



S7700 智能路由交换机

V200R002C00

产品描述

文档版本 02

发布日期 2013-02-08

版权所有 © 华为技术有限公司 2013。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、复制本档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本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，本档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本档仅作为使用指导，本档中的所有陈述、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://enterprise.huawei.com>

客户服务邮箱： ChinaEnterprise_TAC@huawei.com

客户服务电话： 4008229999

前言

读者对象

本文档针对S7700设备，介绍了产品定位和特点、产品架构、链路特性、业务特性、应用场景、操作和维护、技术指标。

本文档提供S7700设备的总体情况，便于读者全面了解产品特征。

本文档主要适用于以下工程师：

- 网络规划工程师
- 硬件安装工程师
- 调测工程师
- 数据配置工程师
- 现场维护工程师
- 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	表示有高度或中度潜在危险，如果不能避免，可能会导致人员死亡或严重伤害。
 警告	表示有低度潜在危险，如果不能避免，可能导致人员轻微或中等伤害。
 注意	表示有潜在风险，如果不能避免，可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或不可预知的结果。
 窍门	能帮助您解决某个问题或节省您的时间。
 说明	正文的附加信息，是对正文的强调和补充。

修订记录

修改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 02 (2013-02-08)

第二次正式发布。该版本的更新如下：

修改：[6.1 物理参数](#)

增加：[6.5 遵循的标准与协议](#)

文档版本 01 (2012-12-08)

第一次正式发布。

目录

前言.....	ii
1 产品简介.....	1
1.1 产品定位.....	2
1.2 产品特点.....	2
2 产品架构.....	5
2.1 整机结构.....	6
2.1.1 S7703.....	6
2.1.2 S7706.....	8
2.1.3 S7712.....	10
2.2 硬件结构.....	14
2.2.1 背板.....	16
2.2.2 SRU.....	16
2.2.3 MCU.....	16
2.2.4 CMU.....	16
2.2.5 LPU.....	17
2.2.6 FSU.....	19
2.2.7 VSU.....	20
2.2.8 SPU.....	20
2.2.9 OSP.....	20
2.3 软件结构.....	21
3 业务特性.....	23
3.1 以太网特性.....	25
3.1.1 VLAN 聚合.....	25
3.1.2 VLAN Mapping.....	25
3.1.3 灵活 QinQ.....	25
3.1.4 二层协议透传.....	26
3.2 IP 特性.....	26
3.2.1 支持 IPv4 和 IPv6 双协议栈.....	26
3.2.2 IPv4 特性.....	26
3.2.3 IPv6 特性.....	27
3.2.4 IPv4/IPv6 过渡技术.....	27
3.2.5 IP Session.....	29

3.3 组播特性.....	30
3.3.1 组播路由协议.....	30
3.3.2 IGMP Snooping/MLD Snooping.....	30
3.3.3 静态组播.....	31
3.3.4 组播 VLAN 和组播复制.....	31
3.4 QoS 特性.....	31
3.4.1 层次化流量监管.....	31
3.4.2 端口流控.....	32
3.4.3 优先级标记.....	32
3.4.4 队列调度.....	32
3.4.5 拥塞避免.....	32
3.4.6 流量整形.....	33
3.5 可靠性特性.....	33
3.5.1 链路汇聚.....	33
3.5.2 DLDP.....	33
3.5.3 RRPP 及多实例技术.....	33
3.5.4 Smart Link 及多实例技术.....	34
3.5.5 以太网 OAM.....	34
3.5.6 BFD.....	35
3.5.7 ERPS.....	36
3.5.8 LSP 保护倒换.....	36
3.5.9 设备级可靠性.....	36
3.6 安全特性.....	39
3.6.1 设备的安全.....	39
3.6.2 业务的安全.....	40
3.7 网络管理特性.....	41
3.7.1 LLDP.....	41
3.7.2 NetStream.....	41
3.7.3 sFlow.....	43
3.8 PoE 特性.....	43
3.9 行业网特性.....	43
3.9.1 NAC.....	43
3.9.2 防火墙.....	45
3.9.3 NAT.....	45
3.9.4 负载均衡.....	45
3.9.5 IPSec VPN.....	46
3.9.6 WLAN AC.....	46
3.10 MPLS&VPN 特性.....	49
3.10.1 MPLS 基本功能.....	49
3.10.2 MPLS TE.....	49
3.10.3 MPLS OAM.....	49
3.10.4 VLL.....	50

3.10.5 VPLS.....	50
3.10.6 HVPLS.....	51
3.10.7 MPLS L3VPN.....	51
4 应用场景.....	52
4.1 概述.....	54
4.2 MPLS L2VPN 应用.....	54
4.3 利用 HVPLS 实现双归属的保护.....	56
4.3.1 网络结构为 UPE+NPE.....	57
4.3.2 网络结构为 UPE+PE-AGG+NPE.....	57
4.4 利用 RRPP 实现环网的快速保护.....	58
4.5 利用 Smart link 实现双归属的保护.....	60
4.6 Ethernet OAM 应用.....	60
4.7 QoS 应用.....	61
4.8 灵活 QinQ 应用.....	62
4.9 IPTV 业务应用.....	63
4.9.1 IPTV 业务的组网.....	63
4.9.2 IPTV 业务的保护.....	64
4.10 NAC 组网应用.....	65
4.11 防火墙组网应用.....	66
4.12 WLAN AC 组网应用.....	69
5 操作和维护.....	73
5.1 操作和维护特点.....	74
5.1.1 配置方式.....	74
5.1.2 监控和维护.....	74
5.1.3 诊断和调测.....	75
5.1.4 软件升级和热补丁.....	76
5.2 网管系统.....	76
6 技术指标.....	78
6.1 物理参数.....	79
6.2 系统配置.....	80
6.3 性能和容量.....	82
6.4 软件特性列表.....	85
6.5 遵循的标准与协议.....	90

1 产品简介

关于本章

阅读本节可了解S7700产品定位、整机接口密度、设备扩展能力、转发能力、支持的业务功能、安全性能、可靠性及可维护性。

[1.1 产品定位](#)

[1.2 产品特点](#)

1.1 产品定位

S7700智能路由交换机（以下简称S7700）是华为公司面向下一代企业网络架构而推出的新一代高端智能路由交换机。该产品基于华为公司智能多层交换的技术理念，在提供稳定、可靠、安全的高性能L2/L3层交换服务基础上，进一步提供MPLS VPN、业务流分析、完善的QOS策略、可控组播、资源负载均衡、一体化安全等智能业务优化手段，同时具备超强扩展性和可靠性。

S7700广泛适用于园区网络和数据中心网络，可对无线、语音、视频和数据融合网络进行先进的控制，帮助企业构建交换路由一体化的端到端融合网络。

S7700产品为满足不同用户的需求，同时提供S7703、S7706和S7712三款产品类型，用户可以根据不同的网络需求进行灵活的选择。

- S7703最大支持3块LPU线路板
- S7706最大支持6块LPU线路板
- S7712最大支持12块LPU线路板

 说明

俄罗斯地区发布的版本不提供IPSec功能。

1.2 产品特点

强大的业务处理能力，提升网络架构扩展性

S7700背板具备良好的扩展性，可平滑扩展至更高带宽，支持单端口速率40G、100G平滑升级，同时完美兼容现网板卡，保护初始投资。

- 具备超高万兆端口密度，单台设备支持480个万兆端口，助力企业园区和数据中心迎来全万兆核心时代。
- 采用多业务路由交换平台，满足企业接入、汇聚、核心业务承载要求，支持无线、语音、视频和数据应用，为企业提供高可用、低时延、全业务的一体化网络解决方案。
- 支持分布式L2/L3 MPLS VPN功能，支持MPLS、VPLS、分层VPLS、VLL，满足企业VPN等接入需求。
- 拥有完善的二、三层组播协议，支持PIM SM、PIM DM、PIM SSM、MLD、IGMP Snooping，满足多终端高清视频监控和视频会议接入需求。

运营级高可靠性设计，可视化故障诊断

S7700具备大于0.99999的高可靠性，主控、电源、风扇等关键部件采用冗余设计，所有模块均支持热插拔。

CSS主控集群创新性采用交换网集群技术，克服了业界普遍采用的线卡集群跨框多次交换，交换效率低下的架构难题，提供业界主机间最大的256G集群带宽，同时可以通过跨框链路聚合提高链路的利用率，并消除单点故障。S7700还支持业务口集群技术，普通业务端口可以复用为集群端口，使端口应用更加灵活。通过光纤进行集群可大幅增加集群的距离，突破了传统集群距离的限制。

S7700具备专用的故障检测定位子卡，提供3.3ms高精度硬件级以太OAM功能，802.3ah、802.1ag和ITU-Y.1731标准协议，网络故障发生时能够在第一时间检测所有终端Session联

通性，图形化网管故障诊断界面，设备节点、链路自动遍历，实现网络快速故障检测与定位。冗余控制引擎间主备无缝切换，设备优雅重启实现NSF无中断转发，并支持ISSU业务运行中软件升级，设备软件升级过程中确保关键业务和服务不中断。

完善的 QoS 机制，提升语音、视频用户体验

S7700提供高品质的QoS（Quality of Service）能力，支持从链路层到应用层流分类技术，具备完善的队列调度算法、拥塞控制算法，能够对数据流实现多级的精确调度，从而满足企业不同用户终端、不同业务种类的服务质量要求。

S7700提供硬件组播QoS低延时队列，全面满足企业视频业务优先级保障需求，为视频会议、监控等关键业务提供高质量承载保障。采用创新的优先级调度算法，对传统QoS队列调度进行了专门针对企业语音与视频的优化，大幅降低IP语音时延、消除视频马赛克，提高用户体验。

高性能 IPv6 业务能力，IPv4 到 IPv6 平滑升级

S7700软硬件平台均支持IPv6，取得工信部IPv6入网认证和IPv6 Ready第二阶段金色认证。支持IPv4/IPv6双协议栈，支持多种隧道技术，支持IPv6静态路由、RIPng、OSPFv3、BGP+、IS-ISv6、IPv6组播，满足IPv6独立组网和IPv4/IPv6混合组网要求。

强大的网络流量分析能力，随时网络健康诊断

S7700支持Netstream业务分析功能，满足用户对网络流量实时采集、分析需要。支持Netstream V5/V8/V9多种报文格式，支持聚合流量模板，减轻网络采集器系统压力，支持实时流量采集、动态报表生成、属性分析、流量异常告警等功能，可以帮助客户对网络流量进行实时监控、现网设备吞吐分析，为优化网络结构、科学合理扩容提供决策依据。

全方位安全保护，应对企业内外部安全威胁

S7700采用内嵌集中式防火墙板卡，支持虚拟防火墙与NAT多实例，满足多VPN客户共用防火墙组网环境。使用应用层包过滤技术对应用层报文内容进行复杂规则检测和过滤。

- 提供完善的NAC解决方案，支持MAC地址认证、Portal认证、802.1x认证、DHCP Snooping触发认证多种认证方式，有效应对哑终端接入、移动设备接入和集中式IP地址分配等多种接入方式的安全挑战，确保企业网络安全。
- 提供2级CPU保护机制，支持1K的CPU硬件保护队列，可实现数据和控制的分离处理，防止拒绝服务攻击、非法接入以及控制平面过载等安全威胁，提供业界领先的一体化安全解决方案。

无线 AC 模块，全面满足移动办公需求

S7700无线AC功能支持丰富的RF（射频）管理，支持AP上线时自动选择信道和功率，在AP重叠区域，信号冲突时自动调整功率或信道，RSSI（接收信号强度指示）/SNR（信噪比）的不断更新，让系统可以实时了解每一个无线用户所处电磁环境，提升网络可用性。

S7700无线AC功能支持802.1x认证、MAC地址认证、Portal认证、WAPI认证等多种认证方式，满足客户不同终端、不同安全等级设备的接入需求。

S7700支持二层漫游，终端设备跨AP漫游快速切换，AC间1+1、N+1多机冷备和AC间负载分担提高网络可靠性。

创新节能芯片，智能功耗控制

S7700采用创新节能芯片，实现按流量动态调整功率，支持端口休眠，无流量不耗电。支持智能POE供电，可以实现基于PD设备角色启动不同的能源管理方案，保持设备能源管理弹性。支持IEEE 802.3az能效以太网标准，线卡收发器具备低功率闲置模式，支持正常工作与低功率状态快速转换，低流量低功耗。

2 产品架构

关于本章

介绍了S7700整机结构、硬件结构和软件结构。

2.1 整机结构

S7700采用分布式硬件平台。

2.2 硬件结构

介绍了S7700硬件结构、背板、SRU、MCU、CMU、LPU、FSU。

2.3 软件结构

2.1 整机结构

S7700采用分布式硬件平台。

S7700的硬件系统由机箱、背板、电源模块、风扇框、主控路由板SRU（Switch Routing Unit）或主控板MCU（Main Control Unit）、线路板LPU（Line Processing Unit）和集中监控板CMU（Central Management Unit）组成。

整机宽度符合业界标准尺寸，可以安装到IEC297标准机柜或ETSI标准机柜中。

 说明

- SRU、CMU适用于S7712和S7706设备。
- MCU只适用于S7703设备。

2.1.1 S7703

外观

S7703设备高4U（1U=44.45mm）。不安装分线齿时，外形尺寸为442mm×489mm×175mm（宽×深×高）。安装分线齿时，外形尺寸为442mm×585mm×175mm（宽×深×高）。设备外观如[图2-1](#)和[图2-2](#)所示。

图 2-1 S7703 设备外观（正面）



图 2-2 S7703 设备外观（背面）



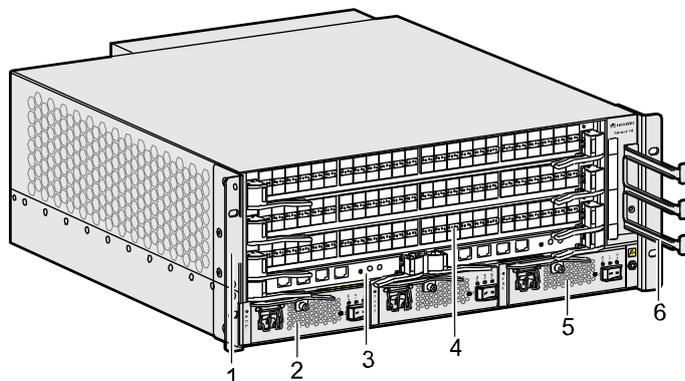
 说明

S7703的机框为PoE和非PoE一体化机框。

结构

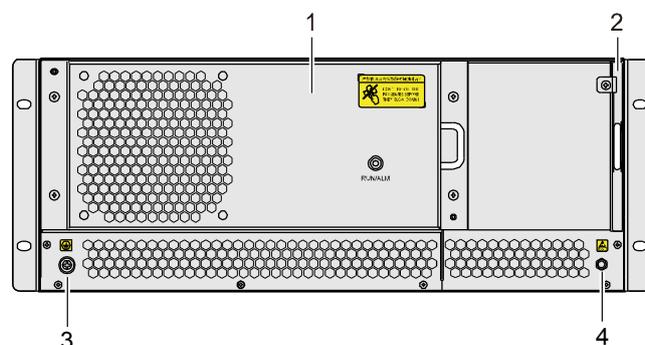
S7703机框结构如图2-3和图2-4所示。

图 2-3 S7703 机框结构示意图（正面）



1.挂耳 说明 用于固定设备。	2.系统电源模块	3.主控板MCU
4.线路板LPU	5.PoE电源模块	6.分线齿 说明 用于布放线缆。

图 2-4 S7703 机框结构示意图（背面）



1.风扇模块 说明 每个设备只需配置1个风扇模块，详细描述参见风扇模块。	2.防尘网 说明 用于阻挡空气中的灰尘等杂物进入设备内部。	3.接地螺钉 说明 用于设备接地。
4.ESD插孔 说明 为防静电腕带提供的插孔。 当设备良好接地时才有防静电功能。	-	-

2.1.2 S7706

外观

S7706设备高10U（1U=44.45mm）。不安装分线齿时，外形尺寸为442mm×489mm×441.7mm（宽×深×高）。安装分线齿时，外形尺寸为442mm×585mm×441.7mm（宽×深×高）。设备外观如图2-5和图2-6所示。

图 2-5 S7706 设备外观（正面）



图 2-6 S7706 设备外观（背面）



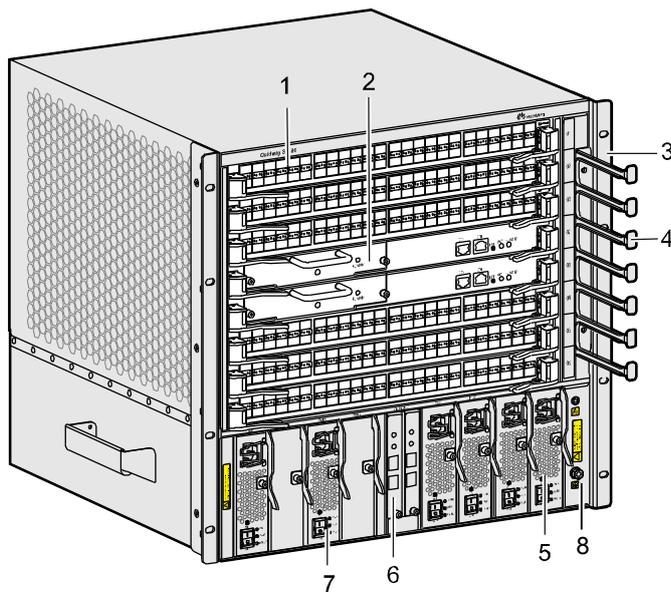
 说明

S7706的机框分为PoE机框和非PoE机框，可以通过设备铭牌和电源槽位上的标识来区分。如果铭牌和电源槽位上带有PoE字样说明该机框是PoE机框。

结构

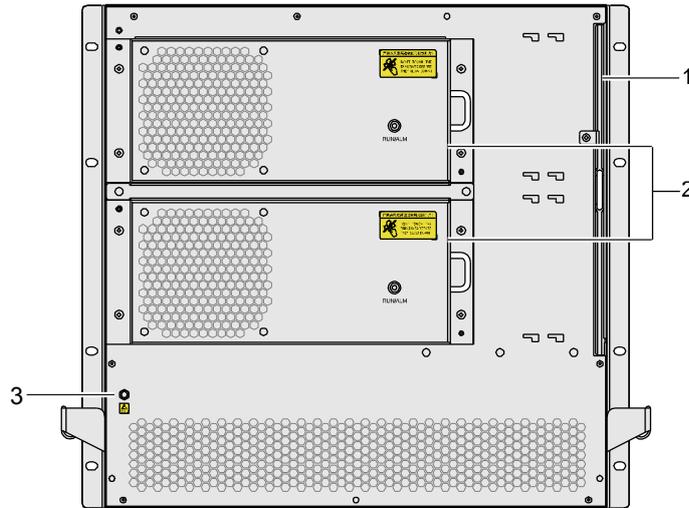
S7706机框结构如图2-7和图2-8所示

图 2-7 S7706 机框结构示意图（正面）



1、线路板LPU	2、主控板SRU	3、挂耳 说明 用于固定设备。
4、分线齿 说明 用于布放线缆。	5、PoE电源模块	6、监控板CMU
7、系统电源模块	8、接地螺钉 说明 用于设备接地。	-

图 2-8 S7706 机框结构示意图（背面）



<p>1、防尘网</p> <p>说明 用于阻挡空气中的灰尘等杂物进入设备内部。</p>	<p>2、风扇模块</p> <p>说明 每个设备只需配置2个风扇模块，详细描述参见风扇模块。</p>	<p>3、ESD插孔</p> <p>说明 为防静电腕带提供的插孔。当设备良好接地时才有防静电功能。</p>
--	---	--

2.1.3 S7712

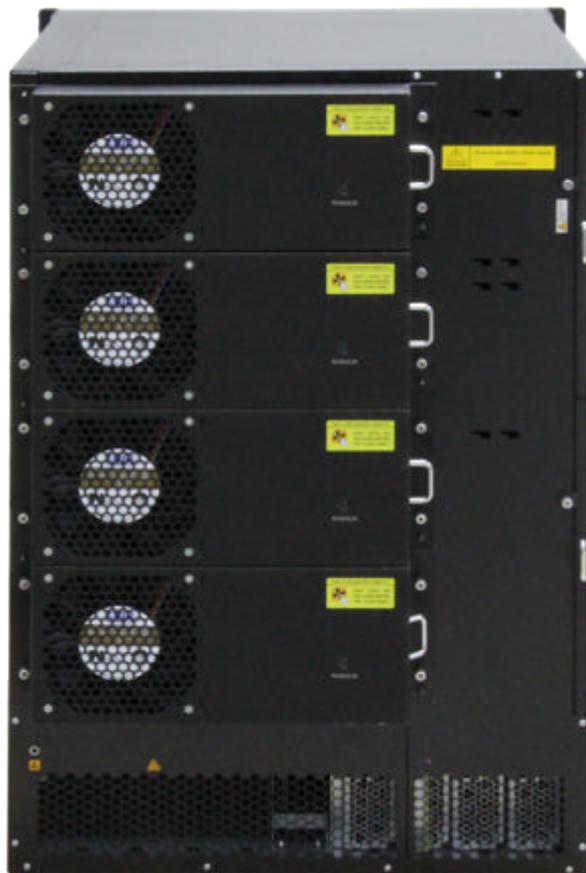
外观

S7712设备高15U（1U=44.45mm）。不安装分线齿时，外形尺寸为442mm×489mm×663.95mm（宽×深×高）。安装分线齿时，外形尺寸为442mm×585mm×663.95mm（宽×深×高）。设备外观如图2-9和图2-10所示。

图 2-9 S7712 设备外观（正面）



图 2-10 S7712 设备外观（背面）



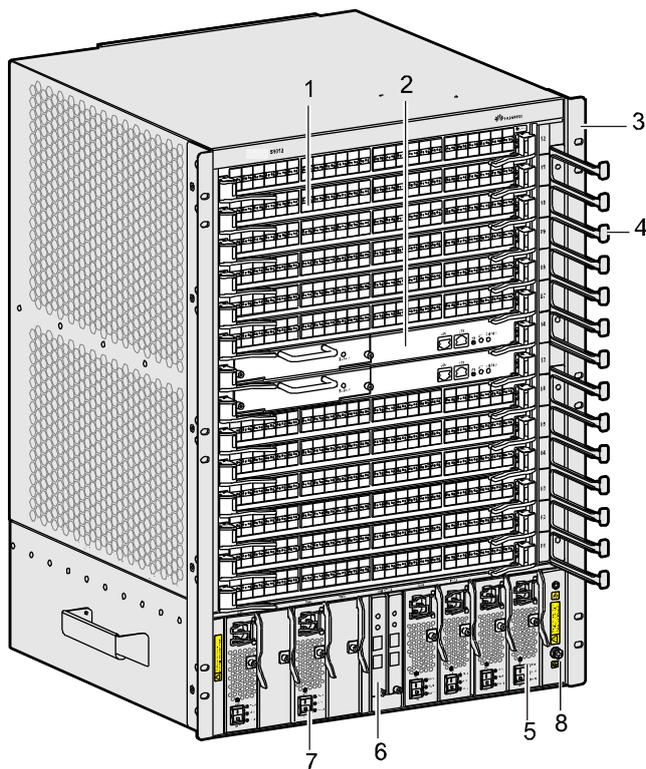
说明

S7712的机框分为PoE机框和非PoE机框，可以通过设备铭牌和电源槽位上的标识来区分。如果铭牌和电源槽位上带有PoE字样说明该机框是PoE机框。

结构

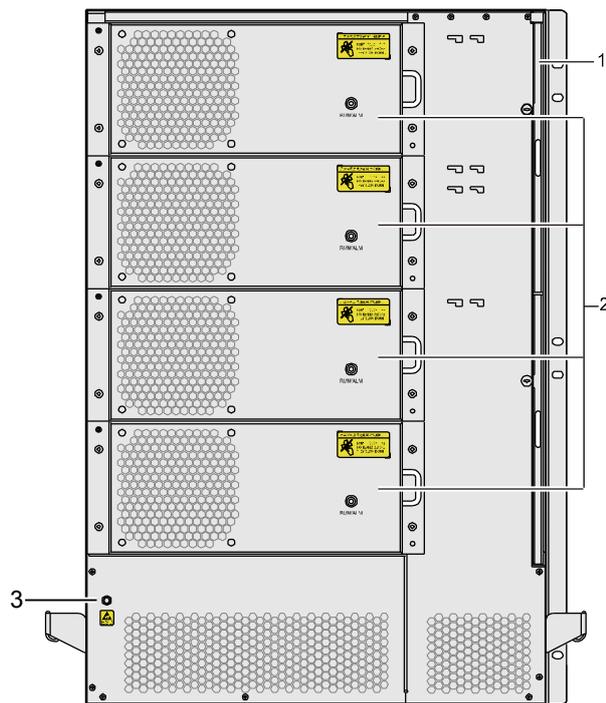
S7712机框结构如[图2-11](#)和[图2-12](#)所示

图 2-11 S7712 机框结构示意图（正面）



1、线路板LPU	2、主控板SRU	3、挂耳 说明 用于固定设备。
4、分线齿 说明 用于布放线缆。	5、PoE电源模块	6、监控板CMU
7、系统电源模块	8、接地螺钉 说明 用于设备接地。	-

