

**eSight**

**V300R001C10**

# **MPLS Tunnel 特性技术白皮书**

文档版本 01

发布日期 2013-12-10

华为技术有限公司



**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://enterprise.huawei.com>

# 前 言

## 概述

本文档通过对 eSight MPLS Tunnel 管理的基本原理、隧道发现、隧道运行状态监控、快速诊断以及 SLA 等场景处理流程的描述，帮助用户了解隧道管理的使用场景与使用方法。

## 读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

- 技术支持工程师
- 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
 <b>危险</b>	用于警示紧急的危险情形，若不避免，将会导致人员死亡或严重的人身伤害。
 <b>警告</b>	用于警示潜在的危险情形，若不避免，可能会导致人员死亡或严重的人身伤害。
 <b>小心</b>	用于警示潜在的危险情形，若不避免，可能会导致中度或轻微的人身伤害。
 <b>注意</b>	用于传递设备或环境安全警示信息，若不避免，可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或其它不可预知的结果。 “注意”不涉及人身伤害。
 <b>说明</b>	用于突出重要/关键信息、最佳实践和小窍门等。 “说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤

符号	说明
	害信息。

## 修改记录

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 01(2013-11-30)

第一次正式发布。

# 目 录

前 言.....	i
1 执行摘要.....	1
2 简介.....	2
3 解决方案.....	3
3.1 解决方案整体介绍 .....	3
3.2 关键技术点介绍 .....	6
3.2.1 隧道发现原理 .....	6
3.2.2 隧道运行状态监控原理 .....	6
3.2.3 快速诊断 .....	7
3.2.4 SLA.....	7
3.3 功能约束 .....	7
3.3.1 适用设备类型约束 .....	7
3.3.2 适用场景约束 .....	8
3.3.3 技术约束 .....	8
3.4 典型场景应用 .....	8
3.4.1 监控隧道运行，定位 VPN 业务.....	8
3.4.2 监控隧道切换 .....	10
3.4.3 监测 LDP 隧道运行状态 .....	12
3.4.4 快速诊断 .....	14
4 推广.....	17
5 结论.....	18
6 缩略语表.....	19

---

# 1 执行摘要

---

隧道管理，包含对 MPLS TE 隧道和 LDP 隧道的管理，其中对 MPLS TE 隧道的管理包含对 RSVP-TE 隧道的管理和 CR-Static 隧道的管理。

重点功能包括隧道管理、显式路径管理、隧道拓扑、故障诊断、隧道 SLA 几个部分。

# 2 简介

目前 IP 域网络基本上都是 MPLS 网络，对带宽、Qos 等要求不高的业务，用户一般选择采用 LDP 隧道承载 VPN 业务；对带宽、Qos 等要求较高的业务，用户一般采用 MPLS TE 隧道承载 VPN 业务。隧道能否正常运行决定了 VPN 业务能否正常承载业务数据。

随着隧道技术在网络中的大量应用，对隧道的运维面临着大量的挑战：

- 用户无法快速了解当前网络中存在哪些隧道及隧道当前运行状态
- 用户无法快速了解每个隧道的路径信息，在出现故障的时候无法快速排障
- 用户无法快速了解使用的是主 CR-LSP 还是备/Bypass CR-LSP，且无法实时监控主、备或 Bypass CR-LSP 的状态。当主、备或主、Bypass CR-LSP 都故障时，会导致业务中断。

MPLS Tunnel 管理模块提供对网络中的 RSVP-TE 隧道、 CR-Static 隧道以及 LDP 隧道的管理能力，用户通过自动发现功能将网络中已部署的上述类型隧道发现到网管，网管系统提供表格、拓扑等方式对隧道进行实时监控，满足用户对隧道可视化的监控需求，从而实现网络从“一团云”到“可视可控”。

# 3 解决方案

## 3.1 解决方案整体介绍

eSight 隧道管理提供如下功能：

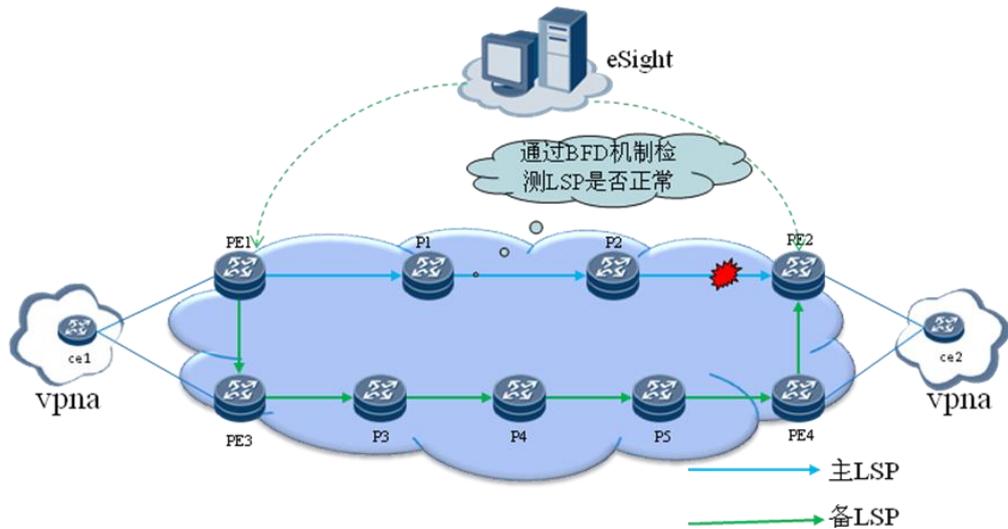
- 提供对 RSVP-TE 隧道的运行状态、CR-LSP 备份状态/FRR 状态的监控
- 提供对 CR-Static 隧道的运行状态的监控
- 提供对 LDP 隧道的运行状态监控
- 提供对 RSVP-TE 隧道、CR-Static 隧道、LDP 隧道的故障诊断
- 提供对 RSVP-TE 隧道、CR-Static 隧道、LDP 隧道的 SLA 任务建立和查看

