.9         Vlanif30
```

同一 VPN 的 CE 能够相互 Ping 通，不同 VPN 的 CE 不能相互 Ping 通。

例如：CE1 能够 Ping 通 CE3（10.3.1.1），但不能 Ping 通 CE4（10.4.1.1）。

```
[CE1] ping 10.3.1.1
  PING 10.3.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=72 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=34 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=50 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=50 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=34 ms
  --- 10.3.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/48/72 ms
[CE1] ping 10.4.1.1
  PING 10.4.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
  --- 10.4.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    0 packet(s) received
    100.00% packet loss
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 30
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 qinq termination pe-vid 200 ce-vid 20
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 30 60
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip address 172.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#

interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
vlan batch 60
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 200:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip address 172.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 qinq termination pe-vid 100 ce-vid 10
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0.1
 qinq termination pe-vid 200 ce-vid 20
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 arp broadcast enable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#

interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.3.1.1 as-number 65430
  import-route direct
 #
 ipv4-family vpn-instance vpnb
  peer 10.4.1.1 as-number 65440
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
bgp 65420
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10

#
bgp 65430
 peer 10.3.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.3.1.2 enable
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#

bgp 65440
 peer 10.4.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.4.1.2 enable
#
return
```

- Switch1 的配置文件

```
#
 sysname Switch1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- Switch2 的配置文件

```
#
 sysname Switch2
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 200
 port vlan-stacking vlan 20 stack-vlan 200
#
return
```

- Switch3 的配置文件

```
#
 sysname Switch3
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 100
 port vlan-stacking vlan 10 stack-vlan 100
#
return
```

- Switch4 的配置文件

```
#
 sysname Switch4
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid tagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid untagged vlan 200
 port vlan-stacking vlan 20 stack-vlan 200
#
return
```

6.4.6 GVRP 配置

介绍了 GVRP 的基本知识、GVRP 配置方法和配置实例。

版权所有 © 华为技术有限公司

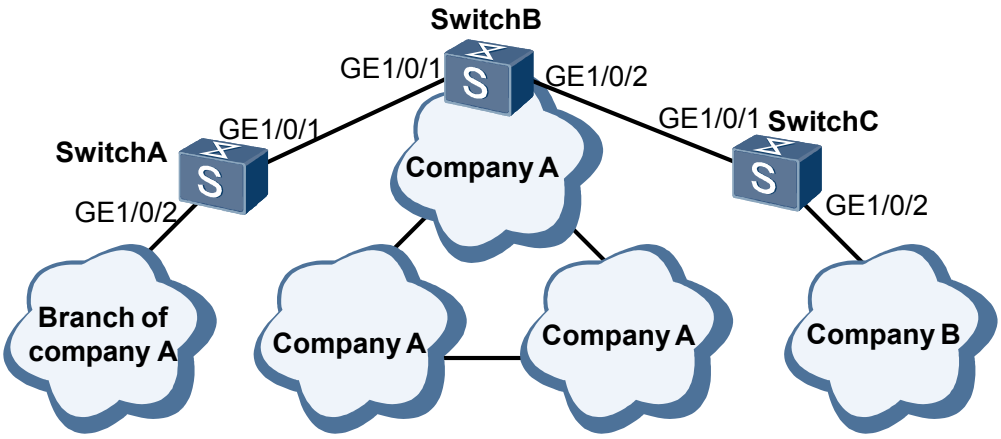
配置 GVRP 示例

组网需求

如图 6-154 所示，公司 A 的分公司与总部通过 SwitchA 和 SwitchB 互通，公司 A 的所有交换机配置 GVRP 功能并配置接口注册模式为 Normal，以简化配置。

公司 B 通过 SwitchB 和 SwitchC 与公司 A 互通，公司 B 的所有交换机配置 GVRP 功能并将与公司 A 相连的接口的注册模式配置为 Fixed，以控制只允许公司 B 配置的 VLAN 通过。

图 6-154 配置 GVRP 的组网图



配置思路

采用如下的思路配置 GVRP：

1. 全局使能 GVRP 功能。
2. 配置接口类型为 Trunk 类型。
3. 使能接口的 GVRP 功能。
4. 配置接口注册模式。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 上配置接口允许所有 VLAN 通过。
- 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置接口的注册模式为 Normal。
- 在 SwitchC 上配置接口 GE1/0/1 的注册模式为 Fixed，配置接口 GE1/0/2 的注册模式为 Normal。
- 在 SwitchC 上创建属于公司 B 的 VLAN101 ～ VLAN200。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置交换机 SwitchA

全局使能 GVRP 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] gvrp
```

配置接口为 Trunk 类型，并允许所有 VLAN 通过。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan all
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan all
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

使能接口的 GVRP 功能，并配置接口注册模式。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] gvrp
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] gvrp registration normal
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] gvrp
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] gvrp registration normal
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB 配置与 SwitchA 配置类似，这里不再赘述。

步骤 2 配置交换机 SwitchC

创建 VLAN101 ～ VLAN200。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan batch 101 to 200
```

全局使能 GVRP 功能。

```
[SwitchC] gvrp
```

配置接口为 Trunk 类型，并允许所有 VLAN 通过。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan all
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan all
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

使能接口的 GVRP 功能，并配置接口注册模式。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] gvrp
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] gvrp registration fixed
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] gvrp
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] gvrp registration normal
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 验证配置结果

配置完成后，公司 A 的分公司用户可以与总部互通，公司 A 属于 VLAN101 ～ VLAN200 的用户可以与公司 B 用户互通。

在 SwitchA 上使用命令 **display gvrp status**，查看全局 GVRP 的使能情况，结果如下：

```
<SwitchA> display gvrp status
 Info:GVRP is enabled
```

在 SwitchA 上使用命令 **display gvrp statistics**，查看接口的 GVRP 统计信息，其中包括：GVRP 状态、GVRP 注册失败次数、上一个 GVRP 数据单元源 MAC 地址和接口 GVRP 注册类型，结果如下：

```
<SwitchA> display gvrp statistics
 GVRP statistics on port GigabitEthernet1/0/1
 GVRP status                     : Enabled
 GVRP registrations failed       : 0
 GVRP last PDU origin            : 0000-0000-0000
 GVRP registration type          : Normal

 GVRP statistics on port GigabitEthernet1/0/2
 GVRP status                     : Enabled
 GVRP registrations failed       : 0
 GVRP last PDU origin            : 0000-0000-0000
 GVRP registration type          : Normal
```

SwitchB 和 SwitchC 的查看方法与 SwitchA 类似，这里不再赘述。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 gvrp
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4094
 gvrp
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4094
 gvrp
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 gvrp
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4094
 gvrp
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4094
 gvrp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 101 to 200
#
 gvrp
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4094
 gvrp
 gvrp registration fixed
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4094
 gvrp
#
return
```

6.4.7 Voice VLAN 配置

介绍配置 Voice VLAN 的过程与步骤。

配置自动模式下的 Voice VLAN 示例

本示例组网的特点是语音流量可通过专属 VLAN（Voice VLAN）传输，在一段时间内，如果语音设备发生故障或语音设备退出网络，连接语音设备的端口会自动从 Voice VLAN 中退出。

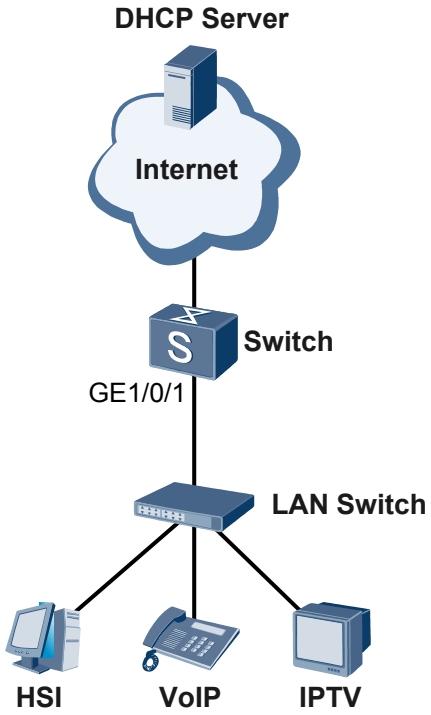
组网需求

网络中有 HSI、VoIP 和 IPTV 等数据流，用户对语音通话质量较敏感，需要提高语音数据流的传输优先级，以保证用户的通话质量。

如图 6-155 所示，Switch 配置 Voice VLAN 功能后，根据进入接口 GigabitEthernet1/0/1 的数据流源 MAC 地址来判断是否为语音数据流，是则修改报文优先级且在 Voice VLAN 内传输，不是则不修改报文优先级且在普通 VLAN 内传输。并且要求接口 GigabitEthernet1/0/1 能自动加入和退出 Voice VLAN。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-155 配置自动模式下的 Voice VLAN 的组网图



配置思路

采用如下的思路配置自动模式下的 Voice VLAN：

1. 创建 VLAN。
2. 配置接口类型及缺省 VLAN。
3. 使能接口的 Voice VLAN 功能。
4. 配置接口加入 Voice VLAN 的模式。
5. 配置 Voice VLAN 的 OUI 地址。
6. 配置 Voice VLAN 的老化时间。
7. 配置 Voice VLAN 的工作模式。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 创建 Voice VLAN2 和 IP 电话申请 IP 地址的 VLAN6。
- OUI 地址为 0011-2200-0000，掩码地址为 ffff-ff00-0000。
- Voice VLAN 的老化时间为 100min。
- 接口 GigabitEthernet1/0/1 的缺省 VLAN 为 VLAN6。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 的 VLAN 和接口

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

创建 VLAN2、VLAN6

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 2 6
```

配置接口类型和缺省 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 6
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 6
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 配置 Switch 的 Voice VLAN 功能

配置接口 Voice VLAN 功能

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] voice-vlan 2 enable
```

配置接口加入 Voice VLAN 的模式

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] voice-vlan mode auto
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 OUI 地址

```
[Quidway] voice-vlan mac-address 0011-2200-0000 mask ffff-ff00-0000
```

配置 Voice VLAN 的老化时间

```
[Quidway] voice-vlan aging-time 100
```

配置 Voice VLAN 的工作模式

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] voice-vlan security enable
```

步骤 3 检查配置结果

执行命令 **display voice-vlan oui**，查看 Voice VLAN 的 OUI 地址是否配置正确。

```
<Quidway> display voice-vlan oui
-----------------------------------------------
OuiAddress       Mask            Description
-----------------------------------------------
0011-2200-0000   ffff-ff00-0000
```

执行命令 **display voice-vlan 2 status**，查看 Voice VLAN 的工作状态、安全模式和老化时间是否配置正确。

```
<Quidway> display voice-vlan 2 status
Voice VLAN Configurations:
-----------------------------------------------
Voice VLAN ID           :  2
Voice VLAN status       : Enable
Voice VLAN aging time   : 100 (minutes)
Voice VLAN 802.1p remark  : 6
Voice VLAN dscp remark   : 46
-------------------------------------------------------
Port Information:
-------------------------------------------------------
Port                    Add-Mode  Security-Mode  Legacy
-------------------------------------------------------
GigabitEthernet1/0/1    Auto      Security       Disable
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
sysname Quidway
#
 vlan batch 2 6
#
 voice-vlan aging-time 100
#
 voice-vlan mac-address 0011-2200-0000 mask ffff-ff00-0000
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 voice-vlan 2 enable
 port hybrid pvid vlan 6
 port hybrid untagged vlan 6
#
return
```

配置手动模式下的 Voice VLAN 示例

该组网的特点是使能了 Voice VLAN 功能的接口以手动模式加入 Voice VLAN。手动模式下配置了 Voice VLAN 功能后，必须通过手动将连接语音设备的接口加入到 Voice VLAN 中，这样才能保证接口正常转发 Voice VLAN 的语音报文。

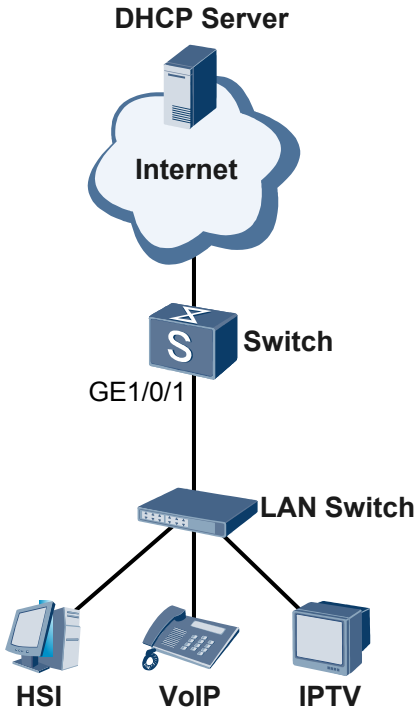
组网需求

网络中有 HSI、VoIP 和 IPTV 等数据流，用户对语音通话质量较敏感，需要提高语音数据流的传输优先级，以保证用户的通话质量。

如图 6-156 所示，Switch 配置 Voice VLAN 功能后，根据进入接口 GigabitEthernet1/0/1 的数据流源 MAC 地址来判断是否为语音数据流，是则修改报文优先级且在 Voice VLAN 内传输，不是则不修改报文优先级且在普通 VLAN 内传输。并且要求接口 GigabitEthernet1/0/1 需要通过手动加入和退出 Voice VLAN。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-156 配置手动模式下的 Voice VLAN 的组网图



配置思路

采用如下的思路配置自动模式下的 Voice VLAN：

1. 创建 VLAN。
2. 配置接口类型及缺省 VLAN。
3. 使能接口的 Voice VLAN 功能。
4. 配置接口加入 Voice VLAN 的模式。
5. 配置 Voice VLAN 的 OUI 地址。
6. 配置 Voice VLAN 的工作模式。
7. 配置接口加入 Voice VLAN。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 创建 Voice VLAN2 和 IP 电话申请 IP 地址的 VLAN6。
- OUI 地址为 0011-2200-0000，掩码地址为 ffff-ff00-0000。
- 接口 GigabitEthernet1/0/1 的缺省 VLAN 为 VLAN6。

操作步骤

步骤 1 配置 Switch 的 VLAN 和接口

创建 VLAN2、VLAN6

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 2 6
```

配置接口类型和缺省 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 6
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 6
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 配置 Switch 的 Voice VLAN 功能

配置接口 Voice VLAN 功能

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] voice-vlan 2 enable
```

配置接口加入 Voice VLAN 的模式

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] voice-vlan mode manual
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 OUI 地址

```
[Quidway] voice-vlan mac-address 0011-2200-0000 mask ffff-ff00-0000
```

配置 Voice VLAN 的工作模式

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] voice-vlan security enable
```

步骤 3 检查配置结果

执行命令 **display voice-vlan oui**，查看 Voice VLAN 的 OUI 地址是否配置正确。

```
<Quidway> display voice-vlan oui
-----------------------------------------------
OuiAddress       Mask            Description
-----------------------------------------------
0011-2200-0000   ffff-ff00-0000
```

执行命令 **display voice-vlan 2 status**，查看 Voice VLAN 的工作状态、安全模式和老化时间是否配置正确。

```
<Quidway> display voice-vlan 2 status
Voice VLAN Configurations:
-----------------------------------------------
Voice VLAN ID            :  2
Voice VLAN status        : Enable
Voice VLAN aging time    : 1440 (minutes)
Voice VLAN 802.1p remark  : 6
Voice VLAN dscp remark   : 46
-------------------------------------------------------------
Port Information:
-------------------------------------------------------------
Port                     Add-Mode  Security-Mode  Legacy
-------------------------------------------------------------
GigabitEthernet1/0/1     Manual    Security       Disable
```

----结束

配置文件

Switch 的配置文件。

```
#
sysname Quidway
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 2 6
#
 voice-vlan mac-address 0011-2200-0000 mask ffff-ff00-0000
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 voice-vlan 2 enable
 voice-vlan mode manual
 port hybrid pvid vlan 6
 port hybrid tagged vlan 2
 port hybrid untagged vlan 6
#
return
```

6.4.8 MAC 表配置

介绍了 MAC 表的基本知识、配置方法和配置实例。

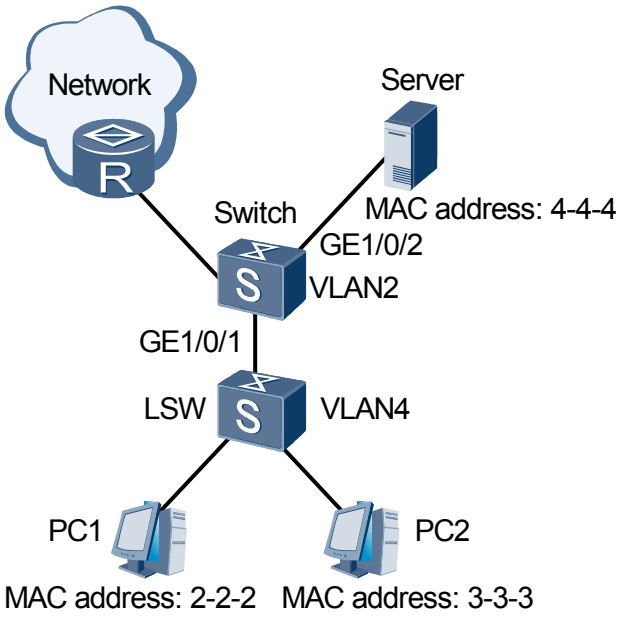
配置 MAC 表示例

组网需求

如图 6-157 所示，用户主机 PC1 的 MAC 地址为 0002-0002-0002，用户主机 PC2 的 MAC 地址为 0003-0003-0003，通过 LSW 连接 Switch。连接 Switch 的接口为 GigabitEthernet1/0/1，该接口所属 VLAN 为 VLAN2。Server 服务器的 MAC 地址为 0004-0004-0004，连接 Switch 的接口为 GigabitEthernet1/0/2，该接口所属 VLAN 为 VLAN2。

- 为防止 MAC 地址攻击，在 Switch 的 MAC 表中为该用户主机添加一条静态表项。Switch 通过出接口 GigabitEthernet1/0/1 发送报文时将 VLAN 更改为 LSW 所属的 VLAN4，同时配置 Switch 的动态 MAC 表项老化时间为 500s。
- 为防止假冒 Server 的 MAC 地址窃取重要用户信息，在 Switch 上配置静态 MAC 地址转发功能。

图 6-157 配置 MAC 表组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 MAC 表：

1. 创建 VLAN，并将接口加入到 VLAN 中。
2. 添加静态 MAC 表。
3. 配置动态 MAC 表的老化时间。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PC1 的 MAC 地址为 0002-0002-0002。
- PC2 的 MAC 地址为 0003-0003-0003。
- Server 的 MAC 地址为 0004-0004-0004。
- Switch 所属 VLAN 为 VLAN2。
- 与 LSW 相连的 Switch 的接口为 GigabitEthernet1/0/1。
- 与 Server 相连的 Switch 的接口为 GigabitEthernet1/0/2。
- 通过出接口发送报文时需要更改的 VLAN 为 VLAN4。
- Switch 的动态 MAC 表项老化时间为 500s。

操作步骤

步骤 1 添加静态 MAC 地址表项

创建 VLAN2，将接口 GigabitEthernet1/0/1、GigabitEthernet1/0/2 加入 VLAN2，并配置接口 GigabitEthernet1/0/1 的 VLAN Mapping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 2
[Quidway-vlan2] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-mapping vlan 4 map-vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置静态 MAC 地址表项。

```
[Quidway] mac-address static 2-2-2 gigabitethernet 1/0/1 vlan 2
[Quidway] mac-address static 3-3-3 gigabitethernet 1/0/1 vlan 2
[Quidway] mac-address static 4-4-4 gigabitethernet 1/0/2 vlan 2
```

步骤 2 配置动态表项老化时间

```
[Quidway] mac-address aging-time 500
```

步骤 3 验证配置结果

在任意视图下执行 **display mac-address** 命令，查看静态 MAC 表是否添加成功。

```
[Quidway] display mac-address static vlan 2
--------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
MAC Address          VLAN/VSI                  Learned-From        Type
------------------------------------------------------------------------------
0002-0002-0002       2/-                       GE1/0/1             static
0003-0003-0003       2/-                       GE1/0/1             static
0004-0004-0004       2/-                       GE1/0/2             static
------------------------------------------------------------------------------
Total items displayed  = 3
```

在任意视图下执行 **display mac-address aging-time** 命令，查看动态表项老化时间是否配置成功。

```
[Quidway] display mac-address aging-time
  Aging time: 500 seconds
```

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 2
#
 mac-address aging-time 500
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 2
 port hybrid untagged vlan 2
 port vlan-mapping vlan 4 map-vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 2
 port hybrid untagged vlan 2
#
 mac-address static 0002-0002-0002 GigabitEthernet1/0/1 vlan 2
 mac-address static 0003-0003-0003 GigabitEthernet1/0/1 vlan 2
 mac-address static 0004-0004-0004 GigabitEthernet1/0/2 vlan 2
#
return
```

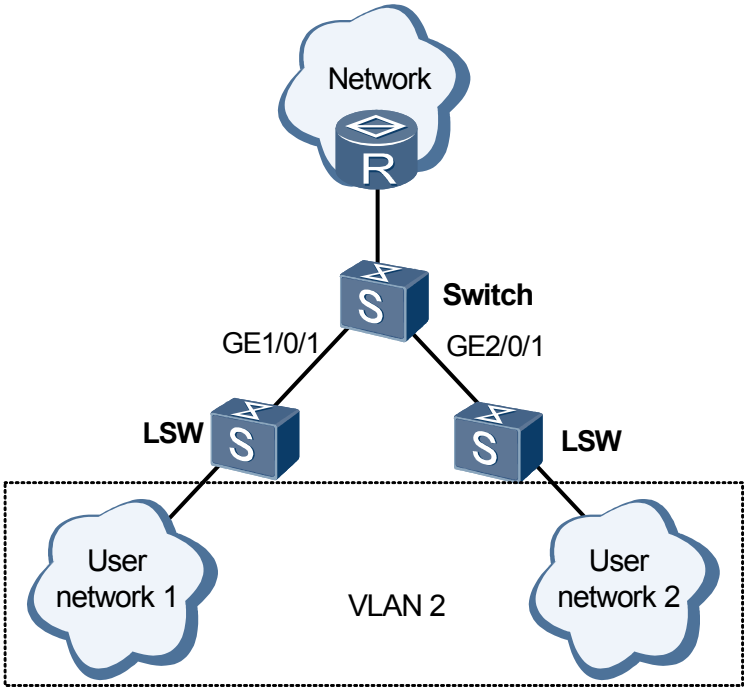
配置基于 VLAN 的 MAC 地址学习限制示例

组网需求

如图 6-158 所示，用户网络 1 通过 LSW 与 Switch 相连，连接 Switch 的接口为 GigabitEthernet1/0/1。用户网络 2 通过 LSW 与 Switch 相连，连接 Switch 的接口为 GigabitEthernet2/0/1。GigabitEthernet1/0/1、GigabitEthernet2/0/1 属于 VLAN2。为防止 MAC 地址攻击，控制接入用户数量，对 VLAN2 进行 MAC 地址学习的限制。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-158 配置基于 VLAN 的 MAC 地址学习限制组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于 VLAN 的 MAC 地址学习限制：

1. 创建 VLAN，并将接口加入到 VLAN 中。
2. 配置 VLAN 的 MAC 地址学习限制。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口所属 VLAN 为 VLAN2。
- 用户接口为 GigabitEthernet1/0/1、GigabitEthernet2/0/1。
- 最大 MAC 地址学习数量为 100。

操作步骤

步骤 1 配置 MAC 地址学习限制

将 GigabitEthernet1/0/1、GigabitEthernet2/0/1 加入 VLAN2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 2
[Quidway-vlan2] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/1
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] port hybrid pvid vlan 2
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] port hybrid untagged vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

在 VLAN2 上配置 MAC 地址学习限制规则：最多可以学习 100 个 MAC 地址，超过最大 MAC 地址学习数量的报文继续转发但不加入 MAC 地址表，并进行告警提示。

```
[Quidway] vlan 2
[Quidway-vlan2] mac-limit maximum 100 action forward alarm enable
[Quidway-vlan2] quit
```

步骤 2 验证配置结果

在任意视图下执行 **display mac-limit** 命令，查看 MAC 地址学习限制规则是否配置成功。

```
<Quidway> display mac-limit
MAC Limit is enabled
Total MAC Limit rule count : 1

PORT                VLAN/VSI/SI      SLOT Maximum Rate(ms) Action  Alarm
------------------------------------------------------------------------------
-                   2                -    100     -        forward enable
```

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 2
#
vlan 2
 mac-limit maximum 100 action forward
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 2
 port hybrid untagged vlan 2
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 2
 port hybrid untagged vlan 2
#
return
```

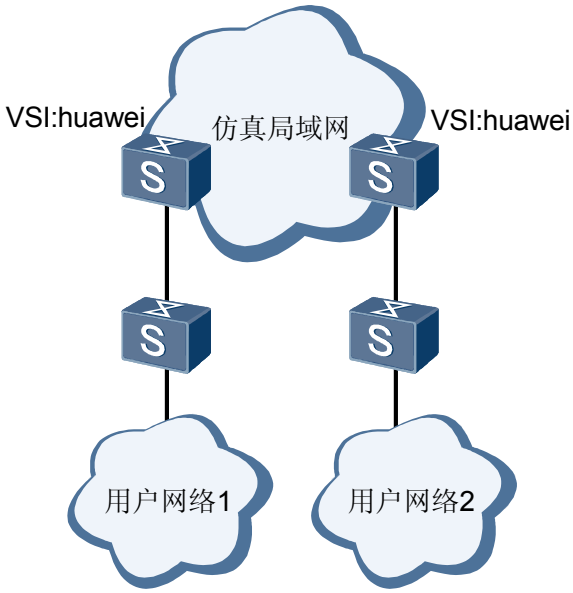
配置基于 VSI 的 MAC 地址学习限制示例

组网需求

为了保证同一个 VSI 的内部用户的安全性，对名称为 huawei 的 VSI 进行 MAC 地址学习的限制。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-159 配置基于 VSI 的 MAC 地址学习限制组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于 VSI 的 MAC 地址学习限制：

1. 创建 VSI。
2. 配置 VSI 的 MAC 地址学习限制。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称为 huawei。
- 最大 MAC 地址学习数量为 300。

操作步骤

步骤 1 创建 VSI

创建名称为 huawei 的 VSI。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vsi huawei static
```

步骤 2 在 VSI 上配置 MAC 地址学习限制

在 VSI 上配置 MAC 地址学习限制规则：最多可以学习 300 个 MAC 地址，超过最大 MAC 地址学习数量的报文直接丢弃并进行告警提示。

```
[Quidway-vsi-huawei] mac-limit maximum 300 action discard alarm enable
[Quidway-vsi-huawei] quit
```

步骤 3 验证配置结果

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

在任意视图下执行 **display mac-limit** 命令，查看 MAC 地址学习限制规则是否配置成功。

```
<Quidway> display mac-limit
MAC Limit is enabled
Total MAC Limit rule count : 1

PORT                VLAN/VSI/SI      SLOT Maximum Rate(ms) Action  Alarm
------------------------------------------------------------------------------
-                   huawei           -    300     -        discard enable
```

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

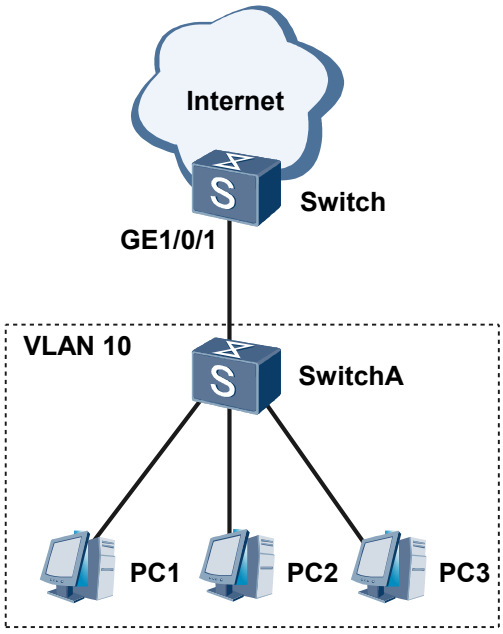
```
#
 sysname Quidway
#
vsi huawei static
 mac-limit maximum 300
#
return
```

配置接口安全示例

组网需求

如图 6-160 所示，公司为了提高信息安全，将 Switch 连接员工 PC 侧的接口使能了接口安全功能，并且设置了接口学习 MAC 地址数的上限为信任的设备总数，这样其他外来人员使用自己带来的 PC 无法访问公司的网络。

图 6-160 配置接口安全示例组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置接口安全：

1. 创建 VLAN，并配置接口的链路类型为 Trunk。
2. 使能接口安全功能。
3. 使能接口 Sticky MAC 功能。
4. 配置接口安全功能的保护动作。
5. 配置接口 MAC 地址学习限制数。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口允许通过的 VLAN 编号。
- Switch 连接 PC 的接口类型和编号。
- 接口安全功能的保护动作。
- 接口 MAC 地址学习限制数。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，并配置接口的链路类型

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 10
[Quidway-vlan10] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
```

步骤 2 配置接口安全功能

使能接口安全功能。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port-security enable
```

使能接口 Sticky MAC 功能。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port-security mac-address sticky
```

配置接口安全功能的保护动作。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port-security protect-action protect
```

配置接口 MAC 地址学习限制数。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port-security max-mac-num 4
```

其他接口如需使能接口安全功能，请重复上述配置。

步骤 3 验证配置结果

将 PC1 换成其他设备，无法访问公司网络。

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 port-security enable
 port-security protect-action protect
 port-security max-mac-num 4
 port-security mac-address sticky
#
return
```

6.4.9 ARP 配置

介绍 ARP 的基本原理，并提供配置过程和配置实例。

配置 ARP 示例

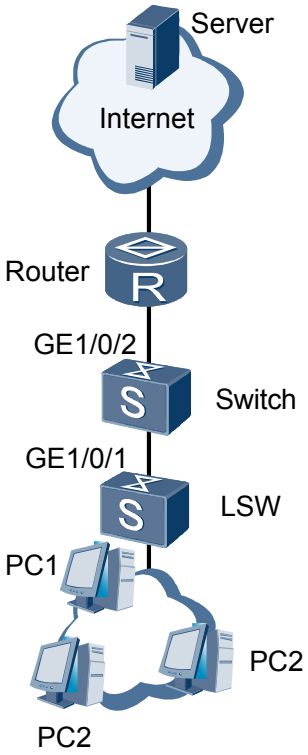
组网需求

如图 6-161 所示，Switch 的接口 GE1/0/1 通过 LAN Switch（即 LSW）连接主机，接口 GE1/0/2 通过路由器 Router 连接 Server。要求：

- GE1/0/1 属于 VLAN2，GE1/0/2 属于 VLAN3。
- 为了适应网络的快速变化，保证报文的正确转发，在 Switch 的接口 VLANIF2 上配置动态 ARP 的参数。
- 为了保证与 Server 通信的安全性，防止非法 ARP 报文的侵入，在 Switch 的接口 GE1/0/2 上增加一个静态 ARP 表项，Router 的 IP 地址为 10.2.2.3，对应的 MAC 地址为 00e0-fc01-0000。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-161 配置 ARP 组网图



配置思路

ARP 的配置思路如下：

1. 创建 VLAN，并将接口加入到 VLAN 中。
2. 配置用户侧 VLANIF 接口的动态 ARP 的参数。
3. 配置静态 ARP 表项。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- 接口 GE1/0/1 属于 VLAN2，接口 GE1/0/2 属于 VLAN3。
- 接口 VLANIF2 的 IP 地址为 2.2.2.2，子网掩码为 255.255.255.0。ARP 表项老化时间为 60 秒，老化探测次数为 2 次。
- LSW 的 IP 地址为 2.2.2.1,子网掩码为 255.255.255.0。
- Router 与 Switch 对接的接口 IP 地址为 10.2.2.3，子网掩码为 255.255.255.0，对应的 MAC 地址为 00e0-fc01-0000。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，并将接口加入到 VLAN 中。

创建 VLAN2 和 VLAN3。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 2 3
```

将接口 GE1/0/1 加入 VLAN2 中，接口 GE1/0/2 加入 VLAN3 中。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 2 配置 VLANIF 接口的动态 ARP 的参数。

创建接口 VLANIF2。

```
[Quidway] interface vlanif 2
```

配置接口 VLANIF2 的 IP 地址。

```
[Quidway-Vlanif2] ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
```

配置 ARP 表项老化时间为 60 秒。

```
[Quidway-Vlanif2] arp expire-time 60
```

配置 ARP 表项老化探测次数为 2 次。

```
[Quidway-Vlanif2] arp detect-times 2
[Quidway-Vlanif2] quit
```

步骤 3 配置静态 ARP 表项。

创建接口 VLANIF3。

```
[Quidway] interface vlanif 3
```

配置接口 VLANIF3 的 IP 地址。

```
[Quidway-Vlanif3] ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
[Quidway-Vlanif3] quit
```

配置一条静态 ARP 表项：IP 地址为 10.2.2.3，对应的 MAC 地址为 00e0-fc01-0000，VLAN 编号为 3，出接口为 GE1/0/2。

```
[Quidway] arp static 10.2.2.3 00e0-fc01-0000 vid 3 interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway] quit
```

步骤 4 检查配置结果。

执行命令 **display current-configuration**，查看表项老化时间、老化探测次数和 ARP 映射表信息。

```
<Quidway> display current-configuration | include arp
 arp expire-time 60
 arp detect-times 2
 arp static 10.2.2.3 00e0-fc01-0000 vid 3 interface GigabitEthernet1/0/2
```

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

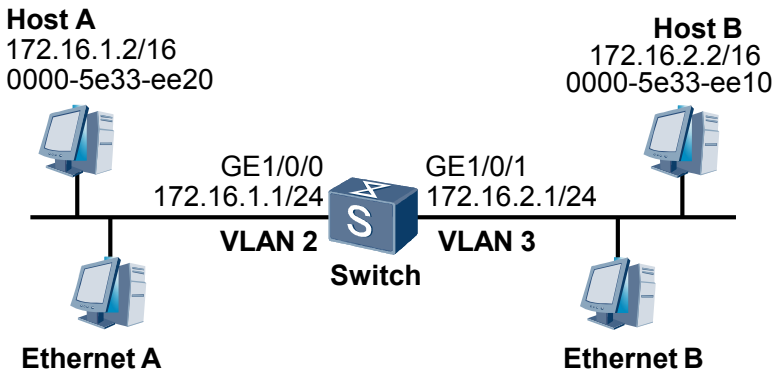
```
vlan batch 2 to 3
#
interface Vlanif2
ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
 arp expire-time 60
 arp detect-times 2
#
interface Vlanif3
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet 1/0/1
 port hybrid tagged vlan 2
#
interface GigabitEthernet 1/0/2
 port hybrid tagged vlan 3
#
 arp static 10.2.2.3 00e0-fc01-0000 vid 3 interface GigabitEthernet1/0/2
#
return
```

配置路由式 Proxy ARP 示例

组网需求

如图 6-162 所示，Switch 的两个以太网接口 GE1/0/0 和 GE1/0/1 分别连接一个局域网，两个局域网的网段均为 172.16.0.0/16。两台计算机 HostA 和 HostB 没有配置默认网关，要求在 Switch 上配置路由式 Proxy ARP，使分处在两个局域网的主机能互通。

图 6-162 配置路由式 Proxy ARP 组网图



配置思路

路由式 Proxy ARP 的配置思路如下：

1. 配置接口的 IP 地址
2. 在接口使能路由式 Proxy ARP 功能
3. 配置相关的默认路由

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 相关接口的 IP 地址
- 默认路由
- 主机的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN2，并将 GE1/0/0 加入到 VLAN 中。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 2
[Quidway-vlan2] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port default vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 2 创建并配置接口 VLANIF2。

```
[Quidway]  interface vlanif 2
[Quidway-Vlanif2] ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
```

步骤 3 在 VLANIF2 上使能路由式 Proxy ARP 功能。

```
[Quidway-Vlanif2] arp-proxy enable
[Quidway-Vlanif2] quit
```

步骤 4 创建 VLAN3，并将 GE1/0/1 加入到 VLAN 中。

```
[Quidway] vlan 3
[Quidway-vlan3] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 5 创建并配置接口 VLANIF3。

```
[Quidway] interface vlanif 3
[Quidway-Vlanif3] ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
```

步骤 6 在 VLANIF3 上使能路由式 Proxy ARP 功能。

```
[Quidway-Vlanif3] arp-proxy enable
[Quidway-Vlanif3] quit
```

步骤 7 配置主机

配置主机 HostA 的 IP 地址为 172.16.1.2/16。

配置主机 HostB 的 IP 地址为 172.16.2.2/16。

步骤 8 验证配置结果

主机 HostA 上 ping 主机 HostB，可以通。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 2 to 3
#
interface Vlanif2
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 arp-proxy enable
#
interface Vlanif3
 ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
 arp-proxy enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 3
#
return
```

配置 VLAN 内 Proxy ARP 示例

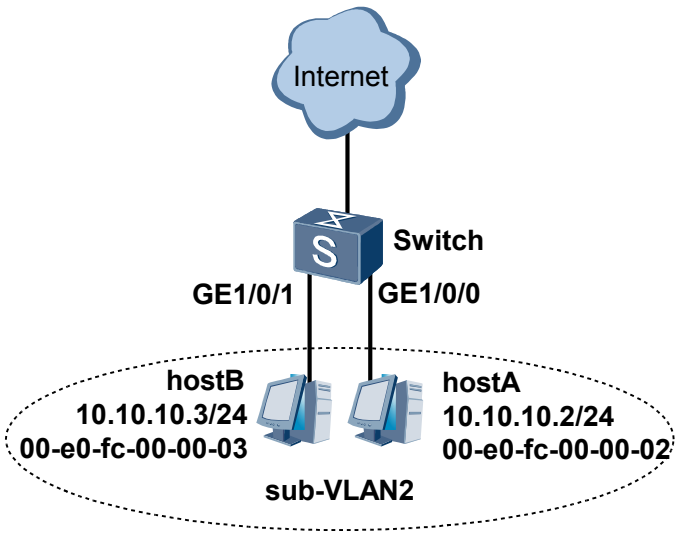
组网需求

如图 6-163 所示，Switch 的接口 GE1/0/1 和 GE1/0/0 属于同一个 sub-VLAN2。该 sub-VLAN 属于 super-VLAN3。要求：

- 属于同一 VLAN2 的两台主机 hostA 和 hostB 之间二层隔离。
- hostA 和 hostB 之间通过 VLAN 内 Proxy ARP 实现三层互通。

super-VLAN 的 VLANIF 接口的 IP 地址为 10.10.10.1，子网掩码为 255.255.255.0。

图 6-163 配置 VLAN 内 Proxy ARP 组网图



配置思路

VLAN 内 Proxy ARP 的配置思路如下：

1. 创建和配置 super-VLAN 和 sub-VLAN。
2. 将接口加入到从 sub-VLAN 中。
3. 创建 super-VLAN 的 VLANIF 接口并配置其 IP 地址。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

4. 在 super-VLAN 的 VLANIF 接口使能 VLAN 内 Proxy ARP 功能。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- super-VLAN 和 sub-VLAN 的 VLANID。
- 接口 GE1/0/1 和 GE1/0/0 属于 sub-VLAN2。
- super-VLAN 的接口 VLANIF3 的 IP 地址为 10.10.10.1，子网掩码为 255.255.255.0。

操作步骤

步骤 1 配置 super-VLAN 和 sub-VLAN。

配置 sub-VLAN2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 2
[Quidway-vlan2] quit
```

使能 GE1/0/0 和 GE1/0/1 端口隔离功能。

```
[Quidway] port-isolate mode l2
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port-isolate enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port-isolate enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

将 GE1/0/0 和 GE1/0/1 加入到 sub-VLAN2 中。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port default vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 super-VLAN3，并将 sub-VLAN2 增加到 super-VLAN 中。

```
[Quidway] vlan 3
[Quidway-vlan3] aggregate-vlan
[Quidway-vlan3] access-vlan 2
[Quidway-vlan3] quit
```

步骤 2 创建和配置接口 VLANIF3。

创建接口 VLANIF3。

```
[Quidway] interface vlanif 3
```

配置接口 VLANIF3 的 IP 地址。

```
[Quidway-Vlanif3] ip address 10.10.10.1 24
```

步骤 3 在接口 VLANIF3 启动 VLAN 内 Proxy ARP。

```
[Quidway-Vlanif3] arp-proxy inner-sub-vlan-proxy enable
[Quidway-Vlanif3] quit
```

步骤 4 检查配置结果。

执行命令 **display current-configuration**，查看 super-VLAN、sub-VLAN 以及 VLANIF 接口的相关配置。查询结果请见下面给出的配置文件。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

执行命令 **display arp**，查看所有 ARP 表项。

```
<Quidway> display arp
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M) TYPE        INTERFACE    VPN-INSTANCE
                                          VLAN/CEVLAN
------------------------------------------------------------------------------
10.10.10.1      0018-2000-0083            I -         Vlanif3
10.10.10.2      00e0-fc00-0002  19        D-0         GE1/0/0
                                          2/-
10.10.10.3      00e0-fc00-0003  19        D-0         GE1/0/1
                                          2/-
------------------------------------------------------------------------------
Total:3         Dynamic:2       Static:0    Interface:1
```

----结束

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 2 to 3
#
vlan 3
 aggregate-vlan
 access-vlan 2
#
interface Vlanif3
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
 arp-proxy inner-sub-vlan-proxy enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 2
 port-isolate enable group 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 2
 port-isolate enable group 1
#
return
```

配置 VLAN 间 Proxy ARP 示例

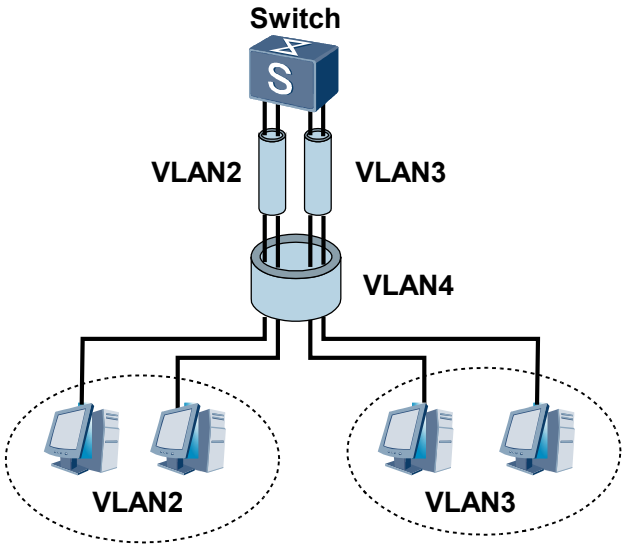
组网需求

如图 6-164 所示，VLAN2 和 VLAN3 组成 super-VLAN4。要求：

- 作为 sub-VLAN 的 VLAN2 和 VLAN3 内的主机之间不能互相 Ping 通。
- 配置 VLAN 间 Proxy ARP 后，VLAN2 和 VLAN3 内的主机之间可以互相 Ping 通。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-164 配置 VLAN 间 Proxy ARP 组网图



配置思路

VLAN 间 Proxy ARP 的配置思路如下：

1. 配置 super-VLAN 和 sub-VLAN。
2. 将接口加入到从 sub-VLAN 中。
3. 创建 super-VLAN 的 VLANIF 接口并配置其 IP 地址。
4. 启动 VLAN 间 Proxy ARP。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- super-VLAN 和 sub-VLAN 的 VLANID。
- 接口 GE1/0/1 和 GE1/0/0 属于 sub-VLAN2。
- 接口 GE2/0/1 和 GE2/0/0 属于 sub-VLAN3。
- super-VLAN 的接口 VLANIF4 的 IP 地址为 10.10.10.1，子网掩码为 255.255.255.0。

操作步骤

步骤 1 配置 super-VLAN 和 sub-VLAN。

配置 sub-VLAN2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 2
[Quidway-vlan2] quit
```

将 GE1/0/0 和 GE1/0/1 加入到 sub-VLAN2 中。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port default vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 sub-VLAN3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 3
[Quidway-vlan3] quit
```

将 GE2/0/0 和 GE2/0/1 加入到 sub-VLAN3 中。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port default vlan 3
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/1
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] port default vlan 3
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

配置 super-VLAN4，并将 sub-VLAN2 增加到 super-VLAN 中。

```
[Quidway] vlan 4
[Quidway-vlan4] aggregate-vlan
[Quidway-vlan4] access-vlan 2
[Quidway-vlan4] access-vlan 3
[Quidway-vlan4] quit
```

步骤 2 创建和配置接口 VLANIF4。

创建接口 VLANIF4。

```
[Quidway] interface vlanif 4
```

配置接口 VLANIF4 的 IP 地址。

```
[Quidway-Vlanif4] ip address 10.10.10.1 24
```

步骤 3 在接口 VLANIF4 启动 VLAN 间 Proxy ARP。

```
[Quidway-Vlanif4] arp-proxy inter-sub-vlan-proxy enable
[Quidway-Vlanif4] quit
```

步骤 4 检查配置结果。

执行命令 **display current-configuration**，查看 super-VLAN、sub-VLAN 以及 VLANIF 接口的相关配置。查询结果请见下面给出的配置文件。

执行命令 **display arp**，查看所有 ARP 表项。

```
<Quidway> display arp
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M) TYPE        INTERFACE   VPN-INSTANCE
                                          VLAN/CEVLAN
------------------------------------------------------------------------------
10.10.10.1      0018-2000-0083            I -         Vlanif4
10.10.10.2      00e0-fc00-0002  19        D-0         GE1/0/0
                                          2/-
10.10.10.3      00e0-fc00-0003  19        D-0         GE1/0/1
                                          2/-
10.10.10.4      00e0-fc00-0004  19        D-0         GE2/0/0
                                          3/-
10.10.10.5      00e0-fc00-0005  19        D-0         GE2/0/1
                                          3/-
------------------------------------------------------------------------------
Total:5         Dynamic:4       Static:0    Interface:1
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

以下仅给出 Switch 的配置文件。

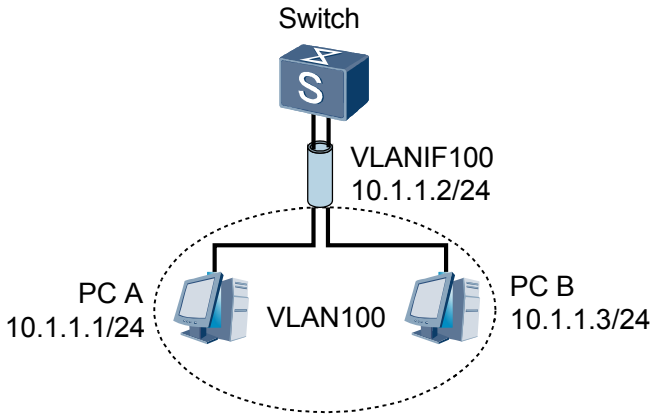
```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 2 to 4
#
vlan 4
 aggregate-vlan
 access-vlan 2 to 3
 #
interface Vlanif4
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
 arp-proxy inter-sub-vlan-proxy enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 3
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type access
 port default vlan 3
#
#
return
```

配置 ARP 二层拓扑探测示例

组网需求

如图 6-165 所示，两个 GE 接口以 default 方式加入 VLAN100，两个 GE 口所连主机的 IP 地址如图所示。

图 6-165 配置 ARP 二层拓扑探测示例



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置二层拓扑探测：

1. 配置两个 GE 接口以 default 方式加入 VLAN 100。
2. 使能二层拓扑探测功能，查看 ARP 表项的变化。

数据准备

完成此配置，需准备如下的数据：

- 要加入 VLAN 的接口类型和接口编号
- VLANIF 接口和 PC 的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN100，并配置 Switch 的两个 GE 接口以 default 方式加入 VLAN。

创建 VLAN100，配置 VLANIF 接口的 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 100
[Quidway-vlan100] quit
[Quidway] interface vlanif 100
[Quidway-vlanif100] ip address 10.1.1.2 24
[Quidway-vlanif100] quit
```

配置 GE 接口以 default 方式加入 VLAN100。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] port default vlan 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 2 使能二层拓扑探测功能。

```
[Quidway] l2-topology detect enable
```

步骤 3 重启接口 GE1/0/1，并查看 ARP 表项及老化时间的变化。

查看 Switch 的 ARP 表项，可以看到 Switch 已经学习到了 PC 的 MAC 地址。

```
[Quidway] display arp all
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M)  TYPE          INTERFACE   VPN-INSTANCE
                                          VLAN/CEVLAN
--------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.2        00e0-c01a-4900              I -           Vlanif100
10.1.1.1        00e0-c01a-4901  20          D-0           GE1/0/1
10.1.1.3        00e0-de24-bf04  20          D-0           GE1/0/2
--------------------------------------------------------------------------------
Total:3         Dynamic:2       Static:0    Interface:1
```

依次 **shutdown**、**undo shutdown** 接口 GE1/0/1，并查看 ARP 表项的老化时间。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] shutdown
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] undo shutdown
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] display arp all
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M) TYPE          INTERFACE   VPN-INSTANCE
                                          VLAN/CEVLAN
--------------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
10.1.1.2        00e0-c01a-4900              I -           Vlanif100
10.1.1.3        00e0-de24-bf04  0           D-0           GE1/0/2
------------------------------------------------------------------------------
Total:2         Dynamic:1       Static:0    Interface:1
```

说明

由输出信息可以看到，GE1/0/1 被 shutdown 之后，从 GE1/0/1 学习到的 ARP 表项被删除。GE1/0/1 被 undo shutdown，接口状态重新变为 Up 后，从 GE1/0/2 学习到的 ARP 表项的老化时间变为 0。当老化时间变为 0 时，设备会发送 ARP 探测报文，更新 ARP 表项。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] display arp all
IP ADDRESS      MAC ADDRESS     EXPIRE(M) TYPE          INTERFACE    VPN-INSTANCE
                                          VLAN/CEVLAN
------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.2        00e0-c01a-4900              I -           Vlanif100
10.1.1.3        00e0-de24-bf04  20          D-0           GE1/0/2
------------------------------------------------------------------------------
Total:2         Dynamic:1       Static:0    Interface:1
```

说明

表项更新后，老化时间重新变为默认值 20（分钟）。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
L2-topolgy detect enable
#
 vlan 100
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 100
#
return
```

6.4.10 MSTP 配置

介绍了 STP、RSTP、MSTP 的基本知识、MSTP 配置方法和配置实例。

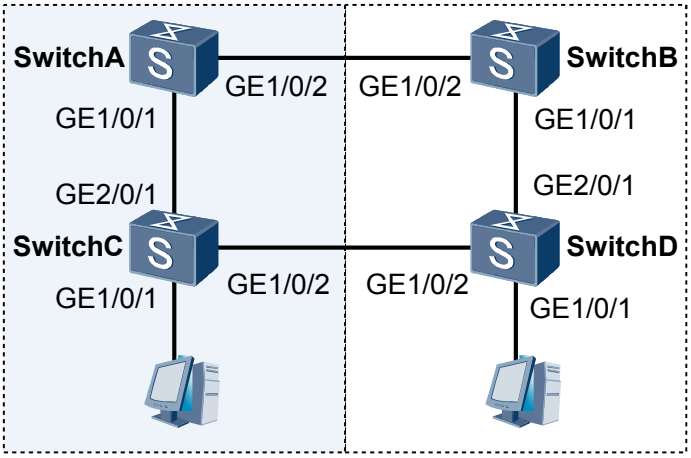
配置 MSTP 的基本功能示例

组网需求

交换机 SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 都支持 MSTP，本例中的交换机都使用二层接口运行 MSTP。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-166 配置 MSTP 的基本功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置 MSTP 的基本功能：

1. 将 SwitchA 和 SwitchC 配置到一个域内，域名为 RG1，创建实例 1。
2. 将 SwitchB 和 SwitchD 配置到另外一个域，域名为 RG2，创建实例 1。
3. 配置交换机 SwitchA 为 CIST 总根。
4. 在域 RG1 内，交换机 SwitchA 为 CIST 域根，SwitchA 为实例 1 的域根。在 SwitchA 的 GE1/0/2 和 GE1/0/1 上应用根保护功能。
5. 在域 RG2 内，交换机 SwitchB 为 CIST 域根，SwitchD 为实例 1 的域根。
6. SwitchC 和 SwitchD 的 GE1/0/1 与 PC 机相连，设置为边缘端口，同时在 SwitchC 和 SwitchD 上应用 BPDU 保护功能。
7. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 使用华为私有计算方法计算路径开销。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 和 SwitchC 的域名为 RG1
- SwitchB 和 SwitchD 的域名为 RG2
- 各 GE 端口号如图 6-166 所示
- VLAN 号是 1 ～ 20

操作步骤

步骤 1 配置交换机 SwitchA

配置 SwitchA 的 MST 域。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] stp region-configuration
[SwitchA-mst-region] region-name RG1
[SwitchA-mst-region] instance 1 vlan 1 to 10
```

激活域配置。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-mst-region] active region-configuration
[SwitchA-mst-region] quit
```

配置 SwitchA 在实例 0 中的优先级为 0，保证 SwitchA 作为 CIST 的总根。

```
[SwitchA] stp instance 0 priority 0
```

配置 SwitchA 在实例 1 中的优先级为 0，保证 SwitchA 作为实例 1 的域根。

```
[SwitchA] stp instance 1 priority 0
```

配置端口路径开销的计算方法为华为私有计算方法。

```
[SwitchA] stp pathcost-standard legacy
```

创建 VLAN 2 到 20。

```
[SwitchA] vlan batch 2 to 20
```

将 GE1/0/2 加入 VLAN。

```
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

将 GE1/0/1 加入 VLAN。

```
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在 GE1/0/1 上启动根保护。

```
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] stp root-protection
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在 GE1/0/2 上启动根保护。

```
[SwitchA] interface GigabitEthernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] stp root-protection
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

启动 MSTP。

```
[SwitchA] stp enable
```

步骤 2 配置交换机 SwitchB

配置 SwitchB 的 MST 域。

```
[SwitchB] stp region-configuration
[SwitchB-mst-region] region-name RG2
[SwitchB-mst-region] instance 1 vlan 1 to 10
```

激活域配置。

```
[SwitchB-mst-region] active region-configuration
[SwitchB-mst-region] quit
```

配置 SwitchB 在实例 0 中的优先级为 4096，保证 SwitchB 作为 CIST 的域根。

```
[SwitchB] stp instance 0 priority 4096
```

配置端口路径的开销计算方法为华为私有计算方法。

```
[SwitchB] stp pathcost-standard legacy
```


版权所有 © 华为技术有限公司

创建 VLAN 2 到 20。

```
[SwitchB] vlan batch 2 to 20
```

将 GE1/0/1 加入 VLAN。

```
[SwitchB] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

将 GE1/0/2 加入 VLAN。

```
[SwitchB] interface GigabitEthernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

启动 MSTP。

```
[SwitchB] stp enable
```

步骤 3 配置 SwitchC

配置 SwitchC 的 MST 域。

```
[SwitchC] stp region-configuration
[SwitchC-mst-region] region-name RG1
[SwitchC-mst-region] instance 1 vlan 1 to 10
```

激活域配置。

```
[SwitchC-mst-region] active region-configuration
[SwitchC-mst-region] quit
```

配置端口路径开销的计算方法为华为私有计算方法。

```
[SwitchC] stp pathcost-standard legacy
```

启动 BPDU 保护功能

```
[SwitchC] stp bpdu-protection
```

创建 VLAN 2 到 20。

```
[SwitchC] vlan batch 2 to 20
```

将 GE1/0/2 加入 VLAN。

```
[SwitchC] interface GigabitEthernet 1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

将 GE2/0/1 加入 VLAN。

```
[SwitchC] interface GigabitEthernet 2/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

将 GE1/0/1 配置成边缘端口。

```
[SwitchC] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] stp edged-port enable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

启动 MSTP。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] stp enable
```

步骤 4 配置 SwitchD

配置 SwitchD 的 MST 域。

```
[SwitchD] stp region-configuration
[SwitchD-mst-region] region-name RG2
[SwitchD-mst-region] instance 1 vlan 1 to 10
```

激活域配置。

```
[SwitchD-mst-region] active region-configuration
[SwitchD-mst-region] quit
```

配置 SwitchD 在实例 1 中的优先级为 0，保证 SwitchD 作为实例 1 的域根。

```
[SwitchD] stp instance 1 priority 0
```

配置端口路径开销的计算方法为华为私有计算方法。

```
[SwitchD] stp pathcost-standard legacy
```

启动 BPDU 保护功能。

```
[SwitchD] stp bpdu-protection
```

创建 VLAN 2 到 20。

```
[SwitchD] vlan batch 2 to 20
```

将 GE1/0/2 加入 VLAN。

```
[SwitchD] interface gigabitEthernet 1/0/2
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

将 GE2/0/1 加入 VLAN。

```
[SwitchD] interface GigabitEthernet 2/0/1
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

将 GE1/0/1 配置成边缘端口。

```
[SwitchD] interface GigabitEthernet 1/0/1
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] stp edged-port enable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

启动 MSTP。

```
[SwitchD] stp enable
```

步骤 5 验证配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。

在 SwitchA 上执行 **display stp brief** 命令，查看端口状态和端口的保护类型，结果如下：

```
<SwitchA> display stp brief
 MSTID     Port                Role  STP State     Protection
   0       GigabitEthernet1/0/1  DESI  FORWARDING      ROOT
   0       GigabitEthernet1/0/2  DESI  FORWARDING      ROOT
   1       GigabitEthernet1/0/1  DESI  FORWARDING      ROOT
   1       GigabitEthernet1/0/2  DESI  FORWARDING      ROOT
```


版权所有 © 华为技术有限公司

由于交换机 SwitchA 在 CIST 内优先级最高，所以 SwitchA 被选择为 CIST 总根，同时它也是 RG1 的域根。SwitchA 的 GE1/0/2 和 GE1/0/1 在 CIST 上都是指定端口。

交换机 SwitchA 实例 1 上的优先级在域 RG1 内最高，所以 SwitchA 被选择为实例 1 的域根。GE1/0/2 和 GE1/0/1 在实例 1 上都被计算为指定端口。

在 SwitchC 上执行 **display stp interface brief** 命令，结果如下：

```
<SwitchC> display stp interface GigabitEthernet 2/0/1 brief
 MSTID      Port                    Role  STP State     Protection
   0        GigabitEthernet2/0/1    ROOT  FORWARDING      NONE
   1        GigabitEthernet2/0/1    ROOT  FORWARDING      NONE
<SwitchC> display stp interface GigabitEthernet 1/0/2 brief
 MSTID      Port                    Role  STP State     Protection
   0        GigabitEthernet1/0/2    DESI  FORWARDING      NONE
   1        GigabitEthernet1/0/2    DESI  FORWARDING      NONE
```

SwitchC 的 GE2/0/1 在 CIST 和实例 1 中为根端口。SwitchC 的另一个 GE1/0/2，在 CIST 和实例 1 中都是指定端口。

在交换机 SwitchB 上执行 **display stp brief** 命令，结果如下：

```
<SwitchB> display stp brief
 MSTID      Port                  Role  STP State     Protection
   0        GigabitEthernet1/0/2  ROOT  FORWARDING      NONE
   0        GigabitEthernet1/0/1  DESI  FORWARDING      NONE
   1        GigabitEthernet1/0/2  MAST  FORWARDING      NONE
   1        GigabitEthernet1/0/1  ROOT  FORWARDING      NONE
```

交换机 SwitchB 在 CIST 上的优先级低于 SwitchA，GE1/0/2 在 CIST 被计算为根端口。同时因为 SwitchA 和 SwitchB 不属于同一个域，所以 GE1/0/2 在实例 1 上被计算为 Master 端口。在实例 1 中，SwitchB 的优先级低于 SwitchD，所以 GE1/0/1 被计算为根端口。SwitchB 在 CIST 中的优先级高于 SwitchD，GE1/0/1 在 CIST 被计算为指定端口。

在 SwitchD 上执行 **display stp interface brief** 命令，结果如下：

```
<SwitchD> display stp interface GigabitEthernet 2/0/1 brief
 MSTID      Port                    Role  STP State     Protection
   0        GigabitEthernet2/0/1    ROOT  FORWARDING      NONE
   1        GigabitEthernet2/0/1    DESI  FORWARDING      NONE
<SwitchD> display stp interface GigabitEthernet 1/0/2 brief
 MSTID      Port                    Role  STP State     Protection
   0        GigabitEthernet1/0/2    ALTE  DISCARDING      NONE
   1        GigabitEthernet1/0/2    ALTE  DISCARDING      NONE
```

因为 SwitchD 的 GE1/0/2 在 CIST 上为 Alternate 端口，又因为 SwitchD 与 SwitchC 不在同一个域，所以 GE1/0/2 在实例 1 中的也被选择为 Alternate 端口。

GE2/0/1 在 CIST 为根端口，因为 SwitchD 在实例 1 中的优先级比 SwitchB 高，所以 GE2/0/1 在实例 1 上被作为指定端口。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 2 to 20
#
 stp instance 0 priority 0
 stp instance 1 priority 0
 stp pathcost-standard legacy
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
stp region-configuration
 region-name RG1
 instance 1 vlan 1 to 10
 active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 20
 stp root-protection
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 20
 stp root-protection
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 2 to 20
#
 stp instance 0 priority 4096
 stp pathcost-standard legacy

#
stp region-configuration
 region-name RG2
 instance 1 vlan 1 to 10
 active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 20
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 2 to 20
#
 stp bpdu-protection
 stp pathcost-standard legacy

#
stp region-configuration
 region-name RG1
 instance 1 vlan 1 to 10
 active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
 stp edged-port enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 20
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port trunk allow-pass vlan 2 to 20
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 2 to 20
#
 stp instance 1 priority 0
 stp bpdu-protection
 stp pathcost-standard legacy

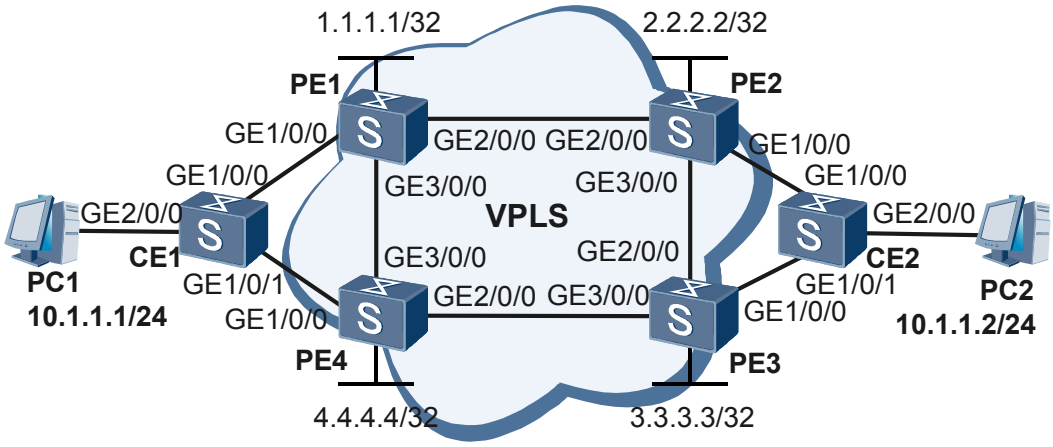
#
stp region-configuration
 region-name RG2
 instance 1 vlan 1 to 10
 active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
 stp edged-port enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 20
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 20
#
return
```

配置 CE 通过 MSTP 双归接入 VPLS 示例

组网需求

如图 6-167，CE 双归接入 PE 设备，PE 之间建立 VPLS 全连接。CE 与 PE 之间运行 MSTP 协议。正常情况下流量沿主用链路转发，当主用链路发生故障时流量切换到备用链路上。

图 6-167 配置 CE 通过 MSTP 双归接入 VPLS 组网图



Switch	接口	对应的三层接口	IP 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

PE1	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	172.1.1.1/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	172.4.1.2/24
	Loopback1	-	1.1.1.1/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	172.1.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 20	172.2.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.2/32
PE3	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	172.2.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	172.3.1.1/24
	Loopback1	-	3.3.3.3/32
PE4	GigabitEthernet1/0/0	GigabitEthernet1/0/0.1	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	172.3.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	172.4.1.1/24
	Loopback1	-	4.4.4.4/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 100	-
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 100	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 100	-
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 100	-
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 100	-
	GigabitEthernet2/0/1	VLANIF 100	-

配置思路

采用如下思路配置 CE 通过 MSTP 双归接入 VPLS：

1. 在骨干网上配置路由协议实现互通。
2. 在 PE 之间建立远端 LDP 会话。
3. PE 间建立 VPLS 全连接。
4. 配置 MSTP,PE1 和 PE2 为主根，PE3 和 PE4 为备份根。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- 对等体的 IP 地址及建立对等体时使用的隧道策略。
- 绑定 VSI 的接口。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 子接口的封装方式与通过的 VLAN 编号。
- STP 域名，优先级。

说明

配置 VPLS 与 MSTP 联动时，可以使用 dot1q 子接口、qinq 子接口或 VLANIF 接口绑定 VSI。本例使用 dot1q 子接口。

操作步骤

步骤 1 按图 6-167 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

- 避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。
- CE 发送给 PE 的报文需携带 VLAN Tag。

步骤 2 配置 IGP，本例中使用 OSPF

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、PE2、PE3 和 PE4 的 32 位 Loopback 接口地址（LSR-ID）。

具体请配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力和 LDP

具体配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 P 之间或 PE2 和 P 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.3
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.3] remote-ip 3.3.3.3
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.3] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 4.4.4.4
[PE2-mpls-ldp-remote-4.4.4.4] remote-ip 4.4.4.4
[PE2-mpls-ldp-remote-4.4.4.4] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] mpls ldp remote-peer 1.1.1.1
[PE3-mpls-ldp-remote-1.1.1.1] remote-ip 1.1.1.1
[PE3-mpls-ldp-remote-1.1.1.1] quit
```

配置 PE4。

```
[PE4] mpls ldp remote-peer 2.2.2.2
[PE4-mpls-ldp-remote-2.2.2.2] remote-ip 2.2.2.2
[PE4-mpls-ldp-remote-2.2.2.2] quit
```

配置完成后，在 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到对等体的 Status 项为“Operational”，即远端对等体关系已建立。以 PE1 的显示为例：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] display mpls ldp session
              LDP Session(s) in Public Network
------------------------------------------------------------------------------
 Peer-ID           Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KA-Sent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.2:0         Operational DU   Passive  000:00:08   33/33
 3.3.3.3:0         Operational DU   Passive  000:00:07   29/29
 4.4.4.4:0         Operational DU   Passive  000:00:00   1/1
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 3 session(s) Found. LAM : Label Advertisement Mode      SsnAge Unit : DDD:HH:MM
```

步骤 5 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

配置 PE3。

```
[PE3] mpls l2vpn
```

配置 PE4。

```
[PE4] mpls l2vpn
```

步骤 6 在 PE 上配置 VSI

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a2 static
[PE1-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 2.2.2.2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.3
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 4.4.4.4
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a2 static
[PE2-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 1.1.1.1
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.3
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 4.4.4.4
```

PE3、PE4 的配置与 PE1、PE2 类似，此处不再赘述。

步骤 7 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 PE1。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE1-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 100
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE2-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE3。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE3] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE3-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 100
[PE3-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE3-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

配置 PE4。

```
[PE4] interface gigabitethernet 1/0/0.1
[PE4-GigabitEthernet1/0/0.1] dot1q termination vid 100
[PE4-GigabitEthernet1/0/0.1] l2 binding vsi a2
[PE4-GigabitEthernet1/0/0.1] quit
```

步骤 8 配置 STP

1. 配置域，激活域配置

   # 配置 PE1

   ```
   [PE1] stp region-configuration
   [PE1-mst-region] region-name RG1
   [PE1-mst-region] active region-configuration
   [PE1-mst-region] quit
   ```

   # 配置 PE4

   ```
   [PE4] stp region-configuration
   [PE4-mst-region] region-name RG1
   [PE4-mst-region] active region-configuration
   [PE4-mst-region] quit
   ```

   # 配置 CE1

   ```
   [CE1] stp region-configuration
   [CE1-mst-region] region-name RG1
   [CE1-mst-region] active region-configuration
   [CE1-mst-region] quit
   ```

   # 配置 PE2

   ```
   [PE2] stp region-configuration
   [PE2-mst-region] region-name RG1
   [PE2-mst-region] active region-configuration
   [PE2-mst-region] quit
   ```

   # 配置 PE3

   ```
   [PE3] stp region-configuration
   [PE3-mst-region] region-name RG1
   [PE3-mst-region] active region-configuration
   [PE3-mst-region] quit
   ```

   # 配置 CE2

   ```
   [CE2] stp region-configuration
   [CE2-mst-region] region-name RG1
   [CE2-mst-region] active region-configuration
   [CE2-mst-region] quit
   ```

2. 配置设备优先级，使得 PE1、PE2 为根桥，PE3、PE4 为备根

   # 配置 PE1

   ```
   [PE1] stp instance 0 priority 0
   ```

   # 配置 PE2

   ```
   [PE2] stp instance 0 priority 0
   ```

   # 配置 PE3

   ```
   [PE3] stp instance 0 priority 4096
   ```

   # 配置 PE4

   ```
   [PE4] stp instance 0 priority 4096
   ```

3. 配置 CE 与 PE 间使能 MSTP 与 VPLS 联动,并在备根上配置根保护

   # 配置 CE1

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1] stp enable
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] stp enable
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] stp enable
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 CE2

```
[CE2] stp enable
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/1
[CE2-GigabitEthernet1/0/1] stp enable
[CE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] stp enable
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 PE1

```
[PE1] stp enable
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] stp vpls-subinterface enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] stp enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] stp disable
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] stp enable
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] stp vpls-subinterface enable
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] stp enable
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE2] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] stp disable
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

配置 PE3

```
[PE3] stp enable
[PE3] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] stp vpls-subinterface enable
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] stp root-protection
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] stp enable
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE3] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE3-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE3-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE3] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE3-GigabitEthernet3/0/0] stp disable
[PE3-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

配置 PE4

```
[PE4] stp enable
[PE4] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE4-GigabitEthernet1/0/0] stp vpls-subinterface enable
[PE4-GigabitEthernet1/0/0] stp root-protection
[PE4-GigabitEthernet1/0/0] stp enable
[PE4-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE4] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE4-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE4-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE4] interface gigabitethernet 3/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE4-GigabitEthernet3/0/0] stp disable
[PE4-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

步骤 9 验证配置结果

在 PE1 上执行 **display vsi name a2 verbose** 命令，VSI 状态为 UP。

```
<PE1> display vsi name a2 verbose

 ***VSI Name               : a2
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
    Mode                   : uniform
    Service Class          : --
    Color                  : --
    DomainId               : 0
    Domain Name            :
    VSI State              : up

    VSI ID                 : 2
   *Peer Router ID         : 2.2.2.2
    VC Label               : 27648
    Peer Type              : dynamic
    Session                : up
    Tunnel ID              : 0x10001,
   *Peer Router ID         : 3.3.3.3
    VC Label               : 27649
    Peer Type              : dynamic
    Session                : up
    Tunnel ID              : 0x10002,
   *Peer Router ID         : 4.4.4.4
    VC Label               : 27650
    Peer Type              : dynamic
    Session                : up
    Tunnel ID              : 0x10003,

    Interface Name         : GigabitEthernet 1/0/0.1
    State                  : up

   **PW Information:

   *Peer Ip Address        : 2.2.2.2
    PW State               : up
    Local VC Label         : 27648
    Remote VC Label        : 27648
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x10001,
   *Peer Ip Address        : 3.3.3.3
    PW State               : up
    Local VC Label         : 27649
    Remote VC Label        : 27649
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x10002,
   *Peer Ip Address        : 4.4.4.4
    PW State               : up
    Local VC Label         : 27650
    Remote VC Label        : 27650
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x10003,
```

在 PC1（10.1.1.1）上能够 ping 通 PC2（10.1.1.2）。

```
<PC1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
--- 10.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

当 CE1 和 PE1 之间的链路或者 PE1 设备出现故障时，PE4 由备根切换为主根。PC1 和 PC2 仍然可以相互 Ping 通，流量经 PE4 转发。

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 100
#
interface Vlanif100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
 #
 vlan batch 100
#
interface Vlanif100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 40
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 2.2.2.2
  peer 3.3.3.3
  peer 4.4.4.4
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.3
 remote-ip 3.3.3.3
#
interface Vlanif 10
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 ip address 172.4.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
  stp vpls-subinterface enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 100
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
 stp disable
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 172.4.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  peer 3.3.3.3
  peer 4.4.4.4
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 4.4.4.4
 remote-ip 4.4.4.4
#
interface Vlanif10
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 172.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 stp vpls-subinterface enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 100
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
 stp disable
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.1
  peer 2.2.2.2
  peer 4.4.4.4
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.1
 remote-ip 1.1.1.1
#
interface Vlanif20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 172.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 172.3.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 stp root-protection
 stp vpls-subinterface enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 100
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
 stp disable
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
  network 172.3.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
#
return
```

- PE4 的配置文件

```
#
 sysname PE4
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.1
  peer 2.2.2.2
  peer 3.3.3.3
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 2.2.2.2
 remote-ip 2.2.2.2
#
interface Vlanif30
 ip address 172.3.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 172.4.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 stp root-protection
 stp vpls-subinterface enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0.1
 dot1q termination vid 100
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
 stp disable
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.3.1.0 0.0.0.255
  network 172.4.1.0 0.0.0.255
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
#
return
```

6.4.11 SEP 配置

介绍配置 SEP（Smart Ethernet Protection）的过程与步骤。

配置 SEP 封闭环示例

该组网的特点是多台二层交换设备组成双归链路接入上级网络，位于上级网络的两台边缘设备之间是直连的方式。此组网位于汇聚层，完成单播业务及组播业务的二层透传功能。通过在汇聚层运行 SEP 协议，实现冗余保护倒换。

组网需求

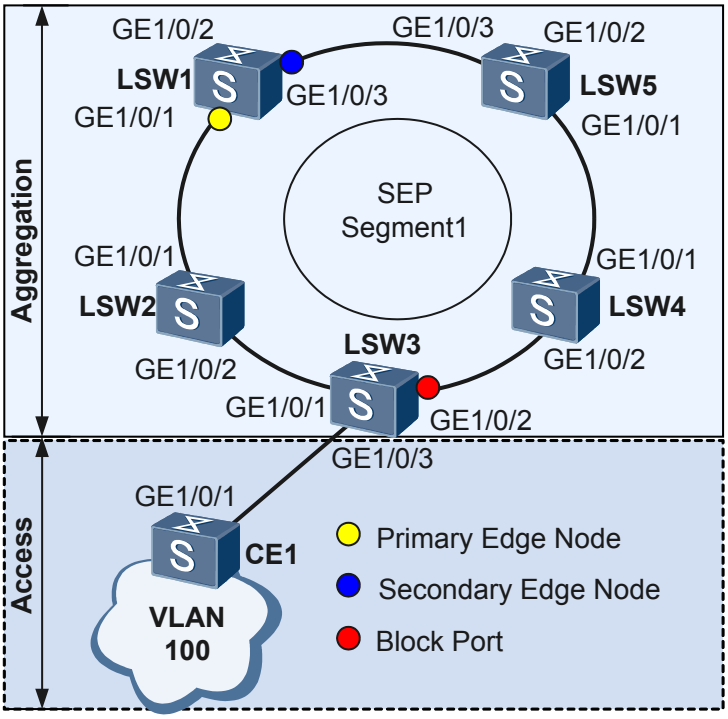
为了进行链路备份，提高网络可靠性，用户通常会使用冗余链路接入上层网络，但是使用冗余链路会在网络中产生环路。环路会造成报文在环路内不断的循环转发，最终导致广播风暴以及 MAC 地址表不稳定等故障现象，从而导致用户通信质量较差，甚至通信中断。为了阻塞冗余环路，并实现当环网上发生链路故障时，阻塞的冗余链路能够迅速恢复通信，可在环网上部署 SEP 协议。

如图 6-168 所示，多台二层交换设备 LSW1 ～ LSW5 形成环形网络。此种情况下：

- 在汇聚层运行 SEP 协议。当环网上没有故障链路时，SEP 能够消除以太网冗余环路。当环网上发生链路故障时，SEP 能够迅速恢复环网上各节点间通信通路。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-168 SEP 封闭环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 SEP 封闭环：

1. 配置 SEP 基本功能：
   a. 在 LSW1 ～ LSW5 上配置 Segment ID 为 1 的 SEP 段和 VLAN ID 为 10 的控制 VLAN。
   b. 将环网上所有设备加入 SEP 段并配置 LSW1 上接口 GE1/0/1 和 GE1/0/3 加入 SEP 段的端口角色。
   c. 在端口角色为主边缘端口的设备上配置灵活指定阻塞端口的方式是依据端口优先级，优先阻塞优先级高的端口。
   d. 配置加入 SEP 段的端口优先级。

      配置 LSW3 上的端口 GE1/0/2 优先级最高，SEP 段上其他的端口均采用缺省优先级，确保阻塞优先级最高的端口。
   e. 在端口角色为主边缘端口的设备上配置 SEP 抢占模式是延时抢占。
2. 配置 CE1、LSW1 ～ LSW5 二层转发功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SEP 段 ID
- SEP 段控制 VLAN ID
- 加入 SEP 段的端口角色

版权所有 © 华为技术有限公司

- SEP 的抢占模式
- 端口的阻塞方式
- 加入 SEP 段的端口优先级

操作步骤

步骤 1 配置 SEP 基本功能

1. 配置 Segment ID 为 1 的 SEP 段和 VLAN ID 为 10 控制 VLAN

   # 配置 LSW1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW1
[LSW1] sep segment 1
[LSW1-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW1-sep-segment1] protected-instance all
[LSW1-sep-segment1] quit
```

   # 配置 LSW2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW2
[LSW2] sep segment 1
[LSW2-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW2-sep-segment1] protected-instance all
[LSW2-sep-segment1] quit
```

   # 配置 LSW3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW3
[LSW3] sep segment 1
[LSW3-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW3-sep-segment1] protected-instance all
[LSW3-sep-segment1] quit
```

   # 配置 LSW4。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW4
[LSW4] sep segment 1
[LSW4-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW4-sep-segment1] protected-instance all
[LSW4-sep-segment1] quit
```

   # 配置 LSW5。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW5
[LSW5] sep segment 1
[LSW5-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW5-sep-segment1] protected-instance all
[LSW5-sep-segment1] quit
```

   说明

   - 控制 VLAN 的 ID 必须是没有被创建或使用的，但是在配置文件会自动显示创建普通 VLAN 的命令。
   - 每个 SEP 段必须配置控制 VLAN，当接口加入已经配置控制 VLAN 的 SEP 段后，接口将自动加入控制 VLAN。

2. 将环网上的设备加入 Segment1，并配置端口角色

   说明

   缺省情况下，二层端口上 STP 处于使能状态。在将端口加入 SEP 段之前，请先去使能 STP。

   # 配置 LSW1 的接口 GE1/0/1 端口角色为主边缘端口、接口 GE1/0/3 端口角色为副边缘端口。

```
[LSW1] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW1-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW1-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1 edge primary
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSW1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW1] interface gigabitethernet 1/0/3
[LSW1-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[LSW1-GigabitEthernet1/0/3] sep segment 1 edge secondary
[LSW1-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 LSW2。

```
[LSW2] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW2-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW2-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1
[LSW2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW2] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 1
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 LSW3。

```
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 LSW4。

```
[LSW4] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW4-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW4-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1
[LSW4-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW4] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW4-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[LSW4-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 1
[LSW4-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 LSW5。

```
[LSW5] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW5-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW5-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1
[LSW5-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW5] interface gigabitethernet 1/0/3
[LSW5-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[LSW5-GigabitEthernet1/0/3] sep segment 1
[LSW5-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

3. 配置灵活指定阻塞端口

   # 在主边缘端口位于的设备 LSW1 上配置阻塞端口的方式为依据端口优先级，优先阻塞优先级高的端口。

   ```
   [LSW1] sep segment 1
   [LSW1-sep-segment1] block port optimal
   ```

4. 配置 LSW3 上的端口 GE1/0/2 优先级

   ```
   [LSW3] interface gigabitethernet 1/0/2
   [LSW3-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 1 priority 128
   [LSW3-GigabitEthernet1/0/2] quit
   ```

5. 配置抢占模式

   # 在主边缘端口位于的设备 LSW1 上配置抢占模式为延时抢占。

   ```
   [LSW1-sep-segment1] preempt delay 30
   [LSW1-sep-segment1] quit
   ```


版权所有 © 华为技术有限公司

说明

- 延时抢占时间没有缺省值，用户必须通过本命令配置延时抢占时间。
- 当最后一个端口故障恢复后，边缘端口将不再收到故障通告报文。主边缘端口在 3 秒内没有收到故障通告报文，立即启动延时定时器。延时定时器超时后，SEP 段中的节点设备执行阻塞端口抢占。

  所以，在此配置示例中，需要先人为制造端口故障，再恢复端口故障，延时抢占才能成功执行。例如:

  在 LSW2 设备上对端口 GE1/0/2 执行 **shutdown** 命令，模拟端口故障。然后再在端口 GE1/0/2 执行 **undo shutdown** 命令，端口故障恢复。

步骤 2 配置 CE 和 LSW1 ～ LSW5 的二层转发功能

具体配置过程略。请参考本配置举例中的配置文件。

步骤 3 验证配置结果

- 对 LSW3 上的接口 GE1/0/1 执行命令 **shutdown** 模拟端口故障，在 LSW3 上执行命令 display sep interface 查看接口 GE1/0/2 能否从阻塞状态放开进入转发状态。

```
<LSW3> display sep interface gigabitethernet 1/0/2
SEP segment 1
-------------------------------------------------------------
Interface           Port Role     Neighbor Status     Port Status
-------------------------------------------------------------
GE1/0/2             common        up                  forwarding
```

----结束

配置文件

- LSW1 的配置文件

```
#
 sysname LSW1
#
 vlan batch 10 100 200
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 block port optimal
 preempt delay 30
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1 edge primary
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid tagged vlan 100
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1 edge secondary
#
return
```

- LSW2 的配置文件

```
#
 sysname LSW2
#
 vlan batch 10 100
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
return
```

- LSW3 的配置文件

```
#
 sysname LSW3
#
 vlan batch 10 100
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
 sep segment 1 priority 128
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 100
#
return
```

- LSW4 的配置文件

```
#
 sysname LSW4
#
 vlan batch 10 100
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
return
```

- LSW5 的配置文件

```
#
 sysname LSW5
#
 vlan batch 10 100 200
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid tagged vlan 100
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
#
return
```

配置 SEP 多环示例

该组网的特点是接入层和汇聚层均由多台二层交换设备构成环形网络，通过在接入层和汇聚层运行 SEP 协议，实现接入层和汇聚层冗余保护倒换。

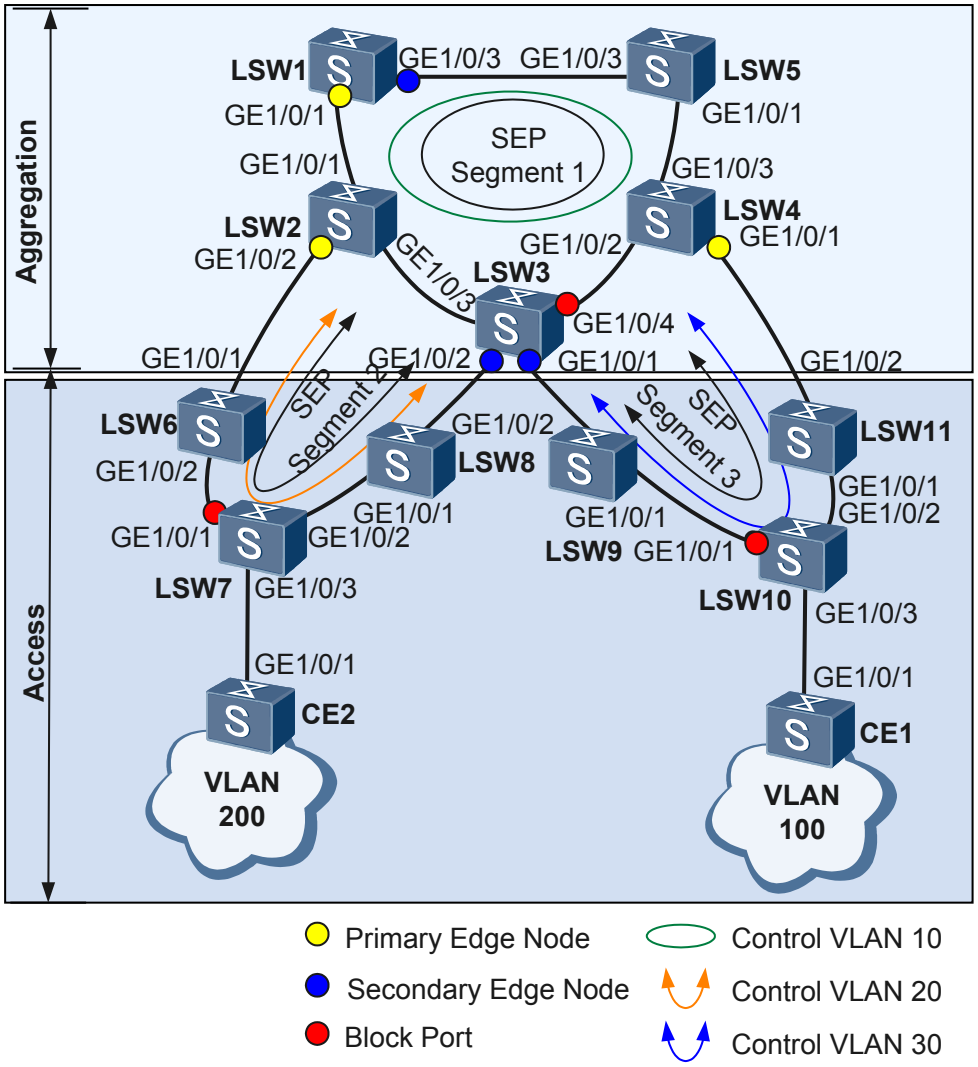
组网需求

为了进行链路备份，提高网络可靠性，用户通常会使用冗余链路接入上层网络，但是使用冗余链路会在网络中产生环路。环路会造成报文在环路内不断的循环转发，最终导致广播风暴以及 MAC 地址表不稳定等故障现象，从而导致用户通信质量较差，甚至通信中断。为了阻塞冗余环路，并实现当环网上发生链路故障时，阻塞的冗余链路能够迅速恢复通信，可在环网上部署 SEP 协议。

如图 6-169 所示，接入层和汇聚层由多台二层交换设备构成环形网络。在接入层、汇聚层运行 SEP 协议。当环网上没有故障链路时，SEP 能够消除以太网冗余环路。当环网上发生链路故障时，SEP 能够迅速恢复环网上各节点间通信通路。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-169 SEP 多环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 SEP 多环：

1. 配置 SEP 基本功能：
   a. 配置 Segment ID 分别为 1、2、3 的 SEP 段，VLAN ID 分别为 10、20 和 30 的控制 VLAN。
      - 在 LSW1 ～ LSW5 上配置 Segment ID 为 1 的 SEP 段和 VLAN ID 为 10 的控制 VLAN。
      - 在 LSW2、LSW6 ～ LSW8 和 LSW3 上配置 Segment ID 为 2 的 SEP 段和 VLAN ID 为 20 的控制 VLAN。
      - 在 LSW3、LSW9 ～ LSW11 和 LSW4 上配置 Segment ID 为 3 的 SEP 段和 VLAN ID 为 30 的控制 VLAN。
   b. 将环网上的设备加入 SEP 段，并配置 SEP 段边缘设备上加入 SEP 段中的端口角色。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 将 LSW1 ～ LSW5 构成环网的接口加入 Segment ID 为 1 的 SEP 段，并配置 LSW1 上接口 GE1/0/1 和 GE1/0/3 加入 SEP 段的端口角色。
- 将 LSW2 上接口 GE1/0/2，LSW6 ～ LSW8 上两个接口及 LSW3 上的接口 GE1/0/2 加入 Segment ID 为 2 的 SEP 段，并分别配置 LSW2 和 LSW3 上接口 GE1/0/2 加入 SEP 段的端口角色。
- 将 LSW3 上接口 GE1/0/1，LSW9 ～ LSW11 上两个接口及 LSW4 上的接口 GE1/0/1 加入 Segment ID 为 3 的 SEP 段，并分别配置 LSW3 和 LSW4 上接口 GE1/0/1 加入 SEP 段的端口角色。

c. 在端口角色为主边缘端口的设备上配置灵活指定阻塞端口。

- Segment1 采用的阻塞端口方式是依据端口优先级，优先阻塞优先级高的端口。
- Segment2 采用的阻塞端口方式是依据设备名+接口名。
- Segment3 采用的阻塞端口方式是依据用户配置的跳数指定阻塞端口。

d. 在端口角色为主边缘端口的设备上配置 SEP 抢占模式。

Segment1 采用的抢占模式是延时抢占；Segment2 和 Segment3 采用的抢占模式是手工抢占。

e. 在 SEP 段之间相交的设备 LSW2、LSW3 和 LSW4 上配置 SEP 拓扑变化通告。

2. 配置 CE1、CE2、LSW1 ～ LSW11 二层转发功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SEP 段 ID
- SEP 段控制 VLAN ID
- 加入 SEP 段的端口角色
- SEP 的抢占模式
- 端口的阻塞方式
- 加入 SEP 段的端口优先级

操作步骤

步骤 1 配置 SEP 基本功能

1. 配置 Segment ID 分别为 1、2、3 的 SEP 段，并按图 6-169 所示，配置 VLAN ID 为 10、20、30 的控制 VLAN

配置 LSW1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW1
[LSW1] sep segment 1
[LSW1-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW1-sep-segment1] protected-instance all
[LSW1-sep-segment1] quit
```

配置 LSW2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW2
[LSW2] sep segment 1
[LSW2-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW2-sep-segment1] protected-instance all
[LSW2-sep-segment1] quit
[LSW2] sep segment 2
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSW2-sep-segment2] control-vlan 20
[LSW2-sep-segment2] protected-instance all
[LSW2-sep-segment2] quit
```

配置 LSW3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW3
[LSW3] sep segment 1
[LSW3-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW3-sep-segment1] protected-instance all
[LSW3-sep-segment1] quit
[LSW3] sep segment 2
[LSW3-sep-segment2] control-vlan 20
[LSW3-sep-segment2] protected-instance all
[LSW3-sep-segment2] quit
[LSW3] sep segment 3
[LSW3-sep-segment3] control-vlan 30
[LSW3-sep-segment3] protected-instance all
[LSW3-sep-segment3] quit
```

配置 LSW4。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW4
[LSW4] sep segment 1
[LSW4-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW4-sep-segment1] protected-instance all
[LSW4-sep-segment1] quit
[LSW4] sep segment 3
[LSW4-sep-segment3] control-vlan 30
[LSW4-sep-segment3] protected-instance all
[LSW4-sep-segment3] quit
```

配置 LSW5。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW5
[LSW5] sep segment 1
[LSW5-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW5-sep-segment1] protected-instance all
[LSW5-sep-segment1] quit
```

配置 LSW6 ～ LSW11。

LSW6 ～ LSW11 的配置与 LSW1 ～ LSW5 的配置类似，主要区别在于不同 SEP 段配置的控制 VLAN 不同。

具体配置过程略。请参见本示例的配置文件。

说明

- 控制 VLAN 的 ID 必须是没有被创建或使用的，但是在配置文件会自动显示创建普通 VLAN 的命令。
- 每个 SEP 段必须配置控制 VLAN，当接口加入已经配置控制 VLAN 的 SEP 段后，接口将自动加入控制 VLAN。

2. 按图 6-169 所示，将环网上的设备加入指定 SEP 段，并设置端口角色

说明

缺省情况下，二层端口上 STP 处于使能状态。在将端口加入 SEP 段之前，请先去使能 STP。

配置 LSW1 的接口 GE1/0/1 端口角色为主边缘端口、接口 GE1/0/3 端口角色为副边缘端口。

```
[LSW1] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW1-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW1-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1 edge primary
[LSW1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW1] interface gigabitethernet 1/0/3
[LSW1-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[LSW1-GigabitEthernet1/0/3] sep segment 1 edge secondary
[LSW1-GigabitEthernet1/0/3] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 LSW2。

```
[LSW2] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW2-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW2-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1
[LSW2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW2] interface gigabitethernet 1/0/3
[LSW2-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[LSW2-GigabitEthernet1/0/3] sep segment 1
[LSW2-GigabitEthernet1/0/3] quit
[LSW2] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 2 edge primary
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 LSW3。

```
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/3
[LSW3-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[LSW3-GigabitEthernet1/0/3] sep segment 1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/3] quit
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/4
[LSW3-GigabitEthernet1/0/4] stp disable
[LSW3-GigabitEthernet1/0/4] sep segment 1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/4] quit
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 2 edge secondary
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] quit
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 3 edge secondary
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 LSW4。

```
[LSW4] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW4-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[LSW4-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 1
[LSW4-GigabitEthernet1/0/2] quit
[LSW4] interface gigabitethernet 1/0/3
[LSW4-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[LSW4-GigabitEthernet1/0/3] sep segment 1
[LSW4-GigabitEthernet1/0/3] quit
[LSW4] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW4-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW4-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 3 edge primary
[LSW4-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 LSW5。

```
[LSW5] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW5-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW5-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1
[LSW5-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW5] interface gigabitethernet 1/0/3
[LSW5-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[LSW5-GigabitEthernet1/0/3] sep segment 1
[LSW5-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 LSW6 ～ LSW11。

LSW6 ～ LSW11 的配置与 LSW1 ～ LSW5 的配置类似，主要区别在于 LSW6 ～ LSW11 上加入 SEP 段的端口不需要指定端口角色。

具体配置过程略。请参见本示例的配置文件。

3. 配置灵活指定阻塞端口

在 Segment1 中主边缘端口位于的设备 LSW1 上配置阻塞端口的方式为依据端口优先级，优先阻塞优先级高的端口。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSW1] sep segment 1
[LSW1-sep-segment1] block port optimal
[LSW1-sep-segment1] quit
```

配置 LSW3 上的端口 GE1/0/4 优先级为 128，优先阻塞优先级高的端口。

```
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/4
[LSW3-GigabitEthernet1/0/4] sep segment 1 priority 128
[LSW3-GigabitEthernet1/0/4] quit
```

Segment1 中的其他端口均采用默认优先级。

在 Segment2 中主边缘端口位于的设备 LSW2 上配置阻塞端口的方式为依据设备名+接口名。

用户在配置前，可通过命令 **display sep topology** 查看当前环的拓扑信息，获取到拓扑中所有端口信息，然后指定设备名和端口名。

```
[LSW2] sep segment 2
[LSW2-sep-segment2] block port sysname LSW7 interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW2-sep-segment2] quit
```

在 Segment3 中主边缘端口位于的设备 LSW4 上配置阻塞端口的方式为依据用户配置的跳数指定阻塞端口。

```
[LSW4] sep segment 3
[LSW4-sep-segment3] block port hop 5
[LSW4-sep-segment3] quit
```

说明

SEP 约定，主边缘端口的跳数为 1，主边缘端口的邻居端口的跳数为 2。跳数是沿着主边缘端口的下游邻居方向依次增加。

4. 配置抢占模式

在 Segment1 中主边缘端口位于的设备 LSW1 上配置抢占模式为延时抢占。

```
[LSW1] sep segment 1
[LSW1-sep-segment1] preempt delay 30
```

说明

- 延时抢占时间没有缺省值，用户必须通过本命令配置延时抢占时间。
- 当最后一个端口故障恢复后，边缘端口将不再收到故障通告报文。主边缘端口在 3 秒内没有收到故障通告报文，立即启动延时定时器。延时定时器超时后，SEP 段中的节点设备执行阻塞端口抢占。

  所以，在此配置示例中，需要先人为制造端口故障，再恢复端口故障，延时抢占才能成功执行。例如:

  在 LSW2 设备上对端口 GE1/0/2 执行 **shutdown** 命令，模拟端口故障。然后再在端口 GE1/0/2 执行 **undo shutdown** 命令，端口故障恢复。

在 Segment2 中主边缘端口位于的设备 LSW2 上配置抢占模式为手工抢占。

```
[LSW2] sep segment 2
[LSW2-sep-segment2] preempt manual
```

在 Segment3 中主边缘端口位于的设备 LSW4 上配置抢占模式为手工抢占。

```
[LSW4] sep segment 3
[LSW4-sep-segment3] preempt manual
```

5. 配置 SEP 拓扑变化通告

在 Segment2 中配置 Segment2 的拓扑变化通告给 Segment1。

配置 LSW2。

```
[LSW2] sep segment 2
[LSW2-sep-segment2] tc-notify segment 1
[LSW2-sep-segment2] quit
```

配置 LSW3。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSW3] sep segment 2
[LSW3-sep-segment2] tc-notify segment 1
[LSW3-sep-segment2] quit
```

在 Segment3 中配置 Segment3 的拓扑变化通告给 Segment1。

配置 LSW3。

```
[LSW3] sep segment 3
[LSW3-sep-segment3] tc-notify segment 1
[LSW3-sep-segment3] quit
```

配置 LSW4。

```
[LSW4] sep segment 3
[LSW4-sep-segment3] tc-notify segment 1
[LSW4-sep-segment3] quit
```

说明

SEP 拓扑通告用于下级网络向上级网络通告，部署于 SEP 段之间相交的设备上。

步骤 2 配置 CE 和 LSW1 ～ LSW11 的二层转发功能

具体配置过程略。请参考本配置举例中的配置文件。

步骤 3 验证配置结果

上述配置成功后，执行以下操作，验证配置结果。以 LSW1 为例。

- 对 LSW2 上的接口 GE1/0/1 执行命令 **shutdown** 模拟端口故障，在 LSW3 上执行命令 display sep interface 查看接口 GE1/0/4 能否从阻塞状态放开进入转发状态。

```
<LSW3> display sep interface gigabitethernet 1/0/4
SEP segment 1
------------------------------------------------------------------
Interface           Port Role     Neighbor Status     Port Status
------------------------------------------------------------------
GE1/0/4             common        up                  forwarding
```

----结束

配置文件

- LSW1 的配置文件

```
#
 sysname LSW1
#
 vlan batch 10 100 200 300
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 block port optimal
 preempt delay 30
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1 edge primary
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid tagged vlan 100 200
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 10 100 200 300
 stp disable
 sep segment 1 edge secondary
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- LSW2 的配置文件

```
#
 sysname LSW2
#
 vlan batch 10 20 100 200
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
sep segment 2
 control-vlan 20
 block port sysname LSW7 interface GigabitEthernet1/0/1
 tc-notify segment 1
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 20 200
 stp disable
 sep segment 2 edge primary
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1
#
return
```

- LSW3 的配置文件

```
#
 sysname LSW3
#
 vlan batch 10 20 30 100 200
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
sep segment 2
 control-vlan 20
 tc-notify segment 1
 protected-instance 0 to 48
sep segment 3
 control-vlan 30
 tc-notify segment 1
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 30 100
 stp disable
 sep segment 3 edge secondary
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 20 200
 stp disable
 sep segment 2 edge secondary
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 stp disable
 sep segment 1
 sep segment 1 priority 128
#
return
```

- LSW4 的配置文件

```
#
 sysname LSW4
#
 vlan batch 10 30 100 200
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
sep segment 2
 control-vlan 30
 protected-instance 0 to 48
sep segment 3
 control-vlan 30
 block port hop 5
 tc-notify segment 1
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 30 100
 stp disable
 sep segment 3 edge primary
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1
#
return
```

- LSW5 的配置文件

```
#
 sysname LSW5
#
 vlan batch 10 100 200 300
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100 200
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid tagged vlan 100 200
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 10 100 200 300
 stp disable
 sep segment 1
#
return
```

- LSW6 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname LSW6
#
 vlan batch 20 200
#
sep segment 2
 control-vlan 20
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 20 200
 stp disable
 sep segment 2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 20 200
 stp disable
 sep segment 2
#
return
```

- LSW7 的配置文件

```
#
 sysname LSW7
#
 vlan batch 20 200
#
sep segment 2
 control-vlan 20
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 20 200
 stp disable
 sep segment 2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 20 200
 stp disable
 sep segment 2
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 200
#
return
```

- LSW8 的配置文件

```
#
 sysname LSW8
#
 vlan batch 20 200
#
sep segment 2
 control-vlan 20
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 20 200
 stp disable
 sep segment 2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 20 200
 stp disable
 sep segment 2
#
return
```

- LSW9 的配置文件

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname LSW9
#
 vlan batch 30 100
#
sep segment 3
 control-vlan 30
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 30 100
 stp disable
 sep segment 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 30 100
 stp disable
 sep segment 3
#
return
```

- LSW10 的配置文件

```
#
 sysname LSW10
#
 vlan batch 30 100
#
sep segment 3
 control-vlan 30
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 30 100
 stp disable
 sep segment 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 30 100
 stp disable
 sep segment 3
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 100
#
return
```

- LSW11 的配置文件

```
#
 sysname LSW11
#
 vlan batch 30 100
#
sep segment 3
 control-vlan 30
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 30 100
 stp disable
 sep segment 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 30 100
 stp disable
 sep segment 3
#
return
```

- CE1 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 200
#
return
```

配置 SEP+MSTP 混合环示例

本示例中的组网特点是接入层与汇聚层相交的两台设备不支持 SEP 协议，通过在接入层部署 SEP 协议实现冗余保护倒换，并在 SEP 段的边缘设备上部署网络拓扑变化通告，实现上级网络及时了解下级网络的拓扑变化。

组网需求

为了进行链路备份，提高网络可靠性，用户通常会使用冗余链路接入上层网络，但是使用冗余链路会在网络中产生环路。环路会造成报文在环路内不断的循环转发，最终导致广播风暴以及 MAC 地址表不稳定等故障现象，从而导致用户通信质量较差，甚至通信中断。为了阻塞冗余环路，并实现当环网上发生链路故障时，阻塞的冗余链路能够迅速恢复通信，可在环网上部署 SEP 协议。

说明

本示例汇聚层以运行 MSTP 协议为例。

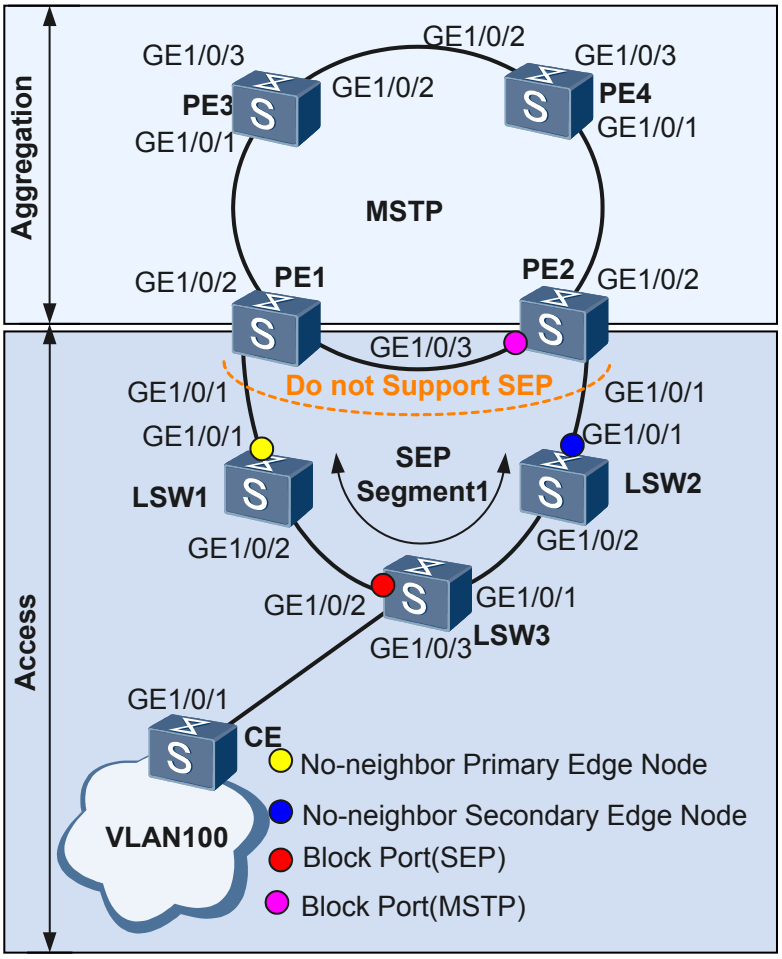
如图 6-170 所示，接入层由多台二层交换设备组成、汇聚层由多台三层设备组成环形网络。汇聚层已经部署 MSTP 协议以消除冗余链路，此种情况下，在接入层运行 SEP 协议。

- 当环网上没有故障链路时，SEP 能够消除以太网冗余环路。
- 当环网上发生链路故障时，SEP 能够迅速恢复本环网上各节点间通信通路。
- 在 SEP 段的边缘设备上部署网络拓扑变化通告，实现上级网络及时了解下级网络的拓扑变化。

  当上级网络收到下游网络拓扑变化的消息后，会在本网络内发送 TC 报文，通知本网络内的所有设备清除 MAC 地址，重新学习下游网络拓扑变化后的 MAC 地址，从而保证用户流量不中断。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-170 SEP 混合环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 SEP 混合环：

1. 配置 SEP 基本功能：
   a. 在 LSW1 ～ LSW3 上配置 Segment ID 为 1 的 SEP 段和 VLAN ID 为 10 的控制 VLAN。
   b. 将设备 LSW1 ～ LSW3 加入 SEP 段，并配置 SEP 段边缘设备 LSW1 和 LSW2 上加入 SEP 段中的端口角色。

      说明

      由于 PE1 和 PE2 设备不支持 SEP 协议，故在 LSW1 和 LSW2 设备上选择的端口角色必须是无邻居边缘端口。
   c. 在端口角色为无邻居主边缘端口的设备上配置灵活指定阻塞端口方式为阻塞 SEP 段中间位置的端口。
   d. 配置 SEP 抢占模式为手工抢占。
   e. 配置 SEP 拓扑变化通告，将 SEP 段拓扑变化通知上级使用 STP 协议的网络。
2. 配置 MSTP 基本功能：

版权所有 © 华为技术有限公司

a. 将 PE1 ～ PE4 配置到一个域内，域名为 RG1。
b. 在 PE1 ～ PE4 创建 VLAN，并将 STP 环上接口加入 VLAN。
c. 配置 PE3 为根桥、PE4 为备份根桥。

3. 配置 CE1、LSW1 ～ LSW3 二层转发功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SEP 段 ID
- SEP 段控制 VLAN ID
- 加入 SEP 段的端口角色
- SEP 的抢占模式
- 端口的阻塞方式
- STP 域名、实例、优先级

操作步骤

步骤 1 配置 SEP 基本功能

1. 配置 Segment ID 为 1 的 SEP 段和 VLAN ID 为 10 的控制 VLAN

配置 LSW1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW1
[LSW1] sep segment 1
[LSW1-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW1-sep-segment1] protected-instance all
[LSW1-sep-segment1] quit
```

配置 LSW2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW2
[LSW2] sep segment 1
[LSW2-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW2-sep-segment1] protected-instance all
[LSW2-sep-segment1] quit
```

配置 LSW3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSW3
[LSW3] sep segment 1
[LSW3-sep-segment1] control-vlan 10
[LSW3-sep-segment1] protected-instance all
[LSW3-sep-segment1] quit
```

说明

- 控制 VLAN 的 ID 必须是没有被创建或使用的，但是在配置文件会自动显示创建普通 VLAN 的命令。
- 每个 SEP 段必须配置控制 VLAN，当接口加入已经配置控制 VLAN 的 SEP 段后，接口将自动加入控制 VLAN。

2. 将 LSW1 ～ LSW3 加入 Segmengt 1，并设置端口角色

配置 LSW1。

```
[LSW1] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW1-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1 edge no-neighbor primary
[LSW1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW1] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW1-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSW1-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 1
[LSW1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 LSW2。

```
[LSW2] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW2-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1 edge no-neighbor secondary
[LSW2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW2] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 1
[LSW2-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 LSW3。

```
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] sep segment 1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/1] quit
[LSW3] interface gigabitethernet 1/0/2
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] sep segment 1
[LSW3-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

3. 配置灵活指定阻塞端口

   # 在 Segment1 中无邻居主边缘端口位于的设备 LSW1 上配置阻塞端口的方式为依据处于 SEP 段中间位置的端口为阻塞端口。

```
[LSW1] sep segment 1
[LSW1-sep-segment1] block port middle
```

4. 配置抢占模式

   # 在 Segment1 中主边缘端口位于的设备 LSW1 上配置抢占模式为手工抢占。

```
[LSW1-sep-segment1] preempt maunal
```

5. 配置 SEP 拓扑变化通告

   # 在 Segment1 中配置 Segment1 的拓扑变化通告给 STP 协议。

   # 配置 LSW1。

```
[LSW1-sep-segment1] tc-notify stp
[LSW1-sep-segment1] quit
```

   # 配置 LSW2。

```
[LSW2] sep segment 1
[LSW2-sep-segment1] tc-notify stp
[LSW2-sep-segment1] quit
```

步骤 2 配置 MSTP 基本功能

1. 配置 MST 域。

   # 配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] stp region-configuration
[PE1-mst-region] region-name RG1
[PE1-mst-region] active region-configuration
[PE1-mst-region] quit
```

   # 配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] stp region-configuration
[PE2-mst-region] region-name RG1
[PE2-mst-region] active region-configuration
[PE2-mst-region] quit
```

   # 配置 PE3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE3] stp region-configuration
[PE3-mst-region] region-name RG1
[PE3-mst-region] active region-configuration
[PE3-mst-region] quit
```

配置 PE4。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE4
[PE4] stp region-configuration
[PE4-mst-region] region-name RG1
[PE4-mst-region] active region-configuration
[PE4-mst-region] quit
```

2. 创建 VLAN，并将环上接口加入 VLAN。

   # 在 PE1 上创建 VLAN100，并将接口 GE1/0/1、GE1/0/2 和 GE1/0/3 加入 VLAN100 中。

```
[PE1] vlan 100
[PE1-vlan100] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/3
[PE1-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid tagged vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

   # 分别在 PE2、PE3 和 PE4 上创建 VLAN100，并分别将接口 GE1/0/1、GE1/0/2 和 GE1/0/3 加入 VLAN100 中。

   PE2、PE3、PE4 与 PE1 的配置相同，具体配置过程略。请参见本示例的配置文件。

3. 启动 MSTP。

   # 配置 PE1。

```
[PE1] stp enable
```

   # 配置 PE2。

```
[PE2] stp enable
```

   # 配置 PE3。

```
[PE3] stp enable
```

   # 配置 PE4。

```
[PE4] stp enable
```

4. 配置 PE3 为根桥、PE4 为备份根桥。

   # 配置 PE3 在 MSTI0 中的优先级为 0，保证 PE3 作为根桥。

```
[PE3] stp instance 0 priority 0
[PE3] stp root primary
```

   # 配置 PE4 在 MSTI0 中的优先级为 4096，保证 PE4 作为备份根桥。

```
[PE4] stp instance 0 priority 4096
[PE4] stp root secondary
```

步骤 3 配置 CE 和 LSW1 ～ LSW3 的二层转发功能

具体配置过程略。请参考本示例中的配置文件。

步骤 4 验证配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 LSW1 为例。

- 对 LSW2 上的接口 GE1/0/1 执行命令 **shutdown** 模拟端口故障，在 LSW3 上执行命令 display sep interface 查看接口 GE1/0/2 能否从阻塞状态放开进入转发状态。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<LSW3> display sep interface gigabitethernet 1/0/2
SEP segment 1
-------------------------------------------------------------------
Interface           Port Role     Neighbor Status     Port Status
-------------------------------------------------------------------
GE1/0/2             common        up                  forwarding
```

----结束

配置文件

- LSW1 的配置文件

```
#
 sysname LSW1
#
 vlan batch 10 100
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 block port middle
 tc-notify stp
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1 edge no-neighbor primary
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
return
```

- LSW2 的配置文件

```
#
 sysname LSW2
#
 vlan batch 10 100
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 tc-notify stp
 protected-instance 0 to 48
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1 edge no-neighbor secondary
#
return
```

- LSW3 的配置文件

```
#
 sysname LSW3
#
 vlan batch 10 100
#
sep segment 1
 control-vlan 10
 protected-instance 0 to 48
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 100
 stp disable
 sep segment 1
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan vlan 100
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 100
#
 stp region-configuration
  region-name RG1
  active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 100
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 100
#
 stp region-configuration
  region-name RG1
  active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid tagged vlan 100
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 100 200
#
 stp instance 0 root primary
#
 stp region-configuration
  region-name RG1
  active region-configuration
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 100 200
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid tagged vlan 100
 port hybrid untagged vlan 200
#
return
```

- PE4 的配置文件

```
#
 sysname PE4
#
 vlan batch 100 200
#
 stp instance 0 root secondary
#
 stp region-configuration
  region-name RG1
  active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 100 200
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid tagged vlan 100
 port hybrid untagged vlan 200
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
#
return
```

6.4.12 二层协议透明传输配置

介绍了二层协议透明传输的基本知识、配置方法和配置实例。

配置基于接口的二层协议透明传输示例

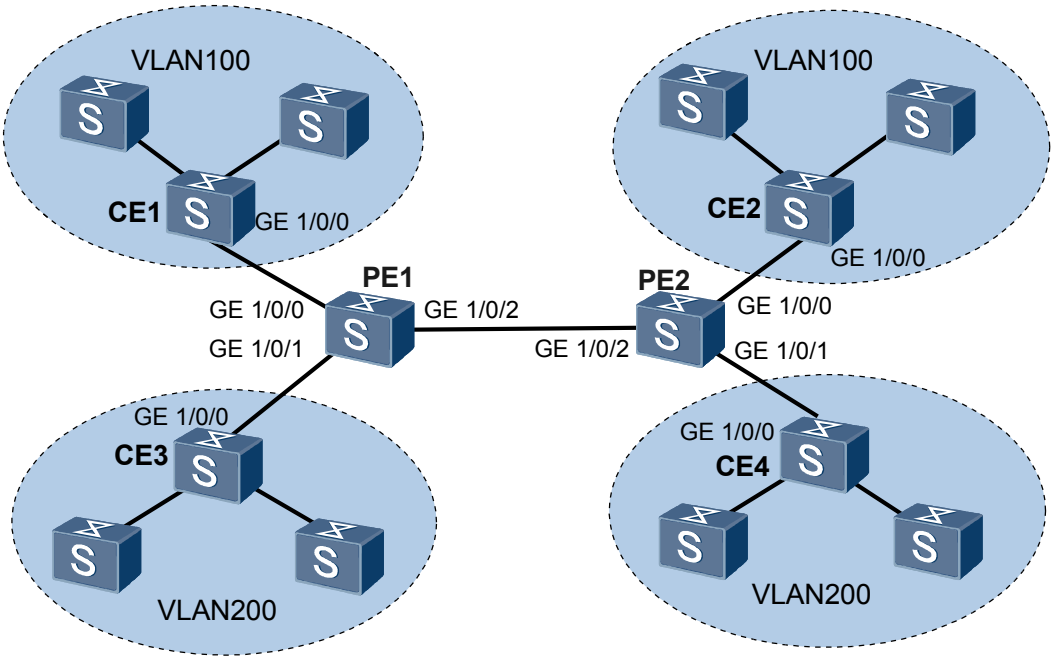
组网需求

如图 6-171 所示，CE 设备通过 PE 设备相连，CE 网络之间运行 STP 协议，因此 CE 的 STP 协议报文需要穿越 PE 之间的骨干网络。PE 的每个接口，只有 1 台 CE 接入，PE 接收到 CE 的 STP 协议报文。此时可以配置基于接口的二层协议透明传输。

本例采用替换来自用户网络的原始二层协议报文的组播 MAC 地址为指定组播 MAC 地址的方法，配置骨干网络透明传输 CE 发送来的 STP 协议报文。默认的 STP 协议报文的目的 MAC 地址为 0180-C200-0000。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-171 配置基于接口的二层协议透明传输组网图



配置思路

采用如下思路基于接口的二层协议透明传输的基本功能：

1. 配置 CE 的 STP 功能。
2. 把 PE 的 CE 侧接口加入到指定的 VLAN 中。
3. 配置 PE 基于接口的二层协议透明传输功能。
4. 配置 PE 的 PSN 侧接口允许 VLAN100 和 VLAN200 的报文通过。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 的 CE 侧接口所属的 VLAN ID 值。
- PE 的 PSN 侧接口允许通过的 VLAN 范围。

操作步骤

步骤 1 使能 CE 设备和 PE 设备的生成树计算功能

配置 CE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE1
[CE1] vlan 100
[CE1-vlan100] quit
[CE1] stp enable
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 CE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE2
[CE2] vlan 100
[CE2-vlan100] quit
[CE2] stp enable
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
```

配置 CE3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE3
[CE3] vlan 200
[CE3-vlan200] quit
[CE3] stp enable
[CE3] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
```

配置 CE4。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE4
[CE4] vlan 200
[CE4-vlan200] quit
[CE4] stp enable
[CE4] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
```

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1]
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2]
```

步骤 2 将 PE1 和 PE2 的接口 GE1/0/0 加入到 VLAN100 中，将 PE1 和 PE2 的接口 GE1/0/1 加入到 VLAN200 中，PE 设备使能二层协议透明传输功能

配置 PE1。

```
[PE1] vlan 100
[PE1-vlan100] quit
[PE1] interface GigabitEthernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] l2protocol-tunnel stp enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] vlan 200
[PE1-vlan200] quit
[PE1] interface GigabitEthernet 1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 200
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 200
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] l2protocol-tunnel stp enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] vlan 100
[PE2-vlan100] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] interface GigabitEthernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] l2protocol-tunnel stp enable
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] vlan 200
[PE2-vlan200] quit
[PE2] interface GigabitEthernet 1/0/1
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 200
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 200
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] l2protocol-tunnel stp enable
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 3 配置 PE 替换接收到 CE 的 STP 协议报文的 MAC 地址

配置 PE1

```
[PE1] l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
```

配置 PE2

```
[PE2] l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
```

步骤 4 配置 PE 的 PSN 侧接口 GE1/0/2 允许 VLAN100 和 VLAN200 的报文通过

配置 PE1。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 100 200
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 100 200
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 5 检查配置结果

配置完成后，在 PE 上使用 **display l2protocol-tunnel group-mac** 命令可以查看透明传输的二层协议名称、协议类型、协议报文的组播目的 MAC 地址、Group MAC 地址以及报文的优先级。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display l2protocol-tunnel group-mac stp
Protocol         EncapeType ProtocolType Protocol-MAC   Group-MAC      Pri
------------------------------------------------------------------------------
stp              llc        dsap 0x42    0180-c200-0000 0100-5e00-0011 0
                            ssap 0x42
```

配置完成后，在 CE1 和 CE2 设备上执行 **display stp** 命令可以检查 MSTP 的根。CE1 和 CE2 之间完成了生成树计算功能。CE1 上的 GE1/0/0 为根（Root）端口，CE2 上的 GE1/0/0 为指定（Designated）端口。

```
<CE1> display stp
-------[CIST Global Info] [Mode MSTP] -------
CIST Bridge         :32768.00e0-fc9f-3257
Config Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.00e0-fc9a-4315 / 199999
CIST RegRoot/IRPC   :32768.00e0-fc9f-3257 / 0
CIST RootPortId     :128.82
BPDU-Protection     :Disabled
TC or TCN received  :6
TC count per hello  :6
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 2h:24m:36s
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Number of TC        :2
Last TC occurred    :GigabitEthernet1/0/0
----[Port1(GigabitEthernet1/0/0)] [FORWARDING] ----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Root Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.00e0-fc9a-4315 / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port Stp Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :6
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 6
 BPDU Received       :4351
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 4351
<CE2> display stp
-------[CIST Global Info] [Mode MSTP] -------
CIST Bridge         :32768.00e0-fc9a-4315
Config Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.00e0-fc9a-4315 / 0
CIST RegRoot/IRPC   :32768.00e0-fc9a-4315 / 0
CIST RootPortId     :0.0
BPDU-Protection     :Disabled
TC or TCN received  :3
TC count per hello  :3
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 2h:26m:42s
Number of TC        :6
Last TC occurred    :GigabitEthernet1/0/2
----[Port1(GigabitEthernet1/0/0)] [FORWARDING] ----
 Port Protocol       :Enabled
 Port Role           :Designated Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.00e0-fc9a-4315 / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port Stp Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :4534
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 4534
 BPDU Received       :6
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 6
```

在 CE3 和 CE4 设备上执行 **display stp** 命令可以检查 MSTP 的根。CE3 和 CE4 之间完成了生成树计算功能。CE3 上的 GE1/0/0 为根（Root）端口，CE4 上的 GE1/0/0 为指定（Designated）端口。

```
<CE3> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge         :32768.000b-0967-58a0
Config Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.000b-0952-f13e / 199999
CIST RegRoot/IRPC   :32768.000b-0967-58a0 / 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
CIST RootPortId     :128.82
BPDU-Protection     :Disabled
TC or TCN received  :0
TC count per hello  :0
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 10h:54m:37s
Number of TC        :6
Last TC occurred    :GigabitEthernet1/0/2
----[Port1(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :Enabled
 Port Role           :Root Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.000b-0952-f13e / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port Stp Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :114
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 114
 BPDU Received       :885
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 885
<CE4> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge         :32768.000b-0952-f13e
Config Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.000b-0952-f13e / 0
CIST RegRoot/IRPC   :32768.000b-0952-f13e / 0
CIST RootPortId     :0.0
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :4
TC count per hello  :4
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 8h:59m:18s
Number of TC        :6
Last TC occurred    :GigabitEthernet1/0/2
----[Port1(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Designated Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.000b-0952-f13e / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port Stp Mode       :MSTP
 Port Protocol Type  :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :1834
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 1834
 BPDU Received       :1
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 1
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 100 200
#
 l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
 l2protocol-tunnel stp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
 l2protocol-tunnel stp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid tagged vlan 100 200
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 100 200
#
 l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
 l2protocol-tunnel stp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
 l2protocol-tunnel stp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 100 200
#
return
```

配置基于 VLAN 的二层协议透明传输示例

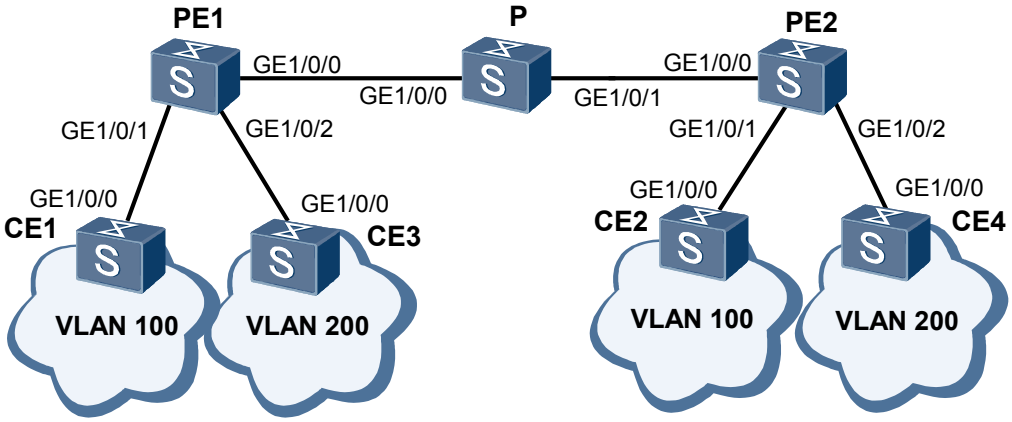
组网需求

如图 6-172 所示，CE 设备和 PE 设备相连，CE 网络之间运行 STP 协议，CE 的 STP 协议报文需要穿越 PE 之间的骨干网络。PE 的每个接口是汇聚接口，PE 接收到 CE 的 STP 协议报文携带 Tag 以区分不同的用户。此时可以配置基于 VLAN 的二层协议透明传输，使得：

- VLAN100 中的设备可以共同完成生成树计算。
- VLAN200 中的设备可以共同完成生成树计算。

本例采用替换来自用户网络的原始二层协议报文的组播 MAC 地址为指定组播 MAC 地址的配置方法。默认的 STP 协议报文的目的 MAC 地址为 0180-C200-0000。

图 6-172 配置基于 VLAN 的二层协议透明传输组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置基于 VLAN 的二层协议透明传输的基本功能：

1. 使能 CE 设备的 STP 功能。
2. 配置 CE 发送到 PE 的 STP 协议报文带有指定的 Tag 值。
3. 配置 PE 基于 VLAN 的二层协议透明传输功能。
4. 配置 PE 的 PSN 侧接口允许 VLAN100 和 VLAN200 的报文通过。
5. 配置 P 的普通二层转发功能。允许 PE 之间的报文能被在骨干网中传输。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- CE 发送到 PE 的 STP 协议报文的 Tag 值。
- PE 和 CE 各个接口所属的 VLAN ID 值。

操作步骤

步骤 1 使能 CE 和 PE 设备的生成树计算功能。

配置 CE1

```
[CE1] stp enable
```

配置 CE2

```
[CE2] stp enable
```

配置 CE3

```
[CE3] stp enable
```

配置 CE4

```
[CE4] stp enable
```

步骤 2 配置 CE1 与 CE2 发送到 PE 的 STP 协议报文带 Tag100。配置 CE3 与 CE4 发送到 PE 的 STP 协议报文带 Tag200。

配置 CE1

```
[CE1] vlan 100
[CE1-vlan100] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] stp bpdu vlan 100
```

配置 CE2

```
[CE2] vlan 100
[CE2-vlan100] quit
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] stp bpdu vlan 100
```

配置 CE3

```
[CE3] vlan 200
[CE3-vlan200] quit
[CE3] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 200
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] stp bpdu vlan 200
```

配置 CE4

```
[CE4] vlan 200
[CE4-vlan200] quit
[CE4] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 200
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] stp bpdu vlan 200
```

步骤 3 配置 PE 的接口，使得 CE 的 STP 协议报文可以透明传输到 P。

配置 PE1

```
[PE1] vlan 100
[PE1-vlan100] quit
[PE1] vlan 200
[PE1-vlan200] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 100 200
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] l2protocol-tunnel stp vlan 100
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 200
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] l2protocol-tunnel stp vlan 200
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] vlan 100
[PE2-vlan100] quit
[PE2] vlan 200
[PE2-vlan200] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 100 200
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 100
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] l2protocol-tunnel stp vlan 100
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 200
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] l2protocol-tunnel stp vlan 200
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 4 配置 PE 替换接收到 CE 的 STP 协议报文的 MAC 地址。

配置 PE1

```
[PE1] l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
```

配置 PE2

```
[PE2] l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
```

步骤 5 配置 P 的普通二层转发功能，并允许来自 PE 的 VLAN100 和 VLAN200 的报文通过。

```
[P] vlan 100
[P-vlan100] quit
[P] vlan 200
[P-vlan200] quit
[P] interface gigabitethernet 1/0/0
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 100 200
[P-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P] interface gigabitethernet 1/0/1
[P-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 100 200
[P-GigabitEthernet1/0/1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 检查配置结果

配置完成后，在 PE 上使用 **display l2protocol-tunnel group-mac** 命令可以查看透明传输的二层协议名称、协议类型、协议报文的组播目的 MAC 地址、Group MAC 地址以及报文的优先级。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display l2protocol-tunnel group-mac stp
Protocol         EncapeType ProtocolType Protocol-MAC   Group-MAC      Pri
------------------------------------------------------------------------------
stp              llc        dsap 0x42    0180-c200-0000 0100-5e00-0011 0
                            ssap 0x42
```

配置完成后，在 CE1 和 CE2 设备上执行 **display stp** 命令可以检查 MSTP 的根。CE1 和 CE2 之间完成了生成树计算功能。CE1 上的 GE1/0/0 为根（Root）端口，CE2 上的 GE1/0/0 为指定（Designated）端口。

```
<CE1> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge         :32768.000b-09f0-1b91
Config Times        :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times        :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.000b-09d4-b66c / 199999
CIST RegRoot/IRPC   :32768.000b-09f0-1b91 / 0
CIST RootPortId     :128.82
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :2
TC count per hello  :2
STP Converge Mode   :Normal
Share region-configuration :enabled
Time since last TC  :0 days 3h:53m:43s
Number of TC        :0
----[Port17(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Root Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.000b-09d4-b66c / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port STP Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :237
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 237
 BPDU Received       :9607
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 9607
<CE2> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge         :32768.000b-09d4-b66c
Config Times        :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times        :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.000b-09d4-b66c / 0
CIST RegRoot/IRPC   :32768.000b-09d4-b66c / 0
CIST RootPortId     :0.0
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :1
TC count per hello  :1
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 5h:29m:6s
Number of TC        :0
----[Port17(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Designated Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.000b-09d4-b66c / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port STP Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :7095
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 7095
 BPDU Received       :2
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 2
```

在 CE3 和 CE4 设备上执行 **display stp** 命令可以检查 MSTP 的根。CE3 和 CE4 之间完成了生成树计算功能。CE3 上的 GE1/0/0 为根（Root）端口，CE4 上的 GE1/0/0 为指定（Designated）端口。

```
<CE3> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]--------
CIST Bridge         :32768.00e0-fc9f-3257
Config Times        :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times        :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.00e0-fc9a-4315 / 199999
CIST RegRoot/IRPC   :32768.00e0-fc9f-3257 / 0
CIST RootPortId     :128.82
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :4
TC count per hello  :4
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 3h:57m:0s
Number of TC        :0
----[Port17(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Root Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.00e0-fc9a-4315 / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port STP Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :238
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 238
 BPDU Received       :9745
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 9745
<CE4> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]--------
CIST Bridge         :32768.00e0-fc9a-4315
Config Times        :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times        :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.00e0-fc9a-4315 / 0
CIST RegRoot/IRPC   :32768.00e0-fc9a-4315 / 0
CIST RootPortId     :0.0
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :2
TC count per hello  :2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 5h:33m:17s
Number of TC        :0
----[Port17(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Designated Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.00e0-fc9a-4315 / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port STP Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :7171
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 7171
 BPDU Received       :2
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 2
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
 stp bpdu vlan 100
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
 stp bpdu vlan 100
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 200
 stp bpdu vlan 200
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 200
 stp bpdu vlan 200
#
Return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 100 200
#
 l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 100 200
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
 l2protocol-tunnel stp vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 200
 l2protocol-tunnel stp vlan 200
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 100 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 100 200
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100 200
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 100 200
#
 l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 100 200
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 100
 l2protocol-tunnel stp vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 200
 l2protocol-tunnel stp vlan 200
#
return
```

配置基于 QinQ 的二层协议透明传输示例

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

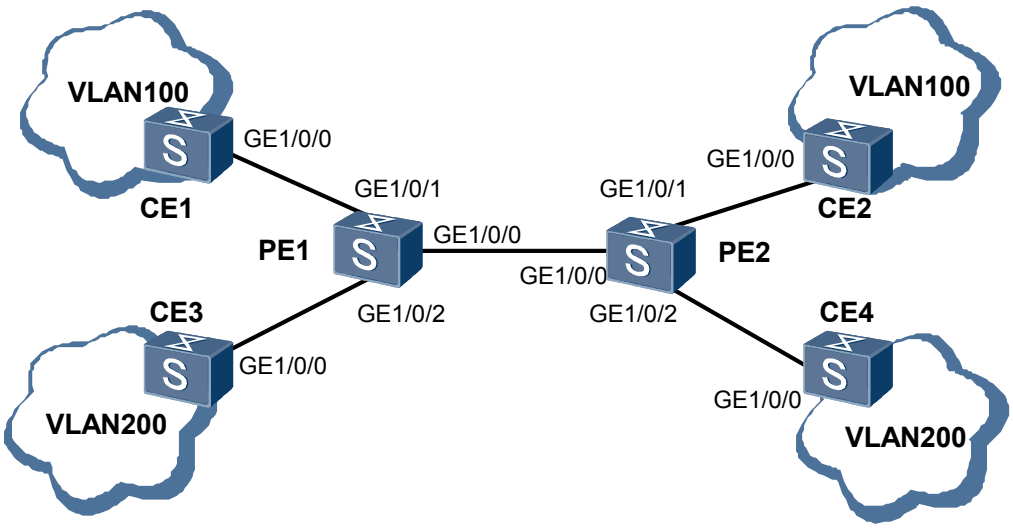
如图 6-173 所示，CE 设备通过 PE 设备相连。CE 网络之间运行 STP 协议，CE1 和 CE2 发送到 PE 的 STP 协议报文带有 Tag100；CE3 和 CE4 发送到 PE 的 STP 协议报文带有 Tag200。在 PE 上配置二层协议透明传输功能，使得：

- VLAN100 中的设备可以共同完成生成树计算。
- VLAN200 中的设备可以共同完成生成树计算。

同时，为了节省公网 VLAN ID，在 PE 上配置 VLAN Stacking。使得 CE 发送到 PE 带有 Tag100 和 Tag200 的 STP 协议报文，都被打上外层 Tag 10 在骨干网络中传输。此时，骨干网络中传输的 STP 协议报文带有两层 Tag。

本例替换来自用户网络的原始二层协议报文的组播 MAC 地址为指定组播 MAC 地址的配置方法。默认的 STP 协议报文的目的 MAC 地址为 0180-C200-0000。

图 6-173 基于 QinQ 的二层协议透明传输组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于 QinQ 的二层协议透明传输的基本功能：

1. 使能 CE 设备的 STP 功能。
2. 配置 CE 发送到 PE 的 STP 协议报文带有指定的 Tag 值。
3. 配置 PE 基于 VLAN 的二层协议透明传输功能。
4. 配置 PE 的 QinQ（VLAN Stacking）功能。使得 CE 发出的带有不同 Tag 值的 STP 协议报文都被打上外层 Tag10 在骨干网络中传输。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- CE 发送到 PE 的 STP 协议报文的内层 Tag 值。
- PE 为收到的 STP 协议报文打上的新 Tag 值。

版权所有 © 华为技术有限公司

- PE 和 CE 各个接口所属的 VLAN ID 值。

操作步骤

步骤 1 使能 CE 设备和 PE 设备的生成树计算功能

配置 CE1。

```
[CE1] stp enable
```

配置 CE2。

```
[CE2] stp enable
```

配置 CE3。

```
[CE3] stp enable
```

配置 CE4。

```
[CE4] stp enable
```

步骤 2 配置 CE1 与 CE2 发送到 PE 的 STP 协议报文带 Tag100。配置 CE3 与 CE4 发送到 PE 的 STP 协议报文带 Tag200

配置 CE1。

```
[CE1] vlan 100
[CE1-vlan100] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] stp bpdu vlan 100
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] vlan 100
[CE2-vlan100] quit
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 100
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] stp bpdu vlan 100
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 CE3。

```
[CE3] vlan 200
[CE3-vlan200] quit
[CE3] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 200
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] stp bpdu vlan 200
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 CE4。

```
[CE4] vlan 200
[CE4-vlan200] quit
[CE4] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 200
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] stp bpdu vlan 200
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 配置 PE 的 QinQ 透明传输功能。使来自 CE 的 VLAN100 和 VLAN200 的报文被打上外层 Tag10 在 PSN 网络中传输

配置 PE1。

```
[PE1] vlan 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-Vlan10] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-stacking vlan 100 stack-vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] l2protocol-tunnel stp vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port vlan-stacking vlan 200 stack-vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] l2protocol-tunnel stp vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] vlan 10
[PE2-Vlan10] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-stacking vlan 100 stack-vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] l2protocol-tunnel stp vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] port vlan-stacking vlan 200 stack-vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] l2protocol-tunnel stp vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 4 配置 PE 替换接收到 CE 的 STP 协议报文的 MAC 地址

配置 PE1

```
[PE1] l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
```

配置 PE2

```
[PE2] l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
```

步骤 5 检查配置结果

配置完成后，在 PE 上使用 **display l2protocol-tunnel group-mac** 命令可以查看透明传输的二层协议名称、协议类型、协议报文的组播目的 MAC 地址、Group MAC 地址以及报文的优先级。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display l2protocol-tunnel group-mac stp
Protocol         EncapeType ProtocolType Protocol-MAC   Group-MAC      Pri
------------------------------------------------------------------------------
stp              llc        dsap 0x42    0180-c200-0000 0100-5e00-0011 0
                            ssap 0x42
```

配置完成后，在 CE1 和 CE2 设备上执行 **display stp** 命令可以检查 MSTP 的根。CE1 和 CE2 之间完成了生成树计算功能。CE1 上的 GE1/0/0 为根（Root）端口，CE2 上的 GE1/0/0 为指定（Designated）端口。

```
<CE1> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge         :32768.000b-09f0-1b91
Config Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.000b-09d4-b66c / 199999
CIST RegRoot/IRPC   :32768.000b-09f0-1b91 / 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
CIST RootPortId     :128.82
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :2
TC count per hello  :2
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 2h:24m:36s
Number of TC        :2
Last TC occurred    :GigabitEthernet1/0/0
----[Port17(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Root Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.000b-09d4-b66c / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port STP Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :237
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 237
 BPDU Received       :9607
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 9607
<CE2> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge         :32768.000b-09d4-b66c
Config Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.000b-09d4-b66c / 0
CIST RegRoot/IRPC   :32768.000b-09d4-b66c / 0
CIST RootPortId     :0.0
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :1
TC count per hello  :1
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 2h:24m:36s
Number of TC        :2
Last TC occurred    :GigabitEthernet1/0/0
----[Port17(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Designated Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.000b-09d4-b66c / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port STP Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :7095
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 7095
 BPDU Received       :2
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 2
```

在 CE3 和 CE4 设备上执行 **display stp** 命令可以检查 MSTP 的根。CE3 和 CE4 之间完成了生成树计算功能。CE4 上的 GE1/0/0 为根（Root）端口，CE4 上的 GE1/0/0 为指定（Designated）端口。

```
<CE3> display stp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge         :32768.00e0-fc9f-3257
Config Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.00e0-fc9a-4315 / 199999
CIST RegRoot/IRPC   :32768.00e0-fc9f-3257 / 0
CIST RootPortId     :128.82
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :4
TC count per hello  :4
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 2h:24m:36s
Number of TC        :2
Last TC occurred    :GigabitEthernet1/0/0
----[Port17(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Root Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.00e0-fc9a-4315 / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port STP Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :238
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 238
 BPDU Received       :9745
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 9745
<CE4> display stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge         :32768.00e0-fc9a-4315
Config Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC      :32768.00e0-fc9a-4315 / 0
CIST RegRoot/IRPC   :32768.00e0-fc9a-4315 / 0
CIST RootPortId     :0.0
BPDU-Protection     :disabled
TC or TCN received  :2
TC count per hello  :2
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC  :0 days 2h:24m:36s
Number of TC        :2
Last TC occurred    :GigabitEthernet1/0/0
----[Port17(GigabitEthernet1/0/0)][FORWARDING]----
 Port Protocol       :enabled
 Port Role           :Designated Port
 Port Priority       :128
 Port Cost(Dot1T )   :Config=auto / Active=200000000
 Designated Bridge/Port   :32768.00e0-fc9a-4315 / 128.82
 Port Edged          :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point      :Config=auto / Active=true
 Transit Limit       :147 packets/hello-time
 Protection Type     :None
 Port STP Mode       :MSTP
 Port Protocol Type    :Config=auto / Active= dot1s
 BPDU Encapsulation  :Config=stp / Active=stp
 PortTimes           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s RemHop 20
 TC or TCN send      :0
 TC or TCN received  :0
 BPDU Sent           :7171
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 7171
 BPDU Received       :2
          TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 PE 设备上执行 **display vlan** 命令可以查看 QinQ 的信息。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display vlan 10 verbose
  VLAN ID               : 10
  VLAN Name             :
  VLAN Type             : Common
  Description           : VLAN 0010
  Status                : Enable
  Broadcast             : Enable
  MAC learning          : Enable
  Smart MAC Learning    : Disable
  Current MAC Learning Result : Enable
  Statistics            : Disable
  Property              : Default
  VLAN State            : Up
  -----------------
  Untagged   Port: GigabitEthernet1/0/1       GigabitEthernet1/0/2
  -----------------
  Active Untag   Port: GigabitEthernet1/0/1       GigabitEthernet1/0/2
  -----------------
  Tagged     Port: GigabitEthernet1/0/0
  -----------------
  Active Tag     Port: GigabitEthernet1/0/0
  -----------------
  QinQ-stack Port: GigabitEthernet1/0/1       GigabitEthernet1/0/2
Interface                   Physical
GigabitEthernet1/0/0        UP
GigabitEthernet1/0/1        UP
GigabitEthernet1/0/2        UP
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
 stp bpdu vlan 100
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 100
 stp bpdu vlan 100
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 200
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 stp bpdu vlan 200
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 vlan batch 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 200
 stp bpdu vlan 200
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10
#
 l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 10
 port vlan-stacking vlan 100 stack-vlan 10
 l2protocol-tunnel stp vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid untagged vlan 10
 port vlan-stacking vlan 200 stack-vlan 10
 l2protocol-tunnel stp vlan 10
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 10
#
 l2protocol-tunnel stp group-mac 0100-5e00-0011
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid untagged vlan 10
 port vlan-stacking vlan 100 stack-vlan 10
 l2protocol-tunnel stp vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid untagged vlan 10
 port vlan-stacking vlan 200 stack-vlan 10
 l2protocol-tunnel stp vlan 10
#
return
```

6.4.13 HVRP 配置

介绍了 HVRP 的基本知识、配置方法和配置实例。

版权所有 © 华为技术有限公司

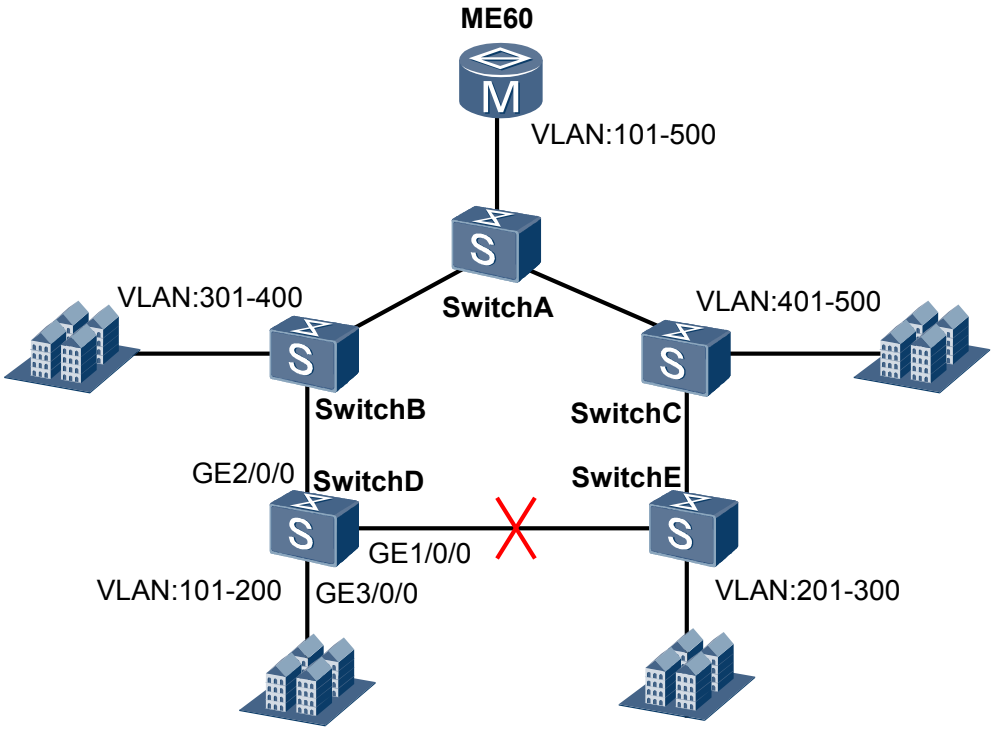
配置 HVRP 示例

组网需求

在二层网络中的交换机要学习大量的 MAC 地址，为了减少交换机的 MAC 地址学习数量可以配置 HVRP 功能。如图 6-174 所示，网络拓扑结构为单环网络。

HVRP 协议通过动态 VLAN 注册、老化，将那些不参与转发报文的端口上的 VLAN 老化掉，只保留必需的 VLAN。当 VLAN 内端口数小于或等于 2 时，就可以不学习 MAC，而直接在 VLAN 内广播数据报文，同时不影响网络带宽。

图 6-174 HVRP 应用组网图



配置思路

采用如下的思路配置 HVRP 功能：

1. 全局使能 STP。
2. SwitchA 为根桥，并与三层设备互通。
3. SwitchD 与 SwitchE 之间的链路被 STP 阻断。
4. 配置接口类型和加入的 VLAN。
5. 使能全局 HVRP 功能和接口 HVRP 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 在 SwitchD 上配置接口 GE1/0/0、GE2/0/0、GE3/0/0 为 Trunk 类型。
- 在 SwitchD 上配置接口 GE1/0/0、GE2/0/0 允许通过的 VLAN 为 VLAN101 ～ VLAN500。
- 在 SwitchD 上配置接口 GE3/0/0 允许通过的 VLAN 为 VLAN101 ～ VLAN200。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchD

全局使能 STP

```
<Quidway> system-view
[Quidway] stp enable
```

创建 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 101 to 500
```

配置接口类型并加入 VLAN

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 101 to 500
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 101 to 500
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 3/0/0
[Quidway-GigabitEthernet3/0/0] port link-type trunk
[Quidway-GigabitEthernet3/0/0] port trunk allow-pass vlan 101 to 200
[Quidway-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

使能 HVRP 功能

```
[Quidway] hvrp enable
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] hvrp enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] hvrp enable
Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

STP 环上其它设备配置与 SwitchD 的配置类似，这里不再赘述。

步骤 2 检查配置结果

配置完成后，使用命令 **display hvrp verbose** 可以查看到 HVRP 配置的详细信息。

```
<Quidway> display hvrp verbose
 HVRP is enabled globally.
 HVRP registervlan timer           :5s.
 HVRP registervlan age timer       :15s.
 HVRP age all VLAN                 :Disabled.
    HVRP Permanent-vlan :
    HVRP statistics on port GigabitEthernet1/0/0     (PORT_LINK_UP)
        Mstp Role        :
                          0 - designated
    HVRP statistics on port GigabitEthernet2/0/0     (PORT_LINK_UP)
        Mstp Role        :
                          0 - root
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

SwitchD 的配置文件。

```
#
 sysname Quidway
#
 vlan batch 101 to 500
#
 hvrp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 101 to 500
 hvrp enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 101 to 500
 hvrp enable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 101 to 200
#
return
```

6.4.14 Loop Detection 配置

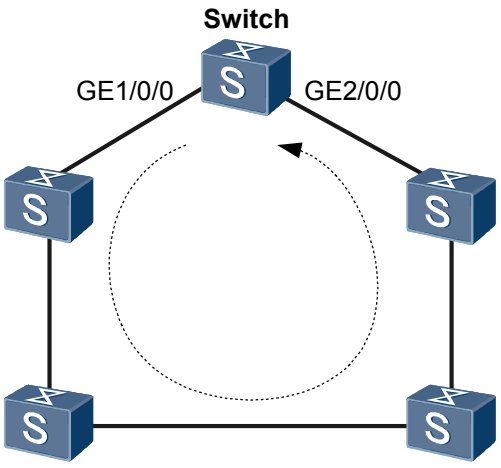
介绍 Loop Detection 的基本知识、配置方法和配置实例。

配置 Loop Detection 示例

组网需求

如图 6-175 所示，端口发生环路是指端口发出去的报文通过其它端口又回到该设备，环路的存在可能导致广播风暴。Loop Detection 就是监测设备的端口是否有环路存在。

图 6-175 Loop Detection 应用组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置 Loop Detection 功能：

1. 开启全局的 Loop Detection 功能。
2. 使能 VLAN 的 Loop Detection 功能。
3. 开启端口 Loop Detection 受控功能。
4. 配置端口 Loop Detection 的时间间隔。
5. 配置阻塞端口的恢复时间。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 使能 Loop Detection 功能的 VLAN ID
- 配置 Loop Detection 受控端口的编号

操作步骤

步骤 1 开启全局的 Loop Detection 功能

```
<Quidway> system-view
[Quidway] loop-detection enable
```

步骤 2 使能 VLAN 的 Loop Detection 功能

```
[Quidway] loop-detection enable vlan 200
```

步骤 3 开启端口 Loop Detection 受控功能

```
[Quidway] interface GigabitEthernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 200
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] loop-detection mode port-shutdown
```

步骤 4 配置端口 Loop Detection 的时间间隔

```
[Quidway] loop-detection interval-time 10
```

步骤 5 配置阻塞端口的恢复时间

```
[Quidway] interface GigabitEthernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] loop-detection recovery-time 20
```

步骤 6 检查配置结果

配置完成后，当端口 GE1/0/0 发生环路时会自动 shutdown。

----结束

配置文件

Switch 的配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
vlan batch 200
#
loop-detection enable
 loop-detection interval-time 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 loop-detection enable vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
 stp disable
 loop-detection mode port-shutdown
 loop-detection recovery-time 20
#
return
```

6.5 组播配置

本文档针对 S9700 的组播业务，从基本原理、协议实现过程、配置步骤和配置举例方面介绍了 IP 组播网络的配置方法。

本文档提供了 S9700 组播业务的配置方法。

6.5.1 IGMP Snooping 配置

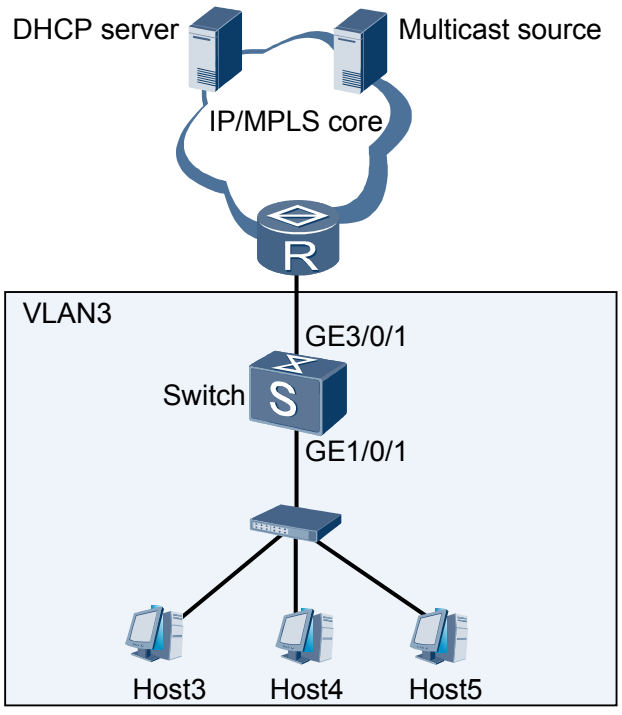
介绍 IGMP Snooping 特性的配置方法和维护命令，并提供配置举例。

配置 IGMP Snooping 示例

组网需求

如图 6-176 所示，Switch 的 GE3/0/1 连接组播源侧路由器，GE1/0/1 接口连接用户主机，要求通过配置 IGMP Snooping 功能实现 VLAN3 中的三台主机能长期接收组地址为 225.1.1.1 ～ 225.1.1.3 的组播数据。

图 6-176 配置基于 VLAN 的 IGMP Snooping 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN 中 IGMP Snooping 的功能：

1. 创建 VLAN 并将接口加入 VLAN。
2. 使能全局和 VLAN 的 IGMP Snooping 功能。
3. 配置静态路由器接口。
4. 配置静态组播组 225.1.1.1 ～ 225.1.1.3。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备以下数据：

- GE1/0/1 和 GE3/0/1 对应 VLAN 编号为 3。
- 静态路由器接口为 GE3/0/1。
- 静态组播组地址为 225.1.1.1 ～ 225.1.1.3。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，配置接口加入 VLAN。

```
<Switch> system-view
[Switch] vlan 3
[Switch-vlan3] quit
[Switch] interface gigabitethernet 3/0/1
[Switch-GigabitEthernet3/0/1] port hybrid tagged vlan 3
[Switch-GigabitEthernet3/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 3
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 使能 IGMP Snooping 功能。

使能全局的 IGMP Snooping 功能。

```
[Switch] igmp-snooping enable
```

使能 VLAN3 的 IGMP Snooping 功能。

```
[Switch] vlan 3
[Switch-vlan3] igmp-snooping enable
[Switch-vlan3] quit
```

步骤 3 配置 GE3/0/1 为 VLAN3 的静态路由器接口。

```
[Switch] interface gigabitethernet 3/0/1
[Switch-GigabitEthernet3/0/1] igmp-snooping static-router-port vlan 3
[Switch-GigabitEthernet3/0/1] quit
```

步骤 4 配置静态组播组。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] l2-multicast static-group group-address 225.1.1.1 vlan 3
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] l2-multicast static-group group-address 225.1.1.2 vlan 3
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] l2-multicast static-group group-address 225.1.1.3 vlan 3
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 5 验证配置结果。

查看 IGMP Snooping 非缺省配置信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Switch> display igmp-snooping vlan configuration
IGMP Snooping Configuration for VLAN 3
     igmp-snooping enable
```

由显示信息可知，VLAN 的 IGMP Snooping 功能已使能。

验证静态路由器接口配置。

在 Switch 执行命令 **display igmp-snooping router-port vlan 3**。

```
<Switch> display igmp-snooping router-port vlan 3
 Port Name                UpTime    Expires   Flags
 ---------------------------------------------------------------------------
 VLAN 3, 1 router-port(s)
 GE3/0/1                  2d:10h    00:01:02  STATIC
```

由显示信息可知，接口 GigabitEthernet3/0/1 已被配置为静态路由器接口。

验证静态组播组的成员接口信息。

```
[Switch] display igmp-snooping port-info
 ---------------------------------------------------------------------------
                   (Source, Group)  Port                          Flag
  Flag: S:Static     D:Dynamic     M: Ssm-mapping
 ---------------------------------------------------------------------------
 VLAN 3, 3 Entry(s)
                     (*, 225.1.1.1)  GE1/0/1                      S--
                                                1 port(s)
                     (*, 225.1.1.2)  GE1/0/1                      S--
                                                1 port(s)
                     (*, 225.1.1.3)  GE1/0/1                      S--
                                                1 port(s)
 ---------------------------------------------------------------------------
```

由显示信息可知，225.1.1.1 ～ 225.1.1.3 已被配置为静态表项。

查看组播转发表项。

```
[Switch] display l2-multicast forwarding-table vlan 3
VLAN ID : 10, Forwarding Mode : IP
------------------------------------------------------------------------
                     (Source, Group)    Interface             Out-Vlan
------------------------------------------------------------------------
                        Router-port     GigabitEthernet3/0/1     3
                      (*, 225.1.1.1)    GigabitEthernet1/0/1     3
                                        GigabitEthernet3/0/1     3
                      (*, 225.1.1.2)    GigabitEthernet1/0/1     3
                                        GigabitEthernet3/0/1     3
                      (*, 225.1.1.3)    GigabitEthernet1/0/1     3
                                        GigabitEthernet3/0/1     3
------------------------------------------------------------------------
Total Group(s) : 3
```

由显示信息可知 225.1.1.1 ～ 225.1.1.3 的数据在转发表中对应的 VLAN 和端口。

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
sysname Switch
#
vlan batch 3
#
igmp-snooping enable
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
vlan 3
 igmp-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 3
 l2-multicast static-group group-address 225.1.1.1 to 225.1.1.3 vlan 3
 #
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid tagged vlan 3
 igmp-snooping static-router-port vlan 3
#
return
```

配置 VLAN 内组播 CAC 限制示例

组网需求

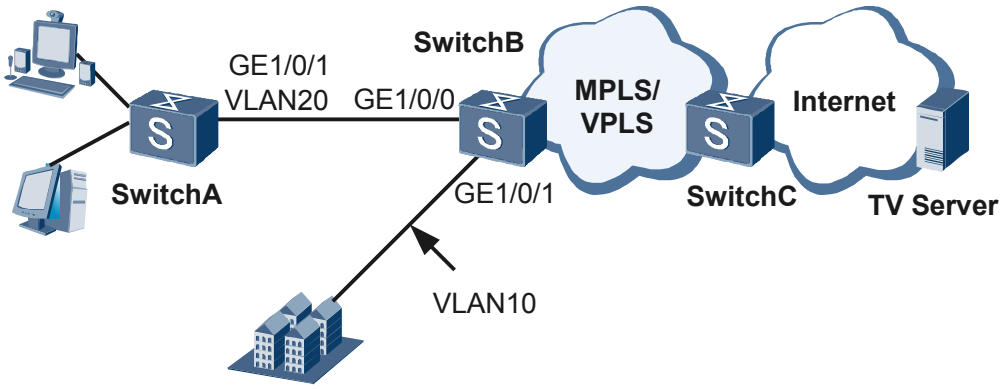
如图 6-177 所示，SwitchA 与 SwitchB 通过 VLAN 20 相连，SwitchB 与 SwitchC 通过 MPLS/VPLS 网络相连，最终通过 Internet 接入 IPTV 服务器（TV Server）。

在 SwitchB 的端口 GE1/0/0 上配置基于 VLAN 20 的二层组播 CAC，限制 VLAN 20 内能接受的最大组播组数量为 50，限制 VLAN 20 内节目组 bjtv 可以允许加入的组播组成员数量为 15 个。

在 SwitchB 的端口 GE1/0/1 上配置 VLAN 10 接入某公司网络，在 VLAN 10 内配置基于 VLAN+端口的组播 CAC 控制，限制用户允许加入的节目组为 cctv，节目组内的组播组成员数量为 20。

节目组 bjtv 的全局组播组地址范围为 224.0.0.1 ～ 224.0.0.255，节目组 cctv 的全局组播组地址范围为 225.0.0.1 ～ 225.0.0.255。

图 6-177 VLAN 内组播 CAC 组网图



配置思路

采用如下思路配置 VLAN 内的二层组播 CAC 功能。

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 VLAN 20。
2. 全局使能 IGMP Snooping 功能。
3. 配置全局和各 VLAN 下的二层组播 CAC 功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

4. 配置 SwitchB 上 VLAN 10 内的节目组成员。
5. 配置 SwitchB 上 VLAN 10 内基于 VLAN+端口的二层组播 CAC 功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备以下数据。

1. SwitchA 与 SwitchB 之间二层网络的 VLAN ID。
2. 二层组播 CAC 限制的各参数（包括组播组数量和节目组数量）。

操作步骤

步骤 1 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 VLAN 20。

#配置 SwitchA。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] vlan 20
[SwitchA-vlan20] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

#配置 SwitchB。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] vlan 20
[SwitchB-vlan20] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port default vlan 20
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
```

步骤 2 在 SwitchA 和 SwitchB 上使能全局的 IGMP Snooping 功能。

```
[SwitchA] igmp-snooping enable
[SwitchB] igmp-snooping enable
```

步骤 3 使能 VLAN 的 IGMP Snooping 功能。

#配置 SwitchB 上 VLAN 10 和 VLAN 20 的 IGMP Snooping 功能。

```
[SwitchB] vlan 20
[SwitchB-vlan20] igmp-snooping enable
[SwitchB-vlan20] quit
[SwitchB] vlan 10
[SwitchB-vlan10] igmp-snooping enable
```

#配置 SwitchA 上 VLAN 20 内的 IGMP Snooping 功能。

```
[SwitchA] vlan 20
[SwitchA-vlan20] igmp-snooping enable
```

步骤 4 在 SwitchB 配置全局的二层组播 CAC 功能，并限制全局组播组数为 100，限制 VLAN 20 内能接受的最大组播组数量为 50，限制 VLAN 20 内节目组 bjtv 可以允许加入的组播组成员数量为 15 个。

```
[SwitchB] l2-multicast limit max-entry 100
[SwitchB] l2-multicast limit max-entry 50 vlan 20
[SwitchB] l2-multicast limit channel bjtv max-entry 15 vlan 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 5 在 SwitchB 上配置基于端口+VLAN 的二层组播 CAC 功能，限制用户允许加入的节目组为 cctv，节目组内的组播组数量为 20

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] l2-multicast limit channel cctv max-entry 20 vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 6 在 SwitchB 上配置节目组 bjtv 的全局组播组地址范围为 224.0.0.1 ～ 224.0.0.255，节目组 cctv 的全局组播组地址范围为 225.0.0.1 ～ 225.0.0.255。

```
[SwitchB] l2-multicast-channel
[SwitchB-l2-channel-glb] channel bjtv type asm
[SwitchB-l2-channel-glb-bjtv] group 224.0.0.0 24
[SwitchB-l2-channel-glb-bjtv] quit
[SwitchB-l2-channel-glb] channel cctv type asm
[SwitchB-l2-channel-glb-cctv] group 225.0.0.0 24
```

步骤 7 验证配置结果。

执行命令 **display l2 - multicast limit configuration** 查看二层组播 CAC 配置。

以 SwitchB 显示为例。

```
[SwitchB] display l2-multicast limit configuration
L2-multicast limit infomation, The unit of bandwidth is kbits/sec
------------------------------------------------------------------------------
                                          ConfigEntries  ConfigBandwidth
                                          CurrentEntries CurrentBandwidth
------------------------------------------------------------------------------
Global limit information:
------------------------------------------------------------------------------
                                          100            -
                                          ----           ----------
VLAN 20 limit information:
------------------------------------------------------------------------------
                                          50             -
                                          ----           ----------
VLAN 20 channel limit information:
------------------------------------------------------------------------------
                                   bjtv   15             -
                                          ----           ----------
interface GigabitEthernet1/0/1 VLAN 10 channel limit information:
------------------------------------------------------------------------------
                                   cctv   20             -
                                          ----           ----------
```

执行命令 **display l2-multicast limit vlan 20** 查看 VLAN 中的组播 CAC 的配置。

以 SwitchB 显示为例。

```
[SwitchB] display l2-multicast limit vlan 20
L2-multicast limit infomation, The unit of bandwidth is kbits/sec
------------------------------------------------------------------------------
                                          ConfigEntries  ConfigBandwidth
                                          CurrentEntries CurrentBandwidth
------------------------------------------------------------------------------
VLAN 20 limit information:
------------------------------------------------------------------------------
                                               50             -
                                                0             -
VLAN 20 channel limit information:
------------------------------------------------------------------------------
                                         bjtv  15             -
                                                0             -
```

执行命令 **displayl2-multicast limit vlan 10 interface** 查看 VLAN ＋端口的组播 CAC 配置信息。

以 SwitchB 显示为例。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] display l2-multicast limit vlan 10 interface gigabitethernet 1/0/1
L2-multicast limit infomation, The unit of bandwidth is Mbits/sec
------------------------------------------------------------------------------
                                            ConfigEntries  ConfigBandwidth
                                            CurrentEntries CurrentBandwidth
------------------------------------------------------------------------------
interface GigabitEthernet1/0/1 VLAN 10 channel limit information:
------------------------------------------------------------------------------
                                        cctv        20             -
                                                    20             -
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 20
#
igmp-snooping enable
#
vlan 20
 igmp-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
vlan batch 10 20
#
igmp-snooping enable
l2-multicast limit max-entry 100
l2-multicast limit max-entry 50 vlan 20
l2-multicast limit channel bjtv max-entry 15 vlan 20
#
vlan 10
 igmp-snooping enable
#
vlan 20
 igmp-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 l2-multicast limit channel cctv max-entry 20 vlan 10
#
l2-multicast-channel
 channel bjtv type asm
  group 224.0.0.0 255.255.255.0
 channel cctv type asm
  group 225.0.0.0 255.255.255.0
return
```

配置 IGMP Snooping 的 SSM Mapping 功能示例

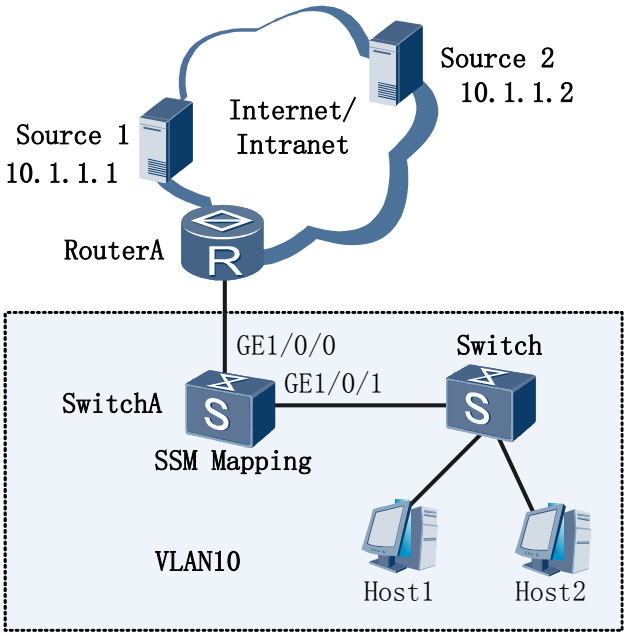
版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

如图 6-178 所示的组网中，Switch 和用户主机 Host1 和 Host2 运行的软件版本都为 IGMPv2，组播源侧路由器 RouterA 运行 IGMPv3。SwitchA 为 S9700 设备，SwitchA 的 GE1/0/0 接口连接 RouterA，GE1/0/1 接口与用户直连的交换机相连，加入 VLAN10。SwitchA 的 GE1/0/0 接口为静态路由器接口，成员接口 GE1/0/1 静态加入组播组地址 224.1.1.1。GE1/0/0 和 GE1/0/1 都加入同一 VLAN10，并且上层设备 RouterA 已部署 IGMP SSM Mapping 功能。

在 VLAN 内 SwitchA 上配置 IGMP Snooping 的 SSM Mapping 功能，与三层 IGMP SSM Mapping 对应一致，使组播组与组播源之间能够建立一一对应的映射关系，将 IGMPv1 或 IGMPv2 数据报文中所包含的（*,G）信息映射为(S,G)信息，实现用户 Host1 和 Host2 不升级主机，在当前运行的 IGMPv2 版本上指定组播源，点播相应的节目，为其提供 SSM 组播服务。

图 6-178 配置组播 SSM Mapping 功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置 IGMP Snooping 的 SSM Mapping 功能：

1. 配置 IGMP Snooping 的基本功能，实现用户接收组播源数据。
2. 配置 IGMP Snooping 的 SSM 组策略，实现用户所在的 ASM 类型组播组地址加入到 SSM 组地址范围内。
3. 配置 IGMP Snooping 的 SSM Mapping 功能，实现用户接收指定组播源数据。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA 的 GE1/0/0 接口、GE1/0/1 接口加入的 VLAN 编号 10。

版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchA 运行版本为 IGMPv3，Switch、Host1 和 Host2 运行版本为 IGMPv2。
- 指定组播源地址 10.1.1.2。
- 静态组播组地址为 224.1.1.1。

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 使能全局和 VLAN 下 IGMP Snooping 功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] igmp-snooping enable
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] igmp-snooping enable
```

步骤 3 SwitchA 运行 IGMP 版本号为 IGMPv3，用户主机运行 IGMP 版本号为 IGMPv2，且不允许将用户主机升级到 IGMPv3

配置 SwitchA。

```
[SwitchA-vlan10] igmp-snooping version 3
[SwitchA-vlan10] quit
```

步骤 4 VLAN10 内配置 GE1/0/0 接口为静态路由器接口，GE1/0/1 接口静态加入组播组地址为 224.1.1.1 的组播组

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] igmp-snooping static-router-port vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] l2-multicast static-group group-address 224.1.1.1 vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 5 配置 IGMP Snooping 的 SSM 组策略和 SSM Mapping 功能

```
[SwitchA] acl number 2008
[SwitchA-acl-basic-2008] rule 5 permit source 224.1.1.1 0
[SwitchA-acl-basic-2008] quit
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] igmp-snooping ssm-policy 2008
[SwitchA-vlan10] igmp-snooping ssm-mapping enable
[SwitchA-vlan10] igmp-snooping ssm-mapping 224.1.1.1 24 10.1.1.2
[SwitchA-vlan10] quit
```

步骤 6 检查配置结果

在 SwitchA 上执行 **display igmp-snooping vlan configuration** 命令，查看 VLAN 内配置情况。

```
[SwitchA] display igmp-snooping vlan configuration
 IGMP Snooping Configuration for VLAN 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
igmp-snooping enable
igmp-snooping version 3
igmp-snooping ssm-mapping enable
igmp-snooping ssm-policy 2008
igmp-snooping ssm-mapping 224.1.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
```

当 SwitchA 收到加入组播组 224.1.1.1 的 Report 报文时，执行 **display igmp-snooping port-info** 命令，查看端口信息。

```
[SwitchA] display igmp-snooping port-info
 ----------------------------------------------------------------------------
                    (Source, Group)  Port                              Flag
 Flag: S:Static     D:Dynamic     M: Ssm-mapping
 ----------------------------------------------------------------------------
 VLAN 10, 1 Entry(s)
                     (10.1.1.2, 224.1.1.1)  GE1/0/1                    --M
                                                          1 port(s)
 ----------------------------------------------------------------------------
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 10
#
igmp-snooping enable
#
acl number 2008
 rule 5 permit source 224.1.1.1 0
#
vlan 10
 igmp-snooping enable
 igmp-snooping ssm-mapping enable
 igmp-snooping version 3
 igmp-snooping ssm-policy 2008
 igmp-snooping ssm-mapping 224.1.1.0 255.255.255.0 10.1.1.2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
 igmp-snooping static-router-port vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
 l2-multicast static-group  group-address 224.1.1.1 vlan 10
#
return
```

6.5.2 组播 VLAN 配置

介绍组播 VLAN 的配置方法、维护命令，并提供配置举例。

配置基于用户 VLAN 的组播 VLAN 复制示例

组网需求

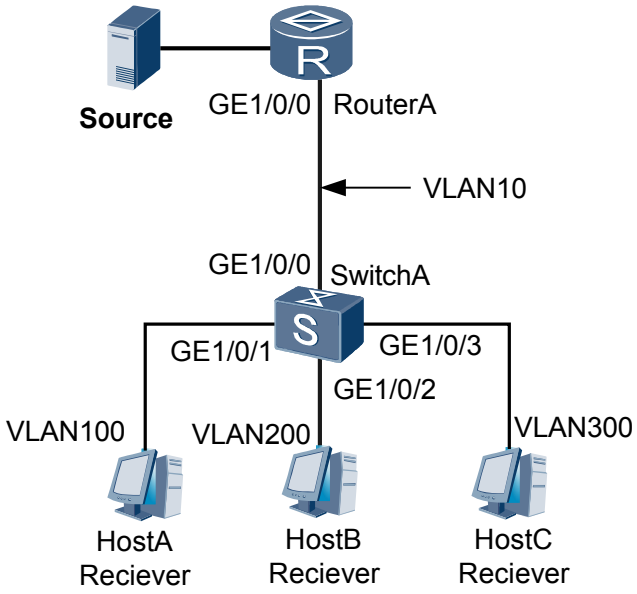
如图 6-179 所示，RouterA 与组播源相连，通过 GE1/0/0 接口和 SwitchA 的 GE1/0/0 接口相连。SwitchA 的 GE1/0/0 属于 VLAN10。用户主机 HostA、HostB 和 HostC 连接到

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchA 的 GE1/0/1、GE1/0/2 和 GE1/0/3 接口，并分别属于 VLAN100、VLAN200 和 VLAN300。

要求通过配置基于用户 VLAN 的组播 VLAN，使 RouterA 通过组播 VLAN 向 SwitchA 下分属不同用户 VLAN 的主机分发组播数据。

图 6-179 配置基于用户 VLAN 的组播 VLAN 复制功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于用户 VLAN 的组播 VLAN 复制：

1. 在系统视图下使能 IGMP Snooping。
2. 创建组播 VLAN，并在组播 VLAN 下使能 IGMP Snooping。
3. 创建用户 VLAN，并在用户 VLAN 下使能 IGMP Snooping。
4. 在组播 VLAN 下面绑定用户 VLAN。
5. 将接口分别以 Hybrid 方式加入 VLAN。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备以下数据：

- 和路由器相连的接口及所属的 VLAN
- 用户接口及所属的 VLAN

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 在系统视图下使能 IGMP Snooping。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] igmp-snooping enable
```

步骤 2 创建组播 VLAN，并在组播 VLAN 下使能 IGMP Snooping 功能。

```
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] igmp-snooping enable
[SwitchA-vlan10] multicast-vlan enable
[SwitchA-vlan10] quit
```

步骤 3 创建用户 VLAN，并在用户 VLAN 下使能 IGMP Snooping 功能。

```
[SwitchA] vlan 100
[SwitchA-vlan100] igmp-snooping enable
[SwitchA-vlan100] quit
[SwitchA] vlan 200
[SwitchA-vlan200] igmp-snooping enable
[SwitchA-vlan200] quit
[SwitchA] vlan 300
[SwitchA-vlan300] igmp-snooping enable
[SwitchA-vlan300] quit
```

步骤 4 在组播 VLAN 10 下面绑定用户 VLAN 100、VLAN 200 和 VLAN 300。

```
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] multicast-vlan user-vlan 100 200 300
[SwitchA-vlan10] quit
```

步骤 5 把接口以 Hybrid 方式加入 VLAN。

把 GE1/0/0 接口加入组播 VLAN 10。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

把 GE1/0/1、GE1/0/2、GE1/0/3 接口分别加入用户 VLAN 100、VLAN 200、VLAN 300。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 200
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 200
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid pvid vlan 300
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid untagged vlan 300
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

步骤 6 验证配置结果，在 SwitchA 可以查看到组播 VLAN 和用户 VLAN 的信息。

```
[SwitchA] display multicast-vlan vlan
Total multicast vlan   1
 multicast-vlan     user-vlan number     snooping-state
 ------------------------------------------------------------------
 10                 3                    IGMP Enable /MLD Disable
[SwitchA] display user-vlan vlan
 Total user vlan   3
 user-vlan  snooping-state           multicast-vlan  snooping-state
 ------------------------------------------------------------------------------
 100        IGMP Enable /MLD Disable  10             IGMP Enable /MLD Disable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
200         IGMP Enable /MLD Disable  10              IGMP Enable /MLD Disable
300         IGMP Enable /MLD Disable  10              IGMP Enable /MLD Disable
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 10 100 200 300
#
igmp-snooping enable
#
vlan 10
 igmp-snooping enable
 multicast-vlan enable
 multicast-vlan user-vlan 100 200 300
#
vlan 100
 igmp-snooping enable
#
vlan 200
 igmp-snooping enable
#
vlan 300
 igmp-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
return
```

配置基于接口的组播 VLAN 复制示例

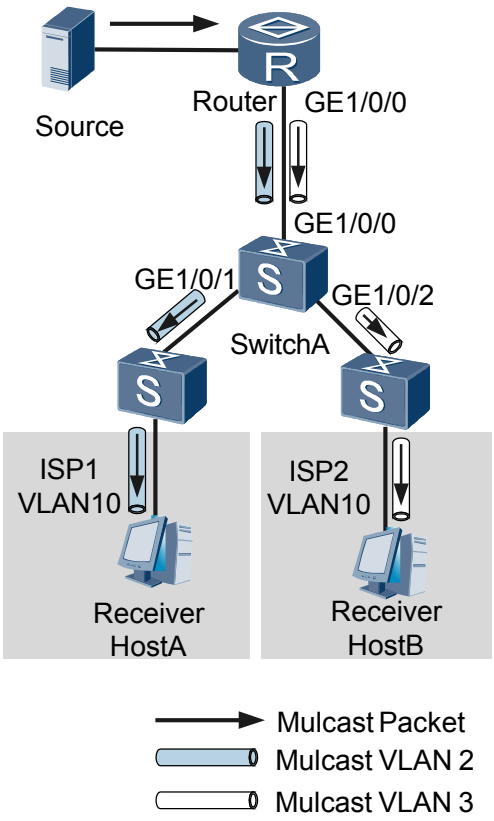
组网需求

在如图 6-180 所示的网络中，SwitchA 上的 GE1/0/0 接口连接路由器，GE1/0/1 和 GE1/0/2 接口下的业务分别批发给 ISP1 和 ISP2，ISP1 和 ISP2 分别通过组播 VLAN 2 和组播 VLAN 3 接收组播数据。GE1/0/1 和 GE1/0/2 接口下用户 VLAN 重复，都为 VLAN 10。

为了防止不同 ISP 的组播报文会发送到不属于此 ISP 的用户，影响到 ISP 的利益，在接口下绑定用户 VLAN 与组播 VLAN 来解决此问题，指定属于本 ISP 的组播数据只转发到连接本 ISP 用户的接口。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-180 配置基于接口的组播 VLAN 复制组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于接口组播 VLAN 复制：

1. 创建组播 VLAN 2 和组播 VLAN 3，并在组播 VLAN 下使能 IGMP Snooping。
2. 创建用户 VLAN 10。
3. 在 GE1/0/1 接口和 GE1/0/2 接口下对组播 VLAN 和用户 VLAN 分别进行绑定。
4. 将接口分别以 Hybrid 方式加入 VLAN。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备以下数据：

- 和路由器相连的接口及所属的 VLAN
- 用户接口及所属的 VLAN

操作步骤

步骤 1 配置组播 VLAN 2 和组播 VLAN 3，并在组播 VLAN 下使能 IGMP Snooping 功能。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] igmp-snooping enable
[SwitchA] vlan 2
[SwitchA-vlan2] igmp-snooping enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-vlan2] quit
[SwitchA] vlan 3
[SwitchA-vlan3] igmp-snooping enable
[SwitchA-vlan3] quit
```

步骤 2 创建用户 VLAN 10。

```
[SwitchA] vlan batch 10
```

步骤 3 在 GE1/0/1 接口和 GE1/0/2 接口下分别对组播 VLAN 和用户 VLAN 进行绑定。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] l2-multicast-bind vlan 10 mvlan 2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] l2-multicast-bind vlan 10 mvlan 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 4 将 GE1/0/0 接口加入组播 VLAN，将 GE1/0/1 和 GE1/0/2 加入用户 VLAN。

以 Trunk 方式把 GE1/0/0 加入组播 VLAN 2 和组播 VLAN 3。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

把 GE1/0/1、GE1/0/2 接口分别以 Hybrid 方式加入用户 VLAN 10。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 5 验证配置结果。

在 SwitchA 上是使用 **display l2-multicast-bind** [**mvlan** *vlan-id*]命令查看接口下用户 VLAN 与组播 VLAN 的绑定信息。

```
<SwitchA> display l2-multicast-bind
------------------------------------------------------------------------------
Port                          Startvlan        Endvlan         Mvlan
------------------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet1/0/1                 10             --             2
GigabitEthernet1/0/2                 10             --             3
------------------------------------------------------------------------------
Total Table(s) : 2
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 2 to 3 10
#
igmp-snooping enable
#
vlan 2
 igmp-snooping enable
 multicast-vlan enable
#
vlan 3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 igmp-snooping enable
 multicast-vlan enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
 l2-multicast-bind vlan 10 mvlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
 l2-multicast-bind vlan 10 mvlan 3
#
return
```

6.5.3 IGMP 配置

介绍 IGMP 的配置方法、维护命令，并提供配置举例。

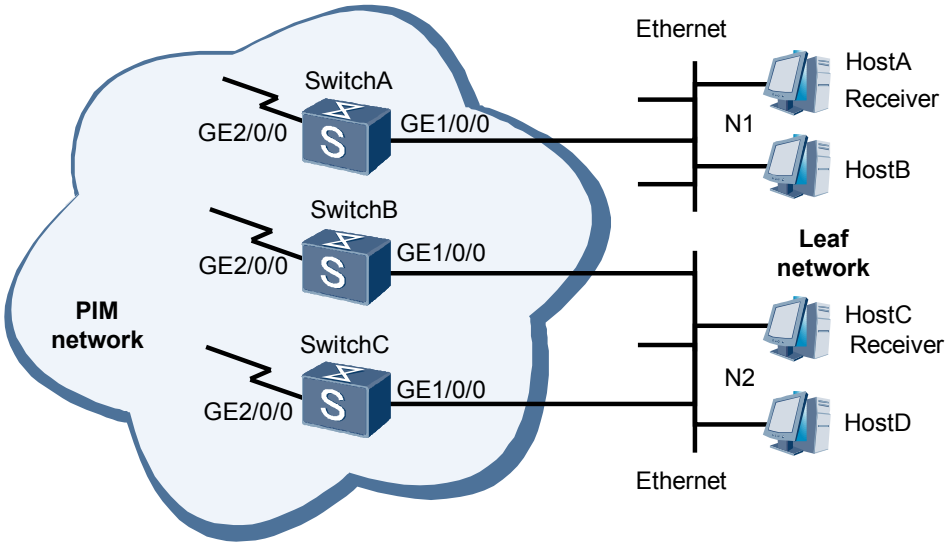
配置 IGMP 基本功能示例

组网需求

已知如图 6-181 所示的网络中，单播路由正常。要求在该网络中部署组播功能，使用户主机能够接收视频点播信息。

当某个接口下的用户需要长期接收热点节目时，将该接口静态加入组播组。如下网络中，HostA 需要长期接收组播组 225.1.1.1 的数据，则将 SwitchA 的接口 GE1/0/0 配置成静态加入组播组 225.1.1.1。

图 6-181 配置 IGMP 的基本功能组网图



交换机	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF10	10.110.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF11	192.168.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchB	GE1/0/0	VLANIF20	10.110.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF21	192.168.2.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF20	10.110.2.2/24
	GE2/0/0	VLANIF31	192.168.3.1/24

配置思路

采用如下思路配置 IGMP 的基本功能：

1. 在所有为组播服务的交换机上使能组播功能。
2. 在所有交换机接口上使能 PIM-SM 功能。
3. 在连接用户主机的交换机接口上使能 IGMP 功能。
4. 将 SwitchA 的 VLANIF10 接口静态加入组播组 225.1.1.1。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- Switch 与用户主机之间运行的 IGMP 版本号。
- 静态组播组地址：225.1.1.1。

说明

配置用例中，只列出了与 IGMP 配置相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 接口 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-181 配置各接口的 IP 地址和掩码，并配置各交换机之间采用 OSPF 进行互连，确保网络中各交换机间能够在网络层互通，并且之间能够借助单播路由协议实现动态路由更新。具体配置过程略。

接口 IP 地址的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 业务》中 **6.1.1 IP 地址配置**，OSPF 的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》中 OSPF 配置。

步骤 2 使能组播功能，并在所有接口上使能 PIM-SM 功能。

在 SwitchA 上使能组播功能，在所有接口上使能 PIM-SM 功能。SwitchB 和 SwitchC 上的配置过程与此完全相同，配置过程略。

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] pim sm
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 11
[SwitchA-Vlanif11] pim sm
[SwitchA-Vlanif11] quit
```

步骤 3 在主机侧接口上使能 IGMP 功能。

在 SwitchA 的 VLANIF10 接口上使能 IGMP 功能，并配置 IGMP 版本为 v2。SwitchB 和 SwitchC 上的配置过程与此完全相同，配置过程略。

版权所有 © 华为技术有限公司

说明

缺省情况下 IGMP 版本就是 IGMPv2，这里也可以不配置。如果使用其他版本，则一定要配置 **igmp version**。

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] igmp enable
[SwitchA-Vlanif10] igmp version 2
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

步骤 4 将 SwitchA 的 VLANIF10 接口静态加入组播组 225.1.1.1，使该接口下的用户能长期接收发往组播 225.1.1.1 的数据。

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] igmp static-group 225.1.1.1
```

步骤 5 验证配置结果。

通过使用 **display igmp interface** 命令可以查看各接口上 IGMP 的配置和运行情况。例如 SwitchA 的 VLANIF10 接口上 IGMP 的显示信息如下：

```
<SwitchA> display igmp interface vlanif 10
Interface information of VPN-Instance: public net
Vlanif 10(10.110.1.1):
  IGMP is enabled
  Current IGMP version is 2
  IGMP state: up
  IGMP group policy: none
  IGMP limit: -
  Value of query interval for IGMP (negotiated): -
  Value of query interval for IGMP (configured): 60 s
  Value of other querier timeout for IGMP: 0 s
  Value of maximum query response time for IGMP: 10 s
  Querier for IGMP: 10.110.1.1 (this router)
```

在 SwitchA 上通过使用命令 **display igmp routing-table** 可以查看，接口 VLANIF10 是否静态加入组播组 225.1.1.1。如果 SwitchA 上有（*，225.1.1.1）表项，且下游接口是 VLANIF10，协议类型为“static”，则表明 VLANIF10 静态加入组播组 225.1.1.1 配置成功。

```
<SwitchA> display igmp routing-table
Routing table of VPN-Instance: public net
 Total 1 entry
 00001. (*, 225.1.1.1)
     List of 1 downstream interface
     Vlanif10 (10.110.1.1),
     Protocol: STATIC
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 11
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif10
 ip address 10.110.1.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
 igmp static-group 225.1.1.1
#
interface Vlanif11
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface gigabitethernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface gigabitethernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 11
 port hybrid untagged vlan 11
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 20 21
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif20
 ip address 10.110.2.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
interface Vlanif21
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface gigabitethernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface gigabitethernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 21
 port hybrid untagged vlan 21
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 31
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif20
 ip address 10.110.2.2 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
interface Vlanif31
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface gigabitethernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface gigabitethernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 31
 port hybrid untagged vlan 31
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 SSM Mapping 示例

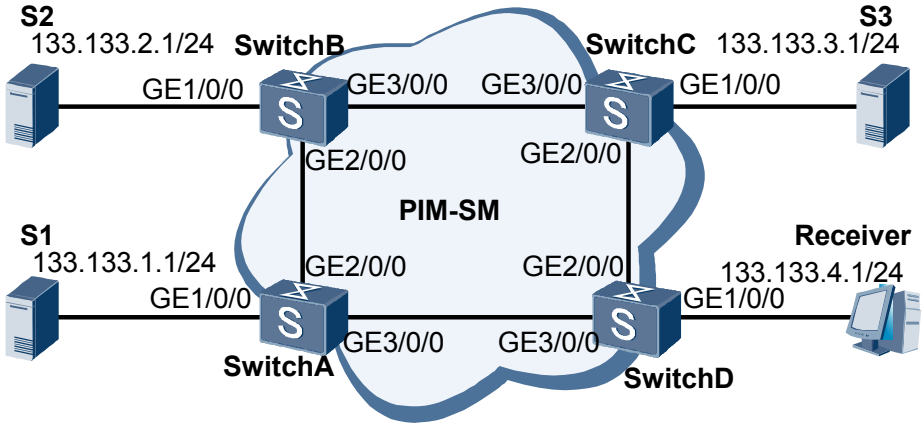
组网需求

已知如图 6-182 所示的组播网络中，运行 PIM-SM 协议，同时采用 ASM 和 SSM 模式提供组播服务。与用户主机 Receiver 相连的 Switch 口上运行 IGMPv3，Receiver 上的 IGMP 的版本为 v2，不能升级到 IGMPv3。

当前网络中的 SSM 组地址范围是 232.1.1.0/24，S1、S2 和 S3 都向该范围内的组播组发送组播数据。要求 Receiver 只接收来自 S1 和 S3 的组播数据。

解决方案：在 SwitchD 上配置 SSM Mapping 功能。

图 6-182 配置 SSM Mapping 功能组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF10	133.133.1.2/24
	GE2/0/0	VLANIF20	192.168.1.1/24
	GE3/0/0	VLANIF30	192.168.4.2/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF11	133.133.2.2/24
	GE2/0/0	VLANIF20	192.168.1.2/24
	GE3/0/0	VLANIF31	192.168.2.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF12	133.133.3.2/24
	GE2/0/0	VLANIF21	192.168.3.1/24
	GE3/0/0	VLANIF31	192.168.2.2/24
SwitchD	GE1/0/0	VLANIF13	133.133.4.2/24
	GE2/0/0	VLANIF21	192.168.3.2/24
	GE3/0/0	VLANIF30	192.168.4.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置 SSM Mapping 功能：

1. 在连接用户主机的 Switch 接口上使能 SSM Mapping 功能；
2. 在该 PIM-SM 域内的所有 Switch 上配置 SSM 组播组地址范围；
3. 在使能了 SSM Mapping 功能的 Switch 上配置 SSM Mapping 静态映射规则。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- SSM 组播组范围
- Source 1 和 Source 3 的 IP 地址

说明

配置用例中，只列出了与 SSM Mapping 配置相关的命令。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，配置各接口加入 VLAN（略）。

步骤 2 按照图 6-182 所示配置各 VLANIF 接口的 IP 地址和单播路由协议（略）。

步骤 3 在连接用户主机的接口上使能 IGMP 功能和 SSM Mapping 功能。

```
[SwitchD] multicast routing-enable
[SwitchD] interface vlanif 13
[SwitchD-Vlanif13] igmp enable
[SwitchD-Vlanif13] igmp version 3
[SwitchD-Vlanif13] igmp ssm-mapping enable
[SwitchD-Vlanif13] quit
```

步骤 4 配置 SSM 组播组地址范围。

在所有 Switch 配置 SSM 组播组地址范围为 232.1.1.0/24。SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 上的配置过程与 SwitchA 上的配置完全相同，配置过程略。

```
[SwitchA] acl number 2000
[SwitchA-acl-basic-2000] rule permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-acl-basic-2000] quit
[SwitchA] pim
[SwitchA-pim] ssm-policy 2000
```

步骤 5 在连接用户主机的 Switch 上配置 SSM Mapping 静态映射规则。

将 232.1.1.0/24 范围内的组播组映射到 Source 1 和 Source 3。

```
[SwitchD] igmp
[SwitchD-igmp] ssm-mapping 232.1.1.0 24 133.133.1.1
[SwitchD-igmp] ssm-mapping 232.1.1.0 24 133.133.3.1
```

查看 Switch 上特定源/组地址的 SSM Mapping 信息。

```
<SwitchD> display igmp ssm-mapping group
IGMP SSM-Mapping conversion table of VPN-Instance: public net
 Total 2 entries    2 entries matched
 00001. (133.133.1.1, 232.1.1.0)
 00002. (133.133.3.1, 232.1.1.0)
 Total 2 entries matched
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 验证配置结果。

Receiver 加入组 232.1.1.1。

通过使用 **display igmp group ssm-mapping** 命令，可以查看 Switch 特定源/组地址的信息。SwitchD 上特定源/组地址信息显示如下：

```
<SwitchD> display igmp group ssm-mapping
IGMP SSM mapping interface group report information of VPN-Instance: public net
 Vlanif10 (133.133.4.2):
  Total 1 IGMP SSM-Mapping Group reported
   Group Address   Last Reporter   Uptime      Expires
   232.1.1.1       133.133.4.1     00:01:44    00:00:26

<SwitchD> display igmp group ssm-mapping verbose
Interface group report information of VPN-Instance: public net
 Vlanif10 (133.133.4.2):
  Total entry on this interface: 1
  Total 1 IGMP SSM-Mapping Group reported
   Group: 232.1.1.1
     Uptime: 00:01:52
     Expires: 00:00:18
     Last reporter: 133.133.4.1
     Last-member-query-counter: 0
     Last-member-query-timer-expiry: off
     Group mode: exclude
     Version1-host-present-timer-expiry: off
     Version2-host-present-timer-expiry: 00:00:17
```

通过使用 **display pim routing-table** 命令，可以查看 PIM-SM 组播路由表。SwitchD 上 PIM-SM 组播路由表信息显示如下：

```
<SwitchD> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 2 (S, G) entries
 (133.133.1.1, 232.1.1.1)
     RP: 192.168.3.2
     Protocol: pim-ssm, Flag:
     UpTime: 00:11:25
     Upstream interface: Vlanif30
         Upstream neighbor: 192.168.4.2
         RPF prime neighbor: 192.168.4.2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif13
             Protocol: pim-ssm, UpTime: 00:11:25, Expires:-

 (133.133.3.1, 232.1.1.1)
     RP: 192.168.3.2
     Protocol: pim-ssm, Flag:
     UpTime: 00:11:25
     Upstream interface: Vlanif21
         Upstream neighbor: 192.168.3.1
         RPF prime neighbor: 192.168.3.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif13
             Protocol: pim-ssm, UpTime: 00:11:25, Expires:-
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 10 20 30
#
 multicast routing-enable
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
interface Vlanif10
 ip address 133.133.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 133.133.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
#
pim
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 11 20 31
#
 multicast routing-enable
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
interface Vlanif11
 ip address 133.133.2.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif31
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 11
 port hybrid untagged vlan 11
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 31
 port hybrid untagged vlan 31
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 133.133.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
pim
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 12 21 31
#
 multicast routing-enable
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
interface Vlanif12
 ip address 133.133.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif21
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif31
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 12
 port hybrid untagged vlan 12
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 21
 port hybrid untagged vlan 21
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 31
 port hybrid untagged vlan 31
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 133.133.3.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
pim
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 13 21 30
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif13
 ip address 133.133.4.2 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
 igmp version 3
 igmp ssm-mapping enable
#
interface Vlaniaf21
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 13
 port hybrid untagged vlan 13
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 21
 port hybrid untagged vlan 21
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
pim
 ssm-policy 2000
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
igmp
 ssm-mapping 232.1.1.0 255.255.255.0 133.133.1.1
 ssm-mapping 232.1.1.0 255.255.255.0 133.133.3.1
#
return
```

配置 IGMP Limit 示例

组网需求

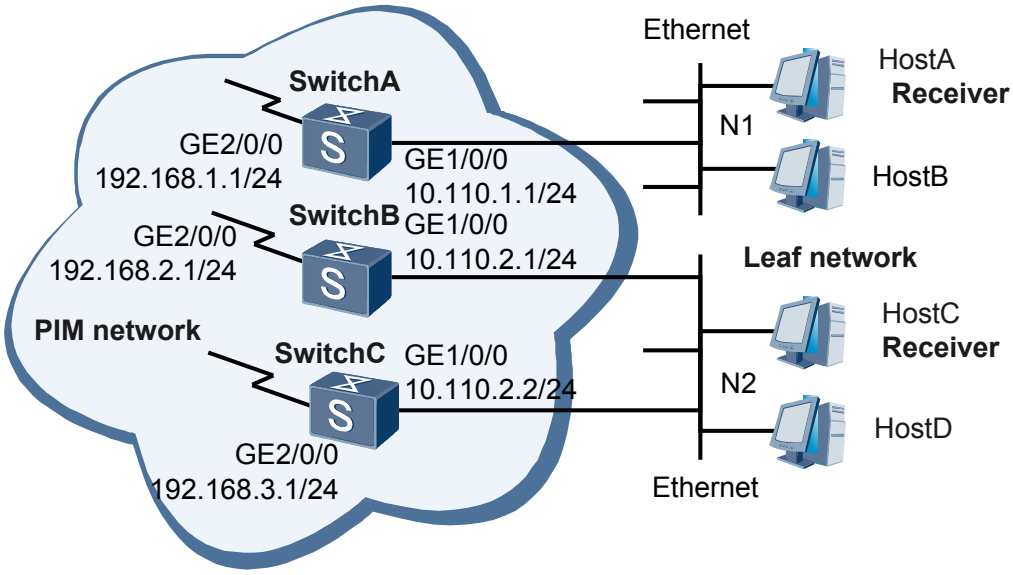
大量用户同时收看多套视频节目时，要占用设备的大量带宽，造成设备性能下降，导致用户接收组播数据的稳定性变差。

在已有的组播技术中，通过限制组播转发表表项数量或限制组播转发表单个表项的出接口数量控制组播网络，此方案不能满足对 IPTV 网络中承载的实时视频业务及可用的网络资源进行灵活管理的要求。

通过配置 IGMP 组成员关系限制，可以合理规划网络资源，灵活控制用户能够接入的组播组数量。如图 6-183 所示的网络中部署组播业务，在与用户主机相连的设备 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 上配置基于全局、单实例、和接口的 IGMP 组成员关系限制，限制用户能够加入的组播组数量，当达到限制值时不允许创建新的 IGMP 表项，保证已经加入组播组的用户收看更加清晰稳定的节目。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-183 配置 IGMP Limit 组网图



交换机	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF10	10.110.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF11	192.168.1.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF20	10.110.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF21	192.168.2.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF20	10.110.2.2/24
	GE2/0/0	VLANIF31	192.168.3.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 IGMP Limit 的基本功能：

1. 在所有为组播服务的交换机上使能组播功能。组播功能是 IGMP 功能的前提条件。
2. 在所有交换机的 VLANIF 接口上使能 PIM-SM 功能。
3. 在连接用户主机的交换机物理端口对应的 VLANIF 接口上使能 IGMP 功能。
4. 将 SwitchA 的 GE1/0/0 接口静态加入组播组 225.1.1.1，长期稳定地接收组 225.1.1.1 的数据。
5. 在 SwitchA 上配置 IGMP 组成员关系个数限制。

数据准备

为完成此配置举例，需准备如下的数据：

- 静态组播组地址：225.1.1.1。
- IGMP 组成员关系个数限制值。

操作步骤

步骤 1 使能组播功能，并在主机侧接口上使能 IGMP 功能和 PIM-SM 功能

版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchA 上使能组播功能，并在 VLANIF 10 接口上使能 IGMP 功能和 PIM-SM 功能。SwitchB 和 SwitchC 上的配置与 SwitchA 类似，配置过程略。

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] pim sm
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

步骤 2 将 SwitchA 的 GE1/0/0 接口静态加入组播组 225.1.1.1，使接口 GE1/0/0 下的用户能长期接收发往组播 225.1.1.1 的数据

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] igmp static-group 225.1.1.1
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

步骤 3 在连接用户的最后一跳交换机上配置 IGMP 组成员关系个数限制

配置 SwitchA 上总共可以创建 50 个 IGMP 组成员关系。

```
[SwitchA] igmp global limit 50
```

配置公网实例下总共可以创建 40 个 IGMP 组成员关系。

```
[SwitchA] igmp
[SwitchA-igmp] limit 40
[SwitchA-igmp] quit
```

配置物理接口 GE1/0/0 所在的 VLANIF 10 接口下总共可以创建 30 个 IGMP 组成员关系。

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] igmp limit 30
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

SwitchB 和 SwitchC 上的配置与 SwitchA 类似，配置过程略。

步骤 4 验证配置结果

通过使用 **display igmp interface** 命令可以查看交换机接口上 IGMP 的配置和运行情况。SwitchA 的 VLANIF 10 接口上 IGMP 的显示信息如下：

```
<SwitchA> display igmp interface vlanif 10
Interface information of VPN-Instance: public net
vlanif10(10.110.1.1):
   IGMP is enabled
   Current IGMP version is 2
   IGMP state: up
   IGMP group policy: none
   IGMP limit: 30
   Value of query interval for IGMP (negotiated): -
   Value of query interval for IGMP (configured): 60 s
   Value of other querier timeout for IGMP: 0 s
   Value of maximum query response time for IGMP: 10 s
   Querier for IGMP: 10.110.1.1 (this router)
```

可以看到，SwitchA 的 VLANIF 10 上可创建的 IGMP 组成员关系的最大个数为 30 个。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 10 11
#
 igmp global limit 50
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif10
 pim sm
 igmp enable
 igmp limit 30
 ip address 10.110.1.1 24
#
interface Vlanif11
 ip address 192.168.1.1 24
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 11
 port hybrid untagged vlan 11
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
 network 10.110.1.0 0.0.0.255
 network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
igmp
 limit 40
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 20 21
#
 igmp global limit 50
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif20
 pim sm
 igmp enable
 igmp limit 30
 ip address 10.110.2.1 24
#
interface Vlanif21
 ip address 192.168.2.1 24
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 21
 port hybrid untagged vlan 21
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
 network 10.110.2.0 0.0.0.255
 network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
igmp
 limit 40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 31
#
 igmp global limit 50
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif20
 pim sm
 igmp enable
 igmp limit 30
 ip address 10.110.2.2 24
#
interface Vlanif31
ip address 192.168.3.1 24
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 31
 port hybrid untagged vlan 31
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
 network 10.110.3.0 0.0.0.255
 network 192.168.3.0 0.0.0.255
#
igmp
 limit 40
#
return
```

6.5.4 PIM-DM（IPv4）配置

通过配置 PIM 协议，可以实现 AS 域内组播路由与数据转发。PIM-DM 是密集模式的域内组播路由协议，适用于组成员分布相对密集的小型网络。

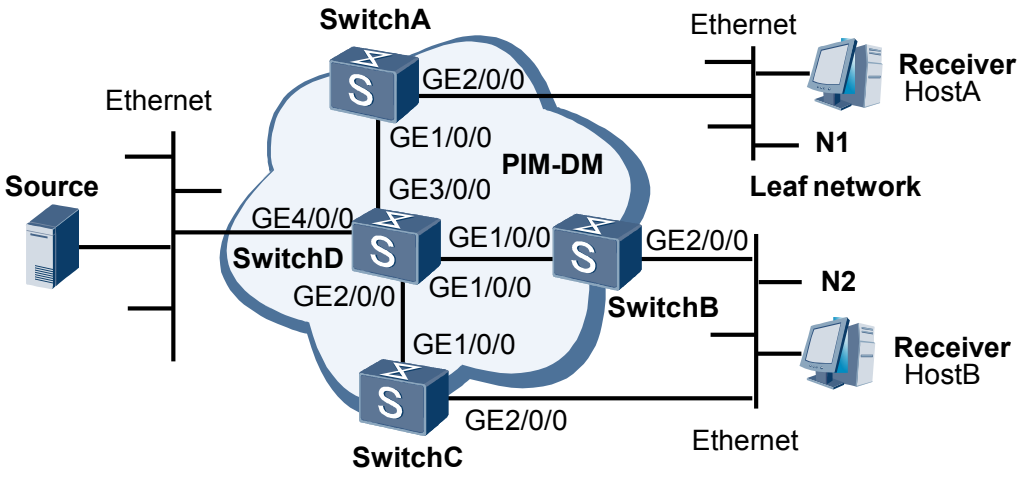
配置 PIM-DM 组播网络示例

组网需求

在如图 6-184 所示的试验网中部署组播功能。已知网络中单播运行正常。要求通过在交换机进行适当配置，使网络中的用户主机能够通过组播方式接收视频点播信息。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-184 配置 PIM-DM 基本功能组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	192.168.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF101	10.110.1.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF200	192.168.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF102	10.110.2.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF300	192.168.3.1/24
	GE2/0/0	VLANIF102	10.110.2.2/24
SwitchD	GE1/0/0	VLANIF200	192.168.2.2/24
	GE2/0/0	VLANIF300	192.168.3.2/24
	GE3/0/0	VLANIF100	192.168.1.2/24
	GE4/0/0	VLANIF103	10.110.5.1/24

配置思路

由于网络环境是规模较小的试验网，采用 PIM-DM 协议配置组播功能。在 SwitchA 与主机相连的 VLANIF 接口上使能 PIM Silent，防范 Hello 报文攻击。

1. 在交换机上使能单播路由协议。
2. 在交换机使能组播功能。
3. 在接口上使能 PIM-DM 功能。
4. 在与主机相连的 VLANIF 接口上使能 PIM Silent，配置 IGMP。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 组播组 G 地址：225.1.1.1/24。
- 组播源 S 地址：10.110.5.100/24。
- 交换机和用户主机之间运行的 IGMP 版本号为 2。

说明

配置用例中，只列出了与 PIM-DM 配置相关的命令。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 在交换机上使能单播路由协议，配置过程略。

步骤 2 使能组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM 功能。

在 SwitchA 上使能组播功能，在各接口上使能 PIM-DM 功能。SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] pim dm
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] interface vlanif 101
[SwitchA-Vlanif101] pim dm
[SwitchA-Vlanif101] quit
```

步骤 3 在与主机相连的接口上使能 PIM Silent，配置 IGMP。

在 SwitchA 连接用户主机的 Vlanif 接口上使能 PIM Silent，配置 IGMP 功能。SwitchB 和 SwitchC 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] interface vlanif 101
[SwitchA-Vlanif101] pim silent
[SwitchA-Vlanif101] igmp enable
[SwitchA-Vlanif101] quit
```

步骤 4 验证配置结果。

通过使用 **display pim interface** 命令可以查看 Switch 接口上 PIM 的配置和运行情况。例如 SwitchD 上 PIM 配置的显示信息如下：

```
<SwitchD> display pim interface
 VPN-Instance: public net
 Interface           State NbrCnt HelloInt   DR-Pri     DR-Address
 Vlanif103           up    0      30         1          10.110.5.1  (local)
 Vlanif100           up    0      30         1          192.168.1.2  (local)
 Vlanif200           up    0      30         1          192.168.2.2  (local)
 Vlanif300           up    0      30         1          192.168.3.2  (local)
```

通过使用 **display pim neighbor** 命令可以查看 Switch 之间的 PIM 邻居关系。例如 SwitchD 上 PIM 邻居关系的显示信息如下：

```
<SwitchD> display pim neighbor
 VPN-Instance: public net
 Total Number of Neighbors = 3

 Neighbor        Interface         Uptime       Expires      Dr-Priority   BFD-Session
 192.168.1.1     Vlanif100          00:02:22    00:01:27      1              N
 192.168.2.1     Vlanif200          00:00:22    00:01:29      1              N
 192.168.3.1     Vlanif300          00:00:23    00:01:31      1              N
```

通过使用 **display pim routing-table** 命令可以查看 PIM 协议组播路由表。假如 HostA 需要接收组播组 G（225.1.1.1/24）的信息。当组播源 S（10.110.5.100/24）向组播组 G 传送组播报文时，通过扩散生成 SPT，SPT 路径中 SwitchA 和 SwitchD 上都存在（S，G）表项，HostA 加入组播组 G，在 SwitchA 上生成（*，G）表项，SwitchB 和 SwitchC 上的显示信息和 SwitchA 类似。显示信息如下：

```
<SwitchA> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, 225.1.1.1)
     Protocol: pim-dm, Flag: WC
     UpTime: 03:54:19
     Upstream interface: NULL
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
        Upstream neighbor: NULL
        RPF prime neighbor: NULL
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif101
            Protocol: igmp, UpTime: 01:38:19, Expires: never

(10.110.5.100, 225.1.1.1)
    Protocol: pim-dm, Flag: ACT
    UpTime: 00:00:44
    Upstream interface: Vlanif100
        Upstream neighbor: 192.168.1.2
        RPF prime neighbor: 192.168.1.2
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif101
             Protocol: pim-dm, UpTime: 00:00:44, Expires: never

<SwitchD> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 0 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (10.110.5.100, 225.1.1.1)
    Protocol: pim-dm, Flag: LOC ACT
    UpTime: 01:35:25
    Upstream interface: Vlanif103
        Upstream neighbor: NULL
        RPF prime neighbor: NULL
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 2
       1: Vlanif100
           Protocol: pim-dm, UpTime: 00:03:27, Expires: never
       2: Vlanif200
           Protocol: pim-dm, UpTime: 00:03:27, Expires: never
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 100 101
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif101
 ip address 10.110.1.1 255.255.255.0
 pim dm
 pim silent
 igmp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 10.110.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 200 102
#
interface Vlanif102
 ip address 10.110.2.1 255.255.255.0
 pim dm
 igmp enable
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 102 300
#
interface Vlanif102
 ip address 10.110.2.2 255.255.255.0
 pim dm
 igmp enable
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
#
return
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 100 103 200 300
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif103
 ip address 10.110.5.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet4/0/0
 port hybrid pvid vlan 103
 port hybrid untagged vlan 103
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 10.110.5.0 0.0.0.255
#
return
```

6.5.5 PIM-SM（IPv4）配置

通过配置 PIM 协议，可以实现 AS 域内组播路由与数据转发。PIM-SM 是稀疏模式的域内组播路由协议，适用于组成员分布相对分散、范围较广的大规模网络。

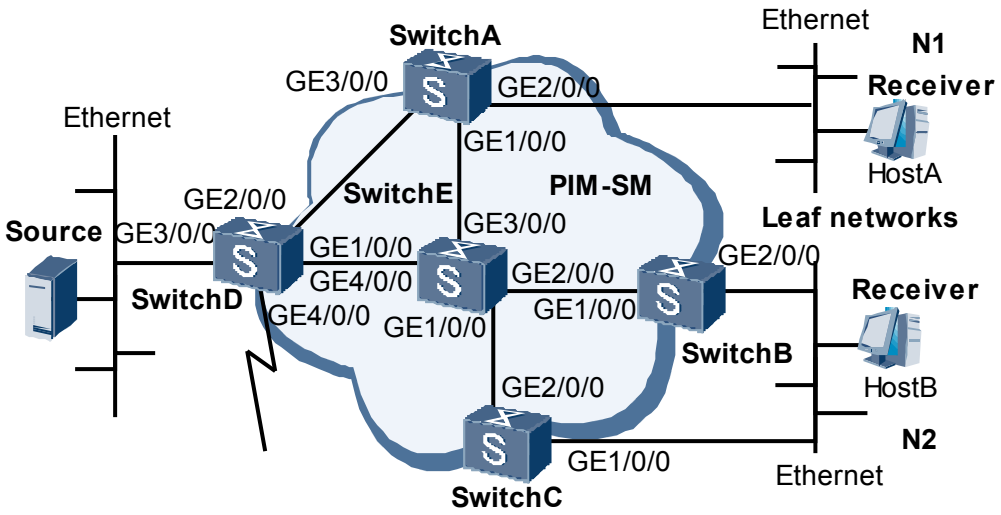
配置 PIM-SM 组播网络示例

组网需求

在如图 6-185 所示的 ISP 网络中部署组播业务。已知该网络中已经部署了完备的 IGP，单播运行正常，并接入 Internet。要求通过在 Switch 进行适当配置，使网络中的用户主机能够通过组播方式接收视频点播信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-185 配置 PIM-SM 典型组播网络组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	192.168.9.1/24
	GE2/0/0	VLANIF101	10.110.1.1/24
	GE3/0/0	VLANIF200	192.168.1.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF300	192.168.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF102	10.110.2.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF102	10.110.2.2/24
	GE2/0/0	VLANIF400	192.168.3.1/24
SwitchD	GE1/0/0	VLANIF500	192.168.4.2/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.1.2/24
	GE3/0/0	VLANIF103	10.110.5.1/24
	GE4/0/0	VLANIF104	10.110.4.1/24
SwitchE	GE1/0/0	VLANIF400	192.168.3.2/24
	GE2/0/0	VLANIF300	192.168.2.2/24
	GE3/0/0	VLANIF100	192.168.9.2/24
	GE4/0/0	VLANIF500	192.168.4.1/24

配置思路

由于 ISP 网络接入 Internet，为了易于业务拓展，采用 PIM-SM 协议配置组播功能，同时使用 ASM 和 SSM 模型提供组播服务。

1. 配置 Switch 的接口 IP 地址和单播路由协议。组播域内路由协议 PIM 是依赖单播路由协议，单播路由正常是组播协议正常工作的基础。
2. 在所有提供组播服务的 Switch 上使能组播功能。使能组播功能是配置 PIM-SM 的前提。
3. 在 Switch 所有接口上使能 PIM-SM 功能。使能 PIM-SM 功能之后才能配置 PIM-SM 的其他功能。

   说明

   如果该接口下还需要配置 IGMP 协议，必须先使能 PIM-SM，才能使能 IGMP 协议。两者顺序不能颠倒，否则 PIM-SM 功能配置会不成功。

版权所有 © 华为技术有限公司

4. 在与主机侧相连的 Switch 接口上使能 IGMP。接收者能通过发送 IGMP 消息自由加入或者离开某个组播组。叶结点 Switch 通过 IGMP 协议来维护组成员关系列表。
5. 在与直连用户主机的 Switch 口上使能 PIM Silent，防止恶意主机模拟发送 PIM Hello 报文，增加组播路由器的安全性。

   说明

   该功能仅适用于与用户主机网段直连的 Switch 口，且该用户网段只与这一台 Switch 连。
6. 配置 RP。在 PIM-SM 网络中，RP 是 RPT 树的根节点。建议 RP 的位置配置在组播流量分支较多的设备上，如本图中的 SwitchE 的位置。

   说明

   - 用户侧的 DR 得到新的 IGMP 成员关系创建(*,G)表项后，向 RP 发送加入/剪枝消息，沿路更新共享树。
   - 组播数据源刚开始向组发送数据时，由其 DR 向 RP 单播发送注册消息，RP 将其解封装后沿共享树分发给其组成员，同时 RP 向组播源侧 DR 发送注册-停止消息。注册停止后，可以由 RPT 向 SPT 切换。
7. （可选）在与 Internet 相连的接口上配置 BSR 边界，BSM 消息不能通过该边界，使 BSR 只为该 PIM-SM 域服务，增加组播可控性。
8. （可选）在各 Switch 上设置 SSM 组地址范围。使 PIM-SM 域内的 Switch 为 SSM 组地址范围内的组播组服务，实现可控组播。

说明

配置步骤中，只列出了与 PIM-SM 配置相关的命令。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 组播组 G 地址：225.1.1.1/24。
- 组播源 S 地址：10.110.5.100/24。
- Switch 接口和用户主机之间运行的 IGMP 版本号为 3。
- SSM 组地址范围：232.1.1.0/24。

操作步骤

步骤 1 配置各接口的 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-185 配置各 Switch 口的 IP 地址和掩码，配置各 Switch 间采用 OSPF 进行互连，确保网络中各 Switch 间能够在网络层互通，并且之间能够借助单播路由协议实现动态路由更新。具体配置过程略。

接口 IP 地址的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 业务》中 **6.1.1 IP 地址配置**，OSPF 的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》中 OSPF 配置。

步骤 2 使能组播功能，在各接口上使能 PIM-SM 功能。

在所有 Switch 使能组播功能，在各接口上使能 PIM-SM 功能。SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface vlanif 101
[SwitchA-Vlanif101] pim sm
[SwitchA-Vlanif101] quit
[SwitchA] interface vlanif 100
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-Vlanif100] pim sm
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] interface vlanif 200
[SwitchA-Vlanif200] pim sm
[SwitchA-Vlanif200] quit
```

步骤 3 在连接用户主机的接口上使能 IGMP 功能。

在 SwitchA 连接用户主机的接口上使能 IGMP 功能，配置 IGMP 协议的版本为 v3。SwitchB 和 SwitchC 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] interface vlanif 101
[SwitchA-Vlanif101] igmp enable
[SwitchA-Vlanif101] igmp version 3
```

步骤 4 在 SwitchA 接口上使能 PIM silent。

```
[SwitchA] interface vlanif 101
[SwitchA-Vlanif101] pim silent
```

步骤 5 配置 RP。

说明

配置 RP 有两种方式：静态 RP 和动态 RP 两种。可以同时配置，也可以只配置其中一种。同时配置两种 RP 时，可以通过参数调整优先选择哪种 RP。

本实例同时配置两种 RP，并通过参数配置，优选动态 RP，静态 RP 作为备份。

配置动态 RP 需要在 PIM-SM 域的一个或多个 Switch 上进行如下配置。本例中在 SwitchE 上配置 RP 通告的服务范围，及 C-BSR 和 C-RP 的位置。

```
[SwitchE] acl number 2008
[SwitchE-acl-basic-2008] rule permit source 225.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchE-acl-basic-2008] quit
[SwitchE] pim
[SwitchE-pim] c-bsr vlanif 100
[SwitchE-pim] c-rp vlanif 100 group-policy 2008
```

配置静态 RP 需要在所有 Switch 配置。SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

说明

如果命令 **static-rp X.X.X.X** 后面选择参数 preferred，优先选择静态 RP 作为本 PIM-SM 域的 RP。

```
[SwitchA] pim
[SwitchA-pim] static-rp 192.168.2.2
```

步骤 6 在 SwitchD 与 Internet 相连的接口上配置 BSR 边界

```
[SwitchD] interface vlanif 104
[SwitchD-Vlanif104] pim bsr-boundary
[SwitchD-Vlanif104] quit
```

步骤 7 配置 SSM 组播组地址范围。

在所有 Switch 配置 SSM 组播组地址范围为 232.1.1.0/24。SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 上的配置过程与 SwitchA 上的配置完全相同，配置过程略。

```
[SwitchA] acl number 2000
[SwitchA-acl-basic-2000] rule permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-acl-basic-2000] quit
[SwitchA] pim
[SwitchA-pim] ssm-policy 2000
```

步骤 8 验证配置结果。

通过使用 **display pim interface** 命令可以查看接口上 PIM 的配置和运行情况。例如 SwitchC 上 PIM 的显示信息如下：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchC> display pim interface
VPN-Instance: public net
Interface      State   NbrCnt   HelloInt   DR-Pri     DR-Address
Vlanif102        up      0         30         1         10.110.2.2     (local)
Vlanif400        up      1         30         1         192.168.3.1    (local)
```

通过使用 **display pim bsr-info** 命令可以查看 Switch 上 BSR 选举的信息。例如 SwitchA 和 SwitchE 上 BSR 信息分别如下（SwitchE 上还显示 C-BSR 信息）：

```
<SwitchA> display pim bsr-info
VPN-Instance: public net
 Elected AdminScoped BSR Count: 0
 Elected BSR Address: 192.168.9.2
     Priority: 0
     Hash mask length: 30
     State: Accept Preferred
     Scope: Not scoped
     Uptime: 01:40:40
     Expires: 00:01:42
     C-RP Count: 1

<SwitchE> display pim bsr-info
VPN-Instance: public net
 Elected AdminScoped BSR Count: 0
 Elected BSR Address: 192.168.9.2
     Priority: 0
     Mask length: 30
     State: Elected
     Scope: Not scoped
     Uptime: 00:00:18
     Next BSR message scheduled at :00:01:42
     C-RP Count: 1
 Candidate AdminScoped BSR Count: 0
 Candidate BSR Address is: 192.168.9.2
     Priority: 0
     Hash mask length: 30
     State:Elected
     Scope: Not scoped
     Wait to be BSR: 0
```

通过使用 **display pim rp-info** 命令可以查看 Switch 上获取的 RP 信息。例如 SwitchA 上 RP 信息如下：

```
<SwitchA> display pim rp-info
VPN-Instance: public net
 PIM-SM BSR RP Number:1
 Group/MaskLen: 225.1.1.0/24
     RP: 192.168.9.2
     Priority: 0
     Uptime: 00:45:13
     Expires: 00:02:17
 PIM SM static RP Number:1
     Static RP: 192.168.2.2
```

通过使用 **display pim routing-table** 命令可以查看 PIM 协议组播路由表。HostA 需要接收组播组（225.1.1.1/24）信息，HostB 需要接收组播源（10.110.5.100/24）发往组播组（232.1.1.1/24）的信息。显示信息如下：

```
[SwitchA] display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

(*, 225.1.1.1)
     RP: 192.168.9.2
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:13:46
     Upstream interface: vlanif100,
         Upstream neighbor: 192.168.9.2
         RPF prime neighbor: 192.168.9.2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: vlanif101
            Protocol: igmp, UpTime: 00:13:46, Expires:-

(10.110.5.100, 225.1.1.1)
    RP: 192.168.9.2
    Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
    UpTime: 00:00:42
    Upstream interface: vlanif200
        Upstream neighbor: 192.168.1.2
        RPF prime neighbor: 192.168.1.2
   Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: vlanif101
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:42, Expires:-
[SwitchB] display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

(*, 232.1.1.1)
    RP: 192.168.9.2
    Protocol: pim-sm, Flag: WC
    UpTime: 00:10:12
    Upstream interface: vlanif100,
        Upstream neighbor: 192.168.9.2
        RPF prime neighbor: 192.168.9.2
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: vlanif102
            Protocol: igmp, UpTime: 00:10:12, Expires:-

(10.110.5.100, 232.1.1.1)
    RP: 192.168.9.2
    Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
    UpTime: 00:00:42
    Upstream interface: vlanif300
        Upstream neighbor: 192.168.1.2
        RPF prime neighbor: 192.168.1.2
   Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: vlanif102
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:30, Expires:-

[SwitchD] display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 0 (*, G) entry; 2 (S, G) entry

 (10.110.5.100, 225.1.1.1)
    RP: 192.168.9.2
    Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
    UpTime: 00:00:42
    Upstream interface: vlanif103
        Upstream neighbor: 10.110.5.100
        RPF prime neighbor: 10.110.5.100
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: vlanif200
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:42, Expires:-

(10.110.5.100, 232.1.1.1)
    Protocol: pim-ssm, Flag:
    UpTime: 00:01:20
    Upstream interface: vlanif103
        Upstream neighbor: 10.110.5.100
        RPF prime neighbor: 10.110.5.100
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: vlanif500
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
            Protocol: pim-ssm, UpTime: 00:01:20, Expires:-

[SwitchE] display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, 225.1.1.1)
     RP: 192.168.9.2 (local)
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:13:16
     Upstream interface: Register
         Upstream neighbor: 192.168.4.2
         RPF prime neighbor: 192.168.4.2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif100
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:13:16, Expires: 00:03:22

(10.110.5.100, 232.1.1.1)
     Protocol: pim-ssm, Flag:
     UpTime: 00:01:22
     Upstream interface: vlanif500
         Upstream neighbor: 192.168.4.2
         RPF prime neighbor: 192.168.4.2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif400
             Protocol: pim-ssm, UpTime: 00:01:22, Expires:-

[SwitchC] display pim routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (S, G) entry

 (10.110.5.100, 232.1.1.1)
     Protocol: pim-ssm, Flag:
     UpTime: 00:01:25
     Upstream interface: vlanif400
         Upstream neighbor: 192.168.3.2
         RPF prime neighbor: 192.168.3.2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif102
             Protocol: igmp, UpTime: 00:01:25, Expires:-
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 101 200
#
 multicast routing-enable
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.9.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif101
 ip address 10.110.1.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
 igmp version 3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 pim silent
#
interface vlanif 200
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.9.0 0.0.0.255
#
pim
 static-rp 192.168.2.2
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 multicast routing-enable
#
vlan batch 102 300
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
interface Vlanif102
 ip address 10.110.2.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
 igmp version 3
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
pim
 static-rp 192.168.2.2
 ssm-policy 2000
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 102 400
#
 multicast routing-enable
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
interface Vlanif102
 ip address 10.110.2.2 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
 igmp version 3
#
interface Vlanif400
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
#
pim
 static-rp 192.168.2.2
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 103 104 200 500
#
 multicast routing-enable
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
interface Vlanif103
 ip address 10.110.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif104
 ip address 10.110.4.1 255.255.255.0
 pim sm
 pim bsr-boundary
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif500
 ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 500
 port hybrid untagged vlan 500
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 103
 port hybrid untagged vlan 103
#
interface GigabitEthernet4/0/0
 port hybrid pvid vlan 104
 port hybrid untagged vlan 104
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.4.0 0.0.0.255
  network 10.110.5.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
#
pim
 static-rp 192.168.2.2
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 vlan batch 100 300 400 500
#
 multicast routing-enable
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 232.1.1.0 0.0.0.255
#
acl number 2008
 rule 5 permit source 225.1.1.0 0.0.0.255
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.9.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif400
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif500
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid tagged vlan 400
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet4/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 500
 port hybrid untagged vlan 500
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.9.0 0.0.0.255
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
#
pim
 c-bsr vlanif 100
 c-rp vlanif 100 group-policy 2008
 static-rp 192.168.2.2
 ssm-policy 2000
#
return
```

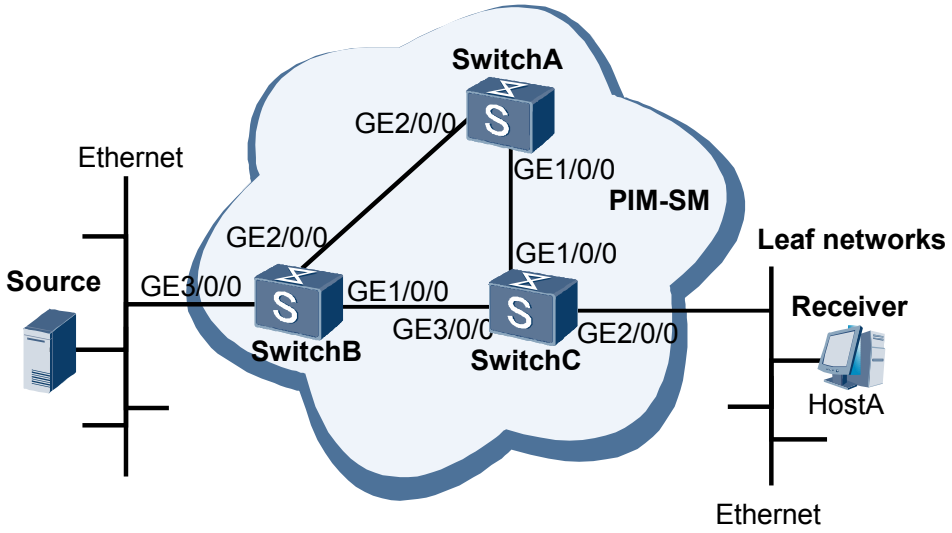
配置 PIM-SM 域组播 SPT 切换示例

组网需求

接收者通过组播方式接收视频点播信息，整个 PIM 网络采用 SM 单 BSR 管理域方式。在缺省情况下，RP 和接收者侧 DR 在收到第一个组播数据包后立即进行 SPT 切换，寻找最佳路径接收组播源的组播信息。如果接收者希望流量达到阈值以后再进行 SPT 切换，就需要进行 SPT 切换的配置。

如图 6-186 所示，要求通过在 Switch 进行适当配置，实现末梢网络中的 HostA 从 RP (SwitchA 的 GE1/0/0)上接收组播数据，当组播数据报文速率达到 1024kbit/s 以后再进行 SPT 切换(SPT 切换后 HostA 的接收路径是 Source-SwitchB-SwitchC--HostA)。

图 6-186 配置 PIM-SM 域组播进行 SPT 切换组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	192.168.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.3.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF300	192.168.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.3.2/24
	GE3/0/0	VLANIF101	10.110.5.1/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchC	GE1/0/0	VLANIF100	192.168.1.2/24
	GE2/0/0	VLANIF102	10.110.2.1/24
	GE3/0/0	VLANIF300	192.168.2.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 PIM-SM 的基本功能：

1. 配置各 Switch 接口 IP 地址和单播路由协议。
2. 使能组播功能，在各接口上使能 PIM-SM 功能，主机侧接口上使能 IGMP 功能。
3. 在各 Switch 上配置相同的静态 RP。
4. 在 SwitchC 上进行 SPT 切换相关配置。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 组播源 S 地址：10.110.5.100/24。
- 组播组 G 地址：225.1.1.1/24。
- SwitchC 和末梢网络之间运行的 IGMP 版本号为 2。

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 接口 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-186 配置各 Switch 口的 IP 地址和掩码，配置各 Switch 间采用 OSPF 进行互连，确保网络中 SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间能够在网络层互通，并且之间能够借助单播路由协议实现动态路由更新。具体配置过程略。

接口 IP 地址的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 业务》中 **6.1.1 IP 地址配置**，OSPF 的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》中 OSPF 配置。

步骤 2 使能组播功能，在各接口上使能 PIM-SM 功能，主机侧接口上使能 IGMP 功能。

在所有 Switch 使能组播功能，在各接口上使能 PIM-SM 功能，并在 SwitchC 连接末梢网络的接口上使能 IGMP 功能。SwitchA、SwitchB 上的配置过程与 SwitchC 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchC] multicast routing-enable
[SwitchC] interface vlanif 102
[SwitchC-Vlanif102] pim sm
[SwitchC-Vlanif102] igmp enable
[SwitchC-Vlanif102] igmp version 2
[SwitchC-Vlanif102] quit
[SwitchC] interface vlanif 300
[SwitchC-Vlanif300] pim sm
[SwitchC-Vlanif300] quit
[SwitchC] interface vlanif 100
[SwitchC-Vlanif100] pim sm
[SwitchC-Vlanif100] quit
```

步骤 3 配置静态 RP。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

#在 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 上配置静态 RP。SwitchB、SwitchC 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] pim
[SwitchA-pim] static-rp 192.168.1.1
```

步骤 4 配置 SPT 切换阈值。

在 SwitchC 上配置组播数据报文速率达到 1024kbit/s 以后进行 SPT 切换。

```
[SwitchC] pim
[SwitchC-pim] spt-switch-threshold 1024
[SwitchC-pim] quit
```

步骤 5 验证配置结果。

组播源开始向组播组发送数据，HostA 能接收到组播源的数据。当速率小于 1024kbit/s 的时候，在 SwitchC 上使用 **display pim routing-table** 命令可以查看 PIM 协议组播路由表，看到上游邻居是 SwitchA，显示信息如下：

```
<SwitchC> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

(*, 225.1.1.1)
     RP: 192.168.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:13:46
     Upstream interface: vlanif100
         Upstream neighbor: 192.168.1.1
         RPF prime neighbor: 192.168.1.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif102
             Protocol: igmp, UpTime: 00:13:46, Expires:-
(10.110.5.100, 225.1.1.1)
     RP: 192.168.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: ACT
     UpTime: 00:00:42
     Upstream interface: vlanif100
         Upstream neighbor: 192.168.1.1
         RPF prime neighbor: 192.168.1.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif102
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:42, Expires:-
```

当速率大于 1024kbit/s 以后，在 SwitchC 上使用 **display pim routing-table** 命令可以查看 PIM 协议组播路由表，看到上游邻居变成了 SwitchB。显示信息如下：

```
<SwitchC> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

(*, 225.1.1.1)
     RP: 192.168.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:13:46
     Upstream interface: vlanif300,
         Upstream neighbor: 192.168.2.1
         RPF prime neighbor: 192.168.2.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif102,
             Protocol: igmp, UpTime: 00:13:46, Expires:-
(10.110.5.100, 225.1.1.1)
     RP: 192.168.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag:RPT SPT ACT
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
UpTime: 00:00:42
Upstream interface: vlanif300
    Upstream neighbor: 192.168.2.1
    RPF prime neighbor: 192.168.2.1
Downstream interface(s) information:
Total number of downstreams: 1
    1: vlanif102
        Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:42, Expires:-
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 200
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
pim
 static-rp 192.168.1.1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 101 200 300
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif101
 ip address 10.110.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
pim
 static-rp 192.168.1.1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.5.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 100 102 300
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif102
 ip address 10.110.2.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
pim
 spt-switch-threshold 1024
 static-rp 192.168.1.1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 PIM BFD 示例

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

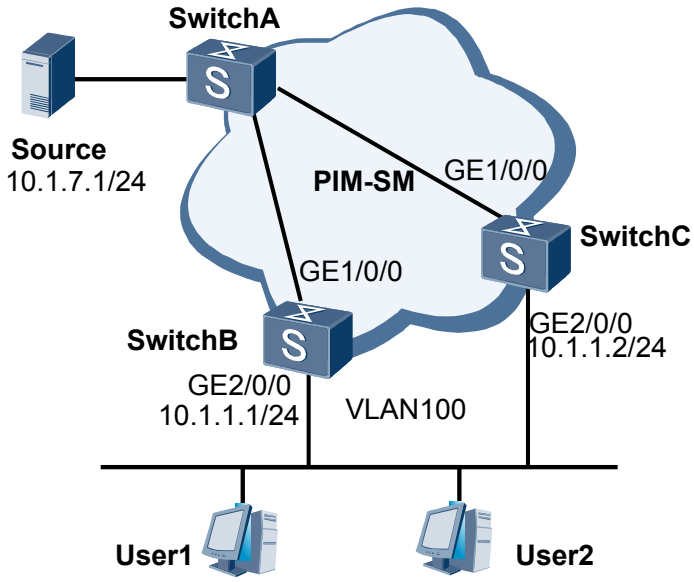
在图 6-187 所示的组播网络中，Switch 之间运行 PIM-SM 协议。用户主机正常接收来自组播源 Source 的视频点播。SwitchA 是组播源侧 DR，SwitchB 和 SwitchC 同时连接用户主机网段。要求当 DR 变化时，快速响应。

解决方案：在用户主机网段建立 BFD Session，快速响应 DR 变化。同时配置 DR 切换延迟，这样当网段中增加新的 Switch 有望成为 DR 时，将保留原 DR 的组播路由表项直到新 DR 路由表项建立，以避免因为组播表项建立延迟而产生丢包。

说明

配置 PIM DR 切换延迟后，下游接收者在 DR 切换期内可能会收到两份相同的数据，触发 assert 机制。如果不希望触发 assert 机制，建议不配置 DR 切换延迟。

图 6-187 配置共享网段应用 PIM BFD 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 PIM BFD 的基本功能：

1. 在 Switch 接用户主机网段的接口上配置 PIM BFD 功能。
2. 在 Switch 接用户主机网段的接口上配置 PIM DR 切换延迟。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- PIM BFD session 的多种参数
- PIM DR 切换延迟时间

说明

配置步骤中，只列出了与 PIM-SM BFD 配置相关的命令。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置各接口的 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-187 配置各 Switch 口的 IP 地址和掩码，配置各 Switch 间采用 OSPF 进行互连，确保网络中各 Switch 间能够在网络层互通，并且之间能够借助单播路由协议实现动态路由更新。具体配置过程略。

接口 IP 地址的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 业务》中 6.1.1 IP 地址配置，OSPF 的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》中 OSPF 配置。

步骤 2 使能全局 BFD，在接口下配置 PIM BFD。

在 SwitchB 和 SwitchC 上全局使能 BFD，并在连接用户主机网段的接口上使能 PIM BFD 功能，配置 PIM BFD 参数。SwitchC 的配置过程与 SwitchB 相似，配置过程略。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] pim bfd enable
[SwitchB-Vlanif100] pim bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplie 3
```

步骤 3 配置 PIM DR 切换延迟。

在 SwitchB 和 SwitchC 上配置 PIM DR 切换延迟。SwitchC 的配置过程与 SwitchB 相似，配置过程略。

```
[SwitchB-Vlanif100] pim timer dr-switch-delay 20
[SwitchB-Vlanif100] quit
[SwitchB] quit
```

步骤 4 验证配置结果。

使用 **display pim interface verbose** 命令，可以查看 PIM 接口上的详细信息。SwitchB 上的 PIM 接口信息表明用户主机网段的 DR 为 SwitchC，接口使能了 PIM BFD 且配置了切换延迟。

```
<SwitchB> display pim interface vlanif100 verbose
VPN-Instance: public net
 Interface: Vlanif100, 10.1.1.1
     PIM version: 2
     PIM mode: Sparse
     PIM state: up
     PIM DR: 10.1.1.2
     PIM DR Priority (configured): 1
     PIM neighbor count: 1
     PIM hello interval: 30 s
     PIM LAN delay (negotiated): 500 ms
     PIM LAN delay (configured): 500 ms
     PIM Hello override interval (negotiated): 2500 ms
     PIM Hello override interval (configured): 2500 ms
     PIM Silent: disabled
     PIM neighbor tracking (negotiated): disabled
     PIM neighbor tracking (configured): disabled
     PIM generation ID: 0XF5712241
     PIM require-GenID: disabled
     PIM hello hold interval: 105 s
     PIM assert hold interval: 180 s
     PIM triggered hello delay: 5 s
     PIM J/P interval: 60 s
     PIM J/P hold interval: 210 s
     PIM BSR domain border: disabled
     PIM BFD: enable
     PIM BFD min-tx-interval: 100 ms
     PIM BFD min-rx-interval: 100 ms
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
    PIM BFD detect-multiplier: 3
    PIM dr-switch-delay timer : 20 s
    Number of routers on link not using DR priority: 0
    Number of routers on link not using LAN delay: 0
    Number of routers on link not using neighbor tracking: 2
    ACL of PIM neighbor policy: -
    ACL of PIM ASM join policy: -
    ACL of PIM SSM join policy: -
    ACL of PIM join policy: -
```

使用 **display pim bfd session** 显示各 Switch 的 BFD Session 信息，查看 BFD Session 是否建立。

```
<SwitchB> display pim  bfd session
VPN-Instance: public net
Total 1 BFD session Created

Vlanif100 (10.1.1.1): Total 1 BFD session Created

Neighbor     ActTx(ms)     ActRx(ms)     ActMulti     Local/Remote     State
10.1.1.2     100           100           3            8192/8192        Up
```

使用 **display pim routing-table** 命令可以查看 PIM 路由表。SwitchC 作为 DR，存在（S，G）和（*，G）表项。显示信息如下：

```
<SwitchC> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

(*, 225.1.1.1)
    RP: 10.1.5.2
    Protocol: pim-sm, Flag: WC
    UpTime: 00:13:46
    Upstream interface:     vlanif200,
        Upstream neighbor: 10.1.2.2
        RPF prime neighbor: 10.1.2.2
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif100,
            Protocol: igmp, UpTime: 00:13:46, Expires:-
(10.1.7.1, 225.1.1.1)
    RP: 10.1.5.2
    Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
    UpTime: 00:00:42
    Upstream interface: vlanif200
        Upstream neighbor: 10.1.2.2
        RPF prime neighbor: 10.1.2.2
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif100
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:42, Expires:-
```

----结束

配置文件

- SwitchA 只需配置 PIM SM 的基本功能，在本例中不重点关注，配置文件略。
- SwitchB 的配置文件如下。SwitchC 的配置文件与 SwitchB 相似，内容略。

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 200
#
 multicast routing-enable
#
bfd
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
 pim bfd enable
 pim bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100
 pim timer dr-switch-delay 20
#
interface Vlanif200
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 PIM GR 示例

组网需求

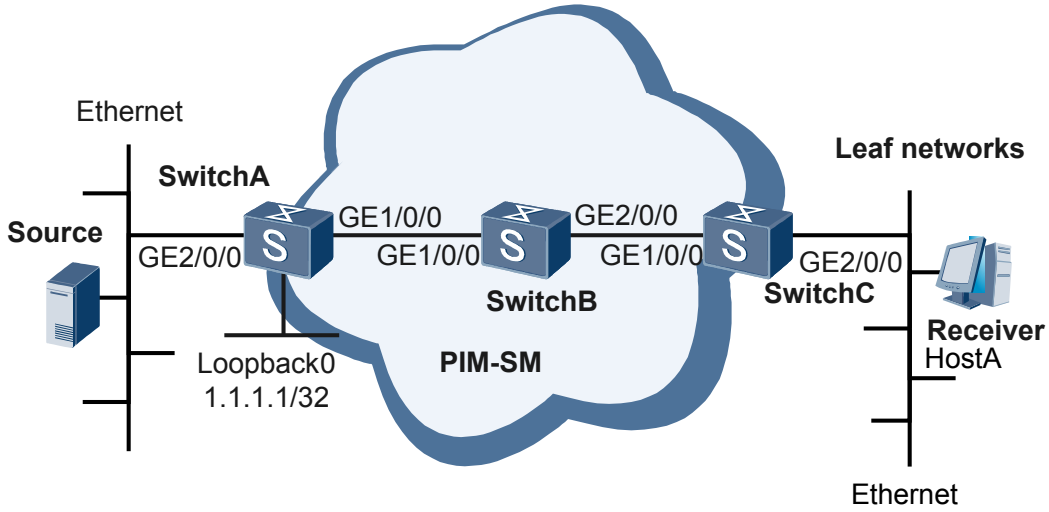
在组播的应用中，若设备进行主备倒换，新主控板删除接口板的组播转发表项，重新学习 PIM 路由表及组播转发表。该过程中用户的组播流量会断流。

在 IPTV 网络中部署 PIM GR 功能可对网络中各核心设备及边缘设备进行保护，在设备进行主备倒换时，维持组播数据的正常转发，提高设备在用于 IPTV 网络部署时的容错能力。

在如图 6-188 所示的网络中部署组播业务。SwitchC 上配置 PIM GR 功能，在 SwitchC 向接收者转发组播数据的过程中，主控板向备板备份 PIM 路由表项以及需要向上游发送的 Join/Prune 相关信息。当 SwitchC 主备倒换时，接口板维持原来的转发表项，保证组播数据的不间断转发。接收者不会因为设备进行主备倒换产生组播流量断流的现象，仍能正常接收到组播源发送的组播数据。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-188 配置 PIM GR 组网图



设备	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF 10	192.168.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF 20	10.110.1.1/24
	Loopback0		1.1.1.1/32
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF 10	192.168.2.2/24
	GE2/0/0	VLANIF 40	192.168.4.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF 40	192.168.4.2/24
	GE2/0/0	VLANIF 60	10.110.2.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 PIM GR 的基本功能：

1. 配置交换机各物理接口对应 VLANIF 接口的 IP 地址和单播路由协议。
2. 使能各交换机的单播 GR 功能，配置单播 GR 周期。
3. 使能组播功能，在各交换机的接口上使能 PIM-SM 功能，并在交换机与主机侧相连的接口使能 IGMP。
4. 配置 RP。在各交换机上配置相同的静态 RP。
5. 在 SwitchC 上使能 PIM GR 功能，配置 GR 周期。

数据准备

为完成此配置举例，需准备如下的数据：

- 组播源 S 地址：10.110.1.100。
- 组播组 G 地址：225.1.1.1。
- 单播 GR 周期。
- PIM GR 周期。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置交换机各物理接口对应 VLANIF 接口的 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-188 配置各交换机接口的 IP 地址和掩码，各交换机之间采用 OSPF 进行互连，确保网络中 SwitchA，SwitchB 和 SwitchC 之间能够在网络层互通，具体配置过程略。

接口 IP 地址的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 业务》中 6.1.1 IP 地址配置，OSPF 的配置方法，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》中 OSPF 配置。

步骤 2 使能各交换机的单播 GR 功能，配置单播 GR 周期

在所有交换机上使能单播 GR 功能，配置单播 GR 周期为 200 秒。SwitchA、SwitchB 上的配置过程与 SwitchC 上的配置相似。

```
[SwitchC] ospf 1
[SwitchC-ospf-1] opaque-capability enable
[SwitchC-ospf-1] graceful-restart
[SwitchC-ospf-1] graceful-restart period 200
[SwitchC-ospf-1] quit
```

步骤 3 使能组播功能，在各交换机的接口上使能 PIM-SM，并在交换机与主机侧相连的接口使能 IGMP

在所有交换机上使能组播功能，在各交换机的接口上使能 PIM-SM 功能，并在 SwitchC 与主机侧相连的接口上使能 IGMP。SwitchA、SwitchB 上的配置过程与 SwitchC 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchC] multicast routing-enable
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchC] interface vlanif 60
[SwitchC-Vlanif60] pim sm
[SwitchC-Vlanif60] igmp enable
[SwitchC-Vlanif60] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 50
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 50
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchC] interface vlanif 40
[SwitchC-Vlanif40] pim sm
[SwitchC-Vlanif40] quit
```

步骤 4 配置静态 RP

在 SwitchA 上创建 Loopback 接口，并使能 PIM-SM。

```
[SwitchA] interface loopback 0
[SwitchA-Loopback0] ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
[SwitchA-Loopback0] pim sm
[SwitchA-Loopback0] quit
```

在所有交换机上配置静态 RP。SwitchB、SwitchC 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] pim
[SwitchA-pim] static-rp 1.1.1.1
[SwitchA-pim] quit
```

步骤 5 使能 PIM GR 功能，配置 PIM GR 周期

在 SwitchC 上使能 PIM GR 功能，配置 PIM GR 周期为 300 秒。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] pim
[SwitchC-pim] graceful-restart
[SwitchC-pim] graceful-restart period 300
[SwitchC-pim] quit
```

步骤 6 检验配置效果

组播源（10.110.1.100）向组播组（225.1.1.1）发送数据，HostA 发送 IGMP Report 报文加入组播组，并能接收到组播源的数据。SwitchC 主备倒换前，在 SwitchB 和 SwitchC 上分别使用 **display pim routing-table** 命令查看路由表，显示信息如下：

```
<SwitchB> display pim routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 01:52:38
     Upstream interface: Vlanif10
 Upstream neighbor: 192.168.2.1
         RPF prime neighbor: 192.168.2.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif40
            Protocol: pim-sm, UpTime: 01:52:38, Expires: 00:02:53

 (10.110.1.100, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
     UpTime: 01:52:38
     Upstream interface: Vlanif10
upstream neighbor: 192.168.2.1
         RPF prime neighbor: 192.168.2.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif40
             Protocol: pim-sm, UpTime: 01:52:38, Expires: 00:03:03
<SwitchC> display pim routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 01:51:24
     Upstream interface: Vlanif40
         Upstream neighbor: 192.168.4.1
         RPF prime neighbor: 192.168.4.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif60
             Protocol: igmp, UpTime: 01:51:24, Expires: -

 (10.110.1.100, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
     UpTime: 01:51:24
     Upstream interface: Vlanif40
         Upstream neighbor: 192.168.4.1
         RPF prime neighbor: 192.168.4.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif60
             Protocol: pim-sm, UpTime: 01:51:24, Expires: -
```

在 SwitchC 执行主备倒换命令:

```
[SwitchC] slave switchover
```


版权所有 © 华为技术有限公司

#SwitchC 进行主备倒换后，在 PIM GR 期间，在 SwitchB 和 SwitchC 上分别使用 **display pim routing-table** 命令查看路由表，显示信息如下：

```
<SwitchB> display pim routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 02:52:38
     Upstream interface: Vlanif10
         Upstream neighbor: 192.168.2.1
         RPF prime neighbor: 192.168.2.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif40
             Protocol: pim-sm, UpTime: 02:52:38, Expires: 00:03:00

 (10.110.1.100, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
     UpTime: 02:52:38
     Upstream interface: Vlanif10
         Upstream neighbor: 192.168.2.1
         RPF prime neighbor: 192.168.2.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif40
             Protocol: pim-sm, UpTime: 02:52:38, Expires: 00:03:12
<SwitchC> display pim routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 02:51:24
     Upstream interface: Vlanif40
         Upstream neighbor: 192.168.4.1
         RPF prime neighbor: 192.168.4.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif60
             Protocol: igmp, UpTime: 02:51:24, Expires: -

 (10.110.1.100, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
     UpTime: 02:51:24
     Upstream interface: Vlanif40
         Upstream neighbor: 192.168.4.1
         RPF prime neighbor: 192.168.4.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif60
             Protocol: pim-sm, UpTime: 02:51:24, Expires: -
```

在正常运行的组播网络中，下游交换机周期向上游发送 Join/Prune 报文，刷新上游 PIM 路由表项的超时时间，维持组播数据的正常转发。

若 SwitchC 没有配置 GR 功能，则在主备倒换后，新主控板删除接口板的组播转发表项，并重新接收主机发送的 IGMP Report 报文，建立 PIM 路由表项。该过程中，用户的组播流量会断流。

由以上显示信息可知，SwitchC 在主备倒换前后，其上游 SwitchB 的下游接口没有变化。即 SwitchC 在主备倒换后，使用备份的 Join 信息向上游发送加入消息，且在 GR 期间维持了组播转发表项，保证了 GR 期间组播数据的不间断转发。

版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchC 进行主备倒换后恢复组播路由表项的过程中，用户仍能够正常接收组播数据，业务未受到影响。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.2.1 24
 pim sm
#
interface Vlanif20
 ip address 10.110.1.1 24
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface Loopback0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart period 200
 area 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 10.110.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
pim
 static-rp 1.1.1.1
#
return
```

-
```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 40
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.2.2 24
 pim sm
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.4.1 24
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart period 200
 area 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
#
pim
 static-rp 1.1.1.1
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 40 60
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.4.2 24
 pim sm
#
interface Vlanif60
 igmp enable
 ip address 10.110.2.1 24
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart period 200
 area 0.0.0.0
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
#
pim
 static-rp 1.1.1.1
 graceful-restart
 graceful-restart period 300
#
return
```

6.5.6 MSDP 配置

通过配置 MSDP 协议，可以实现 PIM-SM 域间组播路由与数据转发、PIM-SM 域内的 Anycast RP。

配置 MSDP 基本功能示例

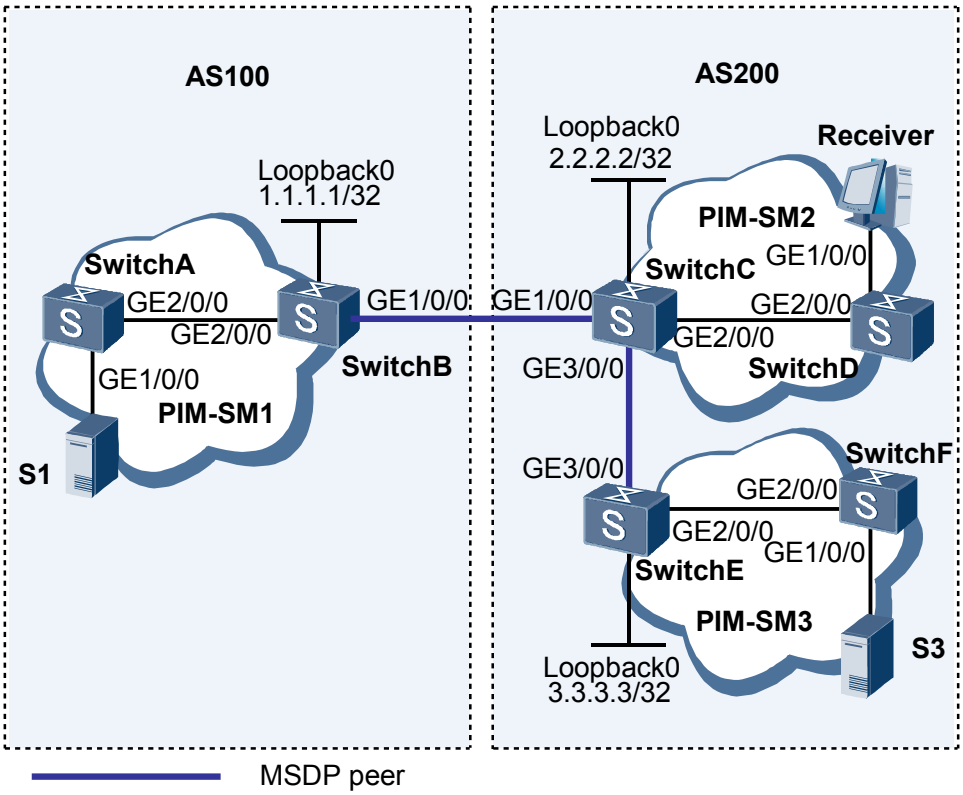
组网需求

如图 6-189 所示，网络中存在两个自治系统 AS。每个 AS 包含一个或多个 PIM-SM 域，每个 PIM-SM 域拥有 0 个或 1 个组播源和接收者。要求：PIM-SM2 域内的 Receiver 既

版权所有 © 华为技术有限公司

能接收到 PIM-SM3 域 S3 发送的组播数据，又能接收到 PIM-SM1 域 S1 发送的组播数据。

图 6-189 配置 MSDP 基本功能组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口/逻辑接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF101	10.110.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF100	192.168.1.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF200	192.168.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF100	192.168.1.2/24
		Loopback0	1.1.1.1/32
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF200	192.168.2.2/24
	GE2/0/0	VLANIF300	192.168.3.1/24
	GE3/0/0	VLANIF400	192.168.4.1/24
		Loopback0	2.2.2.2/32
SwitchD	GE1/0/0	VLANIF102	10.110.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF300	192.168.3.2/24
SwitchE	GE2/0/0	VLANIF500	192.168.5.1/24
	GE3/0/0	VLANIF400	192.168.4.2/24
		Loopback0	3.3.3.3/32
SwitchF	GE1/0/0	VLANIF103	10.110.3.1/24
	GE2/0/0	VLANIF500	192.168.5.2/24

配置思路

在各个 PIM-SM 域的 RP 之间建立 MSDP 对等体关系：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置各 Switch 接口 IP 地址，为保证 AS 内单播路由畅通，在自治系统内配置 OSPF 协议。
2. 为保证 AS 间单播路由畅通，在 AS 之间配置 EBGP 对等体，将 BGP 与 OSPF 互相引入。
3. 启动组播功能，在各接口上启动 PIM-SM 功能，配置域边界，在主机侧接口上使能 IGMP 功能。
4. 配置 C-BSR、C-RP。将 PIM-SM1 域和 PIM-SM2 域的 RP 配置在 ASBR 上。
5. 在各个域的 RP 之间建立 MSDP 对等体关系。AS 间的 MSDP 对等体与 EBGP 对等体使用相同的接口地址。根据 RPF 规则，接收从到达源 RP 的路由下一跳发来的 SA 消息。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 组播组 G 地址：225.1.1.1/24。
- SwitchA 和 SwitchB 所在 AS 号为 100。SwitchB 的 router id 为 1.1.1.1。
- SwitchC 和 SwitchD 所在 AS 号为 200。SwitchC 的 router id 为 2.2.2.2。
- SwitchE 和 SwitchF 在 AS 号为 200。

说明

配置用例中，只列出了与配置 MSDP 相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 接口 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-189 配置各 Switch 口的 IP 地址和掩码，配置各 Switch 间采用 OSPF 进行互连。确保 AS 内网络层互通，且各 Switch 之间能够借助单播路由协议实现动态路由更新。具体配置过程略。

步骤 2 在 AS 之间配置 EBGP 对等体，将 BGP 与 OSPF 互相引入。

在 SwitchB 上配置 EBGP 协议，并引入 OSPF 路由。

```
[SwitchB] bgp 100
[SwitchB-bgp] router-id 1.1.1.1
[SwitchB-bgp] peer 192.168.2.2 as-number 200
[SwitchB-bgp] import-route ospf 1
[SwitchB-bgp] quit
```

在 SwitchC 上配置 EBGP 协议，并引入 OSPF 路由。

```
[SwitchC] bgp 200
[SwitchC-bgp] router-id 2.2.2.2
[SwitchC-bgp] peer 192.168.2.1 as-number 100
[SwitchC-bgp] import-route ospf 1
[SwitchC-bgp] quit
```

在 SwitchB 中的 OSPF 中引入 BGP。SwitchC 上的配置过程与 SwitchB 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] import-route bgp
[SwitchB-ospf-1] quit
```

步骤 3 启动组播功能，在接口上启动 PIM-SM 功能，配置域边界，在主机侧接口上使能 IGMP 功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchB 上启动组播功能，并在各接口上启动 PIM-SM 功能。其他 Switch 的配置过程与 SwitchB 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchB] multicast routing-enable
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] pim sm
[SwitchB-Vlanif100] quit
[SwitchB] interface vlanif 200
[SwitchB-Vlanif200] pim sm
```

在 SwitchB 的 VLANIF100 上配置域边界。

```
[SwitchB-Vlanif100] pim bsr-boundary
[SwitchB-Vlanif100] quit
```

在 SwitchC 的 VLANIF200 和 VLANIF400 上配置域边界。在 SwitchE 的 VLANIF400 上的配置 BSR 服务边界。配置过程与 SwitchB 上的配置相似，配置过程略。

在 SwitchD 连接末梢网络的接口上使能 IGMP 功能。

```
[SwitchD] interface vlanif 102
[SwitchD-Vlanif102] igmp enable
```

步骤 4 配置 C-BSR、C-RP。

在 SwitchB 上创建 Loopback0 接口，配置 C-BSR 和 C-RP。SwitchC 和 SwitchE 上的配置过程与 SwitchB 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchB] interface loopback 0
[SwitchB-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
[SwitchB-LoopBack0] pim sm
[SwitchB-LoopBack0] quit
[SwitchB] pim
[SwitchB-pim] c-bsr loopback 0
[SwitchB-pim] c-rp loopback 0
[SwitchB-pim] quit
```

步骤 5 配置 MSDP 对等体。

在 SwitchB 上配置 MSDP 对等体。

```
[SwitchB] msdp
[SwitchB-msdp] peer 192.168.2.2 connect-interface vlanif200
[SwitchB-msdp] quit
```

在 SwitchC 上配置 MSDP 对等体。

```
[SwitchC] msdp
[SwitchC-msdp] peer 192.168.2.1 connect-interface vlanif200
[SwitchC-msdp] peer 192.168.4.2 connect-interface vlanif400
[SwitchC-msdp] quit
```

在 SwitchE 上配置 MSDP 对等体。

```
[SwitchE] msdp
[SwitchE-msdp] peer 192.168.4.1 connect-interface vlanif400
[SwitchE-msdp] quit
```

步骤 6 验证配置结果。

通过使用 **display bgp peer** 命令可以查看 Switch 之间 BGP 对等体关系。例如 SwitchB、SwitchC 上 BGP 对等体关系的显示信息如下：

```
<SwitchB> display bgp peer

 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                    Peers in established state : 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Peer          V   AS   MsgRcvd    MsgSent    OutQ    Up/Down    State          PrefRcv

  192.168.2.2   4   200   24         21          0      00:13:09   Established   6
```

```
<SwitchC> display bgp peer

BGP local router ID : 2.2.2.2
 Local AS number : 200
 Total number of peers : 1                    Peers in established state : 1

  Peer          V   AS    MsgRcvd    MsgSent     OutQ   Up/Down    State          PrefRcv

  192.168.2.1   4   100   18         16          0      00:12:04   Established   1
```

通过使用 **display bgp routing-table** 命令可以查看 Switch 上的 BGP 路由表。例如 SwitchC 上 BGP 路由表的显示信息如下：

```
<SwitchC> display bgp routing-table

 BGP Local router ID is 2.2.2.2
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Total Number of Routes: 5
      Network            NextHop         MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn
 *>    1.1.1.1/32         192.168.2.1     0                    0       100?
 *>i   2.2.2.2/32         0.0.0.0         0                    0       ?
 *>    192.168.2.0        0.0.0.0         0                    0       ?
 *>    192.168.2.1/32     0.0.0.0         0                    0       ?
 *>    192.168.2.2/32     0.0.0.0         0                    0       ?
```

通过使用 **display msdp brief** 命令可以查看 Switch 之间 MSDP 对等体建立情况。SwitchB、SwitchC 和 SwitchE 上 MSDP 对等体建立情况的简要信息如下：

```
<SwitchB> display msdp brief

MSDP Peer Brief Information of VPN-Instance: public net
  Configured   Up           Listen       Connect      Shutdown     Down
  1            1            0            0            0            0

  Peer's Address     State     Up/Down time    AS     SA Count   Reset Count
  192.168.2.2        UP        00:12:27        200    13         0
```

```
<SwitchC> display msdp brief

MSDP Peer Brief Information of VPN-Instance: public net
  Configured   Up           Listen       Connect      Shutdown     Down
  2            2            0            0            0            0

  Peer's Address     State     Up/Down time    AS     SA Count   Reset Count
  192.168.2.1        UP        01:07:08        100    8          0
  192.168.4.2        UP        00:06:39        200    13         0
```

```
<SwitchE> display msdp brief

MSDP Peer Brief Information of VPN-Instance: public net
  Configured   Up           Listen       Connect      Shutdown     Down
  1            1            0            0            0            0
  Peer's Address     State     Up/Down time    AS     SA Count   Reset Count
  192.168.4.1        UP        00:15:32        200    8          0
```