图 2-12 S7712 机框结构示意图（背面）



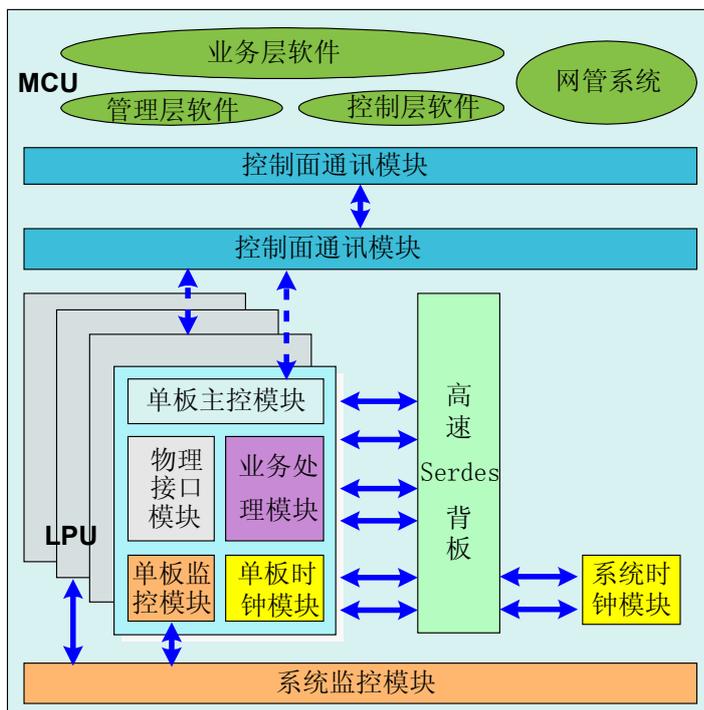
<p>1、防尘网</p> <p>说明</p> <p>用于阻挡空气中的灰尘等杂物进入设备内部。</p>	<p>2、风扇模块</p> <p>说明</p> <p>每个设备只需配置4个风扇模块，详细描述参见风扇模块。</p>	<p>3、ESD插孔</p> <p>说明</p> <p>为防静电腕带提供的插孔。当设备良好接地时才有防静电功能。</p>
---	--	---

2.2 硬件结构

介绍了S7700硬件结构、背板、SRU、MCU、CMU、LPU、FSU。

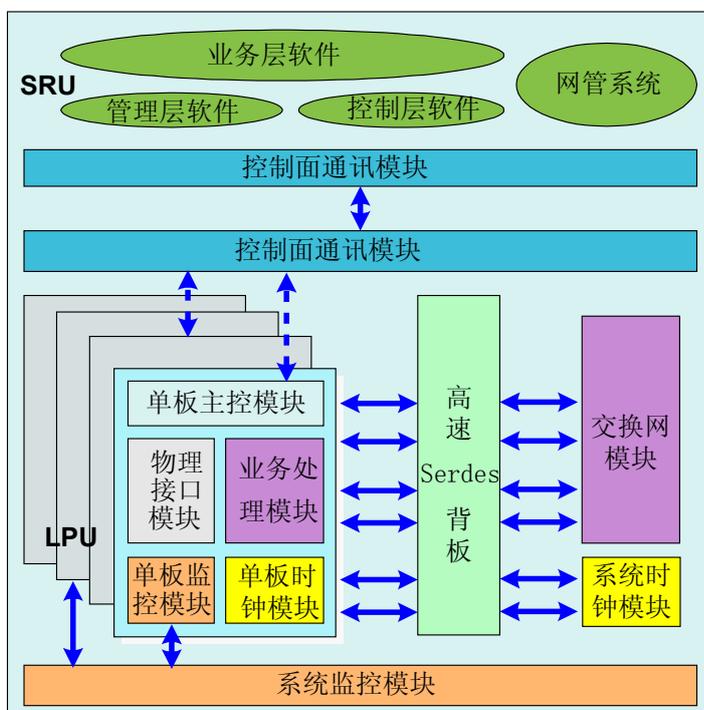
S7703的硬件结构如[图2-13](#)所示。

图 2-13 S7703 的硬件结构



S7706和S7712的硬件结构相同，如图2-14所示。

图 2-14 S7706 和 S7712 的硬件结构



2.2.1 背板

S7700采用无源背板，背板提供各槽位的互连，并完成各部件间的各种高速数据信号以及控制信号的互连。

背板提供主控板与其它各部件之间的数据总线、管理总线和时钟总线等，用于主控板与各部件之间的通信。

S7700背板提供2个主控板槽位，根据设备型号的不同分别提供3个、6个和12个LPU槽位。

2.2.2 SRU

S7700的SRU是主控板，仅用于S7706和S7712设备。它集成了数据交换模块、主控模块、引擎灵活插卡引擎、CF（Compact Flash）卡模块和系统监控管理模块，是多个功能模块的集合体。SRU板是系统控制管理和数据交换的核心，负责完成数据交换、系统控制和系统监控功能。

SRU的主控单元支持1+1热备份；数据交换单元支持主备板负载分担。

S7706和S7712的SRU主要完成如下功能：

- 数据平面的数据转发。
- 处理各种协议并完成转发控制，例如各种路由协议、网管协议等。
- 监控系统各部件的状态。
- 根据用户的操作指令来管理和维护，并输出设备运行情况。

表 2-1 主控板

单板名称	交换容量	是否支持FCC
ES0D00SRUA00	双向512Gbps	是
ES0D00SRUB00	双向1Tbps	是

2.2.3 MCU

MCU（Main Control Unit）是主控管理单元，仅使用于S7703设备。MCU集成了主控模块、CF（Compact Flash）卡模块，和系统监控管理模块。

S7700的MCU主要完成如下功能：

- 处理各种协议并完成转发控制，例如各种路由协议、网管协议等。
- 监控系统各部件的状态。定期收集系统各单元运行数据，根据各单元运行状态产生控制信息，如检测各单板在位情况、控制交换网运行状态等。
- 根据用户的操作指令来管理和维护，并输出设备运行情况。

2.2.4 CMU

CMU（Central Management Unit）是集中监控板，主要完成以下功能：

- 整机电源的监控、管理

- 风扇的监控、管理
- 外接PoE管理

实现设备的监控、管理、节能减排。

2.2.5 LPU

LPU完成报文的业务处理和提供业务接口。S7700支持的接口板如下表所示。

说明

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。

表 2-2 以太网接口板

单板名称	描述	是否通过FCC认证
ES0D0F48TA00	48端口十兆/百兆以太网电接口板（EA，RJ45）-32K MAC	是
ES0D0F48TC00	48端口十兆/百兆以太网电接口板（EC，RJ45）-128K MAC	是
ES0DF48TFA00	48端口十兆/百兆以太网电接口板（FA，RJ45）-32K MAC	是
ES0D0G48SA00	48端口百兆/千兆以太网光接口板（EA，SFP）-32K MAC	是
ES0D0G48SC00	48端口百兆/千兆以太网光接口板（EC，SFP）-128K MAC	是
ES1D2G48SED0	48端口百兆/千兆以太网光接口板（ED，SFP）-512K MAC	是
ES1D2G48SFA0	48端口百兆/千兆以太网光接口板（FA，SFP）-32K MAC	是
ES0D0G48TA00	48端口十兆/百兆/千兆以太网电接口板（EA，RJ45）-32K MAC	是
ES0D0G48TC00	48端口十兆/百兆/千兆以太网电接口板（EC，RJ45）-128K MAC	是
ES0DG48TFA00	48端口十兆/百兆/千兆以太网电接口板（FA，RJ45）-32K MAC	是
ES0DG48CEAT0	12端口百兆/千兆光接口和36端口十兆/百兆/千兆电接口板（EA，RJ45/SFP）-32K MAC	是

单板名称	描述	是否通过FCC认证
ES0D0G48VA00	48端口十兆/百兆/千兆以太网PoE电接口板（EA，RJ45，PoE）-32K MAC	是
ES0D0X4UXA00	4端口万兆以太网光接口板（EA，XFP）-32K MAC	是
ES0D0X4UXC00	4端口万兆以太网光接口板（EC，XFP）-128K MAC	是
ES0D0X2UXA00	2端口万兆以太网光接口板（EA，XFP）-32K MAC	是
ES0D0X2UXC00	2端口万兆以太网光接口板（EC，XFP）-128K MAC	是
ES1D2X04XED0	4端口万兆以太网光接口板（ED，XFP）-512K MAC	是
ES0D0G24SA00	24端口百兆/千兆以太网光接口板（SA，SFP）-32K MAC	是
ES0D0G24SC00	24端口百兆/千兆以太网光接口板（EC，SFP）-128K MAC	是
ES0D0G24CA00	24端口百兆/千兆以太网光接口+8端口十兆/百兆/千兆Combo电接口板（SA，SFP/RJ45）-32K MAC	是
ES0D0X12SA00	12端口万兆以太网光接口板（SA，SFP+）-32K MAC	否
ES0D0T24XA00	24端口十兆/百兆/千兆以太网电接口和2端口万兆以太网光接口板（EA，RJ45/XFP）-32K MAC	是
ES0D0S24XA00	24端口百兆/千兆以太网光接口和2端口万兆以太网光接口板（EA，SFP/XFP）-32K MAC	是
ES0DG24TFA00	24端口十兆/百兆/千兆以太网电接口板（FA，RJ45）-32K MAC	是
ES1D2X40SFC0	40端口万兆以太网光接口板（FC，SFP+）-128K MAC	是
ES1D2X16SFC0	16端口万兆以太网光接口板（FC，SFP+）-128K MAC	是
ES1D2L02QFC0	2端口40G以太网光接口板（FC，QSFP+）-128K MAC	是
ES1D2X08SED4	8端口万兆以太网光接口板（ED，SFP+）-512K MAC	否
ES1D2X08SED5	8端口万兆以太网光接口板（ED，SFP+）-512K MAC	是

单板名称	描述	是否通过FCC认证
ES1D2G24SED0	24端口百兆/千兆以太网光接口板（ED，SFP）-512K MAC	是
ES1D2G48TED0	48端口十兆/百兆/千兆以太网电接口板（ED，RJ45）-512K MAC	是
ES1D2G48SBC0	48端口百兆/千兆以太网光接口板（BC，SFP）-128K MAC	是
ES1D2G48TBC0	48端口十兆/百兆/千兆以太网电接口板（BC，RJ45）-128K MAC	是
ES1D2S24XEC0	24端口百兆/千兆以太网光接口和2端口万兆以太网光接口板（EC，SFP/XFP）-128K MAC	是

说明

- 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。
- QSFP+（Quad Small Form-Factor Pluggable Plus）为40G可热插拔光模块。
- 光接口缺省情况下是千兆，不支持协商为百兆，若使用百兆光口需要手动配置。
- 请将支持FCC认证的单板与支持FCC认证的机框配套使用。

2.2.6 FSU

FSU（Flexible Service Unit）是一个灵活插卡业务处理引擎。

S7712和S7706的灵活插卡FSUA（Flexible Service Unit, A表示版本）支持的功能包括：

- 基于硬件的以太网OAM
- 基于硬件的MPLS OAM
- 基于硬件的BFD
- 主控CPU通道安全保护

说明

基于软件的以太网OAM、MPLS OAM、BFD和NQA功能在LPU板上支持。

FSUA位于SRU主控板上，用户可以根据业务需要选择配置此板卡。

表 2-3 灵活插卡板

单板名称	描述
FSUA	提供20G的业务处理能力

2.2.7 VSU

VSU（Virtual Switch Unit）是集群插卡，用于支持多台设备的集群连接。

S7712和S7706的集群插卡板名称为VSTSA（Virtual Switch, T表示电口, S表示标准系列, A表示版本），位于SRU主控板上，用户可以根据业务需要选择配置此板卡。

表 2-4 集群插卡

单板名称	描述
LE0D0VSTSA00	提供集群连接功能

2.2.8 SPU

SPU（Service Process Unit）为增值业务处理单元，没有业务接口。

SPU的单板名称为VAMPA（Value Added service Multi-core Processor, A表示版本），支持的功能包括：

- 防火墙
- NAT
- 集中式NetStream
- 负载均衡
- IPSec VPN
- WLAN AC

表 2-5 SPU 板

单板名称	描述
VAMPA	增值业务处理单板

 说明

俄罗斯地区发布的版本不提供IPSec功能。

2.2.9 OSP

OSP单板（Open Service Platform Unit）为开放业务平台单板，没有业务接口。

OSP单板支持Windows Vista、Windows 7、Windows Sever 2008、Windows Server 2008 R2和VMWare ESX等主流操作系统，灵活支持第三方应用，满足客户二次集成和开发的需求。

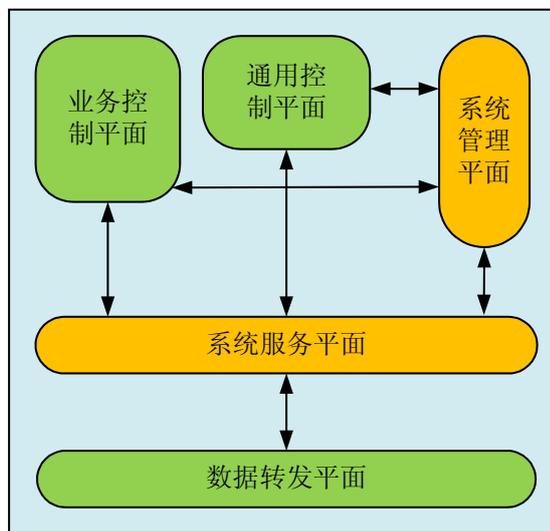
表 2-6 OSP 单板

单板名称	描述	是否支持FCC
ES1D2PS 00P00	开放业务平台单板	是

2.3 软件结构

S7700采用华为公司最新的通用路由平台VRPv5（VRP version 5），提供了丰富的软件特性。VRPv5由系统服务平面、通用控制平面、数据转发平面、业务控制平面和系统管理平面组成。

图 2-15 软件总体架构



- 系统服务平面
在操作系统的基础上，提供系统的任务管理，内存管理，定时器，软件加载和补丁功能，增强了组件技术，便于系统升级和裁减。
- 通用控制平面
是VRP数据通信平台的核心。提供数据通信的各种链路管理，IP协议栈，各种路由协议处理功能，是安全和QoS功能的基础。通用控制平面的核心功能是控制数据转发平面，完成设备的各项功能。
- 数据转发平面
在通用控制平面的控制下，完成数据的转发，实现数据通信的功能。VRPv5支持软件转发和硬件转发。
- 业务控制平面
提供基于用户、接口的控制和管理功能，主要包括通过DHCP Option82携带信息，实现用户的安全认证、授权管理和计费，通过802.1x实现接入端口的安全认证。
- 系统管理平面

提供用户界面和输入输出管理功能，是网络管理、维护的基础。

3 业务特性

关于本章

S7700提供的主要业务特性包括：IP特性、MPLS、MPLS L3VPN、MPLS L2VPN、QoS、以太网、Ethernet OAM、NAC、组播、可靠性、LLDP、安全特性、集群、Web网管、防火墙/NAT、负载均衡、IPSec VPN、WLAN AC和NetStream特性。

说明

俄罗斯地区发布的版本不提供IPSec VPN功能。

3.1 以太网特性

S7700支持的主要以太网特性有：VLAN Mapping、灵活QinQ和二层协议透传。

3.2 IP特性

S7700支持IPv4和IPv6以及IPv4/IPv6过渡技术。

3.3 组播特性

S7700支持组播路由协议、IGMP Snooping、IGMP Proxy、静态组播、组播VLAN等丰富的组播特性。

3.4 QoS特性

QoS是Quality of Service（服务质量）的缩写，QoS简单地说，就是针对各种不同需求，提供不同服务质量的网络服务功能。

3.5 可靠性特性

S7700支持的可靠性特性有：链路汇聚、BFD、Ethernet OAM、RRPP多实例、Smart Link和设备级可靠性。

3.6 安全特性

S7700不仅提供设备级安全，而且可以为传输的业务提供安全。

3.7 网络管理特性

S7700提供LLDP和NetStream网络管理功能。

3.8 PoE特性

在企业网中，通过10BASE-T、100BASE-TX、1000BASE-T以太网网络供电，可以有效的解决IP电话、无线AP、便携设备充电器、刷卡机、摄像头、数据采集等终端的集中式电源供电。

3.9 行业网特性

S7700为行业网安全提供NAC、防火墙、NAT、负载均衡以及WLAN AC功能。

3.10 MPLS&VPN特性

3.1 以太网特性

S7700支持的主要以太网特性有：VLAN Mapping、灵活QinQ和二层协议透传。

3.1.1 VLAN 聚合

随着网络的发展，网络地址资源日趋紧张，为了节省IP地址，VLAN聚合（VLAN aggregation）的概念被提出来。

VLAN聚合的原理是一个Super-VLAN和多个Sub-VLAN关联，Super-VLAN内不能加入物理端口，但可以创建对应的VLANIF接口，VLANIF接口下可以配置IP地址。Sub-VLAN可以加入物理端口，但不能创建对应的VLANIF接口，所有Sub-VLAN内的端口共用Super-VLAN的VLANIF接口IP地址，这既减少了一部分子网号、子网缺省网关地址和子网定向广播地址的消耗，又实现了不同广播域使用同一子网网段地址，消除了子网差异，增加了编址的灵活性，减少了闲置地址浪费。从而在保证各个Sub-VLAN作为一个独立广播域实现了广播隔离的同时，将从前使用普通VLAN浪费掉的IP地址节省下来。

3.1.2 VLAN Mapping

VLAN Mapping就是指在S7700上建立VLAN映射表，实现用户VLAN到ISP VLAN之间的映射。例如将一个或多个用户VLAN ID映射到一个ISP VLAN ID。

说明

用户VLAN一般是用户侧端口对应的VLAN（也称为C-VLAN），具有局部意义，一般用于标识一个或一类用户。ISP VLAN通常具有全局意义，一般用于标识一种业务，也称为S-VLAN。

对于指定的用户侧端口，S7700支持以下方式的单TAG报文的VLAN Mapping功能：

- 1:1映射
将一个用户侧VLAN Tag标签映射到一个网络侧VLAN Tag标签。
- N:1映射
将多个用户侧VLAN Tag标签映射到一个网络侧VLAN Tag标签。

S7700还能够支持增强的双TAG报文 VLAN Mapping功能：

- 2:2映射
将用户侧的携带双VLAN Tag报文映射到网络侧的双VLAN Tag报文，支持报文的内/外层VLAN Tag的同时切换。
- 2to1映射
将用户侧的携带内、外层VLAN Tag报文映射到网络侧的外层VLAN Tag报文，内层VLAN Tag保持不变。

S7700还支持基于CoS值的VLAN Mapping功能，将多个用户侧VLAN Tag标签依据CoS值映射到一个网络侧VLAN Tag标签。

3.1.3 灵活 QinQ

S7700提供的灵活QinQ技术，不仅能扩展Tag标签空间，还可以根据接收到的C-VLAN入标签自由地选择外层S-VLAN的Tag标签，从而针对不同的私网业务选择不同的传输路径，实现业务分流，让业务部署更加方便。灵活QinQ特性可以配置S7700的入方向和出方向，使用户的组网配置更加灵活。

S7700支持在端口上，根据用户报文中C-VLAN Tag的VLAN ID，增加不同S-VLAN外层Tag标签的灵活QinQ功能。

灵活QinQ配置中，支持基于外层Tag进行MAC地址学习，上下行转发中支持根据目的MAC地址转发。

在S7700的强大硬件支持下，可以利用ACL识别报文特征进行流分类来实现灵活QinQ功能，实现S-VLAN Tag的灵活添加和C-VLAN Tag的修改。

3.1.4 二层协议透传

二层协议透传是一种二层隧道技术，可以使不同地域的用户私网，通过ISP网络内指定的VLAN VPN进行二层协议报文的透明传输，从而使用户私网能够进行统一的生成树计算。并且用户私网和ISP网络拥有各自的生成树，互不干扰，也提高了网络的收敛速度。

使能二层协议透明传输功能后，S7700将带Tag的二层协议报文视为普通二层数据帧在所属VLAN内转发，或封装为MPLS报文在MPLS网络内转发，而不将该数据帧上送CPU进行处理。

BPDU报文是二层协议中最常见的一种报文。对于BPDU报文而言，二层协议透明传输功能实际上为BPDU报文提供了一个BPDU Tunnel，保证用户私网和ISP网络互不干扰。

3.2 IP 特性

S7700支持IPv4和IPv6以及IPv4/IPv6过渡技术。

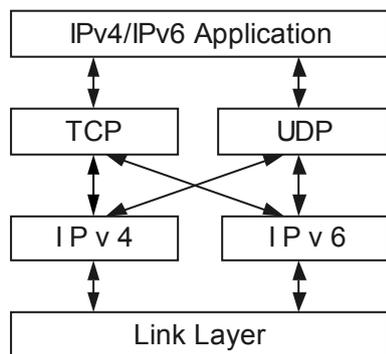
 说明

如果需要IPv6功能，请联系华为公司购买License。

3.2.1 支持 IPv4 和 IPv6 双协议栈

IPv4/IPv6双协议栈具有互通性好和实现简单的优点。它的结构如**图3-1**所示。

图 3-1 双协议栈结构



3.2.2 IPv4 特性

S7700支持的IPv4特性如下：

- 支持基本的TCP/IP协议栈，包括ICMP、IP、TCP、UDP、Socket（TCP/UDP/Raw IP）、ARP。
- 支持静态DNS和指定DNS服务器。
- 支持FTP Server/Client、TFTP Client。
- 支持DHCP Relay Agent、DHCP Server。
- 支持DHCP snooping，实现用户source guard。
- 支持Ping、tracert和NQA操作，NQA可以探测ICMP、TCP、UDP、DHCP、FTP、HTTP、SNMP服务是否打开以及测试各种服务的响应时间。

📖 说明

如果需要实现NQA功能，请联系华为公司购买License。

- 支持IP策略路由，可根据报文的属性直接指定下一跳，不必查找路由。

3.2.3 IPv6 特性

S7700支持的IPv6特性如下：

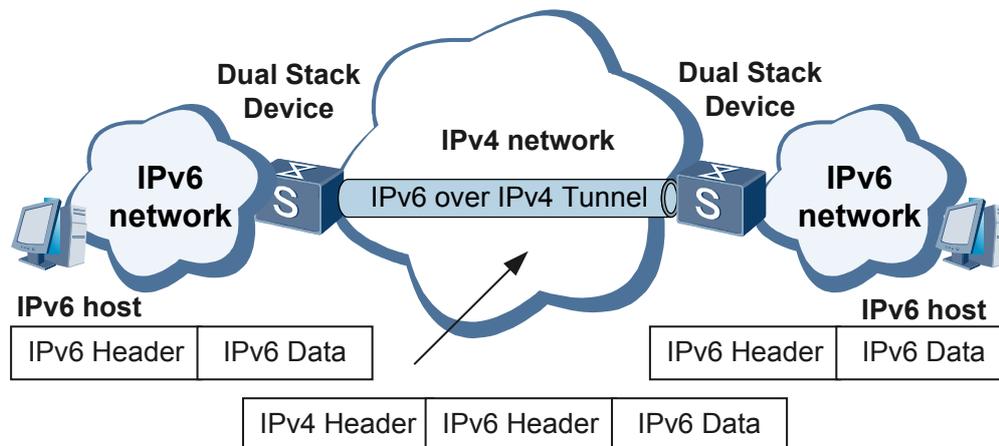
- 支持IPv6 ND（Neighbor Discovery）。
- 支持PMTU发现（Path MTU Discovery）。
- 支持TCP6、Ping IPv6、Tracert IPv6、Socket IPv6、UDP6、RawIP6。
- 支持TFTP IPv6 Client。
- 支持IPv6策略路由。
- 支持DHCPv6 snooping和MLDv1/v2 snooping。
- 支持ND（Neighbor Discovery） snooping。