用户通过监控隧道的状态，能够及时了解当前的隧道对承载的 VPN 业务的影响。用户通过查看隧道承载的 VPN，或者从 BGP/MPLS VPN 管理界面查看承载 VPN 的隧道，了解 VPN 和隧道之间的承载关系。

- RSVP-TE 隧道 CR-LSP 备份保护监控

对于通过 CR-LSP 备份保护的 RSVP-TE 隧道，当主 CR-LSP 出现故障的时候，入节点根据 BFD 检测到主 CR-LSP 出故障，将流量切换到备 CR-LSP；当主 CR-LSP 恢复之后，入节点将流量回切到主 CR-LSP；当主备 CR-LSP 都出现故障的时候，隧道运行状态为 DOWN。eSight MPLS Tunnel 管理模块在网管上显示当前的隧道的运行状态和主备 CR-LSP 的切换状态，用户可以实时了解当前隧道是否能够正常承载业务，如图 3-1 所示。

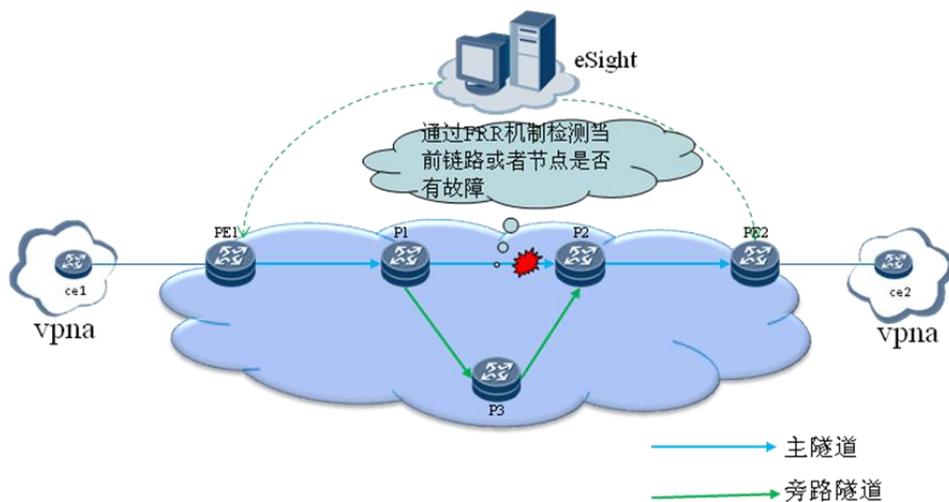
图3-1 RSVP-TE 隧道 CR-LSP 备份保护监控方案



- RSVP-TE 隧道 FRR 监控

对于通过 TE FRR 机制进行保护的 RSVP-TE 隧道，当隧道的某条链路或节点出现故障时，通过 FRR 机制将流量切换到 Bypass CR-LSP。eSight 监控主 CR-LSP 的运行状态、FRR 状态以及 Bypass CR-LSP 运行状态，供用户实时监控当前隧道运行是否正常，如图 3-2 所示。