通过使用 **display msdp peer-status** 命令可以查看 Switch 上的 MSDP 对等体的详细信息。SwitchB 上 MSDP 对等体的详细信息如下：

```
<SwitchB> display msdp peer-status

MSDP Peer Information of VPN-Instance: public net
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  MSDP Peer 192.168.2.2, AS 200
  Description:
  Information about connection status:
    State: Up
    Up/down time: 00:15:47
    Resets: 0
    Connection interface: vlanif200 (192.168.2.1)
    Number of sent/received messages: 16/16
    Number of discarded output messages: 0
    Elapsed time since last connection or counters clear: 00:17:51
  Information about (Source, Group)-based SA filtering policy:
    Import policy: none
    Export policy: none
  Information about SA-Requests:
    Policy to accept SA-Request messages: none
    Sending SA-Requests status: disable
  Minimum TTL to forward SA with encapsulated data: 0
  SAs learned from this peer: 0, SA-cache maximum for the peer: none
  Input queue size: 0, Output queue size: 0
  Counters for MSDP message:
    Count of RPF check failure: 0
    Incoming/outgoing SA messages: 0/0
    Incoming/outgoing SA requests: 0/0
    Incoming/outgoing SA responses: 0/0
    Incoming/outgoing data packets: 0/0
    Peer authentication: unconfigured
    Peer authentication type: none
```

通过使用 **display pim routing-table** 命令可以查看 Switch 上的 PIM 路由表。当 PIM-SM1 内组播源 S1（10.110.1.2/24）和 PIM-SM3 内的 S3（10.110.3.2/24）向组播组 G（225.1.1.1）发送组播信息时，PIM-SM2 内的组成员 Receiver（10.110.2.2/24）能接收到相应的组播信息。SwitchB 和 SwitchC 上的 PIM 路由表显示信息如下：

```
<SwitchB> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 0 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (10.110.1.2, 225.1.1.1)
     RP: 1.1.1.1 (local)
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT EXT ACT
     UpTime: 00:00:42
     Upstream interface: vlanif100
         Upstream neighbor: 192.168.1.1
         RPF prime neighbor: 192.168.1.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif200
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:42, Expires:-

<SwitchC> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 2 (S, G) entries

(*, 225.1.1.1)
     RP: 2.2.2.2 (local)
     Protocol: pim-sm, Flag: WC RPT
     UpTime: 00:13:46
     Upstream interface: NULL,
         Upstream neighbor: NULL
         RPF prime neighbor: NULL
    Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif300,
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:13:46, Expires:-
(10.110.1.2, 225.1.1.1)
     RP: 2.2.2.2
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT MSDP ACT
     UpTime: 00:00:42
     Upstream interface: vlanif200
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
        Upstream neighbor: 192.168.2.1
        RPF prime neighbor: 192.168.2.1
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: vlanif300
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:42, Expires:-
(10.110.3.2, 225.1.1.1)
    RP: 2.2.2.2
    Protocol: pim-sm, Flag: SPT MSDP ACT
    UpTime: 00:00:42
    Upstream interface: vlanif400
        Upstream neighbor: 192.168.4.2
        RPF prime neighbor: 192.168.4.2
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: vlanif300
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:42, Expires:-
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 101
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif101
 ip address 10.110.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 10.110.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 200
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 pim sm
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 pim bsr-boundary
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
bgp 100
 router-id 1.1.1.1
 peer 192.168.2.2 as-number 200
 import-route ospf 1
#
ospf 1
 import-route bgp
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
msdp
 peer 192.168.2.2 connect-interface vlanif200
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 200 300 400
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 pim sm
 pim bsr-boundary
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif400
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
 pim sm
 pim bsr-boundary
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 pim sm
#
bgp 200
 router-id 2.2.2.2
 peer 192.168.2.1 as-number 100
 import-route ospf 1
#
ospf 1
 import-route bgp
 area 0.0.0.0
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
msdp
 peer 192.168.2.1 connect-interface vlanif200
 peer 192.168.4.2 connect-interface vlanif400
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 102 300
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif102
 ip address 10.110.2.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 200
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  network 10.110.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 vlan batch 400 500
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif400
 ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
 pim sm
 pim bsr-boundary
#
interface Vlanif500
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 192.168.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 500
 port hybrid untagged vlan 500
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
  network 192.168.5.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
msdp
 peer 192.168.4.1 connect-interface vlanif400
#
return
```

- SwitchF 的配置文件

```
#
 sysname SwitchF
#
 vlan batch 103 500
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif103
 ip address 10.110.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif500
 ip address 192.168.5.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 103
 port hybrid untagged vlan 103
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 500
 port hybrid untagged vlan 500
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.5.0 0.0.0.255
  network 10.110.3.0 0.0.0.255
#
return
```

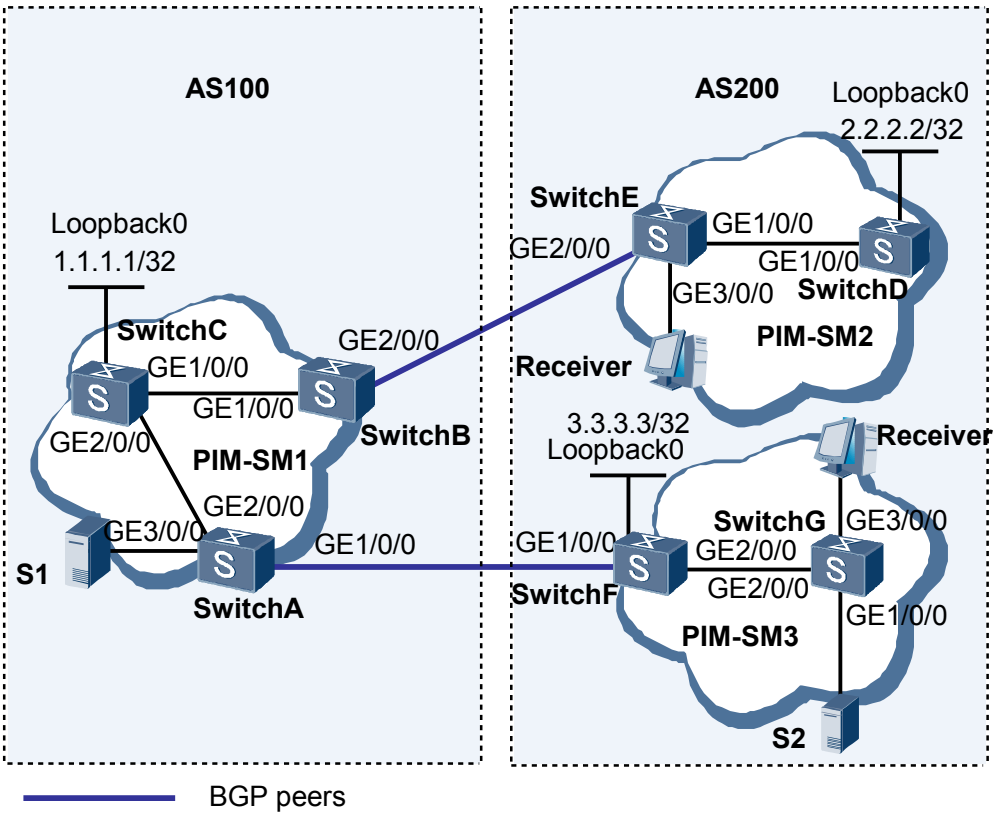
配置基于静态 RPF 对等体的 AS 间组播示例

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

如图 6-190 所示，网络中存在两个自治系统。每个 AS 包含一个或多个 PIM-SM 域，每个 PIM-SM 域拥有 0 个或 1 个组播源和接收者。要求在 PIM-SM 域间建立 MSDP 对等体共享组播源信息。

图 6-190 配置借助静态 RPF 对等体的 AS 间组播组网图



Switch	接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF500	192.168.5.2/24
	GE2/0/0	VLANIF400	192.168.4.2/24
	GE3/0/0	VLANIF101	10.110.1.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF100	192.168.1.2/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.2.2/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF100	192.168.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF400	192.168.4.1/24
	Loopback0		1.1.1.1/32
SwitchD	GE1/0/0	VLANIF300	192.168.3.2/24
	Loopback0		2.2.2.2/32
SwitchE	GE1/0/0	VLANIF300	192.168.3.1/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.2.1/24
	GE3/0/0	VLANIF102	10.110.2.1/24
SwitchF	GE1/0/0	VLANIF500	192.168.5.1/24
	GE2/0/0	VLANIF600	192.168.6.1/24
	Loopback0		3.3.3.3/32
SwitchG	GE1/0/0	VLANIF103	10.110.3.1/24
	GE2/0/0	VLANIF600	192.168.6.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

GE3/0/0	VLANIF104	10.110.4.1/24

配置思路

在每个 PIM-SM 域的 RP 上设置一个 MSDP 对等体。在 MSDP 对等体之间建立静态 RPF 对等体。从而在不改变单播拓扑的基础上实现跨域源信息的传输。

1. 配置各 Switch 接口 IP 地址，在自治系统内配置 OSPF 协议，自治系统间配置 EBGP，将 BGP 与 OSPF 互相引入。
2. 启动组播功能，并在各接口上启动 PIM-SM 功能，在主机侧接口上使能 IGMP 功能。配置 Loopback0 接口和 C-BSR、C-RP 位置。SwitchC、SwitchD 和 SwitchF 上 Loopback0 接口分别作为各自 PIM-SM 域的 C-BSR 和 C-RP。
3. 在各域的 RP 之间建立 MSDP 对等体。SwitchC 和 SwitchD 之间建立 MSDP 对等体，SwitchC 和 SwitchF 之间建立 MSDP 对等体。
4. 为 MSDP 对等体指定静态 RPF 对等体。SwitchC 的静态 RPF 对等体为 SwitchD 和 SwitchF，SwitchD 和 SwitchF 分别只有 SwitchC 一个静态 RPF 对等体。根据 RPF 规则，接受静态 RPF 对等体发来的 SA 消息。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 所在 AS 号都为 100，router id 分别为 1.1.1.3、1.1.1.2 和 1.1.1.1。
- SwitchD 和 SwitchE 所在 AS 号为 200，SwitchD 和 SwitchE 的 router id 分别为 2.2.2.2 和 2.2.2.1。
- SwitchF 和 SwitchG 所在 AS 号为 200，SwitchF 的 router id 为 3.3.3.3。
- SwitchC 对来自 SwitchD 和 SwitchF 的 SA 消息进行过滤的策略为 list-df。
- SwitchD 和 SwitchF 对来自 SwitchC 的 SA 消息进行过滤的策略为 list-c。

说明

配置用例中，只列出了与配置静态 RPF 对等体相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 接口 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-190，配置各 Switch 接口的 IP 地址和掩码，在自治系统内配置 OSPF 协议，在 SwitchA 和 SwitchF、SwitchB 和 SwitchE 之间配置 EBGP，将 BGP 与 OSPF 互相引入。确保各 Switch 之间能够在网络层互通，并且 Switch 之间能够借助单播路由协议实现动态路由更新。具体配置过程略。

步骤 2 启动组播功能，在各接口上启动 PIM-SM 功能，在连接主机侧接口上启动 IGMP 功能。并在 AS 边界 Switch 接口上配置 BSR 服务边界。

在所有 Switch 启动组播功能，并在各接口上启动 PIM-SM 功能。其他 Switch 的配置过程与 SwitchC 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchC] multicast routing-enable
[SwitchC] interface vlanif 100
[SwitchC-Vlanif100] pim sm
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC-Vlanif100] quit
[SwitchC] interface vlanif 400
[SwitchC-Vlanif400] pim sm
[SwitchC-Vlanif400] quit
```

在 SwitchA 的 VLANIF500 接口、SwitchB 的 VLANIF200 接口、SwitchE 的 VLANIF200 接口和 SwitchF 的 VLANIF500 接口上配置 BSR 服务边界。SwitchB、SwitchE 和 SwitchF 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] interface vlanif 500
[SwitchA-Vlanif500] pim bsr-boundary
[SwitchA-Vlanif500] quit
```

步骤 3 配置 Loopback0 接口和 C-BSR、C-RP 位置。

在 SwitchC、SwitchD 和 SwitchF 上配置 Loopback0 接口，C-BSR 和 C-RP 的位置。SwitchD 和 SwitchF 上的配置过程与 SwitchC 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchC] interface loopback 0
[SwitchC-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
[SwitchC-LoopBack0] pim sm
[SwitchC-LoopBack0] quit
[SwitchC] pim
[SwitchC-pim] c-bsr loopback 0
[SwitchC-pim] c-rp loopback 0
[SwitchC-pim] quit
```

步骤 4 配置静态 RPF 对等体。

配置 SwitchD 和 SwitchF 作为 SwitchC 的静态 RPF 对等体。

```
[SwitchC] ip ip-prefix list-df permit 192.168.0.0 16 greater-equal 16 less-equal 32
[SwitchC] msdp
[SwitchC-msdp] peer 192.168.3.2 connect-interface vlanif100
[SwitchC-msdp] peer 192.168.5.1 connect-interface vlanif400
[SwitchC-msdp] static-rpf-peer 192.168.3.2 rp-policy list-df
[SwitchC-msdp] static-rpf-peer 192.168.5.1 rp-policy list-df
[SwitchC-msdp] quit
```

配置 SwitchC 作为 SwitchD 和 SwitchF 的静态 RPF 对等体。SwitchF 上的配置过程和 SwitchD 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchD] ip ip-prefix list-c permit 192.168.0.0 16 greater-equal 16 less-equal 32
[SwitchD] msdp
[SwitchD-msdp] peer 192.168.1.1 connect-interface vlanif300
[SwitchD-msdp] static-rpf-peer 192.168.1.1 rp-policy list-c
```

步骤 5 验证配置结果。

通过使用 **display bgp peer** 命令可以查看 Switch 之间 BGP 对等体建立情况。SwitchC 上无任何信息输出，说明 SwitchC 与 SwitchD 和 SwitchF 之间未建立 BGP 对等体关系。

#通过使用 **display msdp brief** 命令可以查看 Switch 之间 MSDP 对等体建立情况。当 PIM-SM1 内组播源 S1 发送组播信息时，PIM-SM2 和 PIM-SM3 内的接收者能接收到组播信息，例如 SwitchC、SwitchD 和 SwitchF 上 MSDP 对等体的显示信息如下：

```
<SwitchC> display msdp brief
MSDP Peer Brief Information of VPN-Instance: public net
  Configured   Up           Listen       Connect      Shutdown     Down
  2            2            0            0            0            0

  Peer's Address     State     Up/Down time    AS     SA Count   Reset Count
  192.168.3.2        UP        01:07:08        ?      8          0
  192.168.5.1        UP        00:16:39        ?      13         0

<SwitchD> display msdp brief
MSDP Peer Brief Information of VPN-Instance: public net
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Configured   Up           Listen       Connect      Shutdown     Down
  1            1            0            0            0            0

  Peer's Address     State     Up/Down time    AS     SA Count   Reset Count
  192.168.1.1        UP        01:07:09        ?      8          0
```

```
<SwitchF> display msdp brief
MSDP Peer Brief Information of VPN-Instance: public net
  Configured   Up           Listen       Connect      Shutdown     Down
  1            1            0            0            0            0

  Peer's Address     State     Up/Down time    AS     SA Count   Reset Count
  192.168.4.1        UP        00:16:40        ?      13         0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件如下。SwitchB、SwitchE 的配置文件与此类似，内容略。

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 101 400 500
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif101
 ip address 10.110.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif400
 ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif500
 ip address 192.168.5.2 255.255.255.0
 pim sm
 pim bsr-boundary
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 500
 port hybrid untagged vlan 500
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
  network 192.168.5.0 0.0.0.255
  network 10.110.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 100 400
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif 400
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.4.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
ip ip-prefix list-df permit 192.168.0.0 16 greater-equal 16 less-equal 32
#
msdp
 peer 192.168.3.2 connect-interface vlanif100
 peer 192.168.5.1 connect-interface vlanif400
 static-rpf-peer 192.168.3.2 rp-policy list-df
 static-rpf-peer 192.168.5.1 rp-policy list-df
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 300
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
ip ip-prefix list-c permit 192.168.0.0 16 greater-equal 16 less-equal 32
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
msdp
 peer 192.168.1.1 connect-interface vlanif300
 static-rpf-peer 192.168.1.1 rp-policy list-c
#
return
```

- SwitchF 的配置文件

```
#
 sysname SwitchF
#
 vlan batch 500 600
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif500
 ip address 192.168.5.1 255.255.255.0
 pim sm
 pim bsr-boundary
#
interface Vlanif600
 ip address 192.168.6.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 500
 port hybrid untagged vlan 500
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 600
 port hybrid untagged vlan 600
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.5.0 0.0.0.255
  network 192.168.6.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
ip ip-prefix list-c permit 192.168.0.0 16 greater-equal 16 less-equal 32
#
msdp
 peer 192.168.4.1 connect-interface vlanif500
 static-rpf-peer 192.168.4.1 rp-policy list-c
#
return
```

- SwitchG 的配置文件

```
#
 sysname SwitchG
#
 vlan batch 103 104 600
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif103
 ip address 10.110.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif104
 ip address 10.110.4.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

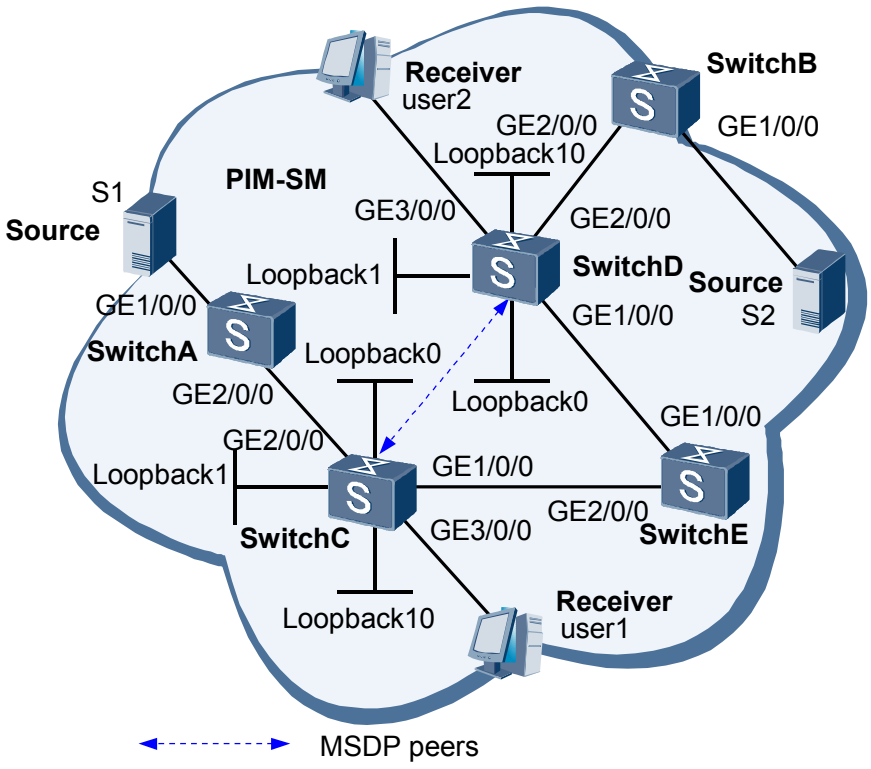
```
interface Vlanif600
 ip address 192.168.6.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 103
 port hybrid untagged vlan 103
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 600
 port hybrid untagged vlan 600
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 104
 port hybrid untagged vlan 104
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.6.0 0.0.0.255
  network 10.110.3.0 0.0.0.255
  network 10.110.4.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 Anycast RP 示例

组网需求

如图 6-191 所示，PIM-SM 域拥有多个组播源和多个接收者。需求：在 PIM-SM 域内建立 MSDP 对等体实现 RP 负荷分担。

图 6-191 配置 Anycast RP 组网图



Switch　　接口　　VLANIF 接口　　IP 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchA	GE1/0/0	VLANIF105	10.110.5.1/24
	GE2/0/0	VLANIF101	10.110.1.2/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF106	10.110.6.1/24
	GE2/0/0	VLANIF102	10.110.2.2/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF100	192.168.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF101	10.110.1.1/24
	GE3/0/0	VLANIF104	10.110.4.1/24
	Loopback0		1.1.1.1/32
	Loopback1		3.3.3.3/32
	Loopback10		10.1.1.1/32
SwitchD	GE1/0/0	VLANIF300	192.168.3.1/24
	GE2/0/0	VLANIF102	10.110.2.1/24
	GE3/0/0	VLANIF103	10.110.3.1/24
	Loopback0		2.2.2.2/32
	Loopback1		4.4.4.4/32
	Loopback10		10.1.1.1/32
SwitchE	GE1/0/0	VLANIF300	192.168.3.2/24
	GE2/0/0	VLANIF100	192.168.1.2/24

配置思路

配置 Anycast RP，接收者向拓扑距离最近的 RP 发起加入，组播源向拓扑距离最近的 RP 发起注册。

1. 配置各 Switch 接口 IP 地址，在 PIM-SM 域内配置 OSPF 协议实现互联。
2. 启动组播功能，并在各接口上启动 PIM-SM 功能，在主机侧接口上使能 IGMP 功能。
3. 在 SwitchC 和 SwitchD 的 Loopback10 接口地址相同，配置 C-RP。在 Loopback1 接口上配置 C-BSR。
4. 在 SwitchC 和 SwitchD 的 Loopback0 接口上配置 MSDP 对等体。根据 RPF 规则，接受源 RP 发来的 SA 消息。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 组播组 G 地址：225.1.1.1/24。
- SwitchC 的 router id 为 1.1.1.1。
- SwitchD 的 router id 为 2.2.2.2。

说明

配置用例中，只列出了与配置 Anycast RP 相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 接口 IP 地址和单播路由协议。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

按照图 6-191，在 PIM-SM 域内，配置各 Switch 接口的 IP 地址和掩码，配置各 Switch 间采用 OSPF 进行互连。具体配置过程略。

步骤 2 启动组播功能，并配置 PIM-SM 功能。

在所有 Switch 启动组播功能，并在各接口上启动 PIM-SM 功能，在主机侧接口使能 IGMP 功能。其他 Switch 的配置过程与 SwitchC 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchC] multicast routing-enable
[SwitchC] interface vlanif 104
[SwitchC-Vlanif104] pim sm
[SwitchC-Vlanif104] igmp enable
[SwitchC-Vlanif104] quit
[SwitchC] interface vlanif 101
[SwitchC-Vlanif102] pim sm
[SwitchC-Vlanif102] quit
[SwitchC] interface vlanif 100
[SwitchC-Vlanif100] pim sm
[SwitchC-Vlanif100] quit
```

步骤 3 配置 Loopback1、Loopback10 接口，C-BSR、C-RP 的位置。

在 SwitchC 和 SwitchD 上分别配置 Loopback1 接口地址和相同的 Loopback10 接口地址，在 Loopback1 上配置 C-BSR，在 Loopback10 上配置 C-RP。SwitchD 上的配置过程与 SwitchC 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchC] interface loopback 1
[SwitchC-LoopBack1] ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
[SwitchC-LoopBack1] pim sm
[SwitchC-LoopBack1] quit
[SwitchC] interface loopback 10
[SwitchC-LoopBack10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
[SwitchC-LoopBack10] pim sm
[SwitchC-LoopBack10] quit
[SwitchC] pim
[SwitchC-pim] c-bsr loopback 1
[SwitchC-pim] c-rp loopback 10
[SwitchC-pim] quit
```

步骤 4 配置 Loopback0 接口和 MSDP 对等体。

在 SwitchC 上的 Loopback0 接口上配置 MSDP 对等体。

```
[SwitchC] interface loopback 0
[SwitchC-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
[SwitchC-LoopBack0] pim sm
[SwitchC-LoopBack0] quit
[SwitchC] msdp
[SwitchC-msdp] originating-rp loopback0
[SwitchC-msdp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback0
[SwitchC-msdp] quit
```

在 SwitchD 上的 Loopback0 接口上配置 MSDP 对等体。

```
[SwitchD] interface loopback 0
[SwitchD-LoopBack0] ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
[SwitchD-LoopBack0] pim sm
[SwitchD-LoopBack0] quit
[SwitchD] msdp
[SwitchD-msdp] originating-rp loopback0
[SwitchD-msdp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback0
[SwitchD-msdp] quit
```

步骤 5 验证配置结果。

通过使用 **display msdp brief** 命令可以查看 Switch 之间 MSDP 对等体建立情况。SwitchC 和 SwitchD 上 MSDP 对等体的显示信息如下：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchC> display msdp brief
MSDP Peer Brief Information of VPN-Instance: public net
  Configured   Up           Listen       Connect      Shutdown     Down
  1            1            0            0            0            0

  Peer's Address     State     Up/Down time    AS     SA Count   Reset Count
  2.2.2.2            Up        00:10:17        ?      0          0

<SwitchD> display msdp brief
MSDP Peer Brief Information of VPN-Instance: public net
  Configured   Up           Listen       Connect      Shutdown     Down
  1            1            0            0            0            0
  Peer's Address     State     Up/Down time    AS     SA Count   Reset Count
  1.1.1.1            Up        00:10:18        ?      0          0
```

通过使用 **display pim routing-table** 命令可以查看 Switch 上的 PIM 路由。PIM-SM 域内组播源 S1（10.110.5.100/24）向组播组 G（225.1.1.1）发送组播信息，用户 User1 加入组播组 G，接收发往组 G 的组播数据。通过比较 SwitchC 和 SwitchD 上 PIM 路由的显示信息，可知当前有效 RP 是 SwitchC：S1 向 SwitchC 注册，User1 向 SwitchC 发起加入。

```
<SwitchC> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, 225.1.1.1)
     RP: 10.1.1.1 (local)
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:28:49
     Upstream interface: Register
         Upstream neighbor: NULL
         RPF prime neighbor: NULL
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif104
             Protocol: static, UpTime: 00:28:49, Expires: -

 (10.110.5.1, 225.1.1.1)
     RP: 10.1.1.1 (local)
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT 2MSDP ACT
     UpTime: 00:02:26
     Upstream interface: vlanif101
         Upstream neighbor: 10.110.1.2
         RPF prime neighbor: 10.110.1.2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif104
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:02:26, Expires: -

<SwitchD> display pim routing-table
```

无输出信息。

User1 退出组播组 G，S1 停止向组播组 G 发送组播数据。使用 **reset multicast routing-table all** 和 **reset multicast forwarding-table all** 清除 SwitchC 上的组播路由表项和转发表项。

```
<SwitchC> reset multicast routing-table all
<SwitchC> reset multicast forwarding-table all
```

用户 User2 加入组播组 G，S2（10.110.6.100/24）开始向组播组 G 发送组播数据。通过比较 SwitchC 和 SwitchD 上 PIM 路由的显示信息，可知当前有效 RP 是 SwitchD：S2 向 SwitchD 注册，User2 向 SwitchD 发起加入。

```
<SwitchC> display pim routing-table
```

无输出信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchD> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

(*, 225.1.1.1)
     RP: 10.1.1.1 (local)
     Protocol: pim-sm, Flag: WC RPT
     UpTime: 00:07:23
     Upstream interface: NULL,
         Upstream neighbor: NULL
         RPF prime neighbor: NULL
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif103,
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:07:23, Expires:-
 (10.110.6.100, 225.1.1.1)
     RP: 10.1.1.1 (local)
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT 2MSDP ACT
     UpTime: 00:10:20
     Upstream interface: vlanif102
         Upstream neighbor: 10.110.2.2
         RPF prime neighbor: 10.110.2.2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif103
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:10:22, Expires: -
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件如下。SwitchB、SwitchE 的配置文件与此相似，内容略。

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 101 105
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif101
 ip address 10.110.1.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif105
 ip address 10.110.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 105
 port hybrid untagged vlan 105
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.1.0 0.0.0.255
  network 10.110.5.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件如下。SwitchD 的配置文件与此相似，内容略。

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 100 101 104
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif101
 ip address 10.110.1.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif104
 ip address 10.110.4.1 255.255.255.0
 igmp enable
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 104
 port hybrid untagged vlan 104
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 pim sm
#
interface LoopBack10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.110.1.0 0.0.0.255
  network 10.110.4.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.1.1.1 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
pim
 c-bsr LoopBack1
 c-rp LoopBack10
#
msdp
 originating-rp LoopBack0
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack0
#
return
```

6.5.7 IPv4 组播 VPN 配置

随着 VPN 技术的广泛应用，用户对在 VPN 网络中运行组播业务的需求日益迫切。组播 VPN 主要基于 MPLS/BGP VPN 网络实现组播数据传输。

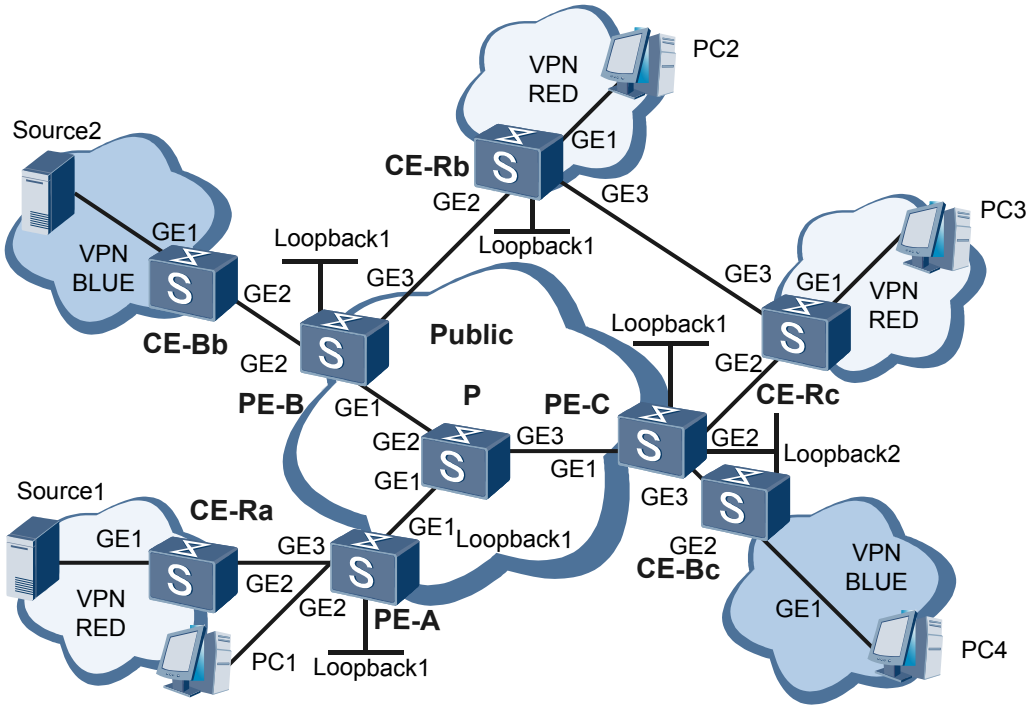
配置单自治域 MD VPN 示例

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

在如图 6-192 所示的单自治域 MPLS/BGP VPN 网络中，使用 MD 方案部署组播业务。

图 6-192 配置单自治域 MD VPN 组网图



说明

GE1 表示 GigabitEthernet1/0/0，GE2 表示 GigabitEthernet2/0/0，GE3 表示 GigabitEthernet3/0/0。图中各接口的 IP 地址信息如表 6-7 所示。

表 6-7 交换机接口配置信息

设备	接口 IP 地址	备注
P	GE1: 192.168.6.2/24 VLANIF 10	-
	GE2: 192.168.7.2/24 VLANIF 20	-
	GE3: 192.168.8.2/24 VLANIF 30	-
	Loopback 1: 2.2.2.2/32	Loopback1 接口作为公网 C-RP。
PE-A	GE1: 192.168.6.1/24 VLANIF 40	GE1 接口属于公网实例

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

设备	接口 IP 地址	备注
	GE2: 10.110.1.1/24 VLANIF 50	GE2 接口属于 VPN-RED 实例。
	GE3: 10.110.2.1/24 VLANIF 60	GE3 接口属于 VPN-RED 实例。
	Loopback 1: 1.1.1.1/32	Loopback1 接口属于公网实例。 PE-A、PE-B、PE-C 的 Loopback1 接口之间建立 IBGP Peer。
PE-B	GE1: 192.168.7.1/24 VLANIF 70	GE1 接口属于公网实例。
	GE2: 10.110.3.1/24 VLANIF 80	GE2 接口属于 VPN-BLUE 实例。
	GE3: 10.110.4.1/24 VLANIF 90	GE3 接口属于 VPN-RED 实例。
	Loopback 1: 1.1.1.2/32	Loopback1 接口属于公网实例。 PE-A、PE-B、PE-C 的 Loopback1 接口之间建立 IBGP Peer。
PE-C	GE1: 192.168.8.1/24 VLANIF 100	GE1 接口属于公网实例。
	GE2: 10.110.5.1/24 VLANIF 110	GE2 接口属于 VPN-RED 实例。
	GE3: 10.110.6.1/24 VLANIF 120	GE3 接口属于 VPN-BLUE 实例。
	Loopback 1: 1.1.1.3/32	Loopback1 接口属于公网实例。 PE-A、PE-B、PE-C 的 Loopback1 接口之间建立 IBGP Peer。
	Loopback 2: 33.33.33.33/32	Loopback2 接口属于 VPN-BLUE 实例，作为私网 C-RP。
CE-Ra	GE1: 10.110.7.1/24 VLANIF 130	-
	GE2: 10.110.2.2/24 VLANIF 140	-
CE-Bb	GE1: 10.110.8.1/24 VLANIF 150	-
	GE2: 10.110.3.2/24 VLANIF 160	-

版权所有 © 华为技术有限公司

设备	接口 IP 地址	备注
CE-Rb	GE1: 10.110.9.1/24 VLANIF 170	-
	GE2: 10.110.4.2/24 VLANIF 180	-
	GE3: 10.110.12.1/24 VLANIF 190	-
	Loopback 1: 22.22.22.22/32	Loopback1 接口属于 VPN-RED 实例，作为 VPN 私网 C-RP。
CE-Rc	GE1: 10.110.10.1/24 VLANIF 200	-
	GE2: 10.110.5.2/24 VLANIF 210	-
	GE3: 10.110.12.2/24 VLANIF 220	-
CE-Bc	GE1: 10.110.11.1/24 VLANIF 230	-
	GE2: 10.110.6.2/24 VLANIF 240	-
Source1	10.110.7.2/24	VPN-RED 网络中的组播源
Source2	10.110.8.2/24	VPN-BLUE 网络中的组播源
PC1	10.110.1.2/24	VPN-RED 网络中的组播接收者
PC2	10.110.9.2/24	VPN-RED 网络中的组播接收者
PC3	10.110.10.2/24	VPN-RED 网络中的组播接收者
PC4	10.110.11.2/24	VPN-BLUE 网络中的组播接收者

表 6-8 单自治域 MD VPN 的组网需求

项目	组网需求
组播源/组播接收者	VPN RED 的组播源为 Source1，接收者为 PC1、PC2 和 PC3。VPN BLUE 的组播源为 Source2，接收者为 PC4。VPN RED 中的 Share-Group 地址为 239.1.1.1，Switch-Group 地址池为 225.2.2.1-225.2.2.16。VPN BLUE 中的 Share-Group 地址为 239.2.2.2，Switch-Group 地址池为 225.4.4.1-225.4.4.16。

版权所有 © 华为技术有限公司

项目	组网需求
PE 上的接口所属 VPN 实例	PE-A 上的 GE2、GE3 接口属于 VPN-RED 实例；PE-A 上的 GE1、Loopback1 接口属于公网实例。PE-B 上的 GE2 接口属于 VPN-BLUE 实例；PE-B 上的 GE3 接口属于 VPN-RED 实例；PE-B 上的 GE1、Loopback1 接口属于公网实例。PE-C 上的 GE2 接口属于 VPN-RED 实例；PE-C 上的 GE3、Loopback2 接口属于 VPN-BLUE实例；PE-C 上的 GE1、Loopback1 接口属于公网实例。
路由协议和 MPLS	在公网配置 OSPF 单播路由协议。在 PE 和 CE 交换机之间启动 RIP 协议。配置在 PE-A 的 Loopback1 接口、PE-B 的 Loopback1 接口、PE-C 的 Loopback1 接口之间建立 BGP Peer 连接并传递所有私网路由。在公网启动 MPLS 转发。
组播功能	在 P 上使能组播。在 PE-A、PE-B、PE-C 上的公网实例部分使能组播。在 PE-A、PE-B、PE-C 上的 VPN-RED 实例中使能组播。在 PE-B、PE-C 上的 VPN-BLUE 实例中使能组播。在 CE-Ra、CE-Rb、CE-Rc、CE-Bb、CE-Bc 上使能组播。
IGMP 功能	在 PE-A 的 GE2 接口启动 IGMP 协议。在 CE-Rb 的 GE1 接口、CE-Rc 的 GE1 接口、CE-Bc 的 GE1 接口上启动 IGMP 协议。
PIM 功能	在 VPN-RED 中的所有私网接口上启动 PIM-SM 协议。在 VPN-BLUE 中的所有私网接口上启动 PIM-SM 协议。在 P 和 CE 的所有接口以及 PE 上的公网接口上启动 PIM-SM。配置 P 的 Loopback1 接口为 C-BSR 和 C-RP（为所有组服务）。配置 CE-Rb 的 Loopback1 为私网 VPN-RED 的 C-BSR 和 C-RP（为所有组服务）。配置 PE-C 的 Loopback2 为私网 VPN-BLUE 的 C-BSR 和 C-RP（为所有组服务）。

配置思路

采用如下的思路配置单自治域 MD VPN：

1. 配置 MPLS/BGP VPN，确保 VPN 网络正常运行、单播路由畅通。
2. 在 PE 设备上配置 Eth-Trunk10 接口为组播环回接口。
3. 全网启动组播功能和 PIM 功能，在 PE 和 P 之间建立公网实例组播、PE 和 CE 之间建立 VPN 实例组播。
4. 在各 PE 上为同一 VPN 实例配置相同的 Share-Group 地址、相同的 MTI 及相同的 Switch-MDT 切换地址池范围。
5. 在各 PE 上配置 MTI 地址为公网中的 IBGP Peer 接口地址，并在 MTI 上使能 PIM 协议。

数据准备

参见表 6-8 组网需求。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 PE-A

配置 PE-A 的 ID 号，启动公网 IP 组播路由，配置 MPLS LSR 的 ID 号，使能 LDP。

```
[PE-A] router id 1.1.1.1
[PE-A] multicast routing-enable
[PE-A] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE-A] mpls
[PE-A-mpls] quit
[PE-A] mpls ldp
[PE-A-mpls-ldp] quit
```

配置 Eth-Trunk10 接口为组播环回接口。

```
[PE-A] interface eth-trunk 10
[PE-A-Eth-Trunk10] service type multicast-tunnel
[PE-A-Eth-Trunk10] trunkport gigabitethernet 3/0/5
[PE-A-Eth-Trunk10] quit
```

创建 VPN RED 实例，进入 VPN 实例视图；配置 VPN IPv4 前缀，创建实例的出口/入口路由。启动 IP 组播路由，配置 Share-Group 组，指定要绑定本 VPN 实例的 MTI 及 Switch-MDT 切换地址池范围。

```
[PE-A] ip vpn-instance RED
[PE-A-vpn-instance-RED] route-distinguisher 100:1
[PE-A-vpn-instance-RED] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[PE-A-vpn-instance-RED] vpn-target 100:1 import-extcommunity
[PE-A-vpn-instance-RED] multicast routing-enable
[PE-A-vpn-instance-RED] multicast-domain share-group 239.1.1.1 binding mtunnel 0
[PE-A-vpn-instance-RED] multicast-domain switch-group-pool 225.2.2.1 28
[PE-A-vpn-instance-RED] quit
```

在公网接口 GigabitEthernet1/0/0 上使能 LDP，并启动 PIM-SM。

```
[PE-A] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-A-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 40
[PE-A-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 40
[PE-A-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE-A] interface vlanif 40
[PE-A-Vlanif40] ip address 192.168.6.1 24
[PE-A-Vlanif40] pim sm
[PE-A-Vlanif40] mpls
[PE-A-Vlanif40] mpls ldp
```

绑定接口 GigabitEthernet2/0/0 到 VPN RED 实例，并启动 IGMP 和 PIM-SM。

```
[PE-A] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-A-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 50
[PE-A-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 50
[PE-A-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE-A] interface vlanif 50
[PE-A-Vlanif50] ip binding vpn-instance RED
[PE-A-Vlanif50] ip address 10.110.1.1 24
[PE-A-Vlanif50] pim sm
[PE-A-Vlanif50] igmp enable
```

绑定接口 GigabitEthernet3/0/0 到 VPN RED 实例，并启动 PIM-SM。

```
[PE-A] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE-A-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[PE-A-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[PE-A-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE-A] interface vlanif 60
[PE-A-Vlanif60] ip binding vpn-instance RED
[PE-A-Vlanif60] ip address 10.110.2.1 24
[PE-A-Vlanif60] pim sm
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 Loopback1 接口的 IP 地址，并启动 PIM-SM。

```
[PE-A] interface loopback 1
[PE-A-LoopBack1] ip address 1.1.1.1 32
[PE-A-LoopBack1] pim sm
[PE-A-LoopBack1] quit
```

配置 MTI0 接口的 IP 地址，该地址应该和 Loopback1 接口地址一致。系统自动将 MTI0 接口绑定到 VPN RED 实例。在接口上启动 PIM-SM 协议。

```
[PE-A] interface mtunnel 0
[PE-A-MTunnel0] ip address 1.1.1.1 32
[PE-A-MTunnel0] pim sm
[PE-A-MTunnel0] quit
```

配置 BGP、OSPF、RIP 单播路由信息。

```
[PE-A] bgp 100
[PE-A-bgp] group VPN-G internal
[PE-A-bgp] peer VPN-G connect-interface LoopBack1
[PE-A-bgp] peer 1.1.1.2 group VPN-G
[PE-A-bgp] peer 1.1.1.3 group VPN-G
[PE-A-bgp] ipv4-family vpn-instance RED
[PE-A-bgp-RED] import-route rip 2
[PE-A-bgp-RED] import-route direct
[PE-A-bgp-RED] quit
[PE-A-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE-A-bgp-af-vpnv4] peer VPN-G enable
[PE-A-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.2 group VPN-G
[PE-A-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.3 group VPN-G
[PE-A-bgp-af-vpnv4] quit
[PE-A-bgp] quit
[PE-A] ospf 1
[PE-A-ospf-1] area 0.0.0.0
[PE-A-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.1 0.0.0.0
[PE-A-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.0.0 0.0.255.255
[PE-A-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE-A-ospf-1] quit
[PE-A] rip 2 vpn-instance RED
[PE-A-rip-2] network 10.0.0.0
[PE-A-rip-2] import-route bgp cost 3
```

步骤 2 配置 PE-B

配置 PE-B 的 ID 号，启动公网 IP 组播路由，配置 MPLS LSR 的 ID 号，使能 LDP。

```
[PE-B] router id 1.1.1.2
[PE-B] multicast routing-enable
[PE-B] mpls lsr-id 1.1.1.2
[PE-B] mpls
[PE-B-mpls] quit
[PE-B] mpls ldp
[PE-B-mpls-ldp] quit
```

配置 Eth-Trunk10 接口为组播环回接口。

```
[PE-B] interface eth-trunk 10
[PE-B-Eth-Trunk10] service type multicast-tunnel
[PE-B-Eth-Trunk10] trunkport gigabitethernet 3/0/5
[PE-B-Eth-Trunk10] quit
```

创建 VPN BLUE 实例，进入 VPN 实例视图；配置 VPN IPv4 前缀，创建实例的出口/入口路由。启动 IP 组播路由，配置 Share-Group 组，指定要绑定本 VPN 实例的 MTI 及 Switch-MDT 切换地址池范围。

```
[PE-B] ip vpn-instance BLUE
[PE-B-vpn-instance-BLUE] route-distinguisher 200:1
[PE-B-vpn-instance-BLUE] vpn-target 200:1 export-extcommunity
[PE-B-vpn-instance-BLUE] vpn-target 200:1 import-extcommunity
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE-B-vpn-instance-BLUE] multicast routing-enable
[PE-B-vpn-instance-BLUE] multicast-domain share-group 239.2.2.2 binding mtunnel 1
[PE-B-vpn-instance-BLUE] multicast-domain switch-group-pool 225.4.4.1 28
```

创建 VPN RED 实例，进入 VPN 实例视图；配置 VPN IPv4 前缀，创建实例的出口/入口路由。启动 IP 组播路由，配置 Share-Group 组，指定要绑定本 VPN 实例的 MTI 及 Switch-MDT 切换地址池范围。

```
[PE-B] ip vpn-instance RED
[PE-B-vpn-instance-RED] route-distinguisher 100:1
[PE-B-vpn-instance-RED] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[PE-B-vpn-instance-RED] vpn-target 100:1 import-extcommunity
[PE-B-vpn-instance-RED] multicast routing-enable
[PE-B-vpn-instance-RED] multicast-domain share-group 239.1.1.1 binding mtunnel 0
[PE-B-vpn-instance-RED] multicast-domain switch-group-pool 225.2.2.1 28
```

在公网接口 GigabitEthernet1/0/0 上使能 LDP，并启动 PIM-SM。

```
[PE-B] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-B-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 70
[PE-B-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 70
[PE-B-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE-B] interface vlanif 70
[PE-B-Vlanif70] ip address 192.168.7.1 24
[PE-B-Vlanif70] pim sm
[PE-B-Vlanif70] mpls
[PE-B-Vlanif70] mpls ldp
```

绑定接口 GigabitEthernet2/0/0 到 VPN BLUE 实例，并启动 PIM-SM。

```
[PE-B] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-B-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 80
[PE-B-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 80
[PE-B-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE-B] interface vlanif 80
[PE-B-Vlanif80] ip binding vpn-instance BLUE
[PE-B-Vlanif80] ip address 10.110.3.1 24
[PE-B-Vlanif80] pim sm
```

绑定接口 GigabitEthernet3/0/0 到 VPN RED 实例，并启动 PIM-SM。

```
[PE-B] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE-B-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 90
[PE-B-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 90
[PE-B-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE-B] interface vlanif 90
[PE-B-Vlanif90] ip binding vpn-instance RED
[PE-B-Vlanif90] ip address 10.110.4.1 24
[PE-B-Vlanif90] pim sm
```

配置 Loopback1 接口的 IP 地址，并启动 PIM-SM。

```
[PE-B] interface loopback 1
[PE-B-LoopBack1] ip address 1.1.1.2 32
[PE-B-LoopBack1] pim sm
[PE-B-LoopBack1] quit
```

配置 MTI0 接口的 IP 地址，该地址应该和 Loopback1 接口地址一致。在接口上启动 PIM-SM 协议。

```
[PE-B] interface MTunnel 0
[PE-B-MTunnel0] ip address 1.1.1.2 32
[PE-B-MTunnel0] pim sm
```

配置 MTI1 接口的 IP 地址，该地址应该和 Loopback1 接口地址一致。在接口上启动 PIM-SM 协议。

```
[PE-B] interface MTunnel 1
[PE-B-MTunnel1] ip address 1.1.1.2 32
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE-B-MTunnel1] pim sm
```

配置 BGP、OSPF、RIP 单播路由信息。

```
[PE-B] bgp 100
[PE-B-bgp] group VPN-G internal
[PE-B-bgp] peer VPN-G connect-interface LoopBack1
[PE-B-bgp] peer 1.1.1.1 group VPN-G
[PE-B-bgp] peer 1.1.1.3 group VPN-G
[PE-B-bgp] ipv4-family vpn-instance RED
[PE-B-bgp-RED] import-route rip 2
[PE-B-bgp-RED] import-route direct
[PE-B-bgp-RED] quit
[PE-B-bgp] ipv4-family vpn-instance BLUE
[PE-B-bgp-BLUE] import-route rip 3
[PE-B-bgp-BLUE] import-route direct
[PE-B-bgp-BLUE] quit
[PE-B-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE-B-bgp-af-vpnv4] peer VPN-G enable
[PE-B-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.1 group VPN-G
[PE-B-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.3 group VPN-G
[PE-B-bgp-af-vpnv4] quit
[PE-B-bgp] quit
[PE-B] ospf 1
[PE-B-ospf-1] area 0.0.0.0
[PE-B-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.2 0.0.0.0
[PE-B-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.0.0 0.0.255.255
[PE-B-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE-B-ospf-1] quit
[PE-B] rip 2 vpn-instance RED
[PE-B-rip-2] network 10.0.0.0
[PE-B-rip-2] import-route bgp cost 3
[PE-B-rip-2] quit
[PE-B] rip 3 vpn-instance BLUE
[PE-B-rip-3] network 10.0.0.0
[PE-B-rip-3] import-route bgp cost 3
```

步骤 3 配置 PE-C

配置 PE-C 的 ID 号，启动公网 IP 组播路由，配置 MPLS LSR 的 ID 号，使能 LDP。

```
[PE-C] router id 1.1.1.3
[PE-C] multicast routing-enable
[PE-C] mpls lsr-id 1.1.1.3
[PE-C] mpls
[PE-C-mpls] quit
[PE-C] mpls ldp
[PE-C-mpls-ldp] quit
```

配置 Eth-Trunk10 接口为组播环回接口。

```
[PE-C] interface eth-trunk 10
[PE-C-Eth-Trunk10] service type multicast-tunnel
[PE-C-Eth-Trunk10] trunkport GigabitEthernet 3/0/5
[PE-C-Eth-Trunk10] quit
```

创建 VPN RED 实例，进入 VPN 实例视图；配置 VPN IPv4 前缀，创建实例的出口/入口路由。启动 IP 组播路由，配置 Share-Group 组，指定要绑定本 VPN 实例的 MTI 及 Switch-MDT 切换地址池范围。

```
[PE-C] ip vpn-instance RED
[PE-C-vpn-instance-RED] route-distinguisher 100:1
[PE-C-vpn-instance-RED] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[PE-C-vpn-instance-RED] vpn-target 100:1 import-extcommunity
[PE-C-vpn-instance-RED] multicast routing-enable
[PE-C-vpn-instance-RED] multicast-domain share-group 239.1.1.1 binding mtunnel 0
[PE-C-vpn-instance-RED] multicast-domain switch-group-pool 225.2.2.1 28
```


版权所有 © 华为技术有限公司

创建 VPN BLUE 实例，进入 VPN 实例视图；配置 VPN IPv4 前缀，创建实例的出口/入口路由。启动 IP 组播路由，配置 Share-Group 组，指定要绑定本 VPN 实例的 MTI 及 Switch-MDT 切换地址池范围。

```
[PE-C] ip vpn-instance BLUE
[PE-C-vpn-instance-BLUE] route-distinguisher 200:1
[PE-C-vpn-instance-BLUE] vpn-target 200:1 export-extcommunity
[PE-C-vpn-instance-BLUE] vpn-target 200:1 import-extcommunity
[PE-C-vpn-instance-BLUE] multicast routing-enable
[PE-C-vpn-instance-BLUE] multicast-domain share-group 239.2.2.2 binding mtunnel 1
[PE-C-vpn-instance-BLUE] multicast-domain switch-group-pool 225.4.4.1 28
```

在公网接口 GigabitEthernet1/0/0 上使能 LDP，并启动 PIM-SM。

```
[PE-C] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-C-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[PE-C-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[PE-C-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE-C] interface vlanif 100
[PE-C-Vlanif100] ip address 192.168.8.1 24
[PE-C-Vlanif100] pim sm
[PE-C-Vlanif100] mpls
[PE-C-Vlanif100] mpls ldp
```

#绑定接口 GigabitEthernet2/0/0 到 VPN RED 实例，并启动 PIM-SM。

```
[PE-C] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-C-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 110
[PE-C-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 110
[PE-C-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE-C] interface vlanif 110
[PE-C-Vlanif110] ip binding vpn-instance RED
[PE-C-Vlanif110] ip address 10.110.5.1 24
[PE-C-Vlanif110] pim sm
```

绑定接口 GigabitEthernet3/0/0 到 VPN BLUE 实例，并启动 PIM-SM。

```
[PE-C] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE-C-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 120
[PE-C-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 120
[PE-C-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE-C] interface vlanif 120
[PE-C-Vlanif120] ip binding vpn-instance BLUE
[PE-C-Vlanif120] ip address 10.110.6.1 24
[PE-C-Vlanif120] pim sm
```

配置 Loopback1 接口的 IP 地址，并启动 PIM-SM。

```
[PE-C] interface loopback 1
[PE-C-LoopBack1] ip address 1.1.1.3 32
[PE-C-LoopBack1] pim sm
[PE-C-LoopBack1] quit
```

配置 MTI0 接口的 IP 地址，该地址应该和 Loopback1 接口地址一致。在接口上启动 PIM-SM 协议。

```
[PE-C] interface MTunnel 0
[PE-C-MTunnel0] ip address 1.1.1.3 32
[PE-C-MTunnel0] pim sm
```

配置 MTI1 接口的 IP 地址，该地址应该和 Loopback1 接口地址一致。在接口上启动 PIM-SM 协议。

```
[PE-C] interface MTunnel 1
[PE-C-MTunnel1] ip address 1.1.1.3 32
[PE-C-MTunnel1] pim sm
```

#绑定接口 Loopback2 到 VPN BLUE 实例，并启动 PIM-SM。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE-C] interface loopback 2
[PE-C-LoopBack2] ip binding vpn-instance BLUE
[PE-C-LoopBack2] ip address 33.33.33.33 32
[PE-C-LoopBack2] pim sm
[PE-C-LoopBack2] quit
```

配置 Loopback2 接口为私网 VPN BLUE 的 C-BSR 和 C-RP。

```
[PE-C] pim vpn-instance BLUE
[PE-C-pim-BLUE] c-bsr Loopback2
[PE-C-pim-BLUE] c-rp Loopback2
[PE-C-pim-BLUE] quit
```

配置 BGP、OSPF、RIP 单播路由信息。

```
[PE-C] bgp 100
[PE-C-bgp] group VPN-G internal
[PE-C-bgp] peer VPN-G connect-interface LoopBack1
[PE-C-bgp] peer 1.1.1.1 group VPN-G
[PE-C-bgp] peer 1.1.1.2 group VPN-G
[PE-C-bgp] ipv4-family vpn-instance RED
[PE-C-bgp-RED] import-route rip 2
[PE-C-bgp-RED] import-route direct
[PE-C-bgp-RED] quit
[PE-C-bgp] ipv4-family vpn-instance BLUE
[PE-C-bgp-BLUE] import-route rip 3
[PE-C-bgp-BLUE] import-route direct
[PE-C-bgp-BLUE] quit
[PE-C-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE-C-bgp-af-vpnv4] peer VPN-G enable
[PE-C-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.1 group VPN-G
[PE-C-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.2 group VPN-G
[PE-C-bgp-af-vpnv4] quit
[PE-C-bgp] quit
[PE-C] ospf 1
[PE-C-ospf-1] area 0.0.0.0
[PE-C-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.3 0.0.0.0
[PE-C-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.0.0 0.0.255.255
[PE-C-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE-C-ospf-1] quit
[PE-C] rip 2 vpn-instance RED
[PE-C-rip-2] network 10.0.0.0
[PE-C-rip-2] import-route bgp cost 3
[PE-C-rip-2] quit
[PE-C] rip 3 vpn-instance BLUE
[PE-C-rip-3] network 10.0.0.0
[PE-C-rip-3] import-route bgp cost 3
```

步骤 4 配置 P

启动公网 IP 组播路由，配置 MPLS LSR 的 ID 号，使能 LDP。

```
[P] multicast routing-enable
[P] mpls lsr-id 2.2.2.2
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
```

在公网接口 GigabitEthernet1/0/0 上使能 LDP，并启动 PIM-SM。

```
[P] interface gigabitethernet 1/0/0
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[P-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P] interface vlanif 10
[P-Vlanif10] ip address 192.168.6.2 24
[P-Vlanif10] pim sm
[P-Vlanif10] mpls
[P-Vlanif10] mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在公网接口 GigabitEthernet2/0/0 上使能 LDP，并启动 PIM-SM。

```
[P] interface gigabitethernet 2/0/0
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[P-GigabitEthernet2/0/0] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] ip address 192.168.7.2 24
[P-Vlanif20] pim sm
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
```

在公网接口 GigabitEthernet3/0/0 上使能 LDP，并启动 PIM-SM。

```
[P] interface gigabitethernet 3/0/0
[P-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[P-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[P-GigabitEthernet3/0/0] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] ip address 192.168.8.2 24
[P-Vlanif30] pim sm
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
```

配置 Loopback1 接口的 IP 地址，并启动 PIM-SM。

```
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] ip address 2.2.2.2 32
[P-LoopBack1] pim sm
[P-LoopBack1] quit
```

配置 Loopback1 接口为公网的 C-BSR 和 C-RP。

```
[P] pim
[P-pim] c-bsr Loopback1
[P-pim] c-rp Loopback1
```

配置 OSPF 单播路由信息。

```
[P] ospf 1
[P-ospf-1] area 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.2 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.0.0 0.0.255.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

步骤 5 配置 CE-Ra

启动 IP 组播路由。

```
[CE-Ra] multicast routing-enable
```

在私网接口 GigabitEthernet1/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Ra] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE-Ra-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 130
[CE-Ra-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 130
[CE-Ra-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE-Ra] interface vlanif 130
[CE-Ra-Vlanif130] ip address 10.110.7.1 24
[CE-Ra-Vlanif130] pim sm
```

在私网接口 GigabitEthernet2/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Ra] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE-Ra-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 140
[CE-Ra-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 140
[CE-Ra-GigabitEthernet2/0/0] quit
[CE-Ra] interface vlanif 140
[CE-Ra-Vlanif140] ip address 10.110.2.2 24
[CE-Ra-Vlanif140] pim sm
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 RIP 单播路由信息。

```
[CE-Ra] rip 2
[CE-Ra-rip-2] network 10.0.0.0
[CE-Ra-rip-2] import-route direct
```

步骤 6 配置 CE-Bb

启动 IP 组播路由。

```
[CE-Bb] multicast routing-enable
```

在私网接口 GigabitEthernet1/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Bb] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE-Bb-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 150
[CE-Bb-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 150
[CE-Bb-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE-Bb] interface vlanif 150
[CE-Bb-Vlanif150] ip address 10.110.8.1 24
[CE-Bb-Vlanif150] pim sm
```

在私网接口 GigabitEthernet2/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Bb] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE-Bb-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 160
[CE-Bb-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 160
[CE-Bb-GigabitEthernet2/0/0] quit
[CE-Bb] interface vlanif 160
[CE-Bb-Vlanif160] ip address 10.110.3.2 24
[CE-Bb-Vlanif160] pim sm
```

配置 RIP 单播路由信息。

```
[CE-Bb] rip 3
[CE-Bb-rip-3] network 10.0.0.0
[CE-Bb-rip-3] import-route direct
```

步骤 7 配置 CE-Rb

启动 IP 组播路由。

```
[CE-Rb] multicast routing-enable
```

在私网接口 GigabitEthernet1/0/0 上启动 PIM-SM 和 IGMP。

```
[CE-Rb] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE-Rb-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 170
[CE-Rb-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 170
[CE-Rb-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE-Rb] interface vlanif 170
[CE-Rb-Vlanif170] ip address 10.110.9.1 24
[CE-Rb-Vlanif170] pim sm
[CE-Rb-Vlanif170] igmp enable
```

在私网接口 GigabitEthernet2/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Rb] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE-Rb-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 180
[CE-Rb-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 180
[CE-Rb-GigabitEthernet2/0/0] quit
[CE-Rb] interface vlanif 180
[CE-Rb-Vlanif180] ip address 10.110.4.2 24
[CE-Rb-Vlanif180] pim sm
```

在私网接口 GigabitEthernet3/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Rb] interface gigabitethernet 3/0/0
[CE-Rb-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 190
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE-Rb-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 190
[CE-Rb-GigabitEthernet3/0/0] quit
[CE-Rb] interface vlanif 190
[CE-Rb-Vlanif190] ip address 10.110.12.1 24
[CE-Rb-Vlanif190] pim sm
```

配置 Loopback1 接口的 IP 地址，并启动 PIM-SM。

```
[CE-Rb] interface loopback 1
[CE-Rb-LoopBack1] ip address 22.22.22.22 32
[CE-Rb-LoopBack1] pim sm
[CE-Rb-LoopBack1] quit
```

配置 Loopback1 接口为私网 VPN RED 的 BSR 和 RP。

```
[CE-Rb] pim
[CE-Rb-pim] c-bsr Loopback1
[CE-Rb-pim] c-rp Loopback1
[CE-Rb-pim] quit
```

配置 RIP 单播路由信息。

```
[CE-Rb] rip 2
[CE-Rb-rip-2] network 10.0.0.0
[CE-Rb-rip-2] network 22.0.0.0
[CE-Rb-rip-2] import-route direct
```

步骤 8 配置 CE-Rc

启动 IP 组播路由。

```
[CE-Rc] multicast routing-enable
```

在私网接口 GigabitEthernet1/0/0 上启动 PIM-SM 和 IGMP。

```
[CE-Rc] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE-Rc-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 200
[CE-Rc-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 200
[CE-Rc-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE-Rc] interface vlanif 200
[CE-Rc-Vlanif200] ip address 10.110.10.1 24
[CE-Rc-Vlanif200] pim sm
[CE-Rc-Vlanif200] igmp enable
```

在私网接口 GigabitEthernet2/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Rc] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE-Rc-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 210
[CE-Rc-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 210
[CE-Rc-GigabitEthernet2/0/0] quit
[CE-Rc] interface vlanif 210
[CE-Rc-Vlanif210] ip address 10.110.5.2 24
[CE-Rc-Vlanif210] pim sm
```

在私网接口 GigabitEthernet3/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Rc] interface gigabitethernet 3/0/0
[CE-Rc-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 220
[CE-Rc-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 220
[CE-Rc-GigabitEthernet3/0/0] quit
[CE-Rc] interface vlanif 220
[CE-Rc-Vlanif220] ip address 10.110.12.2 24
[CE-Rc-Vlanif220] pim sm
```

配置 RIP 单播路由信息。

```
[CE-Rc] rip 2
[CE-Rc-rip-2] network 10.0.0.0
[CE-Rc-rip-2] import-route direct
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 9 配置 CE-Bc

启动 IP 组播路由。

```
[CE-Bc] multicast routing-enable
```

在私网接口 GigabitEthernet1/0/0 上启动 PIM-SM 和 IGMP。

```
[CE-Bc] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE-Bc-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 230
[CE-Bc-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 230
[CE-Bc-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE-Bc] interface vlanif 230
[CE-Bc-Vlanif230] ip address 10.110.11.1 24
[CE-Bc-Vlanif230] pim sm
[CE-Bc-Vlanif230] igmp enable
```

在私网接口 GigabitEthernet2/0/0 上启动 PIM-SM。

```
[CE-Bc] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE-Bc-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 2400
[CE-Bc-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 240
[CE-Bc-GigabitEthernet2/0/0] quit
[CE-Bc] interface vlanif 240
[CE-Bc-Vlanif240] ip address 10.110.6.2 24
[CE-Bc-Vlanif240] pim sm
```

配置 RIP 单播路由信息。

```
[CE-Bc] rip 3
[CE-Bc-rip-3] network 10.0.0.0
[CE-Bc-rip-3] import-route direct
```

步骤 10 检查配置结果

执行完上述配置以后，PC1、PC2 和 PC3 能够接收到 Source1 的组播信息，PC4 能够接收到 Source2 的组播信息。

----结束

配置文件

- PE-A 的配置文件

```
#
 sysname PE-A
#
 vlan batch 40 50 60
#
 router id 1.1.1.1
#
 multicast routing-enable
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
 mpls ldp
#
ip vpn-instance RED
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
 multicast routing-enable
 multicast-domain share-group 239.1.1.1 binding MTunnel 0
 multicast-domain switch-group-pool 225.2.2.0 255.255.255.240
#
interface Vlanif40
ip address 192.168.6.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 pim sm
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 10.110.1.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
 ip binding vpn-instance RED
#
interface Vlanif60
 ip binding vpn-instance RED
 ip address 10.110.2.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Eth-Trunk10
 service type multicast-tunnel
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet3/0/5
 eth-trunk 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
interface MTunnel0
 ip binding vpn-instance RED
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 pim sm
#
bgp 100
 group VPN-G internal
 peer VPN-G connect-interface LoopBack1
 peer 1.1.1.2 as-number 100
 peer 1.1.1.2 group VPN-G
 peer 1.1.1.3 as-number 100
 peer 1.1.1.3 group VPN-G
#
ipv4-family unicast
 undo synchronization
 peer VPN-G enable
 peer 1.1.1.2 enable
 peer 1.1.1.2 group VPN-G
 peer 1.1.1.3 enable
 peer 1.1.1.3 group VPN-G
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer VPN-G enable
  peer 1.1.1.2 enable
  peer 1.1.1.2 group VPN-G
  peer 1.1.1.3 enable
  peer 1.1.1.3 group VPN-G
#
 ipv4-family vpn-instance RED
 import-route rip 2
 import-route direct
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.255.255
#
rip 2 vpn-instance RED
  network 10.0.0.0
  import-route bgp cost 3
#
return
```

- PE-B 的配置文件

```
#
 sysname PE-B
#
 vlan batch 70 80 90
#
 router id 1.1.1.2
#
 multicast routing-enable
#
 mpls lsr-id 1.1.1.2
 mpls
#
 mpls ldp
#
ip vpn-instance BLUE
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 200:1 export-extcommunity
 vpn-target 200:1 import-extcommunity
 multicast routing-enable
 multicast-domain share-group 239.2.2.2 binding MTunnel 1
 multicast-domain switch-group-pool 225.4.4.0 255.255.255.240
#
ip vpn-instance RED
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
 multicast routing-enable
 multicast-domain share-group 239.1.1.1 binding MTunnel 0
 multicast-domain switch-group-pool 225.2.2.0 255.255.255.240
#
interface Vlanif70
 ip address 192.168.7.1 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif80
 ip binding vpn-instance BLUE
 ip address 10.110.3.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif90
 ip binding vpn-instance RED
 ip address 10.110.4.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Eth-Trunk10
 service type multicast-tunnel
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 90
 port hybrid untagged vlan 90
#
interface GigabitEthernet3/0/5
 eth-trunk 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.255
 pim sm
#
interface MTunnel0
 ip binding vpn-instance RED
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.255
 pim sm
#
interface MTunnel1
 ip binding vpn-instance BLUE
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.255
 pim sm
#
bgp 100
 group VPN-G internal
 peer VPN-G connect-interface LoopBack1
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 group VPN-G
 peer 1.1.1.3 as-number 100
 peer 1.1.1.3 group VPN-G
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer VPN-G enable
  peer 1.1.1.1 enable
  peer 1.1.1.1 group VPN-G
  peer 1.1.1.3 enable
  peer 1.1.1.3 group VPN-G
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer VPN-G enable
  peer 1.1.1.1 enable
  peer 1.1.1.1 group VPN-G
  peer 1.1.1.3 enable
  peer 1.1.1.3 group VPN-G
#
ipv4-family vpn-instance RED
  import-route rip 2
  import-route direct
 #
 ipv4-family vpn-instance BLUE
  import-route rip 3
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.2 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.255.255
#
rip 2 vpn-instance RED
  network 10.0.0.0
  import-route bgp cost 3
#
rip 3 vpn-instance BLUE
  network 10.0.0.0
  import-route bgp cost 3
#
return
```

- PE-C 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
sysname PE-C
#
 vlan batch 100 110 120
#
 router id 1.1.1.3
#
 multicast routing-enable
#
 mpls lsr-id 1.1.1.3
 mpls
#
 mpls ldp
#
ip vpn-instance RED
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
 multicast routing-enable
 multicast-domain share-group 239.1.1.1 binding MTunnel 0
 multicast-domain switch-group-pool 225.2.2.0 255.255.255.240
#
ip vpn-instance BLUE
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 200:1 export-extcommunity
 vpn-target 200:1 import-extcommunity
 multicast routing-enable
 multicast-domain share-group 239.2.2.2 binding MTunnel 1
 multicast-domain switch-group-pool 225.4.4.0 255.255.255.240
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.7.1 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif110
 ip binding vpn-instance RED
 ip address 10.110.5.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif120
 ip binding vpn-instance BLUE
 ip address 10.110.6.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Eth-Trunk10
 service type multicast-tunnel
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 120
 port hybrid untagged vlan 120
#
interface GigabitEthernet3/0/5
 eth-trunk 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.3 255.255.255.255
 pim sm
#
interface LoopBack2
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip binding vpn-instance BLUE
 ip address 33.33.33.33 255.255.255.255
 pim sm
#
pim vpn-instance BLUE
 c-bsr LoopBack2
 c-rp LoopBack2
#
interface MTunnel0
 ip binding vpn-instance RED
 ip address 1.1.1.3 255.255.255.255
 pim sm
#
interface MTunnel1
 ip binding vpn-instance BLUE
 ip address 1.1.1.3 255.255.255.255
 pim sm
#
bgp 100
 group VPN-G internal
 peer VPN-G connect-interface LoopBack1
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 group VPN-G
 peer 1.1.1.2 as-number 100
 peer 1.1.1.2 group VPN-G
#
ipv4-family unicast
 undo synchronization
 peer VPN-G enable
 peer 1.1.1.1 enable
 peer 1.1.1.1 group VPN-G
 peer 1.1.1.2 enable
 peer 1.1.1.2 group VPN-G
#
ipv4-family vpnv4
 policy vpn-target
 peer VPN-G enable
 peer 1.1.1.1 enable
 peer 1.1.1.1 group VPN-G
 peer 1.1.1.2 enable
 peer 1.1.1.2 group VPN-G
#
 ipv4-family vpn-instance RED
  import-route rip 2
  import-route direct
 #
 ipv4-family vpn-instance BLUE
  import-route rip 3
  import-route direct
#
ospf 1
 area  0.0.0.0
  network 1.1.1.3 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.255.255
#
rip 2 vpn-instance RED
  network 10.0.0.0
  import-route bgp cost 3
#
rip 3 vpn-instance BLUE
  network 10.0.0.0
  import-route bgp cost 3
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 10 20 30
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 multicast routing-enable
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
 mpls ldp
#
interface Vlanif10
ip address 192.168.6.2 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
ip address 192.168.7.2 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.8.2 255.255.255.0
 pim sm
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 pim sm
#
pim
 c-bsr Loopback1
 c-rp Loopback1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 192.168.0.0 0.0.255.255
#
return
```

- CE-Ra 的配置文件

```
#
 sysname CE-Ra
#
 vlan batch 130 140
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif130
 ip address 10.110.7.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif140
 ip address 10.110.2.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 130
 port hybrid untagged vlan 130
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
rip 2
 network 10.0.0.0
import-route direct
#
return
```

- CE-Bb 的配置文件

```
#
 sysname CE-Bb
#
 vlan batch 150 160
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif150
 ip address 10.110.8.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif160
 ip address 10.110.3.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 150
 port hybrid untagged vlan 150
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 160
 port hybrid untagged vlan 160
#
rip 3
 network 10.0.0.0
import-route direct
#
return
```

- CE-Rb 的配置文件

```
#
 sysname CE-Rb
#
 vlan batch 170 180 190
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif170
 ip address 10.110.9.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
interface Vlanif180
 ip address 10.110.4.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif190
 ip address 10.110.12.1 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 170
 port hybrid untagged vlan 170
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 180
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 180
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 190
 port hybrid untagged vlan 190
#
 interface loopback 1
 ip address 22.22.22.22 32
 pim sm
#
pim
 c-bsr Loopback1
 c-rp Loopback1
#
rip 2
 network 10.0.0.0
 network 22.0.0.0
import-route direct
#
return
```

- CE-Rc 的配置文件

```
#
 sysname CE-Rc
#
 vlan batch 200 210 220
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif200
 ip address 10.110.10.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
interface Vlanif210
 ip address 10.110.5.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface Vlanif220
 ip address 10.110.12.2 255.255.255.0
 pim sm
#
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 2100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 210
 port hybrid untagged vlan 210
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 220
 port hybrid untagged vlan 220
#
rip 2
 network 10.0.0.0
import-route direct
#
return
```

- CE-Bc 的配置文件

```
#
 sysname CE-Bc
#
 vlan batch 230 240
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif230
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 10.110.11.1 255.255.255.0
 pim sm
 igmp enable
#
interface Vlanif240
 ip address 10.110.6.2 255.255.255.0
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 230
 port hybrid untagged vlan 230
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 240
 port hybrid untagged vlan 240
#
rip 3
 network 10.0.0.0
 import-route direct
#
return
```

6.5.8 IPv4 组播路由管理

系统可同时维护多个组播路由协议，通过控制平面与转发平面之间的信息交互，控制组播路由和转发。

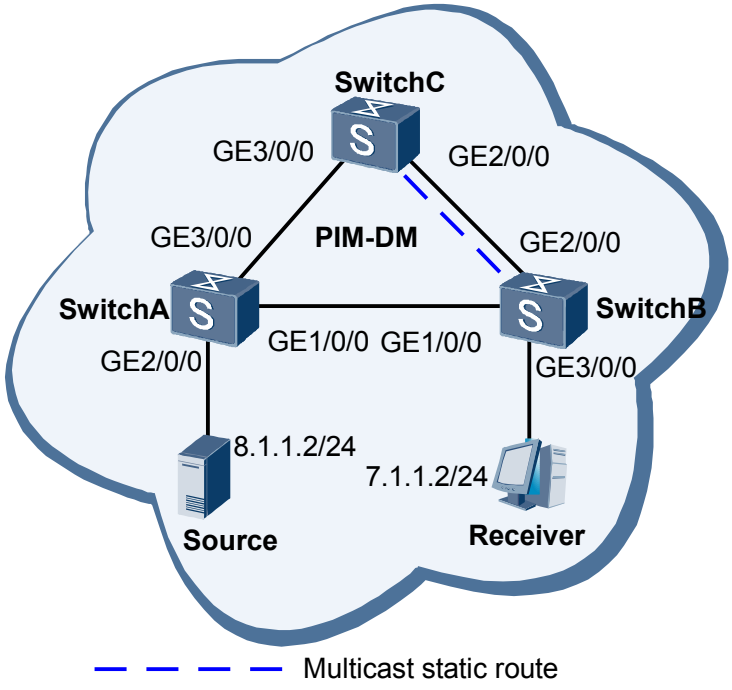
配置组播静态路由改变 RPF 示例

组网需求

如图 6-193 所示，网络中运行 PIM-DM，所有 Switch 支持组播，且 Receiver 能够正常接收组播源 Source 的信息。SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间运行 OSPF 协议。要求：使用组播静态路由，使 Source 到 Receiver 的组播路径与单播路径不同。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-193 配置组播静态路由改变 RPF 路由组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF10	9.1.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF20	8.1.1.1/24
	GE3/0/0	VLANIF30	12.1.1.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF10	9.1.1.2/24
	GE2/0/0	VLANIF40	13.1.1.1/24
	GE3/0/0	VLANIF50	7.1.1.1/24
SwitchC	GE2/0/0	VLANIF40	13.1.1.2/24
	GE3/0/0	VLANIF30	12.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置组播静态路由：

1. 配置各 Switch 接口 IP 地址和 OSPF 单播路由协议。
2. 使能组播功能，在各接口上使能 PIM-DM，在与主机相连的接口上使能 IGMP。
3. 在 SwitchB 上配置 RPF 组播静态路由，指定 RPF 邻居为 SwitchC。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- Source 的 IP 地址。
- SwitchB 上到 SwitchC 的出接口为 VLANIF40。

说明

配置用例中，只列出了与配置组播静态路由相关的命令。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 接口 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-193 配置各交换机口的 IP 地址和掩码。注意交换机 IP 地址要在 VLANIF 接口上配置。SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间运行 OSPF，能够借助单播路由协议实现动态路由更新。配置过程略。

步骤 2 使能组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM 功能。

在所有 Switch 启动组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM 功能，主机侧接口上使能 IGMP 功能。其他交换机 PIM-DM 功能的配置过程与 SwitchB 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchB] multicast routing-enable
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] pim dm
[SwitchB-Vlanif10] quit
[SwitchB] interface vlanif 40
[SwitchB-Vlanif40] pim dm
[SwitchB-Vlanif420] quit
[SwitchB] interface vlanif 50
[SwitchB-Vlanif50] pim dm
[SwitchB-Vlanif50] igmp enable
[SwitchB-Vlanif50] quit
```

在 SwitchB 上执行 **display multicast rpf-info** 命令，查看 Source 的 RPF 路由信息。发现当前 RPF 路由来源于 unicast，RPF 邻居是 SwitchA。信息显示如下：

```
[SwitchB] display multicast rpf-info 8.1.1.2
VPN-Instance: public net
RPF information about source 8.1.1.2:
     RPF interface: vlanif10, RPF neighbor: 9.1.1.1
     Referenced route/mask: 8.1.1.0/24
     Referenced route type: unicast
     Route selection rule: preference-preferred
     Load splitting rule: disable
```

步骤 3 配置组播静态路由。

在 SwitchB 上配置 RPF 组播静态路由，到 Source 的 RPF 邻居为 SwitchC。

```
[SwitchB] ip rpf-route-static 8.1.1.0 255.255.255.0 13.1.1.2
```

步骤 4 验证配置结果。

在 SwitchB 上执行 **display multicast rpf-info** 命令，查看 Source 的 RPF 信息。RPF 信息显示如下。与配置组播静态路由前比较，RPF 路由与 RPF 邻居已经依据静态路由更新。

```
[SwitchB] display multicast rpf-info 8.1.1.2
VPN-Instance: public net
RPF information about source 8.1.1.2:
     RPF interface: vlanif40, RPF neighbor: 13.1.1.2
     Referenced route/mask: 8.1.1.0/24
     Referenced route type: mstatic
     Route selection rule: preference-preferred
     Load splitting rule: disable
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20 30
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif10
 ip address 9.1.1.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif20
 ip address 8.1.1.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif30
 ip address 12.1.1.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 8.1.1.0 0.0.0.255
  network 9.1.1.0 0.0.0.255
  network 12.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 40 50
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif10
 ip address 9.1.1.2 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif40
 ip address 13.1.1.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif50
 ip address 7.1.1.1 255.255.255.0
 pim dm
 igmp enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 7.1.1.0 0.0.0.255
  network 9.1.1.0 0.0.0.255
  network 13.1.1.0 0.0.0.255
#
ip rpf-route-static 8.1.1.0 255.255.255.0 13.1.1.2
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 30 40
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif30
 ip address 12.1.1.2 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif40
 ip address 13.1.1.2 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 12.1.1.0 0.0.0.255
  network 13.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

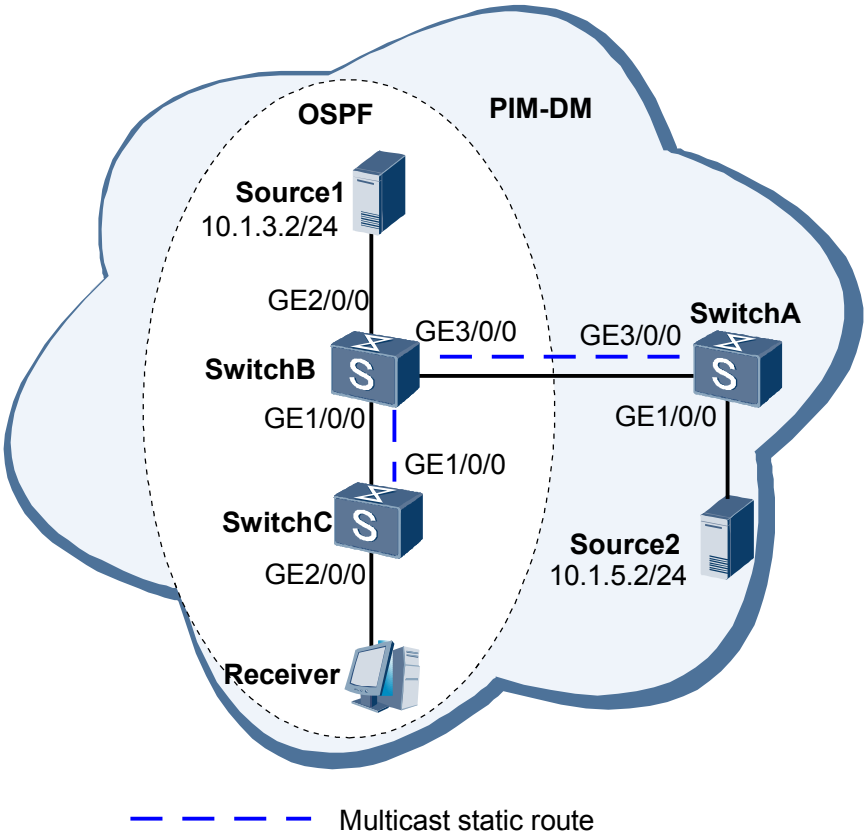
配置组播静态路由衔接 RPF 示例

组网需求

如图 6-194 所示，网络中运行 PIM-DM，所有 Switch 支持组播，且 Receiver 能够能正常接收组播源 Source1 的信息。SwitchB 和 SwitchC 之间运行 OSPF 协议，并与 SwitchA 单播路由隔离。要求：使用组播静态路由，使 Receiver 能够接收 OSPF 域外组播源 Source2 的信息。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-194 配置组播静态路由衔接 RPF 路由组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF11	10.1.5.1/24
	GE3/0/0	VLANIF40	10.1.4.2/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF20	10.1.2.2/24
	GE2/0/0	VLANIF13	10.1.3.1/24
	GE3/0/0	VLANIF40	10.1.4.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF20	10.1.2.1/24
	GE2/0/0	VLANIF12	10.1.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置组播静态路由：

1. 配置各 Switch 接口 IP 地址和 OSPF 单播路由协议。
2. 使能组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM 功能，在主机侧接口上使能 IGMP 功能。
3. 在 SwitchB 和 SwitchC 上配置 RPF 组播静态路由。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- Source2 的 IP 地址。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- SwitchB 上到 Source2 的 RPF 接口为 VLANIF40，RPF 邻居为 SwitchA。
- SwitchC 上到 Source2 的 RPF 接口为 VLANIF20，RPF 邻居为 SwitchB。

说明

配置用例中，只列出了与配置组播静态路由相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置各 Switch 接口 IP 地址和单播路由协议。

按照图 6-194 配置各 Switch 口的 IP 地址和掩码。SwitchB 和 SwitchC 属于同一 OSPF 区域，并且之间能够借助单播路由协议实现动态路由更新。配置过程略。

步骤 2 使能组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM 功能。

在所有 Switch 启动组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM，在与主机相连的接口上使能 IGMP。

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface vlanif11
[SwitchA-Vlanif11] pim dm
[SwitchA-Vlanif11] quit
[SwitchA] interface vlanif 40
[SwitchA-Vlanif40] pim dm
[SwitchA-Vlanif40] quit

[SwitchB] multicast routing-enable
[SwitchB] interface vlanif 20
[SwitchB-Vlanif20] pim dm
[SwitchB-Vlanif20] quit
[SwitchB] interface vlanif 13
[SwitchB-Vlanif13] pim dm
[SwitchB-Vlanif13] quit
[SwitchB] interface vlanif 40
[SwitchB-Vlanif40] pim dm
[SwitchB-Vlanif40] quit

[SwitchC] multicast routing-enable
[SwitchC] interface vlanif 20
[SwitchC-Vlanif20] pim dm
[SwitchC-Vlanif20] quit
[SwitchC] interface vlanif 12
[SwitchC-Vlanif12] pim dm
[SwitchC-Vlanif12] igmp enable
[SwitchC-Vlanif12] quit
```

Source1（10.1.3.2/24）和 Source2（10.1.5.2/24）都向组播组 G（225.1.1.1）发送组播数据。Receiver 加入组 G，能够收到 Source1 发出的组播数据，收不到 Source2 发出的组播数据。

分别在 SwitchB 和 SwitchC 上执行 **display multicast rpf-info 10.1.5.2** 命令，没有显示信息。说明 Switch 没有到 Source2 的 RPF 路由。

步骤 3 配置组播静态路由。

在 SwitchB 上配置 RPF 组播静态路由，到 Source2 的 RPF 邻居为 SwitchA。

```
[SwitchB] ip rpf-route-static 10.1.5.0 255.255.255.0 10.1.4.2
```

在 SwitchC 上配置 RPF 组播静态路由，到 Source2 的 RPF 邻居为 SwitchB。

```
[SwitchC] ip rpf-route-static 10.1.5.0 255.255.255.0 10.1.2.2
```

步骤 4 验证配置结果。

版权所有 © 华为技术有限公司

分别在 SwitchB 和 SwitchC 上执行 **display multicast rpf-info 10.1.5.2** 命令，查看 Source2 的 RPF 信息。RPF 信息显示如下。

```
[SwitchB] display multicast rpf-info 10.1.5.2
VPN-Instance: public net
RPF information about source: 10.1.5.2
     RPF interface: vlanif40, RPF neighbor: 10.1.4.2
     Referenced route/mask: 10.1.5.0/24
     Referenced route type: mstatic
     Route selecting rule: preference-preferred
     Load splitting rule: disable
[SwitchC] display multicast rpf-info 10.1.5.2
VPN-Instance: public net
RPF information about source 10.1.5.2:
     RPF interface: vlanif20, RPF neighbor: 10.1.2.2
     Referenced route/mask: 10.1.5.0/24
     Referenced route type: mstatic
     Route selection rule: preference-preferred
     Load splitting rule: disable
```

在 SwitchC 上执行 **display pim routing-table** 命令，查看路由表信息。SwitchC 上存在 Source2 的组播表项。Receiver 正常接收来自 Source2 的组播数据。

```
[SwitchC] display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 2 (S, G) entry

 (*, 225.1.1.1)
     Protocol: pim-dm, Flag: WC
     UpTime: 03:54:19
     Upstream interface: NULL
         Upstream neighbor: NULL
         RPF prime neighbor: NULL
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: vlanif12
             Protocol: pim-dm, UpTime: 01:38:19, Expires: never

(10.1.3.2, 225.1.1.1)
     Protocol: pim-dm, Flag: ACT
     UpTime: 00:00:44
     Upstream interface: vlanif20
         Upstream neighbor: 10.1.2.2
         RPF prime neighbor: 10.1.2.2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
          1: vlanif12
              Protocol: pim-dm, UpTime: 00:00:44, Expires: never

(10.1.5.2, 225.1.1.1)
     Protocol: pim-dm, Flag: ACT
     UpTime: 00:00:44
     Upstream interface: vlanif20
         Upstream neighbor: 10.1.2.2
         RPF prime neighbor: 10.1.2.2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
          1: vlanif12
              Protocol: pim-dm, UpTime: 00:00:44, Expires: never
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 multicast routing-enable
#
 vlan batch 11 40
#
interface Vlanif11
 ip address 10.1.5.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.4.2 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 11
 port hybrid untagged vlan 11
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.5.0 0.0.0.255
  network 10.1.4.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 13 20 40
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif13
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.4.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 13
 port hybrid untagged vlan 13
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.3.0 0.0.0.255
#
ip rpf-route-static 10.1.5.0 24 10.1.4.2
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

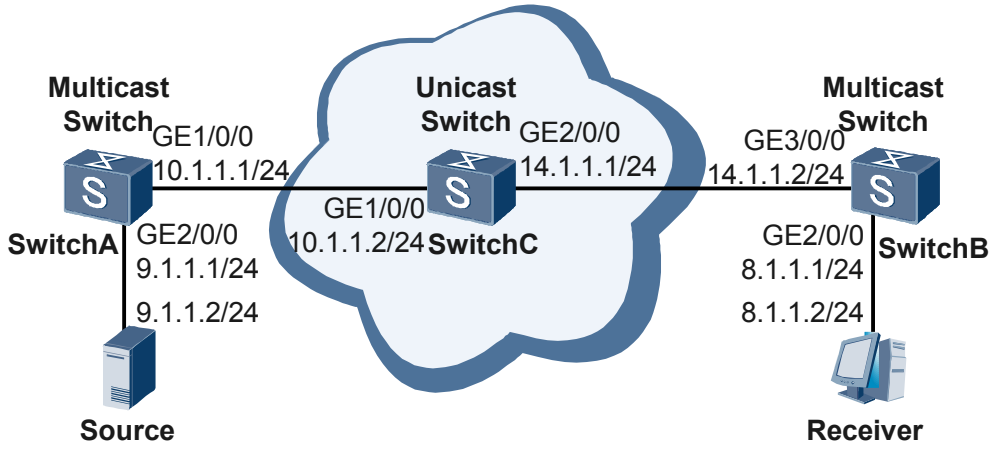
```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 12 20
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif12
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 igmp enable
 pim dm
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 12
 port hybrid untagged vlan 12
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
#
ip rpf-route-static 10.1.5.0 24 10.1.2.2
#
return
```

配置组播静态路由隧道实现组播示例

组网需求

如图 6-195 所示，网络中运行 PIM-DM，交换机 A 和 B 支持组播，交换机 C 不支持组播，Receiver 能够能正常接收组播源 Source 的信息。SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间运行 OSPF 协议。要求：使用组播静态路由，使 Receiver 能够接收到组播源 Source 的信息。

图 6-195 配置组播静态路由隧道实现组播组网图



设备	物理接口/逻辑接口	IPv4 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchA	GE1/0/0，VLANIF 10	10.1.1.1/24
	GE2/0/0，VLANIF 20	9.1.1.1/24
SwitchB	GE2/0/0，VLANIF 30	8.1.1.1/24
	GE3/0/0，VLANIF 40	14.1.1.2/24
SwitchC	GE1/0/0，VLANIF 50	10.1.1.2/24
	GE2/0/0，VLANIF 60	14.1.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置组播静态路由隧道实现组播：

- 配置各交换机的接口 IP 地址。
- 在 SwitchA 和 SwitchB 之间建立 GRE 隧道。
- 配置 OSPF 单播路由协议，使 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 单播互通。
- 在 SwitchA 和 SwitchB 上使能组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM 功能，在主机侧接口上使能 IGMP 功能。
- 在 SwitchB 上配置 RPF 组播静态路由，指定 RPF 邻居为 SwitchA。

数据准备

为完成此配置举例，需准备如下的数据：

- Source 的 IP 地址
- 交换机各接口的 IP 地址

操作步骤

步骤 1 配置各交换机的接口 IP 地址

按照图 6-195 配置各交换机接口的 IP 地址和掩码，配置过程略。

步骤 2 在 SwitchA 和 SwitchB 之间建立 GRE 隧道

步骤 3 # SwitchA 的配置如下：

```
[SwitchA] interface tunnel 1/0/1
[SwitchA-Tunnel1/0/1] ip address 20.1.1.1 24
[SwitchA-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol gre
[SwitchA-Tunnel1/0/1] source 10.1.1.1
[SwitchA-Tunnel1/0/1] destination 14.1.1.2
[SwitchA-Tunnel1/0/1] quit
```

步骤 4 # SwitchB 的配置如下：

```
[SwitchB] interface tunnel 1/0/1
[SwitchB-Tunnel1/0/1] ip address 20.1.1.2 24
[SwitchB-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol gre
[SwitchB-Tunnel1/0/1] source 14.1.1.2
[SwitchB-Tunnel1/0/1] destination 10.1.1.1
[SwitchB-Tunnel1/0/1] quit
```

步骤 5 配置 OSPF，使 SwitchA、SwitchB、SwitchC 能够单播互通

在 SwitchA 的配置 OSPF。

```
[SwitchA] ospf 1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 9.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.1 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

在 SwitchB 的配置 OSPF。

```
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 14.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 8.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.2 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

在 SwitchC 的配置 OSPF。

```
[SwitchC] ospf 1
[SwitchC-ospf-1] area 0
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 14.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

步骤 6 在 SwitchA 和 SwitchB 上使能组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM 功能

在 SwitchA 和 SwitchB 上启动组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM，在与主机相连的接口上使能 IGMP。

SwitchA 的配置如下：

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface Vlanif20
[SwitchA-Vlanif20] pim dm
[SwitchA-Vlanif20] quit
[SwitchA] interface Vlanif10
[SwitchA-Vlanif10] pim dm
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface tunnel 1/0/1
[SwitchA-Tunnel1/0/1] pim dm
[SwitchA-Tunnel1/0/1] quit
```

SwitchB 的配置如下：

```
[SwitchB] multicast routing-enable
[SwitchB] interface Vlanif40
[SwitchB-Vlanif40] pim dm
[SwitchB-Vlanif40] quit
[SwitchB] interface Vlanif30
[SwitchB-Vlanif30] pim dm
[SwitchB-Vlanif30] igmp enable
[SwitchB-Vlanif30] quit
[SwitchB] interface tunnel 1/0/1
[SwitchB-Tunnel1/0/1] pim dm
[SwitchB-Tunnel1/0/1] quit
```

步骤 7 配置组播静态路由

在 SwitchB 上配置 RPF 组播静态路由，使 RPF 邻居变为 SwitchA。

```
[SwitchB] ip rpf-route-static 9.1.1.0 255.255.255.0 20.1.1.1
```

步骤 8 检验配置效果

Source（9.1.1.2/24）向组播组 G（225.1.1.1）发送组播数据。Receiver 加入组 G，能够收到 Source1 发出的组播数据. 在 SwitchB 上执行 **display pim routing-table** 命令，查看路由表信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchB> display pim routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 0 (*, G) entry; 1 (S, G) entry
 (9.1.1.2, 225.1.1.1)
     Protocol: pim-dm, Flag: ACT
     UpTime: 00:13:29
     Upstream interface: Tunnel1/0/1
         Upstream neighbor: 20.1.1.1
         RPF prime neighbor: 20.1.1.1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif30
               Protocol: pim-dm, UpTime:  - , Expires:  -
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface Vlanif20
 ip address 9.1.1.1 255.255.255.0
 pim dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 tunnel-protocol gre
 source 10.1.1.1
 destination 14.1.1.2
 pim dm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 9.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.1 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 multicast routing-enable
#
interface Vlanif30
 ip address 8.1.1.1 255.255.255.0
 pim dm
 igmp enable
#
interface Vlanif40
 ip address 14.1.1.2 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 pim dm
#
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 tunnel-protocol gre
 source 14.1.1.2
 destination 10.1.1.1
 pim dm
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 8.1.1.0 0.0.0.255
  network 14.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.1 0.0.0.255
#
 ip rpf-route-static 9.1.1.0 255.255.255.0 20.1.1.1
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif60
 ip address 14.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan 60
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 14.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置组播负载分担示例

组网需求

组播选路的基础是 RPF 检查，选路策略依赖于单播，根据选出的唯一路由指导组播数据转发，若组播流量过大，可能会出现网络拥塞，影响组播业务。组播负载分担扩展了组播选路规则，不完全依赖于 RPF 检查，网络中存在多条等价的最优路由时，都可能用来转发组播数据，组播流量可以在多条等价路由上进行负载分担。

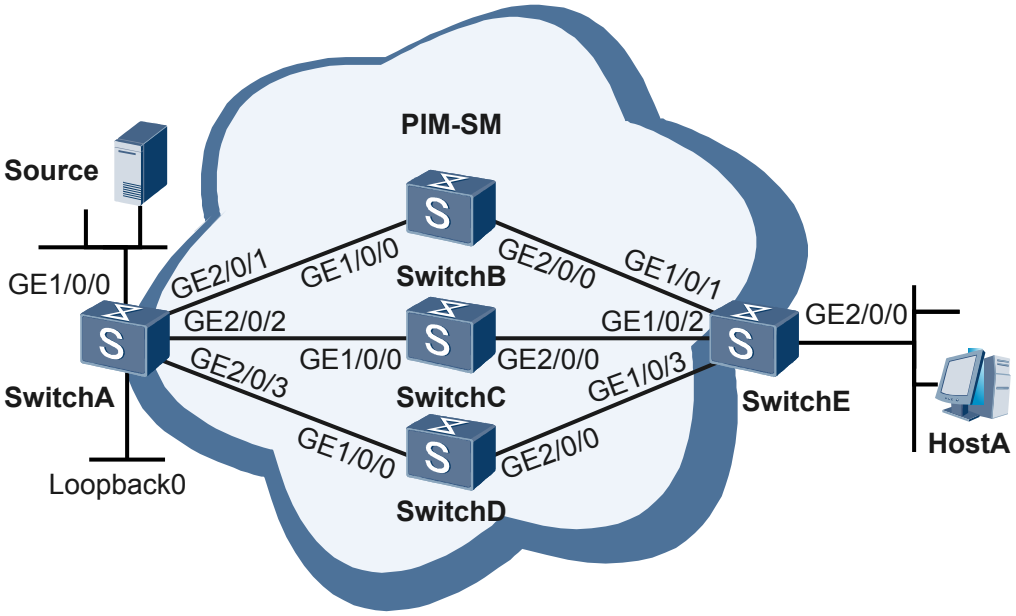
目前组播负载分担分为基于源地址、组地址和源组地址的三种负载分担策略，不能满足在所有场景下实现有效的负载分担。对于确定的表项和网络配置，表项的 RPF 接口和 RPF 邻居随之确定，在表项过少的情况下可能会出现等价路由负载不均衡的情况。

版权所有 © 华为技术有限公司

稳定优先负载分担策略弥补了上述组播负载分担策略的不足，如图 6-196 所示，与 HostA 相连的设备 SwitchE 到组播源 Source 之间存在 3 条等价路由，在 SwitchE 上配置稳定优先负载分担策略，可以将表项平均分布在各条等价路由上，从而实现各等价路由上的负载均衡。

若 SwitchE 所在的三条等价路由的转发能力或流量拥塞程度不同，那么继续对组播表项进行均衡负载不能满足网络要求。在 SwitchE 上配置不均衡负载分担，为其上游接口配置不同的负载分担权值，改变分布在各等价路由上的表项数量，实现对不同等价路由上表项数量的灵活控制。

图 6-196 配置组播负载分担组网图



设备	物理接口/逻辑接口	IP 地址	设备	物理接口/逻辑接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	10.110.1.2/24	SwitchC	GE1/0/0	192.168.2.2/24
	VLANIF10			VLANIF30	
	GE2/0/1	192.168.1.1/24		GE2/0/0	192.168.5.1/24
	VLANIF20			VLANIF80	
	GE2/0/2	192.168.2.1/24	SwitchD	GE1/0/0	192.168.3.2/24
	VLANIF30			VLANIF40	
	GE2/0/3	192.168.3.1/24		GE2/0/0	192.168.6.1/24
	VLANIF40			VLANIF100	
	LoopBack0	1.1.1.1/32	SwitchE	GE1/0/1	192.168.4.2/24
				VLANIF60	
SwitchB	GE1/0/0	192.168.1.2/24		GE1/0/2	192.168.5.2/24
	VLANIF20			VLANIF80	
	GE2/0/0	192.168.4.1/24		GE1/0/3	192.168.6.2/24
	VLANIF60			VLANIF100	

版权所有 © 华为技术有限公司

	GE2/0/0	10.110.2.2/24
	VLANIF140	

配置思路

采用如下的思路配置组播负载分担：

- 配置各交换机的接口 IP 地址。
- 配置 IS-IS 协议，使所有交换机单播互通，且所有路由开销相同。
- 在所有交换机上使能组播功能，并在各接口上使能 PIM-SM，将 SwitchA 的环回接口配置为 RP。
- 为了保证组播业务的稳定可靠，在 SwitchE 上配置稳定优先组播负载分担。
- HostA 需要长期接收某些组播组的数据。配置 SwitchE 的主机侧接口以静态方式批量加入组播组。
- HostA 需要接收新的组播组数据。根据网络需要为 SwitchE 的各上游接口配置不同的组播负载分担权值，实现不均衡负载分担。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- Source 的 IP 地址
- 各交换机的接口 IP 地址
- SwitchE 的主机侧接口以静态方式批量加入的组播组地址
- SwitchE 的各上游接口的组播负载分担权值

操作步骤

步骤 1 按照图 6-196 配置各交换机的接口 IP 地址（略）

步骤 2 配置 IS-IS 协议，使所有交换机单播互通，且所有路由开销相同（略）

步骤 3 在所有交换机上使能组播功能，并在各接口上使能 PIM-SM

配置 SwitchA。SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 上的配置与 SwitchA 相似，配置过程略。

```
[SwitchA] multicast routing-enable
[SwitchA] interface Vlanif10
[SwitchA-Vlanif10] pim sm
[SwitchA-Vlanif20] quit
[SwitchA] interface Vlanif20
[SwitchA-Vlanif20] pim sm
[SwitchA-Vlanif20] quit
[SwitchA] interface Vlanif30
[SwitchA-Vlanif30] pim sm
[SwitchA-Vlanif30] quit
[SwitchA] interface Vlanif40
[SwitchA-Vlanif40] pim sm
[SwitchA-Vlanif40] quit
[SwitchA] interface loopback 0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-LoopBack0] pim sm
[SwitchA-LoopBack0] quit
```

步骤 4 在 SwitchA 上配置 RP

配置 SwitchA 的 Loopback0 接口为 RP 地址。

```
[SwitchA] pim
[SwitchA-pim] c-bsr loopback 0
[SwitchA-pim] c-rp loopback 0
[SwitchA-pim] quit
```

步骤 5 在 SwitchE 上配置稳定优先组播负载分担

```
[SwitchE] multicast load-splitting stable-preferred
```

步骤 6 配置 SwitchE 的主机侧接口以静态方式批量加入组播组

配置接口 VLANIF140 以静态方式加入组播组 225.1.1.1 ～ 225.1.1.3。

```
[SwitchE] interface Vlanif140
[SwitchE-Vlanif140] igmp static-group 225.1.1.1 inc-step-mask 32 number 3
[SwitchE-Vlanif140] quit
```

步骤 7 验证稳定优先组播负载分担的配置结果

Source（10.110.1.1/24）向组播组 225.1.1.1 ～ 225.1.1.3 发送组播数据。HostA 能够收到 Source 发出的组播数据。在 SwitchE 上查看 PIM 路由表的概要信息。

```
<SwitchE> display pim routing-table brief
 VPN-Instance: public net
 Total 3 (*, G) entry; 3 (S, G) entries

  00001.(*, 225.1.1.1)
       Upstream interface:Vlanif100
       Number of downstream:1
  00002.(10.110.1.1, 225.1.1.1)
       Upstream interface:Vlanif100
       Number of downstream:1
  00003.(*, 225.1.1.2)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00004.(10.110.1.1, 225.1.1.2)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00005.(*, 225.1.1.3)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00006.(10.110.1.1, 225.1.1.3)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
```

(*,G)和(S,G)表项平均分布在三条等价路由上，上游接口分别为 VLANIF100、VLANIF80 和 VLANIF60。

说明

负载分担算法对(*,G)和(S,G)表项分别处理，且处理规则相同。

步骤 8 为 SwitchE 的各上游接口配置不同的组播负载分担权值，实现组播不均衡负载分担

配置接口 VLANIF60 的组播负载分担权值为 2。

```
[SwitchE] interface Vlanif60
[SwitchE-Vlanif60] multicast load-splitting weight 2
[SwitchE-Vlanif60] quit
```

配置接口 VLANIF100 的组播负载分担权值为 0。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchE] interface Vlanif100
[SwitchE-Vlanif100] multicast load-splitting weight 0
[SwitchE-Vlanif100] quit
```

步骤 9 配置 SwitchE 的主机侧接口以静态方式批量加入新的组播组

配置接口 VLANIF140 以静态方式加入组播组 225.1.1.4 ～ 225.1.1.9。

```
[SwitchE] interface Vlanif140
[SwitchE-Vlanif140] igmp static-group 225.1.1.4 inc-step-mask 32 number 6
[SwitchE-Vlanif140] quit
```

步骤 10 验证组播不均衡负载分担的配置结果

Source（10.110.1.1/24）向组播组 225.1.1.1 ～ 225.1.1.9 发送组播数据。HostA 能够收到 Source 发出的组播数据。在 SwitchE 上查看 PIM 路由表的概要信息。

```
<SwitchE> display pim routing-table brief
 VPN-Instance: public net
 Total 9 (*, G) entry; 9 (S, G) entries

  00001.(*, 225.1.1.1)
       Upstream interface:Vlanif100
       Number of downstream:1
  00002.(10.110.1.1, 225.1.1.1)
       Upstream interface:Vlanif100
       Number of downstream:1
  00003.(*, 225.1.1.2)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00004.(10.110.1.1, 225.1.1.2)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00005.(*, 225.1.1.3)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00006.(10.110.1.1, 225.1.1.3)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00007.(*, 225.1.1.4)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00008.(10.110.1.1, 225.1.1.4)
       Upstream interface:Vlanif60
  00009.(*, 225.1.1.5)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00010.(10.110.1.1, 225.1.1.5)
       Upstream interface:Vlanif60
  00011.(*, 225.1.1.6)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00012.(10.110.1.1, 225.1.1.6)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00011.(*, 225.1.1.6)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00012.(10.110.1.1, 225.1.1.6)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00013.(*, 225.1.1.7)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00014.(10.110.1.1, 225.1.1.7)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00015.(*, 225.1.1.8)
       Upstream interface:Vlanif60
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
     Number of downstream:1
00016.(10.110.1.1, 225.1.1.8)
     Upstream interface:Vlanif80
     Number of downstream:1
00017.(*, 225.1.1.9)
     Upstream interface:Vlanif60
     Number of downstream:1
00018.(10.110.1.1, 225.1.1.9)
     Upstream interface:Vlanif60
     Number of downstream:1
```

已存在的(*,G)和(S,G)表项的上游接口没有变化。由于 VLANIF60 的组播负载分担权值大于 VLANIF80（默认组播负载分担权值为 1），则以 VLANIF60 为上游接口的新增表项数量大于 VLANIF80。VLANIF100 的组播负载分担权值为 0，没有参与新增表项的组播负载分担。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20 30 40
#
 multicast routing-enable
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.110.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/3
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
 pim sm
#
pim
 c-bsr LoopBack0
 c-rp LoopBack0
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 20 60
#
 multicast routing-enable
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif60
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 30 80
#
 multicast routing-enable
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif80
 ip address 192.168.5.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 40 100
#
 multicast routing-enable
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif40
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.6.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
 vlan batch 60 80 100 140
#
 multicast routing-enable
 multicast load-splitting stable-preferred
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0005.00
#
interface Vlanif60
 ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
 multicast load-splitting weight 2
#
interface Vlanif80
 ip address 192.168.5.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
#
interface Vlanif100
 ip address 192.168.6.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
 multicast load-splitting weight 0
#
interface Vlanif140
 ip address 10.110.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 pim sm
 igmp static-group 225.1.1.1 inc-step-mask 0.0.0.1 number 3
 igmp static-group 225.1.1.4 inc-step-mask 0.0.0.1 number 6
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
return
```

6.5.9 MLD 配置

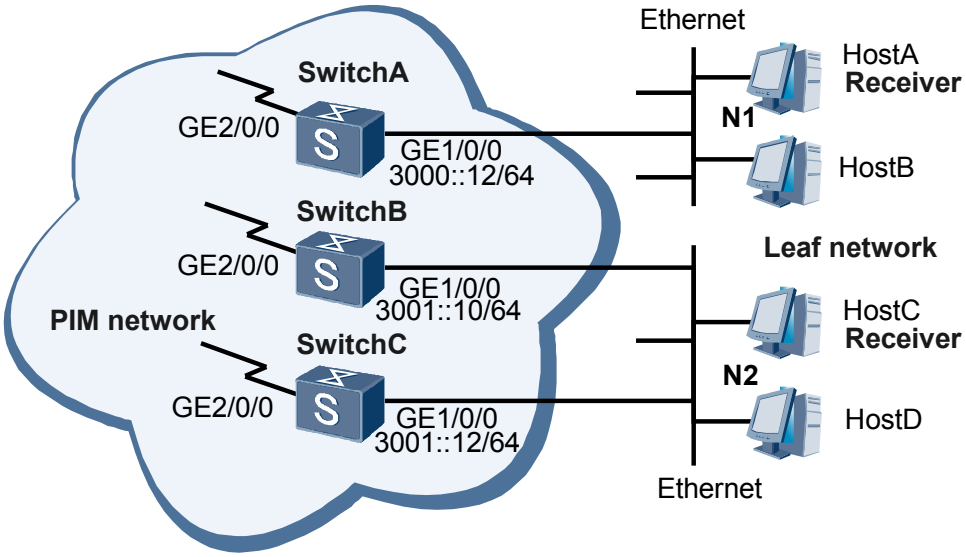
在 IPv6 网络中，通过在与用户网段相连的组播设备接口上配置 MLD，可以实现对本地网络组成员的管理。

配置 MLD 基本功能示例

组网需求

已知如图 6-197 所示的 IPv6 网络中，单播路由正常。要求在该网络中部署组播功能，使用户主机能够接收视频点播信息。

图 6-197 配置 MLD 基本功能组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	3000::12/64
	GE2/0/0	VLANIF101	2002::1/64
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF200	3001::10/64
	GE2/0/0	VLANIF201	2003::1/64

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchC	GE1/0/0	VLANIF300	3001::12/64
	GE2/0/0	VLANIF301	2004::1/64

配置思路

采用如下的思路配置 MLD 的基本功能：

1. 使能 IPv6 组播功能。
2. 在所有 S9700 接口上使能 PIM-IPv6-SM 功能。
3. 在主机侧接口上使能 MLD 功能。

数据准备

完成此配置示例，需要准备 S9700 和用户主机之间运行的 MLD 版本号。

操作步骤

步骤 1 在 3 个交换机上创建 VLAN 和 VLANIF 接口，并为各 VLANIF 接口配置 IPv6 地址。配置过程略。

步骤 2 使能组播功能，并在主机侧接口上使能 MLD 功能和 PIM-IPv6-SM 功能

在 SwitchA 上使能组播功能，并在 VLANIF100 接口上使能 MLD 功能和 PIM-IPv6-SM 功能，配置 MLD 版本为 2。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] multicast ipv6 routing-enable
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif100] mld enable
[SwitchA-Vlanif100] mld version 2
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置过程与 SwitchA 完全相同，配置过程略。

步骤 3 检验配置效果。

通过使用 **display mld interface** 命令可以查看各 S9700 接口上 MLD 的配置和运行情况。例如 SwitchB 的 VLANIF200 接口上 MLD 的显示信息如下：

```
<SwitchB> display mld interface vlanif 200 verbose
Interface information
 Vlanif200(FE80::200:5EFF:FE66:5100):
   MLD is enabled
   Current MLD version is 2
   MLD state: up
   MLD group policy: none
   MLD limit: -
   Value of query interval for MLD (negotiated): 125 s
   Value of query interval for MLD (configured): 125 s
   Value of other querier timeout for MLD: 0 s
   Value of maximum query response time for MLD: 10 s
   Value of last listener query time: 2 s
   Value of last listener query interval: 1 s
   Value of startup query interval: 31 s
   Value of startup query count: 2
   General query timer expiry (hours:minutes:seconds): 00:00:28
   Querier for MLD: FE80::200:5EFF:FE66:5100 (this router)
   MLD activity: 0 joins, 0 dones
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Robustness (negotiated): 2
Robustness (configured): 2
Require-router-alert: disabled
Send-router-alert: enabled
Prompt-leave: disabled
SSM-Mapping: disabled
Startup-query-timer-expiry: on
Other-querier-present-timer-expiry: off
```

可以看到，SwitchB 是查询器，这是由于同一网段上组播交换机 SwitchB 的 Vlanif200 接口的 IPv6 地址较小。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 101
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3000::12/64
 pim ipv6 sm
 mld enable
 mld version 2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 200 201
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
interface Vlanif201
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::10/64
 pim ipv6 sm
 mld enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mld version 2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 201
 port hybrid untagged vlan 201
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 300 301
#
 ipv6
#
multicast ipv6 routing-enable
#
interface Vlanif301
 ipv6 enable
 ipv6 address 2004::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif300
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::12/64
 pim ipv6 sm
 mld enable
 mld version 2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 301
 port hybrid untagged vlan 301
#
return
```

配置 MLD Limit 示例

组网需求

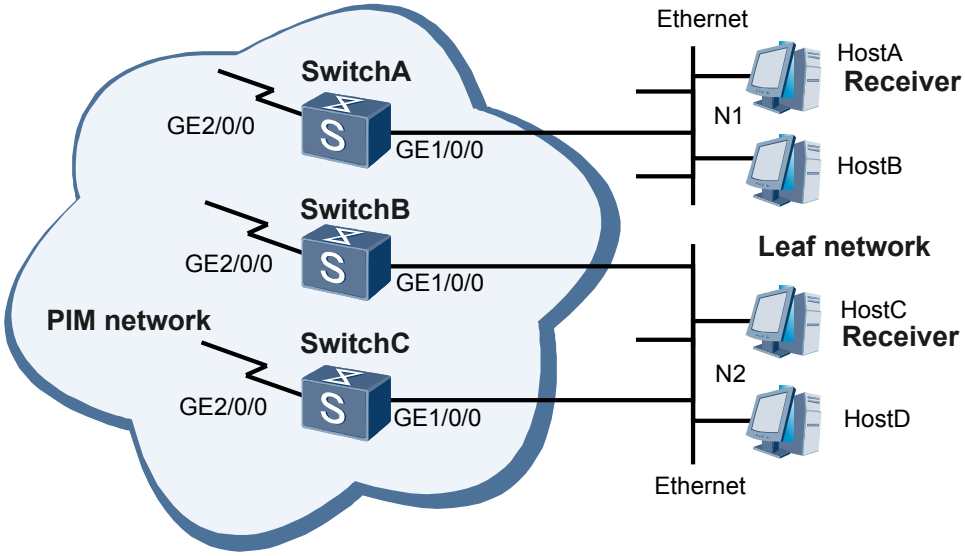
大量用户同时收看多套视频节目时，要占用设备的大量带宽，造成设备性能下降，导致用户接收组播数据的稳定性变差。

在已有的组播技术中，通过限制组播转发表表项数量或限制组播转发表单个表项的出接口数量控制组播网络，此方案不能满足运营商对 IPTV 网络中承载的实时视频业务及可用的网络资源进行灵活管理的要求。

通过配置 MLD 组成员关系限制，可以使运营商合理规划网络资源，灵活控制用户能够接入的组播组数量。如图 6-198 所示的网络中部署组播业务，在与用户主机相连的设备 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 上配置基于全局、单实例、和接口的 MLD 组成员关系限制，限制用户能够加入的组播组数量，当达到限制值时不允许创建新的 MLD 表项，保证已经加入组播组的用户收看更加清晰稳定的节目。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-198 配置 MLD Limit 组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	3000::12/64
	GE2/0/0	VLANIF101	2001::1/64
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF200	3001::10/64
	GE2/0/0	VLANIF201	2002::1/64
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF300	3001::12/64
	GE2/0/0	VLANIF301	2003::1/64

配置思路

采用如下的思路配置 MLD Limit 的基本功能：

1. 使能 IPv6 组播功能。
2. 在所有交换机接口上使能 PIM-IPv6-SM 功能。
3. 在主机侧接口上使能 MLD 功能。
4. 在 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 上配置 MLD 组成员关系个数限制。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- 交换机和用户主机之间运行的 MLD 版本号。
- MLD 组成员关系个数限制值。

操作步骤

步骤 1 3 个交换机上创建 VLAN 和 VLANIF 接口，并为各 VLANIF 接口配置 IPv6 地址。配置过程略。

步骤 2 使能组播功能，并在主机侧接口上使能 MLD 功能和 PIM-IPv6-SM 功能

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchA 上使能组播功能，并在 VLANIF 100 接口上使能 MLD 功能和 PIM-IPv6-SM 功能。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] multicast ipv6 routing-enable
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif100] mld enable
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] interface vlanif 101
[SwitchA-Vlanif101] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif101] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置过程与 SwitchA 完全相同，配置过程略。

步骤 3 在连接用户的最后一跳交换机上配置 MLD 组成员关系个数限制

配置 SwitchA 上总共可以创建 50 个 MLD 组成员关系。

```
[SwitchA] mld global limit 50
```

配置公网实例下总共可以创建 40 个 MLD 组成员关系。

```
[SwitchA] mld
[SwitchA-mld] limit 40
[SwitchA-mld] quit
```

配置接口 VLANIF 100 下总共可以创建 30 个 MLD 组成员关系。

```
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] mld limit 30
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

SwitchB 和 SwitchC 上的配置与 SwitchA 类似，略。

步骤 4 检验配置效果

通过使用 **display mld interface** 命令可以查看各交换机接口上 MLD 的配置和运行情况。例如 SwitchB 的 VLANIF 100 接口上 MLD 的显示信息如下：

```
[SwitchB] display mld interface vlanif 100
Interface information
 Vlanif100(FE80::200:5EFF:FE66:5100):
   MLD is enabled
   Current MLD version is 1
   MLD state: up
   MLD group policy: none
   MLD limit: 30
   Value of query interval for MLD (negotiated): -
   Value of query interval for MLD (configured): 125 s
   Value of other querier timeout for MLD: 0 s
   Value of maximum query response time for MLD: 10 s
   Querier for MLD: FE80::200:5EFF:FE66:5100 (this router)
```

可以看到，SwitchB 的 VLANIF 100 上可创建的 MLD 组成员关系的最大个数为 30 个。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 101
#
 ipv6
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mld global limit 50
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 3000::12/64
 pim ipv6 sm
 mld enable
 mld limit 30
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 pport hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
mld
 limit 40
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 200 201
#
 ipv6
#
 mld global limit 50
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::10/64
 pim ipv6 sm
 mld enable
 mld limit 30
#
interface Vlanif201
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 pport hybrid pvid vlan 201
 port hybrid untagged vlan 201
#
mld
 limit 40
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 300 101
#
 ipv6
#
 mld global limit 50
#
multicast ipv6 routing-enable
#
interface Vlanif300
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::12/64
 pim ipv6 sm
 mld enable
 mld limit 30
#
interface Vlanif301
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 pport hybrid pvid vlan 301
 port hybrid untagged vlan 301
#
mld
 limit 40
#
return
```

6.5.10 MLD Snooping 配置

介绍了 MLD（Multicast Listener Discovery）Snooping 在 S9700 设备上的实现和配置方法。

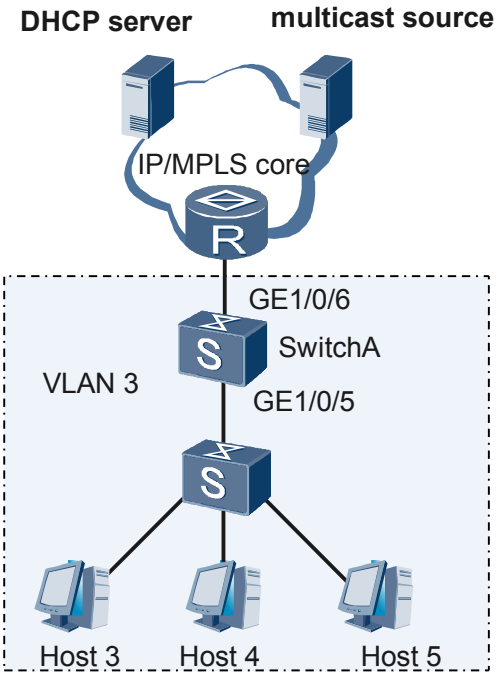
配置组播策略示例

组网需求

在如图 6-199 所示的网络中，3 台主机都属于 VLAN3。要求通过配置使得 3 台主机只能接收组地址为 FF32::1 ～ FF32::10 的组播组的数据。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-199 配置组播策略组网图（以太网）



配置思路

采用如下的思路配置组播策略：

- 在 SwitchA 上创建 VLAN3，并将接口 GE1/0/5、GE1/0/6 加入 VLAN3。
- 在 SwitchA 上使能 MLD Snooping 功能。
- 在 SwitchA 上配置 VLAN3 的组播策略。
- 在 SwitchA 上使能 VLAN3 的 MLD Snooping 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- Host3、Host4 和 Host5 属于 VLAN3。
- 允许 Host3、Host4 和 Host5 加入的组播组的地址为 FF32::1 ～ FF32::10。

操作步骤

步骤 1 在 SwitchA 上创建 VLAN3，并将 SwitchA 的 GE1/0/5 和 GE1/0/6 端口加入 VLAN3。配置过程略。

步骤 2 使能 SwitchA 设备的 MLD Snooping 功能。

```
[SwitchA]mld-snooping enable
```

步骤 3 创建 IPv6 ACL。

```
[SwitchA]acl ipv6 3000
[SwitchA-acl6-adv-3000] rule permit ipv6 source FF32::3 128
[SwitchA-acl6-adv-3000] rule permit ipv6 source FF32::4 128
[SwitchA-acl6-adv-3000] rule permit ipv6 source FF32::5 128
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-acl6-adv-3000] rule permit ipv6 source FF32::6 128
[SwitchA-acl6-adv-3000] quit
```

步骤 4 配置 VLAN3 的组播策略。

```
[SwitchA] vlan 3
[SwitchA-vlan3] mld-snooping group-policy 3000
```

步骤 5 使能 VLAN3 的 MLD Snooping 功能。

```
[SwitchA-vlan3] mld-snooping enable
```

步骤 6 验证配置结果。

验证 Host3、Host4 和 Host5 可以加入组地址为 FF32::1 ～ FF32::10 的组播组。从 Host3、Host4 或 Host5 上发送组播组地址为 FF32::3 的成员报告消息，然后在 SwitchA 上使用 **display mld-snooping port-info** 命令查看组播组的出接口信息。

```
[Switch-vlan3] display mld-snooping port-info
-------------------------------------------------------------------------
                    (Source, Group)  Port                           Flag
 Flag: S:Static     D:Dynamic     M: Ssm-mapping
-------------------------------------------------------------------------
VLAN 33, 1 Entry(s)
(              *, ff32:0:0:0:0:0:0:3)GE1/0/5                        D--
                                                 1 port(s)
-------------------------------------------------------------------------
```

以上信息显示接口 Gigabitethernet1/0/5 已加入组播组 FF32::3。

验证 Host3、Host4 和 Host5 不能加入组地址为 FF32::1 ～ FF32::10 以外的组播组。

从 Host3、Host4 或 Host5 上发送组播组地址为 FF32::15 的成员报告消息，然后在 SwitchA 上使用 **display mld-snooping port-info** 命令查看组播组的出接口信息。

```
[Switch-vlan3] display mld-snooping port-info
-------------------------------------------------------------------------
                    (Source, Group)  Port                           Flag
 Flag: S:Static     D:Dynamic     M: Ssm-mapping
-------------------------------------------------------------------------
VLAN 33, 1 Entry(s)
(              *, ff32:0:0:0:0:0:0:3)GE1/0/5                        D--
                                                 1 port(s)
-------------------------------------------------------------------------
```

以上信息中没有组播组 FF32::15 的出接口信息，说明没有接口加入该组播组，即 Gigabitethernet1/0/5 未能加入组播组 FF32::15。

----结束

配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
mld-snooping enable
#
 vlan batch 3
#
vlan 3
 mld-snooping enable
 mld-snooping group-policy 3000
#
acl ipv6 number 3000
 rule 5 permit ipv6 source FF32::3/128
 rule 10 permit ipv6 source FF32::4/128
 rule 15 permit ipv6 source FF32::5/128
 rule 20 permit ipv6 source FF32::6/128
```


版权所有 © 华为技术有限公司

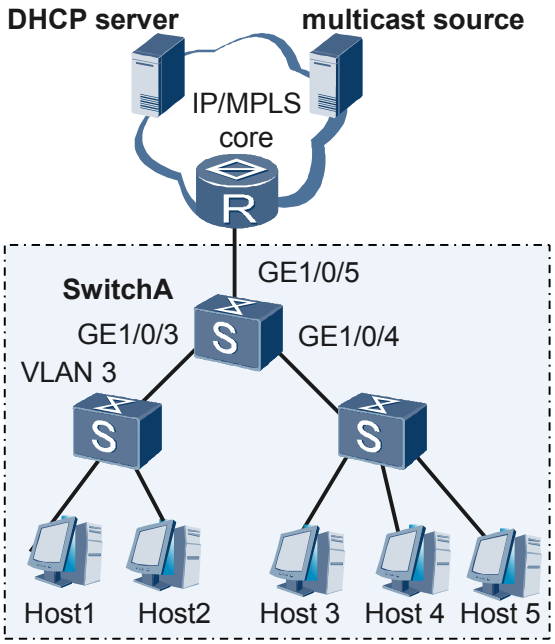
```
#
interface GigabitEthernet 1/0/5
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
interface GigabitEthernet 1/0/6
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
return
```

配置 VLAN 内的接口快速离开示例

组网需求

在如图 6-200 所示的网络中，SwitchA 的接口 GE1/0/3 和接口 GE1/0/4 分别只连接一台接收者主机，它们连接的其它主机都永远不需要接收组播数据报文。因此，当 SwitchA 从这两个接口收到主机发送的 MLD 离开消息后，不需要等到接口的老化定时器超时，就可以直接将这些接口对应主机要离开的组播组的转发表项从转发表中删除，以节约带宽和系统资源。

图 6-200 配置 VLAN 内的接口快速离开组网图



配置思路

采用如下的思路配置接口快速离开：

- 首先在 SwitchA 上创建 VLAN3，并将 SwitchA 上的以太网接口 Gigabitethernet1/0/3、Gigabitethernet1/0/4 和 Gigabitethernet1/0/5 加入 VLAN3。
- 在 SwitchA 上使能 MLD Snooping 功能。
- 在 SwitchA 上使能 VLAN3 内的接口快速离开功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 在 SwitchA 上使能 VLAN3 的 MLD Snooping 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备的数据：

- 配置接口快速离开的 VLAN 的编号为 3。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN3，并将 SwitchA 的 GE1/0/3、GE1/0/4 和 GE1/0/5 加入 VLAN3。配置过程略。

步骤 2 使能 SwitchA 的 MLD Snooping 功能。

```
[SwitchA] mld-snooping enable
```

步骤 3 配置 VLAN 内的接口快速离开。

```
[SwitchA] vlan 3
[SwitchA-vlan3] mld-snooping prompt-leave
```

步骤 4 使能 VLAN3 的 MLD Snooping 功能。

```
[SwitchA-vlan3] mld-snooping enable
```

步骤 5 验证配置结果。在 SwitchA 上执行 **display mld-snooping** 命令。

```
[SwitchA] display mld-snooping vlan 3
MLD Snooping Vlan Information for VLAN 3
     MLD Snooping is Enable
     MLD Version is Set to default 1
     MLD Query Interval is Set to default 60
     MLD Max Response Interval is Set to default 10
     MLD Robustness is Set to default 2
     MLD Last Listener Query Interval is Set to default 1
     MLD Router Port Aging Interval is Set to 180s or holdtime in hello
     MLD Filter Group-Policy is Set to default : Permit All
     MLD Prompt Leave Enable
     MLD Router Alert is Not Required
     MLD Send Router Alert Enable
```

其中“MLD Prompt Leave Enable”表示 VLAN 3 内的接口快速离开功能配置成功。

----结束

配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 mld-snooping enable
#
 vlan batch 3
#
vlan 3
 mld-snooping enable
 mld-snooping prompt-leave
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type access
 port default vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port link-type access
 port default vlan 3
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

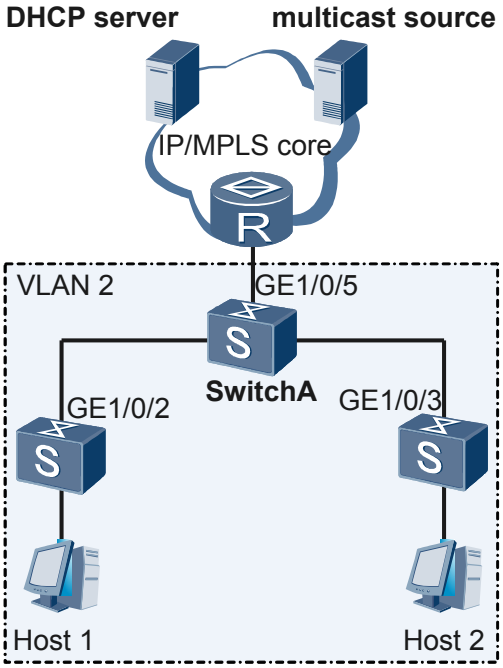
```
interface GigabitEthernet1/0/5
 port link-type access
 port default vlan 3
#
return
```

配置静态路由器接口示例

组网需求

在如图 6-201 所示的网络中，Switch 连接了一台路由器和主机，该路由器上运行 MLD 组播协议，要求 Switch 将组播数据转发到各主机上。

图 6-201 配置静态路由器接口组网图



配置思路

采用如下的思路配置静态路由器接口：

1. 在 SwitchA 上创建 VLAN2，并将接口 Gigabitethernet1/0/2、Gigabitethernet1/0/3、Gigabitethernet1/0/5 加入 VLAN2。
2. 使能 SwitchA 的 MLD Snooping 功能。
3. 配置接口 Gigabitethernet1/0/5 为静态路由器接口。
4. 在 SwitchA 上使能 VLAN2 的 MLD Snooping 功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备的数据：

- 静态路由器接口为 Gigabitethernet1/0/5

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- Host1、Host2 属于 VLAN2

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN2，并将 SwitchA 的 GE1/0/2、GE1/0/3 和 GE1/0/5 加入 VLAN2。配置过程略。

步骤 2 使能 SwitchA 的 MLD Snooping 功能。

```
[SwitchA] mld-snooping enable
```

步骤 3 使能 VLAN2 的 MLD Snooping 功能。

```
[SwitchA] vlan 2
[SwitchA-vlan2] mld-snooping enable
[SwitchA-vlan2] quit
```

步骤 4 配置接口 GE1/0/5 为静态路由器接口。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/5
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/5] mld-snooping static-router-port vlan 2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/5] quit
```

步骤 5 验证配置结果。在 SwitchA 上执行 **display mld-snooping router-port** 命令。

```
[SwitchA] display mld-snooping router-port vlan 2
Total Number of Router Port on Vlan 2 is 1
Port Name            UpTime          Expires         Flags
GE1/0/5              00:00:32        --              STATIC
```

由显示信息可知，接口 Gigabitethernet1/0/5 已被配置为静态路由器接口。

----结束

配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 mld-snooping enable
#
 vlan batch 2
#
vlan 2
 mld-snooping enable
 #
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type access
 port default vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/5
 port link-type access
 port default vlan 2
 mld-snooping static-router-port vlan 2
#
return
```

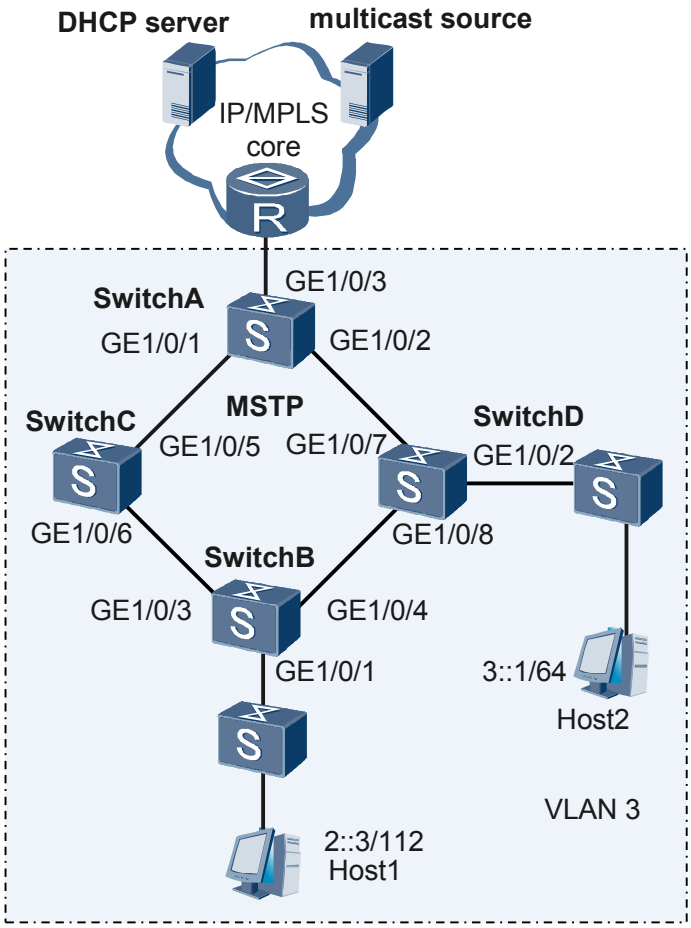
配置 MLD Snooping 响应二层网络拓扑变化事件示例

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

在如图 6-202 所示的网络中，为提高网络可靠性，4 台 S9700 依次连接成环网。为消除环路，在 4 台 S9700 上运行 MSTP。Host1 和 Host2 需要接收组播源发出的组播数据。Host1 和Host2 的 IP 地址分别为 2::3/112、3::1/64。

图 6-202 配置 MLD Snooping 响应二层网络拓扑变化事件示例组网图



配置思路

采用如下的思路配置本例：

1. 在所有 S9700 上配置 MSTP。
2. 在所有 S9700 上创建 VLAN3，并配置接口加入 VLAN3。
3. 使能所有 S9700 的 MLD Snooping 功能。
4. 在所有 S9700 上使能 VLAN3 的 MLD Snooping 功能。
5. 配置 SwitchA 的 MLD Snooping 响应二层网络拓扑变化事件。

数据准备

为完成此配置例，需准备的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 MLD Snooping 模块响应二层网络拓扑变化事件时发送的 MLD 通用查询消息的源 IP 地址为 FE80::1。

操作步骤

步骤 1 在所有 S9700 上配置 MSTP。配置过程略。MSTP 的配置方法请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南 以太网》。

步骤 2 在所有 S9700 上创建 VLAN3，并配置接口加入 VLAN3。配置过程略。

步骤 3 在所有 S9700 上使用 **mld-snooping enable** 命令使能 MLD Snooping 功能

步骤 4 在所有 S9700 上使能 VLAN3 的 MLD Snooping 功能。

```
[SwitchA] vlan 3
[SwitchA-vlan3] mld-snooping enable
[SwitchA-vlan3] quit
```

其他交换机上的配置与 SwitchA 配置相同。

步骤 5 配置 SwitchA 的 MLD Snooping 响应二层网络拓扑变化事件

```
[SwitchA] mld-snooping send-query enable
[SwitchA] mld-snooping send-query source-address FE80::1
```

步骤 6 验证配置结果。

- 首先，检查 Host1 和 Host2 能否收到组播数据。
- 然后，在所有 S9700 上使用 **display stp** 命令，查看哪个接口被阻塞，从而判断组播数据的传送路径。
- 假设观察到结果是：接口 Gigabitethernet1/0/1 被阻塞，组播数据沿 SwitchA－SwitchC－SwitchB 到达 Host1，沿 SwitchA－SwitchD 到达 Host2。在 SwitchC 的接口 Gigabitethernet1/0/1 上执行 **shutdown** 命令关闭该接口，使 MSTP 网络拓扑发生变化。
- 最后，观察网络拓扑发生变化后，Host1 和 Host2 是否仍然能够收到组播数据。

----结束

配置文件

SwitchA 的配置文件。

```
#
 sysname SwitchA
#
 mld-snooping enable
 mld-snooping send-query enable
 mld-snooping send-query source-address FE80::1
#
 vlan batch 3
#
vlan 3
 mld-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
return
```

SwitchB 的配置文件。

```
#
 sysname SwitchB
#
 mld-snooping enable
#
 vlan batch 3
#
vlan 3
 mld-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 3
 bpdu enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
return
```

SwitchC 的配置文件。

```
#
 sysname SwitchC
#
 mld-snooping enable
#
 vlan batch 3
#
vlan 3
 mld-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/5
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
interface GigabitEthernet1/0/6
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
return
```

SwitchD 的配置文件。

```
#
 sysname SwitchD
#
 mld-snooping enable
#
 vlan batch 3
#
vlan 3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mld-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 3
 bpdu enable
#
interface GigabitEthernet1/0/7
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
interface GigabitEthernet1/0/8
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 bpdu enable
#
return
```

6.5.11 PIM-DM（IPv6）配置

通过在 IPv6 网络中配置 PIM 协议，可以实现 AS 域内组播路由与数据转发。PIM-DM 是密集模式的域内组播路由协议，适用于组成员分布相对密集的小型网络。

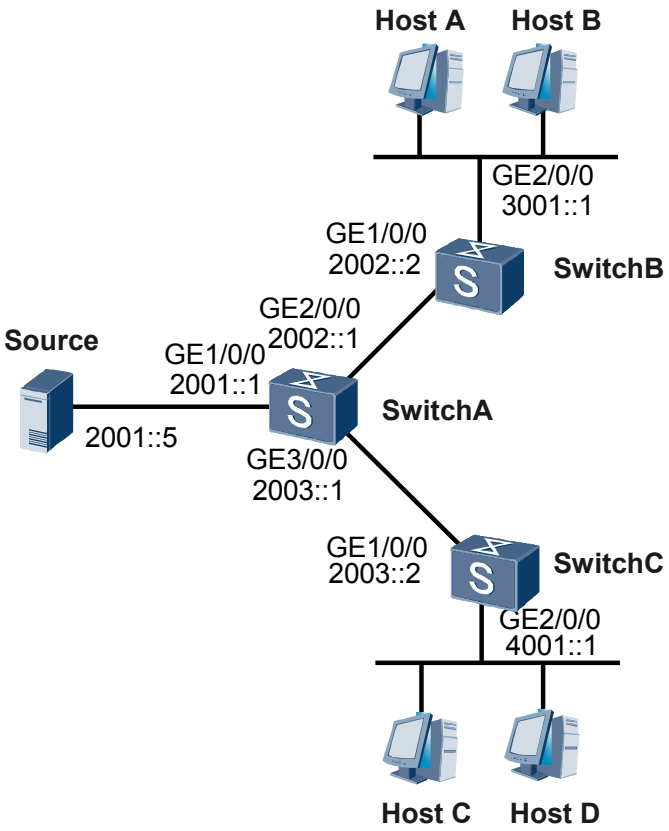
配置 PIM-DM（IPv6）组播网络示例

组网需求

在如图 6-203 所示的试验网中部署组播功能。已知网络中已经部署了完备的 IGP，单播运行正常。要求通过在 S9700 上进行适当配置，使网络中的用户主机能够通过组播方式接收视频点播信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-203 配置 IPv6 PIM-DM 基本功能组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	2001::1
	GE2/0/0	VLANIF101	2002::1
	GE3/0/0	VLANIF102	2003::1
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF200	2002::2
	GE2/0/0	VLANIF201	3001::1
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF300	2003::2
	GE2/0/0	VLANIF301	4001::1

配置思路

由于网络环境是规模较小的试验网，采用 PIM-DM 协议配置组播功能。本例中用户主机网段上只连接一台 S9700，可以使用 PIM Silent 防范 Hello 报文攻击。

1. 在 3 个交换机上创建 VLAN 和 Vlanif 接口，并为各 Vlanif 接口配置 IPv6 地址。
2. 在 3 个交换机上使能 IPv6 的单播路由协议。
3. 在 S9700 上使能组播功能。
4. 在 Vlanif 接口上使能 IPv6 PIM-DM 功能。
5. 在 S9700 连接用户主机的接口上启用 PIM IPv6 Silent，配置 MLD。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置举例，需准备如下的数据：

- 组播组 G 地址：FF0E::1。
- 组播源 S 地址：2001::5。
- 交换机和用户主机之间运行的 MLD 版本号为 1。

操作步骤

步骤 1 在 3 个交换机上创建 VLAN 和 Vlanif 接口，并为各 Vlanif 接口配置 IPv6 地址。配置过程略。

步骤 2 在 3 个交换机上使能 IPv6 的单播路由协议。配置过程略。

步骤 3 使能 IPv6 组播功能，并在各接口上使能 PIM-DM 功能

在 SwitchA 上使能 IPv6 组播功能，并在各接口上使能 IPv6 PIM-DM 功能。SwitchB 和 SwitchC 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] multicast ipv6 routing-enable
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] pim ipv6 dm
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] interface vlanif 101
[SwitchA-Vlanif101] pim ipv6 dm
[SwitchA-Vlanif101] quit
[SwitchA] interface vlanif 102
[SwitchA-Vlanif102] pim ipv6 dm
[SwitchA-Vlanif102] quit
```

步骤 4 在 SwitchB 连接用户主机的接口上启用 PIM Silent 和 MLD

```
[SwitchB] multicast ipv6 routing-enable
[SwitchB] interface vlanif 201
[SwitchB-Vlanif201] pim ipv6 silent
[SwitchB-Vlanif201] mld enable
[SwitchB-Vlanif201] mld version 1
[SwitchB-Vlanif201] quit
```

SwitchC 上的配置过程与 SwitchB 上的配置相似，配置过程略。

步骤 5 检验配置效果

通过使用 **display pim ipv6 interface** 命令可以查看 S9700 接口上 PIM-IPv6 的配置和运行情况。例如 SwitchA 上 PIM-IPv6 配置的显示信息如下：

```
<SwitchA> display pim ipv6 interface
 VPN-Instance: public net
 Interface           State NbrCnt HelloInt   DR-Pri     DR-Address
 Vlanif100            up    0      30         1          FE80::200:AFF:FE01:109 (local)
 Vlanif101            up    1      30         1          FE80::A01:109:1(local)
 Vlanif102            up    1      30         1          FE80::A01:109:2(local)
```

通过使用 **display pim ipv6 neighbor** 命令可以查看 S9700 之间的 PIM-IPv6 邻居关系。例如 SwitchA 上 PIM-IPv6 邻居关系的显示信息如下：

```
<SwitchA> display pim ipv6 neighbor
VPN-Instance: public net
 Total Number of Neighbors = 2
 Neighbor        Interface        Uptime     Expires  Dr-Priority  BFD-Session
 FE80::A01:104:1 Vlanif101        00:04:16 00: 01:29  1            N
 FE80::A01:105:1 Vlanif102        00:03:54 00 :01:17  1            N
```


版权所有 © 华为技术有限公司

通过使用 **display pim ipv6 routing-table** 命令可以查看 S9700 的 PIM-IPv6 协议路由表。假如 HostA 加入组播组 G（FF0E::1），在 SwitchB 上生成（*，G）表项。当组播源 S（2001::5）向组播组 G 传送组播报文时，通过扩散-剪枝生成 SPT。网络中各 Switch 上都存在(S，G）表项，显示信息如下：

```
<SwitchA> display pim ipv6 routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 0 (*, G) entry; 1 (S, G) entry
 (2001::5, FF0E::1)
     Protocol: pim-dm, Flag: LOC ACT
     UpTime: 00:01:20
     Upstream interface: Vlanif100
         Upstream neighbor: NULL
         RPF prime neighbor: NULL
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif101
             Protocol: pim-dm, UpTime: 00:01:20, Expires:  -
<SwitchB> display pim ipv6 routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry
 (*, FF0E::1)
     Protocol: pim-dm, Flag: WC
     UpTime: 01:46:23
     Upstream interface: Vlanif200
         Upstream neighbor: FE80::A01:109:1
         RPF prime neighbor: FE80::A01:109:1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif201
             Protocol: mld, UpTime: 01:46:23, Expires: never
 (2001::5, FF0E::1)
     Protocol: pim-dm, Flag: ACT
     UpTime: 00:02:19
     Upstream interface: Vlanif200
         Upstream neighbor: FE80::A01:109:1
         RPF prime neighbor: FE80::A01:109:1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif201
             Protocol: pim-dm, UpTime: 00:02:19, Expires:  -
<SwitchC> display pim ipv6 routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 0 (*, G) entry; 1 (S, G) entry
 (2001::5, FF0E::1)
     Protocol: pim-dm, Flag: ACT
     UpTime: 00:02:19
     Upstream interface: Vlanif300
         Upstream neighbor: FE80::A01:109:2
         RPF prime neighbor: FE80::A01:109:2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 to 102
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
 pim ipv6 dm
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
 pim ipv6 dm
#
interface Vlanif102
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
 pim ipv6 dm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 200 201
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::2/64
 pim ipv6 dm
#
interface Vlanif201
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::1/64
 pim ipv6 dm
 pim ipv6 silent
 mld enable
 mld version 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 201
 port hybrid untagged vlan 201
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 300 301
#
 ipv6
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 multicast ipv6 routing-enable
#
interface Vlanif300
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::2/64
 pim ipv6 dm
#
interface Vlanif301
 ipv6 enable
 ipv6 address 4001::1/64
 pim ipv6 dm
 pim ipv6 silent
 mld enable
 mld version 1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 301
 port hybrid untagged vlan 301
#
return
```

6.5.12 PIM-SM（IPv6）配置

通过在 IPv6 网络中配置 PIM 协议，可以实现 AS 域内组播路由与数据转发。PIM-SM 是稀疏模式的域内组播路由协议，适用于组成员分布相对分散、范围较广的大规模网络。

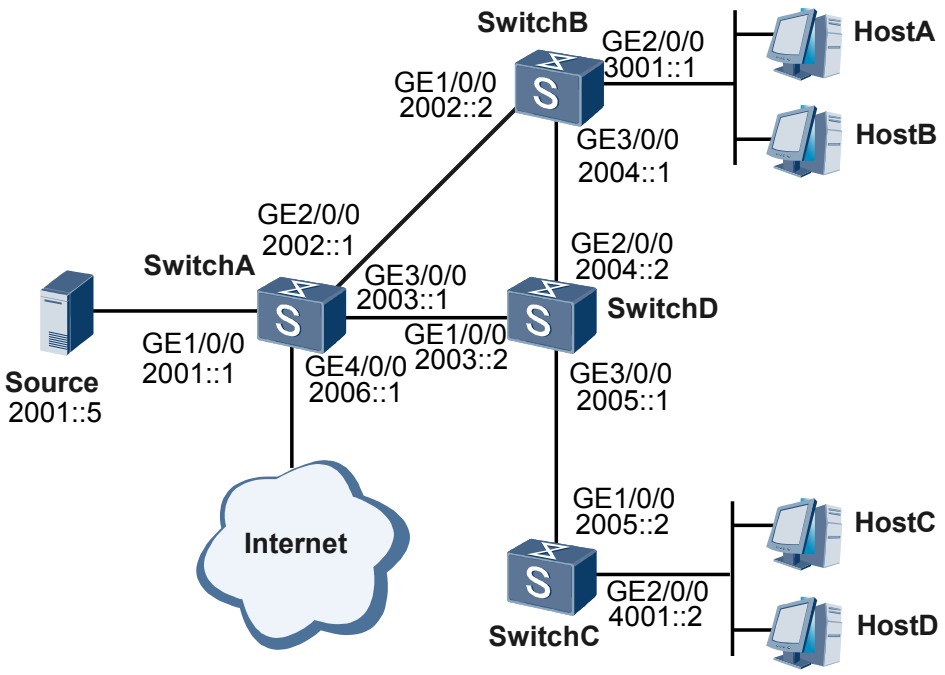
配置 PIM-SM（IPv6）组播网络示例

组网需求

在如图 6-204 所示的 ISP 网络中部署组播业务。已知该网络中已经部署了完备的 IGP，单播运行正常，并接入 Internet。要求通过在 S9700 上进行适当配置，使网络中的用户主机能够通过组播方式接收视频点播信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-204 配置 PIM-IPv6-SM 基本功能组网图



Switch	物理接口	VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	2001::1
	GE2/0/0	VLANIF101	2002::1
	GE3/0/0	VLANIF102	2003::1
	GE4/0/0	VLANIF103	2006::1
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF101	2002::2
	GE2/0/0	VLANIF201	3001::1
	GE3/0/0	VLANIF202	2004::1
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF300	2005::2
	GE2/0/0	VLANIF301	4001::2
SwitchD	GE1/0/0	VLANIF102	2003::2
	GE2/0/0	VLANIF202	2004::2
	GE3/0/0	VLANIF300	2005::1

配置思路

由于 ISP 网络接入 Internet，为了易于业务拓展，采用 PIM-IPv6-SM 协议配置组播功能，同时使用 ASM 和 SSM 模型提供组播服务。本例中用户主机网段上只连接一台 S9700，可以使用 PIM Slient 防范 Hello 报文攻击。

1. 在 4 个交换机上创建 VLAN 和 VLANIF 接口，并为各 VLANIF 接口配置 IPv6 地址。
2. 在 4 个交换机上使能 IPv6 的单播路由协议。
3. 在各 S9700 上使能组播功能。
4. 在 S9700 各接口上使能 IPv6 PIM-SM。

版权所有 © 华为技术有限公司

5. 在 SwitchD 上配置 C-BSR 和 C-RP。
6. 在 SwitchA 与 Internet 相连的接口上配置 BSR 边界。
7. 在各 S9700 设置 SSM 组地址范围。
8. 在 S9700 连接用户主机的接口上启用 PIM IPv6 Slient 和 MLD。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 与用户主机相连的 S9700 接口运行 MLDv2。
- C-BSR 和 C-RP 的 IPv6 全球单播地址为 2004::2。
- SSM 组地址范围：FF3E::1/64。

操作步骤

步骤 1 在 4 个交换机上创建 VLAN 和 VLANIF 接口，并为各 VLANIF 接口配置 IPv6 地址。配置过程略。

步骤 2 在 4 个交换机上使能 IPv6 的单播路由协议。配置过程略。

步骤 3 使能 IPv6 组播功能，并在各接口上使能 IPv6 PIM-SM 功能

在 SwitchA 上使能 IPv6 组播功能，并在各接口上使能 IPv6 PIM-SM 功能。

```
[SwitchA] multicast ipv6 routing-enable
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] interface vlanif 101
[SwitchA-Vlanif101] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif101] quit
[SwitchA] interface vlanif 102
[Switcha-vlanif102] pim ipv6 sm
[Switcha-vlanif102] quit
[SwitchA] interface vlanif 103
[SwitchA-Vlanif103] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif103] quit
```

SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

使用 **display pim ipv6 interface** 命令查看接口的 PIM 配置和运行信息。以 SwitchB 上 PIM 的显示信息为例：

```
<SwitchB> display pim ipv6 interface
 VPN-Instance: public net
 Interface           State NbrCnt HelloInt   DR-Pri     DR-Address
 Vlanif101           up    1      30         1          FE80::A01:10E:1 (local)
 Vlanif201           up    0      30         1          FE80::200:AFF:FE01:10E (local)
 Vlanif203           up    1      30         1          FE80::9D62:0:FDC5:2
```

步骤 4 配置 C-RP 和 C-BSR

在 SwitchD 上配置 C-RP，并指定 C-RP 服务的组地址范围。

```
[SwitchD] acl ipv6 number 2001
[SwitchD-acl6-basic-2001] rule permit source ff3e::1 64
[SwitchD-acl6-basic-2001] quit
[SwitchD] pim-ipv6
[SwitchD-pim6] c-rp 2004::2 group-policy 2001
```

在 SwitchD 上配置 C-BSR。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchD-pim6] c-bsr 2004::2
[SwitchD-pim6] quit
```

使用 **display pim ipv6 bsr-info** 命令在 S9700 上查看 BSR 选举信息。以 SwitchB 和 SwitchD 上显示的 BSR 信息为例（SwitchD 上同时显示 C-BSR 信息）：

```
<SwitchB> display pim ipv6 bsr-info
VPN-Instance: public net
 Elected AdminScoped BSR Count: 0
 Elected BSR Address: 2004::2
     Priority: 0
     Hash mask length: 126
     State: Accept Preferred
     Scope: Not scoped
     Uptime: 00:04:22
     Expires: 00:01:46
     C-RP Count: 1
<SwitchD> display pim ipv6 bsr-info
VPN-Instance: public net
 Elected AdminScoped BSR Count: 0
 Elected BSR Address: 2004::2
     Priority: 0
     Hash mask length: 126
     State: Elected
     Scope: Not scoped
     Uptime: 00:01:10
     Next BSR message scheduled at: 00:00:48
     C-RP Count: 1
 Candidate AdminScoped BSR Count: 0
 Candidate BSR Address: 2004::2
     Priority: 0
     Hash mask length: 126
     State: Elected
     Scope: Not scoped
     Wait to be BSR: 0
```

使用 **display pim ipv6 rp-info** 命令查看各 S9700 上的 RP 信息。以 SwitchB 上显示的 RP 信息为例：

```
<SwitchB> display pim ipv6 rp-info
VPN-Instance: public net
 PIM-SM BSR RP Number:1
 Group/MaskLen: FF3E::1/64
     RP: 2004::2
     Priority: 192
     Uptime: 00:05:19
     Expires: 00:02:11
```

步骤 5 在 SwitchA 与 Internet 相连的接口上配置 BSR 边界

```
[SwitchA] interface vlanif 103
[SwitchA-Vlanif103] pim ipv6 bsr-boundary
[SwitchA-Vlanif103] quit
```

步骤 6 在网络中所有 S9700 上设置 SSM 组地址范围

在 SwitchA 上配置 IPv6 PIM-SSM 组播组的地址范围是 FF3E::1/64。

```
[SwitchA] acl ipv6 2000
[SwitchA-acl6-basic-2000] rule permit source FF3E::1 64
[SwitchA-acl6-basic-2000] quit
[SwitchA] pim-ipv6
[SwitchA-pim6] ssm-policy 2000
[SwitchA-pim6] quit
```

SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相同，配置过程略。

步骤 7 在与用户主机相连的 S9700 接口上使能 PIM Silent 和 MLD

在 SwitchB 的主机侧接口使能 PIM Silent，配置 MLD。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] interface vlanif 201
[SwitchB-Vlanif201] pim ipv6 silent
[SwitchB-Vlanif201] mld enable
[SwitchB-Vlanif201] quit
```

SwitchC 主机侧接口的配置与此类似，配置过程略。

步骤 8 检查配置结果

组播源 S（2001::5）同时向组播组 FF3E::1（属于 SSM 组地址范围）和 FF0E::1（不属于 SSM 组地址范围）发送组播报文。HostA 和 HostC 需要接收组 FF0E::1 的信息。HostB 需要接收组播源 S（2001::5）发给组 FF3E::1 的信息。

```
<SwitchA> display pim ipv6 routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 0 (*, G) entry; 2 (S, G) entries
 (2001::5, FF0E::1)
     RP: 2004::2
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT LOC ACT
     UpTime: 00:02:15
     Upstream interface: Vlanif100
         Upstream neighbor: NULL
         RPF prime neighbor: NULL
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 3
         1: Register
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:02:15, Expires:  -
         2: Vlanif101
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:02:15, Expires: 00:03:15
         3: Vlanif102
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:02:15, Expires: 00:03:15
(2001::5, FF3E::1)
     Protocol: pim-ssm, Flag: LOC SG_RCVR
     UpTime: 00:00:11
     Upstream interface: Vlanif100
         Upstream neighbor: NULL
         RPF prime neighbor: NULL
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif101
             Protocol: pim-ssm, UpTime: 00:00:11, Expires: 00:03:19
<SwitchB> display pim ipv6 routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 2 (S, G) entries
 (*, FF0E::1)
     RP: 2004::2
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:14:44
     Upstream interface: Vlanif202
         Upstream neighbor: FE80::9D62:0:FDC5:2
         RPF prime neighbor: FE80::9D62:0:FDC5:2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif201
             Protocol: mld, UpTime: 00:14:44, Expires: -
(2001::5, FF0E::1)
     RP: 2004::2
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
     UpTime: 00:2:42
     Upstream interface: Vlanif101
         Upstream neighbor: FE80::A01:10C:1
         RPF prime neighbor: FE80::A01:10C:1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif201
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:14:44, Expires: -
(2001::5, FF3E::1)
     Protocol: pim-ssm, Flag: SG_RCVR
     UpTime: 00:08:02
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    Upstream interface: Vlanif101
        Upstream neighbor: FE80::A01:10C:1
        RPF prime neighbor: FE80::A01:10C:1
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif201
            Protocol: pim-ssm, UpTime: 00:08:02, Expires: -
<SwitchC> display pim ipv6 routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry
 (*, FF0E::1)
    RP: 2004::2
    Protocol: pim-sm, Flag: WC
    UpTime: 00:14:44
    Upstream interface: Vlanif300
        Upstream neighbor: FE80::7493:FE25:1
        RPF prime neighbor: FE80::7493:FE25:1
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif301
            Protocol: mld, UpTime: 00:14:43, Expires: -
(2001::5, FF0E::1)
    RP: 2004::2
    Protocol: pim-sm, Flag: WC
    UpTime: 00:2:42
     Upstream interface: Vlanif300
        Upstream neighbor: FE80::7493:FE25:1
        RPF prime neighbor: FE80::7493:FE25:1
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif301
            Protocol: mld, UpTime: 00:2:14, Expires: -
<SwitchD> display pim ipv6 routing-table
VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry
 (*, FF0E::1)
    RP: 2004::2 (local)
    Protocol: pim-sm, Flag: WC
    UpTime: 00:16:56
    Upstream interface: Register
        Upstream neighbor: NULL
        RPF prime neighbor: NULL
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 2
        1: Vlanif202
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:16:56, Expires: 00:02:34
        2: Vlanif300
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:07:56, Expires: 00:02:35
 (2001::5, FF0E::1)
    RP: 2004::2 (local)
    Protocol: pim-sm, Flag: SWT ACT
    UpTime: 00:02:54
    Upstream interface: Vlanif102
        Upstream neighbor: FE81::659:10C:3
        RPF prime neighbor: FE81::659:10C:3
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
           1: Vlanif300
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:02:54, Expires: 00:02:36
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 100 to 103
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
acl ipv6 number 2000
 rule 0 permit source FF3E::1/64
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif102
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif103
 ipv6 enable
 ipv6 address 2006::1/64
 pim ipv6 sm
 pim ipv6 bsr-boundary
#
interface GigabieEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabieEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabieEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabieEthernet4/0/0
 port hybrid pvid vlan 103
 port hybrid untagged vlan 103
#
pim-ipv6
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 101 201 to 202
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
acl ipv6 number 2000
 rule 0 permit source FF3E::1/64
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::2/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif201
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::1/64
pim ipv6 sm
pim ipv6 silent
 mld enable
#
interface Vlanif202
 ipv6 enable
 ipv6 address 2004::1/64
 pim ipv6 sm
#
interface GigabieEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabieEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 201
 port hybrid untagged vlan 201
#
interface GigabieEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 202
 port hybrid untagged vlan 202
#
pim-ipv6
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 300 301
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
acl ipv6 number 2000
 rule 0 permit source FF3E::1/64
#
interface Vlanif300
 ipv6 enable
 ipv6 address 2005::2/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif301
 ipv6 enable
 ipv6 address 4001::2/64
 pim ipv6 sm
 pim ipv6 silent
 mld enable
#
interface GigabieEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabieEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 301
 port hybrid untagged vlan 301
#
 pim-ipv6
 ssm-policy 2000
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 102 202 300
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
acl ipv6 number 2000
 rule 0 permit source FF3E::1/64
#
acl ipv6 number 2001
 rule 0 permit source FF0E::1/64
#
interface Vlanif102
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::2/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif202
 ipv6 enable
 ipv6 address 2004::2/64
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif300
 ipv6 enable
 ipv6 address 2005::1/64
 pim ipv6 sm
#
pim-ipv6
 c-bsr 2004::2
 c-rp 2004::2 group-policy 2001
#
interface GigabieEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabieEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 202
 port hybrid untagged vlan 202
#
interface GigabieEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
pim-ipv6
 ssm-policy 2000
#
return
```

配置 PIM GR 示例（IPv6）

组网需求

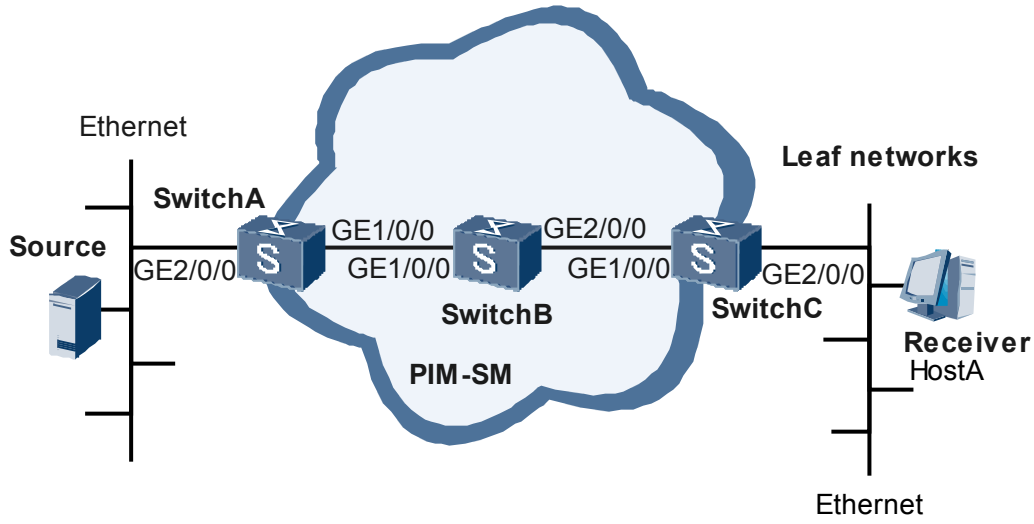
在组播的应用中，若设备进行主备倒换，新主控板删除接口板的组播转发表项，重新学习 PIM 路由表及组播转发表。该过程中用户的组播流量会断流。

在 IPTV 网络中部署 IPv6 PIM GR 功能可对网络中各核心设备及边缘设备进行保护，在设备进行主备倒换时，维持组播数据的正常转发，提高设备在用于 IPTV 网络部署时的容错能力。

在如图 6-205 所示的网络中部署组播业务。SwitchC 上配置 IPv6 PIM GR 功能，在 SwitchC 向接收者转发组播数据的过程中，主控板向备板备份 PIM 路由表项以及需要向上游发送的 Join/Prune 相关信息。当 SwitchC 主备倒换时，接口板维持原来的转发表项，保证组播数据的不间断转发。接收者不会因为设备进行主备倒换产生组播流量断流的现象，仍能正常接收到组播源发送的组播数据。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-205 配置 PIM GR 组网图



设备	物理接口/逻辑接口	IPv6 地址
SwitchA	GE1/0/0，VLANIF 10	2001:2::1/64
	GE2/0/0，VLANIF 20	2001:1::2/64
SwitchB	GE1/0/0，VLANIF 10	2001:2::2/64
	GE2/0/0，VLANIF 40	2001:5::1/64
SwitchC	GE1/0/0，VLANIF 40	2001:5::2/64
	GE2/0/0，VLANIF 60	2001:6::1/64

配置思路

采用如下的思路配置 PIM GR 的基本功能：

1. 配置各交换机的接口 IPv6 地址和单播路由协议。
2. 使能各交换机的单播 GR 功能，配置单播 GR 周期。
3. 使能组播功能，在各交换机的接口上使能 PIM SM（IPv6）功能，并在交换机与主机侧相连的接口上使能 MLD。
4. 配置 RP。在各交换机上配置相同的静态 RP。
5. 在将要进行主备倒换的交换机上使能 PIM GR 功能，配置 GR 周期。

数据准备

为完成此配置举例，需准备如下的数据：

- 组播源 S 地址：2001:1::1/64。
- 组播组 G 地址：FF2E::1/32。
- 单播 GR 周期。
- PIM GR 周期。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置各交换机的接口 IPv6 地址和单播路由协议。

按照图 6-205 配置各交换机 VLANIF 接口的 IPv6 地址和掩码，各交换机之间采用 OSPFv3 进行互连，确保网络中各交换机之间能够在网络层互通。具体配置过程略。

步骤 2 使能各交换机的单播 GR 功能，配置单播 GR 周期为 200 秒

在所有交换机上使能单播 GR 功能，配置单播 GR 周期为 200 秒。SwitchA、SwitchB 上的配置过程与 SwitchC 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchC] ospfv3 1
[SwitchC-ospfv3-1] graceful-restart
[SwitchC-ospfv3-1] graceful-restart period 200
[SwitchC-ospfv3-1] quit
```

步骤 3 使能组播功能，在各交换机的接口上使能 PIM SM（IPv6），并在交换机与主机侧相连的接口上使能 MLD

在所有交换机上使能组播功能，在各交换机的 VLANIF 接口上使能 PIM SM（IPv6），并在 SwitchC 与主机侧相连的接口上使能 MLD。SwitchA、SwitchB 上的配置过程与 SwitchC 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchC] multicast ipv6 routing-enable
[SwitchC] interface Vlanif60
[SwitchC-Vlanif60] pim ipv6 sm
[SwitchC-Vlanif60] mld enable
[SwitchC-Vlanif60] quit
[SwitchC] interface Vlanif50
[SwitchC-Vlanif50] pim ipv6 sm
[SwitchC-Vlanif50] quit
```

步骤 4 配置静态 RP

在 SwitchA 上创建 Loopback 接口，并使能 PIM SM（IPv6）。

```
[SwitchA] interface loopback 0
[SwitchA-Loopback0] ipv6 enable
[SwitchA-Loopback0] ipv6 address 2002:1::1 64
[SwitchA-Loopback0] pim ipv6 sm
[SwitchA-Loopback0] ospfv3 1 area 0
[SwitchA-Loopback0] quit
```

在所有交换机上配置静态 RP。SwitchB、SwitchC 上的配置过程与 SwitchA 上的配置相似，配置过程略。

```
[SwitchA] pim-ipv6
[SwitchA-pim6] static-rp 2002:1::1
[SwitchA-pim6] quit
```

步骤 5 使能 PIM GR 功能，配置 PIM GR 周期

在 SwitchC 上使能 PIM GR 功能，配置 PIM GR 周期为 300 秒。

```
[SwitchC] pim-ipv6
[SwitchC-pim6] graceful-restart
[SwitchC-pim6] graceful-restart period 300
[SwitchC-pim6] quit
```

步骤 6 检验配置效果

组播源（2001:1::1）向组播组（FF2E::1）发送数据，HostA 发送 MLD Report 消息加入组播组，并能接收到组播源的数据。SwitchC 主备倒换前，在 SwitchB 和 SwitchC 上分别使用 **display pim ipv6 routing-table** 命令查看路由表，显示信息如下：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchB> display pim ipv6 routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, FF2E::1)
     RP: 2002:1::1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:00:53
     Upstream interface: Vlanif10
         Upstream neighbor: FE80::E0:F2C:3C02:1
         RPF prime neighbor: FE80::E0:F2C:3C02:1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif40
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:53, Expires: 00:02:37

 (2001:1::1, FF2E::1)
     RP: 2002:1::1
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
     UpTime: 00:21:24
     Upstream interface: Vlanif10
         Upstream neighbor: FE80::E0:F2C:3C02:1
         RPF prime neighbor: FE80::E0:F2C:3C02:1
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif40
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:00:53, Expires: 00:03:07
<SwitchC> display pim ipv6 routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, FF2E::1)
     RP: 2002:1::1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:01:16
     Upstream interface: Vlanif40
         Upstream neighbor: FE80::5463:0:9245:2
         RPF prime neighbor: FE80::5463:0:9245:2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif60
             Protocol: mld, UpTime: 00:01:16, Expires: -

 (2001:1::1, FF2E::1)
     RP: 2002:1::1
     Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
     UpTime: 00:01:16
     Upstream interface: Vlanif40
         Upstream neighbor: FE80::5463:0:9245:2
         RPF prime neighbor: FE80::5463:0:9245:2
     Downstream interface(s) information:
     Total number of downstreams: 1
         1: Vlanif60
             Protocol: pim-sm, UpTime: 00:01:16, Expires: -
```

在 SwitchC 执行主备倒换命令:

```
[SwitchC] slave switchover
```

SwitchC 进行主备倒换后，在 PIM GR 期间，在 SwitchB 和 SwitchC 上分别使用 **display pim ipv6 routing-table** 命令查看路由表，显示信息如下：

```
<SwitchB> display pim ipv6 routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, FF2E::1)
     RP: 2002:1::1
     Protocol: pim-sm, Flag: WC
     UpTime: 00:02:20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    Upstream interface: Vlanif10
        Upstream neighbor: FE80::E0:F2C:3C02:1
        RPF prime neighbor: FE80::E0:F2C:3C02:1
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif40
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:02:20, Expires: 00:03:10

 (2001:1::1, FF2E::1)
    RP: 2002:1::1
    Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
    UpTime: 00:02:20
    Upstream interface: Vlanif10
        Upstream neighbor: FE80::E0:F2C:3C02:1
        RPF prime neighbor: FE80::E0:F2C:3C02:1
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif40
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:02:20, Expires: 00:03:17
<SwitchC> display pim ipv6 routing-table
 VPN-Instance: public net
 Total 1 (*, G) entry; 1 (S, G) entry

 (*, FF2E::1)
    RP: 2002:1::1
    Protocol: pim-sm, Flag: WC
    UpTime: 00:02:44
    Upstream interface: Vlanif40
        Upstream neighbor: FE80::5463:0:9245:2
        RPF prime neighbor: FE80::5463:0:9245:2
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif60
            Protocol: mld, UpTime: 00:02:44, Expires: -

 (2001:1::1, FF2E::1)
    RP: 2002:1::1
    Protocol: pim-sm, Flag: SPT ACT
    UpTime: 00:02:44
    Upstream interface: Vlanif40
        Upstream neighbor: FE80::5463:0:9245:2
        RPF prime neighbor: FE80::5463:0:9245:2
    Downstream interface(s) information:
    Total number of downstreams: 1
        1: Vlanif60
            Protocol: pim-sm, UpTime: 00:02:44, Expires: -
```

在正常运行的组播网络中，下游交换机周期向上游发送 Join/Prune 报文，刷新上游 PIM 路由表项的超时时间，维持组播数据的正常转发。

若 SwitchC 没有配置 GR 功能，则在主备倒换后，新主控板删除接口板的组播转发表项，并重新接收主机发送的 MLD Report 报文，建立 PIM 路由表项。该过程中，用户的组播流量会断流。

由以上显示信息可知，SwitchC 在主备倒换前后，其上游 SwitchB 的下游接口没有发生变化。即 SwitchC 在主备倒换后，使用备份的 Join 报文向上游发送加入消息，且在 GR 期间维持了（S，G）的组播转发表项，保证了 GR 期间组播数据的不间断转发。

在 SwitchC 进行主备倒换后恢复组播路由表项的过程中，用户仍能够正常接收组播数据，业务未受到影响。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchA

#
 vlan batch 10 20
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
ospfv3 1
 router-id 2.2.2.2
 graceful-restart period 200
 area 0.0.0.0
#
interface Vlanif10
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001:2::1/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif20
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001:1::2/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
 pim ipv6 sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan20
#
interface LoopBack0
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002:1::1/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
 pim ipv6 sm
#
pim-ipv6
 static-rp 2002:1::1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 40
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
ospfv3 1
 router-id 3.3.3.3
 graceful-restart period 200
 area 0.0.0.0
#
interface Vlanif10
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001:2::2/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
 pim ipv6 sm

interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001:5::1/64
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
 pim ipv6 sm

interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan40
#
pim-ipv6
 static-rp 2002:1::1
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 40 60
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
ospfv3 1
 router-id 5.5.5.5
 graceful-restart period 200
 area 0.0.0.0
#
interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001:5::2/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
 pim ipv6 sm

interface Vlanif60
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001:6::1/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
 pim ipv6 sm
 mld enable

interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type hybrid
 port hybrid tagged vlan60
#
pim-ipv6
 static-rp 2002:1::1
 graceful-restart
 graceful-restart period 300
#
return
```

6.5.13 IPv6 组播路由管理

系统可同时维护多个组播路由协议，通过控制平面与转发平面之间的信息交互，控制组播路由和转发。

配置 IPv6 组播负载分担示例

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

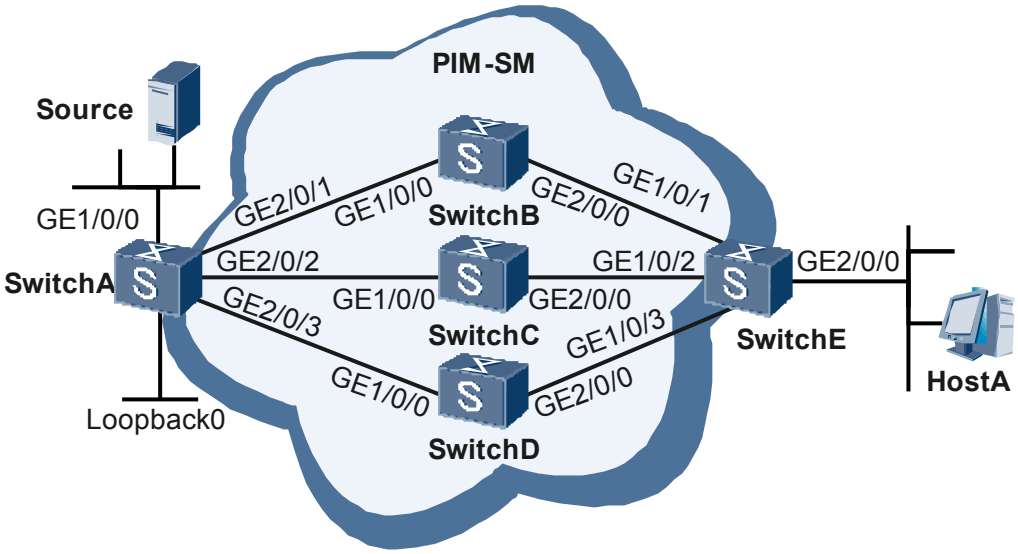
组播选路的基础是 RPF 检查，选路策略依赖于单播，根据选出的唯一路由指导组播数据转发，若组播流量过大，可能会出现网络拥塞，影响组播业务。组播负载分担扩展了组播选路规则，不完全依赖于 RPF 检查，网络中存在多条等价的最优路由时，都可能用来转发组播数据，组播流量可以在多条等价路由上进行负载分担。

目前组播负载分担分为基于源地址、组地址和源组地址的三种负载分担策略，不能满足在所有场景下实现有效的负载分担。对于确定的表项和网络配置，表项的 RPF 接口和 RPF 邻居随之确定，在表项过少的情况下可能会出现等价路由负载不均衡的情况。

稳定优先负载分担策略弥补了上述组播负载分担策略的不足，如图 6-206 所示，与 HostA 相连的设备 SwitchE 到组播源 Source 之间存在 3 条等价路由，在 SwitchE 上配置稳定优先负载分担策略，可以将表项平均分布在各条等价路由上，从而实现各等价路由上的负载均衡。

若 SwitchE 所在的三条等价路由的转发能力或流量拥塞程度不同，那么继续对组播表项进行均衡负载不能满足网络要求。在 SwitchE 上配置不均衡负载分担，为其上游接口配置不同的负载分担权值，改变分布在各等价路由上的表项数量，实现对不同等价路由上表项数量的灵活控制。

图 6-206 配置组播负载分担组网图



设备	接口	IP 地址	设备	接口	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	2001::2/64	SwitchC	GE1/0/0	2003::2/64
	VLANIF10			VLANIF30	
	GE2/0/1	2002::1/64		GE2/0/0	2006::1/64
	VLANIF20			VLANIF80	
	GE2/0/2	2003::1/64	SwitchD	GE1/0/0	2004::2/64
	VLANIF30			VLANIF40	
	GE2/0/3	2004::1/64		GE2/0/0	2007::1/64
	VLANIF40			VLANIF100	

版权所有 © 华为技术有限公司

	LoopBack0	2000::1/64	SwitchE	GE1/0/1	2005::2/64
				VLANIF60	
SwitchB	GE1/0/0	2002::2/64		GE1/0/2	2006::2/64
	VLANIF20			VLANIF80	
	GE2/0/0	2005::1/64		GE1/0/3	2007::2/64
	VLANIF60			VLANIF100	
				GE2/0/0	3001::1/64
				VLANIF140	

配置思路

采用如下的思路配置 IPv6 组播负载分担：

- 配置各交换机的接口 IPv6 地址。
- 配置 IS-IS IPv6，使所有交换机单播互通，且所有路由开销相同。
- 在所有交换机上使能 IPv6 组播功能，并在各接口上使能 IPv6 PIM-SM，将 SwitchA 的环回接口配置为 RP。
- 为了保证 IPv6 组播业务的稳定可靠，在 SwitchE 上配置稳定优先 IPv6 组播负载分担。
- HostA 需要长期接收某些组播组的数据。配置 SwitchE 的主机侧接口以静态方式批量加入组播组。
- HostA 需要接收新的组播组数据。根据网络需要为 SwitchE 的各上游接口配置不同的 IPv6 组播负载分担权值，实现 IPv6 组播不均衡负载分担。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- Source 的 IPv6 地址
- 各交换机的接口 IPv6 地址
- SwitchE 的主机侧接口以静态方式批量加入的组播组地址
- SwitchE 的各上游接口的 IPv6 组播负载分担权值

操作步骤

步骤 1 按照图 6-206 配置各交换机的接口 IPv6 地址（略）

步骤 2 配置 IS-IS IPv6，使所有交换机单播互通，且所有路由开销相同（略）

步骤 3 在所有交换机上使能 IPv6 组播功能，并在各接口上使能 IPv6 PIM-SM

配置 SwitchA。SwitchB、SwitchC、SwitchD 和 SwitchE 上的配置与 SwitchA 相似，配置过程略。

```
[SwitchA] multicast ipv6 routing-enable
[SwitchA] interface Vlanif10
[SwitchA-Vlanif10] pim ipv6 sm
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface Vlanif20
[SwitchA-Vlanif20] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif20] quit
[SwitchA] interface Vlanif30
[SwitchA-Vlanif30] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif30] quit
[SwitchA] interface Vlanif40
[SwitchA-Vlanif40] pim ipv6 sm
[SwitchA-Vlanif40] quit
[SwitchA] interface loopback 0
[SwitchA-LoopBack0] pim ipv6 sm
[SwitchA-LoopBack0] quit
```

步骤 4 在 SwitchA 上配置 RP

配置 SwitchA 的 Loopback0 接口地址为 RP 地址。

```
[SwitchA] pim-ipv6
[SwitchA-pim6] c-bsr 2000::1
[SwitchA-pim6] c-rp 2000::1
[SwitchA-pim6] quit
```

步骤 5 在 SwitchE 上配置稳定优先 IPv6 组播负载分担

```
[SwitchE] multicast ipv6 load-splitting stable-preferred
```

步骤 6 配置 SwitchE 的主机侧接口以静态方式批量加入组播组

配置接口 VLANIF140 以静态方式加入组播组 FF13::1 ～ FF13::3。

```
[SwitchE] interface Vlanif140
[SwitchE-Vlanif140] mld static-group ff13::1 inc-step-mask 128 number 3
[SwitchE-Vlanif140] quit
```

步骤 7 验证稳定优先 IPv6 组播负载分担的配置结果

Source（2001::1/64）向组播组 FF13::1 ～ FF13::3 发送组播数据。HostA 能够收到 Source 发出的组播数据。在 SwitchE 上查看 IPv6 PIM 路由表的概要信息。

```
<SwitchE> display pim ipv6 routing-table brief
 VPN-Instance: public net
 Total 3 (*, G) entries; 3 (S, G) entries

  00001.(*, FF13::1)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00002.(2001::1, FF13::1)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00003.(*, FF13::2)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00004.(2001::1, FF13::2)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00005.(*, FF13::3)
       Upstream interface:Vlanif100
       Number of downstream:1
  00006.(2001::1, FF13::3)
       Upstream interface:Vlanif100
       Number of downstream:1
```

(*,G)和(S,G)表项平均分布在三条等价路由上，上游接口分别为 VLANIF110、VLANIF120 和 VLANIF130。

说明

负载分担算法对(*,G)和(S,G)表项分别处理，且处理规则相同。

版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 8 为 SwitchE 的各上游接口配置不同的 IPv6 组播负载分担权值，实现 IPv6 组播不均衡负载分担

配置接口 VLANIF60 的 IPv6 组播负载分担权值为 2。

```
[SwitchE] interface Vlanif110
[SwitchE-Vlanif60] multicast ipv6 load-splitting weight 2
[SwitchE-Vlanif60] quit
```

配置接口 VLANIF130 的 IPv6 组播负载分担权值为 0。

```
[SwitchE] interface Vlanif130
[SwitchE-Vlanif100] multicast ipv6 load-splitting weight 0
[SwitchE-Vlanif100] quit
```

步骤 9 配置 SwitchE 的主机侧接口以静态方式批量加入新的组播组

配置接口 VLANIF140 以静态方式加入组播组 FF13::4 ～ FF13::9。

```
[SwitchE] interface Vlanif140
[SwitchE-Vlanif140] mld static-group ff13::4 inc-step-mask 128 number 6
[SwitchE-Vlanif140] quit
```

步骤 10 验证 IPv6 组播不均衡负载分担的配置结果

Source（2001::1/64）向组播组 FF13::1 ～ FF13::9 发送组播数据。HostA 能够收到 Source 发出的组播数据。在 SwitchE 上查看 IPv6 PIM 路由表的概要信息。

```
<SwitchE> display pim ipv6 routing-table brief
 VPN-Instance: public net
 Total 9 (*, G) entries; 9 (S, G) entries

  00001.(*, FF13::1)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00002.(2001::1, FF13::1)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00003.(*, FF13::2)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00004.(2001::1, FF13::2)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00005.(*, FF13::3)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00006.(2001::1, FF13::3)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00007.(*, FF13::4)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00008.(2001::1, FF13::4)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00009.(*, FF13::5)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00010.(2001::1, FF13::5)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00011.(*, FF13::6)
       Upstream interface:Vlanif60
       Number of downstream:1
  00012.(2001::1, FF13::6)
       Upstream interface:Vlanif80
       Number of downstream:1
  00013.(*, FF13::7)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
     Upstream interface:Vlanif80
     Number of downstream:1
00014.(2001::1, FF13::7)
     Upstream interface:Vlanif80
     Number of downstream:1
00015.(*, FF13::8)
     Upstream interface:Vlanif60
     Number of downstream:1
00016.(2001::1, FF13::8)
     Upstream interface:Vlanif60
     Number of downstream:1
00017.(*, FF13::9)
     Upstream interface:Vlanif60
     Number of downstream:1
00018.(2001::1, FF13::9)
     Upstream interface:Vlanif60
     Number of downstream:1
```

已存在的(*,G)和(S,G)表项的上游接口没有变化。由于 VLANIF60 的 IPv6 组播负载分担权值大于 VLANIF80，则以 VLANIF60 为上游接口的新增表项数量大于 VLANIF80（默认组播负载分担权值为 1）。VLANIF100 的 IPv6 组播负载分担权值为 0，没有参与新增表项的 IPv6 组播负载分担。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20 30 40
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
 ipv6 enable topology standard
#
interface Vlanif10
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::2/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif20
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif30
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 address 2004::1/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/3
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack0
 ipv6 enable
 ipv6 address 2000::1/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
pim-ipv6
 c-bsr 2000::1
 c-rp 2000::1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 50 60
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
 ipv6 enable topology standard
#
interface Vlanif20
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::2/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif60
 ipv6 enable
 ipv6 address 2005::1/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 30 80
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
 ipv6 enable topology standard
#
interface Vlanif30
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::2/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif80
 ipv6 enable
 ipv6 address 2006::1/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 40 100
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
 ipv6 enable topology standard
#
interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 address 2004::2/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2007::1/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchE
#
 vlan batch 60 80 100 140
#
 ipv6
#
 multicast ipv6 routing-enable
 multicast ipv6 load-splitting stable-preferred
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0005.00
#
 ipv6 enable topology standard
#
interface Vlanif60
 ipv6 enable
 ipv6 address 2005::2/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
 multicast ipv6 load-splitting weight 2
#
interface Vlanif80
 ipv6 enable
 ipv6 address 2006::2/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2007::2/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
 multicast ipv6 load-splitting weight 0
#
interface Vlanif140
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::1/64
 isis ipv6 enable 1
 pim ipv6 sm
 mld static-group FF13::1 inc-step-mask 128 number 3
 mld static-group FF13::4 inc-step-mask 128 number 6
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 140
 port hybrid untagged vlan 140
#
return
```

6.6 可靠性配置

本文档针对 S9700 的可靠性业务，主要包括 DLDP 配置、Smart Link 配置、RRPP 配置、EFM 配置、BFD 配置、VRRP 配置和 VRRP6 配置、以太网 OAM 配置、Y.1731 配置、MAC SWAP 环回测试、热备份和主备倒换配置。

版权所有 © 华为技术有限公司

本文档从配置过程和配置举例两大方面介绍了此业务的配置方法和应用场景。

6.6.1 DLDP 配置

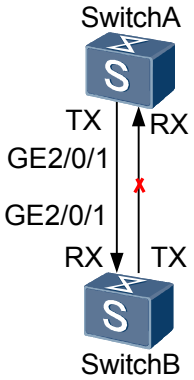
介绍 DLDP 的基本知识、配置方法和配置实例。

DLDP 配置举例

组网需求

如图 6-207 所示，两台 S9700 对接时有一对光纤相连，其中 RX 表示光纤接收端，TX 表示光纤发送端。在两端接口配置 DLDP 功能，如果 SwitchA 的 RX 线突然发生故障，SwitchA 则无法收到信号，SwitchA 的 GE2/0/1 接口物理 Down，不再收发任何报文。但是 SwitchB 的 TX 线还能发送信号，SwitchB 也能收到信号，因此 SwitchB 的链路状态还是 Up 状态。若 SwitchB 在邻居老化定时器超时前收不到邻居 SwitchA 发送的 DLDP 报文，SwitchB 的 GE2/0/1 变为单通状态。为了防止网络故障，DLDP 会自动抑制 SwitchB 处于单通状态的 GE2/0/1 接口。

图 6-207 一条光纤断路示例



配置思路

采用如下思路配置 DLDP 功能：

1. 配置两端接口工作在非自协商模式下。
2. 使能 DLDP 功能。
3. 配置 DLDP 的工作模式。
4. 配置发送 Advertisement 报文的时间间隔。
5. 配置 DelayDown 定时器的超时时间。
6. 配置发现单向链路后端口的关闭模式。
7. 配置 DLDP 报文的认证方式。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 需要配置的接口类型和编号
- 通告报文的时间间隔
- DelayDown 定时器的超时时间

操作步骤

步骤 1 配置接口处于非自协商状态

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] undo negotiation auto
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 2 使能全局的 DLDP 功能

```
[SwitchA] dldp enable
```

步骤 3 使能端口的 DLDP 功能

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] dldp enable
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 4 配置 DLDP 的工作模式为增强模式

```
[SwitchA] dldp work-mode enhance
```

步骤 5 配置发送 Advertisement 报文的时间间隔为 80 秒

```
[SwitchA] dldp interval 80
```

步骤 6 配置 DelayDown 定时器的超时时间为 4 秒

```
[SwitchA] dldp delaydown-timer 4
```

步骤 7 配置发现单向链路后端口的关闭模式为自动模式

```
[SwitchA] dldp unidirectional-shutdown auto
```

步骤 8 配置 DLDP 报文的认证方式 simple 方式，密码为 12345

```
[SwitchA] dldp authentication-mode simple 12345
```

对 SwitchB 重复上述步骤配置。

步骤 9 检查配置结果

配置完成后，**display dldp** 命令可以看到接口下 DLDP 状态为 **advertisement**

```
[SwitchA] display dldp interface gigabitethernet 2/0/1

Interface GigabitEthernet2/0/1
 DLDP port state: advertisement
 DLDP link state: up
 The neighbor number of the port is: 1.
   Neighbor mac address:781d-ba57-c24a
   Neighbor port index:52
   Neighbor state:two way
   Neighbor aged time:165
```

如图 6-207 所示，如果拔掉 SwitchA 上的接收端光纤，SwitchA 和 SwitchB 的接口 GE2/0/1 出现单向链路时，DLDP 会自动阻塞 SwitchB 的 GE2/0/1 接口。

使用 **display dldp** 命令查看 SwitchA 的 GE2/0/1 接口的 DLDP 状态为 inactive。SwitchB 的 GE2/0/1 接口的 DLDP 状态为 disable。

```
[SwitchA] display dldp interface gigabitethernet 2/0/1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
Interface GigabitEthernet2/0/1
 DLDP port state: inactive
 DLDP link state: down
 The neighbor number of the port is: 0
[SwitchB] display dldp interface gigabitethernet 2/0/1

Interface GigabitEthernet2/0/1
 DLDP port state: disable
 DLDP link state: up
 The neighbor number of the port is: 0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 dldp enable
 dldp interval 80
 dldp delaydown-timer 4
 dldp authentication-mode simple 12345
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 dldp enable
 undo negotiation auto
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 dldp enable
 dldp interval 80
 dldp delaydown-timer 4
 dldp authentication-mode simple 12345
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 dldp enable
 undo negotiation auto
#
return
```

6.6.2 Smart Link 和 Monitor Link 配置

介绍 Smart Link 和 Monitor Link 的基本知识、配置方法和配置实例。

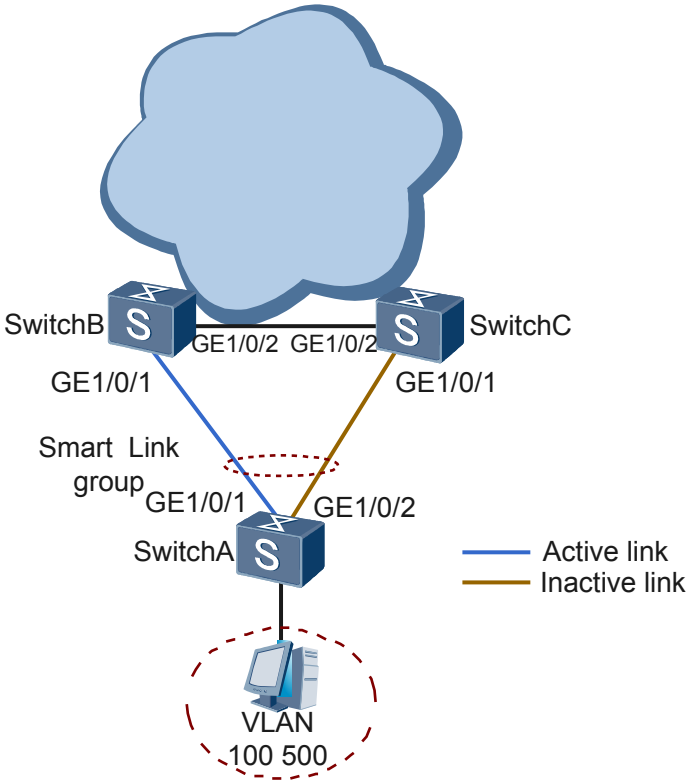
配置 Smart Link 主备链路负载分担示例

组网需求

如图 6-208 所示，为了保证网络的可靠性，用户侧网络采用双归属上行方式连接广域网，VLAN 100 和 VLAN 500 报文走备份链路，其他报文走主链路。在主链路发生故障时，主链路报文能够快速切换到从链路；备份链路发生故障后，VLAN 100 和 VLAN 500 的报文能够快速切换到主链路。并且使业务中断时间控制在毫秒级。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-208 配置 Smart Link 主备链路冗余备份示例



配置思路

采用如下的思路配置 Smart Link 基本功能：

1. SwitchA 上配置 Smart Link 组多实例，并将上行链路加入组中。
2. SwitchA 上配置负载分担功能。
3. SwitchA 上使能回切功能。
4. SwitchA 上使能发送 Flush 报文功能。
5. SwitchB 和 SwitchC 两台设备上使能 Flush 报文接收功能。
6. SwitchA 上使能 Smart Link 组功能。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- SwitchA 实例编号和要绑定的 VLAN 编号。
- 创建 Smart Link 组的 ID。
- SwitchA 上行链路接口编号。
- 发送 Flush 报文携带的控制 VLAN 编号和密码。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 在 SwitchA 上配置控制 VLAN，并将接口加入该 VLAN 中

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] vlan batch 10 100 500
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10 100 500
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10 100 500
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

SwitchB 和 SwitchC 配置同 SwitchA 相似。

步骤 2 在 SwitchA 上配置 VLAN 映射。

```
[SwitchA] stp region-configuration
[SwitchA-mst-region] instance 10 vlan 100 500
[SwitchA-mst-region] active region-configuration
[SwitchA-mst-region] quit
```

步骤 3 将去使能 STP 功能的上行接口加入 Smart Link 组并指定为主接口或从接口

配置 SwitchA

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] smart-link group 1
[SwitchA-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/1 master
[SwitchA-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/2 slave
```

步骤 4 在 SwitchA 上配置负载分担功能。

```
[SwitchA-smlk-group1] load-balance instance 10 slave
```

步骤 5 使能回切功能并设置回切时间

配置 SwitchA

```
[SwitchA-smlk-group1] restore enable
[SwitchA-smlk-group1] timer wtr 30
```

步骤 6 使能发送 Flush 报文功能

配置 SwitchA

```
[SwitchA-smlk-group1] flush send control-vlan 10 password simple 123
```

步骤 7 在 SwitchA 使能 Smart Link 组功能

```
[SwitchA-smlk-group1] smart-link enable
```

步骤 8 使能接收 Flush 报文功能

配置 SwitchB

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 SwitchC。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 9 验证配置结果

使用 **display smart-link group** 命令查看 SwitchA 上的 Smart Link 组信息。如果显示如下信息，则表示配置成功。

- Smart Link 组功能已经使能
- 回切时间为 30 秒
- 控制 VLAN 编号为 10
- 接口 GigabitEthernet 1/0/1 为主接口且处于 Active 状态，接口 GigabitEthernet 1/0/2 为从接口且处于 Inactive。并且配置了负载分担功能。

```
<SwitchA> display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
  Wtr-time is: 30 sec.
  Load-Balance Instance: 10
  There is no protected-vlan reference-instance
     DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 10
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  --------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/1    Master  Active    1            2009/01/05 10:33:46 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/2    Slave   Inactive  0            0000/00/00 00:00:00 UTC+05:00
```

使用 **shutdown** 命令关闭接口 GigabitEthernet 1/0/1，可以看到接口 GigabitEthernet 1/0/1 已经处于 Inactive 状态，接口 GigabitEthernet 1/0/2 为 Active 状态。

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] shutdown
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
  Wtr-time is: 30 sec.
  Load-Balance Instance: 10
  There is no protected-vlan reference-instance
     DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 10
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  --------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/1    Master  Inactive  1            2009/01/05 10:33:46 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/2    Slave   Active    1            2009/01/05 10:34:46 UTC+05:00
```

使用 **undo shutdown** 命令开启接口 GigabitEthernet 1/0/1，等待 30 秒后，可以看到接口 GigabitEthernet 1/0/1 处于 Active 状态，接口 GigabitEthernet 1/0/2 为 Inactive 状态。

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] undo shutdown
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
  Wtr-time is: 30 sec.
  Load-Balance Instance: 10
  There is no protected-vlan reference-instance
     DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 10
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  --------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/1    Master  Active    2            2009/01/05 10:35:46 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/2    Slave   Inactive  1            2009/01/05 10:34:46 UTC+05:00
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- 设备 SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 100 500
#
stp region-configuration
 instance 10 vlan 100 500
 active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 100 500
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 100 500
 stp disable
#
smart-link group 1
 load-balance instance 10 slave
 restore enable
 smart-link enable
 port GigabitEthernet1/0/1 master
 port GigabitEthernet1/0/2 slave
 timer wtr 30
 flush send control-vlan 10 password simple 123
#
return
```

- 设备 SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 100 500
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 100 500
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 100 500
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
return
```

- 设备 SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10 100 500
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 100 500
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 100 500
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
return
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

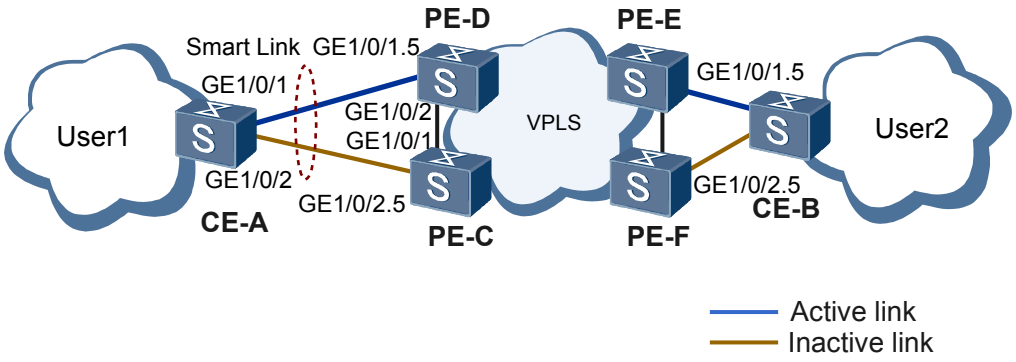
配置 CE 通过 Smart Link 双归接入 VPLS 示例

组网需求

如图 6-209 所示，CE-A 通过 PE-D 和 PE-C 的 dot1q 子接口双归接入 VPLS 网络，CE-A 两个接口间运行 Smart Link 协议，因此只有主链路传送业务数据。

如果主链路故障，Smart Link 协议将打开阻断的端口，业务数据从该端口传送到相连的 PE 设备。PE 收到 CE 发送的 Flush 报文后，通知 VPLS 模块清除本端 VSI 转发表项，同时触发 LDP MAC WITHDRAW 通知与本设备相连的设备清空 VSI 的转发表，以将 CE-B 的回程业务流量引到正常的链路。

图 6-209 配置 CE 通过 Smart Link 双归接入 VPLS 示例组网图



配置思路

采用如下的思路配置 CE 通过 Smart Link 双归接入 VPLS：

1. 配置 VPLS
2. CE-A 上配置 Smart Link。
3. CE-A 上使能回切功能。
4. CE-A 上使能发送 Flush 报文功能。
5. PE-C 和 PE-D 两台设备上使能 Flush 报文接收功能和接口收到 Flush 报文后通知 VPLS 模块功能。
6. PE 设备上配置 VPLS 功能。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- CE-A 实例编号和要绑定的 VLAN 编号。
- 创建 Smart Link 组的 ID。
- CE-A 上行链路接口编号。
- 发送 Flush 报文携带的控制 VLAN 编号和密码。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 Dot1q 子接口接入 VPLS

详细配置过程请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-以太网》中的“QinQ 配置”。

步骤 2 在 CE-A 上配置 VLAN，并将上行链路接口加入该 VLAN 中

略。具体配置方法请参见：《S9700 核心路由交换机 配置指南-以太网》中的“VLAN 配置”。

步骤 3 将去使能 STP 功能的上行接口加入 Smart Link 组并指定为主接口或从接口

去使能接口的 STP 功能

```
[CE-A] interface gigabitethernet 1/0/1
[CE-A-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[CE-A-GigabitEthernet1/0/1] quit
[CE-A] interface gigabitethernet 1/0/2
[CE-A-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[CE-A-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 Smart Link 组的主接口和从接口

```
[CE-A] smart-link group 1
[CE-A-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/1 master
[CE-A-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/2 slave
```

步骤 4 使能回切功能并设置回切时间

```
[CE-A-smlk-group1] restore enable
[CE-A-smlk-group1] timer wtr 30
```

步骤 5 使能发送 Flush 报文功能

```
[CE-A-smlk-group1] flush send control-vlan 10 password simple 123
```

步骤 6 使能 Smart Link 组功能

```
[CE-A-smlk-group1] smart-link enable
[CE-A-smlk-group1] quit
```

步骤 7 使能 PE-C 和 PE-D 接收 Flush 报文功能和接口收到 Flush 报文后通知 VPLS 模块功能

配置 PE-C

```
[PE-C] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE-C-GigabitEthernet1/0/2] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[PE-C-GigabitEthernet1/0/2] smart-link vpls-notify enable
[PE-C-GigabitEthernet1/0/2] quit
[PE-C] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE-C-GigabitEthernet1/0/1] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[PE-C-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 PE-D

```
[PE-D] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE-D-GigabitEthernet1/0/1] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[PE-D-GigabitEthernet1/0/1] smart-link vpls-notify enable
[PE-D-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE-D] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE-D-GigabitEthernet1/0/2] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[PE-D-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 8 在 PE-C、PE-D、PE-E 和 PE-F 上配置 VPLS 网络

略。具体配置方法请参见：《S9700 核心路由交换机 配置指南-VPN》中的“VPLS 配置”。

版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 9 验证配置结果

使用 **display smart-link group** 命令查看 CE-A 上的 Smart Link 组信息。如果显示如下信息，则表示配置成功。

- Smart Link 组功能已经使能
- 控制 VLAN 编号为 10
- 接口 GigabitEthernet 1/0/1 为主接口且处于 Active 状态，接口 GigabitEthernet 1/0/2 为从接口且处于 Inactive。

```
<CE-A> display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
  Wtr-time is: 30 sec.
  There is no Load-Balance
  There is no protected-vlan reference-instance
  DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 10
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  ------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/1    Master  Active    1            2009/01/05 10:33:46 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/2    Slave   Inactive  0            0000/00/00 00:00:00 UTC+05:00
```

使用 **shutdown** 命令关闭接口 GigabitEthernet 1/0/1，可以看到接口 GigabitEthernet 1/0/1 处于 Inactive 状态，接口 GigabitEthernet 1/0/2 为 Active 状态。

```
[CE-A-GigabitEthernet1/0/1] shutdown
[CE-A-GigabitEthernet1/0/1] display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
  Wtr-time is: 30 sec.
  There is no Load-Balance
  There is no protected-vlan reference-instance
  DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 10
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  ------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/1    Master  Inactive  1            2009/01/05 10:33:46 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/2    Slave   Active    1            2009/01/05 10:37:58 UTC+05:00
```

经过一段时间后，在 CE-B 上使用 **display mac-address** 命令查看 MAC 地址表项，发现到 CE-A 的出接口为 GigbiEthernet1/0/1。证明 CE-A 的 Smart Link 组的主备倒换导致 CE-B 的回程链路也倒换。

----结束

配置文件

说明

有关 VPLS 的配置文件请参看《S9700 核心路由交换机 配置指南-以太网》中的“QinQ 配置”。

- 设备 CE-A 的配置文件

```
#
 sysname CE-A
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 stp disable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
smart-link group 1
  restore enable
 smart-link enable
 port GigabitEthernet1/0/1 master
 port GigabitEthernet1/0/2 slave
 timer wtr 30
 flush send control-vlan 10 password simple 123
#
return
```

- 设备 PE-C 的配置文件

```
#
 sysname PE-C
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
 smart-link vpls-notify enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
interface GigabitEthernet1/0/2.5
 dot1q termination vid 20
 l2 binding vsi vsi1
#
return
```

- 设备 PE-D 的配置文件

```
#
 sysname PE-D
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
 smart-link vpls-notify enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
interface GigabitEthernet1/0/1.5
 dot1q termination vid 20
 l2 binding vsi vsi1
#
return
```

配置 Smart Link 与组播业务联动示例

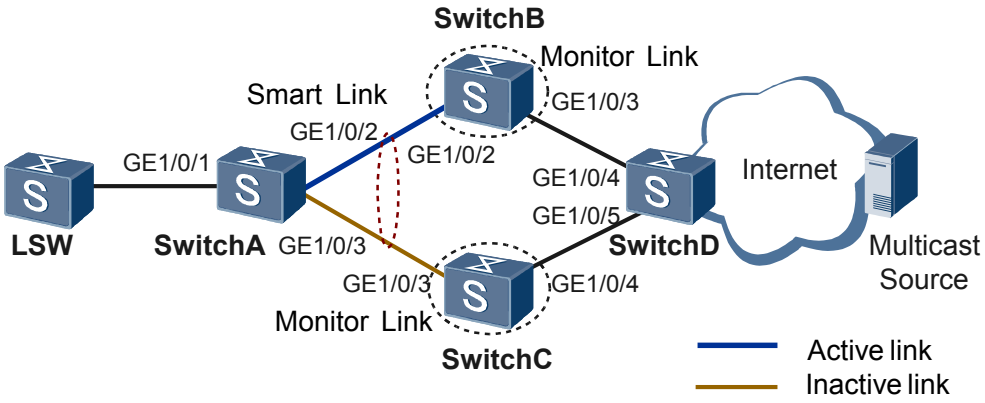
组网需求

如图 6-210 所示，SwitchA 通过两条链路分别与 SwitchB 和 SwitchC 相连，SwitchA 的 GigibitEthernet1/0/2 和 GigibitEthernet1/0/3 两个接口间运行 Smart Link 协议，GigibitEthernet1/0/1 下连接组播用户。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

开始时，组播数据流通过主链路下发给组播用户。当主链路发生故障，导致 Smart Link 主备链路切换，组播数据流从从链路下发给用户。

图 6-210 配置 Smart Link 与组播业务联动示例



配置思路

采用如下的思路配置 Smart Link 与组播业务联动：

1. SwitchA 上配置 Smart Link 和 IGMP Snooping 功能。
2. SwitchB、SwitchC、SwitchD 使能 Flush 报文接收功能，并配置 IGMP Snooping 功能。
3. SwitchD 使能 IGMP Snooping 查询器功能。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- SwitchA 实例编号和要绑定的 VLAN 编号。
- 创建 Smart Link 组的 ID。
- SwitchA 上行链路接口编号。
- 发送 Flush 报文携带的控制 VLAN 编号和密码。
- 静态组播组地址为 225.1.1.1 ～ 225.1.1.3。
- 组播用户所在的 VLAN ID 为 3。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA

1. 配置 VLAN 并将接口加入该 VLAN 中

```
[SwitchA] vlan 3
[SwitchA-vlan3] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/3
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

2. 配置 Smart Link 功能

```
[SwitchA] smart-link group 1
[SwitchA-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/2 master
[SwitchA-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/3 slave
[SwitchA-smlk-group1] restore enable
[SwitchA-smlk-group1] timer wtr 30
[SwitchA-smlk-group1] flush send control-vlan 3 password simple 123
[SwitchA-smlk-group1] smart-link enable
[SwitchA-smlk-group1] quit
```

3. 配置 IGMP Snooping

使能全局的 IGMP Snooping 功能和发送查询消息功能

```
[SwitchA] igmp-snooping enable
[SwitchA] igmp-snooping send-query enable
```

使能 VLAN3 的 IGMP Snooping 功能

```
[SwitchA] vlan 3
[SwitchA-vlan3] igmp-snooping enable
[SwitchA-vlan3] quit
```

步骤 2 配置 SwitchB

1. 配置 VLAN 并将接口加入该 VLAN 中

```
[SwitchB] vlan 3
[SwitchB-vlan3] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 3
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

2. 配置 Smart Link 功能

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] smart-link flush receive control-vlan 3 password simple 123
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

3. 配置 Monitor Link 功能

```
[SwitchB] monitor-link group 1
[SwitchB-mtlk-group1] port gigabitethernet 1/0/3 uplink
[SwitchB-mtlk-group1] port gigabitethernet 1/0/2 downlink 1
[SwitchB-mtlk-group1] quit
```

4. 配置 IGMP Snooping

使能全局的 IGMP Snooping 功能和发送查询消息功能

```
[SwitchB] igmp-snooping enable
[SwitchB] igmp-snooping send-query enable
```

使能 VLAN3 的 IGMP Snooping 功能

```
[SwitchB] vlan 3
[SwitchB-vlan3] igmp-snooping enable
[SwitchB-vlan3] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 配置 SwitchC

1. 配置 VLAN 并将接口加入该 VLAN 中

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan 3
[SwitchC-vlan3] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 3
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/3] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/4
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/4] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/4] port trunk allow-pass vlan 3
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/4] quit
```

2. 配置 Smart Link 功能

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/3] smart-link flush receive control-vlan 3 password simple 123
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

3. 配置 Monitor Link 功能

```
[SwitchC] monitor-link group 1
[SwitchC-mtlk-group1] port gigabitethernet 1/0/4 uplink
[SwitchC-mtlk-group1] port gigabitethernet 1/0/3 downlink 1
[SwitchC-mtlk-group1] quit
```

4. 配置 IGMP Snooping

使能全局的 IGMP Snooping 功能和发送查询消息功能

```
[SwitchC] igmp-snooping enable
[SwitchC] igmp-snooping send-query enable
```

使能 VLAN3 的 IGMP Snooping 功能

```
[SwitchC] vlan 3
[SwitchC-vlan3] igmp-snooping enable
[SwitchC-vlan3] quit
```

步骤 4 配置 SwitchD

1. 配置 VLAN 并将接口加入该 VLAN 中

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] vlan 3
[SwitchD-vlan3] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/4
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/4] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/4] port trunk allow-pass vlan 3
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/4] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/5
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/5] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/5] port trunk allow-pass vlan 3
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/5] quit
```

2. 配置 Smart Link 功能

```
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/4
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/4] smart-link flush receive control-vlan 3 password simple 123
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/4] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/5
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/5] smart-link flush receive control-vlan 3 password simple 123
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/5] quit
```

3. 配置 IGMP Snooping

使能全局的 IGMP Snooping 功能和发送查询消息功能

```
[SwitchD] igmp-snooping enable
[SwitchD] igmp-snooping send-query enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

使能 VLAN3 的 IGMP Snooping 功能

```
[SwitchD] vlan 3
[SwitchD-vlan3] igmp-snooping enable
[SwitchD-vlan3] quit
```

步骤 5 验证配置结果

使用 **display smart-link group** 命令查看 SwitchA 上的 Smart Link 组信息。接口 GigabitEthernet 1/0/2 为主接口且处于 Active 状态，接口 GigabitEthernet 1/0/3 为从接口且处于 Inactive 状态。

```
<SwitchA> display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
  Wtr-time is: 30 sec.
  There is no Load-Balance
  There is no protected-vlan reference-instance
    DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 3
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  ------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/2    Master  Active    1            2009/01/05 10:33:46 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/3    Slave   Inactive  0            0000/00/00 00:00:00 UTC+05:00
```

LSW 下连接的用户可以收看 IP 地址为 225.1.1.1、225.1.1.2、225.1.1.3 的组播节目。

使用 **shutdown** 命令关闭接口 GigabitEthernet 1/0/2，可以看到接口 GigabitEthernet 1/0/2 处于 Inactive 状态，接口 GigabitEthernet 1/0/3 为 Active 状态。

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] shutdown
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
Smart Link group was enabled
  Wtr-time is: 30 sec.
  There is no Load-Balance
  There is no protected-vlan reference-instance
    DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 3
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  ------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/2    Master  Inactive  1            2009/01/05 10:33:46 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/3    Slave   Active    1            2009/01/05 10:37:58 UTC+05:00
```

LSW 下连接的用户仍然可以收看 IP 地址为 225.1.1.1、225.1.1.2、225.1.1.3 的组播节目。证明 SwitchA 的 Smart Link 组的主备倒换导致 SwitchD 的组播数据传输途径也倒换。

----结束

配置文件

- 设备 SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 igmp-snooping enable
 igmp-snooping send-query enable
#
vlan 3
 igmp-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 stp disable
#
smart-link group 1
 restore enable
 smart-link enable
 port GigabitEthernet1/0/2 master
 port GigabitEthernet1/0/3 slave
 timer wtr 30
 flush send control-vlan 3 password simple 123
#
return
```

- 设备 SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 igmp-snooping enable
 igmp-snooping send-query enable
#
vlan 3
 igmp-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 smart-link flush receive control-vlan 3 password simple 123
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
monitor-link group 1
 port GigabitEthernet1/0/3 uplink
 port GigabitEthernet1/0/2 downlink 1
#
return
```

- 设备 SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 igmp-snooping enable
 igmp-snooping send-query enable
#
vlan 3
 igmp-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 smart-link flush receive control-vlan 3 password simple 123
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
monitor-link group 1
 port GigabitEthernet1/0/4 uplink
 port GigabitEthernet1/0/3 downlink 1
#
return
```

- 设备 SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 igmp-snooping enable
 igmp-snooping send-query enable
#
vlan 3
 igmp-snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/4
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 smart-link flush receive control-vlan 3 password simple 123
#
interface GigabitEthernet1/0/5
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
 smart-link flush receive control-vlan 3 password simple 123
#
return
```

配置 Smart Link 综合应用示例

组网需求

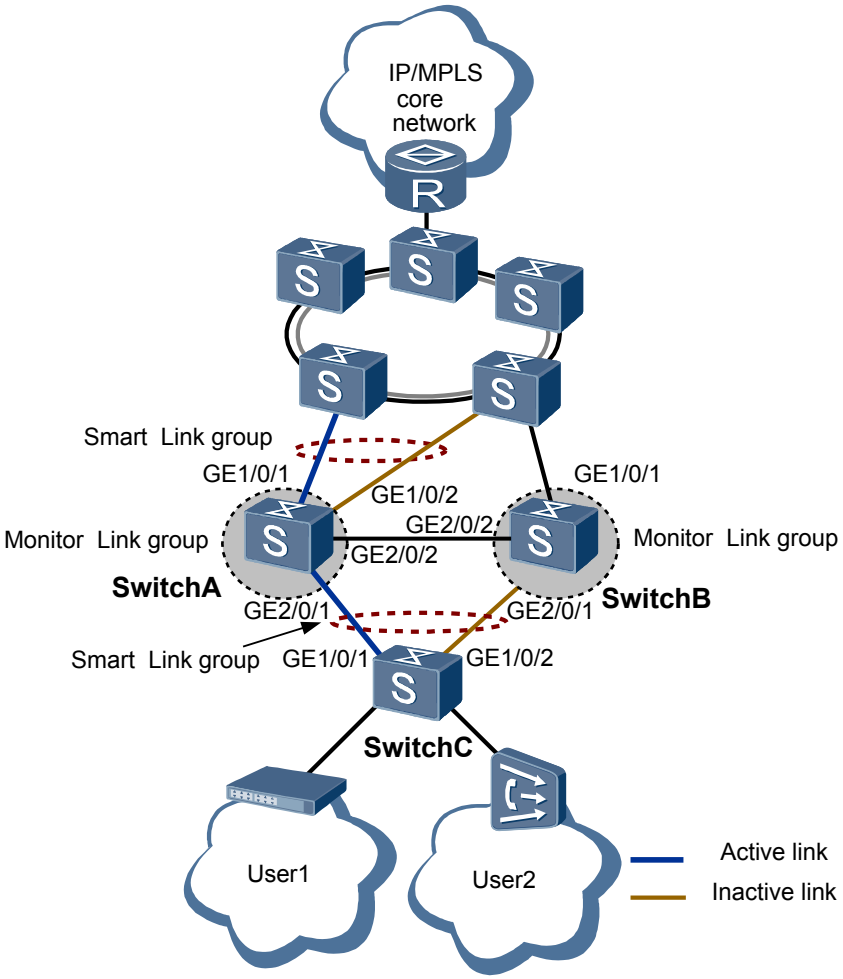
如图 6-211 所示，设备 SwitchC 向下连接用户网络，通过双归属上行连接到 SwitchA 和 SwitchB 两台设备上，最后向上连接到骨干网。

SwitchA 和 SwitchC 两台设备都是通过双归属方式连接到上行设备，为了避免出现环路需要阻塞其中一条链路。同时，在主链路出现故障时，能够将数据流迅速切换到从链路上，保证业务正常。

另外，为了防止上行链路出现故障导致下游业务中断，需要引入一种监控机制。即在上行链路出现故障时，能够使下行链路迅速感知。以便能够及时进行链路切换，缩短业务中断时间。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-211 配置 Smart Link 综合应用示例



配置思路

采用如下的思路配置 Smart Link 特性：

1. SwitchA 和 SwitchC 两台设备上配置 Smart Link 组，并将上行链路加入组中。
2. SwitchA 和 SwitchB 两台设备上配置 Monitor Link 组。
3. SwitchA 和 SwitchC 两台设备上使能发送 Flush 报文功能。
4. SwitchA 和 SwitchB 两台设备上使能接收 Flush 报文功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 三台设备的接口编号。
- 创建 Smart Link 组的 ID。
- 发送 Flush 报文携带的控制 VLAN 编号和密码。
- 创建 Monitor Link 组的 ID 以及下行链路编号。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 在 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 三台设备上配置相同控制 VLAN，并将加入 Smart Link 组或 Monitor Link 组的接口加入该 VLAN 中

略。具体配置方法请参见：《S9700 核心路由交换机 配置指南-以太网》中的 VLAN 配置。

步骤 2 创建 Smart Link 组功能

配置 SwitchA。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] smart-link group 1
[SwitchA-smlk-group1] quit
```

配置 SwitchC。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] smart-link group 2
[SwitchC-smlk-group1] quit
```

步骤 3 将接口加入 Smart Link 组并指定为主接口或从接口

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] smart-link group 1
[SwitchA-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/1 master
[SwitchA-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/2 slave
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchC] smart-link group 2
[SwitchC-smlk-group2] port gigabitethernet 1/0/1 master
[SwitchC-smlk-group2] port gigabitethernet 1/0/2 slave
```

步骤 4 使能回切功能并设置回切时间

配置 SwitchA。

```
[SwitchA-smlk-group1] restore enable
[SwitchA-smlk-group1] timer wtr 30
```

配置 SwitchC

```
[SwitchC-smlk-group2] restore enable
[SwitchC-smlk-group2] timer wtr 30
```

步骤 5 使能发送/接收 Flush 报文功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA-smlk-group1] flush send control-vlan 10 password simple 123
[SwitchA-smlk-group1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/2] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

配置 SwitchB。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

配置 SwitchC

```
[SwitchC-smlk-group2] flush send control-vlan 10 password simple 123
```

步骤 6 使能 Smart Link 组

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] smart-link group 1
[SwitchA-smlk-group1] smart-link enable
[SwitchA-smlk-group1] quit
```

配置 SwitchC

```
[SwitchC] smart-link group 2
[SwitchC-smlk-group2] smart-link enable
[SwitchC-smlk-group2] quit
```

步骤 7 创建 Monitor Link 组，并添加上行/下行链路接口

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] monitor-link group 1
[SwitchA-mtlk-group1] smart-link group 1 uplink
[SwitchA-mtlk-group1] port gigabitethernet 2/0/1 downlink 1
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] monitor-link group 2
[SwitchB-mtlk-group2] port gigabitethernet 1/0/1 uplink
[SwitchB-mtlk-group2] port gigabitethernet 2/0/1 downlink 1
```

步骤 8 配置 Monitor Link 组的回切时间

配置 SwitchA。

```
[SwitchA-mtlk-group1] timer recover-time 10
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB-mtlk-group2] timer recover-time 10
```

步骤 9 查看配置结果

```
<SwitchA> display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
  There is no Load-Balance
  There is no protected-vlan reference-instance
    DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 10
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  ------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/1    Master  Active    1            2009/01/05 10:33:46 UTC
+05:00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  GigabitEthernet1/0/2    Slave   Inactive  0           0000/00/00 00:00:00 UTC
+05:00
<SwitchA> display monitor-link group 1
Monitor Link group 1 information :
  Recover-timer is 3 sec.
    Member              Role     State Last-up-time               Last-down-tim
e
 Smart-link1            UpLk     UP    0000/00/00 00:00:00 UTC+05:00      0000/0
0/00 00:00:00 UTC+05:00
 GigabitEthernet2/0/1   DwLk[1]  UP    0000/00/00 00:00:00 UTC+05:00      0000/0
0/00 00:00:00 UTC+05:00
```

----结束

配置文件

- 设备 SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
smart-link group 1
 smart-link enable
 port GigabitEthernet1/0/1 master
 port GigabitEthernet1/0/2 slave
 timer wtr 30
 restore enable
 flush send control-vlan 10 password simple 123
#
monitor-link group 1
 smart-link group 1 uplink
 port GigabitEthernet2/0/1 downlink 1
 timer recover-time 10
#
return
```

- 设备 SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
monitor-link group 2
 port GigabitEthernet1/0/1 uplink
 port GigabitEthernet2/0/1 downlink 1
 timer recover-time 10
#
return
```

- 设备 SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 stp disable
#
smart-link group 2
 restore enable
 smart-link enable
 port GigabitEthernet1/0/1 master
 port GigabitEthernet1/0/2 slave
 timer wtr 30
 flush send control-vlan 10 password simple 123
#
return
```

6.6.3 BFD 配置

通过创建 BFD 会话，可以实现快速检测网络中链路故障。

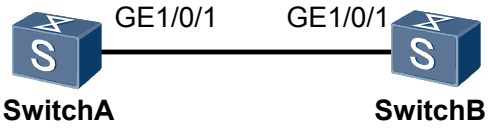
配置 BFD 单跳检测二层链路示例

组网需求

S9700 的接口为二层接口，如果需要检测两台直连 S9700 间二层转发链路的连通性，可以配置 BFD 单跳检测，使 BFD 会话绑定组播 IP 地址和本端接口。

如图 6-212 所示，通过配置 BFD 会话检测 SwitchA、SwitchB 之间二层链路的连通性。

图 6-212 配置 BFD 单跳检测二层链路示例组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置 BFD 单跳检测：

1. 在 SwitchA 上配置 BFD 会话，检测 SwitchA 到 SwitchB 的直连链路。
2. 在 SwitchB 上配置 BFD 会话，检测 SwitchB 到 SwitchA 的直连链路。

数据准备

为完成此配置例，需要准备如下数据：

- 与 BFD 会话绑定的接口类型、接口编号
- BFD 会话的本地标志符和远端标识符

BFD 控制报文的最小发送间隔、最小接收间隔、本地检测倍数等都使用缺省值。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA 的 BFD 单跳检测

使能 SwitchA 上的 BFD 能力。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
```

配置 SwitchA 上的 BFD 会话。

```
[SwitchA] bfd atob bind peer-ip default-ip interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator local 1
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator remote 2
[SwitchA-bfd-session-atob] quit
```

步骤 2 配置 SwitchB 的 BFD 单跳检测

使能 SwitchB 上的 BFD 能力。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
```

配置 SwitchB 上的 BFD 会话。

```
[SwitchB] bfd btoa bind peer-ip default-ip interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator local 2
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator remote 1
[SwitchB-bfd-session-btoa] quit
```

步骤 3 验证配置结果

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchB 上执行 **display bfd session** 命令，可以看到建立了一个单跳检测的 BFD 会话，且会话状态为 Up。

以 SwitchA 上的显示为例。

```
<SwitchA> display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4097      (One Hop) State : Up       Name : atob
--------------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Local Discriminator    : 1              Remote Discriminator   : 2
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(GigabitEthernet1/0/1)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 224.0.0.184
  NextHop Ip Address     : 224.0.0.184
  Bind Interface         : GigabitEthernet1/0/1
  FSM Board Id           : 0              TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000           Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 13000          Actual Rx Interval (ms): 13000
  Local Detect Multi     : 3              Detect Interval (ms)   : 3000
  Echo Passive           : Disable        Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784           TTL                    : 255
  Proc Interface Status  : Disable        Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : No Application Bind
  Session TX TmrID       : -              Session Detect TmrID   : -
  Session Init TmrID     : -              Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 bfd
#
bfd atob bind peer-ip default-ip interface GigabitEthernet1/0/1
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 bfd
#
bfd btoa bind peer-ip default-ip interface GigabitEthernet1/0/1
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
#
return
```

配置 VLANIF 接口 BFD 单跳检测示例

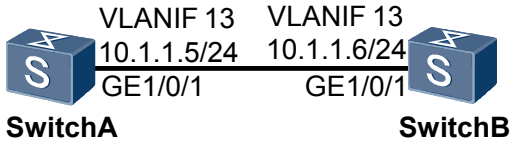
组网需求

S9700 之间通过 VLANIF 接口实现三层互通，如果需要检测两台直连 S9700 间 VLANIF 接口的连通性，可以配置 BFD 单跳检测，使 BFD 会话绑定 VLANIF 接口的 IP 地址和 VLANIF 接口。

版权所有 © 华为技术有限公司

如图 6-213 所示，通过配置 BFD 会话检测 SwitchA、SwitchB 之间 VLANIF 接口的连通性。

图 6-213 配置 VLANIF 接口 BFD 单跳检测示例组网图



配置思路

采用如下思路配置 BFD 单跳检测：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 上分别创建 VLAN13。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上的 GE1/0/1 接口都配置为 hybrid 接口。
3. 在 SwitchASwitchB 创建 VLANIF13 接口，并且为 VLANIF 配置 IP 地址。
4. 在 SwitchA 上配置 BFD 会话，检测 SwitchA 到 SwitchB 的链路。
5. 在 SwitchB 上配置 BFD 会话，检测 SwitchB 到 SwitchA 的链路。

数据准备

为完成此配置例，需要准备如下数据：

- 与 BFD 会话绑定 VLANIF 接口号
- VLANIF 接口的 IP 地址
- BFD 会话的本地标志符和远端标识符

BFD 控制报文的最小发送间隔、最小接收间隔、本地检测倍数等都使用缺省值。

操作步骤

步骤 1 在 SwitchA 和 SwitchB 上创建 VLAN，将 GE1/0/1 接口配置为 hybrid 接口并加入 VLAN

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 13
[SwitchA-vlan13] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 13
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 13
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 13
[SwitchB-vlan13] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 13
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 13
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 为 VLANIF 接口配置 IP 地址，使 SwitchA 和 SwitchB 之间实现三层互通

配置 SwitchA

```
[SwitchA] interface vlanif13
[SwitchA-Vlanif13] ip address 10.1.1.5 24
[SwitchA-Vlanif13] quit
```

配置 SwitchB

```
[SwitchB] interface vlanif13
[SwitchB-Vlanif13] ip address 10.1.1.6 24
[SwitchB-Vlanif13] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display interface vlanif** 命令，可以看到 VLANIF 接口状态为 UP。

```
[SwitchA] display interface vlanif 13
Vlanif13 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2007-10-19 11:46:42 UTC-08:00
Description:HUAWEI, Quidway Series, Vlanif13 Interface
Route Port,The Maximum Frame Length is 1500
Internet Address is 10.1.1.5/24
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0022-0033-0044
Current system time: 2007-10-19 11:48:50
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 3 配置 SwitchA 的 BFD 单跳检测

使能 SwitchA 上的 BFD 能力。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
```

配置 SwitchA 上的 BFD 会话。

```
[SwitchA] bfd atob bind peer-ip 10.1.1.6 interface vlanif 13
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator local 1
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator remote 2
[SwitchA-bfd-session-atob] quit
```

步骤 4 配置 SwitchB 的 BFD 单跳检测

使能 SwitchB 上的 BFD 能力。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
```

配置 SwitchB 上的 BFD 会话。

```
[SwitchB] bfd btoa bind peer-ip 10.1.1.5 interface vlanif 13
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator local 2
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator remote 1
[SwitchB-bfd-session-btoa] quit
```

步骤 5 验证配置结果

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchB 上执行 **display bfd session** 命令，可以看到建立了一个单跳检测的 BFD 会话，且会话状态为 Up。

以 SwitchA 上的显示为例。

```
<SwitchA> display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Session MIndex : 4097      (One Hop) State : Up      Name : atob
------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 1               Remote Discriminator   : 2
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(Vlanif13)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 10.1.1.6
  NextHop Ip Address     : 10.1.1.6
  Bind Interface         : Vlanif13
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 13000           Actual Rx Interval (ms): 13000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 39000
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : Control Detection Time Expired
  Bind Application       : No Application Bind
  Session TX TmrID       : 16897           Session Detect TmrID   : -
  Session Init TmrID     : 16898           Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 13
#
 bfd
#
interface Vlanif13
 ip address 10.1.1.5 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 13
 port hybrid untagged vlan 13
#
bfd atob bind peer-ip 10.1.1.6 interface Vlanif13
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 13
#
 bfd
#
interface Vlanif13
 ip address 10.1.1.6 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 13
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 13
#
bfd atob bind peer-ip 10.1.1.5 interface Vlanif13
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
#
return
```

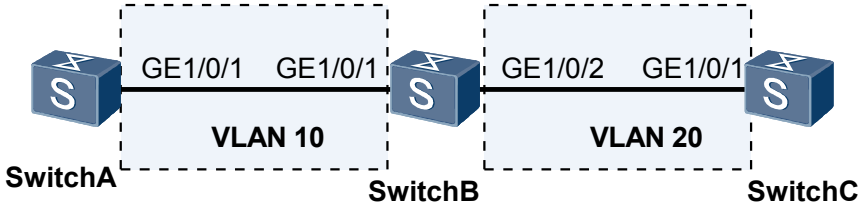
配置 BFD 多跳检测示例

组网需求

如图 6-214 所示，通过 BFD 会话检测 SwitchA、SwitchC 之间的多跳路径。

Switch 的接口为二层接口，配置 BFD 多跳检测时需将接口加入 VLAN、创建接口 VLANIF 并配置在接口 VLANIF 上配置 IP 地址。

图 6-214 配置 BFD 多跳检测组网图



配置思路

采用如下思路配置 BFD：

1. 在 SwitchA 上配置 BFD 会话，检测 SwitchA 到 SwitchC 的多跳路径。
2. 在 SwitchC 上配置 BFD 会话，检测 SwitchC 到 SwitchA 的多跳路径。

数据准备

为完成此配置例，需要准备如下数据：

- BFD 会话绑定的对端 IP 地址
- BFD 会话的本地标志符和远端标识符
- SwitchA 上接口 VLANIF10 的 IP 地址为 10.1.1.1/16
- SwitchB 上接口 VLANIF10 的 IP 地址为 10.1.1.2/16
- SwitchB 上接口 VLANIF20 的 IP 地址为 10.2.1.1/16
- SwitchC 上接口 VLANIF20 的 IP 地址为 10.2.1.2/16

BFD 控制报文的最小发送间隔、最小接收间隔、本地检测倍数等都使用缺省值

操作步骤

步骤 1 将接口加入 VLAN 并创建接口 VLANIF，在接口 VLANIF 上配置 IP 地址

在 SwitchA 上创建 VLAN 并将接口加入 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在 SwitchA 上创建接口 VLANIF 并配置接口 VLANIF 的 IP 地址。

```
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 16
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

在 SwitchB 和 SwitchC 上的配置方法与 SwitchA 相同，具体配置过程略。

步骤 2 配置静态路由，使 SwitchA、SwitchC 之间有可达路由

```
[SwitchA] ip route-static 10.2.0.0 16 10.1.1.2
```

在 SwitchC 上的配置方法与 SwitchA 相同，具体配置过程略。

步骤 3 在 SwitchA 和 SwitchC 上配置多跳 BFD 检测

在 SwitchA 上配置与 SwitchC 之间的 BFD 会话。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] bfd atoc bind peer-ip 10.2.1.2
[SwitchA-bfd-session-atoc] discriminator local 10
[SwitchA-bfd-session-atoc] discriminator remote 20
[SwitchA-bfd-session-atoc] quit
```

在 SwitchC 上配置与 SwitchA 之间的 BFD 会话。

```
[SwitchC] bfd
[SwitchC-bfd] quit
[SwitchC] bfd ctoa bind peer-ip 10.1.1.1
[SwitchC-bfd-session-ctoa] discriminator local 20
[SwitchC-bfd-session-ctoa] discriminator remote 10
[SwitchC-bfd-session-ctoa] quit
```

步骤 4 验证配置结果

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchC 上执行 **display bfd session** 命令，可以看到建立了一个 BFD 会话，且状态为 Up。

以 SwitchA 上的显示为例。

```
<SwitchA> display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4097      (One Hop) State : Up      Name : atoc
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 10              Remote Discriminator   : 20
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(Vlanif10)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 10.2.1.2
  NextHop Ip Address     : 10.1.1.2
  Bind Interface         : Vlanif10
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 13000           Actual Rx Interval (ms): 13000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 39000
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Last Local Diagnostic  : Control Detection Time Expired
  Bind Application       : No Application Bind
  Session TX TmrID       : 16897            Session Detect TmrID   : -
  Session Init TmrID     : 16898            Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
bfd atoc bind peer-ip 10.2.1.2
 discriminator local 10
 discriminator remote 20
#
 ip route-static 10.2.0.0 255.255.0.0 10.1.1.2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.0.0
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 bfd
#
 vlan batch 20
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

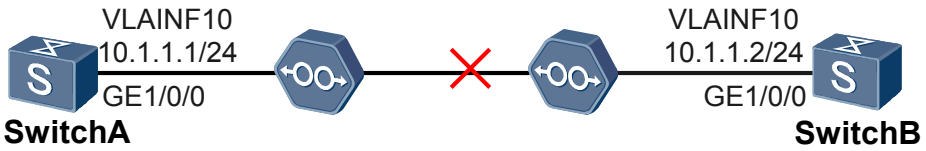
```
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
  port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bfd ctoa bind peer-ip 10.1.1.1
 discriminator local 20
 discriminator remote 10
#
 ip route-static 10.1.0.0 255.255.0.0 10.2.1.1
#
return
```

配置 BFD 状态与接口状态联动示例

组网需求

如图 6-215 所示，链路中间存在传输设备，当传输设备之间的链路出现故障时，通过配置 BFD 状态与接口状态联动，SwitchA 的 GE1/0/0 接口和 SwitchB 的 GE1/0/0 接口之间的 BFD 会话状态的变化能够影响接口的协议状态，触发路由快速收敛。

图 6-215 配置 BFD 状态与接口状态联动



配置思路

采用如下思路配置 BFD 状态与接口状态联动：

1. 在 SwitchA 上配置 BFD Session
2. 在 SwitchB 上配置 BFD Session
3. 在 SwitchA 上 BFD Session UP 以后配置 BFD 状态与接口状态联动
4. 在 SwitchB 上 BFD Session UP 以后配置 BFD 状态与接口状态联动

数据准备

为完成此配置例，需要准备如下数据：

- BFD 检测的对端 IP 地址
- 发送和接收 BFD 控制报文的本端接口
- BFD Session 的本地标识符和远端标识符

BFD 控制报文的最小发送间隔、最小接收间隔、本地检测倍数等都使用缺省值。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchA 和 SwitchB 的直连接口 IP 地址

配置 SwitchA 的接口 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchB 的接口 IP 地址。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 10
[SwitchB-vlan10] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置 BFD 单跳检测

在 SwitchA 上使能 BFD，配置与 SwitchB 之间的 BFD Session。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] bfd atob bind peer-ip default-ip interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator local 10
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator remote 20
[SwitchA-bfd-session-atob] quit
```

在 SwitchB 上使能 BFD，并配置与 SwitchA 之间的 BFD Session。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] bfd btoa bind peer-ip default-ip interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator local 20
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator remote 10
[SwitchB-bfd-session-btoa] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchB 上执行 **display bfd session all verbose** 命令，可以看到建立了一个单跳（one hop）的 BFD Session，状态为 Up。以 SwitchA 为例：

```
[SwitchA] display bfd session all verbose
-------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 16384     (One Hop) State : Up        Name : atob
-------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 10              Remote Discriminator   : 20
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(GigabitEthernet1/0/0)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer Ip Address   : 224.0.0.184
  NextHop Ip Address     : 224.0.0.184
  Bind Interface         : GigabitEthernet1/0/0
  FSM Board Id           : 3               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 1000            Actual Rx Interval (ms): 1000
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 3000
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : --
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc interface status  : Enable          Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : --
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : No Application Bind
  Session TX TmrID       : --              Session Detect TmrID   : --
  Session Init TmrID     : --              Session WTR TmrID      : --
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : --
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

步骤 3 配置 BFD 状态与接口状态联动

在 SwitchA 上配置 BFD 状态与接口状态联动。

```
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] bfd atob
[SwitchA-bfd-session-atob] process-interface-status
[SwitchA-bfd-session-atob] quit
```

在 SwitchB 上配置 BFD 状态与接口状态联动。

```
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] bfd btoa
[SwitchB-bfd-session-btoa] process-interface-status
[SwitchB-bfd-session-btoa] quit
```

步骤 4 验证配置结果

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchB 上执行 **display bfd session all verbose** 命令，看到“Proc interface status”字段显示为“Enable”。

以 SwitchA 上的显示为例。

```
[SwitchA] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 16384     (One Hop) State : Up        Name : atob
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 10              Remote Discriminator   : 20
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(GigabitEthernet1/0/0)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer Ip Address   : 224.0.0.184
  NextHop Ip Address     : 224.0.0.184
  Bind Interface         : GigabitEthernet1/0/0
  FSM Board Id           : 3               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 13000           Actual Rx Interval (ms): 13000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 30
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : --
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc interface status  : Enable          Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : --
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : IFNET
  Session TX TmrID       : --              Session Detect TmrID   : --
  Session Init TmrID     : --              Session WTR TmrID      : --
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : --
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

对 SwitchB 的 GE1/0/0 接口执行 **shutdown** 操作，让 BFD 状态 Down。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] shutdown
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

在 SwitchA 上执行 **display bfd session all verbose** 命令和 **display interface gigabitethernet 1/0/0** 命令，可以看到 BFD Session 状态为 Down，GE1/0/0 接口的状态为 UP（BFD status down）。

```
[SwitchA] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 16384     (One Hop) State : Down      Name : atob
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 10              Remote Discriminator   : 20
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(GigabitEthernet1/0/0)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer Ip Address   : 224.0.0.184
  NextHop Ip Address     : 224.0.0.184
  Bind Interface         : GigabitEthernet1/0/0
  FSM Board Id           : 3               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 10
  Actual Tx Interval (ms): 13000           Actual Rx Interval (ms): 13000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 30
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : --
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc interface status  : Enable          Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : --
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : Neighbor Signaled Session Down
  Bind Application       : IFNET
  Session TX TmrID       : --              Session Detect TmrID   : --
  Session Init TmrID     : --              Session WTR TmrID      : --
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : --
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
[SwitchA] display interface gigabitethernet 1/0/0
GigabitEthernet1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP (BFD status down)
Description:HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/0 Interface
Switch Port,PVID :  230,The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0022-0033-0044
QoS max-bandwidth : 1000000 Kbps
Output queue : (Urgent queue : Size/Length/Discards)  0/50/0
Output queue : (Protocol queue : Size/Length/Discards) 0/1000/0
Output queue : (FIFO queue : Size/Length/Discards)  0/256/0

Last physical up time   : -
Last physical down time : 2007-10-18 12:02:27 UTC-08:00
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
Last 300 seconds input rate 656 bits/sec, 1 packets/sec
Last 300 seconds output rate 763369936 bits/sec, 1490956 packets/sec
Input peak rate 27725312 bits/sec,Record time: 2007-10-18 12:15:22
Output peak rate 914311728 bits/sec,Record time: 2007-10-18 13:28:10
Input:  31218673 packets, 1998023440 bytes
  Unicast        :        731,  Multicast          :       2537
  Broadcast      :   31215405,  Jumbo              :          0
  CRC            :          0,  Giants             :          0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Jabbers        :          0,  Throttles          :          0
  Runts          :          0,  DropEvents         :          0
  Alignments     :          0,  Symbols            :          0
  Ignoreds       :          0,  Frames             :          0
  Discard        :   31215393,  Total Error        :          0
Output: 8462849788 packets, 541622420480 bytes
  Unicast        :       1453,  Multicast          :       2597
  Broadcast      : 8462845739,  Jumbo              :          0
  Collisions     :          0,  Deferreds          :          0
  Late Collisions:          0,  ExcessiveCollisions:          0
  Buffers Purged :          0
  Discard        :          0,  Total Error        :          0
    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
    Input bandwidth utilization  : 0.01%
    Output bandwidth utilization : 85.24%
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
bfd atob bind peer-ip default-ip interface GigabitEthernet1/0/0
 discriminator local 10
 discriminator remote 20
 process-interface-status
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan10
#
bfd btoa bind peer-ip default-ip interface GigabitEthernet1/0/0
 discriminator local 20
 discriminator remote 10
 process-interface-status
#
return
```

配置 BFD 与接口联动示例（触发与 BFD 联动的接口物理状态变为 Down）

版权所有 © 华为技术有限公司

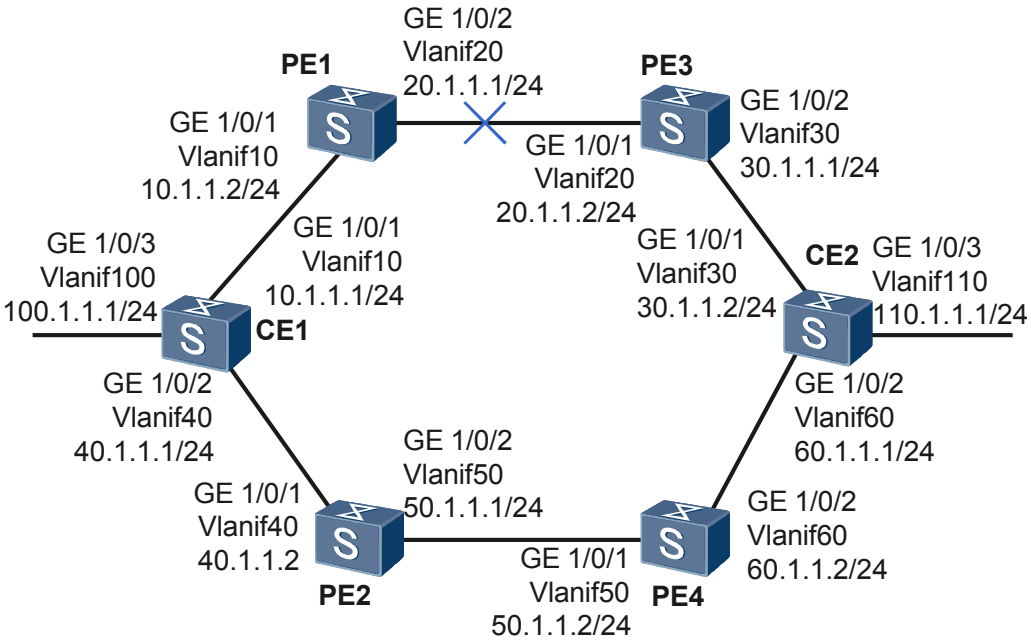
组网需求

如图 6-216 所示，CE 和 PE 设备均为支持 BFD 的设备，PE 间配置 BFD，CE1 和 CE2 分别双归接入 PE1、PE2、PE3、PE4。正常情况下，流量经过主用路径 CE1→PE1→PE3→CE2 转发。如果是 PE 之间的 BFD 检测到链路故障，故障信息通过 BFD 协议报文传递给 OAM 管理模块。OAM 管理模块收到故障信息后，触发与 BFD 绑定的接口物理状态变为 Down，从而实现 CE 感知故障，流量切换至备用路径 CE1→PE2→PE4→CE2 转发。

说明

要求 CE 与 PE 之间不能有其他二层设备，必须直连的。

图 6-216 BFD 和接口联动组网图



配置思路

采用如下的思路配置 BFD 和接口联动功能：

1. 按照图 6-216 配置各接口的 IP 地址。
2. 设备间采用 OSPF 协议发布路由，将 CE1 的 VLANIF40 和 CE2 的 VLANIF60 的 OSPF 开销配置为 10，使主用路径为 CE1→PE1→PE3→CE2。
3. 在 PE1 上配置 BFD Session，检测 PE1 到 PE2 的直连链路。
4. 在 PE3 上配置 BFD Session，检测 PE2 到 PE1 的直连链路。
5. 在 PE1 上配置 BFD 与接口 GE1/0/1 的联动，在 PE3 上配置 BFD 与接口 GE1/0/2 的联动功能。

数据准备

为完成此配置例，需要准备如下数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 各接口允许通过的 VLAN
- BFD 检测的对端 IP 地址
- 发送和接收 BFD 控制报文的本端接口
- BFD Session 的本地标识符和远端标识符

BFD 控制报文的最小发送间隔、最小接收间隔、本地检测倍数等都使用缺省值。

操作步骤

步骤 1 配置 IP 地址

配置各接口允许通过的 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-216 所示。

具体配置过程略。

步骤 2 配置路由协议

本例使用 OSPF 协议

在 CE 和 PE 上运行 OSPF，为了使流量从路径 CE1→PE1→PE3→CE2 上传输，将 CE1 的 VLANIF40 和 CE2 的 VLANIF60 的 OSPF 开销值改大（例如，改为 10）。

#配置 PE1

```
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] area 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

PE2、PE3、PE4 的配置与 PE1 类似，具体配置步骤略。

#配置 CE1

```
[CE1] ospf 1
[CE1-ospf-1] area 0.0.0.0
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 40.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[CE1-ospf-1] quit
[CE1] interface vlanif 40
[CE1-Vlanif40] ospf cost 10
[CE1-Vlanif40] quit
```

#配置 CE2

```
[CE2] ospf 1
[CE2-ospf-1] area 0.0.0.0
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 60.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 110.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[CE2-ospf-1] quit
[CE2] interface vlanif 60
[CE2-Vlanif60] ospf cost 10
[CE2-Vlanif60] quit
```

在 CE1 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 CE1 去往 110.1.1.0/24 的路由出接口为 VLANIF10。即，流量从主路径上传输。

```
[CE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15        Routes : 15

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
        10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      10.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        20.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  10.1.1.2        Vlanif10
        30.1.1.0/24  OSPF   10   3           D  110.1.1.2       Vlanif10
        40.1.1.0/24  Direct 0    0           D  40.1.1.2        Vlanif40
        40.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      40.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        50.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  40.1.1.2        Vlanif40
        60.1.1.0/24  OSPF   10   3           D  40.1.1.2        Vlanif40
      110.1.1.0/24   OSPF   10   4           D  10.1.1.2        Vlanif10
       127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 3 配置 BFD Session

配置 PE1。

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] bfd pe1tope3 bind peer-ip 20.1.1.2 interface vlanif 20
[PE1-bfd-session-pe1tope3] discriminator local 1
[PE1-bfd-session-pe1tope3] discriminator remote 2
[PE1-bfd-session-pe1tope3] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] bfd
[PE3-bfd] quit
[PE3] bfd pe3tope1 bind peer-ip 20.1.1.1 interface vlanif 20
[PE3-bfd-session-pe3tope1] discriminator local 2
[PE3-bfd-session-pe3tope1] discriminator remote 1
[PE3-bfd-session-pe3tope1] quit
```

步骤 4 配置 BFD 和接口联动。

配置接口 GE1/0/1 和 BFD 双向联动。

配置 PE1

```
[PE1] oam-mgr
[PE1-oam-mgr] oam-bind bfd-session 1 trigger if-down interface gigabitethernet 1/0/1
[PE1-oam-mgr] quit
```

配置 PE3

```
[PE3] oam-mgr
[PE3-oam-mgr] oam-bind bfd-session 2 trigger if-down interface gigabitethernet 1/0/2
[PE3-oam-mgr] quit
```

步骤 5 检查配置结果。

在 PE3 的接口 GE1/0/1 上执行命令 **shutdown**，模拟链路故障。通过 OAM 管理模块和 BFD 协议报文，CE1 能够成功感知到 PE1 和 PE3 之间链路产生故障。

在 PE1 上使用 **display bfd session all verbose** 命令查看 bfd 会话状态显示为 Down，Bind Application 为 ETHOAM。

```
[PE1] display bfd session all verbose
------------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Session MIndex : 258       (Multi Hop) State : Down        Name : peltope3
------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 1               Remote Discriminator   : 2
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Peer IP Address
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 20.1.1.2
  NextHop Ip Address     : 20.1.1.2
  Bind Interface         : Vlanif20
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 1000            Actual Rx Interval (ms): 1000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 3000
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 254
  Proc Interface Status  : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : ETHOAM
  Session TX TmrID       : 1068            Session Detect TmrID   : 1069
  Session Init TmrID     : -               Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

在 CE1 上执行 **display ip routing table** 查看 CE1 去往 CE2 的路由，去往 **110.1.1.0/24** 的下一跳为 40.1.1.2，流量经备用链路转发。

```
[CE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15       Routes : 15

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
        10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      10.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        20.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  10.1.1.2        Vlanif10
        30.1.1.0/24  OSPF   10   3           D  110.1.1.2       Vlanif10
        40.1.1.0/24  Direct 0    0           D  40.1.1.2        Vlanif40
        40.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      40.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        50.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  40.1.1.2        Vlanif40
        60.1.1.0/24  OSPF   10   3           D  40.1.1.2        Vlanif40
       110.1.1.0/24  OSPF   10   13          D  40.1.1.2        Vlanif40
       127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10 40 100
#
 bfd
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.252
 ospf cost 10
#
interface Vlanif100
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 30 60 110
#
 bfd
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif60
 ip address 60.1.1.1 255.255.255.252
 ospf cost 10
#
interface Vlanif110
 ip address 110.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 60.1.1.0 0.0.0.255
  network 110.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE1 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bfd peltope3 bind peer-ip 20.1.1.2 interface Vlanif20
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/1 egress bfd-session 1 trigger if-down
 oam-bind ingress bfd-session 1 trigger if-down egress interface GigabitEthernet1/0/1
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 20 30
#
 bfd
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bfd pe3tope1 bind peer-ip 20.1.1.1 interface Vlanif20
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/2 egress bfd-session 1 trigger if-down
 oam-bind ingress bfd-session 1 trigger if-down egress interface GigabitEthernet1/0/2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

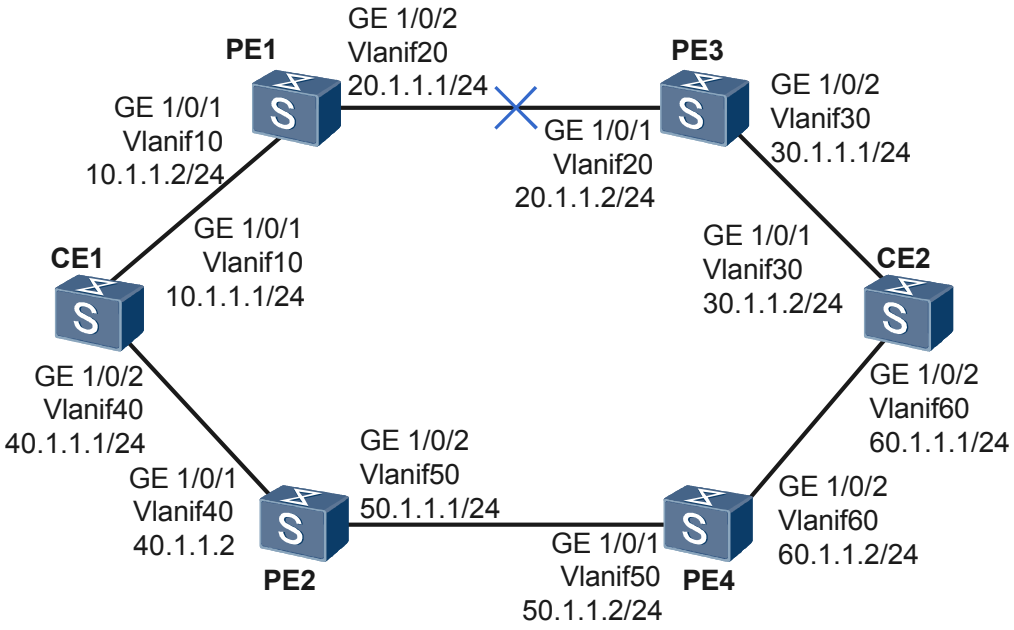
配置 BFD 状态与 BFD 状态联动示例

组网需求

如图 6-217 所示，CE 和 PE 设备均为支持 BFD 的设备，PE 之间、PE 和 CE 之间配置 BFD、CE1 和 CE2 分别双归接入 PE1、PE2、PE3、PE4。正常情况下，流量的经主用路径为 CE1→PE1→PE3→CE2 转发。当 PE1 和 PE3 之间出现链路故障时，则 PE1 和 PE3 通过故障传递将故障传递至 CE1 和 CE2，流量切换至备用路径 CE1→PE2→PE4→CE2 转发。

此时可部署 BFD 和 BFD 联动功能，当 PE 间的 BFD 检测到故障时，通过 OAM 管理模块和 BFD 协议报文将故障消息传递到远端 CE 设备，使 CE 感知故障，将流量切换至备份链路。

图 6-217 配置 BFD 状态与 BFD 状态联动



配置思路

采用如下思路配置 BFD 状态与 BFD 状态联动。

1. 在 CE1 和 PE1、PE1 和 PE3、PE3 和 CE2 之间建立 BFD 会话。
2. 在 PE1 上配置 CE1 和 PE1 之间 BFD 会话、PE1 和 PE3 之间 BFD 会话双向故障传递机制。
3. 在 PE3 上配置 PE1 和 PE3 之间 BFD 会话、PE3 和 CE2 之间 BFD 会话双向故障传递机制。

说明

本例中的 PE 和 CE 设备均为 S9700 设备。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需要准备如下数据：

- 各接口允许通过的 VLAN
- BFD 检测的对端 IP 地址
- 发送和接收 BFD 控制报文的本端接口
- BFD Session 的本地标识符和远端标识符

BFD 控制报文的最小发送间隔、最小接收间隔、本地检测倍数等都使用缺省值。

操作步骤

步骤 1 配置 IP 地址

配置各接口允许通过的 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如**图 6-217** 所示。

具体配置过程略。

步骤 2 配置路由协议

本例使用 OSPF 协议

在 CE 和 PE 上运行 OSPF，为了使流量从路径 CE1→PE1→PE3→CE2 上传输，将 CE1 的 VLANIF 40 和 CE2 的 VLANIF 60 的 OSPF 开销值改大（例如，改为 10）。

#配置 PE1

```
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] area 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

PE2、PE3、PE4 的配置与 PE1 类似，具体配置步骤略。

#配置 CE1

```
[CE1] ospf 1
[CE1-ospf-1] area 0.0.0.0
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 40.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[CE1-ospf-1] quit
[CE1] interface vlanif 40
[CE1-Vlanif40] ospf cost 10
[CE1-Vlanif40] quit
```

#配置 CE2

```
[CE2] ospf 1
[CE2-ospf-1] area 0.0.0.0
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 60.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 110.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[CE2-ospf-1] quit
[CE2] interface vlanif 60
[CE2-Vlanif60] ospf cost 10
[CE2-Vlanif60] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

在 CE1 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 CE1 去往 110.1.1.0/24 的路由出接口为 VLANIF 10。即，流量从主路径上传输。

```
[CE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15        Routes : 15

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
        10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      10.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        20.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  10.1.1.2        Vlanif10
        30.1.1.0/24  OSPF   10   3           D  110.1.1.2       Vlanif10
        40.1.1.0/24  Direct 0    0           D  40.1.1.2        Vlanif40
        40.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      40.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        50.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  40.1.1.2        Vlanif40
        60.1.1.0/24  OSPF   10   3           D  40.1.1.2        Vlanif40
      110.1.1.0/24   OSPF   10   4           D  10.1.1.2        Vlanif10
       127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 3 配置 BFD 会话

#配置 CE1

```
[CE1] bfd
[CE1-bfd] quit
[CE1] bfd ce1tope1 peer-ip 10.1.1.2 interface vlanif 10
[CE1-bfd-session-ce1tope1] discriminator local 10
[CE1-bfd-session-ce1tope1] discriminator remote 11
[CE1-bfd-session-ce1tope1] quit
```

#配置 PE1

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] bfd pe1toce1 peer-ip 10.1.1.1 interface vlanif 10
[PE1-bfd-session-pe1toce1] discriminator local 11
[PE1-bfd-session-pe1toce1] discriminator remote 10
[PE1-bfd-session-pe1toce1] quit
[PE1] bfd pe1tope3 peer-ip 20.1.1.2 interface vlanif 20
[PE1-bfd-session-pe1tope3] discriminator local 13
[PE1-bfd-session-pe1tope3] discriminator remote 31
[PE1-bfd-session-pe1tope3] quit
```

#配置 PE3

```
[PE3] bfd
[PE3-bfd] quit
[PE3] bfd pe3toce2 peer-ip 30.1.1.2 interface vlanif 30
[PE3-bfd-session-pe3toce2] discriminator local 32
[PE3-bfd-session-pe3toce2] discriminator remote 23
[PE3-bfd-session-pe3toce2] quit
[PE3] bfd pe3tope1 peer-ip 20.1.1.1 interface vlanif 20
[PE3-bfd-session-pe3tope1] discriminator local 31
[PE3-bfd-session-pe3tope1] discriminator remote 13
[PE3-bfd-session-pe3tope1] quit
```

#配置 CE2

```
[CE2] bfd
[CE2-bfd] quit
[CE2] bfd ce2tope3 peer-ip 30.1.1.1 interface vlanif 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2-bfd-session-ce2tope3] discriminator local 23
[CE2-bfd-session-ce2tope3] discriminator remote 32
[CE2-bfd-session-ce2tope3] quit
```

配置完成后，在 PE 或者 CE 设备上执行 **display bfd session all**，可以看到对应 BFD 会话的状态为 UP，以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bfd session all
--------------------------------------------------------------------------------
Local Remote PeerIpAddr      State     Type        InterfaceName
--------------------------------------------------------------------------------
11    10     10.1.1.1        Up        S_IP_IF     Vlanif10
13    31     20.1.1.2        Up        S_IP_IF     Vlanif20
--------------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

步骤 4 配置 BFD 与 BFD 状态联动

在 PE1 和 PE3 上配置 BFD 状态联动

#配置 PE1

```
[PE1] oam-mgr
[PE1-oam-mgr] oam-bind bfd-session 11 bfd-session 13
[PE1-oam-mgr] quit
```

#配置 PE3

```
[PE3] oam-mgr
[PE3-oam-mgr] oam-bind bfd-session 31 bfd-session 32
[PE3-oam-mgr] quit
```

步骤 5 检查配置结果

在 PE1 的 GE1/0/2 接口上执行 **shutdown**，模拟链路故障

在 PE1 或者 PE3 执行命令 **display bfd session peer-ip** 查看与对端建立的 BFD 会话的状态。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bfd session all
--------------------------------------------------------------------------------
Local Remote PeerIpAddr      State     Type        InterfaceName
--------------------------------------------------------------------------------
13    31     20.1.1.2        Down      S_IP_IF     Vlanif20
--------------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

在 CE1 或者 CE3 上执行命令 **display bfd session all verbose** 命令查看 bfd 会话状态显示为 Down，以 CE1 的显示为例：

```
[CE1]display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096      (One Hop) State : Down      Name : celtope1
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 10              Remote Discriminator   : 11
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(Vlanif10)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 10.1.1.2
  NextHop Ip Address     : 10.1.1.2
  Bind Interface         : Vlanif10
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 1000            Actual Rx Interval (ms): 1000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : -
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
 Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  WTR Interval (ms)      : -
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : ETHOAM
  Session TX TmrID       : 16392            Session Detect TmrID   : -
  Session Init TmrID     : -                Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0 | OAMF-1
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 0/1
```