3.2.4 IPv4/IPv6 过渡技术

IPv6 over IPv4 隧道

IPv6 over IPv4隧道是IPv4网络向IPv6网络过渡的一种技术，其原理如图3-2所示。

图 3-2 IPv6 over IPv4 隧道原理图



S7700支持采用如下的IPv6 over IPv4隧道模式：

- IPv6手动隧道

手动隧道是在隧道两端的边界路由设备上通过人工配置而创建的，需要静态指定隧道的源IPv4地址和目的IPv4地址。它相当于通过IPv4骨干网连接的两个IPv6域的永久链路，是两个边缘路由设备之间进行定期安全通信的固定通道，可用于IPv6孤岛之间的通信。

- 6to4隧道

6to4隧道可将多个IPv6孤岛网络通过IPv4网络连接到IPv6网络。

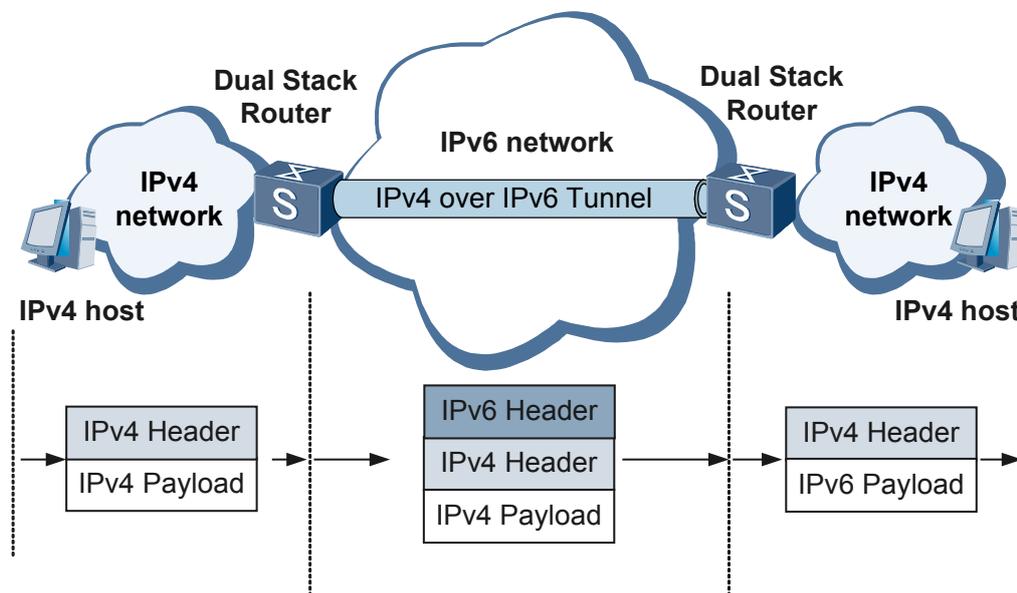
6to4隧道与手动配置隧道的主要区别在于，6to4隧道可以是点到多点的连接，而手动隧道仅仅是点到点的连接。所以6to4隧道的路由设备并不是成对配置的。6to4隧道与自动隧道类似，它可自动查找隧道的另一端点，但它不需要指定兼容IPv4的IPv6地址。6to4隧道使用了一种特殊的IPv6地址，即6to4地址。

IPv4 over IPv6 隧道

在IPv4网络向IPv6网络过渡的后期，IPv6网络已被大量部署，此时可能出现IPv4孤岛。采用专用的线路将这些孤岛互连显然是不经济的。利用隧道技术可在IPv6网络上创建隧道，从而实现IPv4孤岛的互连。这类似于在IP网络上利用隧道技术部署VPN。在IPv6网络上用于连接IPv4孤岛的隧道，称为IPv4 over IPv6隧道。

为了实现IPv4 over IPv6隧道，需要在IPv6网络与IPv4网络交界的边界路由设备上启动IPv4/IPv6双协议栈（Dual Stack）。

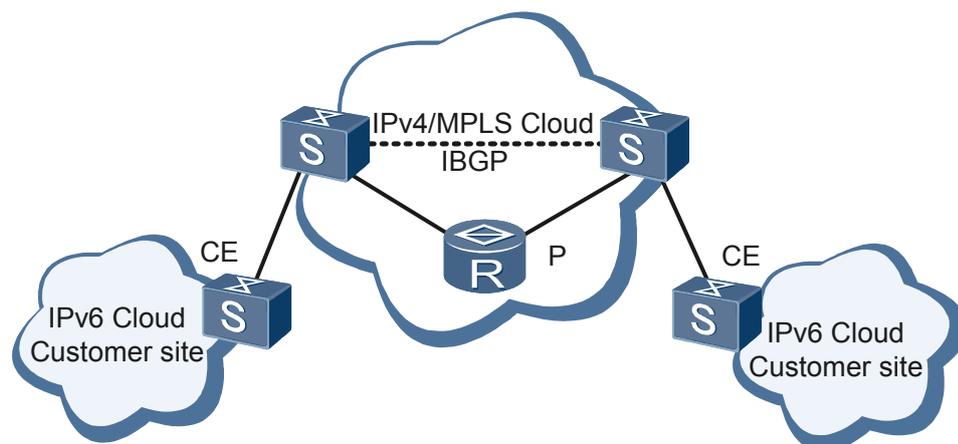
图 3-3 IPv4 over IPv6 隧道组网图



6PE

6PE（IPv6 Provider Edge）路由设备允许IPv6孤岛的CE路由设备穿过IPv4网络进行通信，如图3-4所示。ISP可以利用已有的IPv4骨干网为分散用户的IPv6网络提供接入服务。

图 3-4 6PE 拓扑图



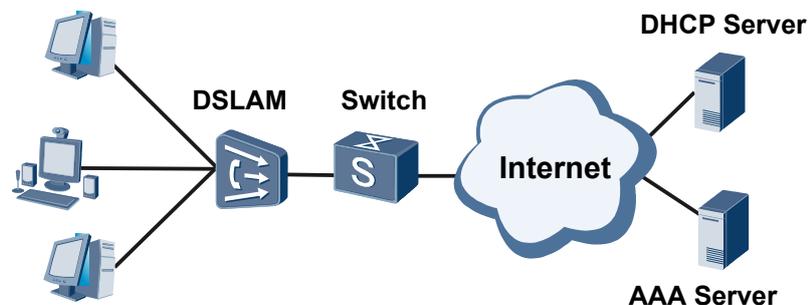
6PE的主要思想是：用户的IPv6路由信息转换为带有标签的IPv6路由信息，并且通过IBGP（Internal Border Gateway Protocol）会话扩散到ISP的IPv4骨干网中。在转发IPv6报文时，当流量在进入骨干网的隧道时，首先会被打上标签。隧道可以是MPLS LSP等。

3.2.5 IP Session

介绍了S7700支持的IP Session特性。

如图3-5所示，图中S7700以Switch表示。

图 3-5 IP Session 组网图



S7700支持IP Session的终结与认证、地址分配。

家庭中的STB/VOIP终端发送DHCP Request申请地址，S7700可以直接为终端分配地址，也可以Relay到DHCP SERVER上分配地址。分配地址前，S7700组织报文VLAN(QinQ)或DHCP Relay Agent信息发送到AAA服务器，对终端的合法性进行认证，认证成功即可分配地址。

S7700根据不同的业务类型，进行QoS调度，也可以将各业务流量封入不同的VPN，业务之间进行隔离。

3.3 组播特性

S7700支持组播路由协议、IGMP Snooping、IGMP Proxy、静态组播、组播VLAN等丰富的组播特性。

3.3.1 组播路由协议

S7700支持以下组播路由协议：

- 组成员管理协议IGMP、域内组播路由协议PIM（包括PIM-DM、PIM-SM）、域间组播发现协议MSDP、多协议边界网关协议MBGP。
- 支持PIM-SSM，在组播源确定的情况下，组成员直接向组播源发起加入请求，而不需要向RP（Rendezvous Point）发送加入请求，组播源也不需要向RP注册。
- 支持Anycast RP，在一个域内，支持多个RP，RP之间建立MSDP对等体关系。组播源可以选择最近的RP注册，接收者也可以选择最近的RP加入其共享树。一个RP失效后，已经在这个RP上注册的组播源和接收者，又会选择另一个就近的RP注册和加入，实现RP的负载分担。
- 支持的IPv6组播路由协议包括：PIM-IPv6-DM、PIM-IPv6-SM和PIM-IPv6-SSM。
- 支持IPv6组成员管理协议MLD（Multicast Listener Discovery），MLD用来在用户主机和与其直接相邻的组播路由器之间建立、维护组播组成员关系。MLD功能和实现原理与IGMP相同，有两个版本。
 - MLDv1（由RFC2710定义）
MLDv1与IGMPv2保持一致，直接支持ASM（Any-Source Multicast）。
 - MLDv2（由RFC3810定义）
MLDv2与IGMPv3保持一致，直接支持ASM，借助SSM-Mapping可以实现SSM（Source-Specific Multicast）。

组播路由模块在接收、引入、发布组播路由时，支持使用路由策略对路由进行过滤。在IP转发组播报文时，也支持按策略对组播报文进行过滤和转发。

3.3.2 IGMP Snooping/MLD Snooping

S7700部署在用户主机和组播路由器之间，不仅可以静态配置组播转发表项，还可以通过侦听交互的IGMP/MLD消息维护组播组、VLAN和出端口之间的对应关系，动态构建组播报文的二层转发表。

当S7700收到组播数据包后，依据二层组播转发表，组播报文只会向VLAN内有组成员的端口转发。这样，不仅减少了相同组播报文数量，节省了带宽，而且提高了信息传送的安全性。

端口快速离开

对于只连接一台主机的S7700端口，当接收到来自主机的IGMP/MLD离开消息时，就立即删除该端口对应的组播转发表项。当S7700接收到后续组播路由器发来的IGMP/MLD查询消息时，不再向该端口转发，不仅节约了带宽和系统资源，还可以实现业务的快速切换。

组播查询器

在没有路由器的二层网络，S7700可以作为查询器来发送查询报文，建立二层网络的组播转发表，实现组播功能。

组播协议报文抑制功能

若短时间内S7700收到用户Report或Leave报文，S7700会通过查看是否在抑制时间内收到相同的Report报文或Leave报文来决定是否向路由器进行转发。这样可以减少路由器处理IGMP/MLD协议报文的数量。

可控组播

S7700可以通过设置ACL策略来控制某个组播组只允许哪些VLAN用户加入，达到可控组播的目的。

组播 CAC (Call Admission Control)

组播CAC是IPTV组播方案的组成部分，主要在二层组播场景下控制IPTV的节目数量和带宽，避免出现带宽需求超出接入汇聚网带宽的情况，保证大多数用户的服务质量。

3.3.3 静态组播

用户终端通过DSLAM接收组播流，例如STB (Set Top Box) 接收来自BTV (Broadband TeleVision) 的视频节目。在众多DSLAM和上游组播路由器之间部署S7700，S7700部分VLAN上并不启动IGMP/MLD功能。在这些VLAN上，S7700仅根据各用户定制组播流的实际情况，静态配置组播组成员关系和组播转发表项；同时，各DSLAM提供可控组播功能，可以直接控制用户STB的频道添加、删除和切换，避免了S7700参与IGMP/MLD报文的收发，因此极大降低了用户切换频道引起的图像、声音停滞时延。

3.3.4 组播 VLAN 和组播复制

所谓组播VLAN，是指使用该VLAN来汇聚组播流并进行组播流转发。当用户VLAN需要某些组播流时，会加入组播VLAN。组播VLAN将组播流复制到各用户VLAN中，从而实现跨VLAN组播复制功能。S7700同一组播流可以向同一端口最大复制127份组播流。

S7700将去往各用户的组播流通过组播VLAN来转发，然后在分发点根据组播表项进行组播流复制并分发到各用户VLAN中去。借助组播VLAN技术，S7700可以将所有用户VLAN内的组播流汇聚到一个或几个指定的组播VLAN中进行传送。

组播VLAN技术将用户单播数据和组播数据限定在不同VLAN内传送，不仅方便了对组播流的管理和控制，而且可以减少带宽浪费。

3.4 QoS 特性

QoS是Quality of Service (服务质量) 的缩写，QoS简单地讲，就是针对各种不同需求，提供不同服务质量的网络服务功能。

3.4.1 层次化流量监管

S7700系列交换机支持2级的流量监管（基于业务和企业），支持业务和企业带宽统计复用。

流量监管用于在报文的接收端口对匹配流分类规则的业务流进行监管，以使之适应分配给它的那部分带宽等网络资源。流量监管主要体现在对报文“接收端口/业务流”的速率限制上，监督进入某一网络的流量。如果速率过大，流量监管就可以选择丢弃报文或重新设置报文的优先级。

S7700系列交换机支持双速三色和单速双色标记器，支持更精细的带宽管理。

S7700系列交换机支持2级的流量监管（基于业务和企业），可以提供基于企业的流量监控，以及基于企业内各业务的带宽统计复用。

3.4.2 端口流控

端口流控用于拥塞管理。拥塞是指网络无法满足承诺的或者经过协商的性能指标（如速率等）的情况。

当拥塞发生时，以太网交换机会向相应的连接发出暂停帧，通知对端暂停一个时间间隔后再发送数据，减少注入网络中的流量。端口流控将影响所有的流量。

3.4.3 优先级标记

优先级标记特性用于为匹配访问控制列表的报文重新分配一套服务参数。优先级标记包括以下几种情况：

- 使用交换机自动分配的服务参数。
- 根据报文的DSCP（Differentiated Services CodePoint Priority）值查找映射表为报文重新分配服务参数。
- 根据用户设定的DSCP值查找映射表为报文重新分配服务参数。

3.4.4 队列调度

队列调度用于解决在以太网交换机进行转发报文时解决多个报文同时竞争使用资源的问题。S7700系列交换机支持以下调度算法：

- SP（Strict-Priority，严格优先级队列）
- WRR（Weighted Round Robin，加权轮询优先级队列）
- SP + WRR
- DRR（Deficit Round Robin）
- SP + DRR

这些算法根据自己的原则处理以太网交换机端口上各个输出队列中的报文转发问题。

3.4.5 拥塞避免

当拥塞发生时，交换机会尽快的丢包释放队列资源，同时尽量不将报文放入高延迟的队列中，以消除拥塞。

S7700支持WRED（Weighted Random Early Detection）丢弃算法：WRED监视各队列中的报文，将队列长度和阈值进行比较，并在拥塞发生时根据如下比较结果来处理队列中的报文。

- 当队列的长度小于低阈值时，不丢弃报文；
- 当队列的长度在低阈值和高阈值之间时，WRED开始按照丢弃概率随机丢弃报文；
- 当队列的长度大于高阈值时，丢弃所有的报文。

3.4.6 流量整形

流量整形是对输出报文的速率进行控制，使报文以均匀的速率发送出去。

流量整形通常是为了使报文速率与下游设备相匹配，以避免不必要的报文丢弃和拥塞。它和流量监管的主要区别在于流量整形是缓存超过速率限制的报文，使报文以均匀的速率发送出去，而流量监管则是丢弃超过流量速率限制的报文。

但是流量整形会增加延迟，而流量监管不会引入额外的延迟。

S7700支持分别对端口、CoS（Class of Service）进行流量整形，即对端口、CoS的所有流量进行流量整形。可以通过选取不同的参数实现这两种流量整形操作。

3.5 可靠性特性

S7700支持的可靠性特性有：链路汇聚、BFD、Ethernet OAM、RRPP多实例、Smart Link和设备级可靠性。

3.5.1 链路汇聚

S7700不仅支持手工方式将多个端口捆绑成一个Eth-Trunk，而且支持静态模式链路汇聚，即由管理员创建聚合组并加入成员链路，并由LACP协议负责维护聚合链路。

当聚合链路中一条链路发生故障时，故障链路流量会自动分担到其他链路上，从而保证了业务传输不被中断。S7700支持不同LPU上的链路之间形成聚合，从而使业务可靠性进一步增强。

3.5.2 DLDP

S7700支持DLDP协议。DLDP（Device Link Detection Protocol）可以监控光纤或铜质双绞线的链路状态。如果发现单向链路存在，DLDP会根据用户配置，自动关闭或通知用户手工关闭相关端口，以防止网络问题的发生。

3.5.3 RRPP 及多实例技术

为了缩短收敛时间，消除网络尺寸对收敛速度的影响，华为公司开发了RRPP（Rapid Ring Protection Protocol）协议，RRPP是专门应用于以太网环的链路层协议。

它在以太网环完整时能够防止数据环路引起的广播风暴，而当以太网环上一条链路断开时能迅速启用备份链路以恢复环网上各个节点之间的通信通路。

相比其他以太环网技术，RRPP具有以下优势：

- 收敛时间与环网上节点数无关，可应用于网络直径较大的网络。
- 在以太网环完整时能够防止数据环路引起的广播风暴。
- 当以太网环上一条链路断开时能迅速启用备份链路以恢复环网上各个节点之间的通信通路。

RRPP在相交环拓扑中，一个环拓扑的变化不会引起其他环的拓扑振荡，数据传输更为稳定。

RRPP多实例技术，提供在环形以太网组网中，依据不同的用户VLAN划分不同的RRPP实例，进行独立的拓扑计算和收敛，对于利用全双工的以太网分别实现内环和外环双向

流量的负载分担有非常重要的实用价值，同时利用多实例技术，在复杂拓扑，如多相交环、多环多域等逻辑拓扑的应用中，也可以起到优化网络、简化配置的目的。

3.5.4 Smart Link 及多实例技术

双上行组网是目前常用组网之一。一般情况下，通过开启STP（Spanning Tree Protocol，生成树协议）来实现网络中的链路冗余备份，但STP不适用于对收敛时间有很高要求的用户。

Smart Link功能可以满足用户对链路快速收敛的需求，可以实现主备链路的冗余备份及其快速迁移。在双上行组网环境下，当主用链路出现故障时，设备自动将流量切换到备用链路，这样就起到了冗余阻塞和链路备份的作用。

Smart Link的主要特点是：专用于双上行组网；收敛速度快（达到亚秒级）；配置简单，便于用户操作。

Smart Link多实例是指在一个Smart Link组中可配置多个实例，不同的实例绑定不同的VLAN范围。可以通过命令指定其中一部分实例通过备用链路发送，这样就能实现不同VLAN的数据流量的转发路径不同，从而达到负载分担的目的。

3.5.5 以太网 OAM

S7700上支持的以太网OAM功能包括故障管理、性能管理两大部分。

点到点以太网故障管理

故障管理是通过定时或手动触发的方式发送检测报文来探测网络的连通性，其实现机制类似于BFD（Bidirectional Forwarding Detection），同时也提供类似于IP网络中Ping和TraceRoute的手段对以太网进行故障定位。故障管理可用于触发保护倒换，从而实现业务中断<50ms的质量目标。

IEEE 802.3 ah最初是由EFMA(第一英里以太网联盟)提出的，包括能力发现、链路性能监测、故障侦测和告警、环路测试。同时802.3ah还可以检测以太网直连链路上的故障，尤其是接入用户链路上的故障。802.3ah是一种慢协议，故障定时检测报文发送频率为1s。

S7700遵循IEEE 802.3ah提供点到点以太网故障管理功能，可以用于检测用户侧最后一公里以太网直连链路上的故障。目前，S7700支持802.3ah中的邻居自动发现、链路故障监控、远端故障通知、远端环回设置功能。

端到端以太网故障管理

IEEE 802.1ag用于虚拟桥接局域网中的桥设备（VLAN感知）提供对网络进行故障检测、确认以及隔离的能力。可以实现小于50ms故障检测。故障管理可用于触发保护倒换，从而实现业务的中断小于50ms的质量目标。802.1ag提供的传输故障管理功能包括如下特性：

- 支持故障检测功能(CC)
- 支持故障确认功能(Loopback)
- 支持故障定位和隔离功能(Traceroute route)
- 支持故障通知和告警抑制功能(AIS/RDI)（AIS功能暂不支持）

S7700遵循IEEE 802.1ag提供端到端以太网故障管理。

- 分级MD

802.1ag用于以太网端到端的连通性检测和故障定位，提供了基于不同级别（Level）的管理域配置，低Level的OAM报文不会被转发到高Level的管理域内，从而保证了网络的安全性和可维护性。

在802.1ag中，将部署以太网OAM机制的网络称为MD（Maintenance Domain），一个MD就是由多台S7700设备互相连接组成的一个MST（Multiple Spanning Tree）域。MD中可以支持多个服务实例SI（Service Instance），每个SI对应一个VLAN。一个SI可以由多台设备组成，连接CE（Customer Equipment）的端口称为MEP（Maintenance association End Point），其它端口负责实现MEP间的连接，称为MIP（Maintenance association Internal Point），MEP、MIP统称为MP。一个SI中的所有MEP组成一个MA（Maintenance Association），故障检测就是在MA中所有MEP之间进行的。

MD内的部分网络可能由另一个管理者维护，即MD可能嵌套。在一个MA内部可以运行不同层次的OAM，MD Level用于区分不同层次的OAM。MD Level在OAM报文中携带，低Level的OAM报文在高Level的MP上被丢弃。

- 端到端的故障检测和定位

故障检测已逐渐成为ISP（Internet Service Provider）或ICP（Internet Context Provider）确保服务质量、降低维护成本的一个重要手段，主要通过定时发送和检测CC（Continuity Check）报文来实现。

故障定位通过802.1ag提供的LB（LoopBack）和LT（Link Trace）报文来实现MAC Ping和MAC TraceRoute功能。

- MAC Ping

基于LB报文实现的MAC Ping功能主要用于探测网络中某设备是否链路层可达，并获取网络状态和时延参数。

网络中任意位置的两设备间进行MAC Ping功能，需要满足：发起点为MEP，两点属于同一个MA且都是MP节点，两点间的以太网业务报文可通达。

- MAC TraceRoute

基于LT报文实现的MAC TraceRoute功能主要用于探测网络中两设备间的实际业务路径，以及两设备之间的链路断路点。

进行MAC TraceRoute的约束条件和MAC Ping功能的要求相同。

以太网性能管理

性能管理主要指对网络传输中的丢包率、时延、抖动等参数的衡量，也包括对网络中各类流量（如接收发送字节数、错误报文数等）进行统计。

S7700遵循ITU-T Y.1731标准提供以太网性能管理功能，通过在802.1ag的LB报文中插入时间戳可以测量传输过程中的时延、抖动、丢包率等指标，从而对指定时间段、指定网段进行性能检测，来获取某业务流端到端的性能参数。性能参数的测量可以配置为定时任务，并和网管信息结合共同输出报表。

有了性能管理工具，ISP可以通过网管站实时监测网络运行情况，确认网络的转发能力是否符合与用户签订的SLA（Service Level Agreement），并快速定位网络故障。由于不需要在用户侧执行这些检测操作，所以极大降低了网络维护费用。

3.5.6 BFD

S7700提供BFD机制来实现双向转发检测，从而可以快速检测、监控网络中链路的连通状况。

BFD通过简单的“Hello”协议，实现转发链路故障的快速检测。在设备之间的通道上周期性的发送检测报文，如果S7700在足够长的时间内没有收到对端的检测报文，则认为