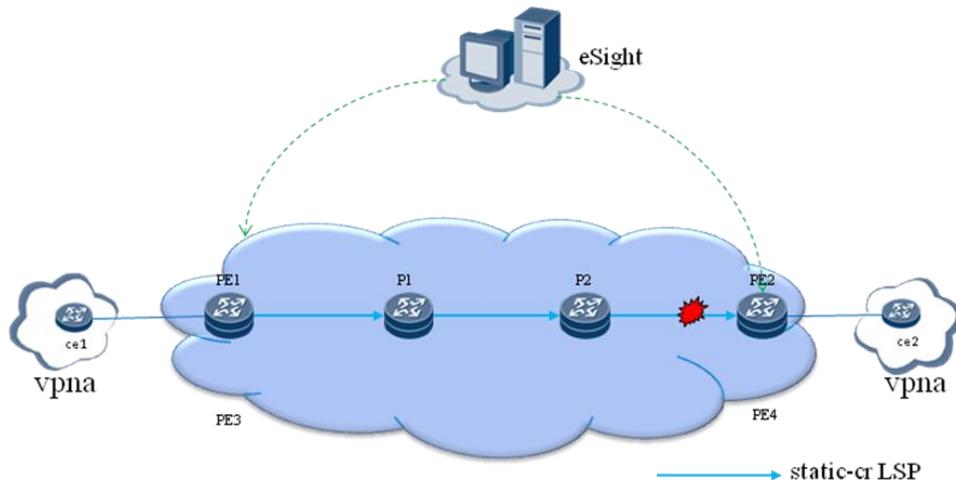
图3-2 RSVP-TE 隧道 TE FRR 保护方案



- 静态 CR-Static 隧道监控

对于 CR-Static 隧道，主要是监控隧道每一跳 LSP 状态信息，满足从端到端监控整条隧道的运行状态。

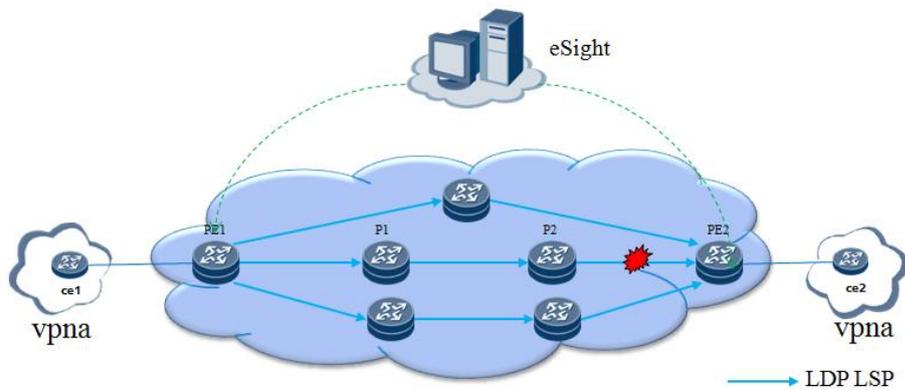
图3-3 CR-Static 隧道路径状态监控



- LDP 隧道监控

对于 LDP 信令创建的 LDP 隧道，主要是监控整条隧道的运行状态。用户能够看到当前 LDP 隧道的每一跳的信息，清晰了解网络中每一条 LDP 隧道的路径信息，在隧道出现故障之后，能够方便根据隧道路径定位故障。

图3-4 LDP 隧道监控



- 快速诊断

在隧道出现故障时，用户可以使用 Tunnel 管理模块的诊断功能。网管会从三层路由和 MPLS 转发两个维度进行诊断，通过 ICMP Ping/Trace、LSP Ping/Trace、设备配置检查等手段快速定位出故障点，输出诊断报告并提供修复建议供用户参考。

- SLA

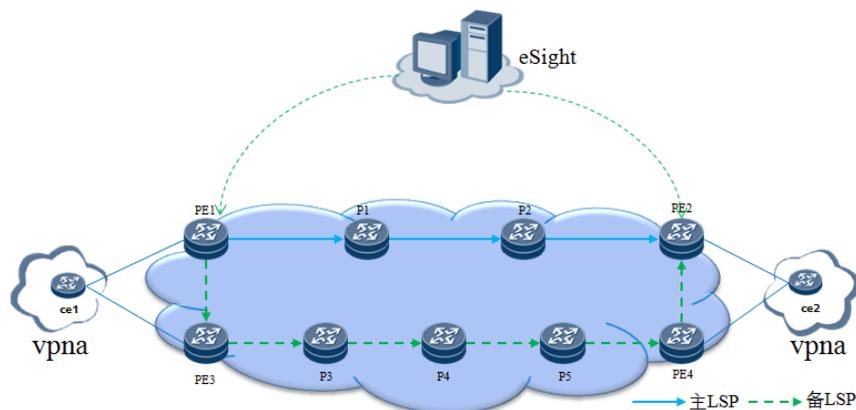
Tunnel 管理模块提供 SLA 任务的建立和查看，供用户监控隧道链路的 SLA 质量符合度。

## 3.2 关键技术点介绍

### 3.2.1 隧道发现原理

1. eSight 通过自动发现操作从设备获取组成隧道的相关信息（Tunnel 接口、隧道路由信息、设备 MPLS 相关信息、设备接口信息、CR-Static LSP 信息等）；
2. eSight 根据上述相关信息计算网络中的隧道。如果页面自动发现时勾选了隧道的源节点和目的节点，则该隧道能发现到网管上；
3. eSight 计算发现到网管的隧道链路。如果涉及到链路路由的设备都参与自动发现操作，则能够计算完整的链路，拓扑上能展现完整链路，否则不计算此隧道的链路信息，拓扑上只显示入节点和出节点，不显示隧道链路信息。

图3-5 隧道发现示意图



### 3.2.2 隧道运行状态监控原理

- 隧道初始化运行状态

对于 RSVP-TE 隧道，其运行状态从源节点获取，其运行状态与源节点的隧道运行状态保持一致；对于 CR-Static 隧道，通过计算每一跳的 LSP 状态信息获取整条隧道的运行状态，如果其中某一跳 LSP 的运行状态为 DOWN，则隧道的运行状态为 DOWN，当所有 LSP 的运行状态都为 UP 的时候，隧道的运行状态为 UP。

