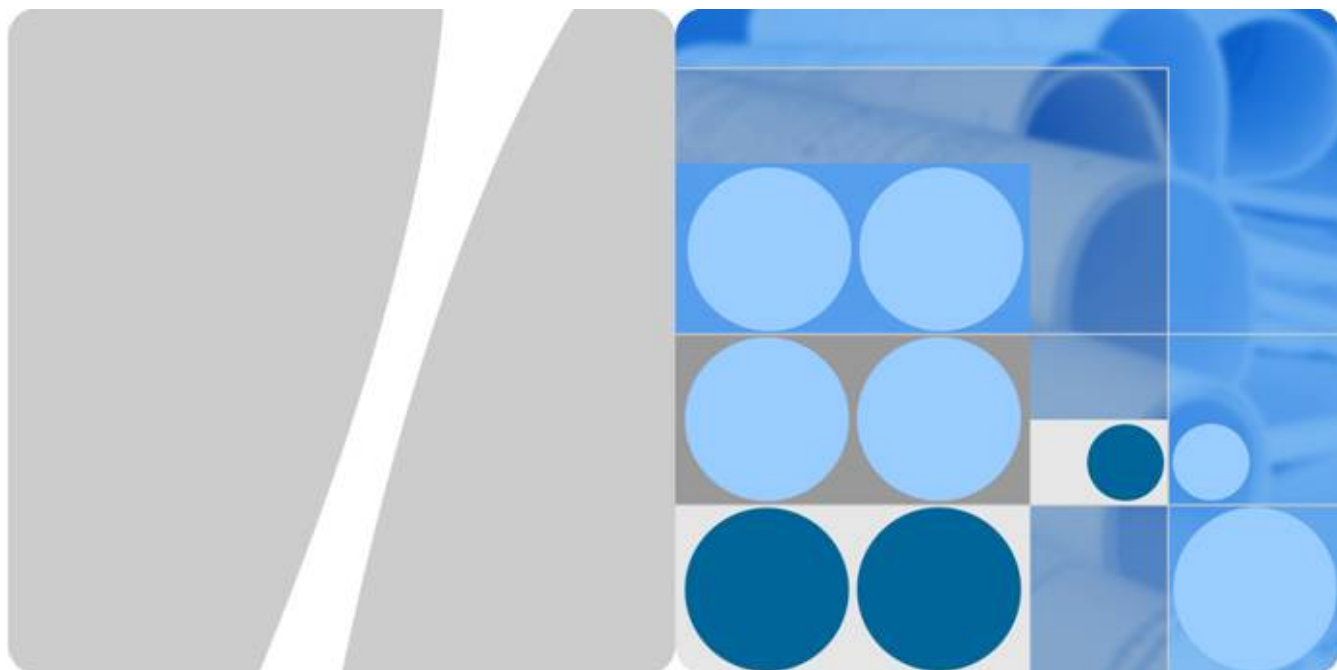


00534430



OptiX PTN 1900 PTN 系列分组传送平台 V100R002C00

产品描述

文档版本 02

发布日期 2009-10-30

华为技术有限公司



版权所有 © 华为技术有限公司 2009。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://www.huawei.com>

客户服务邮箱： support@huawei.com

客户服务电话： 0755-28560000 4008302118

客户服务传真： 0755-28560111

前言

概述

本文档针对 OptiX PTN 1900 设备的产品特性，从网络应用、功能、结构、特性等几方面进行描述。

本文档介绍设备的网络应用、功能、结构、特性等内容。

产品版本

与本文档相对应的产品版本如下所示。

产品名称	产品版本
OptiX PTN 1900	V100R002C00
OptiX iManager T2000	V200R007C03

读者对象

本文档主要适用于以下工程师：

- 网络规划工程师

内容简介

本文档的内容如下：




章节	内容
1 概述	介绍设备的特点和它在网络中的位置。
2 功能及特性	介绍设备支持的多种业务类型及处理能力、业务接口、保护能力、QoS 能力、OAM 特性、NSF 功能和 DCN 模式等。
3 系统结构	介绍设备的功能模块、硬件结构及软件结构。

章节	内容
4 业务简介	介绍设备的主要业务。
5 功能特性简介	介绍设备的主要功能特性。
6 保护	介绍设备的设备级保护和网络级保护。
7 操作、维护与管理	介绍设备的运行、维护、管理能力以及其采用的 T2000 网管系统。
8 安全管理	介绍了设备在安全管理方面所具有的特点。
9 组网应用	介绍设备在移动业务、L2VPN 业务和 Offload 解决方案上的应用。
10 技术指标	介绍设备的技术指标。
A 附录 遵循的标准和协议	介绍设备所遵循的标准和协议。
B 附录 术语	介绍本文档中出现的术语。
C 附录 缩略语	介绍本文档中出现的缩略语。

约定

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	表示有高度潜在危险，如果不能避免，会导致人员死亡或严重伤害。
 警告	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	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	表示能帮助您解决某个问题或节省您的时间。
 说明	表示是正文的附加信息，是对正文的强调和补充。

通用格式约定

格式	说明
宋体	正文采用宋体表示。
黑体	一级、二级、三级标题、Block Label 采用黑体。
楷体	警告、提示等内容用楷体表示。
“Terminal Display” 格式	“Terminal Display” 格式表示屏幕输出信息。此外，屏幕输出信息中夹杂的用户从终端输入的信息采用加粗字体表示。
“ ”	用双引号表示文件路径。如 “C:\Program Files\Huawei”。

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。

图形界面元素引用约定

格式	意义
“ ”	带双引号 “ ” 的格式表示各类界面控件名称和数据表，如单击 “确定”。
>	多级菜单用 “>” 隔开。如选择 “文件 > 新建 > 文件夹”，表示选择 “文件” 菜单下的 “新建” 子菜单下的 “文件夹” 菜单项。

键盘操作约定

格式	意义
加“ ”的字符	表示键名。如“Enter”、“Tab”、“Backspace”、“a”等分别表示回车、制表、退格、小写字母 a。
“键 1+键 2”	表示在键盘上同时按下几个键。如“Ctrl+Alt+A”表示同时按下“Ctrl”、“Alt”、“A”这三个键。
“键 1, 键 2”	表示先按第一键，释放，再按第二键。如“Alt, F”表示先按“Alt”键，释放后再按“F”键。

鼠标操作约定

格式	意义
单击	快速按下并释放鼠标的的一个按钮。
双击	连续两次快速按下并释放鼠标的的一个按钮。
拖动	按住鼠标的的一个按钮不放，移动鼠标。

修改记录

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。

产品版本（V100R002C00）—文档版本 02（2009-10-30）

文档内容更新如下：

- 增加 1588 ACR 时钟功能。
- 各单板技术指标中增加单板功耗。
- 更新 EFG2 和 POD41 单板光接口技术指标。
- 修正已知缺陷。

产品版本（V100R002C00）—文档版本 01（2009-06-30）

配套产品版本 V100R002C00 第一次正式发布。

产品版本（V100R001）—文档版本 07（2009-06-01）

文档内容更新如下：

- **第 10 章 技术指标：**
更新设备功耗体现方式。

产品版本（V100R001）—文档版本 06（2009-04-20）

文档内容更新如下：

- **第 10 章 技术指标：**
更新各单板的光接口指标。

产品版本（V100R001）—文档版本 05（2009-02-20）

文档内容更新如下：

- **第 2 章 功能及特性、第 3 章 系统结构、第 10 章 技术指标：**
增加 TN72CXP 和 TN81EFF8 单板。
- **第 2 章 功能及特性：**
增加外时间接口。
- **第 5 章 功能特性简介：**
增加 IEEE 1588 V2 时钟。
- **第 10 章 技术指标：**
增加支持的 APS 保护组数。
增加支持 ML-PPP 组数。

产品版本（V100R001）—文档版本 04（2009-01-10）

文档内容更新如下：

- **第 5 章 功能特性简介：**
增加 IP tunnel 和 GRE tunnel 支持 DCN 报文的处理。
- **第 5 章 功能特性简介：**
增加同步以太网时钟。

产品版本（V100R001）—文档版本 03（2008-10-20）

文档内容更新如下：

- **第 2 章 功能及特性、第 6 章 保护：**
增加支持 TPS 保护。
- **第 4 章 业务简介、第 10 章 技术指标：**
修改 1900 设备支持 ATM 业务数（刷新远端业务 512 条为 1k 条和本地业务 256 条为 512 条）。
- **第 4 章 业务简介、第 10 章 技术指标：**
修改 1900 设备支持 ATM 连接数（刷新远端业务 1k 条为 2k 条和本地业务 512 条为 1k 条）。
- **第 10 章 技术指标：**
修改 CXP 单板功耗（刷新 124.1W 为 70.6W）。

产品版本（V100R001）—文档版本 02（2008-08-20）

文档内容更新如下：

- **第 2 章 功能及特性、第 10 章 技术指标：**
删除 Ve-1.2 接口描述。
- **第 10 章 技术指标：**
按静态和动态描述支持 MAC 地址的数量。
- **第 10 章 技术指标：**
修改 1900 设备支持组播数（刷新 256 为 512）。

产品版本（V100R001）—文档版本 01（2008-05-10）

配套产品版本 V100R001 第一次正式发布。

目录

前言.....	iii
1 概述.....	1-1
1.1 设备简介.....	1-2
1.2 网络应用.....	1-2
2 功能及特性.....	2-1
2.1 业务类型.....	2-3
2.2 业务处理能力.....	2-3
2.2.1 交换能力.....	2-3
2.2.2 最大接入能力.....	2-3
2.3 接口类型.....	2-4
2.3.1 业务接口.....	2-4
2.3.2 管理及辅助接口.....	2-5
2.4 组网能力.....	2-6
2.5 保护能力.....	2-10
2.6 QoS 能力.....	2-11
2.7 OAM 特性.....	2-12
2.8 NSF.....	2-13
2.9 时钟.....	2-13
2.10 DCN 模式.....	2-14
3 系统结构.....	3-1
3.1 功能模块.....	3-2
3.2 硬件结构.....	3-3
3.2.1 概述.....	3-3
3.2.2 机柜类型.....	3-4
3.2.3 子架结构及槽位说明.....	3-5
3.2.4 单板类型.....	3-7
3.2.5 单板可插槽位.....	3-8
3.3 软件结构.....	3-9
3.3.1 概述.....	3-10
3.3.2 主机软件.....	3-11
3.3.3 单板软件.....	3-12

4 业务简介.....	4-1
4.1 概述.....	4-2
4.1.1 业务模型.....	4-2
4.1.2 业务处理过程.....	4-6
4.2 以太网业务.....	4-9
4.3 ATM 业务.....	4-12
4.4 CES 业务.....	4-13
4.5 L3VPN 业务.....	4-14
5 功能特性简介.....	5-1
5.1 MPLS.....	5-3
5.1.1 MPLS 的产生背景.....	5-3
5.1.2 MPLS 基本概念.....	5-3
5.1.3 MPLS 体系结构.....	5-5
5.1.4 设备支持能力.....	5-5
5.2 IS-IS 路由协议.....	5-6
5.3 BGP 协议.....	5-7
5.4 OSPF 协议.....	5-9
5.5 RIP 协议.....	5-11
5.6 MPLS 信令.....	5-12
5.7 PWE3.....	5-13
5.8 IP Tunnel 和 GRE Tunnel.....	5-14
5.9 QoS.....	5-15
5.10 IGMP Snooping.....	5-18
5.11 MSTP/RSTP/STP.....	5-19
5.12 ACL.....	5-20
5.13 BFD.....	5-20
5.14 同步以太网时钟.....	5-21
5.15 IEEE 1588 V2 时钟.....	5-22
6 保护.....	6-1
6.1 设备级保护.....	6-2
6.1.1 TPS 保护.....	6-2
6.1.2 主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护.....	6-3
6.1.3 电源板的 1+1 保护.....	6-3
6.2 网络级保护.....	6-4
6.2.1 MPLS Tunnel 1+1 和 1:1 保护.....	6-4
6.2.2 快速重路由保护.....	6-6
6.2.3 以太网 LAG 保护.....	6-8
6.2.4 以太网生成树保护.....	6-9
6.2.5 线性复用段保护.....	6-11
6.2.6 分组 E1 ML-PPP 保护.....	6-13
6.2.7 IMA 保护.....	6-14

7 操作、维护与管理	7-1
7.1 OAM 能力.....	7-2
7.1.1 操作及配置工具.....	7-2
7.1.2 监控及维护.....	7-2
7.1.3 诊断及调测.....	7-2
7.1.4 扩容及升级.....	7-3
7.2 T2000 网管系统.....	7-3
8 安全管理	8-1
8.1 认证管理.....	8-2
8.2 授权管理.....	8-2
8.3 网络安全管理.....	8-2
8.4 系统安全管理.....	8-3
8.5 网元安全日志管理.....	8-3
8.6 Syslog 日志管理.....	8-3
9 组网应用	9-1
9.1 在移动业务上的应用.....	9-2
9.2 在 L2VPN 业务上的应用.....	9-5
9.2.1 以太专线业务的传送.....	9-5
9.2.2 以太专网业务的传送.....	9-6
9.3 Offload 解决方案.....	9-8
10 技术指标	10-1
10.1 整机技术指标.....	10-2
10.2 系统性能.....	10-3
10.3 单板技术指标.....	10-5
10.3.1 ETFC 单板的技术指标.....	10-6
10.3.2 EFF8 单板的技术指标.....	10-6
10.3.3 EFG2 单板的技术指标.....	10-7
10.3.4 MD1 单板的技术指标.....	10-9
10.3.5 CD1 单板的技术指标.....	10-9
10.3.6 AD1 单板的技术指标.....	10-10
10.3.7 AFO1 单板的技术指标.....	10-12
10.3.8 POD41 单板的技术指标.....	10-13
10.3.9 L12 单板的技术指标.....	10-15
10.3.10 L75 单板的技术指标.....	10-16
10.3.11 TN71CXP 单板的技术指标.....	10-16
10.3.12 TN72CXP 单板的技术指标.....	10-16
10.3.13 PIU 单板的技术指标.....	10-17
10.3.14 FANA 单板的技术指标.....	10-17
10.3.15 FANB 单板的技术指标.....	10-17
10.4 光接口技术指标.....	10-17
10.5 激光器安全等级.....	10-20

10.6 时钟接口指标.....	10-20
10.7 可靠性指标.....	10-21
10.8 EMC 性能指标.....	10-22
10.9 安全认证.....	10-22
10.10 环境要求.....	10-23
10.10.1 存储环境.....	10-23
10.10.2 运输环境.....	10-25
10.10.3 运行环境.....	10-27
A 附录 遵循的标准和协议.....	A-1
B 附录 术语.....	B-1
C 附录 缩略语.....	C-1

插图目录

图 1-1 OptiX PTN 1900 设备外形.....	1-2
图 1-2 OptiX PTN 1900 的网络应用.....	1-3
图 2-1 PTN 设备在移动业务中的典型组网 1.....	2-6
图 2-2 PTN 设备在移动业务中的典型组网 2.....	2-7
图 2-3 PTN 设备在 Offload 解决方案中的典型组网.....	2-7
图 2-4 PTN 设备在以太网专线业务中的典型组网.....	2-8
图 2-5 PTN 设备在以太网专网业务中的典型组网.....	2-8
图 2-6 PTN 设备在 E-Aggr 业务中的典型组网.....	2-9
图 2-7 L3VPN 典型组网.....	2-10
图 2-8 OptiX PTN 1900 的 OAM 机制.....	2-12
图 3-1 OptiX PTN 1900 的功能模块.....	3-2
图 3-2 安装在机柜中的 OptiX PTN 1900 子架.....	3-4
图 3-3 OptiX PTN 1900 使用的机柜外形.....	3-5
图 3-4 OptiX PTN 1900 子架结构图.....	3-6
图 3-5 OptiX PTN 1900 子架的槽位分配图.....	3-6
图 3-6 OptiX PTN 1900 的体系结构逻辑框图.....	3-10
图 3-7 OptiX PTN 1900 的主机软件.....	3-11
图 3-8 OptiX PTN 1900 的单板软件.....	3-12
图 4-1 基于 MPLS 的 PWE3 模型.....	4-3
图 4-2 BGP/MPLS 模型.....	4-4
图 4-3 OptiX PTN 1900 业务模型.....	4-6
图 4-4 E-Line 业务示例.....	4-10
图 4-5 E-LAN 业务示例.....	4-11
图 4-6 E-Aggr 业务示例.....	4-12
图 4-7 CES 业务应用模型.....	4-13
图 4-8 CES 业务时钟的重定时同步方式.....	4-14
图 4-9 BGP/MPLS L3VPN 的组网应用.....	4-15
图 4-10 BGP/MPLS L3VPN 的业务报文转发示意图.....	4-16
图 5-1 标签的封装结构.....	5-4
图 5-2 标签在分组中的封装位置.....	5-4
图 5-3 PWE3 的典型应用.....	5-14
图 5-4 MPLS Tunnel 承载 ATM PWE3.....	5-14
图 5-5 IP Tunnel 承载 ATM PWE3.....	5-15

图 5-6 GRE Tunnel 承载 ATM PWE3.....	5-15
图 5-7 基于流分类的 ACL.....	5-20
图 5-8 同步以太网典型组网.....	5-22
图 5-9 IEEE 1588 V2 时钟构架.....	5-23
图 5-10 IEEE 1588 V2 时钟同步典型组网.....	5-24
图 6-1 MPLS 的 1+1 保护.....	6-5
图 6-2 MPLS Tunnel 的 1:1 保护.....	6-5
图 6-3 快速重路由的保护.....	6-7
图 6-4 以太网 LAG 保护.....	6-8
图 6-5 多个 VLAN 的交换网络.....	6-10
图 6-6 运行 MSTP 之后的网络拓扑.....	6-11
图 6-7 1+1 线性复用段保护.....	6-12
图 6-8 1:1 和 1:N 线性复用段保护.....	6-12
图 6-9 分组 E1 ML-PPP 的保护.....	6-13
图 6-10 IMA 传输.....	6-14
图 8-1 Syslog 协议传送示意图.....	8-4
图 9-1 OptiX PTN 1900 在移动业务传送上的组网应用（基站 E1 接入）.....	9-3
图 9-2 OptiX PTN 1900 在移动业务传送上的组网应用（基站 IMA E1 接入）.....	9-4
图 9-3 OptiX PTN 1900 在移动业务传送上的组网应用（基站 FE 接入）.....	9-5
图 9-4 OptiX PTN 1900 在专线业务传送上的组网应用.....	9-6
图 9-5 OptiX PTN 1900 在专网业务传送业务上的组网应用.....	9-7
图 9-6 Offload 解决方案.....	9-8
图 9-7 基于 ETH 转发的 ADSL 网络的应用场景.....	9-9
图 9-8 基于 IP 转发的 ADSL 网络的应用场景（使用 IP Tunnel）.....	9-9
图 9-9 基于 IP 转发的 ADSL 网络的应用场景（使用 GRE Tunnel）.....	9-9

表格目录

表 2-1 OptiX PTN 1900 交换能力.....	2-3
表 2-2 OptiX PTN 1900 最大接入能力.....	2-4
表 2-3 OptiX PTN 1900 业务接口.....	2-4
表 2-4 OptiX PTN 1900 管理及辅助接口.....	2-5
表 2-5 OptiX PTN 1900 提供的设备级保护.....	2-10
表 2-6 OptiX PTN 1900 提供的网络级保护.....	2-11
表 3-1 OptiX PTN 1900 处理板和接口板的槽位对应关系表.....	3-7
表 3-2 OptiX PTN 1900 处理板和接口板的单板对应关系表.....	3-7
表 3-3 单板类型及主要功能.....	3-8
表 3-4 OptiX PTN 1900 单板可插槽位.....	3-8
表 4-1 各标准关于 L2 以太网业务定义的对比.....	4-9
表 4-2 BGP/MPLS L3VPN 业务报文转发过程示例.....	4-16
表 5-1 OptiX PTN 1900 支持的 MPLS 技术特性.....	5-5
表 5-2 OptiX PTN 1900 的 MPLS 性能指标.....	5-6
表 5-3 层次化的 QoS 在设备的接入侧和网络侧的作用点.....	5-18
表 5-4 三种生成树的比较.....	5-19
表 6-1 E1 业务的 TPS 保护方式和对应单板.....	6-2
表 6-2 TPS 保护参数.....	6-2
表 6-3 主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护参数.....	6-3
表 6-4 MPLS Tunnel 的 1+1 保护和 1:1 保护的参数.....	6-6
表 6-5 线性复用段保护参数.....	6-13
表 9-1 OptiX PTN 1900 在移动业务上的应用场景.....	9-2
表 9-2 OptiX PTN 1900 在专线业务上的应用场景.....	9-6
表 9-3 OptiX PTN 1900 在专网业务上应用场景.....	9-7
表 10-1 OptiX PTN 1900 机柜技术指标.....	10-2
表 10-2 OptiX PTN 1900 子架技术指标.....	10-2
表 10-3 系统性能指标.....	10-3
表 10-4 ETFC 单板接口指标.....	10-6
表 10-5 FE 接口性能指标.....	10-6
表 10-6 100BASE-BX 光接口波长分配及对应光模块编码.....	10-7
表 10-7 GE 光接口技术指标.....	10-8
表 10-8 1000BASE-CWDM 光接口波长分配及对应光模块编码.....	10-8
表 10-9 1000BASE-BX 光接口波长分配及对应光模块编码.....	10-9

表 10-10 STM-1 光接口技术指标.....	10-9
表 10-11 单纤双向光接口波长分配及光模块编码.....	10-10
表 10-12 STM-1 光接口技术指标.....	10-11
表 10-13 单纤双向光接口波长分配及光模块编码.....	10-11
表 10-14 STM-1 光接口技术指标.....	10-12
表 10-15 单纤双向光接口波长分配及光模块编码.....	10-13
表 10-16 STM-1 光接口技术指标.....	10-13
表 10-17 单纤双向光接口波长分配及光模块编码.....	10-14
表 10-18 STM-4 光接口技术指标.....	10-14
表 10-19 L12 单板接口指标.....	10-15
表 10-20 L75 单板接口指标.....	10-16
表 10-21 光接口技术指标.....	10-17
表 10-22 1000BASE-CWDM 光接口波长分配.....	10-19
表 10-23 1000BASE-BX 光接口波长分配.....	10-19
表 10-24 100BASE-BX 光接口波长分配.....	10-19
表 10-25 单纤双向光接口波长分配.....	10-20
表 10-26 激光器安全等级.....	10-20
表 10-27 OptiX PTN 1900 时钟接口说明.....	10-21
表 10-28 定时和同步性能.....	10-21
表 10-29 可靠性指标.....	10-21
表 10-30 OptiX PTN 1900 通过的安全认证.....	10-22
表 10-31 OptiX PTN 1900 在存储时对气候环境的要求.....	10-24
表 10-32 储存时机械活性物质的浓度要求.....	10-25
表 10-33 储存时化学活性物质的浓度要求.....	10-25
表 10-34 储存时对机械应力的要求.....	10-25
表 10-35 运输时气候环境要求.....	10-26
表 10-36 运输时机械活性物质的浓度要求.....	10-26
表 10-37 运输时化学活性物质的浓度要求.....	10-27
表 10-38 运输时机械应力要求.....	10-27
表 10-39 OptiX PTN 1900 温度和湿度的要求.....	10-28
表 10-40 OptiX PTN 1900 在运行时对其他气候环境的要求.....	10-28
表 10-41 运行时机械活性物质的浓度要求.....	10-28
表 10-42 运行时化学活性物质的浓度要求.....	10-29
表 10-43 运行时机械应力的要求.....	10-29

1 概述

关于本章

本章从设备特点和网络应用两方面简要描述 OptiX PTN 1900 的基本信息。

1.1 设备简介

OptiX PTN 1900 是华为公司面向分组传送的新一代城域光传送平台。

1.2 网络应用

OptiX PTN 1900 主要定位于城域传送网中的汇聚层和接入层。

1.1 设备简介

OptiX PTN 1900 是华为公司面向分组传送的新一代城域光传送平台。

各种新兴的数据业务应用对带宽的需求不断增长，同时对带宽调度的灵活性提出了越来越高的要求。作为一种电路交换网络，传统的基于 SDH 的多业务传送网难以适应数据业务的突发性和灵活性。而传统的面向非连接的 IP 网络，由于其难以严格保证重要业务的质量和性能，因此不适宜作为电信级承载网络。

OptiX PTN 1900 利用 PWE3（Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge）技术实现面向连接的业务承载，采用针对电信承载网优化的 MPLS（Multiprotocol Label Switching）转发技术，配以完善的 OAM（Operation, Administration and Maintenance）和保护倒换机制，集中了分组传送网和 SDH 传送网的优点，实现了电信级别的业务。