在这条到相邻设备的双向通道的某个部分发生了故障。这时，BFD便可以触发相应倒换机制，保证网络的可靠。

S7700的BFD机制提供异步检测模式，能实现毫秒级别的链路缺陷检测。

S7700支持以下4种BFD检测：

- 物理链路检测。
- IP连通性检测。
- LSP、CR-LSP和MPLS TE保护组的连通性检测。
- VPLS网络中进行BFD检测。

支持基于VPLS的BFD检测和管理VPLS倒换的诊断码报文的处理以及倒换处理。

S7700的BFD还支持与802.3ad、802.1ag之间的联动，实现端到端的OAM。

3.5.7 ERPS

在二层交换网络中，一旦网络存在环路就会造成报文在环路内不断循环和增生，产生广播风暴。在广播风暴的情况下，所有的有效带宽都被广播风暴占用，网络变得不可用。

ERPS又称G.8032，G.8032作为以太保护协议，通过选择性地阻塞网络冗余链路，阻止环形网络形成逻辑环路，达到消除环路的目的。

G.8032 V1版本仅支持单环拓扑。当环网上没有故障链路时，G.8032能够消除以太网冗余环路。当环网发生链路故障时，G.8032能够迅速恢复环网上各节点间通信通路。与其它环路协议相比，G.8032有以下优势：

- 收敛速度快。
- ITU-T发布的标准，可以满足和其他设备厂商之家的互通。

3.5.8 LSP 保护倒换

S7700支持MPLS OAM技术，可以快速检测LSP的故障。通过为主LSP指定备用LSP，形成一对保护组，可以实现LSP的1+1备份。当主隧道发生故障时，业务能迅速地切换到备用隧道上，从而有效地提高网络的可靠性。

3.5.9 设备级可靠性

部件热备份

S7700的SRU/MCU、电源模块、风扇等关键部件都支持冗余备份。

- SRU/MCU

S7700可以配置两块SRU/MCU，支持1+1主备配置。

- 两块SRU/MCU工作在1+1备份方式，支持两种倒换方式：

- 自动倒换方式

主用SRU/MCU发生严重故障或主用SRU/MCU复位时，系统自动触发倒换。

- 强制倒换方式

用户通过控制台命令触发倒换。用户也可以通过控制台命令强行禁止SRU/MCU的主备倒换。

发生主备倒换后，备用SRU/MCU快速承担原主用SRU/MCU的全部工作，保证业务的连续性，提高系统的可用性。

- 电源模块

当主备电源模块正确插入并上电时，同时提供S7700所需要的电力。如果一个电源模块出现故障，另一个电源快速承担全部工作，可以确保业务不中断，提高系统的可用性。

PoE电源仅支持交流电源模块，S7703不支持PoE电源备份，S7706和S7712支持PoE电源3+1备份、2+2备份或者无备份。

- 风扇

S7700产品每个风扇框使用双层风扇备份方案实现系统冗余备份，满足产品任何一个风扇发生故障的情况下，仍能支持产品单插框应用最高环境温度到45℃，机柜内应用最高支持到40℃的环境温度下，短期96小时正常工作。

在风扇出现故障后系统会产生告警信息并告知用户及时更换。

部件热插拔

S7700的SRU、MCU、LPU、CMU、电源模块和风扇框都支持热插拔。



警告

FSUA不支持热插拔。

- 支持SRU、MCU的热插拔

当S7700上安装了两块SRU/MCU，如果工作在1+1主备模式，则热插拔备用SRU/MCU后不影响业务传输，插拔主用SRU/MCU后备用SRU/MCU将快速倒换，业务平滑过渡。SRU数据交换单元支持主备板负载分担模式，在拔出SRU后，可能导致数据业务流量丢失。

- 支持LPU的热插拔

- 支持电源模块热插拔

当S7700上配置了4个电源模块且都正常工作时，插拔其中的1个或者2个电源模块不会中断业务。

- 支持风扇框的热插拔

风扇框的热插拔不会影响S7700的业务。

- 支持防尘网的插拔

防尘网无需供电，可根据需要随时插拔，不影响S7700的运行，方便随时清洁。

以太网端口跨板 Trunk

S7700支持多个以太网端口捆绑成Eth-Trunk接口，这些以太网端口既可以分布在同一块LPU上，也可以分布在不同的LPU上。

如果Eth-Trunk中有多个以太网端口处于正常工作的状态，当某个以太网端口出现故障时，整个Eth-Trunk仍能够正常工作。故障端口上的业务将会自动分担到Eth-Trunk内其他端口上，业务传输不受影响。

由于被捆绑的以太网端口可以分属于不同的LPU，因此跨板的Eth-Trunk降低了单块LPU的故障对整个Eth-Trunk接口的影响。

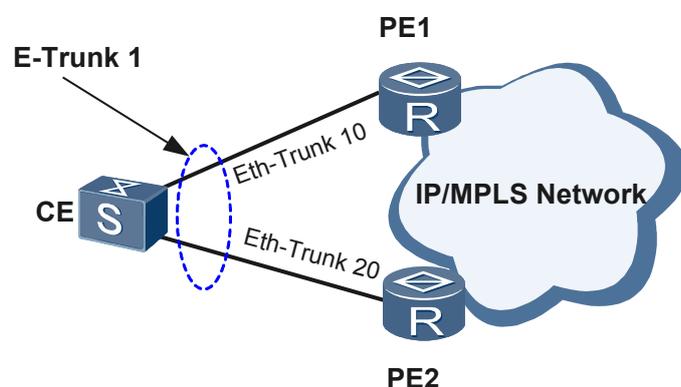
以太网端口跨设备 E-Trunk

E-Trunk (Enhanced Trunk) 是一种实现跨设备链路聚合的控制协议，基于LACP（单台设备链路聚合的标准）进行了扩展，能够实现多台设备间的链路聚合。从而把链路可靠性从单板级提高到了设备级。

E-Trunk控制协议主要应用于CE双归接入VPLS、VLL、PWE3网络时，CE与PE间的链路保护以及对PE设备节点故障的保护。在没有使用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,从而实现设备间保护。

图 3-6 E-Trunk 组网图



CSS

随着数据中心数据访问量的逐渐增大以及网络可靠性要求越来越高，单台交换机已经无法满足数据中心大数据量访问的要求；为了满足数据中心大数据量转发的需求和网络高可靠性需求，就提出了交换机集群。

S7706和S7712支持CSS (Cluster Switch System) 系统，将几台交换机通过专用的集群卡或业务口连接起来，对外呈现为一台逻辑交换机。

集群特性给运营商带来了明显的收益：

- 扩容网络时，保护已有投资。
- 扩容的同时，简化配置、管理：将多台物理设备虚拟为一台设备。
- 多台设备间冗余、备份，提高系统的可靠性。

硬件异常保护

S7700上支持如下硬件异常保护措施：

- 对于内存芯片故障提供纠错功能。
- 电源输入接口具有防止误插和反插的功能。
- 系统每个风扇框有自己独立的供电通道，任意风扇框的故障不相互影响。
- 电源和业务接口提供过流和过压保护。

- 提供单板防误插保护。
- 提供电源、电压和环境温度的监测、告警功能。

操作中的保护

S7700支持以下保护措施：

- 支持在线升级BOOTROM、在线安装补丁、版本回退。
- 主备用单元间实现数据热备份。主用单元出现故障时，可以自动切换到备用单元，不会造成数据或信息的丢失。
- 各LPU和SRU/MCU之间及时同步配置信息。
- 提供VRP系统软件异常监视功能，能够自行恢复异常并保存相应记录。
- 提供临终遗言功能，记录系统在异常时的关键故障信息。

此外，S7700还提供对不当操作的防护和提示。对于重要的、影响系统性能的命令，提示用户是否继续操作，操作的执行需要用户的进一步确认。

3.6 安全特性

S7700不仅提供设备级安全，而且可以为传输的业务提供安全。

3.6.1 设备的安全

命令行分级保护

用户从以太网端口通过Telnet方式登录S7700时，出于安全性考虑，S7700需要对登录用户进行验证。只有通过验证的用户才能成功登录，然后对S7700进行配置和维护操作。

S7700的命令行采用分级保护方式，命令行划分为4个级别。登录用户也被划分为4个等级，分别与命令级别对应。不同级别的用户登录S7700后，只能使用等于或低于自己级别的命令，有效控制了登录用户的权限。

S7700支持命令级别和用户级别的扩展（即级别映射），将4级映射到16级，从而实现了对用户级别的精细化管理。

此外，S7700支持通过命令锁定当前配置终端，防止非法使用终端。

SSH 远程安全登录

S7700支持Version1.5和Version2两个版本的SSH（Secure Shell）。在不安全的网络环境中，SSH为用户登录S7700提供了强大的安全保障和验证功能，可以防范多种攻击。

SNMP 加密认证

S7700支持SNMPv3加密认证功能。当S7700在接受网管站SNMP管理时，可以通过IP地址来验证合法性。

AAA 身份验证

S7700支持完善的AAA（Authentication, Authorization and Accounting）机制，根据策略对接入用户进行认证、授权和计费：

- 本地认证
- RADIUS（Remote Authentication Dial-In User Service）认证
- HWTACACS（Huawei Terminal Access Controller Access Control System）认证

S7700不仅可以配合命令行分级保护机制来对登录用户进行认证、授权，还可以在网络管理中对网管用户的合法性进行验证。基于AAA机制，S7700可以有效防止非法用户登录。

层次化 CPU 通道保护

S7700支持两级CPU通道保护：

- 第一级，接口板保护：
对于从接口板转发到CPU的协议报文和管理报文，S7700根据协议类型对各类报文进行流量控制，从而避免CPU通道受到DoS（Denial of Service）攻击而阻塞。
- 第二级，主控安全引擎保护：
对于从接口板转发到CPU的协议报文和管理报文，进行详细分类识别、优先级处理，流量控制、白名单报文过滤、CPU队列QoS调度，CPU端口限速，阻塞防范各种CPU攻击，如DDOS攻击、IP spoof、SYN FLOOD等等。

3.6.2 业务的安全

通过 ACL 过滤报文

包过滤用于过滤那些用户不感兴趣或者不合法的报文。

S7700对每个报文按照用户所定义的项目进行过滤，例如，比较报文的源地址、目的地址是否符合规则等。包过滤不检查会话的状态，也不分析数据。通过包过滤方法，S7700可以有效控制通过设备的报文。

DHCP Snooping/Option82

S7700可以部署在DHCP服务器和DHCP客户端之间，负责监听双方交互的DHCP报文，根据监听记录立IP+MAC绑定表，抑制非法报文。同时，S7700还能为DHCP报文插入或剥离Option82选项。

- S7700接收到来自DHCP客户端的请求报文后，会在该报文中插入Option82选项，DHCP服务器通过识别Option82选项来执行IP地址分配策略。
- DHCP服务器在响应报文中插入Option82选项，S7700分析Option82选项并确定转发端口，然后剥离Option82选项后转发报文给用户。

由于Option82选项记录了用户电路ID编号，因此可以有效避免攻击者对DHCP报文的非法篡改。

IP Session与之类似，根据报文的VLAN或Option82信息，对IP+MAC+端口+VLAN进行绑定检查，防止用户仿冒IP地址。

端口 MAC 地址学习限制

S7700支持MAC地址学习限制，用于对MAC地址学习进行控制。

通过在S7700指定端口上配置MAC表项学习的最大数目，可以保护设备的MAC表项资源不被恶意用户大量占用，避免了恶意用户从该端口发起源MAC地址攻击。

S7700支持三种方式对MAC地址数量进行限制：

- 基于端口
- 基于VLAN
- 基于VSI

当学习的MAC地址数量达到指定阈值时，对于后续新MAC地址的报文可以根据配置选择转发或丢弃动作。

黑洞 MAC 表项

S7700支持黑洞MAC功能。S7700接收到某报文后，会将该报文的目的地MAC地址和MAC表中各项比较，如果和黑洞MAC表项相同则丢弃该报文。

当用户察觉到某MAC地址的报文具有一定攻击性，则可以在S7700上配置黑洞MAC，从而将具有该MAC地址的报文过滤掉，避免遭受攻击。

基于 MAC + VLAN 的端口绑定

为了提高端口安全性，S7700可以支持网络管理员在MAC地址表中加入静态表项，记录特定MAC地址VLAN和端口的对应关系。这种查表方式可以将设备与端口绑定，防止MAC地址仿冒的攻击。

广播流量抑制

对于广播、组播和未知单播报文，S7700可以基于端口进行速率限制。

S7700还可以控制端口上的最大广播、组播、未知单播的流量百分比，从而控制广播报文的流量。

3.7 网络管理特性

S7700提供LLDP和NetStream网络管理功能。

3.7.1 LLDP

介绍了LLDP的基本原理。

S7700支持遵循IEEE 802.1ab标准的LLDP（Link Layer Discovery Protocol）。LLDP是一种用来自动发现以太链路层邻接关系的协议，适用于互连设备之间获取对方的连接信息。

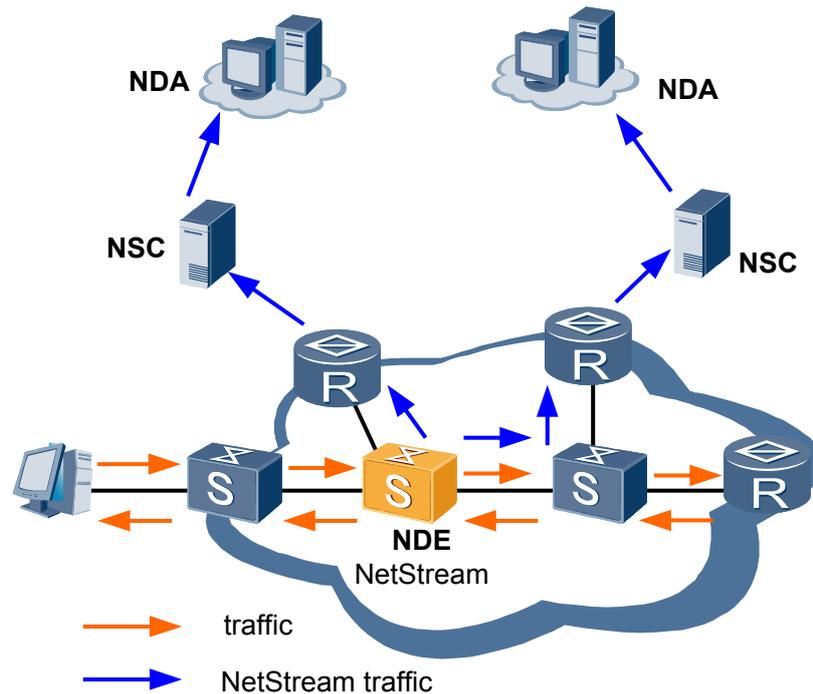
借助LLDP，本地网管站可以清晰地得知本地网络中所有设备的链路层信息，可以更详细的网络拓扑信息、变化信息，有效地扩大了网管范围。

启动LLDP功能的S7700上的每个端口定期向周边邻接设备通告本端口状态信息。如果状态发生改变，端口则向与它们直接连接的邻接设备发送状态更新信息。邻接设备会将状态信息存储在标准的SNMP MIB中，网管系统从MIB处查询出当前网络的链路层连接情况，从而据此计算出整个网络的拓扑。

3.7.2 NetStream

随着网络支持的业务和应用日渐增多，用户对流量统计分析提出了更高的要求。NetStream给网络管理人员提供了从他们的数据网络访问“详细记录”信息的方法。

图 3-7 NetStream 组网图



NDE: Netstream Data Exporter NSC: Netstream Collector NDA: Netstream Data Analyzer

NetStream数据可以有多种用途:

- 网络管理和规划
- 企业记帐和分部门的计费
- ISP编制帐单
- 数据储备
- 用于商业目的的数据采集

在网络中，由于IP网络的非面向连接特性，网络中不同类型业务的通信可能是任意一台终端设备向另一台终端设备发送的一组IP数据包，这组数据包实际上就构成了网络中某种业务的一个数据流。绝大部分的数据流量都是短暂、阵发的双向数据流。

NetStream主要根据一个报文的目的IP地址、源IP地址、目的端口号、源端口号、协议号、ToS (Type of Service)、输入/输出接口组成的7元组来区分不同的流。针对这些流做独立的数据统计。

NDE (Netstream Data Exporter) 把获得的统计信息定期向NSC (NetStream Collector) 发送，由NSC进行进一步的处理，然后交给后续的NDA (NetStream Data Analyzer) 进行数据分析并形成报表，通过报表进行计费、网络规划等。

S7700支持NDE功能，支持对IPV4/IPV6/MPLS报文采样，可以支持固定报文个数间隔采样和固定时间间隔采样。支持原始流、Flexible流、聚合流的建立，支持V5/V8/V9统计报文格式。

S7700既支持分布式NetStream，又支持集中式NetStream。

3.7.3 sFlow

采样流sFlow（Sampled Flow）是一种基于报文采样的网络流量监控技术，主要用于对网络流量进行统计分析。

sFlow提供基于端口的流量分析并以图形化的统计信息汇总或者以报表的形式输出。为企业用户（特别是不设置专职网络管理员的企业用户）的日常巡检维护提供了极大的方便。

使用NetStream也可以对网络流量进行统计分析，而NetStream是一种基于网络流信息的统计技术，网络设备自身需要对网络流进行初步的统计分析，并把统计信息储存在缓存区，当缓存区满或者流统计信息老化后输出统计信息。与NetStream相比，sFlow不需要缓存区，网络设备仅进行报文的采样工作，网络流的统计分析工作由远端的采集器完成。因此sFlow与NetStream比较具有以下优势：

- 节省资源、降低成本：由于不需要缓存区，对网络设备的资源占用少，实现成本低。
- 采集器灵活、按需的部署：由于网络流的分析和统计工作由采集器完成，采集器可以灵活的配置网络特征进行统计分析，实现灵活、按需的部署。

3.8 PoE 特性

在企业网中，通过10BASE-T、100BASE-TX、1000BASE-T以太网网络供电，可以有效的解决IP电话、无线AP、便携设备充电器、刷卡机、摄像头、数据采集等终端的集中式电源供电。

对于终端而言，不需要考虑其室内电源系统布线的问题，在接入网络的同时就可以实现对设备的供电。

按照802.3af/802.3at标准的定义，PoE供电系统包含两种设备PSE和PD。

对于PSE设备的定义如下：PSE（power-sourcing equipment），主要是用来给其他设备进行供电的设备，其又可以分为两种，分别为MidSpan（PoE功能模块在交换机外）和Endpoint（PoE功能集成到交换机内）。IEEE标准802.3af/802.3at允许End-point设备利用4对铜线中的1/2和3/6线对或4/5和7/8线对提供电源。Endpoint模式PSE可兼容10BASE-T、100 BASE-T、1000BASE-T接口，应用场景较MidSpan模式广泛。

S7700属于Endpoint类型的PSE设备，符合802.3af/802.3at标准，每端口可提供30W供电能力。

S7700支持每个端口（支持PoE的端口）提供Critical、High、low三种PD设备供电优先级。在PD设备消耗的功率大于PSE能够提供的总功率时，优先给端口优先级高的PD设备供电，如果不同端口的优先级一致，按照端口号进行优先级排序，端口号小的端口优先得到供电保证。

3.9 行业网特性

S7700为行业网安全提供NAC、防火墙、NAT、负载均衡以及WLAN AC功能。

3.9.1 NAC

NAC（Network Admission Control）网络管理控制概念的提出，是为了防止病毒和蠕虫等新兴黑客技术对企业安全造成危害。借助NAC，客户可以只允许合法的、值得信任的端点设备(例如PC、服务器、PDA)接入网络，而不允许其它设备接入。

NAC的主要组件有：

- 终端Agent软件
- 网络接入设备
- 策略/AAA服务器
- 防病毒服务器
- 管理系统

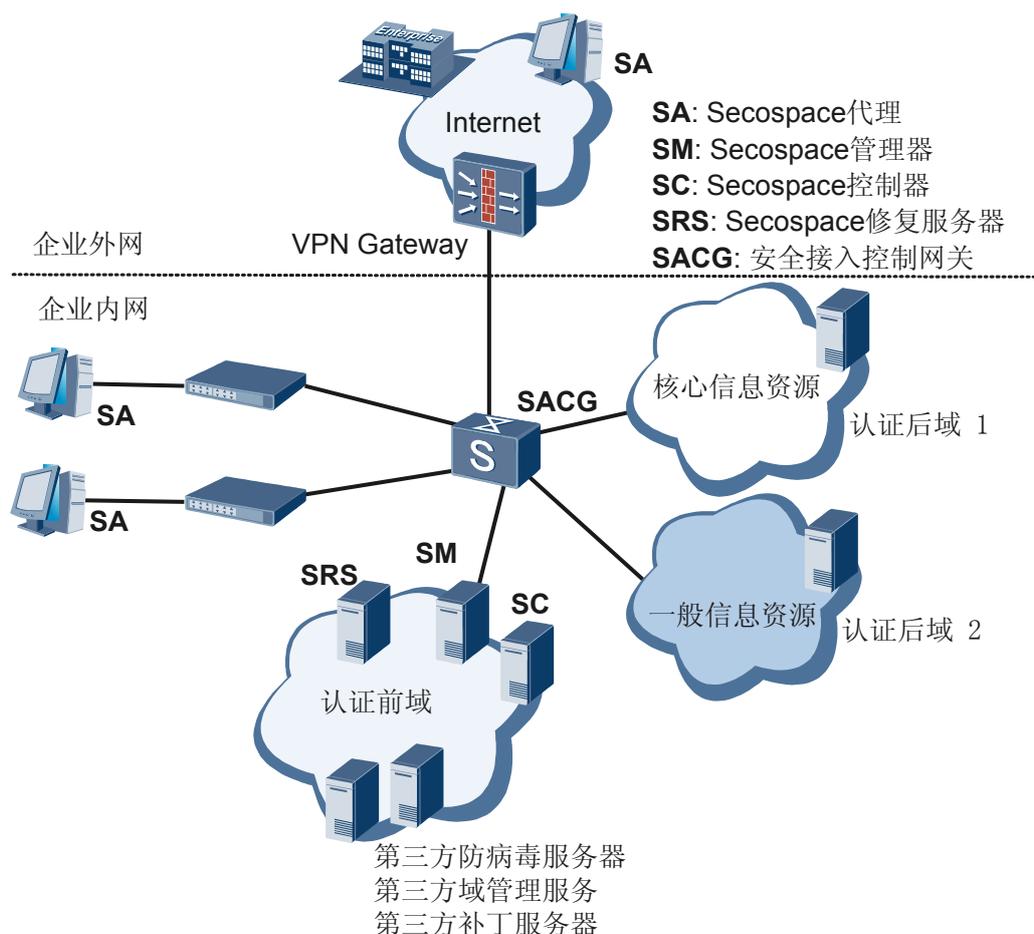
S7700作为网络接入设备，提供以下功能：

- 基于802.1X的接入（端口模式和MAC模式）；
- Portal接入；
- 通过DHCP Snooping获取到用户表项的透传认证方式。

此外支持常见的几种特殊的应用场景：

- 逃生功能，RADIUS服务器DOWN的情况下允许用户访问网络；
- 特权用户以及无Agent的设备（打印机/IP电话机）。

图 3-8 NAC 的主要组件及组网图



3.9.2 防火墙

S7700提供10G处理性能的分布式防火墙，旨在满足大型企业和数据中心网络高性能的安全防护。支持外部攻击防范、内网安全、流量监控、邮件过滤、网页过滤、应用层过滤等功能，能够有效的保证网络的安全。

S7700防火墙功能包括以下特性

- 包过滤防火墙
- 状态防火墙
- ASPF（Application Specific Packet Filter）
- 黑名单
- 白名单
- 端口映射
- 流量统计及监控
- 防火墙日志
- 虚拟防火墙

S7700防火墙支持双机热备份，在Master和Backup防火墙之间进行了实时备份会话表和状态信息。Master防火墙出现故障时能由Backup防火墙平滑地接替工作。

3.9.3 NAT

S7700为企业提供多对一、多对多、静态网段、双向转换、DNS映射等NAT应用方式。支持多种应用协议正确穿越NAT，提供各种应用层的NAT ALG功能。

S7700的NAT功能包括：

- NAT地址池
- NAPT（Network Address Port Translation）
- 静态NAT/NAPT
- Easy IP
- NAT Server
- Twice NAT
- VPN关联的源NAT
- VPN关联的 NAT Server
- NAT ALG

3.9.4 负载均衡

S7700提供了完全的第4~7层服务器负载均衡功能，可支持多个应用和服务器集群的部署。

S7700支持如下的负载均衡算法：

- 轮询
- 基于最小连接数
- 基于最小带宽
- 基于负载情况

- 基于响应时间
- 基于报文源IP地址
- 基于报文目的IP地址
- 基于报文源和目的IP地址
- 基于报文四层内容
- 基于HTTP报文的URL
- 基于HTTP报文的Header
- Cookie和内容