- 运行状态监控

对于 RSVP-TE 隧道，如果隧道运行状态由 DOWN 变为 UP，网管根据告警刷新隧道运行状态，并重新计算隧道链路，如果隧道由 UP 变为 DOWN，则刷新隧道运行状态，并将链路置为灰色。

对于 CR-Static 隧道，当某一个 LSP 节点上报 LSP UP 告警，网管会计算当前隧道的每一跳 LSP 运行状态，如果每一跳都是 UP，则整个隧道的运行状态是 UP，否则是 DOWN。如果某个 LSP 节点上报 DOWN 告警，则隧道状态置为 DOWN，拓扑上相应节点链路置为灰色。

对于 LDP 隧道，当隧道运行状态由 DOWN 变为 UP，网管根据告警刷新隧道运行状态，并重新计算隧道链路，如果隧道由 UP 变为 DOWN，则刷新隧道运行状态，并将链路置为灰色。

- 备份状态监控

对于 RSVP-TE 隧道，如果采用 CR-LSP 备份方式进行保护，当隧道由主 CR-LSP 切换到备 CR-LSP 的时候，设备上报 LSP 切换事件，网管系统根据告警将备份状态置为“切换”，将主 CR-LSP 链路置为灰色；当隧道由备 CR-LSP 切换到主 CR-LSP 的时候，设备上报 LSP 回切事件，网管根据此事件刷新备份状态为“未切换”，并将主 CR-LSP 链路置为绿色。

- FRR 状态监控

对于 RSVP-TE 隧道，如果采用 TE FRR 方式进行保护，当隧道由主 CR-LSP 切换到 Bypass CR-LSP 的时候，设备上报旁路切换事件，网管系统根据告警将旁路保护的主 CR-LSP 链路置为灰色；当隧道由 Bypass CR-LSP 回切到主 CR-LSP 时，网管系统根据告警将拓扑上 Bypass CR-LSP 保护的主 CR-LSP 链路置为绿色。

### 3.2.3 快速诊断

当隧道发生故障时，eSight 可以帮助用户快速定位故障原因。用户只需要设置好诊断参数后，点击“诊断”按钮，网管会首先排查隧道路径的路由故障，如果路由没有问题，网管会进一步排查 MPLS 转发故障，并根据故障点进行相应的配置检查。在诊断的最后，网管会输出诊断报告并提供修复建议供用户参考。具体的诊断流程请参考 3.4.4 章节。

### 3.2.4 SLA

在隧道自动发现后，针对当前的隧道链路，手动建立 SLA 任务，监控隧道链路的 SLA 质量符合度。（具体实现请参考《eSight SLA 特性技术白皮书》）

## 3.3 功能约束

### 3.3.1 适用设备类型约束

设备	设备类型	设备版本
本版本支持隧道管理的华为设备	AR1200、AR2200、AR3200、NE20、NE20E、NE40、NE40E、NE80、NE80E、NE5000E、S7700、S9300、S9700	软件版本 VRP5.90 以上

### 3.3.2 适用场景约束

设备	设备类型	场景约束
本版本支持隧道管理的华为设备	AR1200、AR2200、AR3200、NE20、NE20E、NE40、NE40E、NE80、NE80E、NE5000E、S7700、S9300、S9700	目前支持 RSVP-TE 隧道、CR-Static 隧道以及 LDP 隧道管理

### 3.3.3 技术约束

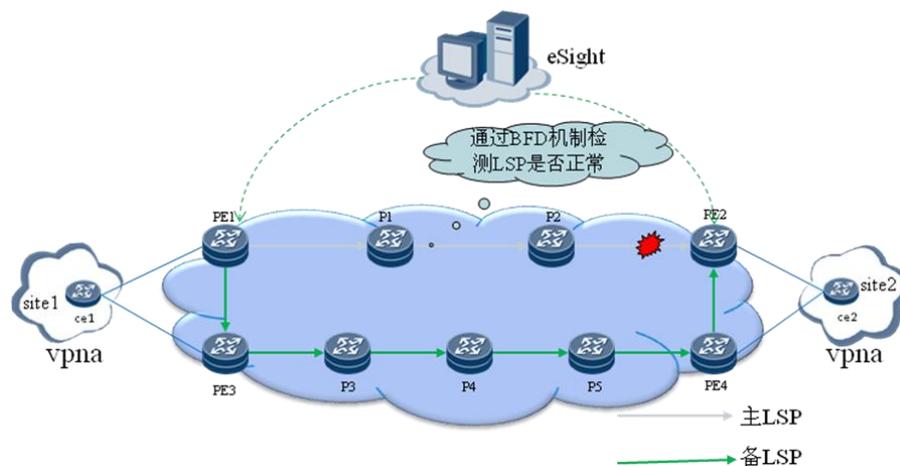
设备	设备类型	技术约束
支持适配的满足 LDP 或者 MPLS TE 隧道的设备类型	AR1200、AR2200、AR3200、NE20、NE20E、NE40、NE40E、NE80、NE80E、NE5000E、S7700、S9300、S9700	如果配置 LDP 隧道，设备必须支持 MPLS 能力，如果配置 MPLSTE 隧道，设备必须支持 MPLS 和 TE 能力。