OptiX PTN 1900 设备如图 1-1 所示。

图 1-1 OptiX PTN 1900 设备外形



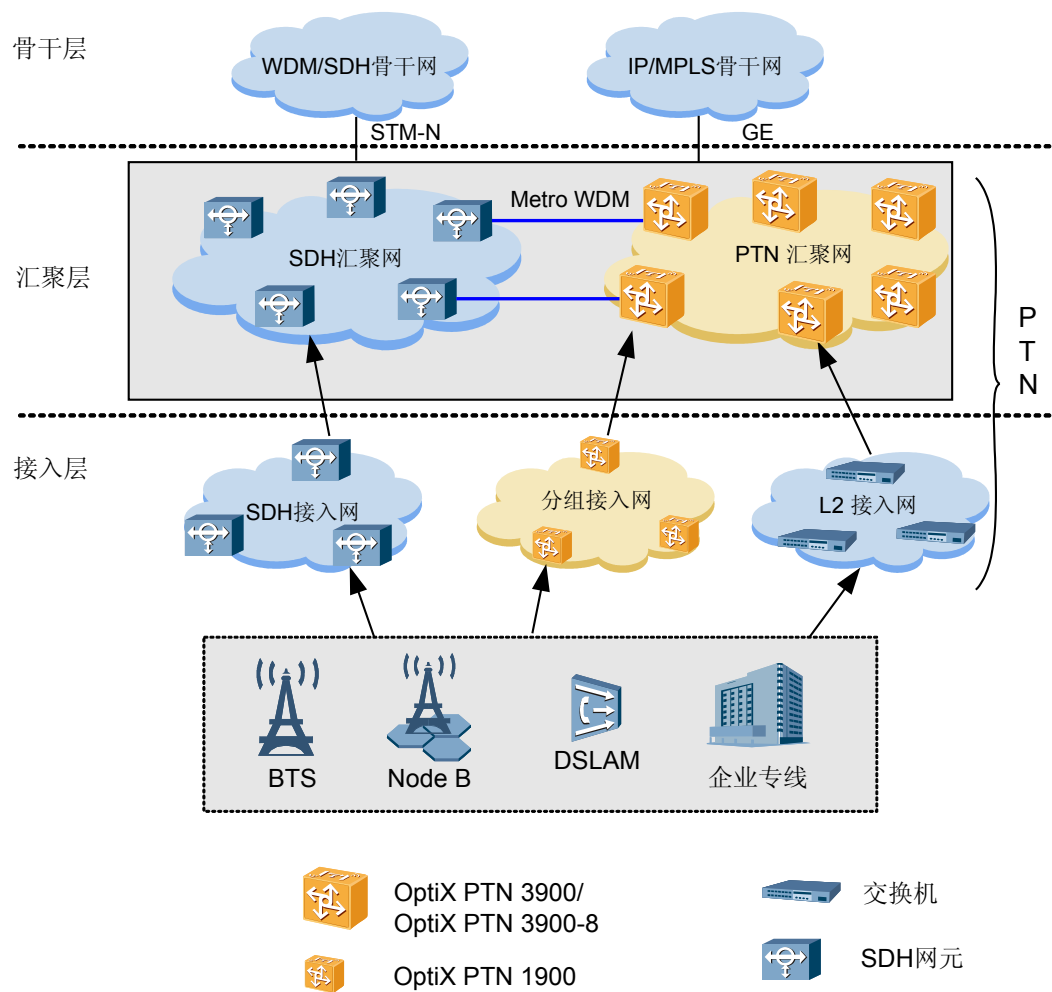
1.2 网络应用

OptiX PTN 1900 主要定位于城域传送网中的汇聚层和接入层。

OptiX PTN 1900 主要用于城域传送网中的汇聚层和接入层，将用户侧的业务接入到以分组为核心的传送网中。

OptiX PTN 1900 在网络中的应用如图 1-2 所示。

图 1-2 OptiX PTN 1900 的网络应用



2 功能及特性

关于本章

OptiX PTN 1900 设备支持多种业务类型，并提供丰富的功能特性，以保证业务传输质量与效率。

2.1 业务类型

OptiX PTN 1900 设备支持 L3VPN 业务、以太网业务、ATM（Asynchronous Transfer Mode）业务和 CES（Circuit Emulation Service）业务。

2.2 业务处理能力

OptiX PTN 1900 设备的业务处理能力包括交换能力和业务接入能力。

2.3 接口类型

OptiX PTN 1900 设备的对外接口包括业务接口和管理及辅助接口。

2.4 组网能力

OptiX PTN 1900 的组网方式灵活多样，可满足各种应用的需要。

2.5 保护能力

OptiX PTN 1900 提供设备级保护和网络级保护。

2.6 QoS 能力

OptiX PTN 1900 提供层次化的端到端的 QoS（Quality of Service）管理，能够提供高质量的按业务区分的差异化传送服务。

2.7 OAM 特性

OptiX PTN 1900 支持以太网 OAM（Operations, Administration and Maintenance）和 MPLS OAM，实现快速故障检测以触发保护倒换，在包交换网络中保证电信级的服务质量。

2.8 NSF

NSF（Non-Stop Forwarding）功能是指在设备的控制平面故障（如 CPU 重启）时，数据转发仍然正常执行，保护网络上关键业务。

2.9 时钟

OptiX PTN 1900 支持物理层时钟同步机制，提供外部时钟输入输出接口和设备内部系统时钟，并支持 IEEE 1588 V2 时钟同步。

2.10 DCN 模式

DCN 是网络管理的一部分，用于传送网络管理信息。OptiX PTN 1900 支持带内 DCN，保证网络管理信息的互通。

2.1 业务类型

OptiX PTN 1900 设备支持 L3VPN 业务、以太网业务、ATM（Asynchronous Transfer Mode）业务和 CES（Circuit Emulation Service）业务。

OptiX PTN 1900 设备可以处理的以太网业务包括：

- E-Line 业务
- E-LAN 业务
- E-Aggr 业务

OptiX PTN 1900 设备可以处理的 ATM 业务包括：

- ATM 仿真业务
- IMA 仿真业务

OptiX PTN 1900 设备可以处理 E1 的 CES 业务。

OptiX PTN 1900 设备可以处理 L3VPN 业务。

2.2 业务处理能力

OptiX PTN 1900 设备的业务处理能力包括交换能力和业务接入能力。

2.2.1 交换能力

OptiX PTN 1900 支持以分组为核心的业务交换。

2.2.2 最大接入能力

OptiX PTN 1900 能够通过多种接口接入业务。

2.2.1 交换能力

OptiX PTN 1900 支持以分组为核心的业务交换。

OptiX PTN 1900 支持的交换能力如表 2-1 所示。

表 2-1 OptiX PTN 1900 交换能力

产品	交换容量	线速 I/O 能力
OptiX PTN 1900	10 G	10 G
说明：OptiX PTN 1900 交换容量的出方向和入方向均为 10 G，即双向为 20 G。		

2.2.2 最大接入能力

OptiX PTN 1900 能够通过多种接口接入业务。

OptiX PTN 1900 各种接口的接入能力如表 2-2 所示。

表 2-2 OptiX PTN 1900 最大接入能力

接口类型	接入能力（单板名称）	处理能力（单板名称）	整机接口数量	信号接入方式
E1	16（L75/L12）	32（MD1）	64	接口板接入
STM-1/4 POS	2（POD41）	10（CXP）	10	接口板接入
FE 电接口	12（ETFC）	55（CXP）	55	接口板接入
FE 光接口	8（EFF8）	39（CXP）	39	接口板接入
GE	2（EFG2）	10（CXP）	10	接口板接入
通道化 STM-1	2（CD1）	2（CD1）	8	处理板接入
ATM STM-1	2（AD1） 8（AFO1）	2（AD1） 39（CXP）	8（AD1） 39（AFO1）	ATM STM-1 信号既可以由处理板（AD1）接入，也可以由接口板（AFO1）接入

2.3 接口类型

OptiX PTN 1900 设备的对外接口包括业务接口和管理及辅助接口。

2.3.1 业务接口

OptiX PTN 1900 支持多种类型的接口。

2.3.2 管理及辅助接口

管理及辅助接口包括管理接口、外时钟接口和告警接口。

2.3.1 业务接口

OptiX PTN 1900 支持多种类型的接口。

OptiX PTN 1900 支持的业务接口如表 2-3 所示。

表 2-3 OptiX PTN 1900 业务接口

接口类型	描述	备注
FE 接口	电接口：10/100BASE-TX 光接口：100BASE-FX	可用于客户侧和网络侧
GE 接口	光接口：1000BASE-SX、1000BASE-LX、1000BASE-VX、1000BASE-ZX、1000BASE-CWDM	可用于客户侧和网络侧
POS 接口	STM-1 光接口：S-1.1、L-1.1、L-1.2 STM-4 光接口：S-4.1、L-4.1、L-4.2、Ve-4.2	可用于客户侧和网络侧

接口类型	描述	备注
ATM STM-1 接口	S-1.1、L-1.1、L-1.2	可用于客户侧
通道化 STM-1 接口	S-1.1、L-1.1、L-1.2	可用于客户侧和网络侧
E1 接口	75 欧姆/120 欧姆 E1 电接口；DB44 连接器	可用于客户侧和网络侧



说明

客户侧与 BTS 或 NodeB 相连接。

网络侧与 PSN 网络相连接。

2.3.2 管理及辅助接口

管理及辅助接口包括管理接口、外时钟接口和告警接口。

OptiX PTN 1900 提供的管理及辅助接口如表 2-4 所示。

表 2-4 OptiX PTN 1900 管理及辅助接口

接口类型	描述	数量
管理接口	以太网网管接口 (ETH)	1 (RJ-45)
	网管级联网口 (EXT)	1 (RJ-45)
	管理串口 (F&f)	1 (RJ-45)
辅助接口	机柜指示灯接口 (4 通道)	1 (RJ-45)
	机柜指示灯级联接口 (4 通道)	1 (RJ-45)
	告警输入接口 (共 4 通道)	1 (RJ-45)
	告警输出和级联共用接口 (输出 2 通道, 级联 2 通道)	1 (RJ-45)
外时钟接口	120 欧姆时钟输入输出共用接口 (2048kbit/s 或 2048kHz)	2 (RJ-45)
外时间接口	DCLS 时间输入接口, 或者 DCLS 时间输出接口, 或者 1PPS+时间信息输入接口, 或者 1PPS+时间信息输出接口	
说明		
外时钟接口和外时间接口复用, 但是只能选配一种功能。		
当使用 TN71CXP 时, 设备只支持外时钟接口, 不支持外时间接口。		

2.4 组网能力

OptiX PTN 1900 的组网方式灵活多样，可满足各种应用的需要。

组网接口

OptiX PTN 1900 支持采用以下接口组网：

- GE
- FE
- POS STM-4
- POS STM-1
- ML-PPP

 说明

- 建议采用 ML-PPP 接口组建链形网络。
- 不推荐使用 FE 电接口作为组网接口。

移动业务典型组网

PTN 设备在移动业务中的典型组网如图 2-1 和图 2-2 所示，在 Offload 解决方案中的应用如图 2-3 所示。

图 2-1 PTN 设备在移动业务中的典型组网 1

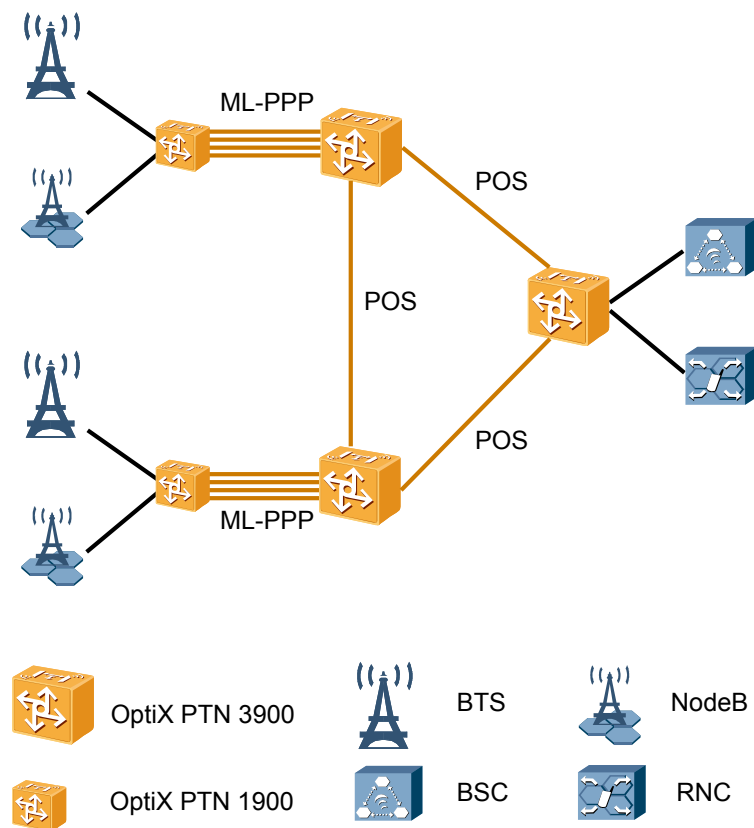


图 2-2 PTN 设备在移动业务中的典型组网 2

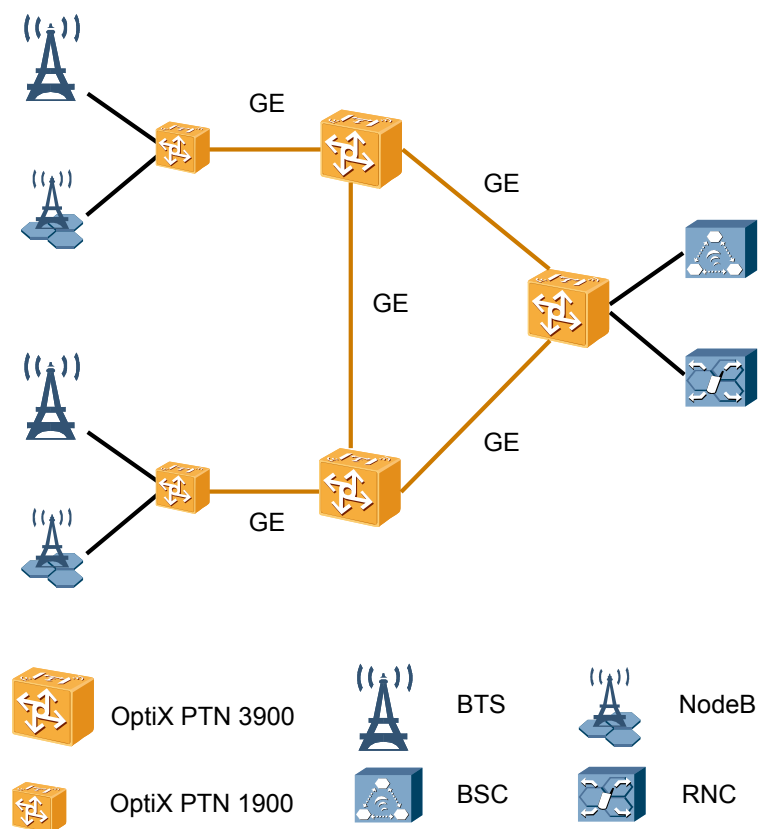
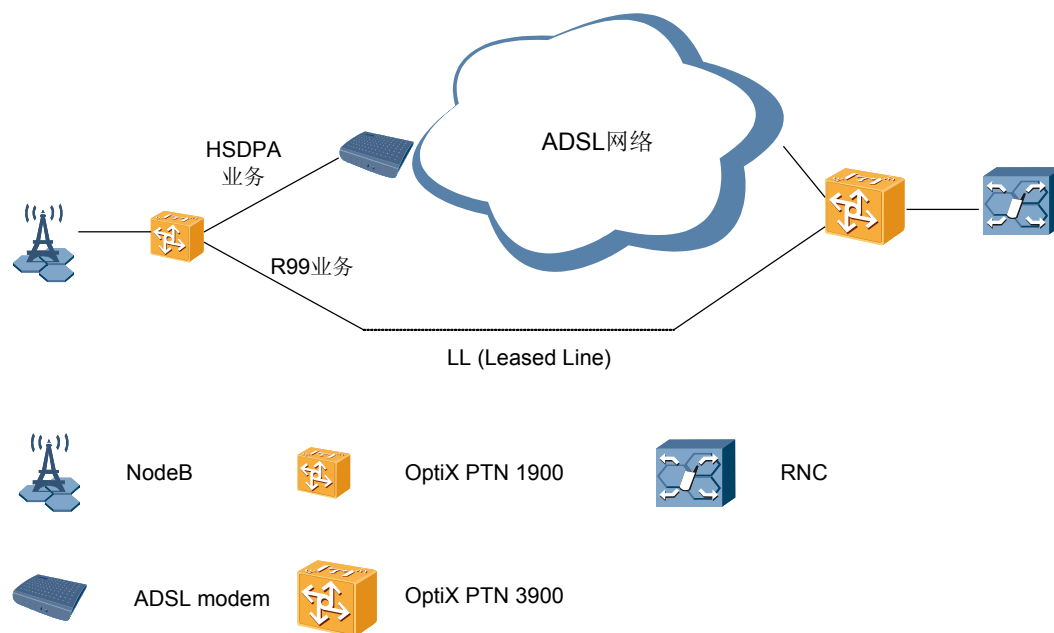


图 2-3 PTN 设备在 Offload 解决方案中的典型组网

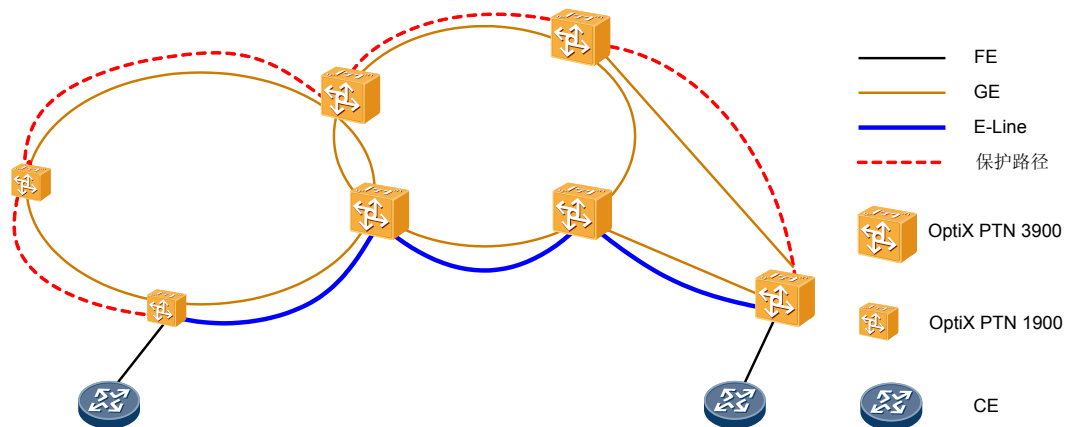


PTN 设备在移动业务中的具体组网应用请参见 [9.1 在移动业务上的应用](#)，在 Offload 解决方案中的应用请参见 [9.3 Offload 解决方案](#)。

以太网业务典型组网

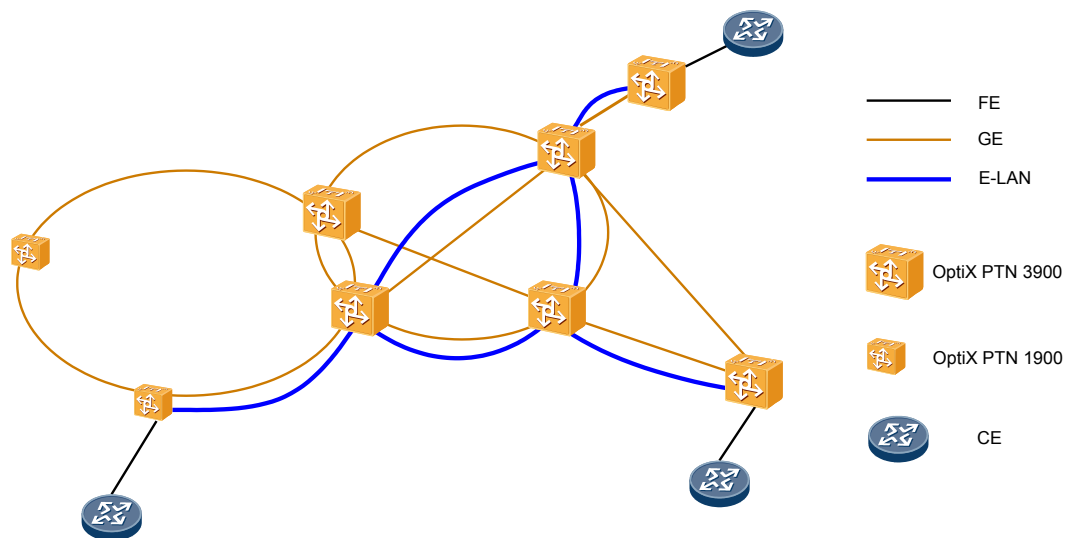
PTN 设备在以太网专线业务中的典型组网如 [图 2-4](#) 所示。

图 2-4 PTN 设备在以太网专线业务中的典型组网



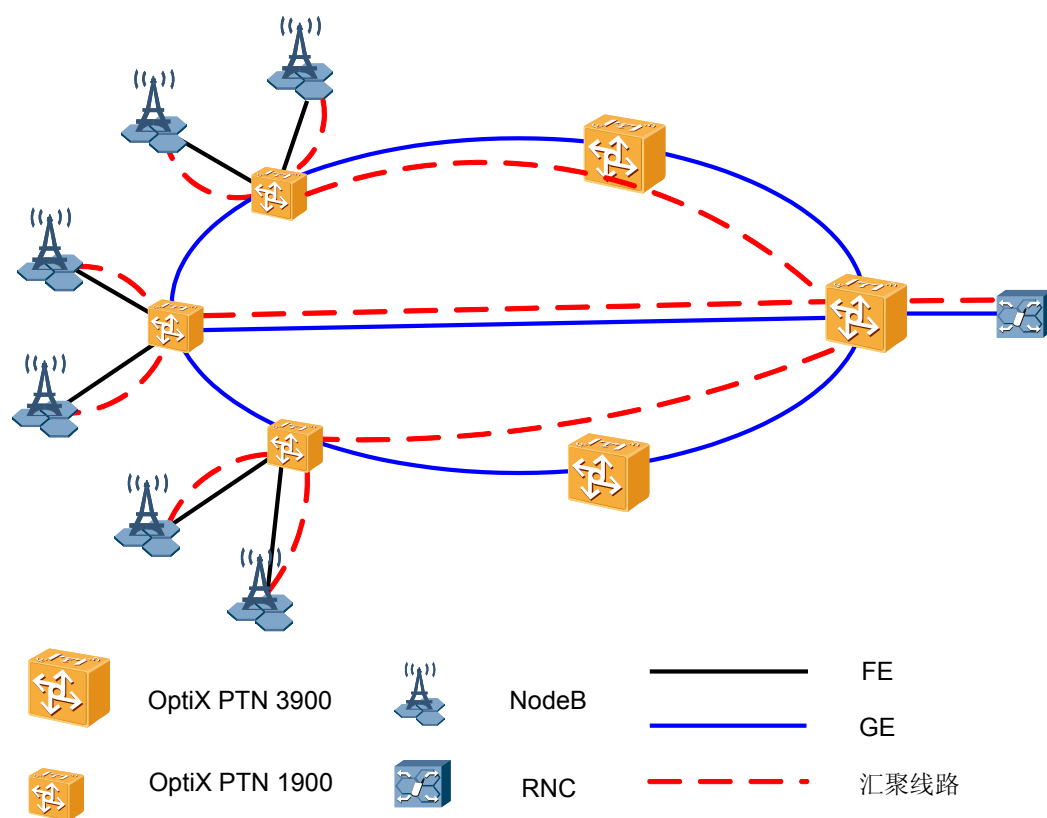
PTN 设备在以太网专网业务中的典型组网如 [图 2-5](#) 所示。

图 2-5 PTN 设备在以太网专网业务中的典型组网



PTN 设备在 E-Aggr 业务中的典型组网如 [图 2-6](#) 所示。

图 2-6 PTN 设备在 E-Aggr 业务中的典型组网

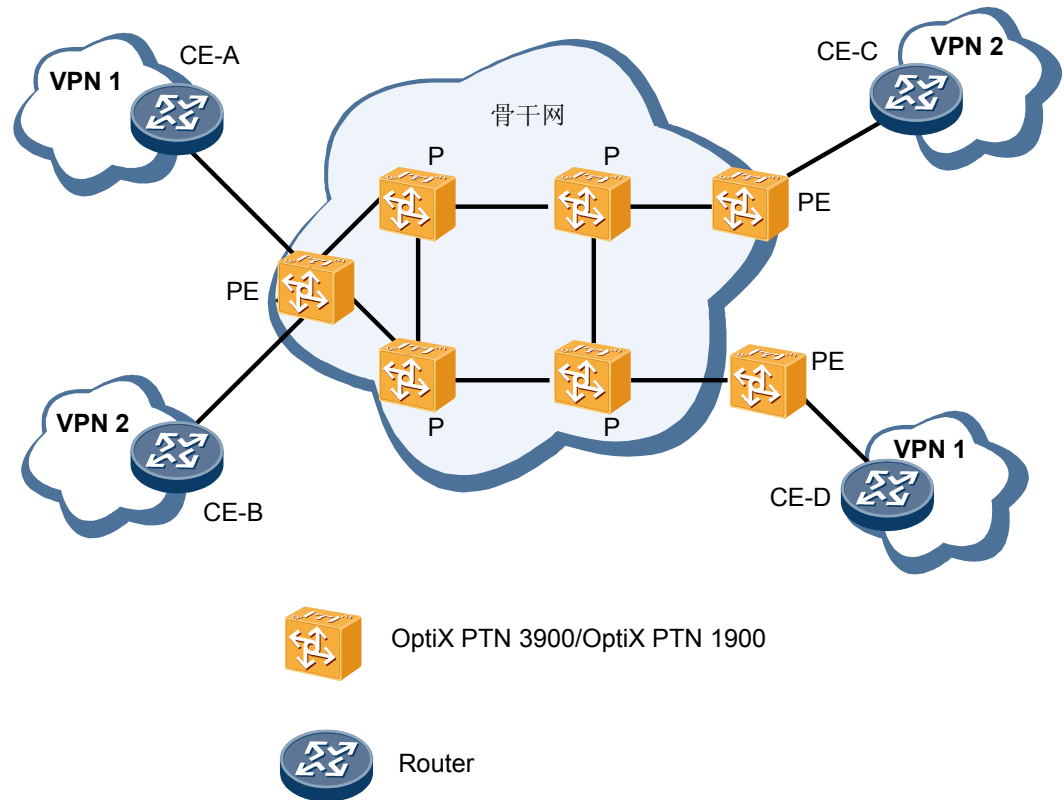


PTN 设备在以太网业务中的具体组网应用请参见 [9.2 在 L2VPN 业务上的应用](#)。

L3VPN 典型组网

L3VPN 的典型组网如 [图 2-7](#) 所示。

图 2-7 L3VPN 典型组网



PTN 设备在 L3VPN 业务中的具体组网应用请参见 [4.5 L3VPN 业务](#)。

2.5 保护能力

OptiX PTN 1900 提供设备级保护和网络级保护。

OptiX PTN 1900 提供丰富的设备级保护，如 [表 2-5](#) 所示。

表 2-5 OptiX PTN 1900 提供的设备级保护

保护对象	保护方式	自动恢复模式
E1 业务子卡	1:1 TPS 保护	恢复
系统控制、交叉与业务处理板	1+1 热备份	非恢复
电源接口板	1+1 热备份	-

OptiX PTN 1900 提供丰富的网络级保护，如 [表 2-6](#) 所示。

表 2-6 OptiX PTN 1900 提供的网络级保护

保护对象	保护方式
MPLS Tunnel	1+1 保护
	1:1 保护
	重路由保护
	快速重路由保护
Ethernet 链路	板内 LAG (Link Aggregation Group) 保护、板间 LAG 保护
	MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol) 保护
POS STM-1/STM-4	1+1 线性复用段保护
	1:1 线性复用段保护
通道化 STM-1	1+1 线性复用段保护
	1:1 线性复用段保护
ATM STM-1	1+1 线性复用段保护
	1:1 线性复用段保护
	1:N 线性复用段保护 (AFO1 板)
IMA 组	IMA 成员保护
ML-PPP 组	ML-PPP 成员保护