3.9.5 IPSec VPN

S7700提供IPSec VPN，支持IP数据报文传输的私有性、完整性和防重放，为通信设备间IP安全通信传输提供了可能，有效保证了站点和站点、分支和总部的网络数据传输安全。

S7700IPSec VPN功能包括以下特性：

- Manual方式IPSec隧道
- IKEv1和IKEv2
- Diffie-Hellman密钥交换算法
- DPD存活检测
- AH、ESP协议
- 隧道模式和传输模式
- MD5和SHA-1认证算法
- DES、3DES和AES加密算法
- NAT穿越

S7700支持设备主动向对端发起IPSec VPN隧道的建立协商，也支持作为总部，接受分支的动态接入。

3.9.6 WLAN AC

WLAN（Wireless Local Area Network），即无线局域网。指应用无线通信技术将计算机设备互联起来，构成可以互相通信和实现资源共享的网络体系。它是一种利用无线技术实现快速接入以太网的技术。无线局域网本质的特点是不再使用通信电缆将计算机与网络连接起来，而是通过无线的方式连接，从而使网络的构建和终端的移动更加灵活。和传统的有线接入方式相比，无线局域网让网络使用更自由。

WLAN使用无线电波作为数据传送的媒介，传送距离一般为几十米。无线局域网的主干网路通常使用电缆（CABLE），无线局域网用户通过一个或更多无线接入器WAP（Wireless Access Points，WAP）接入无线局域网。无线局域网现在已经广泛的应用在商务区、大学、机场及其他公共区域。

无线局域网最通用的标准是IEEE定义的802.11系列标准。

S7700作为AC设备，支持下列主要WLAN特性：

支持 AP 设备管理

- 支持AP和AC之间为L2层网络拓扑

- 支持AP和AC之间为L3层网络拓扑
- 支持AP和AC之间为IPv4网络
- 支持AP发现可接入的AC
 - 支持AP以DHCP Option43方式发现AC
 - 支持AP以DNS方式发现AC
 - 支持AP以CAPWAP广播方式发现AC
- 支持AP的加入控制
- 支持AP更新软件版本
- 支持AP下载配置信息
- 支持AP通过Option60标识华为AP
- 支持AP的诊断和维护
 - 支持查询单个AP的详细状态信息及性能统计信息
 - 支持查询所有AP的概要信息
 - AC控制AP恢复出厂配置
 - 支持AP Telnet调试通道

支持 CAPWAP 协议

- 支持CAPWAP控制通道
- 支持CAPWAP数据通道
- 支持CAPWAP控制通道DTLS加密，不支持CAPWAP数据通道进行DTLS加密
- 支持L2网络的数据直接转发模式
- 支持L2网络的数据隧道转发模式
- 支持L3网络的数据隧道转发模式
- 支持CAPWAP报文分片和重组
- 支持CAPWAP隧道心跳检测和断链重建

支持 WLAN 用户管理

- 支持Dot1X接入认证
- 支持Portal接入认证
- 支持MAC认证
- 支持PSK(pre-share-key)接入认证
- 支持EAPOL-Key密钥协商机制
- 支持基于AP的用户接入控制
- 支持基于SSID的用户接入控制
- 支持用户的关联和重关联
- 支持用户在AC内的漫游
- 支持基于会话和流量的负载均衡
- 支持WLAN用户AAA认证、授权、计费

支持 WLAN 射频管理

- 支持设置国家码
- 支持设置射频类型
- 支持设置射频传输速率
- 支持设置射频发射功率
- 支持设置射频工作信道
- 支持设置射频干扰监测和规避
- 支持设置射频MAC层工作参数
- 支持射频属性的配置和查询
- 支持空口性能统计和查询
- 支持黑洞补偿

支持 WLAN 安全

- 支持WEP Open-System链路认证和加密
- 支持WEP Share-Key链路认证和加密
- 支持WPA PSK认证和加密
- 支持WPA Dot1X认证和加密
- 支持WPA2 PSK认证和加密
- 支持WPA2 Dot1X认证和加密
- 支持WAPI认证加密
- 支持TKIP/CCMP加密算法
- 支持HMAC-MD5算法
- 支持多种条件触发的密钥更新
 - 支持分布式组密钥更新机制
 - 支持用户下线触发组播密钥更新
 - 支持用户主动发起组播密钥更新
- 支持用户黑白名单
- 支持非法客户端检测
- 支持非法AP的检测（Rogue AP检测）
- 支持泛洪攻击检测
- 支持Weak IV（弱向量）攻击检测
- 支持Spoofing攻击检测

WLAN QoS

- 支持WMM（802.11e）
- 支持用户无线优先级到有线优先级的映射
- 支持用户无线优先级到CAPWAP隧道优先级的映射
- 支持基于用户的带宽限速
- 支持基于SSID的带宽限速

AC 可靠性

- 支持AC间1+1双机冷备
- 支持AC间负载分担

3.10 MPLS&VPN 特性



如果需要使用MPLS功能，请联系华为公司购买License。

S7700既可以作为MPLS网络中的PE（Provider Edge）设备，也可以作为P（Provider）设备。

S7700支持丰富的MPLS&VPN特性，包含MPLS的基本功能、LDP/RSVP-TE协议、MPLS TE、MPLS OAM、VLL、VPLS和MPLS L3VPN等。

3.10.1 MPLS 基本功能

S7700支持的MPLS基本功能包含：

- 支持LDP
- 支持静态LSP
- 支持两层MPLS标签
- 支持802.1p优先级到MPLS报文EXP字段的映射

3.10.2 MPLS TE

S7700支持丰富的MPLS TE（Traffic Engineering）功能。S7700通过MPLS TE，将流量工程同MPLS技术相结合，可以建立指定路径的LSP隧道，并且可以进行定时优化。同时，还可以通过备份路径和快速重路由技术，在链路或节点失败的情况下，提供保护。

S7700支持以下MPLS TE特性：

- 支持基于IGP (Internal Gateway Protocol) 协议（IS-IS、OSPF）的TE扩展，实现网络信息的收集。
- 支持CR-LSP的抢占，路由锁定和重优化功能。
- 支持采用RSVP TE协议建立CR-LSP，支持MPLS TE隧道的Hotstandby备份和普通备份。
- 支持使用CSPF（Constraint Shortest Path First）计算CR-LSP的路径，实现基于CSPF计算出到达某个节点的最短路径。
- 支持MPLS TE隧道的建立，同时支持隧道相关的以下特性：
 - 支持MPLS TE隧道的环路检测功能
 - 支持记录路由和标签
 - 支持MPLS TE隧道重建
 - 隧道优先级配置功能

3.10.3 MPLS OAM

为了在LSP链路出现缺陷或故障时迅速进行链路倒换，S7700支持MPLS OAM（Operation Administration & Maintenance）机制，提供50ms保护倒换，实现端到端的故障检测和保

护。MPLS OAM及保护倒换遵循ITU-T的Y.1710、Y.1711和Y.1720系列标准，支持LSP连通性检测和快速连通性检测，连通性检测报文的发送间隔可以根据需要调整。

使用这种MPLS OAM机制，借助CV（Connectivity Verification）消息和FFD（Fast Failure Detection）消息可以有效地检测、确认并定位出MPLS网络内部的缺陷；报告缺陷并做出相应的处理；在出现故障的时候，借助FDI（Forward Defect Indicator）消息和BDI（Backward Defect Indicator）消息触发保护倒换。

目前，S7700支持LSP的1:1和N:1保护倒换，主LSP隧道和备用LSP隧道构成一对保护组。当主隧道发生故障时，业务能迅速地切换到备用隧道上，从而有效地提高网络的可靠性。

3.10.4 VLL

VLL是对传统租用线业务的仿真，使用IP网络模拟租用线，提供非对称、低成本的点到点的虚拟专线业务，主要应用在城域网的接入层和汇聚层。

S7700支持4种方式的VLL：

- Martini
Martini方式使用两层标签，内层标签采用扩展的LDP作为信令进行交互。这种方式遵循草案draft-martini-l2circuit-trans-mpls，在Martini草案中对标准的LDP进行了扩展，增加了FEC类型（VC FEC）用于VC标签的交换。
- Kompella
Kompella方式使用MP-BGP作为交换信令。各个PE之间通过建立BGP (Border Gateway Protocol) 会话自动发现L2VPN的各个节点，使用BGP作为传递二层信息和VC标签的信令协议，在MPLS网络上以端到端（CE到CE）方式实现L2VPN。
- SVC
SVC的外层标签（公网隧道）建立的方法与Martini相同。内层标签在配置VC的时候进行手工指定，不需要使用VC标签的传递信令。所以SVC的网络拓扑模型与报文交互过程与Martini完全相同，可以认为SVC是Martini的简化。
- CCC
与SVC类似，CCC方式是一种静态配置VC连接的方式。与普通MPLS L2VPN不同，CCC采用一层标签传送用户数据，这一层标签在每个LSR上进行标签交换。因此CCC对LSP的使用是独占性的，而且在两个方向都需要配置静态的LSP。

3.10.5 VPLS

VPLS技术主要是借助PSN（Packet Switched Network）网络来连接多个以太网，使它们工作起来时类似于一个局域网。利用VPLS技术，ISP（Internet Service Provider）可以在分散用户（例如分散在多个城市办公的企业）间建立多点到多点的VPN连接。

S7700作为VPLS网络的PE设备，可以通过在所有PE之间建立全连接来实现VPLS业务。

S7700支持两种方式的VPLS：

- Martini
- Kompella

3.10.6 HVPLS

由于VPLS要求PE之间建立全连接，因此当VPLS网络比较大时（节点多或地理范围大），需要建立的连接的数量成PE数量的平方级数增加，此时可以采用HVPLS来组建大型的VPLS网络。

S7700在HVPLS网络中主要作为UPE（User Provider Edge）设备，接入来自CE的业务，并将其汇聚到NPE（Network Provider Edge）或PE-AGG上（PE-Aggregation）。

S7700支持Martini方式的HVPLS。

部署VPLS（或HVPLS）网络后，S7700将不同类型的业务加入不同的VSI（Virtual Switch Instance），并通过VPLS网络透明传输到NPE或PE-AGG上。

3.10.7 MPLS L3VPN

BGP/MPLS IP VPN提供基于MPLS网络的三层VPN服务。通过MPLS（Multiprotocol Label Switching）技术可以非常容易地实现基于IP技术的VPN业务，而且可以满足VPN可扩展性和管理的需求。

利用MPLS构造的VPN，还提供了实现增值业务的可能；通过配置，可将单一接入点形成多种VPN，每种VPN代表不同的业务，使网络能以灵活方式传送不同类型的业务。

4 应用场景

关于本章

介绍了S7700典型组网，以及S7700网络中的部署方案。

4.1 概述

介绍了S7700城域网的应用位置。

4.2 MPLS L2VPN应用

介绍了S7700VLL和VPLS中的应用。

4.3 利用HVPLS实现双归属的保护

S7700可以利用HVPLS组网以实现到两个NPE的双归属保护，在组建HVPLS网络时，S7700作为UPE设备，负责接入CE的业务，也可以作为PE-AGG，进行UPE的汇聚。

4.4 利用RRPP实现环网的快速保护

介绍了S7700用RRPP实现环网的快速保护。

4.5 利用Smart link实现双归属的保护

介绍了S7700用Smart link实现双归属的包含。

4.6 Ethernet OAM应用

介绍了S7700城域网内提供以太网OAM特性和部署策略。

4.7 QoS应用

介绍了S7700城域网内提供QoS的组网和部署策略。

4.8 灵活QinQ应用

介绍了S7700城域网内提供灵活QinQ功能的组网和部署策略。

4.9 IPTV业务应用

介绍了S7700城域网中提供IPTV业务的组网和策略。

4.10 NAC组网应用

介绍了S7700在NAC组网中的应用。

4.11 防火墙组网应用

介绍了S7700的防火墙组网和策略。

4.12 WLAN AC组网应用

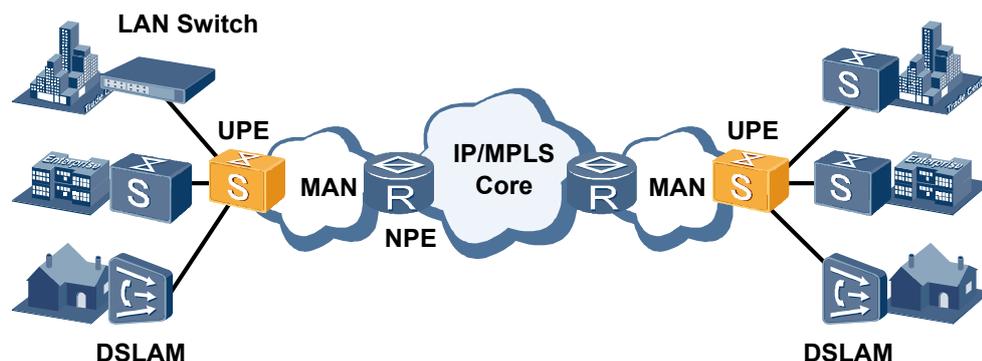
介绍了S7700作为WLAN AC的典型组网。

4.1 概述

介绍了S7700城域网的应用位置。

如图4-1所示，S7700定位于城域网的接入层和汇聚层，负责用户业务的接入和汇聚。

图 4-1 S7700 在城域网中的位置



S7700作为城域网的UPE，下行可以接入来自S2700、S3700等LAN Switch和DSLAM的Internet、VPN、IPTV、VoIP等业务。

S7700上行可以汇聚到NPE设备，例如采用华为公司的ME60和NE40E。如果网络复杂，S7700可以作为PE-AGG，实现多级的汇聚。

4.2 MPLS L2VPN 应用

介绍了S7700VLL和VPLS中的应用。

S7700具有强大的MPLS VPN能力。整机支持4K的VLL PW和1K的VPLS实例。

如图4-2和图4-3所示，S7700在L2VPN网络中作为UPE，支持VLL和VPLS，提供了点到点的VPN应用和多点到多点的VPN应用。

图 4-2 点到点的 VPN 应用 (VLL)

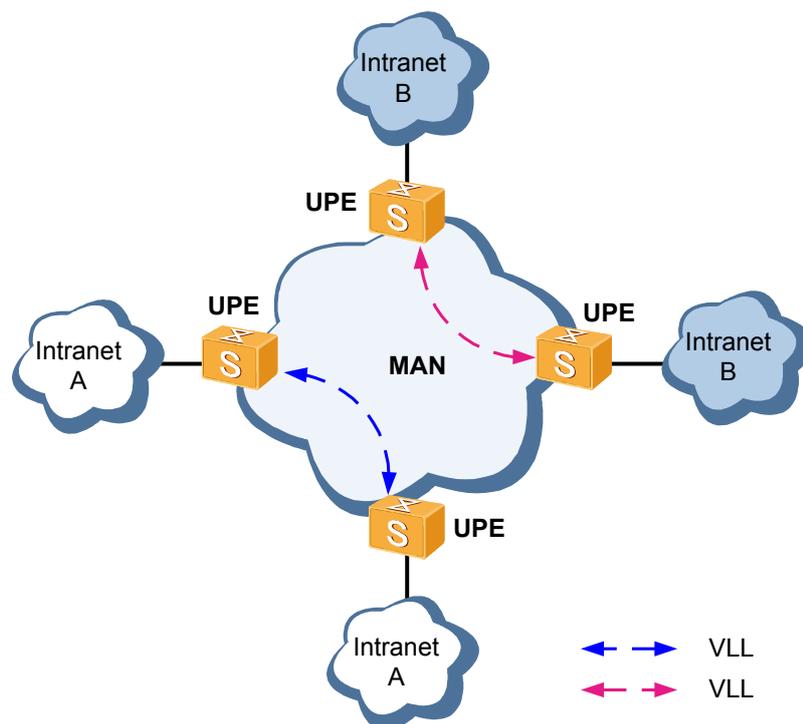
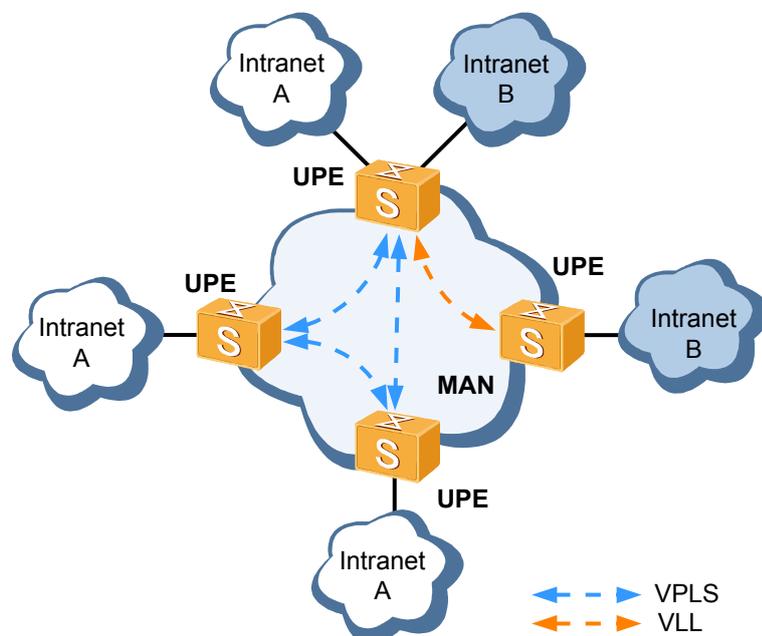


图 4-3 多点到多点的 VPN 应用 (VPLS)

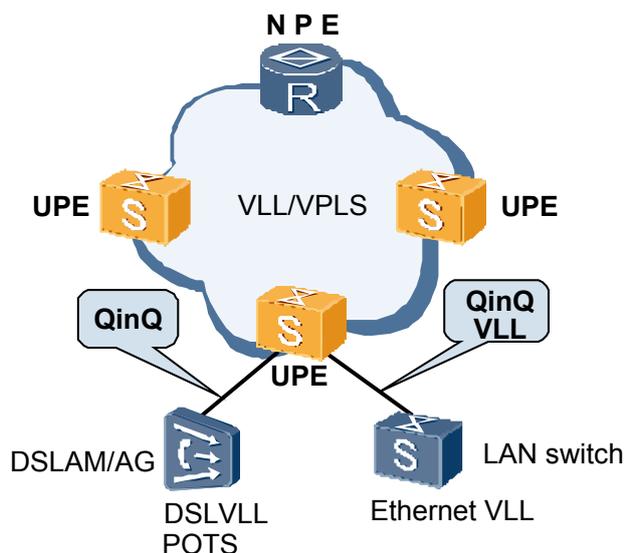


如图4-4所示，S7700作为UPE与DSLAM、AG (Access Gateway)、低端交换机等设备配合，实现了接入业务到VLL或者VPLS的映射。

- S7700与DSLAM/AG配合，将QinQ隧道映射到VLL或者VPLS业务实例，实现基于DSL的专线业务。
- S7700与低端交换机配合，将QinQ隧道和VLL隧道映射到VLL或者VPLS业务实例。

S7700可以将某一类个人业务，例如宽带上网、VoIP业务映射到VLL或者VPLS业务实例，实现接入汇聚层的多业务承载。

图 4-4 S7700 和 CE 设备配合实现 VPN 业务



S7700低成本的VLL或者VPLS解决方案，把MPLS和MPLS VPN推向边缘汇聚层，解决了纯以太网方案存在的扩展性、电信级可靠性和可管理性问题。同时也减轻了更高层次的NPE的负担，解决了其负荷过重和单点故障问题。业务起点推向边缘汇聚层实现了业务分布式处理，使得为用户提供个性化业务成为可能。

4.3 利用 HVPLS 实现双归属的保护

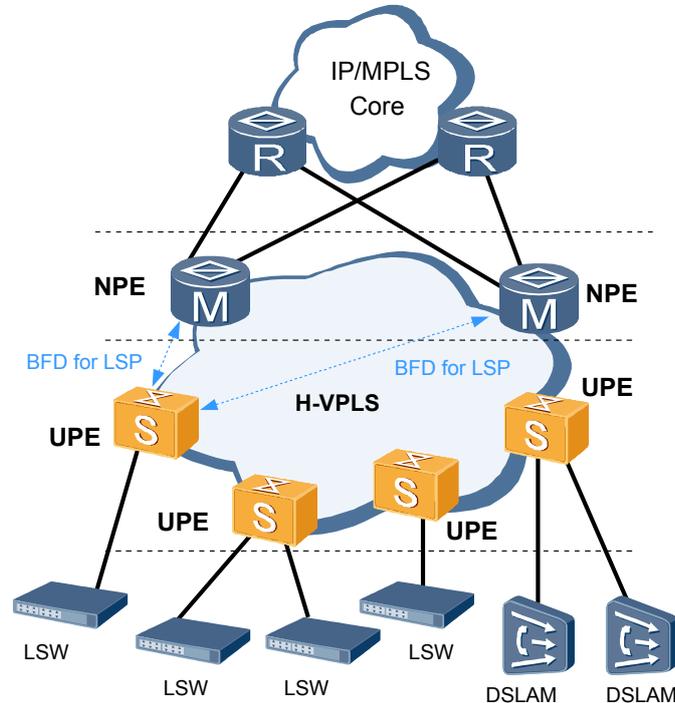
S7700可以利用HVPLS组网以实现到两个NPE的双归属保护，在组建HVPLS网络时，S7700作为UPE设备，负责接入CE的业务，也可以作为PE-AGG，进行UPE的汇聚。

S7700在组建HVPLS网络时，支持两种网络结构：

- 网络结构为UPE+NPE
- 网络结构为UPE+PE-AGG+NPE

4.3.1 网络结构为 UPE+NPE

图 4-5 网络结构为 UPE+NPE 时 S7700 在 HVPLS 网络中的应用



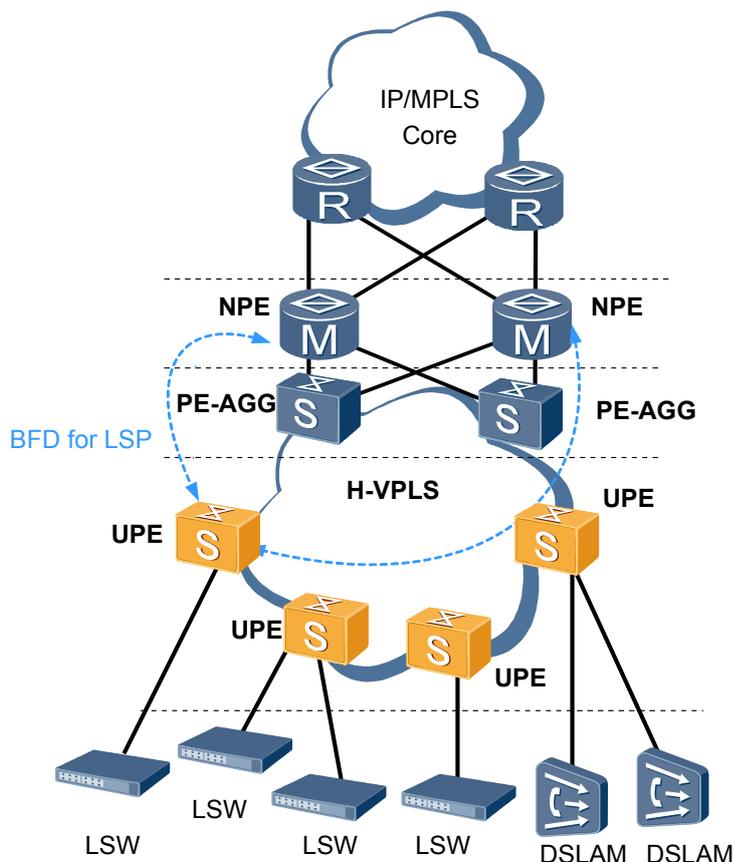
在如图4-5所示的HVPLS网络中，S7700作为UPE设备，而NPE设备可以采用华为公司的ME60和NE40E。

- S7700作为UPE设备，负责用户业务接入，通过灵活QinQ对用户业务进行分流，不同类型的业务进入不同的VSI。然后S7700将用户业务通过HVPLS透明传输到NPE（NetWork Provider Edge）设备。
- NPE设备终结PW（Pseudo Wire）管道并接入用户业务，根据VLAN和QinQ信息来处理不同的业务。
- HVPLS网络中可以通过MPLS TE保护组结合BFD for LSP来实现链路保护。