## 3.4 典型场景应用

隧道管理目前支持对 MPLS TE 隧道（包含 RSVP-TE 隧道和 CR-Static 隧道）、LDP 隧道等目前企业网常用的隧道的监控。

### 3.4.1 监控隧道运行，定位 VPN 业务

图3-6 典型应用-监测企业网 VPN 组网隧道运行



企业在两个办公区域（site1 和 site2）之间建立 vpna，vpna 通过 MPLS TE 隧道承载。用户发现 vpna 不可用，无法传输数据，用户通过 BGP/MPLS VPN 故障诊断功能判断是 PE-PE 间故障，用户通过 VPN 列表查看承载当前 VPN 的隧道运行是否正常，见图 3-6。

图3-7 监测用户-承载 VPN 的隧道状态的入口



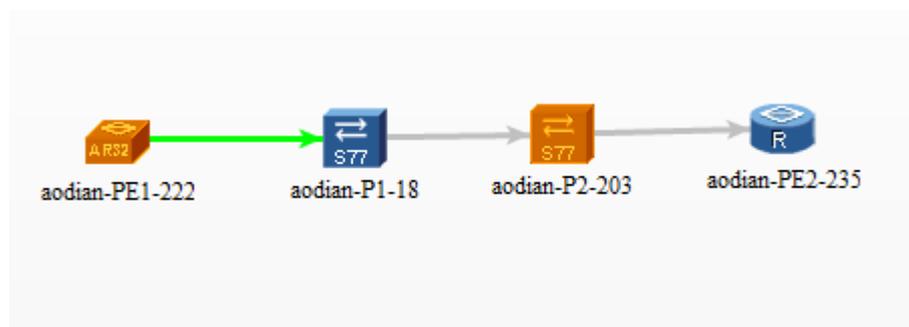
通过 VPN 页面操作下的“隧道列表”，可以查看承载该 VPN 的隧道运行状态，如图 3-8 所示。

图3-8 监测用户-查看承载 VPN 业务的隧道状态



通过隧道拓扑，可以非常直观地了解到隧道当前运行状态。

图3-9 监测用户-查看承载 VPN 业务的静态隧道拓扑



通过右键单击链路后选择“链路带宽”，可以查看链路最大预留带宽信息，用户可以判断是否是因为带宽不够导致隧道建立失败。

图3-10 监测用户-查看承载 VPN 业务的隧道链路带宽信息

链路带宽信息	
<b>源设备:aodian-P1-18</b>	<b>目的设备:aodian-P2-203</b>
出接口: Vlanif100	入接口: Vlanif100
最大链路预留带宽(Kbits/sec): 100000	最大链路预留带宽(Kbits/sec): 100000
最大预留带宽 BC0(Kbits/sec): 100000	最大预留带宽 BC0(Kbits/sec): 100000
最大预留带宽 BC1(Kbits/sec): 0	最大预留带宽 BC1(Kbits/sec): 0
最大预留带宽 BC2(Kbits/sec): --	最大预留带宽 BC2(Kbits/sec): --
最大预留带宽 BC3(Kbits/sec): --	最大预留带宽 BC3(Kbits/sec): --
最大预留带宽 BC4(Kbits/sec): --	最大预留带宽 BC4(Kbits/sec): --
最大预留带宽 BC5(Kbits/sec): --	最大预留带宽 BC5(Kbits/sec): --
最大预留带宽 BC6(Kbits/sec): --	最大预留带宽 BC6(Kbits/sec): --
最大预留带宽 BC7(Kbits/sec): --	最大预留带宽 BC7(Kbits/sec): --

确定

通过右键单击链路后选择“链路信息”，可以定位到是否接口 MPLS 配置变更导致隧道 Down，也可以根据出入口判断是否接口 Down 导致隧道 Down。

图3-11 监测用户-查看承载 VPN 业务的隧道链路信息

链路信息	
<b>源设备:aodian-P1-18</b>	<b>目的设备:aodian-P2-203</b>
出接口: Vlanif100	入接口: Vlanif100
接口IP地址: 170.1.1.2	接口IP地址: 170.1.1.1
接口子网掩码: 255.255.255.252	接口子网掩码: 255.255.255.252
使能MPLS: 是	使能MPLS: 是
使能MPLS TE: 是	使能MPLS TE: 是
使能MPLS RSVP-TE: 是	使能MPLS RSVP-TE: 是
使能MPLS LDP: 是	使能MPLS LDP: 是