2.6 QoS 能力

OptiX PTN 1900 提供层次化的端到端的 QoS (Quality of Service) 管理，能够提供高质量的按业务区分的差异化传送服务。

OptiX PTN 1900 具备完善的 QoS 调度机制：

- 支持基于流分类的 DiffServ 模式，完整实现了标准中定义的 PHB (Per-hop Behavior)，使网络运营商可为用户提供具有不同服务质量等级的服务保证，实现同时承载数据、语音和视频业务的综合网络。
- 提供端到端业务的 QoS
 - 设备在接入侧支持 HQoS (Hierarchical QoS) 机制，可以分别控制单个业务类型、单个业务接入点、多个业务接入点、单个业务或多个业务的总带宽。
 - 设备在网络侧支持 TE (Traffic Engineering) 机制，平衡网络流量，保证业务质量。

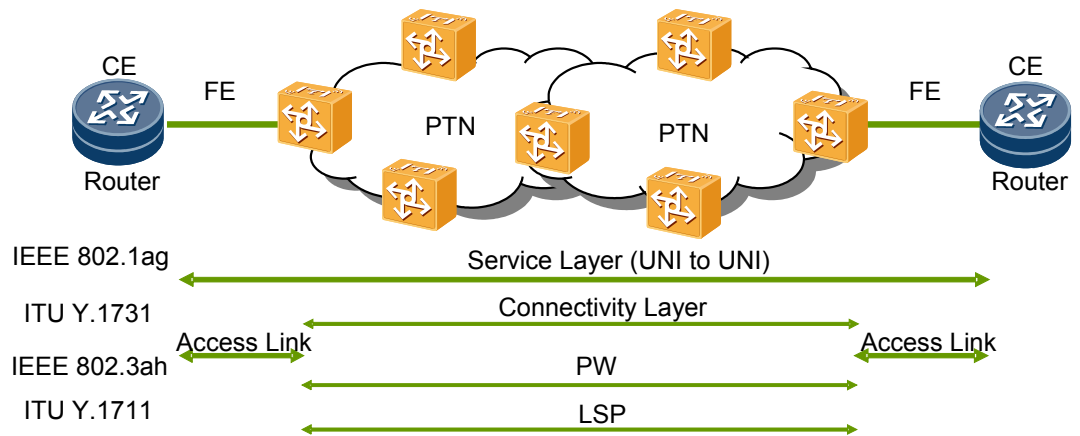
完善的 QoS 机制，可以充分保证不同业务对延迟、抖动、带宽的要求，保证电信级业务的开展。

2.7 OAM 特性

OptiX PTN 1900 支持以太网 OAM（Operations, Administration and Maintenance）和 MPLS OAM，实现快速故障检测以触发保护倒换，在包交换网络中保证电信级的服务质量。

OptiX PTN 1900 的业务 OAM 机制如图 2-8 所示。

图 2-8 OptiX PTN 1900 的 OAM 机制



在网络层，OptiX PTN 1900 支持 MPLS OAM 和以太网业务 OAM。

- OptiX PTN 1900 支持以下 MPLS OAM 功能：
 - 设备采用硬件支持对 CV（Connectivity Verification）/FFD（Fast Failure Detection）/FDI（Forward Defect Indicator）/BDI（Backward Defect Indicator）消息的发送、接收和超时判断，实现快速连通性检测与失效指示，符合 ITU-T Y.1710 和 ITU-T Y.1711。设备支持的最小 OAM 帧发送周期为 3.3ms。
 - 支持 MPLS Tunnel 的 Ping、Traceroute 命令，支持 PW 的 VCCV（Virtual Circuit Connectivity Verification）命令，便于故障检测与定位。
 - 支持对 MPLS Tunnel 的性能监测，通过硬件实现对于丢包率、包延时和抖动的监测，符合 ITU-T Y.1710。
- OptiX PTN 1900 支持符合 IEEE 802.1ag 和 ITU-T Y.1731 的以太网 OAM 功能：
 - 设备采用硬件支持 ETH-CC（以太网连通性检测）。设备支持的最小 OAM 帧发送周期为 3.3ms。
 - 设备的控制平面支持 ETH-LB（以太网环回）和 ETH-LT（以太网链路跟踪）操作。
 - 支持对以太网专线业务的性能监测，通过硬件实现对于丢包率、包延时和抖动的监测，符合 ITU-T Y.1731。

在链路层，OptiX PTN 1900 支持以下 OAM 机制：

- 支持符合 IEEE 802.3ah 的以太网链路 OAM。每个以太网端口支持链路发现、链路状态监测、远端故障指示和远端环回操作。

- 支持 ATM OAM，包括 F4 OAM 和 F5 OAM 中的失效管理机制。

2.8 NSF

NSF (Non-Stop Forwarding) 功能是指在设备的控制平面故障 (如 CPU 重启) 时，数据转发仍然正常执行，保护网络上关键业务。

OptiX PTN 1900 支持协议级 GR (Graceful Restart) 技术 (如 LDP GR)，发生故障倒换时邻居节点不删除其路由信息，保证转发业务的正常，并避免网络路由震荡。

在 CXP 板配置了 1+1 保护的情况下，OptiX PTN 1900 支持在 CXP 板复位时的 NSF 功能。

2.9 时钟

OptiX PTN 1900 支持物理层时钟同步机制，提供外部时钟输入输出接口和设备内部系统时钟，并支持 IEEE 1588 V2 时钟同步。

物理层时钟

物理层时钟同步机制是从传输链路物理通道的信号中提取时钟信息，从而完成频率同步的技术。

OptiX PTN 1900 从以下传输链路中提取时钟信息：

- 支持从 POS STM-1/STM-4 接口提取时钟。
- 支持从通道化 STM-1 接口提取时钟。
- 支持从 ATM STM-1 接口提取时钟。
- 支持从同步以太网接口提取时钟。
- 支持从 E1 接口提取时钟。

OptiX PTN 1900 每块 CXP 板支持 2 路 120 欧姆外部时钟源输入和输出。如果配置两块 CXP 板，则两块 CXP 上相应的外部时钟源形成 1+1 保护。

OptiX PTN 1900 支持跟踪、保持和自由振荡三种工作模式。可以处理和传递 SSM (Synchronization Status Message)。

同步以太网是一种以太网物理层时钟同步技术，类似于 SDH 时钟。直接从以太线路上的串行码流里提取时钟，并利用该时钟来发送数据，实现时钟的传递。

IEEE 1588 V2

IEEE 1588 V2 是一种时间同步协议，精度可以达到纳秒级，满足 3G 基站的要求。OptiX PTN 1900 支持 IEEE 1588 V2 的以下特性：

- 支持采用 IEEE 1588 V2 协议实现时钟同步和时间同步。
- 支持 BC (Boundary Clock) 模式、OC (Ordinary Clock) 模式、TC (Transparent Clock)/TC+OC 时钟模式。TC 时钟又可分为 E2E (End-to-End)模式和 P2P(Peer-to-Peer)模式。
- 支持 BMC 时钟选源算法。

1588 ACR

1588 ACR(Adaptive Clock Recover), 是指支持 IEEE 1588 V2 的 Master 设备将本地系统时钟信息封装到 1588 V2 (又称 PTP) 报文中发送, 经第三方网络透传到对端 Slave 设备, Slave 设备从 1588 V2 报文中获取时戳并恢复时钟, 实现 PSN 网络两端设备的频率同步。在这种方案里, 中间的第三方网络不需要支持 IEEE 1588 V2 协议。

PTN 设备支持的 1588 V2 时钟报文是多播的以太报文。RNC 侧 PTN 设备将携带系统信息的时戳增加到 1588 V2 时钟报文中, 通过第三方网络将时钟信息多播到 NodeB 侧的 PTN 设备。PTN 设备接收到 1588 V2 时钟报文后获取时戳, 通过计算恢复出时钟并用作系统时钟, 同时将时钟传递给 NodeB, 从而达到网络两端设备频率同步。

2.10 DCN 模式

DCN 是网络管理的一部分, 用于传送网络管理信息。OptiX PTN 1900 支持带内 DCN, 保证网络管理信息的互通。

OptiX PTN 1900 采用带内 DCN 方案, 即将网络管理信息作为净负荷, 封装在网络通道中传输, 而无需建立专用的 DCN 通道, 从而大大节省了建设 DCN 网络的成本。

OptiX PTN 1900 整机最多支持 128 路 DCN。OptiX PTN 1900 支持传送 DCN 信息的接口有:

- GE 接口
- FE 接口
- STM-1/STM-4 POS 接口
- E1 接口

 说明

- FE 电接口不建议作为组网端口使用。

3 系统结构

关于本章

从功能模块、硬件结构等方面对 OptiX PTN 1900 的系统结构进行介绍。

3.1 功能模块

OptiX PTN 1900 的功能模块包括业务处理模块、管理和控制模块、散热模块以及电源模块。

3.2 硬件结构

硬件结构介绍安装子架所需的机柜、子架结构以及子架中的各单板。

3.3 软件结构

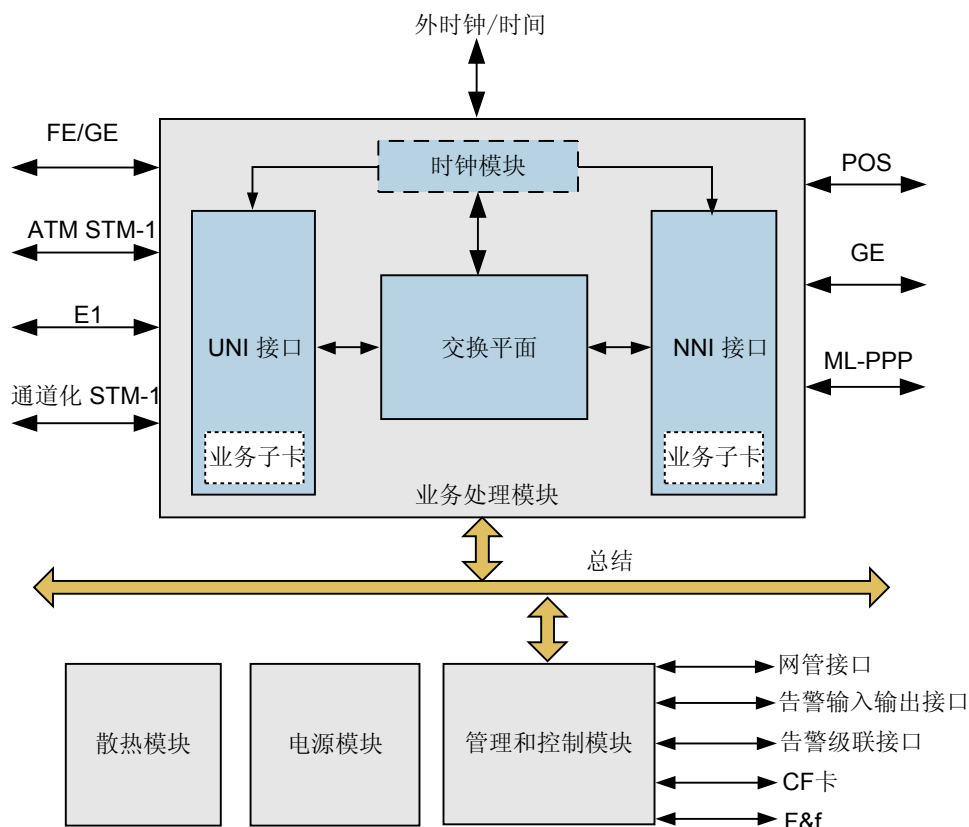
从主机软件和单板软件两方面介绍软件结构。

3.1 功能模块

OptiX PTN 1900 的功能模块包括业务处理模块、管理和控制模块、散热模块以及电源模块。

OptiX PTN 1900 的功能模块如图 3-1 所示。

图 3-1 OptiX PTN 1900 的功能模块



业务处理模块

业务处理模块包括客户接口、网络接口、时钟模块以及交换平面。

通过客户接口和网络接口，设备能够接入多种业务：

- 客户侧：E1、ATM STM-1、FE/GE 和通道化 STM-1
- 网络侧：POS STM-1/STM-4、GE、ML-PPP

通过业务子卡和对应的接口板能够接入通道化的 STM-1、ATM STM-1 以及 E1 业务。设备接入的业务信号通过交换平面进行处理。

时钟模块可以通过网络侧接口接收网络时钟，通过外时钟接口接收外部输入时钟。通过对这些时钟源择优、锁相同步后，为系统各模块提供系统时钟，并支持通过外时钟接口提供输出时钟信号。时钟模块支持处理和传递 SSM（同步状态信息）。

管理和控制模块

管理和控制模块通过系统内部总线实现单板间通信、主控和单板间通信，支持传递管理单板制造信息等功能。

模块支持带内 DCN 管理、NSF（不中断转发）等功能。

模块提供完备的管理接口和辅助接口，包括网管接口、告警输入输出接口、告警级联接口和 F&f 接口等。

散热模块

散热模块为系统提供风冷散热功能。散热模块包括风扇板、风扇框以及风扇。风扇支持智能调速功能，根据系统温度调节风扇转速。

电源模块

电源模块为各单板、风扇提供电源，并提供电源检测功能。

3.2 硬件结构

硬件结构介绍安装子架所需的机柜、子架结构以及子架中的各单板。

3.2.1 概述

OptiX PTN 1900 设备由子架和单板组成。

3.2.2 机柜类型

OptiX PTN 1900 设备可以安装在 ETSI（European Telecommunications Standards Institute）标准的 300mm 深机柜（N63E 机柜或 T63 机柜）中，或第三方的 19 英寸机柜中。

3.2.3 子架结构及槽位说明

OptiX PTN 1900 子架采用双层结构，分为处理板区、接口板区、电源板区和风扇区。

3.2.4 单板类型

单板可以分为主控、交叉、多协议处理单元、业务子卡、接口板、风扇板以及电源板。

3.2.5 单板可插槽位

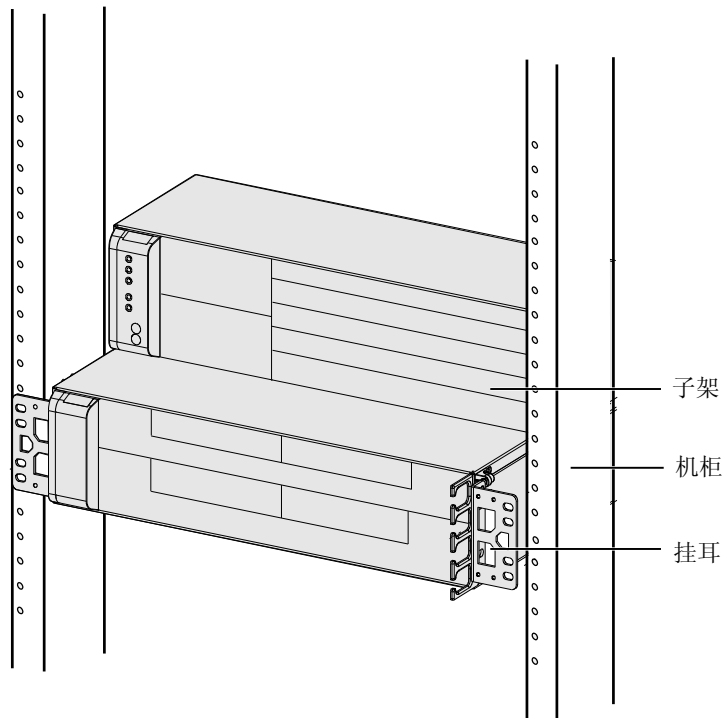
OptiX PTN 1900 一共有 11 个槽位，业务子卡必须插在 CXP 单板上。

3.2.1 概述

OptiX PTN 1900 设备由子架和单板组成。

安装在机柜中的子架如 [图 3-2](#) 所示。

图 3-2 安装在机柜中的 OptiX PTN 1900 子架



3.2.2 机柜类型

OptiX PTN 1900 设备可以安装在 ETSI (European Telecommunications Standards Institute) 标准的 300mm 深机柜 (N63E 机柜或 T63 机柜) 中, 或第三方的 19 英寸机柜中。

OptiX PTN 1900 使用的机柜如[图 3-3](#) 所示。

图 3-3 OptiX PTN 1900 使用的机柜外形



T63机柜

N63E机柜

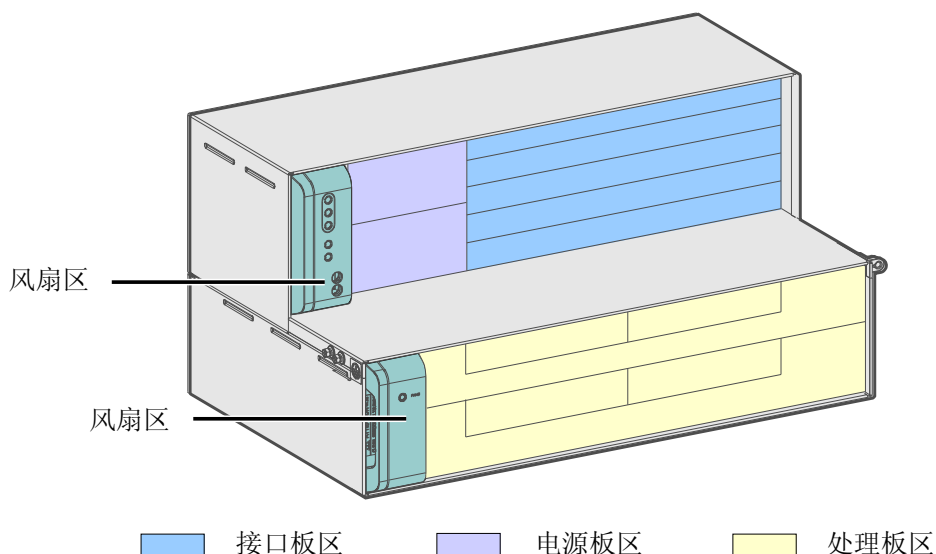
3.2.3 子架结构及槽位说明

OptiX PTN 1900 子架采用双层结构，分为处理板区、接口板区、电源板区和风扇区。

子架结构

OptiX PTN 1900 子架结构如[图 3-4](#)所示。

图 3-4 OptiX PTN 1900 子架结构图



各部分功能如下：

- 处理板区：安插主控、交叉、多协议处理单元（CXP）和业务子卡。
- 接口板区：安插接口板。
- 电源板区：安插电源板。
- 风扇区：安插风扇。

槽位分配

OptiX PTN 1900 子架分为上、下两层，上层有 8 个槽位，下层有 3 个槽位，其中槽位 1、2 各有 2 个子卡槽位。

OptiX PTN 1900 各槽位的位置如图 3-5 所示。

图 3-5 OptiX PTN 1900 子架的槽位分配图

SLOT 10 (FANA)	SLOT 8(PIU)	SLOT 3
		SLOT 4
	SLOT 9(PIU)	SLOT 5
		SLOT 6
		SLOT 7
SLOT 11 (FANB)	SLOT 1	SLOT 1-1
		SLOT 1-2
	SLOT 2	SLOT 2-1
		SLOT 2-2

处理板和接口板对应关系

处理板和接口板的槽位对应关系如表 3-1 所示。

表 3-1 OptiX PTN 1900 处理板和接口板的槽位对应关系表

处理板槽位	对应接口板槽位
slot 1-1	slots 3、4
slot 1-2	slots 5、6
slot 2-1	slots 3、4
slot 2-2	slots 5、6
slots 1、2	slots 3 ~ 7
说明 <ul style="list-style-type: none"> ● ETFC、EFF8、EFG2、AFO1 和 POD41 使用 slot 3 ~ 7 槽位。 ● ETFC 在 slot 3 槽位使用时，其最后 5 个端口不可用。 ● EFF8 或 AFO1 在 slot 3 槽位使用时，其最后 1 个端口不可用。 ● slot 1-1 和 slot 2-1 做 TPS 保护时互为保护，插入的业务子卡应为相同类型。 ● slot 1-2 和 slot 2-2 做 TPS 保护时互为保护，插入的业务子卡应为相同类型。 ● 当没有配置 MD1 的 TPS 保护时，必须将 MD1 插在 slot 1 槽位的 CXP 板上才能正常使用。 	

处理板和接口板的单板对应关系如表 3-2 所示。

表 3-2 OptiX PTN 1900 处理板和接口板的单板对应关系表

处理板	业务子卡	接口板
CXP	MD1	L75、L12
	AD1、CD1	-
	-	ETFC、EFG2、POD41、EFF8、AFO1

3.2.4 单板类型

单板可以分为主控、交叉、多协议处理单元、业务子卡、接口板、风扇板以及电源板。

OptiX PTN 1900 各类单板以及功能如表 3-3 所示。

表 3-3 单板类型及主要功能

单板分类	具体单板名称	主要功能
业务子卡	MD1、CD1、AD1	处理 E1 信号；接入并处理通道化 STM-1 和 ATM STM-1 信号。
接口板	ETFC、EFG2、POD41、L12、L75、EFF8、AFO1	接入 FE、GE、POS STM-1/STM-4ATM STM-1、和 E1 信号。
主控、交叉、多协议处理单元	CXP	作为业务处理板处理接入的业务。 完成业务调度。 提供辅助接口。 完成系统控制功能。 提供时钟、时间。
风扇板	FANA、FANB	为设备散热。
电源板	PIU	接入外部电源。
说明 CXP 板分为 TN71CXP 和 TN72CXP 两个版本。		

3.2.5 单板可插槽位

OptiX PTN 1900 一共有 11 个槽位，业务子卡必须插在 CXP 单板上。

OptiX PTN 1900 的单板可插槽位如表 3-4 所示。

表 3-4 OptiX PTN 1900 单板可插槽位

单板名称	单板描述	可插槽位	备注
CXP	主控、交叉、多协议处理单元	slots 1、2	-
PIU	电源接入单元	slots 8、9	-
FANA	接口区风扇	slot 10	-
FANB	处理区风扇	slot 11	-

单板名称	单板描述	可插槽位	备注
MD1	32 路 E1 业务子卡	slots 1-1、1-2、2-1、2-2	<ul style="list-style-type: none"> ● 需要配合 CXP、L12/L75 接口板一起使用。 ● 当没有配置 MD1 的 TPS 保护时，必须将 MD1 插在 slot 1 槽位的 CXP 板上才能正常使用。 ● 配置 TPS 保护时 slot 2-1 保护 slot 1-1，slot 2-2 保护 slot 1-2。
CD1	2 路通道化 STM-1 业务子卡	slots 1-1、1-2、2-1、2-2	需要配合 CXP 单板使用。
AD1	2 路 ATMSTM-1 业务子卡	slots 1-1、1-2、2-1、2-2	需要配合 CXP 单板使用。
AFO1	8 路 ATMSTM-1 接口板	slots 3 ~ 7	需要配合 CXP 单板使用。
ETFC	12 路 FE 电接口板	slots 3 ~ 7	需要配合 CXP 单板使用。
EFF8	8 路 FE 光接口板	slots 3 ~ 7	需要配合 CXP 单板使用。
EFG2	2 路 GE 光接口板	slots 3 ~ 7	需要配合 CXP 单板使用。
POD41	2 路 STM-4/STM-1 POS 接口板	slots 3 ~ 7	需要配合 CXP 单板使用。
L12	16 路 E1 电接口板（120 欧姆）	slots 3 ~ 6	需要配合 MD1 和 CXP 使用。
L75	16 路 E1 电接口板（75 欧姆）	slots 3 ~ 6	需要配合 MD1 和 CXP 使用。

3.3 软件结构

从主机软件和单板软件两方面介绍软件结构。

3.3.1 概述

OptiX PTN 1900 分为管理平面、控制平面、数据平面三个平面。

3.3.2 主机软件

主机软件实现管理、监视和控制网元中各单板的运行状况，同时作为网络管理系统和单板之间的通信服务单元，实现网管系统对网元的控制和管理。主机软件还对主控单元的软件加载、包加载和补丁进行管理。

3.3.3 单板软件

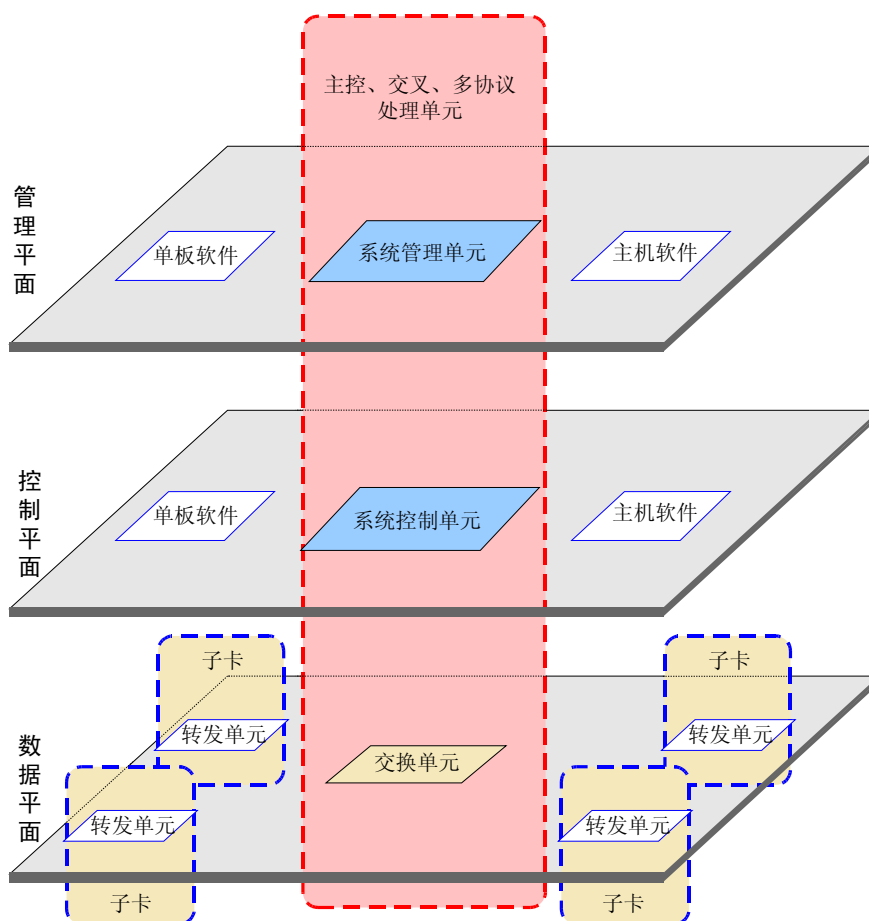
单板软件完成单板的二层交换、MPLS 报文处理以及 QoS 等功能。单板软件对各单板进行告警和性能的检测，并上报给主机软件。