在 CE1 上执行 **display ip routing table** 查看 CE1 去往 CE2 的路由，去往 **110.1.1.0/24** 的下一跳为 40.1.1.2，流量经备用链路转发。

```
[CE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15       Routes : 15

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif10
        10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      10.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        20.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  10.1.1.2        Vlanif10
        30.1.1.0/24  OSPF   10   3           D  110.1.1.2       Vlanif10
        40.1.1.0/24  Direct 0    0           D  40.1.1.2        Vlanif40
        40.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      40.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        50.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  40.1.1.2        Vlanif40
        60.1.1.0/24  OSPF   10   3           D  40.1.1.2        Vlanif40
      110.1.1.0/24   OSPF   10   13          D  40.1.1.2        Vlanif40
       127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10 40 100
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.252
 ospf cost 10
#
interface Vlanif100
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
bfd celtope1 bind peer-ip 10.1.1.2 interface Vlanif10
 discriminator local 10
 discriminator remote 11
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 30 60 110
#
 bfd
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif60
 ip address 60.1.1.1 255.255.255.252
 ospf cost 10
#
interface Vlanif110
 ip address 110.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 110
 port hybrid untagged vlan 110
#
bfd ce2tope3 bind peer-ip 30.1.1.1 interface Vlanif30
 discriminator local 23
 discriminator remote 32
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 60.1.1.0 0.0.0.255
  network 110.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 bfd
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bfd peltoce1 bind peer-ip 10.1.1.1 interface Vlanif10
 discriminator local 11
 discriminator remote 10
#
bfd peltope3 bind peer-ip 20.1.1.2 interface Vlanif20
 discriminator local 13
 discriminator remote 31
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
oam-mgr
 oam-bind ingress bfd-session 11 egress bfd-session 13
 oam-bind ingress bfd-session 13 egress bfd-session 11
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 20 30
#
 bfd
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bfd pe3tope1 bind peer-ip 20.1.1.1 interface Vlanif20
 discriminator local 31
 discriminator remote 13
#
bfd pe3toce2 bind peer-ip 30.1.1.2 interface Vlanif30
 discriminator local 32
 discriminator remote 23
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
oam-mgr
 oam-bind ingress bfd-session 31 egress bfd-session 32
 oam-bind ingress bfd-session 32 egress bfd-session 31
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 50
#
 bfd
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif50
 ip address 50.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
  network 50.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE4 的配置文件

```
#
 sysname PE4
#
 vlan batch 50 60
#
 bfd
#
interface Vlanif50
 ip address 50.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif60
 ip address 60.1.1.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 50.1.1.0 0.0.0.255
  network 60.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

6.6.4 RRPP 配置

RRPP(Rapid Ring Protection Protocol)具有收敛速度快，收敛时间与环网上节点数无关等特点。

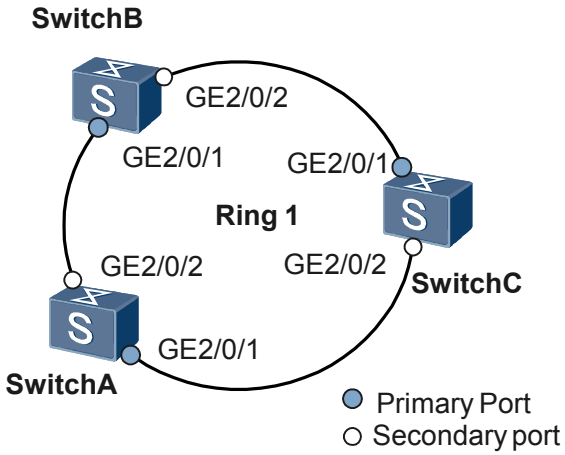
华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 RRPP 单环示例

组网需求

如图 6-218 所示，SwitchA、SwitchB、SwitchC 都支持 RRPP 功能。将 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 配置为域 1 的环 1。要求对 VLAN100 ～ VLAN300 的数据进行保护。主控制 VLAN 的 VLAN ID 是 20。

图 6-218 配置 RRPP 单环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 单环示例：

1. 配置实例 1 映射 VLAN100 ～ 300。
2. 将 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 配置为域为 1 的环 1。
3. 配置 SwitchA 为环 1 的主节点，SwitchB 和 SwitchC 为环 1 的传输节点。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- RRPP 接口的接口编号
- 环 1 的控制 VLAN ID

操作步骤

步骤 1 配置实例 1 映射 VLAN100 ～ VLAN300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] stp region-configuration
[SwitchA-mst-region] instance 1 vlan 20 21 100 to 300
[SwitchA-mst-region] active region-configuration
[SwitchA-mst-region] quit
```

SwitchB 和 SwitchC 配置过程和 SwitchA 一样，此处不再赘述。

版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 2 创建 RRPP 域，同时创建域的控制 VLAN

配置环 1 的主节点 SwitchA 的域为 1，主控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20。

```
[SwitchA] rrpp domain 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] control-vlan 20
[SwitchA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置环 1 的传输节点 SwitchB 的域为 1，主控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] rrpp domain 1
[SwitchB-rrpp-domain-region1] control-vlan 20
[SwitchB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置环 1 的传输节点 SwitchC 的域为 1，控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] control-vlan 20
[SwitchC-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 3 将即将加入 RRPP 环的接口配置为 Trunk 类型接口，允许 VLAN 100 ～ 300 通过，并去使能接口的 STP 功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/2] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/2] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] stp disable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/2] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/2] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/2] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

步骤 4 配置保护 VLAN，并创建 RRPP 环

版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchA 配置保护 VLAN，并配置 SwitchA 为 RRPP 环 1 的主节点，并指定主副接口。

```
[SwitchA] rrpp domain 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/2 level 0
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchA-rrpp-domain-region1] quit
```

在 SwitchB 配置保护 VLAN，并配置 SwitchB 为 RRPP 主环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[SwitchB] rrpp domain 1
[SwitchB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 2/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/2 level 0
[SwitchB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchB-rrpp-domain-region1] quit
```

在 SwitchC 配置保护 VLAN，并配置 SwitchC 为 RRPP 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 2/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/2 level 0
[SwitchC-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchC-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 5 使能 RRPP 协议

在完成配置 RRPP 环后，需要在环上的每个节点上使能 RRPP 协议，这样 RRPP 环才能够被激活，配置步骤如下：

配置 SwitchA 上 RRPP 协议使能。

```
[SwitchA] rrpp enable
```

配置 SwitchB 上 RRPP 协议使能。

```
[SwitchB] rrpp enable
```

配置 SwitchC 上 RRPP 协议使能。

```
[SwitchC] rrpp enable
```

步骤 6 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 SwitchA 为例。

- 在 SwitchA 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchA> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 20    sub 21
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                    Port                    Enabled
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
------------------------------------------------------------------------------
1       0       M         GigabitEthernet2/0/1     GigabitEthernet2/0/2     Yes
```

可以看到 SwitchA 的 RRPP 协议状态使能了，在域 1 中的主控制 Vlan 为 20，子控制 Vlan 为 21，SwitchA 为主环 1 中的主节点。主端口为 GigabitEthernet2/0/1，副端口为 GigabitEthernet2/0/2。

- 在 SwitchA 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

  # 查看 SwitchA 上域 1 中的详细信息。

```
<SwitchA> display rrpp verbose domain 1
Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 20    sub 21
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Master
Ring State     : Complete
Is Enabled     : Enable    Is Active : Yes
Primary port   : GigabitEthernet2/0/1        Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet2/0/2        Port status: BLOCKED
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 vlan batch 20 to 21 100 to 300
#
 rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 20 to 21 100 to 300
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet 2/0/1 secondary-port GigabitEthernet
2/0/2 level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
 vlan batch 20 to 21 100 to 300
#
 rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 20 to 21 100 to 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 2/0/1 secondary-port GigabitEthernet
2/0/2 level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 to 21 100 to 300
#
 rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 20 to 21 100 to 300
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 2/0/1 secondary-port GigabitEthernet
2/0/2 level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
return
```

配置 RRPP 单实例相交环示例（国标版本）

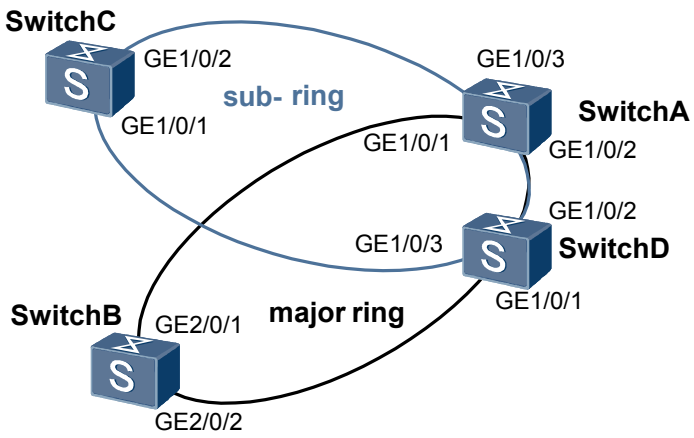
组网需求

如图 6-219 所示，SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 都支持 RRPP 功能，将 SwitchA、SwitchB 和 SwitchD 配置为域 1 的主环 1；将 SwitchA、SwitchC 和 SwitchD 配置为域 1 的子环 2。其中 SwitchA 和 SwitchD 为域 1 子环 2 的边缘传输节点。

主控制 VLAN ID 为 10。该 RRPP 环传送 VLAN2 ～ 9 的用户数据。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-219 RRPP 单实例相交环示例（国标版本）



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 单实例相交环示例（国标版本）：

1. 将 SwitchA、SwitchB 和 SwitchD 配置为域 1 的主环 1。主控制 VLAN 为 10。主环和子环上允许通过的业务流量所属 VLAN ID 为 2 ～ 9。
2. 将 SwitchA、SwitchC 和 SwitchD 配置为域 1 的子环 2。
3. 配置 SwitchB 为主环主节点，SwitchA 和 SwitchD 为主环传输节点。
4. 配置 SwitchC 为子环主节点，SwitchA 和 SwitchD 为子环边缘传输节点。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 加入 RRPP 环的接口编号
- 控制 VLAN ID 和数据 VLAN ID

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchB 为主环主节点。

在 SwitchB 上创建数据 VLAN 2 ～ 9。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 2 to 9
```

配置实例 1，映射允许通过的 VLAN 和保护 VLAN。

```
[SwitchB] stp region-configuration
[SwitchB-mst-region] instance 1 vlan 2 to 11
[SwitchB-mst-region] active region-configuration
[SwitchB-mst-region] quit
```

配置 SwitchB 的域 1，主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 实例为 1。

```
[SwitchB] rrpp enable
[SwitchB] rrpp domain 1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchB-rrpp-domain-region1] quit
```

去使能即将加入 RRPP 环中的接口的 STP 功能，并配置 RRPP 端口为 Trunk 口，并允许 VLAN2 ～ VLAN9 通过。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet2/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] stp disable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

配置 SwitchB 的 RRPP 工作模式为国标版本。

```
[SwitchB] rrpp work-mode gb
```

配置 RRPP 主环主节点主副端口。

```
[SwitchB] rrpp domain 1
[SwitchB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/2 level 0
[SwitchB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchB-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 2 配置 SwitchC 为子环主节点。

在 SwitchC 上创建数据 VLAN 2 ～ 9。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan batch 2 to 9
```

配置实例 1，映射允许通过的 VLAN 和保护 VLAN。

```
[SwitchC] stp region-configuration
[SwitchC-mst-region] instance 1 vlan 2 to 11
[SwitchC-mst-region] active region-configuration
[SwitchC-mst-region] quit
```

配置 SwitchC 域 1，主控制 VLAN 为 10,保护 VLAN 实例为 1。

```
[SwitchC] rrpp enable
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] quit
```

去使能即将加入 RRPP 环中的接口的 STP 功能，并将 RRPP 端口配置为 Trunk 类型，并允许 VLAN2 ～ VLAN9 通过。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 SwitchC 的 RRPP 工作模式为国标版本。

```
[SwitchC] rrpp work-mode gb
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 RRPP 子环主节点主副端口。

```
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/1 secondary-port gigabitethernet 1/0/2 level 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[SwitchC-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 3 配置 SwitchA 为主环传输节点，子环边缘节点。

在 SwitchA 上创建数据 VLAN 2 ～ 9。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 2 to 9
```

配置实例 1，映射允许通过的 VLAN 和保护 VLAN。

```
[SwitchA] stp region-configuration
[SwitchA-mst-region] instance 1 vlan 2 to 11
[SwitchA-mst-region] active region-configuration
[SwitchA-mst-region] quit
```

配置 SwitchA 域 1，主控制 VLAN 为 10,保护 VLAN 实例为 1。

```
[SwitchA] rrpp enable
[SwitchA] rrpp domain 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] quit
```

去使能即将加入 RRPP 环中的接口的 STP 功能，并将 RRPP 端口配置为 Trunk 类型，并允许 VLAN2 ～ VLAN9 通过。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 SwitchA 的 RRPP 工作模式为国标版本。

```
[SwitchA] rrpp work-mode gb
```

配置 RRPP 主环传输节点主副端口。

```
[SwitchA] rrpp domain 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/2 secondary-port gigabitethernet 1/0/1 level 0
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 RRPP 子环边缘传输节点的边缘端口。

```
[SwitchA] rrpp domain 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 1/0/3
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[SwitchA-rrpp-domain-region1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 4 配置 SwitchD 为主环传输节点，子环边缘节点。

在 SwitchD 上创建数据 VLAN 2 ～ 9。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] vlan batch 2 to 9
```

配置实例 1，映射允许通过的 VLAN 和保护 VLAN。

```
[SwitchD] stp region-configuration
[SwitchD-mst-region] instance 1 vlan 2 to 11
[SwitchD-mst-region] active region-configuration
[SwitchD-mst-region] quit
```

配置 SwitchD 域 1，主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 实例为 1。

```
[SwitchD] rrpp enable
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchD-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] quit
```

去使能即将加入 RRPP 环中的接口的 STP 功能，并将 RRPP 端口配置为 Trunk 类型。

```
[SwitchD] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet1/0/3
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 SwitchD 的 RRPP 工作模式为国标版本。

```
[SwitchD] rrpp work-mode gb
```

配置 RRPP 主环传输节点主副端口。

```
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/2 secondary-port gigabitethernet 1/0/1 level 0
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchD-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 RRPP 子环边缘传输节点的边缘端口。

```
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 1/0/3
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[SwitchD-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 5 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。

- 在 SwitchB 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchB> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , EM - Edge Master, ET - Edge Transit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: GB
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1

Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary              Secondary/Edge        Is
 ID  Level      Mode     Port                 Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1   0          M        GigabitEthernet2/0/1  GigabitEthernet2/0/2  Yes
```

可以看到 SwitchB 上的 RRPP 协议已经使能，主控制 VLAN 为 10，子控制 VLAN 为 11，SwitchB 为主环主节点，主端口为 GE2/0/1，副端口为 GE2/0/2。

- 在 SwitchB 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchB> display rrpp verbose domain 1
Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Master
Ring State     : Complete
Is Enabled     : Enable    Is Active : Yes
Primary port   : GigabitEthernet2/0/1        Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet2/0/2        Port status: BLOCKED
```

可以看到环为完整状态，主节点的副端口被阻塞。

- 在 SwitchC 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchC> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , EM - Edge Master, ET - Edge Transit

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: GB
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary              Secondary/Edge        Is
 ID  Level      Mode     Port                 Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 2   1          M        GigabitEthernet1/0/1  GigabitEthernet1/0/2  Yes
```

可以看到 SwitchC 的 RRPP 协议状态使能了，主控制 VLAN 为 10，子控制 VLAN 为 11，SwitchC 子环主节点，主端口为 GE1/0/1，副端口为 GE1/0/2。

- 在 SwitchC 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchC> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 2
Ring Level    : 1
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/1        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/2        Port status: BLOCKED
```


版权所有 © 华为技术有限公司

可以看到子环为完整状态，子环主节点的副端口被阻塞。

- 在 SwitchA 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchA> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , EM - Edge Master, ET - Edge Transit

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: GB
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary              Secondary/Edge        Is
 ID    Level    Mode     Port                 Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------
 1     0        T        GigabitEthernet1/0/2  GigabitEthernet1/0/1  Yes
 2     1        ET       GigabitEthernet1/0/2  GigabitEthernet1/0/3  Yes
                         GigabitEthernet1/0/1
```

可以看到 SwitchA 的 RRPP 协议状态使能了，主控制 VLAN 为 10，子控制 VLAN 为 11，SwitchA 为主环 1 中的传输节点。主端口为 GE10/2，副端口为 GE1/0/1。

同时，SwitchA 为子环 2 中的边缘传输节点，边缘端口为 GE1/0/3。

- 在 SwitchA 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchA> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : Linkup
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/2        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/1        Port status: UP

RRPP Ring     : 2
Ring Level    : 1
Node Mode     : Edge Transit
Ring State    : Linkup
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Secondary port: GigabitEthernet1/0/3        Port status: UP
```

- 在 SwitchD 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchD> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , EM - Edge Master, ET - Edge Transit

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: GB
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary              Secondary/Edge        Is
 ID     Level   Mode     Port                 Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------
 1      0       T        GigabitEthernet1/0/2  GigabitEthernet1/0/1  Yes
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
2       1       ET       GigabitEthernet1/0/2  GigabitEthernet1/0/3  Yes
                         GigabitEthernet1/0/1
```

可以看到 SwitchD 的 RRPP 协议状态使能了，主控制 VLAN 为 10，子控制 VLAN 为 11，SwitchD 为主环 1 中的传输节点，主端口为 GE1/0/2，副端口为 GE1/0/1；同时，SwitchD 为子环 2 中的边缘传输节点，边缘端口为 GE1/0/3。

- 在 SwitchD 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchD> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : Linkup
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/2         Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/1         Port status: UP

RRPP Ring     : 2
Ring Level    : 1
Node Mode     : Edge Transit
Ring State    : Linkup
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/2         Port status: UP
                GigabitEthernet1/0/1         Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/3         Port status: UP
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 vlan batch 1 to 11
#
rrpp enable
rrpp working-mode GB
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 2 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port Gigabitethernet1/0/2 secondary-port
Gigabitethernet1/0/1 level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode transit secondary-port Gigabitethernet1/0/3
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 9 11
 stp disable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
 vlan batch 1 to 11
#
rrpp enable
rrpp working-mode GB
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 2 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port Gigabitethernet2/0/1 secondary-port Gigabitethernet2/0/2
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
sysname SwitchC
#
 vlan batch 1 to 11
#
rrpp enable
rrpp working-mode GB
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 2 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 2 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/1 secondary-port GigabitEthernet1/0/2
level 1
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 9 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 9 11
 stp disable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
sysname SwitchD
#
 vlan batch 1 to 11
#
rrpp enable
rrpp working-mode GB
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 2 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/2 secondary-port
GigabitEthernet1/0/1 level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet1/0/3
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 9 11
 stp disable
#
return
```

配置 RRPP 单实例相交环示例（华为版本）

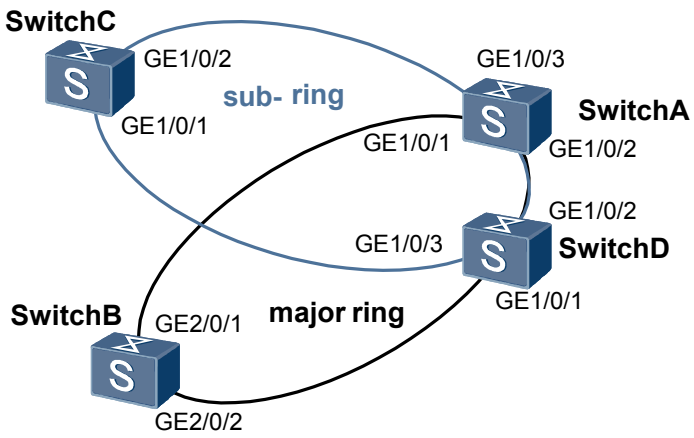
组网需求

如图 6-220 所示，SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 都支持 RRPP 功能，将 SwitchA、SwitchB 和 SwitchD 配置为域 1 的主环 1；将 SwitchA、SwitchC 和 SwitchD 配置为域 1 的子环 2。其中 SwitchA 为域 1 子环 2 的边缘节点，SwitchD 为域 1 子环 2 的辅助边缘节点。

主控制 VLAN ID 为 10。该 RRPP 环传送 VLAN2 ～ 9 的用户数据。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-220 RRPP 单实例相交环示例（华为版本）



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 单实例相交环示例（华为版本）：

1. 将 SwitchA、SwitchB 和 SwitchD 配置为域 1 的主环 1。主控制 VLAN 为 10。主环和子环上允许通过的业务流量所属 VLAN ID 为 2 ～ 9。
2. 将 SwitchA、SwitchC 和 SwitchD 配置为域 1 的子环 2。
3. 配置 SwitchB 为主环主节点，SwitchA 和 SwitchD 为主环传输节点。
4. 配置 SwitchC 为子环主节点，SwitchA 为子环边缘节点，SwitchD 为子环辅助边缘节点。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 加入 RRPP 环的接口编号
- 控制 VLAN ID 和数据 VLAN ID

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchB 为主环主节点。

在 SwitchB 上创建数据 VLAN2 ～ VLAN9。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 2 to 9
```

配置实例 1，映射允许通过的 VLAN 和保护 VLAN。

```
[SwitchB] stp region-configuration
[SwitchB-mst-region] instance 1 vlan 2 to 11
[SwitchB-mst-region] quit
```

配置 SwitchB 的域 1，主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 实例为 1。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] rrpp enable
[SwitchB] rrpp domain 1
[SwitchB-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchB-rrpp-domain-region1] quit
```

去使能即将加入 RRPP 环中的接口的 STP 功能，并配置 RRPP 端口为 Trunk 口，并允许 VLAN2 ～ VLAN9 通过。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] stp disable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

配置 RRPP 主环主节点主副端口。

```
[SwitchB] rrpp domain 1
[SwitchB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/2 level 0
[SwitchB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchB-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 2 配置 SwitchC 为子环主节点。

在 SwitchC 上创建数据 VLAN2 ～ VLAN9。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan batch 2 to 9
```

配置实例 1，映射允许通过的 VLAN 和保护 VLAN。

```
[SwitchC] stp region-configuration
[SwitchC-mst-region] instance 1 vlan 2 to 11
[SwitchC-mst-region] quit
```

配置 SwitchC 域 1，主控制 VLAN 为 10,保护 VLAN 实例为 1。

```
[SwitchC] rrpp enable
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] quit
```

去使能即将加入 RRPP 环中的接口的 STP 功能，并将 RRPP 端口配置为 Trunk 类型，并允许 VLAN2 ～ VLAN9 通过。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置 RRPP 子环主节点主副端口。

```
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/1 secondary-port gigabitethernet 1/0/2 level 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchC-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[SwitchC-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 3 配置 SwitchA 为主环传输节点，子环边缘传输节点。

在 SwitchA 上创建数据 VLAN2 ～ VLAN9。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 2 to 9
```

配置实例 1，映射允许通过的 VLAN 和保护 VLAN。

```
[SwitchA] stp region-configuration
[SwitchA-mst-region] instance 1 vlan 2 to 11
[SwitchA-mst-region] quit
```

配置 SwitchA 域 1，主控制 VLAN 为 10,保护 VLAN 实例为 1。

```
[SwitchA] rrpp enable
[SwitchA] rrpp domain 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] quit
```

去使能即将加入 RRPP 环中的接口的 STP 功能，并将 RRPP 端口配置为 Trunk 类型，并允许 VLAN2 ～ VLAN9 通过。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 RRPP 主环传输节点主副端口。

```
[SwitchA] rrpp domain 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/2 secondary-port gigabitethernet 1/0/1 level 0
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 RRPP 子环边缘传输节点的公共端口和边缘端口。

```
[SwitchA] rrpp domain 1
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode edge common-port gigabitethernet 1/0/2 edge-port gigabitethernet 1/0/3
[SwitchA-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[SwitchA-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 4 配置 SwitchD 为主环传输节点，子环辅助边缘节点。

在 SwitchD 上创建数据 VLAN2 ～ VLAN9。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] vlan batch 2 to 9
```

配置实例 1，映射允许通过的 VLAN 和保护 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchD] stp region-configuration
[SwitchD-mst-region] instance 1 vlan 2 to 11
[SwitchD-mst-region] quit
```

配置 SwitchD 域 1，主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 实例为 1。

```
[SwitchD] rrpp enable
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchD-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] quit
```

去使能即将加入 RRPP 环中的接口的 STP 功能，并将 RRPP 端口配置为 Trunk 类型。

```
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/3
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 2 to 9
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/3] stp disable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

配置 RRPP 主环传输节点主副端口。

```
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/2 secondary-port gigabitethernet 1/0/1 level 0
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchD-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 RRPP 子环辅助边缘节点的公共端口和边缘端口。

```
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode assistant-edge common-port gigabitethernet 1/0/2 edge-port gigabitethernet 1/0/3
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[SwitchD-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 5 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。

- 在 SwitchB 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchB> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common        Secondary/Edge        Is
 ID  Level      Mode     Port                  Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1   0          M        GigabitEthernet2/0/1  GigabitEthernet2/0/2  Yes
```


版权所有 © 华为技术有限公司

可以看到 SwitchB 上的 RRPP 协议已经使能，主控制 VLAN 为 10，子控制 VLAN 为 11，SwitchB 为主环主节点，主端口为 GE2/0/1，副端口为 GE2/0/2。

- 在 SwitchB 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchB> display rrpp verbose domain 1
Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Master
Ring State     : Complete
Is Enabled     : Enable    Is Active : Yes
Primary port   : GigabitEthernet2/0/1        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/2        Port status: BLOCKED
```

可以看到环为完整状态，主节点的副端口被阻塞。

- 在 SwitchC 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchC> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common        Secondary/Edge        Is
 ID  Level      Mode     Port                  Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 2   1          M        GigabitEthernet1/0/1  GigabitEthernet1/0/2  Yes
```

可以看到 SwitchC 的 RRPP 协议状态使能了，主控制 VLAN 为 10，子控制 VLAN 为 11，SwitchC 子环主节点，主端口为 GE1/0/1，副端口为 GE1/0/2。

- 在 SwitchC 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchC> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 2
Ring Level    : 1
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/1        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/2        Port status: BLOCKED
```

可以看到子环为完整状态，子环主节点的副端口被阻塞。

- 在 SwitchA 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchA> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common        Secondary/Edge        Is
 ID    Level    Mode     Port                  Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0        T        GigabitEthernet1/0/2  GigabitEthernet1/0/1  Yes
 2     1        E        GigabitEthernet1/0/2  GigabitEthernet1/0/3  Yes
```

可以看到 SwitchA 的 RRPP 协议状态使能了，主控制 VLAN 为 10，子控制 VLAN 为 11，SwitchA 为主环 1 中的传输节点。主端口为 GE10/2，副端口为 GE1/0/1。

同时，SwitchA 为子环 2 中的边缘节点，公共端口为 GE1/0/2，边缘端口为 GE1/0/3。

- 在 SwitchA 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchA> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : Linkup
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/2        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/1        Port status: UP

RRPP Ring     : 2
Ring Level    : 1
Node Mode     : Edge
Ring State    : Linkup
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Common port   : GigabitEthernet1/0/2        Port status: UP
Edge port     : GigabitEthernet1/0/3        Port status: UP
```

- 在 SwitchD 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchD> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common        Secondary/Edge        Is
 ID     Level   Mode     Port                  Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       T        GigabitEthernet1/0/2  GigabitEthernet1/0/1  Yes
 2      1       A        GigabitEthernet1/0/2  GigabitEthernet1/0/3  Yes
```

可以看到 SwitchD 的 RRPP 协议状态使能了，主控制 VLAN 为 10，子控制 VLAN 为 11，SwitchD 为主环 1 中的传输节点，主端口为 GE1/0/2，副端口为 GE1/0/1；同时，SwitchD 为子环 2 中的辅助边缘节点，公共端口为 GE1/0/2，边缘端口为 GE1/0/3。

- 在 SwitchD 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
<SwitchD> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : Linkup
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/2        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/1        Port status: UP

RRPP Ring     : 2
Ring Level    : 1
Node Mode     : Assistant-edge
Ring State    : Linkup
Is Enabled    : Enable    Is Active : Yes
Common port   : GigabitEthernet1/0/2        Port status: UP
Edge port     : GigabitEthernet1/0/3        Port status: UP
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 vlan batch 2 to 11
#
rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 2 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port Gigabitethernet1/0/2 secondary-port
Gigabitethernet1/0/1 level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode edge common-port Gigabitethernet1/0/2 edge-port Gigabitethernet1/0/3
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 9 11
 stp disable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
 vlan batch 2 to 11
#
rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 2 to 11
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port Gigabitethernet2/0/1 secondary-port Gigabitethernet2/0/2
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
sysname SwitchC
#
 vlan batch 2 to 11
#
rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 2 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 2 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/1 secondary-port GigabitEthernet1/0/2
level 1
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 9 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 9 11
 stp disable
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
sysname SwitchD
#
 vlan batch 2 to 11
#
rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 2 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/2 secondary-port
GigabitEthernet1/0/1 level 0
 ring 1 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

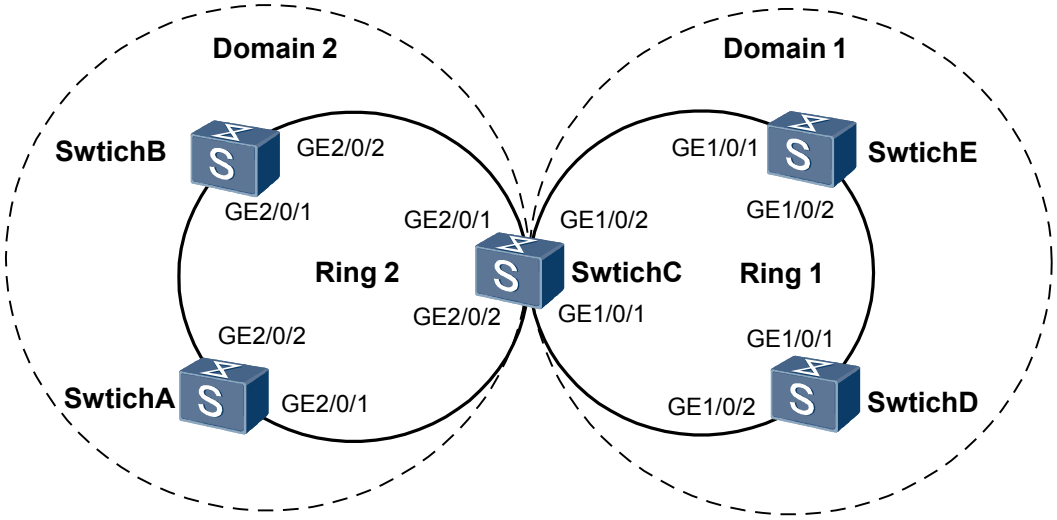
```
 ring 2 node-mode assistant-edge common-port GigabitEthernet1/0/2 edge-port
GigabitEthernet1/0/3
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 9 11
 stp disable
#
return
```

配置 RRPP 相切环示例

组网需求

如图 6-221 所示，SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchE 和 SwitchD 都支持 RRPP 功能，将 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 配置为域 2 的环 2,主控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20；将 SwitchC、SwitchE 和 SwitchD 配置为域 1 的环 1,主控制 VLAN 的 VLAN ID 为 10。两个环相切于节点 SwitchC。

图 6-221 配置 RRPP 相切环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 相切环示例：

1. 创建实例，将控制 VLAN 加入保护 VLAN 列表。
2. 将 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 配置为域为 2 的环 2。

版权所有 © 华为技术有限公司

3. 将 SwitchC、SwitchE 和 SwitchD 配置为域为 1 的环 1。
4. 配置 SwitchA 为环 2 的主节点，SwitchB 和 SwitchC 为环 2 的传输节点。
5. 配置 SwitchE 为环 1 的主节点，SwitchC 和 SwitchD 为环 1 的传输节点。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- RRPP 接口的接口编号
- 环 1 和 2 的控制 VLAN ID

操作步骤

步骤 1 创建实例，将控制 VLAN 加入保护 VLAN 列表。

配置 SwitchA

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] stp region-configuration
[SwitchA-mst-region] instance 2 vlan 20 to 21
[SwitchA-mst-region] active region-configuration
[SwitchA-mst-region] quit
```

配置 SwitchB

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] stp region-configuration
[SwitchB-mst-region] instance 2 vlan 20 to 21
[SwitchB-mst-region] active region-configuration
[SwitchB-mst-region] quit
```

配置 SwitchC

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] stp region-configuration
[SwitchC-mst-region] instance 1 vlan 10 to 11
[SwitchC-mst-region] instance 2 vlan 20 to 21
[SwitchC-mst-region] active region-configuration
[SwitchC-mst-region] quit
```

配置 SwitchD

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] stp region-configuration
[SwitchD-mst-region] instance 1 vlan 10 to 11
[SwitchD-mst-region] active region-configuration
[SwitchD-mst-region] quit
```

配置 SwitchE

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchE
[SwitchE] stp region-configuration
[SwitchE-mst-region] instance 1 vlan 10 to 11
[SwitchE-mst-region] active region-configuration
[SwitchE-mst-region] quit
```

步骤 2 创建 RRPP 域，同时创建域的控制 VLAN 和保护 VLAN

配置环 1 的主节点 SwitchE 的域为 1，控制 VLAN 的 VLAN ID 为 10，保护实例 1 的 VLAN 列表。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchE] rrpp domain 1
[SwitchE-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchE-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchE-rrpp-domain-region1] quit
```

配置环 1 的传输节点 SwitchC 的域为 1，控制 VLAN 的 VLAN ID 为 10,保护实例 1 的 VLAN 列表。

```
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置环 1 的传输节点 SwitchD 的域为 1，主控制 VLAN 的 VLAN ID 为 10,保护实例 1 的 VLAN 列表。

```
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] control-vlan 10
[SwitchD-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] quit
```

配置环 2 的主节点 SwitchA 的域为 2，主控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20,保护实例 2 的 VLAN 列表。

```
[SwitchA] rrpp domain 2
[SwitchA-rrpp-domain-region2] control-vlan 20
[SwitchA-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[SwitchA-rrpp-domain-region2] quit
```

配置环 2 的传输节点 SwitchB 的域为 2，主控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20,保护实例 2 的 VLAN 列表。

```
[SwitchB] rrpp domain 2
[SwitchB-rrpp-domain-region2] control-vlan 20
[SwitchB-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[SwitchB-rrpp-domain-region2] quit
```

配置环 2 的传输节点 SwitchC 的域为 2，控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20,保护实例 2 的 VLAN 列表。

```
[SwitchC] rrpp domain 2
[SwitchC-rrpp-domain-region2] control-vlan 20
[SwitchC-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[SwitchC-rrpp-domain-region2] quit
```

步骤 3 设置 RRPP 域定时器的值

说明

因为两个相切环处于不同的域内，所以相切点的定时器可以针对性地配置两个。

配置环 1 主节点 SwitchE 的定时器。

```
[SwitchE] rrpp domain 1
[SwitchE-rrpp-domain-region1] timer hello-timer 2 fail-timer 7
```

配置环 1 传输节点 SwitchD 的定时器。

```
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] timer hello-timer 2 fail-timer 7
```

配置环 1 传输节点 SwitchC 的定时器。

```
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] timer hello-timer 2 fail-timer 7
```

配置环 2 主节点 SwitchA 的定时器。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] rrpp domain 2
[SwitchA-rrpp-domain-region2] timer hello-timer 3 fail-timer 10
```

配置环 2 传输节点 SwitchB 的定时器。

```
[SwitchB] rrpp domain 2
[SwitchB-rrpp-domain-region2] timer hello-timer 3 fail-timer 10
```

配置环 2 传输节点 SwitchC 的定时器。

```
[SwitchC] rrpp domain 2
[SwitchC-rrpp-domain-region2] timer hello-timer 3 fail-timer 10
```

步骤 4 去使能即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能

去使能 SwitchA 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/2] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

去使能 SwitchB 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] stp disable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

去使能 SwitchC 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/2] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/2] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

去使能 SwitchE 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。

```
[SwitchE] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchE-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchE-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchE] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchE-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchE-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

去使能 SwitchD 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。

```
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/2
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] stp disable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 5 创建 RRPP 环

配置环 2 上的节点，步骤如下：

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchA 为 RRPP 环 2 的主节点，并指定主副接口。

```
[SwitchA] rrpp domain 2
[SwitchA-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/2 level 0
[SwitchA-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
[SwitchA-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 SwitchB 为 RRPP 主环 2 的传输节点，并指定主副接口。

```
[SwitchB] rrpp domain 2
[SwitchB-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode transit primary-port gigabitethernet 2/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/2 level 0
[SwitchB-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
[SwitchB-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 SwitchC 为 RRPP 环 2 的传输节点，并指定主副接口。

```
[SwitchC] rrpp domain 2
[SwitchC-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode transit primary-port gigabitethernet 2/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/2 level 0
[SwitchC-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
[SwitchC-rrpp-domain-region2] quit
```

配置环 1 上的节点，步骤如下：

配置 SwitchE 为 RRPP 主环 1 的主节点，并指定主副接口。

```
[SwitchE] rrpp domain 1
[SwitchE-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/1 secondary-port gigabitethernet 1/0/2 level 0
[SwitchE-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchE-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 SwitchC 为 RRPP 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[SwitchC] rrpp domain 1
[SwitchC-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/1 secondary-port gigabitethernet 1/0/2 level 0
[SwitchC-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 SwitchD 为 RRPP 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[SwitchD] rrpp domain 1
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/1 secondary-port gigabitethernet 1/0/2 level 0
[SwitchD-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[SwitchD-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 6 使能 RRPP 协议

在完成配置 RRPP 环后，需要在环上的每个节点上使能 RRPP 协议，这样 RRPP 环才能够被激活，配置步骤如下：

使能 SwitchA 上 RRPP 协议。

```
[SwitchA] rrpp enable
```

使能 SwitchB 上 RRPP 协议。

```
[SwitchB] rrpp enable
```

使能 SwitchC 上 RRPP 协议。

```
[SwitchC] rrpp enable
```

使能 SwitchE 上 RRPP 协议。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchE] rrpp enable
```

使能 SwitchD 上 RRPP 协议。

```
[SwitchD] rrpp enable
```

步骤 7 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以相切点 SwitchC 为例。

- 在 SwitchC 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[SwitchC] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 2

Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 2 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 7 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common        Secondary/Edge        Is
 ID     Level   Mode     Port                  Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       T        GigabitEthernet1/0/1  GigabitEthernet1/0/2  Yes

Domain Index   : 2
Control VLAN   : major 20    sub 21
Protected VLAN : Reference Instance 2
Hello Timer    : 3 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 10 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common        Secondary/Edge        Is
 ID     Level   Mode     Port                  Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 2      0       T        GigabitEthernet2/0/1  GigabitEthernet2/0/2  Yes
```

可以看到 SwitchC 的 RRPP 协议状态使能了，在域 1 中的主控制 VLAN 为 10，子控制 Vlan 为 11，SwitchC 为主环 1 中的传输节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/1，副端口为 GigabitEthernet1/0/2。

同时，SwitchC 在域 2 中的主控制 Vlan 为 20，子控制 Vlan 为 21，SwitchC 为主环 2 中的传输节点。主端口为 GigabitEthernet2/0/1，副端口为 GigabitEthernet2/0/2。

- 在 SwitchC 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

查看 SwitchC 上域 1 中的详细信息。

```
[SwitchC] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 2 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 7 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Transit
Ring State     : Linkup
Is Enabled     : Enable    Is Active : Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/1        Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet1/0/2        Port status: UP
```

查看 SwitchC 上域 2 中的详细信息。

```
[SwitchC] display rrpp verbose domain 2
Domain Index   : 2
Control VLAN   : major 20    sub 21
Protected VLAN : Reference Instance 2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Hello Timer    : 3 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 10 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 2
Ring Level     : 0
Node Mode      : Transit
Ring State     : Linkup
Is Enabled     : Enable    Is Active : Yes
Primary port   : GigabitEthernet2/0/1        Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet2/0/2        Port status: UP
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
vlan batch 20 to 21
#
rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 2 vlan 20 to 21
  active region-configuration
#
rrpp domain 2
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 2
 timer hello-timer 3 fail-timer 10
 ring 2 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/1 secondary-port GigabitEthernet2/0/2
level 0
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid tagged vlan 20 to 21
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port hybrid tagged vlan 20 to 21
 stp disable
#
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
vlan batch 20 to 21
#
rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 2 vlan 20 to 21
  active region-configuration
#
rrpp domain 2
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 2
 timer hello-timer 3 fail-timer 10
 ring 2 node-mode transit primary-port GigabitEthernet2/0/1 secondary-port
GigabitEthernet2/0/2 level 0
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid tagged vlan 20 to 21
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid tagged vlan 20 to 21
 stp disable
#
return
#
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
sysname SwitchC
#
vlan batch 10 to 11 20 to 21
#
rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 10 to 11
  instance 2 vlan 20 to 21
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 timer hello-timer 2 fail-timer 7
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/1 secondary-port
GigabitEthernet1/0/2 level 0
 ring 1 enable
#
rrpp domain 2
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 2
 timer hello-timer 3 fail-timer 10
 ring 2 node-mode transit primary-port GigabitEthernet2/0/1 secondary-port
GigabitEthernet2/0/2 level 0
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 pport hybrid tagged vlan 10 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid tagged vlan 20 to 21
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port hybrid tagged vlan 20 to 21
 stp disable
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
sysname SwitchD
#
vlan batch 10 to 11
#
 rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 10 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 timer hello-timer 2 fail-timer 7
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/1 secondary-port
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
GigabitEthernet1/0/2 level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 to 11
 stp disable
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
sysname SwitchE
#
vlan batch 10 to 11
#
rrpp enable
#
 stp region-configuration
  instance 1 vlan 10 to 11
  active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 1
 timer hello-timer 2 fail-timer 7
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/1 secondary-port GigabitEthernet1/0/2
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid tagged vlan 10 to 11
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid tagged vlan 10 to 11
 stp disable
#
return
```

配置 RRPP 多实例单环示例

组网需求

如图 6-222 所示，UPE A、UPE B、UPE C 和 PE-AGG 组成 RRPP 多实例单环。

组网中有域 1 环 1 和域 2 环 1 两个环。

从 CE 处接入的 VLAN 范围是 VLAN100 ～ 300。域 1 和域 2 对 VLAN100 ～ 300 的报文进行负载分担。域 1 传输 VLAN100 ～ 200 的报文，域 2 传输 VLAN201 ～ 300 的报文。

域 1 和域 2 中的保护 VLAN 以及保护 VLAN 所属实例详见表 6-9。

表 6-9 实例与保护 VLAN 的映射关系表

Domain ID	Control VLAN ID	Instance ID of Control VLAN	Data VLAN ID	Instance ID of Data VLAN
域 1	VLAN 5、VLAN 6	Instance 1	VLAN 100 ～ 200	Instance 1

版权所有 © 华为技术有限公司

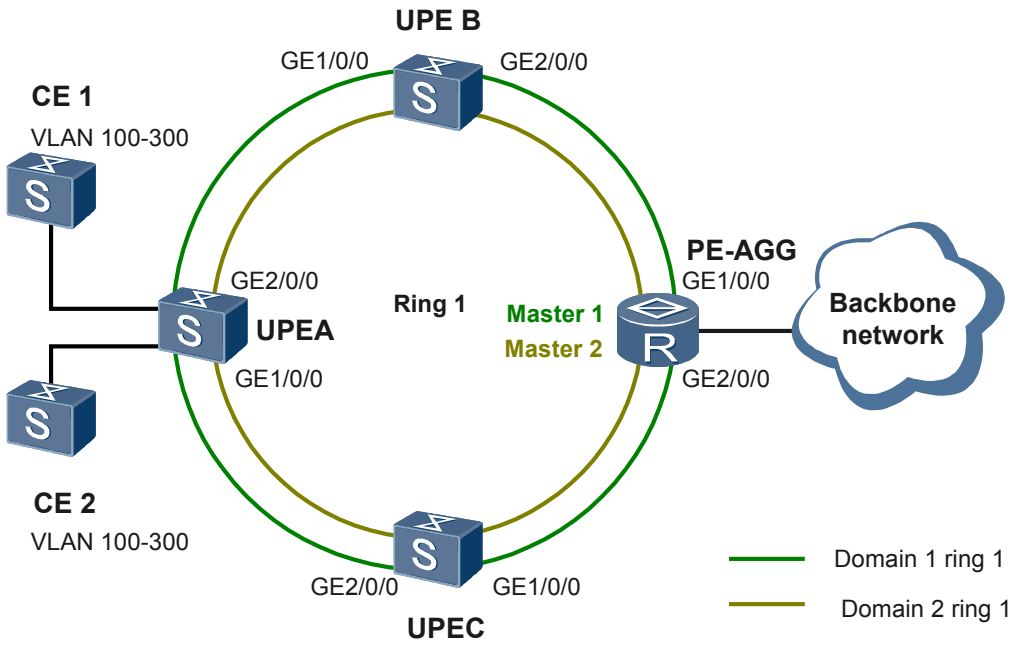
Domain ID	Control VLAN ID	Instance ID of Control VLAN	Data VLAN ID	Instance ID of Data VLAN
域 2	VLAN 10、VLAN 11	Instance 2	VLAN 201 ～ 300	Instance 2

两个环中的主节点以及主节点上的主、副端口详见表 6-10。

表 6-10 主节点以及主、副端口信息表

Ring ID	Master Node	Primary Port	Secondary Port
域 1 环 1	PE-AGG	GE1/0/0	GE2/0/0
域 2 环 1	PE-AGG	GE2/0/0	GE1/0/0

图 6-222 配置 RRPP 多实例单环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 多实例单环示例：

1. 配置实例 1 映射 VLAN100 ～ 200。配置实例 2 映射 VLAN201 ～ 300。
2. 将 UPE A、UPE B、UPE C 和 PE-AGG 配置为域 1 的环 1。
3. 将 UPE A、UPE B、UPE C 和 PE-AGG 配置为域 2 的环 1。
4. 配置域 1 和域 2 的保护 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

5. 配置域 1 和域 2 的控制 VLAN。
6. 配置 PE-AGG 为域 1 环 1 的主节点，UPE A、UPE B、UPE C 为传输节点。
7. 配置 PE-AGG 为域 2 环 1 的主节点，UPE A、UPE B、UPE C 为传输节点。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 实例 ID
- 保护 VLAN 范围
- 控制 VLAN ID
- RRPP 接口的接口编号

操作步骤

步骤 1 创建实例

- 配置 UPE A

在 UPE A 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEA
[UPEA] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEA] stp region-configuration
[UPEA-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEA-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEA-mst-region] active region-configuration
[UPEA-mst-region] quit
```

- 配置 UPE B

在 UPE B 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEB
[UPEB] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEB] stp region-configuration
[UPEB-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEB-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEB-mst-region] active region-configuration
[UPEB-mst-region] quit
```

- 配置 UPE C

在 UPE C 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEC
[UPEC] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEC] stp region-configuration
[UPEC-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEC-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEC-mst-region] active region-configuration
[UPEC-mst-region] quit
```

- 配置 PE-AGG

在 PE-AGG 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE-AGG
[PE-AGG] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[PE-AGG] stp region-configuration
[PE-AGG-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[PE-AGG-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[PE-AGG-mst-region] active region-configuration
[PE-AGG-mst-region] quit
```

- 检查配置结果

经过以上配置，执行以下操作查看实例与 VLAN 的映射关系，以 UPEA 为例。

```
[UPEA] display stp region-configuration
 Oper configuration
   Format selector    :0
   Region name        :00e0cd568d00
   Revision level     :0

   Instance   Vlans Mapped
      0       1 to 4, 7 to 9, 12 to 99, 301 to 4094
      1       5 to 6, 100 to 200
      2       10 to 11, 201 to 300
```

步骤 2 配置加入 RRPP 环的端口

- 配置 UPE A

去使能 UPE A 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEA] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEA] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE B

去使能 UPE B 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEB] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE C

去使能 UPE C 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEC] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEC] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 PE-AGG

去使能 PE-AGG 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[PE-AGG] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE-AGG] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 创建 RRPP 域，配置保护 VLAN 和控制 VLAN。

- 配置 UPE A

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEA] rrpp domain 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEA-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE B

版权所有 © 华为技术有限公司

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE C

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 PE-AGG

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[PE-AGG] rrpp domain 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[PE-AGG] rrpp domain 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] quit
```

步骤 4 创建 RRPP 环

- 配置 UPE A

配置 UPE A 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE A 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEA] rrpp domain 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEA-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEA-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE B

配置 UPE B 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE B 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE C

配置 UPE C 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE C 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 PE-AGG

配置 PE-AGG 为域 1 环 1 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[PE-AGG] rrpp domain 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 PE-AGG 为域 2 环 1 的主节点，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[PE-AGG] rrpp domain 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/0 secondary-port gigabitethernet 1/0/0 level 0
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] quit
```

步骤 5 使能 RRPP 协议

在完成配置 RRPP 环后，需要在环上的每个节点上使能 RRPP 协议，这样 RRPP 环才能够被激活，配置步骤如下：

- 配置 UPE A

使能 RRPP 协议。

```
[UPEA] rrpp enable
```

- 配置 UPE B

使能 RRPP 协议。

```
[UPEB] rrpp enable
```

- 配置 UPE C

使能 RRPP 协议。

```
[UPEC] rrpp enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 PE-AGG

使能 RRPP 协议。

```
[PE-AGG] rrpp enable
```

步骤 6 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 UPE A 和 PE-AGG 为例。

- 在 UPE A 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[UPEA] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 2

Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID    Level  Mode  Port                    Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      T     GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0    Yes

Domain Index   : 2
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 2
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID    Level  Mode  Port                    Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      T     GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0    Yes
```

可以看到 UPE A 的上已经使能了 RRPP 协议。

在域 1 中的主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1，UPEA 为环 1 的传输节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

在域 2 中的主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 为 Instance 2，UPEA 为环 1 的传输节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

- 在 PE-AGG 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[PE-AGG] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 2

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                    Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       M        GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0    Yes
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Domain Index  : 2
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN: Reference Instance 2
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common           Secondary/Edge        Is
 ID     Level   Mode     Port                     Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0        M       GigabitEthernet2/0/0     GigabitEthernet1/0/0  Yes
```

可以看到 PE-AGG 上已经使能了 RRPP 协议。

在域 1 中的主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1，PE-AGG 为环 1 的主节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

在域 2 中的主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 为 Instance 2，PE-AGG 为环 1 的主节点。主端口为 GigabitEthernet2/0/0，副端口为 GigabitEthernet1/0/0。

- 在 UPE A 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

查看 UPE A 在域 1 中的详细信息。

```
[UPEA] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: UP
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。UPE A 在域 1 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。

查看 UPE A 在域 2 中的详细信息。

```
[UPEA] display rrpp verbose domain 2
Domain Index  : 2
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN: Reference Instance 2
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: UP
```

可以看到域 2 的控制 VLAN 是 VLAN10，保护 VLAN 是 Instance 2。UPE A 在域 2 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。

- 在 PE-AGG 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

查看 PE-AGG 在域 1 中的详细信息。

```
[PE-AGG] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable                        Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0          Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0          Port status: BLOCKED
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。

PE-AGG 在域 1 中是主节点，节点状态为 Complete。

主端口是 GigabitEthernet1/0/0，副端口是 GigabitEthernet2/0/0。

查看 PE-AGG 在域 2 中的详细信息。

```
[PE-AGG] display rrpp verbose domain 2
Domain Index  : 2
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN: Reference Instance 2
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable                        Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet2/0/0          Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/0          Port status: BLOCKED
```

可以看到域 2 的控制 VLAN 是 VLAN10，保护 VLAN 是 Instance 2。

PE-AGG 在域 2 中是主节点，节点状态为 Complete。

主端口是 GigabitEthernet2/0/0，副端口是 GigabitEthernet1/0/0。

----结束

配置文件

- UPE A 的配置文件

```
#
sysname UPEA
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE B 的配置文件

```
#
sysname UPEB
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE C 的配置文件

```
#
sysname UPEC
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- PE-AGG 的配置文件

```
#
sysname PE-AGG
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0 level
0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/0 secondary-port GigabitEthernet1/0/0 level
0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

配置 RRPP 多实例相交环示例（国标版本）

组网需求

如图 6-223 所示，UPEA、UPEB、UPEC、UPED 和 PE-AGG 组成 RRPP 多实例主环：域 1 环 1 和域 2 环 1。

CE1、UPEB 和 UPEC 组成 2 个子环：域 1 环 2、域 2 环 2。CE1 与主环相交于 UPEB 和 UPEC 的 GE3/0/0。UPEB、UPEC 为边缘传输节点。

版权所有 © 华为技术有限公司

CE2、UPEB 和 UPEC 组成 2 个子环：域 1 环 3、域 2 环 3。CE2 与主环相交于 UPEB 和 UPEC 的 GE3/0/1。UPEB、UPEC 为边缘传输节点。

从 CE 处接入的 VLAN 范围是 VLAN100 ～ 300。域 1 和域 2 对 VLAN100 ～ 300 的报文进行负载分担。域 1 传输 VLAN100 ～ 200 的报文，域 2 传输 VLAN201 ～ 300 的报文。

域 1 和域 2 中的保护 VLAN 以及保护 VLAN 所属实例详见表 6-11。

表 6-11 实例与保护 VLAN 的映射关系表

Domain ID	Control VLAN	Instance ID of Control VLAN	Data VLAN	Instance ID of Data VLAN
域 1	VLAN 5、VLAN 6	Instance 1	VLAN 100 ～ 200	Instance 1
域 2	VLAN 10、VLAN 11	Instance 2	VLAN 201 ～ 300	Instance 2

6 个环中的主节点以及主节点上的主、副端口详见表 6-12。

表 6-12 主节点以及主、副端口信息表

Ring ID	Master Node	Primary Port	Secondary Port	Ring Type
域 1 环 1	PE-AGG	GE1/0/0	GE2/0/0	Major ring
域 2 环 1	PE-AGG	GE2/0/0	GE1/0/0	Major ring
域 1 环 2	CE1	GE1/0/0	GE2/0/0	Sub ring
域 2 环 2	CE1	GE2/0/0	GE1/0/0	Sub ring
域 1 环 3	CE2	GE1/0/0	GE2/0/0	Sub ring
域 2 环 3	CE2	GE2/0/0	GE1/0/0	Sub ring

4 个子环中的边缘传输节点、边缘端口见表 6-13。

表 6-13 边缘传输节点以及边缘端口信息表

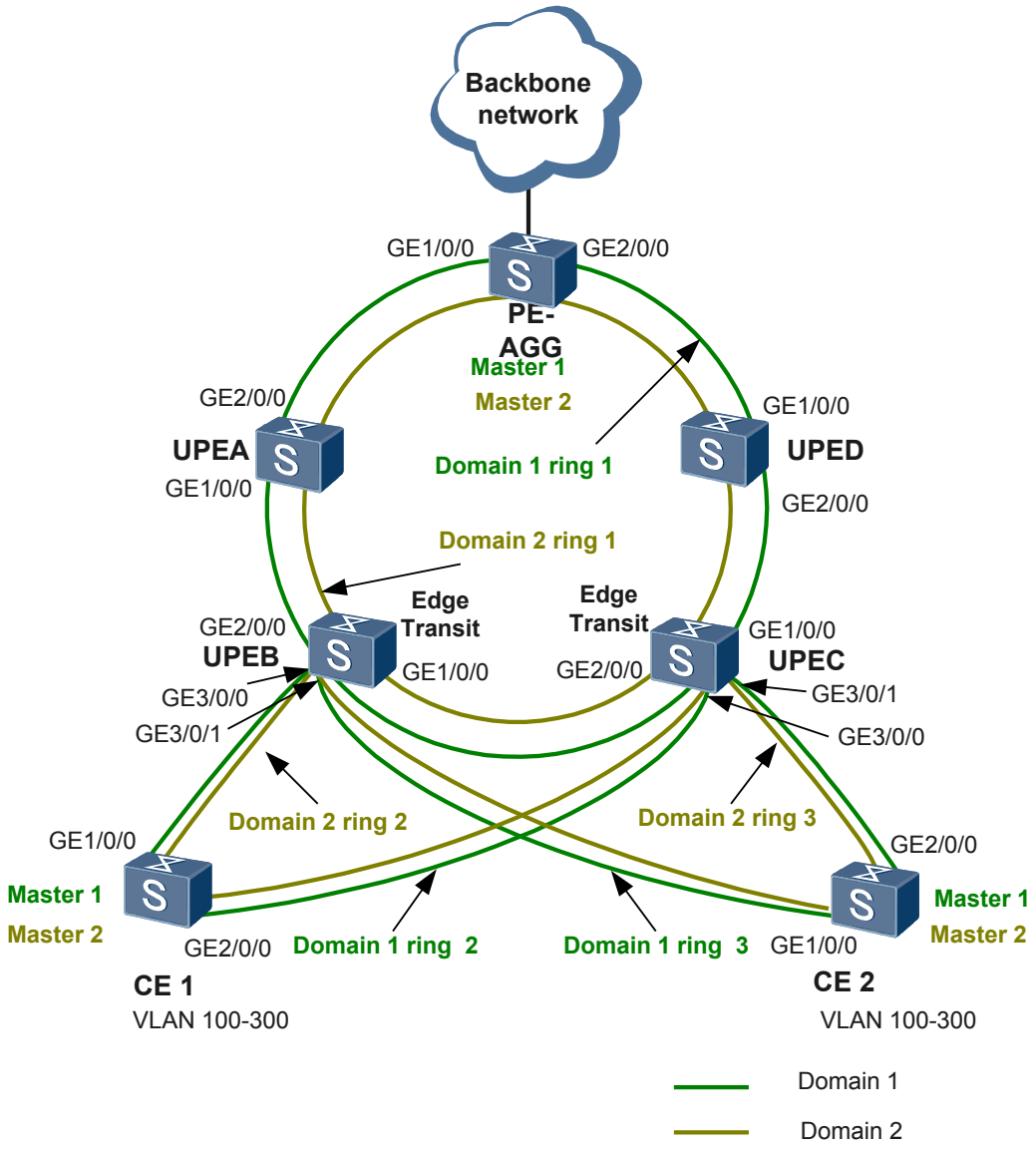
Ring ID	Edge-Transit Node	Edge Port	Edge-Transit Node	Edge Port
域 1 环 2	UPEB	GE3/0/0	UPEC	GE3/0/0
域 1 环 3	UPEB	GE3/0/1	UPEC	GE3/0/1
域 2 环 2	UPEB	GE3/0/0	UPEC	GE3/0/0

版权所有 © 华为技术有限公司

Ring ID	Edge-Transit Node	Edge Port	Edge-Transit Node	Edge Port
域 2 环 3	UPEB	GE3/0/1	UPEC	GE3/0/1

为防止拓扑振荡，在主节点上配置链路 Up 时延定时器。

图 6-223 配置 RRPP 多实例相交环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 多实例相交环示例：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置实例 1 映射 VLAN100 ～ 200。配置实例 2 映射 VLAN201 ～ 300。
2. 将 UPEA、UPEB、UPEC、UPED 和 PE-AGG 配置为域 1 的环 1 和域 2 的环 1。
3. 将 CE1、UPEB、UPEC 配置为域 1 的环 2 和域 2 的环 2。
4. 将 CE2、UPEB、UPEC 配置为域 1 的环 3 和域 2 的环 3。
5. 配置域 1 和域 2 的保护 VLAN。
6. 配置域 1 和域 2 的控制 VLAN。
7. 配置 PE-AGG 为域 1 环 1 和域 2 环 1 的主节点，UPEA、UPEB、UPEC、UPED 为传输节点。
8. 配置 CE1 为域 1 环 2 和域 2 环 2 的主节点，UPEB、UPEC 为边缘传输节点。
9. 配置 CE2 为域 1 环 3 和域 2 环 3 的主节点，UPEB、UPEC 为边缘传输节点。
10. 启动链路 Up 时延定时器。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 实例 ID
- 保护 VLAN 范围
- 控制 VLAN ID
- RRPP 接口的接口编号
- 链路 Up 时延定时器值

操作步骤

步骤 1 创建实例

- 配置 CE 1

在 CE1 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE1
[CE1] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[CE1] stp region-configuration
[CE1-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[CE1-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[CE1-mst-region] active region-configuration
[CE1-mst-region] quit
```

- 配置 CE 2

在 CE2 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE2
[CE2] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2] stp region-configuration
[CE2-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[CE2-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
[CE2-mst-region] quit
```

激活配置。

```
[CE2-mst-region] active region-configuration
```

- 配置 UPE A

在 UPE A 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEA
[UPEA] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEA] stp region-configuration
[UPEA-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEA-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEA-mst-region] active region-configuration
[UPEA-mst-region] quit
```

- 配置 UPE B

在 UPE B 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEB
[UPEB] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
<UPEB> system-view
[UPEB] stp region-configuration
[UPEB-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEB-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEB-mst-region] active region-configuration
[UPEB-mst-region] quit
```

- 配置 UPE C

在 UPE C 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEC
[UPEC] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
<UPEC> system-view
[UPEC] stp region-configuration
[UPEC-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```


版权所有 © 华为技术有限公司

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEC-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEC-mst-region] active region-configuration
[UPEC-mst-region] quit
```

- 配置 UPE D

在 UPE D 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPED
[UPED] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPED] stp region-configuration
[UPED-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPED-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPED-mst-region] active region-configuration
[UPED-mst-region] quit
```

- 配置 PE-AGG

在 PE-AGG 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE-AGG
[PE-AGG] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
<PE-AGG> system-view
[PE-AGG] stp region-configuration
[PE-AGG-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[PE-AGG-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[PE-AGG-mst-region] active region-configuration
[PE-AGG-mst-region] quit
```

- 检查配置结果

经过以上配置，执行以下操作查看实例与 VLAN 的映射关系，以 UPE A 为例。

```
<UPEA> display stp region-configuration
 Oper configuration
   Format selector    :0
   Region name        :00e0cd568d00
   Revision level     :0

Instance   Vlans Mapped
   0       1 to 4, 7 to 9, 12 to 99, 301 to 4094
   1       5 to 6, 100 to 200
   2       10 to 11, 201 to 300
```

步骤 2 配置加入 RRPP 环的端口

版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 CE1

去使能 CE1 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 CE2

去使能 CE2 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE A

去使能 UPE A 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEA] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEA] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE B

去使能 UPE B 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEB] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 3/0/0
[UPEB-GigabitEthernet3/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet3/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet3/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet3/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 3/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPEB-GigabitEthernet3/0/1] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet3/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet3/0/1] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet3/0/1] quit
```

- 配置 UPE C

去使能 UPE C 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEC] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEC] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] quit
[UPEC] interface gigabitethernet 3/0/0
[UPEC-GigabitEthernet3/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet3/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet3/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet3/0/0] quit
[UPEC] interface gigabitethernet 3/0/1
[UPEC-GigabitEthernet3/0/1] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet3/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet3/0/1] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet3/0/1] quit
```

- 配置 UPE D

去使能 UPE D 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPED] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPED] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 PE-AGG

去使能 PE-AGG 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[PE-AGG] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE-AGG] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 创建 RRPP 域，配置保护 VLAN 和控制 VLAN。

- 配置 CE1

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[CE1] rrpp working-mode gb
[CE1] rrpp domain 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[CE1-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[CE1-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[CE1] rrpp domain 2
[CE1-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[CE1-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[CE1-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 CE2

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[CE2] rrpp working-mode gb
[CE2] rrpp domain 1
[CE2-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[CE2-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[CE2-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[CE2] rrpp domain 2
[CE2-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[CE2-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[CE2-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE A

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEA] rrpp working-mode gb
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEA] rrpp domain 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEA-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE B

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEB] rrpp working-mode gb
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE C

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEC] rrpp working-mode gb
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE D

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPED] rrpp working-mode gb
[UPED] rrpp domain 1
[UPED-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPED-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPED-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPED] rrpp domain 2
[UPED-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPED-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPED-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 PE-AGG

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[PE-AGG] rrpp working-mode gb
[PE-AGG] rrpp domain 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[PE-AGG] rrpp domain 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] quit
```

步骤 4 创建 RRPP 环

- 配置 CE1

配置 CE1 为域 1 环 2 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[CE1] rrpp domain 1
[CE1-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port
gigabitethernet 2/0/0 level 1
[CE1-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[CE1-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 CE1 为域 2 环 2 的主节点，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[CE1] rrpp domain 2
[CE1-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/0 secondary-port
gigabitethernet 1/0/0 level 1
[CE1-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
[CE1-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 CE2

配置 CE2 为域 1 环 3 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[CE2] rrpp domain 1
[CE2-rrpp-domain-region1] ring 3 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port
gigabitethernet 2/0/0 level 1
[CE2-rrpp-domain-region1] ring 3 enable
[CE2-rrpp-domain-region1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 CE2 为域 2 环 3 的主节点，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[CE2] rrpp domain 2
[CE2-rrpp-domain-region2] ring 3 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/0 secondary-port gigabitethernet 1/0/0 level 1
[CE2-rrpp-domain-region2] ring 3 enable
[CE2-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE A

配置 UPE A 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE A 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEA] rrpp domain 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEA-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEA-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE B

配置 UPE B 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE B 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 UPE B 为域 1 环 2 的边缘传输节点，边缘端口为 GE3/0/0。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 3/0/0
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE B 为域 2 环 2 的边缘传输节点，边缘端口为 GE3/0/0。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 3/0/0
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 UPE B 为域 1 环 3 的边缘传输节点，边缘端口为 GE3/0/1。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 3 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 3/0/1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 3 enable
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE B 为域 2 环 3 的边缘传输节点，边缘端口为 GE3/0/1。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 3 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 3/0/1
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 3 enable
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 UPE C

配置 UPE C 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE C 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 UPE C 为域 1 环 2 的边缘传输节点，边缘端口为 GE3/0/0。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 3/0/0
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE C 为域 2 环 2 的边缘传输节点，边缘端口为 GE3/0/0。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 3/0/0
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 UPE C 为域 1 环 3 的边缘传输节点，边缘端口为 GE3/0/1。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 3 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 3/0/1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 3 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE C 为域 2 环 3 的边缘传输节点，边缘端口为 GE3/0/1。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 3 node-mode transit secondary-port gigabitethernet 3/0/1
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 3 enable
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE D

配置 UPE D 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPED] rrpp domain 1
[UPED-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPED-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPED-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE D 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPED] rrpp domain 2
[UPED-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPED-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPED-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 PE-AGG

配置 PE-AGG 为域 1 环 1 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[PE-AGG] rrpp domain 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 PE-AGG 为域 2 环 1 的主节点，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[PE-AGG] rrpp domain 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/0 secondary-port gigabitethernet 1/0/0 level 0
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] quit
```

步骤 5 使能 RRPP 协议

在完成配置 RRPP 环后，需要在环上的每个节点上使能 RRPP 协议，这样 RRPP 环才能够被激活，配置步骤如下：

- 配置 CE1

使能 RRPP 协议。

```
[CE1] rrpp enable
```

- 配置 CE2

使能 RRPP 协议。

```
[CE2] rrpp enable
```

- 配置 UPE A

使能 RRPP 协议。

```
[UPEA] rrpp enable
```

- 配置 UPE B

使能 RRPP 协议。

```
[UPEB] rrpp enable
```

- 配置 UPE C

使能 RRPP 协议。

```
[UPEC] rrpp enable
```

- 配置 UPE D

使能 RRPP 协议。

```
[UPED] rrpp enable
```

- 配置 PE-AGG

使能 RRPP 协议。

```
[PE-AGG] rrpp enable
```

步骤 6 配置链路 Up 时延定时器

- 配置 CE1

设置链路恢复时延为 1 秒。

```
[CE1] rrpp linkup-delay-timer 1
```

- 配置 CE2

设置链路恢复时延为 1 秒。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2] rrpp linkup-delay-timer 1
```

- 配置 PE-AGG

设置链路恢复时延为 1 秒。

```
[PE-AGG] rrpp linkup-delay-timer 1
```

步骤 7 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 UPE B 和 PE-AGG 为例。

- 在 UPE B 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[UPEB] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , EM - Edge Master, ET - Edge Transit

RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: GB
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 2

Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary                 Secondary/Edge           Is
 ID    Level  Mode  Port                    Port                     Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      T     GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0     Yes
 2     1      ET    GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet3/0/0     Yes
                    GigabitEthernet2/0/0
 3     1      ET    GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet3/0/1     Yes
                    GigabitEthernet2/0/0

Domain Index   : 2
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 2
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary                 Secondary/Edge           Is
 ID    Level  Mode  Port                    Port                     Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      T     GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0     Yes
 2     1      ET    GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet3/0/0     Yes
                    GigabitEthernet2/0/0
 3     1      ET    GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet3/0/1     Yes
                    GigabitEthernet2/0/0
```

可以看到 UPE B 的上已经使能了 RRPP 协议。

在域 1 中：

主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1。

UPEB 为环 1 的传输节点，主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

UPEB 为环 2 的边缘传输节点。边缘端口为 GigabitEthernet3/0/0。

UPEB 为环 3 的边缘传输节点。边缘端口为 GigabitEthernet3/0/1。

在域 2 中：

主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 为 Instance 2。

版权所有 © 华为技术有限公司

UPEB 为环 1 的传输节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

UPEB 为环 2 的边缘传输节点。边缘端口为 GigabitEthernet3/0/0。

UPEB 为环 3 的边缘传输节点。边缘端口为 GigabitEthernet3/0/1。

- 在 PE-AGG 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[PE-AGG]display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , EM - Edge Master, ET - Edge Transit

RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: GB
RRPP Linkup Delay Timer: 1 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 2

Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary                  Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                     Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       M         GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0    Yes

Domain Index  : 2
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN: Reference Instance 2
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary                   Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                      Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0        M         GigabitEthernet2/0/0    GigabitEthernet1/0/0   Yes
```

可以看到 PE-AGG 上已经使能了 RRPP 协议，链路 Up 时延设置为 1 秒。

在域 1 中的主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1，PE-AGG 为环 1 的主节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

在域 2 中的主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 为 Instance 2，PE-AGG 为环 1 的主节点。主端口为 GigabitEthernet2/0/0，副端口为 GigabitEthernet1/0/0。

- 在 UPE B 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

查看 UPE B 在域 1 中的详细信息。

```
[UPEB] display rrpp verbose domain 1
Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Transit
Ring State     : LinkUp
Is Enabled     : Enable                              Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/0                Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet2/0/0                Port status: UP

RRPP Ring      : 2
Ring Level     : 1
Node Mode      : Edge Transit
Ring State     : LinkUp
Is Enabled     : Enable                              Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/0                Port status: UP
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
                GigabitEthernet2/0/0              Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet3/0/0             Port status: UP

RRPP Ring      : 3
Ring Level     : 1
Node Mode      : Edge Transit
Ring State     : LinkUp
Is Enabled     : Enable                           Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/0             Port status: UP
                 GigabitEthernet2/0/0             Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet3/0/1             Port status: UP
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。

UPE B 在域 1 环 1 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。

UPE B 在域 1 环 2 中是边缘传输节点，节点状态为 LinkUp。边缘端口是 GE3/0/0。

UPE B 在域 1 环 3 中是边缘传输节点，节点状态为 LinkUp。边缘端口是 GE3/0/1。

查看 UPE B 在域 2 中的详细信息。

```
[UPEB] display rrpp verbose domain 2
Domain Index   : 2
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 2
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Transit
Ring State     : LinkUp
Is Enabled     : Enable                           Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/0             Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet2/0/0             Port status: UP

RRPP Ring      : 2
Ring Level     : 1
Node Mode      : Edge Transit
Ring State     : LinkUp
Is Enabled     : Enable                           Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/0             Port status: UP
                 GigabitEthernet2/0/0             Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet3/0/0             Port status: UP

RRPP Ring      : 3
Ring Level     : 1
Node Mode      : Edge Transit
Ring State     : LinkUp
Is Enabled     : Enable                           Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/0             Port status: UP
                 GigabitEthernet2/0/0             Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet3/0/1             Port status: UP
```

可以看到域 2 的控制 VLAN 是 VLAN10，保护 VLAN 是 Instance 2。

UPE B 在域 2 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。

UPE B 在域 2 环 2 中是边缘传输节点，节点状态为 LinkUp。边缘端口是 GE3/0/0。

UPE B 在域 2 环 3 中是边缘传输节点，节点状态为 LinkUp。边缘端口是 GE3/0/1。

- 在 PE-AGG 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

查看 PE-AGG 在域 1 中的详细信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE-AGG] display rrpp verbose domain 1
Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Master
Ring State     : Complete
Is Enabled     : Enable                              Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/0                Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet2/0/0                Port status: BLOCKED
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。

PE-AGG 在域 1 中是主节点，节点状态为 Complete。

主端口是 GigabitEthernet1/0/0，副端口是 GigabitEthernet2/0/0。

查看 PE-AGG 在域 2 中的详细信息。

```
[PE-AGG] display rrpp verbose domain 2
Domain Index   : 2
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 2
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Master
Ring State     : Complete
Is Enabled     : Enable                              Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet2/0/0                Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet1/0/0                Port status: BLOCKED
```

可以看到域 2 的控制 VLAN 是 VLAN10，保护 VLAN 是 Instance 2。

PE-AGG 在域 2 中是主节点，节点状态为 Complete。

主端口是 GigabitEthernet2/0/0，副端口是 GigabitEthernet1/0/0。

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
sysname CE1
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp working-mode GB
rrpp enable
rrpp linkup-delay-timer 1
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 2 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0 level
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
1
 ring 2 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 2 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/0 secondary-port GigabitEthernet1/0/0 level
1
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
sysname CE2
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp working-mode GB
rrpp enable
rrpp linkup-delay-timer 1
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 3 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0 level
1
 ring 3 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 3 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/0 secondary-port GigabitEthernet1/0/0 level
1
 ring 3 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
Return
```

- UPE A 的配置文件

```
#
sysname UPEA
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp working-mode GB
rrpp enable
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE B 的配置文件

```
#
sysname UPEB
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp working-mode GB
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet3/0/0
 ring 2 enable
 ring 3 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet3/0/1
 ring 3 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet3/0/0
 ring 2 enable
 ring 3 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet3/0/1
 ring 3 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE C 的配置文件

```
#
sysname UPEC
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp working-mode GB
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet3/0/0
 ring 2 enable
 ring 3 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet3/0/1
 ring 3 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet3/0/0
 ring 2 enable
 ring 3 node-mode transit secondary-port GigabitEthernet3/0/1
 ring 3 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 stp disable
#
Return
```

- UPE D 的配置文件

```
#
sysname UPED
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp working-mode GB
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
 rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- PE-AGG 的配置文件

```
#
sysname PE-AGG
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp working-mode GB
rrpp enable
rrpp linkup-delay-timer 1
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0 level
0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/0 secondary-port GigabitEthernet1/0/0 level
0
 ring 1 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

配置 RRPP 多实例相交环示例（华为版本）

组网需求

如图 6-224 所示，UPEA、UPEB、UPEC、UPED 和 PE-AGG 组成 RRPP 多实例主环：域 1 环 1 和域 2 环 1。

CE1、UPEB 和 UPEC 组成 2 个子环：域 1 环 2、域 2 环 2。CE1 与主环相交于 UPEB 和 UPEC 的 GE3/0/0。UPEB 为边缘节点、UPEC 为辅助边缘节点。

CE2、UPEB 和 UPEC 组成 2 个子环：域 1 环 3、域 2 环 3。CE2 与主环相交于 UPEB 和 UPEC 的 GE3/0/1。UPEB 为边缘节点、UPEC 为辅助边缘节点。

从 CE 处接入的 VLAN 范围是 VLAN100 ～ 300。域 1 和域 2 对 VLAN100 ～ 300 的报文进行负载分担。域 1 传输 VLAN100 ～ 200 的报文，域 2 传输 VLAN201 ～ 300 的报文。

域 1 和域 2 中的保护 VLAN 以及保护 VLAN 所属实例详见表 6-14。

表 6-14 实例与保护 VLAN 的映射关系表

Domain ID	Control VLAN ID	Instance ID of Control VLAN	Data VLAN ID	Instance ID of Data VLAN
域 1	VLAN 5、VLAN 6	Instance 1	VLAN 100 ～ 200	Instance 1
域 2	VLAN 10、VLAN 11	Instance 2	VLAN 201 ～ 300	Instance 2

6 个环中的主节点以及主节点上的主、副端口详见表 6-15。

表 6-15 主节点以及主、副端口信息表

Ring ID	Master Node	Primary Port	Secondary Port	Ring Type
域 1 环 1	PE-AGG	GE1/0/0	GE2/0/0	Major ring
域 2 环 1	PE-AGG	GE2/0/0	GE1/0/0	Major ring

版权所有 © 华为技术有限公司

Ring ID	Master Node	Primary Port	Secondary Port	Ring Type
域 1 环 2	CE1	GE1/0/0	GE2/0/0	Sub ring
域 2 环 2	CE1	GE2/0/0	GE1/0/0	Sub ring
域 1 环 3	CE2	GE1/0/0	GE2/0/0	Sub ring
域 2 环 3	CE2	GE2/0/0	GE1/0/0	Sub ring

4 个子环中的边缘节点、辅助边缘节点、公共端口和边缘端口见**表 6-16**。

表 6-16 边缘节点、辅助边缘节点以及公共端口、边缘端口信息表

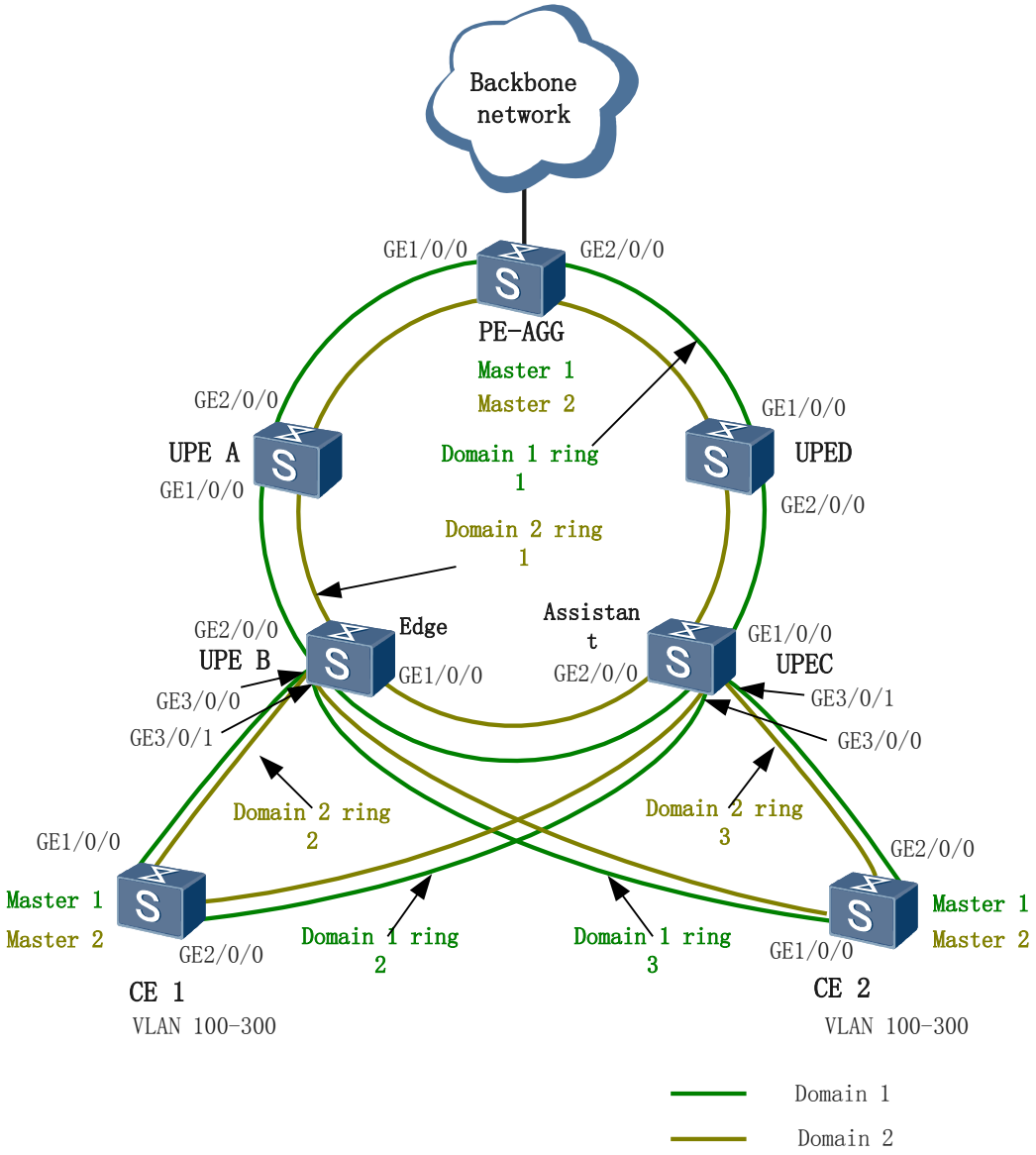
Ring ID	Edge Node	Common Port	Edge Port	Edge-Assistant Node	Common Port	Edge Port
域 1 环 2	UPE B	GE1/0/0	GE3/0/0	UPE C	GE2/0/0	GE3/0/0
域 1 环 3	UPE B	GE1/0/0	GE3/0/1	UPE C	GE2/0/0	GE3/0/1
域 2 环 2	UPE B	GE1/0/0	GE3/0/0	UPE C	GE2/0/0	GE3/0/0
域 2 环 3	UPE B	GE1/0/0	GE3/0/1	UPE C	GE2/0/0	GE3/0/1

为减少 4 个子环的 Edge-Hello 报文都在主环通道中发送，增加有效带宽，将所有子环加入环组。

为防止拓扑振荡，在主节点上配置链路 Up 时延定时器。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-224 配置 RRPP 多实例相交环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 多实例相交环示例：

1. 配置实例 1 映射 VLAN100 ～ 200。配置实例 2 映射 VLAN201 ～ 300。
2. 将 UPEA、UPEB、UPEC、UPED 和 PE-AGG 配置为域 1 的环 1 和域 2 的环 1。
3. 将 CE1、UPEB、UPEC 配置为域 1 的环 2 和域 2 的环 2。
4. 将 CE2、UPEB、UPEC 配置为域 1 的环 3 和域 2 的环 3。
5. 配置域 1 和域 2 的保护 VLAN。
6. 配置域 1 和域 2 的控制 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

7. 配置 PE-AGG 为域 1 环 1 和域 2 环 1 的主节点，UPEA、UPEB、UPEC 为传输节点。
8. 配置 CE1 为域 1 环 2 和域 2 环 2 的主节点，UPEB 为边缘节点、UPEC 为辅助边缘节点。
9. 配置 CE2 为域 1 环 3 和域 2 环 3 的主节点，UPEB 为边缘节点、UPEC 为辅助边缘节点。
10. 配置环组。
11. 启动链路 Up 时延定时器。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 实例 ID
- 保护 VLAN 范围
- 控制 VLAN ID
- RRPP 接口的接口编号
- 环组 ID
- 链路 Up 时延定时器值

操作步骤

步骤 1 创建实例

- 配置 CE1

  # 在 CE1 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

  ```
  <Quidway> system-view
  [Quidway] sysname CE1
  [CE1] vlan batch 100 to 300
  ```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、6 和数据 VLAN100 ～ 200。

  ```
  [CE1] stp region-configuration
  [CE1-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
  ```

  # 创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、11 和数据 VLAN201 ～ 300。

  ```
  [CE1-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
  ```

  # 激活配置。

  ```
  [CE1-mst-region] active region-configuration
  [CE1-mst-region] quit
  ```

- 配置 CE2

  # 在 CE21 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

  ```
  <Quidway> system-view
  [Quidway] sysname CE2
  [CE2] vlan batch 100 to 300
  ```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、6 和数据 VLAN100 ～ 200。

  ```
  [CE2] stp region-configuration
  [CE2-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
  ```

  # 创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、11 和数据 VLAN201 ～ 300。

  ```
  [CE2-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
  ```

  # 激活配置。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2-mst-region] active region-configuration
[CE2-mst-region] quit
```

- 配置 UPE A

  # 在 UPE A 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEA
[UPEA] vlan batch 100 to 300
```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEA] stp region-configuration
[UPEA-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

  # 创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEA-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

  # 激活配置。

```
[UPEA-mst-region] active region-configuration
[UPEA-mst-region] quit
```

- 配置 UPE B

  # 在 UPE B 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEB
[UPEB] vlan batch 100 to 300
```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEB] stp region-configuration
[UPEB-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

  # 创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEB-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

  # 激活配置。

```
[UPEB-mst-region] active region-configuration
[UPEB-mst-region] quit
```

- 配置 UPE C

  # 在 UPE C 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEC
[UPEC] vlan batch 100 to 300
```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEC] stp region-configuration
[UPEC-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

  # 创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEC-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

  # 激活配置。

```
[UPEC-mst-region] active region-configuration
[UPEC-mst-region] quit
```

- 配置 UPE D

  # 在 UPE D 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPED
[UPED] vlan batch 100 to 300
```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPED] stp region-configuration
[UPED-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

  # 创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、11 和数据 VLAN201 ～ 300。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPED-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPED-mst-region] active region-configuration
[UPED-mst-region] quit
```

- 配置 PE-AGG

  # 在 PE-AGG 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE-AGG
[PE-AGG] vlan batch 100 to 300
```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[PE-AGG] stp region-configuration
[PE-AGG-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

  # 创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[PE-AGG-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

  # 激活配置。

```
[PE-AGG-mst-region] active region-configuration
[PE-AGG-mst-region] quit
```

- 检查配置结果

  经过以上配置，执行以下操作查看实例与 VLAN 的映射关系，以 UPEA 为例。

```
[UPEA] display stp region-configuration
 Oper configuration
   Format selector    :0
   Region name        :00e0cd568d00
   Revision level     :0

   Instance   Vlans Mapped
   0          1 to 4, 7 to 9, 12 to 99, 301 to 4094
   1          5 to 6, 100 to 200
   2          10 to 11, 201 to 300
```

步骤 2 配置加入 RRPP 环的端口

- 配置 CE1

  # 去使能 CE1 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 CE2

  # 去使能 CE2 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE A

  # 去使能 UPE A 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEA] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEA] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE B

  # 去使能 UPE B 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEB] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 3/0/0
[UPEB-GigabitEthernet3/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet3/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet3/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet3/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 3/0/1
[UPEB-GigabitEthernet3/0/1] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet3/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet3/0/1] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet3/0/1] quit
```

- 配置 UPE C

  # 去使能 UPE C 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEC] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEC] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] quit
[UPEC] interface gigabitethernet 3/0/0
[UPEC-GigabitEthernet3/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet3/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet3/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet3/0/0] quit
[UPEC] interface gigabitethernet 3/0/1
[UPEC-GigabitEthernet3/0/1] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet3/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet3/0/1] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet3/0/1] quit
```

- 配置 UPE D

版权所有 © 华为技术有限公司

去使能 UPE D 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPED] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPED] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 PE-AGG

  # 去使能 PE-AGG 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[PE-AGG] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE-AGG] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 创建 RRPP 域，配置保护 VLAN 和控制 VLAN。

- 配置 CE1

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[CE1] rrpp domain 1
[CE1-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[CE1-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[CE1-rrpp-domain-region1] quit
```

  # 配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[CE1] rrpp domain 2
[CE1-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[CE1-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[CE1-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 CE2

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[CE2] rrpp domain 1
[CE2-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[CE2-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[CE2-rrpp-domain-region1] quit
```

  # 配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[CE2] rrpp domain 2
[CE2-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[CE2-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[CE2-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE A

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

  # 配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEA] rrpp domain 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPEA-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEA-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE B

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

  # 配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE C

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

  # 配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE D

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPED] rrpp domain 1
[UPED-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPED-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPED-rrpp-domain-region1] quit
```

  # 配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPED] rrpp domain 2
[UPED-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPED-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPED-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 PE-AGG

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[PE-AGG] rrpp domain 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] quit
```

  # 配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[PE-AGG] rrpp domain 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] quit
```

步骤 4 创建 RRPP 环

- 配置 PE-AGG

  # 配置 PE-AGG 为域 1 环 1 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[PE-AGG] rrpp domain 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0
secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 PE-AGG 为域 2 环 1 的主节点，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[PE-AGG] rrpp domain 2
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/0
secondary-port gigabitethernet 1/0/0 level 0
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[PE-AGG-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE A

  # 配置 UPE A 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主、副接口。

  ```
  [UPEA] rrpp domain 1
  [UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
  port gigabitethernet 2/0/0 level 0
  [UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
  [UPEA-rrpp-domain-region1] quit
  ```

  # 配置 UPE A 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主、副接口。

  ```
  [UPEA] rrpp domain 2
  [UPEA-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
  port gigabitethernet 2/0/0 level 0
  [UPEA-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
  [UPEA-rrpp-domain-region2] quit
  ```

- 配置 UPE D

  # 配置 UPE D 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主、副接口。

  ```
  [UPED] rrpp domain 1
  [UPED-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
  port gigabitethernet 2/0/0 level 0
  [UPED-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
  [UPED-rrpp-domain-region1] quit
  ```

  # 配置 UPE D 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主、副接口。

  ```
  [UPED] rrpp domain 2
  [UPED-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
  port gigabitethernet 2/0/0 level 0
  [UPED-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
  [UPED-rrpp-domain-region2] quit
  ```

- 配置 UPE B

  # 配置 UPE B 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主、副接口。

  ```
  [UPEB] rrpp domain 1
  [UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
  port gigabitethernet 2/0/0 level 0
  [UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
  [UPEB-rrpp-domain-region1] quit
  ```

  # 配置 UPE B 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主、副接口。

  ```
  [UPEB] rrpp domain 2
  [UPEB-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
  port gigabitethernet 2/0/0 level 0
  [UPEB-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
  [UPEB-rrpp-domain-region2] quit
  ```

  # 配置 UPE B 为域 1 环 2 的边缘节点，公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/0。

  ```
  [UPEB] rrpp domain 1
  [UPEB-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode edge common-port gigabitethernet 1/0/0 edge-port
  gigabitethernet 3/0/0
  [UPEB-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
  [UPEB-rrpp-domain-region1] quit
  ```

  # 配置 UPE B 为域 2 环 2 的边缘节点，公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/0。

  ```
  [UPEB] rrpp domain 2
  [UPEB-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode edge common-port gigabitethernet 1/0/0 edge-port
  gigabitethernet 3/0/0
  [UPEB-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
  [UPEB-rrpp-domain-region2] quit
  ```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 UPE B 为域 1 环 3 的边缘节点，公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/1。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 3 node-mode edge common-port gigabitethernet 1/0/0 edge-port gigabitethernet 3/0/1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 3 enable
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE B 为域 2 环 3 的边缘节点，公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/1。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 3 node-mode edge common-port gigabitethernet 1/0/0 edge-port gigabitethernet 3/0/1
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 3 enable
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE C

配置 UPE C 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主、副接口。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE C 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主、副接口。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 UPE C 为域 1 环 2 的辅助边缘节点，公共端口为 GE2/0/0，边缘端口为 GE3/0/0。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode assistant-edge common-port gigabitethernet 2/0/0 edge-port gigabitethernet 3/0/0
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE C 为域 2 环 2 的辅助边缘节点，公共端口为 GE2/0/0，边缘端口为 GE3/0/0。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode assistant-edge common-port gigabitethernet 2/0/0 edge-port gigabitethernet 3/0/0
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 UPE C 为域 1 环 3 的辅助边缘节点，公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/1。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 3 node-mode assistant-edge common-port gigabitethernet 1/0/0 edge-port gigabitethernet 3/0/1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 3 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE C 为域 2 环 3 的辅助边缘节点，公共端口为 GE2/0/0，边缘端口为 GE3/0/1。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 3 node-mode assistant-edge common-port gigabitethernet 2/0/0 edge-port gigabitethernet 3/0/1
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 3 enable
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 CE1

配置 CE1 为域 1 环 2 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[CE1] rrpp domain 1
[CE1-rrpp-domain-region1] ring 2 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
port gigabitethernet 2/0/0 level 1
[CE1-rrpp-domain-region1] ring 2 enable
[CE1-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 CE1 为域 2 环 2 的主节点，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[CE1] rrpp domain 2
[CE1-rrpp-domain-region2] ring 2 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/0 secondary-port gigabitethernet 1/0/0 level 1
[CE1-rrpp-domain-region2] ring 2 enable
[CE1-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 CE2

配置 CE2 为域 1 环 3 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[CE2] rrpp domain 1
[CE2-rrpp-domain-region1] ring 3 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 1
[CE2-rrpp-domain-region1] ring 3 enable
[CE2-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 CE2 为域 2 环 3 的主节点，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[CE2] rrpp domain 2
[CE2-rrpp-domain-region2] ring 3 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/0 secondary-port gigabitethernet 1/0/0 level 1
[CE2-rrpp-domain-region2] ring 3 enable
[CE2-rrpp-domain-region2] quit
```

步骤 5 使能 RRPP 协议

在完成配置 RRPP 环后，需要在环上的每个节点上使能 RRPP 协议，这样 RRPP 环才能够被激活，配置步骤如下：

- 配置 PE-AGG

使能 RRPP 协议。

```
[PE-AGG] rrpp enable
```

- 配置 UPE A

使能 RRPP 协议。

```
[UPEA] rrpp enable
```

- 配置 UPE D

使能 RRPP 协议。

```
[UPED] rrpp enable
```

- 配置 UPE B

使能 RRPP 协议。

```
[UPEB] rrpp enable
```

- 配置 UPE C

使能 RRPP 协议。

```
[UPEC] rrpp enable
```

- 配置 CE1

使能 RRPP 协议。

```
[CE1] rrpp enable
```

- 配置 CE2

使能 RRPP 协议。

```
[CE2] rrpp enable
```

步骤 6 配置环组

版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 UPE C（辅助边缘节点）

  # 创建环组 1，包含 4 个子环：域 1 环 2、域 1 环 3、域 2 环 2 和域 2 环 3。

```
[UPEC] rrpp ring-group 1
[UPEC-rrpp-ring-group1] domain 1 ring 2 to 3
[UPEC-rrpp-ring-group1] domain 2 ring 2 to 3
[UPEC-rrpp-ring-group1] quit
```

- 配置 UPE B（边缘节点）

  # 创建环组 1，包含 4 个子环：域 1 环 2、域 1 环 3、域 2 环 2 和域 2 环 3。

```
[UPEB] rrpp ring-group 1
[UPEB-rrpp-ring-group1] domain 1 ring 2 to 3
[UPEB-rrpp-ring-group1] domain 2 ring 2 to 3
[UPEB-rrpp-ring-group1] quit
```

步骤 7 配置链路 Up 时延定时器

- 配置 CE1

  # 设置链路恢复时延为 1 秒。

```
[CE1] rrpp linkup-delay-timer 1
```

- 配置 CE2

  # 设置链路恢复时延为 1 秒。

```
[CE2] rrpp linkup-delay-timer 1
```

- 配置 PE-AGG

  # 设置链路恢复时延为 1 秒。

```
[PE-AGG] rrpp linkup-delay-timer 1
```

步骤 8 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 UPE B 和 PE-AGG 为例。

- 在 UPE B 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[UPEB] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec(default is 0 sec)
Number of RRPP Domains: 2

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common         Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                   Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       T        GigabitEthernet1/0/0   GigabitEthernet2/0/0    Yes
 2      1       E        GigabitEthernet1/0/0   GigabitEthernet3/0/0    Yes
 3      1       E        GigabitEthernet1/0/0   GigabitEthernet3/0/1    Yes

Domain Index  : 2
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN: Reference Instance 2
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                    Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0        T       GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0    Yes
 2      1        E       GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet3/0/0    Yes
 3      1        E       GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet3/0/1    Yes
```


版权所有 © 华为技术有限公司

可以看到 UPE B 上已经使能了 RRPP 协议。

在域 1 中：

主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1。

UPEB 为环 1 的传输节点，主端口为 GE1/0/0，副端口为 GE2/0/0。

UPEB 为环 2 的边缘节点。公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/0。

UPEB 为环 3 的边缘节点。公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/1。

在域 2 中：

主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 为 Instance 2。

UPEB 为环 1 的传输节点。主端口为 GE1/0/0，副端口为 GE2/0/0。

UPEB 为环 2 的边缘节点。公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/0。

UPEB 为环 3 的边缘节点。公共端口为 GE1/0/0，边缘端口为 GE3/0/1。

- 在 PE-AGG 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[PE-AGG] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 1 sec(default is 0 sec)
Number of RRPP Domains: 2

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                    Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       M        GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0    Yes

Domain Index  : 2
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN: Reference Instance 2
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                    Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       M        GigabitEthernet2/0/0    GigabitEthernet1/0/0    Yes
```

可以看到 PE-AGG 上已经使能了 RRPP 协议，链路 Up 时延设置为 2 秒。

在域 1 中的主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1，PE-AGG 为环 1 的主节点。主端口为 GE1/0/0，副端口为 GE2/0/0。

在域 2 中的主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 为 Instance 2，PE-AGG 为环 1 的主节点。主端口为 GE2/0/0，副端口为 GE1/0/0。

- 在 UPE B 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

查看 UPE B 在域 1 中的详细信息。

```
[UPEB] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: UP

RRPP Ring     : 2
Ring Level    : 1
Node Mode     : Edge
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Common port   : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Edge port     : GigabitEthernet3/0/0        Port status: UP

RRPP Ring     : 3
Ring Level    : 1
Node Mode     : Edge
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Common port   : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Edge port     : GigabitEthernet3/0/1        Port status: UP
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。

UPE B 在域 1 环 1 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。

UPE B 在域 1 环 2 中是边缘节点，节点状态为 LinkUp。公共端口是 GE1/0/0，边缘端口是 GE3/0/0。

UPE B 在域 1 环 3 中是边缘节点，节点状态为 LinkUp。公共端口是 GE1/0/0，边缘端口是 GE3/0/1。

查看 UPE B 在域 2 中的详细信息。

```
<UPEB> display rrpp verbose domain 2
Domain Index  : 2
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN: Reference Instance 2
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: UP

RRPP Ring     : 2
Ring Level    : 1
Node Mode     : Edge
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Common port   : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Edge port     : GigabitEthernet3/0/0        Port status: UP

RRPP Ring     : 3
Ring Level    : 1
Node Mode     : Edge
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Common port   : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Edge port     : GigabitEthernet3/0/1        Port status: UP
```

可以看到域 2 的控制 VLAN 是 VLAN10，保护 VLAN 是 Instance 2。

UPE B 在域 2 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。

UPE B 在域 2 环 2 中是边缘节点，节点状态为 LinkUp。公共端口是 GE1/0/0，边缘端口是 GE3/0/0。

UPE B 在域 2 环 3 中是边缘节点，节点状态为 LinkUp。公共端口是 GE1/0/0，边缘端口是 GE3/0/1。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 在 PE-AGG 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

  # 查看 PE-AGG 在域 1 中的详细信息。

```
[PE-AGG] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable                        Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0          Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0          Port status: BLOCKED
```

  可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。

  PE-AGG 在域 1 中是主节点，节点状态为 Complete。

  主端口是 GE1/0/0，副端口是 GE2/0/0。

  # 查看 PE-AGG 在域 2 中的详细信息。

```
[PE-AGG] display rrpp verbose domain 2
Domain Index  : 2
Control VLAN  : major 10    sub 11
Protected VLAN: Reference Instance 2
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable                        Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet2/0/0          Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/0          Port status: BLOCKED
```

  可以看到域 2 的控制 VLAN 是 VLAN10，保护 VLAN 是 Instance 2。

  PE-AGG 在域 2 中是主节点，节点状态为 Complete。

  主端口是 GE2/0/0，副端口是 GE1/0/0。

- 在 UPEB 上执行 display rrpp ring-group 命令，查看环组设置结果。

  # 显示环组 1 的配置。

```
[UPEB] display rrpp ring-group 1
 Ring Group 1:

 domain 1 ring 2 to 3
 domain 2 ring 2 to 3
 domain 1 ring 2 send Edge-Hello packet
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
sysname CE1
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
rrpp linkup-delay-timer 1
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 2 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 1
 ring 2 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 2 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/0 secondary-port GigabitEthernet1/0/0
level 1
 ring 2 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
sysname CE2
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
rrpp linkup-delay-timer 1
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 3 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 1
 ring 3 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 3 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/0 secondary-port GigabitEthernet1/0/0
level 1
 ring 3 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE A 的配置文件

```
#
sysname UPEA
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port
GigabitEthernet2/0/0 level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port
GigabitEthernet2/0/0 level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE B 的配置文件

```
#
sysname UPEB
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port
GigabitEthernet2/0/0 level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode edge common-port GigabitEthernet1/0/0 edge-port GigabitEthernet3/0/0
 ring 2 enable
 ring 3 node-mode edge common-port GigabitEthernet1/0/0 edge-port GigabitEthernet3/0/1
 ring 3 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port
GigabitEthernet2/0/0 level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode edge common-port GigabitEthernet1/0/0 edge-port GigabitEthernet3/0/0
 ring 2 enable
 ring 3 node-mode edge common-port GigabitEthernet1/0/0 edge-port GigabitEthernet3/0/1
 ring 3 enable
#
rrpp ring group 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 domain 1 ring 2 to 3
 domain 2 ring 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE C 的配置文件

```
#
sysname UPEC
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port
GigabitEthernet2/0/0 level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode assistant-edge common-port GigabitEthernet2/0/0 edge-port
GigabitEthernet3/0/0
 ring 2 enable
 ring 3 node-mode assistant-edge common-port GigabitEthernet2/0/0 edge-port
GigabitEthernet3/0/1
 ring 3 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port
GigabitEthernet2/0/0 level 0
 ring 1 enable
 ring 2 node-mode assistant-edge common-port GigabitEthernet1/0/0 edge-port
GigabitEthernet3/0/0
 ring 2 enable
 ring 3 node-mode assistant-edge common-port GigabitEthernet2/0/0 edge-port
GigabitEthernet3/0/1
 ring 3 enable
#
rrpp ring group 1
 domain 1 ring 2 to 3
 domain 2 ring 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan  6 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 6 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE D 的配置文件

```
#
sysname UPED
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port
GigabitEthernet2/0/0 level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port
GigabitEthernet2/0/0 level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- PE-AGG 的配置文件

```
#
sysname PE-AGG
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
rrpp linkup-delay-timer 1
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/0 secondary-port GigabitEthernet1/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

配置 RRPP 多实例相切环示例

组网需求

如图 6-225 所示，UPE A、UPE B、UPE C、UPE D 组成 RRPP 多实例环，环上包括域 1 环 1 和域 2 环 1。UPE D、UPE E、UPE F、UPE G 组成 RRPP 域 3 环 1。从 CE 处接入的数据 VLAN 通过两个相切环后从 UPE F 上送到骨干网。

两个物理环相切于 UPE D。

从 CE 处接入的 VLAN 范围是 VLAN100 ～ 300。域 1 和域 2 对 VLAN100 ～ 300 的报文进行负载分担。域 1 传输 VLAN100 ～ 200 的报文，域 2 传输 VLAN201 ～ 300 的报文。

域 1、域 2 和域 3 中的保护 VLAN 以及保护 VLAN 所属实例详见表 6-17。

表 6-17 实例与保护 VLAN 的映射关系表

Domain ID	Control VLAN	Instance ID	Protected VLAN	Instance ID
域 1	VLAN 5、6	Instance 1	VLAN 100 ～ 200	Instance 1
域 2	VLAN 10、11	Instance 2	VLAN 201 ～ 300	Instance 2
域 3(UPE D)	VLAN 20、21	Instance 3	VLAN 100 ～ 300	Instance 1、Instance 2
域 3	VLAN 20、21	Instance 1	VLAN 100 ～ 300	Instance 1

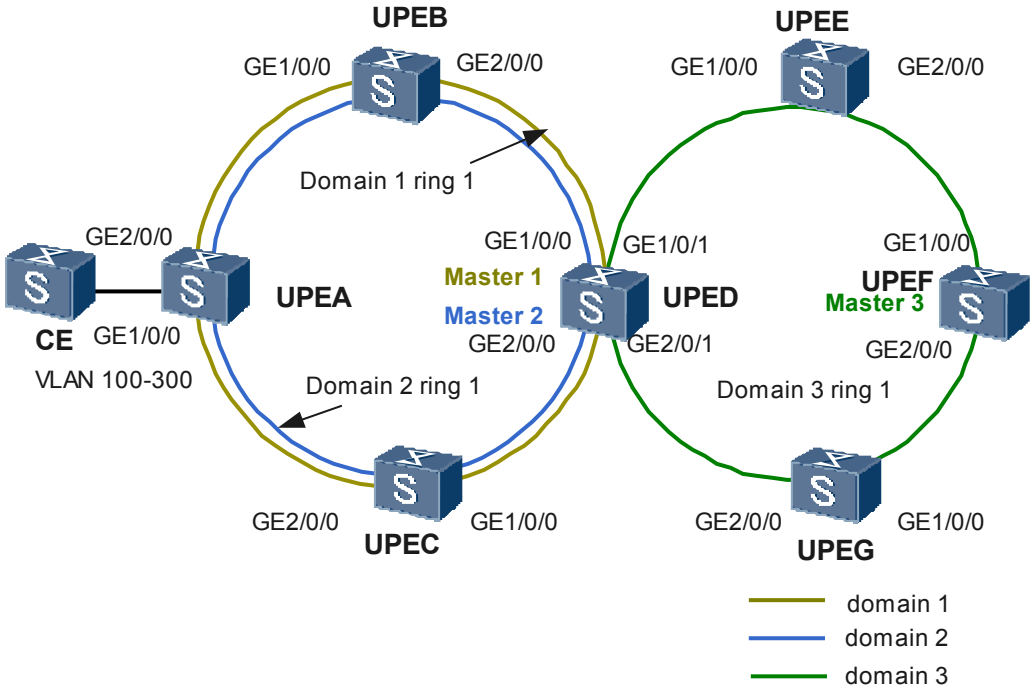
3 个环中的主节点以及主节点上的主、副端口详见表 6-18。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

表 6-18 主节点以及主、副端口信息表

Ring ID	Master Node	Primary Port	Secondary Port
域 1 环 1	UPE D	GE1/0/0	GE2/0/0
域 2 环 1	UPE D	GE2/0/0	GE1/0/0
域 3 环 1	UPE F	GE1/0/0	GE2/0/0

图 6-225 配置 RRPP 多实例相切环组网图



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 多实例相交环示例：

1. 配置实例 1 映射 VLAN100 ～ 200。配置实例 2 映射 VLAN201 ～ 300。
2. 将 UPE A、UPE B、UPE C、UPE D 配置为域 1 的环 1 和域 2 的环 1。
3. 将 UPE D、UPE E、UPE F、UPE G 配置为域 3 的环 1。
4. 配置域 1 和域 2 的保护 VLAN。
5. 配置域 1 和域 2 的控制 VLAN。
6. 配置域 3 的控制 VLAN。
7. 配置 UPE D 为域 1 环 1 和域 2 环 1 的主节点，UPE A、UPE B、UPE C 为传输节点。
8. 配置 UPE F 为域 3 环 1 的主节点，UPE D、UPE E、UPE G 为传输节点。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 实例 ID
- 保护 VLAN 范围
- 控制 VLAN ID
- RRPP 接口的接口编号

操作步骤

步骤 1 创建实例

- 配置 UPE A

在 UPE A 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEA
[UPEA] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEA] stp region-configuration
[UPEA-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEA-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEA-mst-region] active region-configuration
[UPEA-mst-region] quit
```

- 配置 UPE B

在 UPE B 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEB
[UPEB] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPEB] stp region-configuration
[UPEB-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEB-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEB-mst-region] active region-configuration
[UPEB-mst-region] quit
```

- 配置 UPE C

在 UPE C 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEC
[UPEC] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPEC] stp region-configuration
[UPEC-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPEC-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

激活配置。

```
[UPEC-mst-region] active region-configuration
[UPEC-mst-region] quit
```

- 配置 UPE D

在 UPE D 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPED
[UPED] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

```
[UPED] stp region-configuration
[UPED-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 200
```

创建实例 2，对应域 2 的控制 VLAN10、VLAN11 和数据 VLAN201 ～ 300。

```
[UPED-mst-region] instance 2 vlan 10 11 201 to 300
```

创建实例 3，对应域 3 的控制 VLAN20、VLAN21。

```
[UPED-mst-region] instance 3 vlan 20 21
```

激活配置。

```
[UPED-mst-region] active region-configuration
[UPED-mst-region] quit
```

- 配置 UPE E

在 UPE E 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEE
[UPEE] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 3 的控制 VLAN20、VLAN21 和数据 VLAN100 ～ 300。

```
[UPEE] stp region-configuration
[UPEE-mst-region] instance 1 vlan 20 21 100 to 300
```

激活配置。

```
[UPEE-mst-region] active region-configuration
[UPEE-mst-region] quit
```

- 配置 UPE F

在 UPE F 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEF
[UPEF] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 3 的控制 VLAN20、VLAN21 和数据 VLAN100 ～ 300。

```
[UPEF] stp region-configuration
[UPEF-mst-region] instance 1 vlan 20 21 100 to 300
```

激活配置。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPEF-mst-region] active region-configuration
[UPEF-mst-region] quit
```

- 配置 UPE G

在 UPE G 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEG
[UPEG] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 3 的控制 VLAN20、VLAN21 和数据 VLAN100 ～ 300。

```
[UPEG] stp region-configuration
[UPEG-mst-region] instance 1 vlan 20 21 100 to 300
```

激活配置。

```
[UPEG-mst-region] active region-configuration
[UPEG-mst-region] quit
```

- 检查配置结果

经过以上配置，执行以下操作查看实例与 VLAN 的映射关系，以 UPE A 为例。

```
[UPEA] display stp region-configuration
 Oper configuration
   Format selector    :0
   Region name        :00e0cd568d00
   Revision level     :0

Instance   Vlans Mapped
   0       1 to 4, 7 to 9, 12 to 99, 301 to 4094
   1       5 to 6, 100 to 200
   2       10 to 11, 201 to 300
```

步骤 2 配置加入 RRPP 环的端口

- 配置 UPE A

去使能 UPE A 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEA] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEA] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE B

去使能 UPE B 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEB] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 UPE C

去使能 UPE C 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEC] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEC] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE D

去使能 UPE D 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPED] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPED-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPED] interface gigabitethernet 1/0/1
[UPED-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[UPED-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPED-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[UPED-GigabitEthernet1/0/1] quit
[UPED] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPED-GigabitEthernet2/0/0] quit
[UPED] interface gigabitethernet 2/0/1
[UPED-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[UPED-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPED-GigabitEthernet2/0/1] stp disable
[UPED-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

- 配置 UPE E

去使能 UPE E 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEE] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEE-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEE-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEE-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEE-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEE] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEE-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEE-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEE-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEE-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE F

去使能 UPE F 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEF] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEF-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEF-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEF-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEF-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEF] interface gigabitethernet 2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPEF-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEF-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEF-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEF-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPE G

去使能 UPE G 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[UPEG] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEG-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEG-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEG-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEG-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEG] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEG-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEG-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEG-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEG-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 创建 RRPP 域，配置保护 VLAN 和控制 VLAN。

- 配置 UPE A

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
<UPEA> system-view
[UPEA] rrpp domain 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEA-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE B

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE C

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 UPE D

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[UPED] rrpp domain 1
[UPED-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPED-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPED-rrpp-domain-region1] quit
```

配置域 2 的保护 VLAN 为 instance 2 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN10。

```
[UPED] rrpp domain 2
[UPED-rrpp-domain-region2] protected-vlan reference-instance 2
[UPED-rrpp-domain-region2] control-vlan 10
[UPED-rrpp-domain-region2] quit
```

配置域 3 的保护 VLAN 为 instance 1 ～ 3 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN20。

```
[UPED] rrpp domain 3
[UPED-rrpp-domain-region3] protected-vlan reference-instance 1 2 3
[UPED-rrpp-domain-region3] control-vlan 20
[UPED-rrpp-domain-region3] quit
```

- 配置 UPE E

配置域 3 的控制 VLAN 为 VLAN20。

```
[UPEE] rrpp domain 3
[UPEE-rrpp-domain-region3] protected-vlan reference-instance 1
[UPEE-rrpp-domain-region3] control-vlan 20
[UPEE-rrpp-domain-region3] quit
```

- 配置 UPE F

配置域 3 的控制 VLAN 为 VLAN20。

```
[UPEF] rrpp domain 3
[UPEF-rrpp-domain-region3] protected-vlan reference-instance 1
[UPEF-rrpp-domain-region3] control-vlan 20
[UPEF-rrpp-domain-region3] quit
```

- 配置 UPE G

配置域 3 的控制 VLAN 为 VLAN20。

```
[UPEG] rrpp domain 3
[UPEG-rrpp-domain-region3] protected-vlan reference-instance 1
[UPEG-rrpp-domain-region3] control-vlan 20
[UPEG-rrpp-domain-region3] quit
```

步骤 4 创建 RRPP 环

- 配置 UPE A

配置 UPE A 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE A 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEA] rrpp domain 2
[UPEA-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEA-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEA-rrpp-domain-region2] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 UPE B

配置 UPE B 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE B 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEB] rrpp domain 2
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEB-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEB-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE C

配置 UPE C 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE C 为域 2 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEC] rrpp domain 2
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region2] quit
```

- 配置 UPE D

配置 UPE D 为域 1 环 1 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[UPED] rrpp domain 1
[UPED-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPED-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPED-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE D 为域 2 环 1 的主节点，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[UPED] rrpp domain 2
[UPED-rrpp-domain-region2] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 2/0/0 secondary-port gigabitethernet 1/0/0 level 0
[UPED-rrpp-domain-region2] ring 1 enable
[UPED-rrpp-domain-region2] quit
```

配置 UPE D 为域 3 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPED] rrpp domain 3
[UPED-rrpp-domain-region3] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/1 secondary-port gigabitethernet 2/0/1 level 0
[UPED-rrpp-domain-region3] ring 1 enable
[UPED-rrpp-domain-region3] quit
```

- 配置 UPE E

配置 UPE E 为域 3 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEE] rrpp domain 3
[UPEE-rrpp-domain-region3] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEE-rrpp-domain-region3] ring 1 enable
[UPEE-rrpp-domain-region3] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- 配置 UPE F

配置 UPE F 为域 3 环 1 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
[UPEF] rrpp domain 3
[UPEF-rrpp-domain-region3] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEF-rrpp-domain-region3] ring 1 enable
[UPEF-rrpp-domain-region3] quit
```

- 配置 UPE G

配置 UPE G 为域 3 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEG] rrpp domain 3
[UPEG-rrpp-domain-region3] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEG-rrpp-domain-region3] ring 1 enable
[UPEG-rrpp-domain-region3] quit
```

步骤 5 使能 RRPP 协议

在完成配置 RRPP 环后，需要在环上的每个节点上使能 RRPP 协议，这样 RRPP 环才能够被激活，配置步骤如下：

- 配置 UPE A

使能 RRPP 协议。

```
[UPEA] rrpp enable
```

- 配置 UPE B

使能 RRPP 协议。

```
[UPEB] rrpp enable
```

- 配置 UPE C

使能 RRPP 协议。

```
[UPEC] rrpp enable
```

- 配置 UPE D

使能 RRPP 协议。

```
[UPED] rrpp enable
```

- 配置 UPE E

使能 RRPP 协议。

```
[UPEE] rrpp enable
```

- 配置 UPE F

使能 RRPP 协议。

```
[UPEF] rrpp enable
```

- 配置 UPE G

使能 RRPP 协议。

```
[UPEG] rrpp enable
```

步骤 6 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 UPE D 为例。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 在 UPE D 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[UPED] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 3

Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary/Common           Secondary/Edge           Is
 ID    Level  Mode  Port                     Port                     Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      M     GigabitEthernet1/0/0     GigabitEthernet2/0/0     Yes

Domain Index   : 2
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 2
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary/Common           Secondary/Edge           Is
 ID    Level  Mode  Port                     Port                     Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      M     GigabitEthernet2/0/0     GigabitEthernet1/0/0     Yes

Domain Index   : 3
Control VLAN   : major 20    sub 21
Protected VLAN : Reference Instance 1 to 3
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary/Common           Secondary/Edge           Is
 ID    Level  Mode  Port                     Port                     Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      T     GigabitEthernet1/0/1     GigabitEthernet2/0/1     Yes
```

可以看到 UPE D 的上已经使能了 RRPP 协议。

在域 1 中：

主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1。

UPE D 为环 1 的主节点，主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

在域 2 中：

主控制 VLAN 为 10，保护 VLAN 为 Instance 2。

UPE D 为环 1 的主节点。主端口为 GigabitEthernet2/0/0，副端口为 GigabitEthernet1/0/0。

在域 3 中：

主控制 VLAN 为 20，保护 VLAN 为 Instance 1 to 3。

UPE D 为环 1 的传输节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/1，副端口为 GigabitEthernet2/0/1。

- 在 UPE D 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

查看 UPE D 在域 1 中的详细信息。

```
[UPED] display rrpp verbose domain 1
Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Master
Ring State     : Complete
Is Enabled     : Enable                          Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/0            Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet2/0/0            Port status: BLOCKED
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。

UPE D 在域 1 中是主节点，节点状态为 Complete。

主端口是 GigabitEthernet1/0/0，副端口是 GigabitEthernet2/0/0。

查看 UPE D 在域 2 中的详细信息。

```
[UPED] display rrpp verbose domain 2
Domain Index   : 2
Control VLAN   : major 10    sub 11
Protected VLAN : Reference Instance 2
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Master
Ring State     : Complete
Is Enabled     : Enable                          Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet2/0/0            Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet1/0/0            Port status: BLOCKED
```

可以看到域 2 的控制 VLAN 是 VLAN10，保护 VLAN 是 Instance 2。

UPE D 在域 2 中是主节点，节点状态为 Complete。

主端口是 GigabitEthernet2/0/0，副端口是 GigabitEthernet1/0/0。

查看 UPE D 在域 3 中的详细信息。

```
[UPED] display rrpp verbose domain 3
Domain Index   : 3
Control VLAN   : major 20    sub 21
Protected VLAN : Reference Instance 1 to 3
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring      : 1
Ring Level     : 0
Node Mode      : Transit
Ring State     : LinkUp
Is Enabled     : Enable                          Is Active: Yes
Primary port   : GigabitEthernet1/0/1            Port status: UP
Secondary port : GigabitEthernet2/0/1            Port status: UP
```

可以看到域 3 的控制 VLAN 是 VLAN20，保护 VLAN 是 Instance 1 to 3。

UPE D 在域 3 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。

主端口是 GigabitEthernet1/0/1，副端口是 GigabitEthernet2/0/1。

----结束

配置文件

- UPE A 的配置文件

```
#
sysname UPEA
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE B 的配置文件

```
#
sysname UPEB
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- UPE C 的配置文件

```
#
sysname UPEC
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 5
 control-vlan 1
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
Return
```

- UPE D 的配置文件

```
#
sysname UPED
#
vlan batch 5 to 6 10 to 11 20 to 21 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 to 11 201 to 300
 instance 3 vlan 20 to 21
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0 level
0
 ring 1 enable
rrpp domain 2
 control-vlan 10
 protected-vlan reference-instance 2
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet2/0/0 secondary-port GigabitEthernet1/0/0 level
0
 ring 1 enable
rrpp domain 3
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1 2 3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/1 secondary-port GigabitEthernet2/0/1
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 10 to 11 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE E 的配置文件

```
#
sysname UPEE
#
vlan batch 20 to 21 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 20 to 21 100 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 3
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE F 的配置文件

```
#
sysname UPEF
#
vlan batch 20 to 21 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 20 to 21 100 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0 level
0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPE G 的配置文件

```
#
sysname UPEG
#
vlan batch 20 to 21 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 20 to 21 100 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 3
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet1/0/0 secondary-port GigabitEthernet2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 to 21 100 to 300
 stp disable
#
return
```

配置 BFD 与 RRPP 联动示例

组网需求

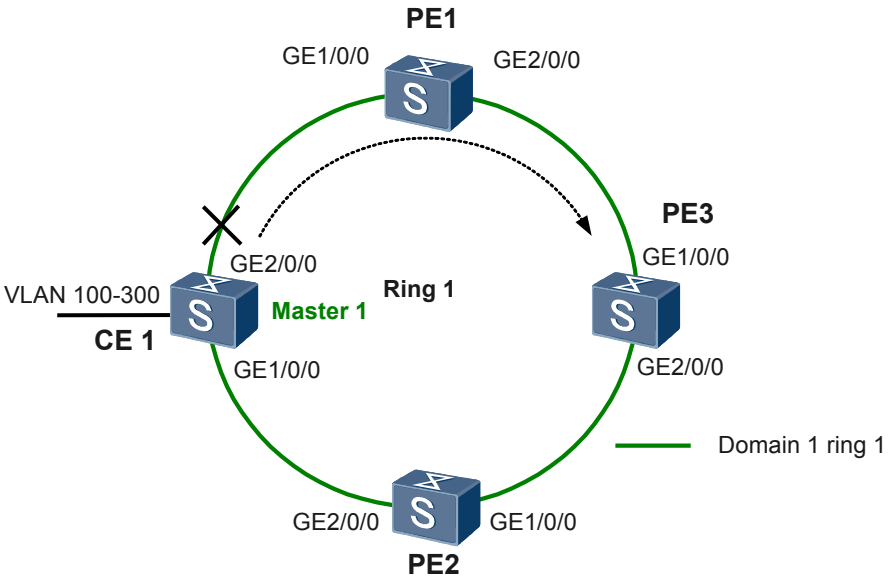
如图 6-226 所示，CE、PE1、PE2 和 PE3 组成 RRPP 环。CE1 的 GE2/0/0 作为主端口。

从 CE 处接入的 VLAN 范围是 VLAN100 ～ 300。正常情况下报文在 RRPP 的域 1 环 1 沿 CE1→PE1→PE3 转发。

在 CE1 和 PE1 之间配置 BFD 检测链路故障，并配置 BFD 与 RRPP 环的主副接口联动。当 CE1 和 PE1 之间出现链路故障时，OAM 管理模块将故障通知接口，RRPP 的主副端口切换，流量经过 CE1→PE2→PE3 转发。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-226 配置 BFD 与 RRPP 联动组网图



域 1 的保护 VLAN 以及保护 VLAN 所属实例详见**表 6-19**。

表 6-19 实例与保护 VLAN 的映射关系表

Domain ID	Control VLAN ID	Instance ID of Control VLAN	Data VLAN ID	Instance ID of Data VLAN
域 1	VLAN 5、VLAN 6	Instance 1	VLAN 100 ～ 300	Instance 1

环中的主节点以及主节点上的主、副端口详见**表 6-20**。

表 6-20 主节点以及主、副端口信息表

Ring ID	Master Node	Primary Port	Secondary Port
域 1 环 1	CE1	GE2/0/0	GE1/0/0

配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 多实例单环示例：

1. 配置实例 1 映射 VLAN100 ～ 300。
2. 将 PE1、PE2、PE3 和 CE1 配置为域 1 的环 1。
3. 配置域 1 的保护 VLAN 和控制 VLAN。
4. 配置 CE1 为域 1 环 1 的主节点，PE1、PE2、PE3 为传输节点。
5. 在 CE1 和 PE1、CE1 和 PE2 之间配置 BFD 检测链路故障。

版权所有 © 华为技术有限公司

6. 在 CE1 上配置 BFD 与 RRPP 主副端口的联动。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 实例 ID
- 保护 VLAN 范围
- 控制 VLAN ID
- RRPP 接口的接口编号
- BFD 会话名称，本地和远端标志符

操作步骤

步骤 1 创建实例

- 配置 CE1

在 CE1 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE1
[CE1] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 300。

```
[CE1] stp region-configuration
[CE1-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 300
```

激活配置。

```
[CE1-mst-region] active region-configuration
[CE1-mst-region] quit
```

- 配置 PE1

在 PE1 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 300。

```
[PE1] stp region-configuration
[PE1-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 300
```

激活配置。

```
[PE1-mst-region] active region-configuration
[PE1-mst-region] quit
```

- 配置 PE2

在 PE2 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 300。

```
[PE2] stp region-configuration
[PE2-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

激活配置。

```
[PE2-mst-region] active region-configuration
[PE2-mst-region] quit
```

- 配置 PE3

在 PE3 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE3
[PE3] vlan batch 100 to 300
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 300。

```
<PE3> system-view
[PE3] stp region-configuration
[PE3-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 300
```

激活配置。

```
[PE3-mst-region] active region-configuration
[PE3-mst-region] quit
```

- 检查配置结果

经过以上配置，执行以下操作查看实例与 VLAN 的映射关系，以 CE1 为例。

```
[CE1] display stp region-configuration
 Oper configuration
   Format selector    :0
   Region name        :001820000083
   Revision level     :0

   Instance   Vlans Mapped
      0       1 to 4, 7 to 9, 12 to 99, 301 to 4094
      1       5 to 6, 100 to 300
```

步骤 2 配置加入 RRPP 环的端口

- 配置 CE1

去使能 CE1 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[CE1] interface gigabitEthernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE1] interface gigabitEthernet 2/0/0
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 PE1

去使能 PE1 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[PE1] interface gigabitEthernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface gigabitEthernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 PE2

去使能 PE2 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[PE2] interface gigabiteEthernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] interface gigabiteEthernet 2/0/0
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 PE3

去使能 PE3 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
[PE3] interface gigabiteEthernet 1/0/0
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE3] interface gigabiteEthernet 2/0/0
[PE3-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE3-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE3-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE3-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 创建 RRPP 域，配置保护 VLAN 和控制 VLAN。

- 配置 CE1

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[CE1] rrpp domain 1
[CE1-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[CE1-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[CE1-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 PE1

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[PE1] rrpp domain 1
[PE1-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[PE1-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[PE1-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 PE2

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[PE2] rrpp domain 1
[PE2-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[PE2-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[PE2-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 PE3

配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
[PE3] rrpp domain 1
[PE3-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE3-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[PE3-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 4 创建 RRPP 环

- 配置 CE1

配置 CE1 为域 1 环 1 的主节点，并指定主副接口。

```
[CE1] rrpp domain 1
[CE1-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabiteEthernet 2/0/0 secondary-port gigabiteEthernet 1/0/0 level 0
[CE1-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[CE1-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 PE1

配置 PE1 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口，主接口为 GE2/0/0，副接口为 GE1/0/0。

```
[PE1] rrpp domain 1
[PE1-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabiteEthernet 2/0/0 secondary-port gigabiteEthernet 1/0/0 level 0
[PE1-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[PE1-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 PE2

配置 PE2 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[PE2] rrpp domain 1
[PE2-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabiteEthernet 2/0/0 secondary-port gigabiteEthernet 1/0/0 level 0
[PE2-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[PE2-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 PE3

配置 PE3 为域 1 环 1 的传输节点。

```
[PE3] rrpp domain 1
[PE3-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabiteEthernet 2/0/0 secondary-port gigabiteEthernet 1/0/0 level 0
[PE3-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[PE3-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 5 使能 RRPP 协议

在完成配置 RRPP 环后，需要在环上的每个节点上使能 RRPP 协议，这样 RRPP 环才能够被激活，配置步骤如下：

- 配置 CE1

使能 RRPP 协议。

```
[CE1] rrpp enable
```

- 配置 PE1

使能 RRPP 协议。

```
[PE1] rrpp enable
```

- 配置 PE2

使能 RRPP 协议。

```
[PE2] rrpp enable
```

- 配置 PE3

版权所有 © 华为技术有限公司

使能 RRPP 协议。

```
[PE3] rrpp enable
```

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 CE1 和 PE3 为例。

- 在 CE1 上执行 **display rrpp brief** 或者 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

#查看 PE3 上 RRPP 简要信息

```
<PE3> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary/Common           Secondary/Edge           Is
 ID    Level  Mode  Port                     Port                     Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      T     GigabitEthernet2/0/0     GigabitEthernet1/0/0     Yes
```

PE3 上 RRPP 已经使能，在域 1 中的主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1，PE3 为环 1 的传输节点。主端口为 GigabitEthernet2/0/0，副端口为 GigabitEthernet1/0/0。

查看 PE3 在域 1 中的详细信息。

```
[PE3] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet2/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。PE3 在域 1 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。CE1 上已经使能了 RRPP 协议。

#查看 CE1 上 RRPP 的简要信息

在 CE1 上执行 **display rrpp brief** 或者 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

```
[CE1] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common           Secondary/Edge           Is
 ID     Level   Mode     Port                     Port                   Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       M         GigabitEthernet2/0/0    GigabitEthernet1/0/0    Yes
```

可以看到 CE1 上已经使能了 RRPP 协议。在域 1 中的主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1，CE1 为环 1 的主节点。主端口为 GigabitEthernet2/0/0，副端口为 GigabitEthernet1/0/0。

```
[CE1] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable                       Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet2/0/0         Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/0         Port status: BLOCKED
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。CE1 在域 1 中是主节点，节点状态为 Complete。主端口是 GigabitEthernet2/0/0，副端口是 GigabitEthernet1/0/0。

步骤 6 配置 BFD 单跳检测

在 CE1 上使能 BFD，配置 CE1 和 PE1、CE1 和 PE2 之间的 BFD Session。

```
[CE1] bfd
[CE1-bfd] quit
[CE1] bfd CE1toPE1 bind peer-ip default-ip interface gigabitethernet 2/0/0
[CE1-bfd-session-CE1toPE1] discriminator local 10
[CE1-bfd-session-CE1toPE1] discriminator remote 11
[CE1-bfd-session-CE1toPE1] commit
[CE1-bfd-session-CE1toPE1] quit
[CE1] bfd CE1toPE2 bind peer-ip default-ip interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-bfd-session-CE1toPE2] discriminator local 12
[CE1-bfd-session-CE1toPE2] discriminator remote 21
[CE1-bfd-session-CE1toPE2] commit
[CE1-bfd-session-CE1toPE2] quit
```

配置 PE1

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] bfd PE1toCE1 bind peer-ip default-ip interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-bfd-session-PE1toCE1] discriminator local 11
[PE1-bfd-session-PE1toCE1] discriminator remote 10
[PE1-bfd-session-PE1toCE1] commit
[PE1-bfd-session-PE1toCE1] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] bfd
[PE2-bfd] quit
[PE2] bfd PE2toCE1 bind peer-ip default-ip interface gigabitethernet 2/0/0
[PE2-bfd-session-PE2toCE1] discriminator local 21
[PE2-bfd-session-PE2toCE1] discriminator remote 12
[PE2-bfd-session-PE2toCE1] commit
[PE2-bfd-session-PE2toCE1] quit
```

配置完成后，在 CE1、PE1 和 PE2 上执行 **display bfd session all verbose** 命令，可以看到建立了一个单跳（one hop）的 BFD Session，状态为 Up。以 CE1 的显示为例：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096      (One Hop) State : Up        Name : CE1toPE1
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 1               Remote Discriminator   : 2
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(GigabitEthernet2/0/0)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 224.0.0.184
  NextHop Ip Address     : 224.0.0.184
  Bind Interface         : GigabitEthernet2/0/0
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 1000            Actual Rx Interval (ms): 1000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 3000
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : Control Detection Time Expired
  Bind Application       : No Application Bind
  Session TX TmrID       : 17261           Session Detect TmrID   : 17262
  Session Init TmrID     : -               Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4097      (One Hop) State : Up      Name : CE1toPE2
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 12              Remote Discriminator   : 21
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(GigabitEthernet1/0/0)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 224.0.0.184
  NextHop Ip Address     : 224.0.0.184
  Bind Interface         : GigabitEthernet1/0/0
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 6
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 1000            Actual Rx Interval (ms): 1000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 3000
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : Control Detection Time Expired
  Bind Application       : No Application Bind
  Session TX TmrID       : 16393           Session Detect TmrID   : -
  Session Init TmrID     : -               Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 2/0
```

步骤 7 配置 BFD 与接口联动

#配置 CE1

```
[CE1] oam-mgr
[CE1-oam-mgr] oam-bind bfd-session 10 trigger if-down interface gigabitethernet 2/0/0
[CE1-oam-mgr] oam-bind bfd-session 12 trigger if-down interface gigabitethernet 1/0/0
```

步骤 8 检查配置结果

版权所有 © 华为技术有限公司

关闭 PE1 的 GE1/0/0 接口模拟链路，在 PE1 上使用命令 **display bfd session all verbose** 查看 BFD 状态，显示如下：

```
[PE1] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096      (One Hop) State : Down      Name : PE1toCE1
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 11              Remote Discriminator   : 10
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Interface(GigabitEthernet1/0/0)
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 224.0.0.184
  NextHop Ip Address     : 224.0.0.184
  Bind Interface         : GigabitEthernet1/0/0
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 1000            Actual Rx Interval (ms): 1000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 3000
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : Control Detection Time Expired
  Bind Application       : ETHOAM
  Session TX TmrID       : 17261           Session Detect TmrID   : 17262
  Session Init TmrID     : -               Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 0/1
```

在 CE1 上执行命令 **display this interface** 查看 GE2/0/0 的状态，显示为 **TRIGGER DOWN (BFD)**。

```
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] display this interface
GigabitEthernet2/0/0  current state : TRIGGER DOWN (BFD)
Line protocol current state : DOWN
Description:HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet2/0/0 Interface
Switch Port,PVID :    1,The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0018-2000-0083
Last physical up time   : 2009-07-29 01:29:54 UTC+03:00 DST
Last physical down time : 2009-07-29 01:30:17 UTC+03:00 DST
Current system time     : 2012-01-15 10:32:48 UTC+03:00 DST
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
Last 300 seconds input rate 568 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 799237312 bits/sec, 769454 packets/sec
Input peak rate 5632 bits/sec,Record time: 2009-07-27 09:05:07
Output peak rate 12066674200 bits/sec,Record time: 2009-07-26 20:05:07

Input:  225446 packets, 34944130 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:             225446
  Broadcast:              0,  Jumbo:                      0
  Discard:           225430,  Total Error:                0

  CRC:                    0,  Giants:                     0
  Jabbers:                0,  Fragments:                  0
  Runts:                  0,  DropEvents:                 0
  Alignments:             0,  Symbols:                    0
  Ignoreds:               0,  Frames:                     0

Output:  327283203533 packets, 60180515068914 bytes
  Unicast:             7082,  Multicast:          266572420320
  Broadcast:       60710776131,  Jumbo:                    0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Discard:             174687,  Total Error:                0

  Collisions:               0,  ExcessiveCollisions:        0
  Late Collisions:          0,  Deferreds:                  0
  Buffers Purged:           0

    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
    Input bandwidth utilization  : 0.00%
    Output bandwidth utilization : 0.00%
```

在 CE1 上执行命令 **display rrpp verbose domain 1** 查看 RRPP 的环状态和接口状态，Ring 的状态变为 Failed，副端口的状态由 BLOCKED 变为 UP。显示如下：

```
[CE1] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Failed
Is Enabled    : Enable                       Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet2/0/0         Port status: DOWN
Secondary port: GigabitEthernet1/0/0         Port status: UP
```

重新开启 PE1 的 GE1/0/0 接口，在 PE3 上执行命令 **display rrpp verbose domain 1** 查看 RRPP 的环状态和接口状态，Ring 的状态变为 Complete，显示如下：

```
[PE3] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 6 sec(default is 6 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable                       Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet2/0/0         Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet1/0/0         Port status: BLOCKED
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
sysname CE1
#
vlan batch 5 to 6 100 to 300
#
 rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 6 100 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 2/0/0 secondary-port GigabitEthernet 1/0/0
level 0
 ring 1 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 bfd enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6  100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6  100 to 300
 stp disable
#
bfd CE1toPE1 bind peer-ip default-ip interface GigabitEthernet2/0/0
 discriminator local 10
 discriminator remote 11
 commit
#
bfd CE1toPE2 bind peer-ip default-ip interface GigabitEthernet1/0/0
 discriminator local 12
 discriminator remote 21
 commit
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet2/0/0 egress bfd-session 10
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/0 egress bfd-session 12
 oam-bind ingress bfd-session 10 trigger if-notify egress interface GigabitEthernet2/0/0
 oam-bind ingress bfd-session 12 trigger if-notify egress interface GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
sysname PE1
#
vlan batch 5 to 6 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 6 100 to 200
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 2/0/0 secondary-port GigabitEthernet 1/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
 bfd
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
bfd PE1toCE1 bind peer-ip default-ip interface GigabitEthernet1/0/0
 discriminator local 11
 discriminator remote 10
 commit
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/0 egress bfd-session 11
 oam-bind ingress bfd-session 11 trigger if-notify egress interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
sysname PE2
#
vlan batch 5 to 6 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 6 100 to 200
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 2/0/0 secondary-port GigabitEthernet 1/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
 bfd
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
#
bfd PE2toCE1 bind peer-ip default-ip interface GigabitEthernet2/0/0
 discriminator local 21
 discriminator remote 12
 commit
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet2/0/0 egress bfd-session 21
 oam-bind ingress bfd-session 21 trigger if-notify egress interface GigabitEthernet2/0/0
#
Return
```

- PE3 的配置文件

```
#
sysname PE3
#
 vlan batch 5 to 6 100 to 300
#
 rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 6 100 to 200
 instance 2 vlan 10 11 201 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet 2/0/0 secondary-port GigabitEthernet 1/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
return
```

配置 RRPP Snooping 示例

组网需求

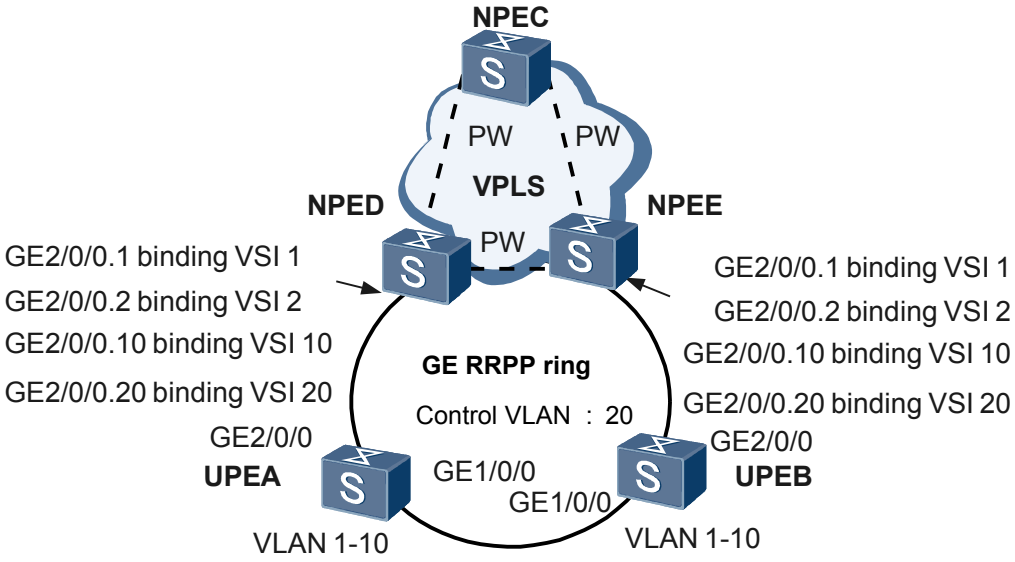
如图 6-227 所示，UPE A、UPE B、NPE D 和 NPE E 组成 RRPP 环。该环传输 VLAN5 ～ 10 的数据，控制 VLAN 为 VLAN20。NPED 和 NPEE 通过各自的子接口 GE2/0/0.5 ～ GE2/0/0.10 接入 VLAN5 ～ 10 的数据报文，并且子接口 GE2/0/0.5 ～ GE2/0/0.10 分别与 VSI5 ～ 10 绑定。

其中 UPE A 为主节点，UPE B 为传输节点，NPE D 通过子接口 GE2/0/0.20 将 RRPP 环接入 VPLS，NPE E 通过子接口 GE2/0/0.20 将 RRPP 环接入 VPLS。

NPE D 和 NPE E 之间以 PW 相互连接。

在 NPE D 和 NPE E 的子接口 GE2/0/0.20 上使能 RRPP Snooping，并关联本设备上其余的 VSI。实现 RRPP 环网发生故障时，VPLS 网络中的 NPE 可以同步清除本节点 VSI 的 MAC 地址表。

图 6-227 配置 RRPP Snooping 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 RRPP Snooping：

1. 配置 VPLS。
2. 配置 RRPP 环。

版权所有 © 华为技术有限公司

3. 使能 RRPP Snooping。
4. 配置与 RRPP Snooping 关联的 VSI。

数据准备

完成此配置例，需准备如下数据：

- NPE D 和 NPE E 上需要使能 RRPP Snooping 的子接口编号。
- 使能 RRPP Snooping 子接口上绑定的 VSI 名。
- RRPP 环的控制 VLAN ID 和数据 VLAN ID。
- NPE D 和 NPE E 上需要与使能了 RRPP Snooping 的子接口关联的 VSI 名。

操作步骤

步骤 1 配置 VPLS

说明

本例仅列举 NPE D 和 NPE E 上与 RRPP 环连接的子接口的配置方法。VPLS 网络中各 NPE 之间的相关配置请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南 VPN》。

- 配置 NPE D

在 NPE D 上创建 VLAN20。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname NPED
[NPED] vlan 20
[NPED-vlan20] quit
```

配置 NPE D 的子接口 GE2/0/0.5 允许 VLAN5 的报文通过，并与 VSI5 绑定。

```
[NPED] interface gigabitethernet2/0/0.5
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.5] control-vid 5 dot1q-termination
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.5] dot1q termination vid 5
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.5] l2 binding vsi VSI5
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.5] quit
```

配置 NPE D 的子接口 GE2/0/0.6 允许 VLAN6 的报文通过，并与 VSI6 绑定。

```
[NPED] interface gigabitethernet2/0/0.6
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.6] control-vid 6 dot1q-termination
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.6] dot1q termination vid 6
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.6] l2 binding vsi VSI6
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.6] quit
```

子接口 GE2/0/0.7 ～ GE2/0/0.10 与 GE2/0/0.5、GE2/0/0.6 配置方法相同，此处不再赘述。

配置 NPE D 的子接口 GE2/0/0.20 允许 VLAN20（RRPP 的控制 VLAN）的报文通过，并与 VSI20 绑定。

```
[NPED] interface gigabitethernet2/0/0.20
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.20] control-vid 20 dot1q-termination
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.20] dot1q termination vid 20
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.20] l2 binding vsi VSI20
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.20] quit
```

- 配置 NPE E

在 NPE E 上创建 VLAN20。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname NPEE
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[NPEE] vlan 20
[NPEE-vlan20] quit
```

配置 NPE E 的子接口 GE2/0/0.5 允许 VLAN5 的报文通过，并与 VSI5 绑定。

```
[NPEE] interface gigabitethernet2/0/0.5
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.5] control-vid 5 dot1q-termination
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.5] dot1q termination vid 5
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.5] l2 binding vsi VSI5
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.5] quit
```

配置 NPE E 的子接口 GE2/0/0.6 允许 VLAN6 的报文通过，并与 VSI6 绑定。

```
[NPEE] interface gigabitethernet2/0/0.6
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.6] control-vid 6 dot1q-termination
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.6] dot1q termination vid 6
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.6] l2 binding vsi VSI6
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.6] quit
```

子接口 GE2/0/0.7 ～ GE2/0/0.10 与 GE2/0/0.5、GE2/0/0.6 配置方法相同，此处不再赘述。

配置 NPE E 的子接口 GE2/0/0.20 允许 VLAN20（RRPP 的控制 VLAN）的报文通过，并与 VSI20 绑定。

```
[NPEE] interface gigabitethernet2/0/0.20
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.20] control-vid 20 dot1q-termination
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.20] dot1q termination vid 20
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.20] l2 binding vsi VSI20
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.20] quit
```

步骤 2 创建 RRPP 域，同时创建域的控制 VLAN

在 UPE A 上创建数据 VLAN 5 ～ 10。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEA
[UPEA] vlan batch 5 to 10
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN20 和数据 VLAN5 ～ 10。

```
[UPEA] stp region-configuration
[UPEA-mst-region] instance 1 vlan 5 to 10 20 21
[UPEA-mst-region] active region-configuration
[UPEA-mst-region] quit
```

配置环 1 的主节点 UPE A 的域为 1，控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20。

```
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] control-vlan 20
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

在 UPEB 上创建数据 VLAN 5 ～ 10。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname UPEB
[UPEB] vlan batch 5 to 10
```

创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN20 和数据 VLAN5 ～ 10。

```
[UPEB] stp region-configuration
[UPEB-mst-region] instance 1 vlan 5 to 10 20 21
[UPEB-mst-region] active region-configuration
[UPEB-mst-region] quit
```

配置环 1 的传输节点 UPE B 的域为 1，控制 VLAN 的 VLAN ID 为 20。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPEB-rrpp-domain-region1] control-vlan 20
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 3 去使能即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能

去使能 UPE A 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。

```
[UPEA] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 5 to 10
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEA] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 5 to 10
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

去使能 UPE B 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。

```
[UPEB] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 5 to 10
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 5 to 10
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 4 创建 RRPP 环

配置 UPE A 为 RRPP 环 1 的主节点，并指定主副接口。

```
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

配置 UPE B 为 RRPP 主环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 5 使能 RRPP 协议

配置 UPE A 上 RRPP 协议使能。

```
[UPEA] rrpp enable
```

配置 UPE B 上 RRPP 协议使能。

```
[UPEB] rrpp enable
```

步骤 6 配置 RRPP Snooping

使能 NPE D 的子接口 GE2/0/0.20 上的 RRPP Snooping 功能。

```
[NPED] interface gigabitethernet 2/0/0.20
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.20] rrpp snooping enable
```

使能 NPE E 的子接口 GE2/0/0.20 上的 RRPP Snooping 功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[NPEE] interface gigabitethernet 2/0/0.20
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.20] rrpp snooping enable
```

步骤 7 配置与 RRPP Snooping 关联的 VSI

在 NPE D 上配置与 GE2/0/0.20 关联的 VSI 名为 VSI5、VSI9。

```
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.20] rrpp snooping vsi VSI5
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.20] rrpp snooping vsi VSI9
[NPED-GigabitEthernet2/0/0.20] quit
```

在 NPE E 上配置与 GE2/0/0.20 关联的 VSI 名为 VSI5、VSI9。

```
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.20] rrpp snooping vsi VSI5
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.20] rrpp snooping vsi VSI9
[NPEE-GigabitEthernet2/0/0.20] quit
```

步骤 8 检查配置结果

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证 RRPP 环的配置结果。以 UPEA 为例。

- 在 UPEA 上执行 **display rrpp brief** 命令，查看结果如下：

```
[UPEA] display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :

M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status:  Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec(default is 0 sec)
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 20    sub 21
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 3 sec(default is 3 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common        Secondary/Edge        Is
 ID     Level   Mode     Port                  Port                          Enabled

 ------------------------------------------------------------------------
 1      0       M        GigabitEthernet1/0/0  GigabitEthernet2/0/0         Yes
```

可以看到 UPE A 的 RRPP 协议状态使能了，在域 1 中的主控制 VLAN 为 20，子控制 VLAN 为 21，UPE A 为主环 1 中的主节点。主端口为 GE1/0/0，副端口为 GE2/0/0。

- 在 UPE A 上执行 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

查看 UPE A 上域 1 中的详细信息。

```
[UPEA] display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 20    sub 21
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 3 sec(default is 3 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable    Is Actived : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: BLOCKED
```

查看 NPE D 的子接口 GE2/0/0.20 使能 RRPP Snooping 的情况。

```
[NPED] display rrpp snooping enable interface gigabitethernet 2/0/0.20
  Port                            VsiName          Vlan
-------------------------------------------------------
  GigabitEthernet2/0/0.20         VSI20            20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

从显示信息可以看出子接口 GE2/0/0.20 绑定的 VSI 名为 VSI20，接口上关联的 VLAN 为 VLAN20。

查看 NPE D 的子接口 GE2/0/0.20 关联的其他 VSI。

```
[NPED] display rrpp snooping vsi interface gigabitethernet2/0/0.20
  Port                                VsiName
-----------------------------------------------
  GigabitEthernet2/0/0.20             VSI5
  GigabitEthernet2/0/0.20             VSI9
  GigabitEthernet2/0/0.20             VSI20
```

从显示信息可以看到 GE2/0/0.20 上关联了 3 个 VSI，VSI 名分别为 VSI5、VSI9 和 VSI20。

----结束

配置文件

- UPE A 的配置文件

```
#
 sysname UPEA
#
 vlan batch 5 to 10 20 21
#
 rrpp enable
 rrpp linkup-delay-timer 0
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 10 20 21
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet 1/0/0 secondary-port GigabitEthernet
2/0/0 level 0
 ring 1 enable
#
interface Gigabitethernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 10
 stp disable
#
interface Gigabitethernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 10
 stp disable
#
return
```

- UPE B 的配置文件

```
#
 sysname UPEB
#
 vlan batch 5 to 10 20 21
#
 rrpp enable
 rrpp linkup-delay-timer 0
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 to 10 20 21
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 20
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 1/0/0 secondary-port GigabitEthernet
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
2/0/0 level 0
 ring 1 enable
#
interface Gigabitethernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 10
 stp disable
#
interface Gigabitethernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 10
 stp disable
#
return
```

- NPE D 的配置文件

```
#
 sysname NPED
#
 vlan batch  20
#
interface Gigabitethernet2/0/0.5
 control-vid 5 dot1q-termination
 dot1q termination vid 5
 l2 binding vsi VSI5
#
interface Gigabitethernet2/0/0.6
 control-vid 6 dot1q-termination
 dot1q termination vid 6
 l2 binding vsi VSI6
#
interface Gigabitethernet2/0/0.7
 control-vid 7 dot1q-termination
 dot1q termination vid 7
 l2 binding vsi VSI7
#
interface Gigabitethernet2/0/0.8
 control-vid 8 dot1q-termination
 dot1q termination vid 8
 l2 binding vsi VSI8
#
interface Gigabitethernet2/0/0.9
 control-vid 9 dot1q-termination
 dot1q termination vid 9
 l2 binding vsi VSI9
#
interface Gigabitethernet2/0/0.10
 control-vid 10 dot1q-termination
 dot1q termination vid 10
 l2 binding vsi VSI10
#
interface Gigabitethernet2/0/0.20
 control-vid 20 dot1q-termination
 dot1q termination vid 20
 l2 binding vsi VSI20
 rrpp snooping enable
 rrpp snooping vsi VSI5
 rrpp snooping vsi VSI9
#
return
```

- NPE E 的配置文件

```
#
 sysname NPEE
#
 vlan batch 20
#
interface Gigabitethernet2/0/0.5
 control-vid 5 dot1q-termination
 dot1q termination vid 5
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 l2 binding vsi VSI5
#
interface Gigabitethernet2/0/0.6
 control-vid 6 dot1q-termination
 dot1q termination vid 6
 l2 binding vsi VSI6
#
interface Gigabitethernet2/0/0.7
 control-vid 7 dot1q-termination
 dot1q termination vid 7
 l2 binding vsi VSI7
#
interface Gigabitethernet2/0/0.8
 control-vid 8 dot1q-termination
 dot1q termination vid 8
 l2 binding vsi VSI8
#
interface Gigabitethernet2/0/0.9
 control-vid 9 dot1q-termination
 dot1q termination vid 9
 l2 binding vsi VSI9
#
interface Gigabitethernet2/0/0.10
 control-vid 10 dot1q-termination
 dot1q termination vid 10
 l2 binding vsi VSI10
#
interface Gigabitethernet2/0/0.20
 control-vid 20 dot1q-termination
 dot1q termination vid 20
 l2 binding vsi VSI20
 rrpp snooping enable
 rrpp snooping vsi VSI5
 rrpp snooping vsi VSI9
#
return
```

6.6.5 VRRP 和 VRRP6 配置

通过创建 VRRP 或 VRRP6 备份组，实现当主用设备出现故障时，由备用设备承担网路流量。

配置主备备份 VRRP 示例

组网需求

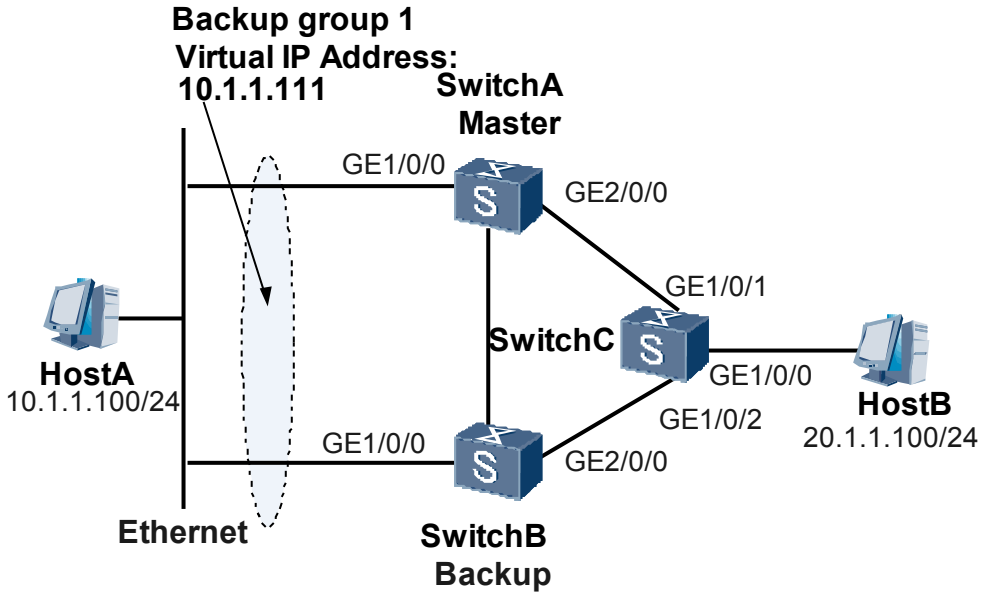
如图 6-228 所示。主机 HostA 通过缺省网关访问主机 HostB。

需求如下：

- SwitchA 和 SwitchB 组成 VRRP 备份组，作为 HostA 的缺省网关。
- 正常情况下，SwitchA 承担网关工作；当 SwitchA 出现故障时，SwitchB 接替执行网关工作。
- SwitchA 恢复后，能在 20 秒内抢占成为 Master。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-228 配置主备备份 VRRP 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	10.1.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.1.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF100	10.1.1.2/24
	GE2/0/0	VLANIF400	192.168.2.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF300	20.1.1.1/24
	GE1/0/1	VLANIF200	192.168.1.2/24
	GE1/0/2	VLANIF400	192.168.2.2/24

配置思路

采用如下思路配置主备备份 VRRP：

1. 在 SwitchA 的 VLANIF100 接口下创建备份组 1，并配置 SwitchA 在该备份组中具有高优先级，确保 SwitchA 为 Master，配置抢占方式。
2. 在 SwitchB 的 VLANIF100 接口下创建备份组 1，使用缺省优先级。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 创建 VLAN，在 VLANIF 接口配置 IP 地址
- SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 之间配置 OSPF 协议互连。

版权所有 © 华为技术有限公司

- VRRP 备份组 ID、虚拟 IP 地址
- 交换机在备份组中的优先级
- 抢占方式

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，在 VLANIF 接口配置 IP 地址

创建 VLAN，将物理接口加入 VLAN。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 100 200
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

SwitchB、SwitchC 和 SwitchA 配置相似。

在 SwitchA 的 VLANIF 接口配置 IP 地址。

```
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ip address 10.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif100] quit
[SwitchA] interface vlanif 200
[SwitchA-Vlanif200] ip address 192.168.1.1 24
[SwitchA-Vlanif200] quit
```

在 SwitchB 的 VLANIF 接口配置 IP 地址。

```
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] ip address 10.1.1.2 24
[SwitchB-Vlanif100] quit
[SwitchB] interface vlanif 400
[SwitchB-Vlanif400] ip address 192.168.2.1 24
[SwitchB-Vlanif400] quit
```

在 SwitchC 的 VLANIF 接口配置 IP 地址。

```
[SwitchC] interface vlanif 200
[SwitchC-Vlanif200] ip address 192.168.1.2 24
[SwitchC-Vlanif200] quit
[SwitchC] interface vlanif 300
[SwitchC-Vlanif300] ip address 20.1.1.1 24
[SwitchC-Vlanif300] quit
[SwitchC] interface vlanif 400
[SwitchC-Vlanif400] ip address 192.168.2.2 24
[SwitchC-Vlanif400] quit
```

步骤 2 配置设备之间的网络互连,在 SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间采用 OSPF 协议进行互连

配置 SwitchA

```
[SwitchA] ospf 1
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchB

```
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.2.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

配置 SwitchC

```
[SwitchC] ospf 1
[SwitchC-ospf-1] area 0
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.2.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

设置主机 HostA 的缺省网关为 10.1.1.111，HostB 的缺省网关为 20.1.1.1。

步骤 3 配置 VRRP

在 SwitchA 上创建备份组 1，并配置 SwitchA 在该备份组中的优先级为 120（作为 Master）。

```
[SwitchA] interface Vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[SwitchA-Vlanif100] vrrp vrid 1 priority 120
[SwitchA-Vlanif100] vrrp vrid 1 preempt-mode timer delay 20
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

在 SwitchB 上创建备份组 1，并配置 SwitchB 在该备份组中的优先级为缺省值（作为 Backup）。

```
[SwitchB] interface Vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[SwitchB-Vlanif100] quit
```

步骤 4 检验配置结果

- 验证 VRRP 备份组能够正常提供网关功能

完成以上配置后，在主机 HostA 上能够 Ping 通 HostB，在 SwitchA 上执行 **display vrrp** 命令可以看到 SwitchA 的状态是 Master，在 SwitchB 上执行 **display vrrp** 命令可以看到 SwitchB 的状态是 Backup，如下所示。

```
<SwitchA> display vrrp
  Vlanif100 | Virtual Router 1
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.111
    Master IP : 10.1.1.1
    PriorityRun : 120
    PriorityConfig : 120
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 20s
    TimerRun : 1s
    TimerConfig : 1s
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0101
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
<SwitchB> display vrrp
  Vlanif100 | Virtual Router 1
    state : Backup
    Virtual IP : 10.1.1.111
    Master IP : 10.1.1.1
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0s
    TimerRun : 1s
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    TimerConfig : 1s
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0101
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
```

在 SwitchA 和 SwitchB 上执行 **display ip routing-table** 命令，SwitchA 上可以看到路由表中有一条目的地址为虚拟 IP 地址的直连路由，而 SwitchB 上该路由为 OSPF 路由。SwitchA 和 SwitchB 上的显示信息如下。

```
<SwitchA> display ip routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 10
Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
       10.1.1.0/24  Direct 0    0           D   10.1.1.1        Vlanif100
       10.1.1.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       20.1.1.0/24  OSPF   10   2           D   192.168.1.2     Vlanif200
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24  Direct 0    0           D   192.168.1.1     Vlanif200
    192.168.1.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.2/32  Direct 0    0           D   192.168.1.2     Vlanif200
    192.168.2.0/24  OSPF   10   2           D   10.1.1.2        Vlanif200
<SwitchB> display ip routing-table
Route Flags: R - relied, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 10
Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
       10.1.1.0/24  Direct 0    0           D   10.1.1.2        Vlanif100
       10.1.1.2/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       20.1.1.0/24  OSPF   10   2           D   192.168.2.2     Vlanif300
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24  OSPF   10   2           D   10.1.1.1        Vlanif200
    192.168.2.0/24  Direct 0    0           D   192.168.2.1     Vlanif400
    192.168.2.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.2.2/32  Direct 0    0           D   192.168.2.2     Vlanif400
```

- 验证 SwitchA 故障时 SwitchB 能够成为 Master

对 SwitchA 的 VLANIF100 接口执行 **shutdown** 命令，模拟 SwitchA 出现故障。

在 SwitchB 上使用 **display vrrp** 命令查看 VRRP 状态信息，应能够看到 SwitchB 的状态是 Master，如下。

```
<SwitchB> display vrrp
  Vlanif100 | Virtual Router 1
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.111
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 100
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    TimerRun : 1
    TimerConfig : 1
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0101
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
```

- 验证 SwitchA 恢复后能够抢占

版权所有 © 华为技术有限公司

对 SwitchA 的 VLANIF100 接口执行 **undo shutdown** 命令，VLANIF100 接口恢复 UP 状态后，等待 20 秒，在 SwitchA 上使用 **display vrrp** 命令查看 VRRP 状态信息，应能够看到 SwitchA 的状态恢复成 Master。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 200
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 1 priority 120
 vrrp vrid 1 preempt-mode timer delay 20
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 400
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
#
interface Vlanif400
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 200 300 400
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif300
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif400
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置负载分担 VRRP 示例

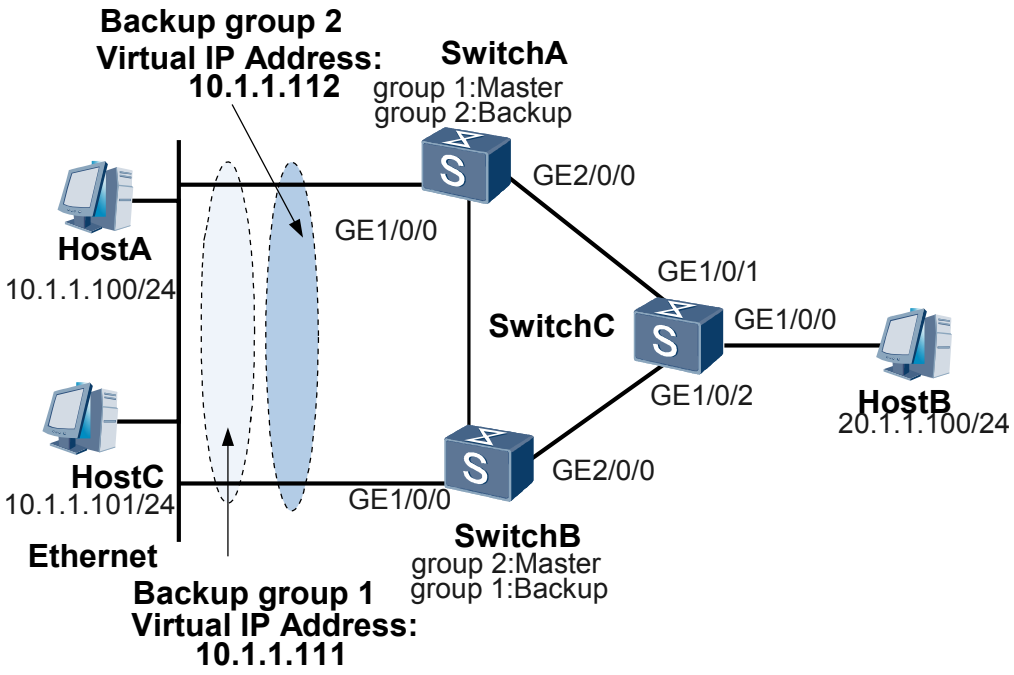
组网需求

如图 6-229 所示。

- SwitchA 作为备份组 1 的 Master，兼任备份组 2 的 Backup。
- SwitchB 作为备份组 2 的 Master，兼任备份组 1 的 Backup。
- 内部网络中的 HostA 使用备份组 1 作网关，HostC 主机使用备份组 2 作为网关，达到分担数据流而又相互备份的目的。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-229 配置负载分担 VRRP 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	10.1.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.1.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF100	10.1.1.2/24
	GE2/0/0	VLANIF400	192.168.2.1/24
SwitchC	GE1/0/0	VLANIF300	20.1.1.1/24
	GE1/0/1	VLANIF200	192.168.1.2/24
	GE1/0/2	VLANIF400	192.168.2.2/24

配置思路

采用如下思路配置负载分担 VRRP：

1. 配置设备之间的网络互连。
2. 在 SwitchA 的 VLANIF100 接口下创建 2 个备份组，SwitchA 在备份组 1 中作为 Master，在备份组 2 中作为 Backup。
3. 在 SwitchB 的 VLANIF100 接口下创建 2 个备份组，SwitchB 在备份组 1 中作为 Backup，在备份组 2 中作为 Master。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VRRP 备份组 ID、虚拟 IP 地址
- 交换机在备份组中的优先级

操作步骤

步骤 1 配置设备之间的网络互连

配置主机 HostA 的缺省网关为备份组 1 的虚拟 IP 地址 10.1.1.111，配置主机 HostB 的缺省网关为 20.1.1.1，配置主机 HostC 的缺省网关为备份组 2 的虚拟 IP 地址 10.1.1.112。

配置 SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间运行 OSPF。

详细配置过程请参看“OSPF 配置”。

步骤 2 配置 VRRP

在 SwitchA 上配置接口 VLANIF100，创建备份组 1，并配置 SwitchA 在备份组 1 中的优先级为 120（作为 Master）。创建备份组 2，并配置 SwitchA 在备份组 2 中的优先级为缺省值 100（作为 Backup）。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] interface Vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ip address 10.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif100] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[SwitchA-Vlanif100] vrrp vrid 1 priority 120
[SwitchA-Vlanif100] vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

在 SwitchB 上配置接口 VLANIF100，创建备份组 1，并配置 SwitchB 在备份组 1 中的优先级为缺省值 100（作为 Backup）。创建备份组 2，并配置 SwitchB 在备份组 2 中的优先级为 120（作为 Master）。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] interface Vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] ip address 10.1.1.2 24
[SwitchB-Vlanif100] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[SwitchB-Vlanif100] vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
[SwitchB-Vlanif100] vrrp vrid 2 priority 120
[SwitchB-Vlanif100] quit
```

步骤 3 检验配置结果

完成以上配置后，网络中 HostA、HostC 主机分别能够 Ping 通 HostB。

在 HostA 和 HostC 上分别对 HostB 的地址进行 **tracert** 测试，可以看到 HostA 经过 SwitchA 和 SwitchC 到达 HostB，而 HostC 经过 SwitchB 和 SwitchC 到达 HostB。即，SwitchA 和 SwitchB 对内部网络来的流量进行负载分担。

```
<HostA> tracert 20.1.1.100
 traceroute to  20.1.1.100(20.1.1.100), max hops: 30, packet length: 40, press CTRL_C to break
 1 10.1.1.1 120 ms  50 ms  60 ms
 2 192.168.1.2 100 ms  60 ms  60 ms
 3 20.1.1.100 130 ms  90 ms  90 ms
<HostC> tracert 20.1.1.100
 traceroute to  20.1.1.100(20.1.1.100) 30 hops max,40 bytes packet
 1 10.1.1.2 30 ms  60 ms  40 ms
 2 192.168.2.2 90 ms  60 ms  60 ms
 3 20.1.1.100 70 ms  60 ms  90 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchA 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 SwitchA 分别作为备份组 1 的 Master 和备份组 2 的 Backup。

```
[SwitchA] display vrrp
  Vlanif100 | Virtual Router 1
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.111
    Master IP : 10.1.1.1
    PriorityRun : 120
    PriorityConfig : 120
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0s
    TimerRun : 1s
    TimerConfig : 1s
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0101
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
  Vlanif100 | Virtual Router 2
    state : Backup
    Virtual IP : 10.1.1.112
    Master IP : 10.1.1.2
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0s
    TimerRun : 1s
    TimerConfig : 1s
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0102
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 200
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 1 priority 120
 vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 100 400
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
 vrrp vrid 2 priority 120
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 200 300 400
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif300
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif400
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid untagged vlan 300
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid untagged vlan 400
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 VRRP 快速切换功能示例

组网需求

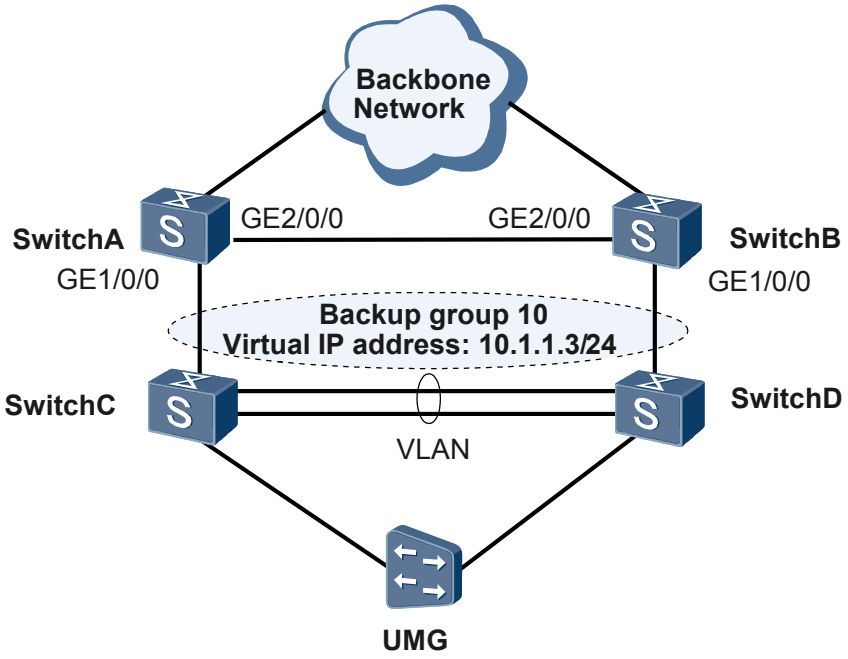
如图 6-230 所示，SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 和通用媒体网关 UMG 设备组成一个简单的 NGN 承载网。

其中：

- UMG 通过交换机 SwitchC 和 SwitchD 双归属到 SwitchA 和 SwitchB。
- SwitchA 和 SwitchB 之间运行 VRRP，SwitchA 作为 Master，SwitchB 作为 Backup。

要求当 SwitchA 发生故障、或 SwitchA 与 SwitchB 之间的链路故障时，VRRP 主备切换的时间不超过 1 秒，以实现承载网的快速收敛。

图 6-230 配置 VRRP 快速切换功能组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	10.1.1.1/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.0.1/24
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF100	10.1.1.2/24
	GE2/0/0	VLANIF200	192.168.0.2/24

配置思路

采用如下思路实现 VRRP 快速切换：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置设备之间的网络互连。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 之间配置 BFD Session，同时实现对 SwitchA 和下行链路 SwitchA—SwitchC—SwitchD—SwitchB 的监测。
3. 在作为 Backup 的 SwitchB 上配置 VRRP 监视 BFD Session，一旦 BFD Session 的状态变为 Down，SwitchB 的优先级增加 40，进行主备切换。

说明

本示例只介绍 SwitchA 和 SwitchB 上的配置。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 本地和对端的 BFD 会话标识符
- VRRP 备份组 ID、虚拟 IP 地址
- Switch 在备份组中的优先级

操作步骤

步骤 1 配置设备之间的网络互连

配置各接口 IP 地址。配置 SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间运行 OSPF。

详细配置过程请参考“**配置主备备份 VRRP 示例**”。

步骤 2 配置 BFD 基本功能

在 SwitchA 上配置 BFD Session。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] bfd
[SwitchA-bfd] quit
[SwitchA] bfd atob bind peer-ip 10.1.1.2 interface vlanif 200
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator local 1
[SwitchA-bfd-session-atob] discriminator remote 2
[SwitchA-bfd-session-atob] min-rx-interval 50
[SwitchA-bfd-session-atob] min-tx-interval 50
[SwitchA-bfd-session-atob] commit
[SwitchA-bfd-session-atob] quit
```

在 SwitchB 上配置 BFD Session。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] bfd
[SwitchB-bfd] quit
[SwitchB] bfd btoa bind peer-ip 10.1.1.1 interface vlanif 200
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator local 2
[SwitchB-bfd-session-btoa] discriminator remote 1
[SwitchB-bfd-session-btoa] min-rx-interval 50
[SwitchB-bfd-session-btoa] min-tx-interval 50
[SwitchB-bfd-session-btoa] commit
[SwitchB-bfd-session-btoa] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display bfd session** 命令，可以看到 BFD Session 会话的状态为 Up。以 SwitchA 的显示为例。

```
[SwitchA] display bfd session all
--------------------------------------------------------------------------------
Local Remote PeerIpAddr      State     Type        InterfaceName
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
--------------------------------------------------------------------------------
1     2       10.1.1.2        Up        Static      Vlanif100
--------------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

步骤 3 配置 VRRP 快速切换

创建备份组 10，配置 SwitchA 在备份组 10 中的优先级为 160，为 Master。

```
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] vrrp vrid 10 virtual-ip 10.1.1.3
[SwitchA-Vlanif100] vrrp vrid 10 priority 160
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

创建备份组 10，配置 SwitchB 在备份组 10 中的优先级为 140，为 Backup。

```
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] vrrp vrid 10 virtual-ip 10.1.1.3
[SwitchB-Vlanif100] vrrp vrid 10 priority 140
```

在 Backup 侧配置监视 BFD Session 的状态，如果 BFD Session 状态变为 Down，SwitchB 的 VRRP 优先级增加 40。

```
[SwitchB-Vlanif100] vrrp vrid 10 track bfd-session 2 increased 40
[SwitchB-Vlanif100] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 SwitchA 是 Master，SwitchB 是 Backup。在 SwitchB 上还能看到对 BFD Session 的监测设置以及 BFD Session 的当前状态。

```
[SwitchA] display vrrp
  Vlanif100 | Virtual Router 10
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.3
    Master IP : 10.1.1.1
    PriorityRun : 160
    PriorityConfig : 160
    MasterPriority : 160
    Preempt : YES   Delay Time : 0s
    TimerRun : 1s
    TimerConfig : 1s
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0110
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
[SwitchB] display vrrp
  Vlanif100 | Virtual Router 10
    state : Backup
    Virtual IP : 10.1.1.3
    Master IP : 10.1.1.1
    PriorityRun : 140
    PriorityConfig : 140
    MasterPriority : 160
    Preempt : YES   Delay Time : 0s
    TimerRun : 1s
    TimerConfig : 1s
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0110
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Track BFD : 2  Priority increased : 40
    BFD-Session State : UP
    Config track link-bfd down-number : 0
```

步骤 4 验证配置结果

对 SwitchA 的接口 VLANIF200 执行 **shutdown** 操作，模拟链路故障。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] interface vlanif 200
[SwitchA-Vlanif200] shutdown
```

在 SwitchB 上可以看到：VRRP 接收到 BFD 的故障报告后进行主备切换。

```
%May 10 15:48:30 2008 SwitchB BFD/5/BFD:Slot=1;IO(1) BFD Session(Discr:2) FSM Change To Down
(Detect)
%May 10 15:48:30 2008 SwitchB VRRP/5/BfdWarning:
 Virtual Router 10 | BFD-SESSION 2 : BFD_STATE_UP --> BFD_STATE_DOWN
%May 10 15:48:30 2008 SwitchB VRRP/5/StateWarning:
 Vlanif100 | Virtual Router 10 :  BACKUP --> MASTER
```

此时在 SwitchA 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 SwitchA 的状态变为 Initialize。

```
[SwitchA] display vrrp
  Vlanif100 | Virtual Router 10
    state : Initialize
    Virtual IP : 10.1.1.3
    Master IP : 10.1.1.1
    PriorityRun : 160
    PriorityConfig : 160
    MasterPriority : 0
    Preempt : YES   Delay Time : 0s
    TimerRun : 1s
    TimerConfig : 1s
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0110
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
```

在 SwitchB 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 SwitchB 的状态切换成 Master，BFD Session 的状态变为 Down。

```
[SwitchB] display vrrp
  Vlanif100 | Virtual Router 10
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.3
    Master IP : 10.1.1.2
    PriorityRun : 180
    PriorityConfig : 140
    MasterPriority : 180
    Preempt : YES   Delay Time : 0s
    TimerRun : 1s
    TimerConfig : 1s
    Auth Type : NONE
    Virtual Mac :  0000-5e00-0110
    Check TTL : YES
    Config type : normal-vrrp
    Track BFD : 2  Priority increased : 40
    BFD-Session State : DOWN
    Config track link-bfd down-number : 0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
  vlan batch 100 200
#
 bfd
#
#
interface Vlanif100
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vrrp vrid 10 virtual-ip 10.1.1.3
 vrrp vrid 10 priority 160
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
bfd atob bind peer-ip 10.1.1.2 interface Vlanif 200
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
 min-tx-interval 50
 min-rx-interval 50
 commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
  vlan batch 100 200
#
 bfd
#
interface Vlanif100
ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 10 virtual-ip 10.1.1.3
 vrrp vrid 10 priority 140
 vrrp vrid 10 track bfd-session 2 increased 40
#
interface Vlanif200
 ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200
#
bfd btoa bind peer-ip 10.1.1.1 interface Vlanif 200
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
 min-tx-interval 50
 min-rx-interval 50
 commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置接口 VRRP6 示例

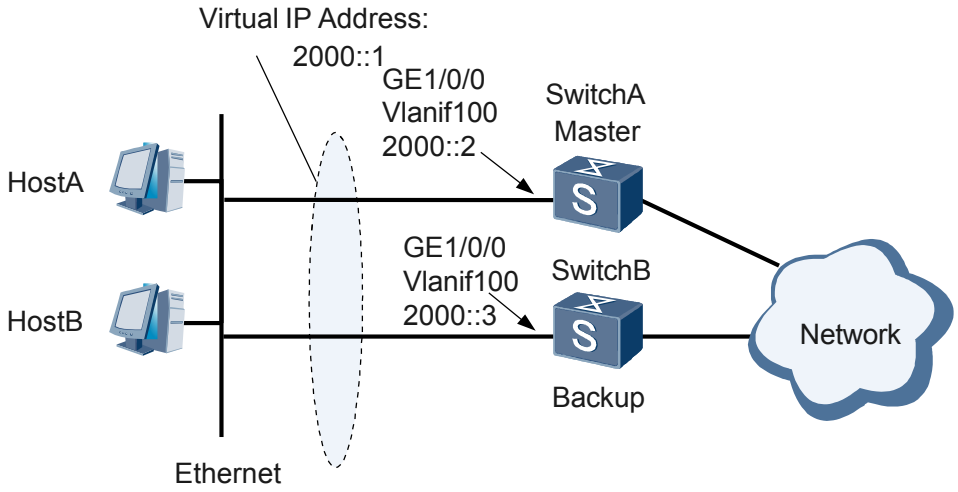
组网需求

SwitchA 和 SwitchB 根据配置的优先级来确定 VRRP 备份组内的 Master。

一旦选定了备份组的 Master，就只有 Master 响应 IPv6 报文。无论因为任何原因，Master 的状态变为 Down，Backup 将替换 Master 使主机可以与外网通信。

配置的虚拟地址可以和 SwitchA 或者 SwitchB 接口的地址相同。

图 6-231 配置 VRRP6 组网图



配置思路

配置思路如下:

1. 在接口上配置 IPv6 地址。
2. 配置虚拟 IPv6 地址。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据:

- 备份组号
- 备份组优先级
- 需要在接口上配置的 IPv6 地址
- 需要在备份组的接口上配置的虚拟 IPv6 地址

操作步骤

步骤 1 使能 IPv6 转发

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] ipv6
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] ipv6
```

步骤 2 在接口上配置 IPv6 地址

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] vlan 100
[SwitchA-vlan100] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 100
[SwitchA-Vlanif100] ipv6 enable
[SwitchA-Vlanif100] ipv6 address 2000::2 64
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] vlan 100
[SwitchB-vlan100] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] ipv6 enable
[SwitchB-Vlanif100] ipv6 address 2000::3 64
```

步骤 3 在备份组的接口上配置虚拟 IPv6 地址

配置 SwitchA。

```
[SwitchA-Vlanif100] vrrp6 vrid 24 virtual-ip fe80::1 link-local
[SwitchA-Vlanif100] vrrp6 vrid 24 virtual-ip 2000::1
[Switch-Vlanif100] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB-Vlanif100] vrrp6 vrid 24 virtual-ip fe80::1 link-local
[SwitchB-Vlanif100] vrrp6 vrid 24 virtual-ip 2000::1
```

步骤 4 配置 SwitchB 优先级低于 SwitchA

```
[SwitchB-Vlanif100] vrrp6 vrid 24 priority 25
```

步骤 5 检查配置结果

可以看到 SwitchA 为 Master，SwitchB 为 backup。

```
[SwitchA] display vrrp6 interface vlanif 100
Vlanif100 | Virtual Router 24
    State : Master
    Virtual IP : FE80::1
                 2000::1
    Master IP : FE80::200:FF:FE00:24
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 0
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    TimerRun : 100
    TimerConfig : 100
    Virtual Mac :  0000-5e00-0201
    Uncheck hop limit : NO
    Accept Mode : ON
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB] display vrrp6 interface vlanif100
Vlanif100 | Virtual Router 24
    State : Backup
    Virtual IP : FE80::1
                 2000::1
    Master IP : FE80::200:FF:FE00:24
    PriorityRun : 25
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 0
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    TimerRun : 100
    TimerConfig : 100
    Virtual Mac :  0000-5e00-0201
    Uncheck hop limit : NO
    Accept Mode : ON
    Config type : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100
#
ipv6
#
interface vlanif 100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2000::2/64
 vrrp6 vrid 24 virtual-ip FE80::1 link-local
 vrrp6 vrid 24 virtual-ip 2000::1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100
#
ipv6
#
interface vlanif 100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2000::3/64
 vrrp6 vrid 24 virtual-ip FE80::1 link-local
 vrrp6 vrid 24 virtual-ip 2000::1
 vrrp6 vrid 24 priority 25
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

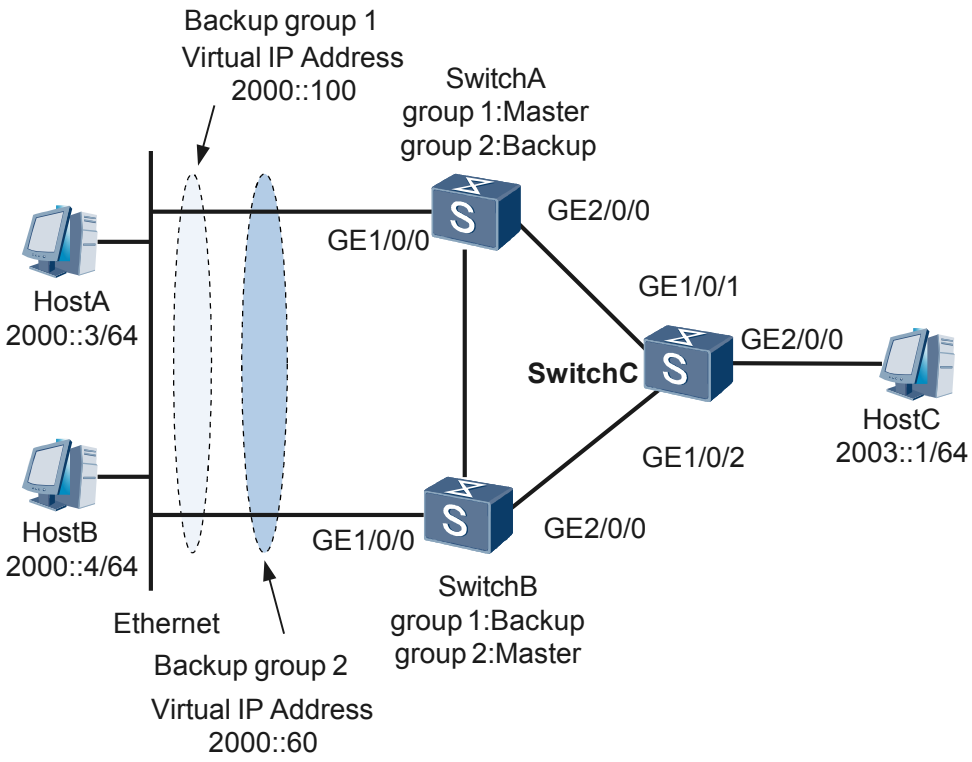
配置负载分担 VRRP6 示例

组网需求

如图 6-232 所示。

- SwitchA 作为备份 1 的 Master 设备，同时兼任备份组 2 的 Backup 设备。
- SwitchB 作为备份组 2 的 Master 设备，同时兼任备份组 1 的 Backup 设备。
- 局域网中的主机 HostA 使用备份组 1 的虚拟 IPv6 地址作为网关，HostB 使用备份组 2 的虚拟 Pv6 地址作为网关，达到分担数据流而又相互备份的目的。

图 6-232 配置负载分担 VRRP6 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GE1/0/0	VLANIF100	2000::1/64
	GE2/0/0	VLANIF200	2002::1/64
SwitchB	GE1/0/0	VLANIF100	2000::2/64
	GE2/0/0	VLANIF400	2001::1/64
SwitchC	GE1/0/1	VLANIF200	2002::2/64
	GE1/0/2	VLANIF400	2001::2/64
	GE2/0/0	VLANIF300	2003::2/64

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置负载分担 VRRP6 备份组：

1. 在 SwitchA 的接口 VLANIF100 下创建备份组 1 和备份组 2。其中，SwitchA 在备份组 1 中作为 Master 设备，在备份组 2 中作为 Backup 设备。
2. 在 SwitchB 的接口 VLANIF100 下创建备份组 1 和备份组 2。其中，SwitchB 在备份组 1 中作为 Backup 设备，在备份组 1 中作为 Master 设备。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各个接口的 IPv6 地址
- 备份组的 ID 和虚拟 IPv6 地址
- 交换机在备份组中的优先级

操作步骤

步骤 1 配置各个接口的 IP 地址（略）

步骤 2 在 SwitchA、SwitchB 和 SwitchC 路由器之间采用 OSPFv3 协议进行互连（略）

步骤 3 配置主机

配置主机 HostA 的缺省网关为备份组 1 的虚拟 IPv6 地址 2000::100，主机 HostB 的缺省网关为备份组 2 的 IPv6 地址 2000::60，主机 HostC 的缺省网关为 2003::2。

步骤 4 配置 VRRP6 备份组

在 SwitchA 的 VLANIF100 接口上创建备份组 1 和备份组 2，并配置 SwitchA 在备份组 1 中的优先级为 120，确保 SwitchA 为 Master 设备；在备份组 2 中的优先级使用缺省值，确保 SwitchA 为 Backup 设备。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] interface vlanif100
[SwitchA-Vlanif100] vrrp6 vrid 1 virtual-ip FE80::1 link-local
[SwitchA-Vlanif100] vrrp6 vrid 1 virtua-ip 2000::100
[SwitchA-Vlanif100] vrrp6 vrid 1 priority 120
[SwitchA-Vlanif100] vrrp6 vrid 2 virtual-ip FE80::2 link-local
[SwitchA-Vlanif100] vrrp6 vrid 2 virtua-ip 2000::60
[SwitchA-Vlanif100] quit
```

在 SwitchB 的 VLANIF100 接口上创建备份组 1 和备份组 2，并配置 SwitchB 在备份组 1 中的优先级使用缺省值，确保 SwitchB 为 Backup 设备；在备份组 2 中的优先级为 120，确保 SwitchB 为 Master 设备。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] interface vlanif 100
[SwitchB-Vlanif100] vrrp6 vrid 1 virtual-ip FE80::1 link-local
[SwitchB-Vlanif100] vrrp6 vrid 1 virtua-ip 2000::100
[SwitchB-Vlanif100] vrrp6 vrid 2 virtual-ip FE80::2 link-local
[SwitchB-Vlanif100] vrrp6 vrid 2 virtua-ip 2000::60
[SwitchB-Vlanif100] vrrp6 vrid 2 priority 120
[SwitchB-Vlanif100] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 5 检查配置结果

完成上述配置后，网络中的 HostA 和 HostB 分别能够 Ping 通 HostC。在 SwitchA 上使用 **display vrrp6** 命令，可以看到创建了两个备份组，备份组 1 和备份组 2。其中，SwitchA 在备份组 1 中作为 Master 设备，在备份组 2 中作为 Backup 设备。

```
[SwitchA] display vrrp6
  Vlanif100 | Virtual Router 1
     State              : Master
     Virtual IP         : FE80::1
                          2000::100
     Master IP : FE80::200:FF:FE00:24
     PriorityRun        : 120
     PriorityConfig     : 120
     MasterPriority     : 120
     Preempt            : YES      Delay Time : 0
     TimerRun           : 100
     TimerConfig        : 100
     Virtual Mac        : 0000-5e00-0201
     Uncheck hop limit  : NO
     Accept Mode        : ON
     Config type        : normal-vrrp
     Config track link-bfd down-number : 0
   Vlanif100 | Virtual Router 2
     State              : Backup
     Virtual IP         : FE80::2
                          2000::60
     Master IP : FE80::218:82FF:FED1:B6DF
     PriorityRun        : 100
     PriorityConfig     : 100
     MasterPriority     : 120
     Preempt            : YES      Delay Time : 0
     TimerRun           : 100
     TimerConfig        : 100
     Virtual Mac        : 0000-5e00-0102
     Uncheck hop limit  : NO
     Accept Mode        : ON
     Config type        : normal-vrrp
     Config track link-bfd down-number : 0
```

在 SwitchB 上使用 **display vrrp6** 命令，可以看考创建了两个备份组，备份组 1 和备份组 2。其中，SwitchA 在备份组 1 中作为 Backup 设备，SwitchB 在备份组 2 中作为 Master 设备。

```
[SwitchB] display vrrp6
 Vlanif100 | Virtual Router 1
    State              : Backup
    Virtual IP         : FE80::1
                         2000::100
    Master IP : FE80::200:FF:FE00:24
    PriorityRun        : 100
    PriorityConfig     : 100
    MasterPriority     : 120
    Preempt            : YES      Delay Time : 0
    TimerRun           : 100
    TimerConfig        : 100
    Virtual Mac        : 0000-5e00-0201
    Uncheck hop limit  : NO
    Accept Mode        : ON
    Config type        : normal-vrrp
    Config track link-bfd down-number : 0
  Vlanif100 | Virtual Router 2
    State              : Master
    Virtual IP         : FE80::2
                         2000::60
    Master IP : FE80::218:82FF:FED1:B6DF
    PriorityRun        : 120
    PriorityConfig     : 120
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
MasterPriority    : 120
Preempt           : YES      Delay Time : 0
TimerRun          : 100
TimerConfig       : 100
Virtual Mac       : 0000-5e00-0102
Uncheck hop limit : NO
Accept Mode       : ON
Config type       : normal-vrrp
Config track link-bfd down-number : 0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 100 200
#
 ipv6
#
ospfv3 1
 router-id 1.1.1.1
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2000::1/64
 vrrp6 vrid 1 virtual-ip FE80::1 link-local
 vrrp6 vrid 1 virtual-ip 2000::100
 vrrp6 vrid 1 priority 120
 vrrp6 vrid 2 virtual-ip FE80::2 link-local
 vrrp6 vrid 2 virtual-ip 2000::60
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid pvid untagged 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid pvid untagged 200
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100 400
#
 ipv6
#
ospfv3 1
 router-id 2.2.2.2
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2000::2/64
 vrrp6 vrid 1 virtual-ip FE80::1 link-local
 vrrp6 vrid 1 virtual-ip 2000::100
 vrrp6 vrid 2 virtual-ip FE80::2 link-local
 vrrp6 vrid 2 virtual-ip 2000::60
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vrrp6 vrid 2 priority 120
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid pvid untagged 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 400
 port hybrid pvid untagged 400
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 200 300 400
#
ipv6
#
ospfv3 1
 router-id 3.3.3.3
#
interface Vlanif200
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::2
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
#
interface Vlanif300
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::2/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
#
interface Vlanif400
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::2/64
 ospfv3 1 area 0.0.0.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid pvid untagged 200
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid pvid untagged 300
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 300
 port hybrid pvid untagged 300
#
return
```

6.6.6 以太网 OAM 配置

通过对以太网 OAM 的介绍和各种配置，实现链路级以太网 OAM 和网络级以太网 OAM 链路的检测，提高网络可靠性。

版权所有 © 华为技术有限公司

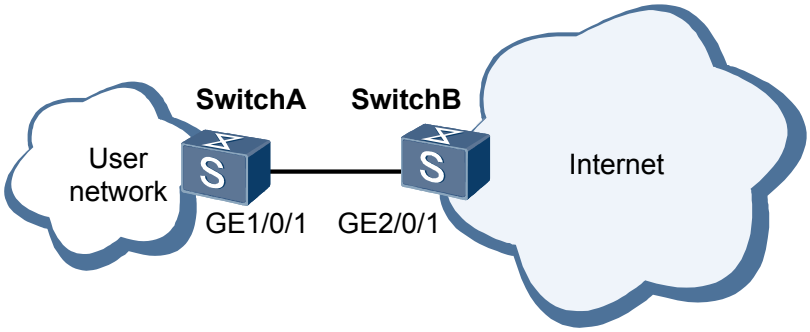
配置 EFM OAM 示例

组网需求

如图 6-233 所示，某用户网络通过 SwitchA 和 SwitchB 设备连接到 ISP 网络上,其中 SwitchA 是 CE 设备，SwitchB 是 UPE 设备。要求：

- 实现 SwitchA 和 SwitchB 之间连通性故障自动检测功能，并且如检测到连通性故障 SwitchA 设备和 SwitchB 设备上产生报警信息。
- SwitchB 监测本设备上的接口 GE2/0/1 的误帧、误码和误帧秒，如误帧、误码和误帧秒超过设定的门限值则 SwitchB 设备上产生报警信息。

图 6-233 配置 EFM OAM 示例组网图



配置思路

采用如下的思路配置 EFM OAM：

1. 全局使能 SwitchA 和 SwitchB 的 EFM OAM 功能。
2. 配置 SwitchA 的接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 工作模式为被动模式。
3. 使能 SwitchB 的接口 GE2/0/1 和 SwitchA 的接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 功能。
4. 在 SwitchB 上配置接口 GE2/0/1 的误帧、误码、误帧秒检测功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- SwitchB 上接口 GE2/0/1 的误帧观察时长为 5 秒，门限为 5。
- SwitchB 上接口 GE2/0/1 的误码观察时长为 5 秒，门限为 5。
- SwitchB 上接口 GE2/0/1 的误帧秒观察时长为 120 秒，门限为 5。

操作步骤

步骤 1 全局使能 EFM OAM 功能

全局使能 SwitchA 的 EFM OAM 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] efm enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

全局使能 SwitchB 的 EFM OAM 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] efm enable
```

步骤 2 配置 SwitchA 的接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 工作模式为被动模式

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] bpdu bridge enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] efm mode passive
```

步骤 3 使能 SwitchB 的接口 GE2/0/1 和 SwitchA 的接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 功能

使能 SwitchA 的接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 功能。

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] efm enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

使能 SwitchB 的接口 GE2/0/1 的 EFM OAM 功能。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] bpdu bridge enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 4 在 SwitchB 上配置接口 GE2/0/1 的误帧、误码、误帧秒检测功能

在 SwitchB 上配置接口 GE2/0/1 的误帧检测功能。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-frame period 5
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-frame threshold 5
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-frame notification enable
```

在 SwitchB 上配置接口 GE2/0/1 的误码检测功能。

```
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-code period 5
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-code threshold 5
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-code notification enable
```

在 SwitchB 上配置接口 GE2/0/1 的误帧秒检测功能。

```
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-frame-second period 120
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-frame-second threshold 5
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm error-frame-second notification enable
```

步骤 5 检查配置结果

如果 SwitchA 和 SwitchB 的 EFM OAM 配置正确，接口 GE2/0/1 和接口 GE1/0/1 成功协商后进入握手阶段，此时在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display efm session** 命令，可看到接口 GE2/0/1 或接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 协议状态为 detect。

```
[SwitchB] display efm session interface gigabitethernet 2/0/1
  Interface               EFM State               Loopback Timeout
  ------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet2/0/1    detect                  --
```

如果 SwitchB 上接口 GE2/0/1 的误帧、误码、误帧秒检测功能配置正确，执行命令 **display efm**，接口的 EFM OAM 配置信息如下：

```
[SwitchB] display efm interface gigabitethernet 2/0/1
    Item                        Value
    ------------------------------------
    Interface:                  GigabitEthernet2/0/1
    EFM Enable Flag:            enable
    Mode:                       active
    Loopback IgnoreRequest:     no
    OAMPDU MaxSize:             128
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
OAMPDU Timeout:              5000
ErrCodeNotification:         enable
ErrCodePeriod:               5
ErrCodeThreshold:            5
ErrFrameNotification:        enable
ErrFramePeriod:              5
ErrFrameThreshold:           5
ErrFrameSecondNotification:  enable
ErrFrameSecondPeriod:        120
ErrFrameSecondThreshold:     5
Hold Up Time:                  0
ThresholdEvtTriggerErrDown:    disable
TriggerIfDown:                 disable
TriggerMacRenew:               disable
Remote MAC:                    0010-0010-0010
Remote EFM Enable Flag:        enable
Remote Mode:                   passive
Remote MaxSize:                128
Remote Loopback IgnoreRequest: --
Remote State:                  --
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 efm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
 efm enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 efm enable
 efm error-frame period 5
 efm error-frame threshold 5
 efm error-frame notification enable
 efm error-frame-second period 120
 efm error-frame-second threshold 5
 efm error-frame-second notification enable
 efm error-code period 5
 efm error-code threshold 5
 efm error-code notification enable
 bpdu bridge enable
#
return
```

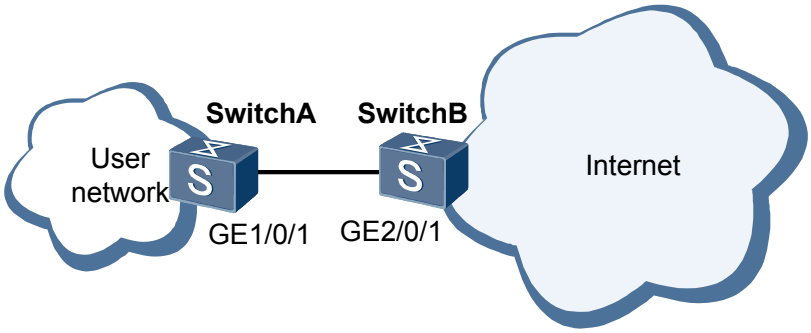
配置链路丢包率检测示例

组网需求

如图 6-234 所示，某用户网络准备通过 SwitchA 和 SwitchB 连接到 ISP 网络上。其中，SwitchA 是 CE 设备，SwitchB 是 UPE 设备。由于 SwitchA 和 SwitchB 之间的链路是一条新搭建的链路，在正式启用前，ISP 需要在 SwitchB 上对该链路进行丢包率测试。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-234 测试链路丢包率示例组网图



配置思路

采用如下的思路测试链路丢包率：

1. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 EFM OAM 基本功能，并将 SwitchA 的接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 工作模式配置为被动模式。
2. 在 SwitchB 上配置 EFM OAM 远端环回。
3. 从 SwitchB 向 SwitchA 发送测试报文。
4. 在 SwitchB 上查看测试报文的返回情况。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- EFM OAM 远端环回的超时时间
- 测试报文的大小、数量和发送速率

操作步骤

步骤 1 配置 EFM OAM 基本功能

全局使能 SwitchB 的 EFM OAM 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] efm enable
```

全局使能 SwitchA 的 EFM OAM 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] efm enable
```

配置 SwitchA 的 GE1/0/1 接口的 EFM OAM 工作模式为被动模式。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] bpdu bridge enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] efm mode passive
```

使能 SwitchA 上接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] efm enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

使能 SwitchB 上接口 GE2/0/1 的 EFM OAM 功能。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] bpdu bridge enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

检查配置结果。

如果 SwitchA 和 SwitchB 的 EFM OAM 配置正确，接口 GE2/0/1 和接口 GE1/0/1 成功协商后进入握手阶段，此时在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display efm session** 命令，可看到接口 GE2/0/1 或接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 协议状态为 detect。

```
[SwitchB] display efm session interface gigabitethernet 2/0/1
  Interface              EFM State                    Loopback Timeout
  ------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet2/0/1   detect                       --
```

步骤 2 配置 EFM OAM 远端环回

在 SwitchB 上配置 EFM OAM 远端环回。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm loopback start
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

检查配置结果。

配置 EFM OAM 远端环回成功后，在 SwitchB 上执行 **display efm session** 命令，可以看到接口 GE2/0/1 的 EFM OAM 协议状态为 Loopback(control)，即远端环回状态（且为远端环回的发起方）。

```
[SwitchB] display efm session interface gigabitethernet2/0/1
Interface              EFM State              Loopback Timeout
------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet2/0/1   Loopback(control)      20
```

配置 EFM OAM 远端环回成功后，在 SwitchA 上执行 **display efm session** 命令，可以看到接口 GE1/0/1 的 EFM OAM 协议状态为 Loopback(be controlled)，即远端环回状态（且为远端环回的响应方）。

```
[SwitchA] display efm session interface gigabitethernet1/0/1
Interface              EFM State               Loopback Timeout
------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet1/0/1   Loopback(be controlled) --
```

步骤 3 从 SwitchB 向 SwitchA 发送测试报文

```
[SwitchB] test-packet start interface gigabitethernet 2/0/1
please wait.....................................................................
.........................
Info: The test is completed.
```

步骤 4 在 SwitchB 上查看测试报文的返回情况

```
[SwitchB] display test-packet result
  TestResult         Value
-------------------------------------------------------
  PacketsSend    :   5
  PacketsReceive :   0
  PacketsLost    :   5
  BytesSend      :   320
  BytesReceive   :   0
  BytesLost      :   320
  StartTime      :   08-03-2009 20:41:14 UTC+03:00 DST
  EndTime        :   08-03-2009 20:41:21 UTC+03:00 DST
```


版权所有 © 华为技术有限公司

根据以上数据可计算链路的丢包率。

步骤 5 取消 EFM OAM 远端环回

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] efm loopback stop
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

说明

缺省情况下，远端环回的超时时间是 20 分钟，到达此时间，远端环回自动停止。如果需要提前取消远端环回，可执行以上步骤。

步骤 6 检查配置结果

在远端环回自动取消或手动取消后，在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display efm session** 命令，可以看到链路两端接口的 EFM OAM 协议状态为 Detect 或 Discovery，即握手状态或对端发现状态。例如：

```
[SwitchB] display efm session interface gigabitethernet2/0/1
Interface                 EFM State               Loopback Timeout
--------------------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet2/0/1      detect                  --
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
sysname SwitchA
#
 efm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
sysname SwitchB
#
 efm enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
return
```

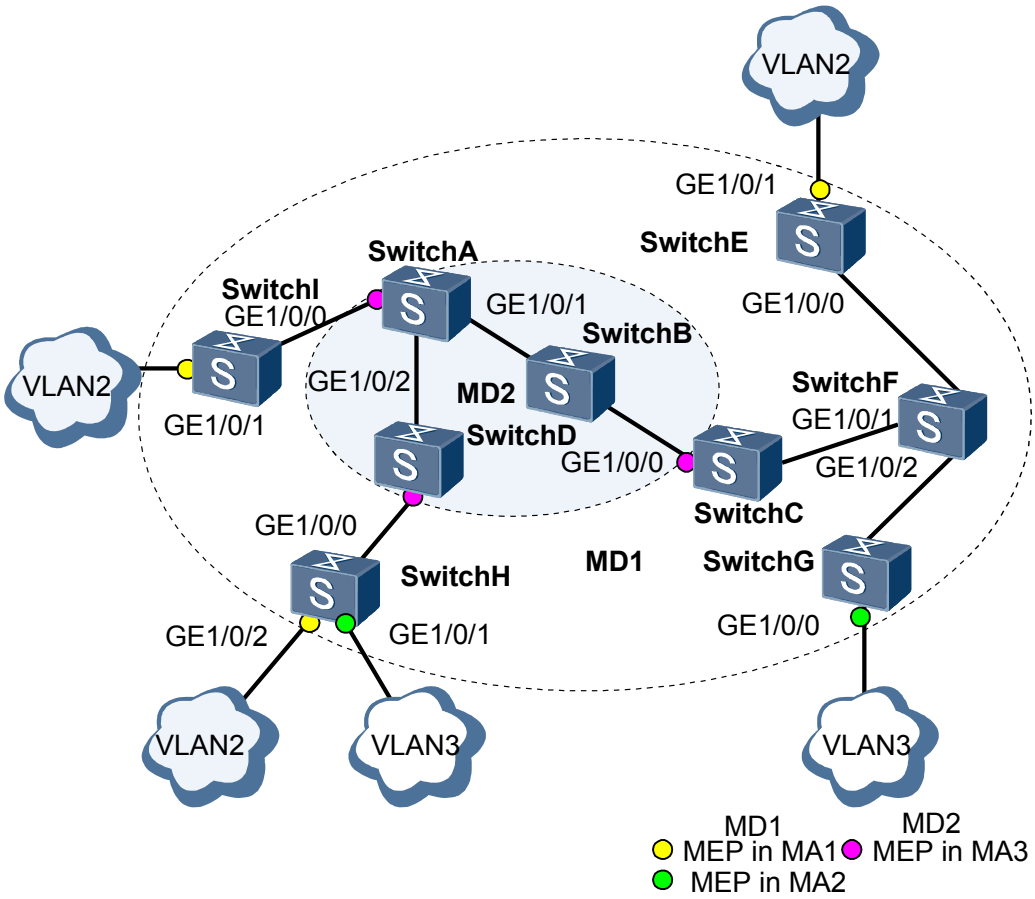
配置以太网 CFM 基本功能示例

组网需求

如图 6-235 所示的以太网由两个 ISP 管理，其中 SwitchA、SwitchB、SwitchD 由 ISP1 管理，SwitchC、SwitchE、SwitchF、SwitchG、SwitchH、SwitchI 由 ISP2 管理。要求在该网络中实现连通性故障检测功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-235 配置以太网 CFM 基本功能示例组网图



配置思路

采用如下的思路配置以太网 CFM 基本功能：

1. 创建 VLAN，并将相关接口加入对应的 VLAN。
2. 在所有设备上创建 MD1，MD1 的级别为 6。
3. 在除 SwitchG 外的所有设备上的 MD1 下创建并配置 MA1。（MA1 和 VLAN2 关联。）
4. 在除 SwitchE、SwitchI 外的所有设备上的 MD1 下创建并配置 MA2。（MA2 和 VLAN3 关联。）
5. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 上创建 MD2，MD2 的级别为 4；并在 MD2 下创建并配置 MA3。（MA3 和 VLAN4 关联。）
6. 在 SwitchI、SwitchH、SwitchE 上的 MD1 的 MA1 下创建 MEP 和 RMEP。
7. 在 SwitchH、SwitchG 上的 MD1 的 MA2 下配置 MEP 和 RMEP。
8. 在 SwitchA、SwitchC、SwitchD 上的 MD2 的 MA3 下配置 MEP 和 RMEP。
9. 使能 CCM 消息的发送和接收功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- MD1 的级别为 6
- MD2 的级别为 4

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，并将相关接口加入对应的 VLAN（略）

步骤 2 创建 MD1

在 SwitchA 上创建 MD1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] cfm enable
[SwitchA] cfm md md1 level 6
```

在 SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF、SwitchG、SwitchH、SwitchI 上创建 MD1。

与在 SwitchA 上创建 MD1 的方法类似，此处不再赘述。

步骤 3 在除 SwitchG 外的所有设备上的 MD1 下创建并配置 MA1

在 SwitchA 上的 MD1 下创建并配置 MA1。

```
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] map vlan 2
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
```

在 SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchF、SwitchH、SwitchI 上的 MD1 下创建并配置 MA1。

略。与在 SwitchA 上的 MD1 下创建并配置 MA1 的方法类似，此处不再赘述。

步骤 4 在除 SwitchE、SwitchI 外的所有设备上的 MD1 下创建并配置 MA2

在 SwitchA 上的 MD1 下创建并配置 MA2。

```
[SwitchA-md-md1] ma ma2
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] map vlan 3
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

在 SwitchB、SwitchC、SwitchD、SwitchF、SwitchG、SwitchH 上的 MD1 下创建并配置 MA2。

略。与在 SwitchA 上的 MD1 下创建并配置 MA2 的方法类似，此处不再赘述。

步骤 5 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC、SwitchD 上创建 MD2，并在 MD2 下创建并配置 MA3

在 SwitchA 上创建 MD2，并在 MD2 下创建并配置 MA3。

```
[SwitchA] cfm md md2 level 4
[SwitchA-md-md2] ma ma3
[SwitchA-md-md2-ma-ma3] map vlan 4
[SwitchA-md-md2-ma-ma3] quit
[SwitchA-md-md2] quit
```

在 SwitchB、SwitchC、SwitchD 上创建 MD2，并在 MD2 下创建并配置 MA3。

略。与在 SwitchA 上创建 MD2，并在 MD2 下创建并配置 MA3 的方法类似，此处不再赘述。

版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 在 SwitchE、SwitchH、SwitchI 上的 MD1 的 MA1 下配置 MEP 和 RMEP

在 SwitchE 上的 MD1 的 MA1 下配置 MEP。

```
[SwitchE] cfm md md1
[SwitchE-md-md1] ma ma1
[SwitchE-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 3 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
```

在 SwitchH 上的 MD1 的 MA1 下配置 MEP。

```
[SwitchH] cfm md md1
[SwitchH-md-md1] ma ma1
[SwitchH-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/2 inward
```

在 SwitchI 上的 MD1 的 MA1 下配置 MEP。

```
[SwitchI] cfm md md1
[SwitchI-md-md1] ma ma1
[SwitchI-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
```

在 SwitchE 上的 MD1 的 MA1 下配置 RMEP。

```
[SwitchE-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[SwitchE-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
```

在 SwitchH 上的 MD1 的 MA1 下配置 RMEP。

```
[SwitchH-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[SwitchH-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 3
```

在 SwitchI 上的 MD1 的 MA1 下配置 RMEP。

```
[SwitchI-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
[SwitchI-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 3
```

步骤 7 在 SwitchH、SwitchG 上的 MD1 的 MA2 下配置 MEP 和 RMEP

在 SwitchH 上的 MD1 的 MA2 下配置 MEP。

```
[SwitchH] cfm md md1
[SwitchH-md-md1] ma ma2
[SwitchH-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
```

在 SwitchG 上的 MD1 的 MA2 下配置 MEP。

```
[SwitchG] cfm md md1
[SwitchG-md-md1] ma ma2
[SwitchG-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 inward
```

在 SwitchH 上的 MD1 的 MA2 下配置 RMEP。

```
[SwitchH-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 2
```

在 SwitchG 上的 MD1 的 MA2 下配置 RMEP。

```
[SwitchG-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 1
```

步骤 8 在 SwitchA、SwitchC、SwitchD 上的 MD2 的 MA3 下配置 MEP 和 RMEP

在 SwitchA 上的 MD2 的 MA3 下配置 MEP。

```
[SwitchA] cfm md md2
[SwitchA-md-md2] ma ma3
[SwitchA-md-md2-ma-ma3] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/0 inward
```

在 SwitchC 上的 MD2 的 MA3 下配置 MEP。

```
[SwitchC] cfm md md2
[SwitchC-md-md2] ma ma3
[SwitchC-md-md2-ma-ma3] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchD 上的 MD2 的 MA3 下配置 MEP。

```
[SwitchD] cfm md md2
[SwitchD-md-md2] ma ma3
[SwitchD-md-md2-ma-ma3] mep mep-id 3 interface gigabitethernet 1/0/0 inward
```

在 SwitchA 上的 MD2 的 MA3 下配置 RMEP。

```
[SwitchA-md-md2-ma-ma3] remote-mep mep-id 2
[SwitchA-md-md2-ma-ma3] remote-mep mep-id 3
```

在 SwitchC 上的 MD2 的 MA3 下配置 RMEP。

```
[SwitchC-md-md2-ma-ma3] remote-mep mep-id 1
[SwitchC-md-md2-ma-ma3] remote-mep mep-id 3
```

在 SwitchD 上的 MD2 的 MA3 下配置 RMEP。

```
[SwitchD-md-md2-ma-ma3] remote-mep mep-id 1
[SwitchD-md-md2-ma-ma3] remote-mep mep-id 2
```

步骤 9 使能 CCM 消息的发送和接收功能

在 SwitchA 上使能所有 MEP 的 CCM 消息发送功能。

```
[SwitchA-md-md2-ma-ma3] mep ccm-send enable
```

在 SwitchA 上使能接收所有 RMEP 发送的 CCM 消息功能。

```
[SwitchA-md-md2-ma-ma3] remote-mep ccm-receive enable
```

在 SwitchC、SwitchD、SwitchE、SwitchG、SwitchH、SwitchI 上使能所有 MEP 的 CCM 消息发送功能，并使能接收所有 RMEP 发送的 CC 报文功能。

略。与在 SwitchA 上使能所有 MEP 的 CCM 消息发送功能和使能接收所有 RMEP 发送的 CCM 消息功能的配置方法类似，此处不再赘述。

步骤 10 检查配置结果

使用命令 **display cfm remote-mep** 查看 RMEP 的详细信息，可以看到 RMEP 的状态，以确认 CFM 配置是否成功。

在 SwitchA 上查看 RMEP 详细信息。

```
[SwitchA] display cfm remote-mep
The total number of RMEPs is : 2
The status of RMEPS : 2 up, 0 down, 0 disable
--------------------------------------------------
 MD Name            : md2
 Level              : 4
 MA Name            : ma3
 RMEP ID            : 2
 Vlan ID            : 4
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : 0000-0121-0222
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up
 Alarm Status       : RemoteAlarm

 MD Name            : md2
 Level              : 4
 MA Name            : ma3
 RMEP ID            : 3
 Vlan ID            : 4
 VSI Name           : --
 MAC                : 0000-0121-0333
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up
 Alarm Status       : RemoteAlarm
```

在 SwitchH 上查看 RMEP 详细信息。

```
[SwitchA] display cfm remote-mep
The total number of RMEPs is : 3
The status of RMEPS : 2 up, 0 down, 0 disable
--------------------------------------------------
 MD Name            : md1
 Level              : 6
 MA Name            : ma1
 RMEP ID            : 1
 Vlan ID            : 2
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : 0000-0121-0555
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up
 Alarm Status       : RemoteAlarm

 MD Name            : md1
 Level              : 6
 MA Name            : ma1
 RMEP ID            : 3
 Vlan ID            : 2
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : 0000-0121-0666
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up
 Alarm Status       : RemoteAlarm

 MD Name            : md1
 Level              : 6
 MA Name            : ma2
 RMEP ID            : 2
 Vlan ID            : 3
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : 0000-0121-0888
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up
Alarm Status : RemoteAlarm
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 2 to 4
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
  ma ma2
   map vlan 3
#
 cfm md md2 level 4
  ma ma3
   map vlan 4
   mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/0 inward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 3
   remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 2 to 4
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
  ma ma2
   map vlan 3
#
 cfm md md2 level 4
  ma ma3
   map vlan 4
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 2 to 4
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
cfm md md1 level 6
  ma ma1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
   map vlan 2
  ma ma2
   map vlan 3
#
 cfm md md2 level 4
  ma ma3
   map vlan 4
   mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 3
   remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 2 to 4
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 4
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
  ma ma2
   map vlan 3
#
 cfm md md2 level 4
  ma ma3
   map vlan 4
   mep mep-id 3 interface gigabitethernet 1/0/0 inward
   mep ccm-send mep-id 3 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
vlan batch 2
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 3 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
   mep ccm-send mep-id 3 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
return
```

- SwitchF 的配置文件

```
#
 sysname SwitchF
#
vlan batch 2 to 3
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
  ma ma2
   map vlan 3
#
return
```

- SwitchG 的配置文件

```
#
 sysname SwitchG
#
vlan batch 3
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma2
   map vlan 3
   mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 inward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
#
return
```

- SwitchH 的配置文件

```
#
 sysname SwitchH
#
vlan batch 2 to 3
#
cfm enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/2 inward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 3
   remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
  ma ma2
   map vlan 3
   mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
return
```

- SwitchI 的配置文件

```
#
 sysname SwitchI
#
vlan batch 2
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 3
   remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
#
return
```

配置 EFM OAM 和以太网 CFM 联动示例

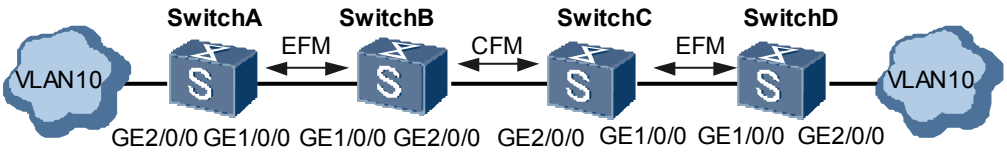
组网需求

如图 6-236 所示，为了实现端到端链路故障检测，在 SwitchA 和 SwitchB 之间配置 EFM OAM，在 SwitchB 与 SwitchC 之间配置以太网 CFM，SwitchC 与 SwitchD 之间配置 EFM OAM。当 SwitchA 与 SwitchB 之间有链路故障发生时，触发以太网 CFM 向远端

版权所有 © 华为技术有限公司

SwitchD 设备发故障告警。当 SwitchC 与 SwitchD 之间有链路故障发生时，触发以太网 CFM 向远端 SwitchA 设备发故障告警。

图 6-236 配置 EFM 和 CFM 联动示例组网图



配置思路

采用如下的思路配置 EFM OAM 和以太网 CFM 联动功能：

1. 创建 VLAN，并将相关接口加入对应的 VLAN。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 之间配置 EFM OAM 功能。
3. 在 SwitchB 和 SwitchC 之间配置以太网 CFM 功能。
4. 在 SwitchC 和 SwitchD 之间配置 EFM OAM 功能。
5. 在 SwitchB 和 SwitchC 上配置 EFM OAM 和以太网 CFM 的联动功能。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN10，并将相关接口加入对应的 VLAN。

步骤 2 配置 SwitchA 和 SwitchB 的 EFM OAM 功能。

配置 SwitchA。

```
[Quidway] system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] efm enable
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] efm mode passive
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 SwitchB。

```
[Quidway] system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] efm enable
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 配置 SwitchB 和 SwitchC 之间的以太网 CFM 功能。

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm enable
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] map vlan 10
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 2/0/0 outward
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] return
```

配置 SwitchC。

```
[Quidway] system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] cfm enable
[SwitchC] cfm md md1
[SwitchC-md-md1] ma ma1
[SwitchC-md-md1-ma-ma1] map vlan 10
[SwitchC-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 2/0/0 outward
[SwitchC-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[SwitchC-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[SwitchC-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive enable
[SwitchC-md-md1-ma-ma1] return
```

步骤 4 配置 SwitchC 和 SwitchD 之间的 EFM OAM 功能。

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] efm enable
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 SwitchD。

```
[SwitchD] efm enable
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] efm mode passive
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 5 配置 EFM OAM 和以太网 CFM 的联动。

配置 SwitchA 与 SwitchB 之间的 EFM OAM 和 SwitchB 与 SwitchC 之间的以太网 CFM 的双向联动。

```
[SwitchB] oam-mgr
[SwitchB-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma1 efm interface gigabitethernet 1/0/0
```

配置 SwitchB 与 SwitchC 之间的以太网 CFM 和 SwitchC 与 SwitchD 之间的 EFM OAM 的双向联动。

```
[SwitchC] oam-mgr
[SwitchC-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma1 efm interface gigabitethernet 1/0/0
```

步骤 6 检查配置结果。

在 SwitchD 上使能向终端发送调试信息功能。

```
<SwitchD> terminal debugging
<SwitchD> terminal monitor
```

在关闭 SwitchA 的接口 GE1/0/0，模拟链路故障。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] shutdown
```

SwitchA 和 SwitchB 之间 EFM OAM 检测到的故障，可以通过以太网 CFM 通告给 SwitchC 和 SwitchD 之间的 EFM OAM。

```
<SwitchD>
Nov 23 2007 18:31:27-05:00 SwitchD %%01EFM/2/NONTHRESHOLD(l)[0]:OID 1.3.6.1.4.
1.2011.5.25.136.1.6.5 Non-threshold-crossing event occurred. (InterfaceName=Giga
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
bitEthernet1/0/0, EventLogIndex=0, EventLogTimestamp=7357971, EventLogOui=[01.80
.c2 (hex)], EventLogType=258, EventLogLocation=1, EventLogRunningTotal=0 1)
Nov 23 2007 18:31:27-05:00 SwitchD %%01OAMMGR/4/CFM_TO_EFM(l)[1]:802.1AG notif
ied malfunction to 802.3AH. (Ma=ma1, Md=md1, InterfaceName=GigabitEthernet1/0/0,
 FaultState=1)
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
efm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 10
#
efm enable
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 10
   mep mep-id 1 interface gigabitethernet 2/0/0 outward
   mep ccm-send enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive enable
#
oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0 egress cfm md md1 ma ma1
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma1 egress efm interface GigabitEthernet1/0/0

#
return
```

- SwitchC 配置文件

```
#
 sysname SwitchC
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vlan batch 10
#
efm enable
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 10
   mep mep-id 2 interface gigabitethernet 2/0/0 outward
   mep ccm-send enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive enable
#
 oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0 egress cfm md md1 ma ma1
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma1 egress efm interface GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- SwitchD 配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
 vlan batch 10
#
efm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

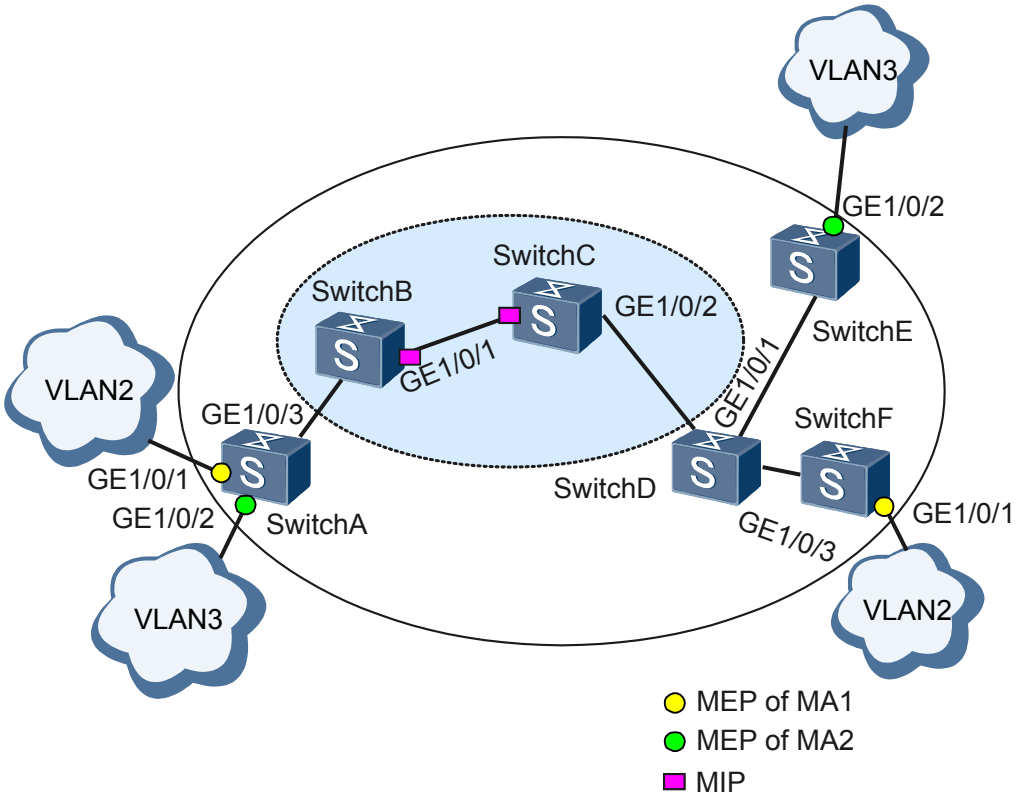
配置以太网 CFM 默认 MD 功能示例

组网需求

如图 6-237 所示的以太网由两个 ISP 管理，其中 SwitchB 和 SwitchC 由 ISP1 管理，SwitchA、SwitchD、SwitchE 和 SwitchF 由 ISP2 管理。通过在低级别的 MD 设备上配置默认 MD 实现网络中连通性故障检测功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-237 配置以太网 CFM 默认 MD 功能示例组网图



配置思路

采用如下的思路配置以太网 CFM 默认 MD 功能：

1. 创建 VLAN，并将相关接口加入对应的 VLAN。
2. 在除 SwitchB、SwitchC 外的所有设备上创建 MD1，MD1 的级别为 6。

   在 SwitchB、SwitchC 设备上创建 MD2，MD2 的级别为 4。
3. 在 SwitchB、SwitchC 上创建默认 MD，默认 MD 级别为 6，关联 VLAN2 和 VLAN3，MIP 创建规则为 default。
4. 在除 SwitchE 外的所有设备上的 MD1 下创建并配置 MA1（MA1 和 VLAN2 关联）。

   在除 SwitchF 外的所有设备上的 MD1 下创建并配置 MA2（MA2 和 VLAN3 关联）。
5. 在 SwitchA、SwitchF 上的 MD1 的 MA1 下创建 MEP 和 RMEP。

   在 SwitchA、SwitchE 上的 MD1 的 MA2 下配置 MEP 和 RMEP。
6. 使能 CCM 消息的发送和接收功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

- 接口所属 VLAN ID 的范围

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- MD1 的级别为 6
- MD2 的级别为 4
- 默认 MD 的级别为 6

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，并将相关接口加入对应的 VLAN（略）

步骤 2 创建 MD1

在 SwitchA 上创建 MD1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] cfm enable
[SwitchA] cfm md md1 level 6
[SwitchA-md-md1] quit
```

在 SwitchD、SwitchE、SwitchF 上创建 MD1。

略。与在 SwitchA 上创建 MD1 的方法类似，此处不再赘述。

步骤 3 创建 MD2

在 SwitchB 上创建 MD2。

```
[SwitchB] cfm enable
[SwitchB] cfm md md2 level 4
[SwitchB-md-md2] quit
```

在 SwitchC 上创建 MD2。

略。与在 SwitchB 上创建 MD2 的方法类似，此处不再赘述。

步骤 4 在 SwitchB、SwitchC 上创建默认 MD，并关联 VLAN2 和 VLAN3

在 SwitchB 上创建默认 MD 并关联 VLAN2 和 VLAN3。

```
[SwitchB] cfm default md level 6
[SwitchB-default-md] vlan 2 to 3
[SwitchB-default-md] quit
```

在 SwitchC 上创建默认 MD，并关联 VLAN2 和 VLAN3。

略。与在 SwitchB 上创建默认 MD 的方法类似，此处不再赘述。

步骤 5 在 SwitchB、SwitchC 上配置默认 MD 内的 MIP 生成规则

在 SwitchB 上配置默认 MD 内的 MIP 生成规则。

```
[SwitchB] cfm default md
[SwitchB-default-md] mip create-type default
[SwitchB-default-md] quit
```

在 SwitchC 上配置默认 MD 内的 MIP 生成规则。

略。与在 SwitchB 上配置默认 MD 内的 MIP 生成规则的方法类似，此处不再赘述。

步骤 6 在除 SwitchB、SwitchC 外的所有设备上的 MD1 下创建并配置 MA1

在 SwitchA 上的 MD1 下创建并配置 MA1。

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] map vlan 2
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
```

在 SwitchD、SwitchF 上的 MD1 下创建并配置 MA1。

略。与在 SwitchA 上的 MD1 下创建并配置 MA1 的方法类似，此处不再赘述。

步骤 7 在除 SwitchB、SwitchC 外的所有设备上的 MD1 下创建并配置 MA2

在 SwitchA 上的 MD1 下创建并配置 MA2。

```
[SwitchA-md-md1] ma ma2
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] map vlan 3
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

在 SwitchD、SwitchE 上的 MD1 下创建并配置 MA2。

略。与在 SwitchA 上的 MD1 下创建并配置 MA2 的方法类似，此处不再赘述。

步骤 8 在 SwitchA、SwitchF 上的 MD1 的 MA1 下配置 MEP 和 RMEP

在 SwitchA 上的 MD1 的 MA1 下配置 MEP。

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
```

在 SwitchF 上的 MD1 的 MA1 下配置 MEP。

```
[SwitchF] cfm md md1
[SwitchF-md-md1] ma ma1
[SwitchF-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
```

在 SwitchA 上的 MD1 的 MA1 下配置 RMEP。

```
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
```

在 SwitchF 上的 MD1 的 MA1 下配置 RMEP。

```
[SwitchF-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
```

步骤 9 在 SwitchA、SwitchE 上的 MD1 的 MA2 下配置 MEP 和 RMEP

在 SwitchA 上的 MD1 的 MA2 下配置 MEP。

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma2
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/2 inward
```

在 SwitchE 上的 MD1 的 MA2 下配置 MEP。

```
[SwitchE] cfm md md1
[SwitchE-md-md1] ma ma2
[SwitchE-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/2 inward
```

在 SwitchA 上的 MD1 的 MA2 下配置 RMEP。

```
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 2
```

在 SwitchE 上的 MD1 的 MA2 下配置 RMEP。

```
[SwitchE-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 1
```

步骤 10 使能 CCM 消息的发送和接收功能

在 SwitchA 上使能所有 MEP 的 CCM 消息发送功能。

```
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 SwitchA 上使能接收所有 RMEP 发送的 CCM 消息功能。

```
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-receive enable
```

在 SwitchE、SwitchF 使能所有 MEP 的 CCM 消息发送功能，并使能接收所有 RMEP 发送的 CC 报文功能。

略。与在 SwitchA 上使能所有 MEP 的 CCM 消息发送功能和使能接收所有 RMEP 发送的 CCM 消息功能的配置方法类似，此处不再赘述。

步骤 11 检查配置结果

经过以上配置，在网络稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 SwitchA 和 SwitchB 为例。

- 在 SwitchB 上执行 **display cfm default md** 命令，查看结果如下：

```
[SwitchB] display cfm default md
Level   MIP-Create-type   SenderID TLV-type   VLAN-List
------------------------------------------------------------------------------
6       default           SendIdDefer         2 to 3
```

可以看到 SwitchB 上配置了级别为 6 的默认 MD 并关联了 VLAN2 和 VLAN3，MIP 节点的生成规则为 default。

- 在 SwitchA 上执行 802.1ag MAC Trace 操作，可以看到 SwitchA 和 SwitchE 之间没有发生连通性故障，802.1ag MAC Trace 操作执行成功。查看结果如下：

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] trace mac-8021ag mep mep-id 1 md md1 ma ma1 mac aa99-6600-5600
Tracing the route to aa99-6600-5600 over a maximum of 255 hops:
 Hops  Mac                  Ingress                 Ingress Action      Relay Action
       Forwarded            Egress                  Egress Action       Ismep
 1        2155-2201-3302     gigabitethernet1/0/3    IngOK
RlyFDB
          Forwarded          gigabitethernet1/0/1    EgrOK               No
 2        5522-1101-5503     gigabitethernet1/0/1    IngOK
RlyFDB
          Forwarded          gigabitethernet1/0/2    EgrOk               No
 3        2234-6432-3344     gigabitethernet1/0/2    IngOK
RlyFDB
          Forwarded          gigabitethernet1/0/3    EgrOk               No
 4        4323-5332-5522     gigabitethernet1/0/3    IngOK
RlyFDB
          Forwarded          gigabitethernet1/0/1    EgrOk               No
 5        aa99-6600-5600     gigabitethernet1/0/1    IngOK
RlyHit
          Not Forwarded                                                  Ismep
 Info: Succeed in tracing the destination address aa99-6600-5600.
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 2 to 3
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
  ma ma2
   map vlan 3
   mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/2 inward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 2 to 3
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
 cfm md md2 level 4
#
 cfm default md level 6
  mip create-type default
   vlan 2 to 3
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 2 to 3
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
 cfm md md2 level 4
#
 cfm default md level 6
  mip create-type default
  vlan 2 to 3
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 2 to 3
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 to 3
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
  ma ma2
   map vlan 3
#
return
```

- SwitchE 的配置文件

```
#
 sysname SwitchE
#
vlan batch 3
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma2
   map vlan 3
   mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/2 inward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
#
return
```

- SwitchF 的配置文件

```
#
 sysname SwitchF
#
vlan batch 2
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

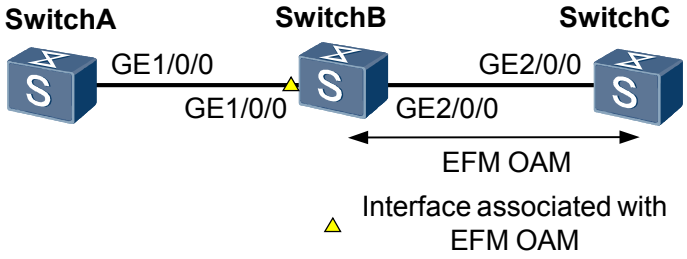
```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
 cfm md md1 level 6
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/1 inward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
return
```

配置 EFM OAM 与接口联动（触发与 EFM OAM 联动的接口物理状态变为 Down）示例

组网需求

如图 6-238 所示，在 SwitchB 与 SwitchC 之间配置 EFM OAM。当 SwitchB 的 GigabitEthernet2/0/0 接口 DOWN 时，通过联动机制，EFM OAM 将故障传递至远端 SwitchB 的 GigabitEthernet1/0/0 接口，GigabitEthernet1/0/0 接口状态变为 down。

图 6-238 配置 EFM OAM 和接口联动组网图



配置思路

采用如下的思路配置 EFM OAM 和接口联动功能：

1. 在 SwitchB 和 SwitchC 之间配置 EFM OAM 功能。
2. 在 SwitchB 上配置 EFM OAM 与接口 GigabitEthernet1/0/0 的联动功能。

操作步骤

步骤 1 配置 SwitchB 和 SwitchC 之间的 EFM OAM 功能。

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] efm enable
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] efm mode passive
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] efm enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

配置 SwitchC。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] efm enable
[SwitchC] interface gigabitethernet2/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] efm enable
```

在 SwitchB 上执行 **display efm session interface** 查看 EFM OAM 状态，显示结果为 detect。

```
[SwitchB] display efm session interface gigabitethernet 2/0/0
  Interface              EFM State               Loopback Timeout
  ------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet2/0/0    detect
```

步骤 2 配置 EFM OAM 和接口的联动。

配置 SwitchB 的接口 GigabitEthernet1/0/0 和 SwitchB 与 SwitchC 之间的 EFM OAM 的双向联动。

```
[SwitchB] oam-mgr
[SwitchB-oam-mgr] oam-bind efm interface gigabitethernet 2/0/0 trigger if-down interface
gigabitethernet 1/0/0
```

步骤 3 检查配置结果。

在 SwitchB 上关闭接口 GigabitEthernet2/0/0，EFM OAM 将故障传递至 GigabitEthernet1/0/0 接口，GigabitEthernet1/0/0 接口状态变为 TRIGGER DOWN (3AH)。

```
[SwitchB] display interface gigabitethernet 1/0/0
GigabitEthernet1/0/0 current state : TRIGGER DOWN (3AH)
Line protocol current state : DOWN
Description:HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/0 Interface
Switch Port,PVID :    1,The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0018-2000-0083
Last physical up time   : -
Last physical down time : 2009-07-22 18:00:16 DST
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input peak rate 0 bits/sec,Record time: -
Output peak rate 0 bits/sec,Record time: -

Input:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:                0
  Broadcast:              0,  Jumbo:                    0
  Discard:                0,  Total Error:              0

  CRC:                    0,  Giants:                   0
  Jabbers:                0,  Throttles:                0
  Runts:                  0,  DropEvents:               0
  Alignments:             0,  Symbols:                  0
  Ignoreds:               0,  Frames:                   0

Output:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:                0
  Broadcast:              0,  Jumbo:                    0
  Discard:                0,  Total Error:              0

  Collisions:             0,  ExcessiveCollisions:      0
  Late Collisions:        0,  Deferreds:                0
  Buffers Purged:         0

    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Input bandwidth utilization  : 0.00%
Output bandwidth utilization : 0.00%
```

----结束

配置文件

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
efm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
 oam-mgr
  oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/0 egress efm interface GigabitEthernet2/0/0
trigger if-down
  oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet2/0/0 trigger if-down egress interface
GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
efm enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
return
```

配置 EFM OAM 与 BFD for IP 联动示例

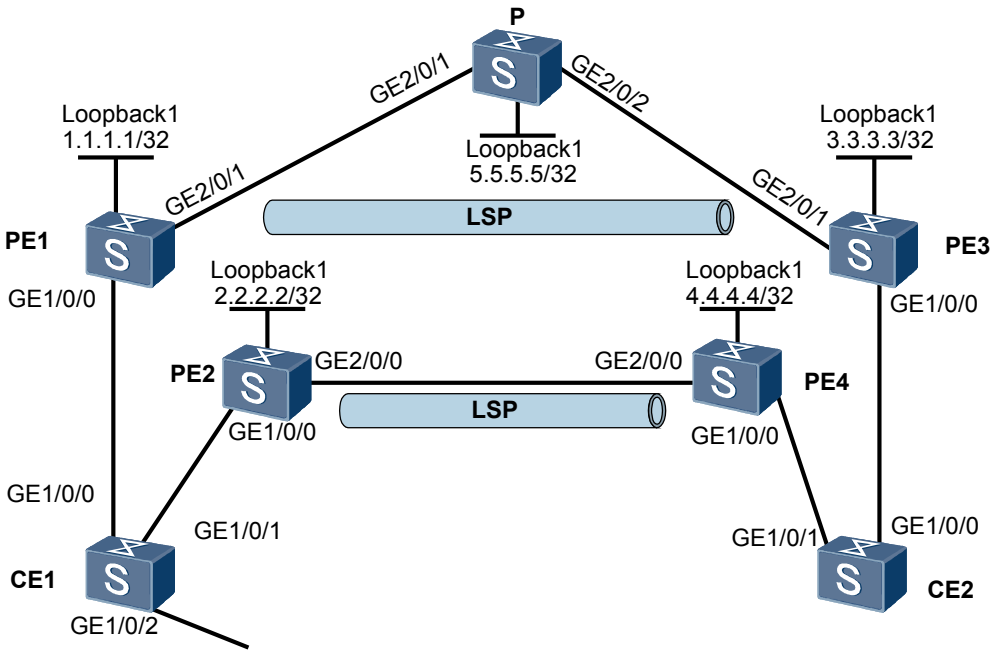
组网需求

如图 6-239，CE1 以双归属方式接入 PE1 和 PE2 ，CE2 以双归属方式接入 PE3 和 PE4。要求：

- 在 PE1 和 PE3 之间及 PE2 和 PE4 之间建立 PW，使用 MPLS LSP 作为隧道。
- 当路径 CE1→PE1→P→PE3→CE2 发生故障时，L2VPN 的流量能快速切换到备份路径 CE1→PE2→PE4→CE2 上。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-239 配置 EFM OAM 与 BFD 联动示例



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/1	VLANIF 20	100.1.13.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.1/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.1.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	100.1.24.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.2/32
PE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/1	VLANIF 30	100.1.31.2/24
	Loopback1	-	3.3.3.3/32
PE4	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 70	10.1.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	100.1.24.2/24
	Loopback1	-	4.4.4.4/32
P	GigabitEthernet2/0/1	VLANIF 20	100.1.13.2/24
	GigabitEthernet2/0/2	VLANIF 30	100.1.31.1/24
	Loopback1	-	5.5.5.5/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 50	10.1.2.1/24
	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 80	10.1.3.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 70	10.1.2.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 BFD 与 EFM OAM 联动的基本功能：

1. 配置各接口 IP 地址。
2. 在骨干网配置 OSPF。
3. 在 PE1 和 PE3 之间，及 PE2 和 PE4 之间建立 MPLS LDP 会话。
4. 在 PE 上使用 PW 模板配置 PW。
5. 在 PE 连接 CE 的接口上配置 Martini 方式 VLL。
6. 在 PE1 和 PE3 之间，及 PE2 和 PE4 之间建立 BFD for IP 会话。
7. 在 PE 和 CE 上配置 EFM OAM。
8. 在 PE 上使能 BFD for IP 和 EFM OAM 的联动功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- MPLS LDP 远端对等体名称。
- 主用 PW 和备份 PW 的 VC-ID。
- PW 模板名称。
- BFD 的名称及其本地和远端区分符。

操作步骤

步骤 1 按图 6-239 配置各接口所属 VLAN

具体配置过程略。

步骤 2 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[CE1-Vlanif10] quit
[CE1] interface vlanif 50
[CE1-Vlanif50] ip address 10.1.2.1 24
[CE1-Vlanif50] quit
[CE1] interface vlanif 80
[CE1-Vlanif80] ip address 10.1.3.1 24
[CE1-Vlanif80] quit
```

配置 CE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE2
[CE2] interface vlanif 40
[CE2-Vlanif40] ip address 10.1.1.2 24
[CE2-Vlanif40] quit
[CE2] interface vlanif 70
[CE2-Vlanif70] ip address 10.1.2.2 24
[CE2-Vlanif70] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置接口地址和 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 P 的互通

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] interface loopback1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.1 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] ip address 100.1.13.1 24
[PE1-Vlanif20] quit
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.1 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.13.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 P。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P
[P] interface loopback1
[P-LoopBack1] ip address 5.5.5.5 32
[P-LoopBack1] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] ip address 100.1.13.2 24
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] ip address 100.1.31.1 24
[P-Vlanif30] quit
[P] ospf 1
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 5.5.5.5 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.13.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.31.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P-ospf-1] quit
```

配置 PE3。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE3
[PE3] interface loopback1
[PE3-LoopBack1] ip address 3.3.3.3 32
[PE3-LoopBack1] quit
[PE3] interface vlanif 30
[PE3-Vlanif30] ip address 100.1.31.2 24
[PE3-Vlanif30] quit
[PE3] ospf 1
[PE3-ospf-1] area 0
[PE3-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.3 0.0.0.0
[PE3-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.31.0 0.0.0.255
[PE3-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE3-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] interface loopback1
[PE2-LoopBack1] ip address 2.2.2.2 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif60] ip address 100.1.24.1 24
[PE2-Vlanif60] quit
[PE2] ospf 1
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.2 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.24.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

配置 PE4。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE4
[PE4] interface loopback1
[PE4-LoopBack1] ip address 4.4.4.4 32
[PE4-LoopBack1] quit
[PE4] interface vlanif 60
[PE4-Vlanif60] ip address 100.1.24.2 24
[PE4-Vlanif60] quit
[PE4] ospf 1
[PE4-ospf-1] area 0
[PE4-ospf-1-area-0.0.0.0] network 4.4.4.4 0.0.0.0
[PE4-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.24.0 0.0.0.255
[PE4-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE4-ospf-1] quit
```

配置完成后，在 PE 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 PE1 与 PE2 之间、PE1 与 PE3 之间互相学到到对方 Loopback1 接口的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11        Routes : 11

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        3.3.3.3/32 OSPF   10  3             D  100.1.13.2      Vlanif20
        5.5.5.5/32 OSPF   10  2             D  100.1.13.2      Vlanif20
     100.1.13.0/24  Direct 0    0           D  100.1.13.1      Vlanif20
     100.1.13.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
     100.1.13.2/32  Direct 0    0           D  100.1.13.2      Vlanif20
     100.1.31.0/24  OSPF   10   2           D  100.1.13.2      Vlanif20
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 4 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力

使能 MPLS，指定 LSR-ID 为 Loopback1 接口的 IP 地址。在骨干网接口上使能 MPLS 和 MPLS LDP。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 5.5.5.5
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] mpls lsr-id 3.3.3.3
[PE3] mpls
[PE3-mpls] quit
[PE3] mpls ldp
[PE3-mpls-ldp] quit
[PE3] interface vlanif 30
[PE3-Vlanif30] mpls
[PE3-Vlanif30] mpls ldp
[PE3-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 2.2.2.2
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif60] mpls
[PE2-Vlanif60] mpls ldp
[PE2-Vlanif60] quit
```

配置 PE4。

```
[PE4] mpls lsr-id 4.4.4.4
[PE4] mpls
[PE4-mpls] quit
[PE4] mpls ldp
[PE4-mpls-ldp] quit
[PE4] interface vlanif 60
[PE4-Vlanif60] mpls
[PE4-Vlanif60] mpls ldp
[PE4-Vlanif60] quit
```

上述配置完成后，在 PE 上执行 **display tunnel-info all** 命令，PE1 与 PE3 之间、PE2 与 PE4 之间存在 MPLS LSP 隧道。

以 PE1 和 PE2 的显示为例。

```
[PE1] display tunnel-info all
* -> Allocated VC Token
Tunnel ID           Type                Destination          Token
------------------------------------------------------------------------------
0x10025           lsp                 3.3.3.3              5
0x10026            lsp                 --                   6
0x10027           lsp                 5.5.5.5              7
0x10028            lsp                 --                   8
[PE2] display tunnel-info all
* -> Allocated VC Token
Tunnel ID           Type                Destination          Token
------------------------------------------------------------------------------
0x10021             lsp                 4.4.4.4              1
```

步骤 5 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

在配置远端 LDP 会话，指定的 IP 地址通常为 LDP 远端对等体的 Loopback 接口地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

说明

本例的 PE2 与 PE4 直连，无需手工配置它们之间的远端 LDP 会话。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer pe3
[PE1-mpls-ldp-remote-pe3] remote-ip 3.3.3.3
[PE1-mpls-ldp-remote-pe3] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] mpls ldp remote-peer pe1
[PE3-mpls-ldp-remote-pe1] remote-ip 1.1.1.1
[PE3-mpls-ldp-remote-pe1] quit
```

配置完成后，在 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到远端 LDP 对等体关系的 Status 为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

               LDP Session(s) in Public Network
 ------------------------------------------------------------------------------
 Peer-ID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 3.3.3.3:0       Operational DU  Passive  000:00:56    225/227
 5.5.5.5:0       Operational DU  Passive  000:00:13    56/56
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
 LAM : Label Advertisement Mode      SsnAge Unit : DDD:HH:MM
```

步骤 6 在 PE 上使用 PW 模板配置 PW

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] pw-template 1to3
[PE1-pw-template-1to3] peer-address 3.3.3.3
[PE1-pw-template-1to3] control-word
[PE1-pw-template-1to3] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc pw-template 1to3 100
[PE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] mpls l2vpn
[PE3-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE3-l2vpn] quit
[PE3] pw-template 3to1
[PE3-pw-template-3to1] peer-address 1.1.1.1
[PE3-pw-template-3to1] control-word
[PE3-pw-template-3to1] quit
[PE3] interface vlanif 40
[PE3-Vlanif40] mpls l2vc pw-template 3to1 100
[PE3-Vlanif40] ip address 10.1.1.1 24
[PE3-Vlanif40] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] pw-template 2to4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2-pw-template-2to4] peer-address 4.4.4.4
[PE2-pw-template-2to4] control-word
[PE2-pw-template-2to4] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] mpls l2vc  pw-template 2to4 101
[PE2-Vlanif50] ip address 10.1.2.2 24
[PE2-Vlanif50] quit
```

配置 PE4。

```
[PE4] mpls l2vpn
[PE4-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE4-l2vpn] quit
[PE4] pw-template 4to2
[PE4-pw-template-4to2] peer-address 2.2.2.2
[PE4-pw-template-4to2] control-word
[PE4-pw-template-4to2] quit
[PE4] interface vlanif 70
[PE4-Vlanif70] mpls l2vc pw-template 4to2 101
[PE4-Vlanif70] ip address 10.1.2.1 24
[PE4-Vlanif70] quit
```

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，执行 **display mpls l2vc** 命令可以看到 PW 建立成功，且为 Active 状态。

以 PE1 的显示为例。

```
[PE1] display mpls l2vc
Total LDP VC : 1     1 up       0 down
 *client interface     : Vlanif10
  Administrator PW     : no
  session state        : up
  AC status            : up
  VC state             : up
  Label state          : 0
  Token state          : 0
  VC ID                : 100
  VC type              : VLAN
  destination          : 3.3.3.3
  local VC label       : 21504        remote VC label      : 21504
  control word         : enable
  forwarding entry     : existent
  local group ID       : 0
  manual fault         : not set
  active state         : active
  link state           : up
  local VC MTU         : 1500         remote VC MTU        : 1500
  tunnel policy name   : --
  traffic behavior name: --
  PW template name     : 1to3
  primary or secondary : primary
  create time          : 1 days, 4 hours, 51 minutes, 22 seconds
  up time              : 0 days, 0 hours, 33 minutes, 13 seconds
  last change time     : 0 days, 0 hours, 33 minutes, 13 seconds
  VC last up time : 2008/07/24 12:31:31
  VC total up time: 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
  CKey                 : 16
  NKey                 : 15
  AdminPw interface  : LoopBack1
  AdminPw link state : up
```

在 CE1 和 CE2 上运行 OSPF，并将到 10.1.3.0/24 的路由发布给 CE1。为了使流量从路径 CE1→PE1→P→PE3→CE1 上传输，将 CE1 的 VLANIF50 和 CE2 的 VLANIF70 的 OSPF 开销值改大（例如，改为 10）。

配置 CE1。

```
[CE1] ospf 1
[CE1-ospf-1] area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.2.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.3.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[CE1-ospf-1] quit
[CE1] interface vlanif 50
[CE1-Vlanif50] ospf cost 10
[CE1-Vlanif50] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] ospf 1
[CE2-ospf-1] area 0.0.0.0
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.2.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[CE2-ospf-1] quit
[CE2] interface vlanif 70
[CE2-Vlanif70] ospf cost 10
[CE2-Vlanif70] quit
```

在 CE2 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 CE1 去往 10.1.3.0/24 的路由出接口为 VLANIF 40。即，流量从主路径上传输。

```
[CE2] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10        Routes : 10

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0           D  10.1.1.2        Vlanif40
        10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  10.1.1.1        Vlanif40
        10.1.1.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        10.1.2.0/24  Direct 0    0           D  10.1.2.2        Vlanif70
        10.1.2.1/32  Direct 0    0           D  10.1.2.1        Vlanif70
        10.1.2.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        10.1.3.0/24  OSPF   0    0           D  10.1.1.1        Vlanif40
        10.1.3.1/32  OSPF   0    0           D  10.1.1.1        Vlanif40
       127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

CE2 可以 ping 通 CE1 上的地址 10.1.3.1。

```
[CE2] ping 10.1.3.1
  PING 10.1.3.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.3.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=170 ms
    Reply from 10.1.3.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=130 ms
    Reply from 10.1.3.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=190 ms
    Reply from 10.1.3.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=130 ms
    Reply from 10.1.3.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=180 ms

  --- 10.1.3.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 130/160/190 ms
```

步骤 7 在 PE 之间配置 BFD 会话

说明

BFD 会话的本地标识符和远端标识符需要分别对应，并且配置后不能修改。

配置 PE1。

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] bfd 1to3 bind peer-ip 100.1.31.2
[PE1-bfd-session-1to3] discriminator local 1
[PE1-bfd-session-1to3] discriminator remote 3
[PE1-bfd-session-1to3] commit
[PE1-bfd-session-1to3] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] bfd
[PE3-bfd] quit
[PE3] bfd 3to1 bind peer-ip 100.1.13.1
[PE3-bfd-session-3to1] discriminator local 3
[PE3-bfd-session-3to1] discriminator remote 1
[PE3-bfd-session-3to1] commit
[PE3-bfd-session-3to1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bfd
[PE2-bfd] quit
[PE2] bfd 2to4 bind peer-ip 100.1.24.2
[PE2-bfd-session-2to4] discriminator local 2
[PE2-bfd-session-2to4] discriminator remote 4
[PE2-bfd-session-2to4] commit
[PE2-bfd-session-2to4] quit
```

配置 PE4。

```
[PE4] bfd
[PE4-bfd] quit
[PE4] bfd 4to2 bind peer-ip 100.1.24.1
[PE4-bfd-session-4to2] discriminator local 4
[PE4-bfd-session-4to2] discriminator remote 2
[PE4-bfd-session-4to2] commit
[PE4-bfd-session-4to2] quit
```

配置完成后，PE1 与 PE3 之间，PE2 与 PE4 之间建立 BFD 会话。执行 **display bfd session all** 命令，可以看到 State 为 Up。

以 PE1 的显示为例。

```
[PE1] display bfd session all
--------------------------------------------------------------------------------
Local Remote PeerIpAddr      State     Type        InterfaceName
--------------------------------------------------------------------------------
1     3      100.1.31.2      Up        S_IP_PEER         -
--------------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

执行 **display bfd configuration all** 命令，可以看到 BFD 的配置信息，并且 Commit 状态为 True。

```
[PE1] display bfd configuration all
--------------------------------------------------------------------------------
CFG Name        CFG Type       LocalDiscr MIndex    SessNum  Commit   AdminDown
--------------------------------------------------------------------------------
1to3            S_IP_PEER      13         4096      1        True     False
--------------------------------------------------------------------------------
     Total Commit/Uncommit CFG Number : 1/0
```

步骤 8 配置 PE 和 CE 间的 EFM OAM

#配置 PE1

```
[PE1] efm enable
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

#配置 PE2

```
[PE2] efm enable
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#配置 PE3

```
[PE3] efm enable
[PE3] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[PE3-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#配置 PE4

```
[PE4] efm enable
[PE4] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE4-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[PE4-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[PE4-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#配置 CE1

```
[CE1] efm enable
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] efm mode passive
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] bpdu bridge enable
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] efm mode passive
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] efm enable
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

#配置 CE2

```
[CE2] efm enable
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] efm mode passive
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/1
[CE2-GigabitEthernet1/0/1] bpdu bridge enable
[CE2-GigabitEthernet1/0/1] efm mode passive
[CE2-GigabitEthernet1/0/1] efm enable
[CE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

完成配置后，在 PE 或 CE 设备上执行 **display efm session** 查看 EFM State 的状态，显示为 detect，以 CE1 的显示为例：

```
[CE1] display efm session all
  Interface                EFM State                   Loopback Timeout
  ------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/0     detect                      --
  GigabitEthernet1/0/1     detect                      --
```

步骤 9 配置 EFM OAM 与 BFD 联动

#配置 PE1

```
[PE1] oam-mgr
[PE1-oam-mgr] oam-bind efm interface GigabitEthernet 1/0/0 bfd-session 1
[PE1-oam-mgr] quit
```

#配置 PE3

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE3] oam-mgr
[PE3-oam-mgr] oam-bind efm interface GigabitEthernet 1/0/0 bfd-session 3
[PE3-oam-mgr] quit
```

#配置 PE2

```
[PE2] oam-mgr
[PE2-oam-mgr] oam-bind efm interface GigabitEthernet 1/0/0 bfd-session 2
[PE2-oam-mgr] quit
```

#配置 PE4

```
[PE4] oam-mgr
[PE4-oam-mgr] oam-bind efm interface GigabitEthernet 1/0/0 bfd-session 4
[PE4-oam-mgr] quit
```

配置完成后，在 PE 的 OAM 管理视图下，执行 **display this** 查看联动配置情况，显示如下信息，以 PE1 的显示为例：

```
[PE1-oam-mgr] display this
#
oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0 egress bfd-session 1
 oam-bind ingress bfd-session 1 egress efm interface GigabitEthernet1/0/0
#
```

在 PE 上执行 **display bfd session all verbose** 查看 BFD 会话的状态，绑定的应用程序显示为“ETHOAM”，以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bfd session all verbose
-------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096      (One Hop) State : Up      Name : 1to3
-------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 1               Remote Discriminator   : 3
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Peer IP Address
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 100.1.31.2
  NextHop Ip Address     : 100.1.31.1
  Bind Interface         : -
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 13000           Actual Rx Interval (ms): 13000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : -
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 255
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : Control Detection Time Expired
  Bind Application       : ETHOAM
  Session TX TmrID       : 17261           Session Detect TmrID   : -
  Session Init TmrID     : -               Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
-------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

步骤 10 检查配置结果

- 查看 PW 状态

  如果配置成功，在 PE1 或 PE3 上执行命令 **display mpls l2vc interface**，PW1 状态为 up。以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
*client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW      : no
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
session state          : up
AC state               : up
VC state               : up
VC ID                  : 100
VC type                : VLAN
destination            : 3.3.3.3
local group ID         : 0             remote group ID      : 0
local VC label         : 21504         remote VC label      : 21504
local AC OAM State     : up
local PSN State        : up
local forwarding state : forwarding
local status code      : 0x0

remote AC OAM state    : up
remote PSN state       : up
remote forwarding state: forwarding
remote statuscode      : 0x0

BFD for PW             : enable
manual fault           : not set
active state           : active
forwarding entry       : exist
link state             : up
local VC MTU           : 1500          remote VC MTU        : 1500
Local VCCV        : alert lsp-ping bfd
Remote VCCV       : alert lsp-ping bfd
local control word     : disable       remote control word  : disable
tunnel policy name     : --
traffic behavior name  : --
PW template name       : --
primary or secondary   : primary
VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
  NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x2002003
create time            : 0 days, 0 hours, 11 minutes, 34 seconds
up time                : 0 days, 0 hours, 9 minutes, 24 seconds
last change time       : 0 days, 0 hours, 9 minutes, 24 seconds
VC last up time : 2008/07/24 12:31:31
VC total up time: 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
CKey                 : 16
NKey                 : 15
PW redundancy mode  : independent
AdminPw interface  : LoopBack1
AdminPw link state : up
```

- 验证 CE 上的主备倒换

  在 PE1 上关闭接口 GE2/0/1，设置 PE 间链路故障。

  在 PE1 或 PE3 上执行命令 **display bfd session all verbose**，可发现 PW1 的 BFD 会话为 Down。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096      (Multi Hop) State : Down      Name : 1to3
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 1               Remote Discriminator   : 3
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Peer IP Address
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 100.1.13.2
  Bind Interface         : -
  FSM Board Id           : 0               TOS-EXP                : 6
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 14500           Actual Rx Interval (ms): 14500
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : -
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -               Local Demand Mode      : Disable
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : Control Detection Time Expired
  Bind Application       : ETHOAM
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Session TX TmrID       : 16395            Session Detect TmrID   : -
  Session Init TmrID     : -                Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0 | OAMF-0
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 0/1
```

在 PE1 或 PE3 上执行命令 **display mpls l2vc interface**，VC 状态和 BFD 状态变为 Down。以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
*client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW     : no
  session state          : down
  AC state               : up
  VC state               : down
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.3
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 21504        remote VC label      : 21504
  local AC OAM State     : up
  local PSN State        : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0

  remote AC OAM state    : up
  remote PSN state       : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote statuscode      : 0x0