4.3.2 网络结构为 UPE+PE-AGG+NPE

如图4-6所示，在已有业务网络的情况下，可以考虑在UPE和NPE之间增加一层PE-AGG设备。PE-AGG用来汇聚UPE的业务，终结VPLS并将业务透明传输到NPE。S7700可以作为UPE，也可以作为PE-AGG使用。

图 4-6 网络结构为 UPE+PE-AGG+NPE 时 S7700 在 HVPLS 网络的应用



在如图4-6所示的组网中：

- S7700作为UPE时完成的功能与网络结构为UPE+NPE中的功能相同。
- UPE作为PE-AGG时，终结VPLS管道，将用户业务透明传输到NPE设备。
- NPE负责终结VLAN和QinQ，并处理业务。
- 从作UPE的S7700到NPE设备之间可以通过BFD for LSP来实现链路保护。

4.4 利用 RRPP 实现环网的快速保护

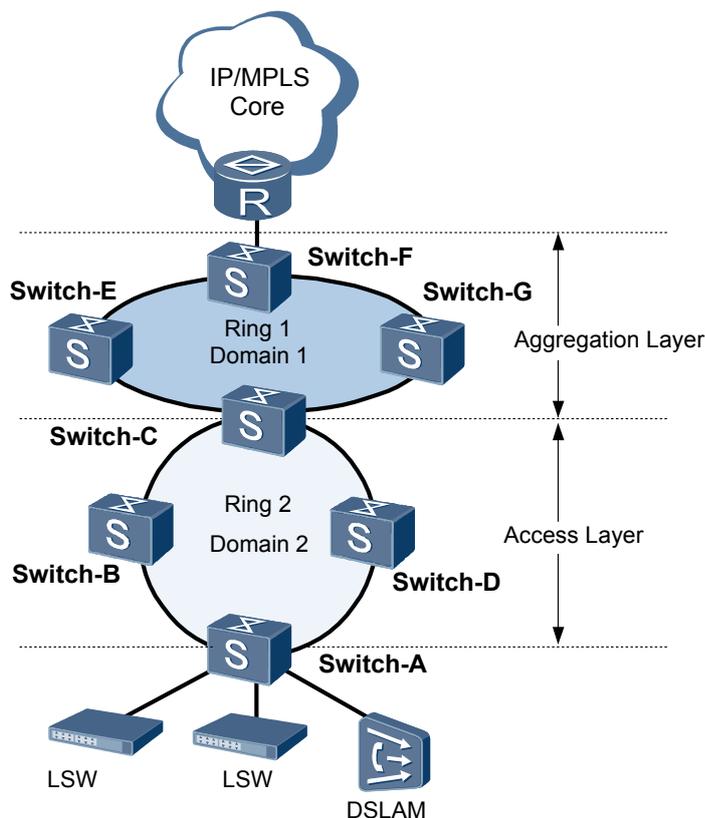
介绍了S7700用RRPP实现环网的快速保护。

在采用普通的以太环网进行组网的情况下，为了提高网络收敛速度，不部署MSTP，而是采用RRPP来达到网络拓扑变化后的快速收敛。

城域以太网中主要采用两级环网架构：

- 一级为汇聚层，处于PE-AGG汇聚设备之间，如图4-7中的RRPP Domain 1。
- 一级为接入层，处于PE-AGG与UPE之间，如图4-7中的RRPP Domain 2。

图 4-7 RRPP 的应用（相切环）



如图4-7所示，Ring1与Ring2分别属于Domain1和Domain2，且相切于Switch-C。其中：

- 在Ring1上，Switch-C是主节点，Switch-C，Switch-E，Switch-F，Switch-G是PE-AGG设备，
- 在Ring2上，Switch-C是主节点，Switch-A，Switch-B，Switch-D是UPE设备；

在多个相切的RRPP环中，当一个环出现故障时不会影响其它的域，本域内的RRPP环的状态收敛与单环收敛过程是一样的。

在RRPP环上，二层与三层业务都可以实现快速倒换：

- 二层业务快速倒换

正常情况下，数据流经Ring2上的Switch-A→Switch-B→Switch-C节点。如果Switch-A和Switch-B之间的链路故障，数据流将改变在RRPP环上的路径。

Switch-A和Switch-B之间的链路故障，主节点收到链路故障通知，马上放开副端口。

此时网络的拓扑已经改变，各节点原来的MAC表已经不能正确指导转发，二层流量将会中断。主节点在放开副端口后，立即通知环上的所有其他节点重新学习MAC表项，二层业务流量在RRPP环上的路径切换到Switch-A→Switch-D→Switch-C。

- 三层业务的快速倒换

正常情况下，数据流经Ring1上的Switch-C→Switch-E→Switch-F节点。如果Switch-C和Switch-E之间的链路故障，数据流将改变在RRPP环上的路径。

Switch-C和Switch-E之间的链路故障，主节点收到链路故障通知，马上放开副端口。

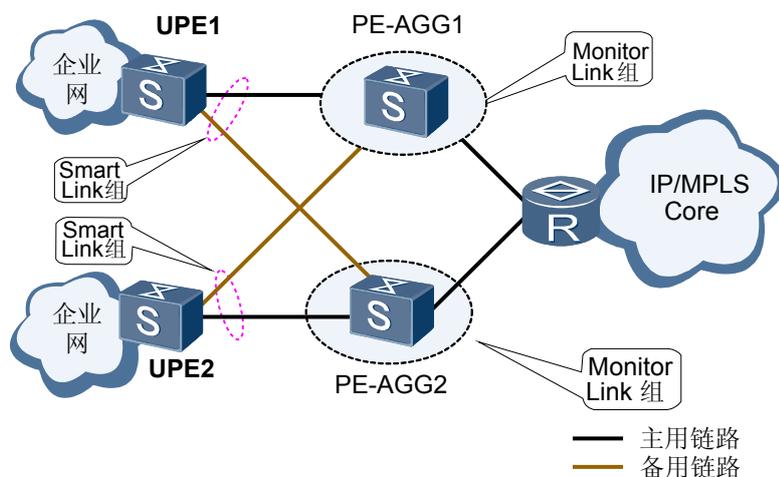
- 此时网络的拓扑已经改变，各节点原来的ARP及FIB，已经不能正确指导三层转发。主节点在放开副端口后，立即通知环上的所有节点重新学习ARP，实现三层业务流量在RRPP环上的路径切换到Switch-C→Switch-G→Switch-F。

4.5 利用 Smart link 实现双归属的保护

介绍了S7700用Smart link实现双归属的包含。

在一般的以太双归属组网中，可以使用Smart link来进行链路的快速切换。

图 4-8 Smart link 典型组网应用



Smart Link支持在城域网不同位置提供双归属上行连接。UPE1（或UPE2）可以借助Smart Link双归属到PE-AGG1和PE-AGG2。

例如，在UPE1和UPE2上配置Smart Link组，上游设备上只要能接收和发送Flush报文即可。此时，双上行链路中只有一条处于正常转发状态，另一条链路被冗余阻塞。当转发链路出现故障时，Smart Link迅速感知并切换流量到备用链路。

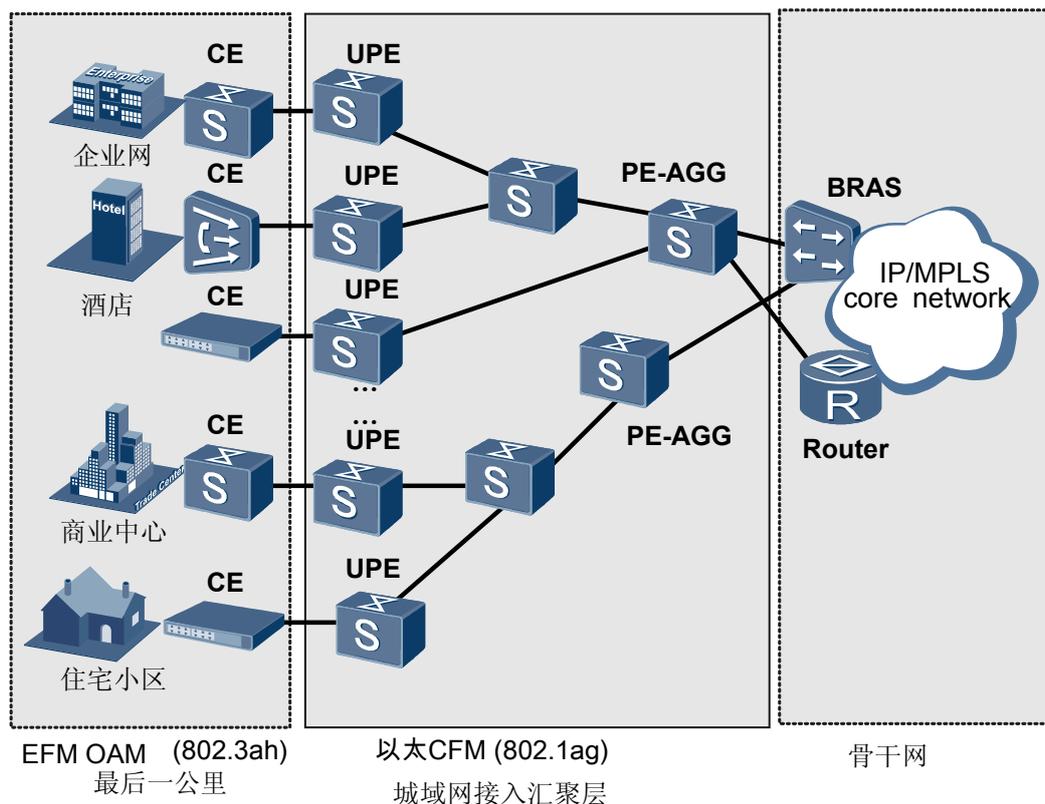
PE-AGG1和PE-AGG2上提供Monitor Link组功能，实现了上行接口和下行接口之间的联动机制。

4.6 Ethernet OAM 应用

介绍了S7700城域网内提供以太网OAM特性和部署策略。

S7700提供Ethernet OAM功能，可以实现小于50ms故障检测与保护倒换。

图 4-9 以太网 OAM 在城域网中的典型应用



在接入汇聚层网络中部署以太网CFM(Connectivity Fault Management)。根据设备所属ISP划分MD(Maintenance Domain)。将相同ISP管理的设备划分在同一个MD中。根据业务划分MA(Maintenance Association)。每个MA对应一个VLAN。通过同一MA内的MEP (Maintenance association End Point)定时互发CCM(Continuity Check Message)来检测MA内网络的连通性。当以太网CFM检测到连通性故障后，进行报警；并提供MAC Ping、MAC Trace进行故障确认和故障定位。

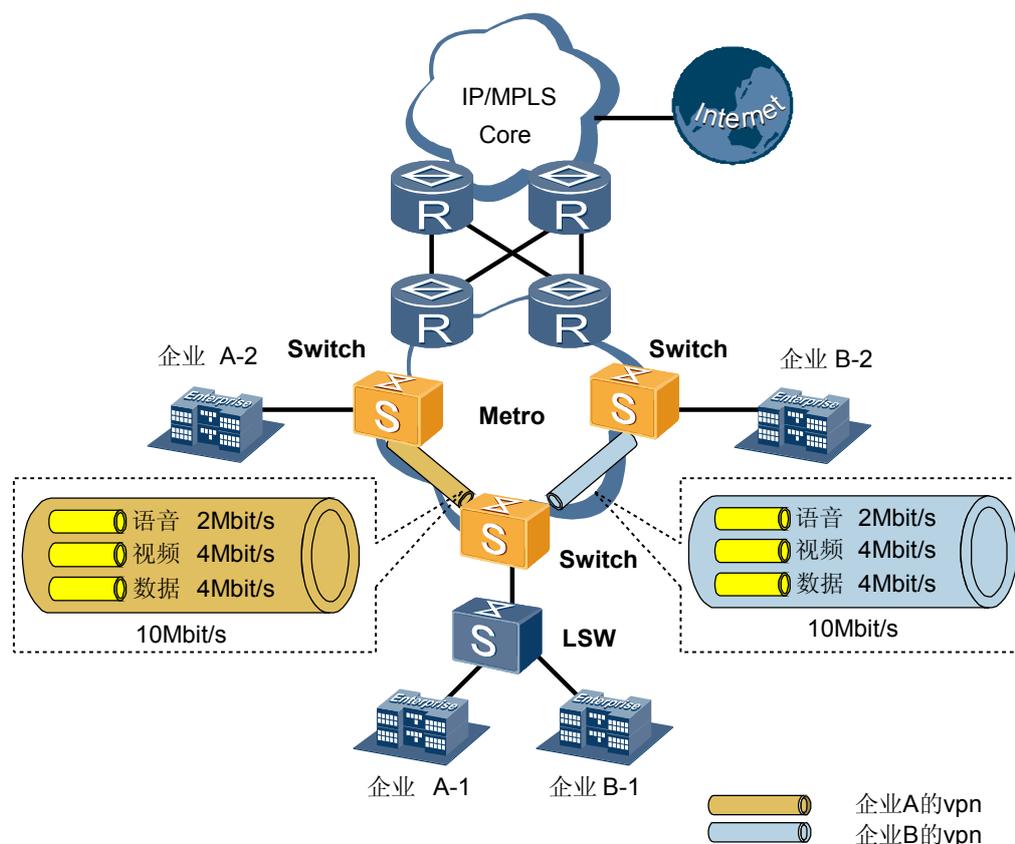
在CE设备和UPE设备之间的链路部署EFM(Ethernet in the First Mile) OAM。通过CE设备和UPE设备之间定时互相发送OAMPDU (OAM Protocol Data Unit)来检测用户业务接入链路的连通性。通过检测链路的误帧、误码和误帧秒来监测链路的性能，保证为用户提供符合SLA要求的传输服务,并提供故障报警功能。

4.7 QoS 应用

介绍了S7700城域网内提供QoS的组网和部署策略。

在如图4-10所示的网络中，企业A和企业B各有两个分部，称为企业A-1、企业A-2、企业B-1和企业B-2。同一企业的各分部之间有专线业务需求，用于承载语音、视频和数据业务。图中S7700以Switch表示。

图 4-10 S7700 在 QoS 中的应用



企业A具体的需求如下。

- 企业A两地之间的专线业务需要10Mbit/s带宽，对不同的业务提供不同的带宽保证：
 - 语音业务
保证带宽是2Mbit/s。
 - 视频业务
保证带宽是4Mbit/s。
 - 数据业务
保证带宽是4Mbit/s，同时希望专线内空闲的带宽能供数据业务使用，即峰值带宽是10Mbit/s。

企业B的需求与企业A相同。

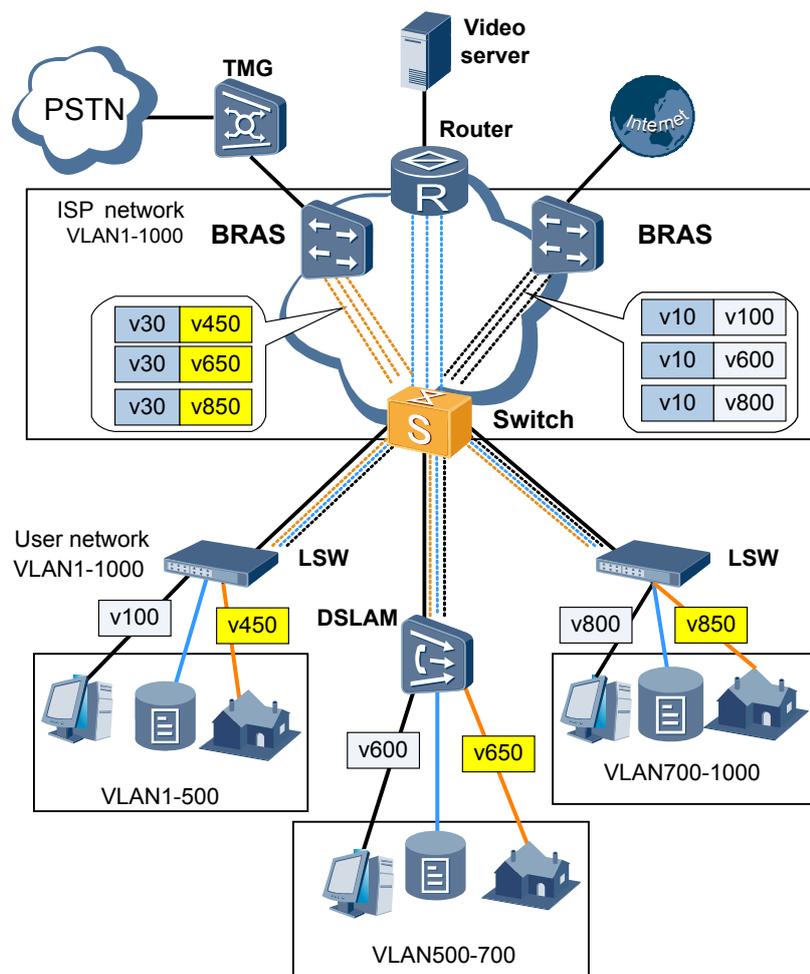
通过在Switch上部署2级流量管理，可以灵活地实现不同业务、不同用户对于网络资源的不同要求。

4.8 灵活 QinQ 应用

介绍了S7700城域网内提供灵活QinQ功能的组网和部署策略。

S7700提供灵活QinQ功能的组网如图4-11所示。图中S7700以Switch表示。

图 4-11 S7700 的灵活 QinQ 功能应用



如图4-11所示的灵活QinQ应用场景中，三个企业/驻地网中都存在数据、语音、视频业务。Switch根据接入的业务种类不同，分别给报文再封装一层VLAN Tag标签。例如：

- 对于来自用户网络的数据业务VLAN 100、VLAN 600和VLAN 800，外侧封装ISP网络的VLAN 10标签。
- 对于来自用户网络的视频业务VLAN 450、VLAN 650和VLAN 850，外侧封装ISP网络的VLAN 30标签。

借助灵活QinQ功能，S7700不仅可以实现业务的汇聚，而且可以为不同业务选择不同的传输路径，方便了业务灵活部署。

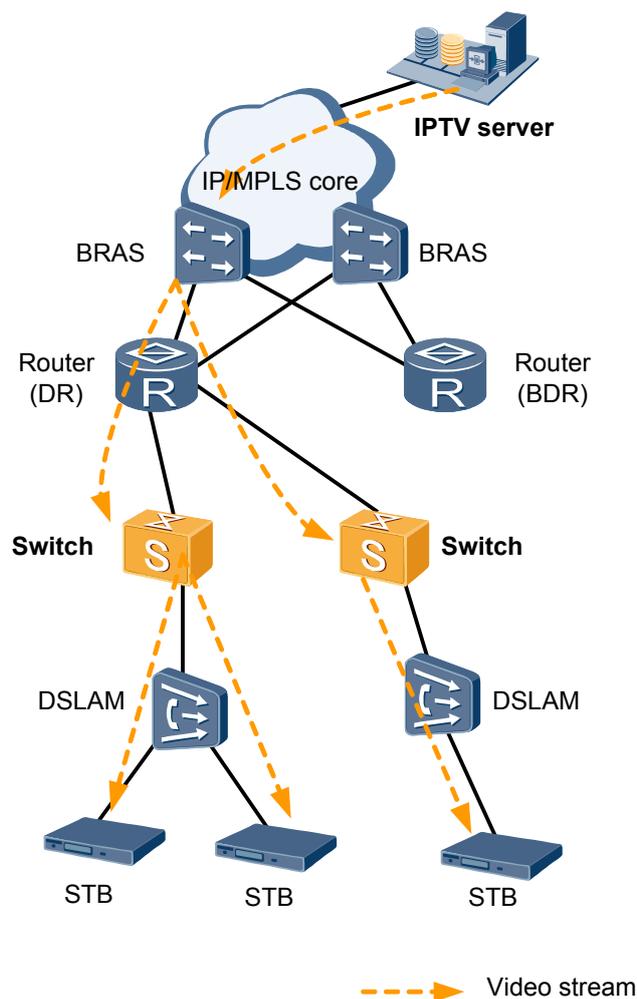
4.9 IPTV 业务应用

介绍了S7700城域网中提供IPTV业务的组网和策略。

4.9.1 IPTV 业务的组网

S7700在IPTV应用中的组网如图4-12所示。

图 4-12 S7700 在 IPTV 中的应用



S7700提供IGMP Snooping功能和组播VLAN功能，可以作为城域网接入层的组播复制和控制点，满足大容量的组播业务需求。组播流可以在VLAN内或VLAN间实现组播复制。

DSLAM设备提供IGMP Proxy功能。

在如图4-12所示的组网中：

- Router运行PIM协议，在两台Router间竞选DR/BDR，DR负责处理IGMP，并将IPTV Server下来的视频流进行组播复制。
- Switch上运行IGMP Snooping，监听IGMP报文，同一组播组向上只发送一份IGMP加入请求，并建立组播转发组，热门频道可以建立静态组播组。
- Switch根据组播转发表向DSLAM复制组播数据。

此外，S7700支持端口快速加入或离开，可实现IPTV业务的快速切换。

4.9.2 IPTV 业务的保护

S7700与NPE配合组网，将提供完善的IPTV业务保护机制，如图4-13所示。

图 4-13 S7700 对 IPTV 业务的保护

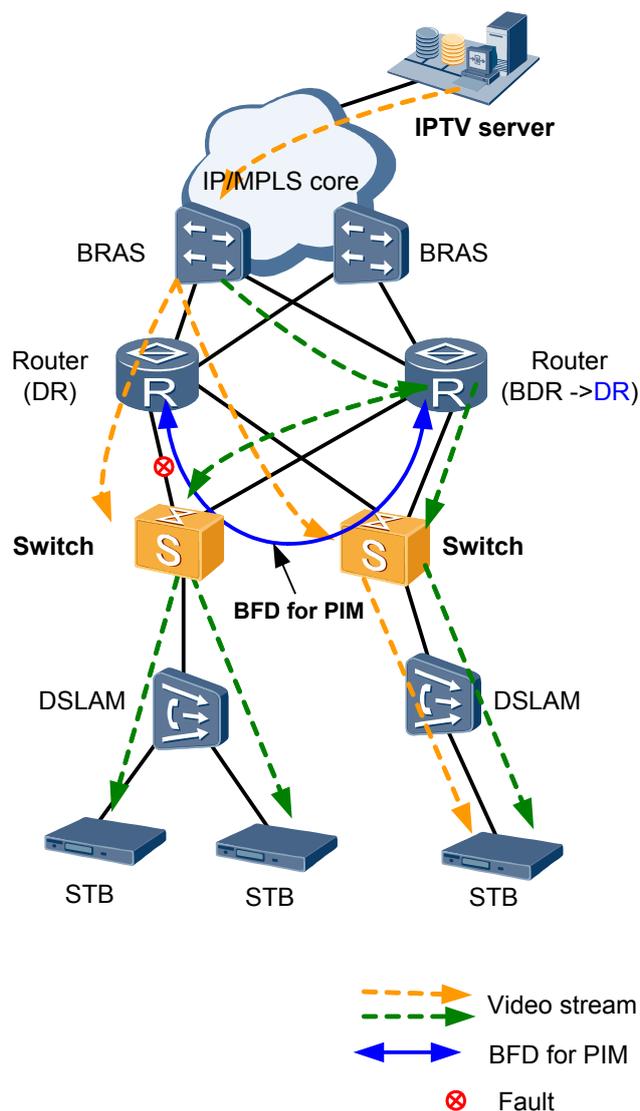


图4-13所示的网络通过以下机制来保护IPTV业务：

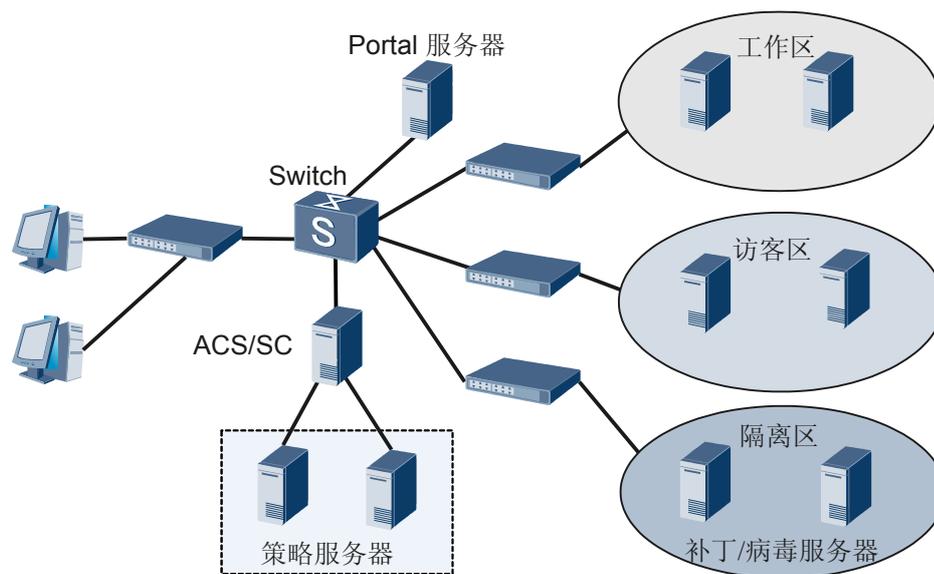
1. 两个Router之间运行BFD for PIM，通过BFD for PIM来快速检测组播环路的链路状态。
2. 当链路、Switch或其中一台Router故障时，BFD for PIM将在50ms内发现故障。
3. BDR快速切换成DR，这时两个Router都成为DR，同时进行组播转发。
4. 故障消除后，Router重新竞选DR/BDR，业务恢复正常。