3.3.1 概述

OptiX PTN 1900 分为管理平面、控制平面、数据平面三个平面。

OptiX PTN 1900 的体系结构逻辑框图如图 3-6 所示。

图 3-6 OptiX PTN 1900 的体系结构逻辑框图



管理平面

管理平面包括性能管理、故障管理、配置管理、软件管理、二层协议控制和安全管理功能等。主机软件和单板软件都属于管理平面。其中单板软件用于管理数据平面。

控制平面

控制平面由一组通信实体组成，负责完成呼叫控制和连接控制功能。通过信令完成连接的建立、释放、监测和维护，并在发生故障时自动恢复连接。主机软件和单板软件都涉及一部分控制平面。

数据平面

数据平面根据控制平面生成的转发信息，完成对业务数据的接收和转发。同时数据平面还完成对业务的控制报文检测功能，并上报给控制平面、管理平面做进一步的处理。数据平面主要由业务子卡和主控、交叉、多协议处理单元的硬件实现。

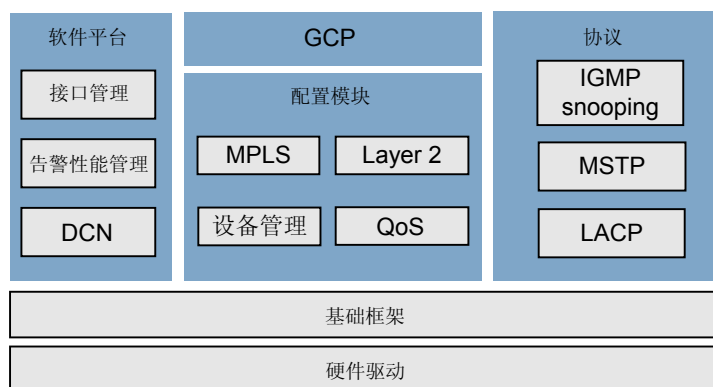
3.3.2 主机软件

主机软件实现管理、监视和控制网元中各单板的运行状况，同时作为网络管理系统和单板之间的通信服务单元，实现网管系统对网元的控制和管理。主机软件还对主控单元的软件加载、包加载和补丁进行管理。

主机软件在电信管理网中属于单元管理层，实现的功能包括网元功能，部分协调功能，网络单元层的操作系统功能。由数据通信功能完成网元与其他构件（包括设备、网管、其他网元等）的通信功能。

OptiX PTN 1900 的主机软件如图 3-7 所示。

图 3-7 OptiX PTN 1900 的主机软件



软件平台

包括接口管理模块、告警和性能管理模块、DCN 模块。

接口管理模块：将来自不同类型终端的不同形式的命令，分解、转换成相同形式的内部命令。

告警和性能管理模块：提供对当前告警的自动上报与查询、历史告警的存储与查询、事件上报和系统日志管理。

DCN 模块：处理 DCN 通信报文，完成与网管和其他网元的通信。

GCP

提供统一的静态或动态 MPLS 标签分配机制；提供与动态业务创建相关的路由信令协议及选路算法，及与传送平面邻居自动发现相关的 LMP 协议。

配置模块

配置模块包括设备管理、QoS 等子模块，其功能包括：

- 负责整个网元的配置管理，包括业务管理、设备管理、资源管理、协议配置代理
- 负责被管理对象的告警、性能的属性设置和查询
- 负责性能数据查询和自动上报
- 负责板间告警抑制及指定对象的告警查询
- 负责持久存储配置数据
- 提供二层交换、MPLS 和 IP 报文处理以及 QoS 功能。

协议

IGMP Snooping 模块：二层组播协议，提供二层组播功能。

MSTP 模块：多生成树协议，提供消除环路、链路备份以及基于 VLAN 的链路负载均衡功能。

LACP（Link Aggregation Control Protocol）模块：实现线性增加带宽、链路备份、负载分担功能。

基础框架

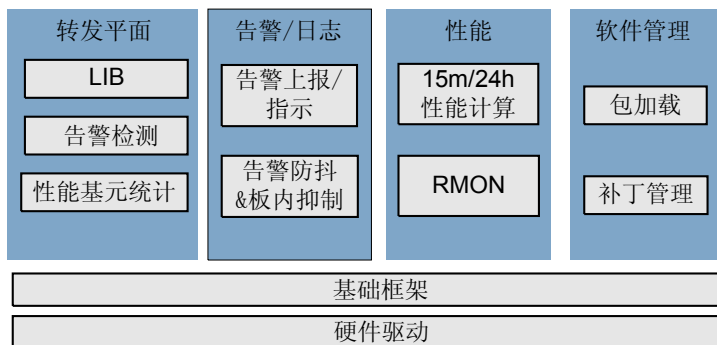
提供基本的平台内核和系统支撑。例如：单板管理、分布式消息管理、日志管理等。

3.3.3 单板软件

单板软件完成单板的二层交换、MPLS 报文处理以及 QoS 等功能。单板软件对各单板进行告警和性能的检测，并上报给主机软件。

OptiX PTN 1900 的单板软件如图 3-8 所示。

图 3-8 OptiX PTN 1900 的单板软件



- 转发平面完成告警检测和性能统计功能。
- 告警/日志模块完成告警上报和抑制功能。
- 性能模块完成性能统计功能和 RMON 功能。

4 业务简介

关于本章

以下介绍设备的主要业务。

4.1 概述

OptiX PTN 1900 支持 L2VPN 和 L3VPN 业务、以太网业务、ATM 业务和 CES 业务。本节结合 OptiX PTN 1900 的业务模型介绍各种业务在 OptiX PTN 1900 中的处理过程。

4.2 以太网业务

OptiX PTN 1900 支持多种形态的以太网业务，提供了完善的 L2VPN 解决方案。

4.3 ATM 业务

OptiX PTN 1900 在以包交换为核心的传送网络中，提供 ATM 仿真业务。

4.4 CES 业务

CES 电路仿真技术在分组传送网络上实现 TDM 电路交换数据的业务透传。OptiX PTN 1900 支持对 TDM E1 业务和通道化 STM-1 业务的仿真透传。

4.5 L3VPN 业务

OptiX PTN 1900 支持基于 BGP/MPLS (RFC 4364) 的 L3VPN (Layer3 Virtual Private Network) 业务，提供了完善的 L3VPN 解决方案。

4.1 概述

OptiX PTN 1900 支持 L2VPN 和 L3VPN 业务、以太网业务、ATM 业务和 CES 业务。本节结合 OptiX PTN 1900 的业务模型介绍各种业务在 OptiX PTN 1900 中的处理过程。

4.1.1 业务模型

根据对接设备的不同，PTN 设备的业务在 UNI (User-Network Interface) 侧和 NNI (Network-Network Interface) 侧具有不同的层次模型。

4.1.2 业务处理过程

本节结合 PTN 业务模型分别介绍以太网业务、ATM 业务和 CES 业务在 OptiX PTN 1900 中的处理过程。

4.1.1 业务模型

根据对接设备的不同，PTN 设备的业务在 UNI (User-Network Interface) 侧和 NNI (Network-Network Interface) 侧具有不同的层次模型。

OptiX PTN 1900 采用基于 MPLS 的 PWE3 模型处理以太网业务、ATM 业务和 CES 业务。

OptiX PTN 1900 采用 BGP/MPLS 模型处理 L3VPN 业务。

基本概念

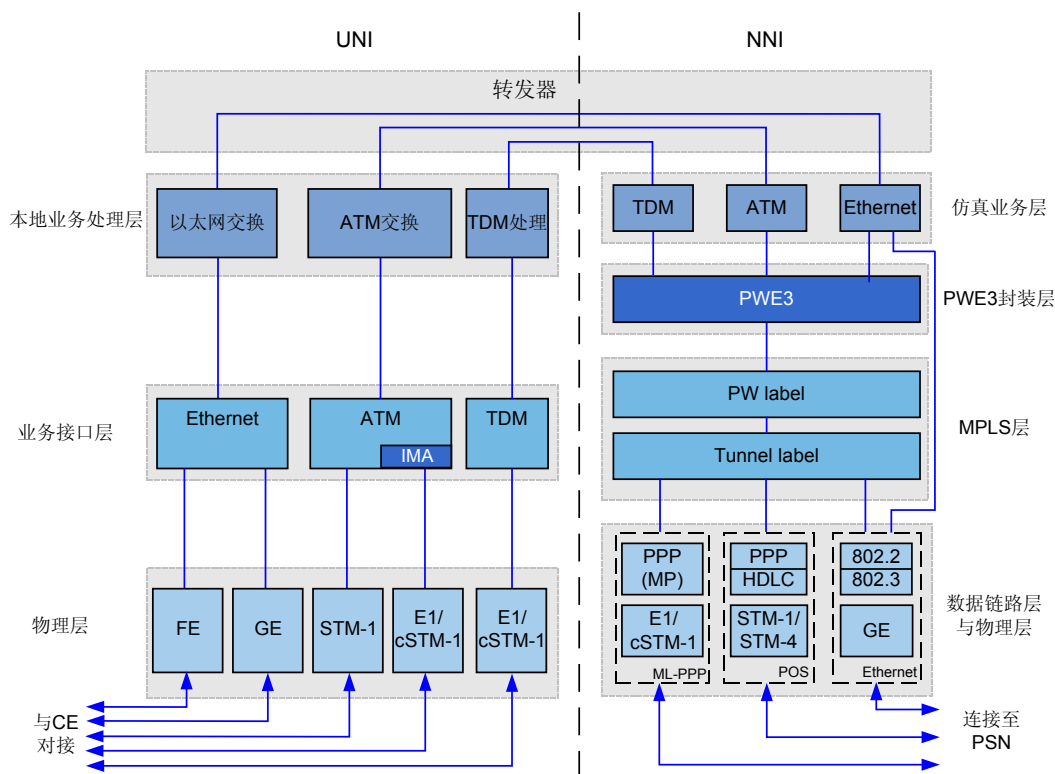
相关的基本概念包括：CE、PE、P 和 Site。

- CE (Customer Edge)：用户网络边缘设备，有接口直接与服务提供商 SP (Service Provider) 网络相连。CE 可以是路由器或交换机，也可以是一台主机。通常情况下，CE 不需要支持 MPLS。
- PE (Provider Edge)：服务提供商边缘路由器，是服务提供商网络的边缘设备，与 CE 直接相连。
- P (Provider)：服务提供商网络中的骨干路由器，不与 CE 直接相连。P 设备只需要具备基本 MPLS 转发能力。
- Site：指相互之间具备 IP 连通性的一组 IP 系统，并且，这组 IP 系统的 IP 连通性不需通过服务提供商网络实现。site 通过 CE 连接到服务提供商网络，一个 site 可以包含多个 CE，但一个 CE 只属于一个 site。

基于 MPLS 的 PWE3 模型

OptiX PTN 1900 作为 PE 设备时，其基于 MPLS 的 PWE3 业务模型如图 4-1 所示。

图 4-1 基于 MPLS 的 PWE3 模型



UNI 侧与用户设备（CE）对接，负责将用户业务接入 PSN 网络。业务模型 UNI 侧各层次的功能如下：

- 物理层

物理层提供 PTN 设备与传输媒介（如电缆、光纤）之间的接口。

 - 在 CE->PE 方向，物理层处理由用户设备送来的物理信号（电信号或光信号），从中提取信息，送往业务接口层。
 - 在 PE->CE 方向，物理层接收由业务接口层送来的信息，转换成适合在传输媒介上传输的信号，通过物理通道发往用户设备。
- 业务接口层
 - 在 CE->PE 方向，业务接口层接收物理层上送的信息，区分业务类型，并发往相应的本地业务处理层进行处理。
 - 在 PE->CE 方向，业务接口层接收由本地业务处理层送来的业务信号，选择合适的物理通道类型将数据送往物理层。
- 本地业务处理层

本地业务处理层按照用户的要求，对不同业务进行相应处理。

NNI 侧与 PSN 设备对接，完成用户业务在 PSN 网络中的传输。业务模型 NNI 侧各层次的功能如下：

- 仿真业务层

仿真业务层对应于将要被封装入 PW 的净荷。一条仿真业务对应于一条 PW。这是一个抽象的逻辑层次，PTN 设备在此层次不进行具体操作。

- PWE3 封装层
PWE3 封装层针对不同的仿真业务采用各自的封装方式，统一封装成 PWE3 报文，或者从 PWE3 报文中解封装出不同的仿真业务。
- MPLS 层
MPLS 层包括两层 MPLS 标签：
 - 外层 MPLS 标签为 Tunnel（隧道）标签，用于在业务两端的 PE 站点之间建立和维护一条穿越 MPLS 网络的 Tunnel，以便承载 PW。
 - 内层 MPLS 标签为 PW 标签，用于在同一 Tunnel 中区分不同的 PW。
- 数据链路层与物理层
数据链路层与物理层作为 MPLS 的承载层，为 MPLS 层提供传输数据的链路。OptiX PTN 1900 支持以下网络侧链路类型：
 - 以太网链路（GE 接口）
 - POS 链路（STM-1/STM-4 接口）
 - ML-PPP 链路（E1 接口或通道化 STM-1 接口）

UNI 与 NNI 之间的转发器将 UNI 侧经过本地处理后的业务和 NNI 侧的仿真业务进行相互转发。

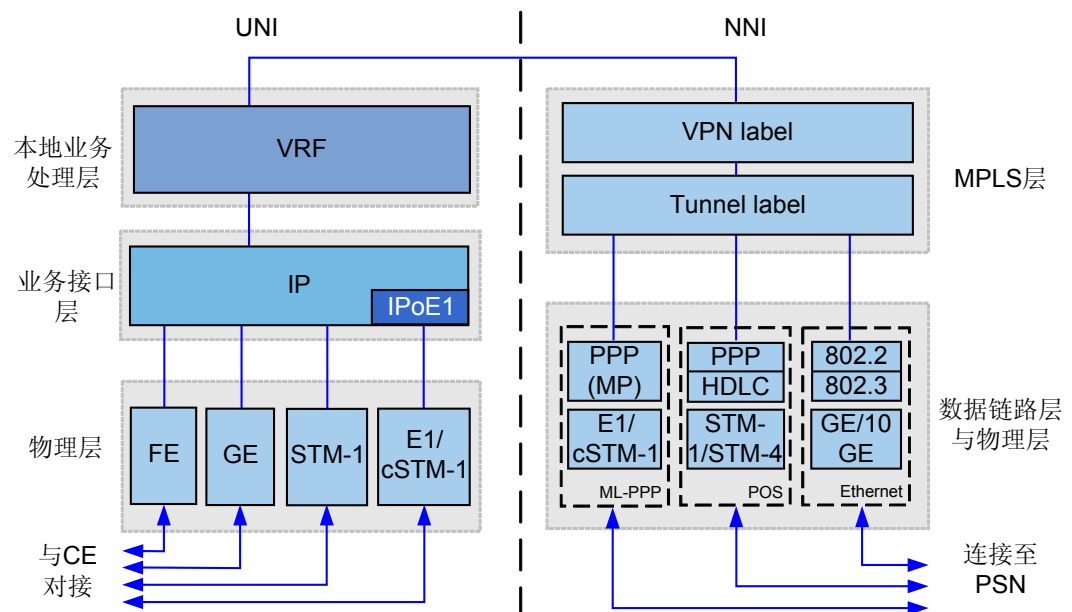
 说明

OptiX PTN 1900 不建议采用 FE 电接口的以太网链路作为网络侧链路。

BGP/MPLS 模型

OptiX PTN 1900 作为 PE 设备时，其 BGP/MPLS 业务模型如图 4-2 所示。

图 4-2 BGP/MPLS 模型



UNI 侧与用户设备（CE）对接，负责将用户的 L3VPN 业务接入公共 PSN 网络。BGP/MPLS 模型 UNI 侧各层次的功能如下：

- 物理层
物理层提供 PTN 设备与传输媒介（如电缆、光纤）之间的接口。
 - 在 CE->PE 方向，物理层处理由用户设备送来的物理信号（电信号或光信号），从中提取信息，送往业务接口层。
 - 在 PE->CE 方向，物理层接收由业务接口层送来的信息，转换成适合在传输媒介上传输的信号，通过物理通道发往用户设备。
- 业务接口层
 - 在 CE->PE 方向，业务接口层接收物理层上送的信息，提取 IP 报文，并发往相应的 VRF（VPN Routing and Forwarding table）进行处理。
 - 在 PE->CE 方向，业务接口层接收由 VRF 送来的业务信号，选择合适的物理通道类型将数据送往物理层。
- 本地业务处理层
在设备的本地业务处理层，每一个 L3VPN 的业务都由各自独立的 VRF 进行处理。VRF 完成以下功能：
 - 根据本 VPN 的路由表对本 VPN 各业务端口（包括 UNI 端口和 NNI 端口）的 IP 报文进行转发。
 - 通过运行与 CE 相同的路由协议，完成与 CE 设备之间的路由同步更新。
 - 通过 MP-BGP（Multi-protocol Extensions for Border Gateway Protocol）协议，完成 VPN 的私网路由在同一 VPN 内所有 PE 设备上的同步更新。

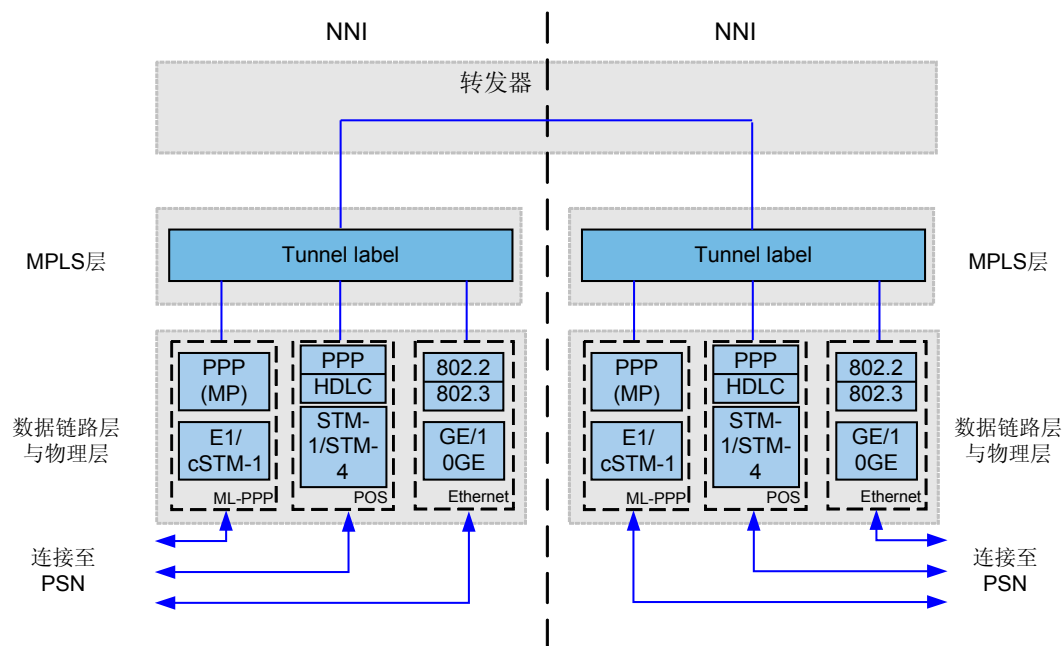
NNI 侧与 PSN 设备对接，完成 L3VPN 业务在公共 PSN 网络中的传输。BGP/MPLS 模型 NNI 侧各层次的功能如下：

- MPLS 层
MPLS 层包括两层 MPLS 标签：
 - 内层 MPLS 标签为 VPN 标签，用于在 PE 设备上区分该业务所属的不同 VPN。
 - 外层 MPLS 标签为 Tunnel（隧道）标签，用于在业务两端的 PE 站点之间建立和维护一条穿越 MPLS 网络的 Tunnel，以便承载 L3VPN 业务。
- 数据链路层与物理层
数据链路层与物理层作为 MPLS 的承载层，为 MPLS 层提供传输数据的链路。OptiX PTN 1900 支持以下网络侧链路类型：
 - 以太网链路（FE 接口或 GE 接口）
 - 通道化 STM-1 链路
 - ML-PPP 链路（E1 接口）

P 设备的业务模型

OptiX PTN 1900 作为 P 设备时，其业务模型如图 4-3 所示。

图 4-3 OptiX PTN 1900 业务模型



NNI 侧与 PSN 设备对接，完成业务在公共 PSN 网络中的传输。

只具有 MPLS 转发功能，OptiX PTN 1900 对于进入的 Tunnel label 根据 MPLS 标签转发表进行 MPLS 转发。

4.1.2 业务处理过程

本节结合 PTN 业务模型分别介绍以太网业务、ATM 业务和 CES 业务在 OptiX PTN 1900 中的处理过程。

以太网业务处理过程

在 UNI 侧的物理层，OptiX PTN 1900 支持通过以下物理接口与用户设备对接，接入以太网业务：

- FE
- GE

UNI 侧的业务接口层：

- 在 CE->PE 方向，接收物理层上送的信号，提取以太网帧，发往本地业务处理层的以太网交换模块进行处理。
- 在 PE->CE 方向，接收由本地业务处理层的以太网交换模块送来的以太网帧，发往对应的以太网物理通道。

在 UNI 侧的本地业务处理层，按照用户的要求进行以下处理：

- 处理以太网帧中的一层 VLAN 标签（添加一层标签、剥离一层标签或交换一层标签）。
- 进行流分类、拥塞管理等 QoS 处理。

- 进行接入权限控制（ACL）。
- 进行 IEEE 802.1ag 或 IEEE 802.3ah 的以太网 OAM 处理。

UNI 与 NNI 之间的转发器，在 UNI 侧的以太网业务与 NNI 侧对应的 PW 之间进行相互转发。转发器可以采用以下两种方式确定以太网业务对应的 PW：

- 接入以太网业务的端口
- 接入以太网业务的端口+以太网报文的 VLAN ID

NNI 侧的仿真业务层对应着将要被封装入 PW 的净荷。这是一个抽象的逻辑层次，不进行具体操作。

NNI 侧的 PWE3 封装层在一个以太网帧上加上 PW 控制字，形成一个 PW PDU（Protocol Data Unit）。

在 NNI 侧的 MPLS 层，OptiX PTN 1900 通过两层标签区分承载业务的 PW 和承载 PW 的 Tunnel。

在 NNI 侧的数据链路层和物理层，完成 MPLS 报文在不同链路上的承载和传送。

说明

在 NNI 侧，以太网业务也可以不采用 MPLS 标签技术，而是采用 QinQ 承载，利用 C-VLAN 和 S-VLAN 两层标签代替 MPLS 标签。

在 NNI 侧，以太网业务也可以不采用 PWE3 封装和 MPLS 标签技术，而是直接承载在一个以太网物理端口上。此时，这个以太网端口将被此业务独占。

ATM 业务处理过程

在 UNI 侧的物理层，OptiX PTN 1900 支持通过以下物理接口与用户设备对接，接入 ATM 业务：

- STM-1
- 通道化 STM-1（采用 IMA 适配）
- E1（采用 IMA 适配）

UNI 侧的业务接口层：

- 在 CE->PE 方向，接收物理层上送的信号，提取 ATM 信元，发往本地业务处理层的 ATM 交换模块进行处理。
- 在 PE->CE 方向，接收由本地业务处理层的 ATM 交换模块送来的 ATM 信元，发往对应的物理通道。

在 UNI 侧的本地业务处理层，按照用户的要求进行以下处理：

- 进行 VP 交换。
- 进行 VC 交换。
- 进行 ATM OAM 处理。

UNI 与 NNI 之间的转发器，在 UNI 侧的 ATM 业务与 NNI 侧对应的 PW 之间进行相互转发。转发器可以采用以下方式确定 ATM 业务对应的 PW：

- VCC
- VPC

NNI 侧的仿真业务层对应着将要被封装入 PW 的净荷。这是一个抽象的逻辑层次，不进行具体操作。

在 NNI 侧的 PWE3 封装层，可以采用以下两种模式将 ATM 信元封装入 PW PDU (Protocol Data Unit)。

- 将一个 ATM 信元封装为一个 PW PDU。
- 将 N (N≤31) 个 ATM 封装为一个 PW PDU。这种情况也称为 ATM 信元级联。

在 NNI 侧的 MPLS 层，OptiX PTN 1900 通过两层标签区分承载业务的 PW 和承载 PW 的 Tunnel。

在 NNI 侧的数据链路层和物理层，完成 MPLS 报文在不同链路上的承载和传送。

CES 业务处理过程

在 UNI 侧的物理层，OptiX PTN 1900 支持通过以下物理接口与用户设备对接，接入 CES 业务：

- 通道化 STM-1
- E1

UNI 侧的业务接口层：

- 在 CE->PE 方向，接收物理层上送的信号，提取 TDM 业务，发往本地业务处理层的 TDM 处理模块进行处理。
- 在 PE->CE 方向，接收由本地业务处理层的 TDM 处理模块送来的 TDM 业务，发往对应的物理通道。

在 UNI 侧的本地业务处理层，按照用户的要求进行以下处理：

- 进行通道化 STM-1 与 E1 信号的复用与解复用。
- 对通道化 STM-1 信号进行 E1 (VC-12) 颗粒的调度。

UNI 与 NNI 之间的转发器，在 UNI 侧的 TDM 业务与 NNI 侧对应的 PW 之间进行相互转发。转发器可以采用以下两种方式确定 TDM 业务对应的 PW：

- 接入 TDM 业务的 E1 端口
- 接入 TDM 业务的通道化 STM-1 端口及 VC-12 时隙号

NNI 侧的仿真业务层对应着将要被封装入 PW 的净荷。这是一个抽象的逻辑层次，不进行具体操作。

在 NNI 侧的 PWE3 封装层，可以采用以下两种模式将 TDM 业务封装入 PW PDU (Protocol Data Unit)：

- 非结构化封装。此时被仿真的 E1 信号被视为比特流。不管被仿真的 E1 信号是否具有时隙结构，PTN 设备都不识别其中的时隙结构。
- 结构化封装。此时被仿真的 E1 信号被视为由 64kbit/s 时隙构成的结构化比特流，其中的 64kbit/s 时隙对于 PTN 设备来说是可见的。

在 NNI 侧的 MPLS 层，OptiX PTN 1900 通过两层标签区分承载业务的 PW 和承载 PW 的 Tunnel。

在 NNI 侧的数据链路层和物理层，完成 MPLS 报文在不同链路上的承载和传送。

4.2 以太网业务

OptiX PTN 1900 支持多种形态的以太网业务，提供了完善的 L2VPN 解决方案。

VPN（Virtual Private Network）即指利用公共网络构建的私人专用网络。L2VPN 就是基于链路层技术实现的 VPN。在公共网络上组建的 VPN 可以跟企业现有的私有网络一样提供安全性、可靠性和可管理性。