确定

### 3.4.2 监控隧道切换

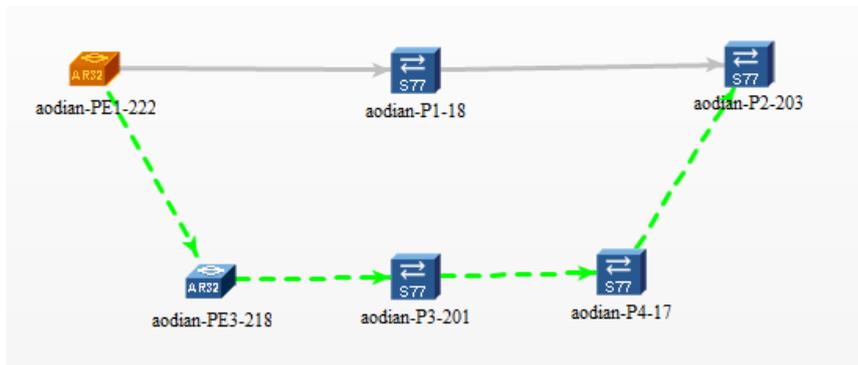
MPLS TE 隧道，一般采用 CR-LSP 备份保护或者 TE FRR 保护，在主 CR-LSP 出现故障的时候，流量能够快速切换到备 CR-LSP 或者 Bypass CR-LSP，保证业务能够正常运行。在隧道出现切换的时候，MPLS Tunnel 管理模块能够根据告警监控到隧道的切换状态，及时通知用户隧道状态的变化，并保留切换之前的主 CR-LSP 的链路信息，方便用户定位主 CR-LSP 的故障，预防备 CR-LSP 或者 Bypass CR-LSP 故障导致业务中断。

用户收到隧道主备切换告警，通过告警定位到隧道拓扑，根据拓扑可以知道隧道主备切换状态，通过置灰的主备切换之前的隧道路径信息，可以快速定位故障。

图3-12 监测隧道切换-隧道主备切换告警页面入口



图3-13 监测隧道切换-查看隧道主备切换拓扑



用户收到隧道旁路切换告警，通过告警定位到隧道拓扑，根据拓扑可以知道当前隧道旁路切换状态，通过置灰的旁路保护的主 CR-LSP 路径，可以快速定位故障。

图3-14 监测隧道切换-旁路切换告警入口



图3-15 监测隧道切换-查看隧道旁路切换拓扑

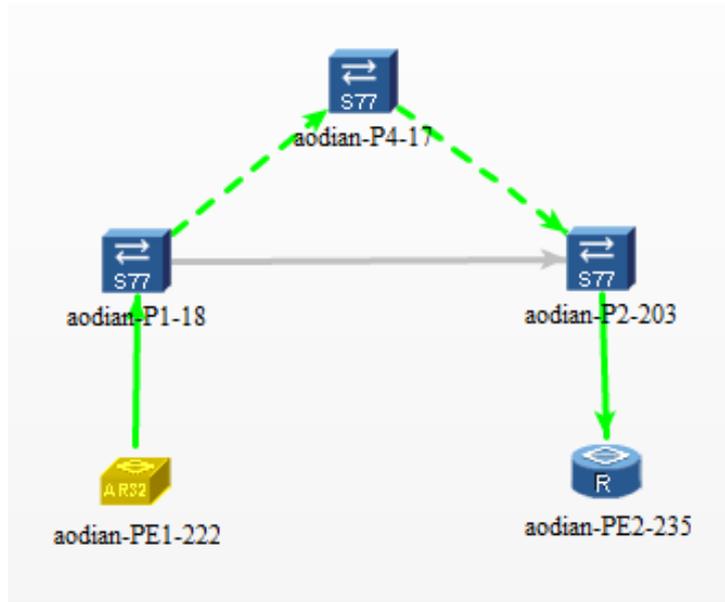
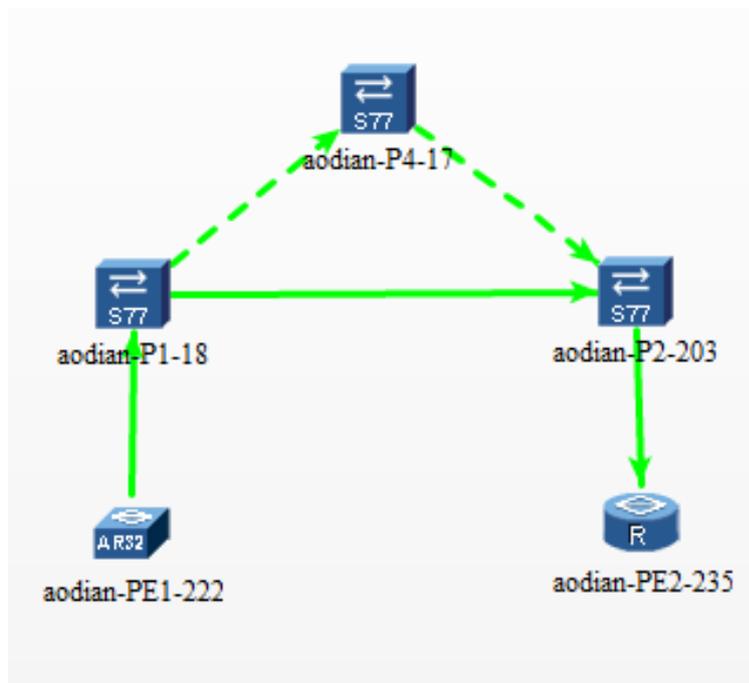