  BFD for PW             : enable
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  link state             : down
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  Local VCCV        : alert lsp-ping bfd
  Remote VCCV       : alert lsp-ping bfd
  local control word     : disable      remote control word  : disable
  tunnel policy name     : --
  traffic behavior name  : --
  PW template name       : --
    BFD sessionIndex     : 4097          BFD state : down
  primary or secondary   : primary
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x2002003
  create time            : 0 days, 0 hours, 11 minutes, 34 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 9 minutes, 24 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 9 minutes, 24 seconds
  VC last up time : 2008/07/24 12:31:31
  VC total up time: 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
  CKey                 : 16
  NKey                 : 15
  PW redundancy mode  : independent
  AdminPw interface  : LoopBack1
  AdminPw link state : up
```

查看 CE1 上的路由表，到 10.1.3.0 的路由出接口变为 VLANIF 70。即，L2VPN 的流量被切换到备份路径上。

```
[CE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 8        Routes : 8

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      10.1.2.0/24  Direct 0    0           D  10.1.2.2       Vlanif70
      10.1.2.1/32  Direct 0    0           D  10.1.2.1       Vlanif70
      10.1.2.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1      InLoopBack0
      10.1.3.1/32 OSPF   10   11          D  10.1.2.1       Vlanif70
     127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1      InLoopBack0
     127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1      InLoopBack0
127.255.255.255/32 Direct 0    0           D  127.0.0.1      InLoopBack0
255.255.255.255/32 Direct 0    0           D  127.0.0.1      InLoopBack0
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10 50 80
#
 efm enable
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif80
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 80
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40 70
#
 efm enable
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif70
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 ospf cost 10
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 70
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 efm enable
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
pw-template 1to3
 peer-address 3.3.3.3
 control-word
#
mpls ldp
#
mpls ldp remote-peer 3.3.3.3
 remote-ip 3.3.3.3
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls l2vc pw-template 1to3
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.13.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 100.1.13.0 0.0.0.255
#
bfd 1to3 bind peer-ip 100.1.31.2
 discriminator local 1
 discriminator remote 3
 commit
#
oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0 egress bfd-session 1
 oam-bind ingress bfd-session 1 egress interface GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.13.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 100.1.31.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.5 0.0.0.0
  network 100.1.13.0 0.0.0.255
  network 100.1.31.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 30 40
#
 efm enable
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
pw-template 3to1
 peer-address 1.1.1.1
 control-word
 #
mpls ldp
#
mpls ldp remote-peer 1.1.1.1
 remote-ip 1.1.1.1
#
interface Vlanif30
 ip address 100.1.31.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls l2vc pw-template 3to1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 100.1.31.0 0.0.0.3
#
bfd 3to1 bind peer-ip 100.1.13.1
 discriminator local 3
 discriminator remote 1
 commit
#
oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0 egress bfd-session 3
 oam-bind ingress bfd-session 3 egress interface GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 50 60
#
 efm enable
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
pw-template 2to4
 peer-address 4.4.4.4
 control-word
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 mpls l2vc pw-template 2to4
#
interface Vlanif60
 ip address 100.1.24.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid tagged vlan 50
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid tagged vlan 60
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 100.1.24.0 0.0.0.255
#
bfd 2to4 bind peer-ip 100.1.24.2
 discriminator local 2
 discriminator remote 4
 commit
#
oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0  egress bfd-session 2
 oam-bind ingress bfd-session 2 egress efm interface GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- PE4 的配置文件

```
#
 sysname PE4
#
 vlan batch 60 70
#
 efm enable
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
pw-template 4to2
 peer-address 2.2.2.2
 control-word
#
mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip address 100.1.24.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif70
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

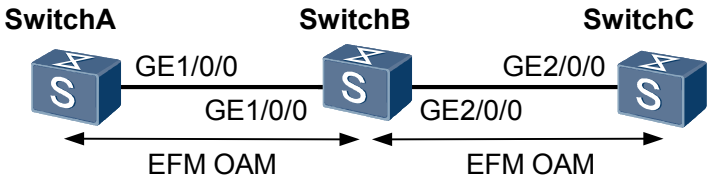
```
 mpls l2vc pw-template 4to2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid pvid vlan 70
 port hybrid tagged vlan 70
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid tagged vlan 60
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  network 100.1.24.0 0.0.0.255
#
bfd 4to2 bind peer-ip 100.1.24.1
 discriminator local 4
 discriminator remote 2
 commit
#
oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0 egress bfd-session 4
 oam-bind ingress bfd-session 4 egress efm interface GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

配置 EFM OAM 与 EFM OAM 联动示例

组网需求

如图 6-240 所示，为了实现端到端链路故障检测，在 SwitchA 和 SwitchB、SwitchB 和 SwitchC 之间分别配置 EFM OAM，当 SwitchA 和 SwitchB 之间有链路故障发生时，SwitchA 和 SwitchB 之间的 EFM OAM 检测到故障，通过联动机制向 SwitchC 发送告警。

图 6-240 配置 EFM 和 EFM 联动组网示意图



配置思路

采用如下思路配置 EFM OAM 和 EFM OAM 的联动功能：

1. 全局使能 SwitchA、SwitchB、SwitchC 的 EFM OAM 功能。
2. 配置 SwitchB 的 GE1/0/0、SwitchC 的 GE2/0/0 的 EFM OAM 工作模式为被动模式。
3. 配置设备上各接口的 EFM OAM 功能。
4. 在 SwitchB 上配置 EFM OAM 联动功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置全局 EFM OAM 功能

#配置 SwitchA

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] efm enable
```

#配置 SwitchB

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] efm enable
```

#配置 SwitchC

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] efm enable
```

步骤 2 配置接口的工作模式

#配置 SwitchB

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] efm mode passive
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#配置 SwitchC

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] efm mode passive
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 使能接口的 EFM OAM 功能

#配置 SwitchA

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#配置 SwitchB

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] efm enable
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] bpdu bridge enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] efm enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

#配置 SwitchC

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] efm enable
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

执行 **display efm session all** 查看 EFM OAM 的状态，显示为 detect，以 SwitchB 的显示为例：

```
[SwitchB] display efm session all
  Interface                EFM State                  Loopback Timeout
  ------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/0     detect                     --
  GigabitEthernet2/0/0     detect                     --
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 4 配置 EFM OAM 与 EFM OAM 双向联动功能

```
[SwitchB] oam-mgr
[SwitchB-oam-mgr] oam-bind efm interface gigabitethernet 1/0/0 efm interface gigabitethernet 2/0/0
```

在 OAM 管理视图下，执行命令 **display this** 查看联动的配置情况，显示为两个方向相反的单项联动配置信息：

```
[SwitchB-oam-mgr] display this
#
oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0 egress efm interface Gigabi
tEthernet2/0/0
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet2/0/0 egress efm interface Gigabi
tEthernet1/0/0
#
```

步骤 5 检查配置结果

在 SwitchC 上使能向终端发送调试信息功能。

```
<SwitchC> terminal debugging
<SwitchC> terminal monitor
```

在关闭 SwitchA 的接口 GE1/0/0，模拟链路故障。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] shutdown
```

SwitchA 和 SwitchB 之间的故障可以通过联动机制传递给 SwitchC，SwitchC 上产生告警。

```
<SwitchC>
 Mar  9 2010 14:52:33 SwitchC %%01EFM/2/NONTHRESHOLD(l): OID 1.3.6.1.4.1.2011.5
.25.136.1.6.5 Non-threshold-crossing event occurred. (InterfaceName=GigabitEther
net1/0/0, EventLogIndex=0, EventLogTimestamp=148983996, EventLogOui=[01.80.c2 (h
ex)], EventLogType=258, EventLogLocation=2, EventLogRunningTotal=0 3)
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 efm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 efm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
oam-mgr
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet1/0/0 egress efm interface Gigabi
tEthernet2/0/0
 oam-bind ingress efm interface GigabitEthernet2/0/0 egress efm interface Gigabi
tEthernet1/0/0
#
 return
```

- SwitchC 的配置文件

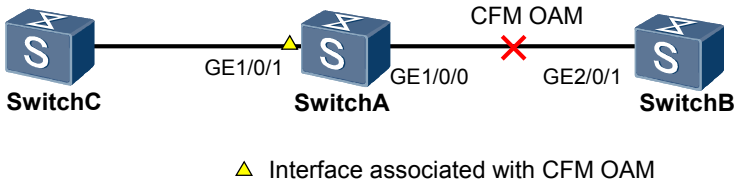
```
#
 sysname SwitchC
#
 efm enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 efm mode passive
 efm enable
 bpdu bridge enable
#
return
```

配置以太网 CFM 与接口联动（触发与 CFM 联动的接口物理状态变为 Down）示例

组网环境

如图 6-241，CFM 分别用于直连链路和多跳链路检测。两台设备 SwitchA 和 SwitchB 之间配置了以太网 CFM 功能，并配置了 CFM 和 SwitchA 的接口 GE1/0/1 联动。在 SwitchA 上，当 CFM OAM 模块检测到和 SwitchB 之间有连通性故障时，OAM 管理模块直接关闭该接口 GE1/0/1，以使 SwitchA 的对端设备感知到此故障。

图 6-241 以太网 CFM 和接口联动组网图



配置思路

按照如下思路配置以太 CFM 与接口联动示例：

1. 在 SwitchA 上和 SwitchB 上分别配置以太 CFM
2. 在 SwitchA 上配置以太 CFM 与 GE1/0/1 的联动功能

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，配置接口加入 VLAN

#配置 SwitchA

```
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

#配置 SwitchB

```
[SwitchB] vlan 10
[SwitchB-vlan10] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 2 配置以太 CFM 功能

#在 SwitchA 上全局使能以太 CFM 功能

```
[SwitchA] cfm enable
```

#SwitchA 上创建 MD、MA、MEP 和 RMEP

```
[SwitchA]cfm md md1
[SwitchA-md-md1]ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] map vlan 10
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] ccm-interval 10000
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
```

#在 SwitchB 上全局使能以太 CFM 功能

```
[SwitchB] cfm enable
```

#SwitchB 上创建 MD、MA、MEP 和 RMEP

```
[SwitchB]cfm md md1
[SwitchB-md-md1]ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] map vlan 10
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] ccm-interval 10000
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 2/0/1 outward
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
```

检查配置结果

SwitchA 和 SwitchB 上的以太网 CFM 功能配置成功后，在 SwitchA 或 SwitchB 上执行 **display cfm mep** 命令和 **display cfm remote-mep** 命令，显示结果如下：

```
[SwitchB]display cfm mep md md1
The total number of MEPs is : 1
--------------------------------------------------
 MD Name            : md1
 MD Name Format     : md-name
 Level              : 0
 MA Name            : ma1
 MEP ID             : 1
 Vlan ID            : 10
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 Interface Name     : GigabitEthernet2/0/1
 CCM Send           : enabled
 Direction          : outward
 MAC Address        : 0018-2000-0083
[SwitchB] display cfm remote-mep md md1
The total number of RMEPs is : 1
The status of RMEPS : 1 up, 0 down, 0 disable
--------------------------------------------------
 MD Name            : md1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Level              : 0
MA Name            : ma1
RMEP ID            : 2
Vlan ID            : 10
VSI Name           : --
L2VC ID            : --
MAC                : --
CCM Receive        : enabled
Trigger-If-Down    : disabled
CFM Status         : up
Alarm Status       : RemoteAlarm
```

步骤 3 配置以太 CFM 与接口联动功能

#配置 SwitchA 上以太 CFM 与接口联动功能

```
[SwitchA] oam-mgr
[SwitchA-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma1 trigger if-down interface GigabitEthernet 1/0/1
```

步骤 4 检查配置结果

关闭 SwitchA 的接口 GE 1/0/0

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] shutdown
```

关闭 SwitchA 的接口后，OAM 模块会把故障传递到 GE1/0/1 接口，GE1/0/1 接口状态变为 TRIGGER DOWN (1AG)。

```
[SwitchA] display interface gigabitethernet1/0/1
GigabitEthernet1/0/1 current state : TRIGGER DOWN (1AG)
Line protocol current state : DOWN
Description:HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/1 Interface
Switch Port,PVID :    1,The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0018-2000-0083
Last physical up time   : 2009-08-06 01:45:45 UTC+03:00 DST
Last physical down time : 2009-08-03 00:56:27 UTC+03:00 DST
Current system time: 2009-08-06 01:49:45
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
Last 300 seconds input rate 846159384 bits/sec, 961545 packets/sec
Last 300 seconds output rate 846162200 bits/sec, 961548 packets/sec
Input peak rate 12066605600 bits/sec,Record time: 2009-07-26 20:05:07
Output peak rate 12066653800 bits/sec,Record time: 2009-07-26 20:05:07

Input:  750979141954 packets, 105440970179935 bytes
  Unicast:              4154,  Multicast:          349065468562
  Broadcast:       401913669237,  Jumbo:                    0
  Discard:          261990284,  Total Error:                2

  CRC:                    0,  Giants:                    0
  Jabbers:                0,  Throttles:                 2
  Runs:                   0,  DropEvents:                0
  Alignments:             0,  Symbols:                   0
  Ignoreds:               0,  Frames:                    0

Output:  750692047988 packets, 105415183963871 bytes
  Unicast:              9175,  Multicast:          348743299398
  Broadcast:       401948739416,  Jumbo:                    0
  Discard:          273582904,  Total Error:                0

  Collisions:             0,  ExcessiveCollisions:       0
  Late Collisions:        0,  Deferreds:                 0
  Buffers Purged:         0

    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Input bandwidth utilization  : 85.18%
Output bandwidth utilization : 85.18%
```

----结束

任务示例

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 10
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 10
   ccm-interval 10000
   mep mep-id 2 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/1 egress cfm md md1 ma ma1
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma1 trigger if-down egress interface GigabitEthernet1/0/1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 10
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 10
   ccm-interval 10000
   mep mep-id 1 interface GigabitEthernet2/0/1 outward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
return
```

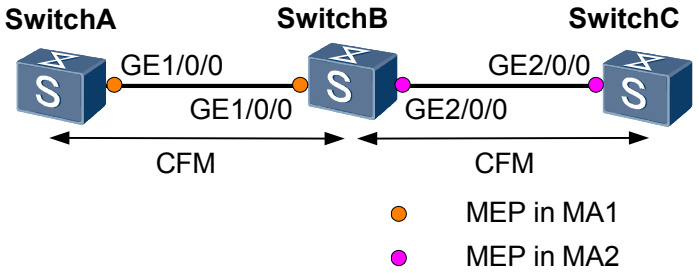

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置以太网 CFM 与以太网 CFM 联动示例

组网需求

如图 6-242 所示，在 SwitchA 和 SwitchB 之间配置以太网 CFM，在 SwitchB 与 SwitchC 之间配置以太网 CFM。当 SwitchA 与 SwitchB 之间有链路故障发生时，触发以太网 CFM 向远端 SwitchC 设备发故障告警。

图 6-242 配置以太 CFM 和以太 CFM 联动组网图



配置思路

采用如下的思路配置以太网 CFM 和以太网 CFM 联动功能：

1. 创建 VLAN，并将相关接口加入对应的 VLAN。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB、SwitchB 和 SwitchC 之间分别配置以太网 CFM 功能。
3. 在 SwitchB 和 SwitchC 上配置以太网 CFM 的联动功能。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，并将相关接口加入对应的 VLAN。

步骤 2 配置 SwitchA 和 SwitchB 之间的以太网 CFM 功能。

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] cfm enable
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] map vlan 10
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm enable
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] map vlan 10
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

步骤 3 配置 SwitchB 和 SwitchC 之间的以太网 CFM 功能。

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm enable
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma2
[SwitchB-md-md1-ma-ma2] map vlan 20
[SwitchB-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 2/0/0 outward
[SwitchB-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 2
[SwitchB-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-receive enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma2] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] cfm enable
[SwitchC] cfm md md1
[SwitchC-md-md1] ma ma2
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] map vlan 20
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 2/0/0 outward
[SwitchB-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 1
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-receive enable
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] quit
[SwitchC-md-md1] quit
```

在 SwitchB 上执行 **display cfm remote-mep** 查看 CFM 状态，显示结果为 UP。

```
[SwitchB] display  cfm remote-mep
The total number of RMEPs is : 2
The status of RMEPS : 2 up, 0 down, 0 disable
--------------------------------------------------

 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma1
 RMEP ID            : 1
 Vlan ID            : 10
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up

 MD Name            : md2
 Level              : 0
 MA Name            : ma2
 RMEP ID            : 2
 Vlan ID            : 20
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up
```

步骤 4 配置以太 CFM 和以太网 CFM 的联动。

配置 SwitchA 与 SwitchB 之间的以太 CFM 和 SwitchB 与 SwitchC 之间的以太网 CFM 的双向联动。

```
[SwitchB] oam-mgr
[SwitchB-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma1 cfm md md1 ma ma2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 5 检查配置结果。

关闭 SwitchB 的接口 GE2/0/0，在 SwitchA 上执行命令 **display cfm remote-mep** 查看 SwitchA 和 SwitchB 之间的 CFM 状态，显示 CFM 的状态为 Down。

```
[SwitchA]display  cfm remote-mep
The total number of RMEPs is : 1
The status of RMEPS : 0 up, 1 down, 0 disable
--------------------------------------------------
 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma1
 RMEP ID            : 2
 Vlan ID            : 10
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : down
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 10
   mep mep-id 1 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 10 20
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
  cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 10
   mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    remote-mep mep-id 1
    remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
   ma ma2
    map vlan 20
    mep mep-id 1 interface gigabitethernet 2/0/0 outward
    mep ccm-send mep-id 1 enable
    remote-mep mep-id 2
    remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
oam-mgr
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma1 egress cfm md md1 ma ma2
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma2 egress cfm md md1 ma ma1
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20
#
cfm enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
 cfm md md1
  ma ma2
   map vlan 20
   mep mep-id 2 interface GigabitEthernet2/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
#
return
```

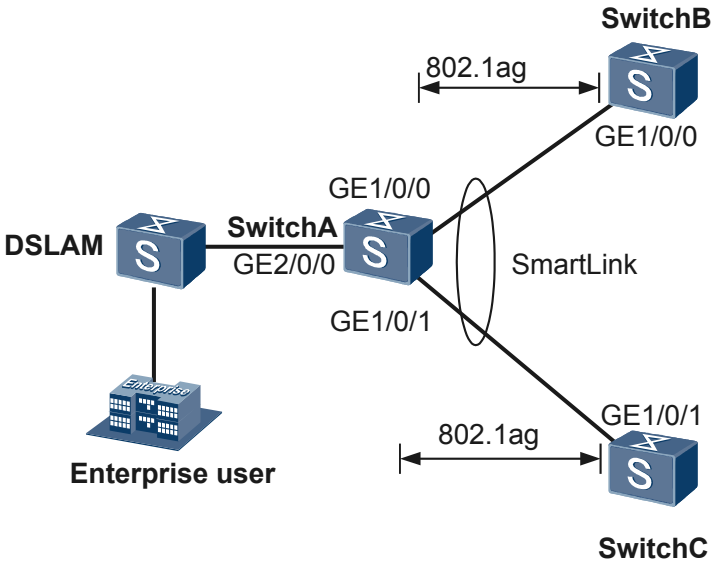
配置以太网 CFM 与 Smart Link 联动示例

组网需求

如图 6-243 所示，SwitchA 接入企业用户，为提高网络的可靠性，SwitchA 双归属上行接入到 SwitchB、SwitchC，SwitchA 上配置 Smartlink，实现可靠性保证。在 Smartlink 的主备用链路上都使能以太 CFM 链路检测，并且配置以太 CFM 与接口联动，当以太 CFM 检测到链路故障时，OAM Manager 将故障通知到 Smartlink 模块。Smartlink 阻塞主端口 GE1/0/0，使流量从端口 GE1/0/1 转发，以实现 Smartlink 链路的快速倒换。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-243 配置以太 CFM 和 SmartLink 联动组网示意图



配置思路

1. 在 SwitchA 上配置 Smart Link 组多实例，并将上行链路加入组中。
2. 在 SwitchA 上使能回切、发送 Flush 报文功能。
3. 在 SwitchB 和 SwitchC 两台设备上使能 Flush 报文接收功能。
4. 在 SwitchA 上使能 Smart Link 组功能。
5. 在 SwitchA 和 SwitchC、SwitchA 和 SwitchB 之间分别配置以太 CFM 检测链路故障。
6. 在 SwitchA 上配置以太 CFM 与接口的联动功能。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，并将接口加入 VLAN

#配置 SwitchA

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 10 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10 20
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

#配置 SwitchB

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 10 20
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 10 20
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

#配置 SwitchC

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan batch 10 20
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10 20
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 将去使能 STP 功能的接口加入 Smart Link 组并指定主从接口

#去使能 SwitchA 的 STP 功能

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] stp disable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

#配置主从接口

```
[SwitchA] smart-link group 1
[SwitchA-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/0 master
[SwitchA-smlk-group1] port gigabitethernet 1/0/1 slave
[SwitchA-smlk-group1] quit
```

步骤 3 使能 Flush 报文接收功能

#配置 SwitchA

```
[SwitchA] smart-link group 1
[SwitchA-smlk-group1] flush send control-vlan 10 password simple 123
```

#配置 SwitchB

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#配置 SwitchC

```
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 4 使能 Smart Link 组功能

```
[SwitchA-smlk-group1] smart-link enable
```

执行命令 **display smart-link group** 查看 SwitchA 的 Smart Link 组信息。

```
[SwitchA] display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
  There is no Load-Balance
 There is no protected-vlan reference-instance
 DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 10
     Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  ------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/0   Master   Active     1            2009/05/25 15:30:10 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/1   Slave    Inactive   0            0000/00/00 00:00:00 UTC+05:00
```

步骤 5 配置以太 CFM 功能

#配置 SwitchA

```
[SwitchA] cfm enable
[SwitchA] cfm md md1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] map vlan 20
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 3
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-recive enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma2
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] map vlan 20
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/1 outward
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 4
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-recive enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma2] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

#配置 SwitchB

```
[SwitchB] cfm enable
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] map vlan 20
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 3 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-recive enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

#配置 SwitchC

```
[SwitchC] cfm enable
[SwitchC] cfm md md1
[SwitchC-md-md1] ma ma2
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] map vlan 20
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 4 interface gigabitethernet 1/0/1 outward
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 2
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-recive enable
[SwitchC-md-md1-ma-ma2] quit
[SwitchC-md-md1] quit
```

执行命令 **display cfm remote-mep** 查看以太 CFM 的状态，以 SwitchA 的显示为例。

```
[SwitchA] display cfm remote-mep
The total number of RMEPs is : 1
The status of RMEPS : 2 up, 0 down, 0 disable
--------------------------------------------------

 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma1
 RMEP ID            : 3
 Vlan ID            : 20
 VSI Name           : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-if-notify  : disabled
 CFM Status         : up

 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma2
 RMEP ID            : 4
 Vlan ID            : 20
 VSI Name           : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Trigger-if-notify  : disabled
 CFM Status         : up
```

步骤 6 配置以太 CFM 与接口联动

#配置 SwitchA

```
[SwitchA] oam-mgr
[SwitchA-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma1 trigger if-down interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma2 trigger if-down interface gigabitethernet 1/0/1
```

步骤 7 验证配置结果

取消 SwitchA 的 ma1 的 CC 检测功能，模拟链路故障

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] undo  mep ccm-send enable
```

#查看与 CFM ma1 联动的接口 GE1/0/0 的状态，显示为 **TRIGGER DOWN (1AG)**。

```
[SwitchA] display interface GigabitEthernet 1/0/0
GigabitEthernet1/0/0 current state : TRIGGER DOWN (1AG)
Line protocol current state : DOWN
Description:HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/0 Interface
Switch Port,PVID :    1,The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0018-2000-0083
Last physical up time   : -
Last physical down time : 2009-07-22 18:00:16 DST
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input peak rate 0 bits/sec,Record time: -
Output peak rate 0 bits/sec,Record time: -

Input:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:                0
  Broadcast:              0,  Jumbo:                    0
  Discard:                0,  Total Error:              0

  CRC:                    0,  Giants:                   0
  Jabbers:                0,  Throttles:                0
  Runs:                   0,  DropEvents:               0
  Alignments:             0,  Symbols:                  0
  Ignoreds:               0,  Frames:                   0

Output:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:                0
  Broadcast:              0,  Jumbo:                    0
  Discard:                0,  Total Error:              0

  Collisions:             0,  ExcessiveCollisions:      0
  Late Collisions:        0,  Deferreds:                0
  Buffers Purged:         0

    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
    Input bandwidth utilization  : 0.00%
    Output bandwidth utilization : 0.00%
```

在 SwitchA 上查看 Smart Link 端口组的状态，GE1/0/0 已经处于 Inactive 状态，接口 GE1/0/1 为 Active 状态。

```
[SwitchA] display smart-link group 1
Smart Link group 1 information :
  Smart Link group was enabled
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  There is no Load-Balance
There is no protected-vlan reference-instance
DeviceID: 0018-2000-0083  Control-vlan ID: 10
      Member              Role    State     Flush Count  Last-Flush-Time
  ------------------------------------------------------------------------------
  GigabitEthernet1/0/0    Master  Inactive  1            2009/05/25 15:33:46 UTC+05:00
  GigabitEthernet1/0/1    Slave   Active    1            2009/05/25 15:40:58 UTC+05:00
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 20
 stp disable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 20
 stp disable
#
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 20
   mep mep-id 1 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 3
   remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
  ma ma2
   map vlan 20
   mep mep-id 2 interface GigabitEthernet1/0/1 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 4
   remote-mep ccm-receive mep-id 4 enable
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/0 egress cfm md md1 ma ma1
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/1 egress cfm md md1 ma ma2
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma1 trigger if-down egress interface GigabitEthernet1/0/0
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma2 trigger if-down egress interface GigabitEthernet1/0/1
#
smart-link group 1
  smart-link enable
 port GigabitEthernet1/0/0 master
 port GigabitEthernet1/0/1 slave
 flush send control-vlan 10 password simple 123
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 20
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 20
   mep mep-id 3 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 3 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 10 20
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10 20
 smart-link flush receive control-vlan 10 password simple 123
#
 cfm md md1
  ma ma2
   map vlan 20
   mep mep-id 4 interface GigabitEthernet1/0/1 outward
   mep ccm-send mep-id 4 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
#
return
```

配置以太网 CFM 与 RRPP 联动示例

组网需求

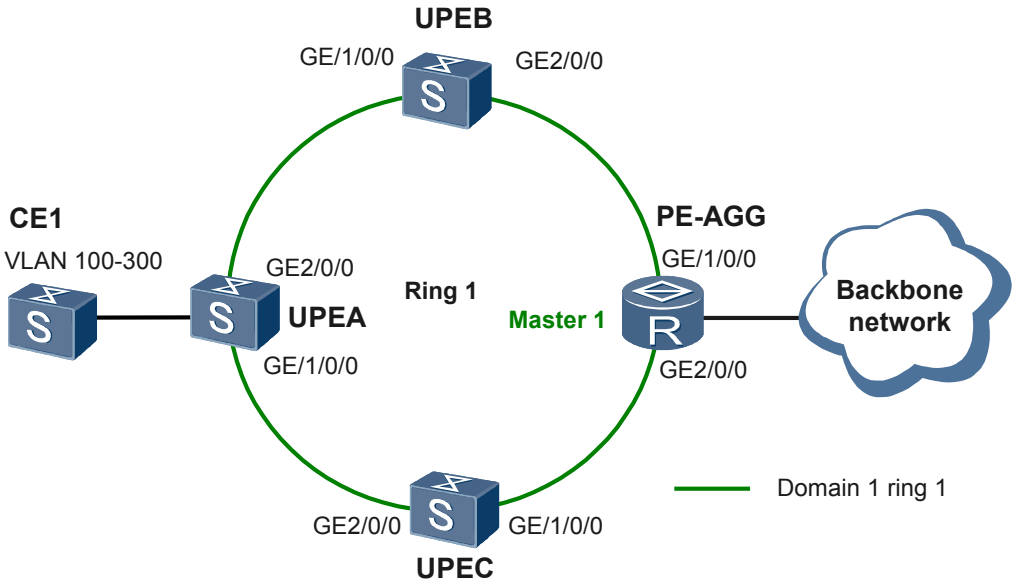
如图 6-244 所示，UPEA、UPEB、UPEC 和 PE-AGG 组成 RRPP 单环。

从 CE 处接入的 VLAN 范围是 VLAN100 ～ 300。报文在域 1 环 1 中传输。

在 UPEA 和 PE-AGG 之间配置以太 CFM 检测链路故障，并配置以太 CFM 与 RRPP 环的主副接口联动。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-244 配置以太 CFM 和 RRPP 多实例联动组网图



域 1 的保护 VLAN 以及保护 VLAN 所属实例详见表 6-21。

表 6-21 实例与保护 VLAN 的映射关系表

Ring ID	Control VLAN ID	Instance ID of Control VLAN	Data VLAN ID	Instance ID of Data VLAN
域 1	VLAN 5、VLAN 6	Instance 1	VLAN 100 ～ 300	Instance 1

环中的主节点以及主节点上的主、副端口详见表 6-22。

表 6-22 主节点以及主、副端口信息表

Ring ID	Master Node	Primary Port	Secondary Port
域 1 环 1	PE-AGG	GE1/0/0	GE2/0/0

配置思路

采用如下的思路配置 RRPP 多实例单环示例：

1. 配置实例 1 映射 VLAN100 ～ 300。
2. 将 UPEA、UPEB、UPEC 和 PE-AGG 配置为域 1 的环 1。
3. 配置域 1 的保护 VLAN 和控制 VLAN。
4. 配置 PE-AGG 为域 1 环 1 的主节点，UPEA、UPEB、UPEC 为传输节点。

版权所有 © 华为技术有限公司

5. 配置 PE-AGG 和 UPEA 上的以太 CFM 功能，分别对 PE-AGG 和 UPEA 间的两条链路进行故障检测。
6. 在 PE-AGG 上配置以太 CFM 与 RRPP 主副端口的联动。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 实例 ID
- 保护 VLAN 范围
- 控制 VLAN ID
- RRPP 接口的接口编号

操作步骤

步骤 1 创建实例

- 配置 UPEA

  # 在 UPEA 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

  ```
  [UPEA] vlan batch 100 to 300
  ```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

  ```
  <UPEA> system-view
  [UPEA] stp region-configuration
  [UPEA-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 300
  ```

  # 激活配置。

  ```
  [UPEA-mst-region] active region-configuration
  ```

- 配置 UPEB

  # 在 UPEB 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

  ```
  [UPEB] vlan batch 100 to 300
  ```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 300。

  ```
  <UPEB> system-view
  [UPEB] stp region-configuration
  [UPEB-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 300
  ```

  # 激活配置。

  ```
  [UPEB-mst-region] active region-configuration
  ```

- 配置 UPEC

  # 在 UPEC 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

  ```
  [UPEC] vlan batch 100 to 300
  ```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 300。

  ```
  <UPEC> system-view
  [UPEC] stp region-configuration
  [UPEC-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 300
  ```

  # 激活配置。

  ```
  [UPEC-mst-region] active region-configuration
  ```

- 配置 PE-AGG

  # 在 PE-AGG 上创建数据 VLAN 100 ～ 300。

  ```
  [PE-AGG] vlan batch 100 to 300
  ```

  # 创建实例 1，对应域 1 的控制 VLAN5、VLAN6 和数据 VLAN100 ～ 200。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<PE-AGG> system-view
[PE-AGG] stp region-configuration
[PE-AGG-mst-region] instance 1 vlan 5 6 100 to 300
```

激活配置。

```
[PE-AGG-mst-region] active region-configuration
```

- 检查配置结果

  经过以上配置，执行以下操作查看实例与 VLAN 的映射关系，以 UPEA 为例。

```
<UPEA> display stp region-configuration
 Oper configuration
   Format selector    :0
   Region name        :001820000083
   Revision level     :0

   Instance   Vlans Mapped
      0       1 to 4, 7 to 9, 12 to 99, 301 to 4094
      1       5 to 6, 100 to 300
```

步骤 2 配置加入 RRPP 环的端口

- 配置 UPEA

  # 去使能 UPEA 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
<UPEA> system-view
[UPEA] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEA] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPEB

  # 去使能 UPEB 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
<UPEB> system-view
[UPEB] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEB] interface gigabitethernet 2/0/0
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 UPEC

  # 去使能 UPEC 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
<UPEC> system-view
[UPEC] interface gigabitethernet 1/0/0
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[UPEC] interface eigabitethernet 2/0/0
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[UPEC-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

- 配置 PE-AGG

  # 去使能 PE-AGG 上即将加入 RRPP 环的接口的 STP 功能。配置端口允许 VLAN100 ～ 300 的报文通过。

```
<PE-AGG> system-view
[PE-AGG] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] stp disable
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE-AGG] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 to 300
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] stp disable
[PE-AGG-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 创建 RRPP 域，配置保护 VLAN 和控制 VLAN。

- 配置 UPEA

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
<UPEA> system-view
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 UPEB

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
<UPEB> system-view
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 UPEC

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
<UPEC> system-view
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 PE-AGG

  # 配置域 1 的保护 VLAN 为 instance 1 映射的 VLAN。控制 VLAN 为 VLAN5。

```
<PE-AGG> system-view
[PE-AGG] rrpp domain 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] protected-vlan reference-instance 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] control-vlan 5
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 4 创建 RRPP 环

- 配置 UPEA

  # 配置 UPEA 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
<UPEA> system-view
[UPEA] rrpp domain 1
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEA-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEA-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 UPEB

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 UPEB 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
<UPEB> system-view
[UPEB] rrpp domain 1
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port gigabitethernet 2/0/0 level 0
[UPEB-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEB-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 UPEC

  # 配置 UPEC 为域 1 环 1 的传输节点，并指定主副接口。

```
<UPEC> system-view
[UPEC] rrpp domain 1
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode transit primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port GigabitEthernet 2/0/0 level 0
[UPEC-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[UPEC-rrpp-domain-region1] quit
```

- 配置 PE-AGG

  # 配置 PE-AGG 为域 1 环 1 的主节点，主接口为 GE1/0/0，副接口为 GE2/0/0。

```
<PE-AGG> system-view
[PE-AGG] rrpp domain 1
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] ring 1 node-mode master primary-port gigabitethernet 1/0/0 secondary-port GigabitEthernet 2/0/0 level 0
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] ring 1 enable
[PE-AGG-rrpp-domain-region1] quit
```

步骤 5 使能 RRPP 协议

在完成配置 RRPP 环后，需要在环上的每个节点上使能 RRPP 协议，这样 RRPP 环才能够被激活，配置步骤如下：

- 配置 UPEA

  # 使能 RRPP 协议。

```
<UPEA> system-view
[UPEA] rrpp enable
```

- 配置 UPEB

  # 使能 RRPP 协议。

```
<UPEB> system-view
[UPEB] rrpp enable
```

- 配置 UPEC

  # 使能 RRPP 协议。

```
<UPEC> system-view
[UPEC] rrpp enable
```

- 配置 PE-AGG

  # 使能 RRPP 协议。

```
<PE-AGG> system-view
[PE-AGG] rrpp enable
```

经过以上配置，在网络计算稳定后，执行以下操作，验证配置结果。以 UPEA 和 PE-AGG 为例。

- 在 UPEA 上执行 **display rrpp brief** 或者 **display rrpp verbose domain** 命令，查看结果如下：

  #查看 UPEA 的 RRPP 简要信息

```
<UPEA> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index   : 1
Control VLAN   : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer    : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 3 sec(default is 3 sec)
 Ring  Ring   Node  Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID    Level  Mode  Port                    Port                    Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1     0      T     GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0    Yes
```

UPEA 上 RRPP 已经使能，在域 1 中的主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1，UPEA 为环 1 的传输节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

查看 UPEA 在域 1 中的详细信息。

```
<UPEA> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 3 sec(default is 3 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Transit
Ring State    : LinkUp
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: UP
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。UPEA 在域 1 中是传输节点，节点状态为 LinkUp。UPEA 的上已经使能了 RRPP 协议。

#查看 PE-AGG 上 RRPP 的简要信息

```
<PE-AGG> display rrpp brief
Abbreviations for Switch Node Mode :
M - Master , T - Transit , E - Edge , A - Assistant-Edge

RRPP Protocol Status: Enable
RRPP Working Mode: HW
RRPP Linkup Delay Timer: 0 sec (0 sec default).
Number of RRPP Domains: 1

Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN : Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 3 sec(default is 3 sec)
 Ring   Ring    Node     Primary/Common          Secondary/Edge          Is
 ID     Level   Mode     Port                      Port                  Enabled
 ------------------------------------------------------------------------------
 1      0       M         GigabitEthernet1/0/0    GigabitEthernet2/0/0    Yes
```

可以看到 PE-AGG 上已经使能了 RRPP 协议。在域 1 中的主控制 VLAN 为 5，保护 VLAN 为 Instance 1，PE-AGG 为环 1 的主节点。主端口为 GigabitEthernet1/0/0，副端口为 GigabitEthernet2/0/0。

#查看 PE-AGG 在域 1 中的详细信息

```
<PE-AGG> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 3 sec(default is 3 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: BLOCKED
```

可以看到域 1 的控制 VLAN 是 VLAN5，保护 VLAN 是 Instance 1。PE-AGG 在域 1 中是主节点，节点状态为 Complete。主端口是 GigabitEthernet1/0/0，副端口是 GigabitEthernet2/0/0。

步骤 6 配置以太 CFM

配置 UPEA

```
[UPEA] cfm md md1
[UPEA-md-md1] ma ma1
[UPEA-md-md1-ma-ma1]  map vlan 100
[UPEA-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface GigabitEthernet2/0/0 outward
[UPEA-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
[UPEA-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
[UPEA-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[UPEA-md-md1-ma-ma1] quit
[UPEA-md-md1] ma ma2
[UPEA-md-md1-ma-ma2] map vlan 100
[UPEA-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 3 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
[UPEA-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 4
[UPEA-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-receive mep-id 4 enable
[UPEA-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
[UPEA-md-md1-ma-ma2] quit
```

配置 PE-AGG

```
[PE-AGG] cfm md md1
[PE-AGG-md-md1] ma ma1
[PE-AGG-md-md1-ma-ma1] map vlan 100
[PE-AGG-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
[PE-AGG-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[PE-AGG-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
[PE-AGG-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[PE-AGG-md-md1-ma-ma1] quit
[PE-AGG-md-md1] ma ma2
[PE-AGG-md-md1-ma-ma2]  map vlan 100
[PE-AGG-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 4 interface GigabitEthernet2/0/0 outward
[PE-AGG-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 3
[PE-AGG-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
[PE-AGG-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
[PE-AGG-md-md1-ma-ma2] quit
```

使用命令 **display cfm remote-mep** 在 UPEA 或者 PE-AGG 上查看以太 CFM 的状态，CFM 的状态显示为 up，以 PE-AGG 的显示为例：

```
[PE-AGG] display cfm remote-mep
The total number of RMEPs is : 2
The status of RMEPS : 2 up, 0 down, 0 disable
--------------------------------------------------

 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma1
 RMEP ID            : 1
 Vlan ID            : 100
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up

 MD Name            : md1
 Level              : 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 MA Name            : ma2
 RMEP ID            : 3
 Vlan ID            : 100
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up
```

步骤 7 配置以太 CFM 与接口联动

#配置 PE-AGG

```
[PE-AGG] oam-mgr
[PE-AGG-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma1 trigger if-down interface GigabitE
thernet 1/0/0
[PE-AGG-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma2 trigger if-down interface GigabitE
thernet 2/0/0
```

步骤 8 检查配置结果

关闭 UPEB 的 GE1/0/0 接口模拟链路，在 PE-AGG 上使用命令 **display cfm remote-mep** 查看 CFM 状态，显示如下：

```
[PE-AGG] display cfm remote-mep
The total number of RMEPs is : 2
The status of RMEPS : 1 up, 1 down, 0 disable
--------------------------------------------------

 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma1
 RMEP ID            : 1
 Vlan ID            : 100
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : down

 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma2
 RMEP ID            : 3
 Vlan ID            : 100
 VSI Name           : --
 L2VC ID            : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up
```

在 PE-AGG 上执行命令 **display this interface** 查看 GE1/0/0 的状态，显示为 **TRIGGER DOWN (1AG)**。

```
[PE-AGG-GigabitEthernet1/0/0] display this interface
GigabitEthernet1/0/0 current state : TRIGGER DOWN (1AG)
Line protocol current state : DOWN
Description:HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/0 Interface
Switch Port,PVID :    1,The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0018-2000-0083
Last physical up time   : -
Last physical down time : 2009-07-22 18:00:16 DST
Current system time: 2009-07-22 19:00:16
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input peak rate 0 bits/sec,Record time: -
Output peak rate 0 bits/sec,Record time: -

Input:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:                0
  Broadcast:              0,  Jumbo:                    0
  Discard:                0,  Total Error:              0

  CRC:                    0,  Giants:                   0
  Jabbers:                0,  Throttles:                0
  Runts:                  0,  DropEvents:               0
  Alignments:             0,  Symbols:                  0
  Ignoreds:               0,  Frames:                   0

Output:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                0,  Multicast:                0
  Broadcast:              0,  Jumbo:                    0
  Discard:                0,  Total Error:              0

  Collisions:             0,  ExcessiveCollisions:      0
  Late Collisions:        0,  Deferreds:                0
  Buffers Purged:         0

    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
    Input bandwidth utilization  : 0.00%
    Output bandwidth utilization : 0.00%
```

在 PE-AGG 上执行命令 **display rrpp verbose domain 1** 查看 RRPP 的环状态和接口状态，显示如下：

```
<PE-AGG> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 3 sec(default is 3 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Failed
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: DOWN
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: UP
```

Ring 的状态变为 Failed，副端口的状态由 BLOCKED 变为 UP。

重新开启 UPEB 的 GE1/0/0 接口，PE-AGG 上 CFM 的状态变为 UP，在 PE-AGG 上执行命令 **display rrpp verbose domain 1** 查看 RRPP 的环状态和接口状态，Ring 的状态变为 Complete，显示如下：

```
<PE-AGG> display rrpp verbose domain 1
Domain Index  : 1
Control VLAN  : major 5    sub 6
Protected VLAN: Reference Instance 1
Hello Timer   : 1 sec(default is 1 sec)  Fail Timer : 3 sec(default is 3 sec)

RRPP Ring     : 1
Ring Level    : 0
Node Mode     : Master
Ring State    : Complete
Is Enabled    : Enable                      Is Active : Yes
Primary port  : GigabitEthernet1/0/0        Port status: UP
Secondary port: GigabitEthernet2/0/0        Port status: BLOCKED
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- UPEA 的配置文件

```
#
sysname UPEA
#
vlan batch 5 to 6 100 to 300
#
 rrpp enable
#
 cfm enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 6 100 to 300
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 1/0/0 secondary-port GigabitEthernet 2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6  100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6  100 to 300
 stp disable
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 100
   mep mep-id 1 interface GigabitEthernet2/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
  ma ma2
   map vlan 100
   mep mep-id 3 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 3 enable
   remote-mep mep-id 4
   remote-mep ccm-receive mep-id 4 enable
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet2/0/0 egress cfm md md1 ma ma1 trigger if-down
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/0 egress cfm md md1 ma ma2 trigger if-down
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma1 trigger if-down egress interface GigabitEthernet2/0/0
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma2 trigger if-down egress interface GigabitEthernet1/0/0
#
return
```

- UPEB 的配置文件

```
#
sysname UPEB
#
vlan batch 5 to 6 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 6 100 to 200
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 1/0/0 secondary-port GigabitEthernet 2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
return
```

- UPEC 的配置文件

```
#
sysname UPEC
#
vlan batch 5 to 6 100 to 300
#
rrpp enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 6 100 to 200
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
control-vlan 5
protected-vlan reference-instance 1
ring 1 node-mode transit primary-port GigabitEthernet 1/0/0 secondary-port GigabitEthernet 2/0/0
level 0
ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
Return
```

- PE-AGG 的配置文件

```
#
sysname PE-AGG
#
 vlan batch 5 to 6 100 to 300
#
 rrpp enable
#
 cfm enable
#
stp region-configuration
 instance 1 vlan 5 6 100 to 200
 active region-configuration
#
rrpp domain 1
 control-vlan 5
 protected-vlan reference-instance 1
 ring 1 node-mode master primary-port GigabitEthernet 1/0/0 secondary-port GigabitEthernet 2/0/0
level 0
 ring 1 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 5 to 6 100 to 300
 stp disable
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 100
   mep mep-id 2 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
  ma ma2
   map vlan 100
   mep mep-id 4 interface GigabitEthernet2/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 4 enable
   remote-mep mep-id 3
   remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/0 egress cfm md md1 ma ma1 trigger if-down
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet2/0/0 egress cfm md md1 ma ma2 trigger if-down
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma1 trigger if-down egress interface GigabitEthernet1/0/0
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma2 trigger if-down egress interface GigabitEthernet2/0/0
#
return
```

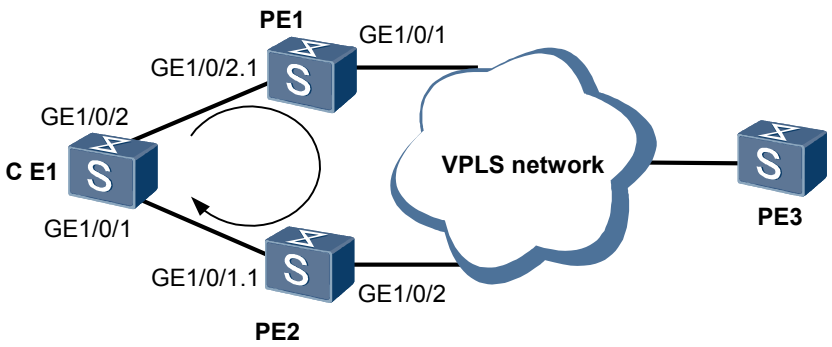
配置以太网 CFM 与 MSTP 联动示例

组网需求

如图 6-245 所示，CE 通过子接口双归接入 PE 设备，PE 之间运行 VPLS 网络。CE1 的 GE1/0/1 与 PE2 的 GE1/0/1、CE1 的 GE1/0/2 与 PE1 的 GE1/0/2 之间建立以太 CFM（802.1ag）检测链路故障。CE1、PE1、PE2 直连的接口上运行 MSTP 协议，将和直连的 PE1 配置为主根，将和直连的 PE2 配置为备根，MSTP 阻塞备根的端口，避免环路。

当通过以太 CFM 检测到与 PE1 之间链路出现故障时，OAM Manager 将故障通知 MSTP 模块（利用 OAM Manager 跟接口联动，由接口再通知 MSTP）。备根交换机取代根交换机而成为指定 MSTI 的根交换机。实现 VPLS 接入侧链路的保护。

图 6-245 配置 MSTP 的基本功能组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

说明

本例仅涉及 MSTP、CFM 及其联动的配置，VPLS 的配置不在本例中涉及。

采用如下的思路配置 MSTP 与以太 CFM 联动：

1. 创建 VLAN。
2. 在 PE1 和 PE2 创建子接口，并且加入 VLAN，用以接入 VPLS 网络。
3. 配置交换机 PE1 为 CIST 总根。
4. 将 PE1、PE2、CE1 配置到一个域内，域名为 RG1，创建实例 1。
5. 在域 RG1 内，交换机 PE1 为 CIST 域根，PE1 为实例 1 的根交换机，PE2 为实例 1 的备份根交换机。
6. 配置 PE2 上的根保护功能。
7. 配置 PE1 和 CE1、PE2 和 CE1 之间的以太 CFM 功能。
8. 配置以太 CFM 与接口联动，当主根故障后，备根迅速切换为指定 MSTI 的根交换机。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE1、PE2、CE1 的域名为 RG1
- 各 GE 端口号如图 6-245 所示
- VLAN 号是 1 ～ 19

操作步骤

步骤 1 配置交换机 PE1 的 MSTP 功能

创建 VLAN 1 到 20。

```
<PE1> system-view
[PE1] vlan batch 1 to 20
```

在 PE1 创建子接口并加入 VLAN。

```
[PE1] interface gigabitethernet1/0/2.1
[PE1-GigabitEthernet1/0/2.1] dot1q termination vid 20
[PE1-GigabitEthernet1/0/2.1] quit
```

配置 PE1 的 MST 域。

```
[PE1] stp region-configuration
[PE1-mst-region] region-name RG1
[PE1-mst-region] instance 1 vlan 1 to 20
```

激活域配置。

```
[PE1-mst-region] active region-configuration
[PE1-mst-region] quit
```

配置 PE1 作为 CIST 的主根。

```
[PE1] stp instance 1 root primary
```

配置端口路径开销的计算方法为华为私有计算方法。

```
[PE1] stp pathcost-standard legacy
```


版权所有 © 华为技术有限公司

将端口 1/0/2 加入 VLAN。

```
[PE1] interface GigabitEthernet 1/0/2
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 1 to 19
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

在端口 1/0/2 上启动根保护。

```
[PE1] interface GigabitEthernet 1/0/2
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] stp root-protection
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 2 配置 PE2 的 MSTP 功能

创建 VLAN 1 到 20。

```
<PE2> system-view
[PE2] vlan batch 1 to 20
```

在 PE2 创建子接口并加入 VLAN。

```
[PE2] interface gigabitethernet1/0/1.1
[PE2-GigabitEthernet1/0/1.1] dot1q termination vid 20
[PE2-GigabitEthernet1/0/1.1] quit
```

配置 PE2 的 MST 域。

```
[PE2] stp region-configuration
[PE2-mst-region] region-name RG1
[PE2-mst-region] instance 1 vlan 1 to 20
```

激活域配置。

```
[PE2-mst-region] active region-configuration
[PE2-mst-region] quit
```

配置 PE2 作为 CIST 的备份根。

```
[PE2] stp instance 1 root secondary
```

配置端口路径的开销计算方法为华为私有计算方法。

```
[PE2] stp pathcost-standard legacy
```

将端口 1/0/1 加入 VLAN。

```
[PE2] interface GigabitEthernet 1/0/1
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 1 to 19
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在端口 1/0/1 上启动根保护。

```
[PE2] interface GigabitEthernet 1/0/1
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] stp root-protection
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 3 配置 CE1 的 MSTP 功能

配置 CE1 的 MST 域。

```
[CE1] stp region-configuration
[CE1-mst-region] region-name RG1
[CE1-mst-region] instance 1 vlan 1 to 20
```

激活域配置。

```
[CE1-mst-region] active region-configuration
[CE1-mst-region] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置端口路径开销的计算方法为华为私有计算方法。

```
[CE1] stp pathcost-standard legacy
```

创建 VLAN 1 到 20。

```
[CE1] vlan batch 1 to 20
```

将端口 1/0/1 加入 VLAN。

```
[CE1] interface GigabitEthernet 1/0/1
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

将端口 1/0/2 加入 VLAN。

```
[CE1] interface GigabitEthernet 1/0/2
[CE1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 1 to 20
[CE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置完成后，在 PE、CE 上使用命令 **display stp brief** 查看端口的状态和保护类型，显示如下：

```
[PE1] display stp brief
 MSTID      Port                   Role  STP State     Protection
   0        GigabitEthernet1/0/2   DEST  FORWARDING      ROOT
   1        GigabitEthernet1/0/2   DEST  FORWARDING      ROOT
[PE2] display stp brief
 MSTID      Port                   Role  STP State     Protection
   0        GigabitEthernet1/0/1   DEST  DISCARDING      Root
   1        GigabitEthernet1/0/1   DEST DISCARDING      Root
```

步骤 4 配置以太 CFM

配置 CE1

```
[CE1] cfm md md1
[CE1-md-md1] ma ma1
[CE1-md-md1-ma-ma1] map vlan 10
[CE1-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet1/0/2 outward
[CE1-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
[CE1-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
[CE1-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[CE1-md-md1-ma-ma1] quit
[CE1-md-md1] ma ma2
[CE1-md-md1-ma-ma2] map vlan 10
[CE1-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 3 interface gigabitethernet1/0/1 outward
[CE1-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 4
[CE1-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-receive mep-id 4 enable
[CE1-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
[CE1-md-md1-ma-ma2] quit
```

配置 PE1

```
[PE1] cfm md md1
[PE1-md-md1] ma ma1
[PE1-md-md1-ma-ma1] map vlan 10
[PE1-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface gigabitethernet1/0/2 outward
[PE1-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[PE1-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
[PE1-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send enable
[PE1-md-md1-ma-ma1] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] cfm md md1
[PE2-md-md1] ma ma2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2-md-md1-ma-ma2] map vlan 10
[PE2-md-md1-ma-ma2] mep mep-id 4 interface gigabitethernet1/0/1 outward
[PE2-md-md1-ma-ma2] remote-mep mep-id 3
[PE2-md-md1-ma-ma2] remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
[PE2G-md-md1-ma-ma2] mep ccm-send enable
[PE2-md-md1-ma-ma2] quit
```

使用命令 **display cfm remote-mep** 在 CE1 或者 PE 上查看以太 CFM 的状态，ma1 的状态显示为 up，ma2 的状态为 down，以 CE1 的显示为例：

```
[CE1] display cfm remote-mep
The total number of RMEPs is : 2
The status of RMEPS : 1 up, 1 down, 0 disable
--------------------------------------------------

 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma1
 RMEP ID            : 2
 Vlan ID            : 10
 VSI Name           : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : up

 MD Name            : md1
 Level              : 0
 MA Name            : ma2
 RMEP ID            : 4
 Vlan ID            : 10
 VSI Name           : --
 MAC                : --
 CCM Receive        : enabled
 Trigger-If-Down    : disabled
 CFM Status         : down
```

步骤 5 配置以太 CFM 与接口联动

#配置 PE1

```
[PE1] oam-mgr
[PE1-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma1 trigger if-down interface GigabitEthernet 1/0/2
```

#配置 PE2

```
[PE2-oam-mgr] oam-bind cfm md md1 ma ma2 trigger if-down interface GigabitEthernet 1/0/1
```

步骤 6 验证配置结果

在 PE1 上取消以太 CFM 的 CCM 消息发送功能，模拟链路故障。

```
[PE1-md-md1-ma-ma1] undo mep ccm-send enable
```

在 PE1 上使用命令 **display interface** 查看接口 GE1/0/2 的状态，显示为 **TRIGGER DOWN (1AG)**。

```
[PE1] display interface gigabitethernet 1/0/2
GigabitEthernet1/0/2 current state : TRIGGER DOWN (1AG)
Line protocol current state : DOWN
Description:HUAWEI, Quidway Series, GigabitEthernet1/0/2 Interface
Switch Port, PVID :   10, TPID : 8100(Hex), The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0022-0033-0044
Last physical up time   : -
Last physical down time : 2009-03-13 19:57:53
Port Mode: COMMON FIBER
Speed : 1000,  Loopback: NONE
Duplex: FULL,  Negotiation: ENABLE
Mdi   : NORMAL
Last 300 seconds input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Last 300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
Input peak rate 0 bits/sec, Record time: -
Output peak rate 0 bits/sec, Record time: -

Input:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                      0,  Multicast:                      0
  Broadcast:                    0,  Jumbo:                          0
  Discard:                      0,  Total Error:                    0

  CRC:                          0,  Giants:                         0
  Jabbers:                      0,  Fragments:                      0
  Runts:                        0,  DropEvents:                     0
  Alignments:                   0,  Symbols:                        0
  Ignoreds:                     0,  Frames:                         0

Output:  0 packets, 0 bytes
  Unicast:                      0,  Multicast:                      0
  Broadcast:                    0,  Jumbo:                          0
  Discard:                      0,  Total Error:                    0

  Collisions:                   0,  ExcessiveCollisions:            0
  Late Collisions:              0,  Deferreds:                      0
  Buffers Purged:               0

    Input bandwidth utilization threshold : 100.00%
    Output bandwidth utilization threshold: 100.00%
    Input bandwidth utilization  : 0.00%
    Output bandwidth utilization : 0.00%
```

在 PE2 上使用命令 **display stp brief** 查看端口状态和端口的保护类型，结果如下：

在 PE2 上执行 **display stp brief** 命令，

```
<PE2> display stp brief
 MSTID     Port                Role  STP State     Protection
   0       GigabitEthernet1/0/1  DESI  FORWARDING      ROOT
   1       GigabitEthernet1/0/1  DESI  FORWARDING      ROOT
```

PE2 的端口 GE1/0/1 是指定端口。

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 1 to 20
#
 stp instance 1 root primary
#
 cfm enable
#
stp region-configuration
 region-name RG1
 instance 1 vlan 1 to 20
 active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 1 to 19
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 1 to 19
 stp root-protection
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/2.1
 dot1q termination vid 20
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 10
   mep mep-id 2 interface GigabitEthernet1/0/2 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/2 egress cfm md md1 ma ma1 trigger if-down
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma1 trigger if-down egress interface GigabitEthe
rnet1/0/2
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 1 to 20
#
 stp instance 1 root secondary
#
 cfm enable
#
stp region-configuration
 region-name RG1
 instance 1 vlan 1 to 20
 active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 1 to 19
#
interface GigabitEthernet1/0/1.1
 dot1q termination vid 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 1 to 19
#
cfm md md1
  ma ma2
   map vlan 10
   mep mep-id 4 interface GigabitEthernet1/0/1 outward
   mep ccm-send mep-id 4 enable
   remote-mep mep-id 3
   remote-mep ccm-receive mep-id 3 enable
#
oam-mgr
 oam-bind ingress interface GigabitEthernet1/0/1 egress cfm md md1 ma ma2 trigger if-down
 oam-bind ingress cfm md md1 ma ma2 trigger if-down egress interface GigabitEthe
rnet1/0/1
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 1 to 20
#
 cfm enable
#
stp region-configuration
 region-name RG1
 instance 1 vlan 1 to 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 active region-configuration
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 1 to 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 1 to 20
#
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 10
   mep mep-id 1 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
  ma ma2
   map vlan 10
   mep mep-id 3 interface GigabitEthernet2/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 3 enable
   remote-mep mep-id 4
   remote-mep ccm-receive mep-id 4 enable
#
return
```

6.6.7 MAC SWAP 环回测试配置

介绍 MAC SWAP 环回测试的原理和配置。

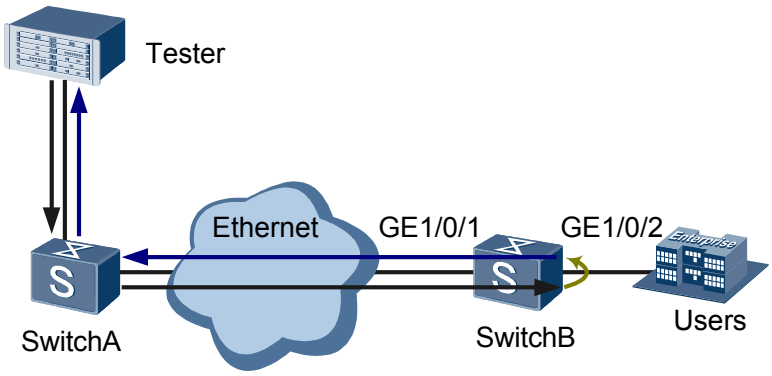
配置本端 MAC SWAP 环回测试示例

组网需求

如图 6-246 所示，SwitchB 是 S9700，通过 GE1/0/1 接口连接到以太网，GE1/0/2 接口下连接用户。

在 SwitchB 的 GE1/0/2 接口上配置本端 MAC SWAP 环回测试功能。当测试仪发送测试以太帧到 SwitchB 时，GE1/0/2 接口对以太帧源 MAC 和目的 MAC 进行交换后，通过 GE1/0/1 接口发回到测试仪。测试仪通过对收到的以太帧进行分析，测试以太网的连通性和网络性能，测试范围包括 SwitchB。

图 6-246 配置本端 MAC SWAP 环回测试组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置本端 MAC SWAP 环回测试功能：

1. 创建 VLAN，GE1/0/1 接口以 Trunk 方式加入 VLAN，GE1/0/2 以 hybrid 方式加入 VLAN。
2. 在 SwitchB 上配置本端 MAC SWAP 环回测试功能。
3. 在 SwitchB 上打开环回测试功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口所属 VLAN ID 为 100。
- 环回测试以太帧的源 MAC 为 0018-2000-0085，目的 MAC 为 0018-2000-0070。
- 环回测试超时时间为 80 秒。

操作步骤

步骤 1 在 SwitchB 上创建 VLAN 100，GE1/0/1 接口以 Trunk 方式加入 VLAN 100，GE1/0/2 以 hybrid 方式加入 VLAN 100。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 100
[SwitchB] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet1/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid untagged vlan 100
```

步骤 2 在 SwitchB 的 GE1/0/2 接口上配置本端 MAC SWAP 环回测试功能，通过 GE1/0/1 接口把交换 MAC 后以太帧返回到测试仪器，然后打开环回测试功能。

```
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] loopback local swap-mac source-mac 0018-2000-0085 dest-mac
018-2000-0070 vlan 100 interface gigabitethernet 1/0/1 timeout 80
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] loopback swap-mac start
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 3 检验配置结果

可以使用 **display loopback swap-mac information** 命令检查配置是否正确，如果检查配置正确，可以用测试仪发送以太帧，并对网络性能进行分析。

```
[SwitchB] display loopback swap-mac information
  Loopback type             : local
  Loopback state            : running
  Loopback test time(s)     : 80
  Loopback interface        : GigabitEthernet1/0/2
  Loopback output interface : GigabitEthernet1/0/1
  Loopback source MAC       : 0018-2000-0085
  Loopback destination MAC  : 0018-2000-0070
  Loopback vlan             : 100
  Loopback inner vlan       : 0
  Loopback packets          : 0
  Drop packets              : 3
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
 loopback local swap-mac source-mac 0018-2000-0085 dest-mac 0018-2000-0070 vlan
100 interface GigabitEthernet1/0/1 timeout 80
#
return
```

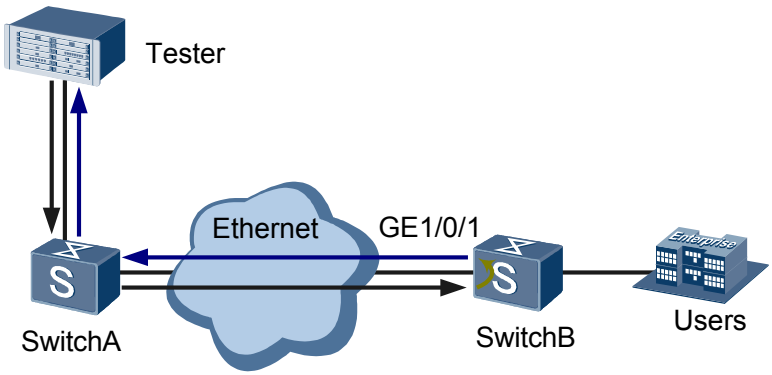
配置远端 MAC SWAP 环回测试示例

组网需求

如图 6-247 所示，SwitchB 是 S9700，通过 GE1/0/1 接口连接到以太网。

在 SwitchB 的 GE1/0/1 接口上配置远端 MAC SWAP 环回测试功能。当测试仪发送测试以太帧到 SwitchB 时，GE1/0/1 接口对测试帧的源 MAC 和目的 MAC 进行互换，并发回到测试仪。测试仪通过对收到的以太帧进行分析，测试 SwitchB 上行网络的连通性和网络性能，测试范围不包括 SwitchB。

图 6-247 配置远端 MAC SWAP 环回测试组网图



配置思路

采用如下思路配置远端 MAC SWAP 环回测试功能：

1. 创建 VLAN，GE1/0/1 接口以 Trunk 方式加入 VLAN。
2. 在 SwitchB 上配置远端 MAC SWAP 环回测试功能。
3. 在 SwitchB 上打开环回测试功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口所属 VLAN ID 为 100。
- 环回测试以太帧的源 MAC 为 0018-2000-0085，目的 MAC 为 0018-2000-0070。
- 环回测试超时时间为 80 秒。

操作步骤

步骤 1 在 SwitchB 上创建 VLAN 100，GE1/0/1 接口以 Trunk 方式加入 VLAN 100。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan batch 100
[SwitchB] interface gigabitethernet1/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 在 SwitchB 的 GE1/0/1 接口上配置远端 MAC SWAP 环回测试功能，然后打开环回测试功能。

```
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] loopback remote swap-mac source-mac 0018-2000-0085 dest-mac
018-2000-0070 vlan 100 timeout 80
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] loopback swap-mac start
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 3 检验配置结果

可以使用 **display loopback swap-mac information** 命令检查配置是否正确，如果检查配置正确，可以用测试仪发送以太帧，并对网络性能进行分析。

```
[SwitchB] display loopback swap-mac information
  Loopback type             : remote
  Loopback state            : running
  Loopback test time(s)     : 80
  Loopback interface        : GigabitEthernet1/0/1
  Loopback output interface : GigabitEthernet1/0/1
  Loopback source MAC       : 0018-2000-0085
  Loopback destination MAC  : 0018-2000-0070
  Loopback vlan             : 100
  Loopback inner vlan       : 0
  Loopback packets          : 0
```

----结束

配置文件

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 100
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
 loopback remote swap-mac source-mac 0018-2000-0085 dest-mac 0018-2000-0070 vlan
 100 timeout 80
#
return
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

6.6.8 热备份和主备倒换配置

介绍热备份和主备倒换的原理和配置。

配置热备份和主备倒换

组网需求

在日常维护的过程中，例如更换主控板，为了减少对正常业务造成的影响，可以配置S9700 的主备倒换功能。

配置思路

采用以下思路进行配置：

1. 执行主备倒换命令，使以前的备用主控板升为主用主控板。

数据准备

为完成此配置示例，需要准备以下数据：

- 在配置本举例前时，假设主用主控板的槽位号是 4，备用主控板的槽位号是 5。

操作步骤

步骤 1 使能主备倒换功能

```
<Quidway> system-view
[Quidway] slave switchover enable
```

步骤 2 执行主备倒换

备用主控板进入实时备份阶段后，执行主备倒换命令，使主备倒换前的备用主控板升为主用主控板，主备倒换前的主用主控板重新启动。

```
[Quidway] slave switchover
[Quidway] Warning: This operation will switch the slave board to the master board. Continue?[Y/N]:
```

步骤 3 检查备用主控板（原主用主控板）的热备份状态

```
[Quidway] display switchover state
 Slot 4 HA FSM State(slave): receiving realtime and routine data.
```

此时备用主控板处于实时备份状态，主备倒换成功。如果需要可以执行更换主控板的操作。

----结束

配置文件

无

6.6.9 Y.1731 配置

Y.1731 对 MEP 之间进行基于业务的丢包检测、时延统计，实现与 IEEE 802.1ag 类似的故障检测功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

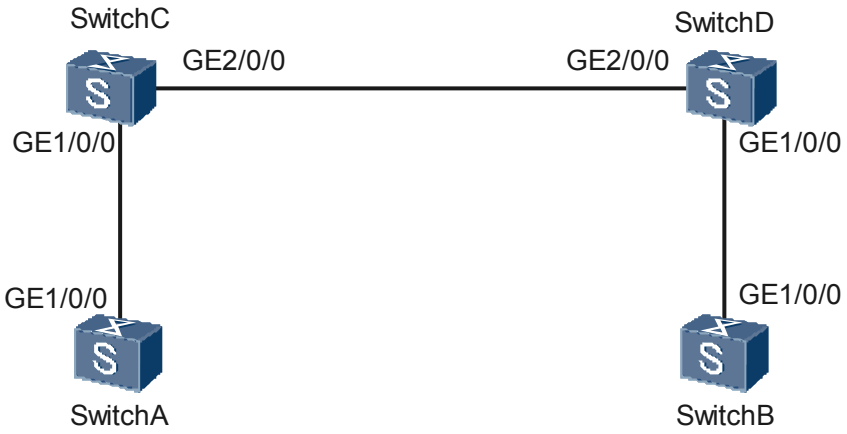
配置 VLAN 的单向时延统计功能示例

本示例中，当用户需要评估业务提供的质量时，通过在点到点的 MEP 之间配置单向时延功能，得知网络的性能。

组网需求

如图 6-248 所示，在 SwitchA 上部署单向时延功能，并且指定发送 DM 报文的时间间隔为 10 秒，发送 DM 报文的格式是 10 个。

图 6-248 配置 VLAN 的单向时延统计功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN 的单向时延统计功能：

1. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 上配置 VLAN。
2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上分别配置 MD 和 MA。
3. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 OUTWARD 类型的 MEP。
4. 在 SwitchA 和上配置单向时延告警门限值。
5. 在 SwitchA 和上使能 VLAN 的单向时延统计功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VLAN ID
- 单向时延告警门限值
- MD 和 MA 的名称

操作步骤

步骤 1 配置时钟同步

略，详细配置过程请参见**配置 NTP**

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 2 配置 VLAN

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 2
[SwitchA-vlan2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 2
[SwitchB-vlan2] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 SwitchC。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan 2
[SwitchC-vlan2] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

配置 SwitchD。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] vlan 2
[SwitchD-vlan2] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 配置以太网 CFM 的基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] cfm enable
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] map vlan 2
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm enable
[SwitchB] cfm md md1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] map vlan 2
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

步骤 4 配置 OUTWARD 类型的 MEP

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send mep-id 1 enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send mep-id 2 enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

步骤 5 在 SwitchA 配置单向时延告警门限值为 1000

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] delay-measure one-way threshold 1000
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

步骤 6 配置 VLAN 的单向时延统计功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] delay-measure one-way send mep 1 remote-mep 2 interval 10000 count 10
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] delay-measure one-way receive mep 2
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

步骤 7 检查配置结果

配置完成后，在 SwitchB 上执行 **display y1731 statistics-type oneway-delay md md1 ma ma1**，可以看到单向时延的性能统计信息。

```
[SwitchB] display y1731 statistic-type oneway-delay md md1 ma ma1
Latest one-way delay statistics:
--------------------------------------------------------------------------------
Index    Delay(usec)    Delay variation(usec)
--------------------------------------------------------------------------------
    1    -2001626137                      -
    2    -2001625996                    141
    3    -2001625852                    144
    4    -2001625704                    148
    5    -2001625565                    139
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    6    -2001625559                    6
    7    -2001625407                  152
    8    -2001625004                  403
    9    -2001609680                15324
   10    -2001624860                15180
-------------------------------------------------------------------------------
Average delay(usec) : -2001623976    Average delay variation(usec) :       3515
Maximum delay(usec) : -2001609680    Maximum delay variation(usec) :      15324
Minimum delay(usec) : -2001626137    Minimum delay variation(usec) :          6
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 2
#
 cfm enable
#
interface gigabitethernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 1 interface gigabitethernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
   delay-measure one-way threshold 1000
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 2
#
 cfm enable
#
interface gigabitethernet1/0/0 outward
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 2 interface gigabitethernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
   delay-measure one-way receive mep 2
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 2
#
interface gigabitethernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface gigabitethernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 2
#
interface gigabitethernet1/0/0
  port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface gigabitethernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
return
```

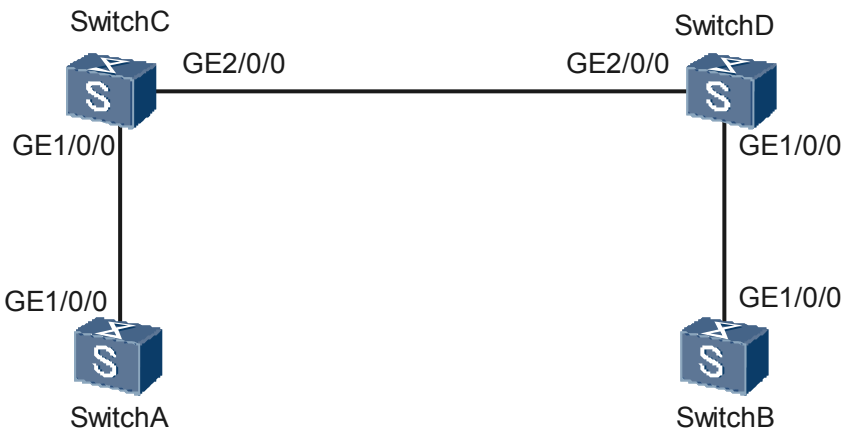
配置 VLAN 的双向时延统计功能示例

本示例中，当用户需要评估业务提供的质量时，通过在点到点的 MEP 之间配置双向时延功能，得知网络的性能。

组网需求

如图 6-249 所示，在 SwitchA 和 SwitchB 上部署双向时延功能，并且指定发送 DMM 报文的时间间隔为 10 秒，发送 DMM 报文的格式是 10 个。

图 6-249 配置 VLAN 的双向时延统计功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置 VLAN 的双向时延统计功能：

1. 在 SwitchA、SwitchB、SwitchC 和 SwitchD 上配置 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

2. 在 SwitchA 和 SwitchB 上分别配置 MD 和 MA。
3. 在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 OUTWARD 类型的 MEP。
4. 在 SwitchA 和 SwitchB 上分别配置双向时延告警门限值。
5. 在 SwitchA 和 SwitchB 上分别使能 VLAN 的双向时延统计功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VLAN ID
- 双向时延告警门限值
- MD 和 MA 的名称

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 2
[SwitchA-vlan2] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] vlan 2
[SwitchB-vlan2] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 SwitchC。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchC
[SwitchC] vlan 2
[SwitchC-vlan2] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchC] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchC-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

配置 SwitchD。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchD
[SwitchD] vlan 2
[SwitchD-vlan2] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchD-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchD] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 2
[SwitchD-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 2 配置以太网 CFM 的基本功能

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] cfm enable
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] map vlan 2
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm enable
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] map vlan 2
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

步骤 3 配置 OUTWARD 类型的 MEP

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 1 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 2
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send mep-id 1 enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep mep-id 2 interface gigabitethernet 1/0/0 outward
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] remote-mep mep-id 1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] mep ccm-send mep-id 2 enable
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

步骤 4 配置双向时延告警门限值为 1000

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] delay-measure two-way threshold 1000
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] delay-measure two-way threshold 1000
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

步骤 5 配置 VLAN 的双向时延统计功能

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] cfm md md1
[SwitchA-md-md1] ma ma1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] delay-measure two-way receive mep 1
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] delay-measure two-way send mep 1 remote-mep 2 interval 10000 count 10
[SwitchA-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchA-md-md1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] cfm md md1
[SwitchB-md-md1] ma ma1
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] delay-measure two-way receive mep 2
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] delay-measure two-way send mep 2 remote-mep 1 interval 10000 count 10
[SwitchB-md-md1-ma-ma1] quit
[SwitchB-md-md1] quit
```

步骤 6 检查配置结果

#配置完成后，在 SwitchA 上执行 **display y1731 statistics-type twoway-delay md md1 ma ma1**，可以看到双向时延的性能统计信息。

```
[Quidway] display y1731 statistic-type twoway-delay md md1 ma ma1
Latest two-way delay statistics:
--------------------------------------------------------------------------------
Index    Delay(usec)    Delay variation(usec)
--------------------------------------------------------------------------------
    1              0                        -
    2              0                        0
    3              0                        0
    4              0                        0
    5              0                        0
    6              0                        0
    7              0                        0
    8              0                        0
    9              0                        0
   10              0                        0
--------------------------------------------------------------------------------
Average delay(usec) :          0    Average delay variation(usec) :          0
Maximum delay(usec) :          0    Maximum delay variation(usec) :          0
Minimum delay(usec) :          0    Minimum delay variation(usec) :
0
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
vlan batch 2
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 1 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 1 enable
   remote-mep mep-id 2
   remote-mep ccm-receive mep-id 2 enable
   delay-measure two-way threshold 1000
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
   delay-measure two-way receive mep 1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
vlan batch 2
#
 cfm enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0 outward
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
 cfm md md1
  ma ma1
   map vlan 2
   mep mep-id 2 interface GigabitEthernet1/0/0 outward
   mep ccm-send mep-id 2 enable
   remote-mep mep-id 1
   remote-mep ccm-receive mep-id 1 enable
   delay-measure two-way threshold 1000
   delay-measure two-way receive mep 2
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
vlan batch 2
#
interface GigabitEthernet1/0/0 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface GigabitEthernet2/0/0 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
return
```

- SwitchD 的配置文件

```
#
 sysname SwitchD
#
vlan batch 2
#
interface GigabitEthernet1/0/0 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
interface GigabitEthernet2/0/0 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
return
```

6.7 QoS 配置

本文档从功能简介、配置方法、维护和配置举例方面介绍了 S9700 的 QoS 特性，包括基于类的 QoS、流量监管、流量整形、拥塞避免和拥塞管理等功能点。阅读本文档能帮助读者掌握 QoS 的配置方法、应用场景和典型配置案例。

版权所有 © 华为技术有限公司

6.7.1 基于类的 QoS 配置

基于类的 QoS 配置介绍了流分类、流行为、流策略、Diff-Serv 域、优先级映射等基本概念，并介绍基于复杂流分类的流策略、基于简单流分类的优先级映射等的配置方法和配置示例。

配置基于简单流分类的优先级映射示例

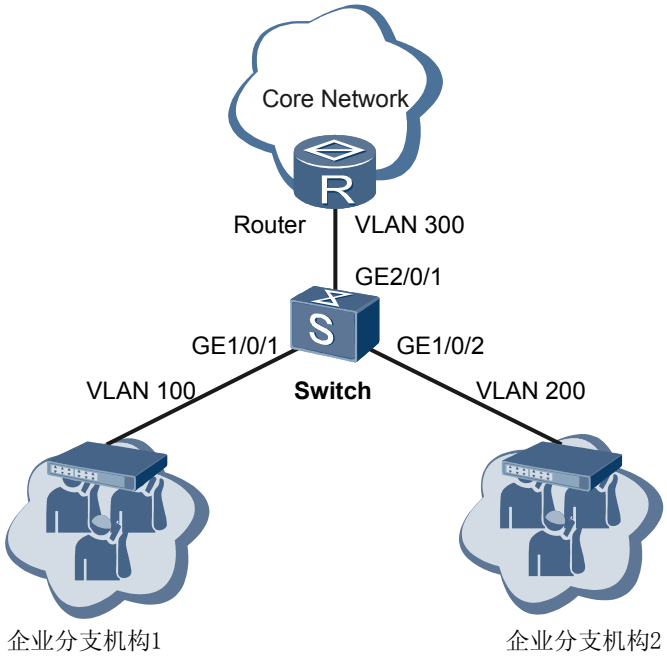
通过配置基于简单流分类的优先级映射，S9700 将来自不同用户的报文中的 802.1p 优先级映射成不同的服务等级，从而提供差异化的服务。

组网需求

如图 6-250 所示，Switch 通过接口 GE2/0/1 与路由器互连，企业分支机构 1 和企业分支机构 2 可经由 Switch 和路由器访问网络。企业分支机构 1 和企业分支机构 2 的 VLAN ID 分别为 100、200。

企业分支机构 1 需要得到更好的 QoS 保证，因此将来自企业用户的数据报文优先级映射为 4，将来自企业分支机构 2 的数据报文优先级映射为 2，以提供差分服务。

图 6-250 基于简单流分类的优先级映射配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于简单流分类的优先级映射：

1. 创建 VLAN，并配置各接口，企业分支机构 1 和企业分支机构 2 都能够通过 Switch 访问网络。
2. 创建 DiffServ 域，将 802.1p 优先级映射为 PHB 行为和颜色。

版权所有 © 华为技术有限公司

3. 在 Switch 入接口 GE1/0/1 和 GE1/0/2 上绑定 DiffServ 域。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- DiffServ 域的名称。
- 企业分支机构 1 和企业分支机构 2 的报文的 802.1p 优先级。
- 企业分支机构 1 和企业分支机构 2 的服务等级。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN 并配置各接口

创建 VLAN 100、200、300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 100 200 300
```

将接口 GE1/0/1、GE1/0/2、GE2/0/1 的接入类型分别配置为 trunk，并分别将接口 GE1/0/1、GE1/0/2 加入 VLAN 100、VLAN 200；接口 GE2/0/1 加入 VLAN 100、VLAN 200 和 VLAN 300。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 200
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 200 300
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

创建 VLANIF300，并配置接口 IP 地址 192.168.1.1/24。

```
[Switch] interface vlanif 300
[Switch-Vlanif300] ip address 192.168.1.1 24
```

说明

请在 Router 上的与 Switch 对接的接口上配置 IP 地址 192.168.1.2/24。

步骤 2 创建并配置 DiffServ 域

在 Switch 上创建 DiffServ 域 ds1、ds2，并配置将企业分支机构 1 和企业分支机构 2 的 802.1p 优先级映射到服务等级。

```
[Switch] diffserv domain ds1
[Switch-dsdomain-ds1] 8021p-inbound 0 phb af4 green
[Switch-dsdomain-ds1] quit
[Switch] diffserv domain ds2
[Switch-dsdomain-ds2] 8021p-inbound 0 phb af2 green
[Switch-dsdomain-ds2] quit
```

步骤 3 将 DiffServ 域绑定到接口

将 DiffServ 域 ds1 和 ds2 分别绑定到接口 GE1/0/1、GE1/0/2。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] trust upstream ds1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] trust upstream ds2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
vlan batch 100 200 300
#
diffserv domain ds1
  8021p-inbound 0 phb af4 green
#
diffserv domain ds2
  8021p-inbound 0 phb af2 green
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
 trust upstream ds1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 200
 trust upstream ds2
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100 200 300
#
return
```

配置基于复杂流分类的优先级重标记示例

通过配置基于复杂流分类的优先级重标记，S9700 对具有不同 VLAN ID 的报文添加相同的外层 VLAN ID，以便统一标识为业务数据；同时，对具有不同 VLAN ID 的报文重标记不同的 802.1p 优先级，以提供差分服务。

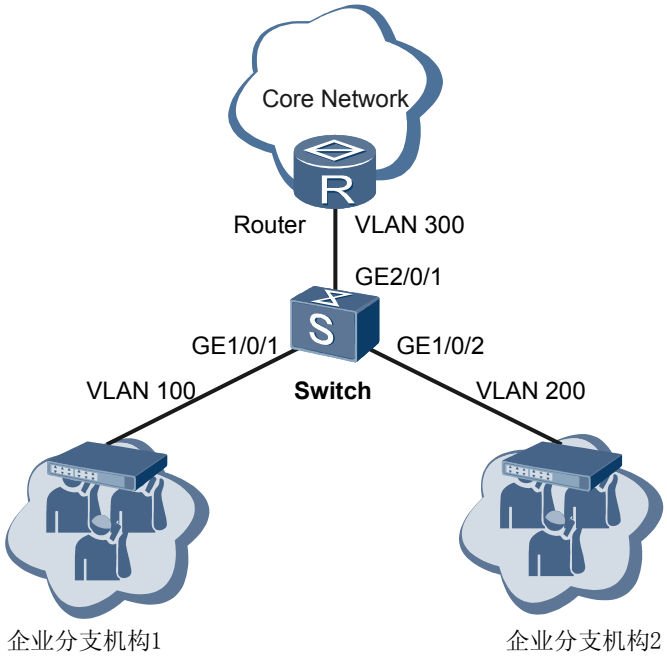
组网需求

Switch 通过接口 GE2/0/1 与路由器互连，企业分支机构 1 和企业分支机构 2 可经由 Switch 和路由器访问网络，如**图 6-251** 所示。

企业分支机构 1 和企业分支机构 2 的数据业务对应的 VLAN ID 分别为 100、200。当这两个用户的数据业务报文经过 Switch 时，需添加 VLAN ID 为 300 的外层 VLAN TAG，以便在网络侧统一将其标识为数据业务。此外，由于企业分支机构 1 需要得到更好的 QoS 保证，因此将发往分支机构 1 的数据报文优先级重标记为 4，将发往分支机构 2 用户的数据报文优先级重标记为 2，提供差分服务。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-251 基于复杂流分类的优先级重标记组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于复杂流分类的优先级重标记：

1. 创建 VLAN，并配置各接口，使企业用户和住宅用户能通过 Switch 访问网络。
2. 在 Switch 上配置基于内层 VLAN ID 进行流分类的匹配规则。
3. 在 Switch 上配置流行为，重标记报文的 802.1p 优先级。
4. 在 Switch 上配置流策略，绑定已经配置好的流行为和流分类，并应用到报文的接口入方向上。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 对不同内层 VLAN ID 的报文进行重标记后的优先级值。
- 需要应用流策略的接口类型、方向和编号。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN 并配置各接口

在 Switch 上创建 VLAN 100、200、300，并配置接口，使从接口 GE1/0/1、GE1/0/2 转发出去的报文封装上外层 VLAN 300，并使接口 GE2/0/1 能转发 VLAN 300 的报文。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 100 200 300
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 100
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 100 300
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port vlan-stacking vlan 100 stack-vlan 300
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 200
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 200 300
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port vlan-stacking vlan 200 stack-vlan 300
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 300
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

创建 VLANIF 300，并为该 VLANIF 接口配置 IP 地址 192.168.1.1/24。

```
[Switch] interface vlanif 300
[Switch-Vlanif300] ip address 192.168.1.1 24
[Switch-Vlanif300] quit
```

步骤 2 配置流分类

在 Switch 上创建并配置流分类 c1、c2，对来自用户的报文按照其内层 VLAN ID 进行分类。

```
[Switch] traffic classifier c1 operator and
[Switch-classifier-c1] if-match cvlan-id 100
[Switch-classifier-c1] quit
[Switch] traffic classifier c2 operator and
[Switch-classifier-c2] if-match cvlan-id 200
[Switch-classifier-c2] quit
```

步骤 3 配置流行为

在 Switch 上创建并配置流行为 b1、b2，重标记用户报文的优先级。

```
[Switch] traffic behavior b1
[Switch-behavior-b1] remark 8021p 4
[Switch-behavior-b1] quit
[Switch] traffic behavior b2
[Switch-behavior-b2] remark 8021p 2
[Switch-behavior-b2] quit
```

步骤 4 配置流策略并应用到接口上

在 Switch 上创建流策略 p1，将流分类和对应的流行为进行绑定并将流策略应用到 GE1/0/1 和 GE1/0/2 接口的入方向上，对来网络侧的报文进行重标记。

```
[Switch] traffic policy p1
[Switch-trafficpolicy-p1] classifier c1 behavior b1
[Switch-trafficpolicy-p1] classifier c2 behavior b2
[Switch-trafficpolicy-p1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy p1 inbound
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] traffic-policy p1 inbound
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看流分类的配置信息。

```
<Switch> display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
  Classifier: c2
  Precedence: 10
   Operator: AND
   Rule(s) : if-match cvlan-id 200

  Classifier: c1
  Precedence: 5
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    Operator: AND
    Rule(s) : if-match cvlan-id 100

Total classifier number is 2
```

查看流策略的配置信息。

```
<Switch> display traffic policy user-defined p1
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: p1
   Classifier: c1
    Operator: AND
     Behavior: b1
      Remark:
        Remark 8021p 4
   Classifier: c2
    Operator: AND
     Behavior: b2
      Remark:
        Remark 8021p 2
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 100 200 300
#
traffic classifier c1 operator and precedence 5
 if-match cvlan-id 100
traffic classifier c2 operator and precedence 10
 if-match cvlan-id 200
#
traffic behavior b1
 remark 8021p 4
traffic behavior b2
 remark 8021p 2
#
traffic policy p1
 classifier c1 behavior b1
 classifier c2 behavior b2
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100 300
 port vlan-stacking vlan 100 stack-vlan 300
 traffic-policy p1 inbound
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 200
 port hybrid untagged vlan 200 300
 port vlan-stacking vlan 200 stack-vlan 300
 traffic-policy p1 inbound
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 300
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

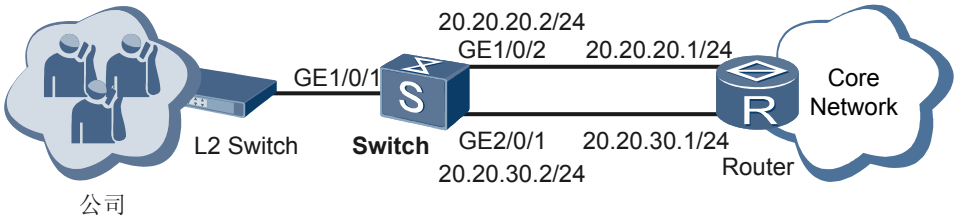
配置策略路由示例

通过配置基于复杂流分类的报文重定向，S9700 将具有不同 IP 优先级的报文重定向到不同的接口，以提供不同的带宽服务。

组网需求

公司交换机通过 Switch 连接到服务提供商设备，一条是 1G 链路，网关为 20.20.20.1/24；另外一条是 10G 链路，网关为 20.20.30.1/24。公司要求 10G 链路只传送 IP 优先级为 4、5、6、7 的高优先级报文，而其它低优先级报文则使用 1G 链路连接到服务提供商。如图 6-252 所示。

图 6-252 策略路由配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于复杂流分类的报文重定向：

1. 创建 VLAN 并配置各接口，使 Switch 能 Ping 通服务提供商。
2. 配置 ACL 规则，分别匹配 IP 优先级 4、5、6、7，以及 IP 优先级 0、1、2、3。
3. 配置流分类，匹配规则为上述 ACL 规则。
4. 配置流行为，使满足不同规则的报文分别被重定向到 20.20.20.1/24 和 20.20.30.1/24。
5. 配置流策略，绑定上述流分类和流行为，并应用到相应的接口。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- VLAN 编号为 20、30，GE1/0/1、GE1/0/2 和 GE2/0/1 同时加入 VLAN20 和 VLAN30。
- ACL 规则编号为 3001、3002。
- 流分类的名称为 c1、c2。
- 流行为的名称为 b1、b2。
- 流策略的名称为 p1。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN 并配置各接口

创建 VLAN20、VLAN30。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 20 30
```

#配置接口 GE1/0/1、GE1/0/2 和 GE2/0/1 为 trunk 类型端口，并将接口 GE1/0/1、GE1/0/2 和 GE2/0/1 都加入 VLAN20 和 VLAN30。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 20 30
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 20 30
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 20 30
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

创建 VLANIF20、VLANIF30，并配置各虚拟接口 IP 地址。

```
[Switch] interface vlanif 20
[Switch-Vlanif20] ip address 20.20.20.2 24
[Switch-Vlanif20] quit
[Switch] interface vlanif 30
[Switch-Vlanif30] ip address 20.20.30.2 24
[Switch-Vlanif30] quit
```

说明

请在 Router 与 Switch 对接的接口上分别配置网段地址 20.20.20.1/24 和 20.20.30.1/24，本文不再描述。

步骤 2 配置 ACL 规则

在 Switch 上创建编码为 3001、3002 的高级 ACL，规则分别为允许 IP 优先级 4、5、6、7 和允许 IP 优先级 0、1、2、3 的报文通过。

```
[Switch] acl 3001
[Switch-acl-adv-3001] rule permit ip precedence 0
[Switch-acl-adv-3001] rule permit ip precedence 1
[Switch-acl-adv-3001] rule permit ip precedence 2
[Switch-acl-adv-3001] rule permit ip precedence 3
[Switch-acl-adv-3001] quit
[Switch] acl 3002
[Switch-acl-adv-3002] rule permit ip precedence 4
[Switch-acl-adv-3002] rule permit ip precedence 5
[Switch-acl-adv-3002] rule permit ip precedence 6
[Switch-acl-adv-3002] rule permit ip precedence 7
[Switch-acl-adv-3002] quit
```

步骤 3 配置流分类

在 Switch 上创建流分类 c1、c2，匹配规则分别为 ACL 3001 和 ACL 3002。

```
[Switch] traffic classifier c1
[Switch-classifier-c1] if-match acl 3001
[Switch-classifier-c1] quit
[Switch] traffic classifier c2
[Switch-classifier-c2] if-match acl 3002
[Switch-classifier-c2] quit
```

步骤 4 配置流行为

在 Switch 上创建流行为 b1、b2，并分别指定重定向到网段 20.20.20.1/24 和 20.20.30.1/24 的动作。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch] traffic behavior b1
[Switch-behavior-b1] redirect ip-nexthop 20.20.20.1
[Switch-behavior-b1] quit
[Switch] traffic behavior b2
[Switch-behavior-b2] redirect ip-nexthop 20.20.30.1
[Switch-behavior-b2] quit
```

步骤 5 配置流策略并应用到接口上

在 Switch 上创建流策略 p1，将流分类和对应的流行为进行绑定。

```
[Switch] traffic policy p1
[Switch-trafficpolicy-p1] classifier c1 behavior b1
[Switch-trafficpolicy-p1] classifier c2 behavior b2
[Switch-trafficpolicy-p1] quit
```

将流策略 p1 应用到接口 1/0/1。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy p1 inbound
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 6 验证配置结果

查看 ACL 规则的配置信息。

```
[Switch] display acl 3001
Advanced ACL 3001, 4 rules
Acl's step is 5
 rule 5 permit ip precedence routine
 rule 10 permit ip precedence priority
 rule 15 permit ip precedence immediate
 rule 20 permit ip precedence flash
[Switch] display acl 3002
Advanced ACL 3002, 4 rules
Acl's step is 5
 rule 5 permit ip precedence flash-override
 rule 10 permit ip precedence critical
 rule 15 permit ip precedence internet
 rule 20 permit ip precedence network
```

查看流分类的配置信息。

```
[Switch] display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
   Classifier: c2
   Precedence: 10
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match  acl 3002

   Classifier: c1
   Precedence: 5
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match acl 3001

Total classifier number is 2
```

查看流策略的配置信息。

```
[Switch] display traffic policy user-defined p1
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: p1
   Classifier: c1
    Operator: OR
     Behavior: b1
      Redirect: no forced
        Redirect ip-nexthop
        20.20.20.1
   Classifier: c2
    Operator: OR
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Behavior: b2
 Redirect: no forced
   Redirect ip-nexthop
   20.20.30.1
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 20 30
#
acl number 3001
 rule 5 permit ip precedence routine
 rule 10 permit ip precedence priority
 rule 15 permit ip precedence immediate
 rule 20 permit ip precedence flash
#
acl number 3002
 rule 5 permit ip precedence flash-override
 rule 10 permit ip precedence critical
 rule 15 permit ip precedence internet
 rule 20 permit ip precedence network
#
traffic classifier c1 operator or precedence 5
 if-match acl 3001
traffic classifier c2 operator or precedence 10
 if-match acl 3002
#
traffic behavior b1
 redirect ip-nexthop 20.20.20.1
traffic behavior b2
 redirect ip-nexthop 20.20.30.1
#
traffic policy p1
 classifier c1 behavior b1
 classifier c2 behavior b2
#
interface Vlanif20
 ip address 20.20.20.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 20.20.30.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 30
 traffic-policy p1 inbound
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 30
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20 30
#
return
```

配置基于复杂流分类的流量统计示例

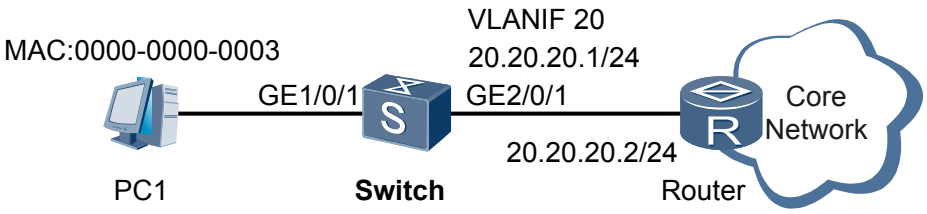
通过配置基于复杂流分类的流量统计，S9700 对具有特定源 MAC 地址的报文进行流量统计。

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

PC1 的 MAC 地址为 0000-0000-0003，它连接在 Switch 的 GE1/0/1 端口上，实现与其他设备的互连。现要求 Switch 对源 MAC 为 0000-0000-0003 的报文进行流量统计。如图 6-253 所示。

图 6-253 基于复杂流分类的流量统计组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于复杂流分类的流量统计：

1. 配置各接口，实现 Switch 与 PC1、Router 互联。
2. 配置 ACL 规则，匹配源 MAC 为 0000-0000-0003 的报文。
3. 配置流分类，匹配规则为上述 ACL 规则。
4. 配置流行为，对满足规则的报文进行流量统计。
5. 配置流策略，绑定上述流分类和流行为，并应用到 GE 1/0/1 接口入方向。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- VLAN 编号为 20。
- ACL 规则编号为 4000。
- 流分类的名称为 c1。
- 流行为的名称为 b1。
- 流策略的名称为 p1。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN 并配置各接口

创建 VLAN20。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan 20
[Switch-vlan20] quit
```

配置接口 GE1/0/1 为 Access 类型端口、GigabitEthernet2/0/1 为 trunk 类型端口，并将 GE 1/0/1、GigabitEthernet2/0/1 加入 VLAN20。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 20
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

创建 VLANIF20，并配置接口 IP 地址为 20.20.20.1/24。

```
[Switch] interface vlanif 20
[Switch-Vlanif20] ip address 20.20.20.1 24
[Switch-Vlanif20] quit
```

说明

请在 Router 与 Switch 对接的接口上配置网段地址 20.20.20.2/24，本文不再描述。

步骤 2 配置 ACL 规则

在 Switch 上创建编码为 4000 的二层 ACL，匹配源 MAC 为 0000-0000-0003 的报文。

```
[Switch] acl 4000
[Switch-acl-L2-4000] rule permit source-mac 0000-0000-0003 ffff-ffff-ffff
[Switch-acl-L2-4000] quit
```

步骤 3 配置流分类

在 Switch 上创建流分类 c1，匹配规则为 ACL 4000。

```
[Switch] traffic classifier c1
[Switch-classifier-c1] if-match acl 4000
[Switch-classifier-c1] quit
```

步骤 4 配置流行为

在 Switch 上创建流行为 b1，并配置流量统计动作。

```
[Switch] traffic behavior b1
[Switch-behavior-b1] statistic enable
[Switch-behavior-b1] quit
```

步骤 5 配置流策略并应用到接口上

在 Switch 上创建流策略 p1，将流分类和对应的流行为进行绑定。

```
[Switch] traffic policy p1
[Switch-trafficpolicy-p1] classifier c1 behavior b1
[Switch-trafficpolicy-p1] quit
```

将流策略 p1 应用到接口 GE1/0/1。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy p1 inbound
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] quit
```

步骤 6 验证配置结果

查看 ACL 规则的配置信息。

```
<Switch> display acl 4000
L2 ACL 4000, 1 rule
Acl's step is 5
 rule 5 permit source-mac 0000-0000-0003
```

查看流分类的配置信息。

```
<Switch> display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
   Classifier: c1
   Precedence: 5
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match 5 acl 4000
Total classifier number is 1
```

查看流策略的配置信息。

```
<Switch> display traffic policy user-defined p1
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: p1
   Classifier: c1
    Operator: OR
     Behavior: b1
      Statistic: enable
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 20
#
acl number 4000
 rule 5 permit source-mac 0000-0000-0003
#
traffic classifier c1 operator or precedence 5
 if-match acl 4000
#
traffic behavior b1
 statistic enable
#
traffic policy p1
 classifier c1 behavior b1
#
interface Vlanif20
 ip address 20.20.20.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 20
 traffic-policy p1 inbound
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

配置基于复杂流分类的报文过滤示例

通过配置基于复杂流分类的报文过滤，S9700 只允许源 MAC 地址为指定 MAC 地址的报文通过。

组网需求

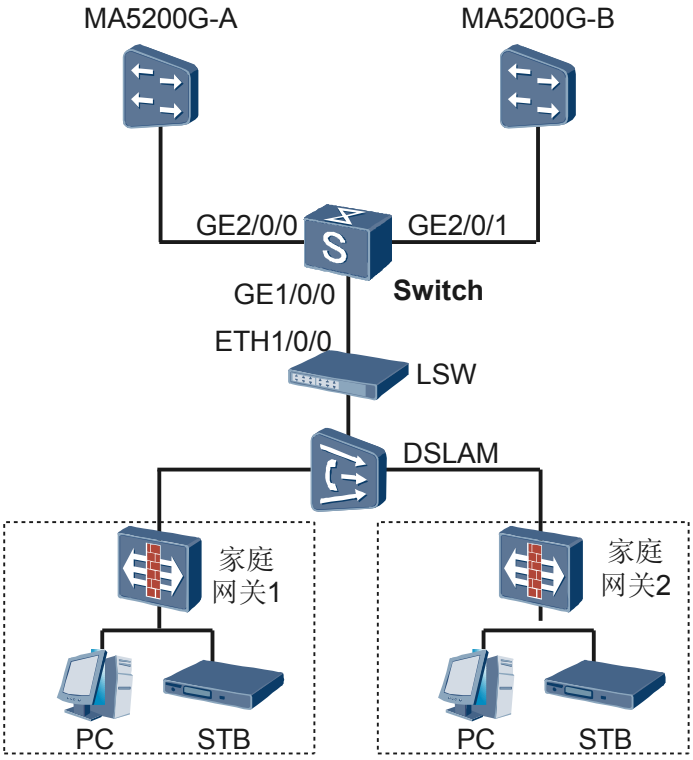
如图 6-254 所示，PC 和 STB 通过家庭网关并经 DSLAM、低端交换机 LSW 和 Switch 等设备上行到 BRAS 设备（图中对应 MA5200G-A 和 MA5200G-B），然后通过 BRAS 设备获取 IP 地址上网。为方便控制，要求 PC 的 IP 地址在 MA5200G-A 上获取，STB 的 IP 地址在 MA5200G-B 上获取。

组网中：

版权所有 © 华为技术有限公司

- PC 通过 PPPoE 拨号接入，STB 通过 DHCP 报文触发接入，PC 开机时会发送 DHCP 报文。
- PC 的 MAC 地址不可控，STB 的 MAC 地址可控（分别为 00e0-8e00-0000/ffff-ff00-0000、00c0-8c00-0000/ffff-ff00-0000）。
- 家庭网关 1、家庭网关 2 的 MAC 地址分别 00d0-f800-0000/ffff-ff00-0000、00d0-d000-0000/ffff-ff00-0000。
- DSLAM 将 PPPoE 报文打上 VLAN 100 标记，将 DHCP 报文打上 VLAN 200 标记。

图 6-254 基于复杂流分类的报文过滤组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于复杂流分类的报文过滤：

1. 配置各接口，实现 Switch 与各设备互联。
2. 配置 ACL 规则，匹配 STB 的 MAC 地址。
3. 配置流分类，匹配规则为同时匹配 ACL 规则和 VLAN。
4. 配置流行为，对满足规则的报文 permit。
5. 配置流策略，绑定上述流分类和流行为，并应用到 GE1/0/0 接口的入方向。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- VLAN 编号为 100、200。

版权所有 © 华为技术有限公司

- ACL 规则编号为 4000、4001。
- 流分类的名称为 tc1 和 tc2
- 流行为的名称为 tb。
- 流策略的名称为 tp。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN 并配置各接口

创建 VLAN100 和 VLAN200。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 100 200
```

配置接口 GE1/0/0、GE2/0/0、GE2/0/1 为 trunk 类型端口，并分别加入 VLAN100 和 VLAN200。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 100 200
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Switch] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 100
[Switch-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch] interface gigabitethernet 2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 200
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 2 配置 ACL 规则

在 Switch 上创建编码为 4000 的二层 ACL，只允许源 MAC 地址为 STB 的 MAC 地址的报文通过。

```
[Switch] acl 4000
[Switch-acl-L2-4000] rule permit source-mac 00e0-8e00-0000 ffff-ff00-0000
[Switch-acl-L2-4000] rule permit source-mac 00c0-8c00-0000 ffff-ff00-0000
[Switch-acl-L2-4000] rule deny
[Switch-acl-L2-4000] quit
```

在 Switch 上创建编码为 4001 的二层 ACL，只允许源 MAC 地址为家庭网关的 MAC 地址的报文通过。

```
[Switch] acl 4001
[Switch-acl-L2-4001] rule permit source-mac 00d0-f800-0000 ffff-ff00-0000
[Switch-acl-L2-4001] rule permit source-mac 00d0-d000-0000 ffff-ff00-0000
[Switch-acl-L2-4001] rule deny
[Switch-acl-L2-4001] quit
```

步骤 3 配置流分类

在 Switch 上创建流分类 tc1，同时匹配 ACL 4000 和 VLAN 200。

```
[Switch] traffic classifier tc1 operator and
[Switch-classifier-tc1] if-match acl 4000
[Switch-classifier-tc1] if-match vlan-id 200
[Switch-classifier-tc1] quit
```

在 Switch 上创建流分类 tc2，同时匹配 ACL 4001 和 VLAN 200。

```
[Switch] traffic classifier tc2 operator and
[Switch-classifier-tc2] if-match acl 4001
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch-classifier-tc2] if-match vlan-id 200
[Switch-classifier-tc2] quit
```

步骤 4 配置流行为

在 Switch 上创建流行为 tb，并配置 permit 动作。

```
[Switch] traffic behavior tb
[Switch-behavior-tb] permit
[Switch-behavior-tb] quit
```

步骤 5 配置流策略并应用到接口上

在 Switch 上创建流策略 tp，将流分类和对应的流行为进行绑定。

```
[Switch] traffic policy tp
[Switch-trafficpolicy-tp] classifier tc1 behavior tb
[Switch-trafficpolicy-tp] classifier tc2 behavior tb
[Switch-trafficpolicy-tp] quit
```

将流策略 tp 应用到接口 GE1/0/0。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] traffic-policy tp inbound
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Switch] quit
```

步骤 6 验证配置结果

查看 ACL 规则的配置信息。

```
<Switch> display acl 4000
L2 ACL 4000, 3 rules
Acl's step is 5
 rule 5 permit source-mac 00e0-8e00-0000 ffff-ff00-0000
 rule 10 permit source-mac 00c0-8c00-0000 ffff-ff00-0000
 rule 15 deny
```

查看流分类的配置信息。

```
<Switch> display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
   Classifier: tc2
    Precedence: 10
    Operator: AND
    Rule(s) : if-match acl 4001
              if-match vlan-id 200

   Classifier: tc1
    Precedence: 5
    Operator: AND
    Rule(s) : if-match acl 4000
              if-match vlan-id 200

Total classifier number is 2
```

查看流策略的配置信息。

```
<Switch> display traffic policy user-defined tp
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: tp
   Classifier: tc1
    Operator: AND
     Behavior: tb
       Permit
   Classifier: tc2
    Operator: AND
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Behavior: tb
 Permit
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 100 200
#
acl number 4000
 rule 5 permit source-mac 00e0-8e00-0000 ffff-ff00-0000
 rule 10 permit source-mac 00c0-8c00-0000 ffff-ff00-0000
 rule 15 deny
#
acl number 4001
 rule 5 permit source-mac 00d0-f800-0000 ffff-ff00-0000
 rule 10 permit source-mac 00d0-d000-0000 ffff-ff00-0000
 rule 15 deny
#
traffic classifier tc1 operator and precedence 5
 if-match acl 4000
 if-match vlan-id 200
traffic classifier tc2 operator and precedence 10
 if-match acl 4001
 if-match vlan-id 200
#
traffic behavior tb
 permit
#
traffic policy tp
 classifier tc1 behavior tb
 classifier tc2 behavior tb
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100 200
 traffic-policy tp inbound
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 200
#
return
```

6.7.2 流量监管和流量整形配置

流量监管和流量整形配置介绍了流量监管和流量整形基本概念，并介绍了基于接口的流量监管、基于类的流量监管、配置流量整形的配置方法和配置示例。

配置基于接口的流量监管示例

通过配置基于接口的流量监管，对不同接口下的用户提供不同的带宽服务。

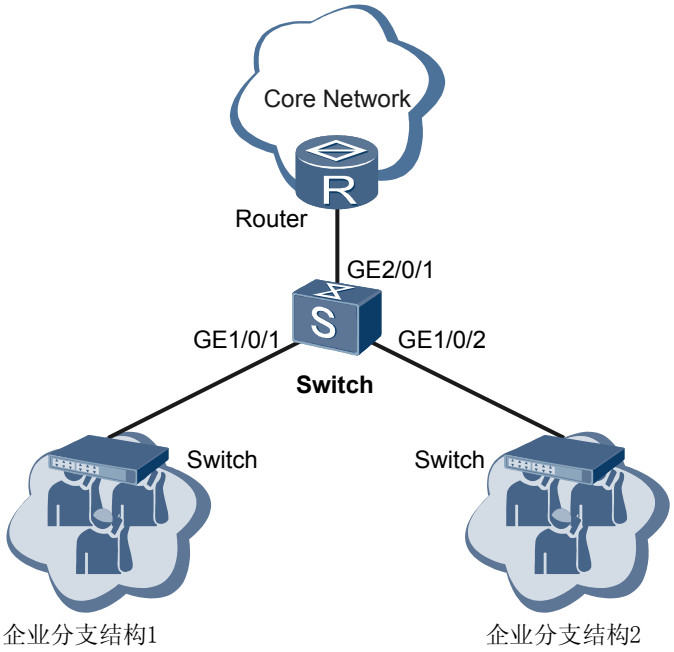
组网需求

如图 6-255 所示，Switch 通过接口 GE2/0/1 与路由器互连，企业分支结构 1 和企业分支结构 2 通过接口 GE1/0/1 和 GE1/0/2 接入 Switch，经由 Switch 和路由器访问网络。现企

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

业分支结构 1 要求固定带宽为 8M，最高不超过 10M；企业分支结构 2 要求固定带宽为 5M，最高不超过 8M。

图 6-255 基于接口的流量监管配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于接口的流量监管：

1. 配置 Switch 的各接口，使用户能够访问网络。
2. 创建 CAR 模板，并配置其中的 CIR、PIR。
3. 在 Switch 接口 GE1/0/1 和 GE1/0/2 的上行方向上应用 CAR 模板。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- Switch 上行接口地址为 192.168.1.1/24。
- 企业分支结构 1 和企业分支结构 2 所属 VLAN 分别为 VLAN100、VLAN 200。
- 企业分支结构 1 的带宽参数 CIR 为 8000kbit/s、PIR 为 10000kbit/s；企业分支结构 2 的带宽参数 CIR 为 5000kbit/s、PIR 为 8000kbit/s。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN 并配置 Switch 各接口

创建 VLAN 100、200、300，并将接口 GE1/0/1、GE1/0/2、GE2/0/1 分别加入 VLAN 100、200、300。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 100 200 300
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

将接口 GE1/0/1、GE1/0/2、GE2/0/1 的接入类型分别配置为 trunk，并分别允许 VLAN 100、200、300 通过。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 200
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 200 300
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

创建 VLANIF300，并配置网段地址 192.168.1.1/24。

```
[Switch] interface vlanif 300
[Switch-Vlanif300] ip address 192.168.1.1 24
```

说明

请在 Router 上的与 Switch 对接的接口上配置 IP 地址 192.168.1.2/24。

步骤 2 配置 CAR 模板

在 Switch 上创建 CAR 模板 qoscar1、qoscar2，分别对企业分支结构 1 和企业分支结构 2 的流量进行监管。

```
[Switch] qos car qoscar1 cir 8000 pir 10000
[Switch] qos car qoscar2 cir 5000 pir 8000
```

步骤 3 应用 CAR 模板

在 Switch 的接口 GE1/0/1、GE1/0/2 上的上行方向分别应用 qoscar1、qoscar2，对来自和发往企业分支结构 1 和企业分支结构 2 的流量进行监管。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos car inbound qoscar1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] qos car inbound qoscar2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Switch] quit
```

步骤 4 验证配置结果

查看 CAR 模板的配置信息。

```
<Switch> display qos car all
  ------------------------------------------------------------------
  CAR Name     : qoscar1
  CAR Index    : 0
   car cir 8000 (Kbps) pir 10000 (Kbps) cbs 1000000 (byte) pbs 1250000 (byte)
  ------------------------------------------------------------------
  CAR Name     : qoscar2
  CAR Index    : 1
   car cir 5000 (Kbps) pir 8000 (Kbps) cbs 625000 (byte) pbs 1000000 (byte)
```

分别使用 6000kbps、9000kbps 和 11000kbps 的速率向接口 GE1/0/1 和 GE1/0/2 输入报文流，然后使用命令 **display qos car statistics** 查看流量统计信息。如果配置成功：使用 6000kbps 向接口 GE1/0/1 和 GE1/0/2 输入报文流时，报文全部转发，无丢弃报文；使用 9000kbps 向接口 GE1/0/1 和 GE1/0/2 输入报文流时，接口 GE1/0/1 上的报文全部转发，接口 GE1/0/2 上的报文有部分丢弃；使用 11000kbps 向接口 GE1/0/1 和 GE1/0/2 输入报文流时，接口 GE1/0/1 上和 GE1/0/2 上的报文均有部分丢弃。

版权所有 © 华为技术有限公司

以接口 GE1/0/1 上行方向为例，命令 **display qos car statistics** 的显示信息如下：

```
<Switch> display qos car statistics interface gigabitethernet 1/0/1 inbound
 Board : 1
 Passed packets:                          0
 Passed bytes:                            -
 Discard packets:                         0
 Discard bytes:                           -
 Board : 10
 Passed packets:                          0
 Passed bytes:                            0
 Discard packets:                         0
 Discard bytes:                           0
 Board : 11
 Passed packets:                          0
 Passed bytes:                            -
 Discard packets:                         0
 Discard bytes:                           -
 Discard bytes:                           1048
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 100 200 300
#
 qos car qoscar1 cir 8000 pir 10000 cbs 1000000 pbs 1250000
 qos car qoscar2 cir 5000 pir 8000 cbs 625000 pbs 1000000
#
interface Vlanif300
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100
 qos car inbound qoscar1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 200
 qos car inbound qoscar2
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100 200 300
#
return
```

配置基于类的流量监管示例

通过配置基于类的流量监管，对不同的业务设置不同的 CAR 参数，提供不同的带宽服务。

组网需求

Switch 通过接口 GE2/0/1 与路由器互连，企业可经由 Switch 和路由器访问网络，如表 6-23 所示。

企业的语音业务对应的 VLAN ID 为 120，视频业务对应的 VLAN ID 分别为 110，数据业务对应的 VLAN ID 为 100。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

在 Switch 上需要对不同业务的报文分别进行流量监管，以将流量限制在一个合理的范围之内，并保证各业务的带宽需求。

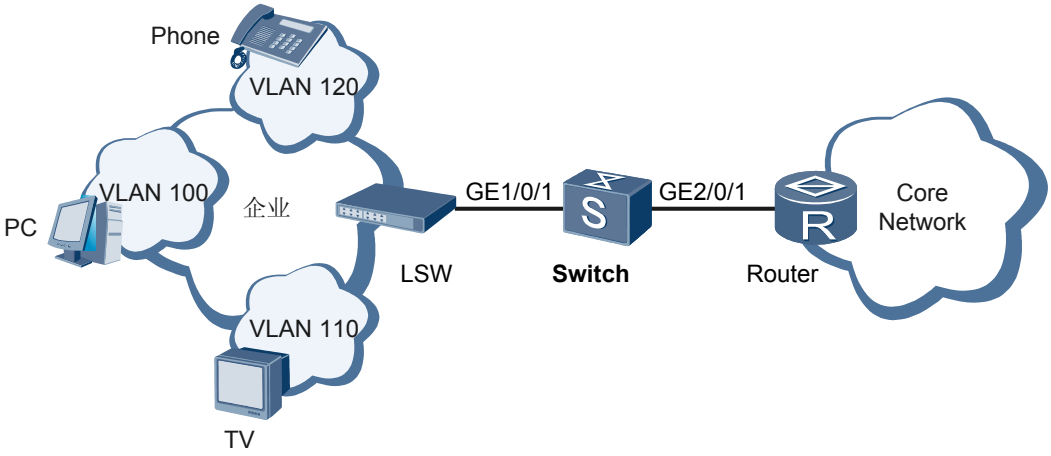
此外，由于来自用户侧的业务报文携带的 DSCP 优先级并不可靠，在实际应用中，不同业务对于服务质量的需求是不同的，所以在 Switch 中还需要重标记不同业务报文的 DSCP 优先级，以利于下游路由器按照报文的不同优先级分别进行处理。

具体配置需求如下：

表 6-23 Switch 为上行流量提供的 QoS 保障

流量类型	CIR(Mbit/s)	PIR(Mbit/s)	DSCP 优先级
语音	2	10	46
视频	4	10	30
数据	4	10	14

图 6-256 基于复杂流分类的流量监管配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置基于复杂流分类的流量监管：

1. 创建 VLAN，并配置各接口，使企业能够通过 Switch 访问网络。
2. 在 Switch 上配置基于 VLAN ID 进行流分类的匹配规则。
3. 在 Switch 上配置流行为，对来自企业的报文进行流量监管并且重标记报文的 DSCP 优先级。
4. 在 Switch 上配置流量监管策略，绑定已配置的流行为和流分类，并应用到企业与 Switch 连接的接口上。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 匹配不同业务流的流分类名称。
- 对不同 VLAN ID 的报文进行重标记后的优先级值。
- 对不同 VLAN ID 的报文进行流量监管的参数：承诺信息速率、峰值信息速率。
- 需要应用流量监管策略的接口类型和编号。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN 并配置各接口

在 Switch 上创建 VLAN 100、110、120。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 100 110 120
```

将接口 GE1/0/1、GE2/0/1 的接入类型分别配置为 trunk，并分别将接口 GE1/0/1 和 GE2/0/1 加入 VLAN 100、VLAN 110、VLAN 120。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 110 120
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet 2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 100 110 120
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 2 配置流分类

在 Switch 上创建流分类 c1 ～ c3，对来自企业的不同业务流按照其 VLAN ID 进行分类。

```
[Switch] traffic classifier c1 operator and
[Switch-classifier-c1] if-match vlan-id 120
[Switch-classifier-c1] quit
[Switch] traffic classifier c2 operator and
[Switch-classifier-c2] if-match vlan-id 110
[Switch-classifier-c2] quit
[Switch] traffic classifier c3 operator and
[Switch-classifier-c3] if-match vlan-id 100
[Switch-classifier-c3] quit
```

步骤 3 配置流量监管行为

在 Switch 上创建流行为 b1 ～ b3，对不同业务流进行流量监管以及重标记优先级。

```
[Switch] traffic behavior b1
[Switch-behavior-b1] car cir 2000 pir 10000 green pass
[Switch-behavior-b1] remark dscp 46
[Switch-behavior-b1] statistic enable
[Switch-behavior-b1] quit
[Switch] traffic behavior b2
[Switch-behavior-b2] car cir 4000 pir 10000 green pass
[Switch-behavior-b2] remark dscp 30
[Switch-behavior-b2] statistic enable
[Switch-behavior-b2] quit
[Switch] traffic behavior b3
[Switch-behavior-b3] car cir 4000 pir 10000 green pass
[Switch-behavior-b3] remark dscp 14
[Switch-behavior-b3] statistic enable
[Switch-behavior-b3] quit
```

步骤 4 配置流量监管策略并应用到接口上

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

在 Switch 上创建流策略 p1，将流分类和对应的流行为进行绑定并将流策略应用到接口 GE1/0/1 入方向上，对来自企业的报文进行流量监管和重标记。

```
[Switch] traffic policy p1
[Switch-trafficpolicy-p1] classifier c1 behavior b1
[Switch-trafficpolicy-p1] classifier c2 behavior b2
[Switch-trafficpolicy-p1] classifier c3 behavior b3
[Switch-trafficpolicy-p1] quit
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy p1 inbound
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看流分类的配置信息。

```
[Switch] display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
   Classifier: c2
    Precedence: 10
    Operator: AND
    Rule(s)  : if-match vlan-id 110

   Classifier: c3
    Precedence: 15
    Operator: AND
    Rule(s)  : if-match vlan-id 100

   Classifier: c1
    Precedence: 5
    Operator: AND
    Rule(s)  : if-match vlan-id 120

Total classifier number is 3
```

查看流策略的配置信息，以流策略 p1 为例。

```
[Switch] display traffic policy user-defined p1
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: p1
   Classifier: c1
    Operator: AND
     Behavior: b1
      Committed Access Rate:
        CIR 2000 (Kbps), PIR 10000 (Kbps), CBS 250000 (byte), PBS 1250000 (byte)
        Color Mode: color Blind
        Conform Action: pass
        Yellow  Action: pass
        Exceed  Action: discard
      Marking:
        Remark DSCP ef
      Statistic: enable
   Classifier: c2
    Operator: AND
     Behavior: b2
      Marking:
        Remark DSCP af33
      Statistic: enable
      Committed Access Rate:
        CIR 4000 (Kbps), PIR 10000 (Kbps), CBS 500000 (byte), PBS 1250000 (byte)
        Color Mode: color Blind
        Conform Action: pass
        Yellow  Action: pass
        Exceed  Action: discard
       Marking:
        Remark DSCP af33
      Statistic: enable
   Classifier: c3
    Operator: AND
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Behavior: b3
   Committed Access Rate:
     CIR 4000 (Kbps), PIR 10000 (Kbps), CBS 500000 (byte), PBS 1250000 (byte)
     Color Mode: color Blind
     Conform Action: pass
     Yellow  Action: pass
     Exceed  Action: discard
   Marking:
     Remark DSCP af13
   Statistic: enable
```

查看在接口上应用的流策略信息，以接口 GE1/0/1 为例。

```
[Switch] display traffic policy statistics interface gigabitethernet 1/0/1 inbound

 Interface: GigabitEthernet1/0/1
 Traffic policy inbound: p1
 Rule number: 3
 Current status: OK!
-----------------------------------------------------------------------
 Board : 1
Item                                Packets                         Bytes
-----------------------------------------------------------------------
Matched                                  10                         10000
  +--Passed                              8                          8000
  +--Dropped                             2                          2000
    +--Filter                            2                          2000
    +--URPF                              -                          -
    +--CAR                               2                          2000
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 100 110 120
#
traffic classifier c1 operator and precedence 5
 if-match vlan-id 120
traffic classifier c2 operator and precedence 10
 if-match vlan-id 110
traffic classifier c3 operator and precedence 15
 if-match vlan-id 100
#
traffic behavior b2
 car cir 4000 pir 10000 cbs 500000 pbs 1250000 mode color-blind green pass yellow pass red
discard
 remark dscp af33
 statistic enable
traffic behavior b3
 car cir 4000 pir 10000 cbs 500000 pbs 1250000 mode color-blind green pass yellow pass red
discard
 remark dscp af13
 statistic enable
traffic behavior b1
 car cir 2000 pir 10000 cbs 250000 pbs 1250000 mode color-blind green pass yellow pass red
discard
 remark dscp ef
 statistic enable
#
traffic policy p1
 classifier c1 behavior b1
 classifier c2 behavior b2
 classifier c3 behavior b3
#
interface GigabitEthernet1/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100 110 120
 traffic-policy p1 inbound
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 100 110 120
#
return
```

配置流量整形示例

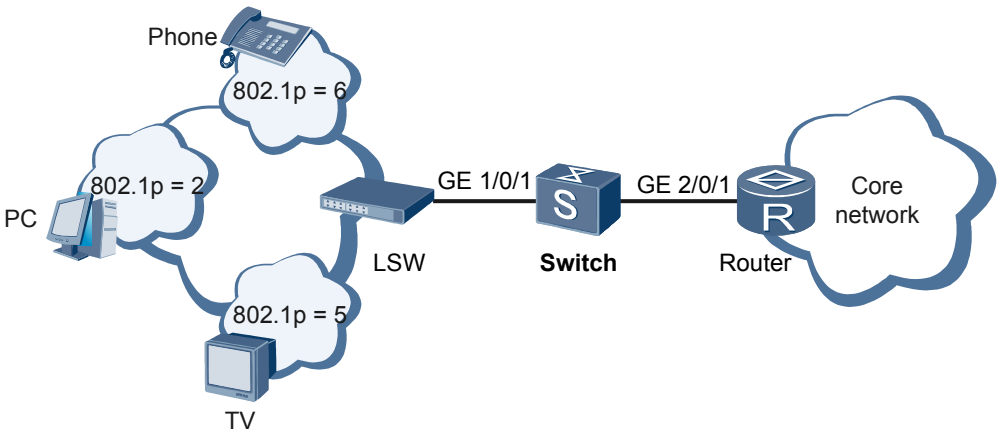
通过配置流量整形，对不同类型的业务报文设置不同的整形速率，以减少抖动，同时保证各类业务带宽要求。

组网需求

Switch 通过接口 GE2/0/1 与路由器互连，来自 Internet 的业务有语音、视频、数据，携带的 802.1p 优先级分别为 6、5、2，这些业务可经由路由器和 Switch 到达用户，如图 6-257 所示。由于来自网络侧的流量速率大于 LSW 接口的速率，出接口 GE1/0/1 处可能会发生带宽抖动。为减少带宽抖动，同时保证各类业务带宽要求，现要求如下：

- 端口保证带宽为 10000kbit/s。
- 语音保证带宽为 3000kbit/s，峰值带宽为 5000kbit/s。
- 视频保证带宽为 5000kbit/s，峰值带宽为 8000kbit/s。
- 数据保证带宽为 2000kbit/s,峰值带宽为 3000kbit/s。

图 6-257 流量整形配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置流量整形：

1. 创建 VLAN，并配置各接口，使用户能够通过 Switch 访问网络。
2. 配置基于简单流分类的优先级映射，将 802.1p 优先级映射为 PHB 行为。
3. 配置端口队列整形功能，限制语音、视频、数据三类业务的带宽。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- 802.1p 优先级 6、5、2 分别映射的 PHB 行为。
- 端口整形速率。
- 端口各队列整形速率。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN 并配置各接口

创建 VLAN 10。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 10
```

将接口 GE1/0/1、GE2/0/1 的接入类型分别配置为 trunk，并分别将接口 GE1/0/1、GE2/0/1 加入 VLAN 10。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 10
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

创建 VLANIF10，并配置网段地址 10.10.10.1/24。

```
[Switch] interface vlanif 10
[Switch-Vlanif10] ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
[Switch-Vlanif10] quit
```

说明

请在 Router 上的与 Switch 对接的接口上配置 IP 地址 10.10.10.2/24。

步骤 2 配置基于简单流分类的优先级映射

创建 DiffServ 域 ds1，将 802.1p 优先级 6、5、2 分别映射为 PHB 行为 CS7、EF、AF2。

```
[Switch] diffserv domain ds1
[Switch-dsdomain-ds1] 8021p-inbound 6 phb cs7
[Switch-dsdomain-ds1] 8021p-inbound 5 phb ef
[Switch-dsdomain-ds1] 8021p-inbound 2 phb af2
[Switch-dsdomain-ds1] quit
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] trust upstream ds1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 3 配置端口整形

在 Switch 上配置端口整形，将端口速率限制在 10000kbit/s。

```
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos lr cir 10000 outbound
```

步骤 4 配置端口队列整形

在 Switch 上配置端口队列整形，使语音、视频、数据业务的保证带宽分别为 3000kbit/s、5000kbit/s、2000kbit/s，峰值带宽分别为 5000kbit/s、8000kbit/s、3000kbit/s。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 7 shaping cir 3000 pir 5000
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 5 shaping cir 5000 pir 8000
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 2 shaping cir 2000 pir 3000
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看 DiffServ 域 ds1 的配置信息。

```
<Switch> display diffserv domain name ds1
diffserv domain name:ds1
 8021p-inbound 0 phb be green
 8021p-inbound 1 phb af1 green
 8021p-inbound 2 phb af2 green
 8021p-inbound 3 phb af3 green
 8021p-inbound 4 phb af4 green
 8021p-inbound 5 phb ef green
 8021p-inbound 6 phb cs7 green
 8021p-inbound 7 phb cs7 green
 8021p-outbound be green map 0
 ......
```

配置成功后，从接口 GE1/0/1 发出的报文保证速率为 10000kbit/s；语音业务保证速率为 3000kbit/s，不超过 5000kbit/s；视频业务保证速率为 5000kbit/s，不超过 8000kbit/s；数据业务保证速率为 2000kbit/s，不超过 3000kbit/s。

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 10
#
diffserv domain ds1
 8021p-inbound 6 phb cs7 green
#
interface Vlanif10
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 qos lr cir 10000 cbs 1250000 outbound
 qos queue 2 shaping cir 2000 pir 3000
 qos queue 5 shaping cir 5000 pir 8000
 qos queue 7 shaping cir 3000 pir 5000
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 trust upstream ds1
#
return
```

6.7.3 拥塞避免和拥塞管理配置

拥塞避免和拥塞管理配置介绍了拥塞避免和拥塞管理的基本概念、配置方法和配置示例。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置拥塞避免和拥塞管理综合示例（）

通过配置拥塞避免和拥塞管理，S9700 为不同优先级的报文提供不同的服务，保证用户对于高优先级、低延迟业务的服务要求。

组网需求

Switch 通过接口 GE2/0/1 与路由器互连，来自 Internet 的业务有语音、视频、数据，携带的 802.1p 优先级分别为 6、5、2，这些业务可经由路由器和 Switch 到达用户，如图 6-258 所示。由于 Switch 入接口 GE2/0/1 的速率大于出接口 GE1/0/1、GE1/0/2 的速率，在这两个出接口处可能会发生拥塞。为了减轻网络拥塞造成的影响，保证用户对于高优先级、低延迟业务的服务要求，配置需求如下表所述。

表 6-24 拥塞避免配置参数

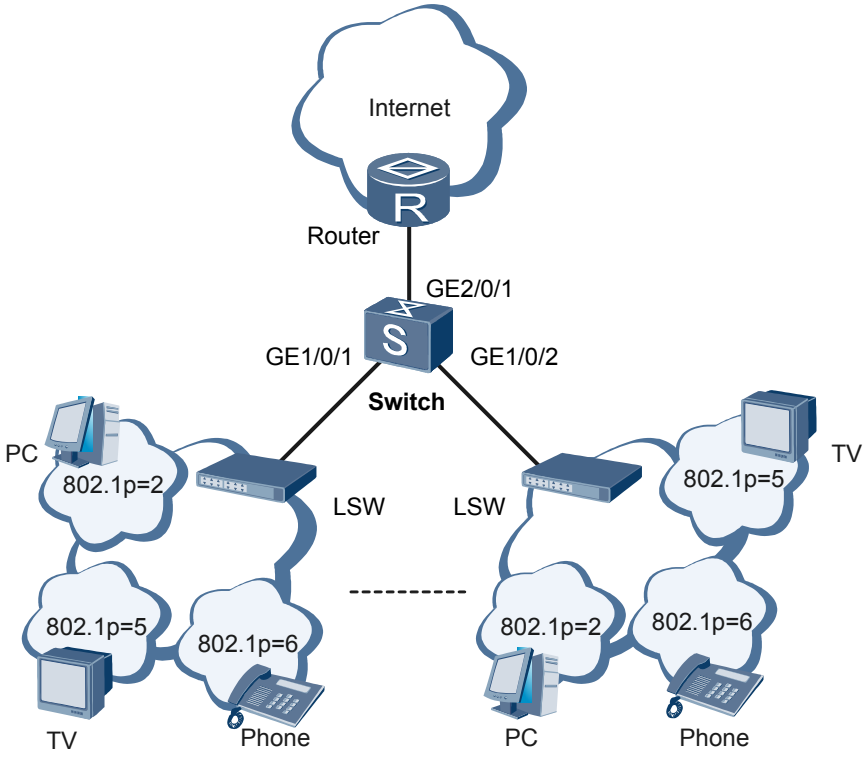
业务类型	颜色	阈值下限（%）	阈值上限（%）	丢弃概率
语音	绿	80	100	10
视频	黄	60	80	20
数据	红	40	60	40

表 6-25 拥塞管理配置参数

业务类型	服务等级	WRR
语音	EF	0
视频	AF3	100
数据	AF1	50

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-258 拥塞避免和拥塞管理配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置：

1. 配置各接口所属的 VLAN，使各设备间链路互通。
2. 在 Switch 上创建并配置 DiffServ 域，将 802.1p 优先级映射为 PHB 行为并着色，并在 Switch 入接口上绑定 DiffServ 域。
3. 在 Switch 上配置 WRED 模板，并在出接口应用 WRED 模板。
4. 在 Switch 出接口上配置各服务等级队列的调度参数。

数据准备

为完成此配置示例，需准备如下的数据：

- 数据、视频、语音业务报文所带 VLAN 分别为 2、5、6。
- 802.1p 优先级 6、5、2 分别映射的 PHB 行为及颜色。
- WRED 模板名及 WRED 参数。
- 各服务等级队列的调度参数。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属的 VLAN，使各设备间链路互通。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan batch 2 5 6
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 5 6
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 2 5 6
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port link-type trunk
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] port trunk allow-pass vlan 2 5 6
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 2 配置基于简单流分类的优先级映射

创建 DiffServ 域 ds1，将 802.1p 优先级 6、5、2 分别映射为 PHB 行为 EF、AF3、AF1，并分别将颜色标记为绿色、黄色、红色。

```
[Switch] diffserv domain ds1
[Switch-dsdomain-ds1] 8021p-inbound 6 phb ef green
[Switch-dsdomain-ds1] 8021p-inbound 5 phb af3 yellow
[Switch-dsdomain-ds1] 8021p-inbound 2 phb af1 red
[Switch-dsdomain-ds1] quit
```

在 Switch 入接口 GE2/0/1 上绑定 DiffServ 域。

```
[Switch] interface gigabitethernet2/0/1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] trust upstream ds1
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] trust 8021p inner
[Switch-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 3 配置拥塞避免

在 Switch 上创建 WRED 模板 wred1，并配置 wred1 的三色报文参数。

```
[Switch] drop-profile wred1
[Switch-drop-wred1] color green low-limit 80 high-limit 100 discard-percentage 10
[Switch-drop-wred1] color yellow low-limit 60 high-limit 80 discard-percentage 20
[Switch-drop-wred1] color red low-limit 40 high-limit 60 discard-percentage 40
[Switch-drop-wred1] quit
```

在 Switch 出接口 GE1/0/1、GE1/0/2 上应用 WRED 模板 wred1。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos wred wred1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 5 wred wred1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 3 wred wred1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 1 wred wred1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos wred wred1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 5 wred wred1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 3 wred wred1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 1 wred wred1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 4 配置拥塞管理

在 Switch 的报文出接口 GE1/0/1、GE1/0/2 上配置各服务等级队列的调度参数。

```
[Switch] interface gigabitethernet1/0/1
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos pq 7
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos drr 0 to 6
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 3 drr weight 100
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] qos queue 1 drr weight 50
[Switch-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Switch] interface gigabitethernet1/0/2
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] qos pq 7
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] qos drr 0 to 6
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] qos queue 3 drr weight 100
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] qos queue 1 drr weight 50
[Switch-GigabitEthernet1/0/2] quit
[Switch] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看 DiffServ 域 ds1 的配置信息。

```
<Switch> display diffserv domain name ds1
diffserv domain name:ds1
 8021p-inbound 0 phb be green
 8021p-inbound 1 phb af1 green
 8021p-inbound 2 phb af1 red
 8021p-inbound 3 phb af3 green
 8021p-inbound 4 phb af4 green
 8021p-inbound 5 phb af3 yellow
 8021p-inbound 6 phb ef green
 8021p-inbound 7 phb cs7 green
 8021p-outbound be green map 0
```

查看 WRED 模板配置信息。

```
<Switch> display drop-profile name wred1
Drop-profile[3]: wred1
Color     Low-limit   High-limit  Discard-percentage
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Green     80          100         10
Yellow    60          80          20
Red       40          60          40
Non-tcp   100         100         100
----------------------------------------------------------------
```

----结束

配置文件

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 2 5 6
#
diffserv domain ds1
 8021p-inbound 2 phb af1 red
 8021p-inbound 5 phb af3 yellow
 8021p-inbound 6 phb ef green
#
 drop-profile wred1
  color green low-limit 80 high-limit 100 discard-percentage 10
  color yellow low-limit 60 high-limit 80 discard-percentage 20
  color red low-limit 40 high-limit 60 discard-percentage 40
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 5 6
 qos wred wred1
 qos pq 7 drr 0 to 6
 qos queue 1 drr weight 50
 qos queue 3 drr weight 100
 qos queue 1 wred wred1
 qos queue 3 wred wred1
 qos queue 5 wred wred1
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 5 6
 qos wred wred1
 qos pq 7 drr 0 to 6
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 qos queue 1 drr weight 50
 qos queue 3 drr weight 100
 qos queue 1 wred wred1
 qos queue 3 wred wred1
 qos queue 5 wred wred1
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2 5 6
 trust upstream ds1
 trust 8021p inner
#
return
```

6.8 安全配置

本文档针对 S9700 应用中的安全方面的要求，从基本原理、配置步骤和配置举例方面介绍了 AAA 及用户管理、网络接入控制（NAC）、DHCP Snooping、ARP 安全、IP Source Guard、IP Source Trail、单播逆向路由转发（URPF）、本机防攻击、PPPoE+、MAC 强制转发（MFF）、流量抑制以及访问控制列表（ACL）的配置方法。

本文档提供了 S9700 安全特性的原理和配置方法。

6.8.1 AAA 及用户管理配置

介绍 AAA、本地用户管理、RADIUS、HWTACACS、域的原理和配置。

配置采用 RADIUS 协议进行认证、计费示例

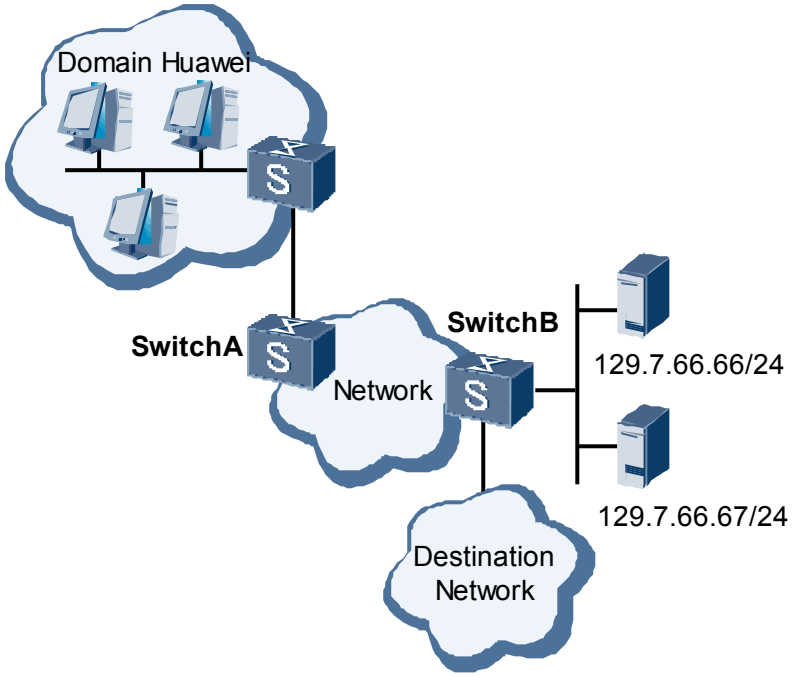
组网需求

如图 6-259 所示，用户通过 SwitchA 访问网络，用户同处于 huawei 域。SwitchB 作为目的网络的网络接入服务器。用户首先需要穿越 SwitchA 和 SwitchB 所在的网络，然后通过服务器的远端认证才能通过 SwitchB 访问目的网络。在 SwitchB 上的远端认证方式如下：

- 用 RADIUS 服务器对接入用户进行认证、计费。
- RADIUS 服务器 129.7.66.66/24 作为主用认证服务器和计费服务器，RADIUS 服务器 129.7.66.67/24 作为备用认证服务器和计费服务器，认证端口号缺省为 1812，计费端口号缺省为 1813。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-259 采用 RADIUS 协议对用户进行认证和计费组网图



配置思路

用如下的思路配置采用 RADIUS 协议对用户进行认证和计费。

1. 配置 RADIUS 服务器模板。
2. 配置认证方案、计费方案
3. 在域下应用 RADIUS 服务器模板、认证方案和计费方案。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 用户所属的域名
- RADIUS 服务器模板名
- 认证方案名、认证模式、计费方案名、计费模式
- 主用和备用 RADIUS 服务器的 IP 地址、认证端口号、计费端口号
- RADIUS 服务器密钥和重传次数

说明

以下配置均在 SwitchB 上进行。

操作步骤

步骤 1 配置 RADIUS 服务器模板

配置 RADIUS 服务器模板 shiva。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] radius-server template shiva
```

配置 RADIUS 主用认证服务器和计费服务器的 IP 地址、端口。

```
[Quidway-radius-shiva] radius-server authentication 129.7.66.66 1812
[Quidway-radius-shiva] radius-server accounting 129.7.66.66 1813
```

配置 RADIUS 备用认证服务器和计费服务器的 IP 地址、端口。

```
[Quidway-radius-shiva] radius-server authentication 129.7.66.67 1812 secondary
[Quidway-radius-shiva] radius-server accounting 129.7.66.67 1813 secondary
```

配置 RADIUS 服务器密钥、重传次数。

```
[Quidway-radius-shiva] radius-server shared-key cipher hello
[Quidway-radius-shiva] radius-server retransmit 2
[Quidway-radius-shiva] quit
```

步骤 2 配置认证方案、计费方案

配置认证方案 1，认证模式为 RADIUS。

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] authentication-scheme 1
Info: Create a new authentication scheme
[Quidway-aaa-authen-1] authentication-mode radius
[Quidway-aaa-authen-1] quit
```

配置计费方案 1，计费模式为 RADIUS。

```
[Quidway-aaa] accounting-scheme 1
Info: Create a new accounting scheme
[Quidway-aaa-accounting-1] accounting-mode radius
[Quidway-aaa-accounting-1] quit
```

步骤 3 配置 huawei 域，在域下应用认证方案 1、计费方案 1、RADIUS 模板 shiva

```
[Quidway-aaa] domain huawei
[Quidway-aaa-domain-huawei] authentication-scheme 1
[Quidway-aaa-domain-huawei] accounting-scheme 1
[Quidway-aaa-domain-huawei] radius-server shiva
```

步骤 4 检查配置结果

在 SwitchB 上执行命令 **display radius-server configuration template**，可以观察到该 RADIUS 服务器模板的配置与要求一致。

```
<Quidway> display radius-server configuration template shiva
  ------------------------------------------------------------------------------
  Server-template-name             :  shiva
  Protocol-version                 :  standard
  Traffic-unit                     :  B
  Shared-secret-key                :  3MQ*TZ,O3KCQ=^Q`MAF4<1!!
  Timeout-interval(in second)      :  5
  Primary-authentication-server    :  129.7.66.66    :1812 :-
                                      LoopBack:NULL   Source-IP:0.0.0.0
  Primary-accounting-server        :  129.7.66.66    :1813 :-
                                      LoopBack:NULL   Source-IP:0.0.0.0
  Secondary-authentication-server  :  129.7.66.67    :1812 :-
                                      LoopBack:NULL   Source-IP:0.0.0.0
  Secondary-accounting-server      :  129.7.66.67    :1813 :-
                                      LoopBack:NULL   Source-IP:0.0.0.0
  Retransmission                   :  2
  Domain-included                  :  YES
  NAS-IP-Address                   :  0.0.0.0
  Calling-station-id MAC-format    :  xxxx-xxxx-xxxx
  ------------------------------------------------------------------------------
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

```
#
sysname Quidway
#
radius-server template shiva
 radius-server shared-key cipher 3MQ*TZ,O3KCQ=^Q`MAF4<1!!
 radius-server authentication 129.7.66.66 1812
 radius-server authentication 129.7.66.67 1812 secondary
 radius-server accounting 129.7.66.66 1813
 radius-server accounting 129.7.66.67 1813 secondary
 radius-server retransmit 2
#
aaa
 authentication-scheme default
 authentication-scheme 1
  authentication-mode radius
 authorization-scheme default
 accounting-scheme default
 accounting-scheme 1
  accounting-mode radius
 domain default
 domain default_admin
 domain huawei
  authentication-scheme 1
  accounting-scheme 1
  radius-server shiva
#
return
```

配置采用 HWTACACS 协议进行认证、计费和授权示例

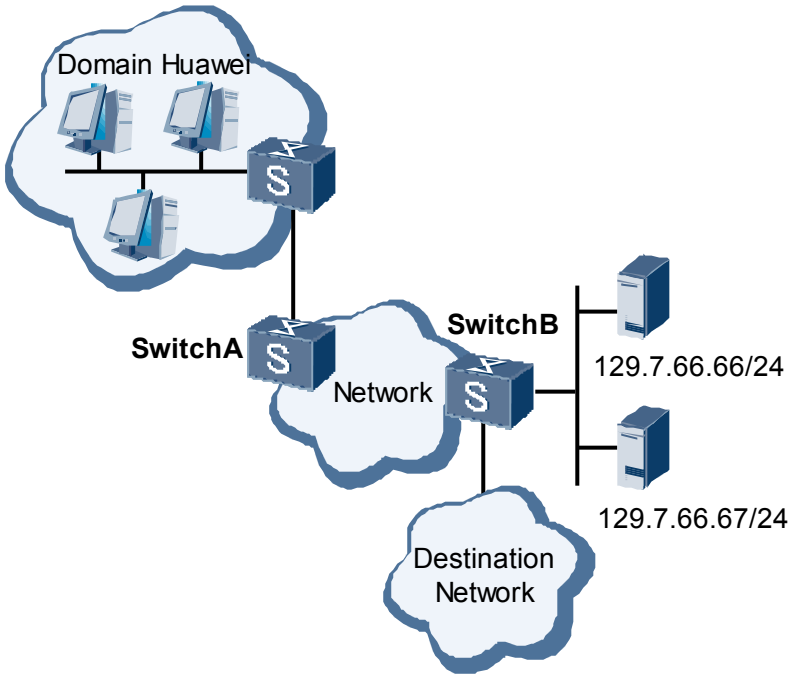
组网需求

如图 6-260 所示，

- 对接入用户先用 HWTACACS 服务器进行认证，如果认证没有响应，再使用本地认证。
- 接入的用户进行用户等级提升时，要求先使用 HWTACACS 对其进行认证，如果 HWTACACS 认证没有响应，再使用本地认证。
- 对接入用户采用 HWTACACS 授权，且对级别为 3 的用户采用按命令行授权。
- 对所有用户都需要计费。
- 对用户进行实时计费，计费间隔为 3 分钟。
- 记录用户执行过的命令、连接信息、系统级事件。
- HWTACACS 主用服务器为 129.7.66.66/24，备用服务器为 129.7.66.67/24，服务器的认证、授权和计费端口号均为 49。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-260 采用 HWTACACS 协议对用户进行认证、计费和授权组网图



配置思路

采用如下的思路配置对用户使用本地和 HWTACACS 认证、HWTACACS 授权和进行实时计费。

1. 配置 HWTACACS 服务器模板。
2. 配置认证方案、授权方案、计费方案、记录方案。
3. 在域下应用 HWTACACS 服务器模板、认证方案、授权方案、计费方案。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 用户所属的域名
- HWTACACS 服务器模板名
- 认证方案名、认证模式、授权方案名、授权模式、计费方案名、计费模式、记录方案名
- 主用和备用 HWTACACS 服务器的 IP 地址、认证端口号、授权端口号、计费端口号
- HWTACACS 服务器密钥

说明

以下配置均在 SwitchB 上进行。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 HWTACACS 服务器模板

配置 HWTACACS 服务器模板 ht。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] hwtacacs-server template ht
```

配置 HWTACACS 主用认证、授权、计费服务器的 IP 地址和端口。

```
[Quidway-hwtacacs-ht] hwtacacs-server authentication 129.7.66.66 49
[Quidway-hwtacacs-ht] hwtacacs-server authorization 129.7.66.66 49
[Quidway-hwtacacs-ht] hwtacacs-server accounting 129.7.66.66 49
```

配置 HWTACACS 备用认证、授权、计费服务器的 IP 地址和端口。

```
[Quidway-hwtacacs-ht] hwtacacs-server authentication 129.7.66.67 49 secondary
[Quidway-hwtacacs-ht] hwtacacs-server authorization 129.7.66.67 49 secondary
[Quidway-hwtacacs-ht] hwtacacs-server accounting 129.7.66.67 49 secondary
```

配置 HWTACACS 服务器密钥。

```
[Quidway-hwtacacs-ht] hwtacacs-server shared-key cipher hello
[Quidway-hwtacacs-ht] quit
```

步骤 2 配置认证方案、授权方案、计费方案、记录方案

配置认证方案 l-h，认证方法为先进行本地认证，后进行 HWTACACS 认证。用户级别提升方为先进行 HWTACACS 认证，后进行本地认证。

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] authentication-scheme l-h
[Quidway-aaa-authen-l-h] authentication-mode hwtacacs local
[Quidway-aaa-authen-l-h] authentication-super hwtacacs super
[Quidway-aaa-authen-l-h] quit
```

配置授权方案 hwtacacs，授权方法为 HWTACACS，并配置级别为 3 的用户为按命令行授权。

```
[Quidway-aaa] authorization-scheme hwtacacs
[Quidway-aaa-author-hwtacacs] authorization-mode hwtacacs
[Quidway-aaa-author-hwtacacs] authorization-cmd 3 hwtacacs
[Quidway-aaa-author-hwtacacs] quit
```

配置计费方案 hwtacacs，计费方法为 HWTACACS。

```
[Quidway-aaa] accounting-scheme hwtacacs
[Quidway-aaa-accounting-hwtacacs] accounting-mode hwtacacs
[Quidway-aaa-accounting-hwtacacs] accounting start-fail online
```

配置实时计费间隔为 3 分钟。

```
[Quidway-aaa-accounting-hwtacacs] accounting realtime 3
[Quidway-aaa-accounting-hwtacacs] quit
```

配置记录方案 scheme0，并与 HWTACACS 服务器模板 ht 相关联。

```
[Quidway-aaa] recording-scheme scheme0
[Quidway-aaa-recording-scheme0] recording-mode hwtacacs ht
[Quidway-aaa-recording-scheme0] quit
```

配置记录方案 scheme0 的记录策略为记录用户在 SwitchB 上执行过的命令、记录连接信息以及记录系统级事件。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway-aaa] cmd recording-scheme scheme0
[Quidway-aaa] outbound recording-scheme scheme0
[Quidway-aaa] system recording-scheme scheme0
```

步骤 3 配置 huawei 域，在域下采用 l-h 认证方案、HWTACACS 授权方案、HWTACACS 计费方案、ht 的 HWTACACS 模板

```
[Quidway-aaa] domain huawei
[Quidway-aaa-domain-huawei] authentication-scheme l-h
[Quidway-aaa-domain-huawei] authorization-scheme hwtacacs
[Quidway-aaa-domain-huawei] accounting-scheme hwtacacs
[Quidway-aaa-domain-huawei] hwtacacs-server ht
[Quidway-aaa-domain-huawei] quit
[Quidway-aaa] quit
```

步骤 4 检查配置结果

在 SwitchB 上执行命令 **display hwtacacs-server template**，可以观察到该 HWTACACS 服务器模板的配置与要求一致。

```
<Quidway> display hwtacacs-server template ht
  -------------------------------------------------------------------------
  HWTACACS-server template name   : ht
  Primary-authentication-server   : 129.7.66.66:49:-
  Primary-authorization-server    : 129.7.66.66:49:-
  Primary-accounting-server       : 129.7.66.66:49:-
  Secondary-authentication-server : 129.7.66.67:49:-
  Secondary-authorization-server  : 129.7.66.67:49:-
  Secondary-accounting-server     : 129.7.66.67:49:-
  Current-authentication-server   : 129.7.66.66:49:-
  Current-authorization-server    : 129.7.66.66:49:-
  Current-accounting-server       : 129.7.66.66:49:-
  Source-IP-address               : 0.0.0.0
  Shared-key                      : ****************
  Quiet-interval(min)             : 5
  Response-timeout-Interval(sec)  : 5
  Domain-included                 : Yes
  Traffic-unit                    : B
  -------------------------------------------------------------------------
```

同时在 SwitchB 上执行命令 **display domain**，可以观察到该域的配置与要求一致。

```
<Quidway> display domain name huawei

  Domain-name                    : huawei
  Domain-state                   : Active
  Authentication-scheme-name     : l-h
  Accounting-scheme-name         : hwtacacs
  Authorization-scheme-name      : hwtacacs
  Service-scheme-name            : -
  RADIUS-server-template         : -
  HWTACACS-server-template       : ht
```

----结束

配置文件

```
#
sysname Quidway
#
hwtacacs-server template ht
 hwtacacs-server authentication 129.7.66.66
 hwtacacs-server authentication 129.7.66.67 secondary
 hwtacacs-server authorization 129.7.66.66
 hwtacacs-server authorization 129.7.66.67 secondary
 hwtacacs-server accounting 129.7.66.66
 hwtacacs-server accounting 129.7.66.67 secondary
 hwtacacs-server shared-key cipher 3MQ*TZ,O3KCQ=^Q`MAF4<1!!
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
aaa
 authentication-scheme default
 authentication-scheme l-h
  authentication-mode hwtacacs local
  authentication-super hwtacacs super
 authorization-scheme default
 authorization-scheme hwtacacs
  authorization-mode  hwtacacs
  authorization-cmd 3 hwtacacs
 accounting-scheme default
 accounting-scheme hwtacacs
  accounting-mode hwtacacs
  accounting start-fail online
  accounting realtime 3
 recording-scheme scheme0
  recording-mode hwtacacs ht
 cmd recording-scheme scheme0
 outbound recording-scheme scheme0
 system recording-scheme scheme0
 domain default
 domain default_admin
 domain huawei
  authentication-scheme l-h
  accounting-scheme hwtacacs
  authorization-scheme hwtacacs
  hwtacacs-server ht
#
return
```

6.8.2 NAC 配置

介绍 NAC 的原理和配置。

配置二层 Portal 认证示例

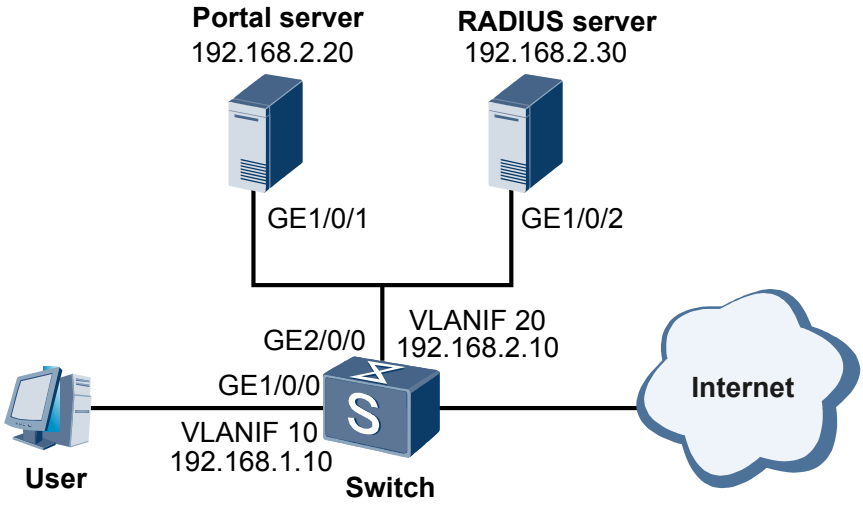
组网需求

如图 6-261 所示，要求如下：

- 用户通过 Switch 完成二层 Portal 认证。
- 使用 RADIUS 服务器完成认证。
- 用户在未通过 Portal 认证前，只能访问 Portal 服务器。
- 用户通过 Portal 认证后，可以访问外部网络。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-261 配置 Portal 认证组网图



配置思路

用如下的思路配置 Portal 认证。

1. 配置用户接入接口的 IP 地址。
2. 配置与 Portal 认证服务器连接接口的 IP 地址。
3. 配置 RADIUS 服务器模板。
4. 配置 AAA 认证模板。
5. 配置域。
6. 配置 Portal 认证。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- Portal 认证服务器的 IP 地址，URL。
- 连接 Portal 认证服务器接口的 IP 地址。
- 连接认证终端上行三层口的 IP 地址。
- RADIUS 服务器 IP 地址，认证端口号。
- RADIUS 服务器密钥为 hello，重传次数为 2。
- AAA 认证方案 web1。
- RADIUS 服务器模版 rd1。
- 域 isp1。

说明

本案例只包括 Switch 的配置，Portal 服务器、RADIUS 服务器的配置这里不做相关说明。

操作步骤

步骤 1 配置连接认证终端的 IP 地址

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 10
[Quidway-vlan10] quit
[Quidway] interface gigabitethernet1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] port default vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] ip address 192.168.1.10 24
[Quidway-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置连接 Portal 认证服务器的 IP 地址

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan 20
[Quidway-vlan20] quit
[Quidway] interface gigabitethernet2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] port default vlan 20
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Quidway] interface vlanif 20
[Quidway-Vlanif20] ip address 192.168.2.10 24
[Quidway-Vlanif20] quit
```

步骤 3 配置 RADIUS 服务器模板

配置 RADIUS 服务器模板 rd1。

```
[Quidway] radius-server template rd1
```

配置 RADIUS 主用认证服务器的 IP 地址、端口。

```
[Quidway-radius-rd1] radius-server authentication 192.168.2.30 1812
```

配置 RADIUS 服务器密钥、重传次数。

```
[Quidway-radius-rd1] radius-server shared-key cipher hello
[Quidway-radius-rd1] radius-server retransmit 2
[Quidway-radius-rd1] quit
```

步骤 4 配置认证方案,认证方案 web1，认证方法为 RADIUS

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] authentication-scheme web1
[Quidway-aaa-authen-web1] authentication-mode radius
[Quidway-aaa-authen-web1] quit
```

步骤 5 配置 isp1 域，绑定认证方式和 RADIUS 服务器模板

```
[Quidway-aaa] domain isp1
[Quidway-aaa-domain-isp1] authentication-scheme web1
[Quidway-aaa-domain-isp1] radius-server rd1
[Quidway-aaa-domain-isp1] quit
[Quidway-aaa] quit
```

步骤 6 配置 Portal 认证

配置 Portal 认证服务器的 IP 地址、URL 以及与 Portal 认证服务器交互信息的共享密钥。

```
[Quidway] web-auth-server isp1
[Quidway-web-auth-server-isp1] server-ip 192.168.2.20
[Quidway-web-auth-server-isp1] url http：//www.isp1.com
[Quidway-web-auth-server-isp1] shared-key simple hello
[Quidway-web-auth-server-isp1] quit
```

在接口下绑定 Portal 认证服务器。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] web-auth-server isp1 direct
[Quidway-Vlanif10] quit
```

步骤 7 检查配置结果

在 Switch 上执行命令 **display web-auth-server configuration**，可以看到 Portal 服务器的详细配置信息。

```
<Quidway> display web-auth-server configuration
  Listening port        : 2000
  Portal                : version 1, version 2
  Include reply message : enabled
  ------------------------------------------------------------------------------
  Web-auth-server Name : isp1
  IP-address           : 192.168.2.20
  Shared-key           : hello
  Source-IP            : 0.0.0.0
  Port / PortFlag      : 50100 / NO
  URL                  : http：//www.isp1.com
  Bounded Vlanif       : 10
  ------------------------------------------------------------------------------
  1 Web authentication server(s) in total
```

----结束

配置文件

```
#
sysname Quidway
#
vlan batch 10 20
#
web-auth-server isp1
 server-ip 192.168.2.20
 port 50100
 shared-key simple hello
 url http//www.isp1.com
#
radius-server template rd1
 radius-server shared-key cipher 3MQ*TZ,O3KCQ=^Q`MAF4<1!!
 radius-server authentication 192.168.2.30 1812
 radius-server retransmit 2
#
aaa
 authentication-scheme web1
  authentication-mode radius
 domain isp1
  authentication-scheme web1
  radius-server  rd1
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.10 255.255.255.0
 web-auth-server isp1 direct
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.10 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

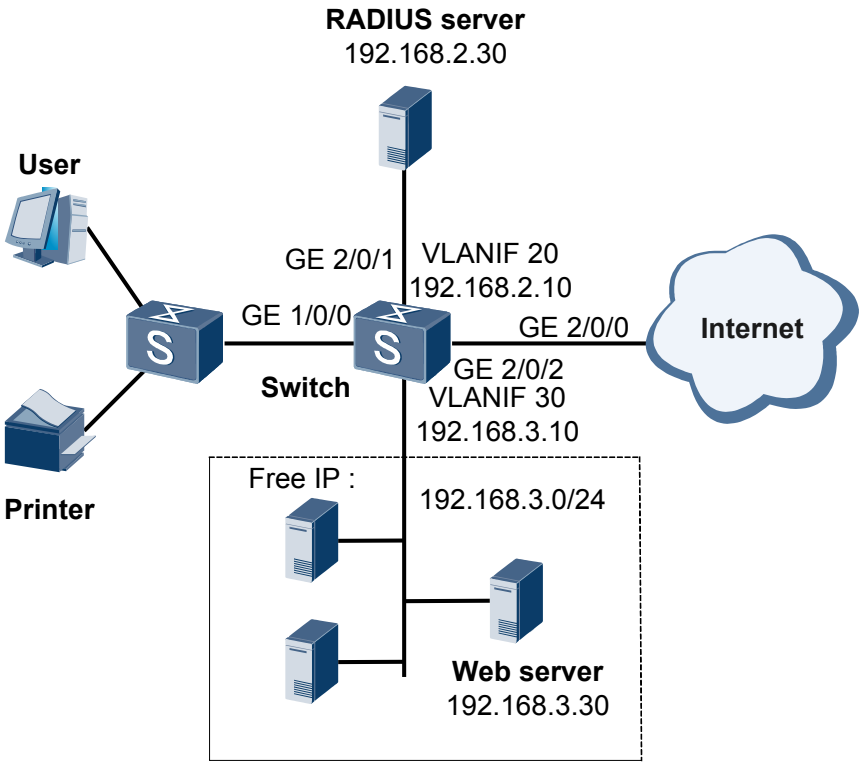
配置 802.1x 认证示例

组网需求

如图 6-262 所示，要求如下：

- 对 GE1/0/0 接口上的接入用户进行 802.1x 认证，以控制其访问 Internet，接入控制方式采用缺省方式，即基于 MAC 的接入控制方式。认证成功之前，用户通过浏览器访问外部网络会被重定向至 WEB 服务器，进行 802.1X 客户端的下载及安装；认证成功之后，用户可直接访问网络。
- 使用 RADIUS 服务器完成认证。
- GE1/0/0 接口最大接入用户数为 100。
- 对 GE1/0/0 接口下的打印机采用 MAC 旁路认证。

图 6-262 配置 802.1x 认证组网图



配置思路

用如下的思路配置 802.1x 认证。

1. 配置 RADIUS 服务器模板。
2. 配置 AAA 认证模板。
3. 配置域。
4. 配置 802.1x 认证。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- RADIUS 服务器 IP 地址，认证端口号。
- RADIUS 服务器密钥为 hello，重传次数为 2。
- AAA 认证方案 web1。
- RADIUS 服务器模版 rd1。
- 域 isp1。
- 免认证 IP 网段。
- HTTP 访问的重定向 URL。

说明

本案例只包括 Switch 的配置，RADIUS 服务器的配置这里不做相关说明。

操作步骤

步骤 1 配置各接口的 IP 地址（略）

步骤 2 配置 RADIUS 服务器模板

配置 RADIUS 服务器模板 rd1。

```
[Quidway] radius-server template rd1
```

配置 RADIUS 主用认证服务器的 IP 地址、端口。

```
[Quidway-radius-rd1] radius-server authentication 192.168.2.30 1812
```

配置 RADIUS 服务器密钥、重传次数。

```
[Quidway-radius-rd1] radius-server shared-key cipher hello
[Quidway-radius-rd1] radius-server retransmit 2
[Quidway-radius-rd1] quit
```

步骤 3 配置认证方案，认证方案 web1，认证方法为 RADIUS

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] authentication-scheme web1
[Quidway-aaa-authen-1] authentication-mode radius
[Quidway-aaa-authen-1] quit
```

步骤 4 配置 isp1 域，绑定认证方式和 RADIUS 服务器模板

```
[Quidway-aaa] domain isp1
[Quidway-aaa-domain-isp1] authentication-scheme web1
[Quidway-aaa-domain-isp1] radius-server rd1
[Quidway-aaa-domain-isp1] quit
[Quidway-aaa] quit
```

步骤 5 配置 802.1x 认证

在全局和接口下使能 802.1x 认证。

```
[Quidway] dot1x enable
[Quidway] interface gigabitethernet1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dot1x enable
```

配置允许接入的最大用户数。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dot1x max-user 100
```

配置 MAC 旁路认证。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dot1x mac-bypass
[Quidway-GigabitEthernet0/0/1] quit
```

配置 802.1x 快速部署功能。

```
[Quidway] dot1x free-ip 192.168.3.0 24
[Quidway] dot1x url 192.168.3.30
[Quidway] quit
```

步骤 6 检查配置结果

用户通过 **ping** Free IP 网段中的地址，验证用户在 802.1X 认证成功之前可以访问免认证网段，且通过浏览器访问任何外部网站都会被重定向到 WEB server 页面，此页面提供客户端的下载服务。

在 Switch 执行命令 **display dot1x interface**，可以看到 802.1x 配置信息和统计信息。

```
<Quidway> display dot1x interface gigabitethernet 1/0/0
 GigabitEthernet1/0/0 status: UP  802.1x protocol is Enabled[mac-bypass]
  Port control type is Auto
  Authentication method is MAC-based
  Reauthentication is disabled
  Maximum users: 100
  Current users: 1
  Guest VLAN is disabled
  Critical VLAN is disabled
  Restrict VLAN is disabled

  Authentication Success: 4          Failure: 0
  EAPOL Packets: TX     : 8          RX     : 16
  Sent      EAPOL Request/Identity Packets  : 4
            EAPOL Request/Challenge Packets : 4
            Multicast Trigger Packets       : 0
            EAPOL Success Packets           : 4
            EAPOL Failure Packets           : 0
  Received  EAPOL Start Packets             : 4
            EAPOL LogOff Packets            : 3
            EAPOL Response/Identity Packets : 4
            EAPOL Response/Challenge Packets: 4
```

----结束

配置文件

```
#
sysname Quidway
#
dot1x enable
dot1x url 192.168.3.30
dot1x free-ip 192.168.3.0 255.255.255.0
#
radius-server template rd1
 radius-server shared-key cipher 3MQ*TZ,O3KCQ=^Q`MAF4<1!!
 radius-server authentication 192.168.2.30 1812
 radius-server retransmit 2
#
aaa
 authentication-scheme web1
  authentication-mode radius
 domain isp1
  authentication-scheme web1
  radius-server rd1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dot1x mac-bypass
 dot1x max-user 100
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

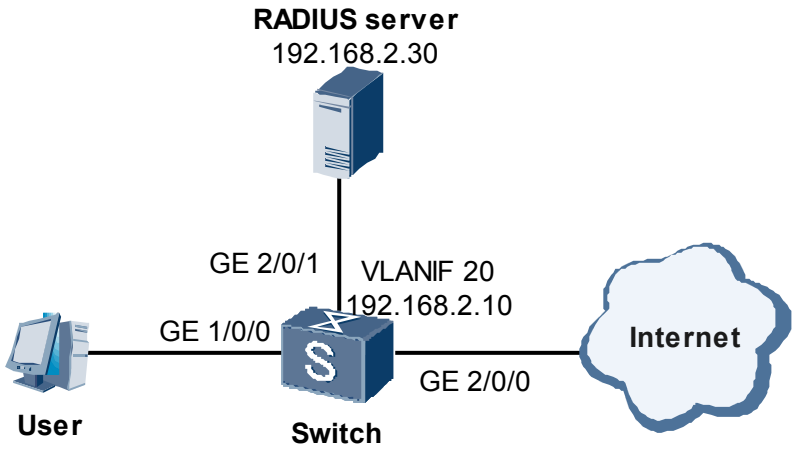
配置 MAC 认证示例

组网需求

如图 6-263 所示，要求如下：

- 在接口 GE1/0/0 上的设备上对接入用户进行认证，以控制其访问 Internet。
- 使用 RADIUS 服务器完成认证。
- 对接口下的所有认证用户名采用缺省方式，MAC 地址不带“-”用户名方式认证。
- GE1/0/0 接口下允许接入的最大用户数为 100。

图 6-263 配置 MAC 地址认证组网图



配置思路

用如下的思路配置 MAC 认证。

1. 配置 RADIUS 服务器模板。
2. 配置 AAA 认证模板。
3. 配置域和 MAC 认证用户使用的域。
4. 配置 MAC 认证。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- RADIUS 服务器 IP 地址，认证端口号。
- RADIUS 服务器密钥为 hello，重传次数为 2。
- AAA 认证方案 web1。
- RADIUS 服务器模版 rd1。
- 域 isp1。

说明

本案例只包括 Switch 的配置，RADIUS 服务器的配置这里不做相关说明。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 RADIUS 服务器模板

配置 RADIUS 服务器模板 rd1。

```
[Quidway] radius-server template rd1
```

配置 RADIUS 主用认证服务器的 IP 地址、端口。

```
[Quidway-radius-rd1] radius-server authentication 192.168.2.30 1812
```

配置 RADIUS 服务器密钥、重传次数。

```
[Quidway-radius-rd1] radius-server shared-key cipher hello
[Quidway-radius-rd1] radius-server retransmit 2
[Quidway-radius-rd1] quit
```

步骤 2 配置认证方案，认证方案 web1，认证方法为 RADIUS

```
[Quidway] aaa
[Quidway-aaa] authentication-scheme web1
[Quidway-aaa-authen-1] authentication-mode radius
[Quidway-aaa-authen-1] quit
```

步骤 3 配置 isp1 域，绑定认证方式和 RADIUS 服务器模板

```
[Quidway-aaa] domain isp1
[Quidway-aaa-domain-isp1] authentication-scheme web1
[Quidway-aaa-domain-isp1] radius-server rd1
[Quidway-aaa-domain-isp1] quit
[Quidway-aaa] quit
```

步骤 4 配置 MAC 认证

在全局和接口下使能 MAC 认证。

```
[Quidway] mac-authen
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] mac-authen
```

配置允许接入的最大用户数。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] mac-authen max-user 100
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置 MAC 认证用户所属的域。

```
[Quidway] mac-authen domain isp1
```

步骤 5 检查配置结果

在 Switch 执行命令 **display mac-authen interface**，可以看到 MAC 认证配置信息。

```
<Quidway> display mac-authen interface gigabitethernet 1/0/0
  GigabitEthernet1/0/0 state: UP  MAC address authentication is enabled
  Maximum users: 100
  Current users: 2
  Authentication Success: 0, Failure: 0
  Guest VLAN is disabled
```

----结束

配置文件

```
#
sysname Quidway
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
mac-authen
mac-authen domain isp
#
radius-server template rd1
 radius-server shared-key cipher 3MQ*TZ,O3KCQ=^Q`MAF4<1!!
 radius-server authentication 192.168.2.30 1812
 radius-server retransmit 2
#
aaa
 authentication-scheme web1
  authentication-mode radius
 domain isp1
  authentication-scheme web1
  radius-server rd1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 mac-authen
 mac-authen max-user 100
#
return
```

6.8.3 DHCP Snooping 配置

介绍 DHCP Snooping 的原理和配置方法，并给出配置举例。

配置防止 DHCP Server 仿冒者攻击示例

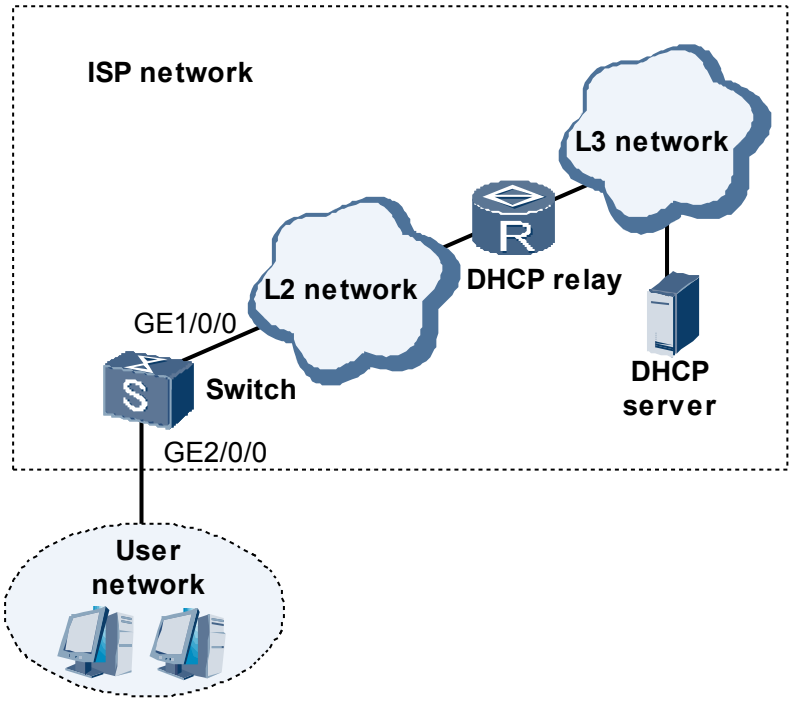
介绍防止 DHCP Server 仿冒者攻击的基本配置过程，包括配置信任接口、配置丢弃报文告警功能。

组网需求

如图 6-264 所示，Switch 应用在用户网络和 ISP 的二层网络之间，为防止 DHCP Server 仿冒者攻击，要求在 Switch 上应用 DHCP Snooping 功能，把用户侧的接口配置为 Untrusted 模式，把运营商网络侧的接口配置为 Trusted 模式。同时配置丢弃报文告警功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-264 配置防止 DHCP Server 仿冒者攻击组网图



配置思路

采用如下的思路配置 DHCP Server 仿冒者攻击：（假设 DHCP Server 已经配置完成）

1. 使能全局和接口下的 DHCP Snooping 功能。
2. 把连接 DHCP Server 的接口设置为“信任（Trusted）”。
3. 把其他接口设置成“不信任（Untrusted）”。凡是从“不信任（Untrusted）”接口上收到的 DHCP Reply（Offer、ACK、NAK）报文直接丢弃。
4. 配置丢弃报文告警功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 接口的 Trusted/Untrusted 模式：GE1/0/0 接口 Trusted，GE2/0/0 接口 Untrusted 模式。
- 发出告警的阈值：120。

说明

以下配置步骤中，只列出了和 DHCP Snooping 配置相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置 DHCP Snooping 功能

使能全局 DHCP Snooping 功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] dhcp snooping enable
```

使能用户侧接口的 DHCP Snooping 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping enable
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 2 配置接口的 Trusted/Untrusted 模式

配置 DHCP Server 侧的接口为 Trusted 模式。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping trusted
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

配置用户侧的接口为 Untrusted 模式。

GE2/0/0 接口使能了 DHCP Snooping 功能后，接口模式默认为“Untrusted”

步骤 3 配置告警功能

使能对不信任端口收到的 Reply 报文丢弃告警功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping alarm untrust-reply enable
```

配置告警阈值。

```
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 4 验证配置结果

在 Switch 上执行 **display dhcp snooping configuration** 命令可以看到全局和接口视图下已经使能 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> display dhcp snooping configuration
#
dhcp snooping enable
dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dhcp snooping trusted
#
```

----结束

配置文件

```
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dhcp snooping trusted
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
#
return
```

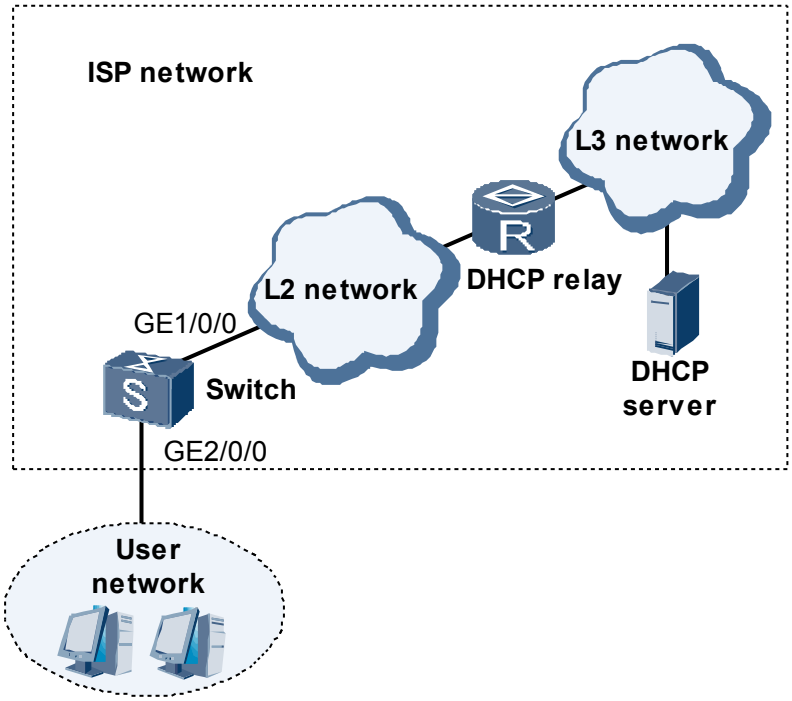
配置防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击示例

介绍防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击的基本配置过程，包括配置用户侧接口的 CHADDR 检查功能和告警功能。

组网需求

如图 6-265 所示，Switch 应用在用户网络和 ISP 的二层网络之间，为防止攻击者通过改变 CHADDR 值进行 DoS 攻击，要求在 Switch 上应用 DHCP Snooping 功能。检查 DHCP Request 报文中 CHADDR 字段，如果该字段跟数据帧头部的源 MAC 相匹配，便转发报文；否则丢弃报文。同时使能丢弃报文告警功能。

图 6-265 配置防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击组网图



配置思路

采用如下的思路配置防止攻击者通过改变 CHADDR 值攻击：

1. 使能全局和接口下的 DHCP Snooping 功能。
2. 在用户侧接口配置 CHADDR 值检查。
3. 配置告警功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 发出告警的阈值

说明

以下配置步骤中，只列出了和 DHCP Snooping 配置相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置 DHCP Snooping 功能

使能全局 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] dhcp snooping enable
```

使能用户侧接口的 DHCP Snooping 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping enable
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 2 配置用户侧接口的 CHADDR 检查功能

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping check mac-address enable
```

步骤 3 配置告警功能

使能告警功能。

```
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping alarm mac-address enable
```

配置告警阈值。

```
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
```

步骤 4 验证配置结果

在 Switch 上执行 **display dhcp snooping configuration** 命令可以看到全局和接口视图下已经使能 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> display dhcp snooping configuration
#
dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
#
```

----结束

配置文件

```
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

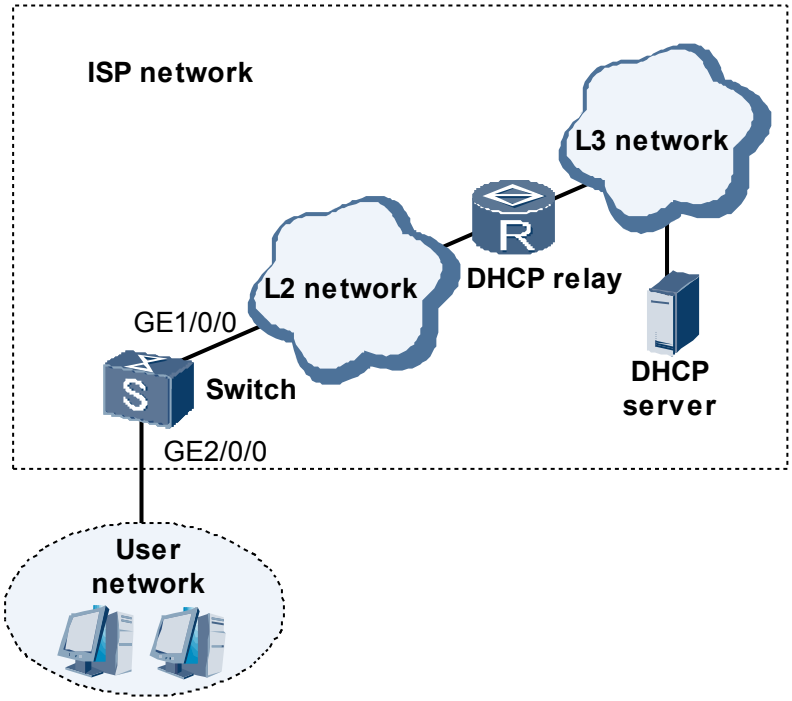
配置防止仿冒 DHCP 续租报文攻击示例

介绍防止仿冒 DHCP 续租报文攻击的基本配置过程，包括配置 DHCP Snooping 绑定表工作模式、配置丢弃报文告警功能和配置 Option82 功能。

组网需求

如图 6-266 所示，Switch 应用在用户网络和 ISP 的二层网络之间。为防止攻击者仿冒 DHCP 续租报文，要求在 Switch 上应用 DHCP Snooping 功能，建立 DHCP Snooping 绑定表，检查接收到的 DHCP Request 报文，只有和绑定表中的内容一致的报文才被转发，否则将被丢弃。同时使能丢弃报文告警功能。

图 6-266 配置防止仿冒 DHCP 续租攻击组网图



配置思路

采用如下的思路配置防止攻击者仿冒 DHCP 续租报文攻击的示例：

1. 在全局视图和接口视图下使能 DHCP Snooping。
2. 使用 DHCP Snooping 绑定表工作模式，对 DHCP Request 报文进行匹配绑定检查。
3. 配置丢弃报文告警功能。
4. 配置 Option82，建立精确的绑定表信息。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 各接口所属的 VLAN。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 允许转发的静态 IP 地址。
- 发出告警的阈值。

说明

以下配置步骤中，只列出了和 DHCP Snooping 配置相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置 DHCP Snooping 功能

使能全局 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] dhcp snooping enable
```

使能用户侧接口的 DHCP Snooping 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping enable
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 2 配置报文检查功能

在用户侧接口配置 DHCP Request 报文检查。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping check user-bind enable
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 查看 DHCP snooping 绑定表

执行 **display dhcp snooping user-bind all** 命令可以看到所有 DHCP 用户绑定表项。

```
<Quidway> display dhcp snooping user-bind all
DHCP Dynamic Bind-table:
Flags:O - outer vlan ,I - inner vlan ,P - map vlan
IP Address       MAC Address     VSI/VLAN(O/I/P) Interface      Lease
-------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.3         0000-005e-008a   3 /--  /--      GE2/0/0        2010.08.14-12:58
-------------------------------------------------------------------------------
print count:           1         total count:           1
```

步骤 4 配置告警功能

使能告警功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping alarm user-bind enable
```

配置告警阈值。

```
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
```

步骤 5 配置 Option82 功能

在用户侧接口配置插入 Option82 选项。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp option82 insert enable
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 6 验证配置结果

在 Switch 上执行 **display dhcp snooping configuration** 命令可以看到全局和接口视图下已经使能 DHCP Snooping 功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> display dhcp snooping configuration
#
dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
#
```

执行 **display dhcp option82 configuration interface** 命令可以看到接口下配置了 Option82 插入功能。

```
<Quidway> display dhcp option82 configuration interface gigabitethernet 2/0/0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp option82 insert enable
#
```

----结束

配置文件

```
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
#
 user-bind static ip-address 10.1.1.3 mac-address 0000-005e-008a interface gigabitethernet 2/0/0
vlan 3
#
interface gigabitethernet 2/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
 dhcp option82 insert enable
#
return
```

配置限制 DHCP 报文上送速率示例

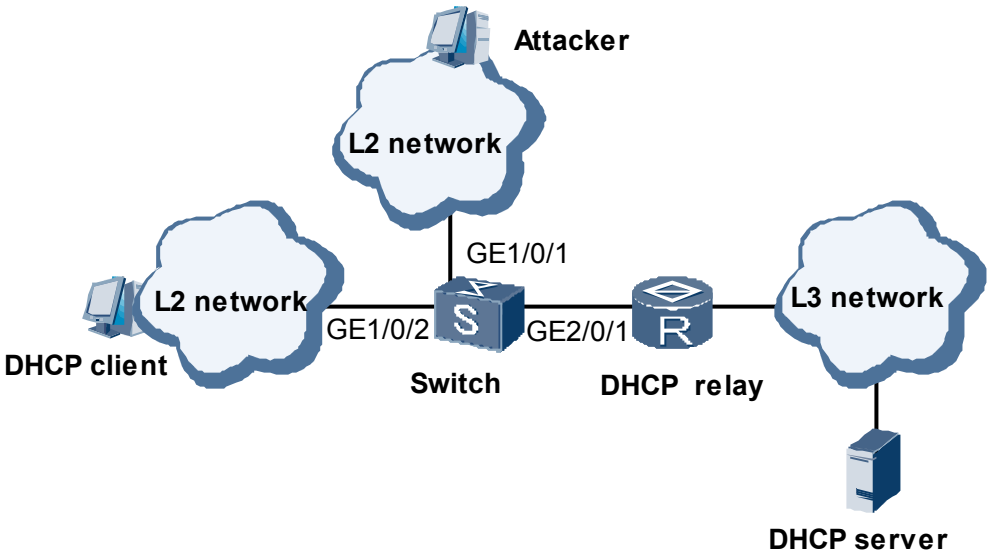
介绍限制 DHCP 报文上送速率的基本配置过程，包括配置 DHCP 报文上送协议栈的速率和配置报文限速告警功能。

组网需求

当网络中存在攻击者通过大量发送 DHCP Request 或 Reply 报文进行攻击时，会造成 Switch 处理资源紧张，合法用户的请求得不到及时处理。如图 6-267 所示，为了防止大量发送 DHCP 报文的攻击，需要在 Switch 上配置 DHCP Snooping 功能，控制 DHCP 报文的上送速率，同时使能报文限速告警功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-267 配置限制 DHCP 报文的上送速率组网图



配置思路

采用如下的思路配置防止攻击者发送大量 DHCP 报文攻击的示例：

1. 在全局视图和接口视图下使能 DHCP Snooping。
2. 配置 DHCP 报文上送协议栈的速率。
3. 配置报文限速告警功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- DHCP 报文的上送速率
- 发出告警的阈值

说明

以下配置步骤中，只列出了和 DHCP Snooping 配置相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置 DHCP Snooping 功能

使能全局 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] dhcp snooping enable
```

使能用户侧接口的 DHCP Snooping 功能。GE1/0/2 和 GE1/0/1 的配置步骤一样，此处省略。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] dhcp snooping enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 2 配置 DHCP 报文上送速率限制

使能 DHCP 报文速率检查功能。

```
[Quidway] dhcp snooping check dhcp-rate enable
```

配置 DHCP 报文的上送速率。

```
[Quidway] dhcp snooping check dhcp-rate 90
```

步骤 3 配置告警功能

使能告警功能。

```
[Quidway] dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
```

配置告警阈值。

```
[Quidway] dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
```

步骤 4 验证配置结果

在 Switch 上执行 **display dhcp snooping configuration** 命令，可以看到全局视图下已经使能 DHCP Snooping 功能和报文限速告警功能。

```
[Quidway] display dhcp snooping configuration
#
dhcp snooping enable
dhcp snooping check dhcp-rate enable
dhcp snooping check dhcp-rate 90
dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 dhcp snooping enable
#
```

----结束

配置文件

```
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check dhcp-rate enable
 dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
 dhcp snooping check dhcp-rate 90
 dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 dhcp snooping enable
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置在二层网络中应用 DHCP Snooping 示例

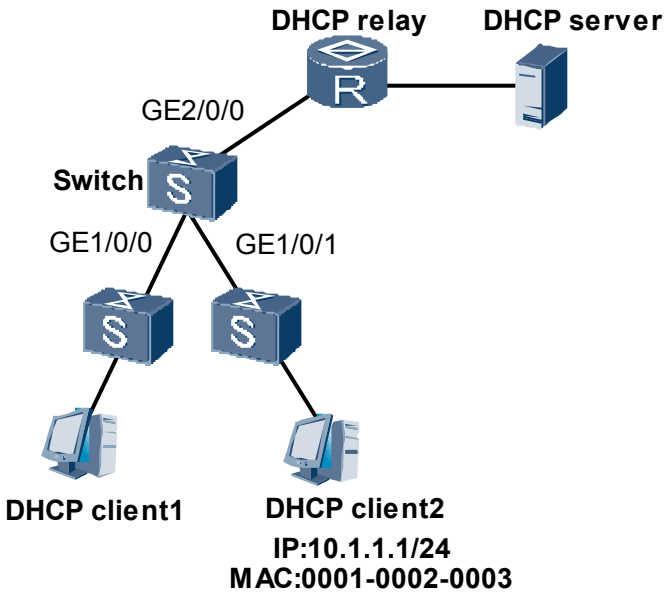
介绍二层网络中应用 DHCP Snooping 的基本配置过程，包括配置信任接口、配置对 DHCP 报文的检查功能、配置 DHCP 报文上送速率限制和配置 Option82 功能等。

组网需求

如图 6-268 所示，DHCP Client 通过 VLAN10 接入 Switch。其中 DHCP Client1 使用动态分配的 IP 地址；DHCP Client2 使用静态分配的 IP 地址。要求在 Switch 的用户侧接口 GE1/0/0 和 GE1/0/1 上配置 DHCP Snooping 功能，以防止以下类型的攻击：

- DHCP Server 仿冒者攻击
- 改变 CHADDR 值的 DoS 攻击
- 仿冒 DHCP 续租报文攻击
- 大量发送 DHCP 请求报文

图 6-268 配置 DHCP Snooping 功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置 DHCP Snooping 的基本功能：

1. 在全局视图和接口视图下使能 DHCP Snooping。
2. 配置 Trusted/Untrusted 接口，防止 DHCP Server 仿冒者攻击。
3. 配置 DHCP Snooping 绑定表，对 DHCP 请求报文进行匹配绑定检查，防止仿冒 DHCP 续租报文攻击。
4. 配置 CHADDR 值检查，防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击。
5. 配置 DHCP 报文上送协议栈的速率，防止 DHCP 请求报文攻击。
6. 配置 Option82 功能，建立精确的绑定表信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

7. 配置丢弃报文告警和报文限速告警功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 接口所属的 VLAN：VLAN 10。
- 接口的 Trusted/Untrusted 模式：GE1/0/0、GE1/0/1 为 Untrusted 模式，GE2/0/0 为 Trusted 模式。
- 允许转发的静态 IP 地址：10.1.1.1/24，对应的 MAC 地址：0001-0002-0003。
- DHCP 报文上送协议栈的速率：90。
- Option82 功能的模式：**insert**。
- 丢弃报文告警阈值：120。
- 报文限速告警阈值：80。

说明

以下配置步骤中，只列出了和 DHCP Snooping 配置相关的命令。

操作步骤

步骤 1 使能 DHCP Snooping 功能

使能全局 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] dhcp snooping enable
```

使能用户侧接口的 DHCP Snooping 功能。以 GE1/0/0 接口为例，GE1/0/1 的配置相同，此处省略。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 2 配置 Trusted 接口

将连接 DHCP Server 侧的接口配置为“Trusted”，将连接 DHCP Clinet 侧的所有接口使能 DHCP Snooping（如果用户侧接口没有配置“Trusted”模式，那么使能了接口的 Snooping 特性后，接口模式默认为“Untrusted”），这样可以防止 DHCP Server 仿冒者攻击。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping trusted
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 配置对 DHCP 报文的检查

在 DHCP Clinet 侧的接口配置进行 DHCP 请求报文检查，这样可以防止仿冒 DHCP 续租报文的攻击。以 GE1/0/0 接口为例，GE1/0/1 的配置相同，此处省略。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping check user-bind enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

在 DHCP Clinet 侧的接口配置进行 CHADDR 检查，这样可以防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击。以 GE1/0/0 接口为例，GE1/0/1 的配置相同，此处省略。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping check mac-address enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 4 查看 DHCP snooping 绑定表

执行命令 **display dhcp snooping user-bind all** 可以查看静态用户绑定表项。

```
<Quidway> display dhcp snooping user-bind all
DHCP Dynamic Bind-table:
Flags:O - outer vlan ,I - inner vlan ,P - map vlan
IP Address       MAC Address     VSI/VLAN(O/I/P) Interface      Lease
--------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.1        0001-0002-0003   10 /--  /--     GE1/0/1        2010.08.14-12:58
--------------------------------------------------------------------------------
print count:           1         total count:           1
```

步骤 5 配置 DHCP 报文上送速率限制

配置 DHCP 上送速率检查，这样可以防止 DHCP 请求报文攻击。

```
[Quidway] dhcp snooping check dhcp-rate enable
[Quidway] dhcp snooping check dhcp-rate 90
```

步骤 6 配置 Option82 功能

在 DHCP Clinet 侧接口配置 Option82 功能。以 GE1/0/0 接口为例，GE1/0/1 的配置相同，此处省略。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp option82 insert enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 7 配置告警功能

使能丢弃报文告警功能，并配置丢弃报文告警阈值。以 GE1/0/0 接口为例，GE1/0/1 的配置相同，此处省略。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm mac-address enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm user-bind enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm untrust-reply enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

使能报文限速告警功能，并配置报文限速告警阈值。

```
[Quidway] dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
[Quidway] dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
```

步骤 8 验证配置结果

在 Switch 上执行 **display dhcp snooping configuration** 命令可以看到全局已经使能 DHCP Snooping 功能。

```
[Quidway] display dhcp snooping configuration
#
dhcp snooping enable
dhcp snooping check dhcp-rate enable
dhcp snooping check dhcp-rate 90
dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping trusted
#
```

执行 **display dhcp snooping interface** 命令可以看到接口下的 DHCP Snooping 信息。

```
[Quidway] display dhcp snooping interface gigabitethernet 1/0/0
DHCP snooping running information for interface GigabitEthernet1/0/0 :
 DHCP snooping                             : Enable
 Trusted interface                         : No
 Dhcp user max number                      : 32768    (default)
 Current dhcp user number                  : 0
 Check dhcp-giaddr                         : Disable  (default)
 Check dhcp-chaddr                         : Enable
 Alarm dhcp-chaddr                         : Enable
 Alarm dhcp-chaddr threshold               : 120
 Discarded dhcp packets for check chaddr   : 0
 Check dhcp-request                        : Enable
 Alarm dhcp-request                        : Enable
 Alarm dhcp-request threshold              : 120
 Discarded dhcp packets for check request  : 0
 Check dhcp-rate                           : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate                           : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate threshold                 : 80
 Discarded dhcp packets for rate limit     : 0
 Alarm dhcp-reply                          : Enable
 Alarm dhcp-reply threshold                : 120
 Discarded dhcp packets for check reply    : 0
[Quidway] display dhcp snooping interface gigabitethernet 2/0/0
DHCP snooping running information for interface GigabitEthernet2/0/0 :
 DHCP snooping                             : Disable  (default)
 Trusted interface                         : Yes
 Dhcp user max number                      : 32768    (default)
 Current dhcp user number                  : 0
 Check dhcp-giaddr                         : Disable  (default)
 Check dhcp-chaddr                         : Disable  (default)
 Alarm dhcp-chaddr                         : Disable  (default)
 Check dhcp-request                        : Disable  (default)
 Alarm dhcp-request                        : Disable  (default)
 Check dhcp-rate                           : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate                           : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate threshold                 : 80
 Discarded dhcp packets for rate limit     : 0
 Alarm dhcp-reply                          : Disable  (default)
```

执行 **display dhcp option82 interface configuration** 命令可以查看接口下 Option82 的配置。

```
[Quidway] display dhcp option82 configuration interface gigabitethernet 1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dhcp option82 insert enable
#
```

----结束

配置文件

```
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check dhcp-rate enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 dhcp snooping check dhcp-rate alarm enable
 dhcp snooping check dhcp-rate 90
 dhcp snooping check dhcp-rate alarm threshold 80
#
 user-bind static ip-address 10.1.1.1 mac-address 0001-0002-0003 interface gigabitethernet 1/0/1
vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
 dhcp option82 insert enable
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
 dhcp option82 insert enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping trusted
#
return
```

配置在 DHCP Relay 上应用 DHCP Snooping 示例

介绍在 DHCP Relay 上应用 DHCP Snooping 的基本配置过程，包括配置信任接口、配置对 DHCP 报文的检查功能、配置 DHCP 报文上送速率限制和配置 Option82 功能等。

组网需求

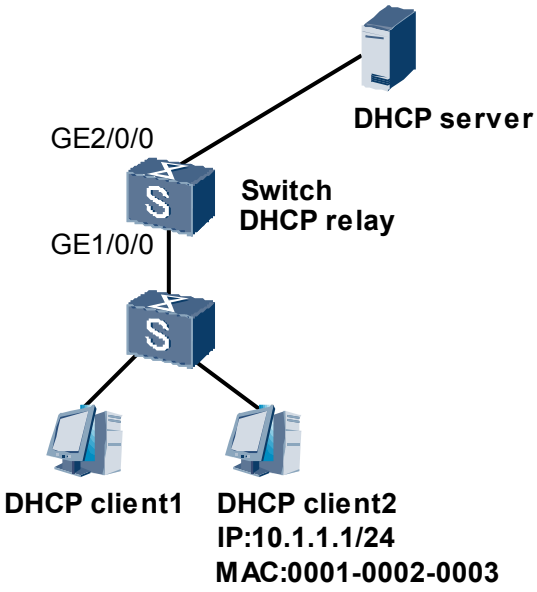
如图 6-269 所示，Switch 连接 DHCP Server 和 DHCP Client，其 DHCP Relay 的基本功能已经使能。图中 DHCP Clinet1 使用动态分配的 IP 地址，DHCP Client2 使用静态分配的 IP 地址。要求在 Switch 上配置 DHCP Snooping 功能，以防止以下类型的攻击：

- DHCP Server 仿冒者攻击
- 改变 CHADDR 值的 DoS 攻击
- 仿冒 DHCP 续租报文攻击
- 大量发送 DHCP Request 报文

此外还要求，当用户申请到 IP 地址后发生异常下线，系统可以自动感知，并会自动删除绑定表中的绑定关系并通知 DHCP Server 释放 IP 地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-269 配置 DHCP Relay 上应用 DHCP Snooping 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 DHCP Relay 上 DHCP Snooping 的基本功能：

1. 在全局视图和接口视图下使能 DHCP Snooping。
2. 配置 Trusted/Untrusted 接口，防止 DHCP Server 仿冒者攻击。
3. 配置 DHCP Snooping 绑定表，对 DHCP Request 报文进行匹配绑定检查，仿冒 DHCP 续租报文攻击。
4. 配置 CHADDR 值检查，防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击。
5. 配置 DHCP 报文上送协议栈的速率，防止 DHCP Request 报文攻击。
6. 配置 Option82 功能，建立精确的绑定表信息。
7. 配置丢弃报文告警和报文限速告警功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 接口所属的 VLAN：GE1/0/0 为 VLAN10，GE2/0/0 为 VLAN20。
- 允许转发的静态 IP 地址：10.1.1.1/24，对应的 MAC 地址：0001-0002-0003。
- 接口的 Trusted/Untrusted 模式：GE1/0/0 为 Untrusted 模式，GE2/0/0 为 Trusted 模式。
- DHCP 报文上送 CPU 的速率：90。
- Option82 功能的模式：**insert**。
- 丢弃报文告警阈值：120。
- 报文限速告警阈值：80。

版权所有 © 华为技术有限公司

说明

以下配置步骤中，只列出了和 DHCP Snooping 配置相关的命令。

DHCP Relay 的配置，请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 业务》中配置 DHCP 中继。

操作步骤

步骤 1 使能 DHCP Snooping 功能

使能全局的 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] dhcp snooping enable
```

使能用户侧接口的 DHCP Snooping 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 2 配置 Trusted 接口

将连接 DHCP Server 侧的接口配置为“Trusted”，将连接 DHCP Clinet 侧的接口使能 DHCP Snooping（如果用户侧接口没有配置“Trusted”模式，那么使能了接口的 Snooping 特性后，接口模式默认为“Untrusted”），这样可以防止 DHCP Server 仿冒者攻击。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping trusted
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 3 配置对特定报文的检查

在 DHCP Clinet 侧的接口进行 DHCP Request 报文检查，这样可以防止仿冒 DHCP 续租报文的攻击。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping check user-bind enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

在 DHCP Clinet 侧的接口进行 CHADDR 检查，这样可以防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping check mac-address enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 4 配置 DHCP 报文上送速率限制

配置 DHCP 上送速率检查，这样可以防止 DHCP Request 报文攻击。

```
[Quidway] dhcp snooping check dhcp-rate enable
[Quidway] dhcp snooping check dhcp-rate 90
```

步骤 5 配置 Option82 功能

在 DHCP Clinet 侧接口配置 Option82 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp option82 insert enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 6 配置告警功能

使能丢弃报文告警功能，并配置丢弃报文告警阈值。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm user-bind enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm mac-address enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm untrust-reply enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

使能报文限速告警功能，并配置报文限速告警阈值。

```
[Quidway] dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
[Quidway] dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
```

步骤 7 配置 ARP 与 DHCP Snooping 联动

系统将对 DHCP Snooping 表项中到达老化时间并且 ARP 表项中也不存在的 IP 地址进行 ARP 探测。如果在规定的探测次数内探测不到用户，则系统会删除绑定表中的绑定关系并通知 DHCP Server 释放 IP 地址。

```
[Quidway] arp dhcp-snooping-detect enable
```

步骤 8 验证配置结果

在 Switch 上执行 **display dhcp snooping configuration** 命令可以看到全局和接口视图下已经使能 DHCP Snooping 功能，并查看告警的统计信息。

```
[Quidway] display dhcp snooping configuration
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check dhcp-rate enable
 dhcp snooping check dhcp-rate alarm enable
 dhcp snooping check dhcp-rate 90
 dhcp snooping check dhcp-rate alarm threshold 80
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
 dhcp option82 insert enable
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping trusted
#
```

执行 **display dhcp snooping interface** 命令可以看到接口下的 DHCP Snooping 信息。

```
[Quidway] display dhcp snooping interface gigabitethernet 1/0/0
DHCP snooping running information for interface GigabitEthernet1/0/0 :
 DHCP snooping                          : Enable
 Trusted interface                      : No
 Dhcp user max number                   : 32768    (default)
 Current dhcp user number               : 0
 Check dhcp-giaddr                      : Disable  (default)
 Check dhcp-chaddr                      : Enable
 Alarm dhcp-chaddr                      : Enable
 Alarm dhcp-chaddr threshold            : 120
 Discarded dhcp packets for check chaddr  : 0
 Check dhcp-request                     : Enable
 Alarm dhcp-request                     : Enable
 Alarm dhcp-request threshold           : 120
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Discarded dhcp packets for check request : 0
 Check dhcp-rate                          : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate                          : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate threshold                : 80
 Discarded dhcp packets for rate limit    : 0
 Alarm dhcp-reply                         : Enable
 Alarm dhcp-reply threshold               : 120
 Discarded dhcp packets for check reply   : 0
[Quidway] display dhcp snooping interface gigabitethernet 2/0/0
DHCP snooping running information for interface GigabitEthernet2/0/0 :
 DHCP snooping                            : Disable  (default)
 Trusted interface                        : Yes
 Dhcp user max number                     : 32768    (default)
 Current dhcp user number                 : 0
 Check dhcp-giaddr                        : Disable  (default)
 Check dhcp-chaddr                        : Disable  (default)
 Alarm dhcp-chaddr                        : Disable  (default)
 Check dhcp-request                       : Disable  (default)
 Alarm dhcp-request                       : Disable  (default)
 Check dhcp-rate                          : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate                          : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate threshold                : 80
 Discarded dhcp packets for rate limit    : 0
 Alarm dhcp-reply                         : Disable  (default)
```

执行命令 **display dhcp snooping user-bind all** 可以查看静态用户绑定表项。

```
[Quidway] display dhcp snooping user-bind all
DHCP Dynamic Bind-table:
Flags:O - outer vlan ,I - inner vlan ,P - map vlan
IP Address       MAC Address     VSI/VLAN(O/I/P) Interface      Lease
-------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.1         0001-0002-0003   10 /--  /--     GE1/0/0        2010.08.14-12:58
-------------------------------------------------------------------------------
print count:           1         total count:           1
```

执行 **display dhcp option82 interface** 命令可以查看接口下 Option82 的配置。

```
[Quidway] display dhcp option82 configuration interface gigabitethernet 1/0/0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dhcp option82 insert enable
#
```

----结束

配置文件

```
#
 vlan batch 10
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping check dhcp-rate enable
 dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
 dhcp snooping check dhcp-rate 90
 dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
 dhcp option82 insert enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 dhcp snooping trusted
#
 arp dhcp-snooping-detect enable
#
return
```

配置 VPLS 网络中应用 DHCP Snooping 示例

介绍 VPLS 网络中应用 DHCP Snooping 的基本配置过程，包括部署 VPLS 和部署 DHCP Snooping。

组网需求

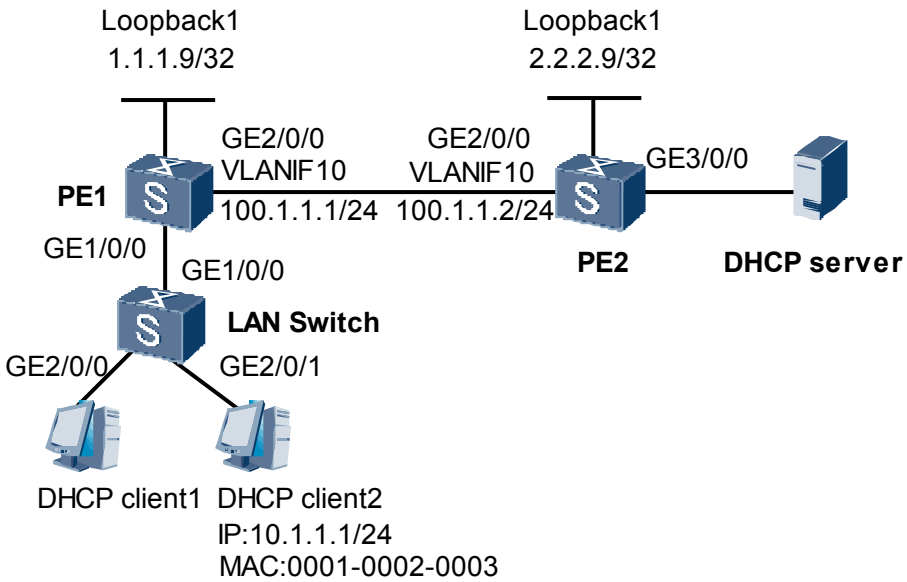
如图 6-270 所示，DHCP Client 通过 LAN Switch 接入 VPLS 网络，PE1 与 PE2 之间通过公网 VPLS 互连。在 PE1 上配置 DHCP Snooping 功能，将 DHCP Client 侧的接口配置为 untrusted 模式，DHCP Server 侧的接口配置为 trusted 模式。

此外，设备 PE1 可以防止以下类型的攻击：

- DHCP Server 仿冒者攻击
- 改变 CHADDR 值的 DoS 攻击
- 仿冒 DHCP 续租报文攻击
- 大量发送 DHCP Request 报文

其中 DHCP Clinet1 使用动态分配的 IP 地址,DHCP Client2 使用静态分配的 IP 地址。

图 6-270 配置 VPLS 网络中应用 DHCP Snooping 组网图



说明

由于用户是通过二层网络 VPLS 向 DHCP 服务器申请 IP 地址，所以在上述组网图中无需 DHCP Relay 设备。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 VPLS 网络中应用 DHCP Snooping 的基本功能：

1. 部署 VPLS，具体包括：
   - 在骨干网上配置路由协议，使骨干网各路由器实现互通。
   - 配置 MPLS 基本能力，在 PE 设备之间建立 LSP 路径。
   - PE 上使能 MPLS L2VPN。
   - 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 LDP，然后将 VSI 与 AC 接口绑定。
2. 部署 DHCP Snooping，具体包括：
   - 在全局视图和接口视图下使能 DHCP Snooping 功能，并使能全局 DHCP Snooping over VPLS。
   - 配置 Trusted/Untrusted 接口，防止 DHCP Server 仿冒者攻击。
   - 配置最大用户数限制，防止非法用户恶意申请 IP 地址，导致合法用户无法成功申请 IP 地址。
   - 配置 CHADDR 值检查，防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击。
   - 对 DHCP Request 报文进行匹配绑定检查，防止仿冒 DHCP 续租报文攻击。
   - 配置 Option82，建立精确的绑定表信息。
   - 配置告警的功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 允许转发的静态 IP 地址
- 最大用户数
- 发出告警的阈值
- VSI 名称及 VSI ID
- 对等体的 IP 地址及建立对等体时使用的隧道策略
- 绑定 VSI 的接口

说明

以下举例中只给出了 Switch 配置步骤，其他设备的配置请参见各自的操作指导。

操作步骤

步骤 1 部署 VPLS

1. 配置 MPLS 骨干网的 IGP，本示例中使用 OSPF 协议发布路由信息。

   如图 6-270 所示，配置 PE 各个接口的地址。

   # 配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 24
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] ospf
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
<PE2 system-view
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE2] interface vlanif 10
[PE2-Vlanif10] ip address 100.1.1.2 24
[PE2-Vlanif10] quit
[PE2] ospf
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

配置完成后，在 PE1 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由，并能够互相 ping 通。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
      Routing Tables: Public
      Destinations : 6        Routes : 6

      Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

      1.1.1.9/32          Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      2.2.2.9/32          OSPF   10   1           D  100.1.1.2       Vlanif10
      100.1.1.0/24        Direct 0    0           D  100.1.1.1       vlanif10
      100.1.1.1/32        Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.0/8         Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32        Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
<PE1> ping 2.2.2.9
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=1 ms

  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 1/1/2 ms
```

2. 在 MPLS 骨干网上使能 MPLS 基本能力和 LDP。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 2.2.2.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 10
[PE2-Vlanif10] mpls
[PE2-Vlanif10] mpls ldp
[PE2-Vlanif10] quit
```

配置完成后，在 PE1 和 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 PE2 之间的对等体的 Status 项为“**Operational**”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display mpls ldp session
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID             Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU   Passive  000:00:01   7/6
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.

<PE1> display mpls ldp lsp
LDP LSP Information
 -------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop         OutInterface
 -------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9/32         3/NULL         100.1.1.1       127.0.0.1       InLoop0
 2.2.2.9/32         NULL/3         -               100.1.1.2       Vlanif1
 -------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A '*' before an LSP means the LSP is not established
 A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A '*' before a UpstreamPeer means the session is in GR state
 A '*' before a DS means the session is in GR state
 A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

3. 在 PE 上使能 MPLS L2VPN。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
```

4. 创建 VSI，指定 VSI 的信令为 LDP。

配置 PE1。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] vsi v123 static
[PE1-vsi-v123] pwsignal ldp
[PE1-vsi-v123-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-v123-ldp] peer 2.2.2.9
[PE1-vsi-v123-ldp] quit
[PE1-vsi-v123] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi v123 static
[PE2-vsi-v123] pwsignal ldp
[PE2-vsi-v123-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-v123-ldp] peer 1.1.1.9
[PE2-vsi-v123-ldp] quit
[PE2-vsi-v123] quit
```

5. 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定。

配置 PE1。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-typ trunk
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 20
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] l2 binding vsi v123
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 PE2。

```
[PE1] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port link-typ trunk
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port trunk allow-pass vlan 30
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] l2 binding vsi v123
[PE2-Vlanif30] quit
```

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name v123 verbose** 命令，可以看到名字为 v123 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 Up。

```
<PE1> display vsi name v123 verbose

***VSI Name               : v123
    Administrator VSI     : no
    Isolate Spoken        : disable
    VSI Index             : 0
    PW Signaling          : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style    : unqualify
    Encapsulation Type    : vlan
    MTU                   : 1500
    Diffserv Mode         : uniform
    Mpls Exp              : --
    DomainId              : 255
    Domain Name           :
    Ignore AcState        : disable
    P2P VSI               : disable
    Create Time           : 0 days, 0 hours, 4 minutes, 46 seconds
    VSI State             : up

    VSI ID                : 2
   *Peer Router ID        : 2.2.2.9
    primary or secondary  : primary
    ignore-standby-state  : no
    VC Label              : 1024
    Peer Type             : dynamic
    Session               : down
    Tunnel ID             :
    Broadcast Tunnel ID   : 0x0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Broad BackupTunnel ID  : 0x0
CKey                   : 2
NKey                   : 1
Stp Enable             : 0
PwIndex                : 0

Interface Name         : Vlanif20
State                  : down
Access Port            : false
Last Up Time           : 0000/00/00 00:00:00
Total Up Time          : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 0 seconds
```

步骤 2 部署 DHCP Snooping。

1. 使能 DHCP Snooping 功能。

   使能全局和接口的 DHCP Snooping 功能。

   # 配置 PE1。

   ```
   [PE1] dhcp enable
   [PE1] dhcp snooping enable
   [PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
   [PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping enable
   [PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
   [PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
   [PE1-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping enable
   [PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
   ```

   使能全局 DHCP Snooping over VPLS 功能。

   # 配置 PE1。

   ```
   [PE1] dhcp snooping over-vpls enable
   ```

2. 配置 Trusted 接口。

   # 配置 PE1。

   将连接 DHCP Server 侧的接口配置为“Trusted”，将连接 DHCP Clinet 侧的所有接口使能 DHCP snooping（如果用户侧接口没有配置“Trusted”模式，那么使能了接口的 DHCP Snooping 功能后，接口模式默认为“Untrusted”），这样可以防止 DHCP Server 仿冒者攻击。

   ```
   [PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
   [PE1-GigabitEthernet2/0/0] dhcp snooping trusted
   [PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
   ```

3. 配置 DHCP Snooping 绑定表。

   # 配置 PE1。

   在 DHCP Clinet 侧的接口进行最大用户数限制，防止非法用户恶意申请 IP 地址，导致合法用户无法成功申请 IP 地址。

   ```
   [PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
   [PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping max-user-number 3000
   [PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
   ```

   配置静态绑定表项。对于使用静态 IP 的用户，需要手动配置 DHCP Snooping 静态绑定表表项。

   ```
   [PE1] user-bind static ip-address 10.1.1.1 mac-address 0001-0002-0003 interface
   gigabitethernet 1/0/0 vlan 20
   ```

4. 配置对特定报文的检查。

   # 配置 PE1。

版权所有 © 华为技术有限公司

在 DHCP Clinet 侧的接口进行 DHCP Request 报文检查，防止仿冒 DHCP 续租报文的攻击。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping check user-bind enable
```

在 DHCP Clinet 侧的接口进行 CHADDR 检查，防止改变 CHADDR 值的 DoS 攻击攻击。

```
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping check mac-address enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

5. 配置 Option82。

   # 配置 PE1。

   配置 DHCP 报文中携带接口信息，以便建立精确的绑定表信息。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp option82 insert enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

6. 配置告警功能。

   # 配置 PE1。

   使能丢弃报文告警功能，并配置丢弃报文告警阈值。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm user-bind enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm mac-address enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm untrust-reply enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

   使能报文限速告警功能，并配置报文限速告警阈值。

```
[PE1] dhcp snooping check dhcp-rate enable
[PE1] dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
[PE1] dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
```

步骤 3 验证配置结果

配置完成后，用户能够动态申请到 IP 地址，并且 PE1 设备上生成动态绑定表。

在 PE1 上执行 **display dhcp snooping configuration** 命令可以看到全局和接口视图下已经使能 DHCP Snooping 功能，并查看告警的统计信息。

```
<PE1> display dhcp snooping configuration
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping over-vpls enable
 dhcp snooping check dhcp-rate enable
 dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
 dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
 user-bind static ip-address 10.1.1.1 mac-address 0001-0002-0003 interface GigabitEthernet1/0/0 vlan
20
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
 dhcp snooping enable
 dhcp option82 insert enable
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
 dhcp snooping max-user-number 3000
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping trusted
#
```

在 PE1 上执行 **display dhcp snooping interface** 命令可以看到接口下的 DHCP Snooping 信息。

```
<PE1> display dhcp snooping interface gigabitethernet 1/0/0
DHCP snooping running information for interface GigabitEthernet1/0/0 :
 DHCP snooping                           : Enable
 Trusted interface                       : No
 Dhcp user max number                    : 3000
 Current dhcp user number                : 0
 Check dhcp-giaddr                       : Disable  (default)
 Check dhcp-chaddr                       : Enable
 Alarm dhcp-chaddr                       : Enable
 Alarm dhcp-chaddr threshold             : 120
 Discarded dhcp packets for check chaddr  : 0
 Check dhcp-request                      : Enable
 Alarm dhcp-request                      : Enable
 Alarm dhcp-request threshold            : 120
 Discarded dhcp packets for check request : 0
 Check dhcp-rate                         : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate                         : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate threshold               : 80
 Discarded dhcp packets for rate limit    : 0
 Alarm dhcp-reply                        : Enable
 Alarm dhcp-reply threshold              : 120
 Discarded dhcp packets for check reply   : 0

<PE1> display dhcp snooping interface gigabitethernet 2/0/0
DHCP snooping running information for interface GigabitEthernet2/0/0 :
 DHCP snooping                           : Disable  (default)
 Trusted interface                       : Yes
 Dhcp user max number                    : 32768    (default)
 Current dhcp user number                : 0
 Check dhcp-giaddr                       : Disable  (default)
 Check dhcp-chaddr                       : Disable  (default)
 Alarm dhcp-chaddr                       : Disable  (default)
 Check dhcp-request                      : Disable  (default)
 Alarm dhcp-request                      : Disable  (default)
 Check dhcp-rate                         : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate                         : Disable  (default)
 Alarm dhcp-rate threshold               : 80
 Discarded dhcp packets for rate limit    : 0
 Alarm dhcp-reply                        : Disable  (default)
```

在 PE1 上执行 **display dhcp snooping user-bind all** 命令可以查看静态用户绑定表项。

```
<PE1> display dhcp snooping user-bind all
DHCP Dynamic Bind-table:
Flags:O - outer vlan ,I - inner vlan ,P - map vlan
IP Address       MAC Address     VSI/VLAN(O/I/P) Interface      Lease
-------------------------------------------------------------------------------
10.1.1.1        0001-0002-0003   20 /--  /--     GE1/0/0        2010.08.14-12:58
-------------------------------------------------------------------------------
print count:           1         total count:           1
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 dhcp enable
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping over-vpls enable
 dhcp snooping check dhcp-rate enable
 dhcp snooping alarm dhcp-rate enable
 dhcp snooping alarm dhcp-rate threshold 80
 user-bind static ip-address 10.1.1.1 mac-address 0001-0002-0003 interface
GigabitEthernet1/0/0 vlan 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v123 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 2.2.2.9
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 l2 binding vsi v123
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
 dhcp snooping enable
 dhcp option82 insert enable
 dhcp snooping check user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind enable
 dhcp snooping alarm user-bind threshold 120
 dhcp snooping check mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address enable
 dhcp snooping alarm mac-address threshold 120
 dhcp snooping alarm untrust-reply enable
 dhcp snooping alarm untrust-reply threshold 120
 dhcp snooping max-user-number 3000
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping trusted
#
 interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
 network 1.1.1.9 0.0.0.0
 network 100.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 10 30
#
mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v123 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.10.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 l2 binding vsi v123
#
interface GigabitEthernet2/0/10
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
 interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

6.8.4 配置 IP Source Guard

介绍 IP Source Guard 的原理和配置方法，并给出配置举例。

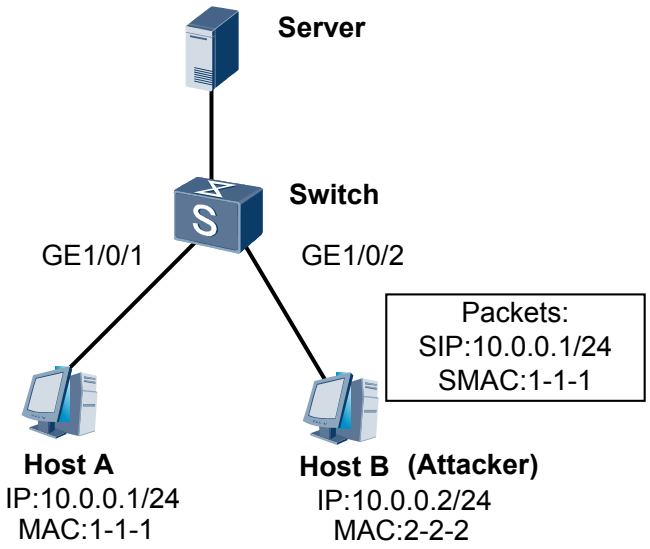
配置 IP Source Guard 示例

组网需求

如图 6-271 所示，HostA 与 HostB 分别与 Switch 的 GE1/0/1 和 GE1/0/2 接口相连。要求在 Switch 上配置 IP Source Guard 功能，使 HostB 不能仿冒 HostA 的 IP 和 MAC 欺骗服务器，保证 HostA 的 IP 报文能正常上送。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-271 配置 IP Source Guard 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 IP Source Guard 功能（假设用户的 IP 地址是静态分配的）：

1. 接口使能 IP 报文检查功能。连接 HostA 和 HostB 的接口都需要使能该功能。
2. 配置对 IP 报文匹配检查。
3. 配置静态绑定表。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备以下数据：

- 连接 HostA 的接口：GE1/0/1；连接 HostB 的接口：GE1/0/2。
- HostA 的 IP 地址：10.0.0.1/24，MAC 地址：1-1-1
- HostA 所在 VLAN：VLAN10

说明

以下配置步骤中，只列出了和 IP Source Guard 配置相关的命令。

操作步骤

步骤 1 配置 IP 报文检查功能

在连接 HostA 的 GE1/0/1 接口使能 IP 报文检查功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] ip source check user-bind enable
```

在连接 HostA 的 GE1/0/1 接口使能 IP 报文检查告警功能。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] ip source check user-bind alarm enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] ip source check user-bind alarm threshold 200
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在连接 HostB 的 GE1/0/2 接口使能 IP 报文检查功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] ip source check user-bind enable
```

在连接 HostB 的 GE1/0/2 接口使能 IP 报文检查告警功能。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] ip source check user-bind alarm enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] ip source check user-bind alarm threshold 200
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 2 配置静态绑定表项

配置 HostA 为静态绑定表项。

```
[Quidway] user-bind static ip-address 10.0.0.1 mac-address 0001-0001-0001 interface
gigabitethernet 1/0/1 vlan 10
```

步骤 3 验证配置结果

在 Switch 上执行 **display dhcp snooping user-bind all** 命令可以查看绑定表信息。

```
<Quidway> display dhcp snooping user-bind all
DHCP static Bind-table:,Flags:O - outer vlan ,I - inner vlan ,P - map vlan
IP Address                      MAC Address     VSI/VLAN (O/I/P)  Interface
------------------------------------------------------------------------------
 10.0.0.1                        0001-0001-0001  10  /--  /--    GE1/0/1
------------------------------------------------------------------------------
print count:           1          total count:           1
```

从显示信息可知，HostA 已经配置为静态绑定表项，HostB 不在绑定表中。

----结束

配置文件

```
#
  user-bind static ip-address 10.0.0.1 mac-address 0001-0001-0001 interface GigabitEthernet 1/0/1
vlan 10
#
interface GigabitEthernet 1/0/1
 ip source check user-bind enable
 ip source check user-bind alarm enable
 ip source check user-bind alarm threshold 200
#
interface GigabitEthernet 1/0/2
 ip source check user-bind enable
 ip source check user-bind alarm enable
 ip source check user-bind alarm threshold 200
#
return
```

6.8.5 ARP 安全配置

ARP 安全通过过滤不信任的 ARP 报文以及对某些 ARP 报文进行时间戳抑制来保证网络设备的安全性和健壮性。

配置 ARP 安全功能示例

组网需求

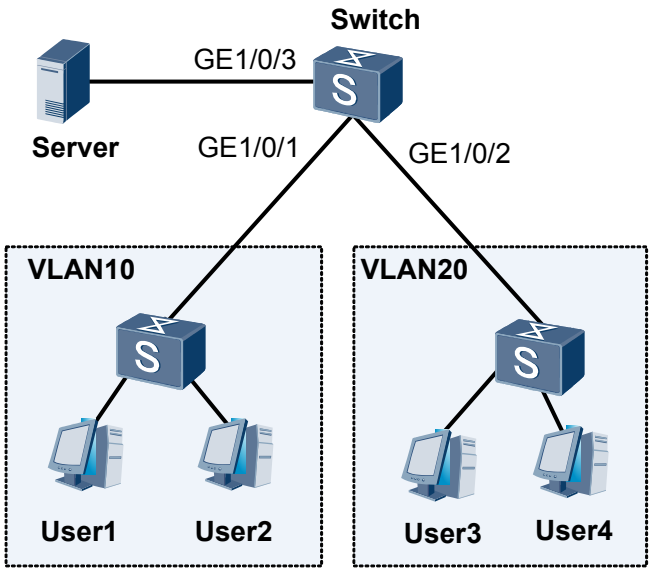
如图 6-272 所示，Switch 通过 GE1/0/3 接口连接一台服务器，通过 GE1/0/1 和 GE1/0/2 接口连接 VLAN10 和 VLAN20 下的四个用户。网络中存在的 ARP 威胁是：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 服务器可能会发出一些目的 IP 地址不可达的报文，而且这种报文相对其他普通用户的报文要多。
- 用户 User1 中病毒后，会发出大量 ARP 攻击报文，部分 ARP 报文的源 IP 地址在本网段内不停变化，部分 ARP 报文的源 IP 地址和网关 IP 地址相同。
- 用户 User3 构造大量源 IP 地址固定的 ARP 报文对网络进行攻击。
- 用户 User4 发送大量目的 IP 不可达的 IP 报文对网络进行攻击。

要求在 Switch 配置 ARP 的安全功能，能够防止以上的攻击。对 Server，需要配置其 ARP Miss 源抑制的速率比其他用户大。

图 6-272 配置 ARP 安全功能组网图



配置思路

采用如下思路配置 ARP 的安全功能：

1. 配置严格学习 ARP 表项。
2. 配置基于接口的 ARP 表项限制。
3. 配置防止 ARP 地址欺骗攻击。
4. 配置防止 ARP 网关冲突攻击。
5. 配置 ARP 报文源抑制。
6. 配置 ARP Miss 源抑制。
7. 配置对潜在的攻击行为写日志和发送告警。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 接口的 ARP 表项限制：20 个。
- 防止 User1 发起的 ARP 地址欺骗攻击方式为 **fixed-mac**。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 服务器 IP 地址：2.2.2.2/24。
- 发出大量 ARP 报文的 User4 的地址：2.2.4.2/24。
- ARP 报文速率源抑制阈值：User4 为 10pps，其他用户为 15pps。
- ARP Miss 源抑制阈值：普通用户为 20pps，对 Server 为 50pps。
- 对潜在的攻击行为写日志和发送告警的时间间隔为 300 秒。

操作步骤

步骤 1 配置严格学习 ARP 表项

```
<Quidway> system-view
[Quidway] arp learning strict
```

步骤 2 配置基于接口的 ARP 表项限制

各个接口的 ARP 表项限制为 20，以 GE1/0/1 为例，其他接口配置步骤相似。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] arp-limit vlan 10 maximum 20
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

步骤 3 配置防止 ARP 地址欺骗攻击

配置 ARP 地址欺骗防攻击方式为 **fixed-mac** 方式，防止 User1 发起的 ARP 地址欺骗攻击。

```
[Quidway] arp anti-attack entry-check fixed-mac enable
```

步骤 4 配置防止 ARP 网关冲突攻击

使能 ARP 网关冲突防攻击功能，防止 User1 发起的伪造网关地址攻击。

```
[Quidway] arp anti-attack gateway-duplicate enable
```

步骤 5 配置 ARP 报文源抑制

配置 User4 发送的 ARP 报文速率抑制阈值为 10pps。为防止所有用户误发过多 ARP 报文，配置系统的 ARP 报文速率抑制阈值为 15pps。

```
[Quidway] arp speed-limit source-ip maximum 15
[Quidway] arp speed-limit source-ip 2.2.4.2 maximum 10
```

步骤 6 配置 ARP Miss 源抑制

配置系统的 ARP Miss 源抑制阈值为 20pps，以防止较大流量目的 IP 地址不可达的 IP 报文的攻击。

```
[Quidway] arp-miss speed-limit source-ip maximum 20
```

配置 Server 的 ARP Miss 源抑制阈值为 50pps，这样既防止 Server 无意发起大流量目的 IP 地址不可达的 IP 报文的攻击；又防止在其发送的目的 IP 地址不可达的 IP 报文速率并非特别大的时候，就阻止了它的网络通信。

```
[Quidway] arp-miss speed-limit source-ip 2.2.2.2 maximum 50
```

步骤 7 配置对潜在的攻击行为写日志和发送告警

```
[Quidway] arp anti-attack log-trap-timer 300
```

步骤 8 验证配置结果

配置完成后，可以使用命令 **display arp learning strict**，查看 ARP 严格学习情况。

```
<Quidway> display arp learning strict
 The global configuration:arp learning strict
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Interface                          LearningStrictState
------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------
 Total:0
 Force-enable:0
 Force-disable:0
```

可以使用命令 **display arp-limit** 查看接口可以学习 ARP 数目的最大值。

```
<Quidway> display arp-limit interface GigabitEthernet1/0/1
 Interface                     LimitNum   VlanID     LearnedNum(Mainboard)
--------------------------------------------------------------------------
 GigabitEthernet1/0/1          20         10         0
--------------------------------------------------------------------------
 Total:1
```

可以使用命令 **display arp anti-attack configuration all** 查看当前 ARP 防攻击配置情况。

```
<Quidway> display arp anti-attack configuration all
ARP anti-attack packet-check function: disable

ARP gateway-duplicate anti-attack function: disabled

ARP anti-attack log-trap-timer: 300 second(s)
(The log and trap timer of speed-limit, default is 0 and means disabled.)

ARP anti-attack entry-check mode:
 Vlanif      Mode
------------------------------------------------------------------------------
 All         fixed-mac
------------------------------------------------------------------------------

ARP rate-limit configuration:
------------------------------------------------------------------------------
Global configuration:
Interface configuration:
Vlan configuration:
------------------------------------------------------------------------------

ARP miss rate-limit configuration:
------------------------------------------------------------------------------
Global configuration:
Interface configuration:
Vlan configuration:
------------------------------------------------------------------------------

ARP speed-limit for source-MAC configuration:
MAC-address         suppress-rate(pps)(rate=0 means function disabled)
------------------------------------------------------------------------------
All                 0
------------------------------------------------------------------------------
The number of configured specified MAC address(es) is 0, spec is 1024.

ARP speed-limit for source-IP configuration:
IP-address          suppress-rate(pps)(rate=0 means function disabled)
------------------------------------------------------------------------------
2.2.4.2             10
Others              15
------------------------------------------------------------------------------
The number of configured specified IP address(es) is 1, spec is 1024.

ARP miss speed-limit for source-IP configuration:
IP-address          suppress-rate(pps)(rate=0 means function disabled)
------------------------------------------------------------------------------
2.2.2.2/32          50
Others              20
------------------------------------------------------------------------------
The number of configured specified IP address(es) is 1, spec is 1024.
```


版权所有 © 华为技术有限公司

可以使用命令 **display arp packet statistics** 查看丢弃的 ARP 报文数目和学习到的 ARP 表项。

```
<Quidway> display arp packet statistics
AARP Pkt Received:   sum  154333
ARP-Miss Msg Received:   sum      0
ARP Learnt Count:   sum      8
ARP Pkt Discard For Limit:   sum      5
ARP Pkt Discard For SpeedLimit:   sum    0
ARP Pkt Discard For Proxy Suppress:   sum      0
ARP Pkt Discard For Other:   sum  151597
ARP-Miss Msg Discard For SpeedLimit:   sum      0
ARP-Miss Msg Discard For Other:   sum      3
```

----结束

配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
vlan batch 10 20 30
#
 arp speed-limit source-ip maximum 15
 arp-miss speed-limit source-ip maximum 20
 arp learning strict
 arp anti-attack log-trap-timer 300
#
 arp anti-attack entry-check fixed-mac enable
 arp anti-attack gateway-duplicate enable
 arp-miss speed-limit source-ip 2.2.2.2 maximum 50
 arp speed-limit source-ip 2.2.4.2 maximum 10
#
interface GigabitEthernet 1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
 arp-limit vlan 10 maximum 20
#
interface GigabitEthernet 1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
 arp-limit vlan 20 maximum 20
#
interface GigabitEthernet 1/0/3
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
 arp-limit vlan 30 maximum 20
#
return
```

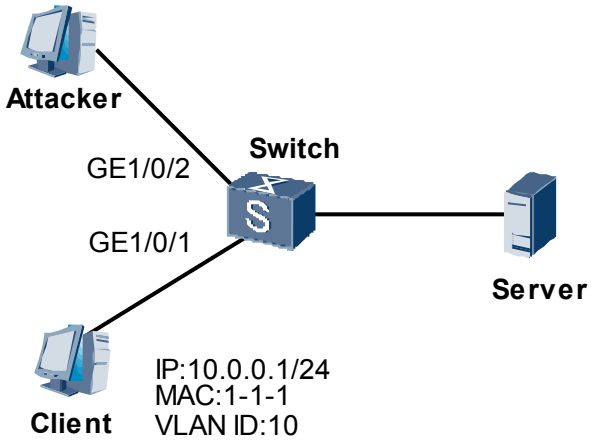
配置防止 ARP 中间人攻击示例

组网需求

如图 6-273 所示，Switch 的 GE1/0/1 和 GE1/0/2 接口连接了两个用户。假设 GE1/0/2 接口连接的用户是一个攻击者。为了防止 ARP 中间人攻击，要求在 Switch 上配置 ARP 报文检查功能，只有接收到的 ARP 报文信息和绑定表中的内容一致才会被转发，否则报文将被丢弃。同时使能丢弃报文告警功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-273 配置防止 ARP 中间人攻击组网图



配置思路

采用如下的思路配置防止 ARP 中间人攻击：

1. 使能 ARP 报文检查功能。
2. 配置对 ARP 报文匹配检查。
3. 配置静态绑定表。
4. 使能丢弃报文告警功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备以下数据：

- 使能报文检查的接口：GE1/0/1、GE1/0/2。
- 匹配检查项：“IP 地址+MAC 地址+VLAN”。
- ARP 报文检查丢弃告警阈值：80。
- 静态绑定表绑定 Client 的的 IP 地址：10.0.0.1/24，MAC 地址：1-1-1，VLAN ID：10。

操作步骤

步骤 1 配置 ARP 报文检查功能

在连接 Client 的 GE1/0/1 接口使能 ARP 报文检查功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] arp anti-attack check user-bind enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] arp anti-attack check user-bind check-item ip-address mac-address
vlan
```

在连接 Attacker 的 GE1/0/2 接口使能 ARP 报文检查功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] arp anti-attack check user-bind enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] arp anti-attack check user-bind check-item ip-address mac-address
vlan
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 2 配置报文丢弃告警功能

在连接 Client 的 GE1/0/1 接口配置 ARP 报文不匹配绑定表而丢弃的告警阈值。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] arp anti-attack check user-bind alarm enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] arp anti-attack check user-bind alarm threshold 80
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在连接 Attacker 的 GE1/0/2 接口配置 ARP 报文不匹配绑定表而丢弃的告警阈值。

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] arp anti-attack check user-bind alarm enable
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] arp anti-attack check user-bind alarm threshold 80
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

步骤 3 配置静态绑定表项

配置 Client 为静态绑定表项。

```
[Quidway] user-bind static ip-address 10.0.0.1 mac-address 0001-0001-0001 interface
gigabitethernet 1/0/1 vlan 10
```

步骤 4 验证配置结果

执行 **display arp anti-attack configuration check user-bind interface** 命令可以查看接口下 ARP 报文检查配置信息。

```
<Quidway> display arp anti-attack configuration check user-bind interface gigabitethernet 1/0/1
 arp anti-attack check user-bind enable
 arp anti-attack check user-bind alarm enable
 arp anti-attack check user-bind alarm threshold 80
 <Quidway> display arp anti-attack configuration check user-bind interface gigabitethernet 1/0/2
 arp anti-attack check user-bind enable
 arp anti-attack check user-bind alarm enable
 arp anti-attack check user-bind alarm threshold 80
```

由显示信息可知，GE1/0/1 接口下没有丢弃 ARP 报文，GE1/0/2 接口下产生了 ARP 报文丢弃计数。针对 Attacker 的防攻击功能已经生效。

----结束

配置文件

```
#
vlan batch 10
#
  user-bind static ip-address 10.0.0.1 mac-address 0001-0001-0001 interface GigabitEthernet 1/0/1
vlan 10
#
interface GigabitEthernet 1/0/1
 arp anti-attack check user-bind enable
 arp anti-attack check user-bind alarm enable
 arp anti-attack check user-bind alarm threshold 80
#
interface GigabitEthernet 1/0/2
 arp anti-attack check user-bind enable
 arp anti-attack check user-bind alarm enable
 arp anti-attack check user-bind alarm threshold 80
#
return
```

6.8.6 流量抑制配置

介绍流量抑制的原理和配置。

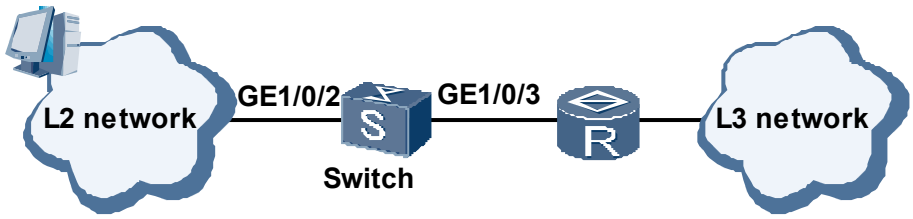
版权所有 © 华为技术有限公司

配置流量抑制示例

组网需求

如图 6-274 所示，Switch 作为二层网络到三层路由器的衔接点，当需要限制二层网络转发的广播、组播或者未知单播报文时，可以通过在 GE1/0/2 接口上配置流量抑制来实现。

图 6-274 配置流量抑制组网图



配置思路

直接在 GE1/0/2 接口视图下配置流量抑制功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 配置流量抑制的接口名称为 GE1/0/2。
- 广播、未知单播的流量抑制方式选择按 bit 速率进行流量抑制。
- 组播的流量抑制方式选择按百分比进行流量抑制。
- 流量抑制后的广播、未知单播报文速率为最大 100kbit/s，组播报文的速率为接口速率的 80%。

操作步骤

步骤 1 进入接口视图

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
```

步骤 2 配置广播流量抑制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] broadcast-suppression cir 100
```

步骤 3 配置组播流量抑制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] multicast-suppression 80
```

步骤 4 配置未知单播流量抑制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] unicast-suppression cir 100
```

步骤 5 验证配置结果

执行命令 **display flow-suppression interface** 查看 GE1/0/2 接口下的流量抑制配置情况。

```
<Quidway> display flow-suppression interface gigabitethernet 1/0/2
 storm type         rate mode    set rate value
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
-------------------------------------------------------------------------------
 unknown-unicast    bps         cir: 100(kbit/s), cbs: 18800(byte)
 multicast          percent     percent: 80%
 broadcast          bps         cir: 100(kbit/s), cbs: 18800(byte)
-------------------------------------------------------------------------------
```

----结束

配置文件

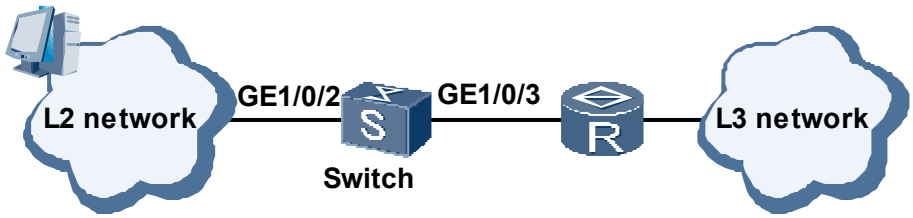
```
#
 sysname Quidway
#
interface gigabitethernet 1/0/2
 unicast-suppression cir 100 cbs 18800
 multicast-suppression 80
 broadcast-suppression cir 100 cbs 18800
#
return
```

配置风暴控制示例

组网需求

如图 6-275 所示，当 Switch 收到未知单播、组播或广播报文时，由于根据报文的目的 MAC 地址并不能明确指定出接口，Switch 会向 VLAN 内除了接收接口之外的所有接口转发这些流量，这样可能导致广播风暴，降低 Switch 的转发性能。Switch 作为二层网络到三层路由器的衔接点，需要对 VLAN 内广播、组播或者未知单播报文进行风暴控制时，可以通过在 GE1/0/2 接口上的配置来实现。

图 6-275 配置风暴控制组网图



配置思路

直接在 GE1/0/2 接口视图下配置风暴控制功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 配置风暴控制的接口名称为 GE1/0/2。
- 对广播、组播或未知单播报文进行风暴控制的低阈值和高阈值。
- 风暴控制的动作。
- 风暴控制的检测时间间隔。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 进入接口视图

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
```

步骤 2 配置广播风暴控制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] storm-control broadcast min-rate 1000 max-rate 2000
```

步骤 3 配置组播风暴控制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] storm-control multicast min-rate 1000 max-rate 2000
```

步骤 4 配置未知单播风暴控制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] storm-control unicast min-rate 1000 max-rate 2000
```

步骤 5 配置风暴控制的动作为阻塞报文

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] storm-control action block
```

步骤 6 配置打开风暴控制时记录日志的功能

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] storm-control enable log
```

步骤 7 配置风暴控制的检测时间间隔

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] storm-control interval 90
```

步骤 8 验证配置结果

执行命令 **display storm-control interface GigabitEthernet 1/0/2** 查看 GE1/0/2 接口下的风暴控制配置情况。

```
<Quidway> display storm-control interface gigabitethernet 1/0/2
PortName     Type  Rate      Action    Punish-   Trap Log Interval Last-
                   (Min/Max)           Status                      Punish-Time
-------------------------------------------------------------------------------
GE1/0/2  Multicast  1000     Block      shutdown   off  off 90      2010-12-12
                   /2000                                          14:34:00
GE1/0/2  Broadcast  1000     Block      shutdown   off  off 90      2010-12-12
                   /2000                                          14:30:00
GE1/0/2  Unicast   1000      Block      shutdown   off  off 90      2010-12-12
                   /2000                                          14:36:00
```

----结束

配置文件

```
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 storm-control broadcast min-rate 1000 max-rate 2000
 storm-control multicast min-rate 1000 max-rate 2000
 storm-control unicast min-rate 1000 max-rate 2000
 storm-control interval 90
 storm-control action block
 storm-control enable log
#
return
```

6.8.7 配置 IP Source Trail

配置 IP Source Trail 功能。

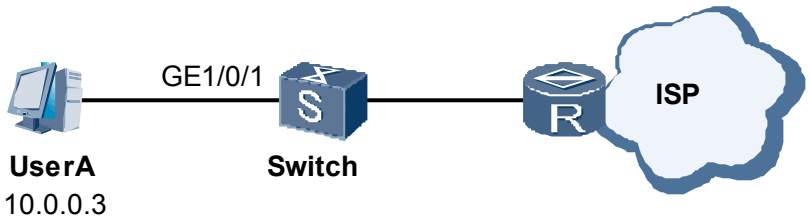
配置 IP Source Trail 功能示例

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

如图 6-276 所示，用户 UserA 连接在 SwitchGE1/0/1 接口。要求在 Switch 上使能 IP Source Trail 功能，当 UserA 受到 DoS 攻击时，能跟踪到攻击源。

图 6-276 配置 IP Source Trail 功能组网图



配置思路

在 Switch 系统视图下配置 IP Source Trail 功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- Switch 与用户连接的接口：GE1/0/1。
- 受攻击用户的 IP 地址：10.0.0.3。

操作步骤

步骤 1 配置基于目的 IP 地址的 IP Source Trail 功能

```
<Quidway> system-view
[Quidway] ip source-trail ip-address 10.0.0.3
```

步骤 2 验证配置结果

使用命令 **display ip source-trail ip-address** *ip-address* 查询针对 10.0.0.3 的源跟踪结果。

```
<Quidway> display ip source-trail ip-address 10.0.0.3
 Destination Address: 10.0.0.3
   SrcAddr         SrcIF      Bytes      Pkts       Bits/s     Pkts/s
   ------------------------------------------------------------------------------
   192.10.1.11     GE1/0/2    4.825M     107.420K   5.223M     14.535K
   101.1.1.17      GE2/0/1    4.433M     98.708K    5.223M     14.537K
   101.1.1.5       GE2/0/1    2.868M     63.861K    5.227M     14.546K
   198.19.1.9      GE3/0/1    2.215M     49.339K    5.230M     14.553K
   198.19.1.3      GE3/0/1    1001.083K  21.762K    5.248M     14.605K
```

----结束

配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 ip source-trail ip-address 10.0.0.3
#
return
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

6.8.8 本机防攻击配置

介绍本机防攻击的原理和配置。

配置防攻击策略示例

介绍防攻击策略的基本配置过程，包括配置 ACL、配置防攻击策略、配置上送 CPU 报文的上送规则和应用防攻击策略。

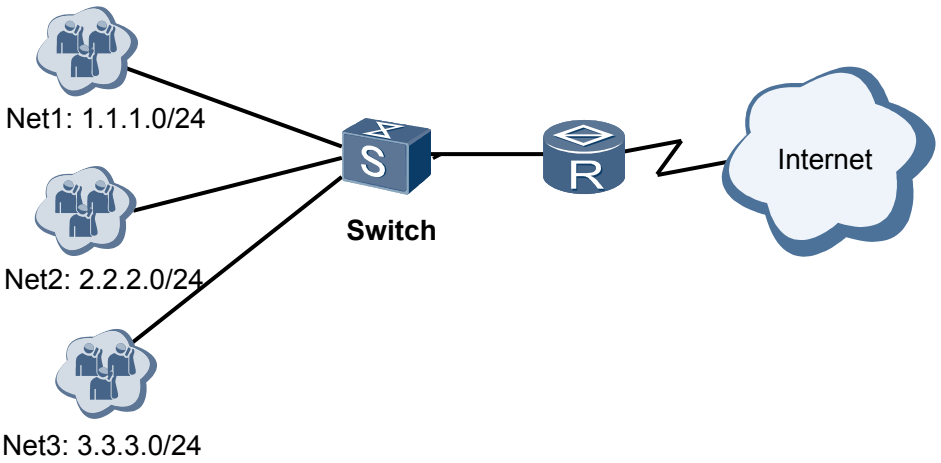
组网需求

如图 6-277 所示，有三个本地网用户 Net1、Net2、Net3 通过 Switch 连接到路由器访问 Internet，Switch 接入大量的用户，会接收到大量需要上送 CPU 的报文，容易遭受针对 CPU 的报文攻击。为保护 CPU，使 Switch 能够正常处理其它业务，需要配置本机防攻击特性。

在 Switch 配置以下防攻击特性：

- Net1 网段中的用户为固定合法用户，所以将 Net1 加入白名单，总是转发其报文。
- Net2 网段中的用户为合法用户，但是用户不确定，所以将 Ne2 中的用户流进行单独定义，限制接入速率为 5Mbit/s。
- Net3 网段中的用户经常会发生攻击行为，所以将 Net3 加入黑名单，阻止其接入网络。

图 6-277 配置防攻击策略组网图



配置思路

采用如下的思路配置本机防攻击：

1. 配置 ACL，定义上送 CPU 报文的过滤规则。
2. 创建防攻击策略，配置白名单、黑名单、用户自定义流。
3. 配置上送 CPU 报文的上送规则。
4. 应用防攻击策略。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 防攻击策略名称。
- 白名单、黑名单、用户自定义流的编号。
- 应用的 ACL 规则和编号。
- 上送 CPU 报文的速率限制值。
- FTP 协议建立连接时 FTP 报文上送 CPU 的速率限制值。
- 应用防攻击策略的接口板所在槽位号。

说明

以下仅给出本机防攻击特性的配置步骤，关于路由的配置请参见《S9700 核心路由交换机 配置指南-IP 路由》。

操作步骤

步骤 1 配置上送 CPU 报文的过滤规则

定义 ACL 规则。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] acl number 2001
[Quidway-acl-basic-2001] rule permit source 1.1.1.0 0.0.0.255
[Quidway-acl-basic-2001] quit
[Quidway] acl number 2002
[Quidway-acl-basic-2002] rule permit source 2.2.2.0 0.0.0.255
[Quidway-acl-basic-2002] quit
[Quidway] acl number 2003
[Quidway-acl-basic-2003] rule permit source 3.3.3.0 0.0.0.255
[Quidway-acl-basic-2003] quit
```

步骤 2 创建防攻击策略

创建防攻击策略，配置白名单、黑名单和用户自定义流。

```
[Quidway] cpu-defend policy test1
[Quidway-cpu-defend-policy-test1] whitelist 1 acl 2001
[Quidway-cpu-defend-policy-test1] user-defined-flow 1 acl 2002
[Quidway-cpu-defend-policy-test1] blacklist 1 acl 2003
```

步骤 3 配置上送 CPU 报文的上送规则

配置用户自定义流的速率限制规则。

```
[Quidway-cpu-defend-policy-test1] car user-defined-flow 1 cir 5000
```

配置 ARP Miss 报文的速率限制规则。

```
[Quidway-cpu-defend-policy-test1] car packet-type arp-miss cir 5000
```

配置 FTP 协议建立连接时 FTP 报文上送 CPU 的速率限制规则。

```
[Quidway-cpu-defend-policy-test1] linkup-car packet-type ftp cir 5000
[Quidway-cpu-defend-policy-test1] quit
```

步骤 4 应用防攻击策略

应用防攻击策略到主控板。

```
[Quidway] cpu-defend-policy test1
```

应用防攻击策略到 1 号接口板。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] slot 1
[Quidway-slot-1] cpu-defend-policy test1
[Quidway-slot-1] quit
```

应用防攻击策略到 2 号接口板。

```
[Quidway] slot 2
[Quidway-slot-2] cpu-defend-policy test1
[Quidway-slot-2] quit
```

步骤 5 验证配置结果

查看配置的防攻击策略的信息。

```
<Quidway> display cpu-defend policy test1
 Related slot : <1-2>
 WhiteList&BlackList&UserDefineFlow Status :
   Slot<1> : Success
   Slot<2> : Success
 Configuration :
   Whitelist 1 ACL number : 2001
   Blacklist 1 ACL number : 2003
   User-defined-flow 1 ACL number : 2002
   Car user-defined-flow 1 : CIR(5000)  CBS(940000)
   Car packet-type arp-miss : CIR(5000)  CBS(940000)
   linkup-car packet-type  ftp : CIR(5000)  CBS(940000)
   Car all-packets pps : 500 (default)
```

查看 1 号接口板上配置的 CAR 的信息。

```
<Quidway> display cpu-defend configuration slot 1
Car Configurations On Slot 1.
------------------------------------------------------------------------------
Packet Name           Status   Cir(Kbps)   Cbs(Byte)  Queue  Port-Type
------------------------------------------------------------------------------
8021X              Disabled         256       32000      3        N/A
arp-mff            Disabled          64       10000      3        N/A
arp-miss            Enabled        5000      940000      3        N/A
arp-reply           Enabled          64       10000      3        UNI
arp-request         Enabled          64       10000      3        UNI
bfd                Disabled         256       32000      5        NNI
bgp                Disabled         256       32000      5        NNI
bgp4plus            Enabled         128       32000      5        NNI
bpdu-tunnel        Disabled         128       16000      5        N/A
dhcp-client        Disabled         512       64000      3        UNI
dhcp-server        Disabled         512       64000      3        UNI
dhcpv6-reply       Disabled         512       64000      3        NNI
dhcpv6-request     Disabled         512       64000      3        UNI
dldp               Disabled          64       10000      5        N/A
eoam-1ag           Disabled         192       24000      5        N/A
eoam-1ag-lblt      Disabled         192       24000      5        N/A
eoam-3ah           Disabled          64       10000      5        N/A
fib-hit             Enabled         128       16000      3        N/A
fib6-hit            Enabled        1024      128000      3        N/A
ftp                 Enabled         128       16000      3        NNI
gvrp               Disabled         128       16000      5        ENI
hopbyhop            Enabled         128       16000      3        NNI
hotlimit            Enabled         128       16000      5        NNI
hvrp               Disabled         128       16000      5        NNI
hw-tacacs           Enabled          64       10000      3        NNI
icmp                Enabled         192       24000      3        UNI
icmpv6              Enabled         256       32000      5        NNI
igmp               Disabled         128       16000      3        N/A
ipmc-invalid        Enabled          64       10000      5        N/A
isis               Disabled         256       32000      5        NNI
lacp               Disabled          64       10000      5        N/A
ldt                Disabled          64       10000      5        N/A
lldp               Disabled          64       10000      5        N/A
mld                Disabled         128       32000      3        NNI
mpls-ldp            Enabled         256       32000      5        N/A
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
mpls-oam            Disabled        128       16000      5        N/A
mpls-ping            Enabled         64       10000      5        N/A
mpls-rsvp            Enabled         64       10000      5        N/A
mpls-ttl-expired     Enabled         64       10000      5        N/A
mpls-vccv-ping       Enabled         64       10000      3        N/A
nd                  Disabled         64       10000      5        UNI
nd-miss              Enabled         64       10000      3        N/A
ntp                  Enabled         64       10000      5        NNI
ospf                Disabled        256       32000      5        NNI
ospfv3               Enabled        128       32000      5        NNI
pim                 Disabled        128       16000      5        NNI
pimv6               Disabled        256       32000      5        NNI
pppoe               Disabled        128       16000      3        N/A
radius               Enabled         64       10000      3        NNI
rip                 Disabled        128       16000      5        NNI
ripng                Enabled        256       32000      5        NNI
rrpp                Disabled        128       16000      3        N/A
smart-link          Disabled         64       10000      5        N/A
snmp                 Enabled        128       16000      3        NNI
ssh                  Enabled        128       16000      5        NNI
stp                 Disabled        128       16000      5        N/A
tcp                  Enabled        256       32000      3        N/A
telnet               Enabled        128       16000      5        N/A
ttl-expired          Enabled         64       10000      2        N/A
udp-helper          Disabled        128       16000      3        N/A
unknown-multicast    Enabled        128       10000      1        N/A
unknown-packet       Enabled         64       10000      3        N/A
vrrp                Disabled        128       16000      5        N/A
vrrp6               Disabled        128       32000      5        N/A
------------------------------------------------------------------------

Linkup Information:
------------------------------------------------------------------------
Packet Name  Cir(Kbps)/Cbs(Byte)  SIP(SMAC)        DIP(DMAC)        Port(S/C)
------------------------------------------------------------------------
ftp          5000/256000          6.6.6.6          2.2.2.2          179/53706
------------------------------------------------------------------------
```

说明

建立 FTP 连接后，上面 Display 命令的查询结果才会显示“Linkup Information”的相关信息。

查看 2 号接口板上配置的 CAR 的信息。

```
<Quidway> display cpu-defend configuration slot 2
Car Configurations On Slot 2.
------------------------------------------------------------------------
Packet Name           Status   Cir(Kbps)   Cbs(Byte)  Queue  Port-Type
------------------------------------------------------------------------
8021X                Disabled        256       32000      3        N/A
arp-mff              Disabled         64       10000      3        N/A
arp-miss              Enabled       5000      940000      3        N/A
arp-reply             Enabled         64       10000      3        UNI
arp-request           Enabled         64       10000      3        UNI
bfd                  Disabled        256       32000      5        NNI
bgp                  Disabled        256       32000      5        NNI
bgp4plus              Enabled        128       32000      5        NNI
bpdu-tunnel          Disabled        128       16000      5        N/A
dhcp-client          Disabled        512       64000      3        UNI
dhcp-server          Disabled        512       64000      3        UNI
dhcpv6-reply         Disabled        512       64000      3        NNI
dhcpv6-request       Disabled        512       64000      3        UNI
dldp                 Disabled         64       10000      5        N/A
eoam-lag             Disabled        192       24000      5        N/A
eoam-lag-lblt        Disabled        192       24000      5        N/A
eoam-3ah             Disabled         64       10000      5        N/A
fib-hit               Enabled        128       16000      3        N/A
fib6-hit              Enabled       1024      128000      3        N/A
ftp                   Enabled        128       16000      3        NNI
gvrp                 Disabled        128       16000      5        ENI
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
hopbyhop             Enabled        128       16000      3        NNI
hotlimit             Enabled        128       16000      5        NNI
hvrp                Disabled        128       16000      5        NNI
hw-tacacs            Enabled         64       10000      3        NNI
icmp                 Enabled        192       24000      3        UNI
icmpv6               Enabled        256       32000      5        NNI
igmp                Disabled        128       16000      3        N/A
ipmc-invalid         Enabled         64       10000      5        N/A
isis                Disabled        256       32000      5        NNI
lacp                Disabled         64       10000      5        N/A
ldt                 Disabled         64       10000      5        N/A
lldp                Disabled         64       10000      5        N/A
mld                 Disabled        128       32000      3        NNI
mpls-ldp             Enabled        256       32000      5        N/A
mpls-oam            Disabled        128       16000      5        N/A
mpls-ping            Enabled         64       10000      5        N/A
mpls-rsvp            Enabled         64       10000      5        N/A
mpls-ttl-expired     Enabled         64       10000      5        N/A
mpls-vccv-ping       Enabled         64       10000      3        N/A
nd                  Disabled         64       10000      5        UNI
nd-miss              Enabled         64       10000      3        N/A
ntp                  Enabled         64       10000      5        NNI
ospf                Disabled        256       32000      5        NNI
ospfv3               Enabled        128       32000      5        NNI
pim                 Disabled        128       16000      5        NNI
pimv6               Disabled        256       32000      5        NNI
pppoe               Disabled        128       16000      3        N/A
radius               Enabled         64       10000      3        NNI
rip                 Disabled        128       16000      5        NNI
ripng                Enabled        256       32000      5        NNI
rrpp                Disabled        128       16000      3        N/A
smart-link          Disabled         64       10000      5        N/A
snmp                 Enabled        128       16000      3        NNI
ssh                  Enabled        128       16000      5        NNI
stp                 Disabled        128       16000      5        N/A
tcp                  Enabled        256       32000      3        N/A
telnet               Enabled        128       16000      5        N/A
ttl-expired          Enabled         64       10000      2        N/A
udp-helper          Disabled        128       16000      3        N/A
unknown-multicast    Enabled        128       10000      1        N/A
unknown-packet       Enabled         64       10000      3        N/A
vrrp                Disabled        128       16000      5        N/A
vrrp6               Disabled        128       32000      5        N/A
------------------------------------------------------------------------------