对于服务提供商而言，向企业提供 VPN 这种增值服务，可以充分利用现有网络资源，提高业务量，同时也加强了与企业的长期合作关系。

对于 VPN 用户而言，使用 VPN 可以缩减网络租赁费用，降低运维负担。VPN 组网的灵活性，也给企业的网络管理带来便利。同时随着网络安全和加密技术的发展，也使得通过公用网络传输私有数据的安全性得到保证。

业务形态

OptiX PTN 1900 提供的以太网业务主要有三种形态：

- 点对点的业务，即 E-Line 业务
- 多点对多点的业务，即 E-LAN 业务
- 多点对点双向汇聚业务，即 E-Aggr 业务

以太网业务支持进行流分类、带宽控制等 QoS 处理。

ITU-T、IETF 和 MEF 等标准化组织从各自的角度出发对 L2 以太网业务定义了各自的模型框架，如表 4-1 所示。本文采用 MEF 的定义。

表 4-1 各标准关于 L2 以太网业务定义的对比

业务类型		业务复用 (接入 侧)	传送隧道 (网络 侧)	IETF 模型	ITU-T 模型	MEF 模 型
点 对 点 业 务	Line	物理隔离	物理隔离	-	EPL	E-Line
	Virtual Line	物理隔离	VLAN	-	EVPL	
			MPLS	VPWS		
		VLAN	物理隔离	-		
			VLAN	-		
MPLS	VPWS					
多 点 对 多 点 业 务	LAN	物理隔离	物理隔离	-	EPLAN	E-LAN
	Virtual LAN	VLAN	物理隔离	-	EVPLAN	
			S-VLAN	-		
MPLS	VPLS					

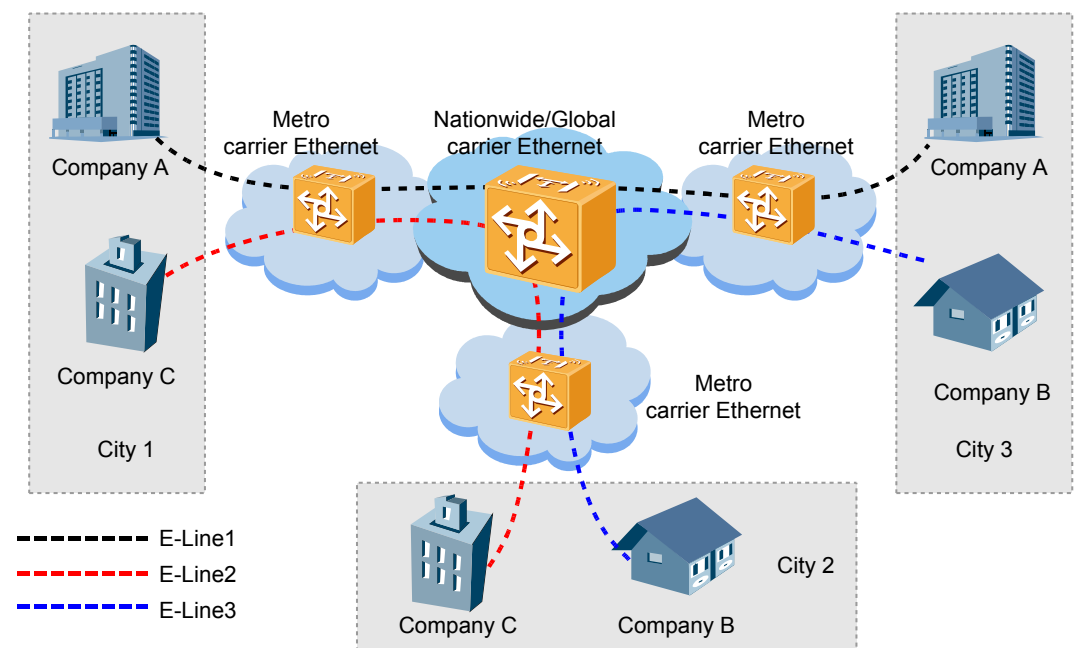
业务类型	业务复用 (接入 侧)	传送隧道 (网络 侧)	IETF 模型	ITU-T 模型	MEF 模 型
	S-VLAN	B-MAC B-VLAN	-		

E-Line 业务示例

图 4-4 所示为 PTN 产品提供的 E-Line 业务示例。

A 公司在 City1 和 City3 两地有分部，B 公司在 City2 和 City3 两地有分部，C 公司在 City1 和 City2 两地有分部。A、B、C 公司的异地分部间分别有数据通信的需求。PTN 产品可以分别为 A、B、C 公司提供专线业务，满足其通信需求，同时保证其业务数据完全隔离。

图 4-4 E-Line 业务示例



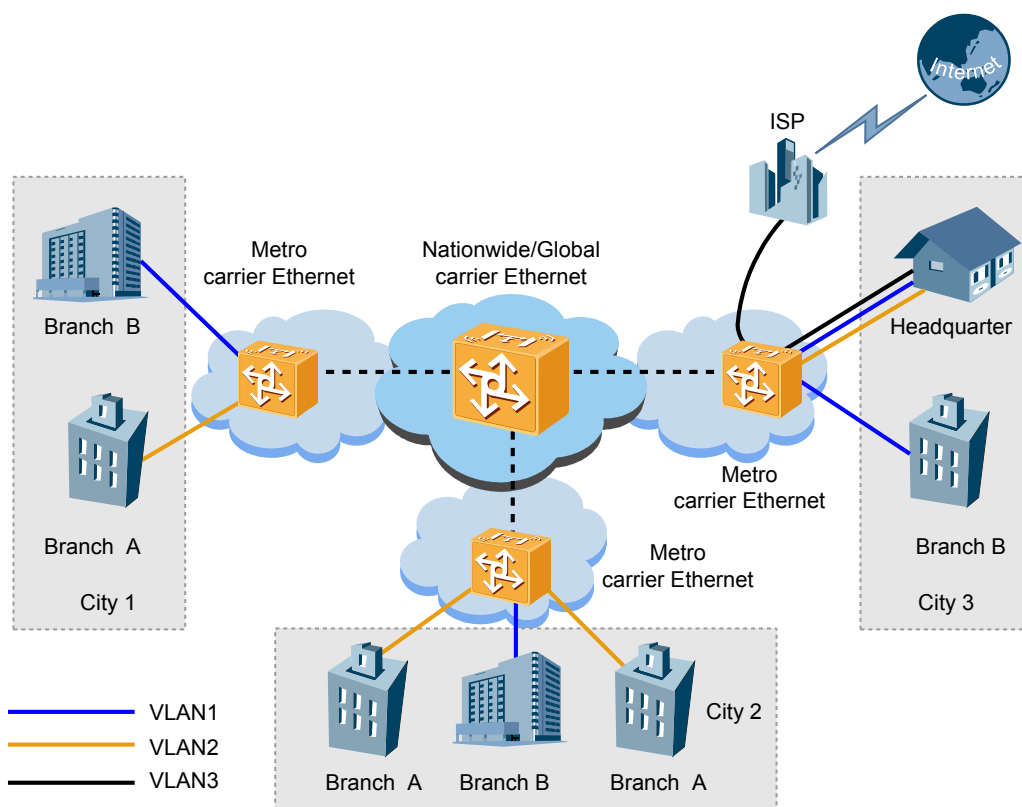
E-LAN 业务示例

图 4-5 所示为 PTN 产品提供的 E-LAN 业务示例。

Z 公司的总部在 City3。Z 公司在 City1, City2 建有部门 A，在 City1, City2, City3 建有部门 B。部门 A, B 之间无业务往来，需要进行数据隔离；总部与各部门之间有通信需求，同时总部还有接入 Internet 网络的需求。

通过 PTN 产品为 Z 公司提供 E-LAN 服务，用不同的 VLAN 标识不同部门的业务数据，以达到部门内的数据互通和部门间的数据隔离。总部的上网数据也通过 VLAN 与内部的业务数据隔离。

图 4-5 E-LAN 业务示例

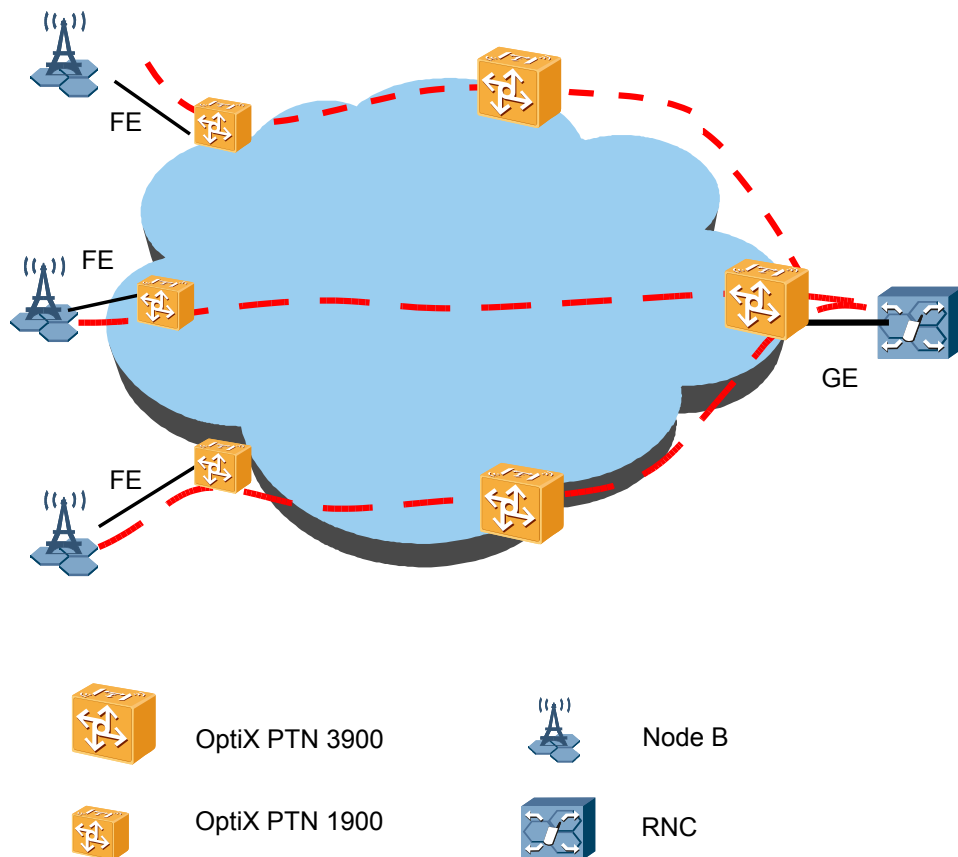


E-Aggr 业务示例

E-Aggr 是一种多点到点的双向汇聚业务。图 4-6 所示为 PTN 产品提供的 E-Aggr 业务示例。

某移动运营商建设 3G 网络，需要将各 NodeB 的业务汇聚并传送至 RNC 处。各 NodeB 与 RNC 之间的数据被当作一条业务处理，在汇聚节点设定总的带宽保证 QoS 等参数。

图 4-6 E-Aggr 业务示例



4.3 ATM 业务

OptiX PTN 1900 在以包交换为核心的传送网络中，提供 ATM 仿真业务。

OptiX PTN 1900 在源节点接入 ATM 业务，将 ATM 信元封装在 PW 中传送至宿节点，再还原出 ATM 信元，完成 ATM 业务的仿真。OptiX PTN 1900 支持的 ATM 信元流映射入 PW 的方式有：

- 1:1 VCC (Virtual Channel Connection) 映射方式，即将 1 个 VCC 映射到 1 个 PW。
- N:1 VCC 映射方式，即将 N ($N \leq 32$) 个 VCC 映射到 1 个 PW。
- 1:1 VPC (Virtual Path Connection) 映射方式，即将 1 个 VPC 映射到一个 PW。
- N:1 VPC 映射方式，即将 N ($N \leq 32$) 个 VPC 映射到一个 PW。

OptiX PTN 1900 可以接入 IMA 业务，支持：

- 查询 IMA 链路状态。
- 向 IMA 组添加通道化 STM-1 的 VC12 链路 (CD1 板) 或 E1 链路。
- 从 IMA 组删除通道化 STM-1 的 VC12 链路 (CD1 板) 或 E1 链路。

OptiX PTN 1900 支持的 ATM 规格为：

- 最多支持 1k 条 ATM 业务（远端业务）和最多 512 条 ATM 业务（本地业务），每个光口支持 512 条 ATM 业务。
- 最多支持 2k 条 ATM 连接（远端业务）和最多 1k 条 ATM 连接（本地业务），每个光口支持 1K 条 ATM 连接。

OptiX PTN 1900 支持的 IMA 规格为：

- CD1 单板最多支持 64 个 IMA 组。
- MD1 单板最多支持 32 个 IMA 组。
- 每个 IMA 组最多包含 32 条 E1 链路或 32 条通道化 STM-1 的 VC12 通道。

ATM 业务支持对 ATM 流量的业务类型、流量带宽进行 QoS 配置。

4.4 CES 业务

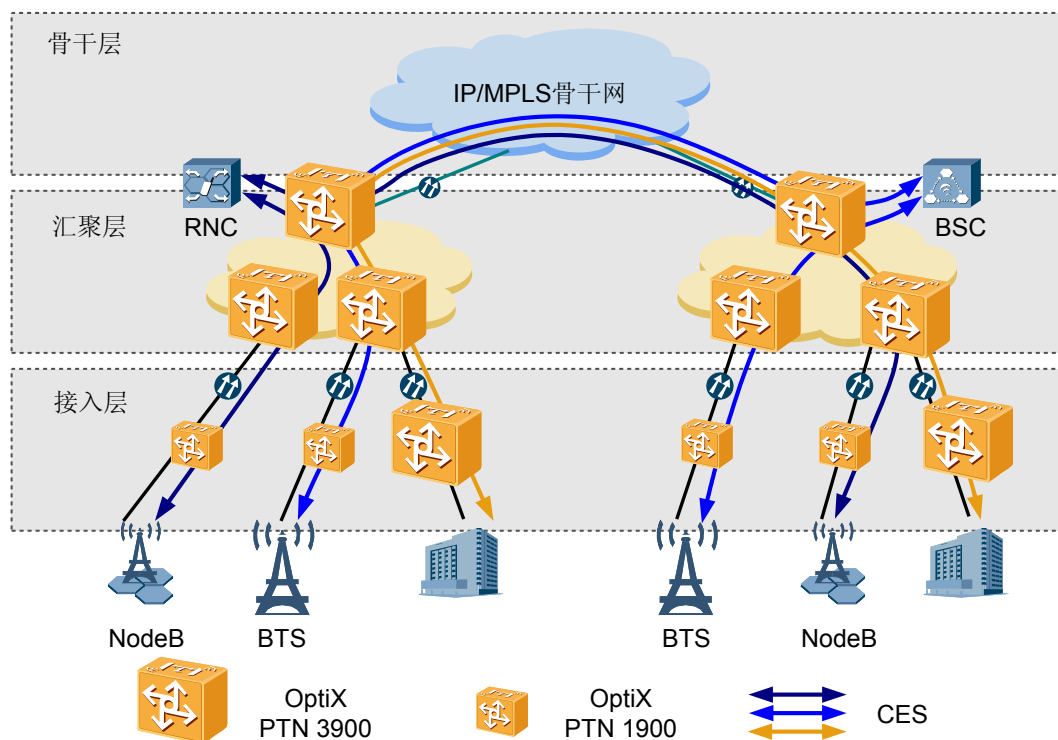
CES 电路仿真技术在分组传送网络上实现 TDM 电路交换数据的业务透传。OptiX PTN 1900 支持对 TDM E1 业务和通道化 STM-1 业务的仿真透传。

应用模型

OptiX PTN 1900 使用 PWE3 技术实现 CES 业务。

CES 业务主要应用在无线业务和企业专线业务中。2G/3G 站点或企业专线通过 E1/通道化 STM-1 线路接入 PTN 设备，设备再将 E1 信号切片封装到数据包中，通过 PW 在城域网传送网中传送到对端，如图 4-7 所示。

图 4-7 CES 业务应用模型



仿真模式

OptiX PTN 1900 支持结构化仿真模式和非结构化仿真模式的 CES 业务。

结构化仿真模式即 CESoPSN (Structure-aware TDM Circuit Emulation Service over Packet Switched Network)，在此模式下：

- 设备感知 TDM 电路中的帧结构、定帧方式、时隙信息。
- 设备会处理 TDM 帧中的开销，并将净荷提取出来，然后将各路时隙按一定顺序放到分组报文的净荷中，因此在报文中每路业务是固定可见的。

非结构化仿真模式即 SAToP (Structure-Agnostic TDM over Packet)，在此模式下：

- 设备不感知 TDM 信号中的任何结构，而将 TDM 信号看成恒定速率的比特流，对整个 TDM 信号进行仿真。
- TDM 信号中的开销和净荷都被透明传输。

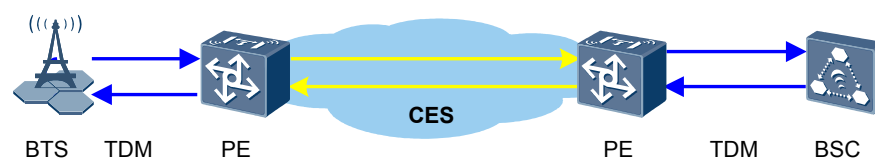
在结构化仿真模式下，OptiX PTN 1900 可感知 TDM 信号中的 E1 结构，提供 TDM E1 信号中的空闲 64Kbit/s 时隙压缩功能，节省传输带宽。

业务时钟

TDM 业务对时钟同步要求很高，OptiX PTN 1900 支持重定时同步方式。

重定时同步方式中，网络中的 PE 设备系统时钟全网同步。PE 设备的系统时钟作为业务发送时钟（重定时）。BTS 系统时钟同步于 PE 侧发送来的业务时钟，从而实现所有 PE、CE 的同步，进而保证了所有 CE、PE 的 TDM 业务发送时钟都是同步的。如图 4-8 所示。

图 4-8 CES 业务时钟的重定时同步方式



4.5 L3VPN 业务

OptiX PTN 1900 支持基于 BGP/MPLS (RFC 4364) 的 L3VPN (Layer3 Virtual Private Network) 业务，提供了完善的 L3VPN 解决方案。

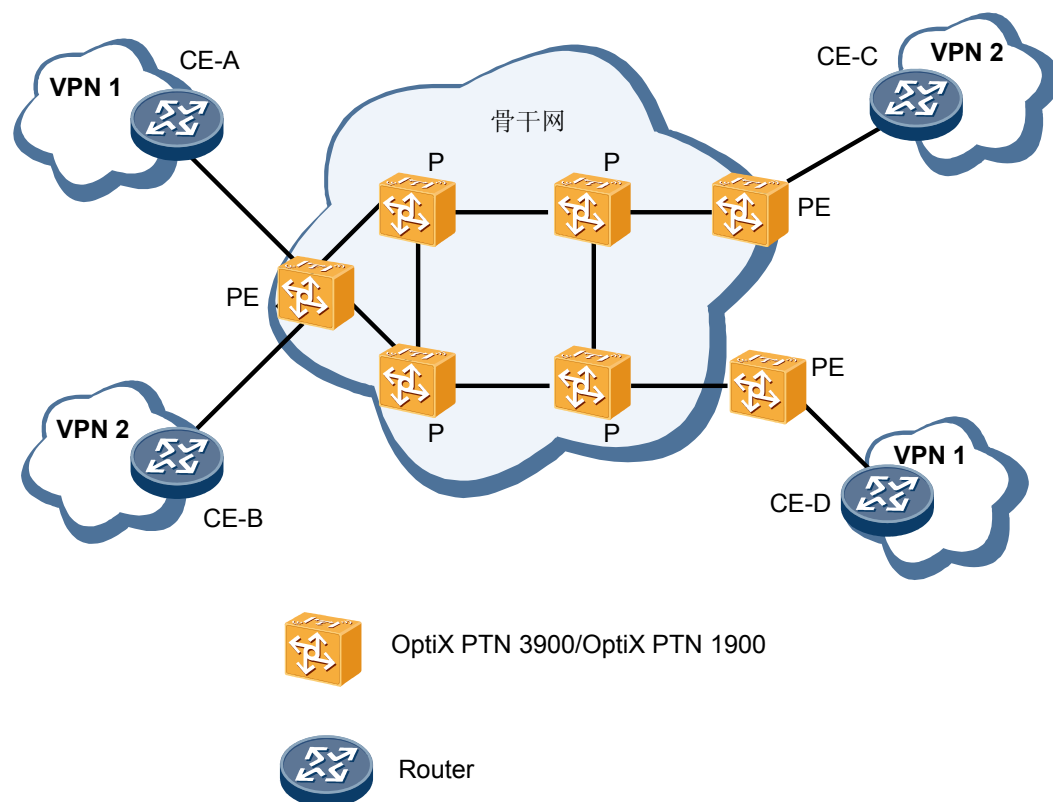
基本概念

BGP/MPLS L3VPN 是 PPVPN (Provider Provisioned VPN) 中一种基于 PE 的 L3VPN 技术。它使用 BGP 在服务提供商骨干网上发布 VPN 路由，使用 MPLS 在服务提供商骨干网上转发 VPN 报文。

BGP/MPLS L3VPN 组网方式灵活、可扩展性好，并能够方便地支持 MPLS QoS 和 MPLS TE，因此得到越来越多的应用。

BGP/MPLS L3VPN 的应用示意如图 4-9 所示。

图 4-9 BGP/MPLS L3VPN 的组网应用



路由扩散

路由是三层 IP 转发的基础，路由的扩散与区分也是 L3VPN 方案需解决的一个核心问题。

PTN 设备的 BGP/MPLS L3VPN 解决方案支持以下路由机制：

- 支持与 CE 设备共同运行 OSPF（Open Shortest Path First）、RIP（Routing Information Protocol）和 E-BGP 路由协议，完成与 CE 的 VPN 路由扩散。
- 支持通过 MP-BGP 协议完成同一 VPN 各 PE 之间的 VPN 路由扩散。
- PTN 设备之间采用 IS-IS 路由协议组网。

业务转发

BGP/MPLS L3VPN 利用 MPLS 技术，通过两层 MPLS 标签实现业务报文的转发。在与 CE 相连接的 PE 设备上，通过内层 MPLS 标签来区分业务报文所属的 VPN。在穿越公共 PSN 网络时，通过外层 MPLS 标签完成业务报文在公共 PSN 网络中的转发。

如图 4-10 所示，VPN 2 中的 CE-C 有 IP 报文需传送到与 CE-B 相连的子网中。其报文转发过程请参见表 4-2。

图 4-10 BGP/MPLS L3VPN 的业务报文转发示意图

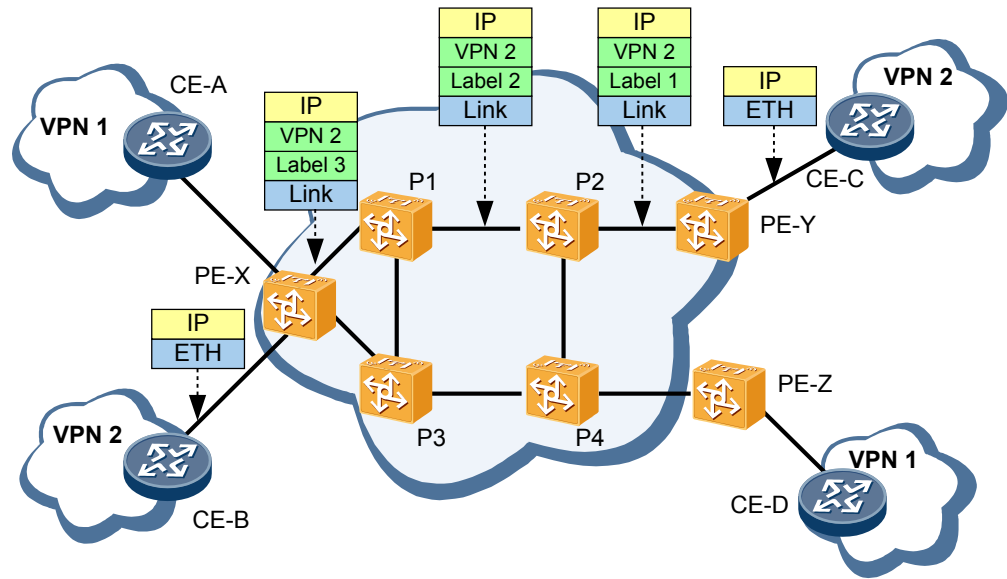


表 4-2 BGP/MPLS L3VPN 业务报文转发过程示例

网元	动作	描述	标签栈
CE-C	发送 IP 报文	目的 IP 地址为与 CE-B 相连的 VPN 2 中的主机。该 IP 报文通过以太网链路发送给 PE-Y。	IP ETH
PE-Y	提取 IP 报文	从与 CE-C 相连的以太网链路上提取出 IP 报文。	IP
PE-Y	判断所属 VPN	通过以太网端口判断是 VPN 2 的业务，给 IP 报文加上一层 VPN 2 对应的 MPLS 私网标签。	IP VPN 2
PE-Y	路由并转发	查找 VPN 2 对应的 VRF (Virtual Routing and Forwarding) 表，获知需将该报文转发到 PE-Y 与 PE-X 间的 Tunnel 上。给报文加上一层该 Tunnel 对应的 MPLS 标签 Label 1。	IP VPN 2 Label 1 Link
P2	MPLS 转发	提取报文中的外层 MPLS 标签，查找 MPLS 转发表，将其转发到与 P1 相连的链路上，并将外层标签交换为 Label 2。	IP VPN 2 Label 2 Link
P1	MPLS 转发	提取报文中的外层 MPLS 标签，查找 MPLS 转发表，将其转发到与 PE-X 相连的链路上，并将外层标签交换为 Label 3。	IP VPN 2 Label 3 Link

网元	动作	描述	标签栈
PE-X	判断所属 VPN	提取 P1 转发来的 MPLS 报文，剥离两层 MPLS 标签，并通过内层标签判断报文属于 VPN 2。	IP
PE-X	路由并转发	查找 VPN 2 对应的 VRF 表，获知需将该报文转发到与 CE-B 相连的以太网链路上。给 IP 报文加上以太网封装，发往 CE-B。	IP ETH