图3-16 监测隧道切换-故障恢复后旁路保护拓扑



### 3.4.3 监测 LDP 隧道运行状态

用户执行自动发现后，查看隧道入口见图 3-17。

图3-17 监测 LDP 隧道-查看隧道入口



当 LDP 隧道发生故障后，网管会将拓扑上所有链路置灰，根据隧道拓扑上的链路信息，可以快速查看链路的接口信息和是否已使能 MPLS 能力，可以方便定位问题。

图3-18 监测 LDP 隧道-查看 LDP 隧道发生故障后的拓扑

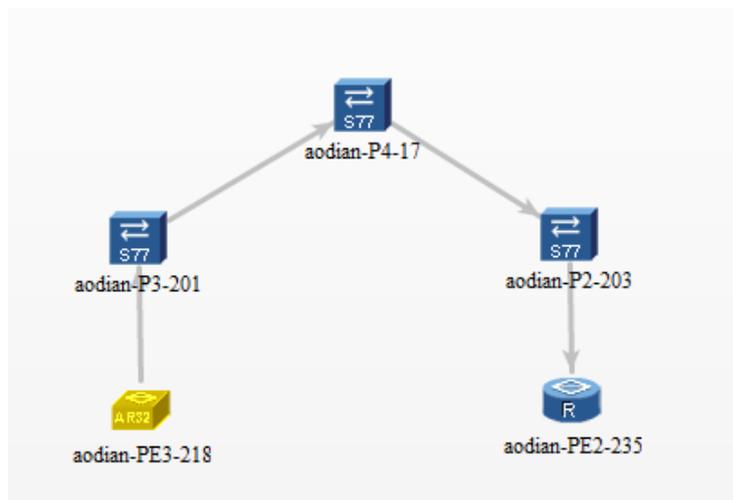
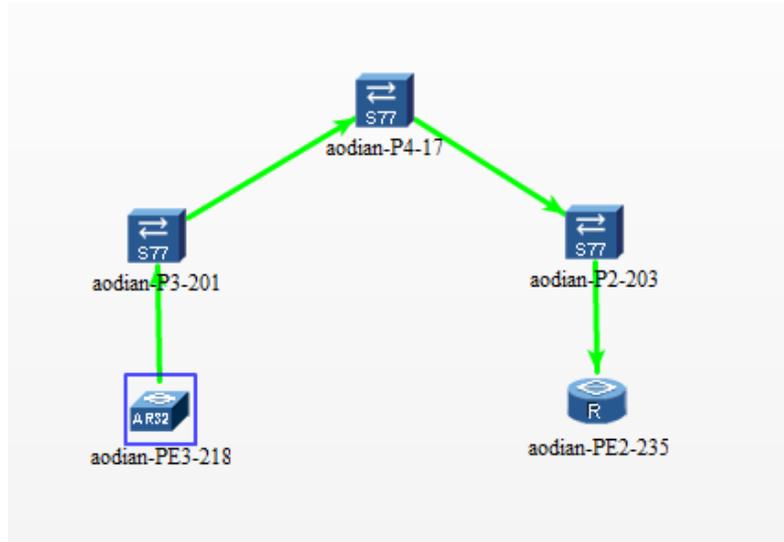