Linkup Information:
------------------------------------------------------------------------------
Packet Name  Cir(Kbps)/Cbs(Byte)  SIP(SMAC)         DIP(DMAC)        Port(S/C)
------------------------------------------------------------------------------
ftp          5000/256000          6.6.6.6           2.2.2.2          179/53706
------------------------------------------------------------------------------
```

说明

建立 FTP 连接后，上面 Display 命令的查询结果才会显示“Linkup Information”的相关信息。

查看主控板上配置的 CAR 的信息。

```
<Quidway> display cpu-defend configuration mcu
Car Configurations on main board.
------------------------------------------------------------------------------
Packet Name           Status   Cir(Kbps)   Cbs(Byte)  Queue  Port-Type
------------------------------------------------------------------------------
8021X                Enabled         256       32000      3        N/A
arp-mff              Enabled         128       16000      3        N/A
arp-miss             Enabled        5000      940000      3        N/A
arp-reply            Enabled         128       16000      3        N/A
arp-request          Enabled         128       16000      3        N/A
bfd                  Enabled         512       64000      5        N/A
bgp                  Enabled         512       64000      5        N/A
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
bgp4plus             Enabled         128        16000      5        N/A
bpdu-tunnel          Enabled         512        64000      5        N/A
dhcp-client          Enabled         512        64000      3        N/A
dhcp-server          Enabled         512        64000      3        N/A
dhcpv6-reply         Enabled         512        64000      3        N/A
dhcpv6-request       Enabled         512        64000      3        N/A
dldp                 Enabled         128        16000      5        N/A
eoam-1ag             Enabled         256        32000      5        N/A
eoam-1ag-lblt        Enabled         256        32000      5        N/A
eoam-3ah             Enabled         256        32000      5        N/A
fib-hit              Enabled        1024       128000      3        N/A
fib6-hit             Enabled        1024       128000      3        N/A
ftp                  Enabled         128        16000      3        N/A
gvrp                 Enabled         128        16000      5        N/A
hopbyhop             Enabled         128        16000      3        N/A
hotlimit             Enabled         128        16000      5        N/A
hvrp                 Enabled         128        16000      5        N/A
hw-tacacs            Enabled         128        16000      3        N/A
icmp                 Enabled         256        32000      3        N/A
icmpv6               Enabled         256        16000      5        N/A
igmp                 Enabled         512        64000      3        N/A
ipmc-invalid         Enabled         512        64000      5        N/A
isis                 Enabled         512        64000      5        N/A
lacp                 Enabled         128        16000      5        N/A
ldt                  Enabled          64        10000      5        N/A
lldp                 Enabled         128        16000      5        N/A
mld                  Enabled         128        16000      3        N/A
mpls-ldp             Enabled         256        32000      5        N/A
mpls-oam             Enabled         256        32000      5        N/A
mpls-ping            Enabled         128        16000      5        N/A
mpls-rsvp            Enabled         128        16000      5        N/A
mpls-ttl-expired     Enabled         128        16000      5        N/A
mpls-vccv-ping       Enabled          64        10000      3        N/A
nd                   Enabled         128        32000      5        N/A
nd-miss              Enabled          64        10000      3        N/A
ntp                  Enabled         128        16000      5        N/A
ospf                 Enabled         512        64000      5        N/A
ospfv3               Enabled         128        16000      5        N/A
pim                  Enabled         128        16000      5        N/A
pimv6                Enabled         256        32000      5        N/A
pppoe                Enabled         128        16000      3        N/A
radius               Enabled         128        16000      3        N/A
rip                  Enabled         256        32000      5        N/A
ripng                Enabled         256        32000      5        N/A
rrpp                 Enabled         256        32000      3        N/A
smart-link           Enabled         128        16000      5        N/A
snmp                 Enabled         128        16000      3        N/A
ssh                  Enabled         128        16000      5        N/A
stp                  Enabled         512        64000      5        N/A
tcp                  Enabled         512        64000      3        N/A
telnet               Enabled         256        32000      5        N/A
ttl-expired          Enabled         128        16000      2        N/A
udp-helper           Enabled         256        32000      3        N/A
unknown-multicast    Enabled         512        64000      1        N/A
unknown-packet       Enabled          64        10000      3        N/A
vrrp                 Enabled         128        16000      5        N/A
vrrp6                Enabled         128        16000      5        N/A
------------------------------------------------------------------------
```

----结束

配置文件

```
#
sysname Quidway
#
acl number 2001
 rule 5 permit source 1.1.1.0 0.0.0.255
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
acl number 2002
 rule 5 permit source 2.2.2.0 0.0.0.255
#
acl number 2003
 rule 5 permit source 3.3.3.0 0.0.0.255
#
cpu-defend policy test1
 whitelist 1 acl 2001
 blacklist 1 acl 2003
 user-defined-flow 1 acl 2002
 car user-defined-flow 1 cir 5000 cbs 940000
 car packet-type arp-miss cir 5000 cbs 940000
 linkup-car packet-type ftp cir 5000
#
slot 1
 cpu-defend-policy test1
#
slot 2
 cpu-defend-policy test1
#
return
```

6.8.9 PPPoE+配置

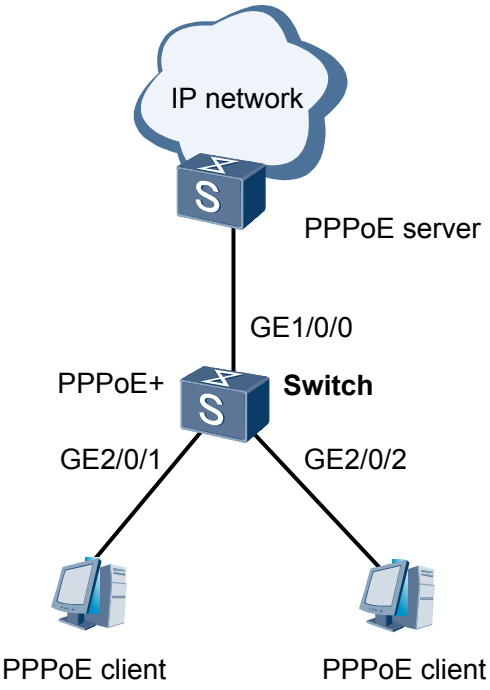
介绍了 PPPoE+的基本概念、配置步骤以及配置举例。

配置 PPPoE+功能示例

组网需求

如图 6-278 所示，Switch 上行连接 BRAS 设备，下行连接用户 PC，BRAS 内置 PPPOE Server 功能。在 Switch 上开启 PPPoE+功能，对用户拨号上网进行控制和监管。

图 6-278 配置 PPPoE+功能示例组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置 PPPoE+功能：

1. 在全局使能 PPPoE+功能。

   说明

   全局使能后，所有接口都将使能 PPPoE+功能。

2. 配置 Switch 在 PPPoE 报文中插入所需要的信息内容和格式。
3. 配置 Switch 对 PPPoE 报文采取什么样的处理动作。
4. 配置 Switch 与 PPPoE 服务器连接的接口为信任接口。

数据准备

无

操作步骤

步骤 1 使能 PPPoE+功能

```
<Quidway> system-view
[Quidway] pppoe intermediate-agent information enable
```

步骤 2 配置信息字段格式

配置 Switch 在 PPPoE 报文中添加 circuit id 的格式为 extend，即以十六进制格式填充。

```
[Quidway] pppoe intermediate-agent information format circuit-id extend
```

步骤 3 配置对原有信息字段的处理方式

配置所有接口对 PPPoE 报文中原有信息字段的处理动作为 **replace**，使用 Switchcircuit id 信息替换报文中原字段信息。

```
[Quidway] pppoe intermediate-agent information policy replace
```

步骤 4 配置信任接口

配置 GE1/0/0 接口为信任接口。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] pppoe uplink-port trusted
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

----结束

配置文件

```
#
 sysname Quidway
#
 pppoe intermediate-agent information enable
 pppoe intermediate-agent information format circuit-id extend
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 pppoe uplink-port trusted
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

6.8.10 MFF 配置

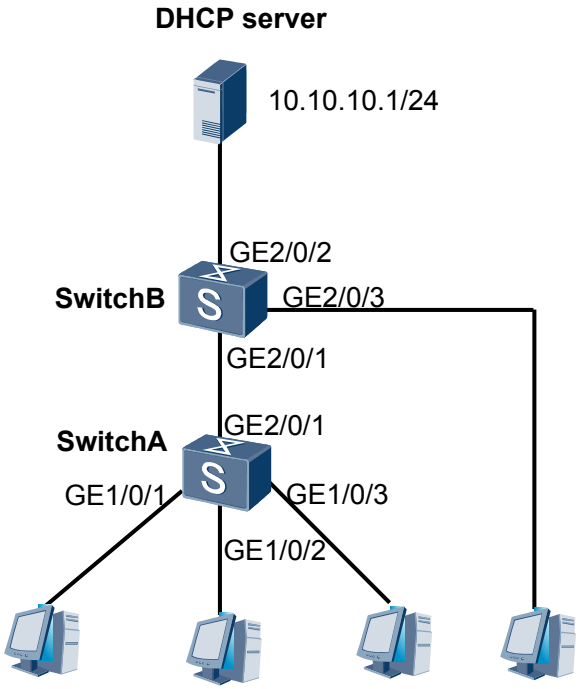
介绍 MFF（MAC-Forced Forwarding，MAC 强制转发）的原理和配置。

配置 MFF 功能示例

组网需求

如图 6-279 所示，所有用户主机通过 DHCP 服务器获取 IP 地址，所有设备在同一个 VLAN 10 内。为了实现主机之间二层隔离，同时又可以通过网关进行三层互通，在 SwitchA 和 SwitchB 上配置 MFF 功能。

图 6-279 配置 MFF 功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置 MFF：

1. 配置 DHCP Snooping。
2. 全局使能 MFF 功能。
3. 配置 MFF 的网络接口。
4. 使能 VLAN 的 MFF 功能。
5. （可选）配置定时探测网关功能。
6. （可选）配置服务器。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 需要配置 MFF 的 VLAN ID
- 配置为网络接口的接口类型和接口编号
- （可选）配置的服务器 IP 地址

操作步骤

步骤 1 配置 DHCP Snooping

在 SwitchA 上使能全局 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] dhcp enable
[SwitchA] dhcp snooping enable
```

在 SwitchA 上使能接口的 DHCP Snooping 功能。以 GE1/0/1 的配置为例，GE1/0/2、GE1/0/3 和 GE2/0/1 的配置与此相同，不再列举。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] dhcp snooping enable
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

在 SwitchA 上配置 GE2/0/1 接口为“信任”状态。

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] dhcp snooping trusted
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

在 SwitchB 上使能全局 DHCP Snooping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] dhcp enable
[SwitchB] dhcp snooping enable
```

在 SwitchB 上使能接口的 DHCP Snooping 功能。以 GE2/0/1 的配置为例，GE2/0/2、GE2/0/3 的配置与此相同，不再列举。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] dhcp snooping enable
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

在 SwitchB 上配置 GE2/0/2 接口为“信任”状态。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] dhcp snooping trusted
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

步骤 2 使能全局 MFF 功能

使能 SwitchA 的全局 MFF 功能。

```
[SwitchA] mac-forced-forwarding enable
```

使能 SwitchB 的全局 MFF 功能。

```
[SwitchB] mac-forced-forwarding enable
```

步骤 3 配置 MFF 网络接口

配置 SwitchA 的 GE2/0/1 为网络接口。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] mac-forced-forwarding network-port
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

配置 SwitchB 的 GE2/0/2 为网络接口。

```
[SwitchB] interface gigabitethernet 2/0/2
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] mac-forced-forwarding network-port
[SwitchB-GigabitEthernet2/0/2] quit
```

步骤 4 使能 VLAN 的 MFF 功能

在 SwitchA 上使能 VLAN10 的 MFF 功能。

```
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] mac-forced-forwarding enable
```

在 SwitchB 上使能 VLAN10 的 MFF 功能。

```
[SwitchB] vlan 10
[SwitchB-vlan10] mac-forced-forwarding enable
```

步骤 5 （可选）配置定时探测网关功能

在 SwitchA 上配置定时探测网关功能。

```
[SwitchA-vlan10] mac-forced-forwarding gateway-detect
```

在 SwitchB 上配置定时探测网关功能。

```
[SwitchB-vlan10] mac-forced-forwarding gateway-detect
```

步骤 6 （可选）配置服务器

在 SwitchA 上配置服务器。

```
[SwitchA-vlan10] mac-forced-forwarding server 10.10.10.1
```

在 SwitchB 上配置服务器。

```
[SwitchB-vlan10] mac-forced-forwarding server 10.10.10.1
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan 10
#
dhcp enable
dhcp snooping enable
mac-forced-forwarding enable
#
vlan 10
 mac-forced-forwarding enable
 mac-forced-forwarding gateway-detect
 mac-forced-forwarding server 10.10.10.1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 10
 dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port default vlan 10
 dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type access
 port default vlan 10
 dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 dhcp snooping enable
 dhcp snooping trusted
 mac-forced-forwarding network-port
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan 10
#
dhcp enable
dhcp snooping enable
mac-forced-forwarding enable
#
vlan 10
 mac-forced-forwarding enable
 mac-forced-forwarding gateway-detect
 mac-forced-forwarding server 10.10.10.1
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 dhcp snooping enable
#
interface GigabitEthernet2/0/2
 port link-type access
 port default vlan 10
 dhcp snooping trusted
 mac-forced-forwarding network-port
#
interface GigabitEthernet2/0/3
 port link-type access
 port trunk allow-pass vlan 10
 dhcp snooping enable
#
return
```

6.8.11 流量抑制配置

介绍流量抑制的原理和配置。

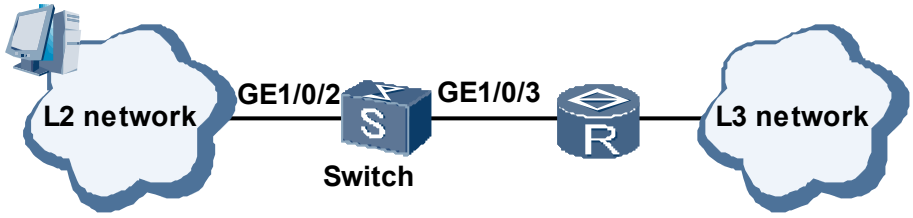
配置流量抑制示例

组网需求

如图 6-280 所示，Switch 作为二层网络到三层路由器的衔接点，当需要限制二层网络转发的广播、组播或者未知单播报文时，可以通过在 GE1/0/2 接口上配置流量抑制来实现。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-280 配置流量抑制组网图



配置思路

直接在 GE1/0/2 接口视图下配置流量抑制功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 配置流量抑制的接口名称为 GE1/0/2。
- 广播、未知单播的流量抑制方式选择按 bit 速率进行流量抑制。
- 组播的流量抑制方式选择按百分比进行流量抑制。
- 流量抑制后的广播、未知单播报文速率为最大 100kbit/s，组播报文的速率为接口速率的 80%。

操作步骤

步骤 1 进入接口视图

```
<Quidway> system-view
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
```

步骤 2 配置广播流量抑制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] broadcast-suppression cir 100
```

步骤 3 配置组播流量抑制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] multicast-suppression 80
```

步骤 4 配置未知单播流量抑制

```
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] unicast-suppression cir 100
```

步骤 5 验证配置结果

执行命令 **display flow-suppression interface** 查看 GE1/0/2 接口下的流量抑制配置情况。

```
<Quidway> display flow-suppression interface gigabitethernet 1/0/2
 storm type         rate mode    set rate value
--------------------------------------------------------------------------------
 unknown-unicast    bps          cir: 100(kbit/s), cbs: 18800(byte)
 multicast          percent      percent: 80%
 broadcast          bps          cir: 100(kbit/s), cbs: 18800(byte)
--------------------------------------------------------------------------------
```

----结束

配置文件

```
#
 sysname Quidway
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface gigabitethernet 1/0/2
 unicast-suppression cir 100 cbs 18800
 multicast-suppression 80
 broadcast-suppression cir 100 cbs 18800
#
return
```

6.8.12 ACL 配置

ACL 通过一系列规则对数据包进行分类，这些规则应用到 S9700 接口上，S9700 根据这些规则判断哪些数据包可以接收，哪些数据包需要拒绝。

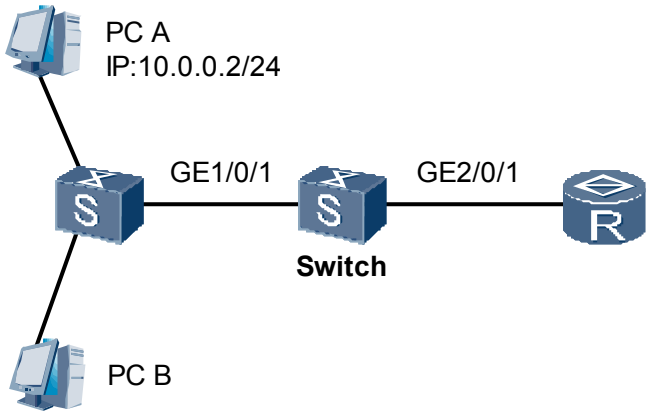
配置基本 ACL 示例

介绍基本 ACL 的配置过程，包括配置 URPF 功能、配置基本 ACL 规则、配置流行为、流分类和流策略等。

组网需求

如图 6-281 所示，Switch 的 GE1/0/1 接口连接用户，GE2/0/1 接口连接上层路由器。为防止基于源地址的欺骗，要求在 GE1/0/1 和 GE2/0/1 接口配置 URPF 严格检查模式，同时相信 IP 地址为 10.0.0.2/24 的用户 A 的流，对该用户的流去使能 URPF 检查功能。

图 6-281 配置指定流去使能 URPF 功能组网图



配置思路

采用如下的思路配置指定流去使能 URPF 功能：

1. 配置 URPF 功能。
2. 配置 ACL。
3. 配置流分类。
4. 配置流行为。
5. 配置流策略。
6. 在接口上应用流策略。

版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 使能 URPF 检查的接口：GE1/0/1、GE2/0/1。
- ACL 编号：2000。
- 用户 A 的 IP 地址：10.0.0.2/24。
- 流分类、流行为、流量策略的名字：tc1、tb1、tp1。
- 应用流策略的接口：GE1/0/1。

操作步骤

步骤 1 配置 URPF 功能

使能接口板的 URPF 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] urpf slot 1
[Quidway] urpf slot 2
```

配置接口的 URPF 检查模式。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] urpf strict
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/1
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] urpf strict
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 2 配置基于 ACL 的流分类

定义 ACL 规则。

```
[Quidway] acl 2000
[Quidway-acl-basic-2000] rule permit source 10.0.0.2 0.0.0.255
[Quidway-acl-basic-2000] quit
```

配置流分类，定义基于 ACL 的匹配规则。

```
[Quidway] traffic classifier tc1
[Quidway-classifier-tc1] if-match acl 2000
[Quidway-classifier-tc1] quit
```

步骤 3 配置流行为

定义流行为，去使能流行为视图下 URPF 功能。

```
[Quidway] traffic behavior tb1
[Quidway-behavior-tb1] ip urpf disable
[Quidway-behavior-tb1] quit
```

步骤 4 配置流策略

定义流策略，将流分类与流行为关联。

```
[Quidway] traffic policy tp1
[Quidway-trafficpolicy-tp1] classifier tc1 behavior tb1
[Quidway-trafficpolicy-tp1] quit
```

应用流策略到 GE1/0/1 接口。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy tp1 inbound
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 5 验证配置结果

查看 ACL 规则的配置信息

```
<Quidway> display acl 2000
Basic ACL 2000, 1 rule
Acl's step is 5
 rule 5 permit source 10.0.0.0 0.0.0.255
```

查看流分类的配置信息

```
<Quidway> display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
   Classifier: tc1
    Precedence: 20
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match acl 2000
```

查看流策略的配置信息

```
<Quidway>  display traffic policy user-defined tp1
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: tp1
   Classifier: tc1
    Operator: OR
     Behavior: tb1
      Urpf switch: off
```

----结束

配置文件

```
#
 urpf slot 1
 urpf slot 2
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 10.0.0.0 0.0.0.255
#
traffic classifier tc1
 if-match acl 2000
#
traffic behavior tb1
  ip urpf disable
#
traffic policy tp1
 classifier tc1 behavior tb1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 urpf strict
 traffic-policy tp1 inbound
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 urpf strict
#
return
```

配置高级 ACL 示例

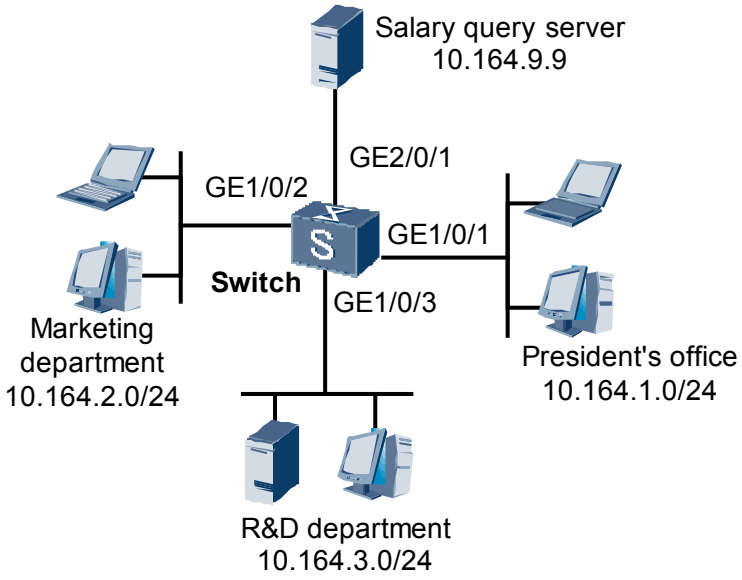
介绍高级 ACL 的配置过程，包括配置生效时间段、配置高级 ACL 规则、配置流行为、流分类和流策略等。

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

如图 6-282 所示，公司企业网通过 Switch 实现各部门之间的互连。要求正确配置 IPv4 ACL，禁止研发部门和市场部门在上班时间（8:00 至 17:30）访问工资查询服务器（IP 地址为 10.164.9.9），而总裁办公室不受限制，可以随时访问。

图 6-282 配置 IPv4 ACL 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 IPv4 ACL：

1. 配置接口 IP 地址。
2. 配置时间段。
3. 配置 ACL。
4. 配置流分类。
5. 配置流行为。
6. 配置流策略。
7. 在接口上应用流策略。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 接口所属 VLAN
- 时间段名称
- ACL 编号及规则
- 流分类名称及分类规则
- 流行为名称及动作

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 流策略名称及关联的流分类和流行为
- 应用流策略的接口

操作步骤

步骤 1 配置接口 IP 地址

配置接口加入 VLAN，并配置 VLANIF 接口的 IP 地址。

规划 GE1/0/1 ～ GE1/0/3 分别加入 VLAN10、20、30，GE2/0/1 加入 VLAN100。VLANIF 接口的地址取所在网段的第一个 IP 地址。下面配置以 GE1/0/1 接口为例，其他接口的配置与此类似，不再赘述。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] vlan batch 10 20 30 100
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] port default vlan 10
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
[Quidway] interface vlanif 10
[Quidway-Vlanif10] ip address 10.164.1.1 255.255.255.0
[Quidway-Vlanif10] quit
```

步骤 2 配置时间段

配置 8:00 至 17:30 的周期时间段。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] time-range satime 8:00 to 17:30 working-day
```

步骤 3 配置 ACL

配置市场部门到工资查询服务器的访问规则。

```
[Quidway] acl 3002
[Quidway-acl-adv-3002] rule deny ip source 10.164.2.0 0.0.0.255 destination 10.164.9.9 0.0.0.0 time-range satime
[Quidway-acl-adv-3002] quit
```

配置研发部门到工资查询服务器的访问规则。

```
[Quidway] acl 3003
[Quidway-acl-adv-3003] rule deny ip source 10.164.3.0 0.0.0.255 destination 10.164.9.9 0.0.0.0 time-range satime
[Quidway-acl-adv-3003] quit
```

步骤 4 配置基于 ACL 的流分类

配置流分类 c_market，对匹配 ACL 3002 的报文进行分类。

```
[Quidway] traffic classifier c_market
[Quidway-classifier-c_market] if-match acl 3002
[Quidway-classifier-c_market] quit
```

配置流分类 c_rd，对匹配 ACL 3003 的报文进行分类。

```
[Quidway] traffic classifier c_rd
[Quidway-classifier-c_rd] if-match acl 3003
[Quidway-classifier-c_rd] quit
```

步骤 5 配置流行为

配置流行为 b_market，动作为拒绝报文通过。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] traffic behavior b_market
[Quidway-behavior-b_market] deny
[Quidway-behavior-b_market] quit
```

配置流行为 b_rd，动作为拒绝报文通过。

```
[Quidway] traffic behavior b_rd
[Quidway-behavior-b_rd] deny
[Quidway-behavior-b_rd] quit
```

步骤 6 配置流策略

配置流策略 p_market，将流分类 c_market 与流行为 b_market 关联。

```
[Quidway] traffic policy p_market
[Quidway-trafficpolicy-p_market] classifier c_market behavior b_market
[Quidway-trafficpolicy-p_market] quit
```

配置流策略 p_rd，将流分类 c_rd 与流行为 b_rd 关联。

```
[Quidway] traffic policy p_rd
[Quidway-trafficpolicy-p_rd] classifier c_rd behavior b_rd
[Quidway-trafficpolicy-p_rd] quit
```

步骤 7 应用流策略

将流策略 p_market 应用到 GE1/0/2 接口。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/2
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] traffic-policy p_market inbound
[Quidway-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

将流策略 p_rd 应用到 GE1/0/3 接口。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/3
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] traffic-policy p_rd inbound
[Quidway-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

步骤 8 验证配置结果

查看 ACL 规则的配置信息。

```
<Quidway> display acl all
 Total nonempty ACL number is 2

Advanced ACL 3002, 1 rule
Acl's step is 5
 rule 5 deny ip source 10.164.2.0 0.0.0.255 destination 10.164.9.9 0 time-range satime (Active)

Advanced ACL 3003, 1 rule
Acl's step is 5
 rule 5 deny ip source 10.164.3.0 0.0.0.255 destination 10.164.9.9 0 time-range satime (Active)
```

查看流分类的配置信息。

```
<Quidway> display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
   Classifier: c_market
    Precedence: 5
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match acl 3002

   Classifier: c_rd
    Precedence: 10
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match acl 3003
```

查看流策略的配置信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway>  display traffic policy user-defined
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: p_market
   Classifier: c_market
    Operator: OR
     Behavior: b_market
      Deny

  Policy: p_rd
   Classifier: c_rd
    Operator: OR
     Behavior: b_rd
      Deny

Total policy number is 2
```

----结束

配置文件

```
#
 vlan batch 10 20 30 100
#
 time-range satime 08:00 to 17:30 working-day
#
acl number 3002
 rule 5 deny ip source 10.164.2.0 0.0.0.255 destination 10.164.9.9 0 time-range
satime
#
acl number 3003
 rule 5 deny ip source 10.164.3.0 0.0.0.255 destination 10.164.9.9 0 time-range
satime
#
traffic classifier c_market operator or precedence 5
 if-match acl 3002
traffic classifier c_rd operator or precedence 10
 if-match acl 3003
#
traffic behavior b_market
 deny
traffic behavior b_rd
 deny
#
traffic policy p_market
 classifier c_market behavior b_market
traffic policy p_rd
 classifier c_rd behavior b_rd
#
interface Vlanif10
 ip address 10.164.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 10.164.2.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 10.164.3.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif100
 ip address 10.164.9.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 20
 traffic-policy p_rd inbound
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type access
 port default vlan 30
 traffic-policy p_rd inbound
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port link-type access
 port default vlan 100
#
return
```

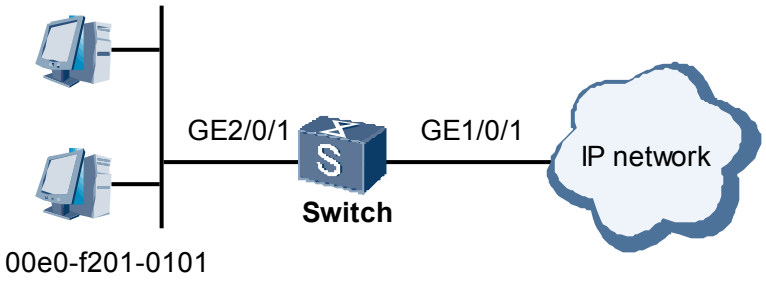
配置二层 ACL 示例

介绍二层 ACL 的配置过程，包括配置二层 ACL 规则、配置流行为、流分类和流策略等。

组网需求

如图 6-283 所示，Switch 作为网关设备，下挂用户 PC。要求配置 ACL，禁止源 MAC 地址为 00e0-f201-0101、目的 MAC 地址为 0260-e207-0002 的报文通过。

图 6-283 配置二层 ACL 组网图



配置思路

采用如下的思路配置二层 ACL：

1. 配置 ACL。
2. 配置流分类。
3. 配置流行为。
4. 配置流策略。
5. 在接口上应用流策略。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- ACL 编号及规则
- 流分类名称及分类规则
- 流行为名称及动作
- 流策略名称及关联的流分类和流行为

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 应用流策略的接口

操作步骤

步骤 1 配置 ACL

配置符合要求的二层 ACL。

```
[Quidway] acl 4000
[Quidway-acl-L2-4000] rule deny source-mac 00e0-f201-0101 ffff-ffff-ffff destination-mac 0260-e207-0002 ffff-ffff-ffff
[Quidway-acl-L2-4000] quit
```

步骤 2 配置基于 ACL 的流分类

配置流分类 tc1，对匹配 ACL 4000 的报文进行分类。

```
[Quidway] traffic classifier tc1
[Quidway-classifier-tc1] if-match acl 4000
[Quidway-classifier-tc1] quit
```

步骤 3 配置流行为

配置流行为 tb1，动作为拒绝报文通过。

```
[Quidway] traffic behavior tb1
[Quidway-behavior-tb1] deny
[Quidway-behavior-tb1] quit
```

步骤 4 配置流策略

配置流策略 tp1，将流分类 tc1 与流行为 tb1 关联。

```
[Quidway] traffic policy tp1
[Quidway-trafficpolicy-tp1] classifier tc1 behavior tb1
[Quidway-trafficpolicy-tp1] quit
```

步骤 5 应用流策略

将流策略 tp1 应用到 GE2/0/1 接口。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/1
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] traffic-policy tp1 inbound
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 6 验证配置结果

查看 ACL 规则的配置信息。

```
<Quidway> display acl 4000
L2 ACL 4000, 1 rule
Acl's step is 5
 rule 5 deny destination-mac 0260-e207-0002 source-mac 00e0-f201-0101
```

查看流分类的配置信息。

```
<Quidway> display traffic classifier user-defined
   User Defined Classifier Information:
   Classifier: tc1
    Precedence: 15
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match acl 4000
```

查看流策略的配置信息。

```
<Quidway>  display traffic policy user-defined tp1
  User Defined Traffic Policy Information:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Policy: tp1
   Classifier: tc1
    Operator: OR
     Behavior: tb1
      Deny
```

----结束

配置文件

```
#
acl number 4000
  rule 5 deny destination-mac 0260-e207-0002 source-mac 00e0-f201-0101
#
traffic classifier tc1 operator or precedence 15
 if-match acl 4000
#
traffic behavior tb1
 deny
#
traffic policy tp1
 classifier tc1 behavior tb1
#
interface GigabitEthernet2/0/1
  traffic-policy tp1 inbound
#
return
```

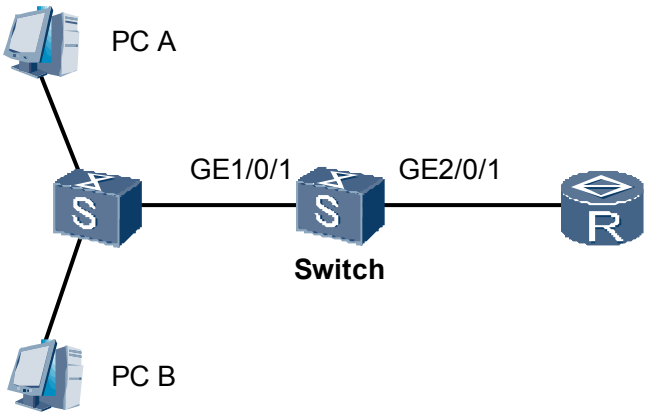
配置用户自定义 ACL 示例

介绍用户自定义 ACL 的配置过程，包括配置用户自定义 ACL 规则、配置流行为、流分类和流策略等。

组网需求

如图 6-284 所示，Switch 的 GE1/0/1 接口连接用户，GE2/0/1 接口连接上层路由器。要求在接口 GE1/0/1 下绑定用户自定义 ACL，从二层报文头偏移 14 个字节开始匹配，拒绝匹配成功的报文通过，匹配的字符串内容为 0x0180C200。

图 6-284 配置用户自定义 ACL 组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置用户自定义 ACL：

1. 配置 ACL。
2. 配置流分类。
3. 配置流行为。
4. 配置流策略。
5. 在接口下应用流策略。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- ACL 编号。
- ACL 规则。
- 流分类、流行为、流量策略的名称。
- 应用流策略的接口。

操作步骤

步骤 1 配置 ACL

配置符合要求的用户自定义 ACL。

```
[Quidway] acl 5000
[Quidway-acl-user-5000] rule deny 12-head 0x0180C200 0xFFFFFFFF 14
[Quidway-acl-user-5000] quit
```

步骤 2 配置基于用户自定义 ACL 的流分类

配置流分类 tc1，对匹配 ACL 5000 的报文进行分类。

```
[Quidway] traffic classifier tc1
[Quidway-classifier-tc1] if-match acl 5000
[Quidway-classifier-tc1] quit
```

步骤 3 配置流行为

配置流行为 tb1，动作为拒绝报文通过。

```
[Quidway] traffic behavior tb1
[Quidway-behavior-tb1] deny
[Quidway-behavior-tb1] quit
```

步骤 4 配置流策略

定义流策略，将流分类与流行为关联。

```
[Quidway] traffic policy tp1
[Quidway-trafficpolicy-tp1] classifier tc1 behavior tb1
[Quidway-trafficpolicy-tp1] quit
```

步骤 5 在接口下应用流策略

在接口 GE1/0/1 下应用流策略。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/1
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] traffic-policy tp1 inbound
[Quidway-GigabitEthernet1/0/1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 验证配置结果

查看 ACL 规则的配置信息

```
<Quidway> display acl 5000
User ACL 5000, 1 rule
Acl's step is 5
 rule 5 permit 0x0180c200 0xffffffff 14
```

查看流分类的配置信息

```
<Quidway> display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
   Classifier: tc1
    Precedence: 15
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match acl 5000
```

查看流策略的配置信息

```
<Quidway>  display traffic policy user-defined tp1
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: tp1
   Classifier: tc1
    Operator: OR
     Behavior: tb1
      Deny
```

----结束

配置文件

```
#
acl number 5000
 rule 5 permit 0x0180c200 0xffffffff 14
#
traffic classifier tc1 operator or precedence 15
 if-match acl 5000
#
traffic behavior tb1
  deny
#
traffic policy tp1
 classifier tc1 behavior tb1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 traffic-policy tp1 inbound
#
return
```

配置自反 ACL 示例

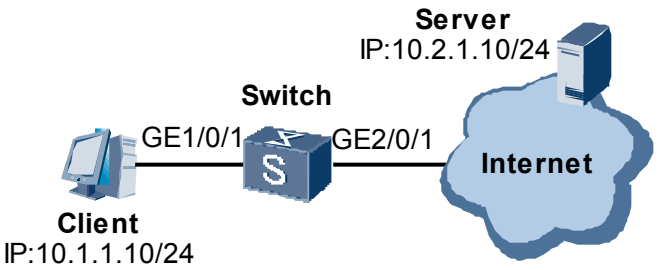
介绍自反 ACL 的配置过程，包括配置高级 ACL、使能接口下的自反 ACL 功能和配置自反 ACL 老化时间等。

组网需求

如图 6-285 所示，Switch 的接口 GE1/0/1 连接了内网的用户，接口 GE2/0/1 连接到 Internet。在 Switch 的接口 GE2/0/1 的出方向上配置自反 ACL 功能，内网的主机先访问 Internet 中的服务器之后才允许 Internet 的服务器访问内网的主机。同时，在全局和接口 GE2/0/1 下配置自反 ACL 的老化时间，对自反 ACL 进行自动老化。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-285 配置自反 ACL 组网图



配置思路

采用如下的思路配置自反 ACL：

1. 配置高级 ACL。
2. 使能接口下的自反 ACL 功能，配置接口下自反 ACL 的老化时间。
3. 配置全局自反 ACL 的老化时间。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备以下数据：

- 高级 ACL 的编号。
- 使能自反 ACL 功能的接口。
- 接口下自反 ACL 的老化时间。
- 全局自反 ACL 的老化时间。

操作步骤

步骤 1 配置高级 ACL,允许 UDP 报文通过

```
<Quidway> system-view
[Quidway] acl 3000
[Quidway-acl-adv-3000] rule permit udp
[Quidway-acl-adv-3000] quit
```

步骤 2 配置接口 GE2/0/1 出方向上自反 ACL 功能和老化时间，对 UDP 报文进行自反

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/1
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] traffic-reflect outbound acl 3000 timeout 600
[Quidway-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

步骤 3 配置全局自反 ACL 老化时间

```
[Quidway] traffic-reflect timeout 900
```

说明

如果接口上已经配置了自反 ACL 老化时间，则以接口上配置的时间为准；如果接口上没有配置自反 ACL 老化时间，则以该命令配置的全局老化时间为准。

步骤 4 验证配置结果

在系统视图下执行 **display traffic-reflect** 命令可以查看自反 ACL 信息。

```
[Quidway] display traffic-reflect outbound acl 3000
Proto  SP   DP   DIP             SIP             Count   Timeout  Interface
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
------------------------------------------------------------------------------
UDP     2     80    10.2.1.10        10.1.1.10        9        600(s)    GigabitEthernet2/0/1
------------------------------------------------------------------------------
* Proto=Protocol,SIP=Source IP,DIP=Destination IP,Timeout=Time to cutoff,
* SP=Source port,DP=Destination port,Count=Packets count(data).
```

由显示信息可知，GE2/0/1 接口下对 UDP 协议的报文进行了自反，并且对自反后的报文进行统计。

----结束

配置文件

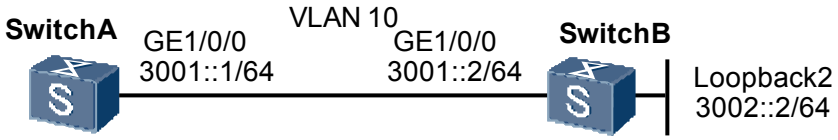
```
#
acl number 3000
 rule 5 permit udp
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 traffic-reflect outbound acl 3000 timeout 600
#
traffic-reflect timeout 900
#
return
```

配置 ACL6 示例

组网需求

如图 6-286 所示，SwitchA 通过 GE 接口与 SwitchB 相连。在 SwitchA 上配置 ACL6 规则，禁止源地址为 3001::2/64 的 IPv6 报文进入 SwitchA 的 GE1/0/0 接口。

图 6-286 配置 ACL6 及 IPv6 报文过滤组网图



配置思路

采用如下的思路配置 ACL6：

1. 定义 ACL6 编号
2. 定义 ACL6 的具体规则
3. 定义报文过滤的分类、动作和策略

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- ACL6 编号
- 允许通过的源 IPv6 地址
- 流分类、流行为、流策略的名字

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 应用流策略的接口

操作步骤

步骤 1 分别在 SwitchA 和 SwitchB 上使能 IPv6 转发能力，并配置接口参数

配置 SwitchA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] ipv6
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ipv6 enable
[SwitchA-Vlanif10] ipv6 address 3001::1 64
[SwitchA-Vlanif10] quit
```

配置 SwitchA 上的静态路由。

```
[SwitchA] ipv6 route-static 3002:: 64 3001::2
```

配置 SwitchB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchB
[SwitchB] ipv6
[SwitchB] interface loopback 2
[SwitchB-LoopBack2] ipv6 enable
[SwitchB-LoopBack2] ipv6 address 3002::2 64
[SwitchB-LoopBack2] quit
[SwitchB] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[SwitchB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchB] interface vlanif 10
[SwitchB-Vlanif10] ipv6 enable
[SwitchB-Vlanif10] ipv6 address 3001::2 64
[SwitchB-Vlanif10] quit
```

步骤 2 在 SwitchA 上配置一个 ACL6 规则，并在接口上应用该规则，用于拒绝来自 3001::2 的 IPv6 报文

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] acl ipv6 number 3001
[SwitchA-acl6-adv-3001] rule deny ipv6 source 3001::2/64
[SwitchA-acl6-adv-3001] quit
[SwitchA] traffic classifier class1
[SwitchA-classifier-class1] if-match ipv6 acl 3001
[SwitchA-classifier-class1] quit
[SwitchA] traffic behavior behav1
[SwitchA-behavior-behav1] deny
[SwitchA-behavior-behav1] quit
[SwitchA] traffic policy policy1
[SwitchA-trafficpolicy-policy1] classifier class1 behavior behav1
[SwitchA-trafficpolicy-policy1] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] traffic-policy policy1 inbound
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

步骤 3 验证配置结果

查看 ACL6 的配置信息。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<SwitchA> display acl ipv6 3001
 Advanced IPv6 ACL 3001, 1 rule
 rule 0 deny ipv6 source 3001::2/64
```

查看流分类的配置信息。

```
<SwitchA> display traffic classifier user-defined
  User Defined Classifier Information:
   Classifier: class1
    Precedence: 5
    Operator: OR
    Rule(s) : if-match IPv6 acl
3001
Total classifier number is 1
```

查看流策略的配置信息。

```
<SwitchA>  display traffic policy user-defined
  User Defined Traffic Policy Information:
  Policy: policy1
   Classifier: class1
    Operator: OR
     Behavior: behav1
      Deny

Total policy number is 1
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 ipv6
#
acl ipv6 number 3001
 rule 0 deny ipv6 source 3001::2/64
#
traffic classifier class1 operator or
 if-match ipv6 acl 3001
#
traffic behavior behav1
 deny
#
traffic policy policy1
 classifier class1 behavior behav1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
 traffic-policy policy1 inbound
#
interface Vlanif10
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::1/64
#
 ipv6 route-static 3002:: 64 3001::2
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 ipv6
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface Vlanif 10
 ipv6 enable
 ipv6 address 3001::2/64
#
interface LoopBack2
 ipv6 enable
 ipv6 address 3002::2/64
#
return
```

6.8.13 ND Snooping 配置

介绍 ND Snooping 的原理和配置方法，并给出配置举例。

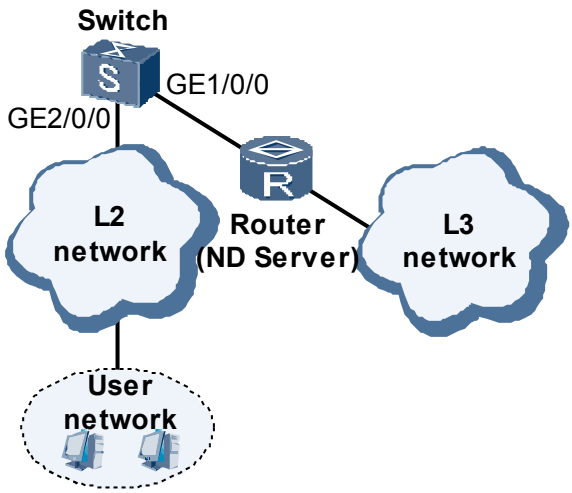
配置在二层网络上应用 ND Snooping 示例

介绍 ND Snooping 的基本配置过程，包括配置信任接口、配置 ND 动态绑定表的老化功能。

组网需求

如图 6-287 所示，Switch 应用在用户网络和 ND Server（通常是路由器）之间的二层网络。为防止 ND Server 仿冒者攻击，要求在 Switch 上应用 ND Snooping 功能，把运营商网络侧的接口配置为 Trusted 模式。Switch 通过维护前缀管理表和 ND 动态绑定表，能够保证合法用户访问网络，防止非法用户对网络设备和合法用户造成攻击。

图 6-287 配置在二层网络上应用 ND Snooping 组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路在二层网络中配置 ND Snooping 功能：（假设 ND Server 已经配置完成）

1. 使能全局和接口下的 ND Snooping 功能。
2. 把连接 ND Server 的接口设置为“信任（Trusted）”。
3. 配置 ND 动态绑定表的老化功能。

数据准备

为完成此配置举例，需要准备如下数据：

- 接口的 Trusted/Untrusted 模式：GE1/0/0 接口 Trusted 模式，GE2/0/0 接口 Untrusted 模式。
- ND 动态绑定表的老化时间。
- ND 动态绑定表的老化探测次数。

操作步骤

步骤 1 配置 ND Snooping 功能

使能全局 ND Snooping 功能。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] dhcp enable
[Quidway] nd snooping enable
```

使能接口的 ND Snooping 功能。

```
[Quidway] interface gigabitethernet 2/0/0
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] nd snooping enable
[Quidway-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

步骤 2 配置接口 GE1/0/0 为 Trusted 模式

```
[Quidway] interface gigabitethernet 1/0/0
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] nd snooping trusted
[Quidway-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

GE2/0/0 接口使能了 ND Snooping 功能后，接口模式默认为“Untrusted”。

步骤 3 配置 ND 动态绑定表的老化功能

配置 ND 动态绑定表的老化探测时间和老化探测次数。

```
[Quidway] nd user-bind detect enable
[Quidway] nd user-bind detect retransmit 5 interval 600
```

步骤 4 验证配置结果

在系统视图下执行 **display this** 命令可以看到全局和接口视图下已经使能 ND Snooping 功能。

```
[Quidway] display this
 nd snooping enable
 nd user-bind detect enable
 nd user-bind detect retransmit 5 interval 600
```

执行 **display nd snooping prefix** 命令可以查看 ND 用户的前缀管理表。

```
<Quidway> display nd snooping prefix
prefix-table:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Prefix                              Length   Valid-Time  Preferred-Time
-------------------------------------------------------------------------------
2001::                              64       600         600
Info: Prefix table total count:1
```

执行命令 **display nd snooping user-bind all** 可以查看 ND 动态绑定表中的所有信息。

```
<Quidway> display nd snooping user-bind all
ND Dynamic Bind-table:
Flags:O - outer vlan ,I - inner vlan ,P - map vlan
IP Address                      MAC Address     VSI/VLAN(O/I/P) Lease
-------------------------------------------------------------------------------
3001::E58C:A2E7:AA4C:8E59       00e0-4c7c-af8f  30  /--  /--    2011.05.06-20:09
3001::E58C:A2E7:AA4C:8D54       00e0-4c7c-afae  30  /--  /--    2011.05.06-20:09
-------------------------------------------------------------------------------
Dynamic binditem count:        2         Dynamic binditem total count:  2
```

----结束

配置文件

```
#
 dhcp enable
#
 nd snooping enable
#
 nd user-bind detect enable
#
 nd user-bind detect retransmit 5 interval 600
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 nd snooping enable
 nd snooping trusted
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 nd snooping enable
#
return
```

6.9 MPLS 配置

本手册系统介绍了 S9700 支持的 MPLS 相关配置。主要内容包括静态 LSP 的基本原理和配置过程、MPLS LDP 的基本原理和配置过程、MPLS TE 的基本原理和配置过程、MPLS 公共特性的基本原理和配置过程和 MPLS OAM 的基本原理和配置过程,并提供相关的配置案例。

说明

- S9700 的 MPLS 功能使用 License 控制，缺省情况下，新购买的设备的 MPLS 功能未打开。如果需要使用 S9700 的 MPLS 功能，请联系华为办事处申请并购买 License。
- EH1D2G24SSA0、EH1D2G24SCSA 和 EH1D2X12SSA0 单板不支持 MPLS 功能。

6.9.1 静态 LSP 配置

通过手工为 LSR 分配标签，可以配置静态 LSP。静态 LSP 适用于拓扑结构简单并且稳定的小型网络。

配置静态 LSP 示例

介绍静态 LSP 的配置过程，包括在各交换机配置 LSR ID 以及各节点使能 MPLS。

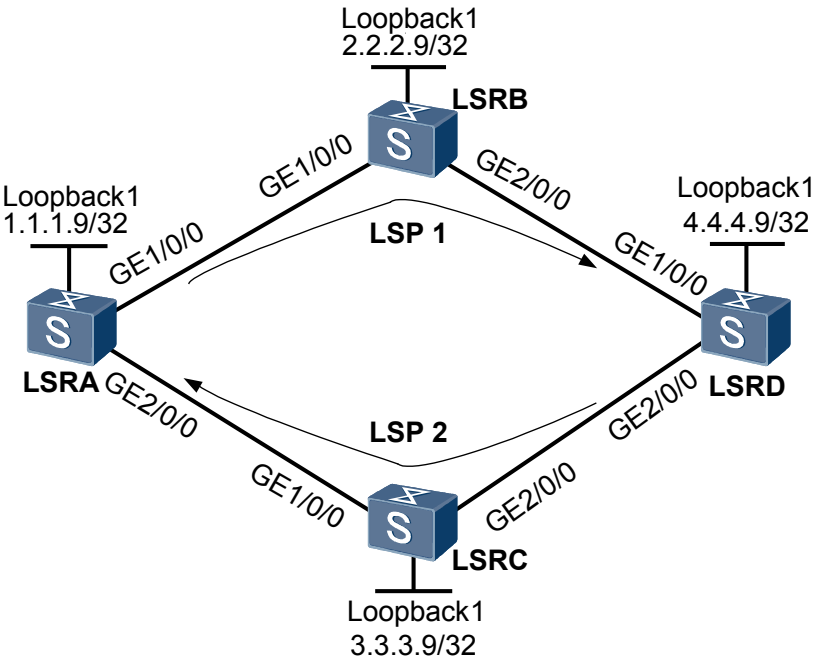
版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

如图 6-288 所示，各节点均支持 MPLS，运行 OSPF 作为 MPLS 骨干网上的 IGP。

在 LSRA 和 LSRD 之间建立双向静态 LSP。其中从 LSRA 到 LSRD 的 LSP 路径为 LSRA→LSRB→LSRD，从 LSRD 到 LSRA 的 LSP 路径为 LSRD→LSRC→LSRA。

图 6-288 建立静态 LSP 的组网图



设备名	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRA	GE2/0/0	VLANIF30	10.3.1.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRB	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.1/24
LSRC	GE1/0/0	VLANIF30	10.3.1.2/24
LSRC	GE2/0/0	VLANIF40	10.4.1.1/24
LSRD	GE1/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24
LSRD	GE2/0/0	VLANIF40	10.4.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置静态 LSP：

1. 在交换机上创建 VLAN，并把接口加入到相应的 VLAN。
2. 配置各节点的 VLANIF 接口的 IP 地址和作为 LSR ID 的 Loopback 地址，并用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由。
3. 全局使能各节点的 MPLS。
4. 使能各 VLANIF 接口的 MPLS。
5. 在 Ingress 配置此 LSP 的目的地址、下一跳和出标签的值。
6. 在 Transit 配置此 LSP 的入接口、与上一节点出标签相等的入标签的值、对应的下一跳和出标签的值。
7. 在 Egress 配置此 LSP 的入接口及与上一节点出标签相等的入标签的值。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点接口的 IP 地址如图 6-288，OSPF 进程号，所在的区域。
- 静态 LSP 的名称。
- 各接口上出标签的值。

操作步骤

步骤 1 在交换机上创建 VLAN，将相应的 GE 接口加入到 VLAN，并创建 VLANIF 接口，配置 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 LSRA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] interface loopback1
[LSRA-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[LSRA-LoopBack1] quit
[LSRA] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRA] vlan 10
[LSRA-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRA-vlan10] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRA] vlan 30
[LSRA-vlan30] port gigabitethernet2/0/0
[LSRA-vlan30] quit
[LSRA] interface vlanif 30
[LSRA-Vlanif30] ip address 10.3.1.1 24
[LSRA-Vlanif30] quit
```

配置 LSRB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRB
[LSRB] interface loopback1
[LSRB-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRB-LoopBack1] quit
[LSRB] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRB] vlan 10
[LSRB-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRB-vlan10] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRB] vlan 20
[LSRB-vlan20] port gigabitethernet2/0/0
[LSRB-vlan20] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] ip address 10.2.1.1 24
[LSRB-Vlanif20] quit
```

配置 LSRC。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRC
[LSRC] interface loopback1
[LSRC-LoopBack1] ip address 3.3.3.9 32
[LSRC-LoopBack1] quit
[LSRC] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRC] vlan 30
[LSRC-vlan30] port gigabitethernet1/0/0
[LSRC-vlan30] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] ip address 10.3.1.2 24
[LSRC-Vlanif30] quit
[LSRC] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRC-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRC] vlan 40
[LSRC-vlan40] port gigabitethernet2/0/0
[LSRC-vlan40] quit
[LSRC] interface vlanif 40
[LSRC-Vlanif40] ip address 10.4.1.1 24
[LSRC-Vlanif40] quit
```

配置 LSRD。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRD
[LSRD] interface loopback1
[LSRD-LoopBack1] ip address 4.4.4.9 32
[LSRD-LoopBack1] quit
[LSRD] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRD-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRD-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRD] vlan 20
[LSRD-vlan20] port gigabitethernet1/0/0
[LSRD-vlan20] quit
[LSRD] interface vlanif 20
[LSRD-Vlanif20] ip address 10.2.1.2 24
[LSRD-Vlanif20] quit
[LSRD] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRD-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRD-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRD] vlan 40
[LSRD-vlan40] port gigabitethernet2/0/0
[LSRD-vlan40] quit
[LSRD] interface vlanif 40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRD-Vlanif40] ip address 10.4.1.2 24
[LSRD-Vlanif40] quit
```

步骤 2 配置 OSPF 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由

配置 LSRA。

```
[LSRA] ospf 1
[LSRA-ospf-1] area 0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.3.1.0 0.0.0.255
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRA-ospf-1] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] ospf 1
[LSRB-ospf-1] area 0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRB-ospf-1] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] ospf 1
[LSRC-ospf-1] area 0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.3.1.0 0.0.0.255
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.4.1.0 0.0.0.255
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRC-ospf-1] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] ospf 1
[LSRD-ospf-1] area 0
[LSRD-ospf-1-area-0.0.0.0] network 4.4.4.9 0.0.0.0
[LSRD-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
[LSRD-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.4.1.0 0.0.0.255
[LSRD-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRD-ospf-1] quit
```

配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到相互之间都学到了彼此的路由。

LSRA 上的显示为：

```
[LSRA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 14        Routes : 15

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
        2.2.2.9/32  OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
        3.3.3.9/32  OSPF    10   2           D   10.3.1.2        Vlanif30
        4.4.4.9/32  OSPF    10   3           D   10.1.1.2        Vlanif10
                    OSPF    10   3           D   10.3.1.2        Vlanif30
       10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
       10.1.1.2/32  Direct  0    0           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.2.1.0/24  OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.3.1.0/24  Direct  0    0           D   10.3.1.1        Vlanif30
       10.3.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
       10.3.1.2/32  Direct  0    0           D   10.3.1.2        Vlanif30
       10.4.1.0/24  OSPF    10   2           D   10.3.1.2        Vlanif30
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
```

由 LSRA 和 LSRD 上 4.4.4.9/32 的静态 LSP 的下一跳由路由表决定，已用粗体表示。本例中选用下一跳 IP 地址为 10.1.1.2/24。

LSRD 上的显示为：

```
[LSRD] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 14        Routes : 15
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
       1.1.1.9/32 OSPF  10   3           D  10.2.1.1       Vlanif20
                  OSPF  10   3           D  10.4.1.1       Vlanif40
        2.2.2.9/32  OSPF   10   2           D  10.2.1.1       Vlanif20
        3.3.3.9/32  OSPF   10   2           D  10.4.1.1       Vlanif40
        4.4.4.9/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
       10.1.1.0/24  OSPF   10   2           D  10.2.1.1       Vlanif20
       10.2.1.0/24  Direct 0    0           D  10.2.1.2       Vlanif20
       10.2.1.1/32  Direct 0    0           D  10.2.1.1       Vlanif20
       10.2.1.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
       10.3.1.0/24  OSPF   10   2           D  10.4.1.1       Vlanif40
       10.4.1.0/24  Direct 0    0           D  10.4.1.2       Vlanif40
       10.4.1.1/32  Direct 0    0           D  10.4.1.1       Vlanif40
       10.4.1.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
```

由 LSRD 和 LSRA 上 1.1.1.9/32 的静态 LSP 的下一跳由路由表决定，已用粗体表示。本例中选用下一跳 IP 地址为 10.4.1.1/24。

步骤 3 在各节点使能 MPLS 基本功能

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.9
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.9
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.9
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] mpls lsr-id 4.4.4.9
[LSRD] mpls
[LSRD-mpls] quit
```

步骤 4 配置各接口的 MPLS 能力

配置 LSRA

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface vlanif 30
[LSRA-Vlanif30] mpls
[LSRA-Vlanif30] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 LSRB

```
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls
[LSRB-Vlanif20] quit
```

配置 LSRC

```
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] mpls
[LSRC-Vlanif30] quit
[LSRC] interface vlanif 40
[LSRC-Vlanif40] mpls
[LSRC-Vlanif40] quit
```

配置 LSRD

```
[LSRD] interface vlanif 20
[LSRD-Vlanif20] mpls
[LSRD-Vlanif20] quit
[LSRD] interface vlanif 40
[LSRD-Vlanif40] mpls
[LSRD-Vlanif40] quit
```

步骤 5 创建从 LSRA 到 LSRD 的静态 LSP

配置 Ingress LSRA。

```
[LSRA] static-lsp ingress SAtoSD destination 4.4.4.9 32 nexthop 10.1.1.2 out-label 20
```

配置 Transit LSRB。

```
[LSRB] static-lsp transit SAtoSD incoming-interface vlanif 10 in-label 20 nexthop 10.2.1.2 out-label
40
```

配置 Egress LSRD。

```
[LSRD] static-lsp egress SAtoSD incoming-interface vlanif 20 in-label 40
```

配置完成后，可在各节点上用 **display mpls static-lsp** 命令查看静态 LSP 的状态。LSRA 显示为例：

```
[LSRA] display mpls static-lsp
TOTAL          : 1       STATIC LSP(S)
UP             : 1       STATIC LSP(S)
DOWN           : 0       STATIC LSP(S)
Name            FEC                 I/O Label  I/O If                  Status
SAtoSD          4.4.4.9/32          NULL/20    -/Vlanif10              Up
```

LSP 是单向的，需要再配置 LSRD 到 LSRA 的静态 LSP。

步骤 6 创建从 LSRD 到 LSRA 静态 LSP

配置 Ingress LSRD。

```
[LSRD] static-lsp ingress SDtoSA destination 1.1.1.9 32 nexthop 10.4.1.1 out-label 30
```

配置 Transit LSRC。

```
[LSRC] static-lsp transit SDtoSA incoming-interface vlanif 40 in-label 30 nexthop 10.3.1.1 out-label
60
```

配置 Egress LSRA。

```
[LSRA] static-lsp egress SDtoSA incoming-interface vlanif 30 in-label 60
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 7 检查配置结果

配置完成后，在 LSRD 执行命令 **ping lsp ip 1.1.1.9 32**，发现 **ping lsp** 是通的。

然后在各节点上用 **display mpls static-lsp** 或 **display mpls static-lsp verbose** 命令查看静态 LSP 的状态及其详细信息。以 LSRD 的显示为例：

```
[LSRD] display mpls static-lsp
TOTAL          : 2       STATIC LSP(S)
UP             : 2       STATIC LSP(S)
DOWN           : 0       STATIC LSP(S)
Name            FEC                I/O Label  I/O If                    Status
SAtoSD          -/-                40/NULL    Vlanif20/-                Up
SDtoSA          1.1.1.9/32         NULL/30    -/Vlanif40                Up
[LSRD] display mpls static-lsp verbose
No             : 1
LSP-Name       : SAtoSD
LSR-Type       : Egress
FEC            : -/-
In-Label       : 40
Out-Label      : NULL
In-Interface   : Vlanif20
Out-Interface  : -
NextHop        : -
Static-Lsp Type: Normal
Lsp Status     : Up

No             : 2
LSP-Name       : SDtoSA
LSR-Type       : Ingress
FEC            : 1.1.1.9/32
In-Label       : NULL
Out-Label      : 30
In-Interface   : -
Out-Interface  : Vlanif40
NextHop        : 10.4.1.1
Static-Lsp Type: Normal
Lsp Status     : Up
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10 30
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
#
 static-lsp ingress SAtoSD destination 4.4.4.9 32 nexthop 10.1.1.2 out-label 20
 static-lsp egress SDtoSA incoming-interface Vlanif30 in-label 60
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
static-lsp transit SAtoSD incoming-interface Vlanif10 in-label 20 nexthop 10.2.1.2 out-label
40
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
#
static-lsp transit SDtoSA incoming-interface vlanif40 in-label 30 nexthop 10.3.1.1 out-label
60
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
 vlan batch 20 40
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
#
 static-lsp egress SAtoSD incoming-interface vlanif20 in-label 40
 static-lsp ingress SDtoSA destination 1.1.1.9 32 nexthop 10.4.1.1 out-label 30
#
return
```

配置静态 BFD 检测静态 LSP 示例

介绍静态 BFD 检测静态 LSP 的配置过程，包括在各节点配置 Ingress、Transit 和 Egress 参数。

版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

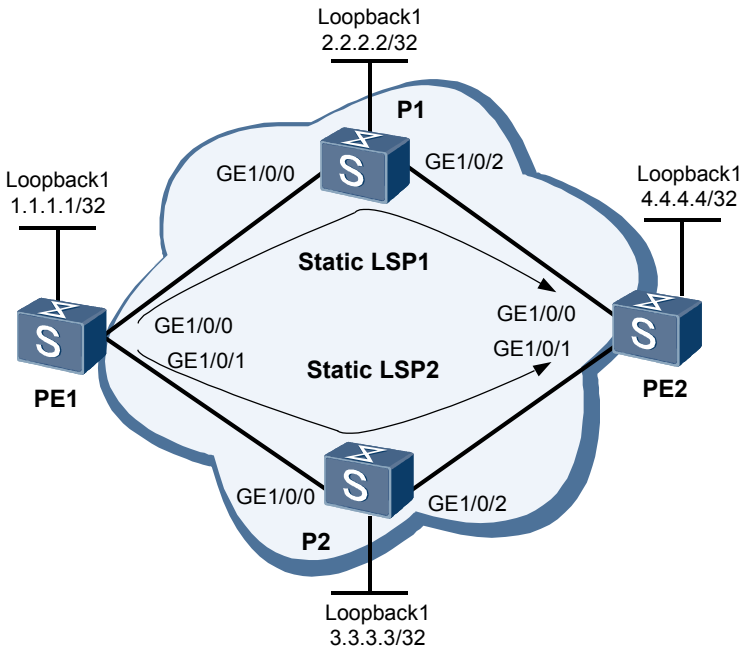
如图 6-289 所示：

- PE1、PE2、P1 和 P2 同在一个 MPLS 域内。
- PE1、PE2 之间有两条静态 LSP，LSP1 通过 P1，LSP2 通过 P2。

其中 P 设备和 PE 设备都为交换机。

要求在不使用 MPLS OAM 的情况下，对这条静态 LSP1 进行连通性检测。当静态 LSP 出现故障时，PE1 能够在 50ms 之内收到故障通告。

图 6-289 建立静态 LSP 的组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
PE1	GE1/0/1	VLANIF30	10.3.1.1/24
P1	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
P1	GE1/0/2	VLANIF20	10.2.1.1/24
P2	GE1/0/0	VLANIF30	10.3.1.2/24
P2	GE1/0/2	VLANIF40	10.4.1.1/24
PE2	GE1/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24
PE2	GE1/0/1	VLANIF40	10.4.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置静态 BFD 检测静态 LSP：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置 VLANIF 接口。
2. 整个 MPLS 域采用 OSPF 协议，各节点之间 IP 可达。
3. 在 PE1 上配置 BFD 会话检测静态 LSP。
4. 在 PE2 上配置 BFD 会话，将检测到的静态 LSP 的故障通告给 PE1（该方向仅 IP 可达即可）。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点的接口 IP 地址。
- OSPF 进程号。
- BFD 会话参数（配置名、最小发送和接收检测时间间隔）

操作步骤

步骤 1 在 PE 和 P 设备上创建 VLAN，将相应的 GE 接口加入到 VLAN，并创建 VLANIF 接口，配置 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] interface loopback1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.1 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] interface gigabitethernet1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] vlan 10
[PE1-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[PE1-vlan10] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface gigabitethernet1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE1] vlan 30
[PE1-vlan30] port gigabitethernet1/0/1
[PE1-vlan30] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] ip address 10.3.1.1 24
[PE1-Vlanif30] quit
```

配置 P1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P1
[P1] interface loopback1
[P1-LoopBack1] ip address 2.2.2.2 32
[P1-LoopBack1] quit
[P1] interface gigabitethernet1/0/0
[P1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[P1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P1] vlan 10
[P1-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[P1-vlan10] quit
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[P1-Vlanif10] quit
[P1] interface gigabitethernet1/0/2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type access
[P1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[P1] vlan 20
[P1-vlan20] port gigabitethernet1/0/2
[P1-vlan20] quit
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] ip address 10.2.1.1 24
[P1-Vlanif20] quit
```

配置 P2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P2
[P2] interface loopback1
[P2-LoopBack1] ip address 3.3.3.3 32
[P2-LoopBack1] quit
[P2] interface gigabitethernet1/0/0
[P2-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[P2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P2] vlan 30
[P2-vlan30] port gigabitethernet1/0/0
[P2-vlan30] quit
[P2] interface vlanif 30
[P2-Vlanif30] ip address 10.3.1.2 24
[P2-Vlanif30] quit
[P2] interface gigabitethernet1/0/2
[P2-GigabitEthernet1/0/2] port link-type access
[P2-GigabitEthernet1/0/2] quit
[P2] vlan 40
[P2-vlan40] port gigabitethernet1/0/2
[P2-vlan40] quit
[P2] interface vlanif 40
[P2-Vlanif40] ip address 10.4.1.1 24
[P2-Vlanif40] quit
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] interface loopback1
[PE2-LoopBack1] ip address 4.4.4.4 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] interface gigabitethernet1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] vlan 20
[PE2-vlan20] port gigabitethernet1/0/0
[PE2-vlan20] quit
[PE2] interface vlanif 20
[PE2-Vlanif20] ip address 10.2.1.2 24
[PE2-Vlanif20] quit
[PE2] interface gigabitethernet1/0/1
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port link-type access
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE2] vlan 40
[PE2-vlan40] port gigabitethernet1/0/1
[PE2-vlan40] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] ip address 10.4.1.2 24
[PE2-Vlanif40] quit
```

步骤 2 配置 OSPF 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由

配置 PE1。

```
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.1 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.3.1.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 P1。

```
[P1] ospf 1
[P1-ospf-1] area 0
[P1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.2 0.0.0.0
[P1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[P1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
[P1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P1-ospf-1] quit
```

配置 P2。

```
[P2] ospf 1
[P2-ospf-1] area 0
[P2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.3 0.0.0.0
[P2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.3.1.0 0.0.0.255
[P2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.4.1.0 0.0.0.255
[P2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P2-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ospf 1
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 4.4.4.4 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.4.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

步骤 3 在各节点使能 MPLS 基本功能

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
```

配置 P1。

```
[P1] mpls lsr-id 2.2.2.2
[P1] mpls
[P1-mpls] quit
```

配置 P2。

```
[P2] mpls lsr-id 3.3.3.3
[P2] mpls
[P2-mpls] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 4.4.4.4
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
```

步骤 4 配置各接口的 MPLS 能力

配置 PE1

```
[PE1] interface Vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface Vlanif 30
[PE1-Vlanif30] mpls
[PE1-Vlanif30] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 P1

```
[P1] interface Vlanif 10
[P1-Vlanif10] mpls
[P1-Vlanif10] quit
[P1] interface Vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls
[P1-Vlanif20] quit
```

配置 P2

```
[P2] interface Vlanif 30
[P2-Vlanif30] mpls
[P2-Vlanif30] quit
[P2] interface Vlanif 40
[P2-Vlanif40] mpls
[P2-Vlanif40] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] interface Vlanif 20
[PE2-Vlanif20] mpls
[PE2-Vlanif20] quit
[PE2] interface Vlanif 40
[PE2-Vlanif40] mpls
[PE2-Vlanif40] quit
```

步骤 5 配置静态 LSP1，其中 PE1 为 Ingress，P1 为 Transit,PE2 为 Egress。

配置 Ingress PE1。

```
[PE1] static-lsp ingress LSP1 destination 4.4.4.4 32 nexthop 10.1.1.2 out-label 20
```

配置 Transit P1。

```
[P1] static-lsp transit LSP1 incoming-interface vlanif 10 in-label 20 nexthop 10.2.1.2 out-label 40
```

配置 Egress PE2。

```
[PE2] static-lsp egress LSP1 incoming-interface vlanif 20 in-label 40
```

步骤 6 配置静态 LSP2，其中 PE1 为 Ingress，P2 为 Transit,PE2 为 Egress。

配置 Ingress PE1。

```
[PE1] static-lsp ingress LSP2 destination 4.4.4.4 32 nexthop 10.3.1.2 out-label 30
```

配置 Transit P2。

```
[P2] static-lsp transit LSP2 incoming-interface vlanif 30 in-label 30 nexthop 10.4.1.2 out-label 60
```

配置 Egress PE2。

```
[PE2] static-lsp egress LSP2 incoming-interface vlanif 40 in-label 60
```

配置完成后，在 PE1 上执行命令 **ping lsp ip 4.4.4.4 32**，发现 **ping lsp** 是通的。

然后在各节点上用 **display mpls static-lsp** 或 **display mpls static-lsp verbose** 命令查看静态 LSP 的状态及其详细信息。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls static-lsp

TOTAL          : 2       STATIC LSP(S)
UP             : 2       STATIC LSP(S)
DOWN           : 0       STATIC LSP(S)
Name            FEC                I/O Label  I/O If                      Status
LSP1          4.4.4.4/32           NULL/20     Vlanif10/-                  Up
LSP2          4.4.4.4/32           NULL/30     Vlanif30/-                  Up
[PE1] display mpls static-lsp verbose
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
No             : 1
LSP-Name       : LSP1
LSR-Type       : Ingress
FEC            : 4.4.4.4/32
In-Label       : NULL
Out-Label      : 20
In-Interface   : -
Out-Interface  : Vlanif10
NextHop        : 10.1.1.2
Static-Lsp Type: Normal
Lsp Status     : Up

No             : 2
LSP-Name       : LSP2
LSR-Type       : Ingress
FEC            : 4.4.4.4/32
In-Label       : NULL
Out-Label      : 30
In-Interface   : -
Out-Interface  : Vlanif30
NextHop        : 10.3.1.2
Static-Lsp Type: Normal
Lsp Status     : Up
```

步骤 7 配置 BFD 会话检测静态 LSP1

在 Ingress PE1 上配置 BFD 会话，其中本地标识符是 1，远端标识符是 2，发送报文的最小时间间隔是 500 毫秒，接收报文的最小时间间隔是 500 毫秒。

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] bfd PE1toPE2 bind static-lsp LSP1
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] discriminator local 1
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] discriminator remote 2
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] min-tx-interval 500
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] min-rx-interval 500
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] process-pst
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] commit
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] quit
```

在 Egress PE2 上配置 BFD 会话，通过 IP 链路向 Ingress PE1 通告静态 LSP 故障。

```
[PE2] bfd
[PE2-bfd] quit
[PE2] bfd PE2toPE1 bind peer-ip 1.1.1.1
[PE2-bfd-session-pe2tope1] discriminator local 2
[PE2-bfd-session-pe2tope1] discriminator remote 1
[PE2-bfd-session-pe2tope1] min-tx-interval 500
[PE2-bfd-session-pe2tope1] min-rx-interval 500
[PE2-bfd-session-pe2tope1] commit
[PE2-bfd-session-pe2tope1] quit
```

在 PE1 上执行 **display bfd session all verbose** 查看配置结果，可以看到在 PE1 上 BFD 会话已经 Up。

```
[PE1] display bfd session all verbose
-------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096       State : Up        Name : pe1tope2
-------------------------------------------------------------------------------
  Local   Discriminator     : 1               Remote Discriminator   : 2
  Session Detect Mode       : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type             : STATIC_LSP
  Bind Session Type         : Static
  Bind Peer IP Address      : 4.4.4.4
  NextHop Ip Address        : 10.1.1.2
  Bind Interface            : -
  Static LSP name           : LSP1            LSP Token              : 0x10002
  FSM Board Id              : 0               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)      : 500             Min Rx Interval (ms)   : 500
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Actual Tx Interval (ms)   : 500              Actual Rx Interval (ms) : 500
  Local Detect Multi        : 3                Detect Interval (m)     : 3000
  Echo Passive              : Disable          Acl Number              : -
  Destination Port          : 3784             TTL                     : 1
  Proc Interface Status     : Disable          Process PST             : Enable
  WTR Interval (ms)         : -
  Active Multi              : 3
  Last Local Diagnostic     : No Diagnostic
  Bind Application          : LSPM | L2VPN | OAM_MANAGER
  Session TX TmrID          : 16407            Session Detect TmrID    : 16408
  Session Init TmrID        : -                Session WTR TmrID       : -
  Session Echo Tx TmrID     : -
  PDT Index                 : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description       : -
--------------------------------------------------------------------------------
    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

在 PE2 上执行 **display bfd session all verbose** 查看配置结果。

```
[PE2] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096      (Multi Hop) State : Up       Name : pe2tope1
--------------------------------------------------------------------------------
  Local   Discriminator     : 2                Remote Discriminator   : 1
  Session Detect Mode       : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type             : Peer Ip Address
  Bind Session Type         : Static
  Bind Peer IP Address      : 1.1.1.1
  Bind Interface            : -
  Track Interface           : -
  FSM Board Id              : 0                TOS-EXP                 : 7
  Min Tx Interval (ms)      : 500              Min Rx Interval (ms)    : 500
  Actual Tx Interval (ms)   : 500              Actual Rx Interval (ms) : 500
  Local Detect Multi        : 3                Detect Interval (m)     : 3000
  Echo Passive              : Disable          Acl Number              : -
  Destination Port          : 3784             TTL                     : 254
  Proc Interface Status     : Disable          Process PST             : Disable
  WTR Interval (ms)         : -
  Active Multi              : 3
  Last Local Diagnostic     : No Diagnostic
  Bind Application          : No Application Bind
  Session TX TmrID          : 16407            Session Detect TmrID    : 16408
  Session Init TmrID        : -                Session WTR TmrID       : -
  Session Echo Tx TmrID     : -
  PDT Index                 : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description       : -
--------------------------------------------------------------------------------
    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

步骤 8 检测配置结果

对 P1 的 VLANIF20 接口进行 shutdown 操作，模拟静态 LSP 故障。

```
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] shutdown
```

在 PE 上执行 **display bfd session all verbose**，查看 BFD 的状态。

```
[PE2] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096      (Multi Hop) State : Down     Name : pe2tope1
--------------------------------------------------------------------------------
  Local   Discriminator     : 2                Remote Discriminator   : 1
  Session Detect Mode       : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type             : Peer Ip Address
  Bind Session Type         : Static
  Bind Peer IP Address      : 1.1.1.1
  Bind Interface            : -
  Track Interface           : -
  FSM Board Id              : 0                TOS-EXP                 : 7
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Min Tx Interval (ms)      : 500              Min Rx Interval (ms)     : 500
  Actual Tx Interval (ms)   : 500              Actual Rx Interval (ms)  : 500
  Local Detect Multi        : 3                Detect Interval (m)      : 3000
  Echo Passive              : Disable          Acl Number               : -
  Destination Port          : 3784             TTL                      : 254
  Proc Interface Status     : Disable          Process PST              : Disable
  WTR Interval (ms)         : -
  Active Multi              : 3
  Last Local Diagnostic     :  Control Detection Time Expired
  Bind Application          : No Application Bind
  Session TX TmrID          : 16407            Session Detect TmrID     : 16408
  Session Init TmrID        : -                Session WTR TmrID        : -
  Session Echo Tx TmrID     : -
  PDT Index                 : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description       : -
--------------------------------------------------------------------------------
    Total UP/DOWN Session Number : 0/1

[PE1] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4096       State : Down        Name : pe1tope2
--------------------------------------------------------------------------------
  Local   Discriminator     : 1                Remote Discriminator   : 2
  Session Detect Mode       : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type             : STATIC_LSP
  Bind Session Type         : Static
  Bind Peer IP Address      : 4.4.4.4
  NextHop Ip Address        : 10.1.1.2
  Bind Interface            : -                Static LSP name          : LSP1
  LSP Token                 : 0x10002
  FSM Board Id              : 0                TOS-EXP                  : 7
  Min Tx Interval (ms)      : 500              Min Rx Interval (ms)     : 500
  Actual Tx Interval (ms)   : 500              Actual Rx Interval (ms)  : 500
  Local Detect Multi        : 3                Detect Interval (m)      : 3000
  Echo Passive              : Disable          Acl Number               : -
  Destination Port          : 3784             TTL                      : 1
  Proc Interface Status     : Disable          Process PST              : Enable
  WTR Interval (ms)         : -
  Active Multi              : 3
  Last Local Diagnostic     : Control Detection Time Expired
  Bind Application          : LSPM | L2VPN | OAM_MANAGER
  Session TX TmrID          : 16407            Session Detect TmrID     : 16408
  Session Init TmrID        : -                Session WTR TmrID        : -
  Session Echo Tx TmrID     : -
  PDT Index                 : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description       : -
--------------------------------------------------------------------------------
    Total UP/DOWN Session Number : 0/1
```

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 30
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bfd peltope2 bind static-lsp LSP1
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
 min-tx-interval 500
 min-rx-interval 500
 process-pst
 commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
#
 static-lsp ingress LSP1 destination 4.4.4.4 32 nexthop 10.1.1.2 out-label 20
 static-lsp ingress LSP2 destination 4.4.4.4 32 nexthop 10.3.1.2 out-label 30
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
  port link-type access
  port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
static-lsp transit LSP1 incoming-interface Vlanif 10 in-label 20 nexthop 10.2.1.2 out-label
40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 30 40
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
#
static-lsp transit LSP2 incoming-interface vlanif30 in-label 30 nexthop 10.4.1.2 out-label 60
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 20 40
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 40
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
bfd pe2tope1 bind peer-ip 1.1.1.1
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
 min-tx-interval 500
 min-rx-interval 500
 commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
#
 static-lsp egress LSP1 incoming-interface vlanif20 in-label 40
 static-lsp egress LSP2 incoming-interface vlanif40 in-label 60
#
return
```

6.9.2 MPLS LDP 配置

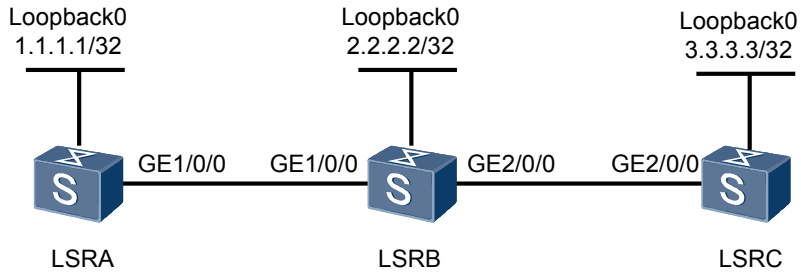
MPLS LDP 规定了标签分发过程中的各种消息以及相关的处理进程，主要用于 LSR 之间协商会话参数，进行标签分配，进而建立起标签交换路径（LSP）。

配置本地 LDP 会话示例

组网需求

如图 6-290 所示，在 LSRA 和 LSRB、LSRB 和 LSRC 间分别建立本地 LDP 会话。

图 6-290 配置本地 LDP 会话组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRB	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.1/24
LSRC	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置本地 LDP 会话：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置 VLAN，将接口加入到 VLAN，并且创建相应的 VLANIF 接口。
2. 在各 LSR 上使能全局的 MPLS 和 MPLS LDP 能力。
3. 在各 LSR 的接口上使能 MPLS 能力。
4. 在本地 LDP 会话两端 LSR 的接口上使能 MPLS LDP 能力。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各 LSR 接口的 IP 地址如图 6-290，OSPF 进程号，所在的区域。
- 各节点的 LSR ID。

操作步骤

步骤 1 在交换机上创建 VLAN，将相应的 GE 接口加入到 VLAN，并创建 VLANIF 接口，配置 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 LSRA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] interface loopback0
[LSRA-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 32
[LSRA-LoopBack0] quit
[LSRA] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRA] vlan 10
[LSRA-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRA-vlan10] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
```

配置 LSRB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRB
[LSRB] interface loopback0
[LSRB-LoopBack0] ip address 2.2.2.2 32
[LSRB-LoopBack0] quit
[LSRB] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRB] vlan 10
[LSRB-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRB-vlan10] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRB] vlan 20
[LSRB-vlan20] port gigabitethernet2/0/0
[LSRB-vlan20] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] ip address 10.2.1.1 24
```

配置 LSRC。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRC
[LSRC] interface loopback0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRC-LoopBack0] ip address 3.3.3.3 32
[LSRC-LoopBack0] quit
[LSRC] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRC-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRC] vlan 20
[LSRC-vlan20] port gigabitethernet2/0/0
[LSRC-vlan20] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] ip address 10.2.1.2 24
```

步骤 2 配置 OSPF 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由

配置 LSRA。

```
[LSRA] ospf 1
[LSRA-ospf-1] area 0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.1 0.0.0.0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] ospf 1
[LSRB-ospf-1] area 0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.2 0.0.0.0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] ospf 1
[LSRC-ospf-1] area 0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.3 0.0.0.0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
```

步骤 3 在各节点使能 MPLS 和 MPLS LDP 基本功能

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] mpls ldp
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.2
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls]quit
[LSRB] mpls ldp
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.3
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls]quit
[LSRC] mpls ldp
```

步骤 4 配置各接口的 MPLS 能力

配置 LSRA

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB

```
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls
```

配置 LSRC

```
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
```

步骤 5 配置各接口的 MPLS LDP 能力

配置 LSRA

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls ldp
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB

```
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls ldp
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls ldp
```

配置 LSRC

```
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls ldp
```

步骤 6 检查配置结果

配置完成后，在节点上执行 **display mpls ldp session** 命令，可以看到 LSRA 和 LSRB、LSRB 和 LSRC 间的本地 LDP 会话状态为“Operational”。

以 LSRA 的显示为例：

```
[LSRA] display mpls ldp session

LDP Session(s) in Public Network
Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.2:0         Operational DU   Passive  000:00:22   91/91
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

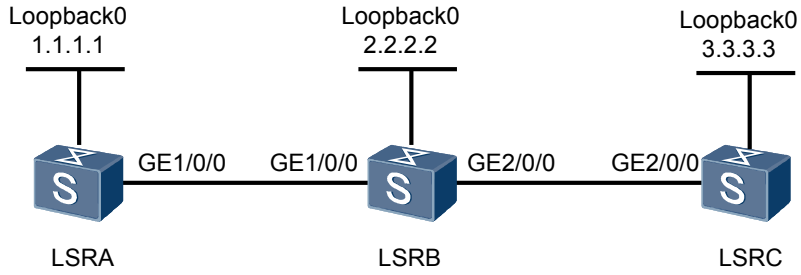
```
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置远端 LDP 会话示例

组网需求

如图 6-291 所示，在 LSRA 和 LSRC 之间建立远端 LDP 会话。

图 6-291 配置远端 LDP 会话组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRB	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.1/24
LSRC	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置远端 LDP 会话：

1. 配置 VLAN，将接口加入到 VLAN，并且创建相应的 VLANIF 接口。
2. 在各 LSR 上使能全局的 MPLS 和 MPLS LDP 能力。
3. 在各 LSR 的接口上使能 MPLS 能力。
4. 在远端 LDP 会话两端 LSR 的接口上使能 MPLS LDP 能力。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 各 LSR 接口的 IP 地址如图 6-291，OSPF 进程号，所在的区域。
- 各节点的 LSR ID。

操作步骤

步骤 1 在交换机上创建 VLAN，将相应的 GE 接口加入到 VLAN，并创建 VLANIF 接口，配置 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 LSRA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] interface loopback0
[LSRA-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 32
[LSRA-LoopBack0] quit
[LSRA] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRA] vlan 10
[LSRA-Vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRA-vlan10] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
```

配置 LSRB。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRB
[LSRB] interface loopback0
[LSRB-LoopBack0] ip address 2.2.2.2 32
[LSRB-LoopBack0] quit
[LSRB] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRB] vlan 10
[LSRB-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRB-vlan10] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRB] vlan 20
[LSRB-vlan20] port gigabitethernet2/0/0
[LSRB-vlan20] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] ip address 10.2.1.1 24
```

配置 LSRC。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRC
[LSRC] interface loopback0
[LSRC-LoopBack0] ip address 3.3.3.3 32
[LSRC-LoopBack0] quit
[LSRC] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRC-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRC] vlan 20
[LSRC-vlan20] port gigabitethernet2/0/0
[LSRC-vlan20] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] ip address 10.2.1.2 24
```

步骤 2 配置 OSPF 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 LSRA。

```
[LSRA] ospf 1
[LSRA-ospf-1] area 0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.1 0.0.0.0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] ospf 1
[LSRB-ospf-1] area 0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.2 0.0.0.0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] ospf 1
[LSRC-ospf-1] area 0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.3 0.0.0.0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
```

步骤 3 在各节点使能 MPLS 和 MPLS LDP 基本功能

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls]quit
[LSRA] mpls ldp
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.2
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls]quit
[LSRB] mpls ldp
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.3
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls]quit
[LSRC] mpls ldp
```

步骤 4 配置各接口的 MPLS 能力

配置 LSRA

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB

```
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls
```

配置 LSRC

```
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
```

步骤 5 配置各接口的 MPLS LDP 能力

配置 LSRA

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls ldp
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB

```
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls ldp
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls ldp
```

配置 LSRC

```
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls ldp
```

步骤 6 在远端 LDP 会话两端 LSR 上指定远端对等体及 IP 地址

配置 LSRA

```
[LSRA] mpls ldp remote-peer LSRC
[LSRA-mpls-ldp-remote-lsrc] remote-ip 3.3.3.3
[LSRA-mpls-ldp-remote-lsrc] quit
```

配置 LSRC

```
[LSRC] mpls ldp remote-peer LSRA
[LSRC-mpls-ldp-remote-lsra] remote-ip 1.1.1.1
[LSRC-mpls-ldp-remote-lsra] quit
```

步骤 7 检查配置结果

配置完成后，在节点上执行 **display mpls ldp session** 命令，可以看到 LSRA 和 LSRC 之间的远端 LDP 会话状态为“Operational”。

以 LSRA 的显示为例：

```
[LSRA] display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge       KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 3.3.3.3:0         Operational DU   Passive  000:00:01    6/6
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

在远端 LDP 会话两端 LSR 上执行 **display mpls ldp remote-peer** 命令，可以看到远端对等体信息。

以 LSRA 的显示为例：

```
[LSRA] display mpls ldp remote-peer

                        LDP Remote Entity Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 Remote Peer Name  : LSRC
 Remote Peer IP    : 3.3.3.3           LDP ID        : 1.1.1.1:0
 Transport Address : 1.1.1.1           Entity Status : Active

 Configured Keepalive Hold Timer : 45 Sec
 Configured Keepalive Send Timer : ---
 Configured Hello Hold Timer     : 45 Sec
 Negotiated Hello Hold Timer     : 45 Sec
 Configured Hello Send Timer     : ---
 Configured Delay Timer          : 0 Sec
 Hello Packet sent/received      : 10/7
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Label Advertisement Mode        : Downstream Unsolicited
Remote Peer Deletion Status     : No
Auto-config                     : ---
------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 1 Peer(s) Found.
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer lsrc
 remote-ip 3.3.3.3
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer lsra
 remote-ip 1.1.1.1
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp

#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

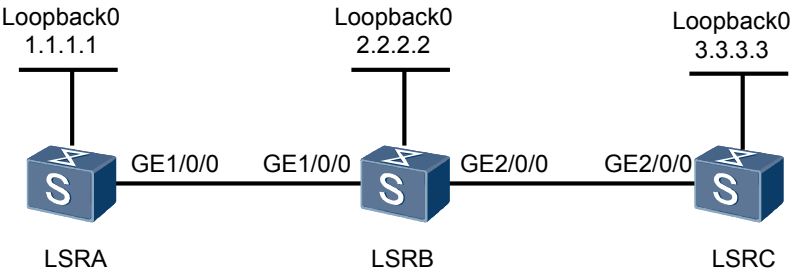
使用 LDP 建立 LSP 示例

组网需求

如图 6-292 所示，在 LSRA 和 LSRC 之间使用 LDP 建立 LSP。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-292 使用 LPD 建立 LSP 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRB	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.1/24
LSRC	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 LDP 建立 LSP：

1. 配置本地 LDP 会话。
2. 在各 LSR 上修改 LDP LSP 的触发策略。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各 LSR 接口的 IP 地址如图 6-292，OSPF 进程号，所在的区域。
- 修改 LDP LSP 的触发策略。

操作步骤

步骤 1 配置 LDP LSP

在完成**配置本地 LDP 会话示例**后，各 LSR 已根据默认的 LDP LSP 触发策略，即所有主机路由触发建立 LDP LSP。

在各 LSR 上执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到所有主机路由都触发建立了 LDP LSP。

以 LSRA 的显示为例：

```
[LSRA] display mpls ldp lsp

LDP LSP Information
-------------------------------------------------------------------------------
DestAddress/Mask   In/OutLabel   UpstreamPeer    Next-Hop        Out-Interface
-------------------------------------------------------------------------------
1.1.1.1/32         3/NULL        2.2.2.2         127.0.0.1       InLoop0
2.2.2.2/32         NULL/3        2.2.2.2         10.1.1.2        Vlanif10
3.3.3.3/32         NULL/1025     2.2.2.2         10.1.1.2        Vlanif10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 3 Normal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Liberal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.

A '*' before a LSP means the LSP is not established
A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
A '*' before a UpstreamPeer means the session is stale
A '*' before a DS means the session is stale
A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

说明

通常情况下，使用缺省的触发策略，即“host”方式触发建立 LDP LSP 即可。也可以根据实际需要，执行以下步骤修改 LDP LSP 的触发策略。

步骤 2 修改 LDP LSP 的触发策略

在各 LSR 上将 LDP LSP 的触发策略修改为 **all**，使路由表中的所有静态路由和 IGP 表项都可以触发建立 LDP LSP。

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] lsp-trigger all
[LSRA-mpls] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] lsp-trigger all
[LSRB-mpls] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] lsp-trigger all
[LSRC-mpls] quit
```

步骤 3 检查配置结果

配置完成后，在各节点上执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。以 LSRA 的显示为例。

```
[LSRA] display mpls ldp lsp

 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel   UpstreamPeer    NextHop      OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
  1.1.1.1/32        3/NULL         2.2.2.2         127.0.0.1    InLoop0
 *1.1.1.1/32        Liberal
  2.2.2.2/32        NULL/3         -               10.1.1.2     Vlanif10
  2.2.2.2/32        1024/3         2.2.2.2         10.1.1.2     Vlanif10
  3.3.3.3/32        NULL/1025      -               10.1.1.2     Vlanif10
  3.3.3.3/32        1025/1025      2.2.2.2         10.1.1.2     Vlanif10
  10.1.1.0/30       3/NULL         2.2.2.2         10.1.1.1     Vlanif10
 *10.1.1.0/30       Liberal
  10.1.2.0/30       NULL/3         -               10.1.1.2     Vlanif10
  10.1.2.0/30       1026/3         2.2.2.2         10.1.1.2     Vlanif10
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 8 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 2 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A '*' before an LSP means the LSP is not established
 A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A '*' before a UpstreamPeer means the session is stale
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
A "*" before a DS means the session is stale
A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

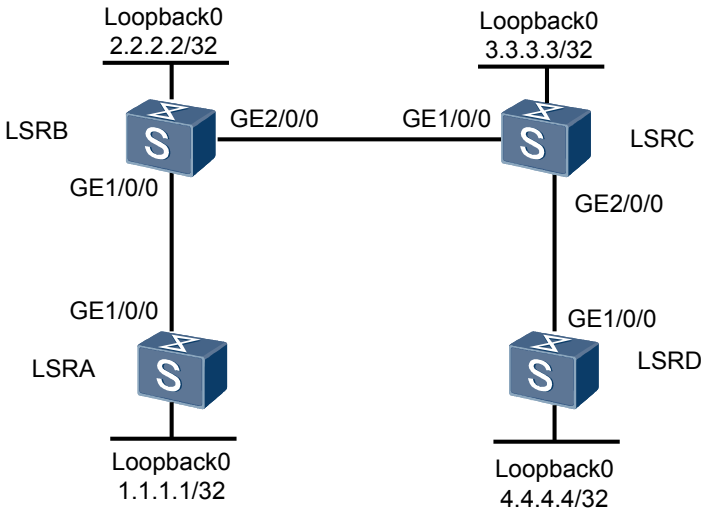
配置 Transit LSP 示例（使用前缀列表）

组网需求

如图 6-293 所示，在各节点之间建立 LDP LSP，但在 LSRB 只允许 4.4.4.4/32 的 FEC 建立 Transit LSP。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-293 配置 Transit LSP 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRB	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.1/24
LSRC	GE1/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24
LSRC	GE2/0/0	VLANIF30	10.3.1.1/24
LSRD	GE1/0/0	VLANIF30	10.3.1.2/24

配置思路

采用如下配置思路配置 Transit LSP：

1. 配置 VLAN，将物理接口加入 VLAN，创建 VLANIF 接口。
2. 配置各节点接口的 IP 地址及作为 LSR ID 的 Loopback 地址，并用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由。
3. 全局使能各节点的 MPLS 和 MPLS LDP，并配置 LSP 的触发建立策略。
4. 根据 LSP 控制需求来配置 IP 前缀列表。
5. 在 Transit LSRB 使用此 IP 前缀列表对用于 Transit LSP 的路由进行过滤。
6. 使能各接口的 MPLS 和 MPLS LDP。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点接口的 IP 地址如图 6-293，OSPF 进程号，所在的区域
- LSP 的触发建立策略
- 前缀列表名，以及 Transit 上需要过滤的路由

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN，在将接口加入 VLAN，并创建 VLANIF 接口

配置过程请参看**配置远端 LDP 会话示例**。

步骤 2 配置各节点接口的 IP 地址，并用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由

按照**图 6-293** 配置各接口 IP 地址和掩码，包括 Loopback 接口，并使用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由，具体配置过程略。

步骤 3 在 Transit LSRB 上配置 IP 前缀列表

在 Transit LSRB 配置 IP 前缀列表，只允许 LSRD 上的 4.4.4.4/32 来建立 Transit LSP。

```
[LSRB]ip ip-prefix FilterOnTransit permit 4.4.4.4 32
```

步骤 4 配置节点和接口的 MPLS 基本能力，并使能 LDP

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] lsp-trigger all
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] mpls ldp
[LSRA-mpls-ldp] quit
[LSRA] interface vlanif10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls ldp
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.2
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] lsp-trigger all
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] mpls ldp
[LSRB-mpls-ldp] propagate mapping for ip-prefix FilterOnTransit
[LSRB-mpls-ldp] quit
[LSRB] interface vlanif10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] mpls ldp
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif20
[LSRB-Vlanif20] mpls
[LSRB-Vlanif20] mpls ldp
[LSRB-Vlanif20] quit
```

LSRC、LSRD 的配置与 LSRA 类似，不再赘述。

步骤 5 检查配置结果

可以用 **display mpls ldp lsp** 命令来查看 LSP 的建立情况。

查看 LSRA 上的 LDP LSP。

```
[LSRA] display mpls ldp lsp
 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop         OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.1/32         3/NULL         2.2.2.2         127.0.0.1       InLoop0
 2.2.2.2/32         NULL/3         -               10.1.1.2        Vlanif10
 2.2.2.2/32         1024/3         2.2.2.2         10.1.1.2        Vlanif10
 4.4.4.4/32         NULL/1027      -               10.1.1.2        Vlanif10
 4.4.4.4/32         1025/1027      2.2.2.2         10.1.1.2        Vlanif10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 10.1.1.0/24         3/NULL          2.2.2.2         10.1.1.1        Vlanif10
*10.1.1.0/24         Liberal
 10.2.1.0/24         NULL/3          -               10.1.1.2        Vlanif10
 10.2.1.0/24         1027/3          2.2.2.2         10.1.1.2        Vlanif10
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 8 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 1 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A '*' before a LSP means the LSP is not established
 A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A '*' before a UpstreamPeer means the session is stale
 A '*' before a DS means the session is stale
 A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

查看 LSRB 上的 LDP LSP。

```
[LSRB] display mpls ldp lsp
                 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask    In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop         OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.1/32          NULL/3         -               10.1.1.1        Vlanif10
 2.2.2.2/32          3/NULL         1.1.1.1         127.0.0.1       InLoop0
*2.2.2.2/32          Liberal/1024                   DS/1.1.1.1
 3.3.3.3/32          1024/NULL      1.1.1.1         10.2.1.2        Vlanif20
*3.3.3.3/32          Liberal/1025                   DS/1.1.1.1
 4.4.4.4/32          1025/NULL      1.1.1.1         10.2.1.2        Vlanif20
*4.4.4.4/32          Liberal/1026                   DS/1.1.1.1
 10.1.1.0/24         3/NULL         1.1.1.1         10.1.1.2        Vlanif10
*10.1.1.0/24         Liberal/3                      DS/1.1.1.1
 10.2.1.0/24         3/NULL         1.1.1.1         10.2.1.1        Vlanif20
*10.2.1.0/24         Liberal/1027                   DS/1.1.1.1
 10.3.1.0/24         1026/NULL      1.1.1.1         10.2.1.2        Vlanif20
*10.3.1.0/24         Liberal/1028                   DS/1.1.1.1
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 7 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 6 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A '*' before a LSP means the LSP is not established
 A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A '*' before a UpstreamPeer means the session is stale
 A '*' before a DS means the session is stale
 A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

查看 LSRC 上的 LDP LSP。

```
[LSRC] display mpls ldp lsp
                 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask    In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop         OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.2/32          NULL/3         -               10.2.1.1        Vlanif20
 2.2.2.2/32          1024/3         2.2.2.2         10.2.1.1        Vlanif20
 2.2.2.2/32          1024/3         4.4.4.4         10.2.1.1        Vlanif20
*2.2.2.2/32          Liberal/1024                   DS/4.4.4.4
 3.3.3.3/32          3/NULL         2.2.2.2         127.0.0.1       InLoop0
 3.3.3.3/32          3/NULL         4.4.4.4         127.0.0.1       InLoop0
*3.3.3.3/32          Liberal/1025                   DS/4.4.4.4
 4.4.4.4/32          NULL/3         -               10.3.1.2        Vlanif30
 4.4.4.4/32          1026/3         2.2.2.2         10.3.1.2        Vlanif30
 4.4.4.4/32          1026/3         4.4.4.4         10.3.1.2        Vlanif30
*4.4.4.4/32          Liberal/1027                   DS/2.2.2.2
 10.1.1.0/24         NULL/3         -               10.2.1.1        Vlanif20
 10.1.1.0/24         1025/3         2.2.2.2         10.2.1.1        Vlanif20
 10.1.1.0/24         1025/3         4.4.4.4         10.2.1.1        Vlanif20
*10.1.1.0/24         Liberal/1026                   DS/4.4.4.4
 10.2.1.0/24         3/NULL         2.2.2.2         10.2.1.2        Vlanif20
 10.2.1.0/24         3/NULL         4.4.4.4         10.2.1.2        Vlanif20
*10.2.1.0/24         Liberal/3                      DS/2.2.2.2
*10.2.1.0/24         Liberal/1027                   DS/4.4.4.4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 10.3.1.0/24         3/NULL          2.2.2.2         10.3.1.1        Vlanif30
 10.3.1.0/24         3/NULL          4.4.4.4         10.3.1.1        Vlanif30
*10.3.1.0/24         Liberal/3                       DS/4.4.4.4
 ------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 15 Normal LSP(s) Found.
TOTAL: 7 Liberal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.

A '*' before a LSP means the LSP is not established
A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
A '*' before a UpstreamPeer means the session is stale
A '*' before a DS means the session is stale
A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

查看 LSRD 上的 LDP LSP。

```
[LSRD] display mpls ldp lsp
                 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop         OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.2/32         NULL/1024      -               10.3.1.1        Vlanif30
 2.2.2.2/32         1024/1024      3.3.3.3         10.3.1.1        Vlanif30
 3.3.3.3/32         NULL/3         -               10.3.1.1        Vlanif30
 3.3.3.3/32         1025/3         3.3.3.3         10.3.1.1        Vlanif30
 4.4.4.4/32         3/NULL         3.3.3.3         127.0.0.1       InLoop0
*4.4.4.4/32         Liberal/1026                   DS/3.3.3.3
 10.1.1.0/24        NULL/1025      -               10.3.1.1        Vlanif30
 10.1.1.0/24        1026/1025      3.3.3.3         10.3.1.1        Vlanif30
 10.2.1.0/24        NULL/3         -               10.3.1.1        Vlanif30
 10.2.1.0/24        1027/3         3.3.3.3         10.3.1.1        Vlanif30
 10.3.1.0/24        3/NULL         3.3.3.3         10.3.1.2        Vlanif30
*10.3.1.0/24        Liberal/3                      DS/3.3.3.3
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 10 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 2 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A '*' before a LSP means the LSP is not established
 A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A '*' before a UpstreamPeer means the session is stale
 A '*' before a DS means the session is stale
 A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

从以上显示信息可以看到，由于配置了 LSP 的控制策略，各节点上只存在以 LSRB 为 Transit 的关于 4.4.4.4/32 的 LDP LSP，以及其他不是以 LSRB 为 Transit 的 LDP LSP。

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
  propagate mapping for ip-prefix FilterOnTransit
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
 ip ip-prefix FilterOnTransit index 10 permit 4.4.4.4 32
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
#
return
```

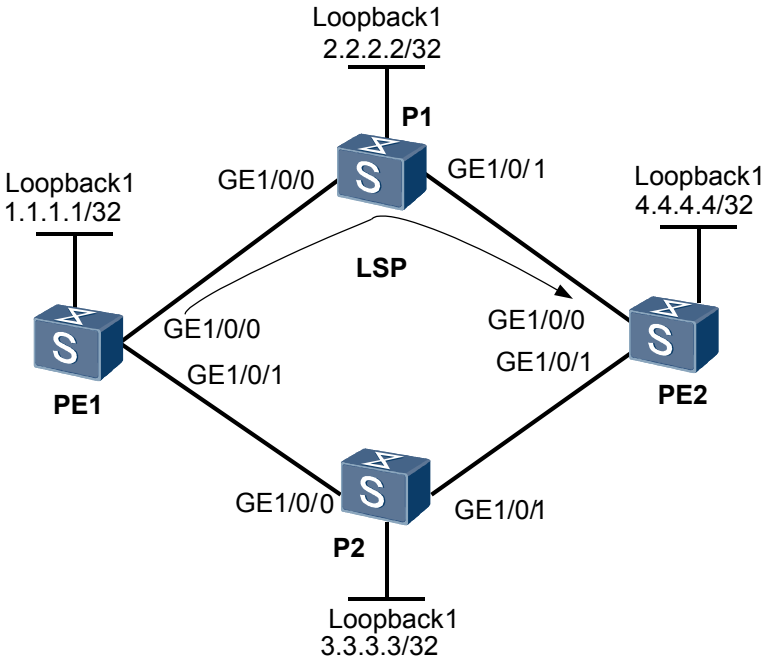
配置静态 BFD 检测 LDP LSP 示例

组网需求

如图 6-294 所示，在 PE1－>P1－>PE2 上建立 LDP LSP，PE2－>P2－>PE1 为 IP 链路，要求使用静态 BFD 检测 LDP LSP 的连通性。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-294 配置静态 BFD 检测 LDP LSP 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
	GE1/0/1	VLANIF30	10.3.1.1/24
P1	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
	GE1/0/1	VLANIF20	10.2.1.1/24
P2	GE1/0/0	VLANIF30	10.3.1.2/24
	GE1/0/1	VLANIF40	10.4.1.1/24
PE2	GE1/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24
	GE1/0/1	VLANIF40	10.4.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置静态 BFD 检测静态 LSP：

1. 配置 VLANIF 接口。整个 MPLS 域采用 OSPF 协议，各节点之间 IP 可达。
2. 在 PE1－>P1－>PE2 上建立 LDP LSP。
3. 在 PE1 上配置绑定 LDP LSP 的 BFD 会话。
4. 在 PE2 上配置绑定 IP 链路的 BFD 会话，将检测到的 LDP LSP 的故障通告给 PE1。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 各节点的接口 IP 地址。
- OSPF 进程号。
- BFD 配置名、本地标识符、远端标识符。

操作步骤

步骤 1 在 PE 和 P 设备上创建 VLAN，将相应的 GE 接口加入到 VLAN，并创建 VLANIF 接口，配置 VLANIF 接口的 IP 地址和 OSPF 协议

按照图 6-294 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口。

在所有节点上配置 OSPF 协议，发布各自 Loopback 接口的主机路由，具体配置过程略。

配置完成后，各 LSR 可以互相 Ping 通对方的 LSR-ID，在各 LSR 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到到达各 LSR 的路由表项。

步骤 2 在 PE1－>P1－>PE2 上建立 LDP LSP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
```

配置 P1。

```
[P1] mpls lsr-id 2.2.2.2
[P1] mpls
[P1-mpls] quit
[P1] mpls ldp
[P1-mpls-ldp] quit
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] mpls
[P1-Vlanif10] mpls ldp
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls
[P1-Vlanif20] mpls ldp
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 4.4.4.4
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 20
[PE2-Vlanif20] mpls
[PE2-Vlanif120] mpls ldp
```

执行命令 **display mpls ldp lsp**，可以看到在 PE1 上建立了到目的地址为 4.4.4.4/32 的 LDP LSP。

```
<PE1> display mpls ldp lsp
LDP LSP Information
-------------------------------------------------------------------------------
DestAddress/Mask   In/OutLabel  UpstreamPeer    Next-Hop     OutInterface
-------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.1/32        3/NULL       2.2.2.2         127.0.0.1    InLoop0
 2.2.2.2/32        NULL/3       -               10.1.1.2     Vlanif10
 4.4.4.4/32        NULL/1025    -               10.1.1.2     Vlanif10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 3 Normal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Liberal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
A '*' before a LSP means the LSP is not established
A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
A '*' before a UpstreamPeer means the session is stale
A '*' before a DS means the session is stale
A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

步骤 3 在被检测链路两端节点上使能全局 BFD 能力

配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
```

配置 PE2。

```
<PE2> system-view
[PE2] bfd
[PE2-bfd] quit
```

步骤 4 在 Ingress 上配置绑定到 LDP LSP 的 BFD 会话。

配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] bfd pe1tope2 bind ldp-lsp peer-ip 4.4.4.4 nexthop 10.1.1.2 interface vlanif 10
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] discriminator local 1
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] discriminator remote 2
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] process-pst
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] commit
[PE1-bfd-lsp-session-pe1tope2] quit
```

步骤 5 在 Egress 上配置绑定到 IP 链路的 BFD 会话，用来将 LDP LSP 的故障通告给 Ingress。

配置 PE2。

```
<PE2> system-view
[PE2] bfd pe2tope1 bind  peer-ip 1.1.1.1
[PE2-bfd-session-pe2tope1] discriminator local 2
[PE2-bfd-session-pe2tope1] discriminator remote 1
[PE2-bfd-session-pe2tope1] commit
[PE2-bfd-session-pe2tope1] quit
```

步骤 6 检测配置结果

配置完成后，在 Ingress 上执行命令 **display bfd session all verbose**，可以看到“State”字段的值为“Up”,且“BFD Bind Type”字段的值为“LDP_LSP”。

```
[PE1] display bfd session all verbose
------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4094         State : Up           Name : pe1tope2
------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 1               Remote Discriminator   : 2
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : LDP_LSP
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 4.4.4.4
  NextHop Ip Address     : 10.1.1.2
  Bind Interface         : Vlanif10
  LSP Token              : 0x10000
  FSM Board Id           : 1               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 1000            Actual Rx Interval (ms): 1000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 3000
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 1
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Enable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : Neighbor Signaled Session Down(Receive AdminDown)
  Bind Application       : LSPM | L2VPN | OAM_MANAGER
  Session TX TmrID       : 16001           Session Detect TmrID   : 16500
  Session Init TmrID     : -               Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

在 Egress 上执行命令 **display bfd session all verbose**，可以看到“(Multi Hop) State”字段的值为“Up”,且“BFD Bind Type”字段的值为“Peer IP Address”。

```
[PE2] display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 4097       (Multi Hop) State : Up        Name : pe2tope1
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 2               Remote Discriminator   : 1
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Peer IP Address
  Bind Session Type      : Static
  Bind Peer IP Address   : 1.1.1.1
  Bind Interface         : -
  Track Interface        : -
  FSM Board Id           : 1               TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 1000            Min Rx Interval (ms)   : 1000
  Actual Tx Interval (ms): 1000            Actual Rx Interval (ms): 1000
  Local Detect Multi     : 3               Detect Interval (ms)   : 3000
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 254
  Echo Passive           : Disable         Acl Number             : -
  Destination Port       : 3784            TTL                    : 254
  Proc Interface Status  : Disable         Process PST            : Disable
  WTR Interval (ms)      : -
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : No Application Bind
  Session TX TmrID       : 16800           Session Detect TmrID   : 16501
  Session Init TmrID     : -               Session WTR TmrID      : -
  Session Echo Tx TmrID  : -
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : -
--------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 30
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bfd peltope2 bind ldp-lsp peer-ip 4.4.4.4 nexthop 10.1.1.2 interface vlanif 10
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
 process-pst
 commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
  port link-type access
  port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 30 40
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
port default vlan 30
 #
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 20 40
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

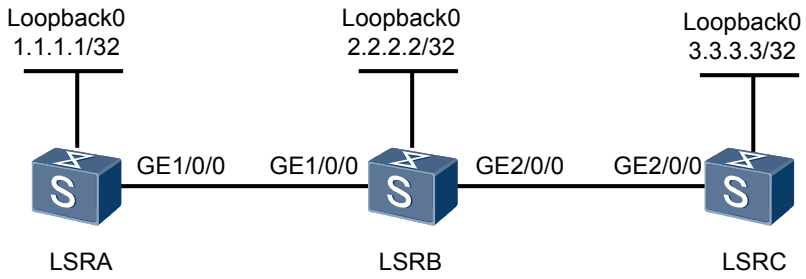
```
#
bfd 4to1 bind peer-ip 1.1.1.1
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
 commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置动态 BFD 检测 LDP LSP 示例

组网需求

如图 6-295 所示，节点 LSRA、LSRB 和 LSRC 于同一 MPLS 域，LSRA 和 LSRC 间创建 LDP LSP 链路，要求使用动态 BFD 检测 LDP LSP 的连通性。

图 6-295 配置动态 BFD 检测 LDP LSP 示例组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRB	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.1/24
LSRC	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24

配置思路

采用如下的思路动态 BFD 检测 LDP LSP：

1. 在 LSRALSRC 之间创建 LDP LSP 链路；
2. 配置 BFD 基本能力；
3. 调整 BFD 检测参数。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 各节点的 LSR ID 和接口 IP 地址
- BFD 检测参数

操作步骤

步骤 1 在 PE 和 P 设备上创建 VLAN，将相应的 GE 接口加入到 VLAN，并创建 VLANIF 接口，配置 VLANIF 接口的 IP 地址和 OSPF 协议

按照图 6-295 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口。

在所有节点上配置 OSPF 协议，发布各自 Loopback 接口的主机路由，具体配置过程略。

配置完成后，各 LSR 可以互相 Ping 通对方的 LSR ID，在各 LSR 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到到达各 LSR 的路由表项。

步骤 2 创建 LSRA 和 LSRC 间的 LDP LSP

配置 LSRA

```
<LSRA> system-view
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] mpls ldp
[LSRA-mpl-ldp] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls ldp
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB

```
<LSRB> system-view
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.2
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] mpls ldp
[LSRB-mpl-ldp] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] mpls ldp
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls
[LSRB-Vlanif20] mpls ldp
```

配置 LSRC

```
<LSRC> system-view
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.3
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] quit
[LSRC] mpls ldp
[LSRC-mpl-ldp] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
[LSRC-Vlanif20] mpls ldp
[LSRC-Vlanif20] quit
```

配置完成后，在 LSRA 执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LSRALSRC 之间的 LDP LSP 已经建立，以 LSRA 的显示为例。

```
[LSRA] display mpls ldp lsp
 LDP LSP Information
 -------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop       OutInterface
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.1/32         3/NULL          2.2.2.2         127.0.0.1       InLoop0
*1.1.1.1/32         Liberal
 2.2.2.2/32         NULL/3          -               100.1.1.2       Vlanif10
 2.2.2.2/32         1024/3          2.2.2.2         100.1.1.2       Vlanif10
 3.3.3.3/32         NULL/1025       -               100.1.1.2       Vlanif10
 3.3.3.3/32         1025/1025       2.2.2.2         100.1.1.2       Vlanif10
------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 5 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 1 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A '*' before a LSP means the LSP is not established
 A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A '*' before a UpstreamPeer means the session is stale
 A '*' before a DS means the session is stale
 A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

步骤 3 配置动态 BFD 会话检测 LSRALSRC 之间的 LDP LSP

在 LSRA 配置 FEC 列表，这样就可以保障只触发 BFD 检测 LSRALSRC 之间的 LDP LSP。

```
[LSRA] fec-list tortc
[LSRA-fec-list-tortc] fec-node 3.3.3.3
```

在 LSRA 使能 BFD，指定动态触发 BFD 会话的 FEC 列表，并调整 BFD 检测参数。

```
[LSRA] bfd
[LSRA-bfd] quit
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls bfd-trigger fec-list tortc
[LSRA-mpls] mpls bfd enable
[LSRA-mpls] mpls bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 600 detect-multiplier 4
```

在 LSRC 上配置被动使能 BFD for LSP 能力。

```
[LSRC] bfd
[LSRC-bfd] mpls-passive
```

步骤 4 检查配置结果

执行 **display bfd session all verbose** 命令查看动态创建的 BFD 会话状态。

```
[LSRA] display bfd session all verbose
-------------------------------------------------------
Session MIndex : 4095       State : Up       Name : dyn_8192
-------------------------------------------------------
  Local Discriminator: 8192     Remote Discriminator  : 8193
  Session Detect Mode  : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : LDP_LSP
  Bind Session Type      : Dynamic
  Bind Peer Ip Address   : 3.3.3.3
  NextHop Ip Address     : 10.1.1.2
  Bind Interface         : Vlanif10
  LSP Token              : 0x10000
  FSM Board Id           : 1        TOS-EXP               : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 100     Min Rx Interval (ms)   : 600
  Actual Tx Interval (ms): 10     Actual Rx Interval (ms) : 60
  Local Detect Multi     : 4      Detect Interval (ms)    : 1800
  Echo Passive           : Disable     Acl Number         : --
  Destination Port       : 3784             TTL           : 1
  Proc interface status  : Disable   Process PST          : Enable
  WTR Interval (ms)      : --
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : LSPM | L2VPN | OAM_MANAGER
  Session TX TmrID       : 16000   Session Detect TmrID   : 16790
  Session Init TmrID     : --      Session WTR TmrID      : --
  Session Echo Tx TmrID  : --
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : --
-------------------------------------------------------------
    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

查看 LSRC 上的被动创建的 BFD 会话状态，其中 BFD Bind Type 字段的值为“Peer IP Address”，说明 LSRC 发送的 BFD 报文是通过 IP 路由传输的。

```
[LSRC] display bfd session passive-dynamic verbose
-------------------------------------------------------------
Session MIndex : 257    (Multi Hop) State : Up       Name : dyn_8193
-------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 8193    Remote Discriminator   : 8192
  Session Detect Mode  : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : Peer Ip Address
  Bind Session Type      : Entire_Dynamic
  Bind Peer Ip Address   : 1.1.1.1
  Bind Interface         : --
  FSM Board Id           : 1      TOS-EXP                : 7
  Min Tx Interval (ms)   : 100    Min Rx Interval (ms)   : 600
  Actual Tx Interval (ms): 600     Actual Rx Interval (ms): 100
  Local Detect Multi     : 3       Detect Interval (ms)   : 400
  Echo Passive           : Disabl  Acl Number             : --
  Destination Port       : 3784            TTL           : 253
  Proc interface status  : Disable   Process PST         : Disable
  WTR Interval (ms)      : --
  Active Multi           : 4
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : LSPV
  Session TX TmrID       : 75      Session Detect TmrID   : 76
  Session Init TmrID     : --      Session WTR TmrID      : --
  Session Echo Tx TmrID  : --
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : --
-------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls bfd enable
  mpls bfd-trigger fec-list tortc
  mpls bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 600 detect-multiplier 4
#
 fec-list tortc
   fec-node 3.3.3.3
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port default vlan 10
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 bfd
 mpls-passive
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 Manual LDP FRR 示例

组网需求

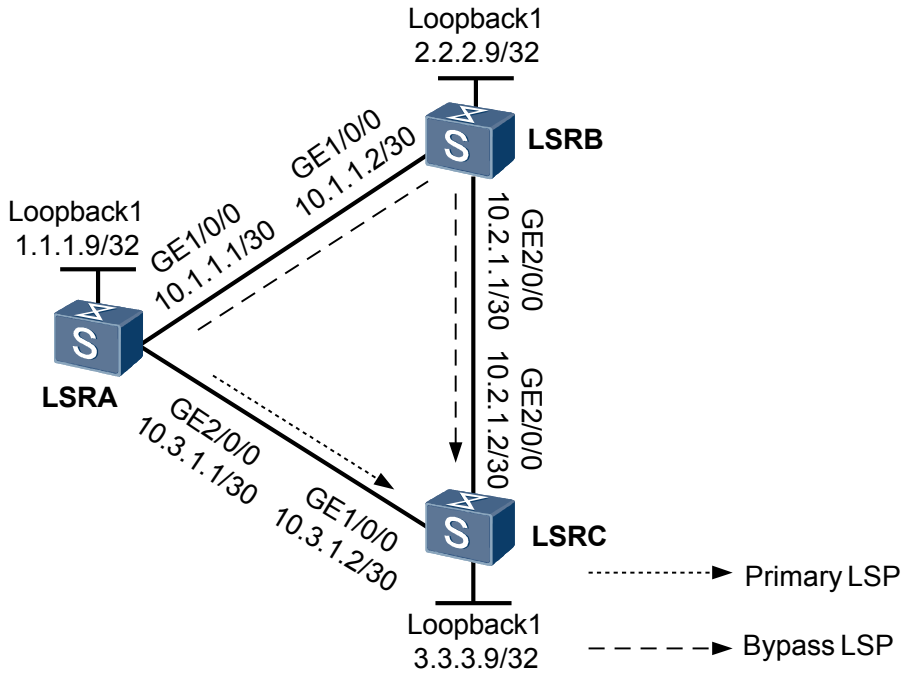
如图 6-296 所示，要求 LSRA 到 LSRC 之间存在两条主备 LSP，其中 LSRA－>LSRC 为主用 LSP，LSRA－>LSRB－>LSRC 为备份 LSP。要求在 LSRA 上配置 Manual LDP FRR 功能，实现 LSRA 本地的端口级备份，从而减少流量丢失。

这里只需 LSRA 支持 Manual LDP FRR。

说明

在 Manual LDP FRR 的组网中，备份 LSP 必须是 Liberal 状态的 LSP，即在使能 FRR 的节点上执行 **display ip routing-table** *ip-address* **verbose** 命令可以发现备份 LSP 的路由状态是“Inactive Adv”。

图 6-296 配置 Manual LDP FRR 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/30

版权所有 © 华为技术有限公司

LSRA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.3.1.1/30
LSRB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/30
LSRB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	10.2.1.1/30
LSRC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.3.1.2/30
LSRC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	10.2.1.2/30

配置思路

采用如下的思路实现 Manual LDP FRR：

1. 配置各节点接口的 IP 地址及作为 LSR ID 的 Loopback 地址，并用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由。
2. 全局使能各节点的 MPLS 和 MPLS LDP。
3. 使能各接口的 MPLS 和 MPLS LDP。
4. 在被保护的接口上指定 Manual LDP FRR 用于生成备用 LSP 的下一跳地址。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点接口的 IP 地址如图 6-296，OSPF 进程号，所在的区域
- LSP 的触发建立策略
- Manual LDP FRR 用于生成备用 LSP 的下一跳地址

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] vlan batch 10 20
[LSRA] interface gigabitethernet 1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRA] interface gigabitethernet 2/0/0
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

LSRB、LSRC 上的配置同 LSRA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 30
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface vlanif 20
[LSRA-Vlanif20] ip address 10.3.1.1 30
[LSRA-Vlanif20] quit
```

LSRB、LSRC 上的配置同 LSRA(略)

步骤 3 配置 OSPF 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 LSRA。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] ospf 1
[LSRA-ospf-1] area 0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.3
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.3.1.0 0.0.0.3
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRA-ospf-1] quit
```

配置 LSRB。

```
<LSRB> system-view
[LSRB] ospf 1
[LSRB-ospf-1] area 0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.3
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.3
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRB-ospf-1] quit
```

配置 LSRC。

```
<LSRC> system-view
[LSRC] ospf 1
[LSRC-ospf-1] area 0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.3.1.0 0.0.0.3
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.3
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRC-ospf-1] quit
```

配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到相互之间都学到了彼此的路由。以 LSRA 的显示为例：

```
<LSRA> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 12        Routes : 13

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32  OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
        3.3.3.9/32  OSPF    10   2           D   10.3.1.2        Vlanif20
       10.1.1.0/30  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.1.2/32  Direct  0    0           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.2.1.0/30  OSPF    10   2           D   10.3.1.2        Vlanif20
                    OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.3.1.0/30  Direct  0    0           D   10.3.1.1        Vlanif20
       10.3.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.3.1.2/32  Direct  0    0           D   10.3.1.2        Vlanif20
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 4 配置各节点全局和接口的 MPLS 和 MPLS LDP 能力，使网络能够转发 MPLS 流量

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.9
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] mpls ldp
[LSRA-mpls-ldp] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls ldp
[LSRA-Vlanif10] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA] interface vlanif 20
[LSRA-Vlanif20] mpls
[LSRA-Vlanif20] mpls ldp
[LSRA-Vlanif20] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.9
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] mpls ldp
[LSRB-mpls-ldp] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] mpls ldp
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 30
[LSRB-Vlanif30] mpls
[LSRB-Vlanif30] mpls ldp
[LSRB-Vlanif30] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.9
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] quit
[LSRC] mpls ldp
[LSRC-mpls-ldp] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
[LSRC-Vlanif20] mpls ldp
[LSRC-Vlanif20] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] mpls
[LSRC-Vlanif30] mpls ldp
[LSRC-Vlanif30] quit
```

上述配置完成后，相邻节点之间应该建立起 LDP 会话。在各节点上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Status 项为“Operational”。以 LSRA 的显示为例：

```
<LSRA> display mpls ldp session
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:01  8/8
 3.3.3.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:01  6/6
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 5 在 LSRA 的接口 Vlanif20 下使能 Manual LDP FRR，指定用于生成备用 LSP 的下一跳地址

配置 LSRA。

```
[LSRA] interface vlanif 20
[LSRA-Vlanif20] mpls ldp frr nexthop 10.1.1.2
```

步骤 6 检查配置结果

上述配置完成后，在 LSRA 节点上执行 **display mpls lsp** 命令，可以看到到达 LSRC 的 LSP 上存在 Manual LDP FRR。

```
<LSRA> display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  Out IF                      Vrf Name
3.3.3.9/32         NULL/3        Vlanif20
   **LDP FRR**          /1025     Vlanif10
3.3.3.9/32         1025/3        Vlanif20
   **LDP FRR**          /1025     Vlanif10
2.2.2.9/32         NULL/3        Vlanif10
2.2.2.9/32         1024/3        Vlanif10
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
sysname LSRA
#
vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
mpls ldp frr nexthop 10.1.1.2
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
  network 10.3.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
sysname LSRB
#
vlan batch 10 30
#
mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
sysname LSRC
#
vlan batch 20 30
#
mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.3.1.0 0.0.0.3
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

配置 LDP Auto FRR 示例

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

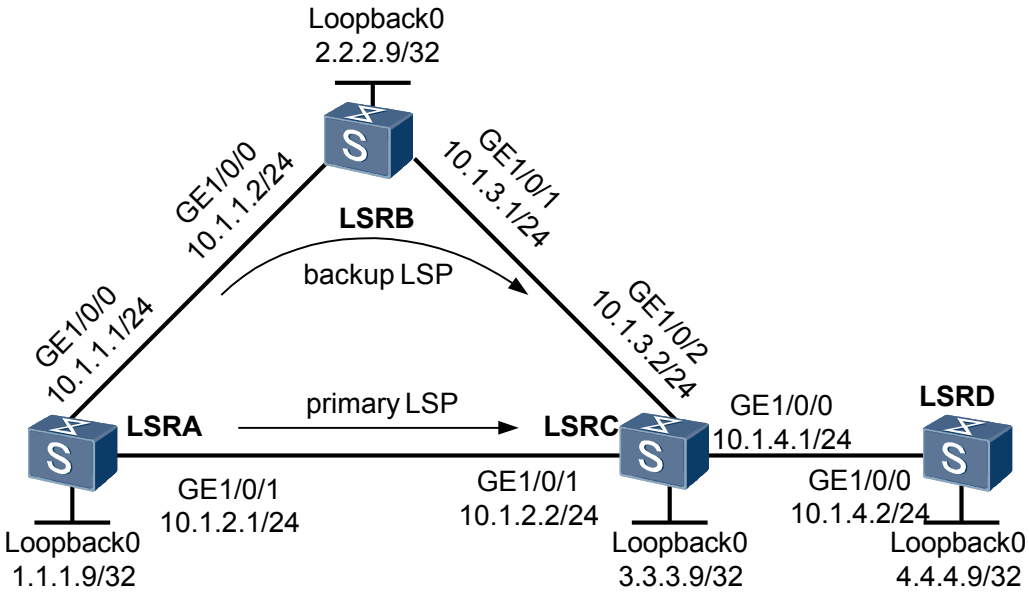
组网需求

现代业务对实时性的要求越来越高，例如 VoIP，在线游戏，在线视频业务等，很多业务都基于 VPN，而 VPN 业务目前通常使用 LDP 隧道。链路发生故障导致的数据丢失对这些业务造成比较严重的影响。

使用手工配置的 LDP FRR 技术，在故障发生时，可以使得公网业务流量在路由重新收敛、新的主 LSP 重新生成之前，沿着备份 LSP 转发。整个流量中断时间仅限于故障检测和切换到备份 LSP 的时间，从而使得丢包时间低于 50ms。但是路由重新收敛结束后，VPN 切换到新的主 LSP 的时间依赖于 VPN 的实现。因此 VPN 业务的流量中断时间要达到 50ms 以内，还需提高 VPN 切换到新的主 LSP 的速度。配置 LDP Auto FRR 可以解决这一问题。

如图 6-297 所示，LSRA 到 LSRC 之间存在主备 LSP，其中 LSRA－>LSRC 为主用 LSP，LSRA－>LSRB－>LSRC 为备份 LSP。要求在主用 LSP 发生故障的时候，流量能够快速切换到备份 LSP。在 LSRA 上配置 LDP Auto FRR 功能，使能 LSRA 自动建立备份 LSP，从而实现故障时流量的快速切换，减少流量丢失。

图 6-297 配置 LDP Auto FRR 组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRA	GE1/0/1	VLANIF20	10.1.2.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRB	GE1/0/1	VLANIF40	10.1.3.1/24
LSRC	GE1/0/1	VLANIF20	10.1.2.2/24
LSRC	GE1/0/0	VLANIF30	10.1.4.1/24
LSRC	GE1/0/2	VLANIF40	10.1.3.2/24
LSRD	GE1/0/0	VLANIF30	10.1.4.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路实现 LDP Auto FRR：

1. 配置各节点接口的 IP 地址作为 LSR ID 的 Loopback 地址。
2. 配置 IS-IS 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由。
3. 使能各节点全局和接口的 MPLS 和 MPLS LDP。
4. 在被保护流量的始发 LSR 上使能 IS-IS Auto FRR。
5. 改变 LSP 的触发策略，所有路由触发 LDP 建立 LSP。
6. 在被保护流量的始发 LSR 上配置备份 LSP 的触发策略。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点接口的 IP 地址如图 6-297，IS-IS 进程号，所在的区域
- 备份 LSP 的触发建立策略

操作步骤

步骤 1 在交换机上创建 VLAN，将相应的 GE 接口加入到 VLAN，并创建 VLANIF 接口，配置 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 LSRA。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] interface loopback1
[LSRA-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[LSRA-LoopBack1] quit
[LSRA] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRA] vlan 10
[LSRA-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRA-vlan10] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRA] vlan 20
[LSRA-vlan20] port gigabitethernet2/0/0
[LSRA-vlan20] quit
[LSRA] interface vlanif 20
[LSRA-Vlanif20] ip address 10.1.2.1 24
[LSRA-Vlanif20] quit
```

步骤 2 配置 IS-IS 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由

配置 LSRA。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] isis 1
[LSRA-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[LSRA-isis-1] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] isis enable 1
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface vlanif 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA-Vlanif20] isis enable 1
[LSRA-Vlanif20] quit
[LSRA] interface loopBack 0
[LSRA-LoopBack0] isis enable 1
[LSRA-LoopBack0] quit
```

配置 LSRB。

```
<LSRB> system-view
[LSRB] isis 1
[LSRB-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[LSRB-isis-1] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] isis enable 1
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 40
[LSRB-Vlanif40] isis enable 1
[LSRB-Vlanif40] quit
[LSRB] interface loopBack 0
[LSRB-LoopBack0] isis enable 1
[LSRB-LoopBack0] quit
```

配置 LSRC。

```
<LSRC> system-view
[LSRC] isis 1
[LSRC-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[LSRC-isis-1] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] isis enable 1
[LSRC-Vlanif30] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] isis enable 1
[LSRC-Vlanif20] quit
[LSRC] interface vlanif 40
[LSRC-Vlanif40] isis enable 1
[LSRC-Vlanif40] quit
[LSRC] interface loopBack 0
[LSRC-LoopBack0] isis enable 1
[LSRC-LoopBack0] quit
```

配置 LSRD。

```
<LSRD> system-view
[LSRD] isis 1
[LSRD-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0004.00
[LSRD-isis-1] quit
[LSRD] interface vlanif 30
[LSRD-Vlanif30] isis enable 1
[LSRD-Vlanif30] quit
[LSRD] interface loopBack 0
[LSRD-LoopBack0] isis enable 1
[LSRD-LoopBack0] quit
```

步骤 3 配置各节点全局和接口的 MPLS 和 MPLS LDP 能力，使网络能够转发 MPLS 流量，并查看 LSP 建立情况

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.9
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] mpls ldp
[LSRA-mpls-ldp] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls ldp
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface vlanif 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA-Vlanif20] mpls
[LSRA-Vlanif20] mpls ldp
[LSRA-Vlanif20] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.9
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] mpls ldp
[LSRB-mpls-ldp] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] mpls ldp
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 40
[LSRB-Vlanif40] mpls
[LSRB-Vlanif40] mpls ldp
[LSRB-Vlanif40] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.9
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] quit
[LSRC] mpls ldp
[LSRC-mpls-ldp] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] mpls
[LSRC-Vlanif30] mpls ldp
[LSRC-Vlanif30] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
[LSRC-Vlanif20] mpls ldp
[LSRC-Vlanif20] quit
[LSRC] interface vlanif 40
[LSRC-Vlanif40] mpls
[LSRC-Vlanif40] mpls ldp
[LSRC-Vlanif40] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] mpls lsr-id 4.4.4.9
[LSRD] mpls
[LSRD-mpls] quit
[LSRD] mpls ldp
[LSRD-mpls-ldp] quit
[LSRD] interface vlanif 30
[LSRD-Vlanif30] mpls
[LSRD-Vlanif30] mpls ldp
[LSRD-Vlanif30] quit
```

配置完成后，在 LSRA 上执行 **display mpls lsp** 命令，查看已经建立的 LSP。

```
[LSRA] display mpls lsp

------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                 In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
2.2.2.9/32          NULL/3        -/Vlanif10
2.2.2.9/32          1024/3        -/Vlanif10
3.3.3.9/32          NULL/3        -/Vlanif20
3.3.3.9/32          1025/3        -/Vlanif20
4.4.4.9/32          NULL/1026     -/Vlanif20
4.4.4.9/32          1026/1026     -/Vlanif20
```

从显示信息可以看到，缺省情况下，32 位的路由触发 LDP 建立了 LSP。

版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 4 在 LSRA 上使能 IS-IS Auto FRR，并查看路由信息，以及 LSP 的建立情况。

在 LSRA 上使能 IS-IS Auto FRR。

```
[LSRA] isis
[LSRA-isis-1] frr
[LSRA-isis-1-frr] loop-free-alternate
[LSRA-isis-1-frr] quit
[LSRA-isis-1] quit
```

查看 LSRA 到 LSRC 和 LSRD 之间直连链路的路由信息。

```
[LSRA] display ip routing-table 10.1.4.0 verbose

Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Table : Public
Summary Count : 1

Destination: 10.1.4.0/24
     Protocol: ISIS            Process ID: 1
   Preference: 15                    Cost: 20
      NextHop: 10.1.2.2        Neighbour: 0.0.0.0
        State: Active Adv            Age: 00h05m38s
          Tag: 0                Priority: low
        Label: NULL             QoSInfo: 0x0
   IndirectID: 0x0
 RelayNextHop: 0.0.0.0          Interface: Vlanif20
     TunnelID: 0x0                  Flags: D
    BkNextHop: 10.1.1.2       BkInterface: Vlanif10
      BkLabel: NULL           SecTunnelID: 0x0
 BkPETunnelID: 0x0        BkPESecTunnelID: 0x0
 BkIndirectID: 0x0
```

从显示信息可以看到，由于使能了 IS-IS Auto FRR，IS-IS 生成了一条备份路由。

在 LSRA 上执行 **display mpls lsp** 命令，查看 LSP 的建立情况。

```
[LSRA] display mpls lsp

------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                 In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
2.2.2.9/32          NULL/3        -/Vlanif10
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif20
2.2.2.9/32          1024/3        -/Vlanif10
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif20
3.3.3.9/32          NULL/3        -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif10
3.3.3.9/32          1025/3        -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif10
4.4.4.9/32          NULL/1026     -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1026      /Vlanif10
4.4.4.9/32          1026/1026     -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1026      /Vlanif10
```

从显示信息可以看到，缺省情况下，32 位的备份路由触发 LDP 建立了备份 LSP。

步骤 5 在 LSRC 上执行 **lsp-trigger** 命令，改变 LSP 触发策略，所有路由触发 LDP 建立 LSP，并查看 LSP 建立情况

在 LSRC 上执行 **lsp-trigger** 命令，改变 LSP 触发策略，所有路由触发 LDP 建立 LSP。

```
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] lsp-trigger all
```

在 LSRA 上执行 **display mpls lsp** 命令，查看已经建立的 LSP。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA] display mpls lsp

------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                     Vrf Name
2.2.2.9/32         NULL/3        -/Vlanif10
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif20
2.2.2.9/32         1024/3        -/Vlanif10
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif20
3.3.3.9/32         NULL/3        -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif10
3.3.3.9/32         1025/3        -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif10
4.4.4.9/32         NULL/1026     -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1026      /Vlanif10
4.4.4.9/32         1026/1026     -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1026      /Vlanif10
10.1.3.0/24        1027/3        -/Vlanif20
10.1.4.0/24        1028/3        -/Vlanif20
```

从显示信息可以看到，24 位的路由触发建立了 LSP。

步骤 6 配置备份 LSP 的触发策略，所有备份路由触发 LDP 建立备份 LSP

在 LSRA 上执行 **auto-frr lsp-trigger** 命令，为所有备份路由生成备份 LSP。

```
[LSRA] mpls ldp
[LSRA-mpls-ldp] auto-frr lsp-trigger all
[LSRA-mpls-ldp] quit
```

步骤 7 检查配置结果

上述配置完成后，在 LSRA 节点上执行 **display mpls lsp** 命令，查看备份 LSP 的建立情况。

```
[LSRA] display mpls lsp

------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                     Vrf Name
2.2.2.9/32         NULL/3        -/Vlanif10
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif20
2.2.2.9/32         1024/3        -/Vlanif10
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif20
3.3.3.9/32         NULL/3        -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif10
3.3.3.9/32         1025/3        -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1025      /Vlanif10
4.4.4.9/32         NULL/1026     -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1026      /Vlanif10
4.4.4.9/32         1026/1026     -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1026      /Vlanif10
10.1.3.0/24        1027/3        -/Vlanif20
10.1.4.0/24        1028/3        -/Vlanif20
   **LDP FRR**          /1027      /Vlanif10
```

从显示信息可以看到，已经建立了从 LSRA 到达 LSRC 和 LSRD 之间直连链路的主 LSP 的备份 LSP。

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
 auto-frr lsp-trigger all
#
aaa
 authentication-scheme default
 #
 authorization-scheme default
 #
 accounting-scheme default
 #
 domain default
 #
#
isis 1
 frr
  loop-free-alternate level-1
  loop-free-alternate level-2
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10

#
interface GigabitEthernet 1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 20
#
user-interface con 0
user-interface vty 0 4
user-interface vty 16 20
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
#
vlan batch 10 40
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
aaa
 authentication-scheme default
 #
 authorization-scheme default
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 #
 accounting-scheme default
 #
 domain default
 #
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
  ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10

#
interface GigabitEthernet 1/0/1
 port link-type access
 port default vlan 40
#
user-interface con 0
user-interface vty 0 4
user-interface vty 16 20
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
vlan batch 30 20 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  lsp-trigger all
#
aaa
 authentication-scheme default
 #
 authorization-scheme default
 #
 accounting-scheme default
 #
 domain default
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif30
  ip address 10.1.4.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.3.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet 1/0/1
port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet 1/0/2
port link-type access
 port default vlan 40
#
user-interface con 0
user-interface vty 0 4
user-interface vty 16 20
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
aaa
 authentication-scheme default
 #
 authorization-scheme default
 #
 accounting-scheme default
 #
 domain default
 #
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.4.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
user-interface con 0
user-interface vty 0 4
user-interface vty 16 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

配置 LDP 和 IGP 同步示例

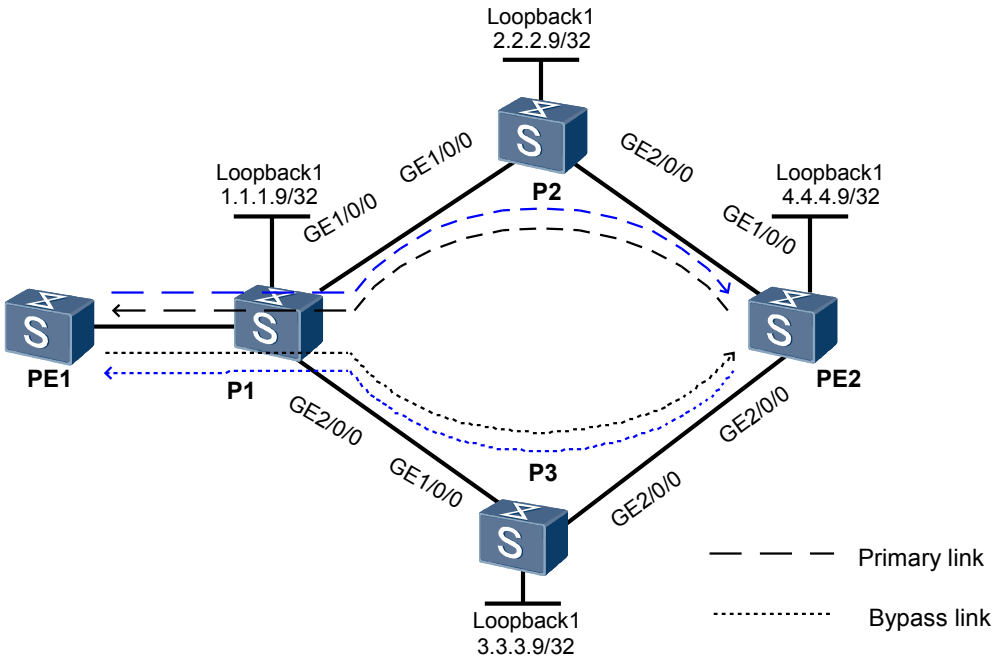
组网需求

如图 6-298 所示，在 PE1 到 PE2 之间建立两条链路，PE1－>P1－>P2－>PE2 为主链路，PE1－>P1－>P3－>PE2 为备份链路。

在主备链路的分叉节点 P1 和主链路上的 LDP 邻居节点 P2 之间的链路两端接口上配置 LDP 和 IGP 同步功能。当主链路故障后恢复时，能够缩短流量从备份链路切换到主链路的时间间隔，将该中断时间控制在毫秒级。

其中 P 和 PE 设备都是交换机设备。

图 6-298 配置 LDP 和 IGP 同步组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
P1	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
P1	GE2/0/0	VLANIF30	10.3.1.1/24
P2	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
P2	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.1/24
P3	GE1/0/0	VLANIF30	10.3.1.2/24
P3	GE2/0/0	VLANIF40	10.4.1.1/24
PE2	GE1/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24
PE2	GE2/0/0	VLANIF40	10.4.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路实现 LDP 和 IGP 同步：

1. 配置 VLAN 和 VLANIF 接口。
2. 在主备链路的分叉节点 P1 和主链路上的 LDP 邻居节点 P2 之间的链路两端接口上使能 LDP 和 IGP 同步功能。
3. 在主备链路的分叉节点 P1 和主链路上的 LDP 邻居节点 P2 之间的链路两端接口上设置定时器 hold-down、hold-max-cost 和 delay 的值。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点接口的 IP 地址如图 6-298，OSPF 进程号，所在的区域
- 定时器 hold-down、hold-max-cost 和 delay 的值

操作步骤

步骤 1 在交换机上创建 VLAN，将相应的 GE 接口加入到 VLAN，并创建 VLANIF 接口，配置 VLANIF 接口的 IP 地址

按照图 6-298 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口。并使用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由，具体配置过程略。

其中 PE1－>P1－>P2－>PE2 为主链路，PE1－>P1－>P3－>PE2 为备份链路，P1 的接口 VLANIF30 的 cost 值为 1000。

上述配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到相互之间都学到了到达彼此的路由，且 P1 到 P2 路由的出接口为 Vlanif10。以 P1 的显示为例：

```
<P1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 14        Routes : 14

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
        2.2.2.9/32  OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
        3.3.3.9/32  OSPF    10   4           D   10.1.1.2        Vlanif10
        4.4.4.9/32  OSPF    10   3           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
       10.1.1.2/32  Direct  0    0           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.2.1.0/24  OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.3.1.0/24  Direct  0    0           D   10.3.1.1        Vlanif30
       10.3.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
       10.3.1.2/32  Direct  0    0           D   10.3.1.2        Vlanif30
       10.4.1.0/24  OSPF    10   3           D   10.1.1.2        Vlanif10
      127.0.0.0/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
```

步骤 2 使能各节点全局和各接口的 MPLS 和 MPLS LDP

配置 P1。

```
<P1> system-view
[P1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[P1] mpls
[P1-mpls] quit
[P1] mpls ldp
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P1-mpls-ldp] quit
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] mpls
[P1-Vlanif10] mpls ldp
[P1-Vlanif10] quit
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] mpls
[P1-Vlanif30] mpls ldp
[P1-Vlanif30] quit
```

配置 P2。

```
<P2> system-view
[P2] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P2] mpls
[P2-mpls] quit
[P2] mpls ldp
[P2-mpls-ldp] quit
[P2] interface vlanif 10
[P2-Vlanif10] mpls
[P2-Vlanif10] mpls ldp
[P2-Vlanif10] quit
[P2] interface vlanif 20
[P2-Vlanif20] mpls
[P2-Vlanif20] mpls ldp
[P2-Vlanif20] quit
```

配置 P3。

```
<P3> system-view
[P3] mpls lsr-id 3.3.3.9
[P3] mpls
[P3-mpls] quit
[P3] mpls ldp
[P3-mpls-ldp] quit
[P3] interface vlanif 30
[P3-Vlanif30] mpls
[P3-Vlanif30] mpls ldp
[P3-Vlanif30] quit
[P3] interface vlanif 40
[P3-Vlanif40] mpls
[P3-Vlanif40] mpls ldp
[P3-Vlanif40] quit
```

配置 PE2。

```
<PE2> system-view
[PE2] mpls lsr-id 4.4.4.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 20
[PE2-Vlanif20] mpls
[PE2-Vlanif20] mpls ldp
[PE2-Vlanif20] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] mpls
[PE2-Vlanif40] mpls ldp
[PE2-Vlanif40] quit
```

上述配置完成后，相邻节点之间应该建立起 LDP 会话。在各节点上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Status 项为“Operational”。以 P1 的显示为例：

```
<P1> display mpls ldp session
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 Peer-ID           Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
--------------------------------------------------------------------------------
2.2.2.9:0           Operational DU   Passive  000:00:56   227/227
3.3.3.9:0           Operational DU   Passive  000:00:56   227/227
--------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 3 在主备链路的分叉节点 P1 和主链路上的 LDP 邻居节点 P2 之间的链路两端接口上使能 LDP 和 IGP 同步功能

配置 P1。

```
<P1> system-view
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] ospf ldp-sync
[P1-Vlanif10] quit
```

配置 P2。

```
<P2> system-view
[P2] interface vlanif 10
[P2-Vlanif20] ospf ldp-sync
[P2-Vlanif20] quit
```

步骤 4 在主备链路的分叉节点 P1 和主链路上的 LDP 邻居节点 P2 之间的链路两端接口上配置定时器 hold-down 的值

配置 P1。

```
<P1> system-view
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] ospf timer ldp-sync hold-down 8
[P1-Vlanif10] quit
```

配置 P2。

```
<P2> system-view
[P2] interface vlanif 10
[P2-Vlanif10] ospf timer ldp-sync hold-down 8
[P2-Vlanif10] quit
```

步骤 5 在主备链路的分叉节点 P1 和主链路上的 LDP 邻居节点 P2 之间的链路两端接口上配置定时器 hold-max-cost 的值

配置 P1。

```
<P1> system-view
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] ospf timer ldp-sync hold-max-cost 9
[P1-Vlanif10] quit
```

配置 P2。

```
<P2> system-view
[P2] interface vlanif 10
[P2-Vlanif10] ospf timer ldp-sync hold-max-cost 9
[P2-Vlanif10] quit
```

步骤 6 在主备链路的分叉节点 P1 和主链路上的 LDP 邻居节点 P2 之间的链路两端接口上配置定时器 delay 的值

配置 P1。

```
<P1> system-view
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] mpls ldp timer igp-sync-delay 6
[P1-Vlanif10] quit
```

配置 P2。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<P2> system-view
[P2] interface vlanif 10
[P2-Vlanif10] mpls ldp timer igp-sync-delay 6
[P2-Vlanif10] quit
```

步骤 7 检查配置结果

上述配置完成后，在 P1 节点上执行 **display ospf ldp-sync** 命令，可以看到接口状态为“Sync-Achieved”。

```
<P1> display ospf ldp-sync interface vlanif 10
Interface Vlanif10
HoldDown Timer: 8       HoldMaxCost Timer: 9
LDP State: Up             OSPF Sync State: Sync-Achieved
```

----结束

配置文件

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 10 30
#
mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 ospf ldp-sync
 ospf timer ldp-sync holddown 8
 ospf timer ldp-sync holdmaxcost 9
 mpls
 mpls ldp
 mpls ldp timer igp-sync-delay 6
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 ospf cost 1000
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 ospf ldp-sync
 ospf timer ldp-sync holddown 8
 ospf timer ldp-sync holdmaxcost 9
 mpls
 mpls ldp
 mpls ldp timer igp-sync-delay 6
#
interface vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P3 的配置文件

```
#
 sysname P3
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
ospf 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 20 30
#
mpls lsr-id 4.4.4.9
#
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
#
return
```

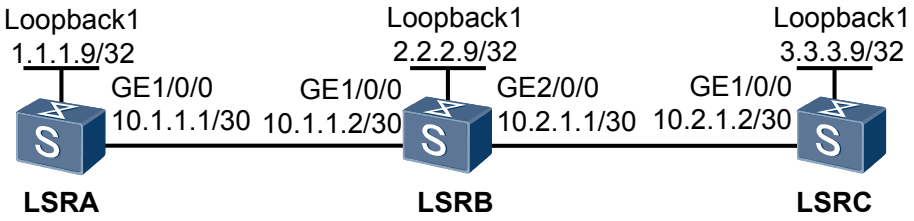
配置 LDP GTSM 示例

组网需求

如图 6-299 所示。各节点间运行 MPLS 和 MPLS LDP 协议，在 LSRB 上启用 GTSM 保护功能。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-299 配置 LDP GTSM 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/30
LSRB	GE1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/30
LSRB	GE2/0/0	VLANIF 20	10.2.1.1/30
LSRC	GE1/0/0	VLANIF 20	10.2.1.2/30

配置思路

采用如下思路配置 LDP GTSM 功能：

1. 配置 MPLS 和 MPLS LDP 基本功能
2. 在 LDP 对等体两端节点上配置 GTSM 功能

数据准备

为完成此配置示例，需要准备如下数据：

- LDP 对等体的 LSR ID
- GTSM 功能允许的最大有效跳数

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] vlan batch 10
[LSRA] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

LSRB、LSRC 上的配置同 LSRA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 30
[LSRA-Vlanif10] quit
```

LSRB、LSRC 上的配置同 LSRA(略)

步骤 3 配置 OSPF 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由（略）

步骤 4 配置各节点和接口的 MPLS 和 MPLS LDP 能力（略）

版权所有 © 华为技术有限公司

完成上述配置后，在各节点上执行 display mpls ldp session 命令，可以看到 LDP 会话的建立情况。以 LSRA 的显示为例：

```
<LSRA> display mpls ldp session
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:02  9/9
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 5 配置 LDP GTSM

在 LSRA 上配置：LSRB 发送给 LSRA 的 LDP 报文的有效 TTL 范围是 253 到 255。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] mpls ldp
[LSRA-mpls-ldp] gtsm peer 2.2.2.9 valid-ttl-hops 3
```

在 LSRB 上配置：LSRA 发送给 LSRB 的 LDP 报文的有效 TTL 范围是 252 到 255；LSRC 发送给 LSRB 的 LDP 报文的有效 TTL 范围是 251 到 255。

```
<LSRB> system-view
[LSRB] mpls ldp
[LSRB-mpls-ldp] gtsm peer 1.1.1.9 valid-ttl-hops 4
[LSRB-mpls-ldp] gtsm peer 3.3.3.9 valid-ttl-hops 5
```

在 LSRC 上配置：LSRB 发送给 LSRC 的 LDP 报文的有效 TTL 范围是 250 到 255。

```
<LSRC> system-view
[LSRC] mpls ldp
[LSRC-mpls-ldp] gtsm peer 2.2.2.9 valid-ttl-hops 6
```

此时如果主机 PC 模拟 LSRA 的 LDP 协议报文对 LSRB 进行攻击，由于该报文到达 LSRB 时，TTL 值不在 252 ～ 255 范围内，所以被丢弃。在 LSRB 的 GTSM 统计信息中丢弃的报文数也会相应的增加。

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
gtsm peer 2.2.2.9 valid-ttl-hops 3
#
interface Vlanif10
ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
ospf 1
area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
gtsm peer 1.1.1.9 valid-ttl-hops 4
gtsm peer 3.3.3.9 valid-ttl-hops 5
#
interface Vlanif10
ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
gtsm peer 2.2.2.9 valid-ttl-hops 6
#
interface Vlanif20
ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

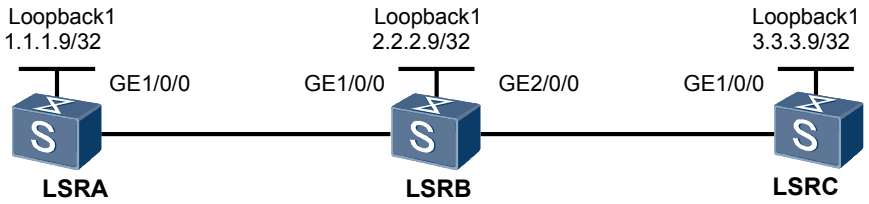
配置 LDP GR 示例

组网需求

如图 6-300 所示。节点 LSRA、LSRB 和 LSRC 都为双主控设备。3 个节点属于同一 OSPF 域，通过 OSPF 协议实现网络互连，并提供 GR 机制。

在 LSRA、LSRB 和 LSRC 之间建立 LDP 会话，当 LSRB 的主板发生故障并切换时，通过 LDP GR 机制与邻居节点进行同步。

图 6-300 配置 LDP GR 组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRB	GE2/0/0	VLANIF20	10.2.1.1/24
LSRC	GE1/0/0	VLANIF20	10.2.1.2/24

配置思路

采用如下思路配置 LDP GR：

1. 配置 VLAN，配置 VLANIF 接口。
2. 配置各节点接口的 IP 地址及作为 LSR ID 的 Loopback 地址，并用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由。
3. 在各节点上配置 OSPF GR 功能。
4. 全局使能各节点的 MPLS 和 MPLS LDP。
5. 使能各接口的 MPLS 和 MPLS LDP。
6. 在 LSRB 上配置 LDP 会话协商过程中的参数。

版权所有 © 华为技术有限公司

7. 在各节点上使能 MPLS LDP 协议的 GR 能力。
8. 在 LSRB 上配置 MPLS LDP 协议的 GR 会话和邻居参数。

数据准备

为完成此配置示例，需要准备如下数据：

- 各节点接口的 IP 地址如图 6-300，OSPF 进程号，所在的区域
- OSPF GR 的时间间隔
- LDP 会话容错重连接时间（本例采用缺省值 300 秒）
- LDP 会话邻居存活时间（本例采用缺省值 600 秒）
- LSP 会话恢复时间（本例采用缺省值 300 秒）

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN，配置 VLANIF 接口

请参照图 6-300 配置 VLAN 和 VLANIF 接口。

步骤 2 配置接口 IP 地址

请参照图 6-300 配置各个 VLANIF 接口 IP 地址。

步骤 3 配置 OSPF 协议发布各节点接口所连网段和 LSR ID 的主机路由

步骤 4 配置 OSPF GR 功能

配置 LSRA。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] ospf 1
[LSRA-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRA-ospf-1] graceful-restart
[LSRA-ospf-1] quit
```

配置 LSRB。

```
<LSRB> system-view
[LSRB] ospf 1
[LSRB-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRB-ospf-1] graceful-restart
[LSRB-ospf-1] quit
```

配置 LSRC。

```
<LSRC> system-view
[LSRC] ospf 1
[LSRC-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRC-ospf-1] graceful-restart
[LSRC-ospf-1] quit
```

步骤 5 配置各节点全局的 MPLS 和 MPLS LDP 能力

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.9
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] mpls ldp
[LSRA-mpls-ldp] quit
```

配置 LSRB。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.9
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] mpls ldp
[LSRB-mpls-ldp] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.9
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] quit
[LSRC] mpls ldp
[LSRC-mpls-ldp] quit
```

步骤 6 配置各接口的 MPLS 和 MPLS LDP 能力

配置 LSRA。

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls ldp
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] mpls ldp
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls
[LSRB-Vlanif20] mpls ldp
[LSRB-Vlanif20] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
[LSRC-Vlanif20] mpls ldp
[LSRC-Vlanif20] quit
```

完成上述配置后，LSRA 和 LSRB、LSRB 和 LSRC 之间的本地 LDP 会话建立成功。

在各节点上执行 **display mpls ldp session** 命令，可以看到 LDP 会话的建立情况。以 LSRA 的显示为例：

```
[LSRA] display mpls ldp session
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Passive  000:00:02   9/9
------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 1 Session(s) Found.
```

步骤 7 配置 LDP GR 功能

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls ldp
[LSRA-mpls-ldp] graceful-restart
Warning: All the related sessions will be deleted if the operation is performed
!Continue? (y/n)y
[LSRA-mpls-ldp] quit
```

配置 LSRB。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRB] mpls ldp
[LSRB-mpls-ldp] graceful-restart
Warning: All the related sessions will be deleted if the operation is performed
!Continue? (y/n)y
[LSRB-mpls-ldp] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls ldp
[LSRC-mpls-ldp] graceful-restart
Warning: All the related sessions will be deleted if the operation is performed
!Continue? (y/n)y
[LSRC-mpls-ldp] quit
```

步骤 8 在 GR 重启节点配置 LDP GR 的相关参数

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls ldp
[LSRB-mpls-ldp] graceful-restart timer reconnect 300
Warning: All the related sessions will be deleted if the operation is performed
!Continue? (y/n)y
[LSRB-mpls-ldp] graceful-restart timer neighbor-liveness 600
Warning: All the related sessions will be deleted if the operation is performed
!Continue? (y/n)y
[LSRB-mpls-ldp] graceful-restart timer recovery 300
Warning: All the related sessions will be deleted if the operation is performed
!Continue? (y/n)y
[LSRB-mpls-ldp] quit
```

步骤 9 检查配置结果

完成上述配置后，在 LSR 上执行 **display mpls ldp session verbose** 命令，可以看到“Session FT Flag”字段的值为“On”。以 LSRA 的显示为例。

```
[LSRA]display mpls ldp session verbose

                LDP Session(s) in Public Network
 ------------------------------------------------------------------------------
 Peer LDP ID     : 2.2.2.9:0             Local LDP ID   : 1.1.1.9:0
 TCP Connection  : 1.1.1.9 <- 2.2.2.9
 Session State   : Operational           Session Role   : Passive
 Session FT Flag : On                    MD5 Flag       : Off
 Reconnect Timer : 300 Sec               Recovery Timer : 300 Sec

 Negotiated Keepalive Timer        : 45 Sec
 Configured Keepalive Send Timer   : ---
 Keepalive Message Sent/Rcvd       : 1/1 (Message Count)
 Label Advertisement Mode          : Downstream Unsolicited
 Label Resource Status(Peer/Local) : Available/Available
 Session Age                       : 000:00:00  (DDD:HH:MM)
 Session Deletion Status           : No
 Capability:
   Capability-Announcement         : Off

 Outbound&Inbound Policies applied : NULL
 Addresses received from peer: (Count: 3)
 10.1.1.2            10.2.1.1            2.2.2.9

 ------------------------------------------------------------------------------
```

或者在 LSR 上执行 **display mpls ldp peer verbose** 命令，可以看到“Peer FT Flag”字段的值为“On”。以 LSRA 的显示为例。

```
[LSRA]display mpls ldp peer verbose

 LDP Peer Information in Public network
 ------------------------------------------------------------------------------
 Peer LDP ID         : 2.2.2.9:0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Peer Max PDU Length : 4096            Peer Transport Address : 2.2.2.9
Peer Loop Detection : Off             Peer Path Vector Limit : ----
Peer FT Flag        : On              Peer Keepalive Timer   : 45 Sec
Recovery Timer      : 300 Sec         Reconnect Timer        : 300 Sec
Peer Type           : Local

Peer Label Advertisement Mode : Downstream Unsolicited
Peer Discovery Source         : Vlanif10
Peer Deletion Status          : No
Capability-Announcement       : Off
------------------------------------------------------------------------------
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
 graceful-restart
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
 graceful-restart
 graceful-restart timer reconnect 300
 graceful-restart timer neighbor-liveness 600
 graceful-restart timer recovery 300
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
 graceful-restart
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
Return
```

6.9.3 MPLS TE 配置

MPLS TE 隧道主要用于承载 MPLS L2VPN（VLL 和 VPLS）和 MPLS L3VPN 业务，使得 VPN 业务不仅有良好的安全性，而且有可靠的 QoS 保证。

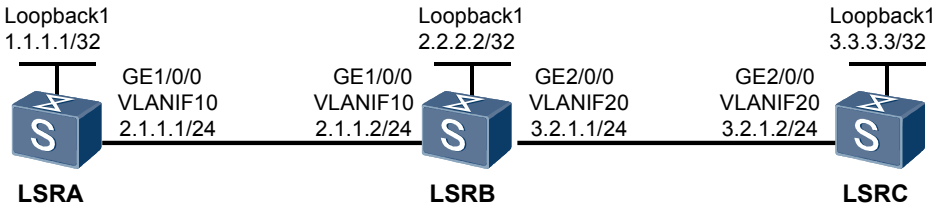
配置静态 MPLS TE 隧道示例

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

组网需求

如图 6-301 所示，要求建立一条 LSRA 到 LSRC 和一条从 LSRC 到 LSRA 的静态 TE 隧道。

图 6-301 静态 CR-LSP 配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置静态 MPLS TE 隧道：

1. 配 VLAN 和 VLANIF 接口。
2. 配置各节点接口的 IP 地址及作为 MPLS LSR-ID 的 Loopback 接口的地址，并用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由。
3. 配置 LSR-ID 并全局使能各节点的 MPLS 和 MPLS TE 和各接口的 MPLS 和 MPLS TE。
4. 在入节点创建隧道接口，指定隧道的 IP 地址、隧道协议、目的地址、隧道 ID 以及建立隧道使用的信令类型。
5. 配置与隧道相关联的静态 LSP，在入节点上配置下一跳地址和出标签，在中间节点配置入接口、下一跳地址和出标签，在出节点上配置入标签和入接口以建立 LSP。

说明

- 每个节点出标签的值就是其下一个节点入标签的值。
- 执行命令 **static-cr-lsp ingress** {**tunnel-interface tunnel** *tunnel-number* | *tunnel-name* } **destination** *destination-address* { **nexthop** *next-hop-address* } **out-label** *out-label-value* 配置 CR-LSP 入节点时需注意，参数 *tunnel-name* 必须与命令 **interface tunnel** *tunnel-number* 创建的隧道接口名称一致，且区分大小写，不支持空格。假设使用命令 **interface tunnel 2/0/0** 创建了一个的 Tunnel 接口，则隧道接口名称为 Tunnel2/0/0，其静态 CR-LSP 入节点中的参数应该写作“Tunnel2/0/0”，否则隧道将不能正确建立。中间节点和出节点无此限制。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点的 OSPF 进程号及区域号
- LSRA 和 LSRC 上隧道的接口编号、隧道接口 IP 地址、目的地址、隧道 ID、隧道信令协议（为 cr-static）
- 静态 CR-LSP 入节点的下一跳地址和出标签
- 静态 CR-LSP 中间节点的入接口、下一跳和出标签
- 静态 CR-LSP 出节点的入接口

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，并且配置 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 LSRA

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] interface loopback1
[LSRA-LoopBack1] ip address 1.1.1.1 32
[LSRA-LoopBack1] quit
[LSRA] interface gigabitethernet 1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRA] vlan 10
[LSRA-vlan10] port gigabitethernet 1/0/0
[LSRA-vlan10] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ip address 2.1.1.1 24
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRB
[LSRB] interface loopback1
[LSRB-LoopBack1] ip address 2.2.2.2 32
[LSRB-LoopBack1] quit
[LSRB] interface gigabitethernet 1/0/0
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRB] interface gigabitethernet 2/0/0
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRB] vlan 10
[LSRB-vlan10] port gigabitethernet 1/0/0
[LSRB-vlan10] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] ip address 2.1.1.2 24
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] vlan 20
[LSRB-vlan20] port gigabitethernet 2/0/0
[LSRB-vlan20] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] ip address 3.2.1.1 24
```

配置 LSRC

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRC
[LSRC] interface loopback1
[LSRC-LoopBack1] ip address 3.3.3.3 32
[LSRC-LoopBack1] quit
[LSRC] interface gigabitethernet 2/0/0
[LSRC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRC] vlan 20
[LSRC-vlan20] port gigabitethernet 2/0/0
[LSRC-vlan20] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] ip address 3.2.1.2 24
[LSRC-Vlanif20] quit
```

步骤 2 配置路由协议，保证各 LSR 之间在网络层互通

具体配置过程略。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA-mpls] quit
```

LSRB、LSRC 与 LSRA 类似，不再赘述。

步骤 4 配置 MPLS TE 隧道

在 LSRA 上配置 LSRA 至 LSRC 的 MPLS TE 隧道。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 3.3.3.3
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol cr-static
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/0] quit
```

在 LSRC 上配置 LSRC 至 LSRA 的 MPLS TE 隧道。

```
[LSRC] interface tunnel 2/0/0
[LSRC-Tunnel2/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRC-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRC-Tunnel2/0/0] destination 1.1.1.1
[LSRC-Tunnel2/0/0] mpls te tunnel-id 200
[LSRC-Tunnel2/0/0] mpls te signal-protocol cr-static
[LSRC-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRC-Tunnel2/0/0] quit
```

步骤 5 创建 LSRA 至 LSRC 的静态 CR-LSP

配置 LSRA 为静态 CR-LSP 的入节点。

```
[LSRA] static-cr-lsp ingress tunnel-interface tunnel 1/0/0 destination 3.3.3.3 nexthop 2.1.1.2 out-label 20
```

配置 LSRB 为静态 CR-LSP 的中间节点。

```
[LSRB] static-cr-lsp transit tunnel1/0/0 incoming-interface vlanif 10 in-label 20 nexthop 3.2.1.2 out-label 30
```

配置 LSRC 为静态 CR-LSP 的出节点。

```
[LSRC] static-cr-lsp egress tunnel1/0/0 incoming-interface vlanif 20 in-label 30
```

步骤 6 创建 LSRC 至 LSRA 的静态 CR-LSP

配置 LSRC 为静态 CR-LSP 的入节点。

```
[LSRC] static-cr-lsp ingress tunnel-interface tunnel 2/0/0 destination 1.1.1.1 nexthop 3.2.1.1 out-label 120
```

配置 LSRB 为静态 CR-LSP 的中间节点。

```
[LSRB] static-cr-lsp transit tunnel2/0/0 incoming-interface vlanif 20 in-label 120 nexthop 2.1.1.1 out-label 130
```

配置 LSRA 为静态 CR-LSP 的出节点。

```
[LSRA] static-cr-lsp egress tunnel2/0/0 incoming-interface vlanif 10 in-label 130
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 7 检查配置结果

配置完成后，在 LSRA 上执行 **display interface tunnel** 命令，可以看到 Tunnel 接口的状态为 Up。

在各节点上执行 **display mpls te tunnel** 命令，可以看到 MPLS TE 隧道的建立情况。

```
[LSRA] display mpls te tunnel

------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId    Destination      LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
1.1.1.1          3.3.3.3          1       NULL/20          I  Tunnel1/0/0
-                -                -       130/NULL         I  Tunnel2/0/0
[LSRB] display mpls te tunnel

------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId    Destination      LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
-                -                -       20/30            I  Tunnel1/0/0
-                -                -       120/130          I  Tunnel2/0/0
[LSRC] display mpls te tunnel

------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId    Destination      LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
3.3.3.3          1.1.1.1          1       NULL/120         E  Tunnel2/0/0
-                -                -       30/NULL          E  Tunnel1/0/0
```

在各节点上执行 **display mpls lsp** 或 **display mpls static-cr-lsp** 命令，可以看到静态 CR-LSP 的建立情况。

在 LSRA 上查看配置结果。

```
[LSRA] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: STATIC CRLSP
------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                     Vrf Name
3.3.3.3/32         NULL/20       -/Vlanif10
-/-                130/NULL      Vlanif10/-


[LSRA] display mpls static-cr-lsp
TOTAL          : 2     STATIC CRLSP(S)
UP             : 2     STATIC CRLSP(S)
DOWN           : 0     STATIC CRLSP(S)
Name            FEC              I/O Label  I/O If                  Status
Tunnel1/0/0    3.3.3.3/32        NULL/20    -/Vlanif10              Up
tunnel2/0/0    -/-               130/NULL   Vlanif10/-              Up
```

在 LSRB 上查看。

```
[LSRB] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: STATIC CRLSP
------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                     Vrf Name
-/-                20/30         Vlanif10/Vlanif20
-/-                120/130       Vlanif20/Vlanif10

[LSRB] display mpls static-cr-lsp
TOTAL          : 2     STATIC CRLSP(S)
UP             : 2     STATIC CRLSP(S)
DOWN           : 0     STATIC CRLSP(S)
Name            FEC              I/O Label  I/O If                    Status
tunnel1/0/0    -/-               20/30      Vlanif10/Vlanif20         Up
tunnel2/0/0    -/-               120/130    Vlanif20/Vlanif10         Up
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 LSRC 上查看。

```
[LSRC] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: STATIC CRLSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                     Vrf Name
1.1.1.1/32         NULL/120      -/Vlanif20
-/-                30/NULL       Vlanif20/-


[LSRC] display mpls static-cr-lsp
TOTAL          : 2     STATIC CRLSP(S)
UP             : 2     STATIC CRLSP(S)
DOWN           : 0     STATIC CRLSP(S)
Name            FEC               I/O Label  I/O If                  Status
Tunnel2/0/0    1.1.1.1/32         NULL/120   -/Vlanif20              Up
tunnel1/0/0    -/-                30/NULL    Vlanif20/-              Up
```

使用静态 CR-LSP 建立 MPLS TE 隧道时，Transit 节点和 Egress 节点直接根据配置的入标签和出标签进行转发，因此，LSRB 和 LSRC 的相关显示信息中，FEC 等内容为空。

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
#
interface Vlanif10
 ip address 2.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te signal-protocol cr-static
 mpls te commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
static-cr-lsp ingress tunnel-interface Tunnel1/0/0 destination 3.3.3.3 nexthop 2.1.1.2 out-label 20
static-cr-lsp egress tunnel2/0/0 incoming-interface vlanif 10 in-label 130
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
#
interface Vlanif10
 ip address 2.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface Vlanif20
 ip address 3.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.2.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
#
static-cr-lsp transit tunnel1/0/0 incoming-interface Vlanif 10 in-label 20 nexthop 3.2.1.2 out-
label 30
static-cr-lsp transit tunnel2/0/0 incoming-interface Vlanif20 in-label 120 nexthop 2.1.1.1 out-
label 130
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
#
interface Vlanif20
 ip address 3.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
interface Tunnel2/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 destination 1.1.1.1
 mpls te signal-protocol cr-static
 mpls te tunnel-id 200
 mpls te commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.2.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
#
static-cr-lsp ingress tunnel-interface Tunnel2/0/0 destination 1.1.1.1 nexthop 3.2.1.1 out-
label 120
static-cr-lsp egress tunnel1/0/0 incoming-interface vlanif 20 in-label 30
#

return
```

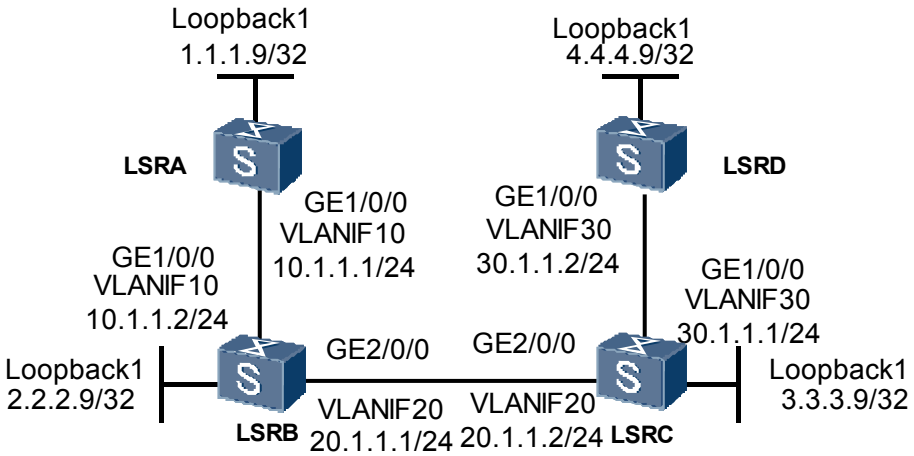
配置 RSVP-TE 隧道示例

组网需求

如图 6-302 所示，节点 LSRA、LSRB、LSRC 和 LSRD 运行 IS-IS，都属于 Level-2。

使用 RSVP-TE 从 LSRA 到 LSRD 建立一条 TE 隧道。

图 6-302 RSVP-TE 隧道组网图



配置思路

采用如下的思路使用 RSVP-TE 配置 MPLS TE 隧道：

1. 配置 VLAN 和 VLANIF 接口。
2. 配置各接口的 IP 地址及作为 LSR ID 的 Loopback 地址。
3. 全局使能 IS-IS 协议，配置网络实体名称，改变 cost 类型以使能 IS-IS TE。并在各接口（包括 Loopback 接口）上使能 IS-IS。
4. 配置 MPLS LSR-ID 并全局使能 MPLS、MPLS TE、MPLS RSVP-TE、MPLS CSPF。
5. 使能各接口的 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE。

版权所有 © 华为技术有限公司

6. 在入节点创建隧道接口，指定隧道的 IP 地址、隧道协议、目的地址、隧道 ID、动态信令协议 RSVP-TE。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点的 IS-IS 区域 ID、起始的系统 ID、IS-IS Level
- 隧道接口的接口编号、IP 地址、目的地址、隧道 ID、隧道信令协议（为 **rsvp-te**）

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，并且配置 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 LSRA

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] interface loopback1
[LSRA-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[LSRA-LoopBack1] quit
[LSRA] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRA] vlan 10
[LSRA-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRA-vlan10] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRB
[LSRB] interface loopback1
[LSRB-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
[LSRB-LoopBack1] quit
[LSRB] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRB] vlan 10
[LSRB-vlan10] port gigabitethernet1/0/0
[LSRB-vlan10] quit
[LSRB] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
[LSRB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRB] vlan 20
[LSRB-vlan20] port gigabitethernet2/0/0
[LSRB-vlan20] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] ip address 20.1.1.1 24
[LSRB-Vlanif20] quit
```

配置 LSRC

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRC
[LSRC] interface loopback1
[LSRC-LoopBack1] ip address 3.3.3.9 32
[LSRC-LoopBack1] quit
[LSRC] interface gigabitethernet2/0/0
[LSRC-GigabitEthernet2/0/0] port link-type access
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRC-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRC] vlan 20
[LSRC-vlan20] port gigabitethernet2/0/0
[LSRC-vlan20] quit
[LSRC] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRC-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRC-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRC] vlan 30
[LSRC-vlan30] port gigabitethernet1/0/0
[LSRC-vlan30] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] ip address 20.1.1.2 24
[LSRC-Vlanif20] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] ip address 30.1.1.1 24
[LSRC-Vlanif30] quit
```

配置 LSRD

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRD
[LSRD] interface loopback1
[LSRD-LoopBack1] ip address 4.4.4.9 32
[LSRD-LoopBack1] quit
[LSRD] interface gigabitethernet1/0/0
[LSRD-GigabitEthernet1/0/0] port link-type access
[LSRD-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRD] vlan 30
[LSRD-vlan30] port gigabitethernet1/0/0
[LSRD-vlan30] quit
[LSRD] interface vlanif 30
[LSRD-Vlanif30] ip address 30.1.1.2 24
[LSRD-Vlanif30] quit
```

步骤 2 配置 IS-IS 协议发布路由

配置 LSRA。

```
[LSRA] isis 1
[LSRA-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
[LSRA-isis-1] is-level level-2
[LSRA-isis-1] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] isis enable 1
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface loopback 1
[LSRA-LoopBack1] isis enable 1
[LSRA-LoopBack1] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] isis 1
[LSRB-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
[LSRB-isis-1] is-level level-2
[LSRB-isis-1] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] isis enable 1
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] isis enable 1
[LSRB-Vlanif20] quit
[LSRB] interface loopback 1
[LSRB-LoopBack1] isis enable 1
[LSRB-LoopBack1] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] isis 1
[LSRC-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0003.00
[LSRC-isis-1] is-level level-2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRC-isis-1] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] isis enable 1
[LSRC-Vlanif20] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] isis enable 1
[LSRC-Vlanif30] quit
[LSRC] interface loopback 1
[LSRC-LoopBack1] isis enable 1
[LSRC-LoopBack1] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] isis 1
[LSRD-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0004.00
[LSRD-isis-1] is-level level-2
[LSRD-isis-1] quit
[LSRD] interface vlanif 30
[LSRD-Vlanif30] isis enable 1
[LSRD-Vlanif30] quit
[LSRD] interface loopback 1
[LSRD-LoopBack1] isis enable 1
[LSRD-LoopBack1] quit
```

配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到相互之间都学到了到对方的路由。以 LSRA 的显示为例：

```
[LSRA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10       Routes : 10

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
        2.2.2.9/32  ISIS    15   10          D    10.1.1.2       Vlanif10
        3.3.3.9/32  ISIS    15   20          D    10.1.1.2       Vlanif10
        4.4.4.9/32  ISIS    15   30          D    10.1.1.2       Vlanif10
       10.1.1.0/24  Direct  0    0           D    10.1.1.1       Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct  0    0           D    127.0.0.1      InLoopBack1
       20.1.1.0/24  ISIS    15   20          D    10.1.1.2       Vlanif10
       30.1.1.0/24  ISIS    15   30          D    10.1.1.2       Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D    127.0.0.1      InLoopBack1
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D    127.0.0.1      InLoopBack1
```

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、RSVP-TE 和 CSPF

在各节点全局使能 MPLS、MPLS TE 和 RSVP-TE，在隧道沿途的接口上使能 MPLS、MPLS TE 和 RSVP-TE，并在入节点的系统视图下使能 CSPF。

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.9
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] mpls te cspf
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.9
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] mpls te
[LSRB-mpls] mpls te cspf
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRB-mpls] mpls rsvp-te
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] mpls te
[LSRB-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls
[LSRB-Vlanif20] mpls te
[LSRB-Vlanif20] mpls rsvp-te
[LSRB-Vlanif20] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.9
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls te cspf
[LSRC-mpls] mpls rsvp-te
[LSRC-mpls] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
[LSRC-Vlanif20] mpls te
[LSRC-Vlanif20] mpls rsvp-te
[LSRC-Vlanif20] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] mpls
[LSRC-Vlanif30] mpls te
[LSRC-Vlanif30] mpls rsvp-te
[LSRC-Vlanif30] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] mpls lsr-id 4.4.4.9
[LSRD] mpls
[LSRD-mpls] mpls te
[LSRD-mpls] mpls te cspf
[LSRD-mpls] mpls rsvp-te
[LSRD-mpls] quit
[LSRD] interface vlanif 30
[LSRD-Vlanif30] mpls
[LSRD-Vlanif30] mpls te
[LSRD-Vlanif30] mpls rsvp-te
[LSRD-Vlanif30] quit
```

步骤 4 配置 IS-IS TE

配置 LSRA。

```
[LSRA] isis 1
[LSRA-isis-1] cost-style wide
[LSRA-isis-1] traffic-eng level-2
[LSRA-isis-1] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] isis 1
[LSRB-isis-1] cost-style wide
[LSRB-isis-1] traffic-eng level-2
[LSRB-isis-1] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] isis 1
[LSRC-isis-1] cost-style wide
[LSRC-isis-1] traffic-eng level-2
[LSRC-isis-1] quit
```

配置 LSRD。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRD] isis 1
[LSRD-isis-1] cost-style wide
[LSRD-isis-1] traffic-eng level-2
[LSRD-isis-1] quit
```

步骤 5 配置 MPLS TE 隧道接口

在隧道入节点上创建 Tunnel 接口，并配置 Tunnel 接口的 IP 地址、隧道协议、目的地址、Tunnel ID 以及动态信令协议，并执行 **mpls te commit** 命令使配置生效。

配置 LSRA。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 4.4.4.9
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/0] quit
```

步骤 6 检查配置结果

配置完成后，在 LSRA 上执行 **display interface tunnel** 命令可以看到隧道接口状态为 Up。

```
[LSRA] display interface tunnel
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2012-02-24 14:15:42
Description:HUAWEI, Quidway Series, Tunnel1/0/0 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is unnumbered, using address of LoopBack0(1.1.1.9/32)
...
```

在 LSRA 上执行 **display mpls te tunnel verbose** 命令可以看到隧道详细信息。

```
[LSRA] display mpls te tunnel verbose
    No                      :  1
    Tunnel-Name             :  Tunnel1/0/0
    Tunnel Interface Name   :  -
    TunnelIndex             :  0           LSP Index         :  2048
    Session ID              :  100         LSP ID            :  1
    Lsr Role                :  Ingress     Lsp Type          :
Primary
    Ingress LSR ID          :  1.1.1.9
    Egress LSR ID           :  4.4.4.9
    In-Interface            :  Vlanif10
    Out-Interface           :  -
    Sign-Protocol           :  RSVP        Resv Style        :  SE
    IncludeAnyAff           :  0x0         ExcludeAnyAff     :  0x0
    IncludeAllAff           :  0x0
    ER-Hop Table Index      :  -           AR-Hop Table Index:  -
    C-Hop Table Index       :  -
    PrevTunnelIndexInSession:  -           NextTunnelIndexInSession:  -
    PSB Handle              :  1024
    Created Time            :  2012-02-23 22:04:24+00:00
    --------------------------------
              DS-TE Information
    --------------------------------
    Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
    CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    Setup-Priority          :  0           Hold-Priority     :  0
    --------------------------------
               FRR Information
    --------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Primary LSP Info
TE Attribute Flag       :  0x2          Protected Flag    :  0x0
Bypass In Use           :  Not Exists
Bypass Tunnel Id        :  -
BypassTunnel            :  -
Bypass Lsp ID           :  -            FrrNextHop        :  -
ReferAutoBypassHandle   :  -
FrrPrevTunnelTableIndex :  -            FrrNextTunnelTableIndex:  -
Bypass Attribute(Not configured)
Setup Priority          :  -            Hold Priority     :  -
HopLimit                :  -            Bandwidth         :  -
IncludeAnyGroup         :  -            ExcludeAnyGroup   :  -
IncludeAllGroup         :  -
Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
CT0 Unbound Bandwidth   :  -            CT1 Unbound Bandwidth:  -
CT2 Unbound Bandwidth   :  -            CT3 Unbound Bandwidth:  -
CT4 Unbound Bandwidth   :  -            CT5 Unbound Bandwidth:  -
CT6 Unbound Bandwidth   :  -            CT7 Unbound Bandwidth:  -
--------------------------------
          BFD Information
--------------------------------
NextSessionTunnelIndex  :  -            PrevSessionTunnelIndex:  -
NextLspId               :  -            PrevLspId         :  -
```

在 LSRA 上执行 **display mpls te cspf tedb all** 命令查看 TEDB 中的链路信息。

```
[LSRA] display mpls te cspf tedb all
Maximum Nodes Supported: 1024    Current Total Node Number: 4
Maximum Links Supported: 2048    Current Total Link Number: 6
Maximum SRLGs supported: 5120    Current Total SRLG Number: 0
Id     Router-Id      IGP      Process-Id   Area         Link-Count
1      3.3.3.9        ISIS     1            Level-2       2
2      2.2.2.9        ISIS     1            Level-2       2
3      4.4.4.9        ISIS     1            Level-2       1
4      1.1.1.9        ISIS     1            Level-2       1
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 4.4.4.9
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te commit
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  mpls te cspf
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
 vlan batch 30
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
 isis enable 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

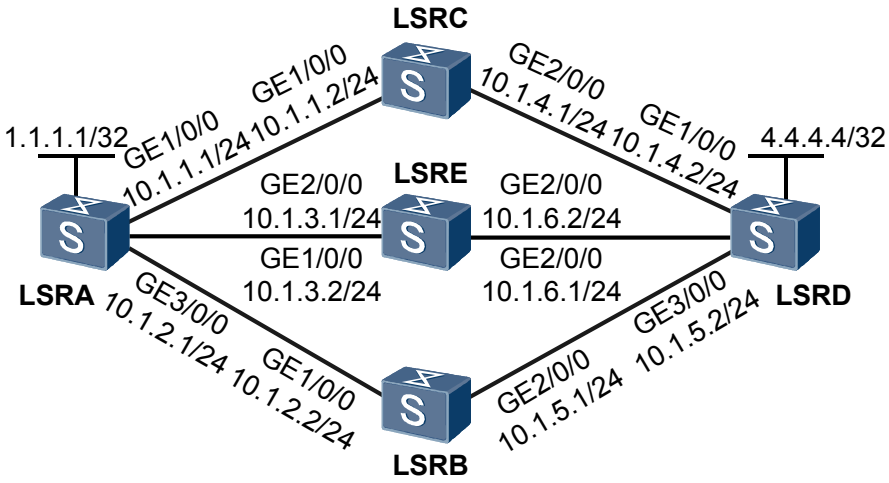
```
#
return
```

引用 CR-LSP 属性模板建立 CR-LSP 示例

组网需求

如图 6-303 所示，需要建立从 LSRA 到 LSRD 的主 CR-LSP，同时为主 CR-LSP 配置热备份和普通备份 CR-LSP。当主 CR-LSP 发生故障时，流量可以切换到备份 CR-LSP 上。

图 6-303 引用 CR-LSP 属性模板建立 CR-LSP 组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
LSRA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.3.1/24
LSRA	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	10.1.2.1/24
LSRB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.1.2.2/24
LSRB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.1.5.1/24
LSRC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
LSRC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	10.1.4.1/24
LSRD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	10.1.4.2/24
LSRD	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	10.1.6.2/24
LSRD	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	10.1.5.2/24
LSRE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.3.2/24
LSRE	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	10.1.6.1/24

配置思路

采用如下的思路配置引用 CR-LSP 属性模板建立 CR-LSP：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置交换机各接口 IP 地址和路由协议，实现网络层的互通
2. 交换机全局及各接口使能 MPLS，MPLS TE 功能
3. 在入节点配置 CR-LSP 属性模板
4. 在隧道接口下引用 CR-LSP 属性模板建立 CR-LSP

数据准备

为完成此配置举例，须准备如下的数据：

- 各交换机的 MPLS LSR-ID
- CR-LSP 属性模板的名称及各成员的配置参数
- 隧道接口的 IP 地址，目的地址，隧道 ID

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] vlan batch 10 20 30
[LSRA] interface gigabitEthernet 1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[LSRA] interface gigabitEthernet 2/0/0
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[LSRA-GigabitEthernet2/0/0] quit
[LSRA] interface gigabitEthernet 3/0/0
[LSRA-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[LSRA-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[LSRA-GigabitEthernet3/0/0] quit
```

LSRB、LSRC、LSRD、LSRE 上的配置同 LSRA(略)

步骤 2 配置各接口的 IP 地址，并配置 IGP，实现网络层的互通

具体配置过程略。

步骤 3 配置各节点的 MPLS LSR-ID，全局及各接口使能 MPLS、MPLS TE 功能。

配置 LSRA。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface vlanif 20
[LSRA-Vlanif20] mpls
[LSRA-Vlanif20] mpls te
[LSRA-Vlanif20] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif20] quit
[LSRA] interface vlanif 30
[LSRA-Vlanif30] mpls
[LSRA-Vlanif30] mpls te
[LSRA-Vlanif30] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif30] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

说明

LSRB、LSRC、LSRD、LSRE 的配置与 LSRA 相似，此处不再赘述。

步骤 4 配置 CR-LSP 属性模板及其显式路径

LSRA 上配置显式路径 up_path 路径为 LSRA→LSRC→LSRD。

```
[LSRA] explicit-path up_path
[LSRA-explicit-path-up_path] next hop 10.1.1.2
[LSRA-explicit-path-up_path] next hop 10.1.4.2
[LSRA-explicit-path-up_path] quit
```

LSRA 上配置显式路径 down_path 路径为 LSRA→LSRB→LSRD。

```
[LSRA] explicit-path down_path
[LSRA-explicit-path-down_path] next hop 10.1.2.2
[LSRA-explicit-path-down_path] next hop 10.1.5.2
[LSRA-explicit-path-down_path] quit
```

LSRA 上配置显式路径 middle_path 路径为 LSRA→LSRE→LSRD。

```
[LSRA] explicit-path middle_path
[LSRA-explicit-path-middle_path] next hop 10.1.3.2
[LSRA-explicit-path-middle_path] next hop 10.1.6.2
[LSRA-explicit-path-middle_path] quit
```

LSRA 上配置属性模板 lsp_attribute_1。

```
[LSRA] lsp-attribute lsp_attribute_1
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_1] explicit-path up_path
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_1] priority 5 5
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_1] hop-limit 12
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_1] commit
```

LSRA 上配置属性模板 lsp_attribute_2。

```
[LSRA] lsp-attribute lsp_attribute_2
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_2] explicit-path down_path
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_2] priority 5 5
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_2] hop-limit 15
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_2] commit
```

LSRA 上配置属性模板 lsp_attribute_3。

```
[LSRA] lsp-attribute lsp_attribute_3
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_3] explicit-path middle_path
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_3] priority 5 5
[LSRA-lsp-attribute-lSP_attribute_3] commit
```

说明

同一隧道接口下引用的 CR-LSP 属性模板优先级应相同。

步骤 5 引用属性模板配置 LSRA 到 LSRD 的 CR-LSP

建立 LSRA 到 LSRD 的 CR-LSP。

```
[LSRA] interface tunnel1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 4.4.4.4
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te primary-lsp-constraint lsp-attribute lsp_attribute_1
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te hotstandby-lsp-constraint 1 lsp-attribute lsp_attribute_2
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te ordinary-lsp-constraint 1 lsp-attribute lsp_attribute_3
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
```

步骤 6 检查配置结果

配置完成后，在 LSRA 上执行 **display mpls te tunnel-interface lsp-constraint** 命令可以看到属性模板的各配置项。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<LARA> display mpls te tunnel-interface lsp-constraint
    Tunnel Name                    :  Tunnel1/0/0
    Primary-lsp-constraint Name    :  lsp_attribute_1
    Hotstandby-lsp-constraint Number:  1
    Hotstandby-lsp-constraint Name  :  lsp_attribute_2
    Ordinary-lsp-constraint Number  :  1
    Ordinary-lsp-constraint Name    :  lsp_attribute_3
```

LSRA 上执行 **display mpls te tunnel verbose** 命令，可以看到隧道引用模板 lsp_attribute_1 建立隧道。

```
<LSRA> display mpls te tunnel verbose
No                     :  1
    Tunnel-Name             :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex             :  0           LSP Index          :  2048
    Session ID              :  100         LSP ID             :  1
    Lsr Role                :  Ingress     Lsp Type           :  Primary
    Ingress LSR ID          :  1.1.1.1
    Egress LSR ID           :  4.4.4.4
    In-Interface            :  -
    Out-Interface           :  Vlanif10
    Sign-Protocol           :  RSVP TE     Resv Style         :  SE
    IncludeAnyAff           :  0x0         ExcludeAnyAff      :  0x0
    IncludeAllAff           :  0x0
    LspConstraint           :  1
    ER-Hop Table Index      :  0           AR-Hop Table Index:  0
    C-Hop Table Index       :  -
    PrevTunnelIndexInSession:  1           NextTunnelIndexInSession:  -
    PSB Handle              :  1024
    Created Time            :  2010/07/01 17:40:35 UTC-08:00
    ------------------------------
             DS-TE Information
    ------------------------------
    Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
    CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    Setup-Priority          :  0           Hold-Priority      :  0
    ------------------------------
              FRR Information
    ------------------------------
    Primary LSP Info
    TE Attribute Flag       :  0x3         Protected Flag     :  0x0
    Bypass In Use           :  Not Exists
    Bypass Tunnel Id        :  -
    BypassTunnel            :  -
    Bypass Lsp ID           :  -           FrrNextHop         :  -
    ReferAutoBypassHandle   :  -
    FrrPrevTunnelTableIndex :  -           FrrNextTunnelTableIndex:  -
    Bypass Attribute(Not configured)
    Setup Priority          :  -           Hold Priority      :  -
    HopLimit                :  -           Bandwidth          :  -
    IncludeAnyGroup         :  -           ExcludeAnyGroup    :  -
    IncludeAllGroup         :  -
    Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
    CT0 Unbound Bandwidth   :  -         CT1 Unbound Bandwidth:  -
    CT2 Unbound Bandwidth   :  -         CT3 Unbound Bandwidth:  -
    CT4 Unbound Bandwidth   :  -         CT5 Unbound Bandwidth:  -
    CT6 Unbound Bandwidth   :  -         CT7 Unbound Bandwidth:  -
    ------------------------------
              BFD Information
    ------------------------------
    NextSessionTunnelIndex  :  -           PrevSessionTunnelIndex:  -
    NextLspId               :  -           PrevLspId          :  -


    No                      :  2
    Tunnel-Name             :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex             :  1           LSP Index          :  2049
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Session ID              :  100          LSP ID            :  32770
Lsr Role                :  Ingress      Lsp Type          :  Hot-Standby
Ingress LSR ID          :  1.1.1.1
Egress LSR ID           :  4.4.4.4
In-Interface            :  -
Out-Interface           :  Vlanif30
Sign-Protocol           :  RSVP TE      Resv Style        :  SE
IncludeAnyAff           :  0x0          ExcludeAnyAff     :  0x0
IncludeAllAff           :  0x0
LspConstraint           :  1
ER-Hop Table Index      :  1            AR-Hop Table Index:  1
C-Hop Table Index       :  -
PrevTunnelIndexInSession:  -            NextTunnelIndexInSession:  0
PSB Handle              :  1025
Created Time            :  2010/07/01 17:40:36 UTC-08:00
--------------------------------
          DS-TE Information
--------------------------------
Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
Setup-Priority          :  0            Hold-Priority     :  0
--------------------------------
            FRR Information
--------------------------------
Primary LSP Info
TE Attribute Flag       :  0x3          Protected Flag    :  0x0
Bypass In Use           :  Not Exists
Bypass Tunnel Id        :  -
BypassTunnel            :  -
Bypass Lsp ID           :  -            FrrNextHop        :  -
ReferAutoBypassHandle   :  -
FrrPrevTunnelTableIndex :  -            FrrNextTunnelTableIndex:  -
Bypass Attribute(Not configured)
Setup Priority          :  -            Hold Priority     :  -
HopLimit                :  -            Bandwidth         :  -
IncludeAnyGroup         :  -            ExcludeAnyGroup   :  -
IncludeAllGroup         :  -
Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
CT0 Unbound Bandwidth   :  -          CT1 Unbound Bandwidth:  -
CT2 Unbound Bandwidth   :  -          CT3 Unbound Bandwidth:  -
CT4 Unbound Bandwidth   :  -          CT5 Unbound Bandwidth:  -
CT6 Unbound Bandwidth   :  -          CT7 Unbound Bandwidth:  -
--------------------------------
            BFD Information
--------------------------------
NextSessionTunnelIndex  :  -            PrevSessionTunnelIndex:  -
NextLspId               :  -            PrevLspId         :  -
```

#LSRC 的 VLANIF10 接口与 LSRB 的 VLANIF10 接口 shutdown 时，可以看到使用属性模板成功建立普通 CR-LSP。

```
<LSRA> display mpls te tunnel verbose
    No                  :  1
    Tunnel-Name         :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex         :  0            LSP Index         :  2048
    Session ID          :  100          LSP ID            :  32771
    Lsr Role            :  Ingress      Lsp Type          :  Ordinary
    Ingress LSR ID      :  1.1.1.1
    Egress LSR ID       :  4.4.4.4
    In-Interface        :  -
    Out-Interface       :  VLanif20
    Sign-Protocol       :  RSVP TE      Resv Style        :  SE
    IncludeAnyAff       :  0x0          ExcludeAnyAff     :  0x0
    IncludeAllAff       :  0x0
    LspConstraint       :  1
    ER-Hop Table Index  :  2            AR-Hop Table Index:  0
    C-Hop Table Index   :  -
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
PrevTunnelIndexInSession:  -           NextTunnelIndexInSession:  -
PSB Handle              :  1212
Created Time            :  2010/07/02 15:24:18 UTC-08:00
--------------------------------
          DS-TE Information
--------------------------------
Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
Setup-Priority          :  0           Hold-Priority     :  0
--------------------------------
            FRR Information
--------------------------------
Primary LSP Info
TE Attribute Flag       :  0x3         Protected Flag    :  0x0
Bypass In Use           :  Not Exists
Bypass Tunnel Id        :  -
BypassTunnel            :  -
Bypass Lsp ID           :  -           FrrNextHop        :  -
ReferAutoBypassHandle   :  -
FrrPrevTunnelTableIndex :  -           FrrNextTunnelTableIndex:  -
Bypass Attribute(Not configured)
Setup Priority          :  -           Hold Priority     :  -
HopLimit                :  -           Bandwidth         :  -
IncludeAnyGroup         :  -           ExcludeAnyGroup   :  -
IncludeAllGroup         :  -
Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
CT0 Unbound Bandwidth   :  -         CT1 Unbound Bandwidth:  -
CT2 Unbound Bandwidth   :  -         CT3 Unbound Bandwidth:  -
CT4 Unbound Bandwidth   :  -         CT5 Unbound Bandwidth:  -
CT6 Unbound Bandwidth   :  -         CT7 Unbound Bandwidth:  -
--------------------------------
           BFD Information
--------------------------------
NextSessionTunnelIndex  :  -           PrevSessionTunnelIndex:  -
NextLspId               :  -           PrevLspId         :  -
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
vlan batch 10 20 30
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
mpls rsvp-te
#
 explicit-path middle_path
  next hop 10.1.3.2
  next hop 10.1.6.2
#
 explicit-path up_path
  next hop 10.1.1.2
  next hop 10.1.4.2
#
 explicit-path down_path
  next hop 10.1.2.2
  next hop 10.1.5.2
#
 lsp-attribute lsp_attribute_1
  explicit-path up_path
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  priority 5
  hop-limit 12
commit
#
 lsp-attribute lsp_attribute_2
  explicit-path down_path
  priority 5
  hop-limit 15
commit
#
 lsp-attribute lsp_attribute_3
  explicit-path middle_path
  priority 5
commit

#
interface Vlanif10
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 tunnel-protocol mpls te
 destination 4.4.4.4
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te primary-lsp-constraint lsp-attribute lsp_attribute_1
 mpls te hotstandby-lsp-constraint 1 lsp-attribute lsp_attribute_2
 mpls te ordinary-lsp-constraint 1 lsp-attribute lsp_attribute_3
 mpls te commit
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.3.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRB 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname LSRB
#
vlan batch 30 40
#
mpls lsr-id 10.1.5.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.5.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.5.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
vlan batch 10 60
#
mpls lsr-id 10.1.4.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif60
ip address 10.1.4.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.4.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
vlan batch 60 50 40
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif60
ip address 10.1.4.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
ip address 10.1.6.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
ip address 10.1.5.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  network 10.1.4.0 0.0.0.255
  network 10.1.5.0 0.0.0.255
  network 10.1.6.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRE 的配置文件

```
#
 sysname LSRE
#
vlan batch 20 50
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls lsr-id 10.1.6.1
 mpls
  mpls te
mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
ip address 10.1.3.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
ip address 10.1.6.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.3.0 0.0.0.255
  network 10.1.6.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

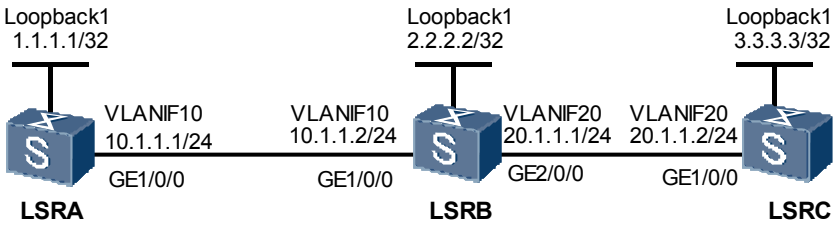
配置 RSVP 认证示例

组网需求

如图 6-304，LSRA 和 LSRB 之间的 VLANIF 的成员接口为 GE1/0/0。使用 RSVP 建立了一条从 LSRA 到 LSRC 的 MPLS TE 隧道。

要求配置 Handshake 功能使 LSRA 和 LSRB 之间互相进行 RSVP 密钥认证，防止伪造的 RSVP 资源预留请求非法占用网络资源，并配置 message window 功能解决 RSVP 报文失序问题。

图 6-304 配置 RSVP 认证组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 RSVP 认证：

1. 配置 MPLS 网络并建立 MPLS TE 隧道。
2. 在接口上配置 authentication，对 RSVP 消息进行认证。
3. 在接口上配置 handshake，使其接口具有 handshake 功能。
4. 在接口上配置 window-size，使接口具有保存 32 个序列号的能力。

说明

建议将滑动窗口大小配置为大于 32，小于 64。如果滑动窗口设置过小，收到的 RSVP 消息有些可能不在窗口范围内而被丢弃，这样会导致 RSVP 邻居关系终止。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点的 OSPF 进程号、所在的 OSPF 区域
- RSVP 认证的本地密码以及认证密钥
- RSVP 认证的滑动窗口大小

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，并且配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

按照图 6-304 配置各接口的 IP 地址和掩码，具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 2 配置 OSPF 协议

配置 OSPF 协议发布各网段路由及 LSR ID 的主机路由。具体配置内容请参见本例的配置文件。

配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，应可以看到相互之间都学到了到对方的路由。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、MPLS RSVP-TE 和 CSPF

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] mpls te cspf
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif10] quit
```

说明

LSRB 和 LSRC 的配置与 LSRA 相似，此处不再赘述。

步骤 4 配置 OSPF TE

配置 LSRA。

```
[LSRA] ospf 1
[LSRA-ospf-1] opaque-capability enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA-ospf-1] area 0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] ospf 1
[LSRB-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRB-ospf-1] area 0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] ospf 1
[LSRC-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRC-ospf-1] area 0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

步骤 5 配置 MPLS TE 隧道

在 LSRA 上配置 MPLS TE 隧道。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 3.3.3.3
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/0] quit
```

配置完成后，在 LSRA 上执行 **display interface tunnel** 命令可以看到隧道接口状态为 Up。

```
[LSRA] display interface tunnel 1/0/0
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Description:...
```

步骤 6 在 LSRA、LSRB 的 MPLS TE 链路的接口上配置 RSVP 验证

配置 LSRA。

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te authentication plain 123456789
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te authentication handshake 12345678
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te authentication window-size 32
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls rsvp-te authentication plain 123456789
[LSRB-Vlanif10] mpls rsvp-te authentication handshake 12345678
[LSRB-Vlanif10] mpls rsvp-te authentication window-size 32
```

步骤 7 验证配置结果

在 LSRA 上执行 **reset mpls rsvp-te**，再执行 **display interface tunnel** 命令可以看到隧道接口状态为 UP。

在 LSRA 或 LSRB 上执行 **display mpls rsvp-te interface** 命令，可查看 RSVP 认证的相关配置信息。

```
[LSRA] display mpls rsvp-te interface
Interface: Vlanif10
 Interface Address: 10.1.1.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Interface state: UP                  Interface Index: 0x406
Total-BW: 0                         Used-BW: 0
Hello configured: NO                 Num of Neighbors: 1
SRefresh feature: DISABLE            SRefresh Interval: 30 sec
Mpls Mtu: 1500                       Retransmit Interval: 500 msec
Increment Value: 1                   Authentication: ENABLE
Challenge: ENABLE                    WindowSize: 32
Next Seq # to be sent:3957701863 40  Key ID: ee9f61f80000
Bfd Enabled: DISABLE                 Bfd Min-Tx: 10
Bfd Min-Rx: 10                      Bfd Detect-Multi: 3
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te authentication plain 123456789
 mpls rsvp-te authentication handshake 12345678
 mpls rsvp-te authentication window-size 32
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 1
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te authentication plain 123456789
 mpls rsvp-te authentication handshake 12345678
 mpls rsvp-te authentication window-size 32
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20
#
mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  mpls-te enable
```

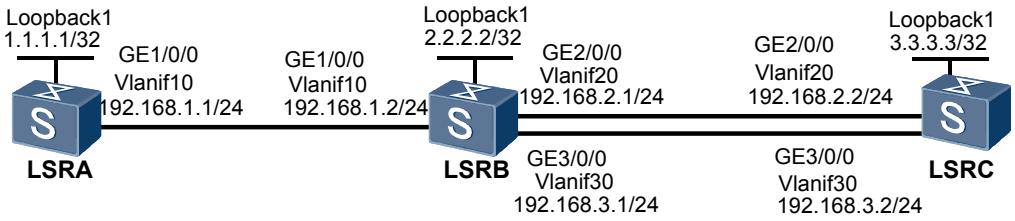

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

配置 MPLS TE 隧道属性示例

组网需求

图 6-305 配置隧道属性组网图



如图 6-305 所示，各链路的最大带宽均是 100Mbit/s，最大可预留带宽是 50Mbit/s。

LSRA 上存在两条到达 LSRC 的 RSVP TE 隧道 Tunnel1/0/0 和 Tunnel1/0/1。两隧道的带宽要求都是 40Mbit/s。两条隧道的带宽总和（80Mbit/s）大于共用链路 LSRA→LSRB 的带宽 50Mbit/s，且 Tunnel1/0/1 的优先级高于 Tunnel1/0/0，允许发生抢占情况。

要求根据各链路上的管理组属性，使用隧道的亲和属性及掩码，使 LSRA 上的 Tunnel1/0/0 使用 LSRB→LSRC 的一条物理链路，Tunnel1/0/1 使用 LSRB→LSRC 的另一条。

配置思路

采用如下的思路配置隧道属性：

1. 配置 RSVP TE 隧道，请参见**配置 RSVP-TE 隧道示例**中的配置思路。
2. 在各节点的隧道出接口上配置链路的管理组属性。
3. 通过查看链路的管理组属性及组网需求，确定并配置各隧道的亲和属性及掩码。
4. 根据需求配置各隧道的优先级。

数据需求

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点的 OSPF 进程号、所在的 OSPF 区域
- 隧道沿途的链路最大带宽和最大可预留带宽
- LSRA→LSRB 的管理组属性、LSRB→LSRC 的管理组属性
- 各隧道的亲和属性及掩码
- 隧道接口的接口编号、IP 地址、目的地址、隧道 ID、隧道带宽、隧道的优先级分别、隧道信令协议（取缺省的 RSVP-TE）

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，并且配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

按照图 6-305 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口。

具体配置过程略。

步骤 2 配置 IGP 协议

在所有节点上配置 OSPF 协议，发布各网段及 LSR ID 主机路由。

具体配置过程略。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、RSVP-TE 及 OSPF TE，并在入节点使能 CSPF

在 LSRA、LSRB 和 LSRC 上配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、RSVP-TE。

以 LSRA 上的配置为例：

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif10] quit
```

在 LSRA、LSRB 和 LSRC 上使能 OSPF TE。以 LSRA 上的配置为例：

```
[LSRA] ospf
[LSRA-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRA-ospf-1] area 0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRA-ospf-1] quit
```

LSRB、LSRC 与 LSRA 类似，不再赘述。

在隧道入节点（LSRA）上使能 CSPF。

```
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te cspf
[LSRA-mpls] quit
```

步骤 4 配置各节点出接口的 MPLS TE 属性

在 LSRA 上配置链路的最大带宽为 100Mbit/s，最大可预留带宽为 50Mbit/s。

```
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 50000
```

在 LSRA 上配置此链路的管理组属性为 0x10001。

```
[LSRA-Vlanif10] mpls te link administrative group 10001
[LSRA-Vlanif10] quit
```

在 LSRB 上配置链路的 MPLS TE 属性。

```
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 50000
[LSRB-Vlanif20] mpls te link administrative group 10101
[LSRB-Vlanif20] quit
[LSRB] interface vlanif 30
[LSRB-Vlanif30] mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 50000
[LSRB-Vlanif30] quit
```

配置完成后，可在 LSRA 上查看 TEDB，其中包括各链路的最大可使用带宽和最大可预留带宽，以及 Color 字段，此即为各链路的管理组属性：

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA] display mpls te cspf tedb node
Router ID: 1.1.1.1
  IGP Type: OSPF   Process Id: 1
  MPLS-TE Link Count: 1
  Link[1]:
    OSPF Router ID: 2.2.2.2             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
    Interface IP Address: 192.168.1.1
    DR Address: 192.168.1.2
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x10001
    Maximum Bandwidth: 100000 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 50000 (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
         BC[0]:  50000      (kbps)   LOM[0]:  1
         BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
   BW Unreserved for Class type 0:
         [0]:    50000      (kbps),  [1]:     50000      (kbps)
         [2]:    50000      (kbps),  [3]:     50000      (kbps)
         [4]:    50000      (kbps),  [5]:     50000      (kbps)
         [6]:    50000      (kbps),  [7]:     50000      (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
         [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
         [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
         [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
         [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
Router ID: 2.2.2.2
  IGP Type: OSPF   Process Id: 1
  MPLS-TE Link Count: 3
  Link[1]:
    OSPF Router ID: 3.3.3.3             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
    Interface IP Address: 192.168.2.1
    DR Address: 192.168.2.2
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x10101
    Maximum Bandwidth: 100000 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 50000 (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
         BC[0]:  50000      (kbps)   LOM[0]:  1
         BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
    BW Unreserved for Class type 0:
         [0]:    50000      (kbps),  [1]:     50000      (kbps)
         [2]:    50000      (kbps),  [3]:     50000 100000     (kbps)
         [4]:    50000      (kbps),  [5]:     50000 100000     (kbps)
         [6]:    50000      (kbps),  [7]:     50000      (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
         [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
         [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
         [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
         [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
  Link[2]:
    OSPF Router ID: 1.1.1.1             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
    Interface IP Address: 192.168.1.2
    DR Address: 192.168.1.1
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x0
    Maximum Bandwidth: 0 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 0 (kbps)$#10$    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking
Multiplier:
         BC[0]:  0          (kbps)   LOM[0]:  1
         BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
   BW Unreserved for Class type 0:
         [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
         [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
         [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
         [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
        [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
        [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
        [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
        [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
  Link[3]:
    OSPF Router ID: 3.3.3.3             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
    Interface IP Address: 192.168.3.1
    DR Address: 192.168.3.2
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x10011
    Maximum Bandwidth: 100000 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 50000 (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
        BC[0]:  50000      (kbps)   LOM[0]:  1
        BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
    BW Unreserved for Class type 0:
        [0]:    50000      (kbps),  [1]:     50000      (kbps)
        [2]:    50000      (kbps),  [3]:     50000      (kbps)
        [4]:    50000      (kbps),  [5]:     50000      (kbps)
        [6]:    50000      (kbps),  [7]:     50000      (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
        [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
        [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
        [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
        [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
Router ID: 3.3.3.3
  IGP Type: OSPF   Process Id: 1
  MPLS-TE Link Count: 2
  Link[1]:
    Interface IP Address: 192.168.2.2
    Peer  IP Address: 192.168.2.1
    Peer  Router  Id: 2.2.2.2
    Peer  OSPF  Router  Id: 2.2.2.2
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x0
    Maximum Bandwidth: 0 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 0 (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
        BC[0]:  0          (kbps)   LOM[0]:  1
        BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
    BW Unreserved for Class type 0:
        [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
        [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
        [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
        [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
        [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
        [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
        [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
        [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
  Link[2]:
    OSPF Router ID: 2.2.2.2             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
    Interface IP Address: 192.168.3.2
    DR Address: 192.168.3.1
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x0
    Maximum Bandwidth: 0 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 0 (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
        BC[0]:  0          (kbps)   LOM[0]:  1
        BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
   BW Unreserved for Class type 0:
        [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
        [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
        [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
        [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  BW Unreserved for Class type 1:
      [0]:    0          (kbps),  [1]:    0          (kbps)
      [2]:    0          (kbps),  [3]:    0          (kbps)
      [4]:    0          (kbps),  [5]:    0          (kbps)
      [6]:    0          (kbps),  [7]:    0          (kbps)
```

步骤 5 创建 MPLS TE Tunnel

在 LSRA 上建立 Tunnel1/0/0。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 3.3.3.3
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te affinity property 10101 mask 11011
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/0] quit
```

此处，隧道采用缺省的建立和保持优先级，即最小的优先级，数值为 7。

隧道的亲和属性取 0x10101，掩码 0x11011，可以与沿途链路的管理组属性相匹配。

配置完成后，可在 LSRA 上查看 Tunnel 的状态：

```
[LSRA] display mpls te tunnel-interface
  Tunnel Name         :  Tunnel1/0/0
  Tunnel State Desc   :  CR-LSP is Up
  Tunnel Attributes   :
    LSP ID              :  1.1.1.1:1
    Session ID          :  100
    Admin State         :  UP                   Oper State    :  UP
    Ingress LSR ID      :  1.1.1.1              Egress LSR ID:  3.3.3.3
    Signaling Protocol  :  RSVP                 Resv Style    :  SE
    Class Type          :  CLASS 0              Tunnel BW     :  40000 kbps
    Reserved BW         :  40000 kbps
    Setup Priority      :  7                    Hold Priority:  7
    Hop Limit           :  -
    Secondary Hop Limit :  -
    BestEffort Hop Limit:  -
    Affinity Prop/Mask  :  0x10101/0x11011
    Explicit Path Name  :  -
    Secondary Affinity Prop/Mask:  0x0/0x0
    Secondary Explicit Path Name:  -
    BestEffort Affinity Prop/Mask:  0x0/0x0
    Tie-Breaking Policy :  None
    Metric Type         :  None
    Record Route        :  Disabled             Record Label :  Disabled
    FRR Flag            :  Disabled             BackUpBW Flag:  Not Supported
    BackUpBW Type       :  -                    BackUpBW      :  -
    Route Pinning       :  Disabled
    Reopt               :  Disabled             Reopt Freq    :  -
    Back Up Type        :  None
    Back Up LSPID       :  -
    Auto BW             :  Disabled             Auto BW Freq :  -
    Min BW              :  -                    Max BW        :  -
    Current Collected BW:  -
    Interfaces Protected:  -
    Car Policy          :  Disabled
    Tunnel  Group       :  Primary
    Primary Tunnel      :  -
    Backup  Tunnel      :  -
    IPTN    InLabel     :  -
    Group   Status      :  Up
    Oam     Status      :  Up
    Bfd Capability      :  Up
    BestEffort          :  Disabled             IsBestEffortPath:  Non-existent
```

再查看 TEDB，可以看到各链路上带宽的变化情况：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA] display mpls te cspf tedb node
Router ID: 1.1.1.1
  IGP Type: OSPF   Process Id: 1
  MPLS-TE Link Count: 1
  Link[1]:
    OSPF Router ID: 2.2.2.2             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
    Interface IP Address: 192.168.1.1
    DR Address: 192.168.1.2
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x10001
    Maximum Bandwidth: 100000 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 50000 (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
         BC[0]:  50000      (kbps)   LOM[0]:  1
         BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
    BW Unreserved for Class type 0:
         [0]:    50000      (kbps),  [1]:     50000      (kbps)
         [2]:    50000      (kbps),  [3]:     50000      (kbps)
         [4]:    50000      (kbps),  [5]:     50000      (kbps)
         [6]:    50000      (kbps),  [7]:     10000      (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
         [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
         [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
         [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
         [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
Router ID: 2.2.2.2
  IGP Type: OSPF   Process Id: 1
  MPLS-TE Link Count: 3
  Link[1]:
    OSPF Router ID: 3.3.3.3             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
    Interface IP Address: 192.168.2.1
    DR Address: 192.168.2.2
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x10101
    Maximum Bandwidth: 100000 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 50000 (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
         BC[0]:  50000     (kbps)   LOM[0]:  1
         BC[1]:  0         (kbps)   LOM[1]:  1
    BW Unreserved for Class type 0:
         [0]:    50000      (kbps),  [1]:     50000      (kbps)
         [2]:    50000      (kbps),  [3]:     50000      (kbps)
         [4]:    50000      (kbps),  [5]:     50000      (kbps)
         [6]:    50000      (kbps),  [7]:     10000      (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
         [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
         [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
         [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
         [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
  Link[2]:
    OSPF Router ID: 1.1.1.1             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
    Interface IP Address: 192.168.1.2
    DR Address: 192.168.1.1
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access    Link Status: Active
    IGP Metric: 1               TE Metric: 1          Color: 0x0
    Maximum Bandwidth: 0 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 0 (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
         BC[0]:  0          (kbps)   LOM[0]:  1
         BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
    BW Unreserved for Class type 0:
         [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
         [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
         [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
         [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
        [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
        [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
        [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
        [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
    Link[3]:
      OSPF Router ID: 3.3.3.3             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
      Interface IP Address: 192.168.3.1
      DR Address: 192.168.3.2
      IGP Area: 0
      Link  Type: multi-access    Link Status: Active
      IGP Metric: 1               TE Metric: 1           Color: 0x10011
      Maximum Bandwidth: 100000 (kbps)
      Maximum Reservable Bandwidth: 50000 (kbps)
      Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
          BC[0]:       (kbps)   LOM[0]:  1
          BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
      BW Unreserved for Class type 0:
          [0]:    50000      (kbps),  [1]:     50000      (kbps)
          [2]:    50000      (kbps),  [3]:     50000      (kbps)
          [4]:    50000      (kbps),  [5]:     50000      (kbps)
          [6]:    50000      (kbps),  [7]:     50000      (kbps)
      BW Unreserved for Class type 1:
          [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
          [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
          [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
          [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
Router ID: 3.3.3.3
  IGP Type: OSPF   Process Id: 1
  MPLS-TE Link Count: 2
  Link[1]:
    Interface IP Address: 192.168.2.2
    Peer  IP Address: 192.168.2.1
    Peer  Router  Id: 2.2.2.2
    Peer  OSPF  Router  Id: 2.2.2.2
    IGP Area: 0
    Link  Type: multi-access   Link Status: Active
    IGP Metric: 1              TE Metric: 1           Color: 0x0
    Maximum Bandwidth: 0 (kbps)
    Maximum Reservable Bandwidth: 0      (kbps)
    Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
        BC[0]:  0           (kbps)   LOM[0]:  1
        BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
    BW Unreserved for Class type 0:
        [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
        [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
        [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
        [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
    BW Unreserved for Class type 1:
        [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
        [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
        [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
        [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
    Link[2]:
      OSPF Router ID: 2.2.2.2             Opaque LSA ID: 1.0.0.1
      Interface IP Address: 192.168.3.2
      DR Address: 192.168.3.1
      IGP Area: 0
      Link  Type: multi-access    Link Status: Active
      IGP Metric: 1               TE Metric: 1           Color: 0x0
      Maximum Bandwidth: 0 (kbps)
      Maximum Reservable Bandwidth: 0 (kbps)
      Bandwidth Constraints:          Local Overbooking Multiplier:
          BC[0]:  0           (kbps)   LOM[0]:  1
          BC[1]:  0          (kbps)   LOM[1]:  1
      BW Unreserved for Class type 0:
          [0]:    0          (kbps),  [1]:     0          (kbps)
          [2]:    0          (kbps),  [3]:     0          (kbps)
          [4]:    0          (kbps),  [5]:     0          (kbps)
          [6]:    0          (kbps),  [7]:     0          (kbps)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
BW Unreserved for Class type 1:
    [0]:    0          (kbps),  [1]:    0          (kbps)
    [2]:    0          (kbps),  [3]:    0          (kbps)
    [4]:    0          (kbps),  [5]:    0          (kbps)
    [6]:    0          (kbps),  [7]:    0          (kbps)
```

字段 BW Unreserved for Class type 0 是可预留带宽中各优先级的剩余带宽。从显示信息可以看到，在隧道沿途各节点的出接口，其中[7]的数值发生变化，表示已有隧道预留成功优先级为 7 的 40Mbit/s 的带宽。从带宽情况也可以看出隧道经过的路径，这证实了隧道的亲和属性及掩码必须与各链路的管理组属性相匹配。

也可在 LSRB 上用 **display mpls te tunnel** 命令来检查隧道的出接口。

```
[LSRB] display mpls te tunnel
LSP-Id                  Destination          In/Out-If
1.1.1.1:100:1           3.3.3.3              Vlanif10/Vlanif20
```

在 LSRA 上建立 Tunnel1/0/1。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/1
[LSRA-Tunnel1/0/1] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/1] destination 3.3.3.3
[LSRA-Tunnel1/0/1] mpls te tunnel-id 101
[LSRA-Tunnel1/0/1] mpls te affinity property 10011 mask 11101
[LSRA-Tunnel1/0/1] mpls te priority 6
[LSRA-Tunnel1/0/1] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/1] quit
```

步骤 6 检查配置结果

配置完成后，可用 **display interface Tunnel** 或 **display mpls te tunnel-interface** 命令在 LSRA 上查看 Tunnel 的状态，可以看到 Tunnel1/0/0 的状态为 Down，这是由于链路的最大可预留带宽不够，带宽被高优先级的 Tunnel1/0/1 抢占。

用 **display mpls te cspf tedb node** 命令再次查看 TEDB，跟踪各链路上带宽的变化情况，证实 Tunnel1/0/1 经过 LSRB 的 Vlanif30。

或者直接在 LSRB 上用 **display mpls te tunnel** 命令来查看隧道的出接口。

```
[LSRB] display mpls te tunnel
LSP-Id                  Destination          In/Out-If
1.1.1.1:101:4           3.3.3.3              Vlanif10/Vlanif30
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te link administrative group 10001
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 50000
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te affinity property 10101 mask 11011
 mpls te commit
#
interface Tunnel1/0/1
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 101
 mpls te priority 6
 mpls te affinity property 10011 mask 11101
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
 #
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te link administrative group 10101
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 50000
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te link administrative group 10011
 mpls te bandwidth max-reservable-bandwidth 50000
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 192.168.3.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SRLG 示例（TE Auto FRR）

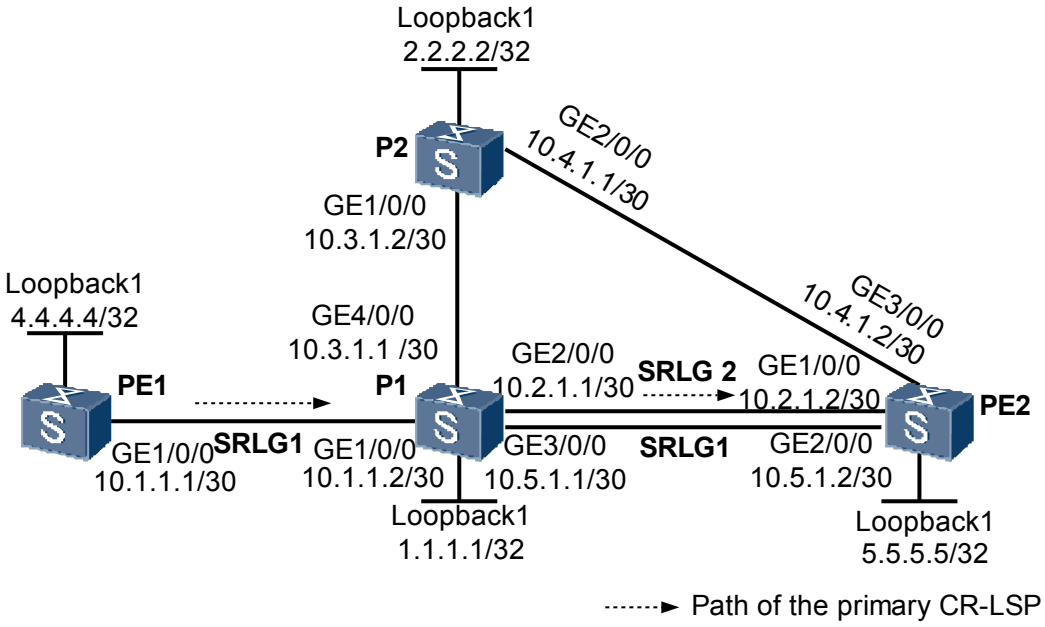
组网需求

图 6-306 为 MPLS 组网示意图。在 PE1 和 PE2 之间建立了一条 RSVP-TE 隧道，其路径为 PE1→P1→PE2，P1 上主隧道出接口为 GE2/0/0。

10.2.1.0/30 网段的链路和 10.5.1.0/30 网段的链路属于 SRLG1。

为了提高可靠性，要求在 P1 上使能 TE Auto FRR，自动旁路隧道的路径优先选择与主隧道链路不在同一个 SRLG 的链路。如果没有路径可用，则不再考虑 SRLG 约束条件。

图 6-306 TE Auto FRR 组网示意图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/30
P1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/30
P1	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.2.1.1/30
P1	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	10.5.1.1/30
P1	GigabitEthernet4/0/0	VLANIF 40	10.3.1.1/30
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.2.1.2/30
PE2	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	10.5.1.2/30
PE2	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 50	10.4.1.2/30
P2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.3.1.2/30
P2	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	10.4.1.1/30

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

本例按如下思路配置：

1. 在所有节点上配置 IP 地址和 IGP 协议，实现网络的 IP 连通性。
2. 在所有节点全局和接口下使能 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE。
3. 在所有节点上配置 IS-IS TE，并在 PE1 和 P1 上使能 CSPF。
4. 在 SRLG 成员接口上配置 SRLG 组号。
5. 在 PLR 节点的系统视图下配置 SRLG 路径计算模式。
6. 在 PE1 和 PE2 之间建立 RSVP-TE 隧道，显式路径为 PE1→P1→PE2。
7. 在隧道入节点的 Tunnel 接口试图下使能 TE FRR 并在 PLR 节点的主隧道出接口上使能 TE Auto FRR。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- SRLG 组号。
- SRLG 路径计算模式（preferred 或 strict）

配置过程

1. 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P1
[P1] vlan batch 10 20 30 40
[P1] interface gigabitEthernet 1/0/0
[P1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[P1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[P1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P1] interface gigabitEthernet 2/0/0
[P1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[P1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[P1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[P1] interface gigabitEthernet 3/0/0
[P1-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[P1-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[P1-GigabitEthernet3/0/0] quit
[P1] interface gigabitEthernet 4/0/0
[P1-GigabitEthernet4/0/0] port hybrid pvid vlan 40
[P1-GigabitEthernet4/0/0] port hybrid untagged vlan 40
[P1-GigabitEthernet4/0/0] quit
```

P2、PE1、PE2 上的配置同 P1(略)

2. 为每个接口配置 IP 地址

   根据图 6-306，在每个接口上配置 IP 地址，并在每个节点上创建 Loopback 接口并配置 Loopback 接口的 IP 地址作为 MPLS LSR-ID。

   具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

3. 配置 IGP

   在每个节点上配置 OSPF 或者 IS-IS，实现节点之间的 IP 连通性。此处以 IS-IS 为例。

   具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

4. 配置 MPLS 基本功能

   在每个节点上配置 MPLS LSR-ID，并在系统视图下和接口视图下使能 MPLS。

版权所有 © 华为技术有限公司

具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

5. 配置 MPLS TE 基本功能并使能 RSVP-TE

   在每个节点的系统视图下和接口视图下使能 MPLS TE 和 RSVP-TE。

   具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

6. 配置 IS-IS TE 和 CSPF

   在每个节点上配置 IS-IS TE，并在 PE1 和 P1 上使能 CSPF。具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

7. 配置 SRLG

   # 在 P1 上将 10.2.1.0/30 网段链路和 10.5.1.0/30 网段链路加入 SRLG1。

```
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls te srlg 1
[P1-Vlanif20] quit
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] mpls te srlg 1
[P1-Vlanif30] quit
```

   # 在 PLR 上配置 SRLG 路径计算模式。

```
[P1] mpls
[P1-mpls] mpls te srlg path-calculation preferred
```

   # 在 P1 上执行命令 **display mpls te srlg**，查看 SRLG 信息和 SRLG 成员接口。以 P1 上的显示为例。

```
[P1] display mpls te srlg all
Total SRLG supported : 512
Total SRLG configured : 2


 SRLG    1:               Vlanif20            Vlanif30
```

   # 在 P1 上执行命令 **display mpls te link-administration srlg-information**，可查看接口属于哪些 SRLG。

```
[P1] display mpls te link-administration srlg-information

  SRLGs on Vlanif20:
              1

  SRLGs on Vlanif30:
              1
```

   # 在 P1 上执行命令 **display mpls te cspf tedb srlg** 可查看 SRLG 的 TEDB 信息。

```
[P1] display mpls te cspf tedb srlg 1
Interface-Address   IGP-Type            Area
10.2.1.1            ISIS                1
10.5.1.1            ISIS                1
10.2.1.1            ISIS                2
10.5.1.1            ISIS                2
```

8. 配置主隧道的显式路径

   # 在 PE1 上配置主隧道的显式路径。

```
<PE1> system-view
[PE1] explicit-path main
[PE1-explicit-path-main] next hop 10.1.1.2
[PE1-explicit-path-main] next hop 10.2.1.2
[PE1-explicit-path-main] next hop 5.5.5.5
[PE1-explicit-path-main] quit
```

   # 查看主隧道显式路径信息。

```
[PE1] display explicit-path main
Path Name : main        Path Status : Enabled
 1      10.1.1.2          Strict      Include
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
2       10.2.1.2          Strict      Include
3       5.5.5.5           Strict      Include
```

9. 配置主隧道的 Tunnel 接口

   # 在 PE1 上创建一个 Tunnel 接口，并指定显式路径。

```
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/0] destination 5.5.5.5
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path main
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
```

   在 PE1 上执行命令 **display interface tunnel 1/0/0** 查看隧道状态，可发现隧道状态为 Up。

```
[PE1] display interface tunnel 1/0/0
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
...
```

   说明

   此处只列了 **display interface tunnel 1/0/0** 命令需要关注的显式信息，“...”表示省略。

10. 配置 TE Auto FRR

    # 在 P1 的 Vlanif20 上使能 TE Auto FRR。

```
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls te auto-frr link
[P1-Vlanif20] quit
```

    # 在 PE1 的 Tunnel 接口上使能 TE FRR。

```
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te fast-reroute
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
```

    在 PE1 上执行命令 **display mpls te tunnel path Tunnel1/0/0**，可发现 P1 的主隧道出接口（10.2.1.1）上有 Local-Protection。

```
[PE1] display mpls te tunnel path Tunnel1/0/0
 Tunnel Interface Name : Tunnel1/0/0
 Lsp ID : 5.5.5.5 :1
 Hop Information
  Hop 0   10.1.1.1
  Hop 1   10.1.1.2  Label 65536
  Hop 2   1.1.1.1  Label 65536
  Hop 3   10.2.1.1 Local-Protection available
  Hop 4   10.2.1.2  Label 3
  Hop 5   5.5.5.5  Label 3
```

11. 检查配置结果

    # 在 P1 上执行命令 **display mpls te tunnel name Tunnel1/0/0 verbose** 可看到主隧道上邦定了一条旁路隧道 Tunnel0/0/2048，FrrNextHop 为 10.4.1.2。

```
[P1] display mpls te tunnel name Tunnel1/0/0 verbose
    No                    :  1
    Tunnel-Name           :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex           :  1          LSP Index         :  3072
    Session ID            :  100        LSP ID            :  1
    Lsr Role              :  Transit
    Ingress LSR ID        :  4.4.4.4
    Egress LSR ID         :  5.5.5.5
    In-Interface          :  Vlanif10
    Out-Interface         :  Vlanif20
    Sign-Protocol         :  RSVP TE    Resv Style        :  SE
    IncludeAnyAff         :  0x0        ExcludeAnyAff     :  0x0
    IncludeAllAff         :  0x0
    ER-Hop Table Index    :  -          AR-Hop Table Index:  2
    C-Hop Table Index     :  -
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
PrevTunnelIndexInSession:  -          NextTunnelIndexInSession:  -
PSB Handle              :  65546
Created Time            :  2009/03/30 09:52:03
-------------------------------
         DS-TE Information
-------------------------------
Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
Setup-Priority          :  0          Hold-Priority     :  0
-------------------------------
           FRR Information
-------------------------------
Primary LSP Info
TE Attribute Flag       :  0x63       Protected Flag    :  0x1
Bypass In Use           :  Not Used
Bypass Tunnel Id        :  67141670
BypassTunnel            :  Tunnel Index[Tunnel0/0/2048], InnerLabel[3]
Bypass Lsp ID           :  -          FrrNextHop        :  10.4.1.2
ReferAutoBypassHandle   :  2049
FrrPrevTunnelTableIndex :  -          FrrNextTunnelTableIndex:  -
Bypass Attribute(Not configured)
Setup Priority          :  -          Hold Priority     :  -
HopLimit                :  -          Bandwidth         :  -
IncludeAnyGroup         :  -          ExcludeAnyGroup   :  -
IncludeAllGroup         :  -
Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
CT0 Unbound Bandwidth   :  -          CT1 Unbound Bandwidth:  -
CT2 Unbound Bandwidth   :  -          CT3 Unbound Bandwidth:  -
CT4 Unbound Bandwidth   :  -          CT5 Unbound Bandwidth:  -
CT6 Unbound Bandwidth   :  -          CT7 Unbound Bandwidth:  -
-------------------------------
           BFD Information
-------------------------------
NextSessionTunnelIndex  :  -          PrevSessionTunnelIndex:  -
NextLspId               :  -          PrevLspId         :  -
```

在 P1 上执行命令 **display mpls te tunnel path Tunnel0/0/2048** 查看旁路隧道的路径，可发现自动旁路隧道的路径为 P1→P2→PE2。

```
[P1] display mpls te tunnel path Tunnel0/0/2048
 Tunnel Interface Name : Tunnel0/0/2048
 Lsp ID : 1.1.1.1 :2049 :1
 Hop Information
  Hop 0   10.3.1.1
  Hop 1   10.3.1.2
  Hop 2   2.2.2.2
  Hop 3   10.4.1.1
  Hop 4   10.4.1.2
  Hop 5   5.5.5.5
```

在 P1 的接口 Vlanif40 上执行 **shutdown** 命令。

```
[P1] interface vlanif 40
[P1-Vlanif40] shutdown
[P1-Vlanif40] return
```

在 P1 上执行命令 **display interface tunnel 1/0/0** 可发现 Tunnel1/0/0 状态为 Up。

```
[PE1] display interface tunnel 1/0/0
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
...
```

说明

此处只列了 **display interface tunnel 1/0/0** 命令需要关注的显式信息，“...”表示省略。

在 P1 上执行 **display mpls te tunnel name Tunnel1/0/0 verbose** 命令，可发现主隧道仍然与 Tunnel0/0/2048 邦定，只是 FrrNextHop 为 10.5.1.2。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<P1> display mpls te tunnel name Tunnel1/0/0 verbose
    No                      :  1
    Tunnel-Name             :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex             :  1            LSP Index          :  2048
    Session ID              :  100          LSP ID             :  1
    Lsr Role                :  Transit
    Ingress LSR ID          :  4.4.4.4
    Egress LSR ID           :  5.5.5.5
    In-Interface            :  Vlanif10
    Out-Interface           :  Vlanif20
    Sign-Protocol           :  RSVP TE      Resv Style         :  SE
    IncludeAnyAff           :  0x0          ExcludeAnyAff      :  0x0
    IncludeAllAff           :  0x0
    ER-Hop Table Index      :  -            AR-Hop Table Index:  5
    C-Hop Table Index       :  -
    PrevTunnelIndexInSession:  -            NextTunnelIndexInSession:  -
    PSB Handle              :  65547
    Created Time            :  2009/03/30 09:52:03
    --------------------------------
              DS-TE Information
    --------------------------------
    Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
    CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    Setup-Priority          :  0            Hold-Priority      :  0
    --------------------------------
              FRR Information
    --------------------------------
    Primary LSP Info
    TE Attribute Flag       :  0x63         Protected Flag     :  0x1
    Bypass In Use           :  Not Used
    Bypass Tunnel Id        :  201359400
    BypassTunnel            :  Tunnel Index[Tunnel0/0/2048], InnerLabel[3]
    Bypass Lsp ID           :  -            FrrNextHop         :  10.5.1.2
    ReferAutoBypassHandle   :  2049
    FrrPrevTunnelTableIndex :  -            FrrNextTunnelTableIndex:  -
    Bypass Attribute(Not configured)
    Setup Priority          :  -            Hold Priority      :  -
    HopLimit                :  -            Bandwidth          :  -
    IncludeAnyGroup         :  -            ExcludeAnyGroup    :  -
    IncludeAllGroup         :  -
    Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
    CT0 Unbound Bandwidth   :  -            CT1 Unbound Bandwidth:  -
    CT2 Unbound Bandwidth   :  -            CT3 Unbound Bandwidth:  -
    CT4 Unbound Bandwidth   :  -            CT5 Unbound Bandwidth:  -
    CT6 Unbound Bandwidth   :  -            CT7 Unbound Bandwidth:  -
    --------------------------------
               BFD Information
    --------------------------------
    NextSessionTunnelIndex  :  -            PrevSessionTunnelIndex:  -
    NextLspId               :  -            PrevLspId          :  -
```

在 P1 上执行命令 **display mpls te tunnel path Tunnel0/0/2048** 查看自动旁路隧道的路径。

```
[P1] display mpls te tunnel path Tunnel0/0/2048
 Tunnel Interface Name : Tunnel0/0/2048
 Lsp ID : 123.1.1.1 :2049 :2
 Hop Information
  Hop 0   10.5.1.1
  Hop 1   10.5.1.2
  Hop 2   5.5.5.5
```

可发现自动旁路隧道的路径为 P1→PE2 而不是 P1→P2→PE2。这是因为 SRLG 路径计算模式配置为 **preferred**。在计算旁路隧道的路径时，CSPF 考虑 SRLG 作为约束条件之一，如果绑定失败，则 CSPF 不再将 SRLG 作为约束条件。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path main
  next hop 10.1.1.2
  next hop 10.2.1.2
  next hop 5.5.5.5
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 5.5.5.5
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te record-route
  mpls te path explicit-path main
 mpls te fast-reroute
 mpls te commit
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
vlan batch 10 20 30 40
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te srlg path-calculation preferred
  mpls te cspf
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-1-2
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls te auto-frr link
 mpls te srlg 1
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 10.5.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls te srlg 1
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 4/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
vlan batch 20 30 50
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0006.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 10.5.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SRLG 示例（Hot-standby）

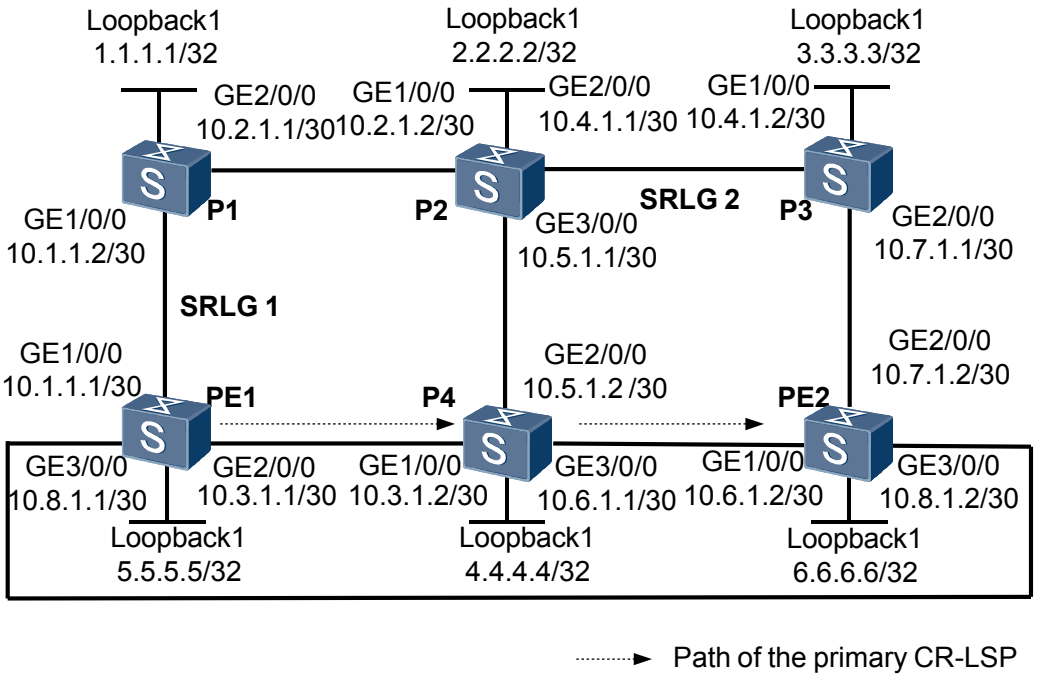
组网需求

图 6-307 为 MPLS 组网示意图。在 PE1 和 PE2 之间建立了一条 RSVP-TE 隧道，其路径为 PE1→P4→PE2

链路 PE1→P1→P2→P4 和 PE1→P4 属于同一个 SRLG（假设为 SRLG1）；链路 P4→PE2 和 P4→P2→P3→PE2 属于同一个 SRLG（假设为 SRLG2）。

T 为了提高可靠性，要求配置 CR-LSP 热备份，备份隧道的路径与主隧道链路不能属于同一个 SRLG。

图 6-307 CR-LSP 热备份组网图



Switch	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
P1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/30
P1	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.2.1.1/30
P2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.2.1.2/30
P2	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	10.4.1.1/30
P2	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	10.5.1.1/30
P3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.4.1.2/30
P3	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	10.7.1.1/30
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 70	10.6.1.2/30
PE2	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	10.7.1.2/30
PE2	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 60	10.8.1.2/30

版权所有 © 华为技术有限公司

P4	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 80	10.3.1.2/30
P4	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.5.1.2/30
P4	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 70	10.6.1.1/30
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/30
PE1	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 80	10.3.1.1/30
PE1	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 60	10.8.1.1/30

配置思路

本例按如下思路配置：

1. 在所有节点上配置 IP 地址和 IGP 协议，实现网络的 IP 连通性。
2. 在所有节点全局和接口下使能 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE。
3. 在 PE1 和 PE2 之间建立 RSVP-TE 隧道，显式路径为 PE1→P1→PE2。
4. 在 SRLG 成员接口上配置 SRLG 组号。
5. 在入节点的系统视图下配置 SRLG 路径计算模式。
6. 配置 CR-LSP 热备份。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- SRLG 组号
- SRLG 路径计算模式（preferred 或 strict）

配置过程

1. 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P1
[P1] vlan batch 10 20
[P1] interface gigabitEthernet 1/0/0
[P1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[P1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[P1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P1] interface gigabitEthernet 2/0/0
[P1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[P1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[P1-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

P2、P3、P4、PE1、PE2 上的配置同 P1(略)

2. 为每个接口配置 IP 地址

根据图 6-307，在每个物理接口上配置 IP 地址，并在每个节点上创建 Loopback 接口并配置 Loopback 接口的 IP 地址作为 MPLS LSR-ID。

具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

3. 配置 IGP

在每个节点上配置 OSPF 或者 IS-IS，实现节点之间的 IP 连通性。此处以 S-IS 为例。

版权所有 © 华为技术有限公司

具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

4. 配置 MPLS 基本功能

   在每个节点上配置 MPLS LSR-ID，并在系统视图下和接口视图下使能 MPLS。

   具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

5. 配置 MPLS TE 基本功能并使能 RSVP-TE

   在每个节点的系统视图下和接口视图下使能 MPLS TE 和 RSVP-TE。

   具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

6. 配置 IS-IS TE 和 CSPF

   在每个节点上配置 IS-IS TE，并在 PE1 上使能 CSPF。具体配置请参见本例的配置文件，此处不再详述。

7. 配置主 CR-LSP 的显式路径

   # 在 PE1 上配置主 CR-LSP 的显式路径。

```
<PE1> system-view
[PE1] explicit-path main
[PE1-explicit-path-main] next hop 10.3.1.2
[PE1-explicit-path-main] next hop 10.6.1.2
[PE1-explicit-path-main] next hop 6.6.6.6
[PE1-explicit-path-main] quit
```

   # 查看显式路径信息。

```
[PE1] display explicit-path main
Path Name : main        Path Status : Enabled
 1      10.1.1.2          Strict      Include
 2      10.2.1.2          Strict      Include
 3      5.5.5.5           Strict      Include
```

8. 配置主隧道的 Tunnel 接口

   # 在 PE1 上创建一个 Tunnel 接口，并指定显式路径。

```
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/0] destination 6.6.6.6
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path main
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
```

   在 PE1 上执行命令 **display interface tunnel 1/0/0** 查看隧道状态，可发现隧道状态为 Up。

```
[PE1] display interface tunnel 1/0/0
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
...
```

   此处只列了 **display interface tunnel 1/0/0** 命令需要关注的显式信息，“...”表示省略。

9. 配置 SRLG

   # 配置链路 PE1→P1 和 PE1→P4 属于 SRLG1。

```
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls te srlg 1
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface vlanif 80
[PE1-Vlanif80] mpls te srlg 1
[PE1-Vlanif80] mpls te srlg 2
```

   # 配置链路 P2→P3 属于 SRLG2。

```
[P2] interface vlanif 30
[P2-Vlanif30] mpls te srlg 2
[P2-Vlanif30] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在入节点配置 SRLG 路径计算模式。

```
[PE1] mpls
[PE1-mpls] mpls te srlg path-calculation strict
[PE1-mpls] quit
```

执行命令 **display mpls te srlg**，查看 SRLG 信息和 SRLG 成员接口。以 P1 上的显示为例。

```
[P1] display mpls te srlg all
Total SRLG supported : 512
Total SRLG configured : 2


 SRLG    1:               Vlanif10            Vlanif20

 SRLG    2:               Vlanif20
```

执行命令 **display mpls te link-administration srlg-information**，可查看接口属于哪些 SRLG。

```
[PE1] display mpls te link-administration srlg-information

  SRLGs on Vlanif10:                    1

  SRLGs on Vlanif80:                    1        2
```

执行命令 **display mpls te cspf tedb srlg** 可查看 SRLG 的 TEDB 信息，以 PE1 的显示为例。

```
[PE1] display mpls te cspf tedb srlg 1
Interface-Address   IGP-Type            Area
10.1.1.1            ISIS                1
10.1.1.1            ISIS                2
10.3.1.1            ISIS                1
10.3.1.1            ISIS                2
[PE1] display mpls te cspf tedb srlg 2
Interface-Address   IGP-Type            Area
10.3.1.1            ISIS                1
10.3.1.1            ISIS                2
10.4.1.1            ISIS                1
10.4.1.1            ISIS                2
```

10. 在入节点上配置 CR-LSP 热备份

    # 配置 PE1。

    ```
    [PE1] interface tunnel 1/0/0
    [PE1-Tunnel1/0/0] mpls te backup hot-standby
    [PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
    ```

    执行 **display mpls te hot-standby state interface tunnel 1/0/0** 命令查看热备份信息。

    ```
    [PE1] display mpls te hot-standby state interface tunnel 1/0/0
    ------------------------------------------------------------------------
    Verbose information about the Tunnel1/0/0 hot-standby state
    ------------------------------------------------------------------------
    session id                              : 100
    main LSP token                          : 0x100201a
    hot-standby LSP token                   : 0x100201b
    HSB switch result                       : Primary LSP
    HSB switch reason                       : -
    WTR config time                         : 10s
    WTR remain time                         : -
    using overlapped path                   : -
    ```

11. 检查配置结果

    # 在 PE1 的 Vlanif60 上执行 **shutdown** 命令。

    ```
    [PE1] interface vlanif 60
    [PE1-Vlanif60] shutdown
    [PE1-Vlanif60] quit
    ```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 PE1 上再次执行命令 **display mpls te hot-standby state interface tunnel 1/0/0** 可看到热备份 LSP 的 Token 为 0x0，表示热备份 LSP 没有建立，尽管有其它可使用的路径。

```
[PE1] display mpls te hot-standby state interface tunnel 1/0/0
------------------------------------------------------------------------------
Verbose information about the Tunnel1/0/0 hot-standby state
------------------------------------------------------------------------------
session id                              : 100
main LSP token                          : 0x100201a
hot-standby LSP token                   : 0x0
HSB switch result                       : Primary LSP
HSB switch reason                       : -
WTR config time                         : 10s
WTR remain time                         : -
using overlapped path                   : -
```

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
vlan batch 10 80 60
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te srlg path-calculation strict
  mpls te cspf
#
 explicit-path main
  next hop 10.3.1.2
  next hop 10.6.1.2
  next hop 6.6.6.6
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0005.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls te srlg 1
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif80
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls te srlg 1
 mpls te srlg 2
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif60
 ip address 10.8.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 80
 port hybrid untagged vlan 80
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 6.6.6.6
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te record-route
 mpls te path explicit-path main
 mpls te backup hot-standby
 mpls te commit
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
vlan batch 20 30 40
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls te srlg 2
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.5.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- P3 的配置文件

```
#
 sysname P3
#
vlan batch 30 50
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif30
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 10.7.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- P4 的配置文件

```
#
 sysname P4
#
vlan batch 80 40 70
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif80
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.5.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif70
 ip address 10.6.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 80
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 80
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
vlan batch 70 50 60
#
 mpls lsr-id 6.6.6.6
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0006.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif70
 ip address 10.6.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 10.7.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif60
 ip address 10.8.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface LoopBack1
 ip address 6.6.6.6 255.255.255.255
 isis enable 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
Return
```

配置 MPLS TE FRR 示例

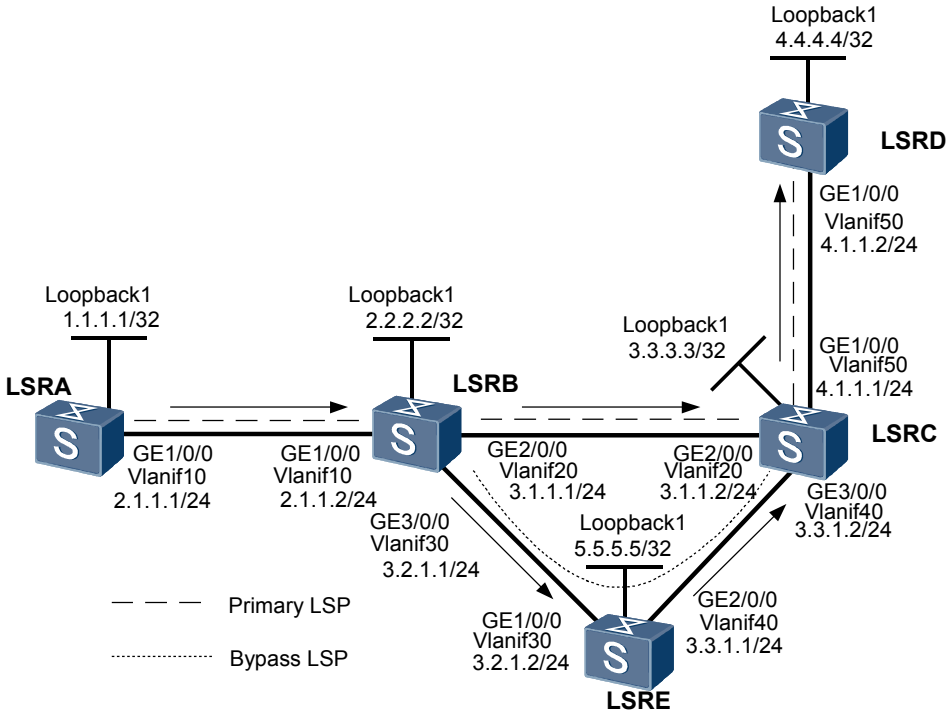
组网需求

如图 6-308 所示，主 LSP 是 LSRA→LSRB→LSRC→LSRD，要求对 LSRB→LSRC 段链路通过 FRR 进行链路保护。

建立一条 Bypass LSP，使用路径 LSRB→LSRE→LSRC。LSRB 本地修复节点 PLR，LSRC 汇聚点 MP。

使用显式路径方式建立 MPLS TE 的主隧道和旁路隧道。使用的信令协议是 RSVP-TE。

图 6-308 MPLS TE FRR 配置组网图



配置思路

采用如下的思路配置 TE FRR：

1. 建立主隧道，在隧道接口下使能 TE FRR。
2. 在被保护链路的入节点即 PLR 配置 Bypass Tunnel，并在隧道接口视图下指定其被保护链路的接口。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- 各节点的 IS-IS 区域 ID、起始的系统 ID、IS-IS Level
- 主 Tunnel 和 Bypass Tunnel 的显式路径
- 主 Tunnel 和 Bypass Tunnel 的接口、IP 地址、目的地址、隧道 ID，隧道信令协议（为 RSVP-TE）
- Bypass Tunnel 可被保护的链路接口

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

按照图 6-308 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口，具体配置过程略。

步骤 2 配置 IGP 协议

在所有节点上配置 IS-IS 协议，发布 LSR ID 的主机路由，具体配置过程略。

配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，应可以看到相互之间都学到了到对方的路由。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、CSPF 和 RSVP-TE 及 IS-IS TE

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] mpls te cspf
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] isis
[LSRA-isis-1] cost-style wide
[LSRA-isis-1] traffic-eng level-2
```

说明

LSRB、LSRC、LSRD、LSRE 的配置与 LSRA 的配置类似，此处不再赘述。其中，CSPF 只要在主隧道入节点 LSRA 旁路隧道入节点 LSRB 上使能即可，LSRC、LSRD 和 LSRE 无需使能 CSPF。

步骤 4 在主 LSP 的入节点 LSRA 上建立 MPLS TE Tunnel

配置主 LSP 的显式路径。

```
[LSRA] explicit-path pri-path
[LSRA-explicit-path-pri-path] next hop 2.1.1.2
[LSRA-explicit-path-pri-path] next hop 3.1.1.2
[LSRA-explicit-path-pri-path] next hop 4.1.1.2
[LSRA-explicit-path-pri-path] next hop 4.4.4.4
[LSRA-explicit-path-pri-path] quit
```

配置主 LSP 的 MPLS TE 隧道。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 4.4.4.4
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path pri-path
```

使能 FRR。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te fast-reroute
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/0] quit
```

配置完成后，在 LSRA 执行 **display interface tunnel** 命令，可以看到 Tunnel1/0/0 的状态为 Up。

```
[LSRA] display interface tunnel
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
...
```

此处只列了 display interface tunnel 1/0/0 命令需要关注的显式信息，“...”表示省略。

在 LSRA 执行 **display mpls te tunnel verbose** 命令，可以看到隧道接口的详细信息。

```
[LSRA] display mpls te tunnel verbose
     No                        :  1
    Tunnel-Name               :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex               :  0            LSP Index          :  2048
    Session ID                :  100          LSP ID             :  1
    Lsr Role                  :  Ingress      Lsp Type           :  Primary
    Ingress LSR ID            :  1.1.1.1
    Egress LSR ID             :  4.4.4.4
    In-Interface              :  -
    Out-Interface             :  Vlanif10
    Sign-Protocol             :  RSVP TE      Resv Style         :  SE
    IncludeAnyAff             :  0x0          ExcludeAnyAff      :  0x0
    IncludeAllAff             :  0x0
    LspConstraint             :  -
    ER-Hop Table Index        :  0            AR-Hop Table Index:  0
    C-Hop Table Index         :  0
    PrevTunnelIndexInSession:  -            NextTunnelIndexInSession:  -
    PSB Handle                :  1081
    Created Time              :  2010/07/01 15:02:57 UTC-08:00
    ------------------------------
              DS-TE Information
    ------------------------------
    Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
    CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    Setup-Priority            :  0            Hold-Priority      :  0
    ------------------------------
               FRR Information
    ------------------------------
    Primary LSP Info
    TE Attribute Flag         :  0x63         Protected Flag     :  0x0
    Bypass In Use             :  Not Exists
    Bypass Tunnel Id          :  -
    BypassTunnel              :  -
    Bypass Lsp ID             :  -            FrrNextHop         :  -
    ReferAutoBypassHandle     :  -
    FrrPrevTunnelTableIndex :  -            FrrNextTunnelTableIndex:  -
    Bypass Attribute(Not configured)
    Setup Priority            :  -            Hold Priority      :  -
    HopLimit                  :  -            Bandwidth          :  -
    IncludeAnyGroup           :  -            ExcludeAnyGroup    :  -
    IncludeAllGroup           :  -
    Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
    CT0 Unbound Bandwidth     :  -          CT1 Unbound Bandwidth:  -
    CT2 Unbound Bandwidth     :  -          CT3 Unbound Bandwidth:  -
    CT4 Unbound Bandwidth     :  -          CT5 Unbound Bandwidth:  -
    CT6 Unbound Bandwidth     :  -          CT7 Unbound Bandwidth:  -
    ------------------------------
              BFD Information
    ------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    NextSessionTunnelIndex  :  -          PrevSessionTunnelIndex:  -
    NextLspId               :  -          PrevLspId         :  -
```

步骤 5 在作为 PLR 的 LSRB 上配置 Bypass Tunnel

配置 Bypass LSP 的显式路径。

```
[LSRB] explicit-path by-path
[LSRB-explicit-path-by-path] next hop 3.2.1.2
[LSRB-explicit-path-by-path] next hop 3.3.1.2
[LSRB-explicit-path-by-path] next hop 3.3.3.3
[LSRB-explicit-path-by-path] quit
```

配置 Bypass Tunnel。

```
[LSRB] interface tunnel 3/0/0
[LSRB-Tunnel3/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRB-Tunnel3/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRB-Tunnel3/0/0] destination 3.3.3.3
[LSRB-Tunnel3/0/0] mpls te tunnel-id 300
[LSRB-Tunnel3/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[LSRB-Tunnel3/0/0] mpls te path explicit-path by-path
[LSRB-Tunnel3/0/0] mpls te bypass-tunnel
```

将 Bypass Tunnel 绑定到被保护的接口。

```
[LSRB-Tunnel3/0/0] mpls te protected-interface vlanif 20
[LSRB-Tunnel3/0/0] mpls te commit
[LSRB-Tunnel3/0/0] quit
```

配置完成后，在 LSRB 执行 **display interface tunnel** 命令可以看到接口 Tunnel3/0/0 的状态为 Up。

在所有节点上执行 **display mpls lsp** 命令，可以看到 LSP 表项，并且，LSRB 和 LSRC 上有两条 LSP 经过。

```
[LSRA] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: RSVP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
4.4.4.4/32         NULL/13312    -/Vlanif10

[LSRB] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: RSVP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
4.4.4.4/32         13312/13312   Vlanif10/Vlanif20
3.3.3.3/32         NULL/13312    -/Vlanif30
[LSRC] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: RSVP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
4.4.4.4/32         13312/3       Vlanif20/Vlanif50
3.3.3.3/32         3/NULL        Vlanif40/-
[LSRD] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: RSVP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
4.4.4.4/32         3/NULL       Vlanif50/-
[LSRE] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: RSVP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
3.3.3.3/32         13312/3      Vlanif30/Vlanif40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在所有节点上执行 **display mpls te tunnel** 命令，可以看到隧道的建立情况，LSRB 和 LSRC 上有两条隧道经过。