5 功能特性简介

关于本章

以下介绍设备的主要功能特性。

5.1 MPLS

OptiX PTN 1900 使用多协议标签交换 MPLS (Multiprotocol Label Switching) 技术实现多种业务的传送。本节介绍 MPLS 的概念以及在 OptiX PTN 1900 的应用情况。

5.2 IS-IS 路由协议

IS-IS (Intermediate System to Intermediate System) 路由协议是一种链路状态协议, 属于内部网关协议, 用于自治系统内部。OptiX PTN 1900 采用 IS-IS 路由协议, 与标签分发协议 RSVP-TE 配合, 实现动态创建 MPLS LSP。

5.3 BGP 协议

OptiX PTN 1900 在 L3VPN 业务中, 使用 BGP 协议来控制路由的传播和选择最佳路由。在客户侧, OptiX PTN 1900 通过 E-BGP 协议进行路由发现。在网络侧, OptiX PTN 1900 通过 MP-BGP 协议进行路由发现。

5.4 OSPF 协议

OptiX PTN 1900 支持 OSPF 路由协议。在客户侧, OptiX PTN 1900 使用 OSPF 路由协议进行路由发现。在网络侧, OptiX PTN 1900 使用 OSPF 路由协议进行路由发现; 同时提供 tunnel 的建立条件, 即使能 OSPF TE (Traffic Engineering)。

5.5 RIP 协议

OptiX PTN 1900 支持 RIP 路由协议。在客户侧, OptiX PTN 1900 通过 RIP 路由协议进行路由发现, 获得路由信息。

5.6 MPLS 信令

OptiX PTN 1900 采用的 MPLS 信令分为 LSP 信令和 PW 信令。LSP 信令负责分发 LSP 标签, PW 信令负责分发 PW 标签, 建立 PW。

5.7 PWE3

PWE3 是在分组交换网 (IP/MPLS) 上提供隧道, 以便仿真一些业务 (TDM, ATM, Ethernet 等) 的二层 VPN 协议, 通过此协议可以将传统的网络与分组交换网络互连起来, 从而实现资源的共用和网络的拓展。

5.8 IP Tunnel 和 GRE Tunnel

OptiX PTN 1900 支持在 IP Tunnel 和 GRE Tunnel 上承载 ATM PWE3、CES PWE3 和 ETH PWE3, 从而实现 ATM 仿真业务和以太网仿真业务在 IP 网络中进行透传。

5.9 QoS

设备对 DiffServ 提供了基于标准的完善支持，包括流量分类、流量监管（Policing）、流量整形（Shaping）、拥塞管理、队列调度等。通过对接入的业务流做不同的 QoS，网络运营商能够对其客户提供区分服务。

5.10 IGMP Snooping

IGMP Snooping（Internet Group Management Protocol）功能实现了组播分发。

5.11 MSTP/RSTP/STP

MSTP（Multiple Spanning Tree Protocol）兼容 STP 和 RSTP，并且可以弥补 STP 和 RSTP 的缺陷。MSTP 既可以快速收敛，同时还提供了数据转发的多个冗余路径，在数据转发过程中实现 VLAN 数据的负载均衡。MSTP 符合 IEEE 的 802.1S 标准。

5.12 ACL

为了过滤数据报文，需要通过 ACL（Access Control List）定义一系列有序规则。设备根据 ACL 规则对接收到的数据报文进行分类，决定报文的转发和丢弃。

5.13 BFD

OptiX PTN 1900 支持 BFD（Bidirectional Forwarding Detection）功能，通过 Hello 机制检测以太网链路状态。

5.14 同步以太网时钟

OptiX PTN 1900 支持在物理层实现同步以太网时钟。

5.15 IEEE 1588 V2 时钟

OptiX PTN 1900 支持 IEEE 1588 V2 协议，实现时钟和时间同步。

5.1 MPLS

OptiX PTN 1900 使用多协议标签交换 MPLS（Multiprotocol Label Switching）技术实现多种业务的传送。本节介绍 MPLS 的概念以及在 OptiX PTN 1900 的应用情况。

5.1.1 MPLS 的产生背景

多协议标签交换 MPLS 最初是为了提高路由器的转发速度而提出的。目前，MPLS 正向骨干路由和 VPN 解决方案的方向发展。

5.1.2 MPLS 基本概念

要了解 MPLS 技术，需要先了解 MPLS 的基本概念，包括转发等价类 FEC（Forwarding Equivalence Class）、标签 Label、标签分发协议 LDP（Label Distribution Protocol）和标签交换路径 LSP。

5.1.3 MPLS 体系结构

MPLS 分为控制平面（Control Plane）和转发平面（Forwarding Plane）。

5.1.4 设备支持能力

OptiX PTN 1900 采用 MPLS 技术，不仅极大提高了报文转发速度，而且还实现了与 ATM、Ethernet 等二层网络的无缝融和，为流量工程 TE（Traffic Engineering）、虚拟专用网 VPN（Virtual Private Network）、服务质量 QoS（Quality of Service）等应用提供了更好的解决方案。

5.1.1 MPLS 的产生背景

多协议标签交换 MPLS 最初是为了提高路由器的转发速度而提出的。目前，MPLS 正向骨干路由和 VPN 解决方案的方向发展。

由于 MPLS 结合了 IP 网络强大的路由功能和传统二层网络高效的转发机制，在转发平面采用面向连接方式，与现有二层网络转发方式非常相似，这使得 MPLS 能够很容易地实现 IP 与 ATM、以太网等二层网络的无缝融合，并为流量工程 TE（Traffic Engineering）、虚拟专用网 VPN（Virtual Private Network）、服务质量 QoS（Quality of Service）等应用提供更好的解决方案。因此，MPLS 已经成为扩大数据网络规模、提高可运营能力的重要标准。

为了更适合传送网对业务质量的要求，需要在标准的 MPLS 基础上精简面向非连接的特性，并加强 OAM 和保护能力。OptiX PTN 1900 遵照最新的国际标准，支持一系列适合于传送网的 MPLS 特性。

5.1.2 MPLS 基本概念

要了解 MPLS 技术，需要先了解 MPLS 的基本概念，包括转发等价类 FEC（Forwarding Equivalence Class）、标签 Label、标签分发协议 LDP（Label Distribution Protocol）和标签交换路径 LSP。

转发等价类

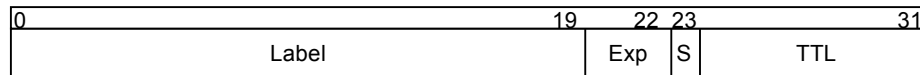
MPLS 作为一种分类转发技术，将具有相同转发处理方式的分组归为一类，称为转发等价类 FEC。相同转发等价类的分组在 MPLS 网络中将获得完全相同的处理。

标签

标签是一个长度固定、只具有局部意义（只在 MPLS 域内有意义）的短标识符，用于唯一标识一个分组所属的转发等价类 FEC。在某些情况下，例如要进行负载分担，对应一个 FEC 可能会有多个标签，但是一个标签只能代表一个 FEC。

标签由报文的头部所携带，不包含拓扑信息，只具有局部意义。标签的长度为 4 个字节，封装结构如图 5-1 所示。

图 5-1 标签的封装结构

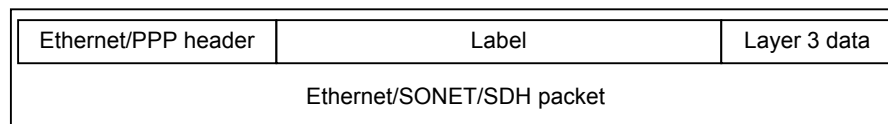


标签共有 4 个域：

- Label: 20 比特，标签值字段，用于转发的指针。
- Exp: 3 比特，保留，用于试验，现在通常用做 CoS (Class of Service)。
- S: 1 比特，栈底标识。MPLS 支持标签的分层结构，即多重标签，S 值为 1 时表明为最底层标签。
- TTL: 8 比特，和 IP 分组中的 TTL (Time To Live) 意义相同。

标签与 ATM 的 VPI/VCI 类似，是一种连接标识符。在以太网上实现 MPLS 时，标签封装在以太网帧头和 IP 层之间。标签在分组中的封装位置如图 5-2 所示。

图 5-2 标签在分组中的封装位置



标签分发协议

标签分发协议是 MPLS 的控制协议，它相当于传统网络中的信令协议，负责 FEC 的分类、标签的分配以及 LSP 和 PW 的建立和维护等一系列操作。

MPLS 可以使用多种标签分发协议：

- 专为标签分发而制定的协议，例如：LDP、CR-LDP (Constraint-Routing Label Distribution Protocol)。OptiX PTN 1900 采用 LDP 协议建立和维护 PW。
- 现有协议扩展后支持标签分发的协议，例如：BGP (Border Gateway Protocol)、RSVP (Resource Reservation Protocol)。OptiX PTN 1900 采用 RSVP-TE 协议建立和维护 LSP。

标签交换路径

一个转发等价类在 MPLS 网络中经过的路径称为标签交换路径 LSP (Label Switched Path)。

LSP 是从入口到出口的一个单向路径。LSP 中的每个节点由 LSR 组成，根据数据传送的方向，相邻的 LSR 分别称为上游 LSR 和下游 LSR。

标签交换路径 LSP 分为静态 LSP 和动态 LSP 两种。静态 LSP 由管理员手工配置，动态 LSP 则由标签发布协议动态产生。

5.1.3 MPLS 体系结构

MPLS 分为控制平面（Control Plane）和转发平面（Forwarding Plane）。

MPLS 的控制平面基于无连接服务。在控制平面，MPLS 利用三层网络强大灵活的路由功能，可以满足各种新应用对网络的要求。

转发平面也称为数据平面（Data Plane），是面向连接的，可以使用 ATM、以太网等二层网络。MPLS 使用短而定长的标签封装分组，在转发平面实现快速转发。

5.1.4 设备支持能力

OptiX PTN 1900 采用 MPLS 技术，不仅极大提高了报文转发速度，而且还实现了与 ATM、Ethernet 等二层网络的无缝融和，为流量工程 TE（Traffic Engineering）、虚拟专用网 VPN（Virtual Private Network）、服务质量 QoS（Quality of Service）等应用提供了更好的解决方案。

为了保证传送网对业务质量的要求，OptiX PTN 1900 精简了 MPLS 中面向非连接的特性：

- OptiX PTN 1900 不使用 PHP（Penultimate Hop Popping）。
- OptiX PTN 1900 不支持 LSP Merge，因为 LSP Merge 将使数据流的源头变得不可知从而致使 OAM 和性能监测变得困难甚至不可用。
- OptiX PTN 1900 不支持 ECMP（Equal Cost Multiple Path），因为 ECMP 使得 OAM 的 CC（Continuity Check）和性能监测变得更复杂。

与此同时，OptiX PTN 1900 提供了完善的 OAM 支持和强大的保护能力：

- OptiX PTN 1900 提供符合 ITU-T Y.1711 的 MPLS OAM 机制，可快速检测 LSP 状态。
- OptiX PTN 1900 提供符合 ITU-T Y.1720 和 ITU-T G.8131 的保护倒换机制，除了可以提供 LSP 的 FRR 保护外，更可对 LSP 提供端到端传送级保护。

OptiX PTN 1900 的 MPLS 技术特性如表 5-1 所示，其性能指标如表 5-2 所示。

表 5-1 OptiX PTN 1900 支持的 MPLS 技术特性

特性	说明
MPLS 基本功能	支持 MPLS 的基本功能和转发业务，采用 RSVP-TE 协议建立和维护 MPLS Tunnel，采用 LDP 协议建立和维护 PW。
	采用 MPLS 隧道（Tunnel）技术，结合 PWE3（Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge）技术，实现了多业务接入的 MPLS 网络。
	支持静态 Tunnel 和动态 Tunnel。
	支持静态 PW 和动态 PW。

特性	说明
MPLS OAM	支持 MPLS OAM，实现机制符合 ITU-T Y.1711 系列标准。
	支持对于 MPLS Tunnel 的 Ping 命令和 TraceRoute 命令，使用 MPLS echo request 和 MPLS echo reply 检测 LSP 的可用性。
MPLS 保护	支持 MPLS Tunnel RR。
	支持 MPLS Tunnel FRR。
	支持 MPLS Tunnel 1+1 和 MPLS Tunnel 1:1 保护。
其他	支持基于 MPLS Tunnel 的 TE（Traffic Engineering）。
	支持 MPLS QoS。

表 5-2 OptiX PTN 1900 的 MPLS 性能指标

特性	说明
MPLS tunnel 数目	1k
PW 数目	2k

5.2 IS-IS 路由协议

IS-IS（Intermediate System to Intermediate System）路由协议是一种链路状态协议，属于内部网关协议，用于自治系统内部。OptiX PTN 1900 采用 IS-IS 路由协议，与标签分发协议 RSVP-TE 配合，实现动态创建 MPLS LSP。

OptiX PTN 1900 实现的 IS-IS 路由协议通过 Link State PDUs 等路由协议报文建立和同步 LSDB（Link State Database）。基于 LSDB 和链路开销，采用优化的 SPF（Shortest Path First）算法生成路由表；同时采用 IS-IS 路由协议的扩展功能 IS-IS TE 生成 TEDB（Traffic Engineering Database）。TEDB 和路由表是动态创建 MPLS LSP 的依据；依据 TEDB 计算 MPLS LSP 经过的路由；依据路由表转发 RSVP-TE 和 LDP 协议报文，实现标签的分发，从而完成动态创建 MPLS LSP。

OptiX PTN 1900 支持的 IS-IS 路由协议特性有：三种 IS-IS 路由协议报文、优化的 SPF 算法、链路开销、IS-IS TE（IS-IS Traffic Engineering）。

三种 IS-IS 路由协议报文

IS-IS 路由协议在 OSI 协议模型中属于网络层，直接运行在数据链路层上，在处理 IS-IS 路由协议时少了网络层的解包过程。这一特性使 IS-IS 路由协议更适用于采用 MPLS 分组交换技术的 PTN 传送网络。

IS-IS 路由协议报文采用统一的封装格式，报文长度可变，可扩展性强；协议报文种类少，因此路由协议的复杂度降低，运行可靠高效。

OptiX PTN 1900 实现的 IS-IS 路由协议报文有以下三种类型：

- Hello 报文
Hello 报文用于在网络节点间建立和维持邻居关系，也称为 IIH（IS-to-IS Hello PDUs）。
- Link State PDUs 报文
链路状态报文 Link State PDUs 用于交换链路状态信息。在运行 IS-IS 路由协议的网络中，每一个网络节点都会生成一个 Link State PDU，此 Link State PDU 包含了本网络节点的所有链路状态信息。每个网络节点收集本区域内或区域间所有的 Link State PDUs，生成自己的 LSDB。
- SNP 报文
时序报文 SNP（Sequence Number PDUs）描述全部或部分 LSDB 中的 Link State PDUs，用来同步 PTN 网络中各网络节点的 LSDB，维护 LSDB。

优化的 SPF 算法

OptiX PTN 1900 实现的 IS-IS 路由协议采用优化的 SPF 算法进行路由计算和更新，拓扑变化时更新路由所需要的资源（网络带宽、网络节点处理能力及内存等）较少，加快了整个网络的收敛速度。

链路开销

OptiX PTN 1900 支持手动设置链路开销，控制动态创建 MPLS LSP 所经过的路径。

IS-IS TE

MPLS 在构建 LSP 时，需要了解本区域中所有链路的流量工程信息。OptiX PTN 1900 实现的 IS-IS TE 支持建立 MPLS LSP。OptiX PTN 1900 通过 IS-IS 路由协议获取网络中所有链路的流量工程信息（包括链路利用率、链路开销等），建立和同步 TEDB，并依据 TEDB 采用 CSPF（Constrained Shortest Path First）算法计算 MPLS LSP 经过的路由。

5.3 BGP 协议

OptiX PTN 1900 在 L3VPN 业务中，使用 BGP 协议来控制路由的传播和选择最佳路由。在客户侧，OptiX PTN 1900 通过 E-BGP 协议进行路由发现。在网络侧，OptiX PTN 1900 通过 MP-BGP 协议进行路由发现。

BGP（Border Gateway Protocol）属于外部网关协议（Exterior Gateway Protocol，EGP），在自治系统 AS（Autonomous System）间控制路由的传播和选择最佳路由。

说明

AS 指由同一个技术管理机构管理、使用相同内部路由策略的一些路由器的集合。

OptiX PTN 1900 支持的 BGP 协议遵从于：RFC 3107（Carrying Label Information in BGP-4），RFC1997（BGP Communities Attribute），RFC 4271（A Border Gateway Protocol 4）和 RFC 4760（Multiprotocol Extensions for BGP-4）。

基本概念

BGP 协议的基本概念包括：

- **Speaker:** 发送 BGP 消息的 PTN 设备称为 BGP 发言者（Speaker），它接收或产生新的路由信息，并发布（Advertise）给其它 BGP Speaker。当 BGP Speaker 收到来

自其它 AS 的新路由时，如果该路由比当前已知路由更优、或者当前还没有该路由，它就把这条路由发布给 AS 内所有其它 BGP Speaker。

- Peer: 相互交换消息的 BGP Speaker 之间互称对等体 (Peer)。
- I-BGP (Internal BGP): 当 BGP 运行于同一 AS 内部时，称为 I-BGP。
- E-BGP (External BGP): 当 BGP 运行于不同 AS 之间时，称为 E-BGP。
- MP-BGP (Multiprotocol Extensions for BGP-4): 是 BGP-4 的多协议扩展，能够对多种网络层协议提供支持，运行于同一 AS 内。

四种 BGP 协议消息

BGP 协议通过 BGP 报文在网络中传递 BGP 消息，通过 BGP 消息来完成路由信息的通告、维护和中断连接。OptiX PTN 1900 支持以下四种消息类型。

- Open 消息: TCP 连接建立后发送的第一个消息，用于建立 BGP 对等体之间的连接关系。
- Update 消息: 在对等体之间交换路由信息。Update 消息可以发布多条属性相同的可达路由信息，也可以撤销多条不可达路由信息。
- Keepalive 消息: BGP 会周期性的向对等体发出 Keepalive 消息，用来保持连接的有效性。对等体在接收到 Open 消息后，将发送 Keepalive 消息确认并保持连接的有效性。确认后，对等体间可以进行 Update、Notification 和 Keepalive 消息的交换。
- Notification 消息: 当 BGP 检测到错误状态时，就向对等体发出 Notification 消息，之后 BGP 连接会立即中断。

 说明

路由发送遵循增量更新的原则，变化了的路由才会再次通告。

BGP 属性

BGP 路由属性是一套参数，它对特定的路由进一步的描述，使得 BGP 能够对路由进行过滤和选择。

OptiX PTN 1900 支持的 BGP 属性有：。

- Origin 属性: Origin 属性定义路径信息的来源。
- AS_Path 属性: AS_Path 属性按矢量顺序记录了某条路由从本地到目的地址所要经过的所有 AS 编号。AS_Path 属性可以防止路由环路。通常情况下，BGP 不会接收 AS_Path 中已包含本地 AS 编号的路由，从而避免了形成路由环路的可能。
- Next_Hop 属性: Next_Hop 属性为消息传递过程中信宿地址所使用的下一跳的地址。
- MED (Multi-Exit-Discriminator) 属性: MED 属性仅在相邻两个 AS 之间传递，用于判断流量进入 AS 时的最佳路由。优先选择 MED 值较小者作为最佳路由。
- 团体 (Community) 属性: 团体属性用来简化路由策略的应用和降低维护管理的难度。

BGP 选择路由的策略

当到达同一目的地存在多条路由时，BGP 采取如下策略进行路由选择：

1. 首先丢弃下一跳 (Next_Hop) 不可达的路由
2. 优选最高本地优先级(local-preference)的路由

3. 优选本路由器始发的路由
4. 优选经过 AS(AS-Path)最少的路由
5. 优选起点类型(origin)最低的路由
6. 优选 MED 值最低的路由
7. 优选从 E-BGP 学来的路由
8. 优选 AS 内部最短的路径可以到达的路由

BGP 路由通告原则

OptiX PTN 1900 根据以下原则来通告自己的路由信息。

- 存在多条有效路由时，BGP Speaker 只将最优路由发布给对等体。
- BGP Speaker 只把自己使用的路由发布给对等体。
- BGP Speaker 从 E-BGP 获得的路由会向它所有 BGP 对等体发布（包括 E-BGP 对等体和 I-BGP 对等体）。
- BGP Speaker 从 I-BGP 获得的路由不向它的 I-BGP 对等体发布。
- BGP Speaker 从 I-BGP 获得的路由发布给它的 E-BGP 对等体（在不使能 BGP 与 IGP 同步特性的情况下）。
- 连接一旦建立，BGP Speaker 将把自己所有 BGP 路由发布给新对等体。

说明

BGP 与 IGP 同步是指，BGP 直到 IGP 在路由表中增加了新获得的路由，BGP 才会将这条新路由加入到路由表中。在非同步状态下，BGP 直接将新获得的路由加入到路由表中。

5.4 OSPF 协议

OptiX PTN 1900 支持 OSPF 路由协议。在客户侧，OptiX PTN 1900 使用 OSPF 路由协议进行路由发现。在网络侧，OptiX PTN 1900 使用 OSPF 路由协议进行路由发现；同时提供 tunnel 的建立条件，即使能 OSPF TE（Traffic Engineering）。

OSPF（Open Shortest Path First）是 IETF 基于链路状态开发的动态的内部网关协议（Interior Gateway Protocol，IGP）。

OSPF 路由协议在网络中传递链路状态信息，并根据该信息来计算路由，获得路由信息。

OptiX PTN 1900 支持的 OSPF 协议顺从于：RFC 3623（Graceful OSPF Restart），RFC 2328（OSPF Version 2），RFC 3630（Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPF Version 2）和 RFC 2370（The OSPF Opaque LSA Option）。

OSPF 的基本概念

OSPF 的基本概念包括：OSPF 协议报文、链路状态通告（Link State Advertisement, LSA）的类型、邻居、邻接、Router ID 和 OSPF TE（Traffic Engineering）。

- 支持的 OSPF 的五种协议报文类型为：
 - Hello 报文：周期性发送 Hello 报文，Hello 报文用来发现和维持 OSPF 邻居关系。
 - DD 报文（Database Description packet）：DD 报文描述了本地 LSDB（Link State Database）的摘要信息，用于两台 PTN 设备进行数据库同步。

- LSR 报文（Link State Request packet）：LSR 报文向对方请求所需的 LSA。只有在双方成功开始交换 DD 报文后才会向对方发出 LSR 报文。
- LSU 报文（Link State Update packet）：LSU 报文向对方发送其所需要的 LSA。
- LSAck 报文（Link State Acknowledgment packet）：LSAck 报文用来对收到的 LSA 进行确认。
- LSA 的类型，OSPF 中对路由信息的描述都是封装在 LSA 中发布出去的，常用的 LSA 有以下几种类型：
 - Router LSA（Type1）：描述了 PTN 设备的链路状态和花费，在所属的区域内传播。
 - Network LSA（Type2）：描述本网段的链路状态，在所属的区域内传播。
 - Network Summary LSA（Type3）：描述区域内某个网段的路由，并通告给其他相关区域。
 - ASBR（AS Boundary Routers）Summary LSA（Type4）：描述到 ASBR 的路由，通告给除 ASBR 所在区域的其他相关区域。
 - AS External LSA（Type5）：描述到 AS 外部的路由，通告到所有的区域（除了 Stub 区域和 NSSA 区域）。
 - NSSA（Not so totally Stub Area）LSA（Type7）：描述到 AS 外部的路由，仅在 NSSA 区域内传播。
 - Opaque LSA（Type10）：用来承载流量工程信息。
- 邻居：PTN 设备启动 OSPF 后，便会通过 OSPF 接口向外发送 Hello 报文。收到 Hello 报文的设备会检查报文中所定义的相关参数，如果双方一致就会形成邻居关系。
- 邻接：形成邻居关系的双方不一定都能形成邻接关系，这要根据网络类型而定。只有当双方成功交换 DD 报文，并交换 LSA 之后，才形成真正意义上的邻接关系。
- Router ID：Router ID 是一个 32 比特无符号整数，是一台 PTN 设备在 AS 中的唯一标识。一台 PTN 设备如果要运行 OSPF 协议，必须存在 Router ID。
- OSPF TE：OSPF TE 支持建立 TE 的标签交换路径 LSP。MPLS 在构建 LSP 时，需要了解本区域中所有链路的流量属性信息，它通过 OSPF 来获取链路的流量工程信息。

OSPF 路由的计算过程

OSPF 路由的计算过程如下：

1. 每台 PTN 设备根据自己周围的网络拓扑结构生成 LSA，并通过 DD 报文、LSR 报文或 LSU 报文将 LSA 发送给网络中的其它设备。
2. 每台 PTN 设备都会收集相邻设备发来的 LSA，所有的 LSA 构成了链路状态数据库 LSDB。PTN 设备从 LSDB 中可以获得整个网络的拓扑结构。PTN 网络中的每台设备的 LSDB 是完全相同的。

说明

LSA 是对 PTN 设备周围网络拓扑结构的描述，LSDB 则是对整个 AS 的网络拓扑结构的描述。

3. 每台 PTN 设备根据 LSDB，使用 SPF 算法计算出一棵以自己为根的最短路径树，这棵树给出了到 AS 中各节点的路由。

OSPF 的区域

OSPF 协议从逻辑上将设备划分给不同的组，每个组用区域号（Area ID）来标识。每个运行 OSPF 的接口必须指明属于哪一个区域。

PTN 设备支持 OSPF 的骨干区域。骨干区域负责区域之间的路由信息，骨干区域自身必须保持连通。

OSPF 的设备分类

PTN 设备根据在 AS 中的不同位置，可以分为以下四类：

- 区域内路由器 IR（Internal Routers）：该类 PTN 设备的所有接口都属于同一个 OSPF 区域。
- 骨干路由器（Backbone Routers）：该类 PTN 设备至少有一个接口属于骨干区域。因此，所有位于骨干区域的内部设备都是骨干路由器。
- 自治系统边界路由器 ASBR（Autonomous System Border Routers）：与其他 AS 交换路由信息的 PTN 设备称为 ASBR。ASBR 并不一定位于 AS 的边界，只要一台 PTN 设备引入了外部路由的信息，它就成为 ASBR。

OSPF 的网络类型

OSPF 根据链路层协议类型将网络分为两种类型：

- 广播（Broadcast）类型：当链路层协议是 Ethernet 时，OSPF 缺省认为网络类型是 Broadcast。
- 点到点 P2P（point-to-point）类型：当链路层协议是 PPP 时，OSPF 缺省认为网络类型是 P2P。