图3-19 监测 LDP 隧道-查看 LDP 隧道故障解决后的隧道拓扑



### 3.4.4 快速诊断

eSight 提供对隧道的故障进行诊断的功能。

图3-20 快速诊断-隧道诊断入口

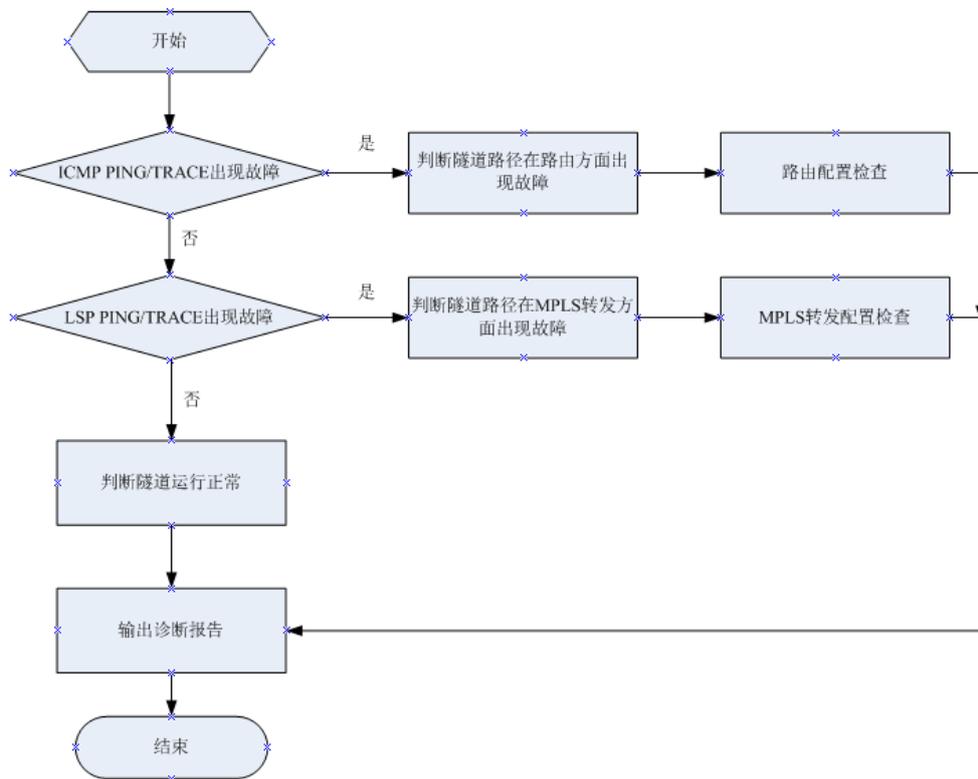
备份状态	告警级别	隧道名称	入节点	出节点	隧道类型	操作
--		CR-Static: Tunnel0/0/...	aodian-PE1-222	aodian-PE2-235	主隧道	[操作图标]
● 未切换		RSVP-TE: Tunnel0/0/0...	aodian-PE1-222	aodian-PE2-235	主隧道	[操作图标]
● 未切换		RSVP-TE: Tunnel0/0/0...	aodian-PE2-235	aodian-PE1-222	主隧道	[操作图标]
● 未切换		RSVP-TE: Tunnel0/0/1...	aodian-PE4-190	aodian-p3-201	主隧道	[操作图标]

打开隧道诊断页面

用户在诊断前可以设置诊断参数。设置完成后，点击“诊断”按钮，即可对该条隧道进行诊断。

隧道故障诊断的流程图如下：

图3-21 快速诊断-诊断流程



根据隧道类型的不同，MPLS 转发配置检查的检查项也不同。

图3-22 快速诊断-不同隧道的故障诊断检查项支持能力

	RSVP-TE 隧道	CR-Static 隧道	LDP 隧道
设备接口的管理态、运行态	检查	检查	检查
MPLS 能力	检查	检查	检查
MPLS TE 能力	检查	检查	不检查
MPLS RSVP-TE 能力	检查	不检查	不检查
MPLS LDP 能力	不检查	不检查	检查
RSVP-TE 认证配置	检查	不检查	不检查
隧道带宽配置	检查	检查	不检查
IGP TE 能力配置	检查	不检查	不检查
出入标签配置	不检查	检查	不检查

诊断完成后，会输出诊断报告并提出修复建议供用户参考。用户可以点击查看详细的诊断结果。

图3-23 快速诊断-隧道诊断页面

隧道名称	源设备	目的设备	目的设备LSR ID	操作
RSVP-TE: Tunnel0/0/0_202.92.38.14_...	aodian-PE2-235	aodian-PE1-222	202.92.36.222	

**诊断**

100%

**诊断结果**  
 详细信息: 路由正常, MPLS转发故障。  
 可能原因: 设备接口MPLS配置不完整。  
 修复建议: 查看详细诊断结果, 完成设备接口MPLS配置。

**详细诊断结果**

! Ping结果
! Traceroute结果
! 配置检查结果
更多 ▾

检查项	检查结果	操作
接口状态	正常	
带宽配置	正常	
RSVP-TE认证配置	正常	
MPLS配置	异常	
IGP TE配置	正常	

# 4 推广

eSight MPLS Tunnel 管理通过构建业界领先的隧道管理功能，涵盖 CR-Static 隧道、RSVP-TE 隧道和 LDP 隧道的管理，支持 CR-LSP 备份保护、TE FRR 保护等多种场景，通过告警通知、拓扑以及 DS-TE 信息查询方式实现隧道运行的实时监控，实现网络隧道的可视化管理。在隧道出现故障的时候，能够分层分段诊断隧道故障原因和故障点，并给出修复建议，提高用户定位隧道故障的效率。

---

# 5 结论

---

eSight MPLS Tunnel 管理能够动态反馈网络隧道运行状态的变化，可通过隧道的拓扑展现、告警通知以及 DS-TE 信息查询等方式实现隧道运行的实时监控，使网络维护人员可以实时感知终端用户的业务体验以及网络路由的可视化。

# 6 缩略语表

英文缩写	英文全称	中文全称
MPLS	Multiprotocol Label Switching	多协议标签交换
TE	Traffic Engineering	流量工程
LDP	Label distribution protocol	标签分发协议
RSVP	Resource Reservation Protocol	资源预留协议
VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网
LSP	Label switched path	标签转发路径
BFD	Bidirectional Forwarding Detection	双向转发检测
FRR	Fast Re-Route	快速重路由
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议