```
------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId    Destination     LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
1.1.1.1          4.4.4.4         1       --/3             I  Tunnel1/0/0
[LSRB] display mpls te tunnel

------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId    Destination     LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
1.1.1.1          4.4.4.4         1       1026/3           I  Tunnel1/0/0
2.2.2.2          3.3.3.3         1       --/3             I  Tunnel3/0/0
[LSRC] display mpls te tunnel

------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId    Destination     LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
1.1.1.1          4.4.4.4         1       1024/3           I  Tunnel1/0/0
2.2.2.2          3.3.3.3         1       3/--             I  Tunnel3/0/0
[LSRE] display mpls te tunnel

------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId    Destination     LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
2.2.2.2          3.3.3.3         1       1025/3           I  Tunnel3/0/0
```

在 LSRB 执行 **display mpls lsp verbose** 命令，可以看到旁路隧道绑定到出接口 Vlanif20，目前未被使用。

```
[LSRB] display mpls lsp verbose
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: RSVP LSP
------------------------------------------------------------------------------
  No                  :  1
  SessionID           :  100
  IngressLsrID        :  1.1.1.1
  LocalLspID          :  1
  Tunnel-Interface    :  Tunnel1/0/0
  Fec                 :  4.4.4.4/32
  TunnelTableIndex    :  0x6
  Nexthop             :  3.1.1.2
  In-Label            :  13312
  Out-Label           :  13312
  In-Interface        :  Vlanif10
  Out-Interface       :  Vlanif20
  LspIndex            :  4104
  Token               :  0x10000
  LsrType             :  Transit
  Mpls-Mtu            :  1500
  TimeStamp           :  1265sec
  Bfd-State           :  ---

  No                  :  2
  SessionID           :  300
  IngressLsrID        :  2.2.2.2
  LocalLspID          :  2
  Tunnel-Interface    :  Tunnel3/0/0
  Fec                 :  3.3.3.3/32
  TunnelTableIndex    :  0x4
  Nexthop             :  3.2.1.2
  In-Label            :  NULL
  Out-Label           :  13313
  In-Interface        :  ----------
  Out-Interface       :  Vlanif30
  LspIndex            :  4106
  Token               :  0x10000
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  LsrType             :  Ingress
  Mpls-Mtu            :  1500
  TimeStamp           :  528sec
  Bfd-State           :  ---
```

步骤 6 检查配置结果

使 PLR 上被保护的出接口失效。

```
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] shutdown
```

在 LSRA 执行命令 **display interface tunnel 1/0/0**，查看主 LSP 的状态，可以看到 Tunnel 接口仍然处于 UP 状态。

在 LSRA 执行 **tracert lsp te tunnel 1/0/0** 命令来查看隧道经过的路径。

```
[LSRA] tracert lsp te tunnel 1/0/0
  LSP Trace Route FEC: TE TUNNEL IPV4 SESSION QUERY Tunnel1/0/0 , press CTRL_C to break.
  TTL   Replier            Time    Type      Downstream
  0                                Ingress   2.1.1.2/[13312 ]
  1     2.1.1.2            1 ms    Transit
  2     3.2.1.2            16 ms   Transit
  3     3.3.1.2            1 ms    Transit
  4     4.1.1.2            1 ms    Egress
```

由此可以确认链路已切换到 Bypass Tunnel。

说明

如果在 FRR 切换后马上执行 **display mpls te tunnel-interface** 命令查看隧道接口的详细信息，会看到两条处于 UP 状态的 CR-LSP。这是因为 FRR 采用 Make-before-break 方式建立新的 LSP，旧的 LSP 在新 LSP 建立成功后过一段时间才被删除。

在 LSRB 执行 **display mpls lsp verbose** 命令，可以看到旁路隧道被使用。

```
[LSRB] display mpls lsp verbose
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: RSVP LSP
------------------------------------------------------------------------------
  No                  :  1
  SessionID           :  100
  IngressLsrID        :  1.1.1.1
  LocalLspID          :  1
  Tunnel-Interface    :  Tunnel1/0/0
  Fec                 :  4.4.4.4/32
  TunnelTableIndex    :  0x6
  Nexthop             :  3.1.1.2
  In-Label            :  13312
  Out-Label           :  13312
  In-Interface        :  Vlanif10
  Out-Interface       :  Vlanif20
  LspIndex            :  4104
  Token               :  0x10000
  LsrType             :  Transit
  Mpls-Mtu            :  1500
  TimeStamp           :  1265sec
  Bfd-State           :  ---

  No                  :  2
  SessionID           :  300
  IngressLsrID        :  2.2.2.2
  LocalLspID          :  2
  Tunnel-Interface    :  Tunnel3/0/0
  Fec                 :  3.3.3.3/32
  TunnelTableIndex    :  0x6
  Nexthop             :  3.2.1.2
  In-Label            :  NULL
  Out-Label           :  13313
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  In-Interface        :  ----------
  Out-Interface       :  Vlanif30
  LspIndex            :  4106
  Token               :  0x10000
  LsrType             :  Ingress
  Mpls-Mtu            :  1500
  TimeStamp           :  528sec
  Bfd-State           :  ---
```

在 PLR 上配置 FRR 的扫描定时器为 5 秒。

```
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] mpls te timer fast-reroute 5
[LSRB-mpls] quit
```

使 PLR 上被保护的出接口重新生效。

```
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] undo shutdown
```

在 LSRA 查看主 LSP 的状态，执行命令 **display interface tunnel 1/0/0**，可以看到 Tunnel 接口处于 UP 状态。

等待一段时间后，在 LSRB 上执行 **display mpls lsp verbose** 命令，可以看到 Tunnel1/0/0 的 Bypass In Use 的状态为 Not Used，表明数据流已切回到 Vlanif20 传输。

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path pri-path
  next hop 2.1.1.2
  next hop 3.1.1.2
  next hop 4.1.1.2
  next hop 4.4.4.4
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 2.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 4.4.4.4
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te record-route label
 mpls te path explicit-path pri-path
 mpls te fast-reroute
 mpls te commit
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls te timer fast-reroute 5
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path by-path
  next hop 3.2.1.2
  next hop 3.3.1.2
  next hop 3.3.3.3
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 2.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 3.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 3.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel3/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 300
 mpls te record-route
 mpls te bypass-tunnel
 mpls te path explicit-path by-path
 mpls te protected-interface Vlanif20
 mpls te commit
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20 40 50
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif20
 ip address 3.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 3.3.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 isis enable 1
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
 vlan batch 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRE 的配置文件

```
#
 sysname LSRE
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0005.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif30
 ip address 3.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 3.3.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

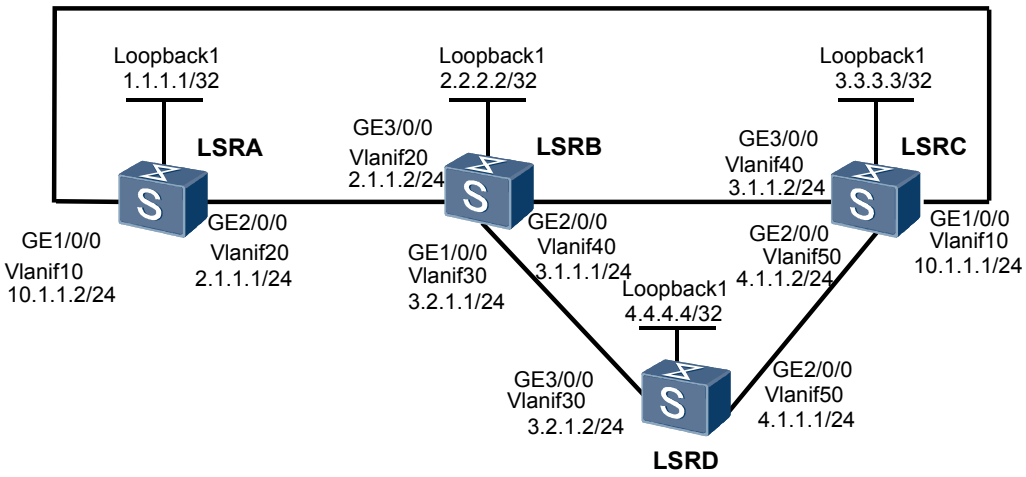
```
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

配置 MPLS TE Auto FRR 示例

组网需求

如图 6-309 所示，要求创建一条沿显式路径：LSRA→LSRB→LSRC 主隧道。在入节点 LSRA 和中间节点 LSRB 分别创建一条节点保护和一条链路保护的旁路隧道。

图 6-309 配置 TE Auto FRR 组网图



配置思路

采用如下的思路配置 TE Auto FRR：

1. 建立主隧道，在隧道接口下使能 TE FRR 并在 MPLS 视图下使能 MPLS Auto FRR。
2. 在隧道接口视图下指定旁路隧道。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点的 OSPF 进程号、所在的区域
- 主隧道经过的路径

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 主隧道接口的接口编号、IP 地址、目的地址、隧道 ID、隧道信令协议（为 RSVP-TE）

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

按照图 6-309 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口，具体配置过程略。

步骤 2 配置 OSPF 协议发布各网段路由及 LSR ID 的主机路由

在所有节点上配置 OSPF 协议，发布 LSR ID 的主机路由，具体配置过程略。

配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，应可以看到相互之间都学到了到对方 LSR ID 的主机路由。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、RSVP-TE 和 CSPF

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] mpls te cspf
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 20
[LSRA-Vlanif20] mpls
[LSRA-Vlanif20] mpls te
[LSRA-Vlanif20] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif20] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif10] quit
```

说明

LSRB、LSRC、LSRD 配置与 LSRA 的配置相似，此处不再赘述。其中，只需在主隧道和旁路隧道的入节点上使能 CSPF。即，只需在 LSRA、LSRB 使能 CSPF，LSRC 和 LSRD 无需使能 CSPF。

步骤 4 配置 OSPF TE

配置 LSRA。

```
[LSRA] ospf
[LSRA-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRA-ospf-1] area 0
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[LSRA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRA-ospf-1] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] ospf
[LSRB-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRB-ospf-1] area 0
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[LSRB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRB-ospf-1] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] ospf
[LSRC-ospf-1] opaque-capability enable
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRC-ospf-1] area 0
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[LSRC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRC-ospf-1] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] ospf
[LSRD-ospf-1] opaque-capability enable
[LSRD-ospf-1] area 0
[LSRD-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[LSRD-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[LSRD-ospf-1] quit
```

步骤 5 配置显式路径，准备给主隧道使用

```
[LSRA] explicit-path master
[LSRA-explicit-path-master] next hop 2.1.1.2
[LSRA-explicit-path-master] next hop 3.1.1.2
```

步骤 6 使能 TE Auto FRR

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls
[LSRA－mpls] mpls te auto-frr
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls
[LSRB－mpls] mpls te auto-frr
```

步骤 7 配置主隧道

```
[LSRA] interface tunnel2/0/0
[LSRA-Tunnel2/0/0] ip address unnumbered interface loopback1
[LSRA-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel2/0/0] destination 3.3.3.3
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te tunnel-id 200
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te record-route label
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te path explicit-path master
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te fast-reroute
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel2/0/0] quit
```

步骤 8 检查配置结果

在入节点 LSRA 上使用命令 **display mpls lsp verbose** 查看 LSP 信息时，可以看到主隧道和旁路隧道的 LSP 信息，并显示主隧道和旁路隧道绑定。

```
[LSRA] display mpls lsp verbose
  No                   :  1
  SessionID            :  200
  IngressLsrID         :  1.1.1.1
  LocalLspID           :  1
  Tunnel-Interface     :  Tunnel2/0/0
  Fec                  :  3.3.3.3/32
  TunnelTableIndex     :  0x6
  Nexthop              :  2.1.1.2
  In-Label             :  NULL
  Out-Label            :  106497
  In-Interface         :  ----------
  Out-Interface        :  Vlanif20
  LspIndex             :  6148
  Token                :  0x10000
  LsrType              :  Ingress
  Mpls-Mtu             :  1500
  TimeStamp            :  324sec
  Bfd-State            :  ---
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  No                 :  2
  SessionID          :  5097
  IngressLsrID       :  2.2.2.2
  LocalLspID         :  2
  Tunnel-Interface   :  Tunnel0/0/2048
  Fec                :  3.3.3.3/32
  TunnelTableIndex   :  0x6
  Nexthop            :  10.1.1.1
  In-Label           :  13312
  Out-Label          :  3
  In-Interface       :  Vlanif20
  Out-Interface      :  Vlanif10
  LspIndex           :  6149
  Token              :  0x10000
  LsrType            :  Transit
  Mpls-Mtu           :  ------
  TimeStamp          :  324sec
  Bfd-State          :  ---

No                    :  3
  SessionID           :  5097
  IngressLsrID        :  1.1.1.1
  LocalLspID          :  3
  Tunnel-Interface    :  Tunnel0/0/2048
  Fec                 :  3.3.3.3/32
  TunnelTableIndex    :  0x4
  Nexthop             :  10.1.1.1
  In-Label            :  NULL
  Out-Label           :  3
  In-Interface        :  ----------
  Out-Interface       :  Vlanif20
  LspIndex            :  6150
  Token               :  0x10000
  LsrType             :  Ingress
  Mpls-Mtu            :  1500
  TimeStamp           :  324sec
  Bfd-State           :  ---
```

可以看到主隧道和一条自动旁路隧道 Tunnel0/0/2048 绑定。

用命令 **display mpls te tunnel-interface auto-bypass-tunnel** 可以看到自动旁路隧道的详细信息。

```
[LSRA] display mpls te tunnel-interface auto-bypass-tunnel Tunnel0/0/2048
    No                     :  1
    Tunnel-Name            :  Tunnel0/0/2048
    TunnelIndex            :  3          LSP Index         :  2051
    Session ID             :  1026       LSP ID            :  1
    Lsr Role               :  Ingress    Lsp Type          :  Primary
    Ingress LSR ID         :  1.1.1.1
    Egress LSR ID          :  3.3.3.3
    In-Interface           :  -
    Out-Interface          :  Vlanif10
    Sign-Protocol          :  RSVP TE    Resv Style        :  SE
    IncludeAnyAff          :  0x0        ExcludeAnyAff     :  0x0
    IncludeAllAff          :  0x0
    LspConstraint          :  -
    ER-Hop Table Index     :  -          AR-Hop Table Index:  3
    C-Hop Table Index      :  3
    PrevTunnelIndexInSession:  -         NextTunnelIndexInSession:  -
    PSB Handle             :  1027
    Created Time           :  2010/07/01 13:35:53 UTC-08:00
    --------------------------------
             DS-TE Information
    --------------------------------
    Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
    CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
  Setup-Priority          :  0          Hold-Priority     :  0
  ------------------------------
            FRR Information
  ------------------------------
  Primary LSP Info
  TE Attribute Flag       :  0x3        Protected Flag    :  0x0
  Bypass In Use           :  Not Exists
  Bypass Tunnel Id        :  -
  BypassTunnel            :  -
  Bypass Lsp ID           :  -          FrrNextHop        :  -
  ReferAutoBypassHandle   :  -
  FrrPrevTunnelTableIndex :  -          FrrNextTunnelTableIndex:  -
  Bypass Attribute(Not configured)
  Setup Priority          :  -          Hold Priority     :  -
  HopLimit                :  -          Bandwidth         :  -
  IncludeAnyGroup         :  -          ExcludeAnyGroup   :  -
  IncludeAllGroup         :  -
  Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
  CT0 Unbound Bandwidth   :  -        CT1 Unbound Bandwidth:  -
  CT2 Unbound Bandwidth   :  -        CT3 Unbound Bandwidth:  -
  CT4 Unbound Bandwidth   :  -        CT5 Unbound Bandwidth:  -
  CT6 Unbound Bandwidth   :  -        CT7 Unbound Bandwidth:  -
  ------------------------------
            BFD Information
  ------------------------------
  NextSessionTunnelIndex  :  -          PrevSessionTunnelIndex:  -
  NextLspId               :  -          PrevLspId         :  -
```

可以看到自动旁路隧道保护主隧道的出接口 Vlanif20，排除了主隧道路径上的三个地址提供节点保护。

在 LSRA 用命令 **display mpls te tunnel path** 可以看到主隧道和自动旁路隧道的路径信息，在主隧道的出接口这一跳上显示主隧道受节点保护。

```
[LSRA] display mpls te tunnel path
Tunnel Interface Name : Tunnel2/0/0
 Lsp ID : 1.1.1.1 :200:1
 Hop Information
  Hop 0   2.1.1.1 Local-Protection available | bandwidth | node
  Hop 1   2.1.1.2  Label 106497
  Hop 2   2.2.2.2
  Hop 3   3.1.1.1 Local-Protection available | bandwidth
  Hop 4   3.1.1.2  Label 3
  Hop 5   3.3.3.3

Tunnel Interface Name : Tunnel2/0/2048
 Lsp ID : 2.2.2.2 :5097 :2
 Hop Information
  Hop 0   2.2.2.2
  Hop 1   2.1.1.2
  Hop 2   2.1.1.1
  Hop 3   1.1.1.1
  Hop 4   10.1.1.2
  Hop 5   10.1.1.1
  Hop 6   3.3.3.3

 Tunnel Interface Name : Tunnel0/0/2048
 Lsp ID : 1.1.1.1 :5097:3
 Hop Information
  Hop 0   10.1.1.2
  Hop 1   10.1.1.1
  Hop 2   3.3.3.3
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls te auto-frr
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path master
  next hop 2.1.1.2
  next hop 3.1.1.2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 2.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel2/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 200
 mpls te record-route label
 mpls te path explicit-path master
 mpls te fast-reroute
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 20 30 40
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
  mpls te
  mpls te auto-frr
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif20
 ip address 2.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 3.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 3.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 3.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.2.1.0 0.0.0.255
  network 2.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 10 40 50
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 3.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.1.1.0 0.0.0.255
  network 4.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
 vlan batch 30 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 3.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 3.2.1.0 0.0.0.255
  network 4.1.1.0 0.0.0.255
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

配置 RSVP 认证示例（TE FRR）

组网需求

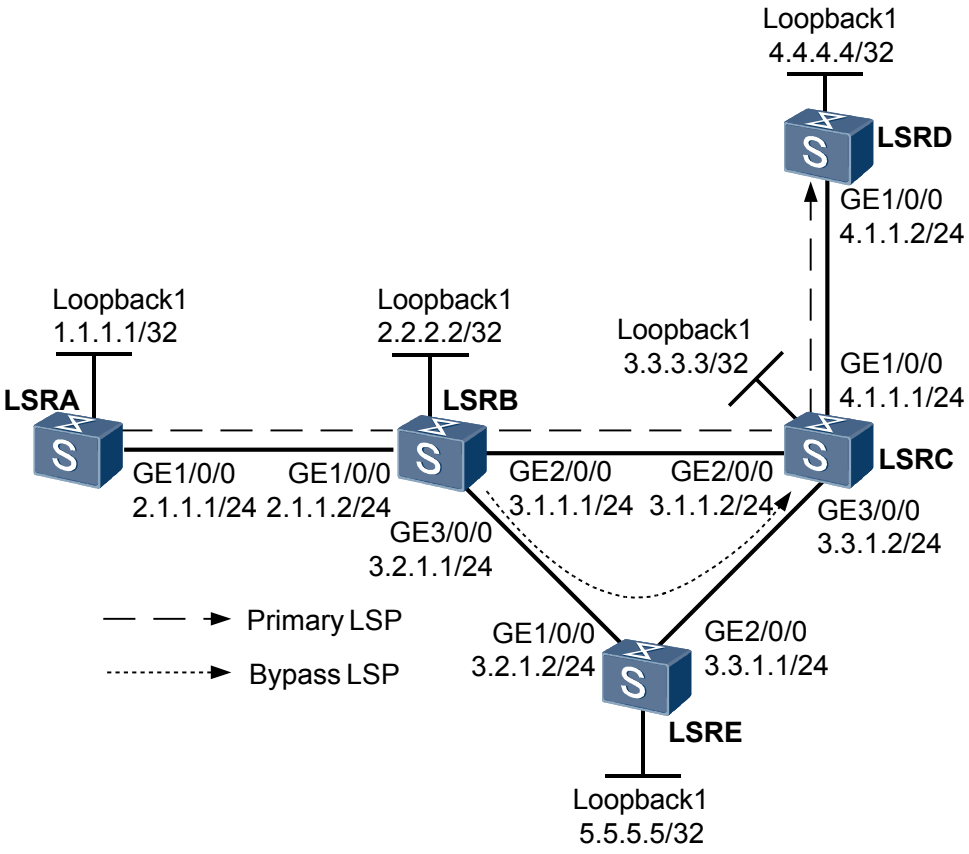
如图 6-310 所示，主 LSP 是 LSRA→LSRB→LSRC→LSRD，要求对 LSRB→LSRC 这段链路通过 FRR 进行链路保护。

建立一条 Bypass LSP，使用路径 LSRB→LSRE→LSRC。LSRB 是本地修复节点 PLR，LSRC 是汇聚点 MP。

使用显式路径方式建立 MPLS TE 的主隧道和旁路隧道。使用的信令协议是 RSVP-TE。

要求在 LSRB 与 LSRC 之间配置 RSVP 认证功能，本例通过使用 LSR-ID 将两个节点配置成邻居。然后再配置认证功能，可以提高 RSVP 认证功能的可靠性。

图 6-310 基于 MPLS TE FRR 的认证配置组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	2.1.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

LSRB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	2.1.1.2/24
LSRB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	3.1.1.1/24
LSRB	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	3.2.1.1/24
LSRC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	4.1.1.1/24
LSRC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	3.1.1.2/24
LSRC	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	3.3.1.2/24
LSRD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	4.1.1.2/24
LSRE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	3.2.1.2/24
LSRE	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	3.3.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置认证功能：

1. 按照**配置 MPLS TE FRR 示例**配置 MPLS TE FRR。
2. 在隧道的 LSRB 与 LSRC 节点上配置 RSVP 认证功能，防止伪造的 RSVP 资源预留请求非法占用网络资源。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各路由器的 MPLS LSR-ID
- RSVP 认证的本地密码以及认证密钥
- 需要准备的其他数据请参见**配置 MPLS TE FRR 示例**

操作步骤

步骤 1 配置 MPLS TE FRR

按照**配置 MPLS TE FRR 示例**配置主隧道与旁路隧道，并进行绑定。

步骤 2 在 LSRB 与 LSRC 上配置 RSVP 认证功能，以提高两个节点间报文传输的安全性。为了便于观察认证功能是否配置成功，还配置了 RSVP-TE 握手机制并设置本地密码。

在 LSRB 上配置 RSVP 认证功能

```
[LSRB] mpls rsvp-te peer 3.3.3.3
[LSRB-mpls-rsvp-te-peer-3.3.3.3] mpls rsvp-te authentication plain huawei
[LSRB-mpls-rsvp-te-peer-3.3.3.3] mpls rsvp-te authentication handshake beijingHW
```

在 LSRC 上配置 RSVP 认证功能

```
[LSRC] mpls rsvp-te peer 2.2.2.2
[LSRC-mpls-rsvp-te-peer-2.2.2.2] mpls rsvp-te authentication plain huawei
[LSRC-mpls-rsvp-te-peer-2.2.2.2] mpls rsvp-te authentication handshake beijingHW
```

步骤 3 检查配置结果

在 LSRB 上执行 **display mpls rsvp-te statistics global** 可以查看认证功能的工作状态。通过字段 SendChallengeMsgCounter、RecChallengeMsgCounter、

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

SendResponseMsgCounter 和 RecResponseMsgCounter 的值不为零，可以证明 PLR 与 MP 之间实现了成功握手，由此可见认证功能配置成功。

```
<LSRB> display mpls rsvp-te statistics global
 LSR ID: 2.2.2.2                     LSP Count: 1
 PSB Count: 1                        RSB Count: 1
 RFSB Count: 0

Total Statistics Information:
 PSB CleanupTimeOutCounter: 0        RSB CleanupTimeOutCounter: 0
 SendPacketCounter: 104              RecPacketCounter: 216
 SendCreatePathCounter: 7            RecCreatePathCounter: 57
 SendRefreshPathCounter: 48          RecRefreshPathCounter: 28
 SendCreateResvCounter: 4            RecCreateResvCounter: 4
 SendRefreshResvCounter: 26          RecRefreshResvCounter: 49
 SendResvConfCounter: 0              RecResvConfCounter: 0
 SendHelloCounter: 0                 RecHelloCounter: 0
 SendAckCounter: 0                   RecAckCounter: 0
 SendPathErrCounter: 1               RecPathErrCounter: 0
 SendResvErrCounter: 0               RecResvErrCounter: 0
 SendPathTearCounter: 0              RecPathTearCounter: 1
 SendResvTearCounter: 1              RecResvTearCounter: 1
 SendSrefreshCounter: 0              RecSrefreshCounter: 0
 SendAckMsgCounter: 0                RecAckMsgCounter: 0
 SendChallengeMsgCounter: 1          RecChallengeMsgCounter: 1
 SendResponseMsgCounter: 1           RecResponseMsgCounter: 1
 SendErrMsgCounter: 1                RecErrMsgCounter: 0
 ResourceReqFaultCounter: 0
 Bfd neighbor count: 1               Bfd session count: 0
```

使 PLR 上被保护的出接口失效。

```
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] shutdown
```

在 LSRA 上执行命令 **display interface tunnel 1/0/0**，查看主 LSP 的状态，可以看到 Tunnel 接口仍然处于 UP 状态。

#在 LSRA 上执行 **tracert lsp te tunnel 1/0/0** 命令来查看隧道经过的路径。

```
<LSRA> tracert lsp te tunnel 1/0/0
  LSP Trace Route FEC: TE TUNNEL IPV4 SESSION QUERY Tunnel1/0/0 , press CTRL_C to break.
  TTL   Replier            Time    Type      Downstream
  0                                Ingress   2.1.1.2/[13312 ]
  1     2.1.1.2            1 ms    Transit   3.2.1.2/[13312 13312 ]
  2     3.2.1.2            16 ms   Transit   3.3.1.2/[3 ]
  3     3.3.1.2            1 ms    Transit   4.1.1.2/[3 ]
  4     4.1.1.2            1 ms    Egress
```

由此可以确认链路已切换到 Bypass Tunnel。

在 LSRB 上执行 **display mpls te tunnel name tunnel1/0/0 verbose** 命令，可以看到旁路隧道被使用。

```
<LSRB> display mpls te tunnel name tunnel1/0/0 verbose
    No                    :  1
    Tunnel-Name           :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex           :  1          LSP Index         :  4098
    Session ID            :  100        LSP ID            :  1
    Lsr Role              :  Transit
    Ingress LSR ID        :  1.1.1.1
    Egress LSR ID         :  4.4.4.4
    In-Interface          :  Vlanif10
    Out-Interface         :  Vlanif20
    Sign-Protocol         :  RSVP TE    Resv Style        :  SE
    IncludeAnyAff         :  0x0        ExcludeAnyAff     :  0x0
    IncludeAllAff         :  0x0
    ER-Hop Table Index    :  3          AR-Hop Table Index:  12
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
C-Hop Table Index       :  50
PrevTunnelIndexInSession:  -           NextTunnelIndexInSession:  -
PSB Handle              :  66000
Created Time            :  2010-01-01 17:42:30+00:00
--------------------------------
          DS-TE Information
--------------------------------
Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  50000       CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
Setup-Priority          :  7           Hold-Priority     :  7
--------------------------------
            FRR Information
--------------------------------
Primary LSP Info
TE Attribute Flag       :  0x63        Protected Flag    :  0x1
Bypass In Use           :  In Use
Bypass Tunnel Id        :  67141670
BypassTunnel            :  Tunnel Index[Tunnel3/0/0], InnerLabel[1024]
Bypass Lsp ID           :  9           FrrNextHop        :  3.3.1.2
ReferAutoBypassHandle   :  -
FrrPrevTunnelTableIndex :  -           FrrNextTunnelTableIndex:  -
Bypass Attribute(Not configured)
Setup Priority          :  -           Hold Priority     :  -
HopLimit                :  -           Bandwidth         :  -
IncludeAnyGroup         :  -           ExcludeAnyGroup   :  -
IncludeAllGroup         :  -
Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
CT0 Unbound Bandwidth   :  -           CT1 Unbound Bandwidth:  -
CT2 Unbound Bandwidth   :  -           CT3 Unbound Bandwidth:  -
CT4 Unbound Bandwidth   :  -           CT5 Unbound Bandwidth:  -
CT6 Unbound Bandwidth   :  -           CT7 Unbound Bandwidth:  -
--------------------------------
            BFD Information
--------------------------------
NextSessionTunnelIndex  :  -           PrevSessionTunnelIndex:  -
NextLspId               :  -           PrevLspId         :  -
```

执行命令 **display mpls rsvp-te peer** 查看旁路 LSP 是否建立成功。

```
<LSRB> display mpls rsvp-te peer
Remote Node id Neighbor
 Neighbor Addr:  -----
 SrcInstance: 0xDAC29CB4              NbrSrcInstance: 0x0
 PSB Count: 1                         RSB Count: 0
 Hello Type Sent: NONE
 SRefresh Enable: NO
 Last valid seq # rcvd: NULL

Interface: Vlanif10
 Neighbor Addr: 2.1.1.1
 SrcInstance: 0xDAC29CB4              NbrSrcInstance: 0x0
 PSB Count: 1                        RSB Count: 0
 Hello Type Sent: NONE                Neighbor Hello Extension: DISABLE
 SRefresh Enable: NO
 Last valid seq # rcvd: NULL

Interface: Vlanif20
 Neighbor Addr: 3.1.1.2
 SrcInstance: 0xDAC29CB4              NbrSrcInstance: 0x0
 PSB Count: 0                         RSB Count: 0
 Hello Type Sent: NONE                Neighbor Hello Extension: DISABLE
 SRefresh Enable: NO
 Last valid seq # rcvd: NULL

Interface: Vlanif30
 Neighbor Addr: 3.2.1.2
 SrcInstance: 0xDAC29CB4              NbrSrcInstance: 0x0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
PSB Count: 0                          RSB Count: 1
Hello Type Sent: NONE
SRefresh Enable: NO
Last valid seq # rcvd: NULL
```

LSRB 的 Vlanif30 接口上的 RSB 数量不为零，说明 LSRB 和邻居 LSRE 在 Vlanif30 上的 RSVP 密钥认证通过，资源预留成功。

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path pri-path
  next hop 2.1.1.2
  next hop 3.1.1.2
  next hop 4.1.1.2
  next hop 4.4.4.4
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 2.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 4.4.4.4
mpls te record-route label
 mpls te path explicit-path pri-path
mpls te tunnel-id 100
mpls te fast-reroute
 mpls te commit
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
sysname LSRB
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
vlan batch 10 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls te timer fast-reroute 5
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path by-path
  next hop 3.2.1.2
  next hop 3.3.1.2
  next hop 3.3.3.3
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 2.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 3.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 3.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface Tunnel3/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 300
 mpls te record-route
  mpls te path explicit-path by-path
  mpls te bandwidth ct0 100000
  mpls te bypass-tunnel
 mpls te protected-interface Vlanif20
 mpls te commit
mpls rsvp-te peer 3.3.3.3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls rsvp-te authentication plain huawei
 mpls rsvp-te authentication handshake beijingHW
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
vlan batch 50 20 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 3.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 3.3.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
mpls rsvp-te peer 2.2.2.2
 mpls rsvp-te authentication plain huawei
 mpls rsvp-te authentication handshake beijingHW
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
vlan batch 50
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRE 的配置文件

```
#
 sysname LSRE
#
vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0005.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif30
 clock master
 ip address 3.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 clock master
 ip address 3.3.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

配置 RSVP-TE 摘要刷新示例（TE FRR）

组网需求

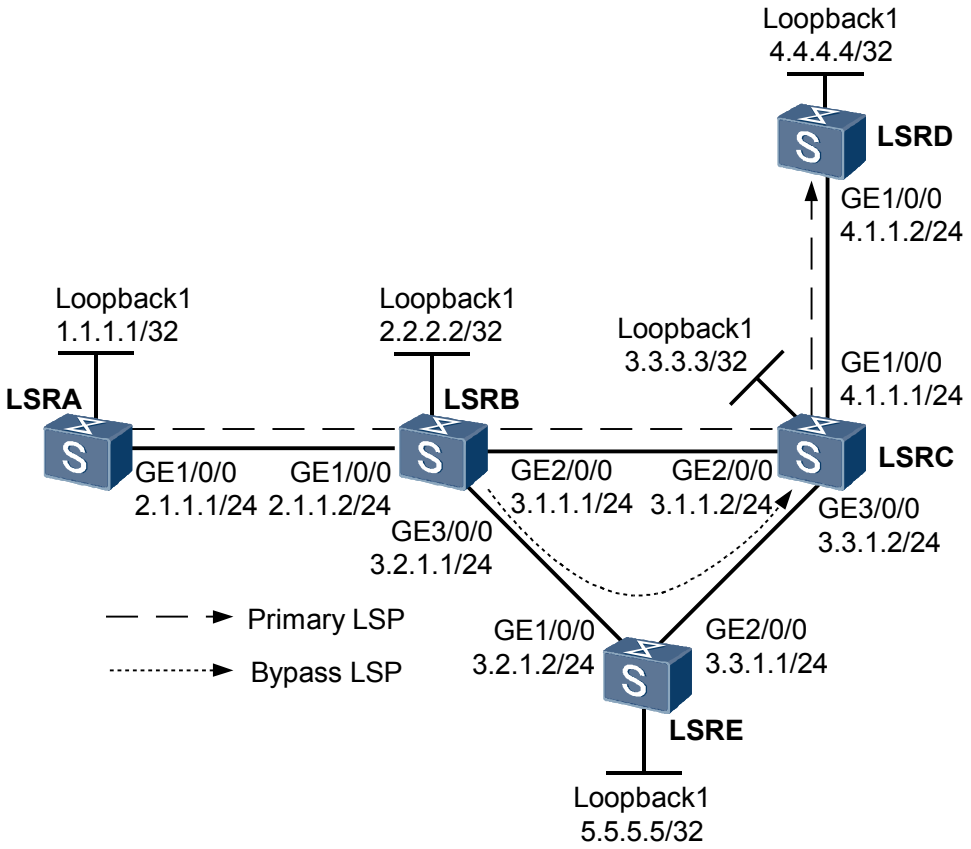
如图 6-311 所示，主 LSP 是 LSRA→LSRB→LSRC→LSRD，要求对 LSRB→LSRC 这段链路通过 FRR 进行链路保护,然后在 LSRB 与 LSRC 之间配置摘要刷新功能。

建立一条 Bypass LSP，使用路径 LSRB→LSRE→LSRC。LSRB 是本地修复节点 PLR，LSRC 是汇聚点 MP。

使用显式路径方式建立 MPLS TE 的主隧道和旁路隧道。使用的信令协议是 RSVP-TE。

现在要求在 LSRB 与 LSRC 之间配置摘要刷新功能，本例在 MPLS 视图下配置认证功能，可以提高摘要刷新功能的可靠性。

图 6-311 基于 MPLS TE FRR 的摘要刷新配置组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	2.1.1.1/24
LSRB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	2.1.1.2/24
LSRB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	3.1.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

LSRB	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	3.2.1.1/24
LSRC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	4.1.1.1/24
LSRC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	3.1.1.2/24
LSRC	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	3.3.1.2/24
LSRD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	4.1.1.2/24
LSRE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	3.2.1.2/24
LSRE	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	3.3.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置摘要刷新功能：

1. 按照**配置 MPLS TE FRR 示例**配置 MPLS TE FRR。
2. 在隧道的 PLR 与 MP 节点上配置 RSVP 摘要刷新功能，用于提高 RSVP 消息传输的可靠性和资源的利用率。

数据准备

需要准备的数据请参见**配置 MPLS TE FRR 示例**

操作步骤

步骤 1 配置 MPLS TE FRR

按照**配置 MPLS TE FRR 示例**配置主隧道与旁路隧道，并进行绑定。

步骤 2 在 PLR 即 LSRB 与 MP 即 LSRC 上配置 RSVP 摘要刷新功能

在 LSRB 上配置 RSVP 摘要刷新功能

```
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] mpls rsvp-te srefresh
[LSRB-mpls] quit
```

在 LSRC 上配置 RSVP 摘要刷新功能

```
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] mpls rsvp-te srefresh
[LSRC-mpls] quit
```

步骤 3 检查配置结果

在 LSRB 上执行 **display mpls rsvp-te statistics global** 可以查看摘要刷新功能的工作状态。通过输出信息，可以发现字段 SendSrefreshCounter、RecSrefreshCounter、SendAckMsgCounter 和 RecAckMsgCounter 的统计数字不为零，这表明已经有摘要刷新的数据包成功传输。

```
[LSRB]display mpls rsvp-te statistics global
 LSR ID: 2.2.2.2                    LSP Count: 1
 PSB Count: 1                       RSB Count: 1
 RFSB Count: 0

Total Statistics Information:
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
PSB CleanupTimeOutCounter: 0          RSB CleanupTimeOutCounter: 0
SendPacketCounter: 104                RecPacketCounter: 216
SendCreatePathCounter: 7              RecCreatePathCounter: 57
SendRefreshPathCounter: 48            RecRefreshPathCounter: 28
SendCreateResvCounter: 4              RecCreateResvCounter: 4
SendRefreshResvCounter: 26            RecRefreshResvCounter: 49
SendResvConfCounter: 0                RecResvConfCounter: 0
SendHelloCounter: 0                   RecHelloCounter: 0
SendAckCounter: 0                     RecAckCounter: 0
SendPathErrCounter: 1                 RecPathErrCounter: 0
SendResvErrCounter: 0                 RecResvErrCounter: 0
SendPathTearCounter: 0                RecPathTearCounter: 1
SendResvTearCounter: 1                RecResvTearCounter: 1
SendSrefreshCounter: 1              RecSrefreshCounter: 6
SendAckMsgCounter: 6                RecAckMsgCounter: 16
SendChallengeMsgCounter: 0            RecChallengeMsgCounter: 0
SendResponseMsgCounter: 0             RecResponseMsgCounter: 0
SendErrMsgCounter: 1                  RecErrMsgCounter: 0
ResourceReqFaultCounter: 0
Bfd neighbor count: 1                 Bfd session count: 0
```

使 PLR 上的被保护的出接口 GE2/0/0 失效。

```
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] shutdown
```

在 LSRA 上执行命令 **display interface tunnel 1/0/0**，查看主 LSP 的状态，可以看到 Tunnel 接口仍然处于 UP 状态。

在 LSRA 上执行 **tracert lsp te tunnel 1/0/0** 命令来查看隧道经过的路径。

```
[LSRA] tracert lsp te tunnel 1/0/0
  LSP Trace Route FEC: TE TUNNEL IPV4 SESSION QUERY Tunnel1/0/0 , press CTRL_C to break.
  TTL   Replier            Time    Type      Downstream
  0                                Ingress   2.1.1.2/[13312 ]
  1     2.1.1.2            1 ms    Transit   3.2.1.2/[13312 13312 ]
  2     3.2.1.2            16 ms   Transit   3.3.1.2/[3 ]
  3     3.3.1.2            1 ms    Transit   4.1.1.2/[3 ]
  4     4.1.1.2            1 ms    Egress
```

由此可以确认链路已切换到 Bypass Tunnel。

在 LSRB 上执行 **display mpls te tunnel name tunnel1/0/0 verbose** 命令，可以看到旁路隧道被使用。

```
[LSRB] display mpls te tunnel name tunnel1/0/0 verbose
    No                      :  1
    Tunnel-Name             :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex             :  1            LSP Index          :  4098
    Session ID              :  100          LSP ID             :  1
    Lsr Role                :  Transit
    Ingress LSR ID          :  1.1.1.1
    Egress LSR ID           :  4.4.4.4
    In-Interface            :  Vlanif10
    Out-Interface           :  Vlanif20
    Sign-Protocol           :  RSVP TE      Resv Style         :  SE
    IncludeAnyAff           :  0x0          ExcludeAnyAff      :  0x0
    IncludeAllAff           :  0x0
    ER-Hop Table Index      :  3            AR-Hop Table Index:  12
    C-Hop Table Index       :  50
    PrevTunnelIndexInSession:  -            NextTunnelIndexInSession:  -
    PSB Handle              :  66000
    Created Time            :  2010-01-01 17:42:30+00:00
    --------------------------------
             DS-TE Information
    --------------------------------
    Bandwidth Reserved Flag :  Unreserved
    CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  50000        CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0            CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0          CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
Setup-Priority          :  7          Hold-Priority     :  7
--------------------------------
           FRR Information
--------------------------------
Primary LSP Info
TE Attribute Flag       :  0x63       Protected Flag    :  0x1
Bypass In Use           :  In Use
Bypass Tunnel Id        :  67141670
BypassTunnel            :  Tunnel Index[Tunnel3/0/0], InnerLabel[1024]
Bypass Lsp ID           :  9          FrrNextHop        :  3.3.1.2
ReferAutoBypassHandle   :  -
FrrPrevTunnelTableIndex :  -          FrrNextTunnelTableIndex:  -
Bypass Attribute(Not configured)
Setup Priority          :  -          Hold Priority     :  -
HopLimit                :  -          Bandwidth         :  -
IncludeAnyGroup         :  -          ExcludeAnyGroup   :  -
IncludeAllGroup         :  -
Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
CT0 Unbound Bandwidth   :  -          CT1 Unbound Bandwidth:  -
CT2 Unbound Bandwidth   :  -          CT3 Unbound Bandwidth:  -
CT4 Unbound Bandwidth   :  -          CT5 Unbound Bandwidth:  -
CT6 Unbound Bandwidth   :  -          CT7 Unbound Bandwidth:  -
--------------------------------
           BFD Information
--------------------------------
NextSessionTunnelIndex  :  -          PrevSessionTunnelIndex:  -
NextLspId               :  -          PrevLspId         :  -
```

#执行命令 **display mpls rsvp-te statistics global** 查看对摘要刷新的统计信息。

```
[LSRB]display mpls rsvp-te statistics global
 LSR ID: 2.2.2.2                    LSP Count: 2
 PSB Count: 2                       RSB Count: 2
 RFSB Count: 1

Total Statistics Information:
 PSB CleanupTimeOutCounter: 0       RSB CleanupTimeOutCounter: 0
 SendPacketCounter: 28              RecPacketCounter: 61
 SendCreatePathCounter: 3           RecCreatePathCounter: 18
 SendRefreshPathCounter: 9          RecRefreshPathCounter: 6
 SendCreateResvCounter: 3           RecCreateResvCounter: 2
 SendRefreshResvCounter: 4          RecRefreshResvCounter: 10
 SendResvConfCounter: 0             RecResvConfCounter: 0
 SendHelloCounter: 0                RecHelloCounter: 0
 SendAckCounter: 0                  RecAckCounter: 0
 SendPathErrCounter: 1              RecPathErrCounter: 0
 SendResvErrCounter: 0              RecResvErrCounter: 0
 SendPathTearCounter: 0             RecPathTearCounter: 0
 SendResvTearCounter: 0             RecResvTearCounter: 0
 SendSrefreshCounter: 14          RecSrefreshCounter: 8
 SendAckMsgCounter: 8             RecAckMsgCounter: 18
 SendChallengeMsgCounter: 0         RecChallengeMsgCounter: 0
 SendResponseMsgCounter: 0          RecResponseMsgCounter: 0
 SendErrMsgCounter: 0               RecErrMsgCounter: 0
 ResourceReqFaultCounter: 0
 Bfd neighbor count: 2              Bfd session count: 0
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
vlan batch 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path pri-path
  next hop 2.1.1.2
  next hop 3.1.1.2
  next hop 4.1.1.2
  next hop 4.4.4.4
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 2.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 4.4.4.4
mpls te record-route label
 mpls te path explicit-path pri-path
mpls te tunnel-id 100
 mpls te bandwidth ct0 50000
mpls te fast-reroute
 mpls te commit
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
sysname LSRB
#
vlan batch 10 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls te timer fast-reroute 5
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
  mpls rsvp-te srefresh
#
 explicit-path by-path
  next hop 3.2.1.2
  next hop 3.3.1.2
  next hop 3.3.3.3
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 2.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 3.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 3.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel3/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 300
 mpls te record-route
  mpls te path explicit-path by-path
  mpls te bypass-tunnel
 mpls te protected-interface Vlanif20
 mpls te commit
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
vlan batch 50 20 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls rsvp-te srefresh
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-2
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 3.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 3.3.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
vlan batch 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- LSRE 的配置文件

```
#
 sysname LSRE
#
vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0005.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif30
 clock master
 ip address 3.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 clock master
 ip address 3.3.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

配置 FRR 拔板保护示例

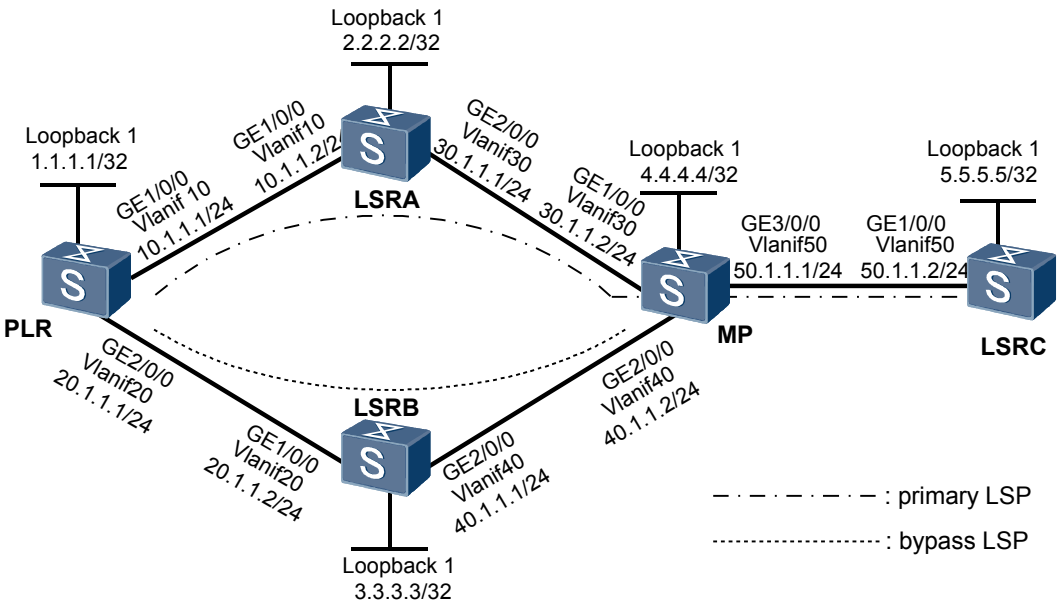
组网需求

图 6-312 为 MPLS TE FRR 组网图。主隧道的路径为 PLR→LSRA→MP→LSRC，其旁路隧道的路径为 PLR→LSRB→MP。要求当 PLR 的 GE1/0/0 所在接口板被拔出时，主隧道上的 TE 流量被切换到旁路隧道上，当该接口板被插入时，将流量回切到主隧道上。

PLR 和 MP 都是交换机设备。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-312 配置 FRR 拔板保护组网图



配置思路

采用如下的思路配置 FRR 拔板保护：

1. 将 PLR 上的主隧道和旁路隧道的 Tunnel 接口都配置在主控板上。
2. 配置 MPLS TE FRR 时，指定主隧道和旁路隧道所使用的显式路径。主隧道和旁路隧道的显示路径必须经过 PLR 的不同接口板，否则不能实现拔板保护。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PLR 上的主控板槽号
- 主隧道和旁路隧道的 tunnel 接口
- 主隧道和旁路隧道在 PLR 上的出接口
- 主隧道和旁路隧道的显式路径

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

按照图 6-312 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口，具体配置过程略。

步骤 2 配置 OSPF 协议发布各网段路由及 LSR ID 的主机路由

在所有节点上配置 OSPF 协议，发布 LSR ID 的主机路由，具体配置过程略。

配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，应可以看到相互之间都学到了到对方 LSR ID 的主机路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、RSVP-TE

配置 PLR。

```
[PLR] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PLR] mpls
[PLR-mpls] mpls te
[PLR-mpls] mpls rsvp-te
[PLR-mpls] quit
[PLR] interface vlanif 10
[PLR-Vlanif10] mpls
[PLR-Vlanif10] mpls te
[PLR-Vlanif10] mpls rsvp-te
[PLR-Vlanif10] quit
[PLR] interface vlanif 20
[PLR-Vlanif20] mpls
[PLR-Vlanif20] mpls te
[PLR-Vlanif20] mpls rsvp-te
[PLR-Vlanif20] quit
```

说明

LSRA、LSRB、MP 及 LSRC 的配置与 PLR 的配置相似，此处不再赘述。

步骤 4 配置 OSPF TE，并在隧道入节点使能 CSPF

配置 OSPF TE。

```
[PLR] ospf
[PLR-ospf-1] opaque-capability enable
[PLR-ospf-1] area 0
[PLR-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[PLR-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PLR-ospf-1] quit
```

说明

LSRA、LSRB、MP、LSRC 上的配置与 PLR 相同，此处不再赘述。

在主隧道入节点使能 CSPF。

```
[PLR] mpls
[PLR-mpls] mpls te cspf
```

步骤 5 配置主隧道

在 PLR 上配置主隧道使用的显示路径。

```
[PLR] explicit-path master
[PLR-explicit-path-master] next hop 10.1.1.2
[PLR-explicit-path-master] next hop 30.1.1.2
[PLR-explicit-path-master] next hop 50.1.1.2
[PLR-explicit-path-master] next hop 5.5.5.5
[PLR-explicit-path-master] quit
```

配置主隧道的 tunnel 接口。

```
[PLR] interface tunnel0/0/1
[PLR-Tunnel0/0/1] ip address unnumbered interface loopback1
[PLR-Tunnel0/0/1] tunnel-protocol mpls te
[PLR-Tunnel0/0/1] destination 5.5.5.5
[PLR-Tunnel0/0/1] mpls te tunnel-id 100
[PLR-Tunnel0/0/1] mpls te signal-protocol rsvp-te
[PLR-Tunnel0/0/1] mpls te path explicit-path master
```

使能 TE FRR。

```
[PLR-Tunnel0/0/1] mpls te fast-reroute
[PLR-Tunnel0/0/1] mpls te commit
[PLR-Tunnel0/0/1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，在 PLR 上执行 **display interface tunnel** 命令可以看到主隧道的接口 Tunnel0/0/1 状态为 Up。

```
[PLR] display interface tunnel 0/0/1
Tunnel0/0/1 current state : UP
Line protocol current state : UP
...
```

步骤 6 配置旁路隧道

在 PLR 上配置旁路隧道使用的显式路径。

```
[PLR] explicit-path by-path
[PLR-explicit-path-by-path] next hop 20.1.1.2
[PLR-explicit-path-by-path] next hop 40.1.1.2
[PLR-explicit-path-by-path] next hop 4.4.4.4
```

配置旁路隧道的 tunnel 接口。

```
[PLR] interface tunnel 0/0/2
[PLR-Tunnel0/0/2] ip address unnumbered interface loopback 1
[PLR-Tunnel0/0/2] tunnel-protocol mpls te
[PLR-Tunnel0/0/2] destination 4.4.4.4
[PLR-Tunnel0/0/2] mpls te tunnel-id 200
[PLR-Tunnel0/0/2] mpls te signal-protocol rsvp-te
[PLR-Tunnel0/0/2] mpls te path explicit-path by-path
[PLR-Tunnel0/0/2] mpls te bypass-tunnel
```

指定旁路隧道保护的接口。

```
[PLR-Tunnel0/0/2] mpls te protected-interface vlanif 10
[PLR-Tunnel0/0/2] mpls te commit
```

配置完成后，在 PLR 上执行 **display interface tunnel** 命令可以看到旁路隧道的接口 Tunnel0/0/2 状态为 Up。

```
<PLR> display interface tunnel 0/0/2
Tunnel0/0/2 current state : UP
Line protocol current state : UP
...
```

步骤 7 检查配置结果

在 PLR 上执行 **tracert lsp te tunnel** 命令，可看到 TE 隧道流量从主隧道传输。

```
<PLR> tracert lsp te tunnel 0/0/1
  LSP Trace Route FEC: TE TUNNEL IPV4 SESSION QUERY Tunnel0/0/1 , press CTRL_C to break.
  TTL   Replier            Time    Type      Downstream
  0                                Ingress   10.1.1.2/[13312 ]
  1     10.1.1.2           50 ms   Transit   30.1.1.2/[13312 ]
  2     30.1.1.2           40 ms   Transit   50.1.1.2/[3 ]
  3     5.5.5.5            70 ms   Egress
```

拔出主隧道出接口 GE1/0/0 所在接口板后，执行 **display interface tunnel** 命令，可以看到主隧道的 Tunnel 接口状态仍然是 Up。

在 PLR 上执行 **display mpls te tunnel stale-interface** 命令和 **display mpls te tunnel stale-interface** *interface-index* **verbose** 命令，可发现主隧道出接口处于 stale 状态。

```
<PLR> display mpls stale-interface
Stale-interface       Status    TE Attri   LSP Count  CRLSP Count  Effective MTU
0x018000106            Up         Dis         0           1              -

<PLR> display mpls te tunnel stale-interface 18000106 verbose
No             : 1
LSP-Id         : 1.1.1.1:100:1
Tunnel-Name    : Tunnel0/0/1
Destination    : 5.5.5.5
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
In-Interface   : 0x18000186
Out-Interface  : 0x18000106
Tunnel BW      : 400 kbps
Class Type     : bc0
Ingress LSR-Id : 1.1.1.1
Egress LSR-Id  : 5.5.5.5
Setup-Priority : 7
Hold-Priority  : 7
Sign-Protocol  : RSVP TE
Resv Style     : SE
IncludeAnyAff  : 0x0
ExcludeAnyAff  : 0x0
IncludeAllAff  : 0x0
Created Time   : 2007/10/18 18:35:38
```

在 PLR 上执行 **display mpls te tunnel path** 命令，可查看主隧道的路径经过 LSRB。

```
<PLR> display mpls te tunnel path Tunnel0/0/1
 Tunnel Interface Name : Tunnel0/0/1
 Lsp ID : 1.1.1.1 :100 :1
 Hop Information
  Hop 0   20.1.1.1
  Hop 1   20.1.1.2
  Hop 2   3.3.3.3
  Hop 3   40.1.1.1
  Hop 4   40.1.1.2
  Hop 5   4.4.4.4
  Hop 3   50.1.1.1
  Hop 4   50.1.1.2
  Hop 5   5.5.5.5
```

在 PLR 上执行 **tracert lsp te tunnel** 命令，可发现流量从旁路隧道传输。

```
<PLR> tracert lsp te tunnel 0/0/1
  LSP Trace Route FEC: TE TUNNEL IPV4 SESSION QUERY Tunnel0/0/1 , press CTRL_C to break.
  TTL   Replier            Time    Type      Downstream
  0                                Ingress   20.1.1.2/[13312 13312 ]
  1     20.1.1.2           50 ms   Transit   40.1.1.2/[3 ]
  2     40.1.1.2           50 ms   Transit
  3     5.5.5.5            60 ms   Egress
```

再插入主隧道出接口所在的接口板后，在 PLR 上执行 **tracert lsp te tunnel** 命令，可看到流量回切到主隧道上。

```
<PLR> tracert lsp te tunnel 0/0/1
  LSP Trace Route FEC: TE TUNNEL IPV4 SESSION QUERY Tunnel0/0/1 , press CTRL_C to break.
  TTL   Replier            Time    Type      Downstream
  0                                Ingress   10.1.1.2/[13312 ]
  1     10.1.1.2           40 ms   Transit   30.1.1.2/[13312 ]
  2     30.1.1.2           50 ms   Transit   50.1.1.2/[3 ]
  3     5.5.5.5            60 ms   Egress
```

----结束

配置文件

- PLR 的配置文件

```
#
 sysname PLR
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 explicit-path master
  next hop 10.1.1.2
  next hop 30.1.1.2
  next hop 50.1.1.2
  next hop 5.5.5.5
#
 explicit-path by-path
  next hop 20.1.1.2
  next hop 40.1.1.2
  next hop 4.4.4.4
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEhernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEhernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel0/0/1
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 5.5.5.5
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te path explicit-path master
 mpls te fast-reroute
 mpls te commit
#
interface Tunnel0/0/2
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 4.4.4.4
 mpls te tunnel-id 200
 mpls te record-route
 mpls te path explicit-path by-path
 mpls te bypass-tunnel
 mpls te protected-interface Vlanif10
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
  network 20.1.1.0 0.0.0.3
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10 30
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface GigabitEhernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEhernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
  network 30.1.1.0 0.0.0.3
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 20 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEhernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEhernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.3
  network 30.1.1.0 0.0.0.3
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- MP 的配置文件

```
#
 sysname MP
#
 vlan batch 30 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 50.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface GigabitEhernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEhernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface GigabitEhernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.3
  network 40.1.1.0 0.0.0.3
  network 50.1.1.0 0.0.0.3
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 50
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 50.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEhernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 50.1.1.0 0.0.0.3
  network 5.5.5.5 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

配置 CR-LSP 热备份示例

组网需求

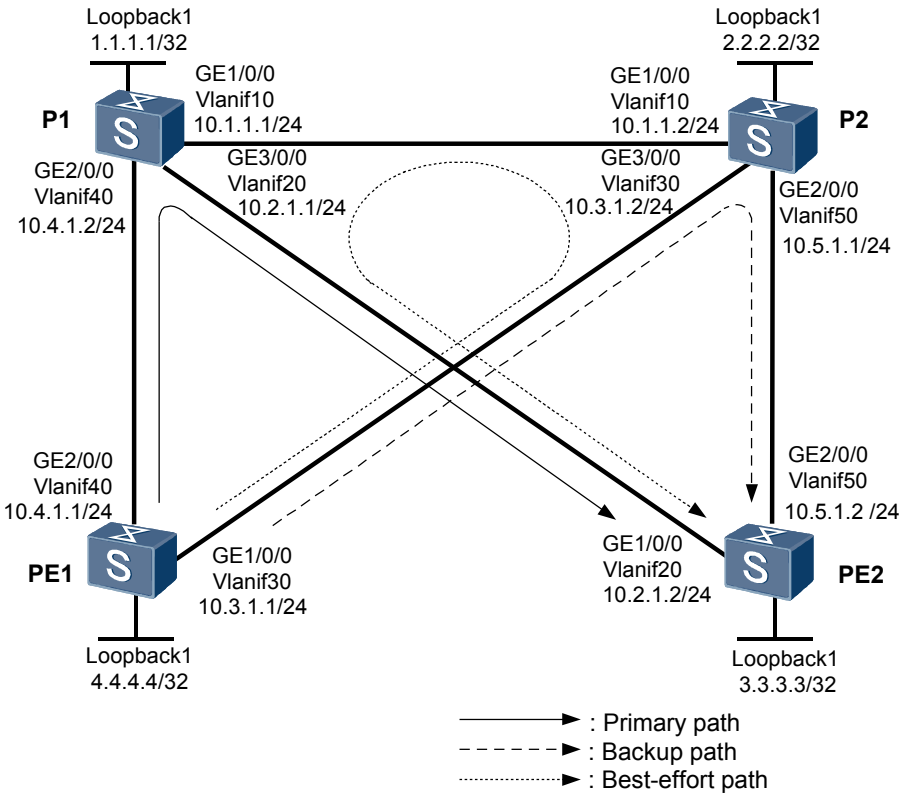
图 6-313 为 MPLS VPN 网络。其中 P 和 PE 设备都是交换机，要求从 PE1 上建立一条 TE 隧道，目的地址为 PE2，并配置 CR-LSP 热备份（hot-standby）和逃生路径（best-effort）。其中，

- 主 CR-LSP 的路径为 PE1-->P1-->PE2；
- 备份 CR-LSP 的路径为 PE1-->P2-->PE2；
- 逃生路径为 PE1-->P2-->P1-->PE2。

当主 CR-LSP 故障时，流量切换到备份 CR-LSP；当主 CR-LSP 故障恢复，延时 15 秒后再进行流量回切。如果主、备 CR-LSP 都故障，触发建立逃生路径，使流量切换到逃生路径上。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-313 CR-LSP 热备份组网示意图



配置思路

采用如下思路配置 CR-LSP 热备份：

1. 配置各接口 IP 地址和 IGP 使各节点互通。
2. 配置 MPLS 和 MPLS TE 基本能力。
3. 在 PE1 上配置主、备显式路径。
4. 在 PE1 上创建目的地址为 PE2 的隧道接口，指定显式路径，并使能热备份和逃生路径，配置回切时间为 15 秒。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- IGP 协议类型及配置 IGP 所需数据
- MPLS LSR-ID
- 隧道接口编号
- 主 CR-LSP 的显式路径和备份 CR-LSP 的显式路径

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

根据图 6-313 配置 IP 地址，并在节点上创建 Loopback 接口，配置 Loopback 接口的 IP 地址为 MPLS LSR-ID。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 2 配置 IGP

在各个节点上配置 OSPF 或 IS-IS，使各节点能互通。本例使用 IS-IS。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力

在各个节点的 MPLS 视图和物理接口视图下使能 MPLS-TE、MPLS RSVP-TE。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 4 配置 IS-IS TE，并配置 CSPF

在各个节点上配置 IS-IS TE，并在 PE1 上配置 CSPF。具体配置过程请参见配置 RSVP-TE 隧道。

步骤 5 配置主、备 CR-LSP 使用的显式路径

在 PE1 上配置主 CR-LSP 使用的显式路径。

```
<PE1> system-view
[PE1] explicit-path main
[PE1-explicit-path-main] next hop 10.4.1.2
[PE1-explicit-path-main] next hop 10.2.1.2
[PE1-explicit-path-main] next hop 3.3.3.3
[PE1-explicit-path-main] quit
```

在 PE1 上配置备份 CR-LSP 使用的显式路径。

```
[PE1] explicit-path backup
[PE1-explicit-path-backup] next hop 10.3.1.2
[PE1-explicit-path-backup] next hop 10.5.1.2
[PE1-explicit-path-backup] next hop 3.3.3.3
[PE1-explicit-path-backup] quit
```

完成此步骤后，可在 PE1 上执行命令查看显式路径是否配置正确。

```
[PE1] display explicit-path main
Path Name : main        Path Status : Enabled
 1      10.4.1.2          Strict      Include
 2      10.2.1.2          Strict      Include
 3      3.3.3.3           Strict      Include

[PE1] display explicit-path backup
Path Name : backup      Path Status : Enabled
 1      10.3.1.2          Strict      Include
 2      10.5.1.2          Strict      Include
 3      3.3.3.3           Strict      Include
```

步骤 6 配置隧道接口

```
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/0] destination 3.3.3.3
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path main
```

在该 Tunnel 接口配置热备份，回切时间为 15 秒，指定备份显式路径，并配置逃生路径。

```
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te backup hot-standby wtr 15
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path backup secondary
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te backup ordinary best-effort
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE1-Tunnel1/0/0] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

完成步骤后，在 PE1 上执行 **display mpls te tunnel-interface tunnel 1/0/0** 命令，可发现主 CR-LSP、备份 CR-LSP 建立成功。

```
[PE1] display mpls te tunnel-interface tunnel 1/0/0
    ------------------------------------------------------------
                              Tunnel1/0/0
    ------------------------------------------------------------
    Tunnel State Desc   :  UP
    Active LSP          :  Primary LSP
    Session ID          :  100
    Ingress LSR ID      :  4.4.4.4          Egress LSR ID:  3.3.3.3
    Admin State         :  UP               Oper State    :  UP
    Primary LSP State      : UP
      Main LSP State       : READY               LSP ID  : 1
    Hot-Standby LSP State  : UP
      Main LSP State       : READY               LSP ID  : 32770
```

步骤 7 检查配置结果

将同一台测试仪的两个接口（Port1 和 Port2）分别接入 PE1 和 PE2，从 Port1 向 Port2 打 MPLS 流（注意标签值的设置）。可发现当拔出 PE1 或 P1 上的 GE2/0/0 接口的线缆时，故障收敛时间为毫秒级。在 PE1 上执行 **display mpls te hot-standby state interface tunnel 1/0/0** 命令，可发现流量被切换到备份 CR-LSP 上。

```
[PE1] display mpls te hot-standby state interface tunnel 1/0/0
------------------------------------------------------------------
Verbose information about the Tunnel1/0/0 hot-standby state
------------------------------------------------------------------
session id                          : 100
main LSP token                      : 0x0
hot-standby LSP token               : 0x100201b
HSB switch result                   : Hot-standby LSP
WTR                                 : 15s
using same path                      : no
```

插上刚才拔出的线缆后，等 15 秒后，可发现流量被切换到主 CR-LSP 上。

如果拔出 PE1 或 P1 上的 GE2/0/0 接口后再拔出 PE2 或 P2 上的 GE2/0/0 接口的线缆时，隧道接口变为 Down 后又会变为 Up，逃生路径建立成功，流量被切换到逃生路径上。

```
[PE1] display mpls te tunnel-interface tunnel 1/0/0
    ------------------------------------------------------------
                              Tunnel1/0/0
    ------------------------------------------------------------
    Tunnel State Desc   :  UP
    Active LSP          :  Best-Effort LSP
    Session ID          :  100
    Ingress LSR ID      :  4.4.4.4          Egress LSR ID:  3.3.3.3
    Admin State         :  UP               Oper State    :  UP
    Primary LSP State      : DOWN
      Main LSP State       : SETTING UP
    Hot-Standby LSP State  : DOWN
      Main LSP State       : SETTING UP
    Best-Effort LSP State  : UP
      Main LSP State       : READY               LSP ID  : 32773

[PE1] display mpls te tunnel path
 Tunnel Interface Name : Tunnel1/0/0
 Lsp ID : 4.4.4.4 :100 :32776
 Hop Information
  Hop 0   10.3.1.1
  Hop 1   10.3.1.2
  Hop 2   2.2.2.2
  Hop 3   10.1.1.2
  Hop 4   10.1.1.1
  Hop 5   1.1.1.1
  Hop 6   10.2.1.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Hop 7    10.2.1.2
Hop 8    3.3.3.3
```

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path backup
  next hop 10.3.1.2
  next hop 10.5.1.2
  next hop 3.3.3.3
#
 explicit-path main
  next hop 10.4.1.2
  next hop 10.2.1.2
  next hop 3.3.3.3
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te record-route
 mpls te path explicit-path main
 mpls te path explicit-path backup secondary
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls te backup hot-standby wtr 15
 mpls te backup ordinary best-effort
 mpls te commit
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 10 20 40
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 10 30 50
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 10.5.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 20 50
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 10.5.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

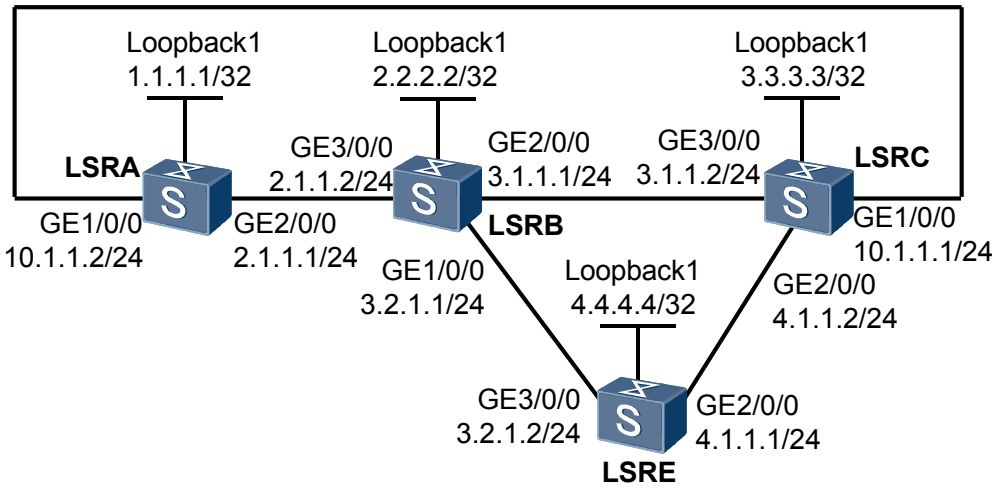
配置旁路保护隧道与备份 CR-LSP 同步示例

组网需求

如图 6-314 所示，要求创建一条沿显式路径：LSRA→LSRB→LSRC 的主隧道。在中间节点 LSRB 上配置一条 TE FRR 的旁路保护隧道，路径为 LSRB→LSRE→LSRC；并在入节点 LSRA 上配置普通备份 CR-LSP，路径为 LSRA→LSRC。

当 LSRB 和 LSRC 之间的链路出现故障后，系统启用 TE FRR 旁路保护隧道（即主 CR-LSP 处于 Frr-in-use 状态）并尝试恢复主 CR-LSP 的同时，也会尝试创建备份 CR-LSP。

图 6-314 配置旁路保护隧道与备份 CR-LSP 同步组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
LSRA	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	2.1.1.1/24
LSRB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	3.2.1.1/24
LSRB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	3.1.1.1/24
LSRB	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 20	2.1.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

LSRC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
LSRC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	4.1.1.2/24
LSRC	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	3.1.1.2/24
LSRE	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	4.1.1.1/24
LSRE	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	3.2.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置旁路保护隧道与备份 CR-LSP 同步：

1. 在 LSRA 上创建目的地址为 LSRC 的主隧道。
2. 在中间节点 LSRB 上配置 TE FRR 旁路保护隧道，路径为 LSRB→LSRE→LSRC，用来保护 LSRB 和 LSRC 之间的链路。
3. 在入节点 LSRA 上配置普通备份 CR-LSP，路径为 LSRA→LSRC。
4. 在隧道接口视图下配置旁路保护隧道与备份 CR-LSP 同步功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- IGP 协议类型及配置 IGP 所需数据
- 主 CR-LSP 的显式路径和备份 CR-LSP 的显式路径
- TE FRR 的保护方式，以及需要保护的具体链路或节点
- 主隧道接口的接口编号、IP 地址、目的地址、隧道 ID、隧道信令协议（为 RSVP-TE）

操作步骤

步骤 1 配置各接口的 IP 地址

按照图 6-314 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口，具体配置过程略。

步骤 2 配置 IGP

在各个节点上配置 OSPF 或 IS-IS，使各节点能互通。本例使用 OSPF。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力

在各个节点的系统视图下配置 LSR ID，使能 MPLS，并在物理接口下使能 MPLS。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 4 配置 MPLS TE 基本能力

在各个节点的 MPLS 视图和链路的接口视图下使能 MPLS TE、MPLS RSVP-TE。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 5 配置 OSPF TE，并配置 CSPF

版权所有 © 华为技术有限公司

在各个节点上配置 OSPF TE，并在 LSRA 和 LSRB 上配置 CSPF。具体配置过程请参见**配置 RSVP-TE 隧道**。

步骤 6 配置主、备 CR-LSP 使用的显式路径

在 LSRA 上配置主 CR-LSP 使用的显示路径。

```
[LSRA] explicit-path master
[LSRA-explicit-path-master] next hop 2.1.1.2
[LSRA-explicit-path-master] next hop 3.1.1.2
```

在 LSRA 上配置备份 CR-LSP 使用的显示路径。

```
[LSRA] explicit-path backup
[LSRA-explicit-path-backup] next hop 10.1.1.1
```

步骤 7 配置隧道接口

在 LSRA 上创建 Tunnel 接口，指定主隧道的显式路径。

```
[LSRA] interface tunnel2/0/0
[LSRA-Tunnel2/0/0] ip address unnumbered interface loopback1
[LSRA-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel2/0/0] destination 3.3.3.3
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te tunnel-id 200
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te record-route label
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te path explicit-path master
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel2/0/0] quit
```

步骤 8 使能 TE Auto FRR，配置链路保护

配置 LSRA。

```
[LSRA] interface Tunnel 2/0/0
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te fast-reroute
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel2/0/0] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] interface vlanif 30
[LSRB-Vlanif30] mpls te auto-frr link
[LSRB-Vlanif30] quit
```

配置完成后，在 LSRA 上执行 **display mpls te tunnel path lsp-id 1.1.1.1 1 1** 命令可以看到旁路保护隧道建立成功。

```
[LSRA] display mpls te tunnel path lsp-id 1.1.1.1 1 1
 Tunnel Interface Name : Tunnel2/0/0
 Lsp ID : 1.1.1.1 :1 :1
 Hop Information
  Hop 0   2.1.1.1
  Hop 1   2.1.1.2  Label 11264
  Hop 2   2.2.2.2  Label 11264
  Hop 3   3.1.1.1 Local-Protection available
  Hop 4   3.1.1.2  Label 3
  Hop 5   3.3.3.3  Label 3
```

步骤 9 配置主 CR-LSP 的普通备份 CR-LSP，并指定备份显式路径。

配置 LSRA。

```
[LSRA] interface tunnel2/0/0
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te backup ordinary
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te path explicit-path backup secondary
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel2/0/0] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 10 在主 CR-LSP 的入节点配置旁路保护隧道与备份 CR-LSP 同步功能。

配置 LSRA。

```
[LSRA] interface tunnel2/0/0
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te backup frr-in-use
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel2/0/0] quit
```

在入节点 LSRA 上执行 **display mpls te tunnel-interface Tunnel 2/0/0** 命令可以查看主 CR-LSP 的信息。

```
[LSRA] display mpls te tunnel-interface Tunnel 2/0/0
  ------------------------------------------------------------------
                            Tunnel2/0/0
  ------------------------------------------------------------------
  Tunnel State Desc   :  UP
  Active LSP          :  Primary LSP
  Session ID          :  1
  Ingress LSR ID      :  1.1.1.1          Egress LSR ID:  3.3.3.3
  Admin State         :  UP               Oper State    :  UP
  Primary LSP State      : UP
    Main LSP State       : READY               LSP ID  : 2
```

步骤 11 检查配置结果

使 LSRB 上被保护的出接口失效。

```
[LSRB] interface vlanif 30
[LSRB-Vlanif30] shutdown
```

在 LSRA 上配置隧道的亲和属性。

```
[LSRA] interface tunnel2/0/0
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te affinity property f0 mask ff secondary
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel2/0/0] quit
```

在入节点 LSRA 上执行 **display mpls te tunnel-interface** 命令，可以看到隧道状态为“Up”，说明主隧道处于 Frr-in-use 状态的同时，正在创建普通备份的 CR-LSP 和恢复主 CR-LSP。

```
[LSRA] display mpls te tunnel-interface
  ------------------------------------------------------------------
                            Tunnel2/0/0
  ------------------------------------------------------------------
  Tunnel State Desc   :  UP
  Active LSP          :  Primary LSP
  Session ID          :  1
  Ingress LSR ID      :  1.1.1.1          Egress LSR ID:  3.3.3.3
  Admin State         :  UP               Oper State    :  UP
  Primary LSP State      : UP
    Main LSP State       : READY               LSP ID  : 5
    Modify LSP State     : SETTING UP          LSP ID  : 6
  Ordinary LSP State     : DOWN
    Main LSP State       : SETTING UP
```

即当主 CR-LSP 故障后，系统启用 TE FRR 旁路保护隧道（即主 CR-LSP 处于 Frr-in-use 状态）并尝试恢复主 CR-LSP 的同时，也会尝试创建备份 CR-LSP。

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path master
  next hop 2.1.1.2
  next hop 3.1.1.2
#
 explicit-path backup
  next hop 10.1.1.2
#
interface Vlanif20
 ip address 2.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel2/0/0
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 1
 mpls te record-route label
 mpls te path explicit-path master
 mpls te path explicit-path backup secondary
 mpls te affinity property f0 mask ff secondary
 mpls te fast-reroute
 mpls te backup ordinary
 mpls te backup frr-in-use
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.1.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
vlan batch 40 30 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif20
 ip address 2.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 3.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls te auto-frr link
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 3.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 2.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.2.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
vlan batch 10 50 30
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif50
  ip address 4.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 3.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 3.1.1.0 0.0.0.255
  network 4.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRE 的配置文件

```
#
 sysname LSRE
#
vlan batch 50 40
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
interface Vlanif50
 ip address 4.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 3.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet 3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

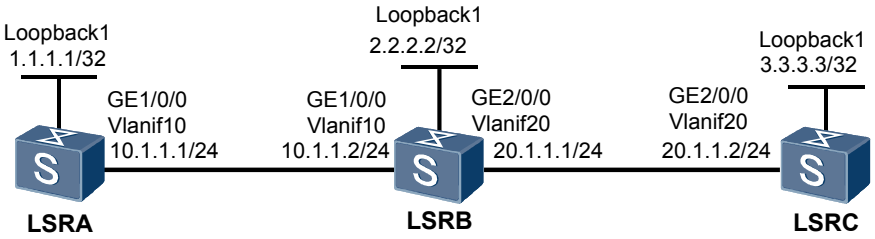
```
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  network 3.2.1.0 0.0.0.255
  network 4.1.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

配置 RSVP GR 示例

组网需求

如图 6-315 所示，LSRA、LSRB 和 LSRC 为双主控设备。3 台设备通过 IS-IS 协议实现网络互连，用 RSVP 协议建立一条从 LSRA 到 LSRCTE 隧道。要求配置 RSVP GR，使 LSRA、LSRB 和 LSRC 在主备板切换时保持 MPLS 转发不间断。

图 6-315 RSVP GR 的配置举例



配置思路

采用如下思路配置 RSVP GR：

1. 配置各设备接口的 IP 地址及作为 LSR-ID 的 Loopback 地址。
2. 运行 IS-IS 协议，实现各节点互通，并使能 IS-IS TE。
3. 配置 LSR-ID
4. 全局使能 MPLS、MPLS TE、MPLS RSVP-TE。
5. 使能各接口的 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE。
6. 在入节点 LSRA 上使能 MPLS CSPF，并创建隧道接口，指定隧道的 IP 地址、隧道协议、目的地址、隧道 ID 及动态信令协议 RSVP-TE。
7. 在各节点使能 IS-IS GR。
8. 在各节点使能 RSVP GR。

数据准备

为完成此配置示例，需要准备如下数据：

- 各节点的接口 IP 地址
- IS-IS 的网络实体名称 NET 及各节点所属的 IS-IS Level
- 各节点的 MPLS LSR-ID

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

- 入节点的 Tunnel 接口的编号、Tunnel ID

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

根据图 6-315 配置 IP 地址，并在节点上创建 Loopback 接口。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 2 配置 IS-IS 基本功能

配置 LSRA。

```
[LSRA] isis 1
[LSRA-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
[LSRA-isis-1] is-level level-2
[LSRA-isis-1] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] isis enable 1
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface loopback 1
[LSRA-LoopBack1] isis enable 1
[LSRA-LoopBack1] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] isis 1
[LSRB-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
[LSRB-isis-1] is-level level-2
[LSRB-isis-1] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] isis enable 1
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] isis enable 1
[LSRB-Vlanif20] quit
[LSRB] interface loopback 1
[LSRB-LoopBack1] isis enable 1
[LSRB-LoopBack1] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] isis 1
[LSRC-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0003.00
[LSRC-isis-1] is-level level-2
[LSRC-isis-1] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] isis enable 1
[LSRC-Vlanif20] quit
[LSRC] interface loopback 1
[LSRC-LoopBack1] isis enable 1
[LSRC-LoopBack1] quit
```

配置完成后，在各节点上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到相互之间都学到了到对方的路由。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、RSVP-TE 和 CSPF

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] mpls te cspf
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.2
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] mpls te
[LSRB-mpls] mpls rsvp-te
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] mpls te
[LSRB-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls
[LSRB-Vlanif20] mpls te
[LSRB-Vlanif20] mpls rsvp-te
[LSRB-Vlanif20] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.3
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] mpls te
[LSRC-mpls] mpls rsvp-te
[LSRC-mpls] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
[LSRC-Vlanif20] mpls te
[LSRC-Vlanif20] mpls rsvp-te
[LSRC-Vlanif20] quit
```

步骤 4 配置 IS-IS TE 并使能 IS-IS GR

配置 LSRA。

```
[LSRA] isis 1
[LSRA-isis-1] cost-style wide
[LSRA-isis-1] is-name LSRA
[LSRA-isis-1] traffic-eng level-2
[LSRA-isis-1] graceful-restart
[LSRA-isis-1] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] isis 1
[LSRB-isis-1] cost-style wide
[LSRB-isis-1] is-name LSRB
[LSRB-isis-1] traffic-eng level-2
[LSRB-isis-1] graceful-restart
[LSRB-isis-1] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] isis 1
[LSRC-isis-1] cost-style wide
[LSRC-isis-1] is-name LSRC
[LSRC-isis-1] traffic-eng level-2
[LSRC-isis-1] graceful-restart
[LSRC-isis-1] quit
```

步骤 5 配置 MPLS TE 隧道

在 LSRA 配置 MPLS TE 隧道。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 3.3.3.3
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/0] quit
```

配置完成后，在 LSRA 执行 **display interface tunnel** 命令可以看到隧道接口状态为 Up。

```
[LSRA] display interface tunnel
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
...
```

步骤 6 使能 RSVP GR

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te hello
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te hello full-gr
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te hello
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] mpls rsvp-te hello
[LSRB-mpls] mpls rsvp-te hello full-gr
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls rsvp-te hello
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls rsvp-te hello
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] mpls rsvp-te hello
[LSRC-mpls] mpls rsvp-te hello full-gr
[LSRC-mpls] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls rsvp-te hello
```

步骤 7 检查配置结果

配置完成后，在 LSRB 执行 **display mpls rsvp-te graceful-restart** 命令可以看到本地 GR 的状态、重启时间、恢复时间。

```
[LSRB] display mpls rsvp-te graceful-restart
Display Mpls Rsvp te graceful restart information
 LSR ID: 2.2.2.2
 Graceful-Restart Capability:    GR-Self GR-Support
 Restart Time:  90060 Milli Second
 Recovery Time: 0 Milli Second
 GR Status:  Restart time Not going on
 Number of Restarting neighbors: 2
 Received Gr Path message count: 2
 Send Gr Path message count: 0
 Received RecoveryPath message count: 2
 Send RecoveryPath message count: 0.
```

在 LSRB 执行 **display mpls rsvp-te graceful-restart peer** 命令可以看到邻居节点 GR 状态。

```
 [LSRB] display mpls rsvp-te graceful-restart peer
 Neighbor on Interface Vlanif10
 Neighbor Addr: 10.1.1.1              Last Attribute: Added Usually
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
SrcInstance: 0x6D26AC96              NbrSrcInstance: 0x6AF79302
Neighbor Capability:
          Can Do Self GR
          Can Support GR
GR Status:          Normal
Restart Time:  90000 Millisecond
Recovery Time: 0 Millisecond
Stored GR message number: 0
PSB Count: 0                         RSB Count: 1
Total to be Recover PSB Count: 0     Recovered PSB Count: 0
Total to be Recover RSB Count: 0     Recovered RSB Count: 0
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
  mpls rsvp-te hello
  mpls rsvp-te hello full-gr
#
isis 1
 graceful-restart
 is-level level-2
 cost-style wide
 is-name LSRA
 network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te commit
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 10 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls rsvp-te hello
  mpls rsvp-te hello full-gr
#
isis 1
 graceful-restart
 is-level level-2
 cost-style wide
 is-name LSRB
 network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface Vlanif20
ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls rsvp-te hello
  mpls rsvp-te hello full-gr
#
isis 1
 graceful-restart
 is-level level-2
 cost-style wide
 is-name LSRC
 network-entity 00.0005.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

配置静态 BFD for CR-LSP 示例

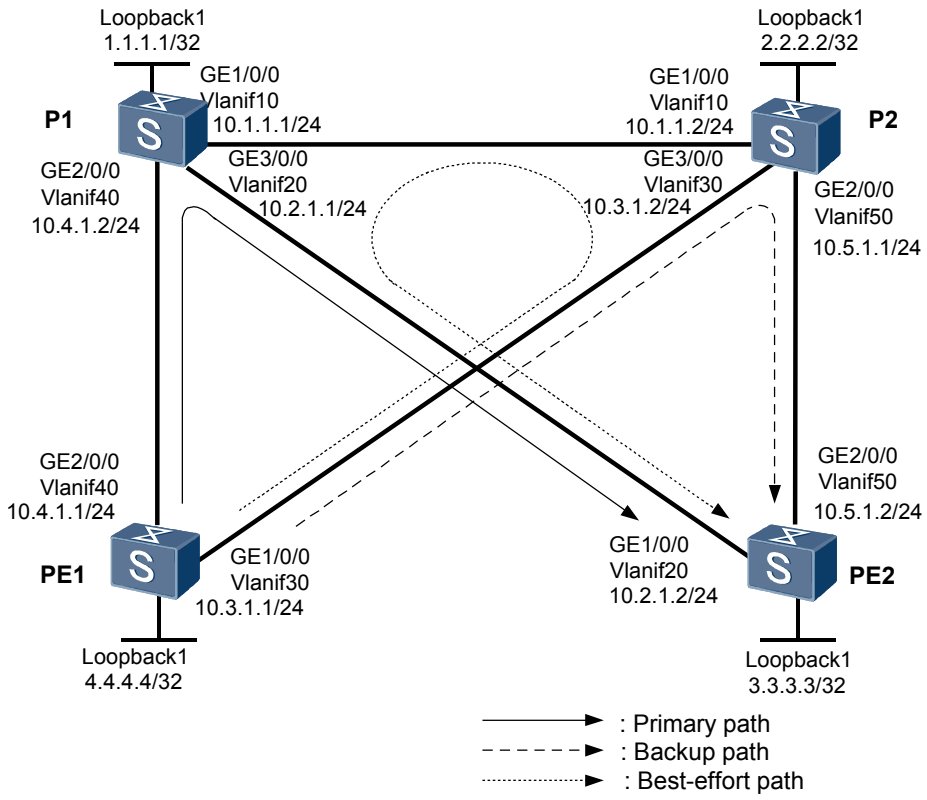
组网需求

图 6-316 为 CR-LSP 热备份组网图。PE1 上建立了一条 TE 隧道，目的地址为 PE2。该隧道使能了热备份且配置了逃生路径。当主 CR-LSP 故障时，流量切换到备份 CR-LSP；当主 CR-LSP 故障恢复，延时 15 秒后再进行流量回切。如果主、备 CR-LSP 都故障，触发建立逃生路径，使流量切换到逃生路径上。

现要求配置两个静态 BFD 会话，分别检测主、备 CR-LSP，使得：

- 主 CR-LSP 故障时，将流量快速切换到备份 CR-LSP；
- 在主 CR-LSP 恢复后的延时回切时间（15 秒）内，如果备份 CR-LSP 故障，可快速感知故障并将流量回切到主 CR-LSP。

图 6-316 CR-LSP 热备份组网示意图



版权所有 © 华为技术有限公司

在本例中，P 和 PE 设备都是交换机设备。

配置思路

采用如下思路配置动态 BFD for CR-LSP：

1. 按照**配置 CR-LSP 热备份示例**配置 CR-LSP 热备份.
2. 在 PE1 上建立两个 BFD 会话，绑定 CR-LSP，分别检测主 CR-LSP 和备份 CR-LSP；PE2 上配置两个 BFD 会话，绑定 IP（PE2-->PE1 路由可达即可）。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- BFD 配置名、本地标识符和远端标识符
- BFD 报文最小接收时间间隔和最小发送时间间隔
- BFD 本地检测倍数
- 需要准备的其他数据请参见**配置 CR-LSP 热备份示例**

操作步骤

步骤 1 配置 CR-LSP 热备份

按照**配置 CR-LSP 热备份示例**配置主、备 CR-LSP 和逃生路径。

步骤 2 配置 BFD for CR-LSP

在 PE1 和 PE2 之间建立 BFD 会话检测主、备 CR-LSP 故障。PE1 上的 BFD 会话绑定 CR-LSP，PE2 上的 BFD 会话绑定 IP。指定发送 BFD 报文的最小时间间隔和允许接收 BFD 报文的最小时间间隔为 100 毫秒，BFD 本地检测倍数为 3。

配置 PE1。

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] bfd mainlsptope2 bind mpls-te interface tunnel1/0/0 te-lsp
[PE1-bfd-lsp-session-mainlsptope2] discriminator local 413
[PE1-bfd-lsp-session-mainlsptope2] discriminator remote 314
[PE1-bfd-lsp-session-mainlsptope2] min-tx-interval 100
[PE1-bfd-lsp-session-mainlsptope2] min-rx-interval 100
[PE1-bfd-lsp-session-mainlsptope2] detect-multiplier 3
[PE1-bfd-lsp-session-mainlsptope2] process-pst
[PE1-bfd-lsp-session-mainlsptope2] commit
[PE1-bfd-lsp-session-mainlsptope2] quit
[PE1] bfd backuplsptope2 bind mpls-te interface tunnel1/0/0 te-lsp backup
[PE1-bfd-lsp-session-backuplsptope2] discriminator local 423
[PE1-bfd-lsp-session-backuplsptope2] discriminator remote 324
[PE1-bfd-lsp-session-backuplsptope2] min-tx-interval 100
[PE1-bfd-lsp-session-backuplsptope2] min-rx-interval 100
[PE1-bfd-lsp-session-backuplsptope2] detect-multiplier 3
[PE1-bfd-lsp-session-backuplsptope2] process-pst
[PE1-bfd-lsp-session-backuplsptope2] commit
[PE1-bfd-lsp-session-backuplsptope2] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bfd
[PE2-bfd] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] bfd mainlsptope2 bind peer-ip 4.4.4.4
[PE2-bfd-lsp-session-mainlsptope2] discriminator local 314
[PE2-bfd-lsp-session-mainlsptope2] discriminator remote 413
[PE2-bfd-lsp-session-mainlsptope2] min-tx-interval 100
[PE2-bfd-lsp-session-mainlsptope2] min-rx-interval 100
[PE2-bfd-lsp-session-mainlsptope2] detect-multiplier 3
[PE2-bfd-lsp-session-mainlsptope2] commit
[PE2-bfd-lsp-session-mainlsptope2] quit
[PE2] bfd backuplsptope2 bind peer-ip 4.4.4.4
[PE2-bfd-lsp-session-backuplsptope2] discriminator local 324
[PE2-bfd-lsp-session-backuplsptope2] discriminator remote 423
[PE2-bfd-lsp-session-backuplsptope2] min-tx-interval 100
[PE2-bfd-lsp-session-backuplsptope2] min-rx-interval 100
[PE2-bfd-lsp-session-backuplsptope2] detect-multiplier 3
[PE2-bfd-lsp-session-backuplsptope2] commit
[PE2-bfd-lsp-session-backuplsptope2] quit
```

完成此步骤后，在 PE1 和 PE2 上执行 **display bfd session discriminator** *local-discriminator-value*，可发现 BFD 会话状态为 Up。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bfd session discriminator 413
--------------------------------------------------------------------------------
Local  Remote PeerIpAddr          State     Type         InterfaceName
--------------------------------------------------------------------------------
413    314    3.3.3.3             Up       S_TE_LSP      Tunnel1/0/0
--------------------------------------------------------------------------------
[PE1] display bfd session discriminator 423
--------------------------------------------------------------------------------
Local  Remote PeerIpAddr          State     Type         InterfaceName
--------------------------------------------------------------------------------
423    324    3.3.3.3             Up       S_TE_LSP      Tunnel1/0/0
--------------------------------------------------------------------------------
```

步骤 3 检查配置结果

将同一台测试仪的两个接口（Port1 和 Port2）分别接入 PE1 和 PE2，从 Port1 向 Port2 打 MPLS 流（注意标签值的设置）。可发现当拔出 PE1 或 P1 上的 GE2/0/0 接口的线缆时，故障收敛时间为毫秒级。

插入拔出的 GE2/0/0 接口的线缆并在 15 秒内拔出 PE1 的 GE1/0/0 接口线缆时，可发现故障收敛时间为毫秒级。

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 30 40
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path backup
  next hop 10.3.1.2
  next hop 10.5.1.2
  next hop 3.3.3.3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 explicit-path main
  next hop 10.4.1.2
  next hop 10.2.1.2
  next hop 3.3.3.3
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te record-route
 mpls te path explicit-path main
 mpls te path explicit-path backup secondary
 mpls te backup hot-standby wtr 15
 mpls te backup ordinary best-effort
 mpls te commit
#
bfd backuplsptope2 bind mpls-te interface Tunnel1/0/0 te-lsp backup
 discriminator local 423
 discriminator remote 324
 min-tx-interval 100
 min-rx-interval 100
 process-pst
 commit
#
bfd mainlsptope2 bind mpls-te interface Tunnel1/0/0 te-lsp
 discriminator local 413
 discriminator remote 314
 min-tx-interval 100
 min-rx-interval 100
 process-pst
 commit
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 10 20 40
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 10 30 50
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 10.5.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 20 50
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 10.5.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

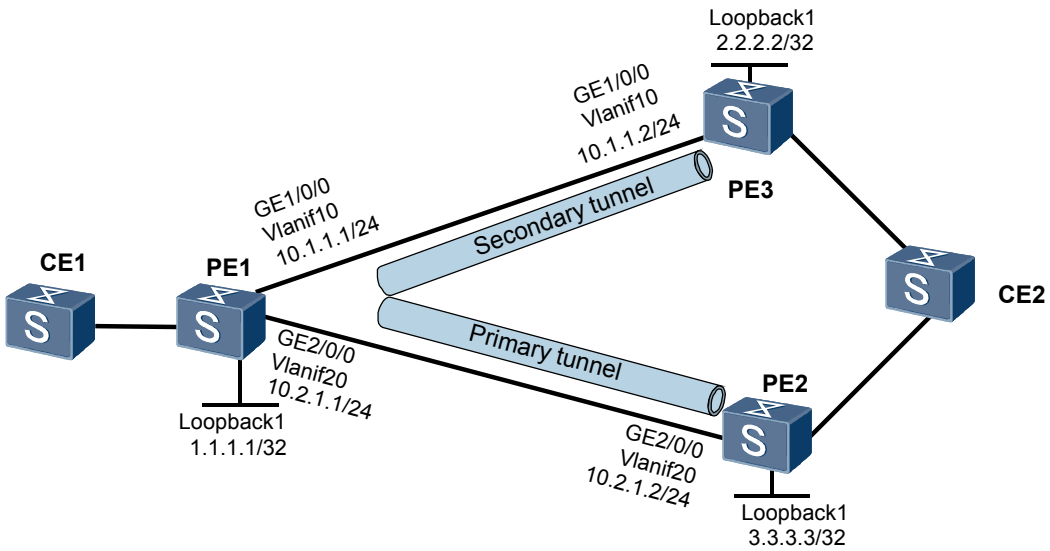
```
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bfd backuplsptope2 bind peer-ip 4.4.4.4
 discriminator local 324
 discriminator remote 423
 min-tx-interval 100
 min-rx-interval 100
 commit
#
bfd mainlsptope2 bind peer-ip 4.4.4.4
 discriminator local 314
 discriminator remote 413
 min-tx-interval 100
 min-rx-interval 100
 commit
#
return
```

配置静态 BFD for TE 示例

组网需求

图 6-317 为 MPLS 网络，其中 PE 和 CE 设备都是交换机。在 PE1 上配置了 VPN FRR，使用 MPLS TE 隧道。其中 VPN FRR 使用的主路径是 PE1->PE2，备份路径是 PE1->PE3。当网络没有故障时，使用主路径传输 VPN 流量，当主路径出现故障时，VPN 流量切换到备份路径上。要求配置 BFD for TE 检测主路径的隧道，使 VPN 能快速感知隧道故障，进行流量切换，减少故障时间。

图 6-317 静态 BFD for TE 组网示意图



版权所有 © 华为技术有限公司

说明

为简单起见，图中省略了 PE 和 CE 之间的 IP 地址。

配置思路

采用如下思路配置静态 BFD for TE：

1. 配置 MPLS 网络，在 PE1 和 PE2 之间，及 PE1 和 PE3 之间建立双向 TE 隧道。
2. 部署 VPN FRR。
3. 在 PE1、PE2、PE3 上使能全局 BFD 能力。
4. 在 PE1 上配置 BFD 会话，检测主路径上的 TE 隧道。
5. 在 PE2 和 PE3 配置 BFD 会话，指定 BFD 的反向通道为 TE 隧道。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- IGP 协议类型及配置 IGP 所需数据
- BGP 的 AS 号、BGP 会话接口
- MPLS LSR-ID
- 隧道接口编号及使用的显式路径
- VPN 实例的名称、RD 和 Route-Target
- 隧道策略的名称
- PE1 上配置 VPN FRR 所需数据，如 IP 前缀名称、路由策略名称
- BFD 的名称、本地和远端标识符

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

根据组网图为配置 IP 地址，并在节点上创建 Loopback 接口，配置 Loopback 接口的 IP 地址为 MPLS LSR-ID。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 2 配置 IGP

在各个节点上配置 OSPF 或 IS-IS，使 PE1 和 PE2 能互通，PE1 和 PE3 能互通。本例使用 OSPF，具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力

在各个节点的系统视图下配置 LSR-ID，使能 MPLS，并在物理接口下使能 MPLS。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 4 配置 MPLS TE 基本能力

在各个节点的 MPLS 视图和物理接口视图下使能 MPLS-TE、MPLS RSVP-TE。

步骤 5 配置 OSPF TE，并配置 CSPF

在各个节点上配置 OSPF TE，并在 PE1 上配置 CSPF。具体配置过程请参见配置 RSVP-TE 隧道。

步骤 6 配置 Tunnel 接口

版权所有 © 华为技术有限公司

在 PE1、PE2 和 PE3 上配置显式路径，其中 PE1 上需创建两个显式路径。

配置 PE1。

```
<PE1>system-view
[PE1] explicit-path tope2
[PE1-explicit-path-tope2] next hop 10.2.1.2
[PE1-explicit-path-tope2] next hop 3.3.3.3
[PE1-explicit-path-tope2] quit
[PE1] explicit-path tope3
[PE1-explicit-path-tope3] next hop 10.1.1.2
[PE1-explicit-path-tope3] next hop 2.2.2.2
[PE1-explicit-path-tope3] quit
```

配置 PE2。

```
<PE2>system-view
[PE2] explicit-path tope1
[PE2-explicit-path-tope1] next hop 10.2.1.1
[PE2-explicit-path-tope1] next hop 1.1.1.1
[PE2-explicit-path-tope1] quit
```

配置 PE3。

```
<PE3> system-view
[PE3] explicit-path tope1
[PE3-explicit-path-tope1] next hop 10.1.1.1
[PE3-explicit-path-tope1] next hop 1.1.1.1
[PE3-explicit-path-tope1] quit
```

在 PE1、PE2 和 PE3 上创建 Tunnel 接口，配置显式路径，并配置绑定，预留给 VPN 使用。其中 PE1 上需创建两个 Tunnel 接口。

配置 PE1。

```
[PE1] interface tunnel 2/0/0
[PE1-Tunnel2/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE1-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel2/0/0] destination 3.3.3.3
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te tunnel-id 200
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te path explicit-path tope2
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[PE1-Tunnel2/0/0] quit
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/0] destination 2.2.2.2
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path tope3
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE1-Tunnel1/0/0] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface tunnel 2/0/0
[PE2-Tunnel2/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE2-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE2-Tunnel2/0/0] destination 1.1.1.1
[PE2-Tunnel2/0/0] mpls te tunnel-id 200
[PE2-Tunnel2/0/0] mpls te path explicit-path tope1
[PE2-Tunnel2/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE2-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[PE2-Tunnel2/0/0] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] interface tunnel 1/0/0
[PE3-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE3-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE3-Tunnel1/0/0] destination 1.1.1.1
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path tope1
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE3-Tunnel1/0/0] quit
```

完成此步骤后，在 PE 上执行 **display mpls te tunnel-interface tunnel** *interface-number*，可发现在 PE1 的 Tunnel1/0/0 和 Tunnel2/0/0、PE2 的 Tunnel2/0/0 和 PE3 的 Tunnel1/0/0 的状态都为“CR-LSP is Up”。

步骤 7 配置 VPN FRR

在 PE1、PE2 和 PE3 上配置 VPN 实例，VPN 实例名都设置为 vpn1，RD 分别为 100:1、100:2 和 100:3，Rout-Target 属性都为 100:1。并接入 CE 设备。具体配置过程略。

在 PE1 和 PE2 之间，及 PE1 和 PE3 之间建立 MP-IBGP 对等体。PE1、PE2 和 PE3 上的 BGP AS 号都为 100，使用 Loopback1 作为 BGP 会话接口。具体配置过程略。

在 PE1、PE2 和 PE3 上配置隧道策略，并应用到 VPN 实例中。

配置 PE1。

```
[PE1] tunnel-policy policy1
[PE1-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 3.3.3.3 te tunnel 2/0/0
[PE1-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 2.2.2.2 te tunnel 1/0/0
[PE1-tunnel-policy-policy1] quit
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] tnl-policy policy1
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] tunnel-policy policy1
[PE2-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 1.1.1.1 te tunnel 2/0/0
[PE2-tunnel-policy-policy1] quit
[PE2] ip vpn-instance vpn1
[PE2-vpn-instance-vpn1] tnl-policy policy1
[PE2-vpn-instance-vpn1] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] tunnel-policy policy1
[PE3-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 1.1.1.1 te tunnel 1/0/0
[PE3-tunnel-policy-policy1] quit
[PE3] ip vpn-instance vpn1
[PE3-vpn-instance-vpn1] tnl-policy policy1
[PE3-vpn-instance-vpn1] quit
```

在 PE1 上配置 VPN FRR。

```
[PE1] ip ip-prefix vpn_frr_list permit 3.3.3.3 32
[PE1] route-policy vpn_frr_rp permit node 10
[PE1-route-policy] if-match ip next-hop ip-prefix vpn_frr_list
[PE1-route-policy] apply backup-nexthop 2.2.2.2
[PE1-route-policy] quit
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn frr route-policy vpn_frr_rp
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
```

完成此步骤后，CE 之间可以互通，且流量经过 PE1 和 PE2。当拔出 PE1 和 PE2 之间任意一个接口的线缆，或 Swith 节点故障，或 PE2 故障时，VPN 流量被切换到备份路径 PE1->PE3 上。故障收敛时间几乎为 IGP 的收敛时间。

步骤 8 配置 BFD for TE

版权所有 © 华为技术有限公司

在 PE1 上配置 BFD 会话，检测主路径上的 TE 隧道。并指定发送 BFD 报文的最小时间间隔和允许接收 BFD 报文的最小时间间隔，以及 BFD 本地检测倍数。

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] bfd test bind mpls-te interface tunnel2/0/0
[PE1-bfd-lsp-session-test] discriminator local 12
[PE1-bfd-lsp-session-test] discriminator remote 21
[PE1-bfd-lsp-session-test] min-tx-interval 100
[PE1-bfd-lsp-session-test] min-rx-interval 100
[PE1-bfd-lsp-session-test] detect-multiplier 3
[PE1-bfd-lsp-session-test] process-pst
[PE1-bfd-lsp-session-test] commit
```

在 PE2 上配置 BFD 会话，指定 BFD 的反向通道为 TE 隧道。并指定发送 BFD 报文的最小时间间隔和允许接收 BFD 报文的最小时间间隔，以及 BFD 本地检测倍数。

```
[PE2] bfd
[PE2-bfd] quit
[PE2] bfd test bind mpls-te interface tunnel2/0/0
[PE2-bfd-lsp-session-test] discriminator local 21
[PE2-bfd-lsp-session-test] discriminator remote 12
[PE2-bfd-lsp-session-test] min-tx-interval 100
[PE2-bfd-lsp-session-test] min-rx-interval 100
[PE2-bfd-lsp-session-test] detect-multiplier 3
[PE2-bfd-lsp-session-test] commit
```

完成此步骤后，在 PE1 和 PE2 上执行命令 **display bfd session** { **all** | **discriminator** *discr-value* | **mpls-te** | [**slot** *slot-id*] [**verbose**]命令，可发现 BFD 会话状态为 Up。

步骤 9 检查配置结果

将同一台测试仪的两个接口（Port1 和 Port2）分别接入 CE1 和 CE2，从 Port1 向 Port2 打流，可发现当拔出 PE1 和 PE2 之间任意一个接口的线缆时，故障时间为毫秒级。

----结束

配置文件

说明

本例省略了 CE1 和 CE2 的配置文件，及 PE 接入 CE 的相关配置。

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn frr route-policy vpn_frr_rp
 tnl-policy policy1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path tope2
  next hop 10.2.1.2
  next hop 3.3.3.3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 explicit-path tope3
  next hop 10.1.1.2
  next hop 2.2.2.2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 2.2.2.2
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te path explicit-path tope3
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
interface Tunnel2/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 200
 mpls te path explicit-path tope2
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.3 as-number 100
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.2 enable
  peer 3.3.3.3 enable
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.2 enable
  peer 3.3.3.3 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route direct
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
route-policy vpn_frr_rp permit node 10
 if-match ip next-hop ip-prefix vpn_frr_list
 apply backup-nexthop 2.2.2.2
#
ip ip-prefix vpn_frr_list permit 3.3.3.3 32
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 3.3.3.3 te Tunnel2/0/0
 tunnel binding destination 2.2.2.2 te Tunnel1/0/0
#
bfd test bind mpls-te interface Tunnel2/0/0
 discriminator local 12
 discriminator remote 21
 min-tx-interval 100
 min-rx-interval 100
 commit
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 20
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:2
 tnl-policy policy1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path tope1
  next hop 10.2.1.1
  next hop 1.1.1.1
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
interface Tunnel2/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.1
 mpls te tunnel-id 200
 mpls te path explicit-path tope1
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
bgp 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route direct
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 1.1.1.1 te Tunnel2/0/0
#
bfd test bind mpls-te interface Tunnel2/0/0
 discriminator local 21
 discriminator remote 12
 min-tx-interval 100
 min-rx-interval 100
 process-pst
 commit
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 10
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:3
 tnl-policy policy1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path tope1
  next hop 10.1.1.1
  next hop 1.1.1.1
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.1
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te path explicit-path tope1
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route direct
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.3
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 1.1.1.1 te Tunnel1/0/0
#
return
```

配置动态 BFD for CR-LSP 示例

组网需求

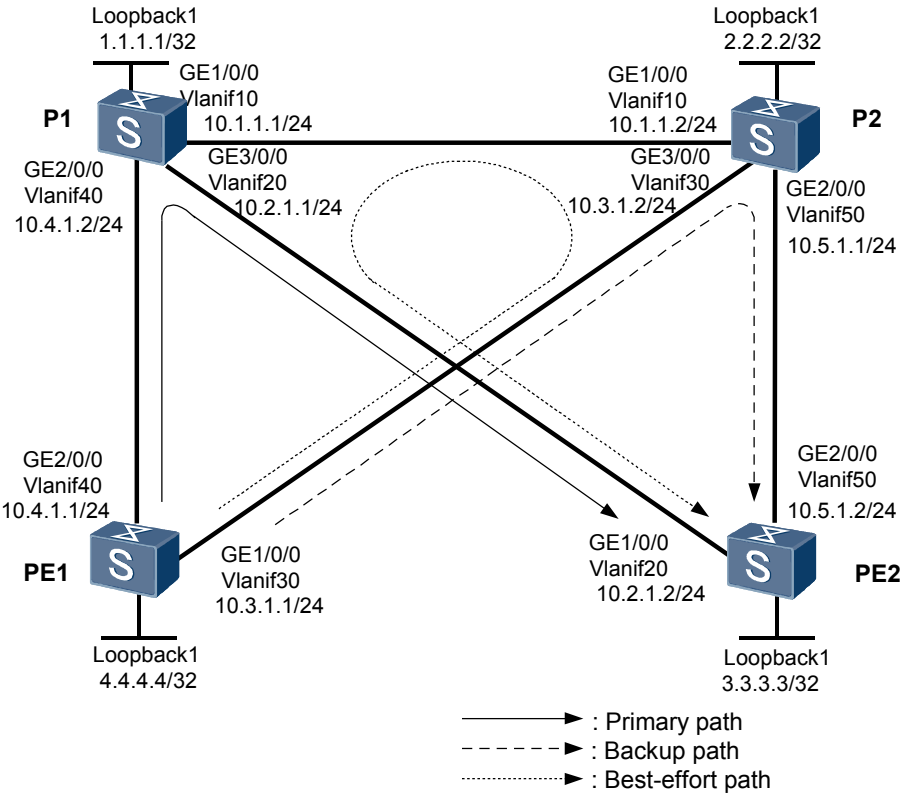
图 6-318 为 CR-LSP 热备份组网图。PE1 上建立了一条 TE 隧道，目的地址为 PE2。该隧道使能了热备份且配置了逃生路径。当主 CR-LSP 故障时，流量切换到备份 CR-LSP；当主 CR-LSP 故障恢复，延时 15 秒后再进行流量回切。如果主、备 CR-LSP 都故障，触发建立逃生路径，使流量切换到逃生路径上。

现要求配置动态 BFD for CR-LSP 检测主、备 CR-LSP，使得：

- 主 CR-LSP 故障时，流量快速切换到备份 CR-LSP；
- 在主 CR-LSP 恢复后的延时回切时间（15 秒）内，如果备份 CR-LSP 故障，可快速感知故障并将流量回切到主 CR-LSP。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-318 CR-LSP 热备份组网示意图



说明

相对静态 BFD 而言，动态 BFD 配置简单，且使用动态 BFD 可减少 BFD 会话数目，即可以减少网络上的 BFD 报文数，节约网络资源。因为使用动态 BFD 检测，同一时间内一个 Tunnel 接口只建立了一个 BFD 会话。

配置思路

采用如下思路配置动态 BFD for CR-LSP：

1. 按照**配置 CR-LSP 热备份示例**配置 CR-LSP 热备份
2. 在隧道 Ingress 端使能 BFD，配置 MPLS TE BFD，并指定本地发送 BFD 报文的最小时间间隔和允许接收 BFD 报文的最小时间间隔，以及 BFD 本地检测倍数。
3. 在 Egress 端使能被动创建 BFD 会话。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- Ingress 端发送 BFD 报文的最小时间间隔和允许接收的最小时间间隔（缺省值取决于许可证文件）
- Ingress 端的 BFD 本地检测倍数（缺省值取决于许可证文件）
- 其他需准备的数据请参见**配置 CR-LSP 热备份示例**

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置 CR-LSP 热备份

按照**配置 CR-LSP 热备份示例**配置主、备 CR-LSP 和逃生路径。

步骤 2 在隧道 Ingress 端使能 BFD 并配置 MPLS TE BFD

在 PE1 上的 Tunnel 接口下使能 MPLS TE BFD，并指定本地发送 BFD 报文的最小时间间隔和允许接收的最小时间间隔都为 100 毫秒，BFD 本地检测倍数为 3。

```
<PE1> system-view
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te bfd enable
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 3
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
```

步骤 3 在隧道 Egress 端使能被动创建 BFD 会话

```
<PE2> system-view
[PE2] bfd
[PE2-bfd] mpls-passive
[PE2-bfd] quit
```

完成此步骤后，在 PE1 和 PE2 上执行 **display bfd session discriminator** *local-discriminator-value*，可发现 BFD 会话状态为 Up。

```
[PE1] display bfd se mpls-te interface Tunnel 1/0/0 te-lsp
--------------------------------------------------------------------------------
Local Remote     PeerIpAddr      State     Type        InterfaceName
--------------------------------------------------------------------------------
8193  8193       3.3.3.3         Up        D_TE_LSP    Tunnel0/0/1
--------------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

步骤 4 检查配置结果

将同一台测试仪的两个接口（Port1 和 Port2）分别接入 PE1 和 PE2，从 Port1 向 Port2 打 MPLS 流（注意标签值的设置）。可发现当拔出 PE1 或 P1 上的 GE2/0/0 接口的线缆时，故障收敛时间为毫秒级。

插入拔出的 GE2/0/0 接口的线缆并在 15 秒内拔出 PE1 的 GE1/0/0 接口线缆时，可发现故障收敛时间为毫秒级。

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 30 40
#
bfd
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path backup
  next hop 10.3.1.2
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
  next hop 10.5.1.2
  next hop 3.3.3.3
#
 explicit-path main
  next hop 10.4.1.2
  next hop 10.2.1.2
  next hop 3.3.3.3
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te bfd enable
 mpls te record-route
 mpls te path explicit-path main
 mpls te path explicit-path backup secondary
 mpls te backup hot-standby wtr 15
 mpls te backup ordinary best-effort
 mpls te bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 3
 mpls te commit
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 10 20 40
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-1-2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 10 30 50
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif50
 ip address 10.5.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 bfd
 mpls-passive
#
 vlan batch 20 50
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif50
 ip address 10.5.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

配置动态 BFD for RSVP 示例

组网需求

图 6-319 为 MPLS 网络,P 和 PE 设备都是交换机。在 PE1 和 PE2 之间建立了一条 MPLS TE 隧道，并且以 P1 作为 PLR 节点，PE1 作为 MP 节点配置了 TE FRR，其主 CR-LSP 的路径是 PE1-->P1-->P2-->PE2，bypass CR-LSP 的路径是 P1-->P3-->PE2。此外，在每个节点上都部署了 RSVP GR。

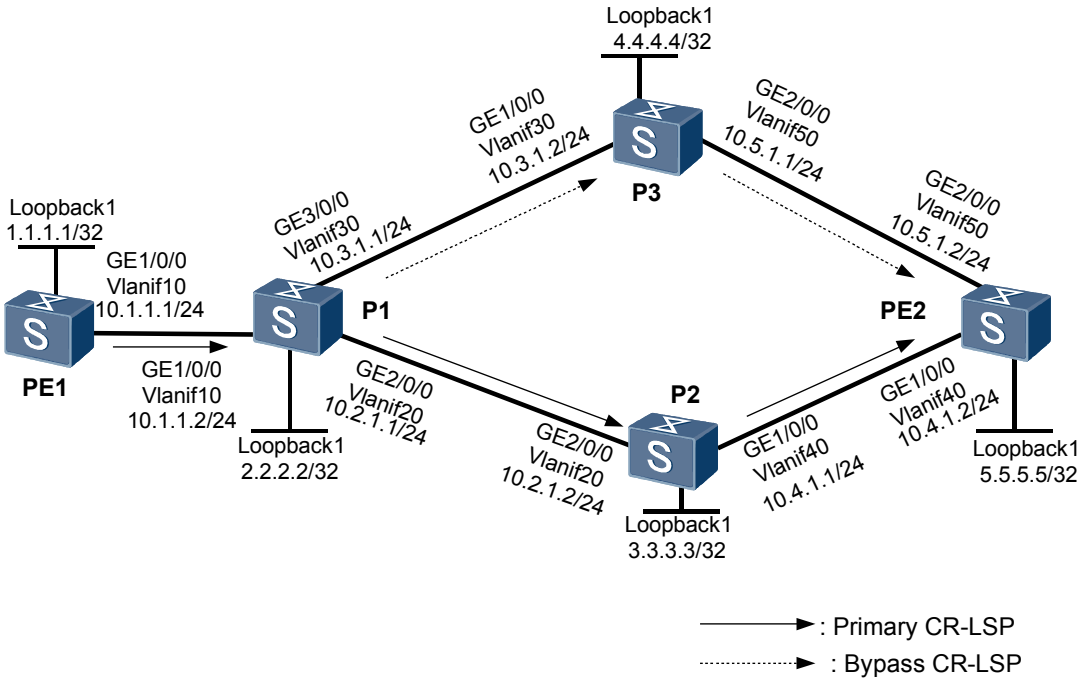
当以下任一种情况发生时，P1 都无法辨别是链路故障还是邻居在做 RSVP GR，因此 P1 无法确定是否该进行 TE FRR 切换：

- 当 P2 节点处于 RSVP GR 状态
- P1 和 P2 之间的链路故障

缺省情况下，RSVP 发送 Hello 报文的时间间隔为 3 秒，宣告邻居 down 的时间即相邻节点失效的时间为 Hello 报文间隔的 3 倍。因此，节点感知到 RSVP 邻居故障的时间最短是秒级。而 BFD 可以提供毫秒级别的故障检测时间。

因此，如果在上述组网中部署 BFD for RSVP，当 P1 和 P2 之间的链路发生故障时，P1 能正确感知故障而进行 TE FRR 的切换。

图 6-319 BFD for RSVP 组网图



配置思路

采用如下思路配置动态 BFD for RSVP：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置各接口 IP 地址和 IGP 使各节点互通。并使能 IGP GR，要支持 RSVP GR 需要配置 IGP GR。
2. 配置 MPLS 网络并配置 MPLS TE 基本能力。
3. 配置主隧道和旁路隧道的显式路径。
4. 在 PE1 上创建 TE 主隧道接口并使能 TE FRR，在 P1 配置旁路隧道。
5. 在所有 LSR 上配置 RSVP GR，并在 P1 和 PE2 之间建立 Hello 会话。

   说明

   对于部署 TE FRR 的网络，配置 RSVP GR 时，需要在旁路隧道的 PLR 节点和 MP 节点间建立 hello 会话。否则，当主隧道故障时，流量切换到旁路隧道，此时如果 PLR 或 MP 节点进行 RSVP GR，主隧道会变为 Down 状态。
6. 在 P1 和 P2 上配置 BFD for RSVP。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- IGP 协议类型及配置 IGP 所需数据
- MPLS LSR-ID
- 主隧道接口编号及使用的显示路径
- 旁路隧道接口编号及使用的显示路径
- 旁路隧道所要保护的接口
- 发送 BFD 报文的最小时间间隔和允许接收 BFD 报文的最小时间间隔（缺省值取决于许可证文件）
- BFD 本地检测倍数（缺省值取决于许可证文件）

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，配置各 VLANIF 接口的 IP 地址

根据组网图为各接口配置 IP 地址，并在节点上创建 Loopback 接口，配置 Loopback 接口的 IP 地址为 MPLS LSR-ID。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 2 配置 IGP 并配置 IGP GR

在各个节点上配置 OSPF 或 IS-IS，使各节点能互通，并配置 IGP GR 以支持 RSVP GR。本例使用 OSPF。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力

在各个节点的系统视图下配置 LSR-ID，使能 MPLS，并在物理接口下使能 MPLS。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 4 配置 MPLS TE 基本能力

在各个节点的 MPLS 视图和物理接口视图下使能 MPLS-TE、MPLS RSVP-TE。具体配置内容请参见本例的配置文件。

步骤 5 配置 OSPF TE，并配置 CSPF

在各个节点上配置 OSPF TE，并在 PE1 和 P1 上配置 CSPF。具体配置过程请参见**配置 RSVP-TE 隧道**。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 配置主隧道

在 PE1 上配置主隧道的显式路径。

```
<PE1> system-view
[PE1] explicit-path tope2
[PE1-explicit-path-tope2] next hop 10.1.1.2
[PE1-explicit-path-tope2] next hop 10.2.1.2
[PE1-explicit-path-tope2] next hop 10.4.1.2
[PE1-explicit-path-tope2] next hop 5.5.5.5
[PE1-explicit-path-tope2] quit
```

在 PE1 上创建 Tunnel 接口，指定显式路径，并使能 TE FRR。

```
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/0] destination 5.5.5.5
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path tope2
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te fast-reroute
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE1-Tunnel1/0/0] quit
```

完成此步骤后，在 PE1 上执行 **display mpls te tunnel-interface tunnel** *interface-number*，可发现在 PE1 的 Tunnel1/0/0 的状态都为“CR-LSP is Up”。

步骤 7 配置旁路隧道

在 P1 上配置旁路隧道的显示路径。

```
<P1> system-view
[P1] explicit-path tope2
[P1-explicit-path-tope2] next hop 10.3.1.2
[P1-explicit-path-tope2] next hop 10.5.1.2
[P1-explicit-path-tope2] next hop 5.5.5.5
[P1-explicit-path-tope2] quit
```

在 P1 上配置旁路隧道接口。指定显式路径，并指定旁路隧道要保护的物理接口。

```
[P1] interface tunnel 3/0/0
[P1-Tunnel3/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[P1-Tunnel3/0/0] tunnel-protocol mpls te
[P1-Tunnel3/0/0] destination 5.5.5.5
[P1-Tunnel3/0/0] mpls te tunnel-id 300
[P1-Tunnel3/0/0] mpls te path explicit-path tope2
[P1-Tunnel3/0/0] mpls te bypass-tunnel
[P1-Tunnel3/0/0] mpls te protected-interface vlanif 20
[P1-Tunnel3/0/0] mpls te commit
[P1-Tunnel3/0/0] quit
```

步骤 8 配置 RSVP GR,在所有 LSR 上配置 RSVP GR，并在 P1 和 PE2 之间建立 Hello 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls
[PE1-mpls] mpls rsvp-te hello
[PE1-mpls] mpls rsvp-te hello full-gr
[PE1-mpls] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls rsvp-te hello
```

配置 P1。

```
[P1] mpls
[P1-mpls] mpls rsvp-te hello
[P1-mpls] mpls rsvp-te hello full-gr
[P1-mpls] mpls rsvp-te hello nodeid-session 5.5.5.5
[P1-mpls] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P1] interface vlanif 10
[P1-Vlanif10] mpls rsvp-te hello
[P1-Vlanif10] quit
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls rsvp-te hello
[P1-Vlanif20] quit
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] mpls rsvp-te hello
[P1-Vlanif30] quit
```

配置 P2。

```
[P2] mpls
[P2-mpls] mpls rsvp-te hello
[P2-mpls] mpls rsvp-te hello full-gr
[P2-mpls] quit
[P2] vlanif 40
[P2-Vlanif40] mpls rsvp-te hello
[P2-Vlanif40] quit
[P2] interface vlanif 20
[P2-Vlanif20] mpls rsvp-te hello
[P2-Vlanif20] quit
```

配置 P3。

```
[P3] mpls
[P3-mpls] mpls rsvp-te hello
[P3-mpls] mpls rsvp-te hello full-gr
[P3-mpls] quit
[P3] interface vlanif 30
[P3-Vlanif30] mpls rsvp-te hello
[P3-Vlanif30] quit
[P3] interface vlanif 50
[P3-Vlanif50] mpls rsvp-te hello
[P3-Vlanif50] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls
[PE2-mpls] mpls rsvp-te hello
[PE2-mpls] mpls rsvp-te hello full-gr
[PE2-mpls] mpls rsvp-te hello nodeid-session 2.2.2.2
[PE2-mpls] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] mpls rsvp-te hello
[PE2-Vlanif40] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] mpls rsvp-te hello
[PE2-Vlanif50] quit
```

步骤 9 配置 BFD for RSVP

在 P1 和 P2 上的 Vlanif20 接口上使能 BFD for RSVP，并指定发送 BFD 报文的最小时间间隔和允许接收 BFD 报文的最小时间间隔，以及 BFD 本地检测倍数。

配置 P1。

```
[P1] bfd
[P1-bfd] quit
[P1] interface  vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls rsvp-te bfd enable
[P1-Vlanif20] mpls rsvp-te bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 3
[P1-Vlanif20] quit
```

配置 P2。

```
[P2] bfd
[P2-bfd] quit
[P2] interface vlanif 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P2-Vlanif20] mpls rsvp-te bfd enable
[P2-Vlanif20] mpls rsvp-te bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 3
[P2-Vlanif2] quit
```

完成此步骤后，在 PE1 和 PE2 上执行命令 **display mpls rsvp-te bfd session** { **all** | **interface** *interface-name* | **peer** *ip-addr* }命令，可发现 BFD 会话状态为 Up。

步骤 10 检查配置结果

将同一台测试仪的两个接口（Port1 和 Port2）分别接入 PE1 和 PE2，从 Port1 向 Port2 打 MPLS 流（注意标签值的设置）。可发现当拔出 P1 和 P2 之间任意一个接口的线缆时，故障时间限制在毫秒级别。

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls rsvp-te hello
  mpls rsvp-te hello full-gr
  mpls te cspf
#
 explicit-path tope2
  next hop 10.1.1.2
  next hop 10.2.1.2
  next hop 10.4.1.2
  next hop 5.5.5.5
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 5.5.5.5
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te path explicit-path tope2
 mpls te fast-reroute
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  mpls-te enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 10 20 30
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls rsvp-te hello
  mpls rsvp-te hello full-gr
  mpls rsvp-te hello nodeid-session 5.5.5.5
  mpls te cspf
#
 explicit-path tope2
  next hop 10.3.1.2
  next hop 10.5.1.2
  next hop 5.5.5.5
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
 mpls rsvp-te bfd enable
 mpls rsvp-te bfd min-tx-interval 100 min-rx-interval 100 detect-multiplier 3
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
interface Tunnel3/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 5.5.5.5
 mpls te tunnel-id 300
 mpls te path explicit-path tope2
 mpls te bypass-tunnel
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
  mpls te protected-interface Vlanif20
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 20 40
#
 bfd
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls rsvp-te hello
  mpls rsvp-te hello full-gr
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
 mpls rsvp-te bfd enable
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- P3 的配置文件

```
#
 sysname P3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 30 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls rsvp-te hello
  mpls rsvp-te hello full-gr
#
interface Vlanif30
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface  Vlanif50
 ip address 10.5.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 10.3.1.0 0.0.0.255
  network 10.5.1.0 0.0.0.255
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls rsvp-te hello
  mpls rsvp-te hello full-gr
  mpls rsvp-te hello nodeid-session 2.2.2.2
#
interface Vlanif40
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls rsvp-te hello
#
interface Vlanif50
 ip address 10.5.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls rsvp-te hello
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
  network 10.4.1.0 0.0.0.255
  network 10.5.1.0 0.0.0.255
  network 5.5.5.5 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

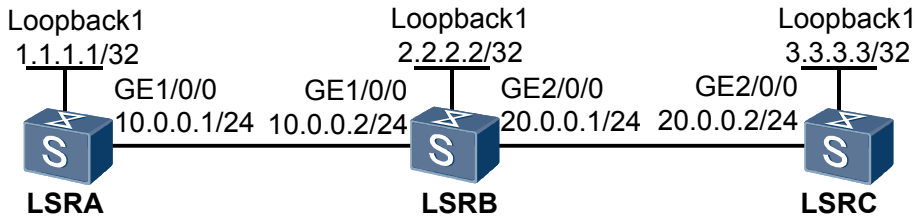
配置 OSPF 多区域发布 MPLS lsr-id 示例

组网需求

如图 6-320 所示，LSRA、LSRB、LSRC 运行 OSPF。LSRA 和 LSRB 接入 Area0；LSRB 和 LSRC 接入 Area1（即 LSRB 是 ABR）。

要求在 LSRA 和 LSRC 上分别建立一条到 LSRB 的 Tunnel 接口，并且在 LSRA 和 LSRC 上使能 IGP shortcut，使 LSRA 和 LSRC 上到达 LSRB 的路由都使用 Tunnel 作为出接口。

图 6-320 配置区域间隧道组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.0.0.1/24
LSRB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.0.0.2/24
LSRB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	20.0.0.1/24
LSRC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	20.0.0.2/24

配置思路

采用如下的思路配置：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 配置各节点接口的 IP 地址及作为 MPLS LSR-ID 的 Loopback 接口的地址，并用 OSPF 协议通告各接口所连网段和 LSR ID 主机路由。
2. 配置 LSR-ID 并全局使能各节点的 MPLS 和 MPLS TE 和各接口的 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE。
3. 在 LSRA 和 LSRC 上分别建立一条到 LSRB 的 Tunnel 接口，并且在 LSRA 和 LSRC 上使能 IGP shortcut。
4. 在 LSRB 上配置 **advertise mpls-lsr-id** 命令，以便让主机路由(2.2.2.2)以区域内路由的形式同时发布到左右两个区域。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点的 OSPF 进程号及区域号
- LSRA 和 LSRC 上隧道的接口编号、隧道接口 IP 地址、目的地址、隧道 ID

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] vlan batch 10
[LSRA] interface gigabitEthernet 1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

LSRB、LSRC 上的配置同 LSRA(略)

步骤 2 配置各 VLANIF 接口的 IP 地址及 OSPF 路由协议

配置各接口的 IP 地址和掩码，并配置 OSPF 路由协议，保证各 LSR 之间在网络层互通。

具体配置过程略。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、RSVP-TE

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] ospf network-type p2p
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] quit
```

LSRB、LSRC 与 LSRA 类似，不再赘述。

步骤 4 配置 MPLS TE 隧道及 IGP Shortcut

在 LSRA 上配置 LSRA 至 LSRB 的 MPLS TE 隧道并配置 IGP shortcut。Tunnel 的 OSPF Cost 应小于物理链路的 OSPF Cost。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 2.2.2.2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te igp shortcut ospf
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te igp metric absolute 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/0] quit
```

在 LSRC 上配置 LSRC 至 LSRB 的 MPLS TE 隧道并配置 IGP shortcut。Tunnel 的 OSPF Cost 应小于物理链路的 OSPF Cost。

```
[LSRC] interface tunnel 2/0/0
[LSRC-Tunnel2/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRC-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRC-Tunnel2/0/0] destination 2.2.2.2
[LSRC-Tunnel2/0/0] mpls te tunnel-id 200
[LSRC-Tunnel2/0/0] mpls te igp shortcut ospf
[LSRC-Tunnel2/0/0] mpls te igp metric absolute 1
[LSRC-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRC-Tunnel2/0/0] quit
```

完成此步骤后，在 LSRA 上执行 **display interface tunnel** 命令，可以看到 Tunnel 接口的状态为 Up。

在各节点上执行 **display mpls te tunnel** 命令，可以看到 MPLS TE 隧道的建立情况。

```
<LSRA> display mpls te tunnel

------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId     Destination      LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
1.1.1.1           2.2.2.2          1       --/3             I  Tunnel1/0/0
<LSRC> display mpls te tunnel

------------------------------------------------------------------------------
Ingress LsrId     Destination      LSPID   In/Out Label     R  Tunnel-name
------------------------------------------------------------------------------
3.3.3.3           2.2.2.2          1       --/3             I  Tunnel2/0/0
```

步骤 5 在 ABR（LSRB）上配置多区域发布 MPLS LSR-ID 特性

```
[LSRB] ospf 1
[LSRB-ospf-1] advertise mpls-lsr-id
```

步骤 6 检查配置结果

在 LSRB 上执行 **display ospf peer brief** 命令，可以看到同时在 Area0 和 Area1 分别建立一个邻居，状态为 Full。

```
[LSRB] display ospf peer brief

         OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2
                 Peer Statistic Informations
------------------------------------------------------------------------
Area Id          Interface                 Neighbor id         State
0.0.0.0          Vlanif10                  1.1.1.1             Full
0.0.0.1          Vlanif20                  3.3.3.3             Full
------------------------------------------------------------------------
```

在 LSRA 上执行 **display ip routing-table 2.2.2.2**，可以看到路由表中到达 2.2.2.2 的路由出接口为 Tunnel 接口。

```
<LSRA> display ip routing-table 2.2.2.2
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Table : Public
Summary Count : 1
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        2.2.2.2/32  OSPF   10   1         D     1.1.1.1         Tunnel1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
<LSRC> display ip routing-table 2.2.2.2
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Table : Public
Summary Count : 1
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        2.2.2.2/32  OSPF   10   1         D     3.3.3.3         Tunnel2/0/0
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif10
 ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
 ospf cost 10
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 2.2.2.2
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te igp shortcut ospf
 mpls te igp metric absolute 1
 mpls te commit
#
ospf 1 router-id 1.1.1.1
 opaque-capability enable
 enable traffic-adjustment
 area 0.0.0.0
  network 10.0.0.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif10
  ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
  ip address 20.0.0.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1 router-id 2.2.2.2
 opaque-capability enable
 enable traffic-adjustment
 advertise mpls-lsr-id
 area 0.0.0.0
  network 10.0.0.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
 area 0.0.0.1
  network 20.0.0.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
vlan batch 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 20.0.0.2 255.255.255.0
 ospf cost 10
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface NULL0
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
interface Tunnel2/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack0
 tunnel-protocol mpls te
 destination 2.2.2.2
 mpls te tunnel-id 200
 mpls te igp shortcut ospf
 mpls te igp metric absolute 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls te commit
#
ospf 1 router-id 3.3.3.3
 opaque-capability enable
 enable traffic-adjustment
 area 0.0.0.1
  network 20.0.0.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
return
```

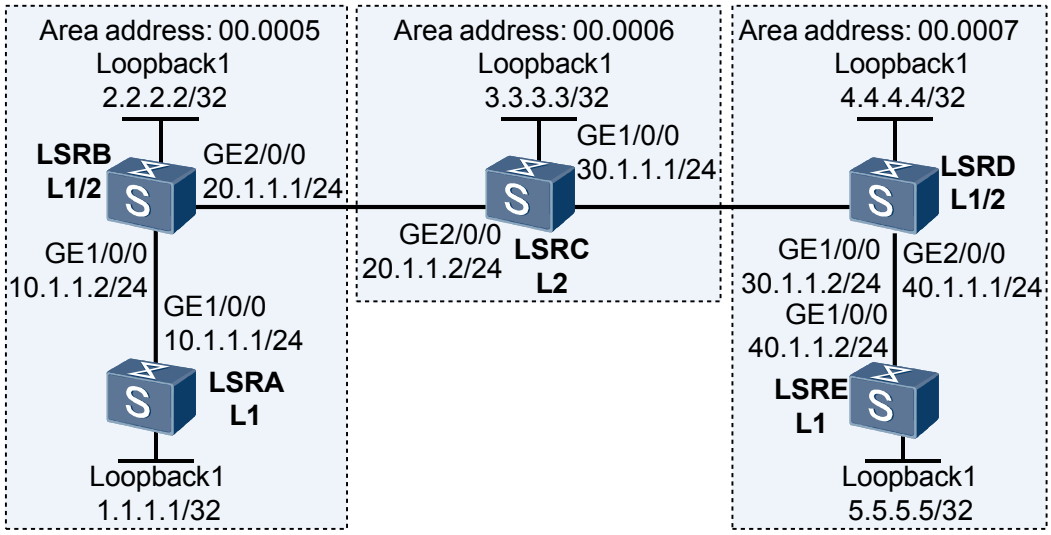
配置区域间隧道示例

组网需求

如图 6-321 所示：

- LSRA、LSRB、LSRC、LSRD 和 LSRE 运行 IS-IS
  - LSRA 和 LSRE 属于 Level-1
  - LSRB 和 LSRD 属于 Level-1-2
  - LSRC 属于 Level-2

图 6-321 配置区域间隧道组网图



交换机	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
LSRB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
LSRB	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	20.1.1.1/24
LSRC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	30.1.1.1/24
LSRC	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	20.1.1.2/24
LSRD	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	30.1.1.2/24
LSRD	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	40.1.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

LSRE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	40.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路使用 RSVP-TE 配置 MPLS TE 隧道：

1. 配置各 LSR 的接口 IP 地址及作为 LSR ID 的 Loopback 地址。
2. 全局使能 ISIS 协议，并使能 IS-IS TE。
3. 配置松散显式路径，路径节点包括 ABR（LSRB、LSRC 和 LSRD）。
4. 配置 MPLS RSVP-TE。
5. 在入节点创建隧道接口，指定隧道的 IP 地址、隧道协议、目的地址、隧道 ID、动态信令协议 RSVP-TE。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各 LSR 的 IS-IS 区域 ID、起始的系统 ID、IS-IS Level
- 隧道接口的接口编号、IP 地址、目的地址、隧道 ID、隧道信令协议（为 RSVP-TE）

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname LSRA
[LSRA] vlan batch 10 20
[LSRA] interface gigabitEthernet 1/0/0
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[LSRA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

LSRB、LSRC、LSRD、LSRE 上的配置同 LSRA(略)

步骤 2 配置各 LSR 的接口 IP 地址

按照图 6-321 配置接口的 IP 地址和掩码，具体配置过程略。

步骤 3 配置 IS-IS 协议发布路由

配置 LSRA。

```
[LSRA] isis 1
[LSRA-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
[LSRA-isis-1] is-level level-1
[LSRA-isis-1] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] isis enable 1
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface loopback 1
[LSRA-LoopBack1] isis enable 1
[LSRA-LoopBack1] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] isis 1
[LSRB-isis-1] network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRB-isis-1] is-level level-1-2
[LSRB-isis-1] import-route isis level-2 into level-1
[LSRB-isis-1] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] isis enable 1
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] isis enable 1
[LSRB-Vlanif20] quit
[LSRB] interface loopback 1
[LSRB-LoopBack1] isis enable 1
[LSRB-LoopBack1] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] isis 1
[LSRC-isis-1] network-entity 00.0006.0000.0000.0003.00
[LSRC-isis-1] is-level level-2
[LSRC-isis-1] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] isis enable 1
[LSRC-Vlanif30] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] isis enable 1
[LSRC-Vlanif20] quit
[LSRC] interface loopback 1
[LSRC-LoopBack1] isis enable 1
[LSRC-LoopBack1] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] isis 1
[LSRD-isis-1] network-entity 00.0007.0000.0000.0004.00
[LSRD-isis-1] is-level level-1-2
[LSRD-isis-1] import-route isis level-2 into level-1
[LSRD-isis-1] quit
[LSRD] interface vlanif 30
[LSRD-Vlanif30] isis enable 1
[LSRD-Vlanif30] quit
[LSRD] interface vlanif 40
[LSRD-Vlanif40] isis enable 1
[LSRD-Vlanif40] quit
[LSRD] interface loopback 1
[LSRD-LoopBack1] isis enable 1
[LSRD-LoopBack1] quit
```

配置 LSRE。

```
[LSRE] isis 1
[LSRE-isis-1] network-entity 00.0007.0000.0000.0005.00
[LSRE-isis-1] is-level level-1
[LSRE-isis-1] quit
[LSRE] interface vlanif 40
[LSRE-Vlanif40] isis enable 1
[LSRE-Vlanif40] quit
[LSRE] interface loopback 1
[LSRE-LoopBack1] isis enable 1
[LSRE-LoopBack1] quit
```

配置完成后，在各 LSR 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到相互之间都学到了到对方的路由。以 LSRA 的显示为例：

```
[LSRA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
         Destinations : 15       Routes : 15
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
        1.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.2/32  ISIS   15   10          D  10.1.1.2        Vlanif10
        3.3.3.3/32  ISIS   15   20          D  10.1.1.2        Vlanif10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      4.4.4.4/32  ISIS   15   30          D  10.1.1.2        Vlanif10
      5.5.5.5/32  ISIS   15   40          D  10.1.1.2        Vlanif10
     10.1.1.0/24  Direct 0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
     10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
   10.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
     20.1.1.0/24  ISIS   15   20          D  10.1.1.2        Vlanif10
     30.1.1.0/24  ISIS   15   30          D  10.1.1.2        Vlanif10
     40.1.1.0/24  ISIS   15   40          D  10.1.1.2        Vlanif10
    127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
    127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0          D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0          D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 4 配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS TE、RSVP-TE，在隧道入节点使能 CSPF

配置 LSRA。

```
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] mpls rsvp-te
[LSRA-mpls] mpls te cspf
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRA-Vlanif10] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] mpls lsr-id 2.2.2.2
[LSRB] mpls
[LSRB-mpls] mpls te
[LSRB-mpls] mpls rsvp-te
[LSRB-mpls] quit
[LSRB] interface vlanif 10
[LSRB-Vlanif10] mpls
[LSRB-Vlanif10] mpls te
[LSRB-Vlanif10] mpls rsvp-te
[LSRB-Vlanif10] quit
[LSRB] interface vlanif 20
[LSRB-Vlanif20] mpls
[LSRB-Vlanif20] mpls te
[LSRB-Vlanif20] mpls rsvp-te
[LSRB-Vlanif20] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] mpls lsr-id 3.3.3.3
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] mpls te
[LSRC-mpls] mpls rsvp-te
[LSRC-mpls] quit
[LSRC] interface vlanif 30
[LSRC-Vlanif30] mpls
[LSRC-Vlanif30] mpls te
[LSRC-Vlanif30] mpls rsvp-te
[LSRC-Vlanif30] quit
[LSRC] interface vlanif 20
[LSRC-Vlanif20] mpls
[LSRC-Vlanif20] mpls te
[LSRC-Vlanif20] mpls rsvp-te
[LSRC-Vlanif20] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] mpls lsr-id 4.4.4.4
[LSRD] mpls
[LSRD-mpls] mpls te
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRD-mpls] mpls rsvp-te
[LSRD-mpls] quit
[LSRD] interface vlanif 30
[LSRD-Vlanif30] mpls
[LSRD-Vlanif30] mpls te
[LSRD-Vlanif30] mpls rsvp-te
[LSRD-Vlanif30] quit
[LSRD] interface vlanif 40
[LSRD-Vlanif40] mpls
[LSRD-Vlanif40] mpls te
[LSRD-Vlanif40] mpls rsvp-te
[LSRD-Vlanif40] quit
```

配置 LSRE。

```
[LSRE] mpls lsr-id 5.5.5.5
[LSRE] mpls
[LSRE-mpls] mpls te
[LSRE-mpls] mpls rsvp-te
[LSRE-mpls] quit
[LSRE] interface vlanif 40
[LSRE-Vlanif40] mpls
[LSRE-Vlanif40] mpls te
[LSRE-Vlanif40] mpls rsvp-te
[LSRE-Vlanif40] quit
```

步骤 5 配置 IS-IS TE

配置 LSRA。

```
[LSRA] isis 1
[LSRA-isis-1] cost-style wide
[LSRA-isis-1] traffic-eng level-1
[LSRA-isis-1] quit
```

配置 LSRB。

```
[LSRB] isis 1
[LSRB-isis-1] cost-style wide
[LSRB-isis-1] traffic-eng level-1-2
[LSRB-isis-1] quit
```

配置 LSRC。

```
[LSRC] isis 1
[LSRC-isis-1] cost-style wide
[LSRC-isis-1] traffic-eng level-2
[LSRC-isis-1] quit
```

配置 LSRD。

```
[LSRD] isis 1
[LSRD-isis-1] cost-style wide
[LSRD-isis-1] traffic-eng level-1-2
[LSRD-isis-1] quit
```

配置 LSRE。

```
[LSRE] isis 1
[LSRE-isis-1] cost-style wide
[LSRE-isis-1] traffic-eng level-1
[LSRE-isis-1] quit
```

步骤 6 配置松散显式路径

```
[LSRA] explicit-path atoe enable
[LSRA-explicit-path-atoe] next hop 10.1.1.2 include loose
[LSRA-explicit-path-atoe] next hop 20.1.1.2 include loose
[LSRA-explicit-path-atoe] next hop 30.1.1.2 include loose
[LSRA-explicit-path-atoe] next hop 40.1.1.2 include loose
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 7 配置 MPLS TE 隧道

在 LSRA 上配置 MPLS TE 隧道。

```
[LSRA] interface tunnel 1/0/0
[LSRA-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel1/0/0] destination 5.5.5.5
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path atoe
[LSRA-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel1/0/0] quit
```

步骤 8 验证配置结果

配置完成后，在 LSRA 上执行 **display interface tunnel** 命令可以看到隧道接口状态为 up。

```
[LSRA] display interface Tunnel
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
...
```

在 LSRA 上执行 **display mpls te tunnel verbose** 命令可以看到隧道详细信息。

```
[LSRA] display mpls te tunnel verbose
 No                    :  1
    Tunnel-Name            :  Tunnel1/0/0
    TunnelIndex            :  0           LSP Index         :  2048
    Session ID             :  100         LSP ID            :  1
    Lsr Role               :  Ingress     Lsp Type          :  Primary
    Ingress LSR ID         :  1.1.1.1
    Egress LSR ID          :  5.5.5.5
    In-Interface           :  -
    Out-Interface          :  Vlanif10
    Sign-Protocol          :  RSVP TE     Resv Style        :  SE
    IncludeAnyAff          :  0x0         ExcludeAnyAff     :  0x0
    IncludeAllAff          :  0x0
    LspConstraint          :  -
    ER-Hop Table Index     :  0           AR-Hop Table Index:  -
    C-Hop Table Index      :  0
    PrevTunnelIndexInSession:  -          NextTunnelIndexInSession:  -
    PSB Handle             :  1024
    Created Time           :  2010/09/09 16:40:44 UTC-08:00
    --------------------------------
             DS-TE Information
    --------------------------------
    Bandwidth Reserved Flag :  Reserved
    CT0 Bandwidth(Kbit/sec) :  20000       CT1 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT2 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT3 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT4 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT5 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    CT6 Bandwidth(Kbit/sec) :  0           CT7 Bandwidth(Kbit/sec):  0
    Setup-Priority         :  7           Hold-Priority     :  7
    --------------------------------
               FRR Information
    --------------------------------
    Primary LSP Info
    TE Attribute Flag      :  0x3         Protected Flag    :  0x0
    Bypass In Use          :  Not Exists
    Bypass Tunnel Id       :  -
    BypassTunnel           :  -
    Bypass Lsp ID          :  -           FrrNextHop        :  -
    ReferAutoBypassHandle  :  -
    FrrPrevTunnelTableIndex :  -          FrrNextTunnelTableIndex:  -
    Bypass Attribute(Not configured)
    Setup Priority         :  -           Hold Priority     :  -
    HopLimit               :  -           Bandwidth         :  -
    IncludeAnyGroup        :  -           ExcludeAnyGroup   :  -
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
IncludeAllGroup         :  -
Bypass Unbound Bandwidth Info(Kbit/sec)
CT0 Unbound Bandwidth   :  -         CT1 Unbound Bandwidth:  -
CT2 Unbound Bandwidth   :  -         CT3 Unbound Bandwidth:  -
CT4 Unbound Bandwidth   :  -         CT5 Unbound Bandwidth:  -
CT6 Unbound Bandwidth   :  -         CT7 Unbound Bandwidth:  -
------------------------------
          BFD Information
------------------------------
NextSessionTunnelIndex  :  -           PrevSessionTunnelIndex:  -
NextLspId               :  -           PrevLspId         :  -
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
vlan batch 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 explicit-path atoe
  next hop 10.1.1.2 include loose
  next hop 20.1.1.2 include loose
  next hop 30.1.1.2 include loose
  next hop 40.1.1.2 include loose
#
isis 1
 is-level level-1
 cost-style wide
 network-entity 00.0005.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-1
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 5.5.5.5
 mpls te tunnel-id 100
mpls te path explicit-path atoe
 mpls te commit
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 sysname LSRB
#
vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-1-2
 cost-style wide
 import-route isis level-2 into level-1
 network-entity 00.0005.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 clock master
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet 2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
vlan batch 30 20
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0006.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-1-2
 cost-style wide
 network-entity 00.0007.0000.0000.0004.00
 import-route isis level-2 into level-1
 traffic-eng level-1-2
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- LSRE 的配置文件

```
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 sysname LSRE
#
vlan batch 40
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-1
 cost-style wide
 network-entity 00.0007.0000.0000.0005.00
 traffic-eng level-1
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet 1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

6.9.4 MPLS OAM 配置

介绍了 MPLS OAM 的基本原理，MPLS OAM 检测 LSP 功能、保护倒换功能以及检测 PW 功能的配置过程和典型配置举例。

配置 MPLS OAM 检测静态 LSP 连通性示例

通过配置 MPLS OAM 功能，来检测静态 LSP 全程链路的连通性并及时获知链路缺陷。

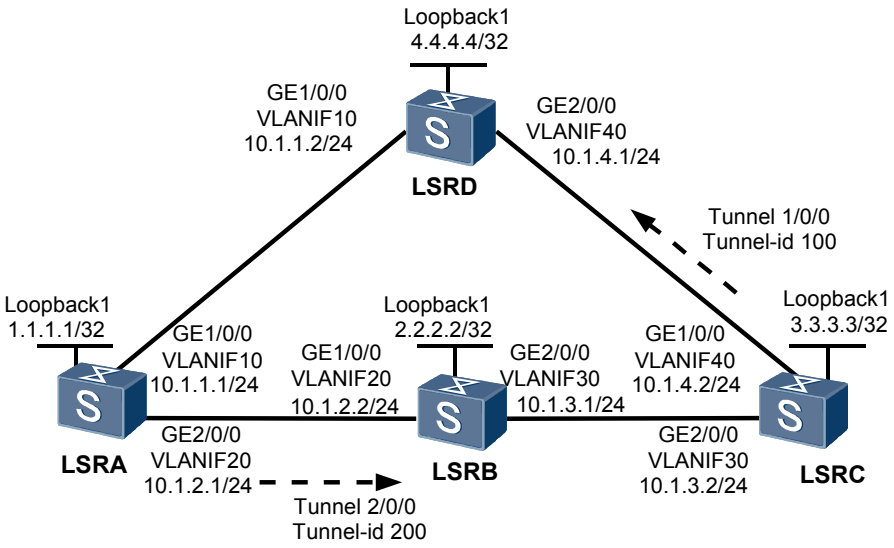
组网需求

在图 6-322 所示的 MPLS 网络中，LSRA→LSRB→LSRC 存在一条静态 LSP 隧道。

如果这条静态 LSP 隧道出现连通性故障，要求配置 MPLS OAM 机制对这条静态 LSP 的全程链路及节点进行连通性检测，当出节点 LSRC 检测到 LSP 缺陷后，分析缺陷类型，并由出节点 LSRC 通过反向通道将携带缺陷信息报文发送给入节点 LSRA，从而使入节点 LSRA 及时获知缺陷。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-322 配置 MPLS OAM 基本检测功能组网图



设备名	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
LSRA	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.1/24
LSRA	GE2/0/0	VLANIF20	10.1.2.1/24
LSRB	GE1/0/0	VLANIF20	10.1.2.2/24
LSRB	GE2/0/0	VLANIF30	10.1.3.1/24
LSRC	GE1/0/0	VLANIF40	10.1.4.2/24
LSRC	GE2/0/0	VLANIF30	10.1.3.2/24
LSRD	GE1/0/0	VLANIF10	10.1.1.2/24
LSRD	GE2/0/0	VLANIF40	10.1.4.1/24

配置思路

采用如下思路进行配置：

1. 在 LSRA 上建立一条使用静态 LSP 的 TE 隧道，目的地是 LSRC。
2. 建立一条从 LSRC 经 LSRD 到达 LSRA 的静态 CR-LSP，作为反向通道，向入节点通告故障。
3. 在入节点 LSRA 配置 OAM 参数，并启动 OAM 功能。
4. 在出节点 LSRC 配置 OAM 参数，使用 OAM 自动协议功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各节点的接口 IP 地址、各隧道接口名、隧道 ID。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 发送的检测报文类型。
- 反向通道的占用方式等参数。

操作步骤

步骤 1 配置 VLAN 和 VLANIF 接口，配置各 VLANIF 接口 IP 地址和路由协议

按照图 6-322 配置各接口的 IP 地址和掩码，包括各 Loopback 接口。

在所有节点上配置 OSPF 协议，发布各自 Loopback 接口的主机路由，具体配置过程略。

配置完成后，各 LSR 可以互相 Ping 通对方的 LSR-ID，在各 LSR 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到到达各 LSR-ID 的路由表项。

以 LSRA 的显示为例：

```
<LSRA> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 14        Routes : 15

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
        2.2.2.2/32  OSPF    10   2           D   10.1.2.2        Vlanif20
        3.3.3.3/32  OSPF    10   3           D   10.1.1.2        Vlanif10
                    OSPF    10   3           D   10.1.2.2        Vlanif20
        4.4.4.4/32  OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
       10.1.1.2/32  Direct  0    0           D   10.1.1.2        Vlanif10
       10.1.2.0/24  Direct  0    0           D   10.1.2.1        Vlanif20
       10.1.2.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
       10.1.2.2/32  Direct  0    0           D   10.1.2.2        Vlanif20
       10.1.3.0/24  OSPF    10   2           D   10.1.2.2        Vlanif20
       10.1.4.0/24  OSPF    10   2           D   10.1.1.2        Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack1
```

步骤 2 建立被检测的静态 LSP

在 LSRA 上配置 MPLS 基本能力和 MPLS TE 基本能力。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] mpls lsr-id 1.1.1.1
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls te
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] interface vlanif 10
[LSRA-Vlanif10] mpls
[LSRA-Vlanif10] mpls te
[LSRA-Vlanif10] quit
[LSRA] interface vlanif 20
[LSRA-Vlanif20] mpls
[LSRA-Vlanif20] mpls te
[LSRA-Vlanif20] quit
```

LSRB、LSRC 和 LSRD 上的配置与 LSRA 相似，此处不再赘述。

在 LSRA 上配置去往 LSRC 的 MPLS TE 隧道，使用静态 LSP。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] interface tunnel 2/0/0
[LSRA-Tunnel2/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRA-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRA-Tunnel2/0/0] destination 3.3.3.3
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te tunnel-id 200
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te signal-protocol static
[LSRA-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[LSRA-Tunnel2/0/0] quit
```

配置 LSRA 为静态 LSP 的入节点，使用 TE 隧道。

```
[LSRA] static-lsp ingress tunnel-interface tunnel 2/0/0 destination 3.3.3.3 nexthop 10.1.2.2 out-label 20
```

配置 LSRB 为静态 LSP 的中间节点。

```
<LSRB> system-view
[LSRB] static-lsp transit oamlsp incoming-interface vlanif 20 in-label 20 nexthop 10.1.3.2 out-label 30
```

配置 LSRC 为静态 LSP 的出节点，指定 **lsrid** 和 **tunnel-id**。

```
<LSRC> system-view
[LSRC] static-lsp egress oamlsp incoming-interface vlanif 30 in-label 30 lsrid 1.1.1.1 tunnel-id 200
```

配置完成后，在 LSRA 上执行 **display mpls te tunnel-interface** 命令，可以看到 TE 隧道使用静态信令，运行状态为 UP。主要关注以下信息：

```
[LSRA] display mpls te tunnel-interface
------------------------------------------------------------
                          Tunnel2/0/0
------------------------------------------------------------
Tunnel State Desc   :  UP
Active LSP          :  Primary LSP
Session ID          :  200
Ingress LSR ID      :  1.1.1.1          Egress LSR ID:  3.3.3.3
Admin State         :  UP               Oper State   :  UP
Primary LSP State      : UP
  Main LSP State       : READY              LSP ID  : 1
```

在 LSRA 上执行 **display mpls static-lsp** 命令，可以看到 tunnel2/0/0 对应的静态 LSP 状态为 Up。

```
<LSRA> display mpls static-lsp
TOTAL          : 1       STATIC LSP(S)
UP             : 1       STATIC LSP(S)
DOWN           : 0       STATIC LSP(S)
Name            FEC           I/O Label  I/O If                    Status
tunnel2/0/0     3.3.3.3/32    NULL/20    -/Vlanif20                Up
```

步骤 3 建立反向通道

在 LSRC 上配置去往 LSRA 的 MPLS TE 隧道，使用静态 CR-LSP。

```
<LSRC> system-view
[LSRC] interface tunnel1/0/0
[LSRC-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[LSRC-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[LSRC-Tunnel1/0/0] destination 1.1.1.1
[LSRC-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[LSRC-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol cr-static
[LSRC-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[LSRC-Tunnel1/0/0] quit
```

配置 LSRC 为静态 CR-LSP 的入节点。

```
[LSRC] static-cr-lsp ingress tunnel-interface tunnel1/0/0 destination 1.1.1.1 nexthop 10.1.4.1 out-label 70
```

配置 LSRD 为静态 CR-LSP 的中间节点。

```
<LSRD> system-view
[LSRD] static-cr-lsp transit tunnel1/0/0 incoming-interface vlanif 40 in-label 70 nexthop 10.1.1.1 out-label 80
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 LSRA 为静态 CR-LSP 的出节点，指定 **lsrid** 和 **tunnel-id**。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] static-cr-lsp egress tunnel1/0/0 incoming-interface vlanif 10 in-label 80 lsrid 3.3.3.3
tunnel-id 100
```

配置完成后，在 LSRC 上执行 **display mpls te tunnel-interface** 命令，可以看到反向 TE 隧道的运行状态为 UP。主要关注如下信息：

```
[LSRC] display mpls te tunnel-interface
------------------------------------------------------------------
                            Tunnel1/0/0
------------------------------------------------------------------
Tunnel State Desc   :  UP
Active LSP          :  Primary LSP
Session ID          :  100
Ingress LSR ID      :  3.3.3.3          Egress LSR ID:  1.1.1.1
Admin State         :  UP               Oper State    :  UP
Primary LSP State      : UP
  Main LSP State       : READY               LSP ID  : 1
```

在 LSRC 上执行 **display mpls static-cr-lsp** 命令，可以看到建立的静态 CR-LSP 状态为 Up。

```
<LSRC> display mpls static-cr-lsp
TOTAL          : 1     STATIC CRLSP(S)
UP             : 1     STATIC CRLSP(S)
DOWN           : 0     STATIC CRLSP(S)
Name            FEC            I/O Label  I/O If                    Status
tunnel1/0/0     1.1.1.1/32     NULL/70    -/Vlanif40                Up
```

步骤 4 配置 MPLS OAM 功能

在 LSRA 上配置入节点的 MPLS OAM 功能。采用缺省配置，即发送 CV 报文。反向通道的具体参数取决于出节点的配置。

```
<LSRA> system-view
[LSRA] mpls
[LSRA-mpls] mpls oam
[LSRA-mpls] quit
[LSRA] mpls oam ingress tunnel2/0/0 backward-lsp lsr-id 3.3.3.3 tunnel-id 100
[LSRA] mpls oam ingress enable all
```

在 LSRC 上配置出节点的 MPLS OAM 功能。

```
<LSRC> system-view
[LSRC] mpls
[LSRC-mpls] mpls oam
[LSRC-mpls] quit
```

配置出节点使用 OAM 自动协议，指定对名为 oamlsp 的 LSP 进行检测，反向通道为 tunnel1/0/0 对应的 LSP，采用独占方式。

```
[LSRC] mpls oam egress lsp-name oamlsp auto-protocol backward-lsp tunnel 1/0/0 private
```

出节点配置自动协议后，当出节点收到第一个正确的检测报文后，自动启动 OAM 功能。

配置完成后，在入节点 LSRA 和出节点 LSRC 上查看 LSP 的 MPLS OAM 参数及状态信息。可以看到入节点和出节点都处于正常检测状态，没有故障。

```
<LSRA> display mpls oam ingress all verbose
------------------------------------------------------------------------------
Verbose information about the NO.1 OAM at the ingress
------------------------------------------------------------------------------
LSP basic information:                OAM basic information:
----------------------------------    ----------------------------------
tunnel-name          : tunnel2/0/0    OAM-Index                : 256
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Lsp signal status   : Up             OAM select board         : 1
Lsp establish type  : Static lsp     Enable-state             : Manual enable
Lsp ingress lsr-id  : 1.1.1.1        Ttsi/lsr-id              : 1.1.1.1
Lsp tnl-id/Lsp-id   : 200/1          Ttsi/tunnel-id           : 200
OAM detect information:              OAM backward information:
----------------------------------   ----------------------------------
Type                : CV             Share attribute     : Private
Frequency           : 1 s            Lsp-name            : tunnel1/0/0
Detect-state        : Start          Lsp ingress lsr-id  : 3.3.3.3
Defect-state        : Non-defect     Lsp tnl-id/lsp id   : 100/1
Available-state     : Available      Lsp-inLabel         : 80
Unavailable time (s): 0              Lsp signal status   : Up
------------------------------------------------------------------------------
Total OAM Num:                   1
Total Start OAM Num:             1
Total Defect OAM Num:            0
Total Unavaliable OAM Num:       0

<LSRC> display mpls oam egress all verbose
------------------------------------------------------------------------------
Verbose information about the NO.1 OAM at the egress
------------------------------------------------------------------------------
LSP basic information:               OAM basic information:
----------------------------------   ----------------------------------
Lsp name            : oamlsp         OAM-Index           : 256
Lsp signal status   : Up             OAM select board    : 1
Lsp establish type  : Static lsp     Enable-state        : --
Lsp incoming Label  : 30             Auto-protocol       : Enable
Lsp ingress lsr-id  : 1.1.1.1        Auto-overtime (s)   : 300
Lsp tnl-id/lsp-id   : 200/1          Ttsi/lsr-id         : 1.1.1.1
Lsp Incoming-int      Vlanif40       Ttsi/tunnel-id      : 200

OAM detect information:              OAM backward information:
----------------------------------   ----------------------------------
Type                : CV             Tunnel name         : tunnel1/0/0
Frequency           : 1 s            Share attribute     : Private
Detect-state        : Start          Lsp signal status   : Up
Defect-state        : Non-defect     Bdi-frequency       : Detect frequency
Available-state     : Available
Unavailable time (s): 0
------------------------------------------------------------------------------
Total OAM Num:                   1
Total Start OAM Num:             1
Total Defect OAM Num:            0
Total Unavaliable OAM Num:       0
```

步骤 5 验证配置结果

对 LSRB 的 VLANIF30 接口执行 **shutdown** 命令，模拟链路故障。

```
<LSRB> system-view
[LSRB] interface vlanif 30
[LSRB-Vlanif30] shutdown
```

到 LSRC 上执行 **display mpls oam egress all verbose** 命令，可以看到 LSRC 发现了这个故障，缺陷状态为 dLocv。

```
<LSRC> display mpls oam egress all verbose
------------------------------------------------------------------------------
Verbose information about the NO.1 OAM at the egress
------------------------------------------------------------------------------

LSP basic information:               OAM basic information:
----------------------------------   ----------------------------------
Lsp name            : oamlsp         OAM-Index           : 256
Lsp signal status   : Up             OAM select board    : 1
Lsp establish type  : Static lsp     Enable-state        : --
Lsp incoming Label  : 30             Auto-protocol       : Enable
Lsp ingress lsr-id  : 1.1.1.1        Auto-overtime (s)   : 300
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Lsp tnl-id/lsp-id   : 200/1          Ttsi/lsr-id         : 1.1.1.1
Lsp Incoming-int    : Vlanif30       Ttsi/tunnel-id      : 200

OAM detect information:               OAM backward information:
-----------------------------------   -----------------------------------
Type                : CV              Tunnel name         : tunnel1/0/0
Frequency           : 1 s             Share attribute     : Private
Detect-state        : Stop           Lsp signal status   : Up
Defect-type         : dEgressDown           Bdi-frequency       : Detect frequency
Available-state     : Available
Unavailable time (s): 0
-----------------------------------------------------------------------
Total OAM Num:                    1
Total Start OAM Num:              1
Total Defect OAM Num:             1
Total Unavaliable OAM Num:        1
```

----结束

配置文件

- LSRA 的配置文件

```
#
 sysname LSRA
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  mpls oam
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface tunnel2/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.3
 mpls te signal-protocol static
 mpls te tunnel-id 200
 mpls te commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
#
 static-lsp ingress tunnel-interface  tunnel2/0/0 destination 3.3.3.3 nexthop 10.1.2.2 out-
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
label 20
 static-cr-lsp egress tunnel1/0/0 incoming-interface Vlanif10 in-label 80 lsrid 3.3.3.3 tunnel-
id 100
#
 mpls oam ingress tunnel2/0/0 backward-lsp lsr-id 3.3.3.3 tunnel-id 100
 mpls oam ingress enable tunnel2/0/0
#
return
```

- LSRB 的配置文件

```
#
 sysname LSRB
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.3.0 0.0.0.255
#
 static-lsp transit oamlsp incoming-interface vlanif20 in-label 20 nexthop 10.1.3.2 out-label
30
#
return
```

- LSRC 的配置文件

```
#
 sysname LSRC
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  mpls te
  mpls oam
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.3.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.4.2 255.255.255.0
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
interface tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.1
 mpls te signal-protocol cr-static
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te commit
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.1.3.0 0.0.0.255
  network 10.1.4.0 0.0.0.255
#
 static-lsp egress oam lsp incoming-interface vlanif30 in-label 30 lsrid 1.1.1.1 tunnel-id
200
 static-cr-lsp ingress tunnel1/0/0 destination 1.1.1.1 nexthop 10.1.4.1 out-label 70 bandwidth
bc0 0
#
 mpls oam egress lsp-name oamlsp backward-lsp tunnel1/0/0 private
#
return
```

- LSRD 的配置文件

```
#
 sysname LSRD
#
 vlan batch 10 40
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
  mpls te
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.4.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type access
 port default vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type access
 port default vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.4.0 0.0.0.255
#
 static-cr-lsp transit tunnel1/0/0 incoming-interface vlanif40 in-label 70 nexthop 10.1.1.1
out-label 80 bandwidth bc0 0
#
return
```

6.10 VPN 配置

本文档介绍了 VPN 技术，包括 VPN 隧道管理、GRE、BGP/MPLS IP VPN、BGP/MPLS IPv6 VPN、VLL、PWE3、VPLS、VPLS 汇聚配置的原理和配置步骤、配置示例。

说明

S9700 的 MPLS 功能使用 License 控制，缺省情况下，新购买设备的 MPLS 功能未打开。如果需要使用 S9700 的 MPLS 功能，请联系华为办事处申请并购买 License。

G24SA、G24CA 和 X12SA 单板不支持 MPLS VPN 功能。

6.10.1 VPN 隧道管理配置

VPN 隧道管理包括隧道的创建、管理以及维护。

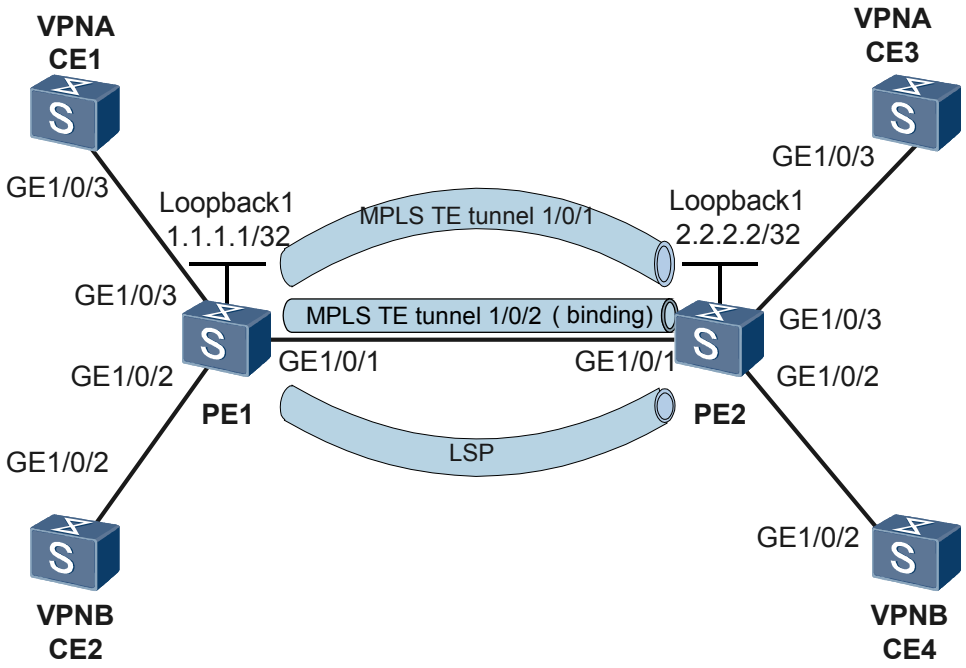
配置应用于 L3VPN 的隧道策略示例

组网需求

图 6-323 为 MPLS L3VPN 组网图。其中，CE1、CE3 属于 VPNA，CE2、CE4 属于 VPNB。PE1 和 PE2 之间建立了两条 MPLS TE 隧道和一条 LSP。VPNA 与两条 TE 隧道中的一条绑定。VPNB 优先选择 TE 隧道。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-323 配置应用于 L3VPN 的隧道策略组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	100.1.1.1/30
	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	10.2.1.2/30
	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 30	10.1.1.2/30
	Loopback1	-	1.1.1.1/32
PE2	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	100.1.1.2/30
	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	10.4.1.2/30
	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 50	10.3.1.2/30
	Loopback1	-	2.2.2.2/32
CE1	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 30	10.1.1.1/30
CE2	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 20	10.2.1.1/30
CE3	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 50	10.3.1.1/30
CE4	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 40	10.4.1.1/30

配置思路

配置应用于 L3VPN 的隧道策略思路如下：

1. 配置路由协议实现 PE 之间的互通。
2. 在骨干网的 PE 上配置 MPLS 基本能力，并在 PE 之间建立一条 LSP 和两条 MPLS TE 隧道。
3. PE 上配置 VPN 实例，并将 CE 接入 PE。

版权所有 © 华为技术有限公司

4. 配置隧道策略，并对 VPN 实例应用隧道策略。
5. 配置 MP-IBGP 交换 VPN 路由信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 上的 MPLS LSR ID
- 两个 VPN 实例的名称、RD 及 VPN-Target
- 两个隧道策略的名称

操作步骤

步骤 1 在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现 PE 之间的 IP 连通性

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.1 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] vlan 10
[PE1-vlan10] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 30
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.3
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.1 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] ip address 2.2.2.2 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] vlan 10
[PE2-vlan10] quit
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid untagged vlan 10
[PE2-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE2] interface vlanif 10
[PE2-Vlanif10] ip address 100.1.1.2 30
[PE2-Vlanif10] quit
[PE2] ospf 1
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.3
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.2 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

配置完成后，在 PE 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 路由。

版权所有 © 华为技术有限公司

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10        Routes : 10

  Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.1/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.2/32    OSPF   10   2           D  100.1.1.2       Vlanif10
      100.1.1.0/30    Direct 0    0           D  100.1.1.1       Vlanif10
      100.1.1.1/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      100.1.1.2/32    Direct 0    0           D  172.1.1.2       Vlanif10
    100.1.1.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.0/8    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力，在 PE 之间建立 LDP LSP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] label advertise non-null
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 2.2.2.2
[PE2] mpls
[PE2-mpls] label advertise non-null
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 10
[PE2-Vlanif10] mpls
[PE2-Vlanif10] mpls ldp
[PE2-Vlanif10] quit
```

上述配置完成后，PE1 与 PE2 之间应能建立 LDP LSP，执行 **display tunnel-info all** 命令可以看到目的为 2.2.2.2 的 LSP。执行 **display mpls ldp lsp** 命令可以查看 LSP 信息。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display tunnel-info all
 * -> Allocated VC Token
Tunnel ID           Type                 Destination          Token
------------------------------------------------------------------------------
0x1001c             lsp                   2.2.2.2               0
0x1001d             lsp                   2.2.2.2               1

[PE1] display mpls ldp lsp

 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop          OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.1/32         1124/NULL       2.2.2.2         127.0.0.1        InLoop0
 1.1.1.1/32         Liberal/1024    2.2.2.2
 2.2.2.2/32         NULL/1025       -               100.1.1.2        Vlanif10
 ------------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
TOTAL: 3 Normal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Liberal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
A "*" before an LSP means the LSP is not established
A "*" before a Label means the USCB or DSCB is stale
A "*" before a UpstreamPeer means the session is stale
A "*" before a DS means the session is stale
A "*" before a NextHop means the LSP is FRR LSP"
```

步骤 3 在 PE 之间建立 MPLS TE 隧道

配置 PE1。

```
[PE1] mpls
[PE1-mpls] mpls te
[PE1-mpls] mpls rsvp-te
[PE1-mpls] mpls te cspf
[PE1-mpls] quit
[PE1] interface tunnel 1/0/1
[PE1-Tunnel1/0/1] ip address unnumbered interface loopback1
[PE1-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/1] destination 2.2.2.2
[PE1-Tunnel1/0/1] mpls te tunnel-id 11
[PE1-Tunnel1/0/1] mpls te commit
[PE1-Tunnel1/0/1] quit
[PE1] interface tunnel 1/0/2
[PE1-Tunnel1/0/2] ip address unnumbered interface loopback1
[PE1-Tunnel1/0/2] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/2] destination 2.2.2.2
[PE1-Tunnel1/0/2] mpls te tunnel-id 22
[PE1-Tunnel1/0/2] mpls te reserved-for-binding
[PE1-Tunnel1/0/2] mpls te commit
[PE1-Tunnel1/0/2] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls te
[PE1-Vlanif10] mpls rsvp-te
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls
[PE2-mpls] mpls te
[PE2-mpls] mpls rsvp-te
[PE2-mpls] mpls te cspf
[PE2-mpls] quit
[PE2] interface tunnel 1/0/1
[PE2-Tunnel1/0/1] ip address unnumbered interface loopback1
[PE2-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol mpls te
[PE2-Tunnel1/0/1] destination 1.1.1.1
[PE2-Tunnel1/0/1] mpls te tunnel-id 11
[PE2-Tunnel1/0/1] mpls te commit
[PE2-Tunnel1/0/1] quit
[PE2] interface tunnel 1/0/2
[PE2-Tunnel1/0/2] ip address unnumbered interface loopback1
[PE2-Tunnel1/0/2] tunnel-protocol mpls te
[PE2-Tunnel1/0/2] destination 1.1.1.1
[PE2-Tunnel1/0/2] mpls te tunnel-id 22
[PE2-Tunnel1/0/2] mpls te reserved-for-binding
[PE2-Tunnel1/0/2] mpls te commit
[PE2-Tunnel1/0/2] quit
[PE2] interface vlanif 10
[PE2-Vlanif10] mpls
[PE2-Vlanif10] mpls te
[PE2-Vlanif10] mpls rsvp-te
[PE2-Vlanif10] quit
```

在 TE 隧道沿途设备上使能 OSPF 传递 TE 相关属性信息。

配置 PE1。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] opaque-capability enable
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ospf 1
[PE2-ospf-1] opaque-capability enable
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

完成此步骤后，在 PE 上执行命令 **display interface tunnel** *interface-number*，可发现接口 Tunnel1/0/1 和 Tunnel1/0/2 的状态都为 Up。以 PE1 上的 Tunnel1/0/2 为例。

```
[PE1] display interface Tunnel 1/0/2
Tunnel1/0/2 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2007-09-10 13:54:57
Description:HUAWEI, Quidway Series, Tunnel1/0/0 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is unnumbered, using address of LoopBack0(1.1.1.1/32)
Encapsulation is TUNNEL, loopback not set
Tunnel destination 2.2.2.2
Tunnel up/down statistics 1
Tunnel protocol/transport MPLS/MPLS, ILM is available,
primary tunnel id is 0x1003d, secondary tunnel id is 0x0

    300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    196 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    0 packets output,  0 bytes
    0 output error
    0 output drop
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 4 在 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE

配置 PE1。

```
[PE1] ip vpn-instance VPNA
[PE1-vpn-instance-VPNA] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-VPNA-af-ipv4] vpn-target 111:1 both
[PE1-vpn-instance-VPNA-af-ipv4] quit
[PE1-vpn-instance-VPNA] quit
[PE1] ip vpn-instance VPNB
[PE1-vpn-instance-VPNB] route-distinguisher 100:2
[PE1-vpn-instance-VPNB-af-ipv4] vpn-target 222:2 both
[PE1-vpn-instance-VPNB-af-ipv4] quit
[PE1-vpn-instance-VPNB] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] ip binding vpn-instance VPNA
[PE1-Vlanif30] ip address 10.1.1.2 30
[PE1-Vlanif30] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] ip binding vpn-instance VPNB
[PE1-Vlanif20] ip address 10.2.1.2 30
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ip vpn-instance VPNA
[PE2-vpn-instance-VPNA] route-distinguisher 100:3
[PE2-vpn-instance-VPNA-af-ipv4] vpn-target 111:1 both
[PE2-vpn-instance-VPNA-af-ipv4] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2-vpn-instance-VPNA] quit
[PE2] ip vpn-instance VPNB
[PE2-vpn-instance-VPNB] route-distinguisher 100:4
[PE2-vpn-instance-VPNB-af-ipv4] vpn-target 222:2 both
[PE2-vpn-instance-VPNB-af-ipv4] quit
[PE2-vpn-instance-VPNB] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] ip binding vpn-instance VPNA
[PE2-Vlanif50] ip address 10.3.1.2 30
[PE2-Vlanif50] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] ip binding vpn-instance VPNB
[PE2-Vlanif40] ip address 10.4.1.2 30
[PE2-Vlanif40] quit
```

按图 6-323 配置各 CE 的接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址，具体配置过程略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 VPN 实例的配置情况。各 PE 能 ping 通自己接入的 CE。

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IP 地址，即要指定 **ping -a** *source-ip-address* **-vpn-instance** *vpn-instance-name destination-address* 命令中的参数**-a** *source-ip-address*，否则可能 ping 不通。

步骤 5 在 PE 上配置隧道策略并应用隧道策略

配置主隧道绑定的隧道策略并应用于 VPNA。

配置 PE1。

```
[PE1]tunnel-policy policy1
[PE1-tunnel-policy-policy1]tunnel binding destination 2.2.2.2 te tunnel1/0/2
[PE1-tunnel-policy-policy1] quit
[PE1] ip vpn-instance VPNA
[PE1-vpn-instance-VPNA] tnl-policy policy1
[PE1-vpn-instance-VPNA] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] tunnel-policy policy1
[PE2-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 1.1.1.1 te tunnel1/0/2
[PE2-tunnel-policy-policy1] quit
[PE2] ip vpn-instance VPNA
[PE2-vpn-instance-VPNA] tnl-policy policy1
[PE2-vpn-instance-VPNA] quit
```

配置顺序选择方式的隧道策略并应用于 VPNB。

配置 PE1。

```
[PE1] tunnel-policy policy2
[PE1-tunnel-policy-policy2] tunnel select-seq cr-lsp lsp load-balance-number 1
[PE1-tunnel-policy-policy2] quit
[PE1] ip vpn-instance VPNB
[PE1-vpn-instance-VPNB] tnl-policy policy2
[PE1-vpn-instance-VPNB] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] tunnel-policy policy2
[PE2-tunnel-policy-policy2] tunnel select-seq cr-lsp lsp load-balance-number 1
[PE2-tunnel-policy-policy2] quit
[PE2] ip vpn-instance VPNB
[PE2-vpn-instance-VPNB] tnl-policy policy2
[PE2-vpn-instance-VPNB] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 6 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.2 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.1 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
[PE2-bgp] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp peer** 或 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

步骤 7 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系

配置 PE1

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance VPNA
[PE1-bgp-VPNA] peer 10.1.1.1 as-number 65410
[PE1-bgp-VPNA] quit
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance VPNB
[PE1-bgp-VPNB] peer 10.2.1.1 as-number 65410
[PE1-bgp-VPNB] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 CE1

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
[CE1-bgp] quit
```

配置 CE2

```
[CE2] bgp 65410
[CE2-bgp] peer 10.2.1.2 as-number 100
[CE2-bgp] import-route direct
[CE2-bgp] quit
```

配置 PE2

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance VPNA
[PE2-bgp-VPNA] peer 10.3.1.1 as-number 65420
[PE2-bgp-VPNA] quit
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance VPNB
[PE2-bgp-VPNB] peer 10.4.1.1 as-number 65420
[PE2-bgp-VPNB] quit
[PE2-bgp] quit
```

配置 CE3

```
[CE3] bgp 65420
[CE3-bgp] peer 10.3.1.2 as-number 100
[CE3-bgp] import-route direct
[CE3-bgp] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 CE4

```
[CE4] bgp 65420
[CE4-bgp] peer 10.4.1.2 as-number 100
[CE4-bgp] import-route direct
[CE4-bgp] quit
```

步骤 8 检查配置结果

在 PE 设备上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance VPNA
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: VPNA
         Destinations : 5        Routes : 5
  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost      Flags  NextHop         Interface
       10.1.1.0/30  Direct 0    0          D     10.1.1.2        Vlanif30
       10.1.1.2/32  Direct 0    0          D     127.0.0.1       InLoopBack0
     10.1.1.255/32  Direct 0    0          D     127.0.0.1       InLoopBack0
       10.3.1.0/30  BGP    255  0          RD    2.2.2.2         Tunnel1/0/2
255.255.255.255/32  Direct 0    0          D     127.0.0.1       InLoopBack0
[PE1] display ip routing-table vpn-instance VPNB
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: VPNB
         Destinations : 5        Routes : 6
  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost      Flags  NextHop         Interface
       10.2.1.0/30  Direct 0    0          D     10.2.1.2        Vlanif20
       10.2.1.2/32  Direct 0    0          D     127.0.0.1       InLoopBack0
     10.2.1.255/32  Direct 0    0          D     127.0.0.1       InLoopBack0
       10.4.1.0/30  BGP    255  0          RD    2.2.2.2         Tunnel1/0/1
                    BGP    255  0          RD    2.2.2.2         Vlanif10
255.255.255.255/32  Direct 0    0          D     127.0.0.1       InLoopBack0
```

在 PE 设备上执行 **display ip routing-table vpn-instance verbose** 命令，可以看到 VPN 路由所使用的隧道。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance VPNA 10.3.1.0 verbose
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Table : VPNA
Summary Count : 1
   Destination: 10.3.1.0/30
      Protocol: BGP            Process ID: 0
    Preference: 255                  Cost: 0
       NextHop: 2.2.2.2         Neighbour: 2.2.2.2
         State: Active Adv GotQ       Age: 00h00m08s
           Tag: 0                Priority: 0
         Label: 109568            QoSInfo: 0x0
  RelayNextHop: 0.0.0.0         Interface: Tunnel1/0/2
     Tunnel ID: 0x1003d
[PE1] display ip routing-table vpn-instance VPNB 10.4.1.0 verbose
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Table : VPNB
Summary Count : 1
   Destination: 10.4.1.0/30
      Protocol: BGP            Process ID: 0
    Preference: 255                  Cost: 0
       NextHop: 2.2.2.2         Neighbour: 2.2.2.2
         State: Active Adv GotQ       Age: 01h02m27s
           Tag: 0                Priority: 0
         Label: 107520            QoSInfo:0x0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  RelayNextHop: 0.0.0.0          Interface: Tunnel1/0/1
    Tunnel ID: 0x1001c
```

同一 VPN 的 CE 能够相互 Ping 通，不同 VPN 的 CE 不能相互 Ping 通。

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20 30
#
ip vpn-instance VPNA
 route-distinguisher 100:1
 tnl-policy policy1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance VPNB
 route-distinguisher 100:2
 tnl-policy policy2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  mpls te
  label advertise non-null
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip binding vpn-instance VPNB
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif30
 ip binding vpn-instance VPNA
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/1
 ip address unnumbered interface loopback1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 tunnel-protocol mpls te
 destination 2.2.2.2
 mpls te tunnel-id 11
 mpls te commit
#
interface Tunnel1/0/2
 ip address unnumbered interface loopback1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 2.2.2.2
 mpls te tunnel-id 22
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.2 enable
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.2 enable
#
 ipv4-family vpn-instance VPNA
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
#
 ipv4-family vpn-instance VPNB
  peer 10.2.1.1 as-number 65410
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 2.2.2.2 te Tunnel1/0/2
#
tunnel-policy  policy2
 tunnel select-seq cr-lsp lsp load-balance-number 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 10 40 50
#
ip vpn-instance VPNA
 route-distinguisher 100:3
 tnl-policy policy1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance VPNB
 route-distinguisher 100:4
 tnl-policy policy2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  mpls te
  label advertise non-null
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip binding vpn-instance VPNB
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif50
 ip binding vpn-instance VPNA
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/1
 ip address unnumbered interface loopback1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.1
 mpls te tunnel-id 11
 mpls te commit
#
interface Tunnel1/0/2
 ip address unnumbered interface loopback1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.1
 mpls te tunnel-id 22
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance VPNA
  peer 10.3.1.1 as-number 65420
 #
 ipv4-family vpn-instance VPNB
  peer 10.4.1.1 as-number 65420
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  mpls-te enable
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 1.1.1.1 te Tunnel1/0/2
#
tunnel-policy  policy2
 tunnel select-seq cr-lsp lsp load-balance-number 1
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 30
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
#
ipv4-family unicast
 undo synchronization
 import-route  direct
 peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface vlanif 20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 65410
 peer 10.2.1.2 as-number 100
#
ipv4-family unicast
 undo synchronization
 import-route  direct
 peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/3
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65420
 peer 10.3.1.2 as-number 100
#
ipv4-family unicast
 undo synchronization
 import-route  direct
 peer 10.3.1.2 enable
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif 40
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 65420
 peer 10.1.1.2 as-number 100
#
ipv4-family unicast
 undo synchronization
 import-route  direct
 peer 10.4.1.2 enable
#
return
```

配置 L2VPN 主隧道绑定示例（Martini 方式）

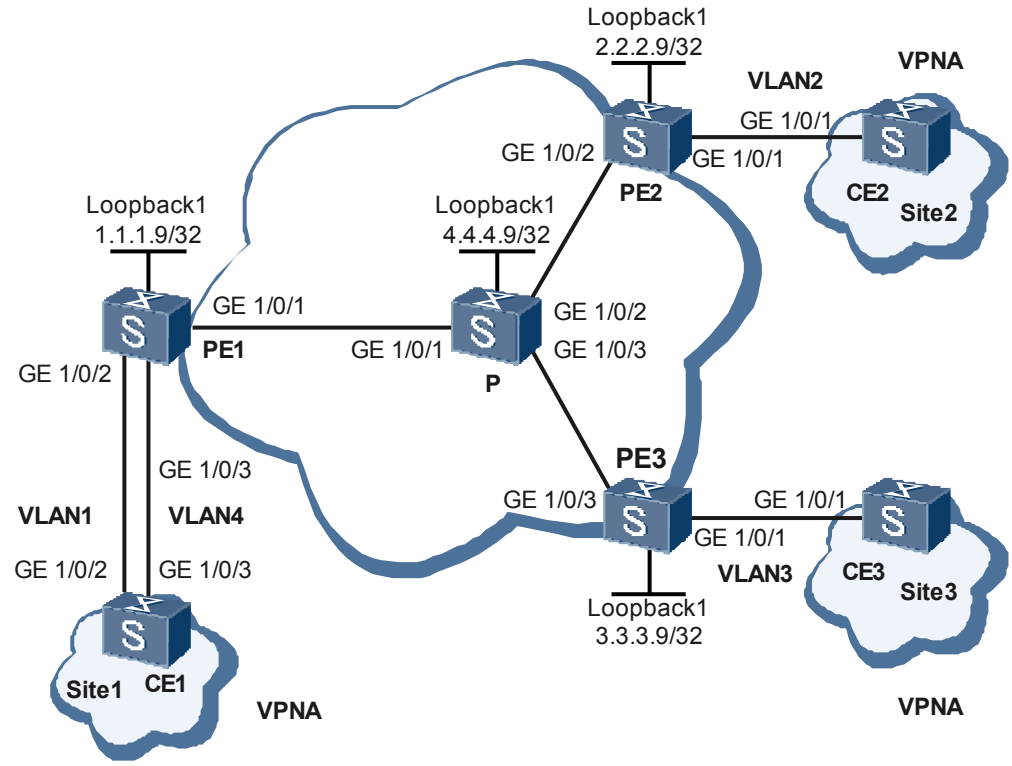
组网需求

如图 6-324，Site1、Site2 和 Site3 都属于 VPNA。要求：

- 配置 Martini L2VPN。
- Site1 和 Site2 的通信与 Site1 和 Site3 的通信互不干扰。各自选用一条隧道。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-324 配置 L2VPN 主隧道绑定组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 7	100.1.1.2/24
	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 4	-
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 2	-
	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 5	100.2.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
PE3	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 3	-
	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 6	100.3.1.2/24
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 7	100.1.1.1/24
	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 5	100.2.1.1/24
	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 6	100.3.1.1/24
CE1	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 10	10.1.1.1/24
	GigabitEthernet1/0/3	VLANIF 4	20.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 2	10.1.1.2/24
CE3	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 3	20.1.1.2/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

配置 L2VPN 主隧道绑定思路如下：

1. 配置 TE 隧道。
2. 配置隧道策略，将对端 IP 地址与隧道绑定。
3. 配置 L2VC 连接时应用该隧道策略。
4. 将 CE 接入骨干网。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 隧道策略
- VC ID
- 配置 MPLS TE 隧道所需的数据

说明

对于同一个 PE 设备到同一目的地的不同 L2VPN 业务，需要应用不同的隧道策略，绑定不同的 TE 隧道。

操作步骤

步骤 1 实现 PE 设备之间的互通

在骨干网上配置 IGP 路由协议，实现各 PE 设备之间的互通。本例使用 IS-IS，其进程号为 1。

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] vlan 7
[PE1-vlan7] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 7
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 7
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[PE1] interface vlanif 7
[PE1-Vlanif7] ip address 100.1.1.2 24
[PE1-Vlanif7] quit
[PE1]isis 1
[PE1-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0000.0001.00
[PE1-isis-1] is-level level-2
[PE1-isis-1] quit
[PE1] interface vlanif 7
[PE1-Vlanif7] isis enable 1
[PE1-Vlanif7] quit
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-LoopBack1] isis enable 1
[PE1-LoopBack1] quit
```

PE2、PE3 的配置与 PE1 类似(略)。

配置 P。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P] vlan batch 5 6 7
[P]interface gigabitethernet 1/0/1
[P-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid pvid vlan 7
[P-GigabitEthernet1/0/1] port hybrid tagged vlan 7
[P-GigabitEthernet1/0/1] quit
[P]interface gigabitethernet 1/0/2
[P-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid pvid vlan 5
[P-GigabitEthernet1/0/2] port hybrid tagged vlan 5
[P-GigabitEthernet1/0/2] quit
[P]interface gigabitethernet 1/0/3
[P-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid pvid vlan 6
[P-GigabitEthernet1/0/3] port hybrid tagged vlan 6
[P-GigabitEthernet1/0/3] quit
[P] interface vlanif 7
[P-Vlanif7] ip address 100.1.1.1 24
[P-Vlanif7] quit
[P] interface vlanif 5
[P-Vlanif5] ip address 100.2.1.1 24
[P-Vlanif5] quit
[P] interface vlanif 6
[P-Vlanif6] ip address 100.3.1.1 24
[P-Vlanif6] quit
[P]isis 1
[P-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0000.0002.00
[P-isis-1] is-level level-2
[P-isis-1] quit
[P] interface vlanif 5
[P-Vlanif5] isis enable 1
[P-Vlanif5] quit
[P] interface vlanif 6
[P-Vlanif6] isis enable 1
[P-Vlanif6] quit
[P] interface vlanif 7
[P-Vlanif7] isis enable 1
[P-Vlanif7] quit
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] ip address 4.4.4.9 32
[P-LoopBack1] isis enable 1
[P-LoopBack1]  quit
```

配置完此步骤，在 PE 上任意视图下执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 PE 之间应能互相学习到对方的 Loopback 地址。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------ Routing Tables:
Public
         Destinations : 14        Routes : 14

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32 ISIS    15   20          D   100.1.1.2       Vlanif7
        3.3.3.9/32 ISIS    15   20          D   100.1.1.2       Vlanif7
        4.4.4.9/32 ISIS    15   10          D   100.1.1.2       Vlanif7
      100.1.1.0/24  Direct 0    0           D   100.1.1.1       Vlanif7
      100.1.1.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      100.1.1.2/32  Direct 0    0           D   100.1.1.2       Vlanif7
    100.1.1.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      100.2.1.0/24  ISIS   15   20          D   100.1.1.2       Vlanif7
      100.3.1.0/24  ISIS   15   20          D   100.1.1.2       Vlanif7
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 2 配置 MPLS 基本能力，建立 LDP 远端对等体，使能 MPLS TE、RSVP-TE 和 CSPF

版权所有 © 华为技术有限公司

本例隧道信令使用 RSVP-TE。在 TE 隧道沿途每个 PE 和 P 都要全局使能 MPLS TE 和 RSVP-TE 并在隧道入节点上配置 CSPF；且沿途的每个接口上都要使能 MPLS TE、RSVP-TE。在 PE 上配置 LDP 远端对等体来相互传递私网路由。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] mpls te
[PE1-mpls] mpls rsvp-te
[PE1-mpls] mpls te cspf
[PE1-mpls] quit
[PE1] interface vlanif 7
[PE1-Vlanif7] mpls
[PE1-Vlanif7] mpls te
[PE1-Vlanif7] mpls rsvp-te
[PE1-Vlanif7] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] mpls ldp remote-peer 2.2.2.9
[PE1-mpls-ldp-remote-2.2.2.9] remote-ip 2.2.2.9
[PE1-mpls-ldp-remote-2.2.2.9] quit
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

PE2、PE3 的配置与 PE1 类似(略)。

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 4.4.4.9
[P] mpls
[P-mpls] mpls te
[P-mpls] mpls rsvp-te
[P-mpls] quit
[P] interface vlanif 7
[P-Vlanif7] mpls
[P-Vlanif7] mpls te
[P-Vlanif7] mpls rsvp-te
[P-Vlanif7] quit
[P] interface vlanif 5
[P-Vlanif5] mpls
[P-Vlanif5] mpls te
[P-Vlanif5] mpls rsvp-te
[P-Vlanif5] quit
[P] interface vlanif 6
[P-Vlanif6] mpls
[P-Vlanif6] mpls te
[P-Vlanif6] mpls rsvp-te
[P-Vlanif6] quit
```

配置完此步骤，在 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令，可以看到 PE1 与 PE2 应能建立 LDP 远端对等体；PE1 与 PE3 也应建立 LDP 远端对等体。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:33  4/4
 3.3.3.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:42  4/4
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 配置 IS-IS TE

配置 PE1。

```
[PE1] isis 1
[PE1-isis-1] cost-style wide
[PE1-isis-1] traffic-eng level-2
[PE1-isis-1] quit
```

P、PE2 和 PE3 的配置与 PE1 类似(略)。

说明

只在一端配置此步骤时，本端已建立的远端会话的状态将变成 Down。当对端也完成此步骤时，远端 LDP 会话状态又会重新变成 Up。

步骤 4 配置 MPLS TE 显式路径

#可以为 MPLS TE 手工指定路径，即配置 MPLS TE 显式路径。本例以在 PE1 上的 MPLS TE 隧道配置显式路径为例。

配置 PE1。

```
[PE1] explicit-path PE1toPE2
[PE1-explicit-path-PE1toPE2] next hop 100.1.1.2
[PE1-explicit-path-PE1toPE2] next hop 100.2.1.2
[PE1-explicit-path-PE1toPE2] next hop 2.2.2.9
[PE1-explicit-path-PE1toPE2] quit
[PE1] explicit-path PE1toPE3
[PE1-explicit-path-PE1toPE3] next hop 100.1.1.2
[PE1-explicit-path-PE1toPE3] next hop 100.3.1.2
[PE1-explicit-path-PE1toPE3] next hop 3.3.3.9
[PE1-explicit-path-PE1toPE3] quit
```

步骤 5 配置 MPLS TE 隧道

说明

MPLS TE 隧道是单向的。本例如果要保证 TE 隧道双向 QoS，需要在隧道两端 PE 设备上配置 MPLS TE Tunnel。

在 PE1 上创建两个 Tunnel 接口，在 PE2 和 PE3 上创建一个 Tunnel 接口。

配置 PE1。

```
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/0] destination 2.2.2.9
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te path explicit-path PE1toPE2
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE1-Tunnel1/0/0] quit
[PE1] interface tunnel 2/0/0
[PE1-Tunnel2/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE1-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel2/0/0] destination 3.3.3.9
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te tunnel-id 200
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te path explicit-path PE1toPE3
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[PE1-Tunnel2/0/0] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface tunnel 1/0/0
[PE2-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE2-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2-Tunnel1/0/0] destination 1.1.1.9
[PE2-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE2-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[PE2-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE2-Tunnel1/0/0] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] interface tunnel 1/0/0
[PE3-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback 1
[PE3-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE3-Tunnel1/0/0] destination 1.1.1.9
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te signal-protocol rsvp-te
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE3-Tunnel1/0/0] quit
```

配置完此步骤后，在 PE 的 Tunnel 接口视图下执行 **display this interface** 命令查看本 TE 隧道，其状态应为 Up。以 PE1 的 Tunnel 1/0/0 的显示为例：

```
[PE1-Tunnel1/0/0] display this interface
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2007-09-10 13:54:57
Description:HUAWEI, Quidway Series, Tunnel1/0/0 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is unnumbered, using address of LoopBack1(1.1.1.9/32)
Encapsulation is TUNNEL, loopback not set
Tunnel destination 2.2.2.9
Tunnel up/down statistics 1
Tunnel protocol/transport MPLS/MPLS, ILM is available,
primary tunnel id is 0x10001, secondary tunnel id is 0x0
Current system time: 2007-09-10 15:54:03
    300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    196 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    0 packets output,  0 bytes
    0 output error
    0 output drop

    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

步骤 6 配置 VPN 隧道绑定

配置 PE1（绑定 Tunnel1）。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0]mpls te reserved-for-binding
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE1-Tunnel1/0/0] quit
[PE1] tunnel-policy policy1
[PE1-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 2.2.2.9 te tunnel 1/0/0
[PE1-tunnel-policy-policy1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc 2.2.2.9 100 tunnel-policy policy1
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE1（绑定 Tunnel2）。

```
[PE1] interface tunnel 2/0/0
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE1-Tunnel2/0/0] mpls te commit
[PE1-Tunnel2/0/0] quit
[PE1] tunnel-policy policy2
[PE1-tunnel-policy-policy2] tunnel binding destination 3.3.3.9 te tunnel 2/0/0
[PE1-tunnel-policy-policy2] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] interface vlanif 4
[PE1-Vlanif4] mpls l2vc 3.3.3.9 200 tunnel-policy policy2
[PE1-Vlanif4] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface tunnel 1/0/0
[PE2-Tunnel1/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE2-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE2-Tunnel1/0/0] quit
[PE2] tunnel-policy policy1
[PE2-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 1.1.1.9 te tunnel 1/0/0
[PE2-tunnel-policy-policy1] quit
[PE2] interface vlanif 2
[PE2-Vlanif2] mpls l2vc 1.1.1.9 100 tunnel-policy policy1
[PE2-Vlanif2] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] mpls l2vpn
[PE3-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE3-l2vpn] quit
[PE3] interface tunnel 1/0/0
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE3-Tunnel1/0/0] mpls te commit
[PE3-Tunnel1/0/0] quit
[PE3] tunnel-policy policy1
[PE3-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 1.1.1.9 te tunnel 1/0/0
[PE3-tunnel-policy-policy1] quit
[PE3] interface vlanif 3
[PE3-Vlanif3] mpls l2vc 1.1.1.9 200 tunnel-policy policy1
[PE3-Vlanif3] quit
```

步骤 7 将 CE 接入骨干网

本例以 CE1 为例。CE2、CE3 与 CE1 类似，此处不再赘述。

```
[CE1] vlan 10
[CE1] quit
[CE1] vlan 4
[CE1] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/2
[CE1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk allow-pass vlan 10
[CE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/3
[CE1-GigabitEthernet1/0/3] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet1/0/3] port trunk allow-pass vlan 4
[CE1-GigabitEthernet1/0/3] quit
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[CE1-Vlanif10] quit
[CE1] interface vlanif 4
[CE1-Vlanif4] ip address 20.1.1.1 24
[CE1-Vlanif4] quit
```

步骤 8 验证配置结果

查看 PE1 上的 VC 状态。PE1 上的所有 VC 状态都为 Up。

```
[PE1] display mpls l2vc
 total LDP VC : 2     1 up       0 down

 *client interface     : Vlanif4
  Administrator PW     : no
  session state        : up
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 AC status           : up
 VC state            : up
 Label state         : 0
 Token state         : 0
 VC ID               : 200
 VC type             : VLAN
 destination         : 3.3.3.9
 local VC label      : 23552        remote VC label      : 23552
 control word        : disable
 forwarding entry    : exist
 local group ID      : 0
 manual fault        : not set
 active state        : active
 OAM Protocol        : --
 OAM Status          : --
 OAM Fault Type      : --
 PW APS ID           : 0
 PW APS Status       : --
 TTL Value           : 1
 link state          : up
 local VC MTU        : 1500         remote VC MTU        : 1500
 tunnel policy name  : policy2
 PW template name    : --
 primary or secondary : primary
 load balance type   : flow
 Access-port         : false
 create time         : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
 up time             : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
 last change time    : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
 VC last up time     : 2009/09/20 20:33:37
 VC total up time    : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 45 seconds
 CKey                : 5
 NKey                : 4
 AdminPw interface     : --
 AdminPw link state    : --
 Diffserv Mode       : uniform
 Service Class       : --
 Color               : --
 DomainId            : --
 Domain Name         : --

*client interface    : Vlanif10
 Administrator PW    : no
 session state       : up
 AC status           : up
 VC state            : up
 Label state         : 0
 Token state         : 0
 VC ID               : 100
 VC type             : VLAN
 destination         : 2.2.2.9
 local VC label      : 23553        remote VC label      : 23553
 control word        : disable
 forwarding entry    : exist
 local group ID      : 0
 manual fault        : not set
 active state        : active
 OAM Protocol        : --
 OAM Status          : --
 OAM Fault Type      : --
 PW APS ID           : 0
 PW APS Status       : --
 TTL Value           : 1
 link state          : up
 local VC MTU        : 1500         remote VC MTU        : 1500
 tunnel policy name  : policy1
 PW template name    : --
 primary or secondary : primary
 load balance type   : flow
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Access-port          : false
  create time          : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 45 seconds
  up time              : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 45 seconds
  last change time     : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 45 seconds
  VC last up time      : 2009/09/20 20:35:37
  VC total up time     : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 45 seconds
  CKey                 : 5
  NKey                 : 4
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode        : uniform
  Service Class        : --
  Color                : --
  DomainId             : --
  Domain Name          : --
```

查看被绑定隧道接口的信息。

以 PE1 的 Tunnel 1/0/0 为例：

```
[PE1-Tunnel1/0/0] display this interface
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2007-09-10 13:54:57
Description:HUAWEI, Quidway Series, Tunnel1/0/0 Interface
Route Port,
Internet Address is unnumbered, using address of LoopBack1(1.1.1.9/32)
Encapsulation is TUNNEL, loopback not set
Tunnel destination 2.2.2.9
Tunnel up/down statistics 1
Tunnel protocol/transport MPLS/MPLS, ILM is available,
primary tunnel id is 0x1003c, secondary tunnel id is 0x0
Current system time: 2007-09-10 15:54:03
    300 seconds output rate 672 bits/sec, 1 packets/sec
    190 seconds output rate 36 bits/sec, 0 packets/sec
    5200420 packets output,  65242 bytes
    0 output error
    0 output drop
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

CE1 可以 ping 通 CE2 和 CE3。

再次查看 PE1 的 Tunnel 1/0/0 的信息：

```
[PE1] display interface Tunnel 1/0/0
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2007-09-10 13:54:57
Description:HUAWEI, Quidway Series, Tunnel1/0/0 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is unnumbered, using address of LoopBack1(1.1.1.9/32)
Encapsulation is TUNNEL, loopback not set
Tunnel destination 2.2.2.9
Tunnel up/down statistics 1
Tunnel protocol/transport MPLS/MPLS, ILM is available,
primary tunnel id is 0x1003c, secondary tunnel id is 0x0
Current system time: 2007-09-10 15:54:03
    300 seconds output rate 2952 bits/sec, 2 packets/sec
    196 seconds output rate 72 bits/sec, 0 packets/sec
    48739720 packets output,  361150 bytes
    0 output error
    0 output drop
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

从显示结果看，通过 Tunnel1/0/0 的数据包数增大。

版权所有 © 华为技术有限公司

在 CE1 上执行 **ping 20.1.1.2** 命令，再次查看 PE1 的 Tunnel 1/0/0 的接口信息。发现接口信息中数据包统计数据不变，因为 PE1 的 Tunnel1/0/0 只用来传输 PE1 和 PE2 的数据。

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 4 7 10
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
 explicit-path peltope2
  next hop 100.1.1.1
  next hop 100.2.1.2
  next hop 2.2.2.9
#
 explicit-path PE1toPE3
  next hop 100.1.1.1
  next hop 100.3.1.2
  next hop 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 2.2.2.9
 remote-ip 2.2.2.9
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0000.0001.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif4
 mpls l2vc 3.3.3.9 200 tunnel-policy policy2
#
interface Vlanif7
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif10
 mpls l2vc 2.2.2.9 100 tunnel-policy policy1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 7
 port hybrid tagged vlan 7
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 4
 port hybrid tagged vlan 4
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 2.2.2.9
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te bandwidth bc0 10000
 mpls te path explicit-path peltope2
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
interface Tunnel2/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.9
 mpls te tunnel-id 200
 mpls te path explicit-path peltope3
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 2.2.2.9 te tunnel1/0/0
#
tunnel-policy  policy2
 tunnel binding destination 3.3.3.9 te tunnel2/0/0
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 5 6 7
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0000.0002.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif7
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif5
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif6
 ip address 100.3.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 7
 port hybrid tagged vlan 7
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 5
 port hybrid tagged vlan 5
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 6
 port hybrid tagged vlan 6
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 2 5
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0000.0003.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif2
 mpls l2vc 1.1.1.9 100 tunnel-policy policy1
#
interface Vlanif5
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 2
 port hybrid tagged vlan 2
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 5
 port hybrid tagged vlan 5
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.9
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 1.1.1.9 te tunnel1/0/0
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 3 6
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
isis 1
 is-level level-2
 cost-style wide
 network-entity 10.0000.0000.0000.0004.00
 traffic-eng level-2
#
interface Vlanif6
 ip address 100.3.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls te
 mpls te max-link-bandwidth 100000
 mpls te max-reservable-bandwidth 80000
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif3
 mpls l2vc 1.1.1.9 200 tunnel-policy policy1
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 3
 port hybrid tagged vlan 3
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port hybrid pvid vlan 6
 port hybrid tagged vlan 6
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.9
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 1.1.1.9 te tunnel1/0/0
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10 4
#
interface Vlanif4
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/3
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 4
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 2
#
interface Vlanif2
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 2
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 3
#
interface Vlanif2
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 3
#
return
```

6.10.2 GRE 协议配置

GRE 是通用路由封装协议，可以对某些网络层协议（如 IPX、ATM、IPV6、AppleTalk 等）的数据报进行封装，使这些被封装的数据报文能够在 IPv4 网络中传输。最新的 GRE 封装规范中，GRE 已经可以封装二层数据帧，如 PPP 帧、MPLS 等。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 GRE 使用静态路由示例

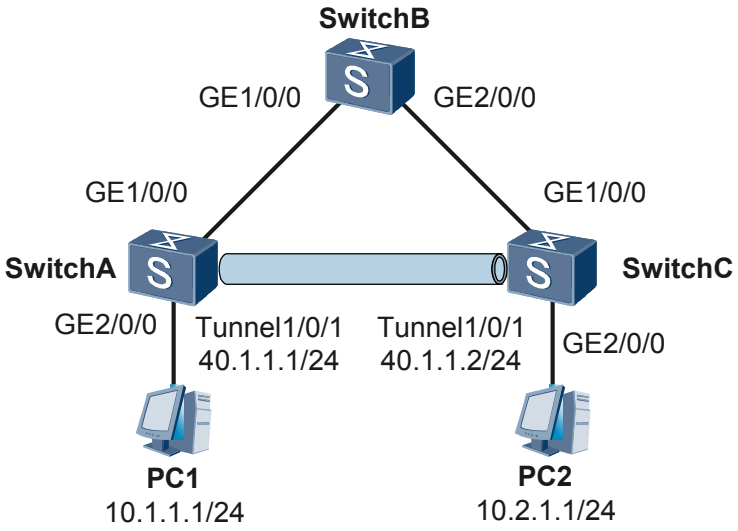
组网需求

如图 6-325，SwitchA、SwitchB、SwitchC 属于 VPN 骨干网，它们之间运行 OSPF。

SwitchA 和 SwitchC 之间使用三层隧道协议 GRE，实现 PC1 和 PC2 互联。

PC1 和 PC2 上分别指定 SwitchA、SwitchC 为自己的缺省网关。

图 6-325 配置 GRE 使用静态路由组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	20.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	10.1.1.2/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	30.1.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	30.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.2.1.2/24

配置思路

配置 GRE 使用静态路由的思路如下：

1. 各 Switch 上运行动态路由协议实现互通。
2. 在 SwitchA 和 SwitchC 上创建 Tunnel 接口，指定 Tunnel 的源地址和目的地址。注意 Tunnel 的源地址是发出报文的实际接口 IP 地址，目的地址是接收报文的实际接口 IP 地址。
3. 为使隧道支持动态路由协议，需要配置 Tunnel 接口的网络地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

4. 为使 PC1 和 PC2 之间的流量通过 GRE 隧道传输，SwitchA 和 SwitchC 上需配置到各自相连的 PC 的静态路由，出接口为本端的 Tunnel 接口。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-325 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-325 所示。
- 运行 OSPF 所需的 OSPF 进程号、区域号。
- GRE 隧道两端的源地址、目的地址、Tunnel 接口 IP 地址。

操作步骤

步骤 1 配置各接口 IP 地址

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan 10
[SwitchA-vlan10] quit
[SwitchA] vlan 30
[SwitchA-vlan30] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 20.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 30
[SwitchA-Vlanif30] ip address 10.1.1.2 24
[SwitchA-Vlanif30] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置 VPN 骨干网的 IGP

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf 1
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchC 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到它们能够学到去往对端接口网段地址的 OSPF 路由。

以 SwitchA 的显示为例。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 12        Routes : 12

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.2        Vlanif30
        10.1.1.2/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      10.1.1.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        20.1.1.0/24   Direct 0    0           D  20.1.1.1        Vlanif10
        20.1.1.1/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        20.1.1.2/32   Direct 0    0           D  20.1.1.2        Vlanif10
      20.1.1.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        30.1.1.0/24   OSPF   10   2           D  20.1.1.2        Vlanif10
       127.0.0.0/8    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 3 配置 Tunnel 接口

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] interface tunnel 1/0/1
[SwitchA-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol gre
[SwitchA-Tunnel1/0/1] ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
[SwitchA-Tunnel1/0/1] source 20.1.1.1
[SwitchA-Tunnel1/0/1] destination 30.1.1.2
[SwitchA-Tunnel1/0/1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] interface tunnel 1/0/1
[SwitchC-Tunnel1/0/1] tunnel-protocol gre
[SwitchC-Tunnel1/0/1] ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
[SwitchC-Tunnel1/0/1] source 30.1.1.2
[SwitchC-Tunnel1/0/1] destination 20.1.1.1
[SwitchC-Tunnel1/0/1] quit
```

配置完成后，Tunnel 接口状态变为 Up，Tunnel 接口之间可以 Ping 通。

以 SwitchA 的显示为例：

```
[SwitchA] ping -a 40.1.1.1 40.1.1.2
  PING 40.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=24 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=33 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=48 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=33 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=36 ms
  --- 40.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 24/34/48 ms
```

步骤 4 配置静态路由

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 tunnel 1/0/1
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 tunnel 1/0/1
```

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchC 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到使用 Tunnel 接口去往对端用户侧网段的静态路由。

以 SwitchA 的显示为例。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 16       Routes : 16
Destination/Mask    Proto  Pre  Cost        Flags  NextHop         Interface
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      10.1.1.0/24  Direct 0    0             D  10.1.1.2       Vlanif30
      10.1.1.2/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1      InLoopBack0
    10.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1      InLoopBack0
      10.2.1.0/24  Static 60   0             D  40.1.1.1       Tunnel1/0/1
      20.1.1.0/24  Direct 0    0             D  20.1.1.1       Vlanif10
      20.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1      InLoopBack0
      20.1.1.2/32  Direct 0    0             D  20.1.1.2       Vlanif10
    20.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1      InLoopBack0
      30.1.1.0/24  OSPF   10   2             D  20.1.1.2       Vlanif10
      40.1.1.0/24  Direct 0    0             D  40.1.1.1       Tunnel1/0/1
      40.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1      Tunnel1/0/1
    40.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1      Tunnel1/0/1
      127.0.0.0/8  Direct 0    0             D  127.0.0.1      InLoopBack0
    127.0.0.1/32   Direct 0    0             D  127.0.0.1      InLoopBack0
127.255.255.255/32 Direct 0    0             D  127.0.0.1      InLoopBack0
255.255.255.255/32 Direct 0    0             D  127.0.0.1      InLoopBack0
```

PC1 和 PC2 可以相互 Ping 通。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 30
#
interface Vlanif10
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface Tunnel1/0/1
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 tunnel-protocol gre
 source 20.1.1.1
 destination 30.1.1.2
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
ip route-static 10.2.1.0 255.255.255.0 Tunnel1/0/1
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 20 40
#
interface Vlanif20
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface Tunnel1/0/1
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 tunnel-protocol gre
 source 30.1.1.2
 destination 20.1.1.1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
ip route-static 10.1.1.0 255.255.255.0 Tunnel1/0/1
#
return
```

配置 GRE 使用动态路由协议示例

组网需求

如图 6-326，SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间运行 OSPF。

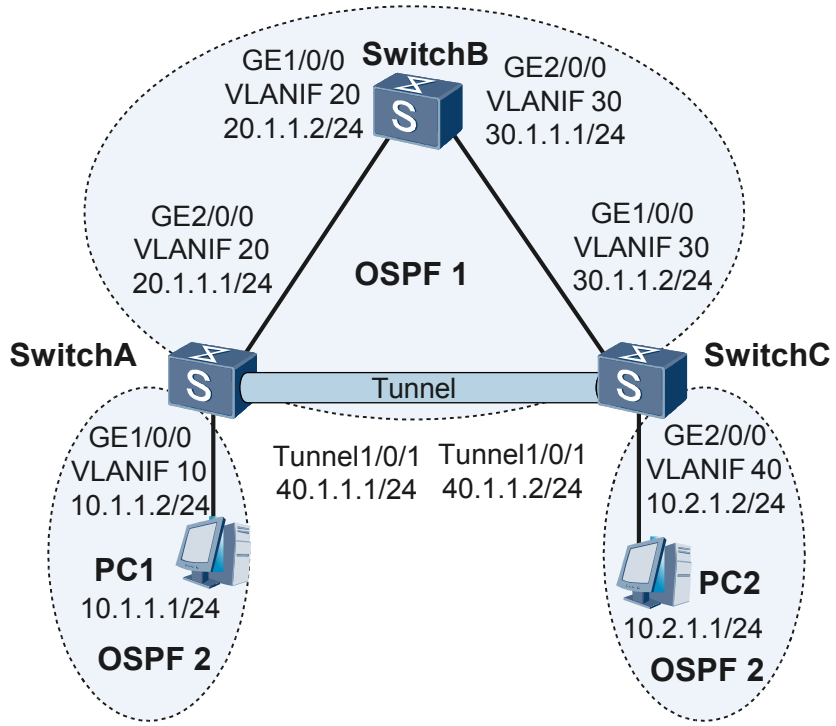
SwitchA 和 SwitchC 之间使用三层隧道协议 GRE，实现 PC1 和 PC2 互联。Tunnel 接口启用动态路由协议 OSPF。

PC1 和 PC2 上分别指定 SwitchA、SwitchC 为自己的缺省网关。

SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间使用 OSPF 进程 1，SwitchA 和 SwitchC 的用户接入部分使用 OSPF 进程 2。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-326 配置 GRE 使用动态路由协议组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	20.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	30.1.1.1/24
SwitchC	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	30.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.2.1.2/24

配置思路

配置 GRE 使用动态路由协议的思路如下：

1. 各 Switch 上运行 IGP 协议实现互通。
2. 与 PC 相连的 Switch 之间建立 GRE 隧道，使其彼此之间传输都通过 GRE 隧道。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-326 所示。
- 各 VLANIF 的 IP 地址，具体数据如图 6-326 所示。
- GRE 隧道两端的源地址、目的地址。
- 两端 Tunnel 接口 IP 地址。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 配置各接口 IP 地址

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname SwitchA
[SwitchA] vlan batch 10 20
[SwitchA] interface gigabitethernet 1/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[SwitchA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[SwitchA] interface gigabitethernet 2/0/0
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[SwitchA-GigabitEthernet2/0/0] quit
[SwitchA] interface vlanif 10
[SwitchA-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[SwitchA-Vlanif10] quit
[SwitchA] interface vlanif 20
[SwitchA-Vlanif20] ip address 20.1.1.1 24
[SwitchA-Vlanif20] quit
```

SwitchB、SwitchC 上的配置同 SwitchA(略)

步骤 2 配置 SwitchA、SwitchB、SwitchC 之间的 OSPF 协议，使用 OSPF 进程 1

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf 1
[SwitchA-ospf-1] area 0
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-1] quit
```

配置 SwitchB。

```
[SwitchB] ospf 1
[SwitchB-ospf-1] area 0
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchB-ospf-1] quit
```

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] ospf 1
[SwitchC-ospf-1] area 0
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SwitchC-ospf-1] quit
```

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchC 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到它们能够学到去往对端接口网段地址的 OSPF 路由。

步骤 3 配置 Tunnel 接口

与**配置 GRE 使用静态路由示例**相同，具体配置过程略。

步骤 4 配置 Tunnel 接口的 OSPF 协议,使用 OSPF 进程 2

配置 SwitchA。

```
[SwitchA] ospf 2
[SwitchA-ospf-2] area 0
[SwitchA-ospf-2-area-0.0.0.0] network 40.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-2-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchA-ospf-2-area-0.0.0.0] quit
[SwitchA-ospf-2] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SwitchC。

```
[SwitchC] ospf 2
[SwitchC-ospf-2] area 0
[SwitchC-ospf-2-area-0.0.0.0] network 40.1.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-2-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
[SwitchC-ospf-2-area-0.0.0.0] quit
[SwitchC-ospf-2] quit
```

步骤 5 检查配置结果

配置完成后，在 SwitchA 和 SwitchC 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到经过 Tunnel 接口去往对端用户侧网段的 OSPF 路由，并且，去往 Tunnel 目的端物理地址（30.1.1.0/24）的路由下一跳不是 Tunnel 接口。

以 SwitchA 的显示为例。

```
[SwitchA] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 14        Routes : 14

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.2        Vlanif30
        10.1.1.2/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      10.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        10.2.1.0/24  OSPF    10   2           D   40.1.1.2        Tunnel1/0/1
      40.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       Tunnel1/0/1
      40.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       Tunnel1/0/1
        20.1.1.0/24  Direct  0    0           D   20.1.1.1        Vlanif10
        20.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      20.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      30.1.1.0/24  OSPF    10   2           D   20.1.1.2        Vlanif10
        40.1.1.0/24  Direct  0    0           D   40.1.1.1        Tunnel1/0/1
        127.0.0.0/8  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

PC1 和 PC2 可以相互 Ping 通。

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10 20
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface Tunnel1/0/1
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 tunnel-protocol gre
 source 20.1.1.1
 destination 30.1.1.2
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
ospf 2
 area 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
 vlan batch 20 30
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchC 的配置文件

```
#
 sysname SwitchC
#
 vlan batch 30 40
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface Tunnel1/0/1
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 tunnel-protocol gre
 source 30.1.1.2
 destination 20.1.1.1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
ospf 2
 area 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

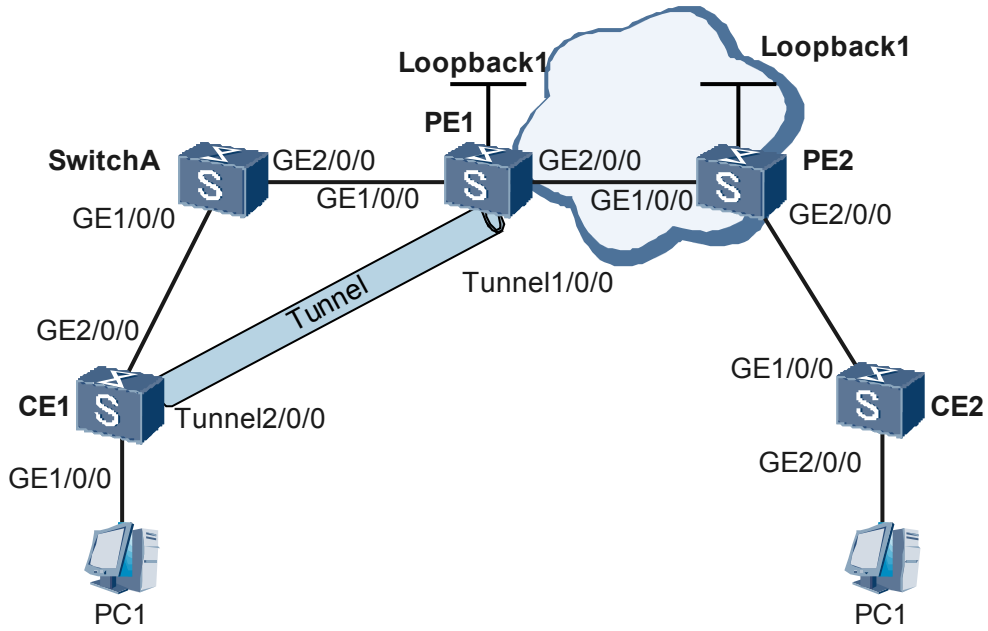
配置 CE-PE 间的 GRE 隧道示例

组网需求

如图 6-327 所示：

- PE1 和 PE2 位于 MPLS 骨干网。
- CE1 和 PE1 之间通过设备 SwitchA 互连。
- CE2 与 PE2 直连。
- CE1 与 CE2 属于同一个 VPN，要求它们之间能互通。

图 6-327 配置 CE-PE 间的 GRE 隧道组网图



设备	接口	接口所属 VLANIF	IP 地址
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	21.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	30.1.1.1/24
	Tunnel2/0/0	-	2.2.2.1/24
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	30.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	50.1.1.1/24
PE1	Loopback1	-	1.1.1.9/32
	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	50.1.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	110.1.1.1/24
	Tunnel1/0/0	-	2.2.2.2/24
PE2	Loopback1	-	3.3.3.9/32
	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	110.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	11.1.1.2/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	11.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	41.1.1.2/24

配置思路

PE1 上没有与 CE1 直连的接口，无法将 VPN 实例与物理接口进行绑定。因此，在 CE1 与 PE1 之间建立一条 GRE 隧道，在 PE1 上将 VPN1 与 GRE 隧道绑定，实现 CE1 通过 GRE 隧道接入到 VPN 中。

配置 CE 使用公网 GRE 隧道接入 VPN 的思路如下：

1. 在骨干网设备 PE1 和 PE2 上运行 OSPF10 路由协议实现互通，并且使能 MPLS。
2. 在 PE1 上配置 VPN1；在 CE1、SwitchA 和 PE1 上运行 OSPF20 路由协议实现互通。
3. 在 CE1 和 PE1 之间建立 GRE 隧道。将 PE1 上与 SwitchA 连接的接口绑定到 VPN1。在 PE1 上配置到 CE1 的 GRE 隧道时，指定隧道的目的地址属于 VPN1。
4. 在 PE2 创建 vpn1 实例，在 PE1 上将 vpn1 实例与 GRE 隧道接口进行绑定，在 PE2 上将 vpn1 实例与连接 CE2 的 VLANIF 接口绑定。
5. 在 CE1 和 CE2 上配置到达各自连接 PE 的路由，这里使用 IS-IS。
6. 在 PE 之间配置 BGP，完成 CE1 和 CE2 之间的互通。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口所属 VLAN，VLANIF 接口的 IP 地址、路由协议进程号及 AS 号
- GRE 隧道的源地址及目的地址
- 在 PE 创建的 VPN 实例名称、RD 和 VPN-target

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN，VLANIF 接口 IP 地址及 MPLS 骨干网的路由协议

在 PE1 和 PE2 之间运行 OSPF10，配置 MPLS、LDP，具体配置过程略。

步骤 2 配置公网 CE1、SwitchA 和 PE1 之间的路由协议

在 CE1、SwitchA 和 PE1 之间运行 OSPF20，具体配置过程略。

步骤 3 配置 CE1 和 PE1 之间的 GRE 隧道

在 CE1 上配置。

```
[CE1] interface tunnel 2/0/0
[CE1-Tunnel2/0/0] ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1-Tunnel2/0/0] tunnel-protocol gre
[CE1-Tunnel2/0/0] source 30.1.1.1
[CE1-Tunnel2/0/0] destination 50.1.1.2
[CE1-Tunnel2/0/0] quit
```

在 PE1 上配置。

```
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
[PE1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol gre
[PE1-Tunnel1/0/0] source 50.1.1.2
[PE1-Tunnel1/0/0] destination 30.1.1.1
[PE1-Tunnel1/0/0] quit
```

上述配置完成后，CE1 与 PE1 之间的 GRE 隧道已建立。

步骤 4 在 PE1 将 VPN 实例 vpn1 与 GRE 隧道绑定

```
[PE1]ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv4] vpn-target 111:1 export-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv4] vpn-target 111:1 import-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv4] quit
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip binding vpn-instance vpn1
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
[PE1-Tunnel1/0/0] quit
```

步骤 5 在 PE2 创建 VPN 实例 vpn1 并与 VLANIF 接口绑定

```
[PE2]ip vpn-instance vpn1
[PE2-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 200:1
[PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv4] vpn-target 111:1 export-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv4] vpn-target 111:1 import-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv4] quit
[PE2-vpn-instance-vpn1] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] ip binding vpn-instance vpn1
[PE2-Vlanif50] ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
[PE2-Vlanif50] quit
```

步骤 6 配置 CE1 与 PE1 之间的 IS-IS 路由

在 CE1 上配置。

```
[CE1] isis 50
[CE1-isis-50] network-entity 50.0000.0000.0001.00
[CE1-isis-50] quit
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] isis enable 50
[CE1-Vlanif10] quit
[CE1] interface tunnel 2/0/0
[CE1-Tunnel2/0/0] isis enable 50
[CE1-Tunnel2/0/0] quit
```

在 PE1 上配置。

```
[PE1] isis 50 vpn-instance vpn1
[PE1-isis-50] network-entity 50.0000.0000.0002.00
[PE1-isis-50] quit
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] isis enable 50
[PE1-Tunnel1/0/0] quit
```

步骤 7 配置 CE2 与 PE2 之间的 IS-IS 路由

在 CE2 上配置。

```
[CE2] isis 50
[CE2-isis-50] network-entity 50.0000.0000.0004.00
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2-isis-50] quit
[CE2] interface vlanif 50
[CE2-Vlanif50] isis enable 50
[CE2-Vlanif50] quit
[CE2] interface vlanif 60
[CE2-Vlanif60] isis enable 50
[CE2-Vlanif60] quit
```

在 PE2 上配置。

```
[PE2] isis 50 vpn-instance vpn1
[PE2-isis-50] network-entity 50.0000.0000.0003.00
[PE2-isis-50] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] isis enable 50
[PE2-Vlanif50] quit
```

步骤 8 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体

配置 PE1，指定 PE2 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接，启动对等体交换 VPN-IPv4 路由信息。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
```

进入 BGP 的 vpn1 实例，引入直连路由和 IS-IS 路由。

```
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp-vpn1] import-route direct
[PE1-bgp-vpn1] import-route isis 50
```

配置 PE2，指定 PE1 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接，启动对等体交换 VPN-IPv4 路由信息。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
```

进入 BGP 的 vpn1 实例，引入直连路由和 IS-IS 路由。

```
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE2-bgp-vpn1] import-route direct
[PE2-bgp-vpn1] import-route isis 50
```

步骤 9 在 IS-IS 中引入 BGP 路由

配置 PE1。

```
[PE1] isis 50
[PE1-isis-50] import-route bgp
```

配置 PE2。

```
[PE2] isis 50
[PE2-isis-50] import-route bgp
```

步骤 10 检查配置结果

以上配置完成后，CE1 和 CE2 之间可以相互 ping 通。

```
<CE1> ping 41.1.1.2
  PING 41.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 41.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=190 ms
  Reply from 41.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=110 ms
  Reply from 41.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=110 ms
  Reply from 41.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=110 ms
  Reply from 41.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=100 ms

--- 41.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 100/124/190 ms

<CE2> ping 21.1.1.2
  PING 21.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 21.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=120 ms
  Reply from 21.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=110 ms
  Reply from 21.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=120 ms
  Reply from 21.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=90 ms
  Reply from 21.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=60 ms

--- 21.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 60/100/120 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10 20
#
isis 50
 network-entity 50.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 21.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 50
#
interface Vlanif20
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface Tunnel2/0/0
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
 tunnel-protocol gre
 source 30.1.1.1
 destination 50.1.1.2
 isis enable 50
#
ospf 20
 area 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SwitchA 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 20 30
#
interface Vlanif20
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 50.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 20
 area 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 50.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 30 40
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
isis 50 vpn-instance vpn1
 network-entity 50.0000.0000.0002.00
 import-route bgp
#
interface Vlanif30
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 50.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 110.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 tunnel-protocol gre
 source 50.1.1.2
 destination 30.1.1.1
 isis enable 50
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route direct
  import-route isis 50
#
ospf 10
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 110.1.1.0 0.0.0.255
#
ospf 20
 area 0.0.0.0
  network 50.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 50
#
 ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
isis 50 vpn-instance vpn1
 network-entity 50.0000.0000.0003.00
 import-route bgp
#
interface Vlanif40
 ip address 110.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 50
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route direct
  import-route isis 50
#
ospf 10
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 110.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 50 60
#
isis 50
 network-entity 50.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif50
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 50
#
interface Vlanif60
 ip address 41.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 50
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
return
```

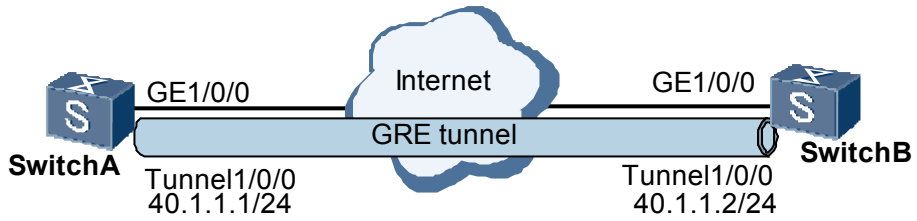
配置 GRE 支持 Keepalive 特性示例

组网需求

如图 6-328 所示，SwitchA 和 SwitchB 端配置了 GRE 隧道协议，要求 GRE 隧道的两端具备 Keepalive 功能。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-328 配置 GRE 支持 Keepalive 特性组网图



设备	接口	对应 VLANIF 接口	IP 地址
SwitchA	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	20.1.1.1/24
	Tunnel1/0/0	-	40.1.1.1/24
SwitchB	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	30.1.1.2/24
	Tunnel1/0/0	-	40.1.1.2/24

配置思路

使本端的 GRE 具有 Keepalive 特性，只需在本端 Switch 的隧道接口视图下键入 **keepalive** 命令。

窍门

源端实现 Keepalive 功能并不要求对端也具备 Keepalive 功能，对端只需实现转发功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 配置骨干网路由协议所需数据。
- GRE 两端的源地址、目的地址和 Tunnel 接口 IP 地址
- 发送 keepalive 报文的周期
- 不可达计数器参数

操作步骤

步骤 1 实现 SwitchA 与 SwitchB 的互通

具体配过程略。

步骤 2 在 SwitchA 上配置隧道，使能 Keepalive

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] interface tunnel 1/0/0
[SwitchA-Tunnel1/0/0] ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
[SwitchA-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol gre
[SwitchA-Tunnel1/0/0] source 20.1.1.1
[SwitchA-Tunnel1/0/0] destination 30.1.1.2
[SwitchA-Tunnel1/0/0] keepalive period 20 retry-times 3
[SwitchA-Tunnel1/0/0] quit
```

步骤 3 在 SwitchB 上配置隧道，使能 Keepalive

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] interface tunnel 1/0/0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SwitchB-Tunnel1/0/0] ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
[SwitchB-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol gre
[SwitchB-Tunnel1/0/0] source 30.1.1.2
[SwitchB-Tunnel1/0/0] destination 20.1.1.1
[SwitchB-Tunnel1/0/0] keepalive period 20 retry-times 3
[SwitchB-Tunnel1/0/0] quit
```

步骤 4 检查配置结果

从 SwitchA 上的 Tunnel 接口应该能 ping 通 SwitchB 的 Tunnel 接口。

```
<SwitchA> ping -a 40.1.1.1 40.1.1.2
  PING 40.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=9 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=7 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=7 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=7 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=7 ms

  --- 40.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 7/7/9 ms
```

打开 SwitchA 的调试开关查看 Keepalive 报文的消息。

```
<SwitchA> terminal monitor
<SwitchA> terminal debugging
<SwitchA> debugging tunnel keepalive
Oct 26 2008 20:18:54.860.1 SwitchA TUNNEL/7/debug:GRE_KEEP:Judge keepalive fin
ished. Received keepalive response packet from peer router.
Oct 26 2008 20:18:54.860.2 SwitchA TUNNEL/7/debug:GRE_FWD: Receive the respons
e keepalive packet on mainboard successfully, keepalive finished.
Oct 26 2008 20:19:15.340.1 SwitchA TUNNEL/7/debug:GRE_KEEP:Judge keepalive fin
ished. Received keepalive response packet from peer router.
Oct 26 2008 20:19:15.340.2 SwitchA TUNNEL/7/debug:GRE_FWD: Receive the respons
e keepalive packet on mainboard successfully, keepalive finished.
```

----结束

配置文件

- SwitchA 的配置文件

```
#
 sysname SwitchA
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 source 20.1.1.1
 destination 30.1.1.2
 keepalive period 20
#
return
```

- SwitchB 的配置文件

```
#
 sysname SwitchB
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 source 30.1.1.2
 destination 20.1.1.1
keepalive period 20
#
return
```

6.10.3 BGP/MPLS IP VPN 配置

BGP/MPLS IP VPN 配置包括 VPN 概述、VPN 常见组网的配置，VPN 可靠性配置。

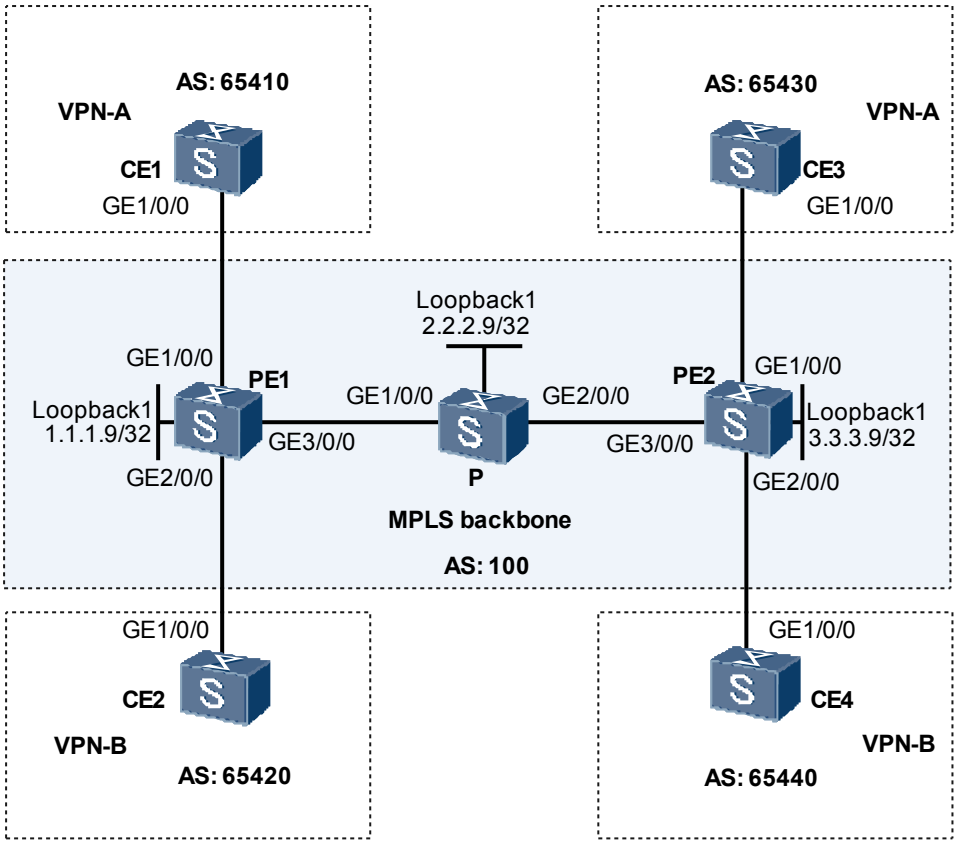
配置 BGP/MPLS IP VPN 示例

组网需求

如图 6-329，CE1、CE3 属于 vpna，CE2、CE4 属于 vpnb；vpna 使用的 VPN-target 属性为 111:1，vpnb 使用的 VPN-target 属性为 222:2。不同 VPN 用户之间不能互相访问。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-329 BGP/MPLS IP VPN 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.2.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	172.1.1.1/24
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.3.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	10.4.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 60	172.2.1.2/24
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	172.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	172.2.1.1/24
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.2.1.1/24
CE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.3.1.1/24
CE4	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.4.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 BGP/MPLS IP VPN：

版权所有 © 华为技术有限公司

1. 骨干网中，与 CE 相连的 PE 上需配置 VPN 实例，并把与 CE 相连的接口和相应的 VPN 实例绑定；绑定之后需要重新配置与 CE 相连的接口的 IP 地址。
2. P、PE 之间配置 OSPF 实现 PE 之间的互通。
3. 配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 MPLS LSP。
4. PE 之间配置 MP-IBGP 交换 VPN 路由信息。
5. CE 与 PE 之间配置 EBGP 交换 VPN 路由信息。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-329 所示
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-329 所示
- PE 及 P 上的 MPLS LSR ID
- vpna 与 vpnb 的路由区分符 RD
- vpna 与 vpnb 的收发路由属性 VPN-Target

操作步骤

步骤 1 在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 P 的互通

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] vlan batch 10 20 30
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] ip address 172.1.1.1 24
[PE1-Vlanif30] quit
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 P。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
[P-LoopBack1] quit
[P] vlan batch 30 60
[P] interface gigabitethernet 1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[P-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P] interface gigabitethernet 2/0/0
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[P-GigabitEthernet2/0/0] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] ip address 172.1.1.2 24
[P-Vlanif30] quit
[P] interface vlanif 60
[P-Vlanif60] ip address 172.2.1.1 24
[P-Vlanif60] quit
[P] ospf 1
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.2.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] ip address 3.3.3.9 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] vlan batch 40 50 60
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 40
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 40
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 50
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 50
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE2] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif60] ip address 172.2.1.2 24
[PE2-Vlanif60] quit
[PE2] ospf 1
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.2.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 12        Routes : 12

  Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

         1.1.1.9/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
         2.2.2.9/32   OSPF   10   1           D  172.1.1.2       Vlanif30
         3.3.3.9/32   OSPF   10   2           D  172.1.1.2       Vlanif30
        127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      127.0.0.1/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
127.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
      172.1.1.0/24   Direct 0    0           D  172.1.1.1       Vlanif30
      172.1.1.1/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif30
    172.1.1.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif30
      172.2.1.0/24   OSPF   10   2           D  172.1.1.2       Vlanif30
255.255.255.255/32   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack1
[PE1] display ospf peer

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.9
                 Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 172.1.1.1(Vlanif30)'s neighbors
 Router ID: 172.1.1.2          Address: 172.1.1.2
   State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
   DR: None  BDR: None  MTU: 1500
   Dead timer due in 37  sec
   Neighbor is up for 00:16:21
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] mpls
[PE1-Vlanif30] mpls ldp
[PE1-Vlanif30] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
[P] interface vlanif 60
[P-Vlanif60] mpls
[P-Vlanif60] mpls ldp
[P-Vlanif60] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif60] mpls
[PE2-Vlanif60] mpls ldp
[PE2-Vlanif60] quit
```

上述配置完成后，PE1 与 P、P 与 PE2 之间应能建立 LDP 会话，执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Status 项为“Operational”。执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls ldp session
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge       KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU   Active   0000:00:01  6/6
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.

[PE1] display mpls ldp lsp

LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel   UpstreamPeer     NextHop      OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9/32         3/NULL        2.2.2.9          127.0.0.1    InLoop0
*1.1.1.9/32         Liberal
 2.2.2.9/32         NULL/3        -                172.1.1.2    Vlanfi30
 2.2.2.9/32         1024/3        2.2.2.9          172.1.1.2    Vlanfi30
 3.3.3.9/32         NULL/1025     -                172.1.1.2    Vlanfi30
 3.3.3.9/32         1025/1025     2.2.2.9          172.1.1.2    Vlanfi30
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 5 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 1 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A "*" before an LSP means the LSP is not established
 A "*" before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A "*" before a UpstreamPeer means the session is stale
 A "*" before a DS means the session is stale
 A "*" before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

步骤 3 在 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE

配置 PE1。

```
[PE1] ip vpn-instance vpna
[PE1-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv4] vpn-target 111:1 both
[PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv4] quit
[PE1-vpn-instance-vpna] quit
[PE1] ip vpn-instance vpnb
[PE1-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 100:2
[PE1-vpn-instance-vpnb-af-ipv4] vpn-target 222:2 both
[PE1-vpn-instance-vpnb-af-ipv4] quit
[PE1-vpn-instance-vpnb] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip binding vpn-instance vpna
[PE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] ip binding vpn-instance vpnb
[PE1-Vlanif20] ip address 10.2.1.2 24
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ip vpn-instance vpna
[PE2-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 200:1
[PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv4] vpn-target 111:1 both
[PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv4] quit
[PE2-vpn-instance-vpna] quit
[PE2] ip vpn-instance vpnb
[PE2-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 200:2
[PE2-vpn-instance-vpnb-af-ipv4] vpn-target 222:2 both
[PE2-vpn-instance-vpnb-af-ipv4] quit
[PE2-vpn-instance-vpnb] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] ip binding vpn-instance vpna
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2-Vlanif40] ip address 10.3.1.2 24
[PE2-Vlanif40] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] ip binding vpn-instance vpnb
[PE2-Vlanif50] ip address 10.4.1.2 24
[PE2-Vlanif50] quit
```

按图 6-329 配置各 CE 的接口 IP 地址，配置过程略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 VPN 实例的配置情况。各 PE 能 ping 通自己接入的 CE。

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping -vpn-instance** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IP 地址，即要指定 **ping -vpn-instance** *vpn-instance-name* **-a** *source-ip-address dest-ip-address* 命令中的参数**-a** *source-ip-address*，否则可能 ping 不通。

以 PE1 和 CE1 为例：

```
[PE1] display ip vpn-instance verbose
  Total VPN-Instances configured : 2

  VPN-Instance Name and ID : vpna, 1
  Interfaces : Vlanif10
Address family ipv4
  Create date : 2010-01-20 21:25:27+00:00
  Up time : 0 days, 00 hours, 11 minutes and 25 seconds
  Route Distinguisher : 100:1
  Export VPN Targets :  111:1
  Import VPN Targets :  111:1
  Label policy : label per route
  Log Interval : 5

  VPN-Instance Name and ID : vpnb, 2
  Interfaces : Vlanif20
Address family ipv4
  Create date : 2008-11-24 16:30:37 +00:00
  Up time : 0 days, 00 hours, 09 minutes and 15 seconds
  Route Distinguisher : 100:2
  Export VPN Targets :  222:2
  Import VPN Targets :  222:2
  Label policy : label per route
  Log Interval : 5

[PE1] ping -vpn-instance vpna 10.1.1.1
  PING 10.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=16 ms

  --- 10.1.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 3/6/16 ms
```

步骤 4 在 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系，引入 VPN 路由

配置 CE1。

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
```

说明

另外 3 个 CE 设备（CE2、CE3、CE4）配置与 CE1 设备配置类似，配置过程省略。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[PE1-bgp-vpna] peer 10.1.1.1 as-number 65410
[PE1-bgp-vpna] import-route direct
[PE1-bgp-vpna] quit
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpnb
[PE1-bgp-vpnb] peer 10.2.1.1 as-number 65420
[PE1-bgp-vpnb] import-route direct
[PE1-bgp-vpnb] quit
```

说明

PE2 的配置与 PE1 类似，配置过程省略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv4 vpn-instance peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

以 PE1 与 CE1 的对等体关系为例：

```
[PE1] display bgp vpnv4 vpn-instance vpna peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 VPN-Instance vpna, Router ID 1.1.1.9:
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State      PrefRcv

  10.1.1.1        4 65410       11        9     0 00:07:25      Established       1
```

步骤 5 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp peer** 或 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

```
[PE1] display bgp peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State             PrefRcv

  3.3.3.9         4   100       12        6     0 00:02:21       Established       0

[PE1] display bgp vpnv4 all peer

BGP local router ID : 1.1.1.9
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 3                 Peers in established state : 3

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent    OutQ  Up/Down    State        PrefRcv

  3.3.3.9         4   100   12       18         0     00:09:38   Established  0
  Peer of IPv4-family for vpn instance :

  VPN-Instance vpna :
  10.1.1.1        4   65410  25      25         0     00:17:57   Established  1
  VPN-Instance vpnb :
  10.2.1.1        4   65420  21      22         0     00:17:10   Established  1
```

步骤 6 检查配置结果

在 PE 设备上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpna
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpna
         Destinations : 5        Routes : 5

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
     10.1.1.0/24    Direct 0    0         D     10.1.1.2        Vlanif10
     10.1.1.2/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       Vlanif10
   10.1.1.255/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       Vlanif10
     10.3.1.0/24    BGP    255  0         RD    3.3.3.9         Vlanif30
255.255.255.255/32  Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpnb
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpnb
         Destinations : 5        Routes : 5

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
     10.2.1.0/24    Direct 0    0         D     10.2.1.2        Vlanif20
     10.2.1.2/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       Vlanif20
   10.2.1.255/32    Direct 0    0         D     127.0.0.1       Vlanif20
     10.4.1.0/24    BGP    255  0         RD    3.3.3.9         Vlanif30
255.255.255.255/32  Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
```

同一 VPN 的 CE 能够相互 Ping 通，不同 VPN 的 CE 不能相互 Ping 通。

例如：CE1 能够 Ping 通 CE3（10.3.1.1），但不能 Ping 通 CE4（10.4.1.1）。

```
[CE1] ping 10.3.1.1
  PING 10.3.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=72 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=34 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=50 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=50 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=34 ms
  --- 10.3.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/48/72 ms
[CE1] ping 10.4.1.1
  PING 10.4.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
  --- 10.4.1.1 ping statistics ---
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
5 packet(s) transmitted
0 packet(s) received
100.00% packet loss
```

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20 30
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
 #
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
 ipv4-family vpn-instance vpnb
  peer 10.2.1.1 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 30 60
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip address 172.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
vlan batch 40 50 60
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 200:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif60
 ip address 172.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.3.1.1 as-number 65430
  import-route direct
 #
 ipv4-family vpn-instance vpnb
  peer 10.4.1.1 as-number 65440
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 65420
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 65430
 peer 10.3.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.3.1.2 enable
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

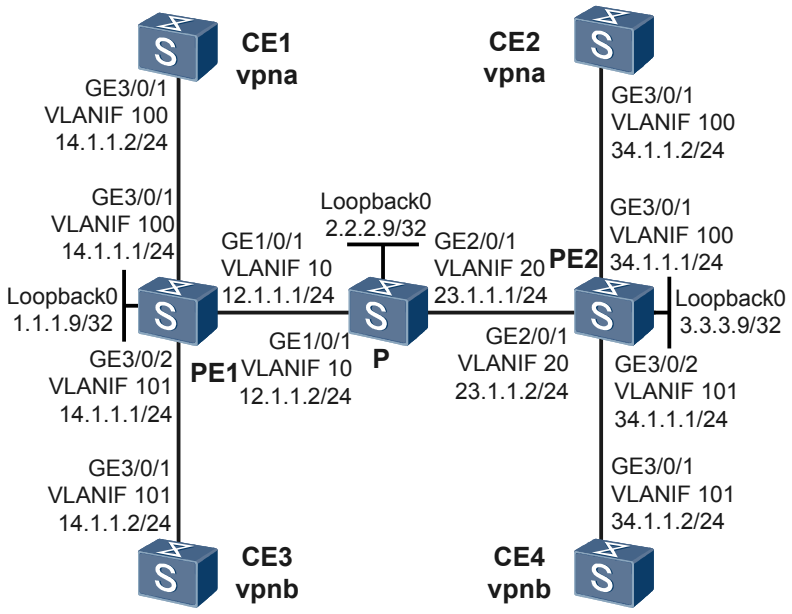
```
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65440
 peer 10.4.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.4.1.2 enable
#
return
```

配置 BGP/MPLS IP VPN 地址空间重叠示例

组网需求

如图 6-330，CE1、CE2 属于 vpna，CE3、CE4 属于 vpnb；vpna 使用的 VPN-target 属性为 100:100，vpnb 使用的 VPN-target 属性为 200:200。不同 VPN 用户之间不能互相访问。

图 6-330 BGP/MPLS IP VPN 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	12.1.1.1/24
	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 100	14.1.1.1/24
	GigabitEthernet3/0/2	VLANIF 101	14.1.1.1/24
PE2	GigabitEthernet2/0/1	VLANIF 20	23.1.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 100	34.1.1.1/24
	GigabitEthernet3/0/2	VLANIF 101	34.1.1.1/24
P	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 10	12.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/1	VLANIF 20	23.1.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

CE1	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 100	14.1.1.2/24
CE2	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 100	34.1.1.2/24
CE3	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 101	14.1.1.2/24
CE4	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 101	34.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 BGP/MPLS IP VPN：

1. 骨干网中，与 CE 相连的 PE 上需配置 VPN 实例，并把与 CE 相连的接口和相应的 VPN 实例绑定；CE1、CE2 与 CE3、CE4 分别属于不同的 VPN 实例。绑定之后重新配置与 CE 相连的接口的 IP 地址。
2. 在 PE 与 PE 之间配置 OSPF 实现 PE 之间的互通。
3. 在 PE 和 P 设备上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 MPLS LSP。
4. 在 PE 之间配置 MP-IBGP 交换 VPN 路由信息。
5. 在 CE 与 PE 之间配置静态路由。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-330 所示
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-330 所示
- PE 及 P 上的 MPLS LSR ID
- vpna 与 vpnb 的路由区分符 RD
- vpna 与 vpnb 的收发路由属性 VPN-Target

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN，并配置 VLANIF 接口和 Loopback 接口 IP 地址，具体数据如图 6-330 所示。

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 P 的互通

配置 PE1。

```
[PE1] ospf
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 12.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
```

配置 P。

```
[P] ospf
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 12.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 23.1.1.0 0.0.0.255
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ospf
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 23.1.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
```

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback0 路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 12        Routes : 12

  Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32    OSPF   10   1           D  12.1.1.2        Vlanif10
        3.3.3.9/32    OSPF   10   2           D  12.1.1.2        Vlanif10
       12.1.1.0/24    Direct 0    0           D  12.1.1.1        Vlanif10
       12.1.1.1/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif10
     12.1.1.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif10
       23.1.1.0/24    OSPF   10   2           D  12.1.1.2        Vlanif10
      127.0.0.0/8     Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 10
[P-Vlanif10] mpls
[P-Vlanif10] mpls ldp
[P-Vlanif10] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
```

配置 PE2。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 20
[PE2-Vlanif20] mpls
[PE2-Vlanif20] mpls ldp
[PE2-Vlanif20] quit
```

上述配置完成后，PE1 与 P、P 与 PE2 之间应能建立 LDP 会话，执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Status 项为“Operational”。执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge       KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU   Active   0000:00:01  6/6
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.