5.5 RIP 协议

OptiX PTN 1900 支持 RIP 路由协议。在客户侧，OptiX PTN 1900 通过 RIP 路由协议进行路由发现，获得路由信息。

RIP（Routing Information Protocol）路由协议属于内部网关协议。是一种基于距离矢量（Distance-Vector）算法的协议，使用跳数（Hop Count）来度量到达目的地址的距离。适合应用于较小的网络中。

OptiX PTN 1900 支持的 RIP 协议顺从于：RFC 2453（RIP Version 2）。

基本概念

OptiX PTN 1900 支持的 RIP 协议的基本概念包括：跳数、RIP 报文、RIP 路由数据库和 RIP 定时器。

- 跳数（Hop Count）：RIP 使用跳数来度量到达目的地址的距离，跳数又称为度量值。在 RIP 中，缺省情况下，PTN 设备到与它直接相连网络的跳数为 0，通过一台设备可达的网络的跳数为 1，其余依此类推。为限制收敛时间，RIP 规定度量值取 0～15 之间的整数，大于或等于 16 的跳数被定义为无穷大，即目的网络或主机不可达。
- RIP 报文：RIP 报文基于 UDP 报文进行路由信息的交换。RIP 协议规定了两种报文，请求报文（Request message）和响应报文（Response message）。请求报文明

来请求邻居向自己发送全部或部分路由信息，响应报文发送本地全部或部分路由信息。

- **RIP 路由数据库：**每个运行 RIP 的 PTN 设备管理一个路由数据库，该路由数据库包含了到网络所有可达目的地址的路由项。主要的路由项有：
 - 目的地址：主机或网络的地址。
 - 下一跳地址：为到达目的地，RIP 报文需要经过的相邻设备的接口 IP 地址。
 - 接口：转发报文的接口。
 - Metric 值：本 PTN 设备到达目的地的开销，是一个 0 ~ 15 之间的整数。
 - 路由时间：从路由项最后一次被修改到现在所经过的时间，路由项每次被修改时，路由时间重置为 0。
 - 路由标记：区分内部路由协议路由和外部路由协议路由的标记。
- **RIP 定时器：**RIP 受三个定时器的控制，分别是 Update、Age 和 Garbage-Collect。
 - Update 为更新时间，OptiX PTN 设备根据它定时发送更新的报文。
 - Age 为老化时间，如果在老化时间内没有收到邻居发来的更新的报文，则认为该路由不可达。
 - Garbage-Collect 为垃圾超时时间，在这段时间内 PTN 设备没有收到来自同一邻居的更新的报文，则该路由被从路由表中彻底删除。

RIP 协议的工作过程

在实现时，RIP 负责从网络中的其它设备接收路由信息，从而对本地 IP 层路由表做动态的维护，保证 IP 层发送报文时选择正确的路由，同时广播本 PTN 设备的路由信息，通知相邻设备做相应的修改。

RIP 协议的处理主要分成两个部分：对 RIP 报文的处理和对 RIP 路由的处理。

- **RIP 报文的处理。**具体的处理过程为：
 1. RIP 启动时的初始路由表仅包含本 PTN 设备的一些直连接口路由信息。
 2. PTN 设备启动 RIP 后，便会向相邻的设备发送请求报文（Request message）。
 3. 相邻的设备收到请求报文后，响应该请求，回送包含本地路由表信息的响应报文（Response message），并进行路由计算。
 4. PTN 设备收到相邻设备的响应报文后，修改本地路由表。
- **RIP 路由的处理。**
 - PTN 设备收到响应报文后，修改本地路由表，同时向相邻设备发送触发更新的报文，广播路由修改信息。相邻设备收到更新的报文后，又向其各自的相邻设备发送触发更新的报文。在一连串的触发修改广播后，每台设备都能得到并保持最新的路由信息。
 - RIP 采用老化机制对超时的路由进行老化处理，以保证路由的有效性。因此，RIP 每隔一定时间周期性的向相邻设备发布本地的路由表，相邻设备在收到路由信息后，对其本地路由进行更新。所有 RIP 设备都会重复此过程。

5.6 MPLS 信令

OptiX PTN 1900 采用的 MPLS 信令分为 LSP 信令和 PW 信令。LSP 信令负责分发 LSP 标签，PW 信令负责分发 PW 标签，建立 PW。

LSP 信令

OptiX PTN 1900 采用 RSVP-TE (Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering) 协议作为 LSP 信令。

RSVP 最初是为了网络的 QoS 功能提出的。RSVP 给网络上的特定业务预留资源，以保障业务的服务质量。后来，因为 TE 的产生，RSVP 进行了针对性的扩展，以让 RSVP 可以建立 LSP，更好实现 TE 的目的。

OptiX PTN 1900 采用的 RSVP-TE 支持以下功能：

- 支持 RSVP-TE 标准协议的各类消息和对象。
- 支持共享显式类型 SE (Shared-Explicit style) 资源预留方式，为一组选定的发送者建立一个预留，共享资源。
- 支持软件状态刷新、快速重传和确认机制。

PW 信令

OptiX PTN 1900 采用 LDP (Label Distribution Protocol) 协议作为 PW 信令。

LDP 是 MPLS 的一种控制与信令协议。

OptiX PTN 1900 采用的 LDP 支持以下功能：

- 支持 PWE3 对 LDP 协议的扩展。
- 支持扩展的邻居发现机制。
- 支持下游自主的标签分发方式。
- 支持按序标签控制方式。
- 支持自由标签保持方式。

5.7 PWE3

PWE3 是在分组交换网 (IP/MPLS) 上提供隧道，以便仿真一些业务 (TDM, ATM, Ethernet 等) 的二层 VPN 协议，通过此协议可以将传统的网络与分组交换网络互连起来，从而实现资源的共用和网络的拓展。

基本概念

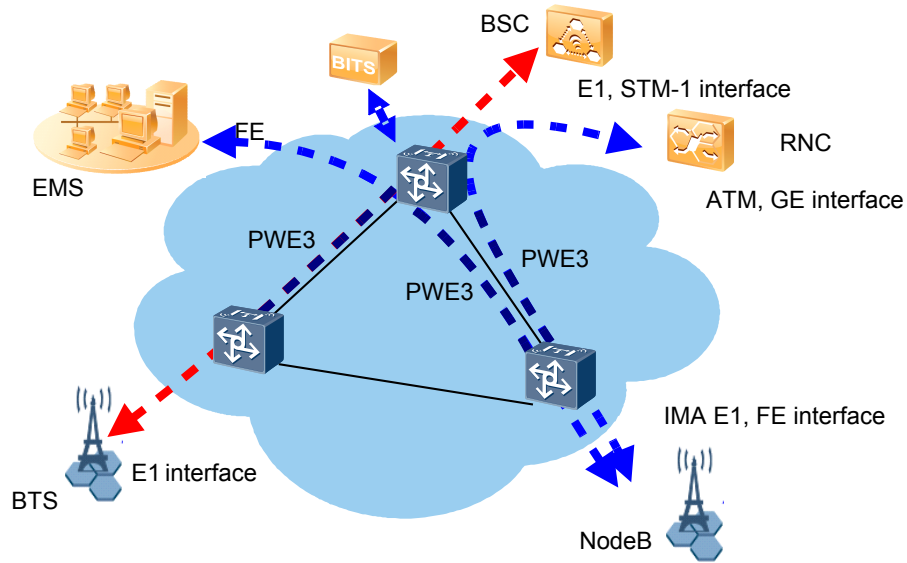
PWE3 (Pseudo Wire Edge to Edge Emulation) 是一种端到端的二层业务承载技术，属于点到点方式的 L2VPN。在网络的两个 PE (Provider Edge) 节点中，它以 LDP (Label Distribution Protocol) 作为信令，通过隧道模拟 CE (Custom Edge) 端的各种二层业务，如各种二层数据报文、比特流等，使 CE 端的二层数据在网络中透明传递。

PWE3 建立的是一个点到点通道，通道之间互相隔离，用户二层报文在 PW 间透传。对于 PE 设备，PW (Pseudo Wire) 连接建立后，用户接入接口和 PW 的映射关系就已经完全确定了；对于 P 设备，只需要完成依据 MPLS 标签进行 MPLS 转发，不关心 MPLS 报文内部封装的二层用户报文。

典型应用

PWE3 可以将原有的接入方式与现有的 IP 骨干网很好的融合在一起，减少网络的重复建设，节约运营成本。

图 5-3 PWE3 的典型应用



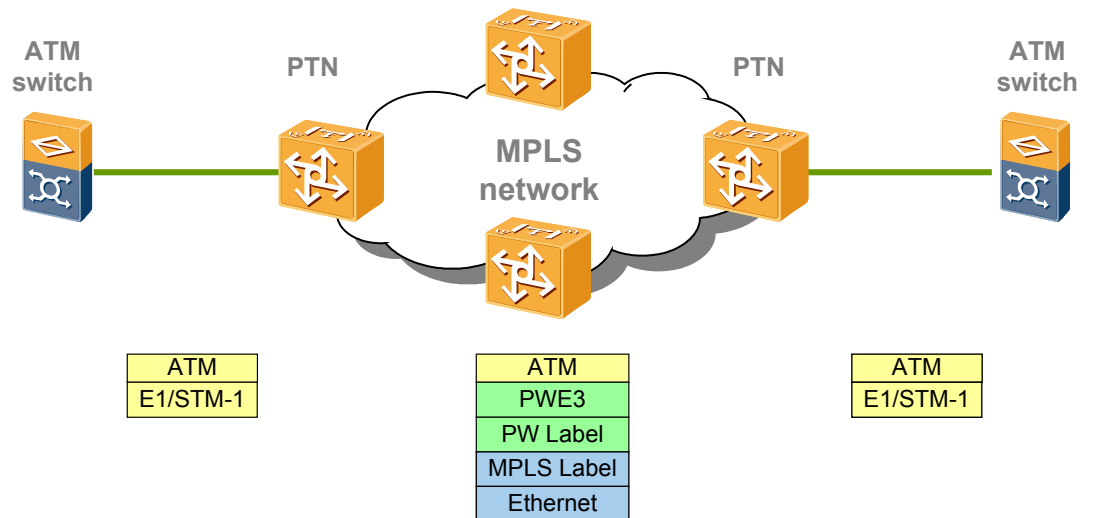
5.8 IP Tunnel 和 GRE Tunnel

OptiX PTN 1900 支持在 IP Tunnel 和 GRE Tunnel 上承载 ATM PWE3、CES PWE3 和 ETH PWE3，从而实现 ATM 仿真业务和以太网仿真业务在 IP 网络中进行透传。

本节以 ATM 仿真业务为例进行说明。

在由 PTN 设备组成的 MPLS 网络中，采用 PWE3 技术实现 ATM 仿真业务。其封装方式如图 5-4 所示。

图 5-4 MPLS Tunnel 承载 ATM PWE3



当需要实现跨 IP 网络的 ATM 仿真业务时，OptiX PTN 1900 支持在 IP Tunnel 和 GRE Tunnel 上承载 ATM PWE3，符合 RFC 4023。如图 5-5 和图 5-6 所示，即使 NE A 和 NE B 中间的 IP 网络不支持 MPLS，也可以实现 NE A 和 NE B 之间的 ATM 仿真业务。

图 5-5 IP Tunnel 承载 ATM PWE3

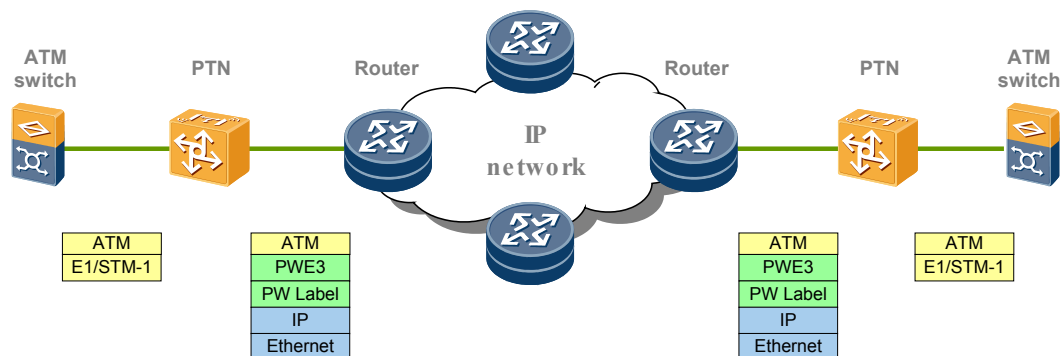
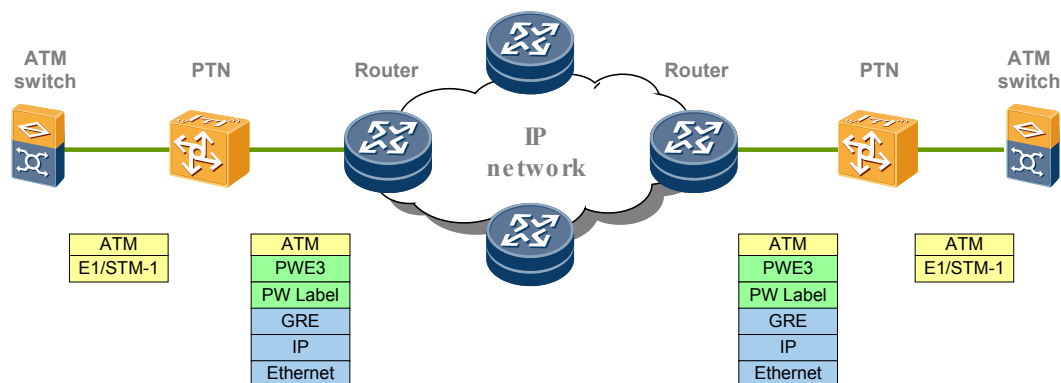


图 5-6 GRE Tunnel 承载 ATM PWE3



说明

IP tunnel 和 GRE tunnel 支持 DCN 报文的处理。在 DCN 报文穿越第三方网络时，实现 DCN 报文端到端的传递。

5.9 QoS

设备对 DiffServ 提供了基于标准的完善支持，包括流量分类、流量监管（Policing）、流量整形（Shaping）、拥塞管理、队列调度等。通过对接入的业务流做不同的 QoS，网络运营商能够对其客户提供区分服务。

设备完整实现了标准中定义的 BE、AF1、AF2、AF3、AF4、EF、CS6、CS7 八组 PHB（Per-hop Behavior），使网络运营商可为用户提供具有不同服务质量等级的服务保证，实现同时承载数据、语音和视频业务的综合网络。

DiffServ 模式 QoS

一个 DiffServ 域中可能有多种类型的报文，包括 VLAN 报文、MPLS 报文，为了对各种类型的报文做好 CoS（Class of Service），在 DiffServ 域的边缘节点上，入方向设备将

DSCP/EXP/VLAN Pri/S-VLAN dei+pcp 映射到 CoS 中，出方向设备将 QoS 服务等级映射到 EXP/VLAN Pri/S-VLAN dei+pcp 中。

因为一个 DiffServ 域中可能有多种类型的报文，包括 VLAN 报文、MPLS 报文、IP 报文，所以应用时应指定是用哪一层的优先级映射转发等级。

二层报文包括 C-VLAN（Customer VLAN）报文和 S-VLAN（Service VLAN）报文，三层报文包括 MPLS 报文和 IP 报文，设备缺省按照二层报文的优先级映射转发等级。

流量分类

流量分类是将数据报文划分为多个优先级或多个服务类，如使用 DSCP（Differentiated Services Code Point）中 ToS（Type of Service）域的前 6 位，则最多可分成 64 类。在分类后，就可以将其它的 QoS 特性应用到不同的分类，实现基于类的拥塞管理、流量整形等。流量分类是对报文实施 QoS 策略的前提条件。

设备支持简单流分类和复杂流分类。

简单流分类：

简单流分类指直接根据 IP 报文的 DSCP 值、MPLS 报文的 EXP 域值、VLAN 报文的 Pri 值等，将外部报文和内部报文的优先级相互映射。

设备支持情况：

设备支持对 S-VLAN 报文、C-VLAN 报文、IP 报文和 MPLS 报文的简单流分类处理。设备支持在以太网端口、POS 端口实现简单流分类。

简单流分类的目的：

简单流分类作用于 DS 域的内部节点，一个 DS 域内的所有节点的简单流分类规则一致。简单流分类实现网络中的报文原有的优先级和设备内部的优先级相互映射，使报文在设备内部按照设定的优先级进行传送。简单流分类相对于复杂流分类形式单一，配置简单，使 DS 域内的各节点 QoS 配置简单化。

复杂流分类：

复杂流分类指根据相对复杂的规则对报文进行分类处理，处理动作包括 ACL、CAR 以及设置 CoS。

设备支持情况：

设备支持对 S-VLAN 报文、C-VLAN 报文以及 IP 报文的复杂流分类处理。设备支持在以太网端口实现复杂流分类。

复杂流分类的目的：

复杂流分类以复杂的规则对报文进行分类后，对流的带宽、转发做进一步的处理，包括 ACL、CAR 以及设置调度级别。复杂流分类对流的分类形式灵活多样，使用户能对接入的业务进行更细致的服务质量划分。

CAR

CAR（Commit Access Rate）即约定访问速率，是通过设置的令牌桶的 4 个参数，对接入的报文进行速率限制的一种方式。CAR 的目的就是为了对进入的报文进行染色（或者标记），以及限定接入的报文速率。

CAR 的主要功能有两个：

- 标记功能：由染色和重标记实现。
- 流量限速：由对染色后的报文进行具体的行为处理实现。

染色模式分为 Color-Blind（色盲模式）和 Color-Aware（色敏感模式）。两种模式均对报文按照令牌桶的 CIR（Committed Information Rate）和 PIR（Peak Information Rate）与报文的当前速率进行比较，超过 PIR 的报文染红色，超过 CIR 但是低于 PIR 的报文染黄色，低于 CIR 的报文染绿色。区别在于 Color-Aware 模式下，如果报文本带有颜色，会与报文本身的颜色比较，取更深的颜色。

流量限速则是对染色后的报文是否丢弃进行处理，以便限定该流量的接入速率。

默认处理规则为：红色报文丢弃，黄色、绿色通过。也可以对三色报文的处理动作进行人为设置。

说明

令牌桶是实现 CAR 的一种技术。IETF 建议采用 srTCM（A Single Rate Three Color Marker）或者 trTCM（A Two Rate Three Color Marker）算法对报文进行评估，根据评估结果对报文进行染色，标记为不同的丢弃优先级。PTN 设备采用的是 trTCM 算法。

队列调度

通过不同的流分类方法，报文被送往具有不同调度优先级别的队列进行调度。设备采用 PQ（Priority Queuing）+WFQ（Weighted Fair Queuing）+SPL（Strict Priority-low）的方式对流分类后的队列进行调度。对于 CS7、CS6、EF，采用 PQ 进行调度，AF 则采用 WFQ 进行调度，BE 采用最低优先级调度。

拥塞管理

设备在拥塞时采用尾丢弃和 WRED（Weighted Random Early Detected）方式丢包。通过这些丢弃方式，对网络拥塞情况进行缓解。

尾丢弃指有一个缓存队列对报文进行缓存，缓存过程中不区分报文丢弃级别。当缓存队列满时，固定丢弃后来的报文。

WRED 则是可以感知报文的丢弃优先级（颜色），基于不同的丢弃优先级给报文设定丢弃高、低门限和丢弃概率，从而提供不同的丢弃特性。

流量整形

流量整形的目的是为了限制出网络的报文的流量突发，使得报文能够以比较均匀的速率向外发送。这样避免了下游设备的拥塞，同时减少了报文的丢弃。设备采用 GTS（Generic Traffic Shaping）算法缓存报文，针对下行的流量平稳 DiffServ 业务的输出速率。

HQoS

HQoS（Hierarchical QoS）即层次化 QoS，是一种既能控制业务的流量，又能同时根据业务优先级进行调度的 QoS 技术。HQoS 提供完善的流量统计功能，网络管理员可以监控到各种业务占用的带宽情况，通过分析流量来合理划分各业务的带宽。

传统的 QoS 是基于端口进行业务调度，无法做到基于对多个用户的多个业务来进行调度。HQoS 则能够采用多级调度的方式，实现对多个用户的多个业务的有区分的调度和服务。

HQoS 与传统 QoS 相比有如下优势：

- 多级调度机制实现了丰富的业务能力。
- 可配置流队列的最大队列长度、WRED 等参数。
- 可配置每用户的 CIR、PIR。

层次化的 QoS 可以体现为层次化的业务调度。通过层次化的 QoS，网络运营商可为用户提供更加细化的、具有不同服务质量等级的服务保障。

层次化的 QoS 在网络边缘侧的设备上完成，目的是为了保持核心网络中的简单，避免网络中每个设备都进行复杂的 QoS 处理。在网络边缘侧，层次化的 QoS 主要体现为七级层次化的调度：V-UNI+CoS、V-UNI、V-UNI group、PW+CoS、PW、Tunnel、Port+CoS。层次化的 QoS 在设备中的作用点如表 5-3 所示。

表 5-3 层次化的 QoS 在设备的接入侧和网络侧的作用点

作用点	Ingress 方向	Egress 方向
接入侧	V-UNI+CoS、V-UNI、V-UNI group	V-UNI+CoS、V-UNI、V-UNI group、Port+CoS
网络侧	PW+CoS、Tunnel、PW	Tunnel、Port+CoS

对于接入的业务：

- 每业务支持一级 CAR，支持对报文进行染色。
- 每业务支持三级调度（即 V-UNI+CoS、PW+CoS、Port+CoS），每级调度支持 8 个队列，支持 shaping，WRED，其中 3 个低时延队列，5 个非低时延队列。
- 每业务入网元最多支持四级带宽限制，出网元最多支持四级带宽限制。

5.10 IGMP Snooping

IGMP Snooping（Internet Group Management Protocol）功能实现了组播分发。

应用 IGMP Snooping 有益于以下方面：

- 节约网络带宽。
- 各个 VLAN 独立转发，提高信息安全性。

OptiX PTN 1900 支持的 L2 IGMP Snooping 功能有：

- L2 IGMP Snooping 遵从 RFC4541。L2 IGMP Snooping 支持对 IGMPv1 和 IGMPv2 协议报文的分析和处理。当设备 IGMP Snooping 协议使能，收到 IGMPv3 协议报文时，它将该报文转发给报文所属 VLAN 内除报文的接收端口外的所有其它端口。
- L2 协议 IGMP Snooping 只能应用产品的专网业务（E-LAN Service）上。不支持其他的业务类型。
- 支持路由器端口老化时间的设置。
- 支持最大不响应次数的设置。
- 支持设置允许使用的组播组及其成员的最大个数。
- 增加静态路由器端口和成员端口。

- 支持在组成员端口上设置快速离开功能。

 说明

静态成员不能设置快速离开功能。

5.11 MSTP/RSTP/STP

MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol) 兼容 STP 和 RSTP, 并且可以弥补 STP 和 RSTP 的缺陷。MSTP 既可以快速收敛, 同时还提供了数据转发的多个冗余路径, 在数据转发过程中实现 VLAN 数据的负载均衡。MSTP 符合 IEEE 的 802.1S 标准。

MSTP 把一个交换网络划分成多个域, 每个域内形成多棵生成树, 生成树之间彼此独立。每棵生成树叫做一个多生成树实例 MSTI (Multiple Spanning Tree Instance), 每个域叫做一个 MST 域。MSTP 通过设置 VLAN 映射表 (即 VLAN 和 MSTI 的对应关系表), 把 VLAN 和 MSTI 联系起来。

MSTP 与 STP 和 RSTP 相比较如表 5-4 所示。

表 5-4 三种生成树的比较

生成树协议	特点	备注
STP	形成一棵无环路的树, 解决广播风暴并实现冗余备份。	● MSTP 和 RSTP 能够互相识别对方的协议报文, 可以互相兼容。
RSTP	<ul style="list-style-type: none"> ● 形成一棵无环路的树, 解决广播风暴并实现冗余备份。 ● 收敛速度快。 	<ul style="list-style-type: none"> ● STP 无法识别 MSTP 的报文, MSTP 为了实现和 STP 的兼容, 设定了两种工作模式: STP 兼容模式, MSTP 模式。在 STP 兼容模式下, 设备各个端口将发送 STP 报文; 在 MSTP 模式下, 设备的各个端口将发送 MSTP 报文, 并且具备多生成树的功能。
MSTP	<ul style="list-style-type: none"> ● 形成一棵无环路的树, 解决广播风暴并实现冗余备份。 ● 收敛速度快。 ● 多颗生成树在 VLAN 间实现负载均衡, 不同 VLAN 的流量按照不同的路径转发。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般情况下, 如果交换网络中存在运行 STP 的交换机, 与 STP 交换机相连的端口自动从 MSTP 模式迁移到 STP 兼容模式下运行。 ● 但是如果运行 STP 的交换机被拆除后, 此端口不能自动从 STP 兼容模式迁移到 MSTP 模式下运行。

OptiX PTN 1900 支持的 MSTP 主要规格如下:

- MSTP 拓扑收敛时间: 发生链路故障时, 符合 P/A 机制条件时, 上游桥与下游桥之间的收敛时间小于 1 秒; 不符合 P/A 机制条件时, 收敛时间等于 2× (Forward Delay Time)。
- 每个 MST 域最多支持 16 个 MSTI。
- 每个端口组最多支持 16 个以太网端口。

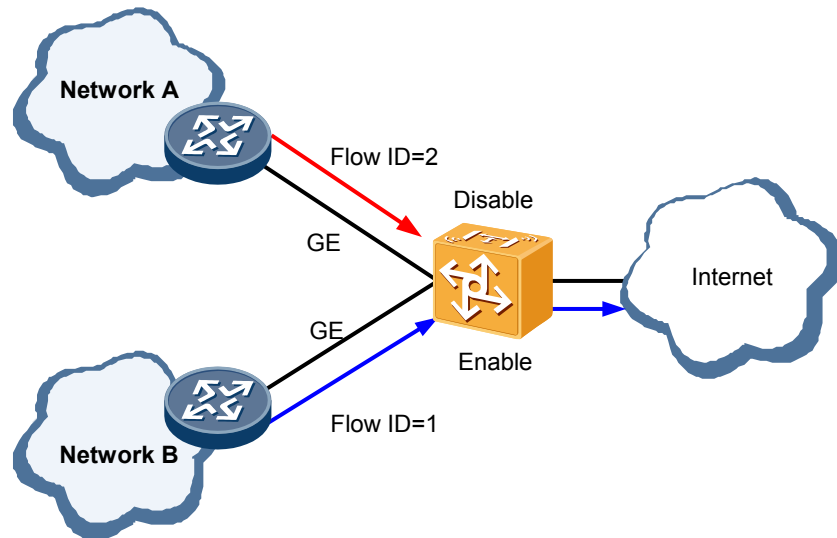
- 在支持 MSTP 的设备上，通过设置路径开销和端口优先级，实现按照 VLAN 进行负荷分担功能。
 - 端口在不同的生成树实例中可以拥有不同的路径开销。设置合适的路径开销可以使不同 VLAN 的流量沿不同的物理链路转发，从而实现按 VLAN 负荷分担的功能。
 - 端口可以在不同的 MSTI 中拥有不同的优先级，使同一端口在不同的生成树实例中担任不同的角色，从而使不同 VLAN 的数据沿不同的物理路径传播，实现按 VLAN 进行负荷分担的功能。