4.10 NAC 组网应用

介绍了S7700在NAC组网中的应用。

S7700在NAC应用中的组网如图4-14所示。图中S7700以Switch表示。

图 4-14 S7700 的 NAC 组网应用



企业网中，PC无需安装终端软件，通过强制Portal重定向到登录页面，输入用户名和密码后由Switch将用户名和密码提交RADIUS服务器认证。此时用户只能访问隔离区资源。

ACS/SC（相当于RADIUS服务器功能）返回认证通过。

PC和ACS之间建立HTTP链接，由ACS对PC机进行安全检查，检查通过后根据用户权限大小可访问一般信息区或者核心信息区。

如果认证服务器不可用（认证超时，RADIUS服务器无响应），如果配置了无响应的Session-Time-Out，则使用户上线，并允许访问网络，但启动Session-Time-Out定时器，定时器超时后再次发起认证。

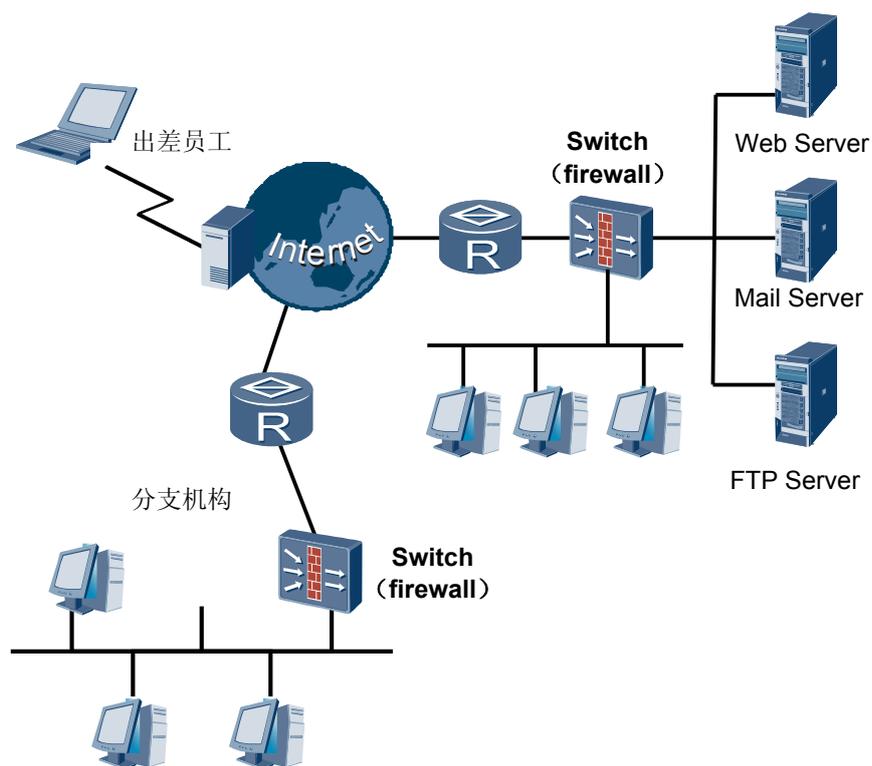
4.11 防火墙组网应用

介绍了S7700的防火墙组网和策略。

企业应用

S7700作为带防火墙功能的交换机部署在公司总部的出口。在对外提供服务（Web、FTP、Mail等）的同时，保护总部的内部资源免受到来自Internet的攻击。为内部员工上Internet网提供NAT功能，同时作为分支机构的远程VPN接入点。防火墙部署的分支机构的出口：保护分支机构的内部资源免受到来自Internet的攻击，同时为分支机构的用户提供远程VPN接入总部的服务。如图4-15所示。

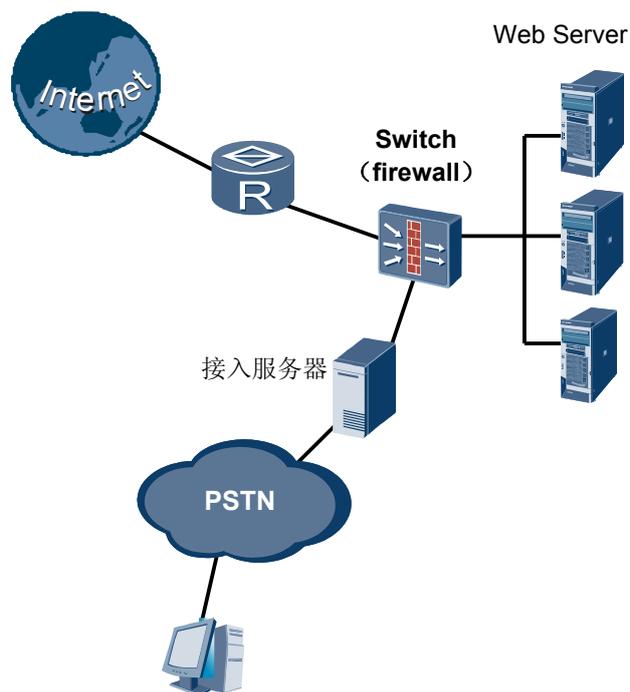
图 4-15 防火墙的企业应用组网图



ISP 应用

S7700作为带防火墙功能的交换机部署在ISP网络的边缘，保护ISP的服务器、ISP的其他用户，免受来自于Internet的攻击，同时作为接入用户访问Internet的NAT网关。如图4-16所示。

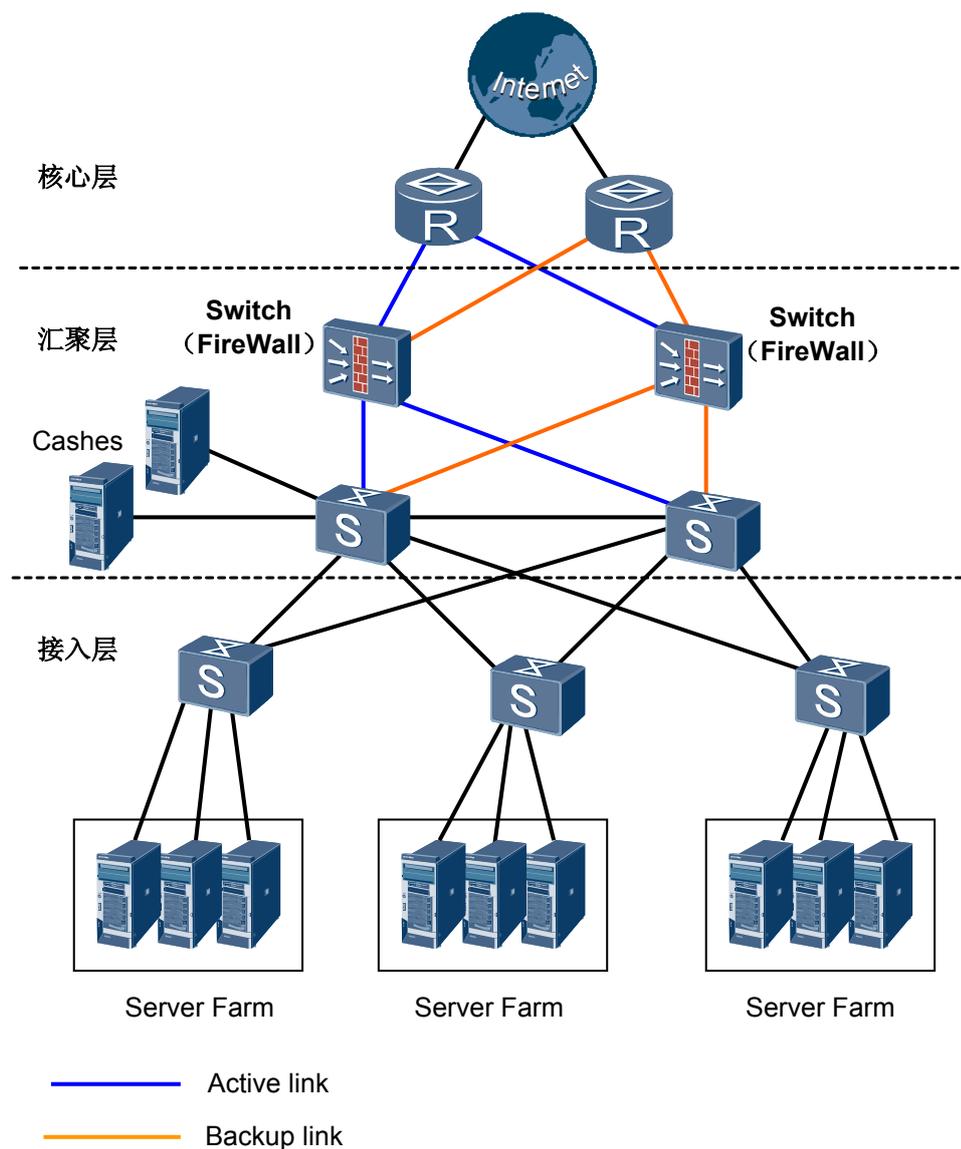
图 4-16 防火墙的 ISP 应用组网图



数据中心应用

S7700作为带防火墙功能的交换机部署在数据中心的出口处，保护数据中心内的服务器免受到来自Internet的攻击，保护数据中心存储的关键数据。防火墙作为数据中心的出口，为了保证数据中心的高可用性，防火墙要冗余备份部署。如图4-17所示。

图 4-17 防火墙的 ISP 应用组网图



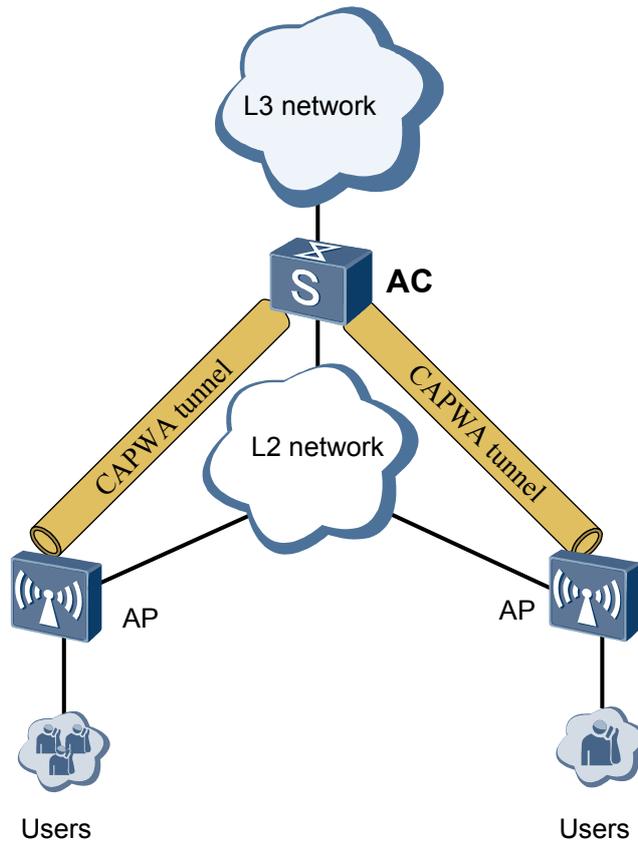
4.12 WLAN AC 组网应用

介绍了S7700作为WLAN AC的典型组网。

S7700(AC)作为网关

S7700作为WLAN网络中的AC，部署在二、三层网络之间，作为网关。如图4-18所示。

图 4-18 S7700(AC)作为二、三层网关的应用组网图

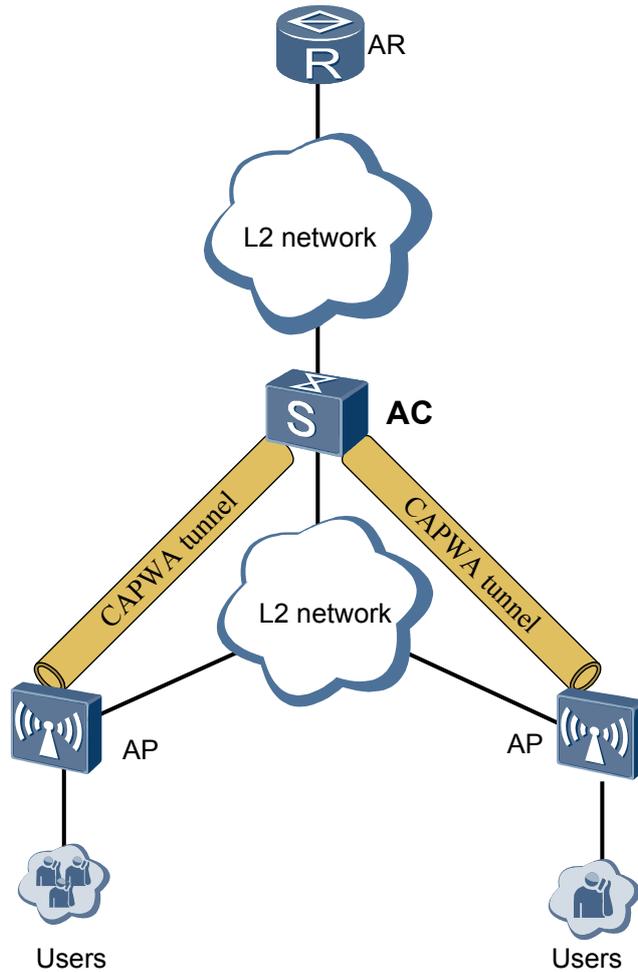


- AP和AC间为二层网络，AP和AC的数据报文可以通过隧道转发，也可以不走隧道。
- AC为网关，AC终结用户二层报文，然后进行三层转发。
- AC对AP进行管理，控制AP的接入和配置，控制WLAN用户的接入和认证过程。

S7700(AC)作为 L2 设备

S7700作为WLAN网络中的AC部署二层网络中。如图4-19所示。

图 4-19 S7700(AC)作为二层转发设备的应用组网图

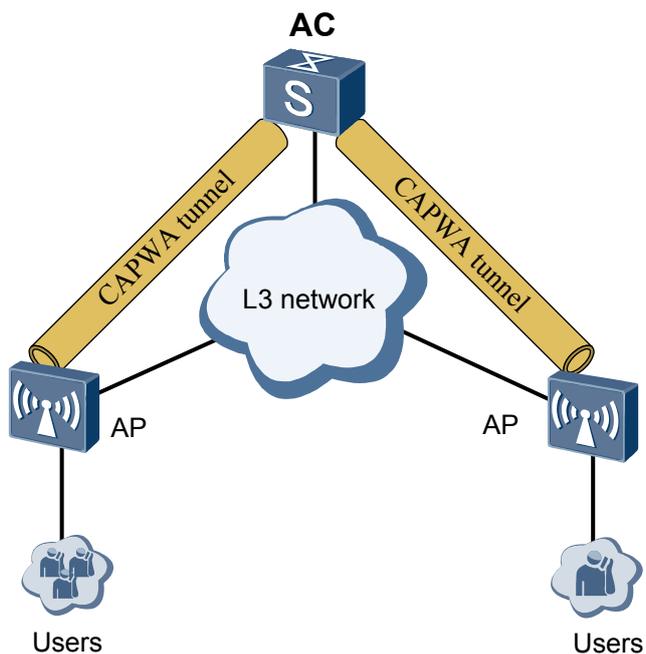


- AP和AC间为二层网络，AP和AC的数据报文可以通过隧道转发，也可以不走隧道。
- AR为网关，AC作为二层设备，终结隧道报文，二层转发用户报文。
- AC对AP进行管理，控制AP的接入和配置，控制WLAN用户的接入和认证过程。

S7700(AC)在 L3 网络中的应用

S7700AC作为无线数据控制转发中心，放在中心机房，AP则部署于各种室内、室外场所。AC与各AP位于不同的网段。如图4-20所示。

图 4-20 S7700(AC)在 L3 网络中的应用组网图



- AP和AC间为三层网络，数据报文只能通过隧道转发。
- AC对AP进行管理，控制AP的接入和配置，控制WLAN用户的接入和认证过程。

5 操作和维护

关于本章

S7700提供的基本维护操作包括在线升级、在线调试、系统调试诊断和状态分析，以及网管系统。

5.1 操作和维护特点

介绍了S7700的配置途径和登录方式，设备监控和诊断调测的方法，软件升级和热补丁机制。

5.2 网管系统

网管系统可对S7700的资源、拓扑、配置、故障、性能和安全进行管理。

5.1 操作和维护特点

介绍了S7700的配置途径和登录方式，设备监控和诊断调测的方法，软件升级和热补丁机制。

5.1.1 配置方式

多种配置途径

S7700支持多种配置和管理方式：

- 命令行配置
用户可以通过S7700的Console接口、ETH接口(管理网口)登录到S7700，在命令行界面中进行各种操作。
- 网管配置
用户通过网管站，基于SNMP协议对S7700进行管理和配置。
- Web网管配置
S7700内嵌WebServer。用户通过浏览器，使用Web页面对交换机进行配置。

灵活的登录方式

S7700提供Console、ETH配置管理接口，从而实现本地和远程配置。

- PC通过串口登录到Console接口
- PC通过Telnet或SSH登录到ETH接口

另外，用户还可以通过Telnet方式登录到S7700的业务接口，然后进行配置和管理。

登录过程中，根据安全性需要可以采用不认证、本地认证和AAA认证多种身份验证措施。

5.1.2 监控和维护

设备硬件监控

S7700提供多种设备硬件的监控功能：

- MCU、SRU、LPU、CMU、电源模块和风扇框的面板上均有指示灯，实时显示部件的运行状态。
- 提供单板在位检测、热插拔检测、Watch Dog、单板复位、风扇监控、电源监控、主备倒换控制等功能，并记录日志便于查阅。
- 自动监测单板温度，并提供温控功能。
- 提供各类异常、错误报文的统计。
- 对转发到CPU处理的协议报文分类统计，并可输出报文的详细内容。
- 提供CPU和内存占用率的查询功能。

设备管理和维护

S7700提供多种功能于管理和维护设备：

- 支持多用户操作，支持中文、英文两种操作界面。
- 命令行提供灵活的在线帮助，命令行解释器对关键词进行不完全匹配的搜索方法，加快了命令输入的速度。
- 提供分级的用户权限管理及分级别的命令，未授权用户无法侵入S7700。
- 提供告警分类和告警过滤等功能。
- 提供类似DosKey的功能，可以执行某条历史命令。
- 提供本地、远程两种方式下的软件加载升级、版本回退、备份、保存和清除等功能。
- 支持不同层次的信息收集，例如基于端口、二层、三层等信息进行收集。
- 支持信息中心，提供日志、告警、调试信息的统一管理，并且可以根据需要将信息重定向到多个方向。
- 提供多种信息查询，包括版本、部件状态、环境温度、CPU和内存占用率。

5.1.3 诊断和调测

Ping 和 Traceroute 探测

S7700提供如下工具检测三层网络连接是否可达，也可记录报文的传输路径。

- Ping
- Traceroute

S7700提供如下工具检测MPLS网络连接是否可达，也可记录报文的传输路径。

- MPLS Ping
- MPLS Traceroute

S7700提供如下工具检测网络中某设备是否链路层可达，并获取网络状态和时延参数。

- MAC Ping
- MAC TraceRoute

Debugging 调试

S7700针对每个软件特性都提供丰富的debugging命令，调试信息丰富、内容详尽，有助于帮助诊断网络故障。每条Debugging命令支持多个调试参数，可以通过控制台灵活控制根据指定业务、指定接口打开或关闭某调试开关。

使用调试命令可以详细输出该特性运行过程中的关键事件、进程处理、报文收发和处理、报文解析、状态切换、差错检验等信息。

Trace 功能

S7700提供系统操作的Trace功能，用于更深入地检测和诊断软件运行，在线记录系统的任务切换、中断、队列读写、系统异常等重要事件。

系统发生故障重起后，可以读出Trace信息作为故障定位参考。Trace功能可以通过控制台命令打开或关闭。

镜像功能

S7700支持基于端口或基于报文流的镜像功能：

- 端口镜像
被观察端口上输入、输出或双方向上的报文地被复制到观察端口。
- 流镜像
被观察报文流被复制到观察端口上。

外部监测主机和S7700的观察端口相连，网络管理员可以实时、便捷地观察到S7700所输入和输出的报文，为流量检测、故障分析定位、数据分析提供了依据，方便让高级维护人员分析网络的运行状况。

虚拟电缆检测

通过虚拟电缆检测特性，用户可以检测设备上以太网接口连接电缆的当前状况，检测内容包括电缆的接收方向、发送方向以及是否存在短路/开路现象，同时可以检测出故障线缆的长度。

5.1.4 软件升级和热补丁

软件升级

S7700提供多种软件升级方式，支持远程升级。

- 本地菜单升级
在S7700上电启动过程中，通过BootROM菜单加载新软件，完成升级。
- 远程升级
在S7700运行过程中，通过FTP/SFTP/TFTP远程加载新软件，完成升级。

热补丁

S7700可以通过热补丁来升级或修改部分特性：

- 安装补丁的过程中业务不受影响。
- 热补丁支持确认和删除功能。
- 支持补丁状态提示功能。

版本回退

S7700支持版本回退功能：

- 升级新版本后发现不可用，重新启动选择另一个版本的软件进行启动。
- 在线升级和安装补丁过程中如果出现问题，切换回升级或安装补丁之前的软件版本重新运行。

5.2 网管系统

网管系统可对S7700的资源、拓扑、配置、故障、性能和安全进行管理。

Web 网管

为了方便用户对S7700的维护和使用，推出Web网管功能。

Web网管通过在S7700内提供内嵌WebServer，用户可以通过WEB网管终端（PC）登录到S7700上，更直观地管理和维护交换机。使用Web网管，维护人员只需在S7700上配置IP地址和Web网管账号，在PC的浏览器中输入IP地址即可管理和维护交换机。操作简单、易学易用，可提高网络管理人员的工作效率。

eSight 网管

S7700支持eSight网管，作为企业网的统一网管。eSight提供全面的基础网络管理、网元管理、业务管理和系统管理功能。

华为eSight网管具有以下特点：

- 多厂商管理
具有对多厂商设备的管理能力。
- 精细管理
提供网流分析功能，聚焦核心业务。
- IT+IP统一管理
统一管理应用软件系统、IT设备（服务器、打印机等）和网络设备。
- 面向用户的运维系统
提供桌面安全管理、上网行为监控认证计费等功能。
- 二次开发平台
提供二次开发平台，可按照客户需求灵活定制管理功能。
- 北向集成
可与上层OSS系统北向集成。