[PE1] display mpls ldp lsp

 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel   UpstreamPeer     NextHop     OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9/32         3/NULL        2.2.2.9          127.0.0.1   InLoop0
*1.1.1.9/32         Liberal
 2.2.2.9/32         NULL/3        -                12.1.1.2    Vlanif10
 2.2.2.9/32         1024/3        2.2.2.9          12.1.1.2    Vlanif10
 3.3.3.9/32         NULL/1025     -                12.1.1.2    Vlanif10
 3.3.3.9/32         1025/1025     2.2.2.9          12.1.1.2    Vlanif10
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 5 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 1 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A "*" before an LSP means the LSP is not established
 A "*" before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A "*" before a UpstreamPeer means the session is stale
 A "*" before a DS means the session is stale
 A "*" before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

步骤 4 在 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE

配置 PE1。

```
[PE1] ip vpn-instance vpna
[PE1-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:100
[PE1-vpn-instance-vpna] vpn-target 100:100 export-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpna] vpn-target 100:100 import-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpna] quit
[PE1] ip vpn-instance vpnb
[PE1-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 300:300
[PE1-vpn-instance-vpnb] vpn-target 200:200 export-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpnb] vpn-target 200:200 import-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpnb] quit
[PE1] interface vlanif 100
[PE1-Vlanif100] ip binding vpn-instance vpna
[PE1-Vlanif100] ip address 14.1.1.1 255.255.255.0
[PE1-Vlanif100] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] interface vlanif 101
[PE1-Vlanif101] ip binding vpn-instance vpnb
[PE1-Vlanif101] ip address 14.1.1.1 255.255.255.0
[PE1-Vlanif101] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ip vpn-instance vpna
[PE2-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 200:200
[PE2-vpn-instance-vpna] vpn-target 100:100 export-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpna] vpn-target 100:100 import-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpna] quit
[PE2] ip vpn-instance vpnb
[PE2-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 400:400
[PE2-vpn-instance-vpnb] vpn-target 200:200 export-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpnb] vpn-target 200:200 import-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpnb] quit
[PE2] interface vlanif 100
[PE2-Vlanif100] ip binding vpn-instance vpna
[PE2-Vlanif100] ip address 34.1.1.1 255.255.255.0
[PE2-Vlanif100] quit
[PE2] interface vlanif 101
[PE2-Vlanif101] ip binding vpn-instance vpnb
[PE2-Vlanif101] ip address 34.1.1.1 255.255.255.0
[PE2-Vlanif101] quit
```

按图 6-330 配置各 CE 的接口 IP 地址，配置过程略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 VPN 实例的配置情况。各 PE 能 ping 通自己接入的 CE。

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping -vpn-instance** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IP 地址，即要指定 **ping -vpn-instance** *vpn-instance-name* **-a** *source-ip-address dest-ip-address* 命令中的参数**-a** *source-ip-address*，否则可能 ping 不通。

以 PE1 和 CE1 为例：

```
[PE1] display ip vpn-instance verbose
  Total VPN-Instances configured : 2

  VPN-Instance Name and ID : vpna, 1
  Interfaces : Vlanif100
Address family ipv4
  Create date : 2010-01-20 21:25:27+00:00
  Up time : 0 days, 00 hours, 11 minutes and 25 seconds
  Route Distinguisher : 100:100
  Export VPN Targets :  100:100
  Import VPN Targets :  100:100
  Label policy : label per route
  Log Interval : 5

  VPN-Instance Name and ID : vpnb, 2
  Interfaces : Vlanif101
Address family ipv4
  Create date : 2008-11-24 16:30:37+00:00
  Up time : 0 days, 00 hours, 09 minutes and 15 seconds
  Route Distinguisher : 300:300
  Export VPN Targets :  200:200
  Import VPN Targets :  200:200
  Label policy : label per route
  Log Interval : 5

[PE1] ping -vpn-instance vpna  14.1.1.2
  PING 14.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 14.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 14.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=3 ms
    Reply from 14.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=3 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 14.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=3 ms
  Reply from 14.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=16 ms

--- 14.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 3/6/16 ms
```

步骤 5 在 CE1、CE2、CE3、CE4 设备上配置到各自连接 PE 的静态路由

配置 CE1。

```
[CE1] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 vlanif 100 14.1.1.1
```

说明

另外 3 个 CE 设备（CE2、CE3、CE4）配置与 CE1 设备配置类似，配置过程省略。

步骤 6 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback0
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[PE1-bgp-vpna] import-route direct
[PE1-bgp-vpna] quit
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpnb
[PE1-bgp-vpnb] import-route direct
[PE1-bgp-vpnb] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback0
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[PE2-bgp-vpna] import-route direct
[PE2-bgp-vpna] quit
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpnb
[PE2-bgp-vpnb] import-route direct
[PE2-bgp-vpnb] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

```
[PE1] display bgp peer
 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down      State      PrefRcv

  3.3.3.9         4   100        3        3     0 00:01:08      Established       0
```

步骤 7 检查配置结果

在 PE 设备上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由。

以 PE1 的显示为例：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpna
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpna
         Destinations : 5        Routes : 5

  Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

       14.1.1.0/24    Direct 0    0           D  14.1.1.1        Vlanif100
       14.1.1.1/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif100
     14.1.1.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif100
       34.1.1.0/24    BGP    255  0           RD  3.3.3.9        Vlanif10
255.255.255.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0

[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpnb
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpnb
         Destinations : 5        Routes : 5

  Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

       14.1.1.0/24    Direct 0    0           D  14.1.1.1        Vlanif101
       14.1.1.1/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif101
     14.1.1.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       Vlanif101
       34.1.1.0/24    BGP    255  0           RD 3.3.3.9         Vlanif10
255.255.255.255/32    Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

在 CE1 上执行先 **ping** 命令，PING 34.1.1.1 可以 PING 通，执行 **display interface** 命令查看 PE2 上 GE3/0/1 和 GE3/0/2 的端口计数，可以看到 GE3/0/1 下有报文通过，GE3/0/2 下没有报文通过，可以说明地址重叠，但是两个 VPN 不互通。

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 100 101
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:100
 vpn-target 100:100 export-extcommunity
 vpn-target 100:100 import-extcommunity
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 300:300
 vpn-target 200:200 export-extcommunity
 vpn-target 200:200 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 12.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 14.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif101
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 14.1.1.1 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet3/0/2
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack0
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 12.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 23.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 area 0.0.0.0
  network 12.1.1.0 0.0.0.255
  network 23.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
vlan batch 20 100 101
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 200:200
 vpn-target 100:100 export-extcommunity
 vpn-target 100:100 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 400:400
 vpn-target 200:200 export-extcommunity
 vpn-target 200:200 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 23.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 34.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif101
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 34.1.1.1 255.255.255.0
#

interface GigabitEthernet2/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet3/0/2
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack0
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  import-route direct
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 #
 ipv4-family vpn-instance vpnb
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 23.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 14.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 vlanif 100 14.1.1.1
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 100
#
interface Vlanif100
 ip address 34.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 Vlanif 100 34.1.1.1
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 101
#
interface Vlanif101
 ip address 14.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 Vlanif 100 14.1.1.1
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 vlan batch 101
#
interface Vlanif101
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 34.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
 ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 Vlanif 100 34.1.1.1
#
return
```

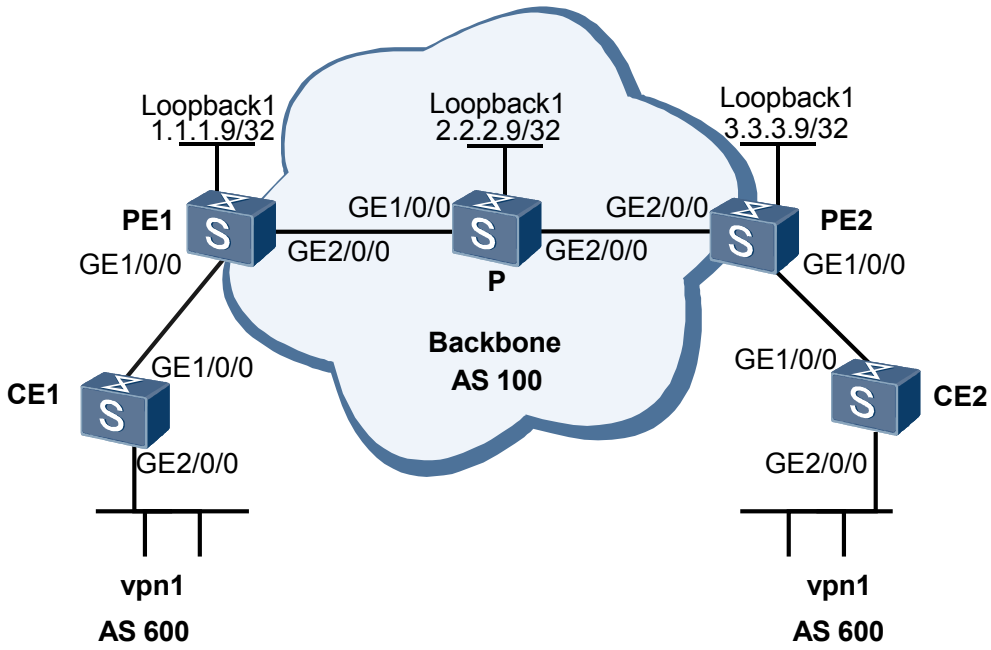
配置 BGP AS 号替换示例

组网需求

如图 6-331，CE1 和 CE2 属于同一个 VPN，分别接入 PE1 和 PE2。

CE1 和 CE2 复用 AS 号 600。

图 6-331 BGP AS 号替换组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	20.1.1.1/24
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.2.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	30.1.1.2/24
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	30.1.1.1/24
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	100.1.1.1/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.2.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	200.1.1.1/24

配置思路

本例配置主要思路是：

1. 骨干网上运行 IGP 协议实现 PE 之间及 PE 与 P 之间的互通，并能互相学到对方的 Loopback 地址。
2. PE 之间要建立 MPLS LDP LSP；PE 上还要创建 VPN 实例，接入 CE。
3. PE 和 CE 之间建立 EBGP 关系，将 CE 路由引入到 PE 中。
4. 在 PE 上配置 BGP 的 AS 号替换功能。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 及 P 上的 MPLS LSR-ID
- PE1 和 PE2 上创建的 VPN 实例
- CE1 和 CE2 用相同 AS 号（但与骨干网 AS 号不同）

操作步骤

步骤 1 配置基本 BGP/MPLS IP VPN

包括以下配置：

- 在 MPLS 骨干网上配置 OSPF，PE 和 P 之间能够学到对方 Loopback 接口的路由；
- 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP；
- PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系，发布 VPNv4 路由；
- 在 PE2 上配置 VPN1 的 VPN 实例，接入 CE2；
- 在 PE1 上配置 VPN1 的 VPN 实例，接入 CE1；
- PE1 和 CE1、PE2 和 CE2 之间配置 BGP，将 CE 的路由引入 PE。

可参考**配置 BGP/MPLS IP VPN 示例**

完成上述配置后，在 CE2 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 CE2 能够学到 CE1 接入 PE1 的接口所在网段（10.1.1.0/24）的路由，但没有到达 CE1 内部 VPN（100.1.1.0/24）的路由。CE1 上也存在同样的现象。

```
[CE2] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10        Routes : 10

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  BGP    255  0         D     10.2.1.2        Vlanif40
        10.2.1.0/24  Direct 0    0         D     10.2.1.1        Vlanif40
        10.2.1.1/32  Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
      10.2.1.255/32  Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
        127.0.0.0/8  Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
        127.0.0.1/32 Direct 0    0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
127.255.255.255/32  Direct 0    0        D      127.0.0.1       InLoopBack0
      200.1.1.0/24  Direct 0    0        D      200.1.1.1       Vlanif60
      200.1.1.1/32  Direct 0    0        D      127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0        D      127.0.0.1       InLoopBack0
```

在 PE 上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到 PE 的 VPN 实例中有到达对端 CE 内部 VPN 的路由。

以 PE2 的显示为例：

```
[PE2] display ip routing-table vpn-instance vpn1
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpn1
         Destinations : 7        Routes : 7
  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost      Flags  NextHop         Interface
       10.1.1.0/24  BGP    255  0         RD     1.1.1.9         Vlanif30
       10.2.1.0/24  Direct 0    0         D      10.2.1.2        Vlanif40
       10.2.1.2/32  Direct 0    0         D      127.0.0.1       InLoopBack0
     10.2.1.255/32  Direct 0    0         D      127.0.0.1       InLoopBack0
      100.1.1.0/24  BGP    255  0         RD     1.1.1.9         Vlanif30
      200.1.1.0/24  BGP    255  0         D      10.2.1.1        Vlanif40
255.255.255.255/32  Direct 0    0         D      127.0.0.1       InLoopBack0
```

在 PE2 上打开 BGP 的 Update 报文调试信息开关，可以看到 PE2 发布了去往 100.1.1.0/24 的路由，AS 路径信息为“100 600”。

```
<PE2> terminal monitor
<PE2> terminal debugging
<PE2> debugging bgp update vpn-instance vpn1 ipv4-family peer 10.2.1.1 verbose
<PE2> refresh bgp vpn-instance vpn1 ipv4-family all export
*0.4402392 PE2 RM/7/RMDEBUG:
        BGP.vpn1: Send UPDATE to 10.2.1.1 for following destinations :
        Origin    : Incomplete
        AS Path   : 100 600
        Next Hop  : 10.2.1.2
        100.1.1.0/24,
```

在 CE2 上执行 **display bgp routing-table peer received-routes** 命令，可以看到 CE2 没有接收 100.1.1.0/24 的路由。

```
[CE2] display bgp routing-table peer 10.2.1.2 received-routes
 Total Number of Routes: 3
 BGP Local router ID is 10.2.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network          NextHop        MED     LocPrf    PrefVal Path/Ogn
 *>  10.1.1.0/24      10.2.1.2                           0       100?
 *   10.2.1.0/24      10.2.1.2        0                  0       100?
 *   10.2.1.1/32      10.2.1.2        0                  0       100?
```

步骤 2 配置 BGP 的 AS 号替换功能

在 PE 上配置 BGP 的 AS 号替换功能。

以 PE2 上的配置为例。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE2-bgp-vpn1] peer 10.2.1.1 substitute-as
```

可以看到 PE2 向 CE2 发布的路由中，100.1.1.0/24 的 AS 路径信息由“100 600”变为“100 100”：

```
*0.13498737 PE2 RM/7/RMDEBUG:
        BGP.vpn1: Send UPDATE to 10.2.1.1 for following destinations :
        Origin    : Incomplete
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
AS Path   : 100 100
Next Hop  : 10.2.1.2
100.1.1.0/24,
```

再次查看 CE2 接收的路由信息和路由表：

```
[CE2] display bgp routing-table peer 10.2.1.2 received-routes
 BGP Local router ID is 10.2.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total Number of Routes: 4
      Network          NextHop       MED      LocPrf    PrefVal Path/Ogn
 *>   10.1.1.0/24      10.2.1.2                             0      100?
 *    10.2.1.0/24      10.2.1.2       0                     0      100?
 *    10.2.1.1/32      10.2.1.2       0                     0      100?
 *>   100.1.1.0/24     10.2.1.2                             0      100 100!

[CE2] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11        Routes : 11
  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost       Flags  NextHop         Interface
        10.1.1.0/24  BGP    255  0          D      10.2.1.2        Vlanif40
        10.2.1.0/24  Direct 0    0          D      10.2.1.1        Vlanif40
        10.2.1.1/32  Direct 0    0          D      127.0.0.1       InLoopBack0
     10.2.1.255/32  Direct 0    0          D      127.0.0.1       InLoopBack0
      100.1.1.1/24  BGP    255  0          D      10.2.1.2        Vlanif40
       127.0.0.0/8  Direct 0    0          D      127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0          D      127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0          D      127.0.0.1       InLoopBack0
      200.1.1.0/24  Direct 0    0          D      127.0.0.1       Vlanif60
      200.1.1.1/32  Direct 0    0          D      127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0          D      127.0.0.1       InLoopBack0
```

在 PE1 上也配置 BGP 的 AS 号替换功能后，CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

```
[CE1] ping -a 100.1.1.1 200.1.1.1
  PING 200.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 200.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=109 ms
    Reply from 200.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=67 ms
    Reply from 200.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=66 ms
    Reply from 200.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=85 ms
    Reply from 200.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=70 ms
  --- 200.1.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 66/79/109 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10 50
#
interface Vlanif10
  ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif50
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 600
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.1.1.1 as-number 600
  peer 10.1.1.1 substitute-as
  import-route direct
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.2.1.1 as-number 600
  peer 10.2.1.1 substitute-as
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
vlan batch 40 60
#
interface Vlanif40
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif60
 ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
bgp 600
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

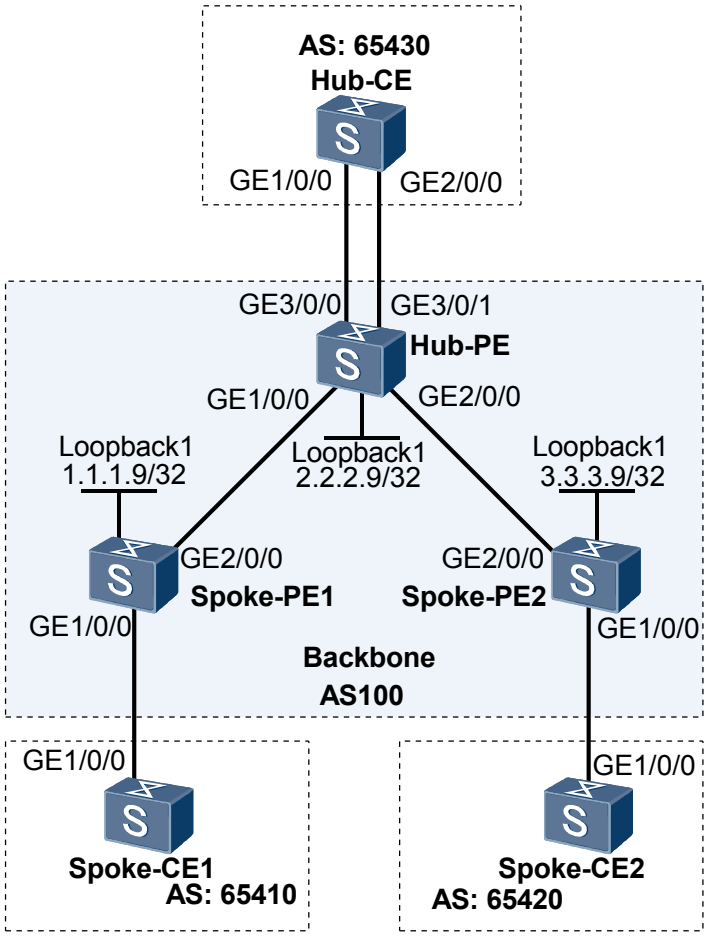

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 Hub&Spoke 示例

组网需求

如图 6-332，Spoke-CE 之间的通信通过中心站点 Hub-CE 控制，即 Spoke-CE 之间的流量经过 Hub-CE 转发，而不是只经过 Hub-PE 转发。

图 6-332 Hub&Spoke 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
Hub-PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	11.1.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	110.1.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 40	110.2.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
Spoke-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	100.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
Spoke-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	120.1.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	11.1.1.1/24
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
Hub-CE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	110.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	110.2.1.1/24
Spoke-CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	100.1.1.1/24
Spoke-CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	120.1.1.1/24

配置思路

本例配置主要思路是：

1. Hub-PE 与 Spoke-PE 建立 MP-IBGP 对等体关系；Spoke-PE 之间不建立 MP-IBGP 对等体关系，不交换 VPN 路由信息。
2. 在 Hub-PE 上创建两个 VPN 实例，其 Import Target 属性值分别为两个 Spoke-PE 的 Export Target 属性值，其 Export Target 属性值与其 Import Target 属性值不同。
3. 在 Spoke-PE 上创建一个 VPN 实例，其 Import Target 属性值为 Hub-PE 的 Export Target 属性值。
4. CE 和 PE 之间使用 EBGP。
5. Hub-PE 上配置允许接收 AS 重复 1 次的路由。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-332 所示。
- 各 VLANIF 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-332 所示。
- PE 上的 MPLS LSR ID
- Hub-PE 和 Spoke-PE 的 VPN 实例名、路由标志（Route-Distinguisher）及 VPN-Target

操作步骤

步骤 1 在骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 Hub-PE 和 Spoke-PE 的互通

本例中采用 OSPF，具体配置过程略。

配置完成，Hub-PE 和 Spoke-PE 之间建立 OSPF 邻居关系后，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 Hub-PE 和 Spoke-PE 之间学习到对方的 Loopback 路由。

步骤 2 在骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

#配置 Hub-PE。

```
[Hub-PE] mpls lsr-id 2.2.2.9
[Hub-PE] mpls
[Hub-PE-mpls] label advertise non-null
[Hub-PE-mpls] quit
[Hub-PE] mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Hub-PE-mpls-ldp] quit
[Hub-PE] interface vlanif 10
[Hub-PE-Vlanif10] mpls
[Hub-PE-Vlanif10] mpls ldp
[Hub-PE-Vlanif10] quit
[Hub-PE] interface vlanif 20
[Hub-PE-Vlanif20] mpls
[Hub-PE-Vlanif20] mpls ldp
[Hub-PE-Vlanif20] quit
```

配置完成后，Hub-PE 和 Spoke-PE 之间应该建立起 LDP 对等体关系，在各 Switch 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。

Spoke-PE 上的配置过程与 Hub-PE 上类似(略)。

步骤 3 在各 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE

说明

Hub-PE 的两个 VPN 实例接收的 VPN-target 分别为两个 Spoke-PE 发布的 VPN-target，且发布的 VPN-target 与接收的 VPN-target 不同。Spoke-PE 的 VPN 实例引入的 VPN-target 为 Hub-PE 发布的 VPN-target。

配置 Spoke-PE1。

```
<Spoke-PE1> system-view
[Spoke-PE1] ip vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:1
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna] vpn-target 200:1 import-extcommunity
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna] quit
[Spoke-PE1] interface vlanif 50
[Spoke-PE1-Vlanif50] ip binding vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-Vlanif50] ip address 100.1.1.2 24
[Spoke-PE1-Vlanif50] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
<Spoke-PE2> system-view
[Spoke-PE2] ip vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:3
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna] vpn-target 200:1 import-extcommunity
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna] quit
[Spoke-PE2] interface vlanif 60
[Spoke-PE2-Vlanif60] ip binding vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-Vlanif60] ip address 120.1.1.2 24
[Spoke-PE2-Vlanif60] quit
```

配置 Hub-PE。

```
<Hub-PE> system-view
[Hub-PE] ip vpn-instance vpn_in
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in] route-distinguisher 100:21
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in] vpn-target 100:1 import-extcommunity
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in] quit
[Hub-PE] ip vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out] route-distinguisher 100:22
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out] vpn-target 200:1 export-extcommunity
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out] quit
[Hub-PE] interface vlanif 30
[Hub-PE-Vlanif30] ip binding vpn-instance vpn_in
[Hub-PE-Vlanif30] ip address 110.1.1.2 24
[Hub-PE-Vlanif30] quit
[Hub-PE] interface vlanif 40
[Hub-PE-Vlanif40] ip binding vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-Vlanif40] ip address 110.2.1.2 24
[Hub-PE-Vlanif40] quit
```

配置各 CE 的接口 IP 地址，配置过程略。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 VPN 实例的配置情况。各 PE 能用命令 **ping -vpn-instance** *vpn-name ip-address* ping 通自己接入的 CE。

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping -vpn-instance** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IP 地址，即要指定 **ping -vpn-instance** *vpn-instance-name* **-a** *source-ip-address dest-ip-address* 命令中的参数**-a** *source-ip-address*，否则可能 ping 不通。

步骤 4 在 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系，引入 VPN 路由

说明

Hub-PE 上需要配置允许 AS 号重复一次，以接收 Hub-CE 发布的路由。

配置 Spoke-CE1。

```
[Spoke-CE1] bgp 65410
[Spoke-CE1-bgp] peer 100.1.1.2 as-number 100
[Spoke-CE1-bgp] import-route direct
[Spoke-CE1-bgp] quit
```

配置 Spoke-PE1。

```
[Spoke-PE1] bgp 100
[Spoke-PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-bgp-vpna] peer 100.1.1.1 as-number 65410
[Spoke-PE1-bgp-vpna] import-route direct
[Spoke-PE1-bgp-vpna] quit
[Spoke-PE1-bgp] quit
```

配置 Spoke-CE2。

```
[Spoke-CE2] bgp 65420
[Spoke-CE2-bgp] peer 120.1.1.2 as-number 100
[Spoke-CE2-bgp] import-route direct
[Spoke-CE2-bgp] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
[Spoke-PE2] bgp 100
[Spoke-PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-bgp-vpna] peer 120.1.1.1 as-number 65420
[Spoke-PE2-bgp-vpna] import-route direct
[Spoke-PE2-bgp-vpna] quit
[Spoke-PE2-bgp] quit
```

配置 Hub-CE。

```
[Hub-CE] bgp 65430
[Hub-CE-bgp] peer 110.1.1.2 as-number 100
[Hub-CE-bgp] peer 110.2.1.2 as-number 100
[Hub-CE-bgp] import-route direct
[Hub-CE-bgp] quit
```

配置 Hub-PE。

```
[Hub-PE] bgp 100
[Hub-PE-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn_in
[Hub-PE-bgp-vpn_in] peer 110.1.1.1 as-number 65430
[Hub-PE-bgp-vpn_in] import-route direct
[Hub-PE-bgp-vpn_in] quit
[Hub-PE-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-bgp-vpn_out] peer 110.2.1.1 as-number 65430
[Hub-PE-bgp-vpn_out] peer 110.2.1.1 allow-as-loop 1
[Hub-PE-bgp-vpn_out] import-route direct
[Hub-PE-bgp-vpn_out] quit
[Hub-PE-bgp] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，在各 PE 设备上执行 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

步骤 5 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

说明

Spoke-PE 上不需要配置允许 AS 号重复一次，因为 Switch 接收 IBGP 对等体发布的路由时并不检查其中的 AS-PATH 属性。

配置 Spoke-PE1。

```
[Spoke-PE1] bgp 100
[Spoke-PE1-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[Spoke-PE1-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[Spoke-PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[Spoke-PE1-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.9 enable
[Spoke-PE1-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
[Spoke-PE2] bgp 100
[Spoke-PE2-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[Spoke-PE2-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[Spoke-PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[Spoke-PE2-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.9 enable
[Spoke-PE2-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 Hub-PE。

```
[Hub-PE] bgp 100
[Hub-PE-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[Hub-PE-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[Hub-PE-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[Hub-PE-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[Hub-PE-bgp] ipv4-family vpnv4
[Hub-PE-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[Hub-PE-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[Hub-PE-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置完成后，在各 PE 设备上执行 **display bgp peer** 或 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

步骤 6 检查配置结果

完成上述配置后，Spoke-CE 之间可以相互 Ping 通，使用 Tracert 可以看到 Spoke-CE 之间的流量经过 Hub-CE 转发，也可以通过 Ping 结果中的 TTL 值推算 Spoke-CE 之间经过的转发设备数目。

以 Spoke-CE1 的显示为例：

```
[Spoke-CE1] ping 120.1.1.1
  PING 120.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 120.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=250 time=80 ms
    Reply from 120.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=250 time=129 ms
    Reply from 120.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=250 time=132 ms
    Reply from 120.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=250 time=92 ms
    Reply from 120.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=250 time=126 ms
  --- 120.1.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 80/111/132 ms
[Spoke-CE1] tracert 120.1.1.1
 traceroute to  120.1.1.1(120.1.1.1) 30 hops max,40 bytes packet
 1 100.1.1.2 24 ms  19 ms  11 ms
 2 110.2.1.2 87 ms  60 ms  58 ms
 3 110.2.1.1 59 ms  27 ms  53 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 4 110.1.1.2 41 ms  34 ms  56 ms
 5 120.1.1.2 90 ms  66 ms  75 ms
 6 120.1.1.1 143 ms  96 ms  90 ms
```

在 Spoke-CE 上执行 **display bgp routing-table** 命令，可以看到去往对端 Spoke-CE 的 BGP 路由的 AS 路径中存在重复的 AS 号。

以 Spoke-CE1 的显示为例：

```
[Spoke-CE1] display bgp routing-table
 BGP Local router ID is 100.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Total Number of Routes: 6
     Network         NextHop       MED    LocPrf    PrefVal Path/Ogn

 *>  100.1.1.0/24    0.0.0.0        0                  0       ?
 *                   100.1.1.2      0                  0       100?
 *>  100.1.1.1/32    0.0.0.0        0                  0       ?
 *>  110.1.1.0/24    100.1.1.2                         0       100 65430?
 *>  110.2.1.0/24    100.1.1.2                         0       100?
 *>  120.1.1.0/24    100.1.1.2                        0       100 65430 100?
```

----结束

配置文件

- Spoke-CE1 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-CE1
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65410
 peer 100.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 100.1.1.2 enable
#
return
```

- Spoke-PE1 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-PE1
#
 vlan batch 10 50
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 200:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  label advertise non-null
#
mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 100.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- Spoke-PE2 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-PE2
#
 vlan batch 20 60
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:3
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 200:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 120.1.1.2 255.255.255.0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 120.1.1.1 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- Spoke-CE2 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-CE2
#
 vlan batch 60
#
interface Vlanif60
 ip address 120.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
bgp 65420
 peer 120.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 120.1.1.2 enable
#
return
```

- Hub-CE 的配置文件

```
#
 sysname Hub-CE
#
 vlan batch 30 40
#
interface Vlanif30
 ip address 110.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip address 110.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 65430
 peer 110.1.1.2 as-number 100
 peer 110.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 110.2.1.2 enable
  peer 110.1.1.2 enable
#
return
```

- Hub-PE 的配置文件

```
#
 sysname Hub-PE
#
 vlan batch 10 20 30 40
#
ip vpn-instance vpn_in
 route-distinguisher 100:21
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpn_out
 route-distinguisher 100:22
 vpn-target 200:1 export-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip binding vpn-instance vpn_in
 ip address 110.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif40
 ip binding vpn-instance vpn_out
 ip address 110.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn_in
  peer 110.1.1.1 as-number 65430
  import-route direct
#
 ipv4-family vpn-instance vpn_out
  peer 110.2.1.1 as-number 65430
  peer 110.2.1.1 allow-as-loop
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

配置 Option A 方式跨域 VPN 示例

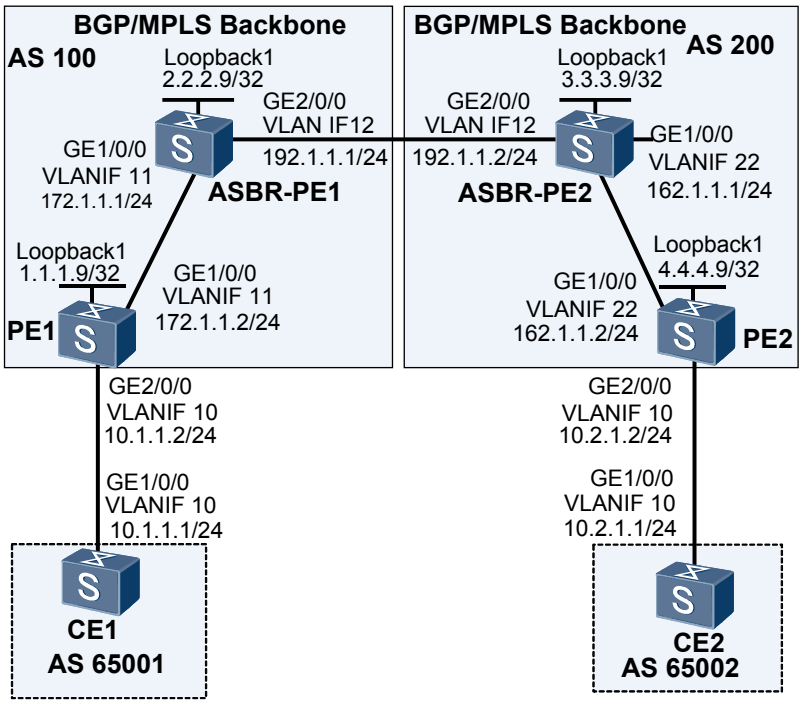
组网需求

如图 6-333，CE1 和 CE2 属于同一个 VPN。CE1 通过 AS100 的 PE1 接入，CE2 通过 AS200 的 PE2 接入。

采用 OptionA 方式实现跨域的 BGP/MPLS IP VPN，即，采用 VRF-to-VRF 方式管理 VPN 路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-333 跨域 Option A 方式 VPN 组网图



配置思路

本例配置主要思路是：

1. PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系；PE 与 ASBR-PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系。
2. 在两个 ASBR-PE 上创建 VPN 实例，并将此实例绑定到连接另一 ASBR-PE 的接口（把一个 ASBR-PE 当成是自己的 CE），并在 ASBR-PE 之间建立 EBGP 对等体关系。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 及 ASBR-PE 上的 MPLS LSR-ID
- PE 及 ASBR-PE 的 VPN 实例名、路由标志 RD 和 VPN-Target

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，配置各接口允许通过的 VLAN，具体数据如图 6-333 所示。

具体配置步骤略。

步骤 2 在 AS100 和 AS200 的 MPLS 骨干网上分别配置 IGP 协议，实现各自骨干网 ASBR-PE 和 PE 之间的互通。

本例中采用 OSPF，具体配置步骤略。

版权所有 © 华为技术有限公司

说明

需要将作为 LSR ID 的 LoopBack 接口的 32 位地址通过 OSPF 发布出去。

配置完成后，同一 AS 的 ASBR-PE 与 PE 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。

同一 AS 的 ASBR-PE 和 PE 能学习到对方的 Loopback 地址，并能够互相 ping 通。

步骤 3 在 AS100 和 AS200 的 MPLS 骨干网上分别配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 MPLS LDP LSP

配置 PE1 的 MPLS 基本能力，并在与 ASBR-PE1 相连的接口上使能 LDP。

```
<PE1> system-view
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] label advertise non-null
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 11
[PE1-Vlanif11] mpls
[PE1-Vlanif11] mpls ldp
[PE1-Vlanif11] quit
```

配置 ASBR-PE1 的 MPLS 基本能力，并在与 PE1 相连的接口上使能 LDP。

```
<ASBR-PE1> system-view
[ASBR-PE1] mpls lsr-id 2.2.2.9
[ASBR-PE1] mpls
[ASBR-PE1-mpls] label advertise non-null
[ASBR-PE1-mpls] quit
[ASBR-PE1] mpls ldp
[ASBR-PE1-mpls-ldp] quit
[ASBR-PE1] interface vlanif 11
[ASBR-PE1-Vlanif11] mpls
[ASBR-PE1-Vlanif11] mpls ldp
[ASBR-PE1-Vlanif11] quit
```

配置 ASBR-PE2 的 MPLS 基本能力，并在与 PE2 相连的接口上使能 LDP。

```
<ASBR-PE2> system-view
[ASBR-PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[ASBR-PE2] mpls
[ASBR-PE2-mpls] label advertise non-null
[ASBR-PE2-mpls] quit
[ASBR-PE2] mpls ldp
[ASBR-PE2-mpls-ldp] quit
[ASBR-PE2] interface vlanif 22
[ASBR-PE2-Vlanif22] mpls
[ASBR-PE2-Vlanif22] mpls ldp
[ASBR-PE2-Vlanif22] quit
```

配置 PE2 的 MPLS 基本能力，并在与 ASBR-PE2 相连的接口上使能 LDP。

```
<PE2> system-view
[PE2] mpls lsr-id 4.4.4.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] label advertise non-null
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 22
[PE2-Vlanif22] mpls
[PE2-Vlanif22] mpls ldp
[PE2-Vlanif22] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

上述配置完成后，同一 AS 的 PE 和 ASBR-PE 之间应该建立起 LDP 对等体，在各 Switch 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。

以 PE1 为例：

```
[PE1] display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge       KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Active   0002:23:46   17225/17224
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 4 为 AS100 和 AS200 分别配置基本 BGP/MPLS IP VPN

说明

同一 AS 内的 ASBR-PE 与 PE 的 VPN 实例的 VPN-Target 应能匹配，不同 AS 的 PE 的 VPN 实例的 VPN-Target 则不需要匹配。

配置 CE1。

```
<CE1> system-view
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[CE1-Vlanif10] quit
[CE1] bgp 65001
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
[CE1-bgp] quit
```

配置 PE1：与 CE1 建立 EBGP 对等体关系。

```
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn-target 1:1 both
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip binding vpn-instance vpn1
[PE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp-vpn1] peer 10.1.1.1 as-number 65001
[PE1-bgp-vpn1] import-route direct
[PE1-bgp-vpn1] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE1：与 ASBR-PE1 建立 MP-IBGP 对等体关系。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 ASBR-PE1：与 PE1 建立 MP-IBGP 对等体关系。

```
[ASBR-PE1] bgp 100
[ASBR-PE1-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[ASBR-PE1-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[ASBR-PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[ASBR-PE1-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[ASBR-PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[ASBR-PE1-bgp] quit
```

说明

CE2、PE2、ASBR-PE2 上的配置分别与 CE1、PE1、ASBR-PE1 类似，此处不再详述。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv4 vpn-instance** *vpn-instancename* **peer** 可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。执行 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间、PE 与 ASBR-PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bgp vpnv4 vpn-instance vpn1 peer
 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 VPN-Instance vpna, Router ID 1.1.1.9:
 Total number of peers : 1              Peers in established state : 1
  Peer      V  AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down     State       PrefRcv
  10.1.1.1  4 65001     10       10     0 00:07:10     Established       0
[PE1] display bgp vpnv4 all peer
BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100

 Total number of peers : 2                Peers in established state : 2
  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

2.2.2.9           4   100        3        7     0 00:01:36 Established       0
  Peer of IPv4-family for vpn instance :
  vpn instance vpn1 :
10.1.1.1          4 65001       13       13     0 00:04:00 Established       2
```

步骤 5 配置 VRF-to-VRF 方式的跨域 VPN

配置 ASBR-PE1：创建 VPN 实例，并将此实例绑定到连接 ASBR-PE2 的接口（ASBR-PE1 认为 ASBR-PE2 是自己的 CE）。

```
[ASBR-PE1] ip vpn-instance vpn1
[ASBR-PE1-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:2
[ASBR-PE1-vpn-instance-vpn1] vpn-target 1:1 both
[ASBR-PE1-vpn-instance-vpn1] quit
[ASBR-PE1] interface vlanif 12
[ASBR-PE1-Vlanif12] ip binding vpn-instance vpn1
[ASBR-PE1-Vlanif12] ip address 192.1.1.1 24
[ASBR-PE1-Vlanif12] quit
```

配置 ASBR-PE2：创建 VPN 实例，并将此实例绑定到连接 ASBR-PE1 的接口（ASBR-PE2 认为 ASBR-PE1 是自己的 CE）。

```
[ASBR-PE2] ip vpn-instance vpn1
[ASBR-PE2-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 200:2
[ASBR-PE2-vpn-instance-vpn1] vpn-target 2:2 both
[ASBR-PE2-vpn-instance-vpn1] quit
[ASBR-PE2] interface vlanif 12
[ASBR-PE2-Vlanif12] ip binding vpn-instance vpn1
[ASBR-PE2-Vlanif12] ip address 192.1.1.2 24
[ASBR-PE2-Vlanif12] quit
```

配置 ASBR-PE1：与 ASBR-PE2 建立 EBGP 对等体关系。

```
[ASBR-PE1] bgp 100
[ASBR-PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[ASBR-PE1-bgp-vpn1] peer 192.1.1.2 as-number 200
[ASBR-PE1-bgp-vpn1] import-route direct
[ASBR-PE1-bgp-vpn1] quit
[ASBR-PE1-bgp] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 ASBR-PE2：与 ASBR-PE1 建立 EBGP 对等体关系。

```
[ASBR-PE2] bgp 200
[ASBR-PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[ASBR-PE2-bgp-vpn1] peer 192.1.1.1 as-number 100
[ASBR-PE2-bgp-vpn1] import-route direct
[ASBR-PE2-bgp-vpn1] quit
[ASBR-PE2-bgp] quit
```

配置完成后，在 ASBR PE 上执行 **display bgp vpnv4 vpn-instance peer** 命令，可以看到 ASBR PE 间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

步骤 6 检查配置结果

上述配置完成后，CE 之间能学习到对方的接口路由，CE1 和 CE2 能够相互 ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
[CE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10        Routes : 10

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0             D  10.1.1.1        Vlanif10
        10.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      10.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
        10.2.1.0/24  BGP    255  0             D  10.1.1.2        Vlanif10
       127.0.0.0/8   Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
       192.1.1.0/24  BGP    255  0             D  10.1.1.2        Vlanif10
       192.1.1.2/32  BGP    255  0             D  10.1.1.2        Vlanif10
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
[CE1] ping 10.2.1.1
  PING 10.2.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=251 time=119 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=251 time=141 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=251 time=136 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=251 time=113 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=251 time=78 ms
  --- 10.2.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 78/117/141 ms
```

在 ASBR-PE 上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到 ASBR-PE 上为 VPN 维护的路由表。

```
[ASBR-PE1] display ip routing-table vpn-instance vpn1
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpn1
         Destinations : 6        Routes : 6

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  BGP    255  0            RD  1.1.1.9         Vlanif11
        10.2.1.0/24  BGP    255  0             D  192.1.1.2       Vlanif12
       192.1.1.0/24  Direct 0    0             D  192.1.1.1       Vlanif12
       192.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
    192.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

在 ASBR-PE 上执行 **display bgp vpnv4 all routing-table** 命令，可以看到 ASBR-PE 上的 VPNv4 路由。

```
[ASBR-PE1] display bgp vpnv4 all routing-table
BGP Local router ID is 2.2.2.9
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
              h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
              Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
Total number of routes from all PE: 2
Route Distinguisher: 100:1
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn

*>i  10.1.1.0/24        1.1.1.9         0          100        0      ?
*>i  10.1.1.1/32        1.1.1.9         0          100        0      ?
VPN-Instance vpn1, Router ID 2.2.2.9:
Total Number of Routes: 9
     Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn
*>i  10.1.1.0/24        1.1.1.9         0          100        0      ?
*>i  10.1.1.1/32        1.1.1.9         0          100        0      ?
*>   10.2.1.0/24        192.1.1.2                             0      200?
*>   10.2.1.1/32        192.1.1.2                             0      200?
*>   192.1.1.0          0.0.0.0         0                     0      ?
*                       192.1.1.2       0                     0      200?
*>   192.1.1.1/32       0.0.0.0         0                     0      ?
*                       192.1.1.2       0                     0      200?
*>   192.1.1.2/32       0.0.0.0         0                     0      ?
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
bgp 65001
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
vlan batch 10 20
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif11
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.1.1.1 as-number 65001
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- ASBR-PE1 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE1
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif11
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 12
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 192.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 11
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 12
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 192.1.1.2 as-number 200
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- ASBR-PE2 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE2
#
 vlan batch 12 22
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 200:2
 vpn-target 2:2 export-extcommunity
 vpn-target 2:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif22
 ip address 162.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif12
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 192.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-ype trunk
 port trunk allow-pass vlan 22
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-ype trunk
 port trunk allow-pass vlan 12
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 200
 peer 4.4.4.9 as-number 200
 peer 4.4.4.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 4.4.4.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  policy vpn-target
  peer 4.4.4.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 192.1.1.1 as-number 100
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 162.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 10 22
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 2:2 export-extcommunity
 vpn-target 2:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif22
 ip address 162.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-ype trunk
 port trunk allow-pass vlan 22
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-ype trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
bgp 200
 peer 3.3.3.9 as-number 200
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.2.1.1 as-number 65002
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 162.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-ype trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
bgp 65002
 peer 10.2.1.2 as-number 200
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

配置 OptionB 方式跨域 VPN 示例

组网需求

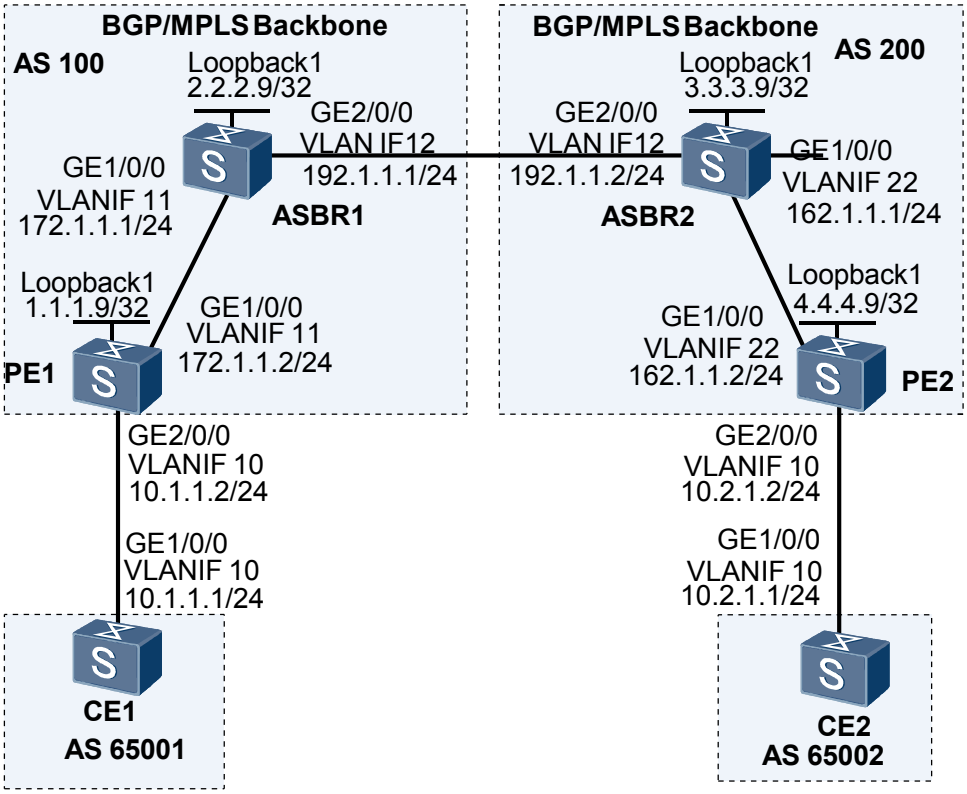
如图 6-334，CE1 和 CE2 属于同一个 VPN。CE1 通过 AS100 的 PE1 接入，CE2 通过 AS200 的 PE2 接入。

采用 OptionB 方式实现跨域的 BGP/MPLS IP VPN：

- ASBR1 与 ASBR2 间通过 MP-EBGP 交换 VPNv4 路由；
- ASBR 不对接收的 VPNv4 路由进行 VPN-Target 过滤。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-334 跨域 VPN 组网图



配置思路

本例配置主要思路是：

1. 在骨干网上运行 IGP 协议实现同一 AS 的 ASBR 与 PE 之间的互通，并且同一 AS 的 ASBR 与 PE 之间要建立 MPLS LDP LSP。
2. PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系；PE 与 ASBR 之间建立 MP-IBGP 对等体关系。
3. 在 PE 上需配置 VPN 实例（在 ASBR 上无需配置 VPN 实例）。
4. 在 ASBR 上与另一 ASBR 相连接口上分别使能 MPLS，且 ASBR 之间建立 MP-EBGP 对等体关系，并且不对接收的 VPNv4 路由进行 VPN-target 过滤。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 及 ASBR 上的 MPLS LSR-ID
- PE1 和 PE2 上创建的 VPN 实例的名称、RD 和 VPN-Target

操作步骤

步骤 1 在 AS100 和 AS200 的 MPLS 骨干网上分别配置 IGP 协议，实现各自骨干网 PE 之间的互通

本例中采用 OSPF，具体配置步骤略。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

说明

需要将作为 LSR ID 的 LoopBack 接口的 32 位地址通过 OSPF 发布出去。

配置完成后，同一 AS 的 ASBR 与 PE 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。

同一 AS 的 ASBR 和 PE 能学习到对方的 Loopback 地址，并能够互相 ping 通。

步骤 2 在 AS100 和 AS200 的 MPLS 骨干网上分别配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置步骤请参见**配置 Option A 方式跨域 VPN 示例**，此处不再赘述。

步骤 3 为 PE1 和 PE2 配置基本 BGP/MPLS IP VPN

说明

PE1 和 PE2 上的 VPN 实例的 VPN-Target 需匹配。

具体配置步骤请参见后面的配置文件，此处不再赘述。

步骤 4 配置跨域 VPN-OptionB 方式

配置 ASBR1：在与 ASBR2 相连的接口 VLANIF12 上使能 MPLS。

```
<ASBR1> system-view
[ASBR1] interface vlanif 12
[ASBR1-Vlanif12] ip address 192.1.1.1 24
[ASBR1-Vlanif12] mpls
[ASBR1-Vlanif12] quit
```

配置 ASBR1：与 ASBR2 建立 MP-EBGP 对等体关系，并且不对接收的 VPNv4 路由进行 VPN-target 过滤。

```
[ASBR1] bgp 100
[ASBR1-bgp] peer 192.1.1.2 as-number 200
[ASBR1-bgp] ipv4-family vpnv4
[ASBR1-bgp-af-vpnv4] peer 192.1.1.2 enable
[ASBR1-bgp-af-vpnv4] undo policy vpn-target
[ASBR1-bgp-af-vpnv4] quit
[ASBR1-bgp] quit
```

说明

ASBR2 的配置与 ASBR1 类似，此处不再详述。

步骤 5 检查配置结果

上述配置完成后，CE 之间能学习到对方的接口路由，CE1 和 CE2 能够相互 ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 5        Routes : 5
Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface
       10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.1        Vlanif10
       10.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.2.1.0/24  BGP     255  0           D   10.1.1.2        Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
<CE1> ping 10.2.1.1
  PING 10.2.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=252 time=120 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=252 time=73 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=252 time=111 ms
  Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=252 time=86 ms
  Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=252 time=110 ms
--- 10.2.1.1 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 73/100/120 ms
```

在 ASBR 上执行 **display bgp vpnv4 all routing-table** 命令，可以看到 ASBR 上的 VPNv4 路由。

以 ASBR1 的显示为例：

```
[ASBR1] display bgp vpnv4 all routing-table
BGP Local router ID is 2.2.2.9
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Total number of routes from all PE: 3
 Route Distinguisher: 100:1
      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn
 *>i  10.1.1.0/24        1.1.1.9         0          100        0      ?
 *>i  10.1.1.1/32        1.1.1.9         0          100        0      ?
Route Distinguisher: 200:1
      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn
 *>   10.2.1.0/24        192.1.1.2                             0      200?
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
bgp 65001
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE
#
 vlan batch 10 11
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif11
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 11
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.1.1.1 as-number 65001
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- ASBR1 的配置文件

```
#
 sysname ASBR1
#
 vlan batch 11 12
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif11
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif12
 ip address 192.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 11
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 12
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 192.1.1.2 as-number 200
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 192.1.1.2 enable
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  undo policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 192.1.1.2 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- ASBR2 的配置文件

```
#
 sysname ASBR2
#
 vlan batch 12 22
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif12
 ip address 162.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif22
 ip address 192.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 22
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 12
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 200
 peer 192.1.1.1 as-number 100
 peer 4.4.4.9 as-number 200
 peer 4.4.4.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 192.1.1.1 enable
  peer 4.4.4.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  undo policy vpn-target
  peer 4.4.4.9 enable
  peer 192.1.1.1 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 162.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 10 22
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif22
 ip address 162.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 22
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 12
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
bgp 200
 peer 3.3.3.9 as-number 200
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.2.1.1 as-number 65002
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 162.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- CE2 的配置文件

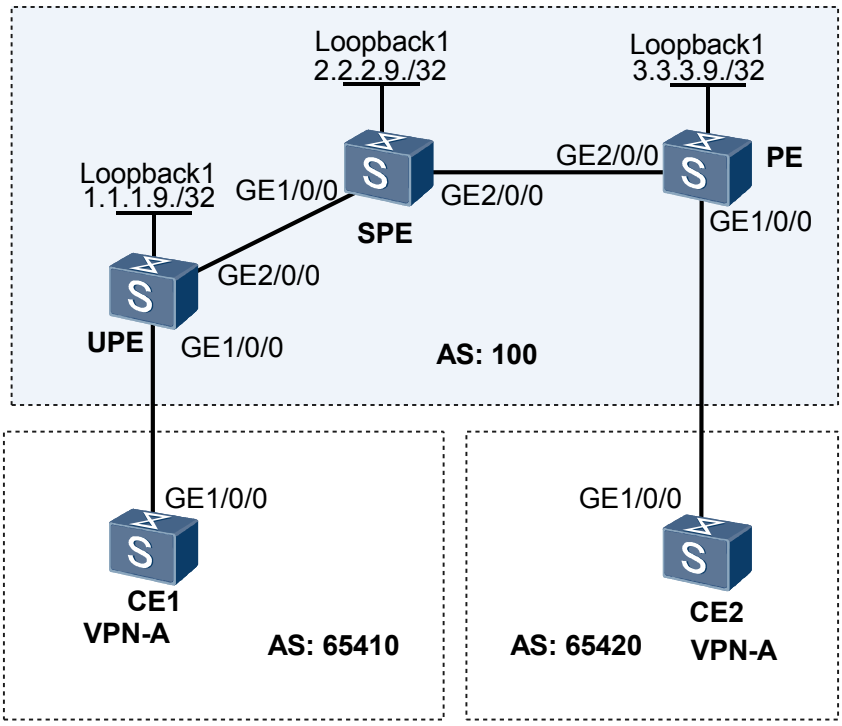
```
#
 sysname CE2
#
 vlan 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
bgp 65002
 peer 10.2.1.2 as-number 200
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

配置 HoVPN 示例

组网需求

如图 6-335，CE1、CE2 属于同一个 VPN，使用的 VPN-target 属性也一样；CE1 通过 UPE 接入，CE2 通过普通 PE 接入。UPE、SPE 与 PE 之间配置 OSPF 实现互通。

图 6-335 分层式 BGP/MPLS IP VPN 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
UPE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.1.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	172.1.1.1/24
SPE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	172.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	172.2.1.1/24
PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.2.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	172.2.1.2/24
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.2.1.1/24

配置思路

本例配置主要思路是：

1. 先在骨干网上配置 IGP 协议实现互通，并且 PE 之间能互相学习到对方的 Loopback 地址。接着在 PE 之间建立 MPLS 标签分发路径 LSP。
2. UPE 上创建 VPN 实例，并且与 CE1 建立 EBGP 对等体关系；PE 上创建 VPN 实例，并与 CE2 建立 EBGP 对等体关系。
3. UPE 与 SPE、PE 与 SPE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系。
4. 在 SPE 上创建 VPN 实例，指定 UPE 为自己的下层 PE（或称为用户层 PE），并向 UPE 发布 VPN 实例的缺省路由。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各 PE，CE 接口所属的 VLAN，具体数据如图 6-335 所示
- 各 VLAN 接口的 IP 地址，具体数据如图 6-335 所示
- UPE、SPE 及 PE 上的 MPLS LSR-ID
- UPE、SPE 及 PE 上均需要创建 VPN 实例

操作步骤

步骤 1 在 MPLS 骨干网上配置 OSPF，实现网络层互通

配置完成后，UPE、SPE、PE 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback 路由。

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置完成后，UPE 与 SPE、SPE 与 PE 之间应能建立 LDP 会话，执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。

具体配置过程略。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 配置 PE 接入 CE，PE 与 CE 之间使用 BGP

配置 UPE。

```
<UPE> system-view
[UPE] ip vpn-instance vpna
[UPE-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:1
[UPE-vpn-instance-vpna] vpn-target 1:1
[UPE-vpn-instance-vpna] quit
[UPE] interface vlanif 30
[UPE-Vlanif30] ip binding vpn-instance vpna
[UPE-Vlanif30] ip address 10.1.1.2 24
[UPE-Vlanif30] quit
[UPE] bgp 100
[UPE-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[UPE-bgp-vpna] peer 10.1.1.1 as-number 65410
[UPE-bgp-vpna] import-route direct
[UPE-bgp-vpna] quit
[UPE-bgp] quit
```

配置 CE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE1
[CE1] interface vlanif 30
[CE1-Vlanif30] ip address 10.1.1.1 24
[CE1-Vlanif30] quit
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
[CE1-bgp] quit
```

配置 PE。

```
<PE> system-view
[PE] ip vpn-instance vpna
[PE-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:2
[PE-vpn-instance-vpna] vpn-target 1:1
[PE-vpn-instance-vpna] quit
[PE] interface vlanif 40
[PE-Vlanif40] ip binding vpn-instance vpna
[PE-Vlanif40] ip address 10.2.1.2 24
[PE-Vlanif40] quit
[PE] bgp 100
[PE-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[PE-bgp-vpna] peer 10.2.1.1 as-number 65420
[PE-bgp-vpna] import-route direct
[PE-bgp-vpna] quit
[PE-bgp] quit
```

配置 CE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE2
[CE2] interface vlanif 40
[CE2-Vlanif40] ip address 10.2.1.1 24
[CE2-Vlanif40] quit
[CE2] bgp 65420
[CE2-bgp] peer 10.2.1.2 as-number 100
[CE2-bgp] import-route direct
[CE2-bgp] quit
```

配置完成后，在 UPE 和 PE 上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 VPN 实例的配置情况。UPE 和 PE 能用 **ping -vpn-instance** 命令 ping 通自己接入的 CE。

版权所有 © 华为技术有限公司

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping -vpn-instance** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IP 地址，即要指定 **ping -vpn-instance** *vpn-instance-name* **-a** *source-ip-address dest-ip-address* 命令中的参数**-a** *source-ip-address*，否则可能 ping 不通。

步骤 4 配置 UPE 与 SPE、PE 与 SPE 的 MP-IBGP 对等体关系

配置 UPE。

```
<UPE> system-view
[UPE] bgp 100
[UPE-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[UPE-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[UPE-bgp] ipv4-family vpnv4
[UPE-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.9 enable
[UPE-bgp-af-vpnv4] quit
[UPE-bgp] quit
```

配置 SPE。

```
<SPE> system-view
[SPE] bgp 100
[SPE-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[SPE-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[SPE-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[SPE-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[SPE-bgp] ipv4-family vpnv4
[SPE-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[SPE-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[SPE-bgp-af-vpnv4] quit
[SPE-bgp] quit
```

配置 PE。

```
<PE> system-view
[PE] bgp 100
[PE-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[PE-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[PE-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.9 enable
[PE-bgp-af-vpnv4] quit
[PE-bgp] quit
```

步骤 5 配置 SPE

配置 VPN 实例。

```
[SPE] ip vpn-instance vpna
[SPE-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 200:1
[SPE-vpn-instance-vpna] vpn-target 1:1
[SPE-vpn-instance-vpna] quit
```

指定自己的 UPE。

```
[SPE] bgp 100
[SPE-bgp] ipv4-family vpnv4
[SPE-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 upe
```

向 UPE 发布 VPN 实例的缺省路由。

```
[SPE-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 default-originate vpn-instance vpna
[SPE-bgp-af-vpnv4] quit
```

步骤 6 检查配置结果

配置完成后，CE1 上没有到 CE2 接口网段的路由，但有一条下一跳为 UPE 的缺省路由；CE2 上有到 CE1 接口网段的 BGP 路由。CE1 和 CE2 可以相互 Ping 通。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<CE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 8        Routes : 8

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost      Flags  NextHop             Interface

        0.0.0.0/0   BGP    255  0             D  10.1.1.2           Vlanif30
       10.1.1.0/24  Direct 0    0             D  10.1.1.1           Vlanif30
       10.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
     10.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0

[CE1] ping 10.2.1.1
  PING 10.2.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=85 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=70 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=57 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=66 ms
    Reply from 10.2.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=55 ms
  --- 10.2.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 55/66/85 ms

[CE2] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 8        Routes : 8

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost      Flags  NextHop             Interface

       10.1.1.0/24  BGP    255  0             D  10.2.1.2           Vlanif40
       10.2.1.0/24  Direct 0    0             D  10.2.1.1           Vlanif40
       10.2.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
     10.2.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1          InLoopBack0
```

在 UPE 上执行 **display bgp vpnv4 all routing-table** 命令，可以看到有一条 VPN 实例 vpna 的缺省路由，下一跳为 SPE。

```
[UPE] display bgp vpnv4 all routing-table
 BGP Local router ID is 1.1.1.9
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
 Route Distinguisher: 200:1
      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn
 *>i  0.0.0.0            2.2.2.9                    100         0      i
  VPN-Instance vpn1, Router ID 1.1.1.9:

 Total Number of Routes:6
      Network            NextHop        MED        LocPrf    PrefVal Path/Ogn
 *>i  0.0.0.0            2.2.2.9                    100         0      i
 *>   10.1.1.0/24        0.0.0.0         0                      0      ?
 *                       10.1.1.2        0                      0      65410?
 *>   10.1.1.1/32        0.0.0.0         0                      0      ?
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
*>   10.1.1.2/32        0.0.0.0          0                      0       ?
*                       10.1.1.1         0                      0       65410?
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 30
#
interface VLanif30
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- UPE 的配置文件

```
#
 sysname UPE
#
 vlan batch 10 30
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  label advertise  non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- SPE 的配置文件

```
#
 sysname SPE
#
 vlan batch 10 20
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  label advertise  non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 172.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 1.1.1.9 upe
  peer 1.1.1.9 default-originate vpn-instance vpna
  peer 3.3.3.9 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE 的配置文件

```
#
 sysname PE
#
 vlan batch 20 40
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  label advertise  non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 172.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.2.1.1 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 172.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 65420
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

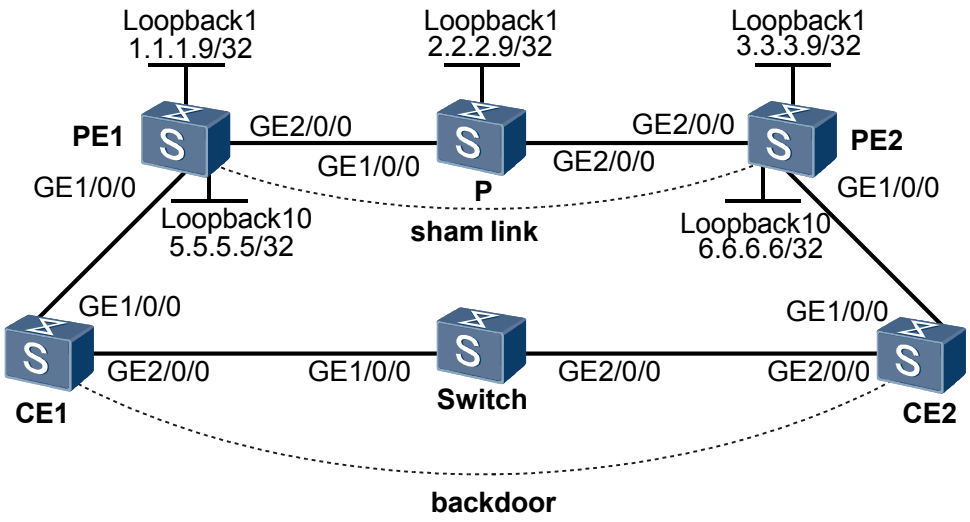
配置 OSPF 伪连接示例

组网需求

如图 6-336 所示，CE1 和 CE2 在同一个 OSPF 区域中，都属于 VPN1，分别接入 PE1 和 PE2。假设所有链路的 cost 值都是 1。

要求 CE 与 PE 之间运行 OSPF，CE1 与 CE2 之间的 VPN 流量通过 MPLS 骨干网转发，不使用 OSPF 的区域内路由。

图 6-336 OSPF 伪连接配置组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址

版权所有 © 华为技术有限公司

PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	100.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	120.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	40.1.1.2/24
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	40.1.1.1/24
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	100.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	20.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	120.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	30.1.1.2/24
Switch	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	30.1.1.1/24

配置思路

本例配置主要思路是：

1. PE 之间要建立 MP-IBGP 对等体关系，PE 与 CE 运行 OSPF 协议来建立连接。
2. PE 上创建 VPN 实例，并绑定与 CE 相连的接口。
3. 在 PE 上创建 OSPF 伪连接。
4. 调整 Backdoor 链路的 cost 值，使它比伪连接的 cost 值大。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 及 P 上的 MPLS LSR-ID
- PE 上 VPN 实例的名称、RD 及 VPN-Target
- 配置 OSPF 所需数据（骨干网内部运行的 OSPF 进程和用户网络内部运行的 OSPF 进程，与 PE 上运行的用来与 CE 相连的 OSPF 进程不同）
- 伪连接的 cost 值及通过用户网络转发时 OSPF 路由的 cost 值

操作步骤

步骤 1 配置用户网络上的 OSPF

在 CE1、Switch、CE2 上配置普通 OSPF，发布各接口的网段地址。

配置 CE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE1
[CE1] vlan batch 20 50
[CE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 50
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 50
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE1] interface vlanif 20
[CE1-Vlanif20] ip address 20.1.1.1 24
[CE1-Vlanif20] quit
[CE1] interface vlanif 50
[CE1-Vlanif50] ip address 100.1.1.1 24
[CE1-Vlanif50] quit
[CE1] ospf 1
[CE1-ospf-1] area 0
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[CE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[CE1-ospf-1] quit
```

配置 Switch。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname Switch
[Switch] vlan 20 30
[Switch] interface gigabitethernet 1/0/0
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[Switch-GigabitEthernet1/0/0] quit
[Switch] interface gigabitethernet 2/0/0
[Switch-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[Switch-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[Switch-GigabitEthernet2/0/0] quit
[Switch] interface vlanif 20
[Switch-Vlanif20] ip address 20.1.1.2 24
[Switch-Vlanif20] quit
[Switch] interface vlanif 30
[Switch-Vlanif30] ip address 30.1.1.1 24
[Switch-Vlanif30] quit
[Switch] ospf 1
[Switch-ospf-1] area 0
[Switch-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[Switch-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.1.1.0 0.0.0.255
[Switch-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[Switch-ospf-1] quit
```

配置 CE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE2
[CE2] vlan batch 30 60
[CE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 30
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 30
[CE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE2] interface vlanif 30
[CE2-Vlanif30] ip address 30.1.1.2 24
[CE2-Vlanif30] quit
[CE2] interface vlanif 60
[CE2-Vlanif60] ip address 120.1.1.2 24
[CE2-Vlanif60] quit
[CE2] ospf 1
[CE2-ospf-1] area 0
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 120.1.1.0 0.0.0.255
[CE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[CE2-ospf-1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 2 配置骨干网的基本 BGP/MPLS IP VPN，包括：配置骨干网的 IGP；配置骨干网的 MPLS 和 LDP；在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] vlan batch 10 50
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 50
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 50
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 P。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P
[P] vlan batch 10 40
[P] interface gigabitethernet 1/0/0
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[P-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[P-GigabitEthernet1/0/0] quit
[P] interface gigabitethernet 2/0/0
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 40
[P-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 40
[P-GigabitEthernet2/0/0] quit
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
[P-LoopBack1] quit
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 10
[P-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[P-Vlanif10] mpls
[P-Vlanif10] mpls ldp
[P-Vlanif10] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P] interface vlanif 40
[P-Vlanif40] ip address 40.1.1.1 24
[P-Vlanif40] mpls
[P-Vlanif40] mpls ldp
[P-Vlanif40] quit
[P] ospf 1
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 40.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P-ospf-1] quit
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] vlan batch 40 60
[PE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[PE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 40
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 40
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] ip address 3.3.3.9 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] ip address 40.1.1.2 24
[PE2-Vlanif40] mpls
[PE2-Vlanif40] mpls ldp
[PE2-Vlanif40] quit
[PE2] ospf 1
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 40.1.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-1] quit
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
[PE2-bgp] quit
```

配置完成后，PE1 和 PE2 应学到对方的 Loopback 接口路由，并建立 MP-IBGP 对等体关系。

步骤 3 配置 PE 与 CE 的连接：PE 与 CE 间运行 OSPF

配置 PE1。

```
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn-target 1:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
[PE1] interface vlanif 50
[PE1-Vlanif50] ip binding vpn-instance vpn1
[PE1-Vlanif50] ip address 100.1.1.2 24
[PE1-Vlanif50] quit
[PE1] ospf 100 vpn-instance vpn1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-ospf-100] domain-id 10
[PE1-ospf-100] import-route bgp
[PE1-ospf-100] area 0
[PE1-ospf-100-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-100-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-100] quit
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp-vpn1] import-route direct
[PE1-bgp-vpn1] import-route ospf 100
[PE1-bgp-vpn1] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ip vpn-instance vpn1
[PE2-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:2
[PE2-vpn-instance-vpn1] vpn-target 1:1
[PE2-vpn-instance-vpn1] quit
[PE2] interface vlanif 60
[PE2-Vlanif60] ip binding vpn-instance vpn1
[PE2-Vlanif60] ip address 120.1.1.1 24
[PE2-Vlanif60] quit
[PE2] ospf 100 vpn-instance vpn1
[PE2-ospf-100] import-route bgp
[PE2-ospf-100] domain-id 10
[PE2-ospf-100] area 0
[PE2-ospf-100-area-0.0.0.0] network 120.1.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-100-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-100] quit
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE2-bgp-vpn1] import-route direct
[PE2-bgp-vpn1] import-route ospf 100
[PE2-bgp-vpn1] quit
[PE2-bgp] quit
```

完成上述配置后，在 PE 设备上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由是通过用户网络的 OSPF 路由，不是通过骨干网的 BGP 路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpn1
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpn1
         Destinations : 6        Routes : 6

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost         Flags  NextHop       Interface

       20.1.1.0/24  OSPF   10   2              D  100.1.1.1     Vlanif50
       30.1.1.0/24  OSPF   10   3              D  100.1.1.1     Vlanif50
      100.1.1.0/24  Direct 0    0              D  100.1.1.2     Vlanif50
      100.1.1.2/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1     InLoopBack0
      120.1.1.0/24  OSPF   10   4              D  100.1.1.1     Vlanif50
255.255.255.255/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1     InLoopBack0
```

步骤 4 配置伪连接

说明

为了使 VPN 流量通过 MPLS 骨干网转发，在配置伪连接时，应保证伪连接的 cost 值小于通过用户网络转发时 OSPF 路由的 cost 值。因此，常常需要调整用户网络转发接口的 cost 值，使它比伪连接的 cost 值大。

配置 CE1。

```
[CE1] interface vlanif 20
[CE1-Vlanif20] ospf cost 10
```

配置 CE2。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2] interface vlanif 30
[CE2-Vlanif30] ospf cost 10
```

配置 PE1。

```
[PE1] interface loopback 10
[PE1-LoopBack10] ip binding vpn-instance vpn1
[PE1-LoopBack10] ip address 5.5.5.5 32
[PE1-LoopBack10] quit
[PE1] ospf 100
[PE1-ospf-100] area 0
[PE1-ospf-100-area-0.0.0.0] sham-link 5.5.5.5 6.6.6.6 cost 1
[PE1-ospf-100-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-100] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface loopback 10
[PE2-LoopBack10] ip binding vpn-instance vpn1
[PE2-LoopBack10] ip address 6.6.6.6 32
[PE2-LoopBack10] quit
[PE2] ospf 100
[PE2-ospf-100] area 0
[PE2-ospf-100-area-0.0.0.0] sham-link 6.6.6.6 5.5.5.5 cost 1
[PE2-ospf-100-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-100] quit
```

步骤 5 检查配置结果

完成上述配置后，在 PE 设备上再次执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由变成了通过骨干网的 BGP 路由，并且有去往 sham-link 目的地址的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpn1
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpn1
         Destinations : 8        Routes : 8

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost      Flags  NextHop          Interface

        5.5.5.5/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1        InLoopBack0
        6.6.6.6/32  BGP    255  0          RD   3.3.3.9          Vlanif10
       20.1.1.0/24  OSPF   10   11          D   100.1.1.1        Vlanif50
       30.1.1.0/24  OSPF   100  12         RD   3.3.3.9          Vlanif10
      100.1.1.0/24  Direct 0    0           D   100.1.1.2        Vlanif50
      100.1.1.2/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1        InLoopBack0
      120.1.1.0/24  BGP    255  0          RD   3.3.3.9          Vlanif50
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1        InLoopBack0
```

在 CE 设备上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到去往对端 CE 的 OSPF 路由开销变为 3，下一跳为接入 PE 的 VLANIF 接口，即，去往对端的 VPN 流量将通过骨干网转发。

以 CE1 的显示为例：

```
[CE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15       Routes : 15

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost       Flags NextHop         Interface

        5.5.5.5/32  O_ASE  150  1             D  100.1.1.2       Vlanif50
        6.6.6.6/32  O_ASE  150  1             D  100.1.1.2       Vlanif50
       20.1.1.0/24  Direct 0    0             D  20.1.1.1        Vlanif20
       20.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
     20.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
       30.1.1.0/24  OSPF   10   11            D  100.1.1.2       Vlanif20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
      100.1.1.0/24  Direct 0     0             D  100.1.1.1       Vlanif50
      100.1.1.1/32  Direct 0     0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.1.255/32  Direct 0     0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      120.1.1.0/24  OSPF   10    3             D  100.1.1.2       Vlanif50
      120.1.1.1/32  O_ASE  150   1             D  100.1.1.2       Vlanif50
      127.0.0.0/8   Direct 0     0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0     0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0     0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0     0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

说明

CE1 到 CE2 的 OSPF 路由开销 = CE1 到 PE1 的开销 + 伪连接开销 + PE2 到 CE2 的开销= 1 + 1 + 1 =3。

用命令 **tracert** 也可发现 CE1 发送数据到对端 CE2，其下一跳为接入 PE1 的 VLANIF 接口，即，去往对端的 VPN 流量将通过骨干网转发。

```
[CE1] tracert 120.1.1.1
 traceroute to  120.1.1.1(120.1.1.1) max hops: 30 ,packet length: 40,press CTRL_C to break
 1 100.1.1.2 47 ms  31 ms  31 ms
 2 120.1.1.2 94 ms  94 ms  94 ms
 3 120.1.1.1 125 ms  156 ms  125 ms
[CE1] tracert 30.1.1.2
 traceroute to  30.1.1.2(30.1.1.2) max hops: 30 ,packet length: 40,press CTRL_C to break
 1 20.1.1.2 80 ms  60 ms  60 ms
 2 30.1.1.2 100 ms  90 ms  130 ms
```

在 PE 上执行 **display ospf sham-link** 命令可以看到 sham-link 的建立情况。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ospf sham-link
          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.9
 Sham Link:
 Area        NeighborId        Source-IP       Destination-IP  State Cost
          OSPF Process 100 with Router ID 100.1.1.2
 Sham Link:
 Area         NeighborId        Source-IP       Destination-IP  State Cost
 0.0.0.0         6.6.6.6         5.5.5.5         6.6.6.6         P-2-P  1
```

执行 **display ospf sham-link area** 命令可以看到对端状态为 Full：

```
[PE1] display ospf sham-link area 0
          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.9
          OSPF Process 100 with Router ID 5.5.5.5
  Sham-Link: 5.5.5.5 --> 6.6.6.6
 NeighborID: 6.6.6.6,    State: Full GR status: Normal
  Area: 0.0.0.0
  Cost: 10  State: P-2-P, Type: Sham
  Timers: Hello 10 , Dead 40 , Retransmit 5 , Transmit Delay 1
```

在 CE 设备上执行 **display ospf routing** 命令，可以看到对端 CE 的路由是作为区域内（Intra Area）路由学到的。

```
[CE1] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 100.1.1.1
                Routing Tables
 Routing for Network
 Destination        Cost  Type       NextHop         AdvRouter       Area
 120.1.1.0/24       3     Transit    100.1.1.2       6.6.6.6         0.0.0.0
 20.1.1.0/24        10    Stub       20.1.1.1        100.1.1.1       0.0.0.0
 30.1.1.0/24        11    Stub       20.1.1.2        30.1.1.1        0.0.0.0
 100.1.1.0/24       1     Transit    100.1.1.1       100.1.1.1       0.0.0.0
Routing for ASEs
 Destination        Cost      Type       Tag         NextHop         AdvRouter
 120.1.1.1/32       1         Type2      3489661028  100.1.1.2       5.5.5.5
 6.6.6.6/32         1         Type2      3489661028  100.1.1.2       5.5.5.5
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
5.5.5.5/32          1          Type2      3489661028  100.1.1.2       6.6.6.6
100.1.1.1/32        1          Type2      3489661028  100.1.1.2       6.6.6.6

Total Nets: 8
Intra Area: 4  Inter Area: 0  ASE: 4  NSSA: 0
```

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 50
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
interface LoopBack10
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
  #
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route direct
  import-route ospf 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
ospf 100 vpn-instance vpn1
 import-route bgp
 domain-id 0.0.0.10
 area 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
  sham-link 5.5.5.5 6.6.6.6 cost 1
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 10 40
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 60
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 120.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
interface LoopBack10
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 6.6.6.6 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route direct
  import-route ospf 100
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
ospf 100 vpn-instance vpn1
 import-route bgp
 domain-id 0.0.0.10
 area 0.0.0.0
  network 120.1.1.0 0.0.0.255
  sham-link 6.6.6.6 5.5.5.5 cost 1
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 20 50
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 ospf cost 10
#
interface Vlanif50
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 30 60
#
interface Vlanif30
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 ospf cost 10
#
interface Vlanif60
 ip address 120.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 120.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- Switch 的配置文件

```
#
 sysname Switch
#
 vlan batch 20 30
#
interface Vlanif20
  ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
  ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 Multi-VPN-Instance CE 示例

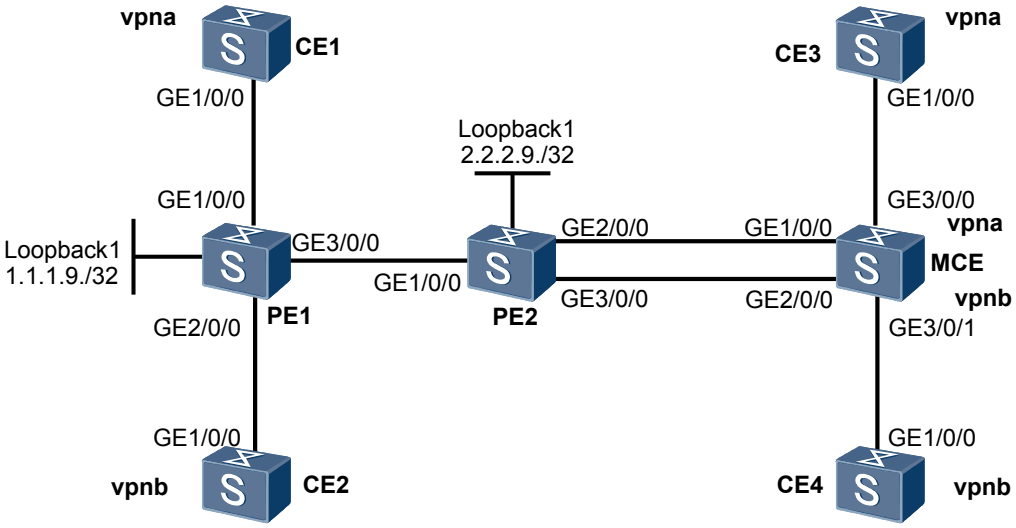
组网需求

如图 6-337 所示，按如下组网：

- CE1、CE2、CE3、CE4 是 VPN 用户边界设备；CE1 和 CE2 属于同一局域网，CE3 和 CE4 属于同一局域网。
- PE1 和 PE2 是骨干网的边界设备。
- MCE 是用户端用作 VPN 多实例交换的设备。
- CE1、CE3 属于 VPN 实例 vpna，CE2、CE4 属于 VPN 实例 vpnb。
- vpna 和 vpnb 使用不同的 VPN-Target 属性。

要求属于相同 VPN 的用户之间能互相访问，但不同 VPN 的用户之间不能互相访问，从而实现局域网内不同 VPN 之间的业务隔离。

图 6-337 Multi-VPN-Instance CE 示例组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.2.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	172.1.1.1/24
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	172.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	192.1.1.1/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	192.2.1.1/24
MCE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	192.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	192.2.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 60	10.3.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 70	10.4.1.2/24
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.2.1.1/24
CE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	10.3.1.1/24
CE4	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 70	10.4.1.1/24

配置思路

本例配置主要思路是：

1. PE 与 PE 之间配置 OSPF 实现 PE 之间的互通、配置 MP-IBGP 交换 VPN 路由信息。
2. PE 与相连的 CE 之间建立 EBGP 对等体，把 VPN 路由引入 PE 的 VPN 路由表中。
3. MCE 与 PE2 之间配置 OSPF 多实例，交换 VPN 路由信息；MCE 与 CE3、CE4 之间配置 RIPv2 交换 VPN 路由信息。

说明

MCE 与 PE2 之间配置 OSPF 多实例时需进行以下配置。

在 PE2 的 OSPF 视图下（该 OSPF 进程是指在 MCE 与 PE2 之间配置 OSPF 多实例时所使用的 OSPF 进程）引入 BGP 路由，发布 PE1 的私网路由给 MCE；

在 PE2 的 BGP 视图下引入该 OSPF 进程（也是指在 MCE 与 PE2 之间配置 OSPF 多实例时所使用的 OSPF 进程），发布 MCE 的私网路由信息给 PE1 上。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 在 PE1、PE2 及 MCE 上为每个相互隔离的业务创建一个 VPN 实例（不同 VPN 实例的 VPN-Target 互不相同，相同 VPN 实例的 VPN-Target 应相同）
- 配置 OSPF 所需数据（为不同业务配置 OSPF 多实例时所使用的 OSPF 进程号应互不相同）
- 在 MCE 上为引入 CE3、CE4 的 VPN 路由所使用的 RIP 进程（应互不相同）

操作步骤

步骤 1 在骨干网的 PE 上配置 OSPF 协议，实现 PE 之间的互通

具体配置过程略。

完成此步配置后，PE 之间应能互相学习到对方的 Loopback1 的地址。

以 PE2 为例：

```
<PE2> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 9

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost       Flags  NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  OSPF   10   2             D  172.1.1.1       Vlanif30
        2.2.2.9/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
127.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1        InLoopBack0
      172.1.1.0/24  Direct 0    0             D  172.1.1.2        Vlanif30
      172.1.1.2/32  Direct 0    0             D  172.1.1.1        Vlanif30
    172.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1        InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1        InLoopBack0
```

步骤 2 在骨干网的 PE 上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，PE 之间建立 LDP LSP

具体配置过程略。

完成此步配置后，在 PE 上执行命令 **display mpls ldp session**，应能看见 PE 之间的 MPLS LDP 会话状态为“Operational”。

以 PE2 为例：

```
<PE2> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
------------------------------------------------------------------------------
PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge       KASent/Rcv
------------------------------------------------------------------------------
1.1.1.9:0          Operational DU   Active   0000:00:04  17/17
------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 3 在 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE1、CE2 接入 PE1，将 MCE 接入 PE2

配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] vlan batch 10 20
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 20
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE1] ip vpn-instance vpna
[PE1-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpna] vpn-target 111:1 both
[PE1-vpn-instance-vpna] quit
[PE1] ip vpn-instance vpnb
[PE1-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 100:2
[PE1-vpn-instance-vpnb] vpn-target 222:2 both
[PE1-vpn-instance-vpnb] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip binding vpn-instance vpna
[PE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 24
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] ip binding vpn-instance vpnb
[PE1-Vlanif20] ip address 10.2.1.2 24
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 PE2。

```
<PE2> system-view
[PE2] vlan batch 40 50
[PE2] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 50
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 50
[PE2-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE2] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 40
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE2] ip vpn-instance vpna
[PE2-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 200:1
[PE2-vpn-instance-vpna] vpn-target 111:1 both
[PE2-vpn-instance-vpna] quit
[PE2] ip vpn-instance vpnb
[PE2-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 200:2
[PE2-vpn-instance-vpnb] vpn-target 222:2 both
[PE2-vpn-instance-vpnb] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] ip binding vpn-instance vpna
[PE2-Vlanif50] ip address 192.1.1.1 24
[PE2-Vlanif50] quit
[PE2]interface vlanif 40
[PE2-Vlnaif40] ip binding vpn-instance vpnb
[PE2-Vlnaif40] ip address 192.2.1.1 24
[PE2-Vlnaif40] quit
```

步骤 4 在 MCE 设备上配置 VPN 实例，将 CE3、CE4 及 PE2 接入 MCE

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname MCE
[MCE] vlan batch 40 50 60 70
[MCE] interface gigabitethernet 2/0/0
[MCE-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 40
[MCE-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 40
[MCE-GigabitEthernet2/0/0] quit
[MCE] interface gigabitethernet 1/0/0
[MCE-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 50
[MCE-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 50
[MCE-GigabitEthernet1/0/0] quit
[MCE] interface gigabitethernet 3/0/0
[MCE-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[MCE-GigabitEthernet3/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[MCE-GigabitEthernet3/0/0] quit
[MCE] interface gigabitethernet 3/0/1
[MCE-GigabitEthernet3/0/1] port hybrid pvid vlan 70
[MCE-GigabitEthernet3/0/1] port hybrid untagged vlan 70
[MCE-GigabitEthernet3/0/1] quit
[MCE] ip vpn-instance vpna
[MCE-vpn-instance-vpna] route-distinguisher 100:1
[MCE-vpn-instance-vpna] vpn-target 111:1 both
[MCE-vpn-instance-vpna] quit
[MCE] ip vpn-instance vpnb
[MCE-vpn-instance-vpnb] route-distinguisher 100:2
[MCE-vpn-instance-vpnb] vpn-target 222:2 both
[MCE-vpn-instance-vpnb] quit
[MCE] interface vlanif 60
[MCE-Vlanif60] ip binding vpn-instance vpna
[MCE-Vlanif60] ip address 10.3.1.2 24
[MCE-Vlanif60] quit
[MCE] interface vlanif 70
[MCE-Vlanif70] ip binding vpn-instance vpnb
[MCE-Vlanif70] ip address 10.4.1.2 24
[MCE-Vlanif70] quit
[MCE] interface vlanif 50
[MCE-Vlanif50] ip binding vpn-instance vpna
[MCE-Vlanif50] ip address 192.1.1.2 24
[MCE-Vlanif50] quit
[MCE] interface vlanif 40
[MCE-Vlanif40] ip binding vpn-instance vpnb
[MCE-Vlanif40] ip address 192.2.1.2 24
[MCE-Vlanif40] quit
```

步骤 5 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体，在 PE1 与 CE1、CE2 之间建立 EBGP 对等体

具体配置过程略。

完成此步配置后，在 PE1 上执行命令 **display bgp vpnv4 all peer** 可以看见 PE1 与 PE2 的 IBGP 对等体关系及 PE1 与 CE1、CE2 之间建立 EBGP 对等体关系均为“Established”。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] display bgp vpnv4 all peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  2.2.2.9         4   100      288      287     0 01:19:16 Established       6

  Peer of IPv4-family for vpn instance :
   VPN-Instance vpna, Router ID 1.1.1.9:
10.1.1.1        4 65410        9       11       0 00:04:14 Established       2
   VPN-Instance vpnb, Router ID 1.1.1.9:
10.2.1.1        4 65420        9       12       0 00:04:09 Established       2
```

步骤 6 在 PE2 和 MCE 之间配置 OSPF 多实例

配置 PE2。

```
<PE2> system-view
[PE2] ospf 100 vpn-instance vpna
[PE2-ospf-100] area 0
[PE2-ospf-100-area-0.0.0.0] network 192.1.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-100-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-100] import-route bgp
[PE2-ospf-100] quit
[PE2] ospf 200 vpn-instance vpnb
[PE2-ospf-200] area 0
[PE2-ospf-200-area-0.0.0.0] network 192.2.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-200-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-200] import-route bgp
[PE2-ospf-200] quit
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpna
[PE2-bgp-vpna] import-route ospf 100
[PE2-bgp-vpna] quit
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpnb
[PE2-bgp-vpnb] import-route ospf 200
[PE2-bgp-vpnb] quit
```

配置 MCE。

```
<MCE> system-view
[MCE] ospf 100 vpn-instance vpna
[MCE-ospf-100] area 0
[MCE-ospf-100-area-0.0.0.0] network 192.1.1.0 0.0.0.255
[MCE-ospf-100-area-0.0.0.0] quit
[MCE-ospf-100] quit
[MCE] ospf 200 vpn-instance vpnb
[MCE-ospf-200] area 0
[MCE-ospf-200-area-0.0.0.0] network 192.2.1.0 0.0.0.255
[MCE-ospf-200-area-0.0.0.0] quit
[MCE-ospf-200] quit
```

步骤 7 在 MCE 和 CE3、CE4 之间配置 RIPv2

配置 MCE。

```
[MCE] rip 100 vpn-instance vpna
[MCE-rip-100] version 2
[MCE-rip-100] network 10.0.0.0
[MCE-rip-100] import-route ospf 100
[MCE-rip-100] quit
[MCE] rip 200 vpn-instance vpnb
[MCE-rip-200] version 2
[MCE-rip-200] network 10.0.0.0
[MCE-rip-200] import-route ospf 200
```

配置 CE3。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE3
[CE3] vlan batch 60
[CE3] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 60
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 60
[CE3-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE3]interface vlanif 60
[CE3-Vlanif60]ip address 10.3.1.1 24
[CE3-Vlanif60] quit
[CE3] rip 100
[CE3-rip-100] version 2
[CE3-rip-100] network 10.0.0.0
[CE3-rip-100] import-route direct
```

配置 CE4。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE4
[CE4] vlan batch 70
[CE4] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 70
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 70
[CE4-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE4]interface vlanif 70
[CE4-Vlanif70]ip address 10.4.1.1 24
[CE4-Vlanif70] quit
[CE4] rip 200
[CE4-rip-200] version 2
[CE4-rip-200] network 10.0.0.0
[CE4-rip-200] import-route direct
```

步骤 8 在 MCE 上配置不进行环路检查，并引入 RIP 路由

```
<MCE> system-view
[MCE] ospf 100 vpn-instance vpna
[MCE-ospf-100] vpn-instance-capability simple
[MCE-ospf-100] import-route rip 100
[MCE] ospf 200 vpn-instance vpnb
[MCE-ospf-200] vpn-instance-capability simple
[MCE-ospf-200] import-route rip 200
```

步骤 9 检查配置结果

完成上述配置后，在 MCE 设备上执行命令 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由。

以 vpna 为例：

```
[MCE] display ip routing-table vpn-instance vpna
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpna
         Destinations : 8        Routes : 8

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost       Flags  NextHop         Interface

       10.1.1.0/24  O_ASE  150  1              D  192.1.1.1       vlanif50
       10.3.1.0/24  Direct 0    0              D  10.3.1.2        vlanif60
       10.3.1.2/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1       InLoopBack0
     10.3.1.255/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1       InLoopBack0
      192.1.1.0/24  Direct 0    0              D  192.1.1.2       vlanif50
      192.1.1.2/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1       InLoopBack0
    192.1.1.255/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

在 PE 上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到去往对端 CE 的路由。

以 PE1 上的 vpna 为例：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] display ip routing-table vpn-instance vpna
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpna
         Destinations : 5        Routes : 5

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost       Flags  NextHop         Interface

       10.1.1.0/24  Direct 0    0             D  10.1.1.2        vlanif10
       10.1.1.2/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
     10.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
       10.3.1.0/24  BGP    255  2            RD  2.2.2.9         vlanif30
      192.1.1.0/24  BGP    255  0            RD  2.2.2.9         vlanif30
```

CE1、CE3 之间可以互通，CE2、CE4 之间可以互通。

以 CE1 为例：

```
[CE1] ping 10.3.1.1
  PING 10.3.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=252 time=125 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=252 time=125 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=252 time=125 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=252 time=125 ms
    Reply from 10.3.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=252 time=125 ms

  --- 10.3.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 125/125/125 ms
```

CE1 不能与 CE2 和 CE4 互通，CE3 也不能与 CE2 和 CE4 互通。

以 CE1 上 ping CE4 的显示为例。

```
[CE1] ping 10.4.1.1
  PING 10.4.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out

  --- 10.4.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    0 packet(s) received
    100.00% packet loss
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
  ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
  ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 65420
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20 30
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls

#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif20
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface Vlanif30
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#

interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
 ipv4-family vpn-instance vpnb
  peer 10.2.1.1 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40 50
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 200:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls

#
mpls ldp
#
interface vlanif30
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface vlanif40
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 192.2.1.1 255.255.255.0
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface vlanif50
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 192.1.1.1 255.255.255.0
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  import-route ospf 100
 #
 ipv4-family vpn-instance vpnb
  import-route ospf 200
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
ospf 100 vpn-instance vpna
import-route bgp
 area 0.0.0.0
  network 192.1.1.0 0.0.0.255
#
ospf 200 vpn-instance vpnb
import-route bgp
 area 0.0.0.0
  network 192.2.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- MCE 的配置文件

```
#
 sysname MCE
#
 vlan batch 40 50 60 70
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 route-distinguisher 200:2
 vpn-target 222:2 export-extcommunity
 vpn-target 222:2 import-extcommunity
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface vlanif40
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 192.2.1.2 255.255.255.0
#
interface vlanif50
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 192.1.1.2 255.255.255.0
#
interface vlanif60
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
#
interface vlanif70
 ip binding vpn-instance vpnb
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
ospf 100 vpn-instance vpna
 import-route rip 100
 vpn-instance-capability simple
 area 0.0.0.0
  network 192.1.1.0 0.0.0.255
#
ospf 200 vpn-instance vpnb
 import-route rip 200
 vpn-instance-capability simple
 area 0.0.0.0
  network 192.2.1.0 0.0.0.255
#
rip 100 vpn-instance vpna
 version 2
 network 10.0.0.0
 import-route ospf 100
#
rip 200 vpn-instance vpnb
 version 2
 network 10.0.0.0
 import-route ospf 200
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 60
#
interface vlanif60
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60

#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
rip 100
 version 2
 network 10.0.0.0
 import-route direct
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 vlan batch 70
#
interface vlanif70
 ip address 10.4.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
rip 200
 version 2
 network 10.0.0.0
 import-route direct
#
return
```

配置 CE 双归属示例

组网需求

随着电信业务的发展，各种电信业务将用统一的 IP 网络承载。3G/NGN、IPTV 流媒体、大客户 VPN 等重要业务的部署要求网络具有极高的可靠性。提高网络的可靠性，除了考虑网络设备自身的可靠性外，还可以从链路可靠性和网络可靠性方面着手，例如路由快速收敛、故障检测、快速重路由和备份。

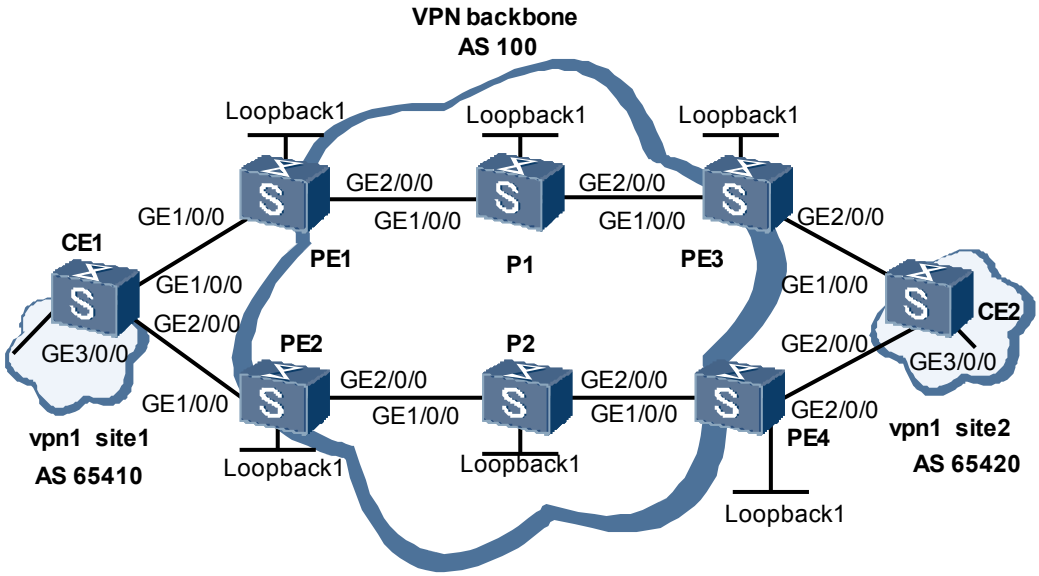
就接入层来说，CE 双归属是提高网络可靠性的常见网络结构。把一个 CE 与属于同一个 VPN 的两个 PE 相连，就将其视为 CE 双归。此时 CE 是通过两条链路接入骨干网。这两条链路既可用作负载分担，也可作为主备链路。

例如图 6-338，CE1 处于 vpn1 的 site1 中；CE2 处于 vpn1 的 site2 中。CE1 以双归属方式接入 PE1 和 PE2；CE2 以双归属方式接入 PE3 和 PE4。

如果 CE1 到 CE2 的数据流量较大，而 CE2 到 CE1 的流量很少，则可以配置成允许 CE1 到 CE2 的数据以负载分担的方式传输；而 CE2 到 CE1 的数据则从 PE4 传输，PE3 只作为备份。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-338 配置 CE 双归属组网图



设备	接口	对应 VLANIF 接口	IPv4 地址
PE1	Loopback1	-	1.1.1.1/32
	GE1/0/0	VLANIF 101	10.1.1.2/30
	GE2/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/30
PE2	Loopback1	-	2.2.2.2/32
	GE1/0/0	VLANIF 102	10.2.1.2/30
	GE2/0/0	VLANIF 20	100.2.1.1/30
P1	Loopback1	-	5.5.5.5/32
	GE1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/30
	GE2/0/0	VLANIF 30	100.3.1.1/30
P2	Loopback1	-	6.6.6.6/32
	GE1/0/0	VLANIF 20	100.2.1.2/30
	GE2/0/0	VLANIF 40	100.4.1.1/30
PE3	Loopback1	-	3.3.3.3/32
	GE1/0/0	VLANIF 30	100.3.1.2/30
	GE2/0/0	VLANIF 103	10.3.1.1/30
PE4	Loopback1	-	4.4.4.4/32
	GE1/0/0	VLANIF 40	100.4.1.2/30
	GE2/0/0	VLANIF 104	10.4.1.1/30
CE1	GE1/0/0	VLANIF 101	10.1.1.1/30
	GE2/0/0	VLANIF 102	10.2.1.1/30
	GE3/0/0	VLANIF 1001	1.5.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

CE2	GE1/0/0	VLANIF 103	10.3.1.2/30
	GE2/0/0	VLANIF 104	10.4.1.2/30
	GE3/0/0	VLANIF 1002	1.6.1.1/24

配置思路

本例按照如下思路进行配置：

1. 先配置基本的 BGP/MPLS IP VPN
2. 在 CE1 的 BGP 视图下配置允许到 CE2 的数据进行负载分担
3. 在 PE3 上增大 BGP-VPN 路由的 MED 值，使得 CE2 选择到 CE1 接入的用户的路由下一跳是 PE4

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 及 P 上的 MPLS LSR-ID
- PE1 和 PE2 上创建的 VPN 实例
- CE1 和 CE2 的 AS 号

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN,具体数据如**图 6-338** 所示

具体配置过程略

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 P 的互通

配置 PE1。

配置各接口的 IP 地址，Loopback 接口的 IP 地址需要使用 32bits 掩码。

```
<PE1> system-view
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.1 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 30
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 ISIS 路由协议，发布各接口的路由。

```
[PE1] isis 1
[PE1-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[PE1-isis-1] quit
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] isis enable 1
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] isis enable 1
[PE1-Vlanif10] quit
```

PE2、PE3、PE4、P1、P2 的配置过程与 PE1 类似，此处不再赘述。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE1 与 PE3、PE2 与 PE4 之间学习到对方的 Loopback1 路由。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10        Routes : 10

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost       Flags  NextHop         Interface

        1.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
        3.3.3.3/32  ISIS   15   20            D  100.1.1.2       Vlanif10
        5.5.5.5/32  ISIS   15   10            D  100.1.1.2       Vlanif10
      100.1.1.0/30  Direct 0    0             D  100.1.1.1       Vlanif10
      100.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      100.3.1.0/30  ISIS   15   20            D  100.1.1.2       Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置 PE1。

在系统上启动 MPLS 和 LDP，指定 LSR-ID 为 loopback 接口的地址，并触发建立 LSP。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
```

在骨干网的接口上启动 MPLS 和 LDP。

```
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
[PE1-Vlanif10] quit
```

PE2、PE3、PE4、P1、P2 上的配置过程与 PE1 类似。此处不再赘述。

上述配置完成后，PE1 与 P、P 与 PE3 之间应能建立 LDP 会话，执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Status 项为“Operational”。执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
------------------------------------------------------------------------------
5.5.5.5:0          Operational DU   Passive  0000:07:02  1688/1688
------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.

<PE1> display mpls ldp lsp

 LDP LSP Information
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
-------------------------------------------------------------------------------
DestAddress/Mask    In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop         OutInterface
-------------------------------------------------------------------------------
1.1.1.9/32          3/NULL         5.5.5.5         127.0.0.1       InLoop0
3.3.3.9/32          NULL/1025      -               10.1.1.2        Vlanif10
3.3.3.9/32          1025/1025      5.5.5.5         10.1.1.2        Vlanif10
5.5.5.5/32          NULL/3         -               10.1.1.2        Vlanif10
5.5.5.5/32          1024/3         5.5.5.5         10.1.1.2        Vlanif10
-------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 5 Normal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Liberal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
A "*" before an LSP means the LSP is not established
A "*" before a Label means the USCB or DSCB is stale
A "*" before a UpstreamPeer means the session is stale
A "*" before a DS means the session is stale
A "*" before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

步骤 4 在 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE

配置 PE1。

配置 VPN 实例，指定 RD 和 VPN-Target。在本 PE 上配置的 VPN-Target 应与在 MP-BGP 对等体 PE 上配置的 VPN-Target 对应，以便同一 VPN 的各 Site 可互访。

```
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn-target 1:1 both
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
```

将与 CE 连接的各接口与对应的 VPN 绑定，并配置 IP 地址。

```
[PE1] interface vlanif 101
[PE1-Vlanif101] ip binding vpn-instance vpn1
[PE1-Vlanif101] ip address 10.1.1.2 30
[PE1-Vlanif101] quit
```

配置 PE2。

配置 VPN 实例，指定 RD 和 VPN-Target。在本 PE 上配置的 VPN-Target 应与在 MP-BGP 对等体 PE 上配置的 VPN-Target 对应，以便同一 VPN 的各 Site 可互访。

```
[PE2] ip vpn-instance vpn1
[PE2-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:2
[PE2-vpn-instance-vpn1] vpn-target 1:1 both
[PE2-vpn-instance-vpn1] quit
```

将与 CE 连接的各接口与对应的 VPN 绑定。

```
[PE2] interface vlanif 102
[PE2-Vlanif102] ip binding vpn-instance vpn1
[PE2-Vlanif102] ip address 10.2.1.2 30
[PE2-Vlanif102] quit
```

配置 PE3。

配置 VPN 实例，指定 RD 和 VPN-Target。在本 PE 上配置的 VPN-Target 应与在 MP-BGP 对等体 PE 上配置的 VPN-Target 对应，以便同一 VPN 的各 Site 可互访。

```
[PE3] ip vpn-instance vpn1
[PE3-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:3
[PE3-vpn-instance-vpn1] vpn-target 1:1 both
[PE3-vpn-instance-vpn1] quit
```

将与 CE 连接的各接口与对应的 VPN 绑定，并配置 IP 地址。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE3] interface vlanif 103
[PE3-Vlanif103] ip binding vpn-instance vpn1
[PE3-Vlanif103] ip address 10.3.1.1 30
[PE3-Vlanif103] quit
```

配置 PE4。

配置 VPN 实例，指定 RD 和 VPN-Target。在本 PE 上配置的 VPN-Target 应与在 MP-BGP 对等体 PE 上配置的 VPN-Target 对应，以便同一 VPN 的各 Site 可互访。

```
[PE4] ip vpn-instance vpn1
[PE4-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:4
[PE4-vpn-instance-vpn1] vpn-target 1:1 both
[PE4-vpn-instance-vpn1] quit
```

将与 CE 连接的各接口与对应的 VPN 绑定，并配置 IP 地址。

```
[PE4] interface vlanif 104
[PE4-Vlanif104] ip binding vpn-instance vpn1
[PE4-Vlanif104] ip address 10.4.1.1 30
[PE4-Vlanif104] quit
```

按图 6-338 配置各 CE 的接口地址，配置过程略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 VPN 实例的配置情况。

以 PE1 为例：

```
<PE1> display ip vpn-instance verbose
  Total VPN-Instances configured : 1
  Interfaces : Vlanif101
 Address family ipv4
  VPN-Instance Name and ID : vpn1, 1
  Create date : 2009-01-16 19:22:38+00:00
  Up time : 0 days, 01 hours, 56 minutes and 16 seconds
  Route Distinguisher : 100:1
  Export VPN Targets :  1:1
  Import VPN Targets :  1:1
  Label policy : label per route
  Log Interval : 5
```

步骤 5 在 PE 与 CE 之间配置 EBGP 路由协议，引入 VPN 路由

配置 CE1。

启动 BGP，并指定 PE1 和 PE2 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] peer 10.2.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
[CE1-bgp] quit
```

配置 PE1。

启动 BGP。

```
[PE1] bgp 100
```

进入 BGP-VPN 实例视图，指定 CE 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp-vpn1] peer 10.1.1.1 as-number 65410
[PE1-bgp-vpn1] import-route direct
[PE1-bgp-vpn1] quit
```

配置 PE2。

版权所有 © 华为技术有限公司

启动 BGP。

```
[PE2] bgp 100
```

进入 BGP-VPN 实例视图，指定 CE 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE2-bgp-vpn1] peer 10.2.1.1 as-number 65410
[PE2-bgp-vpn1] import-route direct
[PE2-bgp-vpn1] quit
```

配置 CE2。

启动 BGP，并指定 PE3 和 PE4 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[CE2] bgp 65420
[CE2-bgp] peer 10.3.1.1 as-number 100
[CE2-bgp] peer 10.4.1.1 as-number 100
[CE2-bgp] import-route direct
[CE2-bgp] quit
```

配置 PE3。

启动 BGP。

```
[PE3] bgp 100
```

进入 BGP-VPN 实例视图，指定 CE 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[PE3-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE3-bgp-vpn1] peer 10.3.1.2 as-number 65420
[PE3-bgp-vpn1] import-route direct
[PE3-bgp-vpn1] quit
```

配置 PE4。

启动 BGP。

```
[PE4] bgp 100
```

进入 BGP-IPv4 VPN 实例视图，指定 CE 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[PE4-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE4-bgp-vpn1] peer 10.4.1.2 as-number 65420
[PE4-bgp-vpn1] import-route direct
[PE4-bgp-vpn1] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv4 vpn-instance** *vpn-instance-name* **peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。各 PE 能 ping 通自己接入的 CE。

以 PE1 为例：

```
[PE1] display bgp vpnv4 vpn-instance vpn1 peer

 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 VPN-Instance vpna, Router ID 1.1.1.1:
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  10.1.1.1        4 65410      408      435     0 06:16:09 Established       5

<PE1> ping -vpn-instance vpn1 10.1.1.1
PING 10.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=3 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=3 ms
  Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=3 ms
  Reply from 10.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=16 ms

--- 10.1.1.1 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 3/6/16 ms
```

步骤 6 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

配置 PE1。

指定对端 PE3 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface loopback 1
```

进入 VPN 的 VPNv4 地址簇视图，并启动对等体交换 VPN 路由信息。

```
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.3 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 PE3。

指定对端 PE1 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接。

```
[PE3] bgp 100
[PE3-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[PE3-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
```

进入 VPN 的 VPNVv4 地址簇视图，并启动对等体交换 VPN 路由信息。

```
[PE3-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE3-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.1 enable
[PE3-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 PE2。

指定对端 PE4 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 4.4.4.4 as-number 100
[PE2-bgp] peer 4.4.4.4 connect-interface loopback 1
```

进入 VPN 的 VPNv4 地址簇视图，并启动对等体交换 VPN 路由信息。

```
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 4.4.4.4 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 PE4。

指定对端 PE2 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接。

```
[PE4] bgp 100
[PE4-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[PE4-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 1
```

进入 VPN 的 VPNv4 地址簇视图，并启动对等体交换 VPN 路由信息。

```
[PE4-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE4-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.2 enable
[PE4-bgp-af-vpnv4] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

```
<PE1> display bgp vpnv4 all peer
BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 2                 Peers in established state : 2

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  3.3.3.3         4   100       70       81     0 01:00:23 Established       3

  Peer of IPv4-family for vpn instance :

  VPN-Instance vpn1, Router ID 1.1.1.1:
  10.1.1.1        4 65410       16       12     0 00:06:42 Established       3
```

步骤 7 在 CE1 上配置允许 CE1 到 CE2 的流量允许负载分担

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] ipv4-family unicast
[CE1-bgp-af-ipv4] maximum load-balancing 2
```

步骤 8 配置路由策略，增大 PE3 上发布给 CE2 的 BGP 路由的 MED 值，使 CE2 到 CE1 的流量流经 PE4，PE3 作为备份

```
[PE3] route-policy policy1 permit node 10
[PE3-route-policy] apply cost 120
[PE3-route-policy] quit
[PE3] bgp 100
[PE3-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE3-bgp-vpn1] peer 10.3.1.2 route-policy policy1 export
```

步骤 9 检查配置结果

如果配置成功，则：

在 CE1 设备上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到去往对端 CE2 所接用户的路由，且是负载分担的。

```
Route Flags: R - relay, D - download to fib

------------------------------------------------------------------------------

Routing Tables: Public
         Destinations : 15        Routes : 16

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost        Flags NextHop         Interface

        1.5.1.0/24  Direct  0    0             D   1.5.1.1         Vlanif1001
        1.5.1.1/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
      1.5.1.255/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
        1.6.1.0/24  BGP     255  0             D   10.1.1.2        Vlanif101
                    BGP     255  0             D   10.2.1.2        Vlanif102
       10.1.1.0/30  Direct  0    0             D   10.1.1.1        Vlanif101
       10.1.1.1/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.1.3/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.2.1.0/30  Direct  0    0             D   10.2.1.1        Vlanif102
       10.2.1.1/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.2.1.3/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.3.1.0/30  BGP     255  0             D   10.1.1.2        Vlanif101
       10.4.1.0/30  BGP     255  0             D   10.2.1.2        Vlanif102
      127.0.0.0/8   Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 101 102 1001
#
interface Vlanif101
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif102
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
#
interface
 ip address 1.5.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 1001
 port hybrid untagged vlan 1001
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  maximum load-balancing 2
  peer 10.1.1.2 enable
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 101
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif101
 ip binding vpn-instance vpn1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 10.1.1.2 64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 3.3.3.3 as-number 100
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 20 102
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif102
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 4.4.4.4 as-number 100
 peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 4.4.4.4 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 4.4.4.4 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.2.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 10 30
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0005.00
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 100.3.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 20 40
#
 mpls lsr-id 6.6.6.6
 mpls
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0006.00
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.4.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 6.6.6.6 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
sysname PE3
#
 vlan batch 30 103
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:3
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.0
#
interface Vlanif30
 ip address 100.3.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif103
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 103
 port hybrid untagged vlan 103
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.3.1.2 as-number 65420
  peer 10.3.1.2 route-policy policy1 export
  import-route direct
#
route-policy policy permit node 10
 apply cost 120
#
return
```

- PE4 的配置文件

```
#
sysname PE4
#
 vlan batch 40 104
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:4
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif40
 ip address 100.4.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 104
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.4.1.1. 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 104
 port hybrid untagged vlan 104
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  peer 2.2.2.2 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.2 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.4.1.2 as-number 65420
  import-route direct
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 103 104 1002
#
interface Vlanif103
 ip address 10.3.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif104
 ip address 10.4.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif1002
 ip address 1.6.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 103
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 104
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 1002
#
bgp 65420
 router-id 20.20.20.20
 peer 10.3.1.1 as-number 100
 peer 10.4.1.1. as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 10.3.1.1 enable
  peer 10.4.1.1. enable
#
return
```

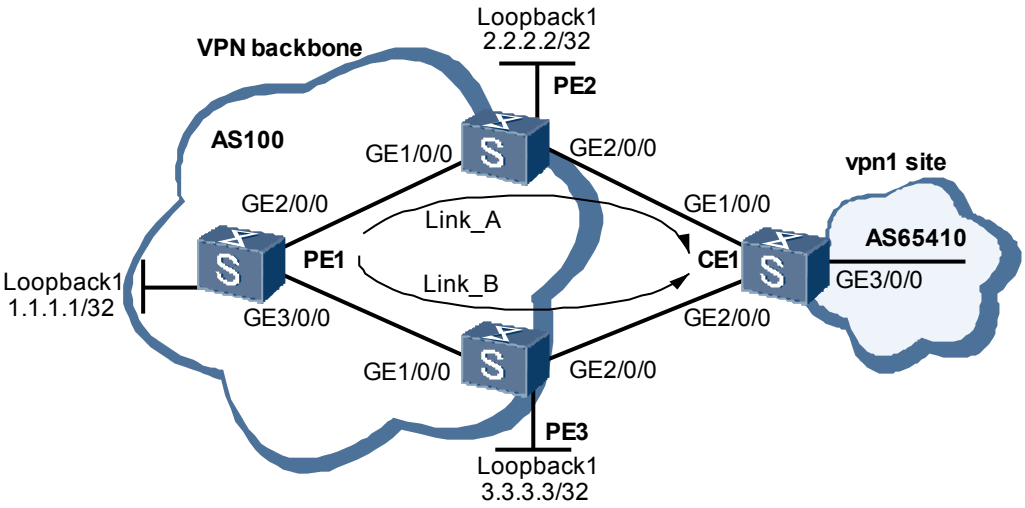
配置 VPN FRR 示例

组网需求

如图 6-339 所示，要求在 PE1 上配置备份下一跳，使 PE3 为 PE2 的备份，PE2 出现故障时可以快速切换到 PE3 上。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-339 配置 VPN FRR 功能



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/30
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	100.2.1.1/30
	Loopback1	-	1.1.1.1/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/30
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/30
	Loopback1	-	2.2.2.2/32
PE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	100.2.1.2/30
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.2.1.2/30
	Loopback1	-	3.3.3.3/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/30
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.2.1.1/30
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 50	10.3.1.1/24

配置思路

采用如下的思路配置 VPN FRR 功能。

1. 在 MPLS 骨干网上（PE1、PE2 和 PE3）配置 OSPF，实现骨干网互通。
2. 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS LDP，建立 LDP LSP。
3. 分别在各 PE 设备（PE1、PE2 和 PE3）上配置 VPN 实例，将 CE1 接入 PE2 和 PE3。
4. 在各 PE 与 CE1 之间建立 EBGP 对等体，引入 VPN 路由；在各 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体。

版权所有 © 华为技术有限公司

5. 在 PE1 上配置 VPN FRR 路由策略，配置备份下一跳，使能 VPN FRR；当不需要 VPN FRR 功能时，用 **undo vpn frr** 命令进行去使能操作。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 设备上配置的 VPN 实例名称,RD 和 VPN-Target（111:1）。
- 在 PE1 上配置的路由策略名称以及 ip-prefix 名称。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN(略)

步骤 2 配置 VPN 骨干网和 VPN site 中各接口的 IP 地址（略）

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 OSPF 协议，实现骨干网 PE 互通（略）

步骤 4 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] label advertise non-null
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] mpls
[PE1-Vlanif30] mpls ldp
[PE1-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
<PE2> system-view
[PE2] mpls lsr-id 2.2.2.2
[PE2] mpls
[PE2-mpls] label advertise non-null
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 10
[PE2-Vlanif10] mpls
[PE2-Vlanif10] mpls ldp
[PE2-Vlanif10] quit
```

配置 PE3。

```
<PE3> system-view
[PE3] mpls lsr-id 3.3.3.3
[PE3] mpls
[PE3-mpls] label advertise non-null
[PE3-mpls] quit
[PE3] mpls ldp
[PE3-mpls-ldp] quit
[PE3] interface vlanif 30
[PE3-Vlanif30] mpls
[PE3-Vlanif30] mpls ldp
[PE3-Vlanif30] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

此时在 PE 上执行命令 **display mpls lsp**，可看到 PE1 与 PE2、PE1 与 PE3 之间的 LSP 建立成功。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                 In/Out Label     In/Out IF                      Vrf Name
3.3.3.3/32          NULL/1025        -/Vlanif30
1.1.1.1/32          1024/NULL        -/-
3.3.3.3/32          1025/1025        -/Vlanif30
2.2.2.2/32          NULL/1026        -/Vlanif10
2.2.2.2/32          1027/1026        -/Vlanif10
```

步骤 5 在 PE 设备上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE

配置 PE1。

```
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn-target 111:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ip vpn-instance vpn1
[PE2-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:2
[PE2-vpn-instance-vpn1] vpn-target 111:1
[PE2-vpn-instance-vpn1] quit
[PE2] interface vlanif 20
[PE2-Vlanif20] ip binding vpn-instance vpn1
[PE2-Vlanif20] ip address 10.1.1.2 30
[PE2-Vlanif20] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] ip vpn-instance vpn1
[PE3-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:3
[PE3-vpn-instance-vpn1] vpn-target 111:1
[PE3-vpn-instance-vpn1] quit
[PE3] interface vlanif 40
[PE3-Vlanif40] ip binding vpn-instance vpn1
[PE3-Vlanif40] ip address 10.2.1.2 30
[PE3-Vlanif40] quit
```

步骤 6 在 PE1 上引入直连 VPN 路由；在 PE2 与 CE，及 PE3 与 CE 之间建立 EBGP 对等体，引入 VPN 路由

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp-vpn1] import-route direct
[PE1-bgp-vpn1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE2-bgp-vpn1] peer 10.1.1.1 as-number 65410
[PE2-bgp-vpn1] import-route direct
[PE2-bgp-vpn1] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] bgp 100
[PE3-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE3-bgp-vpn1] peer 10.2.1.1 as-number 65410
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE3-bgp-vpn1] import-route direct
[PE3-bgp-vpn1] quit
```

配置 CE。

```
<CE> system-view
[CE] bgp 65410
[CE-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE-bgp] peer 10.2.1.2 as-number 100
[CE-bgp] import-route direct
[CE-bgp] network 10.3.1.0 24
[CE-bgp] quit
```

完成此步骤后，在 PE2 和 PE3 上执行 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可看到 PE 和 CE 之间的 EBGP 对等体建立成功，其状态为“Established”。

以 PE2 的显示为例：

```
[PE2] display bgp vpnv4 all peer

 BGP local router ID : 2.2.2.2
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent    OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  Peer of IPv4-family for vpn instance :
  VPN-Instance vpn1, Router ID 2.2.2.2:
10.1.1.1        4 65410       46       46       0 00:37:41 Established       5
```

步骤 7 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.2 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.3 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.1 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] bgp 100
[PE3-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[PE3-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
[PE3-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE3-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.1 enable
[PE3-bgp-af-vpnv4] quit
```

完成此步骤后，在 PE 上执行 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可看到 MP-IBGP 对等体建立成功，其状态为“Established”。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bgp vpnv4 all peer
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 2                 Peers in established state : 2

Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent    OutQ  Up/Down       State PrefRcv

2.2.2.2         4   100       20       17       0 00:13:26 Established       5
3.3.3.3         4   100       24       19       0 00:17:18 Established       5
```

步骤 8 配置 VPN FRR 路由策略

```
[PE1] ip ip-prefix vpn_frr_list permit 2.2.2.2 32
[PE1] route-policy vpn_frr_rp permit node 10
[PE1-route-policy] if-match ip next-hop ip-prefix vpn_frr_list
[PE1-route-policy] apply backup-nexthop 3.3.3.3
[PE1-route-policy] quit
```

步骤 9 使能 VPN FRR

```
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn frr route-policy vpn_frr_rp
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
```

查看备份下一跳、备份标签和备份 Tunnel ID 的信息。

```
<PE1> display ip routing-table vpn-instance vpn1 10.3.1.0 verbose
Routing Table : vpn1
Summary Count : 1

Destination: 10.3.1.0/24
     Protocol: BGP             Process ID: 0
   Preference: 255                   Cost: 0
      NextHop: 2.2.2.2          Neighbour: 2.2.2.2
        State: Active Adv GotQ        Age: 00h15m06s
          Tag: 0                 Priority: 0
        Label: 11264              QoSInfo: 0x0
 RelayNextHop: 0.0.0.0          Interface: Vlanif10
     TunnelID: 0x10002
    BkNextHop: 3.3.3.3        BkInterface:
      BkLabel: 11264          SecTunnelID: 0x0
 BkPETunnelID: 0x10001    BkPESecTunnelID: 0x0
```

步骤 10 当不需要 VPN FRR 功能时，用 **undo vpn frr** 命令进行去使能操作

```
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] undo vpn frr
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
```

VPN FRR 去使能后，查看备份下一跳、备份标签和备份 Tunnel ID 的信息。

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 30
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn frr route-policy vpn_frr_rp
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  label advertise non-null
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.3 as-number 100
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.2 enable
  peer 3.3.3.3 enable
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.2 enable
  peer 3.3.3.3 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 100.2.1.0 0.0.0.3
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
ip ip-prefix vpn_frr_list permit 2.2.2.2 32
#
route-policy vpn_frr_rp permit node 10
 if-match ip next-hop ip-prefix vpn_frr_list
 apply backup-nexthop 3.3.3.3
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 10 20
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  label advertise non-null
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
mpls ldp
#
interface vlanif 10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface vlanif 20
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack0
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 30 40
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:3
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
  label advertise non-null
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 ip binding vpn-instance vpn1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.2.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.2.1.0 0.0.0.3
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
#
Return
```

- CE 的配置文件

```
#
 sysname CE
#
 vlan batch 20 40 50
#
interface Vlanif20
  ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif40
  ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
#
interface Vlanif50
  ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  network 10.3.1.0 255.255.255.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

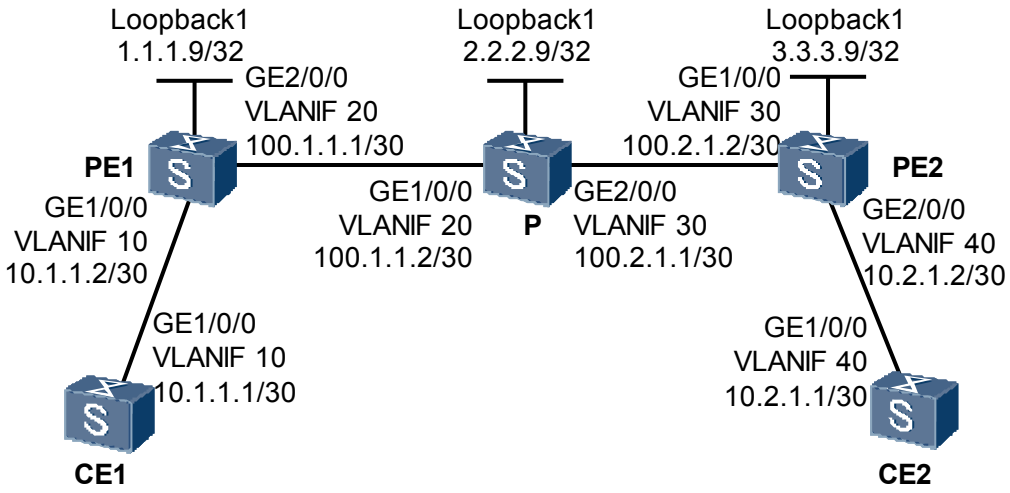
```
  import-route direct
  peer 10.1.1.2 enable
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

配置 VPN GR 示例

组网需求

CE1 和 CE2 属于同一个 VPN。PE1、P 和 PE2 为骨干网设备，在同一 AS 内，通过 IS-IS 互连。CE1 与 PE1 相连，它们之间运行 BGP；CE2 接入 PE2，它们之间运行 OSPF。如图 6-340。

图 6-340 VPN GR 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	100.1.1.1/24
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	100.2.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.2.1.2/24
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	100.2.1.1/24
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.2.1.1/24

配置思路

本例按照如下思路配置 VPN GR：

1. 配置基本 BGP/MPLS IP VPN
2. 配置骨干网的 IGP GR

版权所有 © 华为技术有限公司

3. 配置骨干网的 MPLS LDP GR
4. 配置 PE 和 CE 间路由协议的 GR
5. 配置 BGP GR

数据准备

完成本例配需准备如下数据：

- VPN 实例名称、RD、VPN Target
- IS-IS 重建 GR Session 连接会话的间隔时间（本例采用缺省值 300 秒）
- MPLS LDP 会话重连接时间（本例采用缺省值 300 秒）及邻居有效时间（本例采用缺省值 600 秒）
- BGP 允许对端重建 GR Session 连接会话的最大时间（本例采用缺省值 150 秒）
- BGP 等待 End-of-Rib 消息的时间（本例采用缺省值 600 秒）
- PE-CE 间运行路由协议（本例 CE1 和 PE1 之间采用 BGP，CE2 和 PE2 之间采用 OSPF 多实例）所需数据
- 配置骨干网的 IGP 协议（本例使用 IS-IS）所需数据

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，并配置接口加入 VLAN

配置 PE1

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] vlan batch 10 20
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 20
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

P，PE2，CE2，CE1 上的配置与 PE1 类似（略）

步骤 2 配置骨干网的 BGP/MPLS IP VPN

使用 IS-IS 作为骨干网的 IGP 协议，PE1 和 PE2 之间使能 LDP，并建立 MP-IBGP 对等体关系。

配置 PE1。

```
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] isis 1
[PE1-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[PE1-isis-1] quit
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] isis enable 1
[PE1-LoopBack1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] ip address 100.1.1.1 30
[PE1-Vlanif20] isis enable 1
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 P。

```
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
[P-LoopBack1] quit
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] isis 1
[P-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0002.00
[P-isis-1] quit
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] isis enable 1
[P-LoopBack1] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] ip address 100.1.1.2 30
[P-Vlanif20] isis enable 1
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] ip address 100.2.1.1 30
[P-Vlanif30] isis enable 1
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] ip address 3.3.3.9 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] lsp-trigger all
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] isis 1
[PE2-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0003.00
[PE2-isis-1] quit
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] isis enable 1
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] ip address 100.2.1.2 30
[PE2-Vlanif30] isis enable 1
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls ldp
[PE2-Vlanif30] quit
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv4-family vpnv4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpnv4] quit
[PE2-bgp] quit
```

配置完成后，在 PE1 或 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 LDP 会话建立成功，会话状态为“Operational”；执行 **display bgp vpnv4 all peer** 命令可以看到 BGP 对等体关系已建立，并达到“Established”状态；执行 **display isis peer** 命令可以看到 IS-IS 邻居关系已建立，状态为 Up。

步骤 3 配置 VPN 实例，接入 CE

在 PE1 上配置 vpn1 的 VPN 实例，接入 CE1；在 PE2 上配置 vpn1 的 VPN 实例，接入 CE2。并在 CE1 和 PE1 之间配置 EBGP，在 CE2 和 PE2 之间配置 OSPF。

配置 CE1。

```
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 30
[CE1-Vlanif10] quit
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
[CE1-bgp] quit
```

配置 PE1。

```
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn-target 111:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip binding vpn-instance vpn1
[PE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.2 30
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp-vpn1] peer 10.1.1.1 as-number 65410
[PE1-bgp-vpn1] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ip vpn-instance vpn1
[PE2-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:2
[PE2-vpn-instance-vpn1] vpn-target 111:1
[PE2-vpn-instance-vpn1] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] ip binding vpn-instance vpn1
[PE2-Vlanif40] ip address 10.2.1.2 30
[PE2-Vlanif40] quit
[PE2] ospf 2 vpn-instance vpn1
[PE2-ospf-2] area 0
[PE2-ospf-2-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.3
[PE2-ospf-2-area-0.0.0.0] quit
[PE2-ospf-2] import-route bgp
[PE2-ospf-2] quit
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE2-bgp-vpn1] import-route ospf 2
[PE2-bgp-vpn1] quit
[PE2-bgp] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] interface vlanif 40
[CE2-Vlanif40] ip address 10.2.1.1 30
[CE2-Vlanif40] quit
[CE2] ospf 2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE2-ospf-2] area 0
[CE2-ospf-2-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.3
[CE2-ospf-2-area-0.0.0.0] quit
[CE2-ospf-2] import-route direct
[CE2-ospf-2] quit
```

至此，基本 BGP/MPLS IP VPN 配置完成。CE1 与 CE2 之间能相互通讯。

步骤 4 配置骨干网 IGP GR

在骨干网 PE1、P、PE2 上配置 IGP GR。

配置 PE1。

```
[PE1] isis 1
[PE1-isis-1] graceful-restart
[PE1-isis-1] quit
```

配置 P。

```
[P] isis 1
[P-isis-1] graceful-restart
[P-isis-1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] isis 1
[PE2-isis-1] graceful-restart
[PE2-isis-1] quit
```

在骨干网 PE1、P、PE2 设备上执行 **display isis graceful-restart status** 命令，可以看到 IS-IS GR 配置成功。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display isis graceful-restart status

                    Restart information for ISIS(1)
                    -------------------------------


IS-IS(1) Level-1 Restart Status
Restart Interval: 300
SA Bit Supported
  Total Number of Interfaces = 2
Restart Status: RESTART COMPLETE

IS-IS(1) Level-2 Restart Status
Restart Interval: 300
SA Bit Supported
  Total Number of Interfaces = 2
  Restart Status: RESTART COMPLETE
```

步骤 5 配置骨干网 MPLS LDP GR

在骨干网 PE1、P、PE2 上配置 MPLS LDP GR。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] graceful-restart
[PE1-mpls-ldp] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] graceful-restart
[P-mpls-ldp] quit
```

配置 PE2。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] graceful-restart
[PE2-mpls-ldp] quit
```

步骤 6 配置 PE 和 CE 间路由协议的 GR

在 PE1 和 CE1 的 BGP 中配置 BGP GR；在 PE2 和 CE2 的 OSPF 中配置 OSPF GR。

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] graceful-restart
[PE1-bgp] quit
```

配置 CE1。

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] graceful-restart
[CE1-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ospf 2 vpn-instance vpn1
[PE2-ospf-2] opaque-capability enable
[PE2-ospf-2] graceful-restart
[PE2-ospf-2] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] ospf 2
[CE2-ospf-2] opaque-capability enable
[CE2-ospf-2] graceful-restart
[CE2-ospf-2] quit
```

在 PE2 或 CE2 上执行 **display ospf brief** 命令，可以看到 OSPF GR 配置成功。

以 PE2 的显示为例：

```
[PE2] display ospf brief
        OSPF Process 2 with Router ID 10.2.1.2
                OSPF Protocol Information

 RouterID: 10.2.1.2         Border Router:  AREA  AS
 ECA-route-type: 0x0306
 Route Tag: 3489661028
 PE Router, Multi-VPN-Instance is enabled
 Opaque Capable
Graceful-restart capability: planned and un-planned, totally
 Helper support capability  : enabled
        filter capability   : disabled
        policy capability   : strict lsa check, planned and un-planned
 Applications Supported: MPLS Traffic-Engineering
 Spf-schedule-interval: 5s
 Default ASE parameters: Metric: 1 Tag: 1 Type: 2
 Route Preference: 10
 ASE Route Preference: 150
 SPF Computation Count: 8
 RFC 1583 Compatible
 Retransmission limitation is disabled
 SendPacket Peak-Control: (Disabled)
 Area Count: 1   Nssa Area Count: 0
 ExChange/Loading Neighbors: 0

 Area: 0.0.0.0          (MPLS TE not enabled)
 Authtype: None   Area flag: Normal
 SPF scheduled Count: 8
 ExChange/Loading Neighbors: 0

 Interface: 10.2.1.2 (Vlanif40)
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Cost: 1       State: BDR       Type: Broadcast    MTU: 1500
Priority: 1
Designated Router: 10.2.1.1
Backup Designated Router: 10.2.1.2
Timers: Hello 10 , Dead 40 , Poll  120 , Retransmit 5 , Transmit Delay 1
```

步骤 7 配置 PE 上的 BGP GR

步骤 5 已对 PE1 配置 BGP GR，现在只要在 PE2 上配置 BGP GR。

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] graceful-restart
[PE2-bgp] quit
```

在 PE1 执行 **display bgp vpnv4 all peer verbose** 命令，可以看到 PE1 和 PE2 之间的 IBGP GR 及 PE1 和 CE1 之间的 EBGP GR 配置成功。

```
[PE1] display bgp vpnv4 all peer verbose

        Peer: 3.3.3.9   remote AS 100
        Type: IBGP link
        BGP version 4, remote router ID 3.3.3.9
        Update-group ID : 1
        BGP current state: Established, Up for 00h23m47s
        BGP current event: RecvKeepalive
        BGP last state: OpenConfirm
        BGP Peer Up count: 2
        Received total routes: 2
        Received active routes total: 2
        Advertised total routes: 2
        Port:  Local - 51939    Remote - 179
        Configured: Active Hold Time: 180 sec   Keepalive Time:60 sec
        Received  : Active Hold Time: 180 sec
        Negotiated: Active Hold Time: 180 sec   Keepalive Time:60 sec
        Peer optional capabilities:
        Peer supports bgp multi-protocol extension
        Peer supports bgp route refresh capability
        Peer supports bgp 4-byte-as capability
        Graceful Restart Capability: advertised and received
             Restart Timer Value received from Peer: 150 seconds
            Address families preserved for peer in GR:
                IPv4 Unicast (was preserved)
                VPNv4 (was preserved)
        Address family IPv4 Unicast: advertised and received
        Address family VPNv4: advertised and received
Received: Total 29 messages
                 Update messages               9
                 Open messages                 1
                 KeepAlive messages            19
                 Notification messages         0
                 Refresh messages              0
Sent: Total 25 messages
                 Update messages               5
                 Open messages                 1
                 KeepAlive messages            19
                 Notification messages         0
                 Refresh messages              0
Authentication type configured: None
Last keepalive received: 2009-09-26 14:13:05
Minimum route advertisement interval is 0 seconds
Optional capabilities:
Route refresh capability has been enabled
4-byte-as capability has been enabled
Connect-interface has been configured
Peer Preferred Value: 0
Routing policy configured:
No routing policy is configured
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
        VPN instance:   vpn1

        Peer: 10.1.1.1  remote AS 65410
        Type: EBGP link
        BGP version 4, remote router ID 10.1.1.1

 Update-group ID : 1
        BGP current state: Established, Up for 00h43m05s
        BGP current event: KATimerExpired
        BGP last state: OpenConfirm
        BGP Peer Up count: 2
        Received total routes: 2
        Received active routes total: 2
        Advertised total routes: 2
        Port:  Local - 49941    Remote - 179
        Configured: Active Hold Time: 180 sec   Keepalive Time:60 sec
        Received  : Active Hold Time: 180 sec
        Negotiated: Active Hold Time: 180 sec   Keepalive Time:60 sec
        Peer optional capabilities:
        Peer supports bgp multi-protocol extension
        Peer supports bgp route refresh capability
        Peer supports bgp 4-byte-as capability
        Graceful Restart Capability: advertised and received
            Restart Timer Value received from Peer: 150 seconds
            Address families preserved for peer in GR:
                IPv4 Unicast (was preserved)
        Address family IPv4 Unicast: advertised and received
Received: Total 25 messages
                Update messages               4
                Open messages                 1
                KeepAlive messages            20
                Notification messages         0
                Refresh messages              0
Sent: Total 28 messages
                Update messages               9
                Open messages                 1
                KeepAlive messages            18
                Notification messages         0
                Refresh messages              0
 Authentication type configured: None
Last keepalive received: 2009-09-26 14:13:38
Minimum route advertisement interval is 30 seconds
Optional capabilities:
Route refresh capability has been enabled
4-byte-as capability has been enabled
Peer Preferred Value: 0
Routing policy configured:
No routing policy is configured
```

步骤 8 检查配置结果

在 PE1 上执行命令 **display switchover state** 查看备板状态，显示结果为：

```
Slot 5 HA FSM State(master): The slave has been inserted.
```

在 PE1 上执行主备切换：

```
[PE1] slave switchover
Warning: This operation will switch the slave board to the master board. Continu
e?[Y/N]:y
```

发现 CE1 所在站点与 CE2 所在站点之间的通讯不会中断。

说明

在 CE1、PE1、 PE2 和 CE2 上，如果有两个或者更多的邻居设备同时执行主备倒换，当前通讯可能会中断。

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
  graceful-restart
#
isis 1
 graceful-restart
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif 10
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif 20
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 graceful-restart
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
mpls ldp
 graceful-restart
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
 graceful-restart
#
interface Vlanif 20
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
ip vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
 graceful-restart
#
isis 1
 graceful-restart
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif 30
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 ip binding vpn-instance vpn1
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 graceful-restart
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
#
 ipv4-family vpn-instance vpn1
  import-route ospf 2
  import-route direct
#
ospf 2 vpn-instance vpn1
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 import-route bgp
 area 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
bgp 65410
 graceful-restart
 peer 10.1.1.2 as-number 100
 import-route direct
#
return
```

- CE2 配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif 40
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
ospf 2
 import-route direct
 opaque-capability enable
 graceful-restart
 area 0.0.0.0
   network 10.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

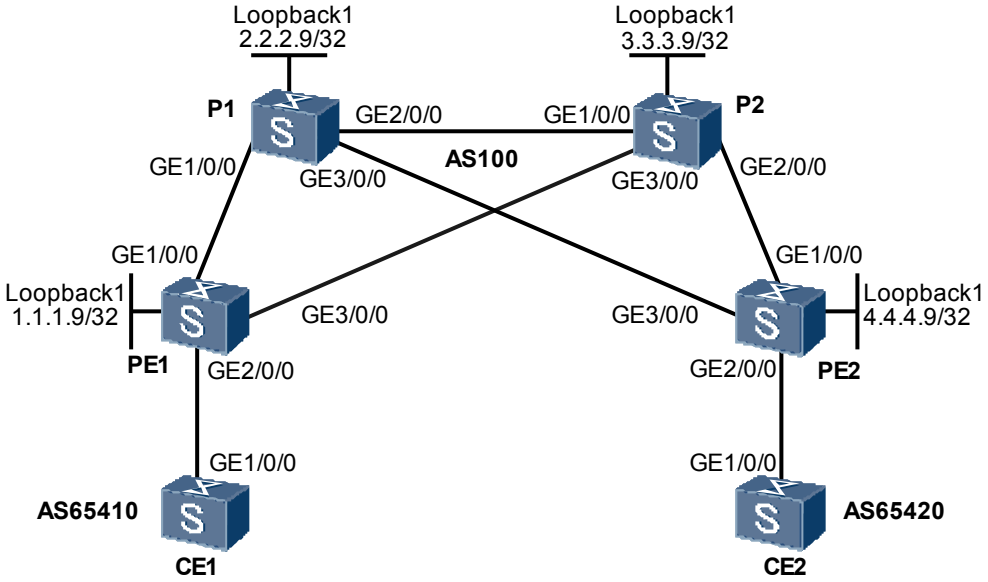

版权所有 © 华为技术有限公司

配置双反射器优化 VPN 骨干层示例

组网需求

部署 VPN 时，为了提高可靠性，可配置带双反射器的 VPN，即在骨干网相同 AS 内的 P 设备中选择两个作为路由反射器，互为备份，反射公网及 VPNv4 的路由。

图 6-341 带双反射器的 VPN 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	100.1.3.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	100.3.4.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 70	10.2.1.2/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 50	100.2.4.2/24
	Loopback1	-	4.4.4.9/32
P1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	100.2.3.1/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 50	100.2.4.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
P2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.2.3.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	100.3.4.1/24
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 40	100.1.3.2/24
	Loopback1	-	3.3.3.9/32

版权所有 © 华为技术有限公司

CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 70	10.2.1.1/24

如图 6-341，设备 PE1、PE2、P1 及 P2 都在骨干网 AS100 内。CE1 和 CE2 属于 vpna。要求选择设备 P1 和 P2 作为反射器，配置带双反射器的 VPN。

配置思路

本例配置主要思路是：

1. PE 与反射器之间建立 MP-IBGP 连接；PE 之间不再建立 MP-IBGP 连接。
2. PE 与 CE 之间建立 EBGP 连接。
3. 公网隧道使用 MPLS LSP，LSP 沿途的设备和接口上都使能 MPLS LDP。
4. P1、P2 互为备份，配置相同的反射器 ID。
5. P1、P2 需要保存所有 VPNv4 路由信息，以通告给 PE。因此，P1 和 P2 应接收所有的 VPNv4 路由信息，不对它们进行 VPN-Target 过滤。

说明

带双反射器的 VPN 环境中，反射器到 PE 设备之间必须有至少两条不共用网段和节点的路径，否则配置双反射器没有意义。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属 VLAN 及 IP 地址，如图 6-341 所示。
- PE 及 ASBR 上的 MPLS LSR-ID。
- PE1 和 PE2 上创建的 VPN 的实例名称、RD 及 VPN-Target。
- PE 与 CE 之间交换路由的路由协议，本例使用 EBGP。
- 各个 VPN 实例的收敛优先级。
- RD 过滤器名称、路由策略名称。

配置过程

1. 配置各接口所在 VLAN，具体配置略。
2. 在 MPLS 骨干网配置 IGP，实现 LSP 沿途设备之间的互通

   本例使用 OSPF，具体配置略。

   说明

   需要将作为 LSR ID 的 Loopback 接口地址发布出去。

   配置完成后，LSP 沿途设备应能相互学到对方的 Loopback 接口地址。

   以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 19        Routes : 21
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost        Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32  OSPF   10   2             D  100.1.2.2       Vlanif10
        3.3.3.9/32  OSPF   10   2             D  100.1.3.2       Vlanif40
        4.4.4.9/32  OSPF   10   3             D  100.1.3.2       Vlanif10
                    OSPF   10   3             D  100.1.2.2       Vlanif40
      100.1.2.0/24  Direct 0    0             D  100.1.2.1       Vlanif10
      100.1.2.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.2.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      100.1.3.0/24  Direct 0    0             D  100.1.3.1       Vlanif40
      100.1.3.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.3.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      100.2.3.0/24  OSPF   10   2             D  100.1.3.2       Vlanif40
                    OSPF   10   2             D  100.1.2.2       Vlanif10
      100.2.4.0/24  OSPF   10   2             D  100.1.2.2       Vlanif10
      100.3.4.0/24  OSPF   10   2             D  100.1.3.2       Vlanif40
        127.0.0.0/8 Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
        127.0.0.1/32 Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

3. 在 MPLS 骨干网上建立 LSP 隧道

   LSP 沿途的设备和接口上都使能 MPLS 和 MPLS LDP。具体配置略。

   配置结束，在各 PE 和 P 设备上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。

   以 PE1 和 P1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge       KASent/Rcv
------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU   Passive  0000:00:01   8/8
 3.3.3.9:0          Operational DU   Passive  0000:00:00   4/4
------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
[P1] display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge       KASent/Rcv
------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9:0          Operational DU   Active   000:00:02    11/11
 3.3.3.9:0          Operational DU   Passive  000:00:01    8/8
 4.4.4.9:0          Operational DU   Passive  000:00:00    4/4
------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 3 session(s) Found.
```

4. 在 PE 设备上配置 VPN 实例

   具体配置过程请参见**配置 BGP/MPLS IP VPN 示例**。此处不再赘述。

5. 在 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系，引入 VPN 路由

   具体配置过程请参见**配置 BGP/MPLS IP VPN 示例**。此处不再赘述。

6. 建立 PE 与反射器间的 MP-IBGP 对等体关系

   # 配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
```

配置 P1。

```
<P1> system-view
[P1] bgp 100
[P1-bgp] group P1 internal
[P1-bgp] peer P1 connect-interface loopback 1
[P1-bgp] peer 1.1.1.9 group P1
[P1-bgp] peer 3.3.3.9 group P1
[P1-bgp] peer 4.4.4.9 group P1
[P1-bgp] ipv4-family vpnv4
[P1-bgp-af-vpnv4] peer P1 enable
[P1-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 group P1
[P1-bgp-af-vpnv4] peer 3.3.3.9 group P1
[P1-bgp-af-vpnv4] peer 4.4.4.9 group P1
[P1-bgp-af-vpnv4] quit
[P1-bgp] quit
```

配置 P2。

```
<P2> system-view
[P2] bgp 100
[P2-bgp] group P2 internal
[P2-bgp] peer P2 connect-interface loopback 1
[P2-bgp] peer 1.1.1.9 group P2
[P2-bgp] peer 2.2.2.9 group P2
[P2-bgp] peer 4.4.4.9 group P2
[P2-bgp] ipv4-family vpnv4
[P2-bgp-af-vpnv4] peer P2 enable
[P2-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.9 group P2
[P2-bgp-af-vpnv4] peer 2.2.2.9 group P2
[P2-bgp-af-vpnv4] peer 4.4.4.9 group P2
[P2-bgp-af-vpnv4] quit
[P2-bgp] quit
```

配置 PE2。

PE2 的配置与 PE1 的配置类似，此处不再详述。

配置完此步骤后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv4 all peer** 命令，可以看到 PE 与反射器之间的 IBGP 对等体关系已建立，并达到“Established”状态。PE 与 CE 之间的 EBGP 对等体关系也已建立。

以 PE1 和 P1 的显示为例。

```
<PE1> display bgp vpnv4 all peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 3                 Peers in established state : 3
  Peer          V    AS   MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv
  2.2.2.9       4    100   2        4         0   00:00:31    Established   0
  3.3.3.9       4    100   3        5         0   00:01:23    Established   0
  Peer of IPv4-family for vpn instance :
  VPN-Instance vpna, Router ID 1.1.1.9:
  10.1.1.1      4    65410 79       82        0   01:13:29    Established    0
```

7. 在 P1 和 P2 上配置反射功能

配置 P1。

```
[P1] bgp 100
[P1-bgp] ipv4-family vpnv4
[P1-bgp-af-vpnv4] reflector cluster-id 100
[P1-bgp-af-vpnv4] peer P1 reflect-client
[P1-bgp-af-vpnv4] undo policy vpn-target
[P1-bgp-af-vpnv4] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 P2。

```
[P2] bgp 100
[P2-bgp] ipv4-family vpnv4
[P2-bgp-af-vpnv4] reflector cluster-id 100
[P2-bgp-af-vpnv4] peer P2 reflect-client
[P2-bgp-af-vpnv4] undo policy vpn-target
[P2-bgp-af-vpnv4] quit
```

8. 检验配置结果

在 PE 上查看 VPN 路由表，可发现有到远端 CE 的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display ip routing-table vpn-instance vpna
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: vpna
         Destinations : 5        Routes : 5

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost         Flags  NextHop         Interface

       10.1.1.0/24  Direct 0    0              D  10.1.1.2        Vlanif60
       10.1.1.2/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1       InLoopBack0
     10.1.1.255/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1       InLoopBack0
       10.2.1.0/24  BGP    255  0             RD  4.4.4.9         Vlanif40
255.255.255.255/32  Direct 0    0              D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

CE1 与 CE2 可以相互 ping 通，说明反射器配置成功。

在 PE1 上的 VLANIF40 和 PE2 的 VLANIF50 接口视图下执行 **shutdown** 命令后，CE1 与 CE2 仍然可以相互 ping 通，说明双反射器配置成功。

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 40 60
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.1.3.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.1.1.1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 100.1.2.0 0.0.0.255
  network 100.1.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 Vlan batch 10 20 50
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.3.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 100.2.4.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 4.4.4.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 group P1 internal
 peer P1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  undo peer 4.4.4.9 enable
  undo peer 1.1.1.9 enable
  undo peer 3.3.3.9 enable
  peer P1 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  reflector cluster-id 100
  undo policy vpn-target
  peer P1 enable
  peer P1 reflect-client
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 1.1.1.9 group P1
  peer 3.3.3.9 enable
  peer 3.3.3.9 group P1
  peer 4.4.4.9 enable
  peer 4.4.4.9 group P1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.1.2.0 0.0.0.255
  network 100.2.3.0 0.0.0.255
  network 100.2.4.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 20 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.3.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 100.3.4.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.1.3.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 4.4.4.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 group P2 internal
 peer P2 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  undo peer 4.4.4.9 enable
  undo peer 1.1.1.9 enable
  undo peer 2.2.2.9 enable
  peer P2 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  reflector cluster-id 100
  undo policy vpn-target
  peer P2 enable
  peer P2 reflect-client
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 1.1.1.9 group P2
  peer 2.2.2.9 enable
  peer 2.2.2.9 group P2
  peer 4.4.4.9 enable
  peer 4.4.4.9 group P2
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.2.3.0 0.0.0.255
  network 100.3.4.0 0.0.0.255
  network 100.1.3.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
sysname PE2
#
 vlan batch 30 50 70
#
ip vpn-instance vpna
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 1:1 export-extcommunity
 vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 100.3.4.2 255.255.255.0
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 100.2.4.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif70
 ip binding vpn-instance vpna
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance vpna
  peer 10.2.1.1 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 100.3.4.0 0.0.0.255
  network 100.2.4.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 60
#
interface Vlanif60
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#

interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
bgp 65410
 peer 10.1.1.2 as-number 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.1.1.2 enable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 70
#
interface Vlanif70
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid untagged vlan 70
#
bgp 65420
 peer 10.2.1.2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 10.2.1.2 enable
#
return
```

6.10.4 BGP/MPLS IPv6 VPN 配置

BGP/MPLS IPv6 VPN 配置包括：IPv6 VPN 与 IPv4 VPN 的共同点和不同点、BGP/MPLS IPv6 VPN 的常见组网和可靠性的配置。

配置基本 BGP/MPLS IPv6 VPN 示例

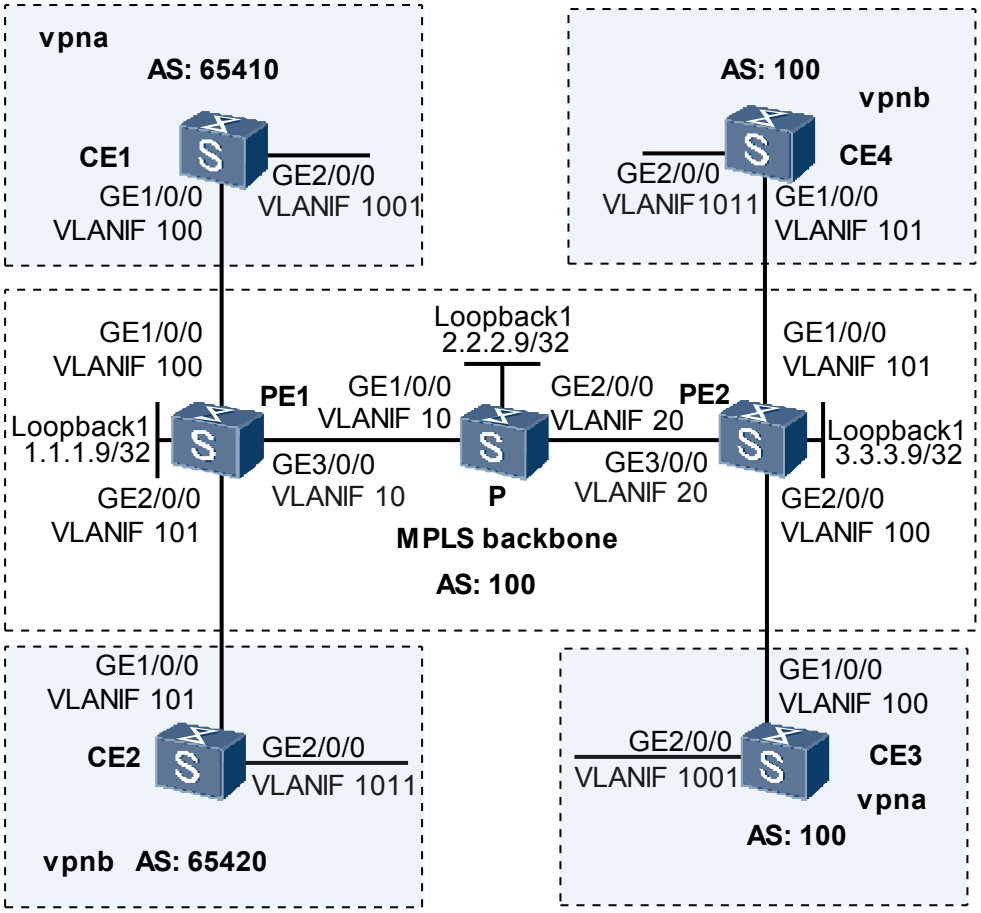
组网需求

如图 6-342 所示，CE1 和 CE3 属于 vpna，CE2 和 CE4 属于 vpnb。不同 VPN 用户之间不能互相访问。其中，CE 上的 VLANIF 1001 接口或者 VLANIF 1011 接口是内网接口。

本示例中，根据直连 PE 和 CE 所属的 AS 来采用不同的方法来交换路由：PE1 和 CE1 采用 BGP4+，PE1 和 CE2 采用 IPv6 静态路由，PE2 和 CE3 采用 IS-ISv6，PE2 和 CE4 采用 RIPng。实际应用中，可根据具体的组网情况来选择。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-342 配置基本 BGP/MPLS IPv6 VPN 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IPv4 地址	IPv6 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 100	-	2001::2/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 101	-	2003::2/64
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 10	192.168.1.1/24	-
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 101	-	2005::2/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 100	-	2004::2/64
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 20	192.168.2.2/24	-
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	192.168.1.2/24	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	192.168.2.1/24	-
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 100	-	2001::1/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 1001	-	1998::1/64
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 101	-	2003::1/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 1011	-	1998::1/64
CE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 100	-	2004::1/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 1001	-	1999::1/64
CE4	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 101	-	2005::1/64

版权所有 © 华为技术有限公司

GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 1011	-	1999::1/64

配置思路

采用如下的思路配置基本 BGP/MPLS IPv6 VPN：

1. 在 IPv4 公网上配置 IGP 协议，实现骨干网的互通。
2. 在各 PE 和 P 设备上配置 MPLS 和 MPLS LDP，即 VPN 使用 IPv4 公网上的 LDP LSP 隧道。
3. 在 PE1 和 PE2 上配置 MP-IBGP，即 PE 间用 BGP 来交换 VPN-IPv6 路由。
4. 在各 PE 和 CE 上配置 IPv6 路由协议，使 PE 和 CE 能交换各自学到的 IPv6 路由。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 建立 BGP 对等体时各 PE、CE 所在的 AS 号。
- 各 VPNv6 实例的 RD、收发路由属性 VPN Target。

操作步骤

步骤 1 配置各 CE 和各 PE 的 IPv6 报文转发能力

#使能 CE1 的 IPv6 转发能力

```
<CE1> system-view
[CE1] ipv6
```

CE2 ～ CE4、PE1 和 PE2 的配置与此相同，不再赘述。

步骤 2 创建 VLAN，配置各接口允许通过的 VLAN 及 VLANIF 接口的 IP 地址(PE 上连接 CE 的接口除外),具体数据如图 6-342 所示

1. 配置接口允许通过的 VLAN

   #在 CE1 上配置接口允许通过的 VLAN

   ```
   [CE1] vlan batch 100 1001
   [CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
   [CE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type hybrid
   [CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 100
   [CE1-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid untagged vlan 100
   [CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
   [CE1] interface gigabitethernet 2/0/0
   [CE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type hybrid
   [CE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 1001
   [CE1-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid untagged vlan 1001
   [CE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
   ```

   CE2 ～ CE4、PE1 和 PE2 的配置过程与此类似，不再赘述。

2. 配置接口的 IPv6 地址或者 IPv4 地址

   #配置 CE1 上接口的 IPv6 地址

   ```
   [CE1] interface vlanif 100
   [CE1-Vlanif100] ipv6 enable
   [CE1-Vlanif100] ipv6 address 2001::1 64
   ```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1-Vlanif100] quit
[CE1] interface vlanif 1001
[CE1-Vlanif100] ipv6 enable
[CE1-Vlanif100] ipv6 address 1998::1 64
[CE1-Vlanif100] quit
```

CE2 ～ CE4 上接口 IPv6 地址的配置过程于此类似，不再赘述。

#配置 PE1 上接口的 IPv4 地址

```
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip address 192.168.1.1 24
[PE1-Vlanif10] quit
```

P、PE2 上接口 IPv4 地址的配置过程于此类似，不再赘述。

步骤 3 配置骨干网 IGP 协议，实现骨干网互通，本类中使用 ISIS 协议

在 PE1 上配置 IPv4 IGP 路由协议，此例中采用 IS-IS。

```
[PE1] isis 1
[PE1-isis-1] network-entity 10.1111.1111.1111.00
[PE1-isis-1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] isis enable 1
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] isis enable 1
[PE1-LoopBack1] quit
```

P、PE2 上的配置过程与此类似，不再赘述。

配置完成后，PE1、P 和 PE2 之间应能学习到相互的路由，包括接口 Loopback 的路由，可通过 **display ip routing-table** 命令查看。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11        Routes : 11

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost        Flags  NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       LoopBack0
        2.2.2.9/32  ISIS   15   10            D  192.168.1.2     Vlanif10
        3.3.3.9/32  ISIS   15   20            D  192.168.1.2     Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0             D   127.0.0.1      InLoopBack0
    192.168.1.0/24  Direct 0    0             D  192.168.1.1     Vlanif10
    192.168.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       Vlanif10
  192.168.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       Vlanif10
    192.168.2.0/24  ISIS   15   20            D  192.168.1.2     Vlanif10
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 4 配置 PE1 和 PE2 之间的隧道

本例中使用 MPLS LDP LSP 隧道

使能 PE1 的 MPLS 和 MPLS LDP。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
[PE1-Vlanif10] quit
```

使能 P 的 MPLS 和 MPLS LDP。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 10
[P-Vlanif10] mpls
[P-Vlanif10] mpls ldp
[P-Vlanif10] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
```

使能 PE2 的 MPLS 和 MPLS LDP。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 20
[PE2-Vlanif20] mpls
[PE2-Vlanif20] mpls ldp
[PE2-Vlanif20] quit
```

上述配置完成后，PE1 与 PE2 之间应能建立 LDP LSP。执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls ldp lsp
LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel   UpstreamPeer   NextHop         OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9/32         3/NULL        2.2.2.9        127.0.0.1       InLoop0
*1.1.1.9/32         Liberal
 2.2.2.9/32         NULL/3        -              192.168.1.2     Vlanif10
 2.2.2.9/32         1024/3        2.2.2.9        192.168.1.2     Vlanif10
 3.3.3.9/32         NULL/1025     -              192.168.1.2     Vlanif10
 3.3.3.9/32         1025/1025     2.2.2.9        192.168.1.2     Vlanif10
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 5 Normal LSP(s) Found.
 TOTAL: 1 Liberal LSP(s) Found.
 TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
 A '*' before an LSP means the LSP is not established
 A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
 A "*" before a UpstreamPeer means the session is stale
 A "*" before a DS means the session is stale
 A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

步骤 5 配置 PE1、PE2 上的 VPNv6 实例

PE1 上配置 VPNv6 实例 vpna。

```
[PE1] ip vpn-instance vpna
[PE1-vpn-instance-vpna] ipv6-family
[PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 22:22 export-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 33:33 import-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] quit
[PE1-vpn-instance-vpna] quit
```

将 PE1 上直连 CE1 的接口与 VPNv6 实例 vpna 相绑定。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] interface vlanif 100
[PE1-Vlanif100] ipv6 enable
[PE1-Vlanif100] ip binding vpn-instance vpna
[PE1-Vlanif100] ipv6 address 2001::2 64
[PE1-Vlanif100] quit
```

PE1 上配置 VPNv6 实例 vpnb。

```
[PE1] ip vpn-instance vpnb
[PE1-vpn-instance-vpnb] ipv6-family
[PE1-vpn-instance-vpnb-af-ipv6] route-distinguisher 200:1
[PE1-vpn-instance-vpnb-af-ipv6] vpn-target 44:44 export-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpnb-af-ipv6] vpn-target 55:55 import-extcommunity
[PE1-vpn-instance-vpnb-af-ipv6] quit
[PE1-vpn-instance-vpnb] quit
```

将 PE1 上直连 CE2 的接口与 VPNv6 实例 vpnb 相绑定。

```
[PE1] interface vlanif 101
[PE1-Vlanif101] ipv6 enable
[PE1-Vlanif101] ip binding vpn-instance vpnb
[PE1-Vlanif101] ipv6 address 2003::2 64
[PE1-Vlanif101] quit
```

在 PE2 上配置 VPNv6 实例 vpna。

```
[PE2] ip vpn-instance vpna
[PE2-vpn-instance-vpna] ipv6-family
[PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] route-distinguisher 300:1
[PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 33:33 export-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 22:22 import-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] quit
[PE1-vpn-instance-vpna] quit
```

将 PE2 上直连 CE3 的接口与 VPNv6 实例 vpna 相绑定。

```
[PE2] interface vlanif 100
[PE2-Vlanif100] ipv6 enable
[PE2-Vlanif100] ip binding vpn-instance vpna
[PE2-Vlanif100] ipv6 address 2004::2 64
[PE2-Vlanif100] quit
```

在 PE2 上配置 VPNv6 实例 vpnb。

```
[PE2] ip vpn-instance vpna
[PE2-vpn-instance-vpnb] ipv6-family
[PE2-vpn-instance-vpnb-af-ipv6] route-distinguisher 400:1
[PE2-vpn-instance-vpnb-af-ipv6] vpn-target 55:55 export-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpnb-af-ipv6] vpn-target 44:44 import-extcommunity
[PE2-vpn-instance-vpnb-af-ipv6] quit
[PE1-vpn-instance-vpnb] quit
```

将 PE2 上直连 CE4 的接口与 VPNv6 实例 vpnb 相绑定。

```
[PE2] interface vlanif 101
[PE2-Vlanif101] ipv6 enable
[PE2-Vlanif101] ip binding vpn-instance vpnb
[PE2-Vlanif101] ipv6 address 2005::2 64
[PE2-Vlanif101] quit
```

上述配置完成后，在各 PE 上可通过 **display ipv6 vpn-instance verbose** 命令查看 VPNv6 实例的配置信息；各 PE 能 ping 通自己接入的 CE。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display ip vpn-instance verbose
Total VPN-Instances configured : 2  VPN-Instance Name and ID : vpna, 3
  Interfaces : Vlanif100
 Address family ipv6
  Create date : 2010-01-25 21:34:44+00:00
  Up time : 0 days, 00 hours, 21 minutes and 05 seconds
  Route Distinguisher : 1000:1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Export VPN Targets :  22:22
  Import VPN Targets :  33:33
  Label Policy : label per route
  Log Interval : 5VPN-Instance Name and ID : vpnb, 5
  Interfaces : Vlanif101
 Address family ipv6
  Create date : 2010-01-25 21:41:42+00:00
  Up time : 0 days, 00 hours, 14 minutes and 07 seconds
  Route Distinguisher : 200:1
  Export VPN Targets :  44:44
  Import VPN Targets :  55:55
  Label Policy : label per route
  Log Interval : 5

[PE1] ping ipv6 vpn-instance vpna 2001::1
  PING 2001::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64  time = 47 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=64  time = 62 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=64  time = 62 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=64  time = 31 ms
  --- 2001::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 31/46/62 ms
```

步骤 6 建立 PE1 与 PE2 之间的 VPNv6 对等体关系

在 PE1 上配置 BGP。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE1-bgp-af-vpnv6] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv6] quit
```

在 PE2 上配置 BGP。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE2-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpnv6] quit
```

以上配置完成后，在 PE 上可通过 **display bgp vpnv6 all peer** 查看 VPNv6 对等体的建立情况。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bgp vpnv6 all peer
BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  3.3.3.9         4   100        3        3     0 00:02:19 Established       0
```

可以看到，PE1 和 PE2 的 VPNv6 对等体关系已建立。

步骤 7 在 PE1 和 CE1 之间配置 BGP4+

在 PE1 上配置 EBGP。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv6-family vpn-instance vpna
[PE1-bgp6-vpna] peer 2001::1 as-number 65410
[PE1-bgp6-vpna] import-route direct
[PE1-bgp6-vpna] quit
[PE1-bgp] quit
```

在 CE1 上配置 EBGP。

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] router-id 10.10.10.10
[CE1-bgp] peer 2001::2 as-number 100
[CE1-bgp] ipv6-family unicast
[CE1-bgp-af-ipv6] peer 2001::2 enable
[CE1-bgp-af-ipv6] import-route direct
[CE1-bgp-af-ipv6] quit
[CE1-bgp] quit
```

以上配置完成后，可在 PE1 上通过命令 **display bgp vpnv6 vpn-instance** *vpnv6-instance-name* **peer** 查看对等体的建立情况。

```
[PE1] display bgp vpnv6 vpn-instance vpna peer
 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1
  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv
  2001::1         4 65410       10        9     0 00:06:10 Established       1
```

也可在 CE1 上通过命令 **display bgp ipv6 peer** 查看对等体的建立情况。

```
[CE1] display bgp ipv6 peer
 BGP local router ID : 10.10.10.10
 Local AS number : 65410
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1
  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv
  2001::2         4   100        2        3     0 00:00:32 Established       0
```

可以看到，PE1 和 CE1 的 EBGP 连接已建立。

步骤 8 在 PE1 和 CE2 上配置静态路由

在 PE1 上为 VPNv6 实例 vpnb 配置 IPv6 静态路由。

```
[PE1] ipv6 route-static vpn-instance vpnb 1998:: 64 2003::1
```

在 PE1 上把静态路由和直连路由引入 BGP。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv6-family vpn-instance vpnb
[PE1-bgp6-vpnb] import-route static
[PE1-bgp6-vpnb] import-route direct
[PE1-bgp6-vpnb] quit
[PE1-bgp] quit
```

在 CE2 配置 IPv6 缺省路由。

```
[CE2] ipv6 route-static :: 0 2003::2
```

步骤 9 在 PE2 和 CE3 上配置 IS-ISv6

在 PE2 上配置 IS-ISv6。

```
[PE2] isis 10 vpn-instance vpna
[PE2-isis-10] network-entity 30.4444.4444.4444.4444.00
[PE2-isis-10] ipv6 enable
[PE2-isis-10] ipv6 import-route bgp
[PE2-isis-10] quit
[PE2] interface vlanif 100
[PE2-Vlanif100] isis ipv6 enable 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 PE2 上把 IS-ISv6 引入 BGP。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv6-family vpn-instance vpna
[PE2-bgp6-vpna] import-route isis 10
[PE2-bgp6-vpna] quit
[PE2-bgp] quit
```

在 CE3 上配置 IS-ISv6。

```
[CE3] isis 10
[CE3-isis-10] network-entity 30.2222.2222.2222.00
[CE3-isis-10] ipv6 enable
[CE3-isis-10] quit
[CE3] interface vlanif 100
[CE3-Vlanif100] isis ipv6 enable 10
[CE3-Vlanif100] quit
[CE3] interface vlanif 1001
[CE3-Vlanif1001] isis ipv6 enable 10
[CE3-vlanif1001] quit
```

步骤 10 在 PE2 和 CE4 上配置 RIPng

在 PE2 配置 RIPng。

```
[PE2] ripng 100 vpn-instance vpnb
[PE2-ripng-100] import-route bgp
[PE2-ripng-100] quit
[PE2] interface vlanif 101
[PE2-Vlanif101] ripng 100 enable
[PE2-Vlanif101] quit
```

在 PE2 上把 RIPng 引入 BGP。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv6-family vpn-instance vpnb
[PE2-bgp6-vpnb] import-route ripng 100
```

在 CE4 上配置 RIPng。

```
[CE4] ripng 100
[CE4-ripng-100] quit
[CE4] interface vlanif 101
[CE4-Vlanif101] ripng 100 enable
[CE4-vlanif101] quit
[CE4] interface vlanif 1011
[CE4-Vlanif1011] ripng 100 enable
[CE4-Vlanif1011] quit
```

步骤 11 检查配置结果

完成以上配置后，允许互通的 CE 之间应该能学习到彼此的路由。可在各 PE 上用 **display ipv6 routing-table vpn-instance** 查看相应 VPNv6 实例的路由，或用 **ping** 或 **tracert** 命令进行验证。也可在各 CE 上用命令 **display ipv6 routing-table** 查看，或用 **ping** 或 **tracert** 命令进行验证。以 PE1 和 CE1 的显示为例：

```
[PE1] ping ipv6 vpn-instance vpna 1999::1
  PING 1999::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 1999::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=63  time = 94 ms
    Reply from 1999::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=63  time = 94 ms
    Reply from 1999::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=63  time = 94 ms
    Reply from 1999::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=63  time = 94 ms
    Reply from 1999::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=63  time = 94 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  --- 1999::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 94/94/94 ms

[CE1] tracert ipv6 1999::1
 traceroute to 1999::1  30 hops max,60 bytes packet
 1 2001::2 62 ms  31 ms  32 ms
 2 2004::2 101 ms  94 ms  98 ms
 3 1999::1 156 ms  157 ms  171 ms
```

由于 CE4 上也同样存在 1999::1/64，在 CE3 和 CE4 上用 **display ipv6 statistics** 检查接收/发送 ICMPv6 报文的数量变化，可知报文的确被发送到正确的接口，不允许互通的站点间已实现了隔离。

----结束

配置文件

- PE1 配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 100 101
#
ip vpn-instance vpna
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 22:22 export-extcommunity
  vpn-target 33:33 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 ipv6-family
  route-distinguisher 200:1
  vpn-target 44:44 export-extcommunity
  vpn-target 55:55 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.1111.1111.1111.00
#
interface Vlanif 100
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpna
 ipv6 address 2001::2/64
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpnb
 ipv6 address 2003::2/64
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port  hybrid pvid vlan 101
 port  hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port  hybrid pvid vlan 10
 port  hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv6-family vpn-instance vpna
  import-route direct
  peer 2001::1 as-number 65410
 #
 ipv6-family vpn-instance vpnb
  import-route direct
  import-route static
#
 ipv6 route-static vpn-instance vpnb 1998:: 64 2003::1
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 20.2222.2222.2222.00
#
interface Vlanif10
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 20 100 101
#
ip vpn-instance vpna
 ipv6-family
  route-distinguisher 300:1
  vpn-target 33:33 export-extcommunity
  vpn-target 22:22 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpnb
 ipv6-family
  route-distinguisher 400:1
  vpn-target 55:55 export-extcommunity
  vpn-target 44:44 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 30.3333.3333.3333.00
#
isis 10 vpn-instance vpna
 network-entity 30.4444.4444.4444.4444.00
 #
  ipv6 enable topology standard
  ipv6 import-route bgp
 #
#
interface Vlanif20
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif100
 ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpna
 ipv6 address 2004::2/64
 ripng 100 enable
#
interface Vlanif 101
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpnb
 ipv6 address 2005::2/64
 isis ipv6 enable 10
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv6-family vpn-instance vpna
  import-route isis 10
 #
 ipv6-family vpn-instance vpnb
  import-route ripng 100
#
ripng 100 vpn-instance vpnb
 import-route bgp
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 100 1001
#
interface Vlanif 100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
#
interface Vlanif 1001
 ipv6 enable
 ipv6 address 1998::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 1001
 port hybrid untagged vlan 1001
#
bgp 65410
 router-id 10.10.10.10
 peer 2001::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2001::2 enable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 ipv6
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 101 1011
#
interface Vlanif 101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
#
interface Vlanif 1011
 ipv6 enable
 ipv6 address 1998::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 1011
 port hybrid untagged vlan 1011
#
 ipv6 route-static :: 0 2003::2
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 ipv6
#
 vlan batch 100 1001
#
isis 10
 network-entity 30.2222.2222.2222.00
 #
  ipv6 enable topology standard
 #
#
interface Vlanif 100
 ipv6 enable
 ipv6 address 2004::1/64
 isis ipv6 enable 10
#
interface Vlanif 1001
 ipv6 enable
 ipv6 address 1999::1/64
 isis ipv6 enable 10
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 100
 port hybrid untagged vlan 100
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 1001
 port hybrid untagged vlan 1001
#
return
```

- CE4 的配置文件

```
#
 sysname CE4
#
 ipv6
#
 vlan batch 101 1011
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2005::1/64
 ripng 100 enable
#
interface Vlanif1011
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv6 enable
 ipv6 address 1999::1/64
 ripng 100 enable
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 1011
 port hybrid untagged vlan 1011
#
ripng 100
#
return
```

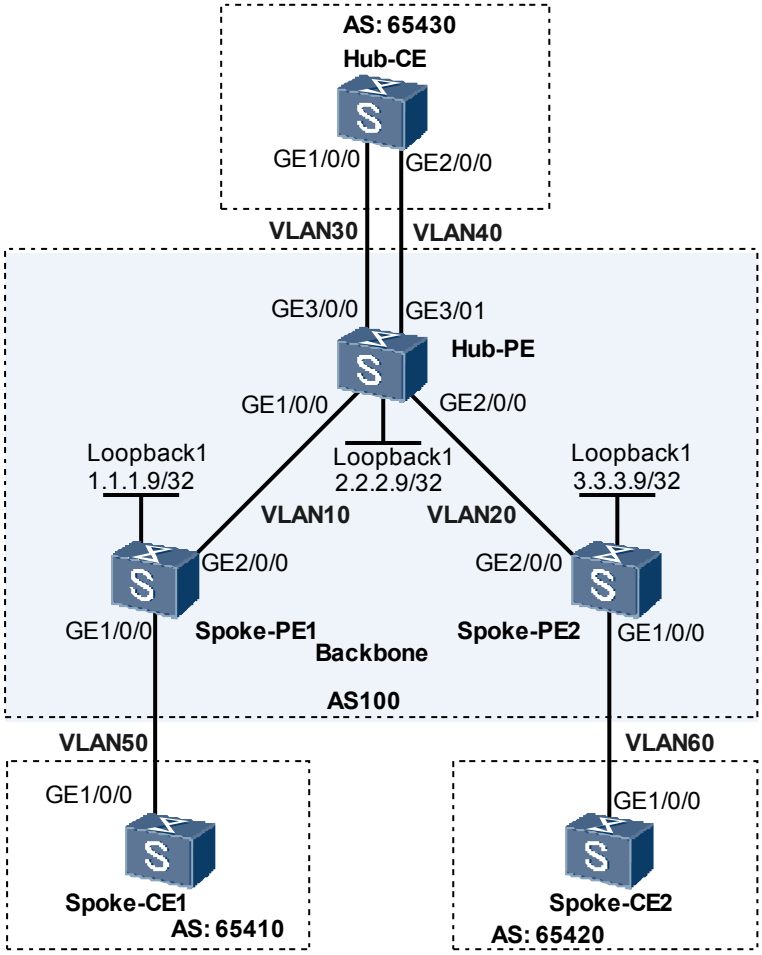
配置 Hub&Spoke 示例（PE 与 CE 间使用 BGP4+）

组网需求

如图 6-343，Spoke-CE 之间的通信通过中心站点 Hub-CE 控制，即 Spoke-CE 之间的流量经过 Hub-CE 转发，而不是只经过 Hub-PE 转发。要求 Hub-PE 和 Hub-CE 之间、Spoke-PE 与 Spoke-CE 之间都使用 BGP4+交换路由信息。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-343 Hub&Spoke 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IPv4 地址	IPv6 地址
Hub-PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	11.1.1.2/24	-
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	-	2003::2/64
	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 40	-	2004::2/64
	Loopback1	-	2.2.2.9/32	-
Spoke-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	-	2001::2/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24	-
	Loopback1	-	1.1.1.9/32	-
Spoke-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	-	2002::2/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	11.1.1.1/24	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32	-
Hub-CE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-	2003::1/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	-	2004::1/64

版权所有 © 华为技术有限公司

Spoke-CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	-	2001::1/64
Spoke-CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	-	2002::1/64

配置思路

本例配置主要思路是：

1. Hub-PE 与 Spoke-PE 之间建立隧道和 IBGP 对等体关系；Spoke-PE 之间不建立隧道和 IBGP 对等体关系，不交换 VPN 路由信息。
2. 在 Hub-PE 上创建两个 IPv6 VPN 实例（vpn_in 和 vpn_out）。其中，vpn_in 接收的 VPN-target 团体属性为两个 Spoke-PE 发布的 VPN-target 团体属性值；vpn_out 发布的 VPN-target 团体属性值与接收的 VPN-target 团体属性不同，且为两个 Spoke-PE 接收的 VPN-target 团体属性值。
3. 在 Spoke-PE 上创建一个 IPv6 VPN 实例，其接收的 VPN-target 团体属性值为 vpn_out 发布的 VPN-target 团体属性值，发布的 VPN-target 团体属性值为 vpn_in 接收的 VPN-target 团体属性；
4. CE 和 PE 之间使用 BGP4+。
5. Hub-PE 上配置接收 AS 重复 1 次的路由通过。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- PE 上的 MPLS LSR-ID
- Hub-PE 和 Spoke-PE 的 IPv6 VPN 实例名、路由标志（Route-Distinguisher）及 VPN-Target

操作步骤

步骤 1 在骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 Hub-PE 和 Spoke-PE 的互通

本例中采用 OSPF，具体配置过程略。

配置完成后，PE 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback 路由。

步骤 2 在骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

具体配置过程略。

配置完成后，Hub-PE 和 Spoke-PE 之间应该建立起 LDP 对等体关系，在各设备上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。

步骤 3 在各 PE 设备上配置 IPv6 VPN 实例，将 CE 接入 PE

说明

注意 Hub-PE 与 Spoke-PE 上的 VPN Target 属性设置。

Hub-PE 的两个 IPv6 VPN 实例的 VPN-target 分别为两个 Spoke-PE 发布的 VPN-target，且发布的 VPN-target 与接收的 VPN-target 不同。

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 Spoke-PE 的 IPv6 VPN 实例，引入 VPN-target 为 Hub-PE 发布的 VPN-target。

配置 Spoke-PE1。

```
<Spoke-PE1> system-view
[Spoke-PE1] ip vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna] ipv6-family
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] route-distinguisher 100:1
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 200:1 import-extcommunity
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] quit
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna] quit
[Spoke-PE1] interface vlanif 50
[Spoke-PE1-Vlanif50] ipv6 enable
[Spoke-PE1-Vlanif50] ip binding vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-Vlanif50] ipv6 address 2001::2 64
[Spoke-PE1-Vlanif50] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
<Spoke-PE2> system-view
[Spoke-PE2] ipv6 vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna] ipv6-family
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] route-distinguisher 100:3
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 200:1 import-extcommunity
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] quit
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna] quit
[Spoke-PE2] interface vlanif 60
[Spoke-PE2-Vlanif60] ipv6 enable
[Spoke-PE2-Vlanif60] ip binding vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-Vlanif60] ipv6 address 2002::2 64
[Spoke-PE2-Vlanif60] quit
```

配置 Hub-PE。

```
<Hub-PE> system-view
[Hub-PE] ipv6 vpn-instance vpn_in
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in] ipv6-family
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in-af-ipv6] route-distinguisher 100:21
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in-af-ipv6] vpn-target 100:1 import-extcommunity
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in-af-ipv6] quit
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in] quit
[Hub-PE] ipv6 vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out] ipv6-family
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out-af-ipv6] route-distinguisher 100:22
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out-af-ipv6] vpn-target 200:1 export-extcommunity
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out-af-ipv6] quit
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out] quit
[Hub-PE] interface vlanif 30
[Hub-PE-Vlanif30] ipv6 enable
[Hub-PE-Vlanif30] ip binding vpn-instance vpn_in
[Hub-PE-Vlanif30] ipv6 address 2003::2 64
[Hub-PE-Vlanif30] quit
[Hub-PE] interface vlanif 40
[Hub-PE-Vlanif40] ipv6 enable
[Hub-PE-Vlanif40] ip binding vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-Vlanif40] ipv6 address 2004::2 64
[Hub-PE-Vlanif40] quit
```

按**图 6-343** 配置各 CE 的接口 IPv6 地址，配置过程略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 IPv6 VPN 实例的配置情况。

以 Hub-PE 的显示为例：

```
[Hub-PE] display ip vpn-instance verbose
  Total vpn-instances configured : 2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  vpn-instance Name and ID : vpn_in, 1.
  Interfaces : Vlanif30
Address family ipv6
  Create date : 2009-05-10 13:13:32+00:00
  Up time : 0 days, 00 hours, 09 minutes and 40 seconds
  Route Distinguisher : 100:21
  Import VPN Targets :  100:1
  Label policy : label per route
  Log Interval : 5

  vpn-instance Name and ID : vpn_out, 2

  Interfaces : Vlanif40
Address family ipv6
  Create date : 2009-05-10 13:13:38+00:00
  Up time : 0 days, 00 hours, 09 minutes and 34 seconds
  Route Distinguisher : 100:22
  Export VPN Targets :  200:1
  Label policy : label per route
  Log Interval : 5
```

步骤 4 在 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系，引入 VPN 路由

配置 Spoke-CE1。

```
<Spoke-CE1> system-view
[Spoke-CE1] bgp 65410
[Spoke-CE1-bgp] router-id 10.10.10.10
[Spoke-CE1-bgp] peer 2001::2 as-number 100
[Spoke-CE1-bgp] ipv6-family unicast
[Spoke-CE1-bgp-af-ipv6] peer 2001::2 enable
[Spoke-CE1-bgp-af-ipv6] import-route direct
[Spoke-CE1-bgp-af-ipv6] quit
[Spoke-CE1-bgp] quit
```

配置 Spoke-PE1。

```
[Spoke-PE1] bgp 100
[Spoke-PE1-bgp] ipv6-family vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-bgp6-vpna] peer 2001::1 as-number 65410
[Spoke-PE1-bgp6-vpna] import-route direct
[Spoke-PE1-bgp6-vpna] quit
[Spoke-PE1-bgp] quit
```

配置 Spoke-CE2。

```
<Spoke-CE2> system-view
[Spoke-CE2] bgp 65420
[Spoke-CE2-bgp] router-id 20.20.20.20
[Spoke-CE2-bgp] peer 2002::2 as-number 100
[Spoke-CE2-bgp] ipv6-family unicast
[Spoke-CE2-bgp-af-ipv6] peer 2002::2 enable
[Spoke-CE2-bgp-af-ipv6] import-route direct
[Spoke-CE2-bgp-af-ipv6] quit
[Spoke-CE2-bgp] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
[Spoke-PE2] bgp 100
[Spoke-PE2-bgp] ipv6-family vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-bgp6-vpna] peer 2002::1 as-number 65420
[Spoke-PE2-bgp6-vpna] import-route direct
[Spoke-PE2-bgp6-vpna] quit
[Spoke-PE2-bgp] quit
```

配置 Hub-CE。

```
<Hub-CE1> system-view
[Hub-CE] bgp 65430
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Hub-CE-bgp] router-id 30.30.30.30
[Hub-CE-bgp] peer 2003::2 as-number 100
[Hub-CE-bgp] peer 2004::2 as-number 100
[Hub-CE-bgp] ipv6-family unicast
[Hub-CE-bgp-af-ipv6] peer 2003::2 enable
[Hub-CE-bgp-af-ipv6] peer 2004::2 enable
[Hub-CE-bgp-af-ipv6] import-route direct
[Hub-CE-bgp-af-ipv6] quit
[Hub-CE-bgp] quit
```

配置 Hub-PE。

```
[Hub-PE] bgp 100
[Hub-PE-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn_in
[Hub-PE-bgp6-vpn_in] peer 2003::1 as-number 65430
[Hub-PE-bgp6-vpn_in] import-route direct
[Hub-PE-bgp6-vpn_in] quit
[Hub-PE-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-bgp6-vpn_out] peer 2004::1 as-number 65430
[Hub-PE-bgp6-vpn_out] peer 2004::1 allow-as-loop 1
[Hub-PE-bgp6-vpn_out] import-route direct
[Hub-PE-bgp6-vpn_out] quit
[Hub-PE-bgp] quit
```

配置完成后，在各 PE 设备上执行 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。各 PE 能用 **ping ipv6 vpn-instance** 命令 ping 通自己接入的 CE。

以 Hub-PE 的显示为例：

```
[Hub-PE] ping ipv6 vpn-instance vpn_in -a 2003::2 2003::1
  PING 2003::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2003::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2003::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2003::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2003::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2003::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=64  time = 31 ms

  --- 2003::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 31/31/31 ms

[Hub-PE] ping ipv6 vpn-instance vpn_out -a 2004::2 2004::1
  PING 2004::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2004::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2004::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2004::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2004::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=64  time = 31 ms
    Reply from 2004::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=64  time = 31 ms

  --- 2004::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 31/31/31 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping ipv6 vpn-instance** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IPv6 地址，即要指定 **ping ipv6 vpn-instance** *vpn-instance-name* **-a** *source-ipv6-address dest-ipv6-address* 命令中的参数**-a** *source-ipv6-address*，否则可能 ping 不通。

步骤 5 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

Spoke-PE 和 Hub-PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系；Spoke-PE 之间不建立 MP-IBGP 对等体关系。

说明

Spoke-PE 上不需要配置允许 AS 号重复一次，因为 Switch 接收 IBGP 对等体发布的路由时并不检查其中的 AS-PATH 属性。

配置 Spoke-PE1。

```
[Spoke-PE1] bgp 100
[Spoke-PE1-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[Spoke-PE1-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[Spoke-PE1-bgp] ipv6-family vpnv6
[Spoke-PE1-bgp-af-vpnv6] peer 2.2.2.9 enable
[Spoke-PE1-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
[Spoke-PE2] bgp 100
[Spoke-PE2-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[Spoke-PE2-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[Spoke-PE2-bgp] ipv6-family vpnv6
[Spoke-PE2-bgp-af-vpnv6] peer 2.2.2.9 enable
[Spoke-PE2-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 Hub-PE。

```
[Hub-PE] bgp 100
[Hub-PE-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[Hub-PE-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[Hub-PE-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[Hub-PE-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[Hub-PE-bgp] ipv6-family vpnv6
[Hub-PE-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.9 enable
[Hub-PE-bgp-af-vpnv6] peer 3.3.3.9 enable
[Hub-PE-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置完成后，在各 PE 设备上执行 **display bgp peer** 或 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

步骤 6 检查配置结果

完成上述配置后，Spoke-CE 之间可以相互 Ping 通，使用 Tracert 可以看到 Spoke-CE 之间的流量经过 Hub-CE 转发，也可以通过 Ping 结果中的 TTL 值推算 Spoke-CE 之间经过的转发设备数目。

以 Spoke-CE1 的显示为例：

```
[Spoke-CE1] ping ipv6 2002::1
  PING 2002::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=59  time = 187 ms
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=59  time = 187 ms
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=59  time = 187 ms
    Reply from 2002::1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=59  time = 187 ms
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=59  time = 187 ms

  --- 2002::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 187/187/187 ms

[Spoke-CE1] tracert ipv6 2002::1
 traceroute to 2002::1  30 hops max,60 bytes packet
 1 2001::2 31 ms  31 ms  32 ms
 2 2004::2 93 ms  94 ms  110 ms
 3 2004::1 93 ms  94 ms  94 ms
 4 2003::2 94 ms  93 ms  94 ms
 5 2002::2 156 ms  157 ms  156 ms
 6 2002::1 187 ms  188 ms  187 ms
```

在 Spoke-CE 上执行 **display bgp ipv6 routing-table** 命令，可以看到去往对端 Spoke-CE 的 BGP 路由的 AS 路径中存在重复的 AS 号。

以 Spoke-CE1 的显示为例：

```
[Spoke-CE1] display bgp ipv6 routing-table

 BGP Local router ID is 10.10.10.10
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Total Number of Routes: 8

 *>  Network  : ::1                                    PrefixLen : 128
     NextHop  : ::                                     LocPrf    :
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : ?

 *>  Network  : 2001::                                 PrefixLen : 64
     NextHop  : ::                                     LocPrf    :
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : ?

  *
     NextHop  : 2001::2                                LocPrf    :
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : 100 ?

 *>  Network  : 2001::1                                PrefixLen : 128
     NextHop  : ::                                     LocPrf    :
     MED      : 0                                      PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : ?

 *>  Network  : 2002::                                 PrefixLen : 64
     NextHop  : 2001::2                                LocPrf    :
     MED      :                                        PrefVal   : 0
     Label    :
Path/Ogn : 100 65430 100 ?

 *>  Network  : 2003::                                 PrefixLen : 64
     NextHop  : 2001::2                                LocPrf    :
     MED      :                                        PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : 100 65430 ?
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 *>  Network  : 2004::                                PrefixLen : 64
     NextHop  : 2001::2                               LocPrf    :
     MED      :                                       PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : 100 ?

 *>  Network  : FE80::                                PrefixLen : 10
     NextHop  : ::                                    LocPrf    :
     MED      : 0                                     PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : ?
```

----结束

配置文件

- Spoke-CE1 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-CE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65410
 router-id 10.10.10.10
 peer 2001::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2001::2 enable
#
return
```

- Spoke-PE1 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-PE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 50
#
ip vpn-instance vpna
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 100:1 export-extcommunity
  vpn-target 200:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv6 enable
 ipv6 binding vpn-instance vpna
 ipv6 address 2001::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpna
  peer 2001::1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- Spoke-PE2 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-PE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 20 60
#
ip vpn-instance vpna
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:3
  vpn-target 100:1 export-extcommunity
  vpn-target 200:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
ipv6 enable
 ipv6 binding vpn-instance vpna
 ipv6 address 2002::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpna
  peer 2002::1 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- Spoke-CE2 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-CE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 60
#
interface Vlanif60
ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64

#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
bgp 65420
 router-id 20.20.20.20
 peer 2002::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2002::2 enable
#
return
```

- Hub-CE 的配置文件

```
#
 sysname Hub-CE
#
 ipv6
#
 vlan batch 30 40
#
interface Vlanif30
ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif40
ipv6 enable
 ipv6 address 2004::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
bgp 65430
 router-id 30.30.30.30
 peer 2003::2 as-number 100
 peer 2004::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2003::2 enable
  peer 2004::2 enable
#
return
```

- Hub-PE 的配置文件

```
#
 sysname Hub-PE
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 20 30 40
#
ip vpn-instance vpn_in
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:21
  vpn-target 100:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpn_out
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:22
  vpn-target 200:1 export-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
ipv6 enable
 ipv6 binding vpn-instance vpn_in
 ipv6 address 2003::2/64
#
interface Vlanif 40
ipv6 enable
 ipv6 binding vpn-instance vpn_in
 ipv6 address 2004::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpn_in
  peer 2003::1 as-number 65430
  import-route direct
#
 ipv6-family vpn-instance vpn_out
  peer 2004::1 as-number 65430
  peer 2004::1 allow-as-loop
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

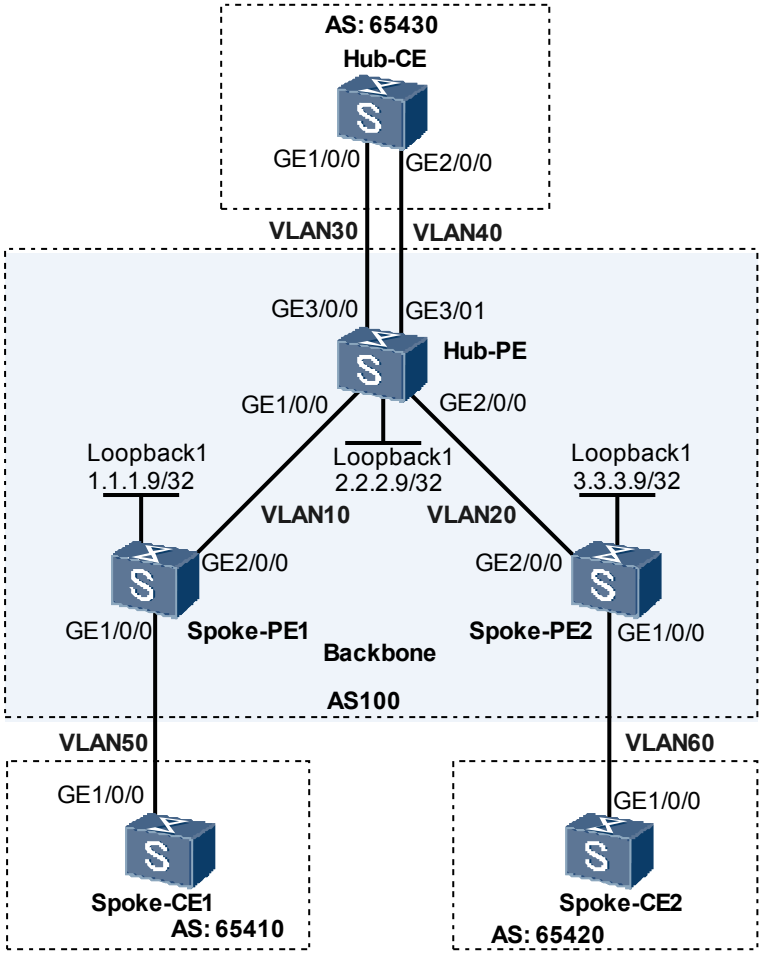
配置 Hub&Spoke 示例（Hub-PE 与 Hub-CE 间使用默认路由）

组网需求

如图 6-344，Spoke-CE 之间的通信通过中心站点 Hub-CE 控制，即 Spoke-CE 之间的流量经过 Hub-CE 转发，而不是只经过 Hub-PE 转发。要求 Hub-PE 和 Hub-CE 之间使用默认路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-344 Hub&Spoke 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IPv4 地址	IPv6 地址
Hub-PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.2/24	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	11.1.1.2/24	-
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	-	2003::2/64
	GigabitEthernet3/0/1	VLANIF 40	-	2004::2/64
	Loopback1	-	2.2.2.9/32	-
Spoke-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	-	2001::2/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24	-
	Loopback1	-	1.1.1.9/32	-
Spoke-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	-	2002::2/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	11.1.1.1/24	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32	-
Hub-CE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-	2003::1/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	-	2004::1/64

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

Spoke-CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	-	2001::1/64
Spoke-CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	-	2002::1/64

配置思路

本例配置主要思路是：

1. Hub-PE 与 Spoke-PE 之间建立隧道和 IBGP 对等体关系；Spoke-PE 之间不建立隧道和 IBGP 对等体关系，不交换 VPN 路由信息。
2. 在 Hub-PE 上创建两个 IPv6 VPN 实例（vpn_in 和 vpn_out）。其中，vpn_in 接收的 VPN-target 团体属性为两个 Spoke-PE 发布的 VPN-target 团体属性值；vpn_out 发布的 VPN-target 团体属性值与接收的 VPN-target 团体属性不同，且为两个 Spoke-PE 接收的 VPN-target 团体属性值。
3. 在 Spoke-PE 上创建一个 IPv6 VPN 实例，其接收的 VPN-target 团体属性值为 vpn_out 发布的 VPN-target 团体属性值，发布的 VPN-target 团体属性值为 vpn_in 接收的 VPN-target 团体属性；
4. 配置默认路由，方法如下：
   - Hub-CE 上配置 IPv6 默认路由，下一跳为 Hub-PE 上绑定 vpn_in 的接口 IPv6 地址。
   - Hub-PE 上为 vpn_out 配置默认路由，下一跳为 Hub-CE。
   - Hub-PE 上 vpn_out 对应的 BGP vpn-instance 地址族视图下使用命令 **network :: 0** 发布默认路由给所有 Spoke 站点。
5. Spoke-PE 与 Spoke-CE 之间配置 EBGP4+。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- PE 上的 MPLS LSR-ID
- Hub-PE 和 Spoke-PE 的 IPv6 VPN 实例名、路由标志（Route-Distinguisher）及 VPN-Target

操作步骤

步骤 1 在骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 Hub-PE 和 Spoke-PE 的互通

本例中采用 OSPF，具体配置过程略。

配置完成后，PE 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback 路由。

步骤 2 在骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

具体配置过程略。

配置完成后，Hub-PE 和 Spoke-PE 之间应该建立起 LDP 对等体关系，在各 Switch 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。

版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 在各 PE 设备上配置 IPv6 VPN 实例，将 CE 接入 PE

说明

注意 Hub-PE 与 Spoke-PE 上的 VPN Target 属性设置。

Hub-PE 的两个 IPv6 VPN 实例的 VPN-target 分别为两个 Spoke-PE 发布的 VPN-target，且发布的 VPN-target 与接收的 VPN-target 不同。

配置 Spoke-PE 的 IPv6 VPN 实例，引入 VPN-target 为 Hub-PE 发布的 VPN-target。

配置 Spoke-PE1。

```
<Spoke-PE1> system-view
[Spoke-PE1] ip vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna] ipv6-family
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] route-distinguisher 100:1
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 200:1 import-extcommunity
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna-af-ipv6] quit
[Spoke-PE1-vpn-instance-vpna] quit
[Spoke-PE1] interface vlanif 50
[Spoke-PE1-Vlanif50] ipv6 enable
[Spoke-PE1-Vlanif50] ip binding vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-Vlanif50] ipv6 address 2001::2 64
[Spoke-PE1-Vlanif50] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
<Spoke-PE2> system-view
[Spoke-PE2] ip vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna] ipv6-family
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] route-distinguisher 100:3
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] vpn-target 200:1 import-extcommunity
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna-af-ipv6] quit
[Spoke-PE2-vpn-instance-vpna] quit
[Spoke-PE2] interface vlanif 60
[Spoke-PE2-Vlanif60] ipv6 enable
[Spoke-PE2-Vlanif60] ip binding vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-Vlanif60] ipv6 address 2002::2 64
[Spoke-PE2-Vlanif60] quit
```

配置 Hub-PE。

```
<Hub-PE> system-view
[Hub-PE] ip vpn-instance vpn_in
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in] ipv6-family
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in-af-ipv6] route-distinguisher 100:21
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in-af-ipv6] vpn-target 100:1 import-extcommunity
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in-af-ipv6] quit
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_in] quit
[Hub-PE] ip vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out] ipv6-family
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out-af-ipv6] route-distinguisher 100:22
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out-af-ipv6] vpn-target 200:1 export-extcommunity
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out-af-ipv6] quit
[Hub-PE-vpn-instance-vpn_out] quit
[Hub-PE] interface vlanif 30
[Hub-PE-Vlanif30] ipv6 enable
[Hub-PE-Vlanif30] ip binding vpn-instance vpn_in
[Hub-PE-Vlanif30] ipv6 address 2003::2 64
[Hub-PE-Vlanif30] quit
[Hub-PE] interface vlanif 40
[Hub-PE-Vlanif40] ipv6 enable
[Hub-PE-Vlanif40] ip binding vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-Vlanif40] ipv6 address 2004::2 64
[Hub-PE-Vlanif40] quit
```

按图 6-344 配置各 CE 的接口 IPv6 地址，配置过程略。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 IPv6 VPN 实例的配置情况。

以 Hub-PE 的显示为例：

```
[Hub-PE] display ip vpn-instance verbose
Total VPN-Instances configured : 2

 VPN-Instance Name and ID : vpn_in, 1
  Interfaces : Vlanif30
 Address family ipv6
  Create date : 2009-01-21 15:14:36+08:00
  Up time : 0 days, 02 hours, 30 minutes and 30 seconds
  Route Distinguisher : 100:21
  Import VPN Targets :  100:1
  Label Policy : label per route
  Log Interval : 5

 VPN-Instance Name and ID : vpn_out, 2
  Interfaces : Vlanif40
 Address family ipv6
  Create date : 2009-01-21 15:16:25+08:00
  Up time : 0 days, 02 hours, 28 minutes and 41 seconds
  Route Distinguisher : 100:22
  Export VPN Targets :  200:1
  Label Policy : label per route
  Log Interval : 5
```

步骤 4 在 Spoke-PE 与 Spoke-CE 之间建立 EBGP 对等体关系，引入 VPN 路由

配置 Spoke-CE1。

```
<Spoke-CE1> system-view
[Spoke-CE1] bgp 65410
[Spoke-CE1-bgp] router-id 10.10.10.10
[Spoke-CE1-bgp] peer 2001::2 as-number 100
[Spoke-CE1-bgp] ipv6-family unicast
[Spoke-CE1-bgp-af-ipv6] peer 2001::2 enable
[Spoke-CE1-bgp-af-ipv6] import-route direct
[Spoke-CE1-bgp-af-ipv6] quit
[Spoke-CE1-bgp] quit
```

配置 Spoke-PE1。

```
[Spoke-PE1] bgp 100
[Spoke-PE1-bgp] ipv6-family vpn-instance vpna
[Spoke-PE1-bgp6-vpna] peer 2001::1 as-number 65410
[Spoke-PE1-bgp6-vpna] import-route direct
[Spoke-PE1-bgp6-vpna] quit
[Spoke-PE1-bgp] quit
```

配置 Spoke-CE2。

```
<Spoke-CE2> system-view
[Spoke-CE2] bgp 65420
[Spoke-CE2-bgp] router-id 20.20.20.20
[Spoke-CE2-bgp] peer 2002::2 as-number 100
[Spoke-CE2-bgp] ipv6-family unicast
[Spoke-CE2-bgp-af-ipv6] peer 2002::2 enable
[Spoke-CE2-bgp-af-ipv6] import-route direct
[Spoke-CE2-bgp-af-ipv6] quit
[Spoke-CE2-bgp] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
[Spoke-PE2] bgp 100
[Spoke-PE2-bgp] ipv6-family vpn-instance vpna
[Spoke-PE2-bgp6-vpna] peer 2002::1 as-number 65420
[Spoke-PE2-bgp6-vpna] import-route direct
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Spoke-PE2-bgp6-vpna] quit
[Spoke-PE2-bgp] quit
```

配置完成后，在各 PE 设备上执行 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。各 PE 能用 **ping ipv6 vpn-instance** 命令 ping 通自己接入的 CE。

说明

当 PE 上有多个绑定了同一个 VPN 的接口，则使用 **ping ipv6 vpn-instance** 命令 ping 对端 PE 接入的 CE 时，要指定源 IPv6 地址，即要指定 **ping ipv6 vpn-instance** *vpn-instance-name* **-a** *source-ipv6-address dest-ipv6-address* 命令中的参数**-a** *source-ipv6-address*，否则可能 ping 不通。

步骤 5 在 Hub-PE 和 Hub-CE 上配置默认路由

配置 Hub-CE。

```
<Hub-CE> system-view
[Hub-CE] ipv6 route-static :: 0 2003::2
```

配置 Hub-PE。

为 vpn_out 配置默认路由，下一跳为 Hub-CE。

```
[Hub-PE] ipv6 route-static vpn-instance vpn_out :: 0 2004::1
```

通过 MP-IBGP 发布该默认路由。

```
[Hub-PE] bgp 100
[Hub-PE-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn_out
[Hub-PE-bgp6-vpn_out] network :: 0
```

通过 MP-IBGP 发布直连路由。

```
[Hub-PE-bgp6-vpn_out] import-route direct
[Hub-PE-bgp6-vpn_out] quit
[Hub-PE-bgp] quit
```

步骤 6 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

说明

Spoke-PE 上不需要配置允许 AS 号重复一次，因为 S9700 接收 IBGP 对等体发布的路由时并不检查其中的 AS-PATH 属性。

配置 Spoke-PE1。

```
[Spoke-PE1] bgp 100
[Spoke-PE1-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[Spoke-PE1-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[Spoke-PE1-bgp] ipv6-family vpnv6
[Spoke-PE1-bgp-af-vpnv6] peer 2.2.2.9 enable
[Spoke-PE1-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 Spoke-PE2。

```
[Spoke-PE2] bgp 100
[Spoke-PE2-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[Spoke-PE2-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[Spoke-PE2-bgp] ipv6-family vpnv6
[Spoke-PE2-bgp-af-vpnv6] peer 2.2.2.9 enable
[Spoke-PE2-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 Hub-PE。

```
[Hub-PE] bgp 100
[Hub-PE-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[Hub-PE-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[Hub-PE-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Hub-PE-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[Hub-PE-bgp] ipv6-family vpnv6
[Hub-PE-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.9 enable
[Hub-PE-bgp-af-vpnv6] peer 3.3.3.9 enable
[Hub-PE-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置完成后，在各 PE 设备上执行 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 MP-IBGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

步骤 7 检查配置结果

完成上述配置后，在 Spoke-PE 上查看 BGP VPN-IPv6 路由，可以发现 Hub-PE 上 vpn_out 的默认路由已发布给各 Spoke-PE。

以 Spoke-PE1 上的显示为例：

```
[Spoke-PE1] display bgp vpnv6 all routing-table
 BGP Local router ID is 1.1.1.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Total number of routes from all PE: 2
 Route Distinguisher: 100:22


*>i Network  : ::                                   PrefixLen : 0
    NextHop  : ::FFFF:3.3.3.3                       LocPrf    : 100
    MED      : 0                                    PrefVal   : 0
    Label    : 15365
    Path/Ogn : i

*>i Network  : 2004::                               PrefixLen : 64
    NextHop  : ::FFFF:3.3.3.3                       LocPrf    : 100
    MED      : 0                                    PrefVal   : 0
    Label    : 15364
    Path/Ogn : ?

 VPN-Instance vpna :

 Total Number of Routes: 6

*>i Network  : ::                                   PrefixLen : 0
    NextHop  : ::FFFF:3.3.3.3                       LocPrf    : 100
    MED      : 0                                    PrefVal   : 0
    Label    : 15365
    Path/Ogn : i

*>  Network  : 2001::                               PrefixLen : 64
    NextHop  : ::                                   LocPrf    :
    MED      : 0                                    PrefVal   : 0
    Label    : NULL
    Path/Ogn : ?

 *
    NextHop  : 2001::1                              LocPrf    :
    MED      : 0                                    PrefVal   : 0
    Label    : NULL
    Path/Ogn : 65410 ?

*>  Network  : 2001::2                              PrefixLen : 128
    NextHop  : ::                                   LocPrf    :
    MED      : 0                                    PrefVal   : 0
    Label    : NULL
    Path/Ogn : ?

*>i Network  : 2004::                               PrefixLen : 64
    NextHop  : ::FFFF:3.3.3.3                       LocPrf    : 100
    MED      : 0                                    PrefVal   : 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    Label    : 15364
    Path/Ogn : ?

 *>  Network  : FE80::                                PrefixLen : 10
    NextHop  : ::                                    LocPrf    :
    MED      : 0                                     PrefVal   : 0
    Label    : NULL
    Path/Ogn : ?
```

Spoke-CE 之间可以相互 Ping 通，使用 Tracert 可以看到 Spoke-CE 之间的流量经过 Hub-CE 转发。

以 Spoke-CE1 的显示为例：

```
[Spoke-CE1] ping ipv6 2002::1
  PING 2002::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=59  time = 187 ms
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=59  time = 187 ms
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=59  time = 187 ms
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=59  time = 187 ms
    Reply from 2002::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=59  time = 187 ms

  --- 2002::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 187/187/187 ms

[Spoke-CE1] tracert ipv6 2002::1
traceroute to 2002::1  30 hops max,60 bytes packet
 1 2001::2 16 ms  31 ms  16 ms
 2 2004::2 78 ms  62 ms  63 ms
 3 2004::1 62 ms  63 ms  62 ms
 4 2003::2 63 ms  62 ms  63 ms
 5 2002::2 109 ms  94 ms  109 ms
 6 2002::1 125 ms  141 ms  125 ms
```

在 Spoke-CE 上执行 **display bgp ipv6 routing-table** 命令，可以看到对端 Spoke-PE 通过 BGP 发布过来的默认路由。执行 **display ipv6 routing-table** 命令，可看到有默认路由，下一跳为对端 Spoke-PE。

以 Spoke-CE1 的显示为例：

```
[Spoke-CE1] display bgp ipv6 routing-table
 Total Number of Routes: 6

 BGP Local router ID is 10.10.10.10
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

*>  Network  : ::                                    PrefixLen : 0
     NextHop  : 2001::2                              LocPrf    :
     MED      :                                       PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : 100 ?

 *>  Network  : ::1                                   PrefixLen : 128
     NextHop  : ::                                   LocPrf    :
     MED      : 0                                    PrefVal   : 0
     Label    :
     Path/Ogn : ?

 *>  Network  : 2001::                                PrefixLen : 64
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    NextHop  : ::                                LocPrf    :
    MED      : 0                                 PrefVal   : 0
    Label    :
    Path/Ogn : ?

 *
    NextHop  : 2001::2                           LocPrf    :
    MED      : 0                                 PrefVal   : 0
    Label    :
    Path/Ogn : 100 ?

 *>  Network  : 2001::1                          PrefixLen : 128
    NextHop  : ::                                LocPrf    :
    MED      : 0                                 PrefVal   : 0
    Label    :
    Path/Ogn : ?

 *>  Network  : FE80::                            PrefixLen : 10
    NextHop  : ::                                LocPrf    :
    MED      : 0                                 PrefVal   : 0
    Label    :
    Path/Ogn : ?

[Spoke-CE1] display ipv6 routing-table
Routing Table : Public
         Destinations : 5
Routes : 5

 Destination  : ::1                              PrefixLength : 128
 NextHop      : ::1                              Preference   : 0
 Interface    : InLoopBack0                      Protocol     : Direct
 State        : Active NoAdv                     Cost         : 0
 Tunnel ID    : 0x0                              Label        : NULL
 Age          : 14437sec

 Destination  : 2001::                           PrefixLength : 64
 NextHop      : 2001::1                          Preference   : 0
 Interface    : Vlanif50                       Protocol     : Direct
 State        : Active Adv                       Cost         : 0
 Tunnel ID    : 0x0                              Label        : NULL
 Age          : 9500sec

 Destination  : 2001::1                          PrefixLength : 128
 NextHop      : ::1                              Preference   : 0
 Interface    : InLoopBack0                      Protocol     : Direct
 State        : Active NoAdv                     Cost         : 0
 Tunnel ID    : 0x0                              Label        : NULL
 Age          : 9500sec

 Destination  : 2004::                           PrefixLength : 64
 NextHop      : 2001::2                          Preference   : 255
 Interface    : Vlanif50                       Protocol     : BGP
 State        : Active Adv                       Cost         : 0
 Tunnel ID    : 0x0                              Label        : NULL
 Age          : 9410sec

 Destination  : FE80::                           PrefixLength : 10
 NextHop      : ::                               Preference   : 0
 Interface    : NULL0                            Protocol     : Direct
 State        : Active NoAdv                     Cost         : 0
 Tunnel ID    : 0x0                              Label        : NULL
 Age          : 9502sec
```

----结束

配置文件

- Spoke-CE1 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname Spoke-CE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif 50
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
bgp 65410
 router-id 10.10.10.10
 peer 2001::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2001::2 enable
#
return
```

- Spoke-PE1 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-PE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 50
#
ip vpn-instance vpna
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 100:1 export-extcommunity
  vpn-target 200:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface vlanif 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface vlanif 50
 ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpna
 ipv6 address 2001::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid untagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpna
  peer 2001::1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- Spoke-PE2 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-PE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 20 60
#
ip vpn-instance vpna
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:3
  vpn-target 100:1 export-extcommunity
  vpn-target 200:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 11.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 60
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpna
 ipv6 address 2002::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 ipv6-family vpn-instance vpna
  peer 2002::1 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- Spoke-CE2 的配置文件

```
#
 sysname Spoke-CE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 60
#
interface Vlanif 60
ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
bgp 65420
 router-id 20.20.20.20
 peer 2002::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2002::2 enable
#
return
```

- Hub-CE 的配置文件

```
#
 sysname Hub-CE
#
 ipv6
#
 vlan batch 30 40
#
interface Vlanif 30
ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
#
interface Vlanif 40
ipv6 enable
 ipv6 address 2004::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid untagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
 ipv6 route-static :: 0 2003::2
#
return
```

- Hub-PE 的配置文件

```
#
 sysname Hub-PE
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 20 30 40
#
ip vpn-instance vpn_in
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:21
  vpn-target 100:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance vpn_out
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:22
  vpn-target 200:1 export-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 11.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn_in
 ipv6 address 2003::2/64
#
interface Vlanif 40
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn_in
 ipv6 address 2004::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet3/0/1
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpn_out
  network :: 0
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 11.1.1.0 0.0.0.255
#
ipv6 route-static vpn-instance vpn_out :: 0 2004::1
#
return
```

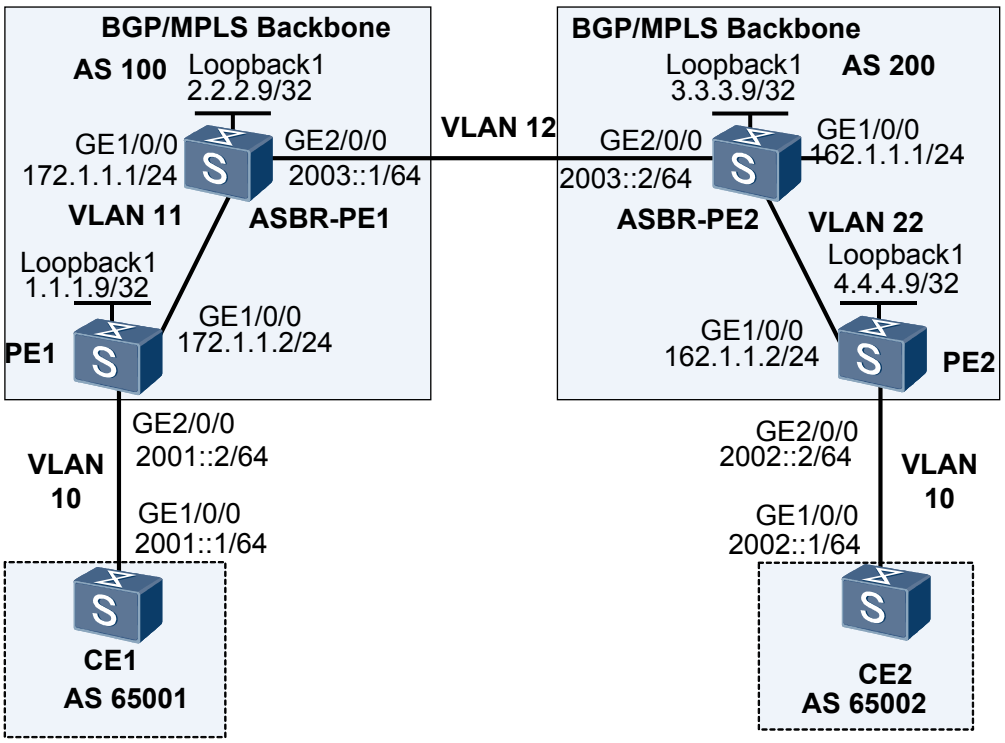
配置跨域 IPv6 VPN-OptionA 方式示例

背景信息

如图 6-345，CE1 和 CE2 属于同一个 VPN。CE1 通过 AS100 的 PE1 接入，CE2 通过 AS200 的 PE2 接入。

采用 OptionA 方式实现跨域的 BGP/MPLS IPv6 VPN，即，采用 VRF-to-VRF 方式管理 VPN 路由。

图 6-345 配置跨域 VPN-OptionA 方式组网图



版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

本例配置主要思路是：

1. PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系；PE 与 ASBR-PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系。
2. 在两个 ASBR-PE 上创建 IPv6 VPN 实例，并将此实例绑定到连接另一 ASBR-PE 的接口（把一个 ASBR-PE 当成是自己的 CE），并在 ASBR-PE 之间建立 EBGP 对等体关系。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- PE 及 ASBR-PE 上的 MPLS LSR-ID
- PE 及 ASBR-PE 的 IPv6 VPN 实例名、路由标志 RD 和 VPN-Target

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，配置各接口允许通过的 VLAN，具体数据如图 6-345 所示。

具体配置步骤略。

步骤 2 在 AS100 和 AS200 的 MPLS 骨干网上分别配置 IGP 协议，实现各自骨干网 ASBR-PE 和 PE 之间的互通。

本例中采用 OSPF，具体配置步骤略。

说明

需要将作为 LSR ID 的 LoopBack 接口的 32 位地址通过 OSPF 发布出去。

配置完成后，同一 AS 的 ASBR-PE 与 PE 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。

同一 AS 的 ASBR-PE 和 PE 能学习到对方的 Loopback1 地址，并能够互相 ping 通。

步骤 3 在 AS100 和 AS200 的 MPLS 骨干网上分别配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 MPLS LDP LSP

配置 PE1 的 MPLS 基本能力，并在与 ASBR-PE1 相连的接口上使能 LDP。

```
<PE1> system-view
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 11
[PE1-Vlanif11] mpls
[PE1-Vlanif11] mpls ldp
[PE1-Vlanif11] quit
```

配置 ASBR-PE1 的 MPLS 基本能力，并在与 PE1 相连的接口上使能 LDP。

```
<ASBR-PE1> system-view
[ASBR-PE1] mpls lsr-id 2.2.2.9
[ASBR-PE1] mpls
[ASBR-PE1-mpls] quit
[ASBR-PE1] mpls ldp
[ASBR-PE1-mpls-ldp] quit
[ASBR-PE1] interface vlanif 11
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[ASBR-PE1-Vlanif11] mpls
[ASBR-PE1-Vlanif11] mpls ldp
[ASBR-PE1-Vlanif11] quit
```

配置 ASBR-PE2 的 MPLS 基本能力，并在与 PE2 相连的接口上使能 LDP。

```
<ASBR-PE2> system-view
[ASBR-PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[ASBR-PE2] mpls
[ASBR-PE2-mpls] quit
[ASBR-PE2] mpls ldp
[ASBR-PE2-mpls-ldp] quit
[ASBR-PE2] interface vlanif 22
[ASBR-PE2-Vlanif22] mpls
[ASBR-PE2-Vlanif22] mpls ldp
[ASBR-PE2-Vlanif22] quit
```

配置 PE2 的 MPLS 基本能力，并在与 ASBR-PE2 相连的接口上使能 LDP。

```
<PE2> system-view
[PE2] mpls lsr-id 4.4.4.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] lsp-trigger all
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 22
[PE2-Vlanif22] mpls
[PE2-Vlanif22] mpls ldp
[PE2-Vlanif22] quit
```

上述配置完成后，同一 AS 的 PE 和 ASBR-PE 之间应该建立起 LDP 对等体，在各设备上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。

以 PE1 为例：

```
[PE1] display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Active   0000:09:10  2201/2185
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 4 为 AS100 和 AS200 分别配置基本 BGP/MPLS IPv6 VPN

说明

同一 AS 内的 ASBR-PE 与 PE 的 IPv6 VPN 实例的 VPN-Target 应能匹配，不同 AS 的 PE 的 IPv6 VPN 实例的 VPN-Target 则不需要匹配。

配置 CE1。

```
<CE1> system-view
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ipv6 enable
[CE1-Vlanif10] ipv6 address 2001::1 64
[CE1-Vlanif10] quit
[CE1] bgp 65001
[CE1-bgp] router-id 10.10.10.10
[CE1-bgp] peer 2001::2 as-number 100
[CE1-bgp] ipv6-family unicast
[CE1-bgp-af-ipv6] peer 2001::2 enable
[CE1-bgp-af-ipv6] import-route direct
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1-bgp-af-ipv6] quit
[CE1-bgp] quit
```

配置 PE1：与 CE1 建立 EBGP 对等体关系。

```
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] ipv6-family
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] vpn-target 1:1 both
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] quit
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ipv6 enable
[PE1-Vlanif10] ip binding vpn-instance vpn1
[PE1-Vlanif10] ipv6 address 2001::2 64
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp6-vpn1] peer 2001::1 as-number 65001
[PE1-bgp6-vpn1] import-route direct
[PE1-bgp6-vpn1] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE1：与 ASBR-PE1 建立 MP-IBGP 对等体关系。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE1-bgp-af-vpnv6] peer 2.2.2.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 ASBR-PE1：与 PE1 建立 MP-IBGP 对等体关系。

```
[ASBR-PE1] bgp 100
[ASBR-PE1-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[ASBR-PE1-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[ASBR-PE1-bgp] ipv6-family vpnv6
[ASBR-PE1-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.9 enable
[ASBR-PE1-bgp-af-vpnv6] quit
[ASBR-PE1-bgp] quit
```

说明

CE2、PE2、ASBR-PE2 上的配置分别与 CE1、PE1、ASBR-PE1 类似，此处不再赘述。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv6 vpn-instance peer** 可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。执行 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间、PE 与 ASBR-PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bgp vpnv6 vpn-instance vpn1 peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1
  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  2001::1         4 65001       14       12     0 00:08:36 Established       1

[PE1] display bgp vpnv6 all peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 2                 Peers in established state : 2

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
2.2.2.9         4   100       13       12     0 00:09:10 Established       0

Peer of IPv6-family for vpn instance :

VPN-Instance vpn1 :
2001::1         4 65001       17       14     0 00:11:09 Established       1
```

步骤 5 配置 VRF-to-VRF 方式的跨域 VPN

配置 ASBR-PE1：创建 IPv6 VPN 实例，并将此实例绑定到连接 ASBR-PE2 的接口（ASBR-PE1 认为 ASBR-PE2 是自己的 CE）。

```
[ASBR-PE1] ip vpn-instance vpn1
[ASBR-PE1-vpn-instance-vpn1] ipv6-family
[ASBR-PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] route-distinguisher 100:2
[ASBR-PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] vpn-target 1:1 both
[ASBR-PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] quit
[ASBR-PE1-vpn-instance-vpn1] quit
[ASBR-PE1] interface vlanif 12
[ASBR-PE1-Vlanif12] ipv6 enable
[ASBR-PE1-Vlanif12] ip binding vpn-instance vpn1
[ASBR-PE1-Vlanif12] ipv6 address 2003::1 64
[ASBR-PE1-Vlanif12] quit
```

配置 ASBR-PE2：创建 IPv6 VPN 实例，并将此实例绑定到连接 ASBR-PE1 的接口（ASBR-PE2 认为 ASBR-PE1 是自己的 CE）。

```
[ASBR-PE2] ip vpn-instance vpn1
[ASBR-PE2-vpn-instance-vpn1] ipv6-family
[ASBR-PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] route-distinguisher 200:2
[ASBR-PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] vpn-target 2:2 both
[ASBR-PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] quit
[ASBR-PE2-vpn-instance-vpn1] quit
[ASBR-PE2] interface vlanif 12
[ASBR-PE2-Vlanif12] ipv6 enable
[ASBR-PE2-Vlanif12] ip binding vpn-instance vpn1
[ASBR-PE2-Vlanif12] ipv6 address 2003::2 64
[ASBR-PE2-Vlanif12] quit
```

配置 ASBR-PE1：与 ASBR-PE2 建立 EBGP 对等体关系。

```
[ASBR-PE1] bgp 100
[ASBR-PE1-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[ASBR-PE1-bgp6-vpn1] peer 2003::2 as-number 200
[ASBR-PE1-bgp6-vpn1] import-route direct
[ASBR-PE1-bgp6-vpn1] quit
[ASBR-PE1-bgp] quit
```

配置 ASBR-PE2：与 ASBR-PE1 建立 EBGP 对等体关系。

```
[ASBR-PE2] bgp 200
[ASBR-PE2-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[ASBR-PE2-bgp6-vpn1] peer 2003::1 as-number 100
[ASBR-PE2-bgp6-vpn1] import-route direct
[ASBR-PE2-bgp6-vpn1] quit
[ASBR-PE2-bgp] quit
```

配置完成后，执行 **display bgp vpnv6 vpn-instance peer** 命令，可以看到 ASBR PE 间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

步骤 6 检查配置结果

上述配置完成后，CE 之间能学习到对方的接口路由，CE1 和 CE2 能够相互 ping 通。

在 ASBR-PE 上执行 **display ipv6 routing-table vpn-instance** 命令，可以看到 ASBR-PE 上为 IPv6 VPN 维护的路由表。

版权所有 © 华为技术有限公司

在 ASBR-PE 上执行 **display bgp vpnv6 all routing-table** 命令，可以看到 ASBR-PE 上的 VPN-IPv6 路由。

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
bgp 65001
 router-id 10.10.10.10
 peer 2001::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2001::2 enable
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 11
#
ip vpn-instance vpn1
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
intface Vlanif10
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2001::2/64
#
interface vlanif11
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 11
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2001::1 as-number 65001
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- ASBR-PE1 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 11 12
#
ip vpn-instance vpn1
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:2
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif11
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif12
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2003::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 11
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 12
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 1.1.1.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2003::2 as-number 200
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 172.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- ASBR-PE2 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 12 22
#
ip vpn-instance vpn1
 ipv6-family
  route-distinguisher 200:2
  vpn-target 2:2 export-extcommunity
  vpn-target 2:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif12
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2003::2/64
#
interface Vlanif22
 ip address 162.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 22
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 12
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 200
 peer 4.4.4.9 as-number 200
 peer 4.4.4.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 4.4.4.9 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 4.4.4.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2003::1 as-number 100
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 162.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 22
#
ip vpn-instance vpn1
 ipv6-family
  route-distinguisher 200:1
  vpn-target 2:2 export-extcommunity
  vpn-target 2:2 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2002::2/64
#
interface Vlanif22
 ip address 162.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 22
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
bgp 200
 peer 3.3.3.9 as-number 200
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2002::1 as-number 65002
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 162.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
bgp 65002
 router-id 20.20.20.20
 peer 2002::2 as-number 200
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2002::2 enable
#
return
```

配置 CE 双归属示例

组网需求

随着电信业务的发展，各种电信业务将用统一的 IP 网络承载。3G/NGN、IPTV 流媒体、大客户 VPN 等重要业务的部署要求网络具有极高的可靠性。提高网络的可靠性，除了考虑网络设备自身的可靠性外，还可以从链路可靠性和网络可靠性方面着手，例如路由快速收敛、故障检测、快速重路由和备份。

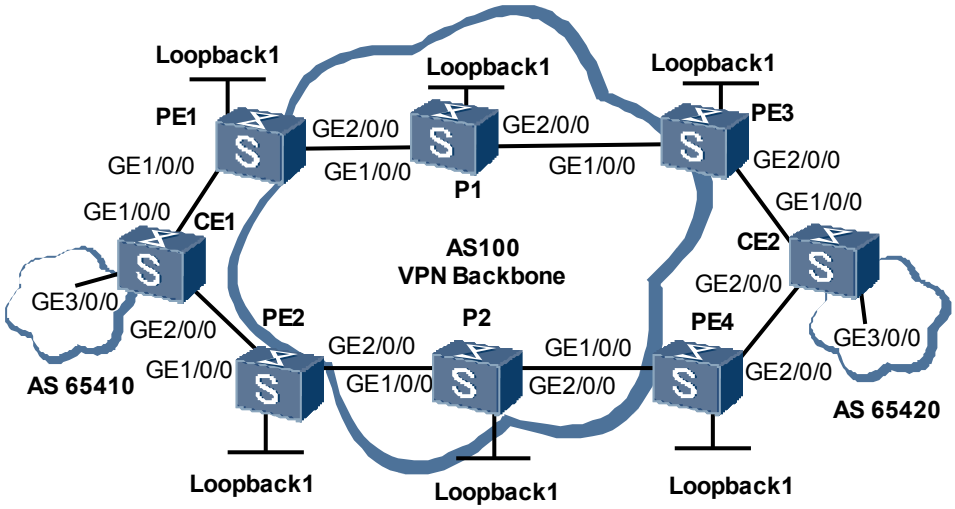
就接入层来说，CE 双归属是提高网络可靠性的常见网络结构。把一个 CE 与属于同一个 VPN 的两个 PE 相连，就将其视为 CE 双归。此时 CE 是通过两条链路接入骨干网。这两条链路既可用作负载分担，也可作为主备链路。

例如图 6-346，CE1 处于 vpn1 的 site1 中；CE2 处于 vpn1 的 site2 中。CE1 以双归属方式接入 PE1 和 PE2；CE2 以双归属方式接入 PE3 和 PE4。

如果 CE1 到 CE2 的数据流量较大，而 CE2 到 CE1 的流量很少，则可以配置成允许 CE1 到 CE2 的数据以负载分担的方式传输；而 CE2 到 CE1 的数据则从 PE4 传输，PE3 只作为备份。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-346 配置 CE 双归属组网图



设备	接口	对应 VLANIF 接口	IPv4 地址	IPv6 地址
PE1	Loopback1	-	1.1.1.1/32	-
	GE1/0/0	VLANIF 101	-	2001::2/64
	GE2/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/30	-
PE2	Loopback1	-	2.2.2.2/32	-
	GE1/0/0	VLANIF 102	-	2002::2/64
	GE2/0/0	VLANIF 20	100.2.1.1/30	-
P1	Loopback1	-	5.5.5.5/32	-
	GE1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/30	-
	GE2/0/0	VLANIF 30	100.3.1.1/30	-
P2	Loopback1	-	6.6.6.6/32	-
	GE1/0/0	VLANIF 20	100.2.1.2/30	-
	GE2/0/0	VLANIF 40	100.4.1.1/30	-
PE3	Loopback1	-	3.3.3.3/32	-
	GE1/0/0	VLANIF 30	100.3.1.2/30	-
	GE2/0/0	VLANIF 103	-	2003::2/64
PE4	Loopback1	-	4.4.4.4/32	-
	GE1/0/0	VLANIF 40	100.4.1.2/30	-
	GE2/0/0	VLANIF 104	-	2004::2/64
CE1	GE1/0/0	VLANIF 101	-	2001::1/64
	GE2/0/0	VLANIF 102	-	2002::1/64
	GE3/0/0	VLANIF 1001	-	2005::1/64
CE2	GE1/0/0	VLANIF 103	-	2003::1/64
	GE2/0/0	VLANIF 104	-	2004::1/64

版权所有 © 华为技术有限公司

GE3/0/0	VLANIF 1002	-	2006::1/64

配置思路

本例按照如下思路进行配置：

1. 先配置基本的 BGP/MPLS IPv6 VPN
2. 在 CE1 的 BGP 视图下配置允许到 CE2 的数据进行负载分担
3. 在 PE3 上增大 BGP-VPN 路由的 MED 值，使得 CE2 选择到 CE1 接入的用户的路由下一跳是 PE4

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 及 P 上的 MPLS LSR-ID
- PE1 和 PE2 上创建的 VPN 实例
- CE1 和 CE2 的 AS 号

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN,具体数据如图 6-346 所示

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 P 的互通

配置 PE1。

配置各接口的 IP 地址，Loopback 接口的 IP 地址需要使用 32bits 掩码。

```
<PE1> system-view
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.1 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 30
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 ISIS 路由协议，发布各接口的路由。

```
[PE1] isis 1
[PE1-isis-1] network-entity 10.0000.0000.0001.00
[PE1-isis-1] quit
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] isis enable 1
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] isis enable 1
[PE1-Vlanif10] quit
```

PE2、PE3、PE4、P1、P2 的配置过程与 PE1 类似，此处不再赘述。

配置完成后，执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE1 与 PE3、PE2 与 PE4 之间学习到对方的 Loopback1 路由。

以 PE1 的显示为例：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] display ip routing-table
 Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10        Routes : 10

  Destination/Mask  Proto  Pre  Cost       Flags  NextHop         Interface

        1.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
        3.3.3.3/32  ISIS   15   20            D  100.1.1.2       Vlanif10
        5.5.5.5/32  ISIS   15   10            D  100.1.1.2       Vlanif10
      100.1.1.0/30  Direct 0    0             D  100.1.1.1       Vlanif10
      100.1.1.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.1.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      100.3.1.0/30  ISIS   15   20            D  100.1.1.2       Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0             D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置 PE1。

在系统上启动 MPLS 和 LDP，指定 LSR-ID 为 loopback 接口的地址，并触发建立 LSP。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
```

在骨干网的接口上启动 MPLS 和 LDP。

```
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
[PE1-Vlanif10] quit
```

PE2、PE3、PE4、P1、P2 上的配置过程与 PE1 类似。此处不再赘述。

上述配置完成后，PE1 与 P、P 与 PE2 之间应能建立 LDP 会话，执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Status 项为“Operational”。执行 **display mpls ldp lsp** 命令，可以看到 LDP LSP 的建立情况。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID             Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 5.5.5.5:0          Operational DU   Active   0000:09:10  2201/2185
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.

<PE1> display mpls ldp lsp

 LDP LSP Information
 ------------------------------------------------------------------------------
 DestAddress/Mask   In/OutLabel    UpstreamPeer    NextHop         OutInterface
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9/32         3/NULL         5.5.5.5         127.0.0.1       InLoop0
*1.1.1.9/32         Liberal
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
3.3.3.9/32          NULL/1025       -               10.1.1.2        Vlanif10
3.3.3.9/32          1025/1025       5.5.5.5         10.1.1.2        Vlanif10
5.5.5.5/32          NULL/3          -               10.1.1.2        Vlanif10
5.5.5.5/32          1024/3          5.5.5.5         10.1.1.2        Vlanif10
------------------------------------------------------------------------------
TOTAL: 5 Normal LSP(s) Found.
TOTAL: 1 Liberal LSP(s) Found.
TOTAL: 0 Frr LSP(s) Found.
A '*' before an LSP means the LSP is not established
A '*' before a Label means the USCB or DSCB is stale
A "*" before a UpstreamPeer means the session is stale
A "*" before a DS means the session is stale
A '*' before a NextHop means the LSP is FRR LSP
```

步骤 4 在 PE 设备上配置 IPv6 VPN 实例，将 CE 接入 PE

配置 PE1。

使能 IPv6，配置 VPN 实例，指定 RD 和 VPN-Target。在本 PE 上配置的 VPN-Target 应与在 MP-BGP 对等体 PE 上配置的 VPN-Target 对应，以便同一 VPN 的各 Site 可互访。

```
[PE1] ipv6
[PE1] ip vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] ipv6-family
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] vpn-target 1:1 both
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv6]  quit
[PE1-vpn-instance-vpn1]  quit
```

将与 CE 连接的各接口与对应的 VPN 绑定，并配置 IP 地址。

```
[PE1] interface vlanif 101
[PE1-Vlanif101] ipv6 enable
[PE1-Vlanif101] ip binding vpn-instance vpn1
[PE1-Vlanif101] ipv6 address 2001::2 64
[PE1-Vlanif101] quit
```

配置 PE2。

使能 IPv6，配置 VPN 实例，指定 RD 和 VPN-Target。在本 PE 上配置的 VPN-Target 应与在 MP-BGP 对等体 PE 上配置的 VPN-Target 对应，以便同一 VPN 的各 Site 可互访。

```
[PE2] ipv6
[PE2] ip vpn-instance vpn1
[PE2-vpn-instance-vpn1] ipv6-family
[PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] route-distinguisher 100:2
[PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] vpn-target 1:1 both
[PE2-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] quit
[PE2-vpn-instance-vpn1] quit
```

将与 CE 连接的各接口与对应的 VPN 绑定。

```
[PE2] interface vlanif 102
[PE2-Vlanif102] ipv6 enable
[PE2-Vlanif102] ip binding vpn-instance vpn1
[PE2-Vlanif102] ipv6 address 2002::2 64
[PE2-Vlanif102] quit
```

配置 PE3。

使能 IPv6，配置 VPN 实例，指定 RD 和 VPN-Target。在本 PE 上配置的 VPN-Target 应与在 MP-BGP 对等体 PE 上配置的 VPN-Target 对应，以便同一 VPN 的各 Site 可互访。

```
[PE3] ip vpn-instance vpn1
[PE3-vpn-instance-vpn1] ipv6-family
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE3-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] route-distinguisher 100:3
[PE3-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] vpn-target 1:1 both
[PE3-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] quit
[PE3-vpn-instance-vpn1] quit
```

将与 CE 连接的各接口与对应的 VPN 绑定，并配置 IP 地址。

```
[PE3] interface vlanif 103
[PE3-Vlanif103] ipv6 enable
[PE3-Vlanif103] ip binding vpn-instance vpn1
[PE3-Vlanif103] ipv6 address 2003::2 64
[PE3-Vlanif103] quit
```

配置 PE4。

使能 IPv6，配置 VPN 实例，指定 RD 和 VPN-Target。在本 PE 上配置的 VPN-Target 应与在 MP-BGP 对等体 PE 上配置的 VPN-Target 对应，以便同一 VPN 的各 Site 可互访。

```
[PE4] ipv6 vpn-instance vpn1
[PE4-vpn-instance-vpn1] ipv6-family
[PE4-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] route-distinguisher 100:4
[PE4-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] vpn-target 1:1 both
[PE4-vpn-instance-vpn1-af-ipv6] quit
[PE4-vpn-instance-vpn1] quit
```

将与 CE 连接的各接口与对应的 VPN 绑定，并配置 IP 地址。

```
[PE4] interface vlanif 104
[PE4-Vlanif104] ipv6 enable
[PE4-Vlanif104] ip binding vpn-instance vpn1
[PE4-Vlanif104] ipv6 address 2004::2 64
[PE4-Vlanif104] quit
```

按图 6-346 配置各 CE 的接口 IPv6 地址，配置过程略。

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display ip vpn-instance verbose** 命令可以看到 IPv6 VPN 实例的配置情况。

以 PE1 为例：

```
<PE1> display ip vpn-instance verbose
vpn-instance verbose
 Total VPN-Instances configured : 1

 VPN-Instance Name and ID : vpn1, 1
  Interfaces : Vlanif101
  Address family ipv6
  Create date : 2009-01-22 14:50:00+00:00
  Up time : 0 days, 03 hours, 12 minutes and 12 seconds
  Route Distinguisher : 100:1
  Export VPN Targets :  1:1
  Import VPN Targets :  1:1
  Label Policy : label per route
  Log Interval : 5
```

步骤 5 在 PE 与 CE 之间配置 EBGP 路由协议，引入 VPN 路由

配置 CE1。

启动 BGP，并指定 PE1 和 PE2 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] router-id 10.10.10.10
[CE1-bgp] peer 2001::2 as-number 100
[CE1-bgp] peer 2002::2 as-number 100
[CE1-bgp] ipv6-family unicast
[CE1-bgp-af-ipv6] peer 2001::2 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE1-bgp-af-ipv6] peer 2002::2 enable
[CE1-bgp-af-ipv6] import-route direct
[CE1-bgp-af-ipv6] quit
[CE1-bgp] quit
```

配置 PE1。

启动 BGP。

```
[PE1] bgp 100
```

进入 BGP-IPv6 VPN 实例视图，指定 CE 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[PE1-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp6-vpn1] peer 2001::1 as-number 65410
[PE1-bgp6-vpn1] import-route direct
[PE1-bgp6-vpn1] quit
```

配置 PE2。

启动 BGP。

```
[PE2] bgp 100
```

进入 BGP-IPv6 VPN 实例视图，指定 CE 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[PE2-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[PE2-bgp6-vpn1] peer 2002::1 as-number 65410
[PE2-bgp6-vpn1] import-route direct
[PE2-bgp6-vpn1] quit
```

配置 CE2。

启动 BGP，并指定 PE3 和 PE4 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[CE2] bgp 65420
[CE1-bgp] router-id 20.20.20.20
[CE2-bgp] peer 2003::2 as-number 100
[CE2-bgp] peer 2004::2 as-number 100
[CE2-bgp] ipv6-family unicast
[CE2-bgp-af-ipv6] peer 2003::2 enable
[CE2-bgp-af-ipv6] peer 2004::2 enable
[CE2-bgp-af-ipv6] import-route direct
[CE2-bgp-af-ipv6] quit
[CE2-bgp] quit
```

配置 PE3。

启动 BGP。

```
[PE3] bgp 100
```

进入 BGP-IPv6 VPN 实例视图，指定 CE 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[PE3-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[PE3-bgp6-vpn1] peer 2003::1 as-number 65420
[PE3-bgp6-vpn1] import-route direct
[PE3-bgp6-vpn1] quit
```

配置 PE4。

启动 BGP。

```
[PE4] bgp 100
```

进入 BGP-IPv6 VPN 实例视图，指定 CE 为 EBGP 对等体，引入直连路由。

```
[PE4-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[PE4-bgp6-vpn1] peer 2004::1 as-number 65420
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE4-bgp6-vpn1] import-route direct
[PE4-bgp6-vpn1] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv6 vpn-instance** *vpn-instance-name* **peer** 命令，可以看到 PE 与 CE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。各 PE 能 ping 通自己接入的 CE。

以 PE1 为例：

```
[PE1] display bgp vpnv6 vpn-instance vpn1 peer

 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  2001::1         4 65410      408      435     0 06:16:09 Established       5

<PE1> ping ipv6 vpn-instance vpn1 2001::1
  PING 2001::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64  time = 15 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=64  time = 16 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=64  time = 15 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=64  time = 32 ms
    Reply from 2001::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=64  time = 16 ms

  --- 2001::1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 15/18/32 ms
```

步骤 6 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体关系

配置 PE1。

指定对端 PE3 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface loopback 1
```

进入 VPN 的 VPNv6 地址簇视图，并启动对等体交换 VPN-IPv6 路由信息。

```
[PE1-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE1-bgp-af-vpnv6] peer 3.3.3.3 enable
[PE1-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 PE3。

指定对端 PE1 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接。

```
[PE3] bgp 100
[PE3-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[PE3-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
```

进入 VPN 的 VPNVv6 地址簇视图，并启动对等体交换 VPN-IPv6 路由信息。

```
[PE3-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE3-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.1 enable
[PE3-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 PE2。

版权所有 © 华为技术有限公司

指定对端 PE4 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 4.4.4.4 as-number 100
[PE2-bgp] peer 4.4.4.4 connect-interface loopback 1
```

进入 VPN 的 VPNv6 地址簇视图，并启动对等体交换 VPN-IPv6 路由信息。

```
[PE2-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE2-bgp-af-vpnv6] peer 4.4.4.4 enable
[PE2-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 PE4。

指定对端 PE2 为 IBGP 对等体，使用 loopback 接口建立 IBGP 连接。

```
[PE4] bgp 100
[PE4-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[PE4-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 1
```

进入 VPN 的 VPNv6 地址簇视图，并启动对等体交换 VPN-IPv6 路由信息。

```
[PE4-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE4-bgp-af-vpnv6] peer 2.2.2.2 enable
[PE4-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置完成后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可以看到 PE 之间的 BGP 对等体关系已建立，并达到 Established 状态。

```
<PE1> display bgp vpnv6 all peer
BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 2                 Peers in established state : 2

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  3.3.3.3         4   100       70       81     0 01:00:23 Established       3

 Peer of IPv6-family for vpn instance :

  VPN-Instance vpn1 :
  2001::1         4 65410       16       12     0 00:06:42 Established       3
```

步骤 7 在 CE1 上配置允许 CE1 到 CE2 的流量允许负载分担

```
[CE1] bgp 65410
[CE1-bgp] ipv6-family unicast
[CE1-bgp-af-ipv6] maximum load-balancing 2
```

步骤 8 配置路由策略，增大 PE3 上发布给 CE2 的 BGP 路由的 MED 值，使 CE2 到 CE1 的流量流经 PE4，PE3 作为备份

```
[PE3] route-policy policy1 permit node 10
[PE3-route-policy] apply cost 120
[PE3-route-policy] quit
[PE3] bgp 100
[PE3-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[PE3-bgp6-vpn1] peer 2003::1 route-policy policy1 export
```

步骤 9 检查配置结果

在 CE2 设备上执行 **display ipv6 routing-table** 命令，可以看到去往对端 CE1 所接用户的路由，且下一跳为 2004::2（PE4 上接入 CE2 的接口 IPv6 地址）。

如果配置成功，则：

版权所有 © 华为技术有限公司

在 CE1 设备上执行 **display ipv6 routing-table** 命令，可以看到去往对端 CE2 所接用户的路由，且是负载分担的。

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 101 102 1001
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
#
interface Vlanif102
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
#
interface Vlanif1001
 ipv6 enable
 ipv6 address 2005::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 1001
 port hybrid untagged vlan 1001
#
bgp 65410
 router-id 10.10.10.10
 peer 2001::2 as-number 100
 peer 2002::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  maximum load-balancing 2
  peer 2001::2 enable
  peer 2002::2 enable
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 101
#
ip vpn-instance vpn1
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
mpls lsr-id 1.1.1.1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif101
 ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2001::2 64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 101
 port hybrid untagged vlan 101
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 3.3.3.3 as-number 100
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2001::1 as-number 65410
  import-route direct
#
Return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 20 102
#
ip vpn-instance vpn1
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:2
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif20
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif102
 ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2002::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 102
 port hybrid untagged vlan 102
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 4.4.4.4 as-number 100
 peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 4.4.4.4 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 4.4.4.4 enable
 #
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2002::1 as-number 65410
  import-route direct
#
Return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 10 30
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0005.00
#
interface Vlanif 10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 100.3.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
 isis enable 1
#
Return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 20 40
#
 mpls lsr-id 6.6.6.6
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0006.00
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.4.1.1 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 6.6.6.6 255.255.255.255
 isis enable 1
#
Return
```

- PE3 的配置文件

```
sysname PE3
#
 ipv6
#
 vlan batch 30 103
#
ip vpn-instance vpn1
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:3
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 network-entity 10.0000.0000.0003.0
#
interface Vlanif30
 ip address 100.3.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 103
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2003::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 103
 port hybrid untagged vlan 103
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
 #
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2003::1 as-number 65420
  peer 2003::1 route-policy policy1 export
  import-route direct
#
route-policy policy permit node 10
 apply cost 120
#
return
```

- PE4 的配置文件

```
#
sysname PE4
#
 ipv6
#
 vlan batch 40 104
#
ip vpn-instance vpn1
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:4
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 100.4.1.2 255.255.255.252
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 104
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2004::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 104
 port hybrid untagged vlan 104
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.2 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.2 enable
 #
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2004::1 as-number 65420
  import-route direct
#
Return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 103 104 1002
#
interface Vlanif 103
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
#
interface Vlanif 104
 ipv6 enable
 ipv6 address 2004::1/64
#
interface Vlanif 1002
 ipv6 enable
 ipv6 address 2006::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 103
 port hybrid untagged vlan 103
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 104
 port hybrid untagged vlan 104
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 1002
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid untagged vlan 1002
#
bgp 65420
 router-id 20.20.20.20
 peer 2003::2 as-number 100
 peer 2004::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  import-route direct
  peer 2003::2 enable
  peer 2004::2 enable
#
Return
```

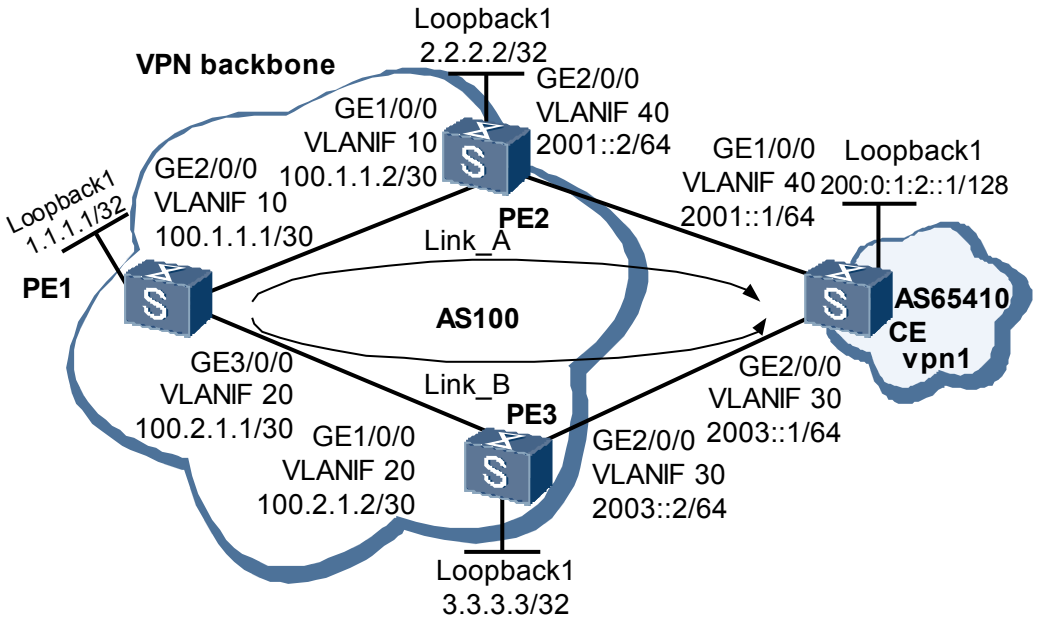
配置 VPNv6 FRR 示例

组网需求

在 CE 双归属环境中，通过配置 VPNv6 FRR 特性，当 PE 之间的主链路转发不通时，IPv6 VPN 流量能够快速切换到备份的 PE 链路上。

如图 6-347 所示，要求在 PE1 上为 IPv6 VPN 路由配置备份下一跳，使 PE3 为 PE2 的备份，PE2 出现故障时流量可以快速切换到 PE3 上。

图 6-347 VPNv6 FRR 示例组网图



设备	Interface	VLANIF interface	IP address
PE1	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/30
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 20	100.2.1.1/30
	Loopabck1	-	1.1.1.1/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.2/30
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	2001::2/64
	Loopback1	-	2.2.2.2/32

版权所有 © 华为技术有限公司

PE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.2.1.2/30
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	2003::2/64
	Loopback1	-	3.3.3.3/32
CE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	2001::1/64
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	2003::1/64
	Loopback1	-	200:0:1:2::1/128

配置思路

采用如下的思路配置 VPNv6 FRR 功能。

1. 在 MPLS 骨干网上（PE1、PE2 和 PE3）配置 OSPF，实现骨干网互通。
2. 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS LDP，建立 LDP LSP。
3. 分别在各 PE 设备（PE1、PE2 和 PE3）上配置 IPv6 VPN 实例，将 CE 接入 PE2 和 PE3。
4. 在 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体，引入 IPv6 VPN 路由；在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体。
5. 在 PE1 上配置 VPNv6 FRR 路由策略，配置备份下一跳，使能 VPNv6 FRR。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 设备所在的 AS 号，CE 设备所在的 AS 号。
- PE 设备上配置的 IPv6 VPN 实例名称。
- 在 PE1 上配置的路由策略名称以及 ip-prefix 名称。

操作步骤

步骤 1 配置 VPN 骨干网各接口的 IP 地址和 VPN site 中各接口的 IPv6 地址

配置 PE1

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
[PE1] vlan batch 10 20
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 30
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface gigabitethernet 3/0/0
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] port trunk allow-pass vlan 20
[PE1-GigabitEthernet3/0/0] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] ip address 100.2.1.1 30
[PE1-Vlanif20] quit
```

PE3、PE3 上的配置与此类似（略）

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 CE

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE
[CE] vlan batch 30 40
[CE] ipv6
[CE] interface gigabitethernet 2/0/0
[CE-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[CE-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 30
[CE-GigabitEthernet2/0/0] quit
[CE] interface vlanif 30
[CE-Vlanif30] ipv6 enable
[CE-Vlanif30] ipv6 address 2003::1 64
[CE-Vlanif30] quit
[CE] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[CE-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 40
[CE-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE] interface vlanif 40
[CE-Vlanif40] ipv6 enable
[CE-Vlanif40] ipv6 address 2001::1 64
[CE-Vlanif40] quit
```

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 OSPF 协议，实现骨干网 PE 互通（略）

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP

配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls
[PE1-Vlanif10] mpls ldp
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 PE2。

```
<PE2> system-view
[PE2] mpls lsr-id 2.2.2.2
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 10
[PE2-Vlanif10] mpls
[PE2-Vlanif10] mpls ldp
[PE2-Vlanif10] quit
```

配置 PE3。

```
<PE3> system-view
[PE3] mpls lsr-id 3.3.3.3
[PE3] mpls
[PE3-mpls] quit
[PE3] mpls ldp
[PE3-mpls-ldp] quit
[PE3] interface vlanif 20
[PE3-Vlanif20] mpls
[PE3-Vlanif20] mpls ldp
[PE3-Vlanif20] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

此时在 PE 上执行命令 **display mpls lsp**，可看到 PE1 与 PE2、PE1 与 PE3 之间的 LSP 建立成功。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                 In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
2.2.2.2/32          NULL/3        -/Vlanif10
2.2.2.2/32          1030/3        -/Vlanif10
3.3.3.3/32          NULL/3        -/Vlanif10
3.3.3.3/32          1025/3        -/Vlanif10
```

步骤 4 在 PE 设备上配置 IPv6 VPN 实例，将 CE 接入 PE2 和 PE3

配置 PE1。

```
[PE1] ipv6 vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn-target 111:1
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] ipv6 vpn-instance vpn1
[PE2-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:2
[PE2-vpn-instance-vpn1] vpn-target 111:1
[PE2-vpn-instance-vpn1] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] ipv6 binding vpn-instance vpn1
[PE2-Vlanif40] ipv6 address 2001::2 64
[PE2-Vlanif40] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] ipv6 vpn-instance vpn1
[PE3-vpn-instance-vpn1] route-distinguisher 100:3
[PE3-vpn-instance-vpn1] vpn-target 111:1
[PE3-vpn-instance-vpn1] quit
[PE3] interface vlanif 30
[PE3-Vlanif30] ipv6 binding vpn-instance vpn1
[PE3-Vlanif30] ipv6 address 2003::2 64
[PE3-Vlanif30] quit
```

步骤 5 在 PE2 与 CE，及 PE3 与 CE 之间建立 EBGP 对等体

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[PE2-bgp6-vpn1] peer 2001::1 as-number 65410
[PE2-bgp6-vpn1] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] bgp 100
[PE3-bgp] ipv6-family vpn-instance vpn1
[PE3-bgp6-vpn1] peer 2003::1 as-number 65410
[PE3-bgp6-vpn1] quit
```

配置 CE。

```
<CE> system-view
[CE] bgp 65410
[CE-bgp] router-id 10.10.10.10
[CE-bgp] peer 2001::2 as-number 100
[CE-bgp] peer 2003::2 as-number 100
[CE-bgp] ipv6-family unicast
[CE-bgp-af-ipv6] peer 2001::2 enable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[CE-bgp-af-ipv6] peer 2003::2 enable
[CE-bgp-af-ipv6] network 200:0:1:2::1 128
[CE-bgp-af-ipv6] quit
[CE-bgp] quit
```

完成此步骤后，在 PE2 和 PE3 上执行 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可看到 PE 和 CE 之间的 EBGP 对等体建立成功，其状态为“Established”。

以 PE2 的显示为例：

```
[PE2] display bgp vpnv6 all peer

 BGP local router ID : 2.2.2.2
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 2                 Peers in established state : 2

  Peer            V          AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv
  1.1.1.1         4         100      104      102     0 01:17:37 Established       0

  Peer of vpn6 instance :
  vpn6 instance vpn1 :
  2001::1         4       65410       46       46     0 00:37:41 Established       5
```

步骤 6 在 PE 之间建立 MP-IBGP 对等体

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE1-bgp-af-vpnv6] peer 2.2.2.2 enable
[PE1-bgp-af-vpnv6] peer 3.3.3.3 enable
[PE1-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE2-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.1 enable
[PE2-bgp-af-vpnv6] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] bgp 100
[PE3-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[PE3-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
[PE3-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE3-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.1 enable
[PE3-bgp-af-vpnv6] quit
```

完成此步骤后，在 PE 上执行 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可看到 MP-IBGP 对等体建立成功，其状态为“Established”。

以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bgp vpnv6 all peer

 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 2                 Peers in established state : 2

Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent    OutQ  Up/Down       State PrefRcv
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
2.2.2.2         4   100        20        17        0 00:13:26 Established     5
3.3.3.3         4   100        30        19        0 00:17:18 Established     5
```

步骤 7 配置 VPNv6 FRR 路由策略

```
[PE1] ip ip-prefix vpn_frr_list permit 2.2.2.2 32
[PE1] route-policy vpn_frr_rp permit node 10
[PE1-route-policy] if-match ip next-hop ip-prefix vpn_frr_list
[PE1-route-policy] apply backup-nexthop 3.3.3.3
[PE1-route-policy] quit
```

步骤 8 使能 VPNv6 FRR

```
[PE1] ipv6 vpn-instance vpn1
[PE1-vpn-instance-vpn1] vpn frr route-policy vpn_frr_rp
[PE1-vpn-instance-vpn1] quit
```

查看备份下一跳、备份标签和备份 Tunnel ID 的信息。

```
<PE1> display ipv6 routing-table vpn-instance vpn1 200:0:1:2::1 verbose
Routing Table : vpn1
Summary Count : 1

 Destination  : 200:0:1:2::1                 PrefixLength : 128
 NextHop      : ::FFFF:2.2.2.2               Preference   : 255
 Neighbour    : ::2.2.2.2                    ProcessID    : 0
 Label        : 13312                        Protocol     : BGP
 State        : Active Adv Relied            Cost         : 0
 Entry ID     : 5                            EntryFlags   : 0x80030904
 Reference Cnt: 2                            Tag          : 0
 IndirectID   : 0x8                          Age          : 2304sec
 RelayNextHop : ::                           TunnelID     : 0x1000
 Interface    : NULL0                        Flags        : RD
 BkNextHop    : ::FFFF:3.3.3.3               BkLabel      : 13312
 BkPETunnelID : 0x1002
```

----结束

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 20
#
ipv6 vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:1
 vpn frr route-policy vpn_frr_rp
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.3 as-number 100
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.2 enable
  peer 3.3.3.3 enable
#
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.2 enable
  peer 3.3.3.3 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 100.2.1.0 0.0.0.3
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
ip ip-prefix vpn_frr_list permit 2.2.2.2 32
#
route-policy vpn_frr_rp permit node 10
 if-match ip next-hop ip-prefix vpn_frr_list
 apply backup-nexthop 3.3.3.3
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 40
#
ipv6 vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:2
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 binding vpn-instance vpn1
 ipv6 address 2001::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2001::1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 ipv6
#
 vlan batch 20 30
#
ipv6 vpn-instance vpn1
 route-distinguisher 100:3
 vpn-target 111:1 export-extcommunity
 vpn-target 111:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ipv6 enable
 ipv6 binding vpn-instance vpn1
 ip address 2003::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
#
 ipv6-family vpn-instance vpn1
  peer 2003::1 as-number 65410
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.2.1.0 0.0.0.3
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
#
Return
```

- CE 的配置文件

```
#
 sysname CE
#
 ipv6
#
 vlan batch 30 40
#
interface Vlanif30
 ipv6 enable
 ipv6 address 2003::1/64
#
interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
 ipv6 enable
 ipv6 address 200:0:1:2::1/128
#
bgp 65410
 router-id 10.10.10.10
 peer 2001::2 as-number 100
 peer 2003::2 as-number 100
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
 #
  ipv6-family unicast
  undo synchronization
  network 200:0:1:2::1 128
  peer 2001::2 enable
  peer 2003::2 enable
#
return
```

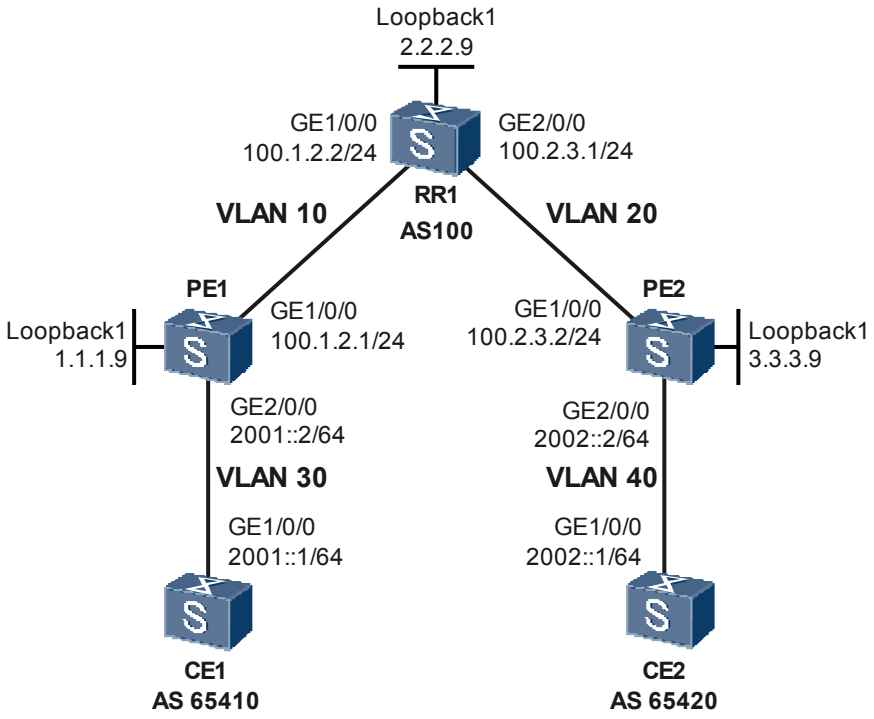

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 VPNv6 路由反射器示例

组网需求

部署 IPv6 VPN 时，为了减少 PE 之间的 MP-IBGP 连接的数量，减轻 PE 的负担，可选择骨干网相同 AS 内的 P 或 PE 设备作为路由反射器，反射 VPN-IPv6 路由，便于维护和管理。

图 6-348 配置 VPNv6 路由反射器组网图



如图 6-348，设备 PE1、PE2、RR 都在骨干网 AS100 内。CE1 和 CE2 属于 VPNA。要求选择设备 RR 作为反射器，配置带反射器的 VPN。

配置思路

本例配置主要思路是：

1. PE 与反射器 RR 之间建立 MP-IBGP 连接；PE 之间不再建立 MP-IBGP 连接。
2. PE 与 CE 之间建立 EBGP 连接。
3. 公网隧道使用 MPLS LSP，LSP 沿途的设备和接口上都使能 MPLS LDP。
4. RR 需要保存所有来自 PE1 和 PE2 的 VPN-IPv6 路由信息，以通告给 PE。因此，RR 应接收所有的 VPN-IPv6 路由信息，不对它们进行 VPN-Target 过滤。

数据准备

完成本例配置需准备如下数据：

- PE 及 RR 上的 MPLS LSR-ID

版权所有 © 华为技术有限公司

- PE1 和 PE2 上创建的 VPN 的实例名称、RD 及 VPN-Target
- PE 与 CE 之间交换路由的路由协议，本例使用 EBGP
- 各个 VPN 实例的收敛优先级
- RD 过滤器名称、路由策略名称

配置过程

1. 在 MPLS 骨干网配置 IGP，实现 LSP 沿途设备之间的互通

   本例使用 OSPF，具体配置略。

   说明

   需要将作为 LSR ID 的 Loopback 接口地址发布出去。

   配置完成后，LSP 沿途设备应能相互学到对方的 Loopback 接口地址。

   以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display ip routing-table
 Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11        Routes : 11

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost        Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32  OSPF    10   1             D   100.1.2.2       Vlanif10
        3.3.3.9/32  OSPF    10   3             D   100.1.2.2       Vlanif10
      100.1.2.0/24  Direct  0    0             D   100.1.2.1       Vlanif10
      100.1.2.1/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.1.255/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
      100.2.3.0/24  OSPF    10   2             D   100.1.2.2       Vlanif10
      127.0.0.0/8   Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct  0    0             D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

2. 在 MPLS 骨干网上建立 LSP 隧道

   LSP 沿途的设备和接口上都使能 MPLS 和 MPLS LDP。具体配置略。

   配置结束，在各 PE 和 RR 设备上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。

   以 PE1 和 RR 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Active   0000:09:23  2253/2237
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.


<RR> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
------------------------------------------------------------------------------
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 1.1.1.9:0           Operational DU   Active    000:00:02   11/11
 3.3.3.9:0           Operational DU   Passive   000:00:01   8/8
------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

3. 在 PE 设备上配置 IPv6 VPN 实例

   具体配置过程请参见**配置基本 BGP/MPLS IPv6 VPN 示例**。此处不再赘述。

4. 在 PE 与 CE 之间建立 EBGP 对等体关系，引入 VPN 路由

   具体配置过程请参见**配置 Hub&Spoke 示例（PE 与 CE 间使用 BGP4+）**。此处不再赘述。

5. 建立 PE 与反射器间的 MP-IBGP 对等体关系

   # 配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] ipv6-family vpnv6
[PE1-bgp-af-vpnv6] peer 2.2.2.9 enable
[PE1-bgp-af-vpnv6] quit
```

   # 配置 RR。

```
<RR> system-view
[RR] bgp 100
[RR-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[RR-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[RR-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[RR-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[RR-bgp] ipv6-family vpnv6
[RR-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.9 enable
[RR-bgp-af-vpnv6] peer 3.3.3.9 enable
[RR-bgp-af-vpnv6] quit
[RR-bgp] quit
```

   # 配置 PE2。

   PE2 的配置与 PE1 的配置一样，此处不再赘述。

   配置完此步骤后，在 PE 设备上执行 **display bgp vpnv6 all peer** 命令，可以看到 PE 与反射器之间的 IBGP 对等体关系已建立，并达到“Established”状态。PE 与 CE 之间的 EBGP 对等体关系也已建立。

   以 PE1 和 RR 的显示为例。

```
<PE1> display bgp vpnv6 all peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 2                 Peers in established state : 2

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

  2.2.2.9         4   100       15       17     0 00:13:11 Established       0

  Peer of IPv6-family for vpn instance :

  VPN-Instance VPNA :
  2001::1         4 65410        9       10     0 00:06:41 Established       0
```

6. 在 RR 上配置反射功能

   # 配置 RR。

```
[RR] bgp 100
[RR-bgp] ipv6-family vpnv6
[RR-bgp-af-vpnv6] reflector cluster-id 100
[RR-bgp-af-vpnv6] peer 1.1.1.9 reflect-client
[RR-bgp-af-vpnv6] peer 3.3.3.9 reflect-client
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[RR-bgp-af-vpnv6] undo policy vpn-target
[RR-bgp-af-vpnv6] quit
```

7. 检验配置结果

   在 PE 上查看 VPN 路由表，可发现有到远端 CE 的路由。

   CE1 与 CE2 可以相互 ping 通，说明反射器配置成功。

配置文件

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 30
#
ip vpn-instance VPNA
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance VPNA
 ipv6 address 2001::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
#
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family vpn-instance VPNA
  peer 2001::1 as-number 65410
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 100.1.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- RR 的配置文件

```
#
 sysname RR
#
 ipv6
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.3.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid untagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 3.3.3.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  reflector cluster-id 100
  undo policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
  peer 1.1.1.9 reflect-client
  peer 3.3.3.9 enable
  peer 3.3.3.9 reflect-client
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.1.2.0 0.0.0.255
  network 100.2.3.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
sysname PE2
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ipv6
#
 vlan batch 20 40
#
ip vpn-instance VPNA
 ipv6-family
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.2.3.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
ipv6 enable
 ip binding vpn-instance VPNA
 ipv6 address 2002::2/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid untagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.9 as-number 100
 peer 2.2.2.9 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family vpnv6
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.9 enable
 #
 ipv6-family vpn-instance VPNA
  peer 2002::1 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 100.2.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 ipv6
#
 vlan batch 30
#
interface Vlanif30
ipv6 enable
 ipv6 address 2001::1/64
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid untagged vlan 30
#
bgp 65410
 peer 2001::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  peer 2001::2 enable
  import-route direct
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 ipv6
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ipv6 enable
 ipv6 address 2002::1/64
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid untagged vlan 40
#
bgp 65420
 peer 2002::2 as-number 100
 #
 ipv6-family unicast
  undo synchronization
  peer 2002::2 enable
  import-route direct
#
return
```

6.10.5 VLL 配置

通过组建 VLL 网络，可以在 MPLS 网络上透明传输用户数据。

配置 CCC 本地连接示例

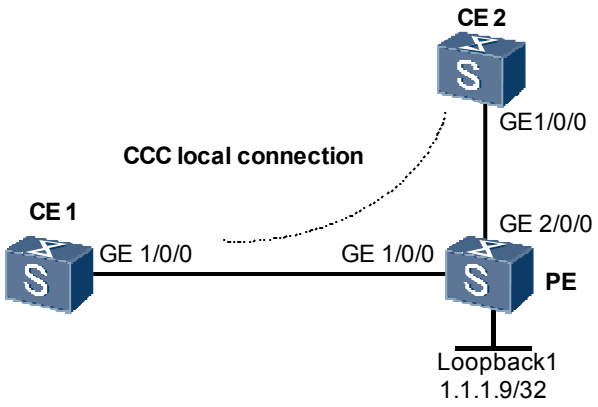
组网需求

如图 6-349，CE 与 PE 之间通过 GE 口相连。

CE1 和 CE2 之间建立 CCC 本地连接。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-349 配置 CCC 本地连接组网图



S9700	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	-
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 CCC 本地连接的基本功能：

1. 在 PE 上配置 MPLS 基本能力，使能 MPLS L2VPN。
2. 在 PE 上创建一条从 CE1 到 CE2 的本地连接。CCC 本地连接是双向的，因此只需要创建一条连接。

数据准备

本例除接口 IP 地址外，无需准备数据。

操作步骤

步骤 1 配置 CE

配置 CE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE1
[CE1] vlan 10
[CE1-Vlan10] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[CE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 24
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname CE2
[CE2] vlan 20
[CE2-vlan20] quit
[CE2] interface gigabitethernet 1/0/0
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 20
[CE2-GigabitEthernet1/0/0] quit
[CE2] interface vlanif 20
[CE2-Vlanif20] ip address 100.1.1.2 24
[CE2-Vlanif20] quit
```

说明

CE 发送到 PE 的报文必须携带 VLAN tag。

步骤 2 配置 PE

配置 LSR ID，使能 MPLS 和 MPLS L2VPN。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE
[PE] interface loopback 1
[PE-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE-LoopBack1] quit
[PE] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE] mpls
[PE-mpls] quit
[PE] mpls l2vpn
[PE-l2vpn] quit
[PE] vlan batch 10 20
[PE] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid pvid vlan 10
[PE-GigabitEthernet1/0/0] port hybrid tagged vlan 10
[PE-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid pvid vlan 20
[PE-GigabitEthernet2/0/0] port hybrid tagged vlan 20
[PE-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

创建 CE1 到 CE2 的本地连接。

```
[PE] interface vlanif 10
[PE-Vlanif10] quit
[PE] interface vlanif 20
[PE-Vlanif20] quit
[PE] ccc ce1-ce2 interface vlanif 10 out-interface vlanif 20
```

步骤 3 验证配置结果

配置完成后，在 PE 上查看 CCC 连接信息，可以看到建立了一条 CCC 本地连接，状态为 UP。

```
<PE> display vll ccc
total  ccc vc : 1
local  ccc vc : 1,  1 up
remote ccc vc : 0,  0 up

name: ce1-ce2, type: local, state: up,
intf1: Vlanif10 (up),access-port: false
intf2: Vlanif20 (up),access-port: false
VC last up time : 2010/07/24 12:31:31
VC total up time: 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
```

在 PE 上执行命令 **display l2vpn ccc-interface vc-type ccc**，可以看到 VC Type 为 CCC，状态为 up。

```
<PE> display l2vpn ccc-interface vc-type all
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Total ccc-interface of CCC : 2
up (2), down (0)
Interface                   Encap Type              State     VC Type
Vlanif10                    ethernet                up        ccc
Vlanif20                    ethernet                up        ccc
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=180 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=60 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=70 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=60 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 10/76/180 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE 的配置文件

```
#
 sysname PE
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
interface Vlanif10
#
interface Vlanif20
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
 ccc ce1-ce2 interface Vlanif10 out-interface Vlanif20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

配置 CCC 远程连接示例

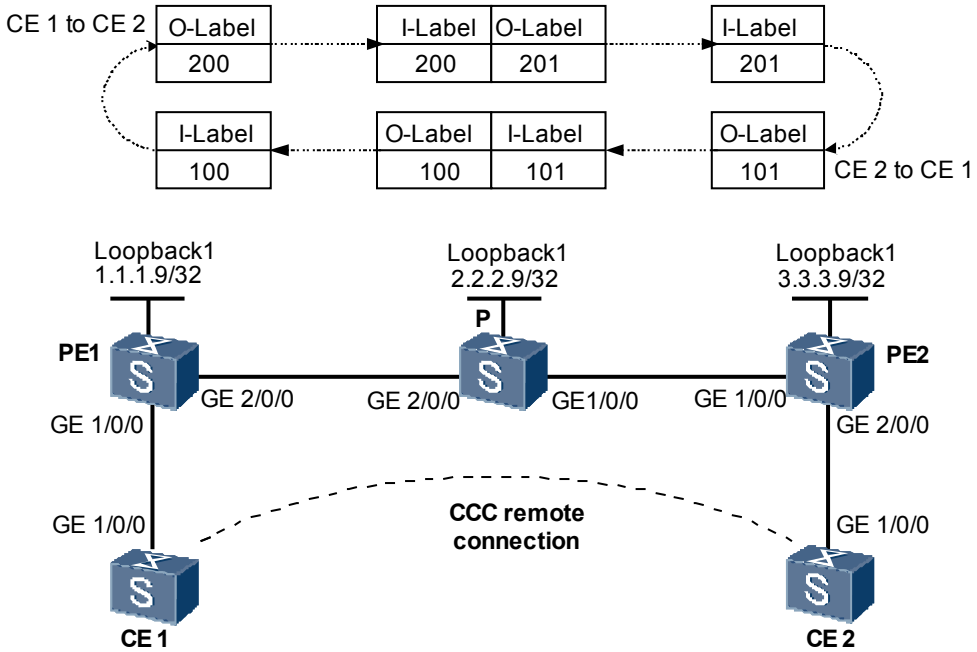
组网需求

CE 与 PE 之间通过 GE 口相连。

CE1 和 CE2 之间建立 CCC 远程连接：

- 在 PE 上创建 CCC 远程连接。
- 在 P 上配置两条静态 LSP，用于双向传递报文。

图 6-350 配置 CCC 远程连接组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 CCC 远程连接的基本功能：

1. 配置双向的转发静态 LSP，用于 PE 之间 CCC 连接独享数据隧道。
2. PE 需要使能 MPLS L2VPN，而 P 设备上不需要使能 MPLS L2VPN。
3. 配置两条连接，即从 CE1 到 CE2 和从 CE2 到 CE1。

数据准备

为完成本例配置，需要准备的数据是 CCC 远程连接的出入标签值。注意 PE 和 P 上出入标签值的对应关系。标签值的具体规划请参见图 6-350。

操作步骤

步骤 1 配置各接口所属 VLAN，具体数据如图 6-350 所示

具体配置步骤略。

说明

CE 发送到 PE 的报文需携带 VLAN tag。

步骤 2 配置 CE 各 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1。

```
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 24
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] interface vlanif 40
[CE2-Vlanif40] ip address 100.1.1.2 24
[CE2-Vlanif40] quit
```

步骤 3 配置骨干网中 Switch 各 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 PE1。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] interface loopback 1
[PE1-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-LoopBack1] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] ip address 10.1.1.1 24
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname P
[P] interface loopback 1
[P-LoopBack1] ip address 2.2.2.9 32
[P-LoopBack1] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] ip address 10.2.2.2 24
[P-Vlanif30] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] ip address 10.1.1.2 24
[P-Vlanif20] quit
```

配置 PE2。

```
<Quidway> system-view
[Quidway] sysname PE2
[PE2] interface loopback 1
[PE2-LoopBack1] ip address 3.3.3.9 32
[PE2-LoopBack1] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] ip address 10.2.2.1 24
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 4 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 5 在 PE 上创建 CCC 远程连接

配置 PE1：全局使能 MPLS L2VPN，并创建 CE1 到 CE2 的 CCC 远程连接：入接口连接 CE1，下一跳为 P 的 VLANIF 20 的 IP 地址，入标签为 100，出标签为 200。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] quit
[PE1] ccc CE1-CE2 interface vlanif 10 in-label 100 out-label 200 nexthop 10.1.1.2
```

配置 PE2：全局使能 mpls l2vpn，并创建 CE2 到 CE1 的 CCC 远程连接：入接口连接 CE2，下一跳为 P 的 VLANIF 30 的 IP 地址，入标签为 201，出标签为 101。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] quit
[PE2] ccc CE2-CE1 interface vlanif 40 in-label 201 out-label 101 nexthop 10.2.2.2
```

步骤 6 在 P 上配置转发静态 LSP

配置 P：配置一条静态 LSP 用于转发由 PE1 去往 PE2 的报文，另一条静态 LSP 用于转发由 PE2 去往 PE1 的报文。

```
[P] static-lsp transit PE1-PE2 incoming-interface vlanif 20 in-label 200 nexthop 10.2.2.1 out-label
201
[P] static-lsp transit PE2-PE1 incoming-interface vlanif 30 in-label 101 nexthop 10.1.1.1 out-label
100
```

步骤 7 验证配置结果

配置完成后，在 PE 上查看 CCC 连接信息，可以看到 PE1 和 PE2 上各自建立了一条 CCC 远程连接，状态为 UP。

```
<PE1> display vll ccc
total  ccc vc : 1
local  ccc vc : 0,  0 up
remote ccc vc : 1,  1 up

name: CE1-CE2, type: remote, state: up,
intf: Vlanif10 (up), in-label: 100 , out-label: 200 , nexthop: 10.1.1.2
VC last up time : 2009/10/09 17:35:14
VC total up time: 0 days, 3 hours, 22 minutes, 55 seconds
<PE2> display vll ccc
total  ccc vc : 1
local  ccc vc : 0,  0 up
remote ccc vc : 1,  1 up

name: CE2-CE1, type: remote, state: up,
intf: Vlanif40 (up), in-label: 201 , out-label: 101 , nexthop : 10.2.2.2
VC last up time : 2009/10/09 17:35:14
VC total up time: 0 days, 3 hours, 22 minutes, 57 seconds
```

在 PE 上执行命令 **display l2vpn ccc-interface vc-type ccc**，可以看到 VC Type 为 CCC，状态为 up。以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display l2vpn ccc-interface vc-type ccc

Total ccc-interface of CCC : 1
up (1), down (0)
Interface                   Encap Type             State     VC Type
Vlanif10                    ethernet               up        ccc
```

在 P 上执行 **display mpls lsp** 命令，可以看到建立的两条静态 LSP 的标签信息和接口信息：

```
<P> display mpls lsp
------------------------------------------------------------------------------
               LSP Information: STATIC LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC               In/Out Label  In/Out IF                    Vrf Name
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
-/-                 200/201       Vlanif20/Vlanif30
-/-                 101/100       Vlanif30/Vlanif20
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=58 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=67 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=52 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=69 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=92 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 52/67/92 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
interface Vlanif10
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
#
 ccc CE1-CE2 interface Vlanif 10 in-label 100 out-label 200 nexthop 10.1.1.2
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif30
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
static-lsp transit PE1-PE2 incoming-interface Vlanif 20 in-label 200 nexthop 10.2.2.1 out-label
201
static-lsp transit PE2-PE1 incoming-interface Vlanif 30 in-label 101 nexthop 10.1.1.1 out-label
100
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
interface Vlanif30
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif40
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
#
 ccc CE2-CE1 interface Vlanif 40 in-label 201 out-label 101 nexthop 10.2.2.2
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
  ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
return
```

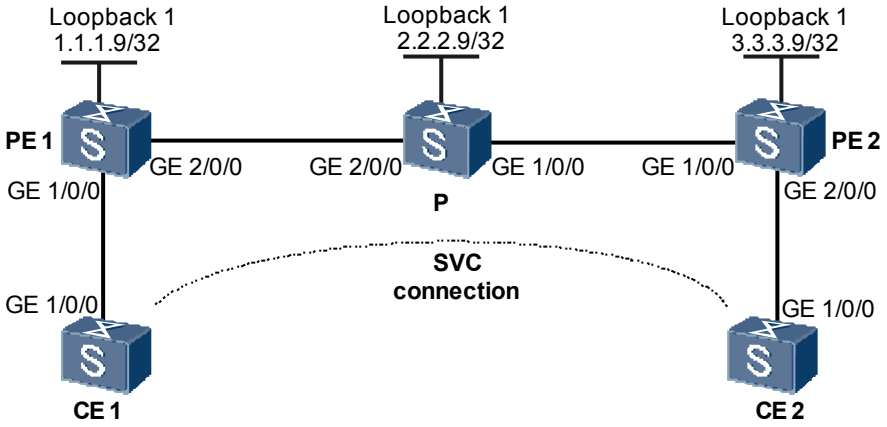
配置 SVC 方式 VLL 示例

组网需求

CE 与 PE 之间通过 GE 口相连。

CE1 和 CE2 之间建立 SVC 方式的 VLL：在 PE 上创建 SVC 连接并指定 VC 标签。

图 6-351 配置 SVC 方式 VLL 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 SVC 方式 VLL 的基本功能：

1. 使能 MPLS 和 MPLS L2VPN。
2. PE 之间创建静态 L2VC 连接，手工配置 VC 标签信息。

数据准备

完成本例配置，需要准备的数据是静态 L2VC 连接的标签值。

PE1 的出标签与 PE2 的入标签相同；PE1 的入标签与 PE2 的出标签相同。

操作步骤

步骤 1 按图 6-351 配置 CE、PE 和 P 的各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址。

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 LDP，即，使用 LDP LSP 隧道

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls ldp
[PE2-Vlanif30] quit
```

上述配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 LDP 会话，执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为 Operational。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:05  22/22
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 4 在 PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建静态 VC 连接

配置 PE1：在接入 CE1 的接口 VLANIF 10 上创建静态 VC。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls static-l2vc destination 3.3.3.9 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label 200
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2：在接入 CE2 的接口 VLANIF 40 上创建静态 VC。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] mpls static-l2vc destination 1.1.1.9 transmit-vpn-label 200 receive-vpn-label 100
[PE2-Vlanif40] quit
```

步骤 5 验证配置结果

在 PE 上查看 SVC 的 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条静态 L2VC 连接。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls static-l2vc interface vlanif 10
 *Client Interface   : Vlanif10 is up
  AC Status          : up
  VC State           : up
  VC ID              : 0
  VC Type            : VLAN
  Destination        : 3.3.3.9
  Transmit VC Label  : 100
  Receive VC Label   : 200
  Label Status       : 0
  Token Status       : 0
  Control Word       : Disable
  VCCV Capabilty     : alert ttl lsp-ping bfd
  active state       : inactive
  OAM Protocol       :
  OAM Status         :
  OAM Fault Type     :
  PW APS ID          : 0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  PW APS Status      :
  TTL Value          : 1
  Link State         : up
  Tunnel Policy      : --
  PW Template Name   : --
  Main or Secondary  : Main
  load balance type    : flow
  Access-port          : false
  VC tunnel/token info : 1 tunnels/tokens
  NO.0  TNL Type : lsp   , TNL ID : 0x4800200f
  Backup TNL Type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  Create time          : 0 days, 0 hours, 2 minutes, 21 seconds
  UP time              : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 0 seconds
  Last change time     : 0 days, 0 hours, 2 minutes, 21 seconds
  VC last up time      : 2010/12/03 20:14:14
  VC total up time     : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 0 seconds
  CKey                 : 7
  NKey                 : 6
```

执行命令 **display l2vpn ccc-interface vc-type static-vc up**，可以看到 VC Type 为 static-vc，状态为 up 的接口信息。以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display l2vpn ccc-interface vc-type static-vc up

Total ccc-interface of SVC VC: 1
up (1), down (0)
Interface                   Encap Type              State     VC Type
Vlanif10                    vlan                    up        static-vc
```

以 CE1 的显示为例：

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=91 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=74 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=88 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=82 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 46/76/91 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 mpls static-l2vc destination 3.3.3.9 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label 200
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 mpls static-l2vc destination 1.1.1.9 transmit-vpn-label 200 receive-vpn-label 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
return
```

配置 Martini 方式 VLL 示例

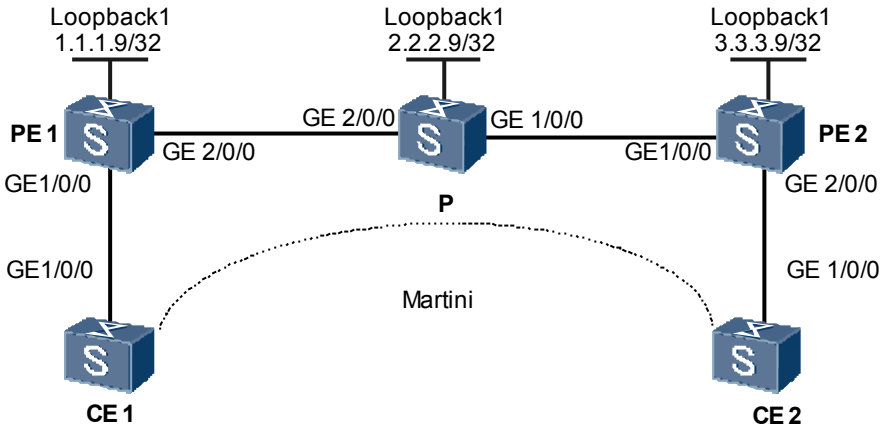
组网需求

如图 6-352，CE1、CE2 分别通过 VLAN 方式接入 PE1 和 PE2。

CE1 和 CE2 之间建立 Martini 方式的 VLL。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-352 配置 Martini 方式 VLL 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.2.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Martini 方式 VLL 的基本功能：

1. 在骨干网相关设备（PE、P）上配置路由协议实现互通，并使能 MPLS。
2. 本例使用缺省隧道策略，建立 LSP 作为传输用户数据的隧道。
3. PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- PE 远端对等体的 IP 地址。
- VC ID。

版权所有 © 华为技术有限公司

操作步骤

步骤 1 按图 6-352 配置 CE、PE 和 P 的各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

配置完成后，PE1、P、PE2 之间应能建立 OSPF 邻居关系，执行 **display ospf peer** 命令可以看到邻居状态为 Full。执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 PE 之间学习到对方的 Loopback1 接口路由。

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 LDP

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls ldp
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

上述配置完成后，在 PE1 上执行 **display mpls ldp session** 命令查看 LDP 会话的建立情况，可以看到增加了与 PE2 的远端 LDP 会话。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:09  40/40
 3.3.3.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:09  37/37
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 5 在 PE 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接

配置 PE1：在接入 CE1 的接口 VLANIF10 上创建 VC。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc 3.3.3.9 101
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2：在接入 CE2 的接口 VLANIF40 上创建 VC。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] mpls l2vc 1.1.1.9 101
[PE2-vlanif40] quit
```

步骤 6 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2 VC，状态为 UP。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 101
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552        remote VC lab      el      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : alert ttl lsp-ping bfd
  remote VCCV            : alert ttl lsp-ping bfd
  local control word     : disable      remote control word  : disable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10031
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 1 days, 22 hours, 15 minutes, 9 seconds
  up time                : 0 days, 22 hours, 54 minutes, 57 seconds
  last change time       : 0 days, 22 hours, 54 minutes, 57 seconds
  VC last up time        : 2010/10/09 19:26:37
  VC total up time       : 1 days, 20 hours, 42 minutes, 30 seconds
  CKey                   : 8
  NKey                   : 3
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=28 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 2/15/31 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif10
 mpls l2vc 3.3.3.9 101
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif30
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif 30
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 mpls l2vc 1.1.1.9 101
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif 40
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
return
```

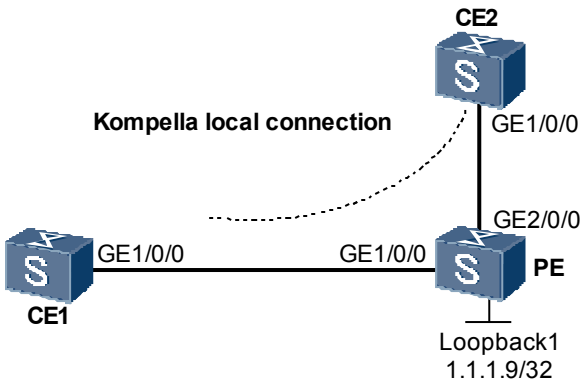
配置 Kompella 方式 VLL 本地连接示例

组网需求

如图 6-353，CE1、CE2 分别通过 GE 接口连接到同一个 PE。

在 CE1 和 CE2 之间建立 Kompella 方式的本地 VLL。

图 6-353 配置 Kompella 方式本地连接组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	-
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	30.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	30.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Kompella 方式 VLL 本地连接的基本功能：

1. 在 PE 上使能 MPLS。
2. 使能 MPLS L2VPN。
3. 配置 VLL 实例和 CE 连接。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- VPN 实例名，路由标识 RD。
- CE 的名称及编号，注意保证 CE 编号全局唯一。可根据需要准备标签块的大小（CE range）。

操作步骤

步骤 1 按图 6-353 配置各个接口所属 VLAN，配置 CE1 和 CE2 的 VLANIF 接口地址

具体配置步骤略。

步骤 2 配置 Kompella 方式本地连接

配置 MPLS 基本能力。

```
[PE] interface loopback 1
[PE-LoopBack1] ip address 1.1.1.9 32
[PE-LoopBack1] quit
[PE] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE] mpls
[PE-mpls] quit
```

配置 MPLS L2VPN 和 CE 连接。

```
[PE] mpls l2vpn
[PE-l2vpn] quit
[PE] mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
[PE-mpls-l2vpn-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE-mpls-l2vpn-vpn1] ce ce1 id 1 range 10
[PE-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce1] connection ce-offset 2 interface vlanif 10
[PE-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce1] quit
[PE-mpls-l2vpn-vpn1] ce ce2 id 2 range 10
[PE-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce2] connection ce-offset 1 interface vlanif 20
[PE-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce2] quit
[PE-mpls-l2vpn-vpn1] quit
```

步骤 3 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE 上执行 **display mpls l2vpn connection** 命令，可以看到建立了两条 L2VPN 本地连接，状态为 UP：

```
<PE> display mpls l2vpn connection
2 total connections,
connections: 2 up, 0 down, 2 local, 0 remote, 0 unknown

VPN name: vpn1,
2 total connections,
connections: 2 up, 0 down, 2 local, 0 remote, 0 unknown

  CE name: ce1, id: 1,
  Rid type status peer-id         route-distinguisher interface
  primary or not
------------------------------------------------------------------------------
  2   loc  up     ---             ---                 Vlanif20
  primary

  CE name: ce2, id: 2,
  Rid type status peer-id         route-distinguisher interface
  primary or not
------------------------------------------------------------------------------
  1   loc  up     ---             ---                 Vlanif10
  primary
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

CE1 与 CE2 之间能够 ping 通。

```
<CE1> ping 30.1.1.2
  PING 30.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=24 ms
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=26 ms
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=24 ms
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=51 ms
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=48 ms
  --- 30.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 24/34/51 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE 的配置文件

```
#
 sysname PE
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
interface Vlanif10
#
interface Vlanif20
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
 mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
  route-distinguisher 100:1
  ce ce1 id 1 range 10 default-offset 0
   connection ce-offset 2 interface Vlanif10
  ce ce2 id 2 range 10 default-offset 0
   connection ce-offset 1 interface Vlanif20
 #
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

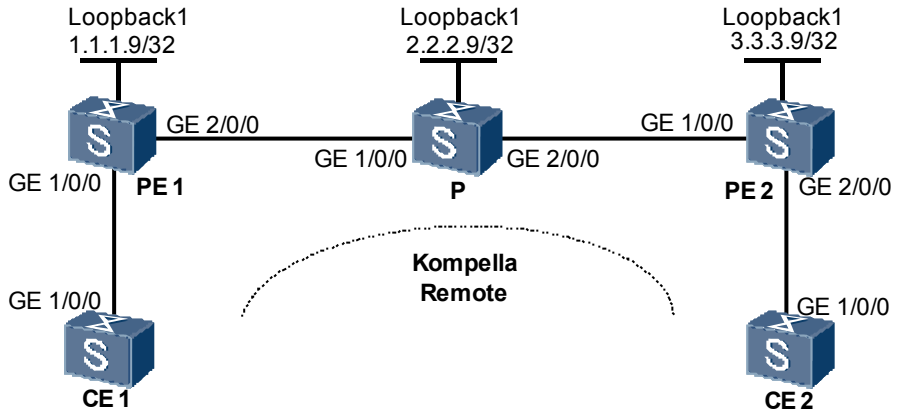
配置 Kompella 方式 VLL 远程连接示例

组网需求

如图 6-354，CE1、CE2 分别通过 GE 接口连接到 PE1 和 PE2。

在 CE1 和 CE2 之间建立 Kompella 方式的远程 VLL。

图 6-354 配置 Kompella 方式远程连接组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	168.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	169.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	168.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	169.1.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32

版权所有 © 华为技术有限公司

CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	30.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	30.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Kompella 方式 VLL 远程连接的基本功能：

1. 在骨干网相关设备（PE、P）上配置路由协议实现互通，并使能 MPLS 基本能力和 LDP。
2. 使能 MPLS L2VPN，在 PE 之间配置 BGP 的 L2VPN 能力。
3. 配置 VPN 实例和 CE 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- BGP 的 AS 号。
- VPN 实例名、路由标识 RD 及 VPN-Target。
- CE 的名称及编号，注意保证 CE 编号全局唯一。可根据需要准备标签块的大小（CE range）。

操作步骤

步骤 1 按图 6-354 配置 CE、PE 和 P 各接口所属 VLAN。

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP

本例中使用 OSPF。配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。具体配置步骤略。

配置完成后，在各 LSR 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到都已学到彼此 LSR ID 的路由。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11        Routes : 11

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32  OSPF    10   2           D   168.1.1.2       Vlanif20
        3.3.3.9/32  OSPF    10   3           D   168.1.1.2       Vlanif20
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      168.1.1.0/24  Direct  0    0           D   168.1.1.1       Vlanif20
      168.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    168.1.1.255/24  Direct  0    0           D   168.1.1.1       Vlanif20
      169.1.1.0/24  OSPF    10   2           D   168.1.1.2       Vlanif20
255.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

执行 **display ospf peer** 命令可以建立了 OSPF 邻居关系，状态为 FULL。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display ospf peer

         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.9
                Neighbors

 Area 0.0.0.0 interface 168.1.1.1(Vlanif20)'s neighbors
 Router ID: 2.2.2.9       Address: 168.1.1.2
   State: Full  Mode:Nbr is  Master  Priority: 1
   DR: 168.1.1.1  BDR: 168.1.1.2  MTU: 0
   Dead timer due in 35  sec
   Retrans timer interval: 5
   Neighbor is up for 00:17:12
   Authentication Sequence: [ 0 ]
```

步骤 3 配置 MPLS 基本能力和 LDP，建立 LDP LSP

具体配置步骤略。

配置完成后，在各 LSR 上执行 **display mpls ldp session** 和 **display mpls ldp peer** 命令可以看到 LDP 会话和对等体的建立情况。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:07  32/32
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.

<PE1> display mpls ldp peer

LDP Peer Information in Public network
 A '*' before a peer means the peer is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID               TransportAddress   DiscoverySource
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0             2.2.2.9            Vlanif20
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 Peer(s) Found.
```

步骤 4 配置 BGP 的 L2VPN 能力

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] l2vpn-family
[PE1-bgp-af-l2vpn] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-l2vpn] quit
[PE1-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] l2vpn-family
[PE2-bgp-af-l2vpn] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-l2vpn] quit
[PE2-bgp] quit
```

配置完成后，在 PE1 和 PE2 上执行 **display bgp l2vpn peer** 命令可以看到 PE 之间建立了对等体关系，状态为 Established。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display bgp l2vpn peer

 BGP local router ID : 1.1.1.9
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down   State        PrefRcv

  3.3.3.9         4   100        2        4     0  00:00:32 Established    0
```

步骤 5 配置 L2VPN 和 CE 连接

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] vpn-target 1:1
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] ce ce1 id 1 range 10
[PE1-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce1] connection ce-offset 2 interface vlanif 10
[PE1-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce1] quit
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] vpn-target 1:1
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] ce ce2 id 2 range 10
[PE2-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce2] connection ce-offset 1 interface vlanif 40
[PE2-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce2] quit
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] quit
```

步骤 6 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE 上执行 **display mpls l2vpn connection** 命令，可以看到建立了一条 L2VPN 连接，状态为 UP。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vpn connection
1 total connections,
connections: 1 up, 0 down, 0 local, 1 remote, 0 unknown

VPN name: vpn1,
1 total connections,
connections: 1 up, 0 down, 0 local, 1 remote, 0 unknown

  CE name: ce1, id: 1,
  Rid type status peer-id         route-distinguisher interface
  primary or not
------------------------------------------------------------------------------
  1   rmt  up     3.3.3.9         100:1               Vlanif10
  primary
```

CE1 与 CE2 之间能够 ping 通。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<CE1> ping 30.1.1.2
  PING 30.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 30.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 30.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan20
 port hybrid tagged vlan 20
#
 mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  ce ce1 id 1 range 10 default-offset 0
   connection ce-offset 2 interface Vlanif 10
 #
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.9 enable
#
 l2vpn-family
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface VLanif20
 ip address 168.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
#
 mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  ce ce2 id 2 range 10 default-offset 0
   connection ce-offset 1 interface Vlanif40
 #
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.9 enable
#
 l2vpn-family
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

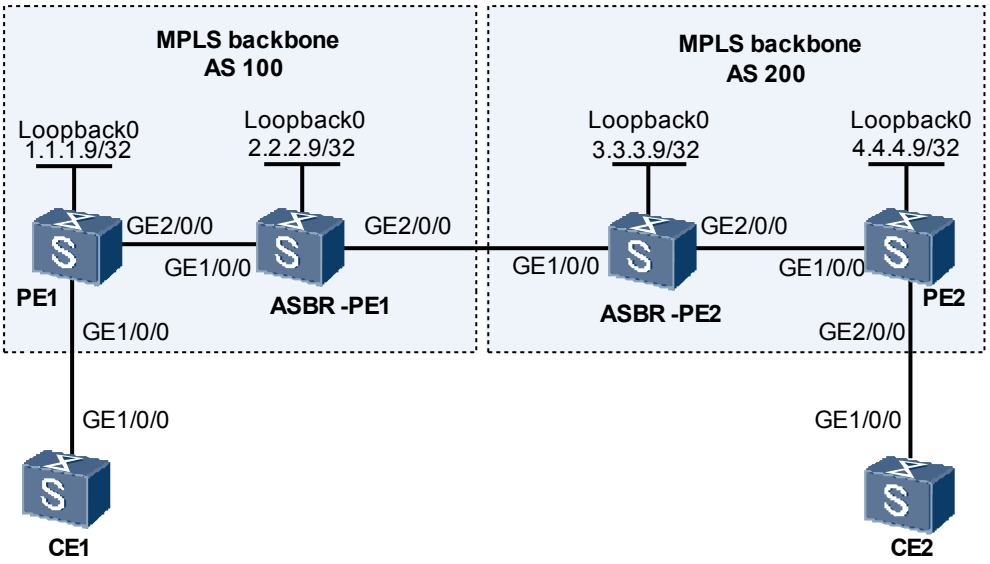
配置跨域 Martini VLL 示例－OptionA

组网需求

如图 6-355，要求采用 OptionA 方式实现跨域 Martini VLL。

同一个 AS 内部的 MPLS 骨干网使用 IS-IS 作为 IGP。

图 6-355 配置跨域 Martini VLL 组网图－OptionA



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback0	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	30.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	-
	Loopback0	-	4.4.4.9/32
ASBR-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	-
	Loopback0	-	2.2.2.9/32
ASBR-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	30.1.1.1/24
	Loopback0	-	3.3.3.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	100.1.1.2/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置跨域 Martini VLL（OptionA）的基本功能：

1. 在骨干网上运行 IGP 协议，使同一个 AS 域内的各设备能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，在同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间建立动态 LSP 隧道。如果 PE 与 ASBR-PE 非直连，建立 LDP 远程会话。
3. 在同一个 AS 的 PE 与 ASBR-PE 之间建立 MPLS L2VC 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 配置 IS-IS 所需数据。
- （远端）对等体的 IP 地址。
- PE 和 ASBR-PE 的 MPLS LSR-ID。
- L2VC-ID。

操作步骤

步骤 1 按图 6-355 配置各接口所属 VLAN

具体配置过程略。

步骤 2 配置骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 ASBR-PE 的互通。

本例中采用 IS-IS，具体配置过程略。

配置完成后，ASBR-PE 与本 AS 的 PE 之间应能建立 IS-IS 邻居，执行 **display isis peer** 命令可以看到邻居达到 UP 状态，PE 之间能学习到对方的 Loopback 地址。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display isis peer

                      Peer information for ISIS(1)
                      ----------------------------

  System Id     Interface          Circuit Id       State HoldTime Type     PRI
0000.0000.0002  Vlanif20           0000000001        Up   21s      L1L2     --
```

ASBR-PE 与本 AS 内的 PE 之间应能互相 ping 通。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> ping 2.2.2.9
  PING 2.2.2.9: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=180 ms
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=60 ms
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=60 ms
    Reply from 2.2.2.9: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=100 ms

  --- 2.2.2.9 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 60/98/180 ms
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 使能 MPLS，配置动态 LSP

在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力。同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间建立动态 LDP LSP。

具体配置过程略

完成此步骤，同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间存在 LSP 隧道。

以 ASBR-PE1 为例：

```
<ASBR-PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9:0         Operational DU   Active   0000:00:19  79/79
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 4 配置 MPLS L2VC 连接

在 PE 和 ASBR PE 上配置 L2VC 连接，并接入 CE。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc 2.2.2.9 100
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] mpls l2vpn
[ASBR-PE1-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[ASBR-PE1-l2vpn] quit
[ASBR-PE1] interface vlanif 30
[ASBR-PE1-Vlanif30] mpls l2vc 1.1.1.9 100
[ASBR-PE1-Vlanif30] quit
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] mpls l2vpn
[ASBR-PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[ASBR-PE2-l2vpn] quit
[ASBR-PE2] interface vlanif 30
[ASBR-PE2-Vlanif30] mpls l2vc 4.4.4.9 100
[ASBR-PE2-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] mpls l2vpn default martini
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface  vlanif 50
[PE2-Vlanif50] mpls l2vc 3.3.3.9 100
[PE2-Vlanif50] quit
```

配置 CE1。

```
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 CE2。

```
[CE2] interface vlanif 50
[CE2-Vlanif50] ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif50] quit
```

步骤 5 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2VC，VC State 为 UP。

以 PE1 和 ASBR-PE2 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 2.2.2.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552         remote VC lab      el      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500          remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : alert ttl lsp-ping bfd
  remote VCCV            : alert ttl lsp-ping bfd
  local control word     : disable       remote control word  : disable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10031
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 1 days, 22 hours, 15 minutes, 9 seconds
  up time                : 0 days, 22 hours, 54 minutes, 57 seconds
  last change time       : 0 days, 22 hours, 54 minutes, 57 seconds
  VC last up time        : 2010/10/09 19:26:37
  VC total up time       : 1 days, 20 hours, 42 minutes, 30 seconds
  CKey                   : 16
  NKey                   : 15
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --

<ASBR-PE2> display mpls l2vc interface Vlanif 30
 *client interface       : Vlanif30 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 4.4.4.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552         remote VC lab      el      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500          remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : Disable
  remote VCCV            : Disable
  local control word     : disable       remote control word  : disable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10031
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 1 days, 22 hours, 15 minutes, 9 seconds
  up time                : 0 days, 22 hours, 54 minutes, 57 seconds
  last change time       : 0 days, 22 hours, 54 minutes, 57 seconds
  VC last up time        : 2010/10/09 19:26:37
  VC total up time       : 1 days, 20 hours, 42 minutes, 30 seconds
  CKey                   : 17
  NKey                   : 18
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

版权所有 © 华为技术有限公司

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=172 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=156 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=156 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=156 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=156 ms

  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 156/159/172 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 mpls l2vc 2.2.2.9 100
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- ASBR-PE1 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE1
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 mpls l2vc 1.1.1.9 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- ASBR-PE2 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE2
#
vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif30
 mpls l2vc 4.4.4.9 100
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 mpls l2vc 3.3.3.9 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#

interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
```


版权所有 © 华为技术有限公司

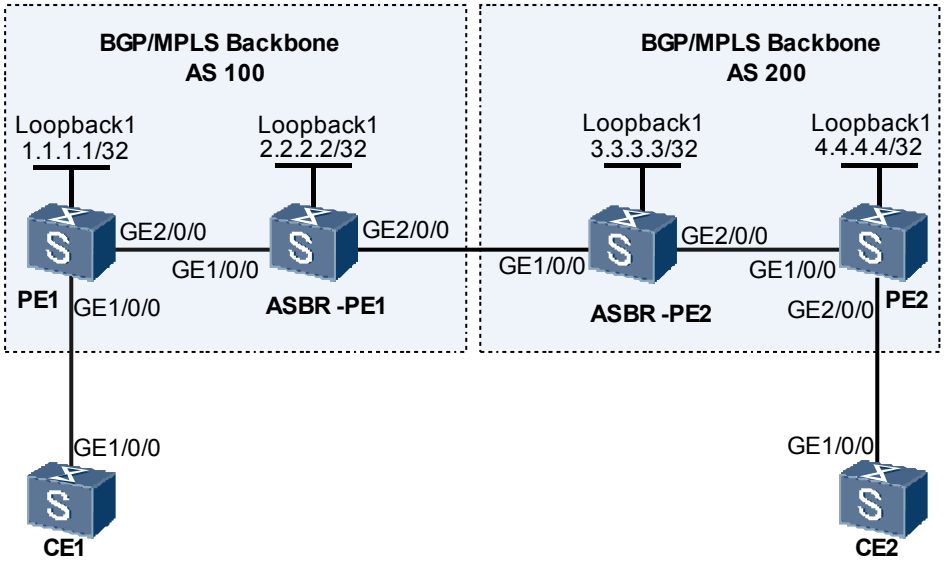
```
#
return
```

配置跨域 Kompella VLL 示例－OptionA

组网需求

如图 6-356，MPLS 骨干网设备使用 OSPF 作为 IGP 实现同一个 AS 内部的互通。要求采用 OptionA 方式实现跨域 Kompella VLL，把对端 ASBR 看成 CE。

图 6-356 配置跨域 Kompella VLL 组网图－OptionA



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	20.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.1/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	40.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	-
	Loopback1	-	4.4.4.4/32
ASBR-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	-
	Loopback1	-	2.2.2.2/32
ASBR-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	40.1.1.1/24
	Loopback1	-	3.3.3.3/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.1.1.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置跨域 Kompella VLL（OptionA）的基本功能：

1. 在骨干网上运行 IGP 协议，使同一个 AS 域内的各设备能互通。
2. 在骨干网上使能 MPLS，在 PE 与 ASBR-PE 之间建立动态 LSP 隧道。
3. 同一 AS 的 PE 和 ASBR-PE 之间建立 IBGP。
4. 在 PE 和相同 AS 的 ASBR-PE 之间创建 Kompella 方式 VLL 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 配置 OSPF 所需的数据。
- PE 及 ASBR PE 上的 MPLS LSR-ID。
- PE 和 ASBR PE 上的 L2VPN 实例名、路由标识 RD 及收发路由属性 VPN-Target。
- PE 和 ASBR PE 上 CE 连接的名称、CE ID、CE-Range（默认值为 10）、Default-Offset（为 1 或 0，默认值为 0）。

操作步骤

步骤 1 按图 6-356 配置个接口所属 VLAN

具体配置过程略

步骤 2 配置骨干网的 IGP 协议

在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 ASBR-PE 的互通。本例采用 OSPF。

具体配置过程略。注意发布 Loopback 1 的地址给 IBGP Peer。

配置完成后，同一个 AS 域内的 ASBR-PE 与 PE 之间应能互相学习到对方的 Loopback1 接口地址。执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 ASBR 和 PE 都能互相学习到对方的 Loopback1 接口地址。

以 PE1 为例：

```
<PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 9

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.2/32  OSPF    10   2           D   20.1.1.2        Vlanif20
       20.1.1.0/30  Direct  0    0           D   20.1.1.1        Vlanif20
       20.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
     20.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

且同一个 AS 域内的 ASBR-PE 与 PE 之间能够互相 ping 通对方的 Loopback1 接口。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<PE1> ping 2.2.2.2
  PING 2.2.2.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=60 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=60 ms

  --- 2.2.2.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 60/78/90 ms
```

步骤 3 使能 MPLS，建立 LSP 隧道

在同一 AS 域内的 PE 和 ASBR-PE 上使能 MPLS，建立 LDP LSP。

具体配置过程略。

配置完成后，同一 AS 域内的 PE 和 ASBR-PE 之间应该建立起 LDP 邻居，在各 S9700 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到显示结果中 Session State 项为“Operational”。

以 PE1 为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.2:0         Operational DU   Passive  0000:01:03  2/2
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 4 配置 IBGP

在 PE1 与 ASBR-PE1 之间，PE2 与 ASBR-PE2 之间配置 MP-IBGP。

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack 1
[PE1-bgp] quit
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] bgp 100
[ASBR-PE1-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[ASBR-PE1-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
[ASBR-PE1-bgp] quit
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] bgp 200
[ASBR-PE2-bgp] peer 4.4.4.4 as-number 200
[ASBR-PE2-bgp] peer 4.4.4.4 connect-interface loopback 1
[ASBR-PE2-bgp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 200
[PE2-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 200
[PE2-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface loopback 1
[PE2-bgp] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

完成此步配置，执行 **display bgp peer** 命令，可看到 PE1 与相同 AS 的 ASBR-PE 之间的 IBGP 对等体状态为“Established”。以 PE1 的显示为例：

```
[PE1] display bgp peer

 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ Up/Down       State   PrefRcv

2.2.2.2           4   100        2        3     0  00:00:03 Established       0
```

步骤 5 BGP L2VPN 地址族视图下使能 BGP 对等体

在 PE 和 ASBR-PE 上的 BGP L2VPN 地址族视图下使能 BGP 对等体，以互相传递 L2VPN 实例信息。

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] l2vpn-family
[PE1-bgp-af-l2vpn] peer 2.2.2.2 enable
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] bgp 100
[ASBR-PE1-bgp] l2vpn-family
[ASBR-PE1-bgp-af-l2vpn] peer 1.1.1.1 enable
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] bgp 200
[ASBR-PE2-bgp] l2vpn-family
[ASBR-PE2-bgp-af-l2vpn] peer 4.4.4.4 enable
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 200
[PE2-bgp] l2vpn-family
[PE2-bgp-af-l2vpn] peer 3.3.3.3 enable
```

步骤 6 PE 间建立 Kompella L2VPN 连接

此步需完成如下步骤：

- 在 PE 和 ASBR PE 设备上使能 MPLS L2VPN。
- 在 PE1 和 PE2 上创建 VPN 实例和 CE 连接。
- 在 CE1 和 CE2 的接入接口上配置同网段的 IP 地址。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] route-distinguisher 100:1
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] mtu 1500
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] vpn-target 1:1 both
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] ce ce1 id 1 range 10 default-offset 0
[PE1-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce1] connection ce-offset 2 interface vlanif 10
[PE1-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce1] quit
[PE1-mpls-l2vpn-vpn1] quit
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] mpls l2vpn
[ASBR-PE1-l2vpn] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[ASBR-PE1] mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
[ASBR-PE1-mpls-l2vpn-vpn1] route-distinguisher 100:2
[ASBR-PE1-mpls-l2vpn-vpn1] mtu 1500
[ASBR-PE1-mpls-l2vpn-vpn1] vpn-target 1:1 both
[ASBR-PE1-mpls-l2vpn-vpn1] ce ce2 id 2 range 10 default-offset 0
[ASBR-PE1-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce2] connection ce-offset 1 interface vlanif 30
[ASBR-PE1-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce2] quit
[ASBR-PE1-mpls-l2vpn-vpn1] quit
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] mpls l2vpn
[ASBR-PE2-l2vpn] quit
[ASBR-PE2] mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
[ASBR-PE2-mpls-l2vpn-vpn1] route-distinguisher 200:1
[ASBR-PE2-mpls-l2vpn-vpn1] mtu 1500
[ASBR-PE2-mpls-l2vpn-vpn1] vpn-target 1:1 both
[ASBR-PE2-mpls-l2vpn-vpn1] ce ce3 id 3 range 10 default-offset 0
[ASBR-PE2-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce3] connection ce-offset 4 interface vlanif 30
[ASBR-PE2-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce3] quit
[ASBR-PE2-mpls-l2vpn-vpn1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] route-distinguisher 200:2
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] mtu 1500
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] vpn-target 1:1 both
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] ce ce4 id 4 range 10 default-offset 0
[PE2-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce4] connection ce-offset 3 interface vlanif 50
[PE2-mpls-l2vpn-ce-vpn1-ce4] quit
[PE2-mpls-l2vpn-vpn1] quit
```

配置 CE1。

```
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] interface vlanif 50
[CE2-Vlanif50] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif50] quit
```

步骤 7 验证配置结果

在 PE1 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2VC，VC state 为 UP。

以 PE1 和 ASBR-PE2 的显示为例。

PE1 上的显示：

```
<PE1> display mpls l2vpn connection interface vlanif 10
conn-type: remote
     local vc state:            up
     remote vc state:           up
     local ce-id:               1
     local ce name:             ce1
     remote ce-id:              2
     intf(state,encap):         Vlanif10(up,vlan)
     peer id:                   2.2.2.2
     route-distinguisher:       100:2
     local vc label:            31745
     remote vc label:           35852
     tunnel policy:             default
     CKey:                      19
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    NKey:                       3
    primary or secondary:       primary
    forward entry exist or not:  true
    forward entry active or not:true
    manual fault set or not:    not set
    AC OAM state:               up
    BFD for PW session index:   --
    BFD for PW state:           invalid
    BFD for LSP state:          true
    Local C bit is not set
    Remote C bit is not set
    tunnel type: lsp
    tunnel id: 0x10002
    Slave tunnel type:          lsp
    Slave tunnel id:            0x0
```

ASBR-PE2 上的显示：

```
<ASBR-PE2> display mpls l2vpn connection interface vlanif 30
conn-type: remote
    local vc state:             up
    remote vc state:            up
    local ce-id:                3
    local ce name:              ce3
    remote ce-id:               4
    intf(state,encap):          Vlanif30(up,vlan)
    peer id:                    4.4.4.4
    route-distinguisher:        200:2
    local vc label:             31746
    remote vc label:            35853
    tunnel policy:              default
    CKey:                       19
    NKey:                       3
    primary or secondary:       primary
    forward entry exist or not:  true
    forward entry active or not:true
    manual fault set or not:    not set
    AC OAM state:               up
    BFD for PW session index:   --
    BFD for PW state:           invalid
    BFD for LSP state:          true
    Local C bit is not set
    Remote C bit is not set
    tunnel type: lsp
    tunnel id: 0x10001
    Slave tunnel type:          lsp
    Slave tunnel id:            0x0
```

CE1 与 CE2 可以相互 Ping 通对方。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=125 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=125 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=94 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=125 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=125 ms

  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 94/118/125 ms
```

----结束

版权所有 © 华为技术有限公司

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
#
interface Vlanif 20
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
 mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  ce ce1 id 1 range 10 default-offset 0
   connection ce-offset 2 interface Vlanif10
 #
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.2 enable
 #
 l2vpn-family
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.2 enable
#
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- ASBR-PE1 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE1
#
 vlan batch 20 30
 #
mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
 mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
  route-distinguisher 100:2
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  ce ce2 id 2 range 10 default-offset 0
   connection ce-offset 1 interface Vlanif30
 #
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
 #
 l2vpn-family
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- ASBR-PE2 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE2
#
 vlan batch 30 40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
bgp 200
 peer 4.4.4.4 as-number 200
 peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack1
#
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 4.4.4.4 enable
#
 l2vpn-family
  undo policy vpn-target
  peer 4.4.4.4 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
 mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
  route-distinguisher 200:1
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  ce ce3 id 3 range 10 default-offset 0
   connection ce-offset 4 interface Vlanif30
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif50
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
bgp 200
 peer 3.3.3.3 as-number 200
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 l2vpn-family
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.3 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
#
 mpls l2vpn vpn1 encapsulation vlan
  route-distinguisher 200:2
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  ce ce4 id 4 range 10 default-offset 0
   connection ce-offset 3 interface Vlanif50
 #
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif 50
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
return
```

6.10.6 PWE3 配置

通过组建 PWE3 网络，可以在 MPLS 网络上透明传输用户数据。

配置单跳动态 PW 示例

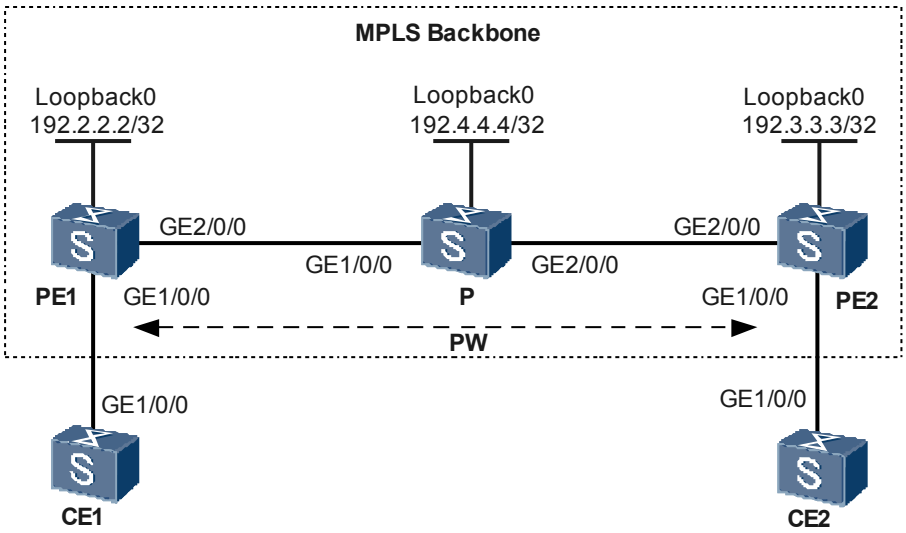
组网需求

如图 6-357,PE1 和 PE2 用 MPLS 骨干网连接。

要求使用 LSP 隧道，在 PE1 和 PE2 之间建立动态 PW。

版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-357 配置单跳动态 PW 组网图－使用 LSP 隧道



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback1	-	192.2.2.2/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.2.2.2/24
	Loopback1	-	192.3.3.3/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	10.2.2.1/24
	Loopback1	-	192.4.4.4/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置单跳动态 PW（使用 LSP 隧道）的基本功能：

1. 在骨干网上运行 IGP 路由协议，使骨干网各设备能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。且 PW 两端的 PE 之间要建立 MPLS LDP 远端对等体关系。
3. 在 PE 上创建 MPLS L2VC 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

版权所有 © 华为技术有限公司

- PW 两端的 L2VC ID（必须一致）。
- 各个 PE 及 P 上的 MPLS LSR-ID。
- 设置 PE 远端对等体的 IP 地址。

操作步骤

步骤 1 按图 6-357 配置 CE、PE 和 P 的各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

具体配置过程略。

步骤 2 配置 MPLS 骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF。

具体配置过程略。

完成此步骤后，执行命令 **display ip routing-table**，可以看到 PE1 和 PE2 相互之间有 OSPF 协议发现的对方 Loopback0 的 IP 路由，并应能互相 Ping 通。

```
<PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 12        Routes : 12

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        10.1.1.0/24  Direct 0    0           D  10.1.1.1        Vlanif20
        10.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      10.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
        10.2.2.0/24  OSPF   10   2           D  10.1.1.2        Vlanif20
       127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
     127.0.0.255/32  Direct 0    0           D   127.0.0.1      InLoopBack0
       192.2.2.2/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
       192.3.3.3/32  OSPF   10   3           D  10.1.1.2        Vlanif20
       192.4.4.4/32  OSPF   10   2           D  10.1.1.2        Vlanif20
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0

<PE1> ping 192.3.3.3
  PING 192.3.3.3: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 192.3.3.3: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=230 ms
    Reply from 192.3.3.3: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=120 ms
    Reply from 192.3.3.3: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=120 ms
    Reply from 192.3.3.3: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=120 ms
    Reply from 192.3.3.3: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=90 ms

  --- 192.3.3.3 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 90/136/230 ms
```

步骤 3 使能 MPLS，建立隧道和 LDP 远端会话

在 MPLS 骨干网上使能 MPLS，并在 PE 之间建立 LSP 隧道和 LDP remote session。

具体配置过程略。

完成此步配置后，执行命令 可以看到 PE 之间、PE 与 P 之间建立了 LDP Session，且状态为 Operational。

以 PE1 的显示为例。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 192.3.3.3:0       Operational DU   Passive  0000:00:04  18/18
 192.4.4.4:0       Operational DU   Passive  0000:00:05  21/21
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 4 创建 VC 连接

在 PE1、PE2 上使能 MPLS L2VPN，在两个 PE 上创建 VC 连接。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc 192.3.3.3 100
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls l2vc 192.2.2.2 100
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 5 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2VC，状态为 UP。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 192.3.3.3
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552         remote VC label      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
PW APS ID              : 0
PW APS Status          : --
TTL Value              : 1
link state             : up
local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
local VCCV             : alert lsp-ping bfd
remote VCCV            : alert lsp-ping bfd
local control word     : disable      remote control word  : disable
tunnel policy name     : --
PW template name       : --
primary or secondary   : primary
load balance type      : flow
Access-port            : false
Switchover Flag        : false
VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
  NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x4800200f
  Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
create time            : 0 days, 0 hours, 7 minutes, 16 seconds
up time                : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 6 seconds
last change time       : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 6 seconds
VC last up time        : 2010/11/14 19:10:07
VC total up time       : 0 days, 3 hours, 28 minutes, 39 seconds
CKey                   : 8
NKey                   : 7
PW redundancy mode     : --
AdminPw interface      : --
AdminPw link state     : --
Diffserv Mode          : uniform
Service Class          : --
Color                  : --
DomainId               : --
Domain Name            : --
```

CE1 和 CE2 应能相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=2 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=28 ms
  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 2/15/31 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 192.2.2.2
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 192.3.3.3
 remote-ip 192.3.3.3
#
interface  Vlanif10
 mpls l2vc 192.3.3.3 100
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 192.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
area 0.0.0.0
  network 192.2.2.2 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 40
#
 mpls lsr-id 192.4.4.4
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 192.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.4.4.4 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 192.3.3.3
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 192.2.2.2
 remote-ip 192.2.2.2
#
interface Vlanif30
 mpls l2vc 192.2.2.2 100
#
interface Vlanif40
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 192.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.3.3.3 0.0.0.0
  network 10.2.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 30
#
interface Vlanif30
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
return
```

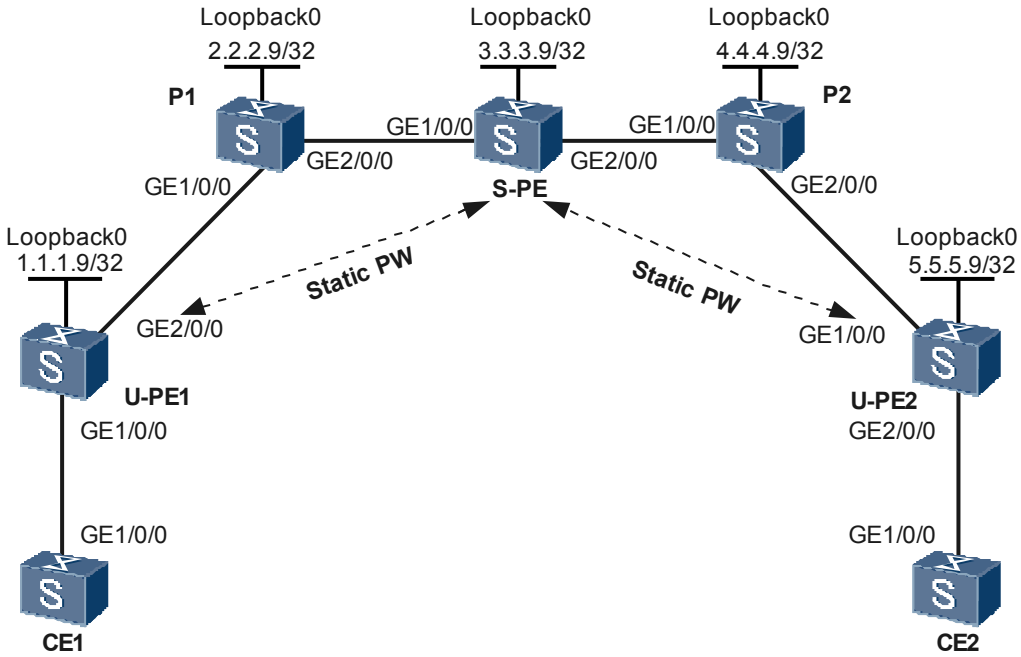

版权所有 © 华为技术有限公司

配置纯静态 PW 多跳示例

组网需求

要求 U-PE1 与 U-PE2 之间建立 Static-PW 方式的 MPLS L2VPN。以 S-PE 作为交换节点，建立两跳 Static-PW。

图 6-358 配置纯静态 PW 多跳组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
U-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback0	-	1.1.1.9/32
U-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	40.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	-
	Loopback0	-	5.5.5.9/32
P1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	20.1.1.1/24
	Loopback0	-	2.2.2.9/32
P2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	30.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	40.1.1.1/24
	Loopback0	-	4.4.4.9/32
S-PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	30.1.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	Loopback0	-	3.3.3.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置纯静态 PW 多跳基本功能：

1. 在骨干网上运行普通路由协议，使骨干网各设备能互通。
2. 骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。
3. 在 U-PE 上创建静态 MPLS L2VC 连接。
4. 由于是多跳，需要在交换节点 S-PE 上创建交换 PW。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- U-PE1 与 U-PE2 上的 L2VC ID。
- U-PE1、S-PE、P1、P2 及 U-PE2 的 MPLS LSR-ID。
- 在 U-PE 上使用的 PW 模板名称及模板属性。
- 配置静态 PW 所需的 VC 标签值（注意两端 VC 标签值的对应关系）。
- 在 S-PE 上交换 PW 的封装类型。

操作步骤

步骤 1 按图 6-358 配置各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

具体配置过程略。

步骤 2 配置 MPLS 骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF。

按图 6-358 配置 U-PE、S-PE 及 P 的各接口地址。配置 OSPF 时，注意需要发布 U-PE1、S-PE 和 U-PE2 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力，建立隧道

在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力。在 U-PE1 与 S-PE、SPE 与 U-PE2 间建立 LSP 隧道。具体配置过程略。

步骤 4 创建 VC 连接

在 U-PE1、U-PE2 和 S-PE 上使能 MPLS L2VPN，在两个 U-PE 上创建 VC 连接。

配置 U-PE1。

```
[U-PE1] mpls l2vpn
[U-PE1-l2vpn] quit
[U-PE1] pw-template pwt
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[U-PE1-pw-template-pwt] peer-address 3.3.3.9
[U-PE1-pw-template-pwt] quit
[U-PE1] interface vlanif 10
[U-PE1-Vlanif10] mpls static-l2vc pw-template pwt 100 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label 100
[U-PE1-Vlanif10] quit
```

配置 S-PE。

```
[S-PE] mpls l2vpn
[S-PE-l2vpn] quit
[S-PE] mpls switch-l2vc 5.5.5.9 100 trans 200 recv 200 between 1.1.1.9 100 trans 100 recv 100
encapsulation vlan
```

配置 U-PE2。

```
[U-PE2] mpls l2vpn
[U-PE2-l2vpn] quit
[U-PE2] pw-template pwt
[U-PE2-pw-template-pwt] peer-address 3.3.3.9
[U-PE2-pw-template-pwt] quit
[U-PE2] interface vlanif 60
[U-PE2-Vlanif60] mpls static-l2vc pw-template pwt 100 transmit-vpn-label 200 receive-vpn-label 200
[U-PE2-Vlanif60] quit
```

说明

对于在 U-PE 上配置的 transmit-vpn-label 标签必须与 S-PE 上的 recv 标签需要保持一致，在 U-PE 上配置的 receive-vpn-label 标签必须与 S-PE 上的 trans 标签需要保持一致，否则 CE 之间无法正常互通。

步骤 5 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2VC，状态为 UP。

以 U-PE1 和 S-PE 的显示为例：

```
<U-PE1> display mpls static-l2vc interface vlanif 10
 *Client Interface   : Vlanif10 is up
  AC Status          : up
  VC State           : up
  VC ID              : 100
  VC Type            : VLAN
  Destination        : 3.3.3.9
  Transmit VC Label  : 100
  Receive VC Label   : 100
  Label Status       : 0
  Token Status       : 0
  Control Word       : Disable
  VCCV Capabilty     : alert lsp-ping bfd
  active state         : active
  OAM Protocol         :
  OAM Status           :
  OAM Fault Type       :
  PW APS ID            : 0
  PW APS Status        :
  TTL Value            : 1
  Link State           : up
  Tunnel Policy      : --
  PW Template Name   : pwt
  Main or Secondary  : Main
  load balance type    : flow
  Access-port          : false
  VC tunnel/token info : 1 tunnels/tokens
    NO.0 TNL Type : lsp , TNL ID : 0x4800200f
    Backup TNL Type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  Create time          : 0 days, 0 hours, 13 minutes, 7 seconds
  UP time              : 0 days, 0 hours, 10 minutes, 23 seconds
  Last change time     : 0 days, 0 hours, 10 minutes, 23 seconds
  VC last up time      : 2010/11/14 12:31:31
  VC total up time     : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  CKey                : 2
  NKey                : 3

<S-PE> display mpls switch-l2vc
Total Switch VC : 1, 1 up, 0 down

*Switch-l2vc type             : SVC<---->SVC
 Peer IP Address              : 5.5.5.9, 1.1.1.9
 VC ID                        : 100, 100
 VC Type                      : VLAN
 VC State                     : up
 In/Out Label                 : 200/200, 100/100
 InLabel Status               : 0 , 0
 Control Word                 : Disable, Disable
 VCCV Capability              : alert ttl lsp-ping bfd, alert ttl lsp-ping bfd
 Switch-l2vc tunnel info      :
                                1 tunnels for peer 5.5.5.9
                                NO.0  TNL Type : lsp   , TNL ID : 0x48002000
                                1 tunnels for peer 1.1.1.9
                                NO.0  TNL Type : lsp   , TNL ID : 0x48002004
 CKey                         : 44, 1
 NKey                         : 43, 3
 Tunnel policy                : --, --
 Create time                  : 0 days, 0 hours, 12 minutes, 13 seconds
 UP time                      : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 16 seconds
 Last change time             : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 16 seconds
 VC last up time              : 2010/11/14 12:31:31
 VC total up time             : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=188 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=187 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=187 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=188 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=188 ms

  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 187/187/188 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- U-PE1 的配置文件

```
#
 sysname U-PE1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template pwt
 peer-address 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 mpls static-l2vc pw-template pwt 100 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label 100
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- S-PE 的配置文件

```
#
 sysname S-PE
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
 mpls switch-l2vc 5.5.5.9 100 trans 200 recv 200 between 1.1.1.9 100 trans 100 recv 100
encapsulation vlan
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif50
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- U-PE2 的配置文件

```
#
 sysname U-PE2
#
 vlan batvh 50 60
#
 mpls lsr-id 5.5.5.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template pwt
 peer-address 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 mpls static-l2vc pw-template pwt 100 transmit-vpn-label 200 receive-vpn-label 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.9 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

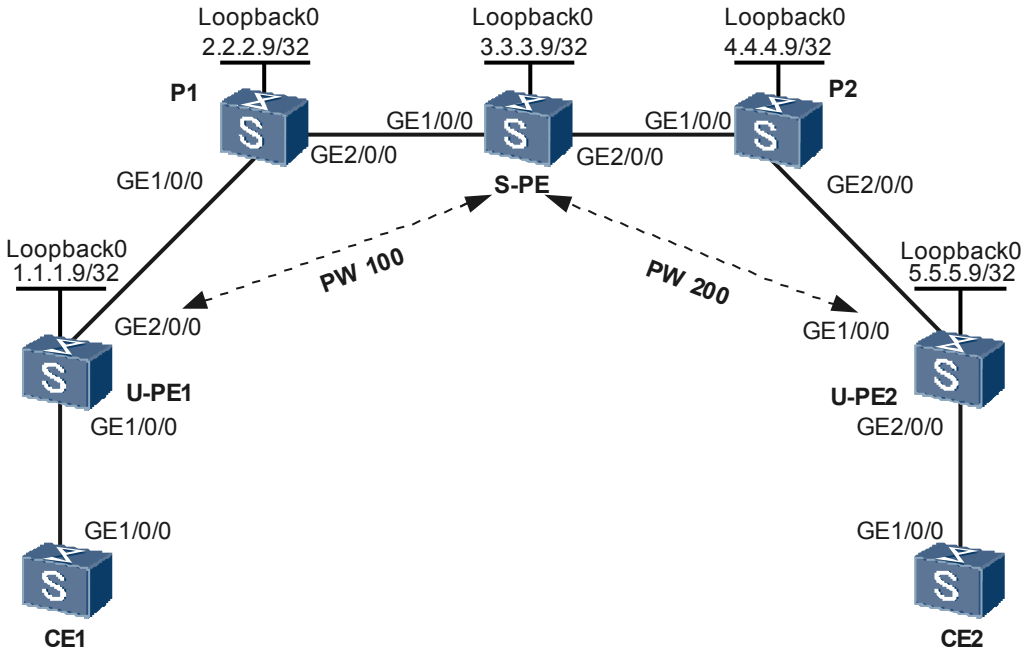
```
 vlan batch 60
#
interface Vlanif60
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
return
```

配置纯动态 PW 多跳示例

组网需求

如图 6-359 所示。U-PE1 和 U-PE2 通过 MPLS 骨干网连接。使用 LSP 隧道，并以 S-PE 作为交换节点，在 U-PE1 和 U-PE2 之间建立多跳动态 PW。

图 6-359 配置纯动态 PW 多跳组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
U-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback0	-	1.1.1.9/32
U-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	40.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	-
	Loopback0	-	5.5.5.9/32
P1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	20.1.1.1/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

	Loopback0	-	2.2.2.9/32
P2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	30.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	40.1.1.1/24
	Loopback0	-	4.4.4.9/32
S-PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	30.1.1.1/24
	Loopback0	-	3.3.3.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置纯动态 PW 多跳的基本功能：

1. 在骨干网上运行 IGP 路由协议，使骨干网各设备能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。U-PE1 与 S-PE 之间、U-PE2 与 S-PE 之间需建立 MPLS LDP 远端对等体关系。
3. 创建 PW 模板，并使能控制字和 LSP Ping 功能。
4. 在 U-PE 上配置动态 PW。
5. 在交换节点 S-PE 上创建交换 PW。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- U-PE1 与 U-PE2 上的 L2VC ID（应设置成不同值）。
- U-PE1、S-PE、P1、P2 及 U-PE2 的 MPLS LSR-ID。
- 远端对等体的 Remote-IP。
- 交换 PW 的封装类型。
- U-PE 上的 PW 模板名及模板参数。

操作步骤

步骤 1 按图 6-359 配置各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

具体配置过程略。

步骤 2 配置 MPLS 骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例采用 OSPF。

配置 U-PE、S-PE 和 P 各接口的 IP 地址。配置 OSPF 时，注意需要发布 U-PE1、S-PE 和 U-PE2 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置完成后，在 U-PE、P 或者 S-PE 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到都已学到彼此 LSR ID 的路由。以 S-PE 上的显示为例：

```
<S-PE> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 18        Routes : 18

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  OSPF    10   3           D   20.1.1.1        Vlanif30
        2.2.2.9/32  OSPF    10   2           D   20.1.1.1        Vlanif30
        3.3.3.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        4.4.4.9/32  OSPF    10   2           D   30.1.1.2        Vlanif40
        5.5.5.9/32  OSPF    10   3           D   30.1.1.2        Vlanif40
       10.1.1.0/24  OSPF    10   2           D   20.1.1.1        Vlanif30
       20.1.1.0/24  Direct  0    0           D   20.1.1.2        Vlanif30
       20.1.1.2/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
     20.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       30.1.1.0/24  Direct  0    0           D   30.1.1.1        Vlanif40
       30.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
     30.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       40.1.1.0/24  OSPF    10   2           D   30.1.1.2        Vlanif40
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

U-PE 之间可以互相 Ping 通，以 U-PE1 的显示为例。

```
<U-PE1> ping 40.1.1.2
  PING 40.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=252 time=160 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=252 time=120 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=252 time=150 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=252 time=150 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=252 time=160 ms

  --- 40.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 120/148/160 ms
```

步骤 3 使能 MPLS，建立 LSP 隧道和远端 LDP 会话

在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力，在 U-PE1 与 S-PE 之间及 S-PE 和 U-PE2 之间建立隧道和远端 LDP 会话。

配置 U-PE1

```
[U-PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[U-PE1] mpls
[U-PE1-mpls] quit
[U-PE1] mpls ldp
[U-PE1-mpls-ldp] quit
[U-PE1] interface vlanif 20
[U-PE1-Vlanif20] mpls
[U-PE1-Vlanif20] mpls ldp
[U-PE1-Vlanif20] quit
[U-PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[U-PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[U-PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 P1

```
[P1] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P1] mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P1-mpls] quit
[P1] mpls ldp
[P1-mpls-ldp] quit
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls
[P1-Vlanif20] mpls ldp
[P1-Vlanif20] quit
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] mpls
[P1-Vlanif30] mpls ldp
[P1-Vlanif30] quit
```

配置 S-PE

```
[S-PE] mpls lsr-id 3.3.3.9
[S-PE] mpls
[S-PE-mpls] quit
[S-PE] mpls ldp
[S-PE-mpls-ldp] quit
[S-PE] interface vlanif 30
[S-PE-Vlanif30] mpls
[S-PE-Vlanif30] mpls ldp
[S-PE-Vlanif30] quit
[S-PE] interface vlanif 40
[S-PE-Vlanif40] mpls
[S-PE-Vlanif40] mpls ldp
[S-PE-Vlanif40] quit
[S-PE] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[S-PE-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[S-PE-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
[S-PE] mpls ldp remote-peer 5.5.5.9
[S-PE-mpls-ldp-remote-5.5.5.9] remote-ip 5.5.5.9
[S-PE-mpls-ldp-remote-5.5.5.9] quit
```

配置 P2

```
[P2] mpls lsr-id 4.4.4.9
[P2] mpls
[P2-mpls] quit
[P2] mpls ldp
[P2-mpls-ldp] quit
[P2] interface vlanif 40
[P2-Vlanif40] mpls
[P2-Vlanif40] mpls ldp
[P2-Vlanif40] quit
[P2] interface vlanif 50
[P2-Vlanif50] mpls
[P2-Vlanif50] mpls ldp
[P2-Vlanif50] quit
```

配置 U-PE2

```
[U-PE2] mpls lsr-id 5.5.5.9
[U-PE2] mpls
[U-PE2-mpls] quit
[U-PE2] mpls ldp
[U-PE2-mpls-ldp] quit
[U-PE2] interface vlanif 50
[U-PE2-Vlanif50] mpls
[U-PE2-Vlanif50] mpls ldp
[U-PE2-Vlanif50] quit
[U-PE2] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[U-PE2-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[U-PE2-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置完成后，在各 U-PE、P 或者 S-PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 LDP 会话建立情况并可以看到显示结果中 Session State 项为 Operational。执行 **display mpls ldp peer** 命令可以看到 LDP 对等体的建立情况。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。以 S-PE 上的显示为例：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<S-PE> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge       KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9:0         Operational DU   Active   0000:00:14   57/57
 2.2.2.9:0         Operational DU   Active   0000:00:14   56/56
 4.4.4.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:05   22/22
 5.5.5.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:12   52/52
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 4 session(s) Found.

<S-PE> display mpls ldp peer

LDP Peer Information in Public network
 A '*' before a peer means the peer is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID               TransportAddress   DiscoverySource
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9:0            1.1.1.9            Remote Peer : 1.1.1.9
 2.2.2.9:0            2.2.2.9            Vlanif30
 4.4.4.9:0            4.4.4.9            Vlanif40
 5.5.5.9:0            5.5.5.9            Remote Peer : 5.5.5.9
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 4 Peer(s) Found.

<S-PE> display mpls lsp
-------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
-------------------------------------------------------------------
FEC               In/Out Label  In/Out IF                    Vrf Name
3.3.3.9/32        3/NULL        -/-
1.1.1.9/32        NULL/1024     -/Vlanif30
1.1.1.9/32        1024/1024     -/Vlanif30
2.2.2.9/32        NULL/3        -/Vlanif30
2.2.2.9/32        1025/3        -/Vlanif30
4.4.4.9/32        NULL/3        -/Vlanif40
4.4.4.9/32        1027/3        -/Vlanif40
5.5.5.9/32        NULL/1027     -/Vlanif40
5.5.5.9/32        1026/1027     -/Vlanif40
```

步骤 4 创建并配置 PW 模板

在 U-PE 上创建 PW 模板，并使能控制字和 LSP Ping 功能。

配置 U-PE1

```
[U-PE1] pw-template pwt
[U-PE1-pw-template-pwt] peer-address 3.3.3.9
[U-PE1-pw-template-pwt] control-word
[U-PE1-pw-template-pwt] quit
```

配置 U-PE2

```
[U-PE2] pw-template pwt
[U-PE2-pw-template-pwt] peer-address 3.3.3.9
[U-PE2-pw-template-pwt] control-word
[U-PE2-pw-template-pwt] quit
```

说明

配置动态 PW 时，也可以不使用 PW 模板。这种情况下，在验证配置结果中不能检测 PW 的连接性和收集 PW 的路径信息。即不能使用 **ping vc** 和 **tracert vc** 命令。

步骤 5 创建 VC 连接

在 U-PE1、U-PE2 和 S-PE 上使能 MPLS L2VPN。

版权所有 © 华为技术有限公司

在 U-PE 上配置动态 PW，并在 S-PE 完成纯动态 PW 的交换。

配置 U-PE1。

```
[U-PE1] mpls l2vpn
[U-PE1-l2vpn] quit
[U-PE1] interface vlanif 10
[U-PE1-Vlanif10] mpls l2vc pw-template pwt 100
[U-PE1-Vlanif10] quit
```

配置 S-PE。

```
[S-PE] mpls l2vpn
[S-PE-l2vpn] quit
[S-PE] mpls switch-l2vc 1.1.1.9 100 between 5.5.5.9 200 encapsulation vlan
```

配置 U-PE2。

```
[U-PE2] mpls l2vpn
[U-PE2-l2vpn] quit
[U-PE2] interface vlanif 60
[U-PE2-Vlanif60] mpls l2vc pw-template pwt 200
[U-PE2-Vlanif60] quit
```

步骤 6 验证配置结果

1. 查看 PWE3 的连接信息

   在 U-PE 和 S-PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2 VC，VC State 为 UP。

   以 U-PE1 的显示为例：

```
<U-PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552         remote VC label      : 23553
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500          remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : cw alert lsp-ping bfd
  remote VCCV            : cw alert lsp-ping bfd
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  local control word     : enable       remote control word  : enable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : pwt
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0 TNL type : lsp , TNL ID : 0x4800200f
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 0 days, 0 hours, 15 minutes, 3 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 15 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 15 seconds
  VC last up time        : 2011/01/27 12:31:31
  VC total up time       : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
  CKey                   : 16
  NKey                   : 15
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --
```

查看 S-PE 上的交换虚电路状态：

```
<S-PE> display mpls switch-l2vc
Total Switch VC : 1, 1 up, 0 down

*Switch-l2vc type             : LDP<---->LDP
 Peer IP Address              : 5.5.5.9, 1.1.1.9
 VC ID                        : 200, 100
 VC Type                      : VLAN
 VC State                     : up
 VC StatusCode                |PSN |OAM | FW |     |PSN |OAM | FW |
                  -Local VC :| UP | UP | UP |     | UP | UP | UP |
                  -Remote VC:| UP | UP | UP |     | UP | UP | UP |
 Session State                : up, up
 Local/Remote Label           : 23552/23552, 23553/23552
 InLabel Status               : 0 , 0
 Local/Remote MTU             : 1500/1500, 1500/1500
 Local/Remote Control Word    : Enable/Enable, Enable/Enable
 Local/Remote VCCV Capability : cw alert ttl lsp-ping bfd /cw alert ttl lsp-ping bfd , cw alert
ttl lsp-ping bfd /cw alert ttl lsp-ping bfd
 Switch-l2vc tunnel info      :
                               1 tunnels for peer 5.5.5.9
                               NO.0  TNL Type : lsp   , TNL ID : 0x48002000
                               1 tunnels for peer 1.1.1.9
                               NO.0  TNL Type : lsp   , TNL ID : 0x48002004
 CKey                         : 4, 2
 NKey                         : 3, 1
 Tunnel policy                : --, --
 Control-Word transparent     : NO
 Create time                  : 0 days, 0 hours, 13 minutes, 1 seconds
 UP time                      : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 58 seconds
 Last change time             : 0 days, 0 hours, 3 minutes, 58 seconds
 VC last up time              : 2010/01/27 12:46:59
 VC total up time             : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 24 seconds
```

2. 检测 PW 的连接性

在 U-PE 上执行 **ping vc** 命令，可以看到 PW 的连接性正常。以 U-PE1 的显示为例。

```
<U-PE1> ping vc vlan 100 control-word remote 5.5.5.9 200
    Reply from 5.5.5.9: bytes=100 Sequence=1 time = 740 ms
    Reply from 5.5.5.9: bytes=100 Sequence=2 time = 90 ms
    Reply from 5.5.5.9: bytes=100 Sequence=3 time = 160 ms
    Reply from 5.5.5.9: bytes=100 Sequence=4 time = 130 ms
    Reply from 5.5.5.9: bytes=100 Sequence=5 time = 160 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  --- FEC: FEC 128 PSEUDOWIRE (NEW). Type = vlan, ID = 100 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 90/256/740 ms
```

3. 检测 CE 之间的连接性和 CE 之间的路径信息

   CE1 和 CE2 应能相互 Ping 通。

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=180 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=120 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=160 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=160 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=130 ms

  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 120/150/180 ms
```

   CE1 到 CE2 的路径信息。

```
[CE1] tracert 100.1.1.2
 traceroute to  100.1.1.2(100.1.1.2) max hops: 30 ,packet length: 40,press CTRL_C to break
 1 100.1.1.2 250 ms  220 ms  130 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- U-PE1 的配置文件

```
#
 sysname U-PE1
#
vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template pwt
 peer-address 3.3.3.9
 control-word

#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif10
 mpls l2vc pw-template pwt 100
#
interface Vlanif 20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#

interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- S-PE 的配置文件

```
#
 sysname S-PE
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
 mpls switch-l2vc 5.5.5.9 200 between 1.1.1.9 100 encapsulation vlan
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
 mpls ldp remote-peer 5.5.5.9
 remote-ip 5.5.5.9
#
interface Vlanif30
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- U-PE2 的配置文件

```
#
 sysname U-PE2
#
 vlan batch 50 60
#
 mpls lsr-id 5.5.5.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template pwt
 peer-address 3.3.3.9
 control-word

#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif50
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 mpls l2vc pw-template pwt 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.9 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 60
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif60
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
return
```

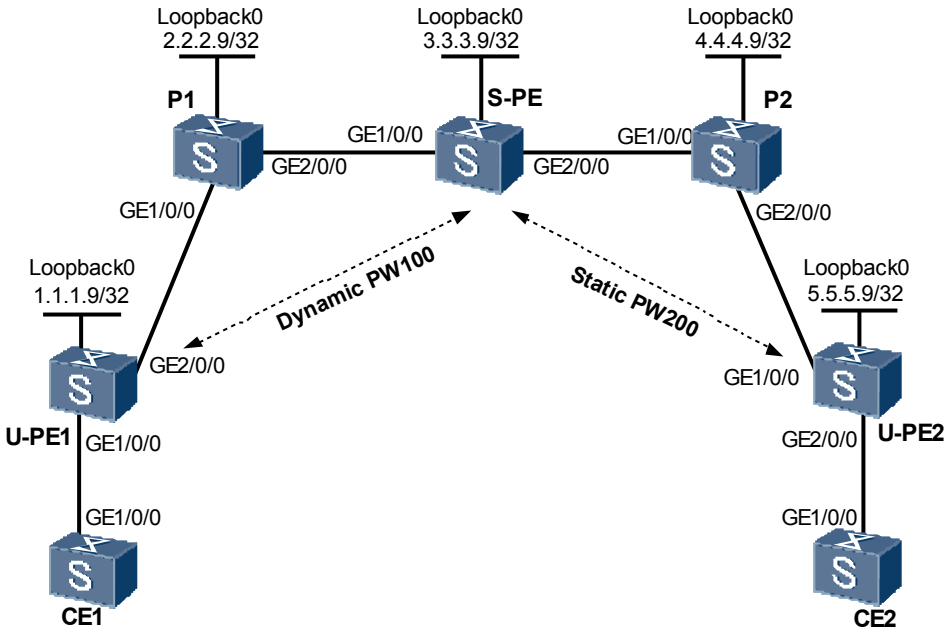
配置静动混合多跳 PW 示例

组网需求

U-PE1 和 U-PE2 通过 MPLS Backbone 连接。

要求以 S-PE 作为交换节点，U-PE1 和 U-PE2 之间建立静动混合多跳 PW。

图 6-360 配置静动混合多跳 PW 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
U-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback0	-	1.1.1.9/32
U-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	40.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	-
	Loopback0	-	5.5.5.9/32
P1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	20.1.1.1/24
	Loopback0	-	2.2.2.9/32
P2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	30.1.1.2/24

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	40.1.1.1/24
	Loopback0	-	4.4.4.9/32
S-PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	30.1.1.1/24
	Loopback0	-	3.3.3.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置静动混合多跳 PW 的基本功能：

1. 在骨干网上运行 IGP 协议，使骨干网各设备能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。
3. U-PE1 与 S-PE 之间建立远端 LDP 会话。
4. 在 U-PE 上创建静态或动态 MPLS L2VC 连接。
5. 由于是多跳，需要在交换节点 S-PE 上创建交换 PW。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- U-PE1 上的 L2VC ID 与 U-PE2 上的 L2VC ID（应设置成不同值）。
- U-PE1、S-PE、P1、P2 和 U-PE2 的 MPLS LSR-ID。
- 在 U-PE2 上配置静态 PW 所应用的 VC 标签（注意两端 VC 标签值的对应关系）。
- PW 的封装类型。
- U-PE2 使用 PW 模板名和模板属性。

操作步骤

步骤 1 按图 6-360 配置各接口所属 VLAN 和 VLANIF 接口的 IP 地址

具体配置过程略。

步骤 2 配置 MPLS 骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF。

按图 6-360 配置 U-PE、S-PE 及 P 的各 VLANIF 接口 IP 地址。配置 OSPF 时，注意需要发布 U-PE1、S-PE 和 U-PE2 的 32 位 Loopback 接口地址。

具体配置过程略。

步骤 3 使能 MPLS，建立隧道，并在 U-PE1 和 S-PE 之间建立远端 LDP 会话

在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和隧道（本例使用 LSP 隧道）。

注意 U-PE1 与 S-PE 之间需要建立远端 LDP 会话。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

具体配置过程略。

步骤 4 创建 VC 连接

在 U-PE1、U-PE2 和 S-PE 上使能 MPLS L2VPN。

在 U-PE1 上配置动态 VC 连接，在 U-PE2 配置静态连接，在 S-PE 上配置静动混合交换 PW。

配置 U-PE1。

```
[U-PE1] mpls l2vpn
[U-PE1] interface vlanif 10
[U-PE1-Vlanif10] mpls l2vc 3.3.3.9 100
[U-PE1-Vlanif10] quit
```

说明

当配置静态 PW 和动态交换 PW 时，注意命令中的关键字 **between** 前后两个 *ip-address vc-id* 的区别：前面是动态 PW 的，后面是静态 PW 的，两者不可互换。

配置 S-PE。

```
[S-PE] mpls l2vpn
[S-PE-l2vpn] quit
[S-PE] mpls switch-l2vc 1.1.1.9 100 between 5.5.5.9 200 trans 200 recv 100 encapsulation vlan
```

配置 U-PE2。

```
[U-PE2] mpls l2vpn
[U-PE2-l2vpn] quit
[U-PE2] pw-template pwt
[U-PE2-pw-template-pwt] peer-address 3.3.3.9
[U-PE2-pw-template-pwt] quit
[U-PE2] interface vlanif 60
[U-PE2-Vlanif60] mpls static-l2vc pw-template pwt 200 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label 200
[U-PE2-Vlanif60] quit
```

步骤 5 验证配置结果

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2 VC，VC State 为 UP。

以 U-PE1 和 S-PE 的显示为例：

```
<U-PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552         remote VC label      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500        remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : alert lsp-ping bfd
  remote VCCV            : alert lsp-ping bfd
  local control word     : disable      remote control word  : disable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0 TNL type : lsp , TNL ID : 0x4800200f
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 0 days, 13 hours, 3 minutes, 37 seconds
  up time                : 0 days, 12 hours, 54 minutes, 46 seconds
  last change time       : 0 days, 12 hours, 54 minutes, 46 seconds
  VC last up time        : 2010/11/24 12:31:31
  VC total up time       : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
  CKey                   : 16
  NKey                   : 15
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --
<S-PE> display mpls switch-l2vc
Total Switch VC : 1, 1 up, 0 down

*Switch-l2vc type             : LDP<---->SVC
 Peer IP Address              : 1.1.1.9, 5.5.5.9
 VC ID                        : 100, 200
 VC Type                      : VLAN
 VC State                     : up
 Session State                : up, None
 Local(In)/Remote(Out) Label  : 23552/23552, 100/200
 InLabel Status               : 0 , 0
 Local/Remote MTU             : 1500/1500, 1500
 Local/Remote Control Word    : Disable/Disable, Disable
 Local/Remote VCCV Capability : alert ttl lsp-ping bfd /alert ttl lsp-ping bfd , alert ttl lsp-ping
bfd
 Switch-l2vc tunnel info      :
                                1 tunnels for peer 1.1.1.9
                                NO.0  TNL Type : lsp   , TNL ID : 0x48002000
                                1 tunnels for peer 5.5.5.9
                                NO.0  TNL Type : lsp   , TNL ID : 0x48002004
 CKey                         : 44, 1
 NKey                         : 43, 3
 Tunnel policy                : --, --
 Create time                  : 0 days, 0 hours, 10 minutes, 59 seconds
 UP time                      : 0 days, 0 hours, 55 minutes, 45 seconds
 Last change time             : 0 days, 0 hours, 55 minutes, 45 seconds
 VC last up time              : 2010/11/24 12:31:31
 VC total up time             : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=270 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=220 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=190 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=190 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=160 ms

  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 160/206/270 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- U-PE1 的配置文件

```
#
 sysname U-PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif10
 mpls l2vc 3.3.3.9 100
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- S-PE 的配置文件

```
#
 sysname S-PE
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
 mpls switch-l2vc 1.1.1.9 100 between 5.5.5.9 200 trans 200 recv 100 encapsulation vlan
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif30
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 50
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- U-PE2 的配置文件

```
#
 sysname U-PE2
#
 vlan batch 50 60
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls lsr-id 5.5.5.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template pwt
 peer-address 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 50
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 60
 mpls static-l2vc pw-template pwt 200 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.9 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 60
#
interface Vlanif 60
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
return
```

配置静态 BFD 检测 PW 示例

组网需求

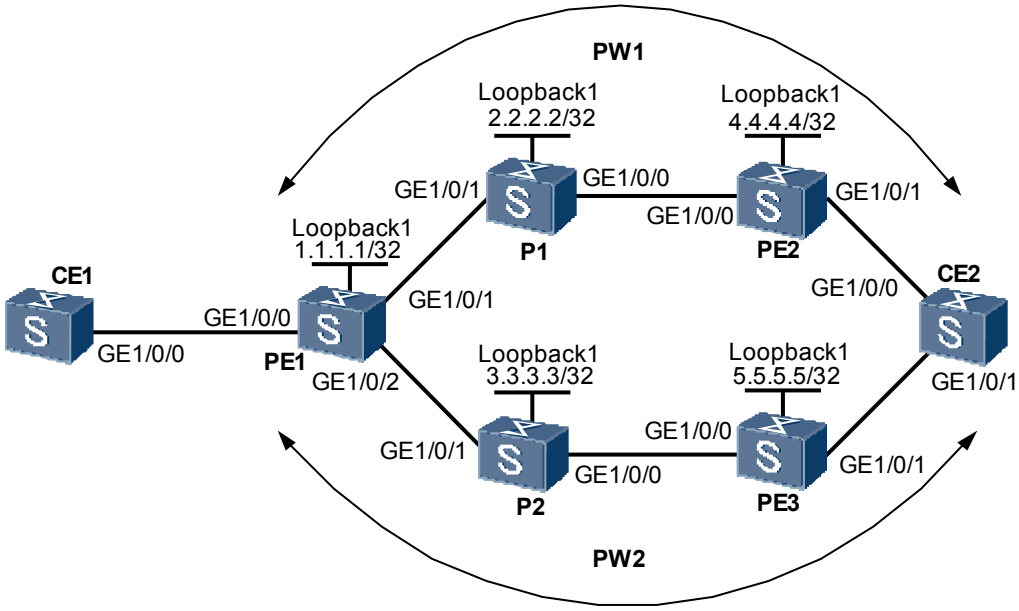
在 MPLS L2VPN 组网方案中：

- PE1 和 PE2 之间建立 PW1（主）。
- PE1 和 PE3 之间建立 PW2（备）。

如图 6-361，要求使用 BFD 检测主备 PW 的连通性，当主 PW 出现故障以后，能够将业务切换到备用 PW 上。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-361 配置静态 BFD 检测 PW 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	100.1.1.1/30
	GigabitEthernet1/0/2	VLANIF 30	200.1.1.1/30
	Loopback1	-	1.1.1.1/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.2.1.2/30
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 50	-
	Loopback1	-	4.4.4.4/32
PE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	200.2.1.2/30
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 70	-
	Loopback1	-	5.5.5.5/32
P1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.2.1.1/30
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 20	100.1.1.2/30
	Loopback1	-	2.2.2.2/32
P2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	200.2.1.1/30
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 30	200.1.1.2/30
	Loopback1	-	4.4.4.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/30（主）
			10.1.2.1/30（从）
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.1.1.2/30
	GigabitEthernet1/0/1	VLANIF 70	10.1.2.2/30

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下思路配置静态 BFD 检测 PW：

1. 配置 MPLS 网络，使网络层可达。
2. 在 PE1 的 AC 接口配置 PW1（PE1 到 PE2）、PW2（PE1 到 PE3），形成主备 PW 关系。
3. 配置 BFD 会话检测 PW1 和 PW2。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 各接口所属 VLAN、VLANIF 接口的 IP 地址。
- PW 的 VC ID。
- BFD 会话的配置名、本地标识符、远端标识符。

操作步骤

步骤 1 按图 6-361 配置各接口所属的 VLAN 及对应 VLANIF 接口的 IP 地址

具体配置过程略。

步骤 2 在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 P 的互通

具体配置过程略。注意需要发布 PE1、PE2 和 PE3 作为 LSR ID 的 32 位 Loopback 接口地址。

配置完成后，在 PE 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 PE1 与 PE2 之间、PE1 与 PE3 之间互相学到到对方 Loopback1 接口的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15        Routes : 15

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.2/32  OSPF    10   2           D   100.1.1.2       Vlanif20
        3.3.3.3/32  OSPF    10   2           D   200.1.1.2       Vlanif30
        4.4.4.4/32  OSPF    10   3           D   100.1.1.2       Vlanif20
        5.5.5.5/32  OSPF    10   3           D   200.1.1.2       Vlanif30
      100.1.1.0/30  Direct  0    0           D   100.1.1.1       Vlanif20
      100.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      100.2.1.0/30  OSPF    10   2           D   100.1.1.2       Vlanif20
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      200.1.1.0/30  Direct  0    0           D   200.1.1.1       Vlanif30
      200.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    200.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      200.2.1.0/30  OSPF    10   2           D   200.1.1.2       Vlanif30
255.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力

使能 MPLS，指定 LSR-ID 为 Loopback1 接口的 IP 地址。在骨干网接口上使能 MPLS 和 MPLS LDP。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
[PE1] interface vlanif 30
[PE1-Vlanif30] mpls
[PE1-Vlanif30] mpls ldp
[PE1-Vlanif30] quit
```

P1、P2、PE2、PE3 的配置过程同 PE1(略)。

上述配置完成后，在 PE 上执行 **display tunnel-info all** 命令，PE1 与 PE2 之间、PE1 与 PE3 之间存在 MPLS LSP 隧道。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display tunnel-info all
 * -> Allocated VC Token
Tunnel ID           Type                 Destination          Token
------------------------------------------------------------------------
0x10020             lsp                  2.2.2.2              0
0x10021             lsp                  --                   1
0x10022             lsp                  3.3.3.3              2
0x10023             lsp                  --                   3
0x10024             lsp                  4.4.4.4              4
0x10025             lsp                  --                   5
0x10026             lsp                  5.5.5.5              6
0x10027             lsp                  --                   7
```

在 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE 与相邻 P 的 LDP 对等体关系的 Status 为“Operational”。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID             Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.2:0          Operational DU   Passive  0000:00:03  16/16
 3.3.3.3:0          Operational DU   Passive  0000:00:03  13/13
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

在配置远端 LDP 会话，指定的 IP 地址通常为 LDP 远端对等体的 Loopback 接口地址。

说明

如果 PE 直连，则无需手工配置它们之间的远端 LDP 会话。

配置 PE1。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 4.4.4.4
[PE1-mpls-ldp-remote-4.4.4.4] remote-ip 4.4.4.4
[PE1-mpls-ldp-remote-4.4.4.4] quit
[PE1] mpls ldp remote-peer 5.5.5.5
[PE1-mpls-ldp-remote-5.5.5.5] remote-ip 5.5.5.5
[PE1-mpls-ldp-remote-5.5.5.5] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.1
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.1] remote-ip 1.1.1.1
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.1] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] mpls ldp remote-peer 1.1.1.1
[PE3-mpls-ldp-remote-1.1.1.1] remote-ip 1.1.1.1
[PE3-mpls-ldp-remote-1.1.1.1] quit
```

配置完成后，在 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE 之间的远端 LDP 对等体关系的 Status 为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.2:0         Operational DU   Passive  000:00:06   27/27
 3.3.3.3:0         Operational DU   Passive  000:00:05   24/24
 4.4.4.4:0         Operational DU   Passive  000:00:00   3/3
 5.5.5.5:0         Operational DU   Passive  000:00:00   2/2
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 4 session(s) Found.
```

步骤 5 在 PE 上使用 PW 模板配置 PW

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] pw-template 1to2
[PE1-pw-template-1to2] peer-address 4.4.4.4
[PE1-pw-template-1to2] control-word
PE1-pw-template-1to2] quit
[PE1] pw-template 1to3
[PE1-pw-template-1to3] peer-address 5.5.5.5
[PE1-pw-template-1to3] control-word
[PE1-pw-template-1to3] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc pw-template 1to2 100
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc pw-template 1to3 200 secondary
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] pw-template 2to1
[PE2-pw-template-2to1] peer 1.1.1.1
[PE2-pw-template-2to1] control-word
[PE2-pw-template-2to1] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] mpls l2vc  pw-template 2to1 100
[PE2-Vlanif50] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 PE3。

```
[PE3] mpls l2vpn
[PE3-l2vpn] quit
[PE3] pw-template 3to1
[PE3-pw-template-3to1] peer 1.1.1.1
[PE3-pw-template-3to1] control-word
[PE3-pw-template-3to1] quit
[PE3] interface vlanif 70
[PE3-Vlanif70] mpls l2vc pw-template 3to1 200
[PE3-Vlanif70] quit
```

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，执行 **display mpls l2vc interface** 命令可以看到 PW 建立成功，且为 Active 状态。并且主备 PW 都没有使能 BFD for PW 功能。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 4.4.4.4
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552        remote VC label      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : cw alert ttl lsp-ping bfd
  remote VCCV            : cw alert ttl lsp-ping bfd
  local control word     : enable       remote control word  : enable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : 1to2
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x48002004
    Backup TNL type        : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 0 days, 1 hours, 22 minutes, 22 seconds
  up time                : 0 days, 1 hours, 21 minutes, 14 seconds
  last change time       : 0 days, 1 hours, 21 minutes, 14 seconds
  VC last up time        : 2010/11/24 12:31:31
  VC total up time       : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 CKey                  : 16
 NKey                  : 15
 PW redundancy mode    : --
 AdminPw interface     : --
 AdminPw link state    : --
 Diffserv Mode         : uniform
 Service Class         : --
 Color                 : --
 DomainId              : --
 Domain Name           : --

*client interface      : Vlanif10 is up
 Administrator PW      : no
 session state         : up
 AC status             : up
 VC state              : up
 Label state           : 0
 Token state           : 0
 VC ID                 : 200
 VC type               : VLAN
 destination           : 5.5.5.5
 local group ID        : 0            remote group ID      : 0
 local VC label        : 23553        remote VC label      : 23552
 local AC OAM state    : up
 local PSN OAM state   : up
 local forwarding state : forwarding
 local status code     : 0x0
 remote AC OAM state   : up
 remote PSN OAM state  : up
 remote forwarding state: forwarding
 remote status code    : 0x0
 ignore standby state  : no
 BFD for PW            : unavailable
 VCCV State            : up
 manual fault          : not set
 active state          : inactive
 forwarding entry      : existent
 OAM Protocol          : --
 OAM Status            : --
 OAM Fault Type        : --
 PW APS ID             : 0
 PW APS Status         : --
 TTL Value             : 1
 link state            : up
 local VC MTU          : 1500         remote VC MTU       : 1500
 local VCCV            : cw alert ttl lsp-ping bfd
 remote VCCV           : cw alert ttl lsp-ping bfd
 local control word    : enable       remote control word : enable
 tunnel policy name    : --
 PW template name      : 1to3
 primary or secondary  : secondary
 load balance type     : flow
 Access-port           : false
 VC tunnel/token info  : 1 tunnels/tokens
   NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x48002000
   Backup TNL type     : lsp   , TNL ID : 0x0
 create time           : 0 days, 1 hours, 22 minutes, 9 seconds
 up time               : 0 days, 1 hours, 20 minutes, 22 seconds
 last change time      : 0 days, 1 hours, 20 minutes, 22 seconds
 VC last up time       : 2010-11-24 12:33:21
 VC total up time      : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
 CKey                  : 16
 NKey                  : 15
 PW redundancy mode    : --
 AdminPw interface     : --
 AdminPw link state    : --
 Diffserv Mode         : uniform
 Service Class         : --
 Color                 : --
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 DomainId              : --
 Domain Name           : --

reroute policy         : delay 30 s, resume 0 s
reason of last reroute : --
time of last reroute   : -- days, -- hours, -- minutes, -- seconds
delay timer ID         : --          residual time :--
resume timer ID        : --          residual time :--
```

当主 PW 正常工作时，CE1 的主地址可以 Ping 通 CE2 的 10.1.1.2 地址。备用 PW 不工作，CE1 的从地址无法 Ping 通 CE2 的 10.1.2.2 地址。

步骤 6 在 PE 之间配置静态 BFD 检测 PW 功能

说明

BFD 会话的本地标识符和远端标识符需要分别对应，并且配置后不能修改。

配置 PE1。

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] bfd for pw enable
[PE1] bfd 1to2 bind pw interface vlanif 10
[PE1-bfd-lsp-session-1to2] discriminator local 12
[PE1-bfd-lsp-session-1to2] discriminator remote 21
[PE1-bfd-lsp-session-1to2] commit
[PE1-bfd-lsp-session-1to2] quit
[PE1] bfd 1to3 bind pw interface vlanif 10 secondary
[PE1-bfd-lsp-session-1to3] discriminator local 13
[PE1-bfd-lsp-session-1to3] discriminator remote 31
[PE1-bfd-lsp-session-1to3] commit
[PE1-bfd-lsp-session-1to3] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bfd
[PE2-bfd] quit
[PE2] bfd for pw enable
[PE2] bfd 2to1 bind pw interface vlanif 50
[PE2-bfd-lsp-session-2to1] discriminator local 21
[PE2-bfd-lsp-session-2to1] discriminator remote 12
[PE2-bfd-lsp-session-2to1] commit
[PE2-bfd-lsp-session-2to1] quit
```

配置 PE3。

```
[PE3] bfd
[PE3-bfd] quit
[PE3] bfd for pw enable
[PE3] bfd 3to1 bind pw interface vlanif 70
[PE3-bfd-lsp-session-3to1] discriminator local 31
[PE3-bfd-lsp-session-3to1] discriminator remote 13
[PE3-bfd-lsp-session-3to1] commit
[PE3-bfd-lsp-session-3to1] quit
```

配置完成后，PE1 与 PE2 之间，PE1 与 PE3 之间建立 BFD 会话。执行 **display bfd session all** 命令，可以看到 State 为 Up。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display bfd session all
--------------------------------------------------------------------------------
Local  Remote PeerIpAddr      State     Type      InterfaceName
--------------------------------------------------------------------------------
12     21     --.--.--.--     Up        S_PW(M)   Vlanif10
13     31     --.--.--.--     Up        S_PW(S)   Vlanif10
--------------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 2/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

执行 **display bfd configuration all** 命令，可以看到 BFD 的配置信息，并且 Commit 状态为 True。

```
<PE1> display bfd configuration all
------------------------------------------------------------------------------
CFG Name        CFG Type       LocalDiscr MIndex    SessNum  Commit   AdminDown
------------------------------------------------------------------------------
1to2            S_PW(M)    12         256       1        True     False
1to3            S_PW(S)    13         257       1        True     False
------------------------------------------------------------------------------
     Total Commit/Uncommit CFG Number : 2/0
```

步骤 7 验证配置结果

当主 PW 正常工作时，CE1 的主地址可以 Ping 通 CE2 的 10.1.1.2 地址。备用 PW 不工作，CE1 的从地址无法 Ping 通 CE2 的 10.1.2.2 地址。

在 PE 上执行命令 **display mpls l2vc interface** 查看 PW 的状态。可以看到主备 PW 都使能了 BFD for PW 功能，且 BFD state 为 up。

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 4.4.4.4
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552        remote VC label      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code      : 0x0
  BFD for PW             : available
    BFD sessionIndex     : 256          BFD state : up
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 4470         remote VC MTU        : 4470
  local VCCV             : cw alert lsp-ping bfd
  remote VCCV            : cw alert lsp-ping bfd
  local control word     : enable       remote control word  : enable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : 1to2
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x48002004
    Backup TNL type        : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 0 days, 1 hours, 17 minutes, 55 seconds
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 up time               : 0 days, 1 hours, 16 minutes, 47 seconds
 last change time      : 0 days, 1 hours, 16 minutes, 47 seconds
 VC last up time : 2010/11/24 12:31:31
 VC total up time: 0 days, 2 hours, 13 minutes, 55 seconds
 CKey                  : 14
 NKey                  : 1
 PW redundancy mode    : --
 AdminPw interface     : --
 AdminPw link state    : --
 Diffserv Mode         : uniform
 Service Class         : --
 Color                 : --
 DomainId              : --
 Domain Name           : --

*client interface      : Vlanif10 is up
 Administrator PW      : no
 session state         : up
 AC status             : up
 VC state              : up
 Label state           : 0
 Token state           : 0
 VC ID                 : 200
 VC type               : VLAN
 destination           : 5.5.5.5
 local group ID        : 0            remote group ID      : 0
 local VC label        : 23553        remote VC label      : 23552
 local AC OAM state    : up
 local PSN OAM state   : up
 local forwarding state : forwarding
 local status code     : 0x0
 remote AC OAM state   : up
 remote PSN OAM state  : up
 remote forwarding state: forwarding
 remote status code    : 0x0
 BFD for PW            : available
   BFD sessionIndex    : 257          BFD state : up
 VCCV State            : up
 manual fault          : not set
 active state          : inactive
 forwarding entry      : existent
 OAM Protocol          : --
 OAM Status            : --
 OAM Fault Type        : --
 PW APS ID             : 0
 PW APS Status         : --
 TTL Value             : 1
 link state            : up
 local VC MTU          : 1500         remote VC MTU       : 1500
 local VCCV            : cw alert lsp-ping bfd
 remote VCCV           : cw alert lsp-ping bfd
 local control word    : enable       remote control word : enable
 tunnel policy name    : --
 PW template name      : 1to3
 primary or secondary  : secondary
 load balance type     : flow
 Access-port           : false
 VC tunnel/token info  : 1 tunnels/tokens
   NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x48002000
   Backup TNL type       : lsp   , TNL ID : 0x0
 create time           : 0 days, 1 hours, 17 minutes, 42 seconds
 up time               : 0 days, 1 hours, 15 minutes, 55 seconds
 last change time      : 0 days, 1 hours, 15 minutes, 55 seconds
 VC last up time       : 2010-11-24 12:33:21
 VC total up time      : 0 days, 2 hours, 13 minutes, 31 seconds
 CKey                  : 16
 NKey                  : 15
 PW redundancy mode    : --
 AdminPw interface     : --
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --


 reroute policy          : delay 30 s, resume 0 s
 reason of last reroute  : --
 time of last reroute    : -- days, -- hours, -- minutes, -- seconds
 delay timer ID          : --           residual time :--
 resume timer ID         : --           residual time :--
```

shutdown 掉 PE1 的 VLANIF20 接口模拟主用 PW 发生故障，此时，CE1 的主地址不可以 Ping 通 CE2 的 10.1.1.2 地址。备用 PW 工作，CE1 的从地址可以 Ping 通 CE2 的 10.1.2.2 地址。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out
    Request time out

  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    0 packet(s) received
    100.00% packet loss

<CE1> ping 10.1.2.2
  PING 10.1.2.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.2.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=140 ms
    Reply from 10.1.2.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=160 ms
    Reply from 10.1.2.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=160 ms
    Reply from 10.1.2.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=160 ms
    Reply from 10.1.2.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=160 ms

  --- 10.1.2.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 140/156/160 ms
```

在 PE 上再次执行命令 **display mpls l2vc interface** 查看 PW 的状态。可以看到主用 PW 的 VC 状态是 down，BFD for PW 是 unavailable。备用 PW 的 VC 状态是 up，BFD for PW 是 available，且 BFD state 为 up。

```
<PE1> display mpls l2vc interface Vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : down
  AC status              : up
  VC state               : down
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 4.4.4.4
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552        remote VC label      : 0
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : not forwarding
  BFD for PW             : unavailable
  manual fault           : not set
  active state           : inactive
  forwarding entry       : not exist
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 link state             : down
 local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 0
 local VCCV             : cw alert lsp-ping bfd
 remote VCCV            : cw alert lsp-ping bfd
 local control word     : enable       remote control word  : none
 tunnel policy name     : --
 PW template name       : 1to2
 primary or secondary   : primary
 VC tunnel/token info   : 0 tunnels/tokens
 create time            : 0 days, 0 hours, 30 minutes, 58 seconds
 up time                : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 0 seconds
 last change time       : 0 days, 0 hours, 6 minutes, 46 seconds
 VC last up time        : 2010/11/24 12:31:31
 VC total up time       : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
 CKey                   : 14
 NKey                   : 1
 PW redundancy mode     : --
 AdminPw interface      : --
 AdminPw link state     : --
 Diffserv Mode          : uniform
 Service Class          : --
 Color                  : --
 DomainId               : --
 Domain Name            : --

*client interface       : Vlanif10 is up
 Administrator PW       : no
 session state          : up
 AC status              : up
 VC state               : up
 Label state            : 0
 Token state            : 0
 VC ID                  : 200
 VC type                : VLAN
 destination            : 5.5.5.5
 local group ID         : 0            remote group ID      : 0
 local VC label         : 23553        remote VC label      : 23552
 local AC OAM state     : up
 local PSN OAM state    : up
 local forwarding state : forwarding
 remote AC OAM state    : up
 remote PSN OAMstate    : up
 remote forwarding state: forwarding
 remote status code     : 0x0
 BFD for PW             : available
   BFD sessionIndex     : 257          BFD state : up
 VCCV State             : up
 manual fault           : not set
 active state           : active
 forwarding entry       : existent
 OAM Protocol           : --
 OAM Status             : --
 OAM Fault Type         : --
 PW APS ID              : 0
 PW APS Status          : --
 TTL Value              : 1
 link state             : up
 local VC MTU           : 1500         remote VC MTU       : 1500
 local VCCV             : cw alert lsp-ping bfd
 remote VCCV            : cw alert lsp-ping bfd
 local control word     : enable       remote control word : enable
 tunnel policy name     : --
 PW template name       : 1to3
 primary or secondary   : secondary
 VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
   NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x10028
   Backup TNL type        : lsp   , TNL ID : 0x0
 create time            : 0 days, 0 hours, 30 minutes, 58 seconds
 up time                : 0 days, 0 hours, 25 minutes, 12 seconds
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 last change time       : 0 days, 0 hours, 25 minutes, 12 seconds
 VC last up time        : 2010/11/24 12:31:31
 VC total up time       : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
 CKey                   : 16
 NKey                   : 15
 PW redundancy mode     : --
 AdminPw interface      : --
 AdminPw link state     : --
 Diffserv Mode          : uniform
 Service Class          : --
 Color                  : --
 DomainId               : --
 Domain Name            : --

reroute policy          : delay 30 s, resume 0 s
reason of last reroute  : --
time of last reroute    : -- days, -- hours, -- minutes, -- seconds
delay timer ID          : --           residual time :--
resume timer ID         : --           residual time :--
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.252 sub
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20 30
#
 bfd
#
 bfd for pw enable
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template 1to2
 peer-address 4.4.4.4
 control-word

#
pw-template 1to3
 peer-address 5.5.5.5
 control-word

#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 4.4.4.4
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 remote-ip 4.4.4.4
#
 mpls ldp remote-peer 5.5.5.5
 remote-ip 5.5.5.5
#
interface Vlanif10
 mpls l2vc pw-template 1to2 100
 mpls l2vc pw-template 1to3 200 secondary
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 200.1.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/2
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 200.1.1.0 0.0.0.3
#
bfd 1to2 bind pw interface Vlanif10
 discriminator local 12
 discriminator remote 21
 commit
#
bfd 1to3 bind pw interface Vlanif10 secondary
 discriminator local 13
 discriminator remote 31
 commit
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 20 40
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.252
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 100.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 30 60
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 200.1.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 ip address 200.2.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid tagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.3 0.0.0.0
  network 200.1.1.0 0.0.0.3
  network 200.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 50
#
 bfd
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 bfd for pw enable
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template 2to1
 peer-address 1.1.1.1
 control-word

#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.1
 remote-ip 1.1.1.1
#
interface Vlanif40
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 mpls l2vc pw-template 2to1 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid tagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.4 0.0.0.0
  network 100.2.1.0 0.0.0.3
#
bfd 2to1 bind pw interface Vlanif50
 discriminator local 21
 discriminator remote 12
 commit
#
return
```

- PE3 的配置文件

```
#
 sysname PE3
#
 vlan batch 60 70
#
 bfd
#
 bfd for pw enable
#
 mpls lsr-id 5.5.5.5
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template 3to1
 peer-address 1.1.1.1
 control-word

#
mpls ldp
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.1
 remote-ip 1.1.1.1
#
interface Vlanif60
 ip address 200.2.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif70
 mpls l2vc pw-template 3to1 200
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid tagged vlan 60
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port hybrid pvid vlan 70
 port hybrid tagged vlan 70
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.5 0.0.0.0
  network 200.2.1.0 0.0.0.3
#
bfd 3to1 bind pw interface Vlanif70
 discriminator local 31
 discriminator remote 13
 commit
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 50 70
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
#
interface Vlanif70
 ip address 10.1.2.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface GigabitEthernet1/0/1
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 70
#
return
```

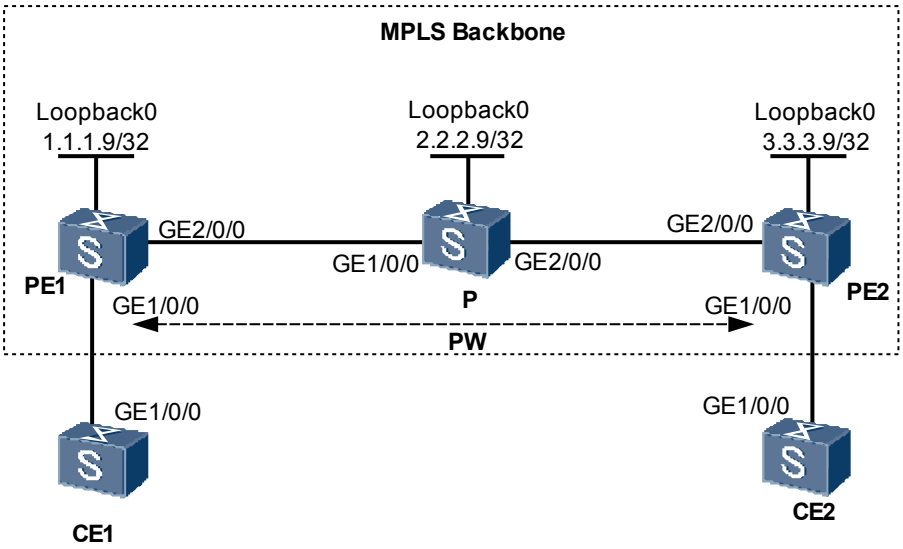
配置动态 BFD 检测单跳 PW 示例

组网需求

如图 6-362 所示，设备 PE1、P 和 PE2 同属于一个 MPLS 域，CE1 和 CE2 同属于一个 VPN 实例。PE1 和 PE2 之间建立了单跳 PW，要求使用动态 BFD 会话检测 PW 的连通性，以保护链路上的业务。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-362 配置动态 BFD 检测单跳 PW 单跳组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	100.1.1.1/30
	Loopback0	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	100.2.1.2/30
	Loopback0	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.1.1.2/30
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	100.2.1.1/30
	Loopback0	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/30
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	10.1.1.2/30

配置思路

采用如下的思路配置动态 BFD 检测单跳 PW 的基本功能。

1. 在 CE1 和 CE2 之间建立单跳 PW。
2. 在 PE1 和 PE2 上使能 MPLS L2VPN，并创建 VC 连接。
3. 配置 BFD 基本能力，在 PE 上触发创建动态 BFD for PW。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

版权所有 © 华为技术有限公司

- 设备各接口的 IP 地址。
- 各设备的 LSR ID。
- PW 的 VC ID。
- BFD 检测参数。

操作步骤

步骤 1 按图 6-362 配置各接口所属的 VLAN 及对应 VLANIF 接口的 IP 地址

具体配置过程略。

步骤 2 配置 MPLS 骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例中使用 OSPF。

配置 PE1。

```
[PE1] interface loopback 0
[PE1-Loopback0] ip address 1.1.1.9 32
[PE1-Loopback0] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] ip address 100.1.1.1 30
[PE1-Vlanif20] quit
[PE1] ospf 1
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.3
```

配置 P。

```
[P] interface loopback 0
[P-Loopback0] ip address 2.2.2.9 32
[P-Loopback0] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] ip address 100.1.1.2 30
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 40
[P-Vlanif40] ip address 100.2.1.1 30
[P-Vlanif40] quit
[P] ospf 1
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.3
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.2.1.0 0.0.0.3
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface loopback 0
[PE2-Loopback0] ip address 3.3.3.9 32
[PE2-Loopback0] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] ip address 100.2.1.2 30
[PE2-Vlanif40] quit
[PE2] ospf 1
[PE2-ospf-1] area 0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.2.1.0 0.0.0.3
```

配置完成后，在 PE 上执行 **display ip routing-table** 命令，可以看到 PE1 与 PE2 之间互相学到到对方 Loopback0 接口的路由。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 11        Routes : 11

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        2.2.2.9/32  OSPF    10   2           D   100.1.1.2       Vlanif20
        3.3.3.9/32  OSPF    10   3           D   100.1.1.2       Vlanif20
      100.1.1.0/30  Direct  0    0           D   100.1.1.1       Vlanif20
      100.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      100.2.1.0/30  OSPF    10   2           D   100.1.1.2       Vlanif20
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

步骤 3 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力

使能 MPLS，指定 LSR-ID 为 Loopback0 接口的 IP 地址。在骨干网接口上使能 MPLS 和 MPLS LDP。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls ldp
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 40
[P-Vlanif40] mpls
[P-Vlanif40] mpls ldp
[P-Vlanif40] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] mpls
[PE2-Vlanif40] mpls ldp
[PE2-Vlanif40] quit
```

上述配置完成后，在 PE 上执行 **display tunnel-info all** 命令，PE1 与 PE2 之间存在 MPLS LSP 隧道。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display tunnel-info all
 * -> Allocated VC Token
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Tunnel ID           Type                Destination          Token
------------------------------------------------------------------------
0x10000             lsp                 2.2.2.9              0
0x10001             lsp                 3.3.3.9              1
```

在 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE 与 P 的 LDP 对等体关系的 Status 为“Operational”。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID              Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0           Operational DU   Passive  0000:00:02   10/10
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

在配置远端 LDP 会话，指定的 IP 地址通常为 LDP 远端对等体的 Loopback 接口地址。

说明

如果 PE 直连，则无需手工配置它们之间的远端 LDP 会话。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

配置完成后，在 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE 之间的远端 LDP 对等体关系的 Status 为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID              Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0           Operational DU   Passive  0000:00:03  16/16
 3.3.3.9:0           Operational DU   Passive  0000:00:00  2/2
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 2 session(s) Found.
```

步骤 5 在 PE 上使用 PW 模板配置 PW

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] pw-template 1to2
[PE1-pw-template-1to2] peer-address 3.3.3.9
[PE1-pw-template-1to2] control-word
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-pw-template-1to2] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc pw-template 1to2 100
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] pw-template 2to1
[PE2-pw-template-2to1] peer 1.1.1.9
[PE2-pw-template-2to1] control-word
[PE2-pw-template-2to1] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls l2vc  pw-template 2to1 100
[PE2-Vlanif30] quit
```

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，执行 **display mpls l2vc interface** 命令可以看到 PW 建立成功，且为 Active 状态。并且 PW 没有使能 BFD for PW 功能。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552          remote VC label      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote statuscode      : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500          remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : cw alert ttl lsp-ping bfd
  remote VCCV            : cw alert ttl lsp-ping bfd
  local control word     : enable        remote control word  : enable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : 1to2
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x4800200f
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  create time            : 0 days, 0 hours, 2 minutes, 9 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 9 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 9 seconds
  VC last up time        : 2010/11/24 14:31:31
  VC total up time       : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
  CKey                   : 16
  NKey                   : 15
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --
```

步骤 6 在 PE 之间配置动态 BFD 检测单跳 PW 功能

配置 PE1。

```
[PE1] bfd
[PE1-bfd] quit
[PE1] bfd for pw enable
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vpn pw bfd min-rx-interval 100 min-tx-interval 100
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bfd
[PE2-bfd] quit
[PE2] bfd for pw enable
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls l2vpn pw bfd min-rx-interval 100 min-tx-interval 100
[PE2-Vlanif30] quit
```

步骤 7 验证配置结果

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=360 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=60 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=160 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=160 ms

  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 60/166/360 ms
```

在 PE 上执行命令 **display mpls l2vc interface** 查看 PW 的状态。可以看到使能了 BFD for PW 功能，且 BFD state 为 up。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552          remote VC label      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  Dynamic BFD for PW     : enable
  VCCV State             : up
  Detect Multipier       : 3
  Min Transit Interval   : 100
  Max Receive Interval   : 100
  Dynamic BFD Session    : built
  BFD for PW             : available
    BFD sessionIndex     : 256          BFD state : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 4470          remote VC MTU        : 4470
  local VCCV             : cw alert ttl lsp-ping bfd
  remote VCCV            : cw alert ttl lsp-ping bfd
  local control word     : enable        remote control word  : enable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : 1to2
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x4800200f
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 0 days, 0 hours, 6 minutes, 43 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 43 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 5 minutes, 43 seconds
  VC last up time        : 2010-11-24 14:33:31
  VC total up time       : 0 days, 2 hours, 11 minutes, 55 seconds
  CKey                   : 16
  NKey                   : 15
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --
```

在 PE 上执行命令 **display bfd session all verbose** 查看 BFD 的状态。可以看到 BFD 会话状态为 up，BFD 绑定类型为 PW，并且 BFD 会话类型为动态。

以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display bfd session all verbose
--------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 256        State : Up        Name : dyn_8192
--------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 8192            Remote Discriminator   : 8192
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : PW(Master)
  Bind Session Type      : Dynamic
  Bind Peer Ip Address   : --.--.--.--
  NextHop Ip Address     : --.--.--.--
  Bind Interface         : Vlanif10
  PW TTL Mode            : -                 PW TTL                 : -
  Node                   : UPE
  PW TTL Mode            : -                 PW TTL                 : -
  Node                   : UPE
  Encapsulation Type     : -                 Vc Id                  : -
  Track Interface        : -
  Local Vc Label         : 1026              Remote Vc Label        : 1026
  Swap Vc Label          : -
  FSM Board Id           : 1                 TOS-EXP                : 6
  Min Tx Interval (ms)   : 100               Min Rx Interval (ms)   : 100
  Actual Tx Interval (ms): 100               Actual Rx Interval (ms): 100
  Local Detect Multi     : 3                 Detect Interval (ms)   : 300
  Echo Passive           : Disable           Acl Number             : --
  Destination Port       : 3784              TTL                    : 1
  Proc Interface Status  : Disable
  WTR Interval (ms)      : --
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : L2VPN | OAM_MANAGER | MPLSFW
  Session TX TmrID       : --                Session Detect TmrID   : --
  Session Init TmrID     : --                Session WTR TmrID      : --
  Session Echo Tx TmrID  : --
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : --
------------------------------------------------------------------------------
  Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 bfd
#
 bfd for pw enable
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template 1to2
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 peer-address 3.3.3.9
 control-word
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif10
 mpls l2vc pw-template 1to2 100
 mpls l2vpn pw bfd min-rx-interval 100 min-tx-interval 100
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface Loopback0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 40
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface Loopback0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 100.1.1.0 0.0.0.3
  network 100.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 bfd
#
 bfd for pw enable
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template 2to1
 peer-address 1.1.1.9
 control-word

#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif30
 mpls l2vc pw-template 2to1 100
 mpls l2vpn pw bfd min-rx-interval 100 min-tx-interval 100
#
interface Vlanif40
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.252
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface Loopback0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 100.2.1.0 0.0.0.3
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 30
#
interface Vlanif30
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
return
```

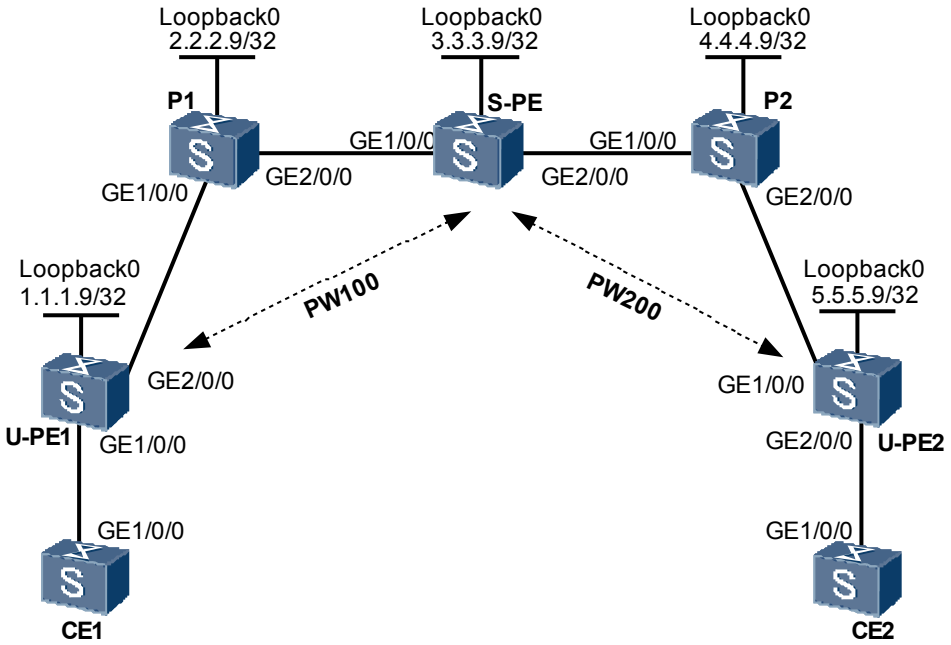
配置动态 BFD 检测多跳 PW 示例

组网需求

如图 6-363 所示，U-PE1 和 U-PE2 通过 MPLS 骨干网连接。使用 LSP 隧道，并以 S-PE 作为交换节点，在 U-PE1 和 U-PE2 之间建立多跳动态 PW。

要求使用动态 BFD 会话检测 U-PE1 和 U-PE2 之间建立多跳 PW 的连通性，以保护链路上的业务可靠性。

图 6-363 配置动态 BFD 检测多跳 PW 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
U-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback0	-	1.1.1.9/32
U-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	40.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	-
	Loopback0	-	5.5.5.9/32
P1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	20.1.1.1/24
	Loopback0	-	2.2.2.9/32
P2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	30.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	40.1.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	Loopback0	-	4.4.4.9/32
S-PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	20.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	30.1.1.1/24
	Loopback0	-	3.3.3.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	100.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置动态 BFD 检测多跳 PW 的基本功能。

1. 在骨干网上运行 IGP 路由协议，使骨干网各设备能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，建立 LSP 隧道。U-PE1 与 S-PE 之间、U-PE2 与 S-PE 之间需建立 MPLS LDP 远端对等体关系。
3. 创建 PW 模板，并使能控制字。
4. U-PE 之间创建 MPLS L2VC 连接。
5. 在交换节点 S-PE 上创建交换 PW。
6. 配置 BFD 基本能力，在 U-PE 上触发创建动态 BFD for PW。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据。

- 设备各接口所属 VLAN 及 VLANIF 接口的 IP 地址。
- 各设备的 LSR ID。
- PW 的 VC ID。
- BFD 检测参数。

操作步骤

步骤 1 按图 6-363 配置 CE、PE 和 P 各接口所属 VLAN。

步骤 2 配置 CE 上接入 PE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

具体配置过程略。

步骤 3 配置 MPLS 骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP，本示例采用 OSPF。

配置 U-PE、S-PE 和 P 各接口的 IP 地址。配置 OSPF 时，注意需要发布 U-PE1、S-PE 和 U-PE2 的 32 位 Loopback 接口地址。

配置 U-PE1

```
[U-PE1] interface loopback 0
[U-PE1-LoopBack0] ip address 1.1.1.9 32
[U-PE1-LoopBack0] quit
[U-PE1] interface vlanif 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[U-PE1-Vlanif20] ip address 10.1.1.1 24
[U-PE1-Vlanif20] quit
[U-PE1] ospf 1
[U-PE1-ospf-1] area 0.0.0.0
[U-PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[U-PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[U-PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[U-PE1-ospf-1] quit
```

配置 P1

```
[P1] interface loopback 0
[P1-LoopBack0] ip address 2.2.2.9 32
[P1-LoopBack0] quit
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] ip address 10.1.1.2 24
[P1-Vlanif20] quit
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] ip address 20.1.1.1 24
[P1-Vlanif30] quit
[P1] ospf 1
[P1-ospf-1] area 0.0.0.0
[P1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[P1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[P1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P1-ospf-1] quit
```

配置 S-PE

```
[S-PE] interface loopback 0
[S-PE-LoopBack0] ip address 3.3.3.9 32
[S-PE-LoopBack0] quit
[S-PE] interface vlanif 30
[S-PE-Vlanif30] ip address 20.1.1.2 24
[S-PE-Vlanif30] quit
[S-PE] interface vlanif 40
[S-PE-Vlanif40] ip address 30.1.1.1 24
[S-PE-Vlanif40] quit
[S-PE] ospf 1
[S-PE-ospf-1] area 0.0.0.0
[S-PE-ospf-1-area-0.0.0.0] network 20.1.1.0 0.0.0.255
[S-PE-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.1.1.0 0.0.0.255
[S-PE-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[S-PE-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[S-PE-ospf-1] quit
```

配置 P2

```
[P2] interface loopback 0
[P2-LoopBack0] ip address 4.4.4.9 32
[P2-LoopBack0] quit
[P2] interface vlanif 40
[P2-Vlanif40] ip address 30.1.1.2 24
[P2-Vlanif40] quit
[P2] interface vlanif 50
[P2-Vlanif50] ip address 40.1.1.1 24
[P2-Vlanif50] quit
[P2] ospf 1
[P2-ospf-1] area 0.0.0.0
[P2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 30.1.1.0 0.0.0.255
[P2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 40.1.1.0 0.0.0.255
[P2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 4.4.4.9 0.0.0.0
[P2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P2-ospf-1] quit
```

配置 U-PE2

```
[U-PE2] interface loopback 0
[U-PE2-LoopBack0] ip address 5.5.5.9 32
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[U-PE2-LoopBack0] quit
[U-PE2] interface vlanif 50
[U-PE2-Vlanif50] ip address 40.1.1.2 24
[U-PE2-Vlanif50] quit
[U-PE2] ospf 1
[U-PE2-ospf-1] area 0.0.0.0
[U-PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 40.1.1.0 0.0.0.255
[U-PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 5.5.5.9 0.0.0.0
[U-PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[U-PE2-ospf-1] quit
```

配置完成后，在 U-PE、P 或者 S-PE 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到都已学到彼此 LSR ID 的路由。以 S-PE 上的显示为例：

```
<S-PE> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 17        Routes : 17

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  OSPF    10   3           D   20.1.1.1        Vlanif30
        2.2.2.9/32  OSPF    10   2           D   20.1.1.1        Vlanif30
        3.3.3.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
        4.4.4.9/32  OSPF    10   2           D   30.1.1.2        Vlanif40
        5.5.5.9/32  OSPF    10   3           D   30.1.1.2        Vlanif40
       10.1.1.0/24  OSPF    10   2           D   20.1.1.1        Vlanif30
       20.1.1.0/24  Direct  0    0           D   20.1.1.2        Vlanif30
       20.1.1.2/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
     20.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       30.1.1.0/24  Direct  0    0           D   30.1.1.1        Vlanif40
       30.1.1.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
     30.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       40.1.1.0/24  OSPF    10   2           D   30.1.1.2        Vlanif40
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

U-PE 之间可以互相 Ping 通，以 U-PE1 的显示为例。

```
<U-PE1> ping 40.1.1.2
  PING 40.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=252 time=160 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=252 time=120 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=252 time=150 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=252 time=150 ms
    Reply from 40.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=252 time=160 ms

  --- 40.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 120/148/160 ms
```

步骤 4 使能 MPLS，建立 LSP 隧道和远端 LDP 会话

在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力，在 U-PE1 与 S-PE 之间及 S-PE 和 U-PE2 之间建立隧道和远端 LDP 会话。

配置 U-PE1

```
[U-PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[U-PE1] mpls
[U-PE1-mpls] quit
[U-PE1] mpls ldp
[U-PE1-mpls-ldp] quit
[U-PE1] interface vlanif 20
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[U-PE1-Vlanif20] mpls
[U-PE1-Vlanif20] mpls ldp
[U-PE1-Vlanif20] quit
[U-PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[U-PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[U-PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 P1

```
[P1] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P1] mpls
[P1-mpls] quit
[P1] mpls ldp
[P1-mpls-ldp] quit
[P1] interface vlanif 20
[P1-Vlanif20] mpls
[P1-Vlanif20] mpls ldp
[P1-Vlanif20] quit
[P1] interface vlanif 30
[P1-Vlanif30] mpls
[P1-Vlanif30] mpls ldp
[P1-Vlanif30] quit
```

配置 S-PE

```
[S-PE] mpls lsr-id 3.3.3.9
[S-PE] mpls
[S-PE-mpls] quit
[S-PE] mpls ldp
[S-PE-mpls-ldp] quit
[S-PE] interface vlanif 30
[S-PE-Vlanif30] mpls
[S-PE-Vlanif30] mpls ldp
[S-PE-Vlanif30] quit
[S-PE] interface vlanif 40
[S-PE-Vlanif40] mpls
[S-PE-Vlanif40] mpls ldp
[S-PE-Vlanif40] quit
[S-PE] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[S-PE-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[S-PE-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
[S-PE] mpls ldp remote-peer 5.5.5.9
[S-PE-mpls-ldp-remote-5.5.5.9] remote-ip 5.5.5.9
[S-PE-mpls-ldp-remote-5.5.5.9] quit
```

配置 P2

```
[P2] mpls lsr-id 4.4.4.9
[P2] mpls
[P2-mpls] quit
[P2] mpls ldp
[P2-mpls-ldp] quit
[P2] interface vlanif 40
[P2-Vlanif40] mpls
[P2-Vlanif40] mpls ldp
[P2-Vlanif40] quit
[P2] interface vlanif 50
[P2-Vlanif50] mpls
[P2-Vlanif50] mpls ldp
[P2-Vlanif50] quit
```

配置 U-PE2

```
[U-PE2] mpls lsr-id 5.5.5.9
[U-PE2] mpls
[U-PE2-mpls] quit
[U-PE2] mpls ldp
[U-PE2-mpls-ldp] quit
[U-PE2] interface vlanif 50
[U-PE2-Vlanif50] mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[U-PE2-Vlanif50] mpls ldp
[U-PE2-Vlanif50] quit
[U-PE2] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[U-PE2-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[U-PE2-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置完成后，在各 U-PE、P 或者 S-PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 LDP 会话建立情况并可以看到显示结果中 Session State 项为 Operational。执行 **display mpls ldp peer** 命令可以看到 LDP 对等体的建立情况。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。以 S-PE 上的显示为例：

```
<S-PE> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9:0         Operational DU   Active   0000:00:14  57/57
 2.2.2.9:0         Operational DU   Active   0000:00:14  56/56
 4.4.4.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:05  22/22
 5.5.5.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:12  52/52
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 4 session(s) Found.

<S-PE> display mpls ldp peer

 LDP Peer Information in Public network
 A '*' before a peer means the peer is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID               TransportAddress   DiscoverySource
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9:0             1.1.1.9           Remote Peer : 1.1.1.9
 2.2.2.9:0             2.2.2.9           Vlanif30
 4.4.4.9:0             4.4.4.9           Vlanif40
 5.5.5.9:0             5.5.5.9           Remote Peer : 5.5.5.9
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 4 Peer(s) Found.

<S-PE> display mpls lsp
-------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
-------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                    Vrf Name
3.3.3.9/32         3/NULL        -/-
1.1.1.9/32         NULL/1024     -/Vlanif30
1.1.1.9/32         1024/1024     -/Vlanif30
2.2.2.9/32         NULL/3        -/Vlanif30
2.2.2.9/32         1025/3        -/Vlanif30
4.4.4.9/32         NULL/3        -/Vlanif40
4.4.4.9/32         1027/3        -/Vlanif40
5.5.5.9/32         NULL/1027     -/Vlanif40
5.5.5.9/32         1026/1027     -/Vlanif40
```

步骤 5 创建并配置 PW 模板

在 U-PE 上创建 PW 模板，并使能控制字。

配置 U-PE1

```
[U-PE1] pw-template pwt
[U-PE1-pw-template-pwt] peer-address 3.3.3.9
[U-PE1-pw-template-pwt] control-word
[U-PE1-pw-template-pwt] quit
```

配置 U-PE2

```
[U-PE2] pw-template pwt
[U-PE2-pw-template-pwt] peer-address 3.3.3.9
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[U-PE2-pw-template-pwt] control-word
[U-PE2-pw-template-pwt] quit
```

步骤 6 创建 VC 连接

在 U-PE1、U-PE2 和 S-PE 上使能 MPLS L2VPN。

在 U-PE 上配置动态 PW，并在 S-PE 完成纯动态 PW 的交换。

配置 U-PE1。

```
[U-PE1] mpls l2vpn
[U-PE1-l2vpn] quit
[U-PE1] interface vlanif 10
[U-PE1-Vlanif10] mpls l2vc pw-template pwt 100
[U-PE1-Vlanif10] quit
```

配置 S-PE。

```
[S-PE] mpls l2vpn
[S-PE-l2vpn] quit
[S-PE] mpls switch-l2vc 1.1.1.9 100 between 5.5.5.9 200 encapsulation vlan
```

配置 U-PE2。

```
[U-PE2] mpls l2vpn
[U-PE2-l2vpn] quit
[U-PE2] interface vlanif 60
[U-PE2-Vlanif60] mpls l2vc pw-template pwt 200
[U-PE2-Vlanif60] quit
```

完成上面的配置后，在 U-PE 上查看 L2VPN 连接信息，执行 **display mpls l2vc interface** 命令可以看到 PW 建立成功，且为 Active 状态。并且 PW 没有使能 BFD for PW 功能。

以 U-PE1 的显示为例。

```
<U-PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552          remote VC label      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  local status code      : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : cw alert ttl lsp-ping bfd
  remote VCCV            : cw alert ttl lsp-ping bfd
  local control word     : enable       remote control word  : enable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : pwt
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x4800200f
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 0 days, 0 hours, 2 minutes, 40 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 12 minutes, 59 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 12 minutes, 59 seconds
  VC last up time        : 2010/11/26 08:25:38
  VC total up time       : 0 days, 0 hours, 12 minutes, 59 seconds
  CKey                   : 16
  NKey                   : 15
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --
```

步骤 7 在 PE 之间配置动态 BFD 检测多跳 PW 功能

配置 U-PE1。

```
[U-PE1] bfd
[U-PE1-bfd] quit
[U-PE1] bfd for pw enable
[U-PE1] interface vlanif 10
[U-PE1-Vlanif10] mpls l2vpn pw bfd min-rx-interval 100 min-tx-interval 100 remote-vcid 200
[U-PE1-Vlanif10] quit
```

配置 U-PE2。

```
[U-PE2] bfd
[U-PE2-bfd] quit
[U-PE2] bfd for pw enable
[U-PE2] interface vlanif 60
[U-PE2-Vlanif60] mpls l2vpn pw bfd min-rx-interval 100 min-tx-interval 100 remote-vcid 100
[U-PE2-Vlanif60] quit
```

步骤 8 验证配置结果

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=600 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=160 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=220 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=210 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=220 ms

  --- 100.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 160/282/600 ms
```

在 U-PE 上执行命令 **display mpls l2vc interface** 查看 PW 的状态。可以看到使能了动态 BFD for PW 功能，且 BFD state 为 up。

版权所有 © 华为技术有限公司

以 U-PE1 的显示为例。

```
<U-PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
 *client interface       : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 3.3.3.9
  local group ID         : 0             remote group ID      : 0
  local VC label         : 23552          remote VC label      : 23552
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  Dynamic BFD for PW     : enable
  VCCV State             : up
  Detect Multipier       : 3
  Min Transit Interval   : 100
  Max Receive Interval   : 100
  Dynamic BFD Session    : built
  BFD for PW             : available
    BFD sessionIndex     : 256          BFD state : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 4470          remote VC MTU        : 4470
  local VCCV             : cw alert ttl lsp-ping bfd
  remote VCCV            : cw alert ttl lsp-ping bfd
  local control word     : enable        remote control word  : enable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : pwt
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x4800200f
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 0 days, 0 hours, 24 minutes, 0 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 15 minutes, 0 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 15 minutes, 0 seconds
  VC last up time        : 2010/11/26 08:25:38
  VC total up time       : 0 days, 0 hours, 15 minutes, 0 seconds
  CKey                   : 16
  NKey                   : 15
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --
```


版权所有 © 华为技术有限公司

在 U-PE 上执行命令 **display bfd session all verbose** 查看 BFD 的状态。可以看到 BFD 会话状态为 up，BFD 绑定类型为 PW，并且 BFD 会话类型为动态。

以 U-PE1 的显示为例。

```
<U-PE1> display bfd session all verbose
------------------------------------------------------------------------------
Session MIndex : 256        State : Up        Name : dyn_8192
------------------------------------------------------------------------------
  Local Discriminator    : 8192             Remote Discriminator   : 8192
  Session Detect Mode    : Asynchronous Mode Without Echo Function
  BFD Bind Type          : PW(Master)
  Bind Session Type      : Dynamic
  Bind Peer Ip Address   : --.--.--.--
  NextHop Ip Address     : --.--.--.--
  Bind Interface         : Vlanif10
  PW TTL Mode            : -                PW TTL                 : -
  Node                   : UPE
  Encapsulation Type     : -                Vc Id                  : -
  Track Interface        : -
  Local Vc Label         : 1027             Remote Vc Label        : 1027
  Swap Vc Label          : -
  FSM Board Id           : 1                TOS-EXP                : 6
  Min Tx Interval (ms)   : 100              Min Rx Interval (ms)   : 100
  Actual Tx Interval (ms): 2800             Actual Rx Interval (ms): 2800
  Local Detect Multi     : 3                Detect Interval (ms)   : --
  Echo Passive           : Disable          Acl Number             : --
  Destination Port       : 3784             TTL                    : 1
  Proc Interface Status  : Disable
  WTR Interval (ms)      : --
  Active Multi           : 3
  Last Local Diagnostic  : No Diagnostic
  Bind Application       : L2VPN | OAM_MANAGER | MPLSFW
  Session TX TmrID       : --               Session Detect TmrID   : --
  Session Init TmrID     : --               Session WTR TmrID      : --
  Session Echo Tx TmrID  : --
  PDT Index              : FSM-0 | RCV-0 | IF-0 | TOKEN-0
  Session Description    : --
------------------------------------------------------------------------------

    Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- U-PE1 的配置文件

```
#
 sysname U-PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 bfd
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 bfd for pw enable
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template pwt
 peer-address 3.3.3.9
 control-word

#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif10
 mpls l2vc pw-template pwt 100
 mpls l2vpn pw bfd min-rx-interval 100 min-tx-interval 100 remote-vcid 200
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
#
return
```

- P1 的配置文件

```
#
 sysname P1
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- S-PE 的配置文件

```
#
 sysname S-PE
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
 mpls switch-l2vc 5.5.5.9 200 between 1.1.1.9 100 encapsulation vlan
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
 mpls ldp remote-peer 5.5.5.9
 remote-ip 5.5.5.9
#
interface Vlanif30
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
 #
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface LoopBack0
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P2 的配置文件

```
#
 sysname P2
#
 vlan batch 40 50
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 40.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid tagged vlan 50
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 30.1.1.0 0.0.0.255
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- U-PE2 的配置文件

```
#
 sysname U-PE2
#
 vlan batch 50 60
#
 bfd
#
 bfd for pw enable
#
 mpls lsr-id 5.5.5.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
pw-template pwt
 peer-address 3.3.3.9
 control-word

#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif50
 ip address 40.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif60
 mpls l2vc pw-template pwt 200
 mpls l2vpn pw bfd min-rx-interval 100 min-tx-interval 100 remote-vcid 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid tagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid tagged vlan 60
#

interface LoopBack0
 ip address 5.5.5.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.9 0.0.0.0
  network 40.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 60
#

interface Vlanif60
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
return
```

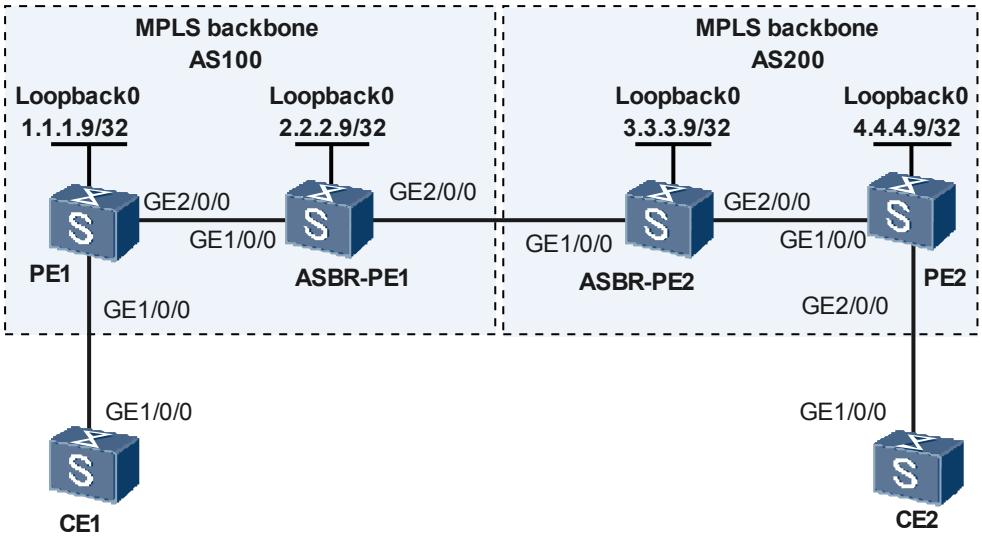
配置跨域 PWE3 示例－OptionA

组网需求

如图 6-364，要求采用 OptionA 方式实现跨域 PWE3。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

图 6-364 配置跨域 PWE3 组网图-OptionA



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	10.1.1.1/24
	Loopback0	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	30.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	-
	Loopback0	-	4.4.4.9/32
ASBR-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	-
	Loopback0	-	2.2.2.9/32
ASBR-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	30.1.1.1/24
	Loopback0	-	3.3.3.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	100.1.1.2/24

同一个 AS 内部的 MPLS 骨干网使用 IS-IS 作为 IGP。

配置思路

采用如下的思路配置跨域 PWE3（OptionA）的基本功能：

1. 在骨干网上运行 IGP 协议，使同一个 AS 域内的各设备能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，在同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间建立动态 LSP 隧道。如果 PE 与 ASBR-PE 非直连，建立 LDP 远程会话。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

3. 在同一个 AS 的 PE 与 ASBR-PE 之间建立 MPLS L2VC 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 配置 IS-IS 所需数据。
- 远端对等体的 IP 地址（设置成远端对等体上 Loopback 接口的 IP 地址）。
- PE、ASBR-PE 的 MPLS LSR-ID（设置为本端 Loopback 接口 IP 地址）。
- L2VC-ID。

操作步骤

步骤 1 按图 6-364 配置各接口所属 VLAN

具体配置过程略。

步骤 2 配置骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 ASBR-PE 的互通。

本例中采用 IS-IS，具体配置过程略。

配置完成后，ASBR-PE 与本 AS 的 PE 之间应能建立 IS-IS 邻居，执行 **display isis peer** 命令可以看到邻居达到 UP 状态。

以 ASBR-PE1 的显示为例。

```
<ASBR-PE1> display isis peer

                      Peer information for ISIS(1)
                      ----------------------------

  System Id     Interface          Circuit Id       State HoldTime Type     PRI
0000.0000.0001  Vlanif20           0000000002        Up   28s      L1L2     --
Total Peer(s): 1
```

执行 **display ip routing-table** 命令可以看到每个域内的 PE 与 ASBR-PE 之间能学习到对方的 Loopback 地址。

以 ASBR-PE1 的显示为例。

```
<ASBR-PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 9        Routes : 9

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.9/32  ISIS    15   10          D   10.1.1.1        Vlanif20
        2.2.2.9/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
       10.1.1.0/24  Direct  0    0           D   10.1.1.2        Vlanif20
       10.1.1.2/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
     10.1.1.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct  0    0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

ASBR-PE 与本 AS 内的 PE 之间应能互相 ping 通。

步骤 3 使能 MPLS，配置动态 LSP

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力。同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间建立动态 LDP LSP。

完成此步骤，同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间存在 LSP 隧道。

以 ASBR-PE1 为例：

```
<ASBR-PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.9:0         Operational DU   Active   0000:00:19  79/79
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 4 配置 MPLS L2VC 连接

在 U-PE 和 ASBR PE 上配置 L2VC 连接，并接入 CE。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
[PE1-l2vpn] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] mpls l2vc 2.2.2.9 100
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] mpls l2vpn
[ASBR-PE1-l2vpn] quit
[ASBR-PE1] interface vlanif 30
[ASBR-PE1-Vlanif30] mpls l2vc 1.1.1.9 100
[ASBR-PE1-Vlanif30] quit
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] mpls l2vpn
[ASBR-PE2-l2vpn] quit
[ASBR-PE2] interface vlanif 30
[ASBR-PE2-Vlanif30] mpls l2vc 4.4.4.9 100
[ASBR-PE2-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
[PE2-l2vpn] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] mpls l2vc 3.3.3.9 100
[PE2-Vlanif50] quit
```

配置 CE1。

```
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] interface vlanif 50
[CE2-Vlanif50] ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif50] quit
```

步骤 5 验证配置结果

版权所有 © 华为技术有限公司

在 PE 上查看 L2VPN 连接信息，可以看到建立了一条 L2VC，VC State 为 up。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls l2vc interface vlanif 10
*client interface        : Vlanif10 is up
  Administrator PW       : no
  session state          : up
  AC status              : up
  VC state               : up
  Label state            : 0
  Token state            : 0
  VC ID                  : 100
  VC type                : VLAN
  destination            : 2.2.2.9
  local group ID         : 0            remote group ID      : 0
  local VC label         : 21505        remote VC label      : 21505
  local AC OAM State     : up
  local PSN OAM State    : up
  local forwarding state : forwarding
  local status code      : 0x0
  remote AC OAM state    : up
  remote PSN OAM state   : up
  remote forwarding state: forwarding
  remote status code     : 0x0
  ignore standby state   : no
  BFD for PW             : unavailable
  VCCV State             : up
  manual fault           : not set
  active state           : active
  forwarding entry       : exist
  OAM Protocol           : --
  OAM Status             : --
  OAM Fault Type         : --
  PW APS ID              : 0
  PW APS Status          : --
  TTL Value              : 1
  link state             : up
  local VC MTU           : 1500         remote VC MTU        : 1500
  local VCCV             : Disable
  remote VCCV            : Disable
  local control word     : disable      remote control word  : disable
  tunnel policy name     : --
  PW template name       : --
  primary or secondary   : primary
  load balance type      : flow
  Access-port            : false
  Switchover Flag        : false
  VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
    NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x20021
    Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
  create time            : 0 days, 0 hours, 8 minutes, 8 seconds
  up time                : 0 days, 0 hours, 7 minutes, 26 seconds
  last change time       : 0 days, 0 hours, 7 minutes, 26 seconds
  VC last up time        : 2008/07/24 12:31:31
  VC total up time       : 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
  CKey                   : 11
  NKey                   : 10
  PW redundancy mode     : --
  AdminPw interface      : --
  AdminPw link state     : --
  Diffserv Mode          : uniform
  Service Class          : --
  Color                  : --
  DomainId               : --
  Domain Name            : --

<ASBR-PE2> display mpls l2vc interface vlanif 30
*client interface        : Vlanif30 is up
  Administrator PW       : no
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
session state          : up
AC status              : up
VC state               : up
Label state            : 0
Token state            : 0
VC ID                  : 100
VC type                : VLAN
destination            : 4.4.4.9
local group ID         : 0             remote group ID      : 0
local VC label         : 21505         remote VC label      : 21505
local AC OAM State     : up
local PSN OAM State    : up
local forwarding state : forwarding
local status code      : 0x0
remote AC OAM state    : up
remote PSN OAM state   : up
remote forwarding state: forwarding
remote status code     : 0x0
ignore standby state   : no
BFD for PW             : unavailable
VCCV State             : up
manual fault           : not set
active state           : active
forwarding entry       : exist
OAM Protocol           : --
OAM Status             : --
OAM Fault Type         : --
PW APS ID              : 0
PW APS Status          : --
TTL Value              : 1
link state             : up
local VC MTU           : 4470          remote VC MTU        : 4470
local VCCV             : Disable
remote VCCV            : Disable
local control word     : disable       remote control word  : disable
tunnel policy name     : --
PW template name       : --
primary or secondary   : primary
load balance type      : flow
Access-port            : false
Switchover Flag        : false
VC tunnel/token info   : 1 tunnels/tokens
  NO.0  TNL type : lsp   , TNL ID : 0x20021
  Backup TNL type      : lsp   , TNL ID : 0x0
create time            : 0 days, 0 hours, 8 minutes, 7 seconds
up time                : 0 days, 0 hours, 7 minutes, 26 seconds
last change time       : 0 days, 0 hours, 7 minutes, 26 seconds
VC last up time : 2008/07/24 12:31:31
VC total up time: 0 days, 2 hours, 12 minutes, 51 seconds
CKey                   : 11
NKey                   : 10
PW redundancy mode     : --
AdminPw interface      : --
AdminPw link state     : --
Diffserv Mode          : uniform
Service Class          : --
Color                  : --
DomainId               : --
Domain Name            : --
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 100.1.1.2
  PING 100.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=430 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=220 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=190 ms
    Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=190 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 100.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=190 ms

--- 100.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 190/244/430 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 mpls l2vc 2.2.2.9 100
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- ASBR-PE1 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 mpls l2vc 1.1.1.9 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack0
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- ASBR-PE2 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE2
#
vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif30
 mpls l2vc 4.4.4.9 100
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif40
 ip address 30.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 mpls l2vc 3.3.3.9 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface LoopBack0
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif 50
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
return
```

6.10.7 VPLS 配置

介绍了 VPLS 的原理、应用和配置。

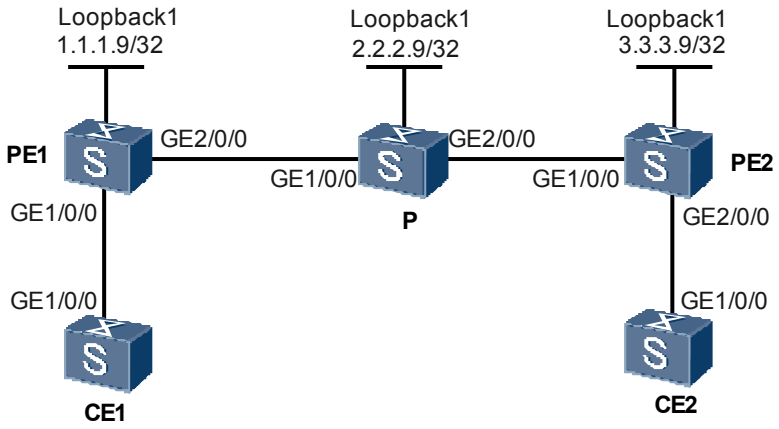
华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 Martini 方式 VPLS 示例

组网需求

如图 6-365，PE1 和 PE2 作为 PE 配置 VPLS 功能。CE1 连接 PE1 设备，CE2 连接 PE2。CE1 和 CE2 属于一个 VPLS。配置 VPLS，采用 LDP 作为 VPLS 信令建立 PW，实现 CE1 与 CE2 的互通。

图 6-365 配置 Martini 方式 VPLS 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	168.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	169.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	168.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	169.1.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Martini 方式 VPLS 的基本功能：

1. 在骨干网上配置路由协议实现互通。
2. 在 PE 之间建立远端 LDP 会话。
3. PE 间建立传输用户数据所使用的隧道。

版权所有 © 华为技术有限公司

4. PE 上使能 MPLS L2VPN。
5. 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 LDP，然后将 VSI 与 AC 接口绑定。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- 对等体的 IP 地址及建立对等体时使用的隧道策略。
- 绑定 VSI 的接口。

操作步骤

步骤 1 按图 6-365 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。

步骤 2 配置 IGP，本例中使用 OSPF。

配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 的 32 位 Loopback 接口地址（LSR-ID）。

具体请配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力和 LDP

具体配置过程略。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 P 之间或 PE2 和 P 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 4 在 PE 之间建立远端 LDP 会话

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

配置完成后，在 PE1 或 PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 PE1 和 PE2 之间的对等体的 Status 项为“Operational”，即远端对等体关系已建立。

步骤 5 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 6 在 PE 上配置 LDP 方式 VSI

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a2 static
[PE1-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.9
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a2 static
[PE2-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 1.1.1.9
```

步骤 7 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 PE1。

```
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] l2 binding vsi a2
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] l2 binding vsi a2
[PE2-Vlanif40] quit
```

步骤 8 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1

```
<Quidway> sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2

```
<Quidway> sysname CE2
[CE2] interface vlanif 40
[CE2-Vlanif40] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif40] quit
```

步骤 9 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name a2 verbose** 命令，可以看到名字为 a2 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 UP。

```
<PE1> display vsi name a2 verbose

 ***VSI Name               : a2
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
    Diffserv Mode          : uniform
    Mpls Exp               : --
    DomainId               : 255
    Domain Name            :
    Ignore AcState         : disable
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  P2P VSI               : disable
  Create Time           : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 45 seconds
  VSI State             : up

  VSI ID                : 2
 *Peer Router ID        : 3.3.3.9
  primary or secondary  : primary
  ignore-standby-state  : no
  VC Label              : 27648
  Peer Type             : dynamic
  Session               : up
  Tunnel ID             : 0x20021
  Broadcast Tunnel ID   : 0x20021
  Broad BackupTunnel ID : 0x0
  CKey                  : 2
  NKey                  : 1
  Stp Enable             : 0
  PwIndex               : 1


  Interface Name        : Vlanif10
  State                 : up
  Access Port           : false
  Last Up Time          : 2009/02/03 00:16:08
  Total Up Time         : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 57 seconds

 **PW Information:

 *Peer Ip Address       : 3.3.3.9
  PW State              : up
  Local VC Label        : 27648
  Remote VC Label       : 27648
  PW Type               : label
  Tunnel ID             : 0x20021
  Broadcast Tunnel ID   : 0x20021
  Broad BackupTunnel ID : 0x0
  Ckey                  : 0x2
  Nkey                  : 0x1
  Main PW Token         : 0x10002
  Slave PW Token        : 0x0
  Tnl Type              : LSP
  OutInterface          : Vlanif20
  Backup OutInterface   :
  Stp Enable            : 0
  PW Last Up Time       : 2009/02/03 00:16:09
  PW Total Up Time      : 0 days, 0 hours, 0 minutes, 56 seconds
```

在 CE1（10.1.1.1）上能够 ping 通 CE2（10.1.1.2）。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
  remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif10
 l2 binding vsi a2
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
  remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
interface Vlanif40
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

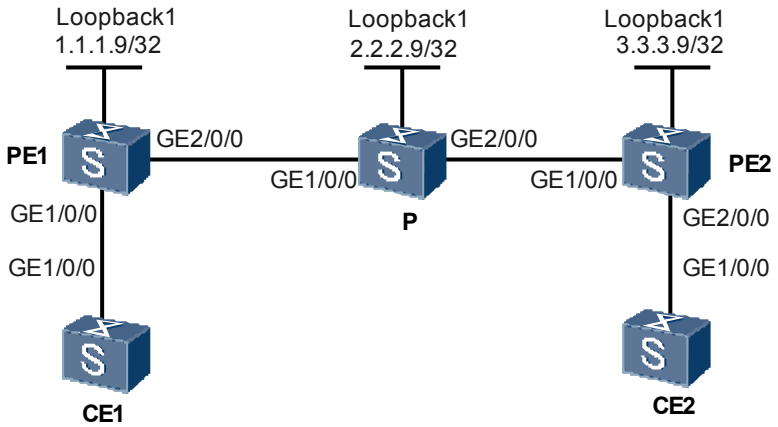
配置 Kompella 方式 VPLS 示例

组网需求

如图 6-366，两台设备 PE1 和 PE2 作为 PE 配置 VPLS 功能。CE1 连接 P1，CE2 连接 PE2。CE1 和 CE2 属于一个 VPLS。

采用 BGP 作为 VPLS 信令建立 PW，通过配置 VPN Target 实现 VPLS PE 的自动发现，实现 CE1 与 CE2 的互通。

图 6-366 配置 Kompella 方式 VPLS 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	168.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	169.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32

版权所有 © 华为技术有限公司

P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	168.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	169.1.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置 Kompella 方式 VPLS 的基本功能：

1. 在骨干网上配置路由协议实现互通，并配置 MPLS 基本能力。
2. 在 PE 之间建立 LSP 隧道。
3. 在 PE 上使能 MPLS L2VPN。
4. 在 PE 上使能 BGP 对等体交换 VPLS 信息的能力。
5. 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 BGP，指定 RD、VPN-Target 和 Site。
6. 将 AC 接口与 VSI 进行绑定。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 对等体的 IP 地址。
- PE1、PE2 上的 VSI 名称。
- PE1、PE2 上的 BGP AS 号。
- VSI 的信令模式为 BGP。
- PE 上 VSI 的 RD 和 VPN-Target，VSI 所属的 Site ID。
- 各接口所属的 VLAN ID 值和绑定 VSI 的接口。

操作步骤

步骤 1 按图 6-366 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。

步骤 2 配置 IGP，本例中使用 OSPF。

按图 6-366 配置 PE 和 P 的各 VLANIF 接口地址，配置 OSPF 时，注意需要发布 PE1、P 和 PE2 的 32 位 Loopback 接口地址（LSR-ID）。

具体配置过程(略)。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到已学到彼此的路由。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 3 配置 MPLS 基本能力和 LDP

具体配置步骤参考后面的配置文件。

配置完成后，在 PE1、P 和 PE2 上执行 **display mpls ldp peer** 命令可以看到 PE1 和 P 之间及 PE2 和 P 之间的对等体关系已建立。在 PE1、PE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到对等体之间的 LDP 会话已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 4 建立 BGP 对等体，使能交换 VPLS 信息的能力

配置 PE1。

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 as-number 100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.9 connect-interface loopback1
[PE1-bgp] vpls-family
[PE1-bgp-af-vpls] peer 3.3.3.9 enable
[PE1-bgp-af-vpls] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] bgp 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 as-number 100
[PE2-bgp] peer 1.1.1.9 connect-interface loopback1
[PE2-bgp] vpls-family
[PE2-bgp-af-vpls] peer 1.1.1.9 enable
[PE2-bgp-af-vpls] quit
```

步骤 5 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 6 在 PE 上配置 VSI

说明

VSI 两端的 Site ID 不能设置成相同。

配置 PE1。

```
[PE1] vsi bgp1 auto
[PE1-vsi-bgp1] pwsignal bgp
[PE1-vsi-bgp1-bgp] route-distinguisher 168.1.1.1:1
[PE1-vsi-bgp1-bgp] vpn-target 100:1 import-extcommunity
[PE1-vsi-bgp1-bgp] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[PE1-vsi-bgp1-bgp] site 1 range 5 default-offset 0
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi bgp1 auto
[PE2-vsi-bgp1] pwsignal bgp
[PE2-vsi-bgp1-bgp] route-distinguisher 169.1.1.2:1
[PE2-vsi-bgp1-bgp] vpn-target 100:1 import-extcommunity
[PE2-vsi-bgp1-bgp] vpn-target 100:1 export-extcommunity
[PE2-vsi-bgp1-bgp] site 2 range 5 default-offset 0
```

步骤 7 在 PE 上将 VSI 与 AC 接口进行绑定

绑定 PE1 上 VLANIF 10 接口与 VSI。

```
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] l2 binding vsi bgp1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

绑定 PE2 上 VLANIF 40 接口与 VSI。

```
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] l2 binding vsi bgp1
```

步骤 8 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1

```
<Quidway> sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```

配置 CE2

```
<Quidway> sysname CE2
[CE2] interface vlanif 40
[CE2-Vlanif40] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
```

步骤 9 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name bgp1 verbose** 命令，可以看到名字为 bgp1 的 VSI 建立了一条到 PE2 的 PW，VSI 状态为 UP。

```
<PE1> display vsi name bgp1 verbose

 ***VSI Name               : bgp1
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 1
    PW Signaling           : bgp
    Member Discovery Style : auto
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
    Diffserv Mode          : uniform
    Mpls Exp               : --
    DomainId               : 255
    Domain Name            :
    Ignore AcState         : disable
    P2P VSI                : disable
    Create Time            : 0 days, 0 hours, 8 minutes, 38 seconds
    VSI State              : up

    BGP RD                 : 168.1.1.1:1
    SiteID/Range/Offset    : 1/5/0
    Import vpn target      : 100:1
    Export vpn target      : 100:1
    Remote Label Block     : 31744/10/0
    Local Label Block      : 31744/10/0

    Interface Name         : Vlanif10
    State                  : up
    Access Port            : false
    Last Up Time           : 2009/02/03 00:26:25
    Total Up Time          : 0 days, 0 hours, 7 minutes, 31 seconds

   **PW Information:

   *Peer Ip Address        : 3.3.3.9
    PW State               : up
    Local VC Label         : 31745
    Remote VC Label        : 31746
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x20021
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20021
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    Ckey                   : 0x3
    Nkey                   : 0x1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Main PW Token          : 0x20021
  Slave PW Token         : 0x0
  Tnl Type               : LSP
  OutInterface           : Vlanif20
  Backup OutInterface    :
  Stp Enable             : 0
  PW Last Up Time        : 2009/02/03 00:32:43
  PW Total Up Time       : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 14 seconds
```

在 CE1（10.1.1.1）上能够 ping 通 CE2（10.1.1.2）。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
vsi bgp1 auto
 pwsignal bgp
  route-distinguisher 168.1.1.1:1
  vpn-target 100:1 import-extcommunity
  vpn-target 100:1 export-extcommunity
  site 1 range 5 default-offset 0
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 l2 binding vsi bgp1
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.9 as-number 100
 peer 3.3.3.9 connect-interface LoopBack1
 #
 vpls-family
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.9 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif20
 ip address 168.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 168.1.1.0 0.0.0.255
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
#
return
```

- PE2 的配置文件

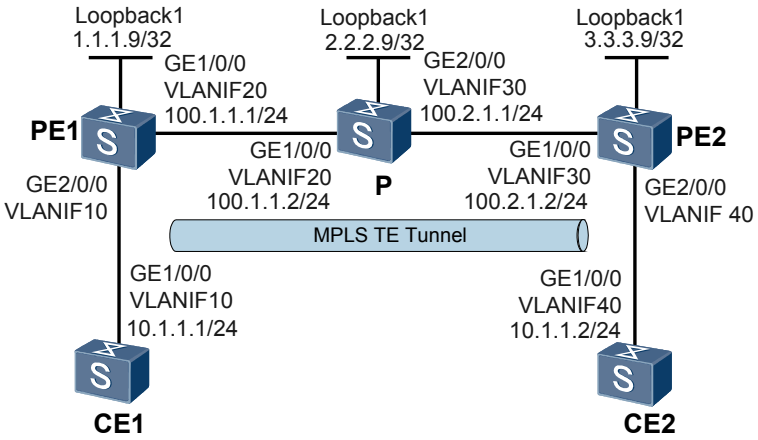
```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi bgp1 auto
 pwsignal bgp
  route-distinguisher 169.1.1.2:1
  vpn-target 100:1 import-extcommunity
  vpn-target 100:1 export-extcommunity
  site 2 range 5 default-offset 0
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 169.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 l2 binding vsi bgp1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 1.1.1.9 as-number 100
 peer 1.1.1.9 connect-interface LoopBack1
 #
 vpls-family
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.9 enable
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 169.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

配置 VPLS over TE 示例（Martini 方式）

组网需求

图 6-367 Martini 方式 VPLS over TE 组网图



如图 6-367，CE1 和 CE2 属于同一 VPLS，分别通过 PE1 和 PE2 接入 MPLS 骨干网。MPLS 骨干网使用 OSPF 作为 IGP 协议。

要求配置 Martini 方式的 VPLS，使用动态信令 RSVP-TE 建立 PE1 和 PE2 之间的 MPLS TE 隧道来承载此 VPLS 业务。

配置思路

采用如下的思路配置 Martini 方式 VPLS over TE：

1. 在骨干网相关设备（PE、P）上配置路由协议实现互通，并使能 MPLS。
2. 建立 MPLS TE 隧道，并配置隧道策略。
3. PE 上使能 MPLS L2VPN。
4. 在 PE 上创建 VSI，指定信令为 LDP，然后将 VSI 与 AC 接口绑定。
5. 配置 VSI 使用 MPLS TE 隧道。

数据准备

完成本例配置，需准备如下数据：

- 使能 MPLS TE 的 OSPF 区域
- VSI 名称及 VSI ID
- 对等体的 IP 地址及隧道策略
- 绑定 VSI 的接口

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，配置接口允许通过的 VLAN

配置 PE1

版权所有 © 华为技术有限公司

```
[Quidway] sysname PE1
[PE1] vlan batch 10 20
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] port trunk allow-pass vlan 20
[PE1-GigabitEthernet1/0/0] quit
[PE1] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] port trunk allow-pass vlan 10
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

CE1、CE2、PE2、P 上的配置与 PE1 类似（略）

步骤 2 配置骨干网各接口的 IP 地址并配置 OSPF 协议

具体配置过程略。

步骤 3 使能 MPLS、MPLS TE、MPLS RSVP-TE 及 MPLS TE CSPF

在隧道沿途各节点的系统视图及接口视图下使能 MPLS、MPLS TE 和 MPLS RSVP-TE，并在隧道入节点的系统视图下使能 MPLS TE CSPF。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[PE1] mpls
[PE1-mpls] mpls te
[PE1-mpls] mpls rsvp-te
[PE1-mpls] mpls te cspf
[PE1-mpls] quit
[PE1] interface vlanif 20
[PE1-Vlanif20] mpls
[PE1-Vlanif20] mpls te
[PE1-Vlanif20] mpls rsvp-te
[PE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] mpls te
[P-mpls] mpls rsvp-te
[P-mpls] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls te
[P-Vlanif20] mpls rsvp-te
[P-Vlanif20] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls te
[P-Vlanif30] mpls rsvp-te
[P-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[PE2] mpls
[PE2-mpls] mpls te
[PE2-mpls] mpls rsvp-te
[PE2-mpls] mpls te cspf
[PE2-mpls] quit
[PE2] interface vlanif 30
[PE2-Vlanif30] mpls
[PE2-Vlanif30] mpls te
[PE2-Vlanif30] mpls rsvp-te
[PE2-Vlanif30] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 4 在骨干网上配置 OSPF TE

PE1 的配置。

```
[PE1] ospf
[PE1-ospf-1] opaque-capability enable
[PE1-ospf-1] area 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
```

P 的配置。

```
[P] ospf
[P-ospf-1] opaque-capability enable
[P-ospf-1] area 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.2.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
```

PE2 的配置。

```
[PE2] ospf
[PE2-ospf-1] opaque-capability enable
[PE2-ospf-1] area 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.2.1.0 0.0.0.255
[PE2-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
```

步骤 5 配置 Tunnel 接口

在 PE 上创建 Tunnel 接口，指定隧道协议为 MPLS TE，信令协议为 RSVP-TE。

配置 PE1

```
[PE1] interface tunnel 1/0/0
[PE1-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback1
[PE1-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel1/0/0] destination 3.3.3.9
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE1-Tunnel1/0/0] mpls te commit
```

配置 PE2

```
[PE2] interface tunnel 1/0/0
[PE2-Tunnel1/0/0] ip address unnumbered interface loopback1
[PE2-Tunnel1/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE2-Tunnel1/0/0] destination 1.1.1.9
[PE2-Tunnel1/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE2-Tunnel1/0/0] mpls te reserved-for-binding
[PE2-Tunnel1/0/0] mpls te commit
```

配置完此步骤后，在隧道接口视图下执行 **display this interface** 命令，可以看见 MPLS TE 隧道已建立成功，即显示结果中“Line protocol current state”对应值为“UP”。以 PE1 的显示为例。

```
[PE1-Tunnel1/0/0] display this interface
Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Description : HUAWEI, Quidway Series, Tunnel1/0/0 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is unnumbered, using address of LoopBack1(1.1.1.9/32)
Encapsulation is TUNNEL, loopback not set
Tunnel destination 3.3.3.9
Tunnel up/down statistics 16
Tunnel protocol/transport MPLS/MPLS, ILM is available,
primary tunnel id is 0x1d, secondary tunnel id is 0x0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Current system time: 2012-03-08 19:17:11
    300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    0 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    0 packets output,  0 bytes
    0 output error
    0 output drop
    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

在系统视图下执行 **display tunnel-info all** 命令，可以看到 PE 之间存在目的地址为对方 MPLS LSR ID 的 TE 隧道。以 PE1 的显示为例。

```
<PE1> display tunnel-info all
 * -> Allocated VC Token
Tunnel ID        Type                 Destination          Token
------------------------------------------------------------------------
0x10020          cr lsp                3.3.3.9               0
0x10021           lsp                   --                   1
0x10022           lsp(*)                --                   2
```

步骤 6 配置 LDP 远端会话

在 PE1 和 PE2 之间建立远端对等体会话。

配置 PE1。

```
[PE1] mpls ldp
[PE1-mpls-ldp] quit
[PE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[PE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[PE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

配置完此步骤，PE 间的 LDP 会话应能建立起来。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display mpls ldp session
 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 3.3.3.9:0         Operational DU   Passive  0000:00:06  26/26
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 7 配置隧道策略

配置 PE1。

```
[PE1] tunnel-policy policy1
[PE1-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 3.3.3.9 te tunnel 1/0/0
[PE1-tunnel-policy-policy1] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] tunnel-policy policy1
[PE2-tunnel-policy-policy1] tunnel binding destination 1.1.1.9 te tunnel 1/0/0
[PE2-tunnel-policy-policy1] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

步骤 8 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 9 在 PE 上创建 VSI，并配置隧道策略。

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a2 static
[PE1-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a2-ldp] peer 3.3.3.9 tnl-policy policy1
[PE1-vsi-a2-ldp] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a2 static
[PE2-vsi-a2] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a2-ldp] vsi-id 2
[PE2-vsi-a2-ldp] peer 1.1.1.9 tnl-policy policy1
[PE2-vsi-a2-ldp] quit
```

步骤 10 在 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 PE1。

```
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] l2 binding vsi a2
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] interface vlanif 40
[PE2-Vlanif40] l2 binding vsi a2
[PE2-Vlanif40] quit
```

配置 CE1

```
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2

```
[CE2] interface vlanif 40
[CE2-Vlanif40] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
[CE2-Vlanif40] quit
```

步骤 11 检查配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name a2 verbose** 命令，可以看到名字为 a2 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 UP。

```
<PE1> display vsi name a2 verbose
 ***VSI Name               : a2
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Diffserv Mode          : uniform
  Mpls Exp               : --
  DomainId               : 255
  Domain Name            :
  Ignore AcState         : disable
  P2P VSI                : disable
  Create Time            : 1 days, 17 hours, 9 minutes, 10 seconds
  VSI State              : up
  VSI ID                 : 2
 *Peer Router ID         : 3.3.3.9
  primary or secondary   : primary
  ignore-standby-state   : no
  VC Label               : 27648
  Peer Type              : dynamic
  Session                : up
  Tunnel ID              : 0x10020
  Broadcast Tunnel ID    : 0x10020
  Broad BackupTunnel ID  : 0x0
  Tunnel Policy Name     : 1
  CKey                   : 6
  NKey                   : 5
  Stp Enable             : 0
  PwIndex                : 0
  Tunnel Policy Name     : policy1
  Interface Name         : Vlanif10
  Access Port            : false
  State                  : up
  Last Up Time           : 2009/01/05 18:10:44
  Total Up Time          : 1 days, 16 hours, 53 minutes, 33 seconds
 **PW Information:
 *Peer Ip Address        : 3.3.3.9
  PW State               : up
  Local VC Label         : 27648
  Remote VC Label        : 27648
  PW Type                : label
  Tunnel ID              : 0x10020
  Broadcast Tunnel ID    : 0x10020
  Broad BackupTunnel ID  : 0x0
  Ckey                   : 0x6
  Nkey                   : 0x5
  Main PW Token          : 0x10008
  Slave PW Token         : 0x0
  Tnl Type               : LSP
  OutInterface           : Vlanif20
  Backup OutInterface    :
  Stp Enable             : 0
  PW Last Up Time        : 2009/01/06 10:03:35
  PW Total Up Time       : 0 days, 11 hours, 15 minutes, 38 seconds
```

在 PE1 上执行 **display mpls lsp include 3.3.3.9 32 verbose** 命令，可以看到去往 3.3.3.9/32 的 LSP 的情况。

```
<PE1> display mpls lsp include 3.3.3.9 32 verbose
------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: RSVP LSP
------------------------------------------------------------------------------

  No                 :  1
  SessionID          :  100
  IngressLsrID       :  1.1.1.1
  LocalLspID         :  1
  Tunnel-Interface   :  Tunnel1/0/0
  Fec                :  3.3.3.9/32
  TunnelTableIndex   :  0x0
  Nexthop            :  100.1.1.2
  In-Label           :  NULL
  Out-Label          :  9217
  In-Interface       :  ----------
  Out-Interface      :  Vlanif20
  LspIndex           :  2048
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Token              :  0x10080
  LsrType            :  Ingress
  Mpls-Mtu           :  1500
  TimeStamp          :  2040sec
  Bfd-State          :  ---
```

在 PE1 上执行 **display vsi pw out-interface vsi a2** 命令，可以看到 1.1.1.9 与 3.3.3.9 之间建立的 MPLS TE 隧道的出接口为 Tunnel1/0/0，实际出接口为 VLANIF20。

```
<PE1> display vsi pw out-interface vsi a2
Total: 1
------------------------------------------------------------------------------
Vsi Name                    peer            vcid       interface
------------------------------------------------------------------------------
a2                          3.3.3.9         100        Tunnel1/0/0
                                                       Vlanif20
```

CE1 与 CE2 可以相互 Ping 通对方。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=125 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=125 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=94 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=125 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=125 ms

  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 94/118/125 ms
```

CE1 Ping 通 CE2 后，在 PE 上执行 **display interface tunnel 1/0/0** 命令查看 Tunnel 接口信息，可看到显示信息结果中，经过该接口的数据包的统计数据变大了。以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display interface tunnel 1/0/0

Tunnel1/0/0 current state : UP
Line protocol current state : UP
Last line protocol up time : 2009-03-22 12:03:48
Description:HUAWEI, Quidway Series, Tunnel1/0/0 Interface
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
Internet Address is unnumbered, using address of LoopBack0(1.1.1.9/32)
Encapsulation is TUNNEL, loopback not set
Tunnel destination 3.3.3.9
Tunnel up/down statistics 1
Tunnel protocol/transport MPLS/MPLS, ILM is available,
primary tunnel id is 0xe008948, secondary tunnel id is 0x0
Current system time: 2012-03-08 19:44:29
    300 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    0 seconds output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    1249 packets output,  21526 bytes
    0 output error
    0 output drop

    Input bandwidth utilization  : --
    Output bandwidth utilization : --
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 3.3.3.9 tnl-policy policy1
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
 remote-ip 3.3.3.9
#
#
interface Vlanif10
 l2 binding vsi a2
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 ospf cost 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 3.3.3.9
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 3.3.3.9 te Tunnel1/0/0
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 ospf cost 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif30
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.0
 ospf cost 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
  network 100.2.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
  mpls te
  mpls rsvp-te
  mpls te cspf
#
 mpls l2vpn
#
vsi a2 static
 pwsignal ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.9 tnl-policy policy1
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif 30
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.0
 ospf cost 1
 mpls
 mpls te
 mpls rsvp-te
#
interface Vlanif40
 l2 binding vsi a2
#
interface GigabitEtherne1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
interface Tunnel1/0/0
 ip address unnumbered interface LoopBack1
 tunnel-protocol mpls te
 destination 1.1.1.9
 mpls te tunnel-id 100
 mpls te reserved-for-binding
 mpls te commit
#
ospf 1
 opaque-capability enable
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 100.2.1.0 0.0.0.255
  mpls-te enable
#
tunnel-policy  policy1
 tunnel binding destination 1.1.1.9 te Tunnel1/0/0
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 40
#
interface Vlanif40
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
return
```

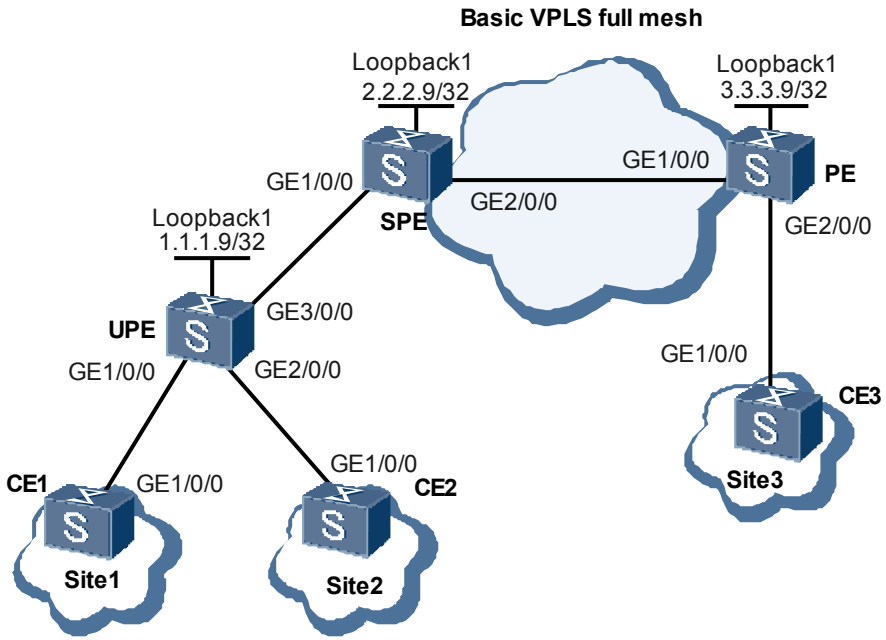

版权所有 © 华为技术有限公司

配置 LDP 方式的 HVPLS 示例

组网需求

如图 6-368，Site1，Site2 和 Site3 都属于同一个 VPLS。CE1 和 CE2 通过 UPE 接入基本 VPLS 全连接网路；CE3 通过普通 PE 接入。

图 6-368 配置 LDP 方式的 HVPLS 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
UPE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	-
	GigabitEthernet3/0/0	VLANIF 30	100.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
SPE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	100.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	100.2.1.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
PE	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.2.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	-
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	10.1.1.2/24
CE3	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.1.1.3/24

版权所有 © 华为技术有限公司

配置思路

采用如下的思路配置 LDP 方式的 HVPLS 的基本功能：

1. 在 SPE 与 PE 之间配置 Martini 方式的 VPLS。
2. 在 UPE 与 SPE 之间建立 MPLS LDP 对等体。
3. 在 SPE 上创建 VSI 实例，指定 UPE 为自己的下层 PE。
4. 在 UPE 上创建 VSI 实例，指定 SPE 为 VSI 对等体。
5. 将 CE1 和 CE2 接入 UPE；CE3 接入 PE。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- UPE、SPE 及 PE 的 MPLS LSR ID（作为对等体 IP 地址）。
- UPE、PE、SPE 上运行的路由协议。

操作步骤

步骤 1 按图 6-368 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。

步骤 2 配置 IGP

本例中使用 OSPF，具体配置过程略。

配置完成后，在 UPE、SPE 和 PE 上执行 **display ip routing-table** 命令可以看到 UPE、SPE 和 PE 已学到彼此的 Loopback 接口地址。

步骤 3 配置 MPLS 基本能力和 LDP

具体配置过程略。

配置完成后，在 UPE、SPE 和 PE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 UPE 和 SPE 之间或 PE 和 SPE 之间的对等体 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 4 使能 MPLS L2VPN，配置 VSI

配置 UPE。

```
<UPE> system-view
[UPE] mpls l2vpn
[UPE-l2vpn] quit
[UPE] vsi vl23 static
[UPE-vsi-vl23] pwsignal ldp
[UPE-vsi-vl23-ldp] vsi-id 123
[UPE-vsi-vl23-ldp] peer 2.2.2.9
```

配置 SPE。

```
<SPE> system-view
[SPE] mpls l2vpn
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SPE-l2vpn] quit
[SPE] vsi v123 static
[SPE-vsi-v123] pwsignal ldp
[SPE-vsi-v123-ldp] vsi-id 123
[SPE-vsi-v123-ldp] peer 3.3.3.9
[SPE-vsi-v123-ldp] peer 1.1.1.9 upe
```

配置 PE。

```
<PE> system-view
[PE] mpls l2vpn
[PE-l2vpn] quit
[PE] vsi v123 static
[PE-vsi-v123] pwsignal ldp
[PE-vsi-v123-ldp] vsi-id 123
[PE-vsi-v123-ldp] peer 2.2.2.9
```

步骤 5 在 UPE 和 PE 上配置 VSI 与接口的绑定

配置 UPE。

```
[UPE] interface vlanif 10
[UPE-Vlanif10] l2 binding vsi v123
[UPE-Vlanif10] quit
[UPE] interface vlanif 20
[UPE-Vlanif20] l2 binding vsi v123
[UPE-Vlanif20] quit
```

配置 PE。

```
[PE] interface vlanif 50
[PE-Vlanif50] l2 binding vsi v123
```

步骤 6 配置 CE 的 VLANIF 接口的 IP 地址

配置 CE1

```
<Quidway> sysname CE1
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```

配置 CE2

```
<Quidway> sysname CE2
[CE2] interface vlanif 20
[CE2-Vlanif20] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
```

配置 CE3

```
<Quidway> sysname CE3
[CE3] interface vlanif 50
[CE3-Vlanif50] ip address 10.1.1.3 255.255.255.0
```

步骤 7 检验配置结果

完成上述配置后，在 SPE 上执行 **display vsi name v123 verbose** 命令，可以看到名字为 v123 的 VSI 的状态为 UP；对应的 PW 状态也为 Up。

```
<SPE> display vsi name v123 verbose

 ***VSI Name               : v123
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Diffserv Mode          : uniform
 Mpls Exp               : --
 DomainId               : 255
 Domain Name            :
 Ignore AcState         : disable
 P2P VSI                : disable
 Create Time            : 1 days, 15 hours, 11 minutes, 4 seconds
 VSI State              : up

 VSI ID                 : 123
*Peer Router ID         : 3.3.3.9
 primary or secondary   : primary
 ignore-standby-state   : no
 VC Label               : 27648
 Peer Type              : dynamic
 Session                : up
 Tunnel ID              : 0x20022
 Broadcast Tunnel ID    : 0x20022
 Broad BackupTunnel ID  : 0x0
 CKey                   : 6
 NKey                   : 5
 Stp Enable              : 0
 PwIndex                : 0

*Peer Router ID         : 1.1.1.9
 primary or secondary   : primary
 ignore-standby-state   : no
 VC Label               : 27649
 Peer Type              : dynamic
 Session                : up
 Tunnel ID              : 0x10020
 Broadcast Tunnel ID    : 0x10020
 Broad BackupTunnel ID  : 0x0
 CKey                   : 6
 NKey                   : 5
 Stp Enable              : 0
 PwIndex                : 0

**PW Information:

*Peer Ip Address        : 1.1.1.9
 PW State               : up
 Local VC Label         : 27649
 Remote VC Label        : 27648
 PW Type                : MEHVPLS
 Tunnel ID              : 0x10020
 Broadcast Tunnel ID    : 0x10020
 Broad BackupTunnel ID  : 0x0
 Ckey                   : 0x6
 Nkey                   : 0x5
 Main PW Token          : 0x10020
 Slave PW Token         : 0x0
 Tnl Type               : LSP
 OutInterface           : Vlanif30
 Backup OutInterface    :
 Stp Enable             : 0
 PW Last Up Time        : 2009/02/03 00:32:43
 PW Total Up Time       : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 14 seconds

*Peer Ip Address        : 3.3.3.9
 PW State               : up
 Local VC Label         : 27648
 Remote VC Label        : 27648
 PW Type                : label
 Tunnel ID              : 0x20022
 Broadcast Tunnel ID    : 0x20022
 Broad BackupTunnel ID  : 0x0
 Ckey                   : 0x6
 Nkey                   : 0x5
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Main PW Token           : 0x20022
Slave PW Token          : 0x0
Tnl Type                : LSP
OutInterface            : Vlanif40
Backup OutInterface     :
Stp Enable              : 0
PW Last Up Time         : 2009/02/03 00:31:43
PW Total Up Time        : 0 days, 0 hours, 2 minutes, 14 seconds
```

CE1、CE2 和 CE3 之间应能相互 ping 通。把 UPE 或 PE 上绑定该 VSI 的接口执行 **shutdown** 命令后，CE2 与 CE3 之间不能互相 ping 通，说明用户数据通过该 VSI 的 PW 传输。

----结束

配置文件

- UPE 的配置文件

```
#
 sysname UPE
#
 vlan batch 10 20 30
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v123 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 123
  peer 2.2.2.9
#
mpls ldp
#
interface Vlanif10
 l2 binding vsi v123
#
interface Vlanif20
 l2 binding vsi v123
#
interface Vlanif30
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

- SPE 的配置文件

```
#
 sysname SPE
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v123 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 123
  peer 3.3.3.9
  peer 1.1.1.9 upe
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.2.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 100.2.1.0 0.0.0.255
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

- PE 的配置文件

```
#
 sysname PE
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v123 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 123
  peer 2.2.2.9
#
mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.2.1.2 255.255.255.0
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 l2 binding vsi vl23
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid tagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 100.2.1.0 0.0.0.255
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
#
return
```

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 20
#
interface Vlanif20
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
return
```

- CE3 的配置文件

```
#
 sysname CE3
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.1.3 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
return
```

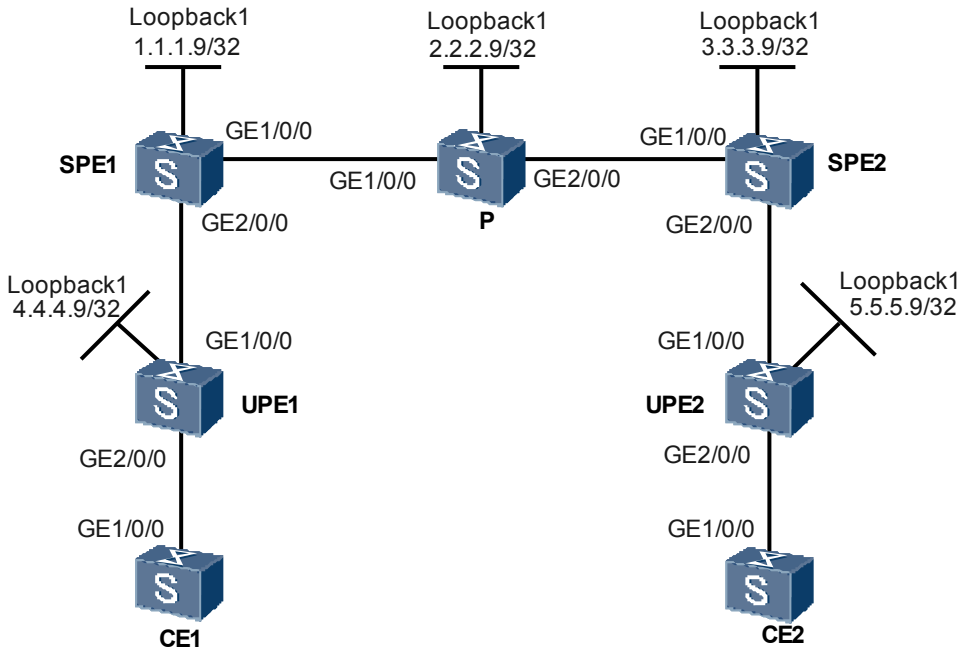

版权所有 © 华为技术有限公司

配置静态 VLL 接入 VPLS 示例

组网需求

如图 6-369 所示，UPE 设备是不支持动态 VLL 的，UPE 需要通过静态 VLL 接入 SPE。采用 SVC 方式在 UPE 和 SPE 之间创建 VLL。CE1 和 CE2 通过 UPE 接入 VPLS 全连接网络。

图 6-369 配置静态 VLL 接入 VPLS 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
UPE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.1.3.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 10	-
	Loopback1	-	4.4.4.9/32
SPE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	100.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	100.1.3.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
P	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	100.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	100.1.2.1/24
	Loopback1	-	2.2.2.9/32
SPE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.1.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	100.1.4.1/24
	Loopback1	-	3.3.3.9/32
UPE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	100.1.4.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 60	-

版权所有 © 华为技术有限公司

	Loopback1	-	5.5.5.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置静态 VLL 接入 VPLS 的基本功能：

1. 在 SPE 之间配置 Martini 方式的 VPLS。
2. UPE、SPE 配置 MPLS L2VPN 基本能力。
3. 在 SPE 上配置静态 VLL 和 VSI，VSI 使能 mac-withdraw 功能。
4. 在 UPE 上配置静态 VLL 接入 SPE。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- VSI 名称及 VSI ID。
- UPE、SPE 的 MPLS LSR ID（作为对等体 IP 地址）。
- 运行的路由协议。
- UPE 与 SPE 静态 LSP 的收发标签值。

配置过程

1. 配置 IP 地址

   按照图 6-369 所示，配置各接口所属的 VLAN，VLANIF 接口和 Loopback 接口的 IP 地址和掩码。具体配置过程略。

   说明

   避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。

2. 配置 IGP

   在 SPE 和 P 设备上配置 OSPF 协议，发布网段及 LSR ID 主机路由。

   # 配置 SPE1。

```
<SPE1> system-view
[SPE1] ospf
[SPE1-ospf-1] area 0
[SPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[SPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[SPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.3.0 0.0.0.255
[SPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SPE1-ospf-1] quit
```

   # 配置 P。

```
<P> system-view
[P] ospf
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.2.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P-ospf-1] quit
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

配置 SPE2。

```
<SPE2> system-view
[SPE2] ospf
[SPE2-ospf-1] area 0
[SPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[SPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.2.0 0.0.0.255
[SPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.4.0 0.0.0.255
[SPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SPE2-ospf-1] quit
```

配置 UPE1。

```
<UPE1> system-view
[UPE1] ospf
[UPE1-ospf-1] area 0
[UPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 4.4.4.9 0.0.0.0
[UPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.3.0 0.0.0.255
[UPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[UPE1-ospf-1] quit
```

配置 UPE2。

```
<UPE2> system-view
[UPE2] ospf
[UPE2-ospf-1] area 0
[UPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 5.5.5.9 0.0.0.0
[UPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.4.0 0.0.0.255
[UPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[UPE2-ospf-1] quit
```

3. 配置 MPLS 基本功能和 LDP

配置 SPE1。

```
[SPE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[SPE1] mpls
[SPE1-mpls] quit
[SPE1] quit
[SPE1] mpls ldp
[SPE1-mpls-ldp] quit
[SPE1] interface vlanif 30
[SPE1-Vlanif30] mpls
[SPE1-Vlanif30] mpls ldp
[SPE1-Vlanif30] quit
[SPE1] interface vlanif 20
[SPE1-Vlanif20] mpls
[SPE1-Vlanif20] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 30
[P-Vlanif30] mpls
[P-Vlanif30] mpls ldp
[P-Vlanif30] quit
[P] interface vlanif 40
[P-Vlanif40] mpls
[P-Vlanif40] mpls ldp
[P-Vlanif40] quit
```

配置 SPE2。

```
[SPE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[SPE2] mpls
[SPE2-mpls] quit
[SPE2] quit
[SPE2] mpls ldp
[SPE2-mpls-ldp] quit
[SPE2] interface vlanif 40
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[SPE2-Vlanif40] mpls
[SPE2-Vlanif40] mpls ldp
[SPE2-Vlanif40] quit
[SPE2] interface vlanif 50
[SPE2-Vlanif50] mpls
[SPE2-Vlanif50] quit
```

配置完成后，在 SPE1、P 和 SPE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 SPE1 和 P 之间或 SPE2 和 P 之间的对等体 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

以 SPE1 的显示为例。

```
<SPE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID             Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 2.2.2.9:0          Operational DU   Passive  0002:00:01   7/7
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.

<SPE1> display mpls lsp
-------------------------------------------------------------------------------
                LSP Information: LDP LSP
-------------------------------------------------------------------------------
FEC                In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
2.2.2.9/32         NULL/3        -/Vlanif30
1.1.1.9/32         3/NULL        -/-
3.3.3.9/32         NULL/1025     -/Vlanif30
```

4. 在 SPE 之间建立远端 LDP 会话

   # 配置 SPE1。

   ```
   [SPE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
   [SPE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
   [SPE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
   ```

   # 配置 SPE2。

   ```
   [SPE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
   [SPE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
   [SPE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
   ```

   配置完成后，在 SPE1 和 SPE2 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 SPE1 和 SPE2 之间的对等体 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。

   以 SPE1 的显示为例。

   ```
   <SPE1> display mpls ldp session

    LDP Session(s) in Public Network
    Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
    A '*' before a session means the session is being deleted.
    ------------------------------------------------------------------------------
    PeerID             Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KASent/Rcv
    ------------------------------------------------------------------------------
    2.2.2.9:0          Operational DU   Passive  000:00:05   24/24
    3.3.3.9:0          Operational DU   Passive  000:00:01   5/5
    ------------------------------------------------------------------------------
    TOTAL: 2 session(s) Found.
   ```

5. 配置 UPE 与 SPE 之间的静态 LSP

   # 配置 UPE1。

   ```
   [UPE1] mpls lsr-id 4.4.4.9
   [UPE1] mpls
   [UPE1-mpls] quit
   [UPE1] interface vlanif 20
   ```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPE1-Vlanif20] mpls
[UPE1-Vlanif20] quit
[UPE1] static-lsp ingress UPE1toSPE1 destination 1.1.1.9 32 nexthop 100.1.3.1 out-label 20
[UPE1] static-lsp egress SPE1toUPE1 incoming-interface vlanif 20 in-label 30
```

配置 UPE2。

```
[UPE2] mpls lsr-id 5.5.5.9
[UPE2] mpls
[UPE2-mpls] quit
[UPE2] interface vlanif 50
[UPE2-Vlanif50] mpls
[UPE2-Vlanif50] quit
[UPE2] static-lsp ingress UPE2toSPE2 destination 3.3.3.9 32 nexthop 100.1.4.1 out-label 40
[UPE2] static-lsp egress SPE2toUPE2 incoming-interface vlanif 50 in-label 50
```

配置 SPE1。

```
[SPE1] static-lsp ingress SPE1toUPE1 destination 4.4.4.9 32 nexthop 100.1.3.2 out-label 30
[SPE1] static-lsp egress UPE1toSPE1 incoming-interface vlanif 20 in-label 20
```

配置 SPE2。

```
[SPE2] static-lsp ingress SPE2toUPE2 destination 5.5.5.9 32 nexthop 100.1.4.2 out-label 50
[SPE2] static-lsp egress UPE2toSPE2 incoming-interface vlanif 50 in-label 40
```

6. 使能 UPE 的 MPLS L2VPN 功能，配置 UPE 通过静态 VLL 接入 SPE

配置 UPE1。

```
<UPE1> system-view
[UPE1] mpls l2vpn
[UPE1-l2vpn] quit
[UPE1] interface vlanif 10
[UPE1-Vlanif10] mpls static-l2vc destination 1.1.1.9 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label
100
[UPE1-Vlanif10] quit
```

配置 UPE2。

```
<UPE2> system-view
[UPE2] mpls l2vpn
[UPE2-l2vpn] quit
[UPE2] interface vlanif 60
[UPE2-Vlanif60] mpls static-l2vc destination 3.3.3.9 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label
100
[UPE2-Vlanif60] quit
```

7. 使能 SPE 的 MPLS L2VPN 功能，并绑定 VSI

配置 SPE1.

```
<SPE1> system-view
[SPE1] mpls l2vpn
[SPE1-l2vpn] quit
[SPE1] vsi V100 static
[SPE1-vsi-V100] pwsignal ldp
[SPE1-vsi-V100-ldp] vsi-id 100
[SPE1-vsi-V100-ldp] mac-withdraw enable
[SPE1-vsi-V100-ldp] peer 3.3.3.9
[SPE1-vsi-V100-ldp] peer 4.4.4.9 static-upe trans 100 recv 100
[SPE1-vsi-V100-ldp] quit
```

配置 SPE2.

```
<SPE2> system-view
[SPE2] mpls l2vpn
[SPE2-l2vpn] quit
[SPE2] vsi V100 static
[SPE2-vsi-V100] pwsignal ldp
[SPE2-vsi-V100-ldp] vsi-id 100
[SPE2-vsi-V100-ldp] mac-withdraw enable
[SPE2-vsi-V100-ldp] peer 1.1.1.9
[SPE2-vsi-V100-ldp] peer 5.5.5.9 static-upe trans 100 recv 100
[SPE2-vsi-V100-ldp] quit
```


版权所有 © 华为技术有限公司

8. 检验配置结果

完成上述配置后，在 UPE 上执行 **display mpls static-l2vc** 命令，可以看到静态 VLL 已经建立，VC 的状态为 UP。以 UPE1 的显示为例。

```
<UPE1> display mpls static-l2vc interface vlanif 10
*Client Interface   : Vlanif10 is up
  AC Status         : up
  VC State          : up
  VC ID             : 0
  VC Type           : VLAN
  Destination       : 1.1.1.9
  Transmit VC Label : 100
  Receive VC Label  : 100
  Label Status      : 0
  Token Status      : 0
  Control Word      : Disable
  VCCV Capabilty    : Disable
  active state        : inactive
  OAM Protocol        :
  OAM Status          :
  OAM Fault Type      :
  PW APS ID           : 0
  PW APS Status       :
  TTL Value           : 1
  Link State          : down
  Tunnel Policy     : --
  PW Template Name  : --
  Main or Secondary : Main
  load balance type   : flow
  Access-port         : false
  VC tunnel/token info : 1 tunnels/tokens
  NO.0  TNL Type : lsp   , TNL ID : 0x10020
  Backup TNL Type     : lsp   , TNL ID : 0x0
  Create time         : 0 days, 0 hours, 10 minutes, 45 seconds
  UP time             : 0 days, 0 hours, 10 minutes, 45 seconds
  Last change time    : 0 days, 0 hours, 10 minutes, 45 seconds
  VC last up time     : 2010/02/02 12:31:31
  VC total up time    : 0 days, 0 hours, 10 minutes, 45 seconds
  CKey                : 5
  NKey                : 4
```

在 SPE 上执行 **display vsi name V100** 命令，可以看到名字为 V100 的 VSI 的状态为 UP；对应的 PW 状态也为 UP。以 SPE1 的显示为例。

```
<SPE1> display vsi name V100 verbose

 ***VSI Name              : V100
    Administrator VSI     : no
    Isolate Spoken        : disable
    VSI Index             : 0
    PW Signaling          : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style    : unqualify
    Encapsulation Type    : vlan
    MTU                   : 1500
    Diffserv Mode         : uniform
    Mpls Exp              : --
    DomainId              : 0
    Domain Name           :
    Ignore AcState        : disable
    P2P VSI               : disable
    Create Time           : 0 days, 3 hours, 30 minutes, 31 seconds
    VSI State             : up

    VSI ID                : 100
   *Peer Router ID        : 3.3.3.9
    primary or secondary  : primary
    ignore-standby-state  : no
    VC Label              : 27648
    Peer Type             : dynamic
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 Session               : up
 Tunnel ID             : 0x10021
 Broadcast Tunnel ID   : 0x10021
 Broad BackupTunnel ID : 0x0
 CKey                  : 6
 NKey                  : 5
 StpEnable             : 0
 PwIndex               : 0

*Peer Router ID        : 4.4.4.9
 primary or secondary  : primary
 ignore-standby-state  : no
 VC Label              : 100
 Peer Type             : static
 Tunnel ID             : 0x20024
 Broadcast Tunnel ID   : 0x20024
 Broad BackupTunnel ID : 0x0
 CKey                  : 6
 NKey                  : 5
 StpEnable             : 0
 PwIndex               : 0

**PW Information:

*Peer Ip Address       : 4.4.4.9
 PW State              : up
 Local VC Label        : 100
 Remote VC Label       : 100
 PW Type               : MEHVPLS
 Tunnel ID             : 0x20024
 Broadcast Tunnel ID   : 0x20024
 Ckey                  : 0x6
 Nkey                  : 0x5
 Main PW Token         : 0x10020
 Slave PW Token        : 0x0
 Tnl Type              : LSP
 OutInterface          : Vlanif20
 Stp Enable            : 0
 PW Last Up Time       : 2010-02-02 15:41:59
 PW Total Up Time      : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 3 seconds

*Peer Ip Address       : 3.3.3.9
 PW State              : up
 Local VC Label        : 23552
 Remote VC Label       : 23552
 PW Type               : label
 Tunnel ID             : 0x10021
 Broadcast Tunnel ID   : 0x10021
 Broad BackupTunnel ID : 0x0
 Ckey                  : 0x6
 Nkey                  : 0x5
 Main PW Token         : 0x10020
 Slave PW Token        : 0x0
 Tnl Type              : LSP
 OutInterface          : Vlanif30
 Stp Enable            : 0
 PW Last Up Time       : 2010-02-02 15:41:59
 PW Total Up Time      : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 3 seconds
```

处于同一网段下的 CE1 和 CE2 之间应能相互 ping 通。把 UPE1 上绑定该 VSI 的接口 VLANIF10 执行 **shutdown** 命令后，CE1 与 CE2 之间不能互相 ping 通，说明用户数据通过该 VSI 的 PW 传输。

SPE1 的 VLANIF20 接口 shutdown 之前，在 SPE2 上查看 VSI 学习到的 MAC 表。

```
<SPE2> display mac-address dynamic
-------------------------------------------------------------
MAC Address    VLAN/VSI       Learned-From        Type
-------------------------------------------------------------
0000-c101-0102 100/-          Vlanif20            dynamic
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
Total items displayed = 1
```

SPE1 的 VLANIF20 接口 shutdown 之后，使绑定静态 VLL 的 VSI 变 Down 状态，在 SPE2 上查看 VSI 学习到的 MAC 表，发现来自接口 VLANIF20 的一条 MAC 地址已经被删除。

```
<SPE2> display mac-address dynamic
-------------------------------------------------------
MAC Address    VLAN/VSI       Learned-From        Type
-------------------------------------------------------
Total items displayed = 0
```

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
interface Vlanif60
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
return
```

- UPE1 的配置文件

```
#
 sysname UPE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
interface Vlanif10
 mpls static-l2vc destination 1.1.1.9 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label 100
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.3.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 10
 port hybrid tagged vlan 10
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 100.1.3.0 0.0.0.255
#
 static-lsp ingress UPE1toSPE1 destination 1.1.1.9 32 nexthop 100.1.3.1 out-label 20
 static-lsp egress SPE1toUPE1 incoming-interface Vlanif20 in-label 30
#
return
```

- SPE1 的配置文件

```
#
 sysname SPE1
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi V100 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 100
  mac-withdraw enable
  peer 3.3.3.9
  peer 4.4.4.9 static-upe tran 100 recv 100
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
  remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.3.1 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif30
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 20
 port hybrid tagged vlan 20
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
  network 100.1.3.0 0.0.0.255
#
 static-lsp ingress SPE1toUPE1 destination 4.4.4.9 32 nexthop 100.1.3.2 out-label 30
 static-lsp egress UPE1toSPE1 incoming-interface Vlanif20 in-label 20
#
return
```

- P 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname P
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif30
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif40
 ip address 100.1.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 30
 port hybrid tagged vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
  network 100.1.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- SPE2 的配置文件

```
#
 sysname SPE2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi V100 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 100
  mac-withdraw enable
  peer 1.1.1.9
  peer 5.5.5.9 static-upe tran 100 recv 100
#
mpls ldp
#
 mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
  remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif40
 ip address 100.1.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 ip address 100.1.4.1 255.255.255.0
 mpls
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 40
 port hybrid tagged vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid tagged vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 100.1.2.0 0.0.0.255
  network 100.1.4.0 0.0.0.255
#
 static-lsp ingress SPE2toUPE2 destination 5.5.5.9 32 nexthop 100.1.4.2 out-labe
l 50
 static-lsp egress UPE2toSPE2 incoming-interface Vlanif50 in-label 40
#
return
```

- UPE2 的配置文件

```
#
 sysname UPE2
#
 vlan batch 50 60
#
 mpls lsr-id 5.5.5.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
interface Vlanif50
 ip address 100.1.4.2 255.255.255.0
 mpls
#
interface Vlanif60
 mpls static-l2vc destination 3.3.3.9 transmit-vpn-label 100 receive-vpn-label 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port hybrid pvid vlan 50
 port hybrid tagged vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port hybrid pvid vlan 60
 port hybrid tagged vlan 60
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.9 0.0.0.0
  network 100.1.4.0 0.0.0.255
#
 static-lsp ingress UPE2toSPE2 destination 3.3.3.9 32 nexthop 100.1.4.1 out-label 40
 static-lsp egress SPE2toUPE2 incoming-interface Vlanif50 in-label 50
#
return
```

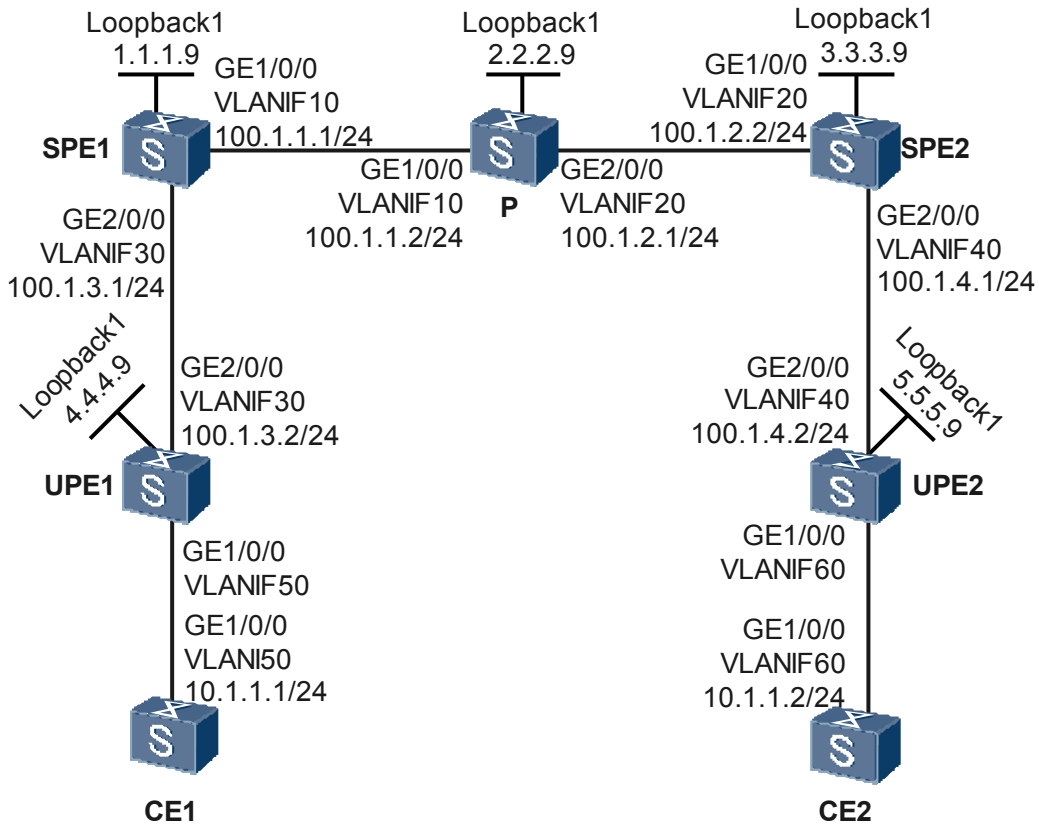

版权所有 © 华为技术有限公司

配置动态 VLL 接入 VPLS 示例

组网需求

如图 6-370 所示，采用 Martini 方式在 UPE 和 SPE 之间创建 VLL。CE1 和 CE2 通过 UPE 接入 VPLS 全连接网络。

图 6-370 配置动态 VLL 接入 VPLS 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
SPE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	100.1.1.1/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	100.1.3.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.9/32
SPE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.1.2.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	100.1.4.1/24
	loopback1	-	2.2.2.9/32
UPE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	100.1.3.2/24
	Loopback1	-	4.4.4.9/32
UPE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	100.1.4.2/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	Loopback1	-	5.5.5.9/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 60	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置动态 VLL 接入 VPLS 的基本功能：

1. 在骨干网上配置路由协议。
2. 在 UPE、SPE 上配置 MPLS 基本能力并建立 LSP 隧道。
3. UPE、SPE 配置 MPLS L2VPN 基本能力。
4. 在 UPE 上配置动态 VLL。
5. 在 SPE 上配置 VSI 和 VLL 接入 VPLS。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 接口所属 VLAN 和 UPE、SPE 上接口的 IP 地址。
- VSI 名称及 VSI ID。
- UPE、SPE 的 MPLS LSR ID（作为对等体 IP 地址）。
- 运行的路由协议。
- L2VC 的 VC-ID。

操作步骤

步骤 1 创建 VLAN，配置各接口所属 VLAN

具体配置过程略。

步骤 2 配置 IP 地址

按照图 6-370 所示，配置 UPE 和 SPE 上各接口的 IP 地址和掩码，包括各 VLANIF 接口和 Loopback 接口。

具体配置过程略。

步骤 3 配置 IGP

在 SPE 和 P 路由器上配置 OSPF 协议，发布网段及 LSR ID 主机路由。

配置 SPE1。

```
<SPE1> system-view
[SPE1] ospf
[SPE1-ospf-1] area 0
[SPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.1.9 0.0.0.0
[SPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[SPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.3.0 0.0.0.255
[SPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SPE1-ospf-1] quit
```

配置 P。

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
<P> system-view
[P] ospf
[P-ospf-1] area 0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.9 0.0.0.0
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.1.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.2.0 0.0.0.255
[P-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[P-ospf-1] quit
```

配置 SPE2。

```
<SPE2> system-view
[SPE2] ospf
[SPE2-ospf-1] area 0
[SPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.9 0.0.0.0
[SPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.2.0 0.0.0.255
[SPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.4.0 0.0.0.255
[SPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[SPE2-ospf-1] quit
```

配置 UPE1。

```
<UPE1> system-view
[UPE1] ospf
[UPE1-ospf-1] area 0
[UPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 4.4.4.9 0.0.0.0
[UPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.3.0 0.0.0.255
[UPE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[UPE1-ospf-1] quit
```

配置 UPE2。

```
<UPE2> system-view
[UPE2] ospf
[UPE2-ospf-1] area 0
[UPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 5.5.5.9 0.0.0.0
[UPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 100.1.4.0 0.0.0.255
[UPE2-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[UPE2-ospf-1] quit
```

步骤 4 配置 MPLS 基本能力和 LDP

配置 MPLS 基本能力和 LDP

配置 SPE1。

```
[SPE1] mpls lsr-id 1.1.1.9
[SPE1] mpls
[SPE1-mpls] quit
[SPE1] mpls ldp
[SPE1-mpls-ldp] quit
[SPE1] interface vlanif 10
[SPE1-Vlanif10] mpls
[SPE1-Vlanif10] mpls ldp
[SPE1-Vlanif10] quit
[SPE1] interface vlanif 30
[SPE1-Vlanif30] mpls
[SPE1-Vlanif30] mpls ldp
[SPE1-Vlanif30] quit
```

配置 P。

```
[P] mpls lsr-id 2.2.2.9
[P] mpls
[P-mpls] quit
[P] mpls ldp
[P-mpls-ldp] quit
[P] interface vlanif 10
[P-Vlanif10] mpls
[P-Vlanif10] mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[P-Vlanif10] quit
[P] interface vlanif 20
[P-Vlanif20] mpls
[P-Vlanif20] mpls ldp
[P-Vlanif20] quit
```

配置 SPE2。

```
[SPE2] mpls lsr-id 3.3.3.9
[SPE2] mpls
[SPE2-mpls] quit
[SPE2] mpls ldp
[SPE2-mpls-ldp] quit
[SPE2] interface vlanif 20
[SPE2-Vlanif20] mpls
[SPE2-Vlanif20] mpls ldp
[SPE2-Vlanif20] quit
[SPE2] interface vlanif 40
[SPE2-Vlanif40] mpls
[SPE2-Vlanif40] mpls ldp
[SPE2-Vlanif40] quit
```

配置 UPE1。

```
[UPE1] mpls lsr-id 4.4.4.9
[UPE1] mpls
[UPE1-mpls] quit
[UPE1] mpls ldp
[UPE1-mpls-ldp] quit
[UPE1] interface vlanif 30
[UPE1-Vlanif30] mpls
[UPE1-Vlanif30] mpls ldp
[UPE1-Vlanif30] quit
```

配置 UPE2。

```
[UPE2] mpls lsr-id 5.5.5.9
[UPE2] mpls
[UPE2-mpls] quit
[UPE2] mpls ldp
[UPE2-mpls-ldp] quit
[UPE2] interface vlanif 40
[UPE2-Vlanif40] mpls
[UPE2-Vlanif40] mpls ldp
[UPE2-Vlanif40] quit
```

配置完成后，在 UPE、P 和 SPE 上执行 **display mpls ldp session** 命令可以看到 SPE 和 UPE 之间或 SPE 和 P 之间的对等体 Status 项为“Operational”，即对等体关系已建立。执行 **display mpls lsp** 命令可以看到 LSP 的建立情况。

步骤 5 在 SPE 之间建立远端 LDP 会话

配置 SPE1。

```
[SPE1] mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
[SPE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] remote-ip 3.3.3.9
[SPE1-mpls-ldp-remote-3.3.3.9] quit
```

配置 SPE2。

```
[SPE2] mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
[SPE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] remote-ip 1.1.1.9
[SPE2-mpls-ldp-remote-1.1.1.9] quit
```

步骤 6 使能 UPE 的 MPLS L2VPN 功能，在 UPE 上配置 Martini 方式 VLL

配置 UPE1。

```
[UPE1] mpls l2vpn
[UPE1] mpls l2vpn default martini
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[UPE1-l2vpn] quit
[UPE1] interface vlanif 50
[UPE1-Vlanif50] mpls l2vc 1.1.1.9 100
[UPE1-Vlanif50] quit
```

配置 UPE2。

```
[UPE2] mpls l2vpn
[UPE2-l2vpn] quit
[UPE2] interface vlanif 60
[UPE2-Vlanif60] mpls l2vc 3.3.3.9 100
[UPE2-Vlanif60] quit
```

步骤 7 使能 SPE 的 MPLS L2VPN 功能，并配置 VSI

配置 SPE1。

```
[SPE1] mpls l2vpn
[SPE1-l2vpn] quit
[SPE1] vsi v100 static
[SPE1-vsi-v100] pwsignal ldp
[SPE1-vsi-v100-ldp] vsi-id 100
[SPE1-vsi-v100-ldp] peer 3.3.3.9
[SPE1-vsi-v100-ldp] peer 4.4.4.9 upe
[SPE1-vsi-v100-ldp] quit
```

配置 SPE2。

```
[SPE2] mpls l2vpn
[SPE2-l2vpn] quit
[SPE2] vsi v100 static
[SPE2-vsi-v100] pwsignal ldp
[SPE2-vsi-v100-ldp] vsi-id 100
[SPE2-vsi-v100-ldp] peer 1.1.1.9
[SPE2-vsi-v100-ldp] peer 5.5.5.9 upe
[SPE2-vsi-v100-ldp] quit
```

步骤 8 检验配置结果

完成上述配置后，在 UPE 上执行 **display mpls l2vc** 命令，可以看到动态 VLL 已经建立，VC 的状态为 UP。以 UPE1 的显示为例。

```
[UPE1] display mpls l2vc
total LDP VC : 1     1 up       0 down

 *client interface     : Vlanif50 is up
  Administrator PW     : no
  session state        : up
  AC status            : up
  VC state             : up
  Label state          : 0
  Token state          : 0
  VC ID                : 100
  VC type              : VLAN
  destination          : 1.1.1.9
  local VC label       : 23552        remote VC label      : 23552
  control word         : disable
  forwarding entry     : exist
  local group ID       : 0
  manual fault         : not set
  active state         : active
  OAM Protocol         : --
  OAM Status           : --
  OAM Fault Type       : --
  PW APS ID            : 0
  PW APS Status        : --
  TTL Value            : 1
  link state           : up
  local VC MTU         : 1500         remote VC MTU        : 1500
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  tunnel policy name   : --
  PW template name     : --
  primary or secondary : primary
  load balance type    : flow
  Access-port          : false
  create time          : 0 days, 0 hours, 7 minutes, 55 seconds
  up time              : 0 days, 0 hours, 4 minutes, 58 seconds
  last change time     : 0 days, 0 hours, 4 minutes, 58 seconds
  VC last up time      : 2010-01-16 10:53:02
  VC total up time     : 0 days, 0 hours, 7 minutes, 55 seconds
  CKey                 : 16
  NKey                 : 15
  AdminPw interface    : --
  AdminPw link state   : --
  Diffserv Mode        : uniform
  Service Class        : --
  Color                : --
  DomainId             : --
  Domain Name          : --
```

在 SPE 上执行 **display vsi name v100** 命令，可以看到名字为 v100 的 VSI 的状态为 UP；对应的 PW 状态也为 UP。以 SPE1 的显示为例。

```
<SPE1> display vsi name v100
Vsi                             Mem    PW   Mac       Encap     Mtu   Vsi
Name                            Disc   Type Learn     Type      Value State
------------------------------------------------------------------------------
v100                            static ldp  unqualify vlan      1500  up
```

处于同一网段下的 CE1 和 CE2 之间应能相互 ping 通。

```
[CE1] ping 10.1.1.2
PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif 50
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 60
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface Vlanif 60
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
return
```

- UPE1 的配置文件

```
#
 sysname UPE1
#
 vlan batch 30 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
  mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
interface vlanif 30
 ip address 100.1.3.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface vlanif 50
 mpls l2vc 1.1.1.9 100
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 4.4.4.9 0.0.0.0
  network 100.1.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- SPE1 的配置文件

```
#
 sysname SPE1
#
 vlan batch 10 30
#
 mpls lsr-id 1.1.1.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v100 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 100
  peer 3.3.3.9
  peer 4.4.4.9 upe
#
mpls ldp
#
mpls ldp remote-peer 3.3.3.9
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 remote-ip 3.3.3.9
#
interface Vlanif 10
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 30
 ip address 100.1.3.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.9 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
  network 100.1.3.0 0.0.0.255
#
return
```

- P 的配置文件

```
#
 sysname P
#
 mpls lsr-id 2.2.2.9
 mpls
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 10
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 20
 ip address 100.1.2.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.9 0.0.0.0
  network 100.1.1.0 0.0.0.255
  network 100.1.2.0 0.0.0.255
#
return
```

- SPE2 的配置文件

版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
 sysname SPE2
#
 mpls lsr-id 3.3.3.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi vl00 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 100
  mac-withdraw enable
  peer 1.1.1.9
  peer 5.5.5.9 upe
#
mpls ldp
#
mpls ldp remote-peer 1.1.1.9
 remote-ip 1.1.1.9
#
interface Vlanif 20
 ip address 100.1.2.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 ip address 100.1.4.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 3.3.3.9 0.0.0.0
  network 100.1.2.0 0.0.0.255
  network 100.1.4.0 0.0.0.255
#
return
```

- UPE2 的配置文件

```
#
 sysname UPE2
#
 vlan batch 40 60
#
 mpls lsr-id 5.5.5.9
 mpls
#
 mpls l2vpn
 mpls l2vpn default martini
#
mpls ldp
#
interface Vlanif 40
 ip address 100.1.4.2 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif 60
 mpls l2vc 3.3.3.9 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

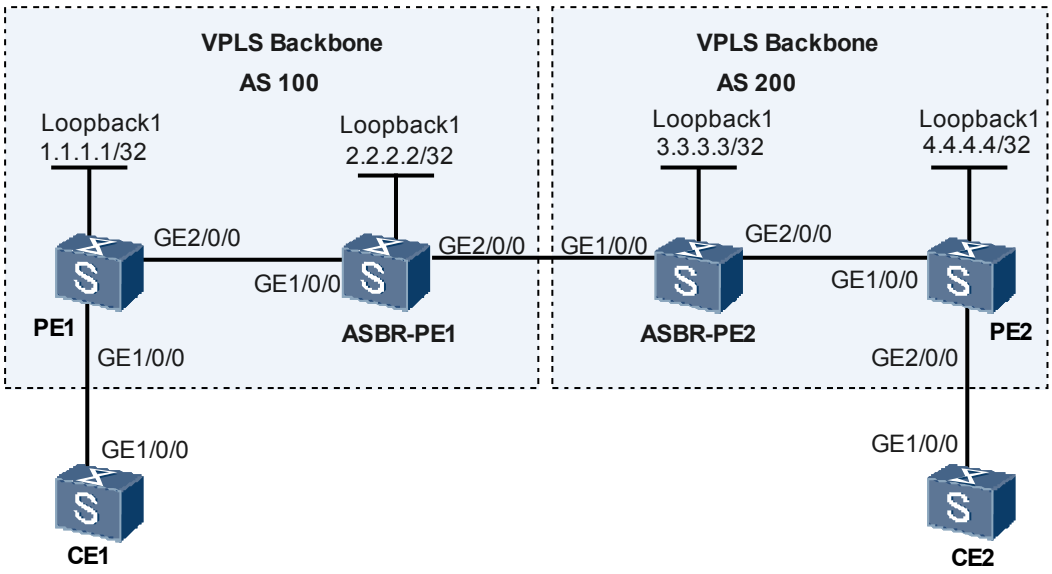
```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 60
#
interface LoopBack1
 ip address 5.5.5.9 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 5.5.5.9 0.0.0.0
  network 100.1.4.0 0.0.0.255
#
return
```

配置跨域 Martini VPLS 示例－OptionA

组网需求

如图 6-371，要求采用 OptionA 方式实现跨域 Martini VPLS。同一个 AS 内部的 MPLS 骨干网使用 IS-IS 作为 IGP。

图 6-371 配置 OptionA 方式跨域 Martini VPLS 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	100.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.1/32
ASBR-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	-
	Loopback1	-	2.2.2.2/32

华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

ASBR-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	100.3.1.1/24
	Loopback1	-	3.3.3.3/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.3.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	-
	Loopback1	-	4.4.4.4/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置跨域 Martini VPLS（OptionA）的基本功能：

1. 在骨干网上运行 IGP 协议，使同一个 AS 域内的各设备能互通。
2. 在骨干网上配置 MPLS 基本能力，在同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间建立动态 LSP 隧道。如果 PE 与 ASBR-PE 非直连，建立 LDP 远程会话。
3. 在同一个 AS 的 PE 与 ASBR-PE 之间建立 VPLS 连接。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 配置 IS-IS 所需数据。
- （远端）对等体的 IP 地址。
- PE 和 ASBR-PE 的 MPLS LSR-ID。
- VSI ID。

操作步骤

步骤 1 按图 6-371 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

- 避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。

步骤 2 配置骨干网的 IGP

在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网 PE 和 ASBR-PE 的互通。

本例中采用 IS-IS，具体配置过程略。

配置完成后，ASBR-PE 与本 AS 的 PE 之间应能建立 IS-IS 邻居，执行 **display isis peer** 命令可以看到邻居达到 UP 状态，PE 之间能学习到对方的 Loopback 地址。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display isis peer
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
                    Peer information for ISIS(1)

  System Id     Interface          Circuit Id       State HoldTime Type     PRI
------------------------------------------------------------------------------
0000.0000.0002  Vlanif20           0000.0000.0002.01  Up    30s     L1L2

Total Peer(s): 1
```

ASBR-PE 与本 AS 内的 PE 之间应能互相 ping 通。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> ping 2.2.2.2
  PING 2.2.2.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=180 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=60 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=60 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=100 ms

  --- 2.2.2.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 60/98/180 ms
```

步骤 3 使能 MPLS，配置动态 LSP

在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力。同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间建立动态 LDP LSP。

使用 **display mpls ldp session** 命令查询 LDP LSP 建立情况，同一 AS 域内的 PE 与 ASBR-PE 之间存在 LSP 隧道。

以 ASBR-PE1 为例：

```
<ASBR-PE1> display mpls ldp session

 LDP Session(s) in Public Network
 Codes: LAM(Label Advertisement Mode), SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
 A '*' before a session means the session is being deleted.
 ------------------------------------------------------------------------------
 PeerID            Status      LAM  SsnRole  SsnAge      KA-Sent/Rcv
 ------------------------------------------------------------------------------
 1.1.1.1:0         Operational DU   Active   0000:00:08  34/34
 ------------------------------------------------------------------------------
 TOTAL: 1 session(s) Found.
```

步骤 4 在 PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] mpls l2vpn
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] mpls l2vpn
```

步骤 5 配置 VSI 与接口绑定

版权所有 © 华为技术有限公司

在 PE 和 ASBR-PE 上配置 VSI，并将 VSI 与接口绑定。

配置 PE1。

```
[PE1] vsi a1 static
[PE1-vsi-a1] pwsignal ldp
[PE1-vsi-a1-ldp] vsi-id 2
[PE1-vsi-a1-ldp] peer 2.2.2.2
[PE1-vsi-a1-ldp] quit
[PE1-vsi-a1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] l2 binding vsi a1
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] vsi a1 static
[ASBR-PE1-vsi-a1] pwsignal ldp
[ASBR-PE1-vsi-a1-ldp] vsi-id 2
[ASBR-PE1-vsi-a1-ldp] peer 1.1.1.1
[ASBR-PE1-vsi-a1-ldp] quit
[ASBR-PE1-vsi-a1] quit
[ASBR-PE1] interface vlanif 30
[ASBR-PE1-Vlanif30] l2 binding vsi a1
[ASBR-PE1-Vlanif30] quit
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] vsi a1 static
[ASBR-PE2-vsi-a1] pwsignal ldp
[ASBR-PE2-vsi-a1-ldp] vsi-id 3
[ASBR-PE2-vsi-a1-ldp] peer 4.4.4.4
[ASBR-PE2-vsi-a1-ldp] quit
[ASBR-PE2-vsi-a1] quit
[ASBR-PE2] interface vlanif 30
[ASBR-PE2-Vlanif30] l2 binding vsi a1
[ASBR-PE2-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi a1 static
[PE2-vsi-a1] pwsignal ldp
[PE2-vsi-a1-ldp] vsi-id 3
[PE2-vsi-a1-ldp] peer 3.3.3.3
[PE2-vsi-a1-ldp] quit
[PE2-vsi-a1] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] l2 binding vsi a1
[PE2-Vlanif50] quit
```

步骤 6 配置 CE。

配置 CE1。

```
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] interface vlanif 50
[CE2-Vlanif50] ip address 10.1.1.2 24
[CE2-Vlanif50] quit
```

步骤 7 验证配置结果

完成上述配置后，在 PE1 上执行 **display vsi name verbose** 命令，可以看到名字为 a1 的 VSI 建立了一条 PW 到 PE2，VSI 状态为 UP。

版权所有 © 华为技术有限公司

```
<PE1> display vsi name a1 verbose

 ***VSI Name               : a1
    Administrator VSI      : no
    Isolate Spoken         : disable
    VSI Index              : 0
    PW Signaling           : ldp
    Member Discovery Style : static
    PW MAC Learn Style     : unqualify
    Encapsulation Type     : vlan
    MTU                    : 1500
    Diffserv Mode          : uniform
    Mpls Exp               : --
    DomainId               : 0
    Domain Name            :
    Ignore AcState         : disable
    P2P VSI                : disable
    Create Time            : 0 days, 3 hours, 30 minutes, 31 seconds
    VSI State              : up

    VSI ID                 : 2
   *Peer Router ID         : 2.2.2.2
    primary or secondary   : primary
    ignore-standby-state   : no
    VC Label               : 23552
    Peer Type              : dynamic
    Session                : up
    Tunnel ID              : 0x20020
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20020
    Broad BackupTunnel ID  : 0x0
    CKey                   : 6
    NKey                   : 5
    StpEnable              : 0
    PwIndex                : 0

    Interface Name         : Vlanif10
    State                  : up
    Access Port            : false
    Last Up Time           : 2009-08-15 15:41:59
    Total Up Time          : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 2 seconds

   **PW Information:

   *Peer Ip Address        : 2.2.2.2
    PW State               : up
    Local VC Label         : 23552
    Remote VC Label        : 23552
    PW Type                : label
    Tunnel ID              : 0x20020
    Broadcast Tunnel ID    : 0x20020
    Ckey                   : 0x6
    Nkey                   : 0x5
    Main PW Token          : 0x20020
    Slave PW Token         : 0x0
    Tnl Type               : LSP
    OutInterface           : Vlanif20
    Stp Enable             : 0
    Mac Flapping           : 0
    PW Last Up Time        : 2009-08-15 15:41:59
    PW Total Up Time       : 0 days, 0 hours, 1 minutes, 3 seconds
```

CE1 和 CE2 能够相互 Ping 通。

以 CE1 的显示为例：

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=172 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=156 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=156 ms
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=156 ms
  Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=156 ms

--- 10.1.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 156/159/172 ms
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a1 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 2.2.2.2
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 l2 binding vsi a1
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 isis enable 1
#
return
```

- ASBR-PE1 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE1
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a1 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 2
  peer 1.1.1.1
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 l2 binding vsi a1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- ASBR-PE2 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a1 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 3
  peer 4.4.4.4
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif30
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 l2 binding vsi a1
#
interface Vlanif40
 ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi a1 static
 pwsignal ldp
  vsi-id 3
  peer 3.3.3.3
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif40
 ip address 200.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 l2 binding vsi a1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
return
```

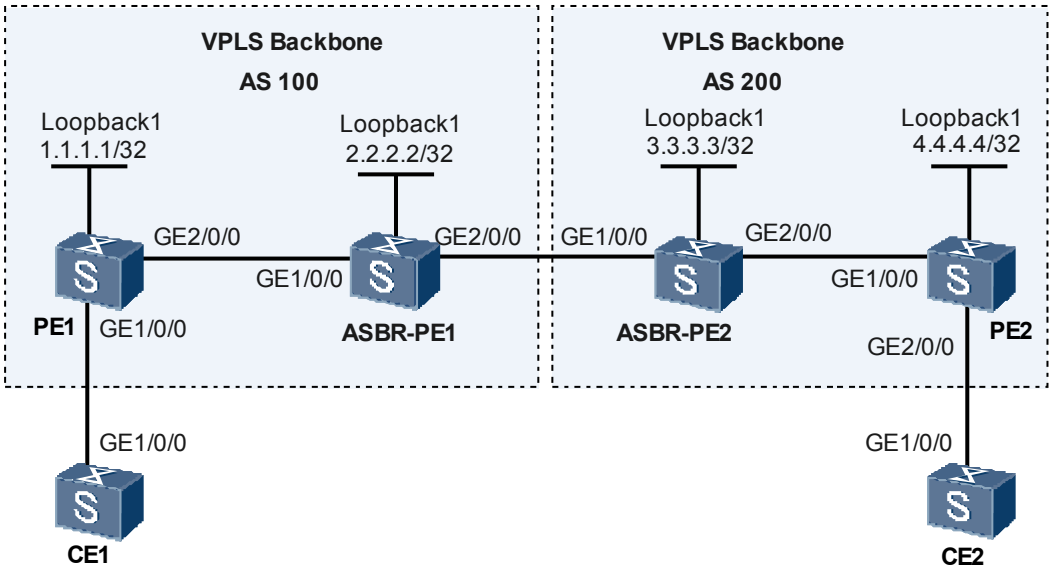
配置跨域 Kompella VPLS 示例－OptionA

组网需求

如图 6-372，CE1 和 CE2 属于同一个 VPLS，分别通过 AS100 内的 PE1 和 AS200 内的 PE2 接入骨干网。

要求采用 OptionA 方式实现跨域 Kompella VPLS。ASBR-PE 间的接口被当作 AC 接口与 VSI 绑定，即被该 VPLS 独占。

图 6-372 配置 OptionA 方式跨域 Kompella VPLS 组网图



设备	接口	对应的 VLANIF	IP 地址
PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 20	100.1.1.1/24
	Loopback1	-	1.1.1.1/32
ASBR-PE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 20	100.1.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 30	-
	Loopback1	-	2.2.2.2/32
ASBR-PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 30	-
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 40	100.3.1.1/24

版权所有 © 华为技术有限公司

	Loopback1	-	3.3.3.3/32
PE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 40	100.3.1.2/24
	GigabitEthernet2/0/0	VLANIF 50	-
	Loopback1	-	4.4.4.4/32
CE1	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 10	10.1.1.1/24
CE2	GigabitEthernet1/0/0	VLANIF 50	10.1.1.2/24

配置思路

采用如下的思路配置跨域 Kompella VPLS（OptionA）的基本功能：

1. 在骨干网上运行 IGP 协议实现 ASBR-PE 与 PE 之间的互通，并且 PE 之间要建立隧道。
2. PE 与域内的 ASBR-PE 建立 MP-IBGP 对等体关系。
3. 在 PE1、ASBR-PE1、ASBR-PE2 和 PE2 上配置 VSI 实例，并与 AC 接口绑定。

数据准备

为完成此配置例，需准备如下的数据：

- 配置 IS-IS 所需的数据。
- PE、ASBR-PE 的 MPLS LSR-ID（设置为本端 Loopback 接口 IP 地址）。
- CE-ID 和 CE range。
- CE 上接入 PE 的接口 IP 地址。PE 上接入 CE 的接口无需配置 IP 地址。

操作步骤

步骤 1 按图 6-372 配置各接口所属的 VLAN

具体配置过程略。

说明

避免将 PE 上 AC 侧和 PW 侧的物理端口加入相同的 VLAN 中，否则可能引起环路。

步骤 2 配置骨干网的 IGP 协议

在 MPLS 骨干网上配置 IGP 协议，实现骨干网设备之间的互通。本例采用 IS-IS。

具体配置过程略。注意 Loopback 1 上也要使能 IS-IS。

配置完成后，同一个 AS 域内的 ASBR-PE 与 PE 之间应能建立 IS-IS 邻居。执行 **display isis peer** 命令可以看到邻居状态为 UP。执行 **display ip routing-table** 命令可以看 ASBR 和 PE 都能互相学习到对方的 Loopback 地址。

以 PE1 为例：

```
<PE1> display isis peer

                Peer information for ISIS(1)
                ----------------------------
```


华为专有和保密信息
版权所有 © 华为技术有限公司

```
  System Id     Interface          Circuit Id       State HoldTime Type     PRI
0000.0000.0002  Vlanif20           0000000001        Up   20s      L1L2     --
Total Peer(s): 1

<PE1> display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10        Routes : 10

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

        1.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      2.2.2.2/32    ISIS-L2 15   10          D  100.1.1.2       Vlanif20
      100.1.1.0/30  Direct 0    0           D  100.1.1.1       Vlanif20
      100.1.1.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
    100.1.1.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32  Direct 0    0           D  127.0.0.1       InLoopBack0
```

同一个 AS 域内的 ASBR-PE 与 PE 之间能够互相 ping 通对方的 Loopback1 接口。以 ASBR-PE1 为例：

```
<ASBR-PE1> ping 1.1.1.1
  PING 1.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=47 ms
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=31 ms
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=31 ms

  --- 1.1.1.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 31/34/47 ms
```

步骤 3 使能 MPLS 和 MPLS LDP，建立隧道

在同一 AS 域内的 PE 和 ASBR-PE 上使能 MPLS 和 MPLS LDP，建立 LDP LSP。

具体配置过程略。

配置完成后，在 PE 上执行 **display mpls lsp** 命令，可以看到同一 AS 域内的 PE 和 ASBR-PE 之间成功建立 LSP。

以 PE1 为例：

```
<PE1> display mpls lsp

                LSP Information: LDP LSP
------------------------------------------------------------------------------
FEC                 In/Out Label  In/Out IF                      Vrf Name
2.2.2.2/32          NULL/3        -/Vlanif20
2.2.2.2/32          1024/3        -/Vlanif20
```

步骤 4 配置域内的 MP-IBGP 连接

建立 MP-IBGP 连接，并使能 BGP 的 VPLS 能力。

配置 PE1。

```
<PE1> system-view
[PE1] bgp 100
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 1
[PE1-bgp] vpls-family
[PE1-bgp-af-vpls] peer 2.2.2.2 enable
```

配置 ASBR-PE1。

```
<ASBR-PE1> system-view
[ASBR-PE1] bgp 100
[ASBR-PE1-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[ASBR-PE1-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 1
[ASBR-PE1-bgp] vpls-family
[ASBR-PE1-bgp-af-vpls] peer 1.1.1.1 enable
```

AS200 上的配置与 AS100 上的类似，此处不再赘述。

完成此步骤后，在 PE 或 ASBR-PE 上执行 **display bgp vpls peer** 命令，可看到 MP-IBGP 对等体连接状态为“Established”。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display bgp vpls peer

 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V    AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  Up/Down       State PrefRcv

2.2.2.2         4   100       11       13     0 00:09:04 Established       0
```

步骤 5 在 PE 和 ASBR-PE 上使能 MPLS L2VPN

配置 PE1。

```
[PE1] mpls l2vpn
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] mpls l2vpn
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] mpls l2vpn
```

配置 PE2。

```
[PE2] mpls l2vpn
```

步骤 6 在 PE 和 ASBR 上配置 VSI 实例，并与 AC 接口绑定

配置 PE1。

```
[PE1] vsi v1 auto
[PE1-vsi-v1] pwsignal bgp
[PE1-vsi-v1-bgp] route-distinguisher 100:1
[PE1-vsi-v1-bgp] vpn-target 1:1 import-extcommunity
[PE1-vsi-v1-bgp] vpn-target 1:1 export-extcommunity
[PE1-vsi-v1-bgp] site 1 range 5 default-offset 0
[PE1-vsi-v1-bgp] quit
[PE1-vsi-v1] quit
[PE1] interface vlanif 10
[PE1-Vlanif10] l2 binding vsi v1
[PE1-Vlanif10] quit
```

配置 ASBR-PE1。

```
[ASBR-PE1] vsi v1 auto
[ASBR-PE1-vsi-v1] pwsignal bgp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
[ASBR-PE1-vsi-v1-bgp] route-distinguisher 100:2
[ASBR-PE1-vsi-v1-bgp] vpn-target 1:1 import-extcommunity
[ASBR-PE1-vsi-v1-bgp] vpn-target 1:1 export-extcommunity
[ASBR-PE1-vsi-v1-bgp] site 2 range 5 default-offset 0
[ASBR-PE1-vsi-v1-bgp] quit
[ASBR-PE1-vsi-v1] quit
[ASBR-PE1] interface vlanif 30
[ASBR-PE1-Vlanif30] l2 binding vsi v1
[ASBR-PE1-Vlanif30] quit
```

配置 ASBR-PE2。

```
[ASBR-PE2] vsi v1 auto
[ASBR-PE2-vsi-v1] pwsignal bgp
[ASBR-PE2-vsi-v1-bgp] route-distinguisher 200:1
[ASBR-PE2-vsi-v1-bgp] vpn-target 1:1 import-extcommunity
[ASBR-PE2-vsi-v1-bgp] vpn-target 1:1 export-extcommunity
[ASBR-PE2-vsi-v1-bgp] site 1 range 5 default-offset 0
[ASBR-PE2-vsi-v1-bgp] quit
[ASBR-PE2-vsi-v1] quit
[ASBR-PE2] interface vlanif 30
[ASBR-PE2-Vlanif30] l2 binding vsi v1
[ASBR-PE2-Vlanif30] quit
```

配置 PE2。

```
[PE2] vsi v1 auto
[PE2-vsi-v1] pwsignal bgp
[PE2-vsi-v1-bgp] route-distinguisher 200:2
[PE2-vsi-v1-bgp] vpn-target 1:1 import-extcommunity
[PE2-vsi-v1-bgp] vpn-target 1:1 export-extcommunity
[PE2-vsi-v1-bgp] site 2 range 5 default-offset 0
[PE2-vsi-v1-bgp] quit
[PE2-vsi-v1] quit
[PE2] interface vlanif 50
[PE2-Vlanif50] l2 binding vsi v1
[PE2-Vlanif50] quit
```

步骤 7 配置 CE

配置 CE1。

```
[CE1] interface vlanif 10
[CE1-Vlanif10] ip address 10.1.1.1 24
[CE1-Vlanif10] quit
```

配置 CE2。

```
[CE2] interface vlanif 50
[CE2-Vlanif50] ip address 10.1.1.2 24
[CE2-Vlanif50] quit
```

步骤 8 检验配置结果

在 PE 上执行 **display vpls connection bgp** 命令查看 VSI 信息，可发现 VSI 状态为 Up。

以 PE1 的显示为例：

```
<PE1> display vpls connection bgp verbose
VSI Name: v1                                Signaling: bgp
  **Remote Site ID     : 2
    VC State           : up
    RD                 : 100:2
    Encapsulation      : vlan
    MTU                : 1500
    Peer Ip Address    : 2.2.2.2
    PW Type            : label
    Local VC Label     : 35842
    Remote VC Label    : 31745
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
    Tunnel Policy      : --
    Tunnel ID          : 0x20020,
    Remote Label Block : 31744/5/0
    Export vpn target  : 1:1,
```

CE1 与 CE2 可以相互 ping 通。

```
<CE1> ping 10.1.1.2
  PING 10.1.1.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=90 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=77 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=34 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 10.1.1.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=94 ms
  --- 10.1.1.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 34/68/94 ms
```

在 PE 或 ASBR-PE 上执行 **display bgp vpls all** 命令，可以查看 BGP 的 VPLS 标签块信息。

以 ASBR-PE1 的显示为例：

```
<ASBR-PE1> display bgp vpls all
BGP Local Router ID : 2.2.2.2, Local AS Number : 100
Status codes : * - active, > - best
BGP.VPLS : 2 Label Blocks

------------------------------------------------------------------------------
Route Distinguisher: 100:1
   SiteID Offset NextHop         Range LabBase TunnelID   FromPeer        MHPref
------------------------------------------------------------------------------
*> 1      0      1.1.1.1         5     31744   0x0        1.1.1.1         0

------------------------------------------------------------------------------
Route Distinguisher: 100:2
   SiteID Offset NextHop         Range LabBase TunnelID   FromPeer        MHPref
------------------------------------------------------------------------------
>  2      0      0.0.0.0         5     31744   0x0        0.0.0.0         0
```

----结束

配置文件

- CE1 的配置文件

```
#
 sysname CE1
#
 vlan batch 10
#
interface Vlanif10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
return
```

- PE1 的配置文件

```
#
 sysname PE1
#
 vlan batch 10 20
#
 mpls lsr-id 1.1.1.1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v1 auto
 pwsignal bgp
  route-distinguisher 100:1
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  site 1 range 5 default-offset 0
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0001.00
#
interface Vlanif10
 l2 binding vsi v1
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 10
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 2.2.2.2 as-number 100
 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 2.2.2.2 enable
 #
 vpls-family
  policy vpn-target
  peer 2.2.2.2 enable
#
return
```

- ASBR-PE1 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE1
#
 vlan batch 20 30
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v1 auto
 pwsignal bgp
  route-distinguisher 100:2
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  site 2 range 5 default-offset 0
#
mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0002.00
#
interface Vlanif20
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif30
 l2 binding vsi v1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 20
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 100
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 1.1.1.1 enable
 #
 vpls-family
  policy vpn-target
  peer 1.1.1.1 enable
#
return
```

- ASBR-PE2 的配置文件

```
#
 sysname ASBR-PE2
#
 vlan batch 30 40
#
 mpls lsr-id 3.3.3.3
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v1 auto
 pwsignal bgp
  route-distinguisher 200:1
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  site 1 range 5 default-offset 0
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0003.00
#
interface Vlanif30
 l2 binding vsi v1
#
interface Vlanif40
 ip address 100.3.1.1 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface LoopBack1
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
 isis enable 1
#
bgp 200
 peer 4.4.4.4 as-number 200
 peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 4.4.4.4 enable
 #
 vpls-family
  policy vpn-target
  peer 4.4.4.4 enable
#
return
```

- PE2 的配置文件

```
#
 sysname PE2
#
 vlan batch 40 50
#
 mpls lsr-id 4.4.4.4
 mpls
#
 mpls l2vpn
#
vsi v1 auto
 pwsignal bgp
  route-distinguisher 200:2
  vpn-target 1:1 import-extcommunity
  vpn-target 1:1 export-extcommunity
  site 2 range 5 default-offset 0
#
mpls ldp
#
isis 1
 network-entity 10.0000.0000.0004.00
#
interface Vlanif40
 ip address 100.3.1.2 255.255.255.0
 isis enable 1
 mpls
 mpls ldp
#
interface Vlanif50
 l2 binding vsi v1
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 40
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
interface LoopBack1
 ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
 isis enable 1
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
#
bgp 200
 peer 3.3.3.3 as-number 200
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 vpls-family
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.3 enable
#
return
```

- CE2 的配置文件

```
#
 sysname CE2
#
 vlan batch 50
#
interface Vlanif50
 ip address 100.1.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 port link-type trunk
 port trunk allow-pass vlan 50
#
return
```


版权所有 © 华为技术有限公司

7 附录

关于本章

本附录包含在调测过程中经常遇到的一些维护操作指导。

7.1 调测交换机端口光功率
介绍 S9700 设备光接口功率的 2 种测试方法。

7.2 License 控制项说明
介绍 S9700 设备的 License 控制项，并针对每个控制项进行说明。

版权所有 © 华为技术有限公司

7.1 调测交换机端口光功率

介绍 S9700 设备光接口功率的 2 种测试方法。

背景信息

S9700 设备包含 FE、GE 和 10GE 三种光接口。如果设备单板 SFP 光模块的发光功率达不到要求，设备网络层会出现丢包、通信阻断等现象。因此建议工程师对设备端口的光功率进行测量。

使用仪表测试光功率有以下几点要求：

- 光纤接头和光接口板面板上的光连接器清洁并连接良好。
- 注意激光安全，切忌眼睛正对光接口板的激光发送口和光纤接头。
- 事先测试尾纤的衰耗，防止故障点定位错误。
- 单模和多模光模块应使用不同的尾纤。
- 使用经过校准的测试仪表（光功率计）。

维护人员也可以通过 **display transceiver** 命令来显示 S9700 设备端口上的光模块的常规、制造、告警信息，如果有 *verbose* 参数，则还会显示诊断信息。

```
<Quidway>display transceiver interface gigabitethernet3/0/0
GigabitEthernet3/0/0 transceiver information:
------------------------------------------------------------
Common information:
  Transceiver Type               :1000_BASE_SX_SFP
  Connector Type                 :LC
  Wavelength(nm)                 :850
  Transfer Distance(m)           :500(50um),300(62.5um)
  Digital Diagnostic Monitoring  :YES
  Vendor Name                    :FINISAR CORP.
  Ordering Name                  :
------------------------------------------------------------
Manufacture information:
  Manu. Serial Number            :PEG412R
  Manufacturing Date             :2008-10-17
  Vendor Name                    :FINISAR CORP.
------------------------------------------------------------
Alarm information:
------------------------------------------------------------
```

查看指定端口光模块的常规、制造、告警以及诊断信息。

```
<Quidway>display transceiver interface gigabitethernet  3/0/0
verbose
GigabitEthernet3/0/0 transceiver information:
------------------------------------------------------------
Common information:
  Transceiver Type               :1000_BASE_SX_SFP
  Connector Type                 :LC
  Wavelength(nm)                 :850
  Transfer Distance(m)           :500(50um),300(62.5um)
  Digital Diagnostic Monitoring  :YES
  Vendor Name                    :FINISAR CORP.
  Ordering Name                  :
------------------------------------------------------------
Manufacture information:
  Manu. Serial Number            :PEG4QE8
  Manufacturing Date             :2008-10-18
  Vendor Name                    :FINISAR CORP.
------------------------------------------------------------
Alarm information:
```


版权所有 © 华为技术有限公司

```
  RX loss of signal
  RX power low
-----------------------------------------------------------
Diagnostic information:
  Temperature(° C)                      :18
  Voltage(V)                            :3.32
  Bias Current(mA)                      :8.12
  Bias High Threshold(mA)               :27.34
  Bias Low  Threshold(mA)               :2.17
  Current Rx Power(dBM)                 :-30.00
  Default Rx Power High Threshold(dBM)  :0.00
  Default Rx Power Low  Threshold(dBM)  :-16.99
  Current Tx Power(dBM)                 :-4.42
  Default Tx Power High Threshold(dBM)  :0.00
  Default Tx Power Low  Threshold(dBM)  :-9.50
  User Set Rx Power High Threshold(dBM) :0.00
  User Set Rx Power Low Threshold(dBM)  :-16.99
  User Set Tx Power High Threshold(dBM) :0.00
  User Set Tx Power Low Threshold(dBM)  :-9.50
-----------------------------------------------------------
```

按照以下步骤使用仪表测量光功率。

操作步骤

步骤 1 将光功率计的工作波长设置为与被测波长一致。

步骤 2 拔下 S9700 设备发送端口的尾纤。

步骤 3 将测试尾纤连接到 S9700 设备光接口板的端口，并将尾纤的另一端连接到光功率计上。

步骤 4 待测得的光功率稳定后，记录光功率值。

步骤 5 用测得的光功率值与《接口属性速查表》比对，判断光接口发光是否在正常范围之内。

说明

《接口属性速查表》请参考《S9700 核心路由交换机 硬件描述》。

----结束

7.2 License 控制项说明

介绍 S9700 设备的 License 控制项，并针对每个控制项进行说明。

通过 License 授权模式，新用户可以根据需要购买相应的业务功能模块和资源权限，降低购买成本；升级扩容用户可以在扩容时通过申请新的 License 达到容量的扩充以及功能的支持和维护。

如果用户需要使用以下特性需要购买相应的 License，控制项如表 7-1 所示。

表 7-1 License 控制项

License 名称	控制特性
LLE0IPV601	IPV6
LLE0MPLS01	MPLS

版权所有 © 华为技术有限公司

License 名称	控制特性
LLE0NQAF01	NQA

说明

升级后，原有已经购买的 License 文件仍旧可以正常使用。

详细说明

对于各个 License 控制项，详细的介绍如下：

- IPV6 License

  IPv6（Internet Protocol Version 6）是网络层协议的第二代标准协议，也被称为 IPng（IP Next Generation），它是 IETF（Internet Engineering Task Force）设计的一套规范，是 IPv4 的升级版本。IPv6 和 IPv4 之间最显著的区别就是 IP 地址的长度从 32 位升为 128 位。

  一般情况下，新购买的设备 IPv6 功能相关的命令可以在设备上配置，但是 IPv6 相关功能并不能实现。如果需要使用 S9700 的 IPv6 功能，请联系华为办事处申请并且购买 License。

- MPLS License

  MPLS（Multi-Protocol Label Switch）是一种用于快速数据包交换和路由的体系，它为网络数据流量提供了目标、路由、转发和交换等能力。更特殊的是，它具有管理各种不同形式通信流的机制。MPLS 独立于第二和第三层协议，如 ATM 和 IP。它提供了一种方式，将 IP 地址映射为简单的具有固定长度的标签，用于不同的包转发和包交换技术。它是现有路由和交换协议的接口，如 IP、ATM、帧中继、RSVP、OSPF 等。

  MPLS 主要设计来解决网路问题，如网路速度、可扩展性、QoS 管理以及流量工程，同时也为下一代 IP 中枢网络解决宽带管理及服务请求等问题。

  S9700 的 MPLS 功能使用 License 控制，缺省情况下，新购买的设备的 MPLS 功能未打开。如果需要使用 S9700 的 MPLS 功能，请联系华为办事处申请并购买 License。

  说明

  EH1D2G24SSA0、EH1D2G24SCSA 和 EH1D2X12SSA0 单板不支持 MPLS 功能。

- NQA License

  随着运营商增值业务的开展，用户和运营商对 QoS 的相关要求越来越高，特别是在传统的 IP 网络承载语音和视频业务后，运营商与客户之间签订 SLA（Service Level Agreement）成为普遍现象。为了让用户看到承诺的带宽是否达到需求，运营商需要设备侧提供相关的时延、抖动、丢包率等相关的统计参数，以及时了解网络的性能状况。

  S9700 提供 NQA（Network Quality Analysis）功能满足上述需求。NQA 可以测量网络上运行的各种协议的性能，使运营商能够实时采集到各种网络运行指标，例如：HTTP 的总时延、TCP 连接时延、DNS 解析时延、文件传输速率、FTP 连接时延、DNS 解析错误率等。通过对这些指标进行控制，运营商可以为用户提供不同等级的网络服务，收取不同的费用。同时，NQA 也是网络故障诊断和定位的有效工具。

  一般情况下，新购买设备的 NQA 功能相关命令可以在设备上配置，但 NQA 功能并不实现。如果需要使用 S9700 的 NQA 功能，请联系华为办事处申请并且购买 License。

版权所有 © 华为技术有限公司