6 技术指标

关于本章

介绍了S7700的外形尺寸和重量，还有S7700支持的电流、电压、温度、湿度等指标。

6.1 物理参数

介绍S7700的尺寸、功耗、重量、电压、工作环境参数等。

6.2 系统配置

介绍S7700的交换容量、背板容量和转发率等。

6.3 性能和容量

介绍了S7700产品所支持的软件和硬件性能指标。

6.4 软件特性列表

介绍了S7700产品所支持的主要特性的详细列表。

6.5 遵循的标准与协议

6.1 物理参数

介绍S7700的尺寸、功耗、重量、电压、工作环境参数等。

表 6-1 S7700 产品物理参数

项目	S7712	S7706	S7703	
外形尺寸（宽×深×高，不包含挂耳尺寸）	<ul style="list-style-type: none"> ● 安装分线齿：442mm×585mm×663.95mm（15U高） ● 不安装分线齿：442mm×489mm×663.95mm（15U高） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安装分线齿：442mm×585mm×441.7mm（10U高） ● 不安装分线齿：442mm×489mm×441.7mm（10U高） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安装分线齿：442mm×585mm×175mm（4U高） ● 不安装分线齿：442mm×489mm×175mm（4U高） 	
安装	可安装在N66E或者N68E机柜中			
最大功率（满配置） 说明 设备的散热值等于其当前功耗值	3000W	1600W	800W	
重量（空配置/满配置）	25kg/70kg	15kg/42kg	10kg/22kg	
常温噪声	≤72dB	≤72dB	≤72dB	
电源参数	<ul style="list-style-type: none"> ● 直流输入电压 <ul style="list-style-type: none"> - 额定电压：-48V DC/-60V DC - 电压范围：-38.4V DC~-72V DC ● 交流输入电压 <ul style="list-style-type: none"> - 额定电压：110V AC/220V AC，50/60Hz - 最大电压范围：90V AC~290V AC；47Hz~63Hz（其中90V AC~175V AC输入时候最大支持半载输出） <p>说明 S7712支持的交流输入电压为：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 额定电压：220V AC，50/60Hz ● 最大电压范围：175V AC~290V AC；47Hz~63Hz 			
PoE	电源输入方式	内置，仅支持交流电源	内置，仅支持交流电源	内置，仅支持交流电源
	PoE电源冗余	不备份或者3+1、2+2备份。	不备份或者3+1、2+2备份。	不支持备份。

项目		S7712	S7706	S7703
	最大输出功率	8800W	8800W	2200W
环境参数		<ul style="list-style-type: none"> ● 工作温度与海拔： <ul style="list-style-type: none"> - -60m~1800m: 0° C~45° C - 1800m~4000m: 海拔每升高220m, 最高工作温度降低1° C - 4000m: 0° C~35° C ● 工作相对湿度: 5%RH~85%RH, 无凝露 ● 存储温度: -40° C~+70° C ● 存储海拔: <5000m ● 存储相对湿度: 0%RH~95%RH, 无凝露 		

 说明

温度、湿度的测量点, 是指在机架前后没有保护板时测量, 距地板以上1.5m和距机架前方0.4m处测量的数值。

6.2 系统配置

介绍S7700的交换容量、背板容量和转发率等。

表 6-2 S7700 产品系统配置

描述	S7712典型配置	S7706典型配置	S7703典型配置	备注
处理器	主频700MHz	主频700MHz	主频500MHz	-
DDR2 SDRAM	1GB	1GB	512MB	-
闪存存储器	标配64MB, 可扩展到128MB	标配64MB, 可扩展到128MB	标配64MB, 可扩展到128MB	-
CF卡	512MB	512MB	512MB	CF卡作为海量存储设备用来保存数据文件、存储日志等内容
背板容量 (bit/s)	12T	6T	3T	-
交换容量 (bit/s)	2T 说明 预留可扩展到5.12T。	2T 说明 预留可扩展到5.12T。	768G 说明 预留可扩展到1.92T。	双向计算: 为两块主控板的交换容量之和

描述	S7712典型配置	S7706典型配置	S7703典型配置	备注
转发能力 (pps)	1344M 说明 预留可扩展到 3360M。	1152M 说明 预留可扩展到 2880M。	576M 说明 预留可扩展到 1440M。	-
接口板插 槽数目	12	6	3	LPU线路板 (可选)
主控交换 板插槽数 目	2	2	2	S7706/ S7712: SRU 主控交换板 S7703: 主控 板, Full Mesh 结构
整机最大 端口密度	576×FE、576× GE、480× 10GE、24× 40GE	288×FE、288× GE、240× 10GE、12× 40GE	144×FE、144× GE、120× 10GE、6×40GE	-

交换容量的计算方法

- S7703交换容量
S7703每个槽位单向转发速度为128Gbit/s。S7703交换容量=128×3×2=768 (Gbit/s)，其中3为S7703的业务板槽位数，2表示双向转发。
- S7706和S7712交换容量
交换容量=单块SRU交换容量×SRU的数量
S7706单块SRU交换容量可达到1Tbit/s，可支持两块SRU。S7706交换容量=1×2=2 (Tbit/s)。
S7712单块SRU交换容量可达到1Tbit/s，可支持两块SRU。S7712交换容量=1×2=2 (Tbit/s)。

接口容量的计算方法

接口容量=最大接口速率×接口密度

最大接口速率，即单个接口的最大速率。

接口密度，即整机支持特定接口的数量。

- S7703目前每块LPU最多可支持40个10GE接口，共有3个槽位。整机支持120个10GE接口，即接口密度为120。10GE接口的接口速率为10Gbit/s，所以S7703的接口容量为1200Gbit/s。
- S7706目前每块LPU最多可支持40个10GE接口，共有6个槽位。整机支持240个10GE接口，即接口密度为240。10GE接口的接口速率为10Gbit/s，所以S7706的接口容量为2400Gbit/s。

- S7712目前每块LPU最多可支持40个10GE接口，共有12个槽位。整机支持480个10GE接口，即接口密度为480。10GE接口的接口速率为10Gbit/s，所以S7712的接口容量为4800Gbit/s。

6.3 性能和容量

介绍了S7700产品所支持的软件和硬件性能指标。

表 6-3 S7700 产品主要性能指标

属性	业务特性	性能指标描述
以太业务性能	每LPU的MAC数	<ul style="list-style-type: none"> ● ED系列单板：512K ● EC/BC/FC系列单板：128K ● EA/SA/FA系列单板：32K
	VLAN	4K
	Trunk组和每组的最大端口数	128 Trunk组，每组最大8个端口
	整机ARP数	最大16K
	每LPU的ARP数	<ul style="list-style-type: none"> ● EA/EC/BC/ED系列单板：16K ● SA/FA/FC系列单板：8K，其中ES1D2L02QFC0为16K
QoS性能	每端口的队列数	8个
	CAR	<ul style="list-style-type: none"> ● ED/EC/BC/EA/FA/FC系列单板：8Kbit/s ● SA（ES0D0G24SA00和ES0D0G24CA00）单板：64Kbit/s ● SA（ES0D0X12SA00）单板：8Kbit/s
ACL	ACLv4	单板支持的最大ACLv4数目： <ul style="list-style-type: none"> ● ED系列单板：上行70K；下行1K ● EC/BC系列单板：上行38K；下行1K ● EA系列单板：上行6K；下行1K ● FC系列单板：上行1K；下行512 ● FA系列单板：上行1.5K；下行256 ● SA(ES0D0G24SA00和ES0D0G24CA00)单板：上行3K；下行512 ● SA(ES0D0X12SA00)单板：上行1.5K；下行512 ● OSP单板：上行6K；下行1K

属性	业务特性	性能指标描述
	ACLv6	单板支持的最大ACLv6数目： ● ED系列单板：上行67K；下行256 ● EC/BC系列单板：上行35K；下行256 ● EA系列单板：上行3K；下行256 ● FC系列单板：上行512；下行128 ● FA系列单板：上行512；下行128 ● SA（ES0D0G24SA00和ES0D0G24CA00）单板：上行1K；下行128 ● SA(ES0D0X12SA00)单板：上行512K；下行128 ● OSP单板：上行3K；下行256
MPLS	LSP数目	● EA/EC/BC/ED系列单板：8K ● FA/FC系列单板：4K ● 其余单板：不支持
	LDP邻居数量	● EA/EC/BC/ED/FC系列单板：本地512个，远端1024个 ● FA系列单板：本地64个，远端1024个 ● 其余单板：不支持
L2VPN	VLL表项	4K
	VSI表项	1K
L3VPN	VRF	2K
	VPN路由	● S7706/S7712：50万 ● S7703：14万
IP单播	路由表项	● S7706/S7712：1000K ● S7703：300K
	IPv4 FIB	● ED系列单板：512K ● EC/BC系列单板：128K ● EA系列单板：16K ● SA/FA系列单板：12K ● FC系列单板：16K

属性	业务特性	性能指标描述
	IPv6 FIB	<ul style="list-style-type: none"> ● ED系列单板：256K ● EC/BC系列单板：64K ● EA系列单板：8K ● SA/FA系列单板：6K ● FC系列单板：8K
组播	组播静态路由项数	256
	二层组播转发表项	4K
	三层组播转发表项	<ul style="list-style-type: none"> ● ED/EC/BC/EA/FA系列单板：4K ● SA系列单板：2K
可靠性业务	BFD	<ul style="list-style-type: none"> ● BFD session数量：2000 ● 最小故障发现时间：无灵活插卡时3s,配置灵活插卡时小于50ms
	以太OAM	<ul style="list-style-type: none"> ● 802.1ag 整机可创建64个MD 整机可创建的MA数： - S7706/S7712：4K - S7703：2K 检测速率：3.3ms/10ms/100ms/1s/ 10s/1min/10min ● 802.3ah 检测速率：100ms/1s ● Y.1731:支持1微秒级时延测量
	RRPP	<ul style="list-style-type: none"> ● RRPP最大实例数：64 ● 整机支持环数：64 ● 单板支持环数：12个主环，18个子环 ● RRPP支持的域个数：64
	VRRP	<ul style="list-style-type: none"> ● 整机VRRP备份组：255 ● 整机VRRP管理组：16 ● 每个VRRP备份组内的虚IP数：16 ● 倒换时间：无灵活插卡时3s，有灵活插卡时小于50ms
	SmartLink	<ul style="list-style-type: none"> ● 整机最大实例数：64 ● 整机支持Smart Link组数：16 ● 倒换时间小于50ms

属性	业务特性	性能指标描述
	MSTP	<ul style="list-style-type: none"> ● 整机最大实例数：64 ● 倒换时间秒级
	SEP	<ul style="list-style-type: none"> ● 整机最大segment数：256 ● 拓扑收敛时间小于50ms

6.4 软件特性列表

介绍了S7700产品所支持的主要特性的详细列表。

表 6-4 S7700 系统特性列表

属性		说明
Ethernet 特性	Ethernet	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持全双工、半双工、自动协商工作方式 ● 以太网端口可支持10Mbit/s、100Mbit/s、1000Mbit/s、10Gbit/s的速率 ● 以太网端口支持自协商速率 ● 支持端口流量控制 ● 支持Jumbo帧 ● 支持端口捆绑成Trunk ● 支持Trunk内各链路流量的负载分担 ● 支持LACP进行链路聚合 ● 支持LLDP进行链路层发现 ● 支持端口隔离、端口转发限制 ● 支持广播风暴抑制
	VLAN	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持Access、Trunk、Hybrid和QinQ接入方式 ● 支持default VLAN ● 支持1:1 VLAN Mapping ● 支持N:1 VLAN Mapping ● 支持基于802.1p的VLAN Mapping ● 支持QinQ ● 支持灵活QinQ ● 支持VLAN-Switch
	MAC	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持MAC地址自动学习和老化 ● 支持静态、动态、黑洞MAC表项 ● 支持基于端口和VLAN的MAC地址学习限制

属性		说明
	ARP	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持静态、动态ARP ● 支持VLAN上应用ARP ● 支持ARP表项老化
	Smartlink	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持Smart Link ● 支持Smart Link多实例 ● 支持Monitor Link
	DLDP	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持单向链路检测
	LLDP	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持LLDP
	虚拟电缆检测	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持虚拟电缆检测
以太网环路保护	MSTP	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持STP ● 支持RSTP ● 支持MSTP ● 支持BPDU保护、Root保护、环路保护 ● 支持BPDU Tunnel
	RRPP	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持RRPP ● 支持RRPP多实例
	Loop Detection	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持环路检测功能
IP单播特性	IPv4单播	<ul style="list-style-type: none"> ● 网管接口支持接收和发送IPv4单播数据报文 ● 网管接口支持IPv4单播静态路由 ● 支持RIP、OSPF、IS-IS、BGP动态路由协议 ● 支持DHCP snooping ● 支持DHCP Server/Relay
	IPv6单播	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持RIP、OSPFv3、ISISv6、BGP+路由协议 ● 支持TCP6、Ping IPv6、Tracert IPv6、Socket IPv6协议栈 ● 支持DHCPv6 snooping ● 支持ND Snooping
	过渡技术	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持IPv6 over IPv4隧道 ● 支持IPv4 over IPv6 ● 支持6PE

属性		说明
组播	组播	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持IGMP/MLD/MSDP/PIM-DM/PIM-SM/PIM-SSM协议 ● 支持IGMP v1/v2/v3 Snooping功能 ● 支持MLDv1 snooping ● 支持用户快速离开机制 ● 支持组播流量控制 ● 支持组播VLAN ● 支持组播查询器 ● 支持组播协议报文抑制功能 ● 支持组播ACL ● 支持组播复制功能 ● 组播VPN
MPLS特性	MPLS基本功能	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持静态LSP ● 支持静态VLAN到MPLS SVC映射，提供虚拟以太网专线 ● 支持L2VPN，L3VPN ● 支持两层MPLS标签 ● 支持在以太网上承载MPLS业务
	MPLS OAM	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供LSP ping和LSP traceroute功能 ● 支持LSP链路故障自动检测 ● 支持LSP链路1+1保护倒换
	MPLS-TE	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持MPLS-TE隧道建立 ● 支持MPLS-TE保护组
	VLL/HVPLS	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持SVC/Martini/Kompella/CCC方式的VLL ● 支持Martini/Kompella方式VPLS ● 支持LSP和QinQ方式的HVPLS ● 支持VLAN变换后入VLL/VPLS
Ethernet OAM	Ethernet OAM	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持IEEE 802.3ah实现点到点以太网故障管理 ● 支持以太网OAM IEEE 802.1ag ● 支持MAC Ping和MAC Traceroute
BFD	-	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持BFD物理链路检测 ● 支持IP连通性检测 ● 支持LSP，CR-LSP和MPLS TE保护组的连通性检测 ● VPLS网络中进行BFD检测。支持基于VPLS的BFD检测和管理VPLS倒换的诊断码报文的处理以及倒换处理

属性		说明
QoS特性	流分类	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持基于Layer2协议头、Layer3协议、Layer4协议、802.1p优先级等的组合流分类 ● 支持基于QinQ报文的C-VID流分类
	流动作	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持对分类后报文流的访问控制 ● 支持基于CAR的流量监管 ● 支持按照流分类结果重标记报文 ● 支持分类后报文进入指定调度队列中 ● 支持流分类、流行为的组合应用
	队列调度	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持PQ、WRR、DRR、PQ+WRR、PQ+DRR调度
	拥塞避免	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持WRED ● 支持尾部丢弃
	流量整形	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持出方向流量整形
	流量监控	支持2级流量监控
PoE	-	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持802.3af/802.3at标准 ● 每端口提供30W供电能力
行业网特性	NAC	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持802.1X认证 ● 支持MAC认证 ● 支持Portal认证 ● 支持旁路认证 ● 支持直接认证
	防火墙	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持包过滤 ● 支持ASPF ● 支持攻击防范 ● 支持透明防火墙 ● 支持防火墙多实例
	NAT	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持NAT地址池 ● 支持NAPT ● 支持NAT Server ● 支持静态NAT/NAPT ● 支持Easy IP ● 支持ALG ● 支持NAT多实例

属性		说明
	负载均衡	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持服务器探测 ● 支持会话保持国内 ● 支持多种负载均衡算法 ● 提供了完全的第4~7层服务器负载均衡功能
	IPSec VPN 说明 俄罗斯地区发布的版本不提供IPSec VPN功能。	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持IKE V1/V2协商 ● 支持AH和ESP两种模式 ● 支持存活检测 ● 支持NAT穿越 ● 支持手工静态配置安全联盟 ● 支持多种加密算法
	WLAN AC	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持AP设备管理 ● 支持CAPWAP协议 ● 支持WLAN用户管理 ● 支持WLAN射频管理 ● 支持WLAN QoS
配置与维护	终端服务	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持命令行配置 ● 支持英文和中文的提示和帮助信息 ● 支持Console、Telnet终端服务 ● 支持Send功能，终端用户之间进行信息互通
	文件系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持文件系统 ● 支持目录和文件管理 ● 支持通过FTP、TFTP方式上载、下载文件
	调试和维护	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持日志、告警、调试信息统一管理 ● 提供电子标签 ● 支持用户操作日志 ● 支持详尽的调试信息，帮助诊断网络故障 ● 提供黑匣子功能 ● 提供网络测试工具，如ping、tracert命令等 ● 提供端口镜像、流镜像
	可靠性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持电源1+1 AC/DC冗余备份，2+2 AC冗余备份；支持风扇备份。 ● 支持主控板、线卡、风扇、电源等关键模块的热插拔 ● 支持主控板的1+1冗余备份 ● 支持主控板的自动和强制倒换 ● 支持以太网端口跨板捆绑

属性		说明
	版本升级	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持整机软件加载、在线加载 ● 支持BootROM升级和远程在线升级 ● 支持在线补丁 ● 支持版本回退
安全和管理	安全	<ul style="list-style-type: none"> ● 命令行分级保护，未授权用户无法侵入 ● 支持SSH v1.5和v2.0 ● 支持RADIUS和HWTACACS用户登录认证 ● 支持ACL过滤 ● 支持防范DoS攻击、TCP的SYN Flood攻击、UDP Flood攻击、广播风暴攻击、大流量攻击 ● 支持MAC地址学习限制 ● 支持黑洞MAC ● 支持端口隔离 ● 支持包过滤 ● 支持CPU通道的保护 ● 支持ARP源抑制 ● 支持黑白名单 ● 支持攻击溯源 ● 支持ALS（Automatic Laser Shutdown）节能
	网络管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持ICMP实现ping和traceroute功能 ● 支持标准网管协议SNMPv1/v2c/v3 ● 支持通用特性的标准MIB ● 支持RMON

6.5 遵循的标准与协议

表 6-5 IEEE

标准名称		描述
802.1	802.1d	Spanning Tree Protocol
	802.1p	IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Virtual Bridged Local Area Networks
	802.1q	Virtual Bridged Local Area Networks
	802.1s	Multiple Spanning Tree Protocol
	802.1w	Rapid Spaning Tree Protocol
	802.1x	Port based network access control protocol

标准名称		描述
802.3	802.3	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications
	802.3ad	Aggregation of Multiple Link Segments
	802.3ab	Physical Layer Parameters and Specifications for 1000 Mb/s Operation Over 4 Pair of Category 5 Balanced Copper Cabling, Type 1000BASE-T
	802.3ae	10GE WAN/LAN
	802.3af	DTE Power via MIDI
	802.3u	100Base-T
	802.3x	Full Duplex and flow control
	802.3z	Gigabit Ethernet Standard, 1000BASE-X

表 6-6 RFC

特性	标准编号	描述
基本协议	RFC 768	User Datagram Protocol(UDP)
	RFC 791	Internet Protocol(IP)
	RFC 792	Internet Control Message Protocol (ICMP)
	RFC 793	Transmission Control Protocol(TCP)
	RFC 826	Address Resolution Protocol(ARP)
	RFC 854	Telnet Protocol Specification
	RFC 894	Standard for the transmission of IP datagrams over Ethernet networks. C. Hornig. Apr-01-1984. (Format: TXT=5697 bytes) (Also STD0041) (Status: STANDARD)
	RFC 951	Bootstrap Protocol
	RFC 1542	Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol
	RFC 1027	Using ARP to Implement Transparent Subnet Gateways
	RFC 1122	Requirements for Internet Hosts - Communication Layers
	RFC 1256	ICMP Router Discovery Messages
	RFC 1519	Classless Inter-Domain Routing (CIDR): an Address Assignment and Aggregation Strategy
	RFC 1812	Requirements for IP Version 4 Routers
RFC 2131	Dynamic Host Configuration Protocol	

特性	标准编号	描述
	RFC 2338	Virtual Router Redundancy Protocol(VRRP)
BGP	RFC 1269	Definitions of Managed Objects for the Border Gateway Protocol:Version 3
	RFC 1771	A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)
	RFC 1965	Autonomous System Confederations for BGP
	RFC 1966	BGP Route-Reflection
	RFC 1997	BGP Community Attribute
	RFC 2385	TCP MD5
	RFC 2439	BGP Route Flap Damping
	RFC 2796	BGP Route Reflection
	RFC 2842	Capabilities Advertisement with BGP-4
IP组播	RFC 1112	Host extensions for IP multicasting
	RFC 1122	Requirements for Internet Hosts - Communication Layers.
	RFC 2236	Internet Group Management Protocol, Version 2
	RFC 2283	Multiprotocol Extensions for BGP-4
	RFC 2362	Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM):Protocol Specification
	RFC 1075	Distance Vector Multicast Routing Protocol
	draft-ietf-pim-dm-new-v2-02	Protocol Independent Multicast - Dense Mode (PIM-DM)
IS-IS	RFC 1195	Use of OSI IS-IS for Routing in TCP/IP and Dual Environments
	RFC 2763	Dynamic Hostname Exchange Mechanism for IS-IS
	RFC 2966	Domain-wide Prefix Distribution with Two-Level IS-IS
MPLS	RFC 2211	Specification of the Controlled-Load Network Element Service
	RFC 2702	Requirements for Traffic Engineering Over MPLS
	RFC 2547	BGP/MPLS VPNs
	RFC 2961	RSVP Refresh Overhead Reduction Extensions
	RFC 3031	Multiprotocol Label Switching Architecture
	RFC 3032	MPLS Label Stack Encoding
	RFC 3036	LDP Specification
OSPF	RFC 1583	OSPF Version 2 (obsoletes RFC 1247/obsoleted by RFC 2178)

特性	标准编号	描述
	RFC 1587	The OSPF NSSA Option
	RFC 1765	OSPF Database Overflow
	RFC 1850	OSPF Version 2 Management Information Base
	RFC 1997	BGP Community Attribute
	RFC 2178	OSPF Version 2 (obsoletes RFC 1583/obsoleted by RFC 2328)
	RFC 2328	OSPF Version 2 (obsoletes RFC 2178)
	RFC 2370	The The OSPF Opaque LSA Option
	RFC 2385	TCP MD5
	RFC 2439	BGP Route Flap Damping
	RFC 2842	Capabilities Advertisement with BGP-4
	RFC 2918	Route Refresh Capability for BGP-4
RIP	RFC 1058	Routing Information Protocol
	RFC 2453	RIP Version 2
DoS防范	RFC 2267	Network Ingress Filtering: Defeating Denial of Service Attacks which employ IP Source Address Spoofing (Obsolete)
网络管理	RFC 854	Telnet Protocol Specification
	RFC 951	Bootstrap Protocol
	RFC 1155	Structure and identification of management information for TCP/IP-based internets
	RFC 1157	A Simple Network Management Protocol (SNMP)
	RFC 1212	Concise MIB Definitions
	RFC 1213	Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II.
	RFC 1215	A Convention for Defining Traps for use with the SNMP
	RFC 1256	ICMP Router Discovery Messages
	RFC 1493	Definitions of Managed Objects for Bridges
	RFC 1573	Evolution of the Interfaces Group of MIB-II
	RFC 1643	Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types
	RFC 1650	Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types using SMIPv2
	RFC 1657	Basic BGP4 MIB

特性	标准编号	描述
	RFC 1724	RIP Version 2 MIB Extension
	RFC 1757	Remote Network Monitoring Management Information Base
	RFC 1850	OSPF Version 2 Management Information Base
	RFC 1901	Introduction to Community-based SNMPv2
	RFC 1907	Management Information Base for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2)
	RFC 2021	Remote Network Monitoring Management Information Base Version 2 using SMIV2
	RFC 2233	The Interfaces Group MIB using SMIV2
	RFC 2668	Definitions of Managed Objects for IEEE 802.3 Medium Attachment Units (MAUs)
	RFC 2787	Definitions of Managed Objects for the Virtual Router Redundancy Protocol
	RFC 2925	Definitions of Managed Objects for Remote Ping, Traceroute, and Lookup Operations
安全	RFC 1492	An Access Control Protocol, Sometimes Called TACACS
	draft-grant-tacacs-02	TACACS+
	RFC 2138	Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)