5.12 ACL

为了过滤数据报文，需要通过 ACL（Access Control List）定义一系列有序规则。设备根据 ACL 规则对接收到的数据报文进行分类，决定报文的转发和丢弃。

ACL 本身只是一组规则，无法实现过滤数据包的功能；它只能标定某一类数据包，而对这类数据包的处理方法，需要由引入 ACL 的具体功能来决定。对于 OptiX PTN 1900，ACL 需要与流分类功能配合使用，来实现过滤数据包等功能，如图 5-7 所示。创建 ACL 之前，流分类必须已经被创建。设备支持自定义 ACL，OptiX PTN 1900 最大支持 4k 个 ACL。

图 5-7 基于流分类的 ACL



5.13 BFD

OptiX PTN 1900 支持 BFD（Bidirectional Forwarding Detection）功能，通过 Hello 机制检测以太网链路状态。

BFD 是一个简单的 Hello 协议。在很多方面，它与路由协议的邻居检测部分相似。一对系统在它们之间的所建立会话的通道上周期性的发送检测报文，如果某个系统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系统的双向通道的某个部分发生了故障。

OptiX PTN 1900 采用异步模式，实现对以太网链路的 BFD 检测。在异步模式下，链路两端的设备之间相互周期性地发送 BFD 控制报文。如果某个设备在检测时间内没有收到对端发来的 BFD 控制报文，就认为这条以太网链路出现故障。

OptiX PTN 1900 的 BFD 检测时间为 1s。

5.14 同步以太网时钟

OptiX PTN 1900 支持在物理层实现同步以太网时钟。

同步以太网时钟

同步以太网时钟，是一种在以太网物理层实现时钟同步的技术，类似于 SDH 时钟。其同步过程如下：

- PRC（Primary Reference Clock）等设备通过外时钟接口向网元传递时钟信号。
- 网元间通过同步以太网传递时钟信号。
- 网元时钟处理模块从以太网线路上的串行码流里提取时钟并选源。
- 时钟锁相环跟踪其中一个以太网线路时钟，产生系统时钟。
- 系统时钟作为以太网物理层发送时钟用于发送数据来实现时钟向下级传递。

说明

同步以太网时钟的实现要求同步信息所经过的每个网络节点都支持同步以太技术。

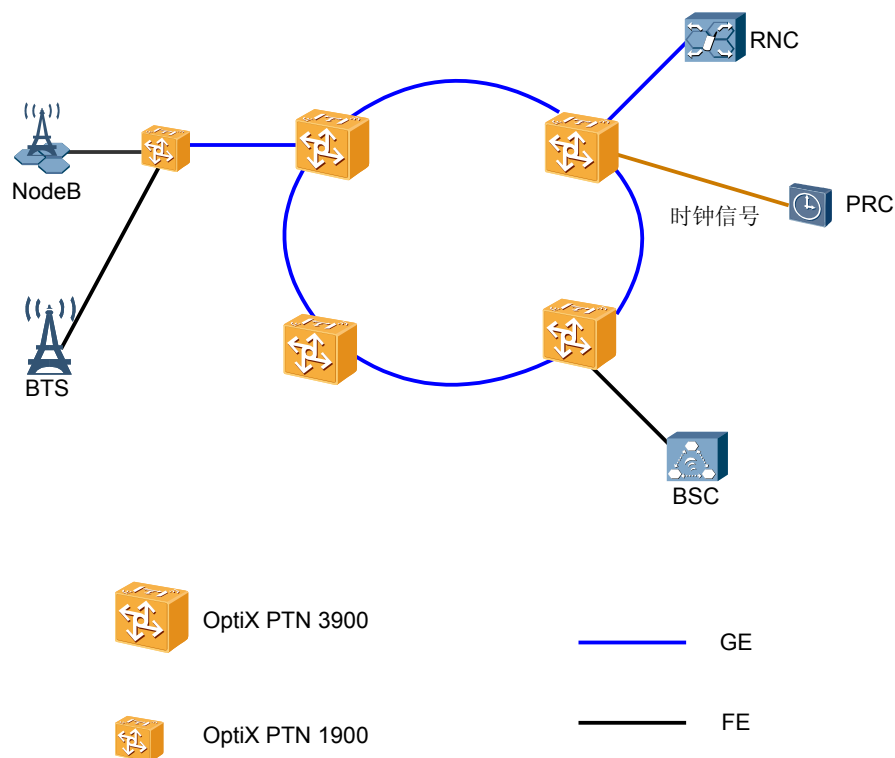
同步以太网时钟特点：

- 实现简单，可靠性高。
- 使用 SSM（synchronization status information）信息来表示时钟质量等级，通过专用的 OAM 报文来传递 SSM 信息。

典型组网

OptiX PTN 设备组成同步以太网络，可以支持同步以太接口实现以太网物理层同步。其典型组网如 [图 5-8](#) 所示。

图 5-8 同步以太网络典型组网



在同步以太网环境中，PRC 等设备的时钟信息，经过同步以太网被分发给与 BTS（Base Transceiver Station）或 NodeB（WCDMA Base Station）相连的 OptiX PTN 设备，提取时钟后，通过同步以太网接口传送给 BTS 或 NodeB、BSC 和 RNC，实现同步以太网时钟。

5.15 IEEE 1588 V2 时钟

OptiX PTN 1900 支持 IEEE 1588 V2 协议，实现时钟和时间同步。

IEEE 1588 V2 是精密时钟同步 PTP（Precision Time Protocol）协议标准，精度可以达到纳秒级，满足 3G 基站的要求。

说明

IEEE 1588 V2 时钟同步要求时钟链路上所有设备支持 IEEE 1588 V2 协议。
在组网条件下，IEEE 1588 V2 时钟的精度可以达到 1 微秒。

BMC 算法

BMC 算法通过比较两个时钟的描述数据，来确定哪一个数据描述的时钟更好，从而选取时钟源，由两部分组成：

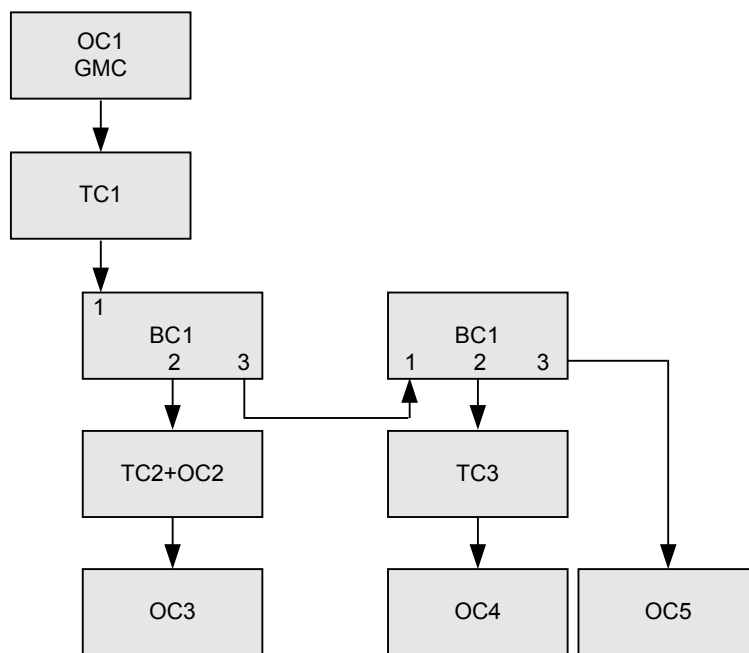
- 数据集比较算法（Data set comparison algorithm）：网元确定哪个时钟更好，选取好的时钟作为时钟源。对于同一网元，若有两路或多路来自同一 GMC（Grandmaster Clock）的时钟信号，则选取到达本网元经过节点数最少的一路 GMC 作为本网元的时钟源。

- 状态决定算法（State decision algorithm）：根据数据集比较算法比较的结果，决定端口的下一个状态。

时钟构架

IEEE 1588 V2 时钟构架如图 5-9 所示。

图 5-9 IEEE 1588 V2 时钟构架



OptiX PTN 1900 支持的 IEEE 1588 V2 时钟架构有四种模型：

- OC（Ordinary Clock）：只有一个 IEEE 1588 V2 端口的时钟设备，需要恢复时钟。可作为一个时间源，即主时钟设备，或者同步于其他时钟设备，即从时钟设备。
- BC（Boundary Clock）：有多个 IEEE 1588 V2 端口的时钟设备，需要恢复时钟，可作为主时钟设备和从时钟设备。
- TC（Transparent Clock）：一种设备，对经本设备转发的 PTP 事件消息，记录其驻留时间，并且把记录的信息提供给接收这些 PTP 事件消息的时钟。即网络中间透传时钟的设备，不需要恢复时钟，只负责处理延时。
 - E2E（End-to-end）TC：主从时钟之间使用端到端延时测量机制的一种 TC。
 - P2P（Peer-to-peer）TC：使用点到点延时测量机制的一种 TC。
- TC+OC：实现 IEEE 1588 V2 报文的时间戳修正和透传，同时实现时钟同步。

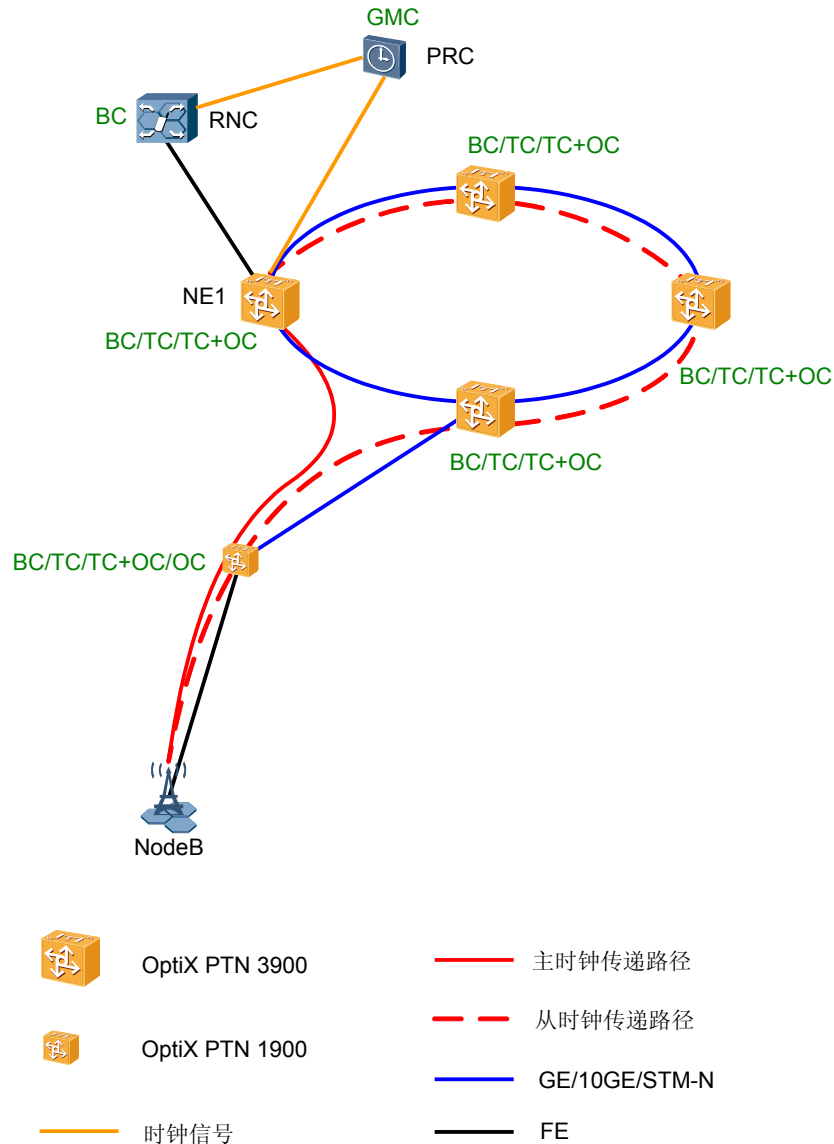
说明

- E2E 与 P2P 使用不同的机制实现延时传输，二者不可在同一通信路径中交互工作。即同一时间路径上的相邻 TC 设备只能采用 E2E TC 或 P2P TC 中的一种模式。
- 时间戳 TS（Time Stamp）用于传递时间信息。
- PTP 事件消息是定时消息，在于发送和接收 PTP 事件消息时要生成准确的时间戳。

典型组网

通过 IEEE 1588 V2 协议，OptiX PTN 设备可以实现对精确时间信息的传递，从而达到网络中设备的时钟和时间同步，满足电信网络对于精确时间的要求。其典型组网如图 5-10 所示。

图 5-10 IEEE 1588 V2 时钟同步典型组网



在图 5-10 中，PRC 向 NE1 和 RNC 传递时钟信号。NE1 根据 BMC 算法，选取 PRC 作为 GMC。此时 PRC 是 OC 模型，只作为时钟源。NE1 是 BC 模型，从与 PRC 相连的角度来看，NE1 是时钟宿，从与其他 OptiX PTN 设备相连的角度来看，NE1 是时钟源。NE1 向其他 OptiX PTN 设备发送 IEEE 1588 V2 报文，实现报文向下级传递。此时其他 OptiX PTN 设备的模式可以为 BC、TC、TC+OC 或 OC。

若此网络仅存在一路时钟源，OptiX PTN 设备可以是以下三种模型中的一种，所实现的功能如下所示：

- OptiX PTN 设备的模式是 BC 时，选取时间源，恢复本站的系统时间，并以系统时间为新的时间源，向下游设备发送时间信息。在中间网元需要进行时间同步的情况下，选取此模式。
- OptiX PTN 设备的模式是 TC 时，实现 IEEE 1588 V2 报文的时间戳更新和透传，并向下游传送时间信息。在中间网元不需要进行时钟同步或时间同步的情况下，选取此模式。
- OptiX PTN 设备的模式是 TC+OC 时，实现以下两种功能：
 - IEEE 1588 V2 报文的时间戳更新和透传，实现时间信息向下游传送。
 - 恢复时钟信息（无法恢复时间信息）供本网元使用。在中间网元需要进行时钟同步的情况下，选取此模式。
- OptiX PTN 设备的模式是 OC 时，选取时间源，恢复本站的系统时间，并以系统时间为新的时间源，从外时间接口向下传递时间信息。在中间网元与 NodeB 相连的情况下，选取此模式。

若此网络存在多个时钟域，OptiX PTN 设备的模型只能是 TC 或 TC+OC：

- 对于不同的 GMC，需要通过不同的端口传递 IEEE 1588 V2 报文。

 说明

BC 模式不适用于此场景，因为 BC 模式的网元会对时钟信号进行选源，与其中一路时钟信号同步，并作为时钟源向下传递。向下传递时钟源只是多路时钟源中的一个，其他时钟信号会被终结。

NodeB 从 OptiX PTN 设备的外时间接口获得时间信息，实现与 RNC 同步。

6 保护

关于本章

OptiX PTN 1900 支持的保护可以分为设备级保护和网络级保护。

6.1 设备级保护

设备级保护包括了业务单板的 TPS 保护，主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护、电源的 1+1 保护以及风扇的保护。

6.2 网络级保护

网络级保护包括 MPLS Tunnel 的 1+1、1:1 保护、快速重路由保护、线性复用段保护、以太网 LAG 保护、生成树保护、分组 E1 ML-PPP 保护和 IMA 保护。

6.1 设备级保护

设备级保护包括了业务单板的 TPS 保护，主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护、电源的 1+1 保护以及风扇的保护。

6.1.1 TPS 保护

TPS 保护的對象是通过接口板出线的业务子卡。当业务子卡硬件出现故障，通过软件和硬件的操作，将原接口板上到故障单板的信号流倒换到一块专用、正常的业务子卡上，实现对故障单板的保护。TPS 保护可以对 E1 链路进行保护。OptiX PTN 1900 最多支持 2 组 1:1 的 TPS 保护。

6.1.2 主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护

主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护是设备安装有两块主控、交叉、多协议处理单元时的保护方式。当主主控软件或者硬件发生故障，或者接收到主备倒换指示时，主备单板发生倒换达到保护的目地。

6.1.3 电源板的 1+1 保护

设备安装有两块电源板 PIU，互为热备份。一块电源板失效后，仍能够保证设备正常运行。

6.1.1 TPS 保护

TPS 保护的對象是通过接口板出线的业务子卡。当业务子卡硬件出现故障，通过软件和硬件的操作，将原接口板上到故障单板的信号流倒换到一块专用、正常的业务子卡上，实现对故障单板的保护。TPS 保护可以对 E1 链路进行保护。OptiX PTN 1900 最多支持 2 组 1:1 的 TPS 保护。

保护方式和单板

设备支持对 E1 链路的 TPS 保护，保护方式和对应单板如表 6-1 所示。

表 6-1 E1 业务的 TPS 保护方式和对应单板

保护方式	支持的单板
两组 1:1 保护	MD1

TPS 保护参数

TPS 的保护参数请参见表 6-2。

表 6-2 TPS 保护参数

参数	说明
优先级	1:1 保护，无优先级
倒换类型	锁定/解锁、强制倒换、人工倒换、自动倒换

参数	说明
倒换条件（满足任一条件即可）	<ul style="list-style-type: none"> ● 工作板时钟丢失 ● 工作板不在位 ● 工作板硬复位 ● 工作板硬件故障 ● 下发倒换命令
倒换时间	当发生 TPS 保护倒换时，E1 物理链路的恢复时间小于 50ms
恢复模式	可恢复式
等待恢复时间	300 秒～ 720 秒，建议设置为 600 秒

6.1.2 主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护

主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护是设备安装有两块主控、交叉、多协议处理单元时的保护方式。当主主控软件或者硬件发生故障，或者接收到主备倒换指示时，主备单板发生倒换达到保护的目的。

OptiX PTN 1900 的主控、交叉、多协议处理单元为 CXP，插放在设备的 1、2 槽位。

OptiX PTN 1900 的主控、交叉、多协议处理单元 1+1 保护参数如表 6-3 所示。

表 6-3 主控、交叉、多协议处理单元的 1+1 保护参数

参数	说明
单板槽位	slot 1、2
倒换条件（满足任一条件即可）	<ul style="list-style-type: none"> ● 工作板故障 ● 人工下发倒换命令 ● 工作板被人工拔出 ● 工作板面板扳手上的两个微动开关都被打开 ● 工作板硬复位
恢复模式	非恢复式

说明

当 CXP 板软复位时，工作 CXP 板上的控制平面会自动倒换到保护 CXP 板上。当原工作的 CXP 软复位结束，进入正常运行态时，控制平面会自动倒换回原工作 CXP 上。

6.1.3 电源板的 1+1 保护

设备安装有两块电源板 PIU，互为热备份。一块电源板失效后，仍能够保证设备正常运行。

OptiX PTN 1900 的电源板为 PIU，安装在 Slot 8 和 Slot 9。两块 PIU 板互为热备份。

6.2 网络级保护

网络级保护包括 MPLS Tunnel 的 1+1、1:1 保护、快速重路由保护、线性复用段保护、以太网 LAG 保护、生成树保护、分组 E1 ML-PPP 保护和 IMA 保护。

6.2.1 MPLS Tunnel 1+1 和 1:1 保护

MPLS Tunnel 的 1+1 和 1:1 保护，通过保护通道来保护工作通道上传送的业务。当工作通道故障的时候，业务倒换到保护通道。1+1 保护的業務双发选收，1:1 保护的業務单发单收。

6.2.2 快速重路由保护

快速重路由是 MPLS 的一个特性，它的特点是快速局部保护。它一般部署在对可靠性要求比较高的网络中，当网络中出现局部失效的时候，快速重路由可以很快的倒换到 Bypass Tunnel，数据业务受到影响较小。

6.2.3 以太网 LAG 保护

链路聚合 (Link Aggregation) 是指将一组相同速率的物理以太网接口捆绑在一起作为一个逻辑接口 (链路聚合组) 来增加带宽并提供链路保护的一种方法。OptiX PTN 1900 支持 UNI 侧以太网端口的 LAG 保护。

6.2.4 以太网生成树保护

多生成树协议 MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol) 可用于消除网络环路。MSTP 通过一定的算法阻断某些冗余路径，将环路网络修剪成无环路的树型网络，从而避免报文在环路网络中增生和无限循环产生广播风暴。MSTP 与 STP、RSTP 的区别在于 MSTP 能够按照 VLAN 报文进行转发，实现 VLAN 数据的负载均衡。

6.2.5 线性复用段保护

线性复用段保护，通过保护通道来保护工作通道上传送的业务。当工作通道故障的时候，业务倒换到保护通道。线性复用段保护分为 1+1 线性复用段保护、1:1 线性复用段保护和 1:N ($2 \leq N \leq 7$) 线性复用段保护。1+1 保护的業務双发选收，1:1 和 1:N 保护的業務单发单收。该保护主要针对通道化 STM-1 端口、POS 端口和 ATM STM-1 端口。其中 1:N 线性复用段仅可用于 AFO1 单板。

6.2.6 分组 E1 ML-PPP 保护

ML-PPP (Multilink PPP) 是指将多个 PPP 通道捆绑在一起使用，达到增加带宽、负载分担以及备份的作用。ML-PPP 保护支持将网络侧的业务分配绑定到多个 PPP 通道进行传输，实现网络侧单板端口的负荷分担和保护。

6.2.7 IMA 保护

IMA (Inverse Multiplexing for ATM) 技术是将 ATM 集合信元流分接到多个低速链路上，在远端再将多个低速链路复接在一起恢复成与原来顺序一样的集成信元流，使多个低速链路灵活方便地复用起来。

6.2.1 MPLS Tunnel 1+1 和 1:1 保护

MPLS Tunnel 的 1+1 和 1:1 保护，通过保护通道来保护工作通道上传送的业务。当工作通道故障的时候，业务倒换到保护通道。1+1 保护的業務双发选收，1:1 保护的業務单发单收。

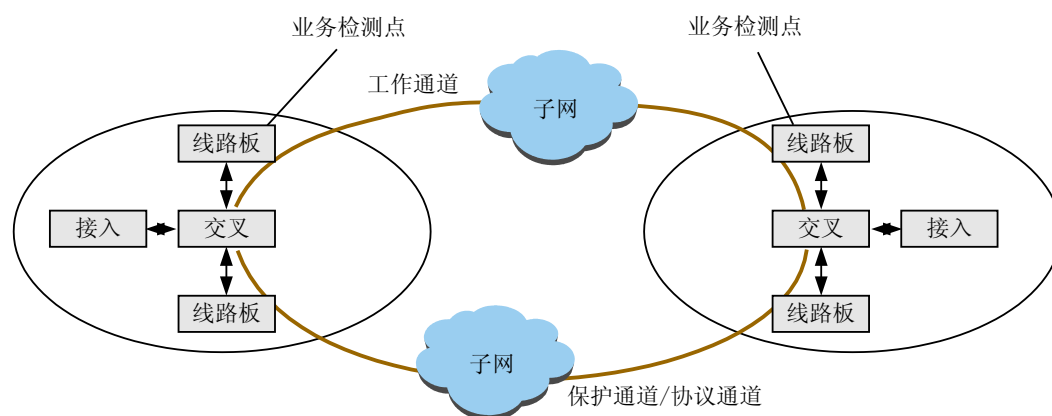
MPLS Tunnel 保护的扩展 APS 协议通过保护通道传送，相互传递协议状态和倒换状态。两端设备根据协议状态和倒换状态，进行业务倒换。

保护符合 ITU-T G.8131 协议。

MPLS Tunnel 的 1+1 保护

设备支持的 MPLS Tunnel 的 1+1 保护如图 6-1 所示。

图 6-1 MPLS 的 1+1 保护



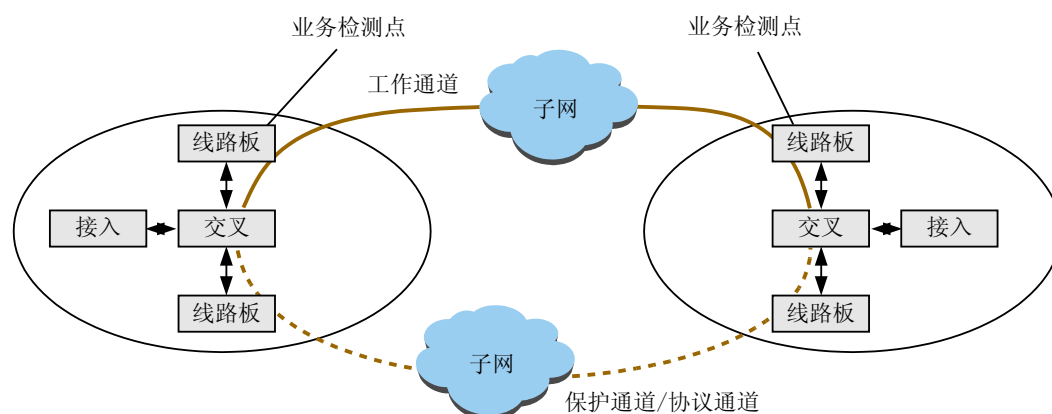
MPLS 的 1+1 保护，业务双发选收。当工作通道故障的时候，业务接收端选择保护通道接收业务，实现业务的倒换。

- 检测方法：
 - 物理层检测：检测信号丢失，检测时间微秒级。
 - 链路层检测：通过 MPLS OAM 进行检测。如果要保证 MPLS 自动保护倒换时间在 50ms 内，MPLS OAM 的检测时间为 3.3ms。
- 倒换过程：接收端根据链路状态选择业务通道。

MPLS Tunnel 的 1:1 保护

设备支持的 MPLS Tunnel 的 1:1 保护如图 6-2 所示。

图 6-2 MPLS Tunnel 的 1:1 保护



MPLS Tunnel 的 1:1 保护，业务从工作通道传送。当工作通道故障的时候，倒换到保护通道，业务单发单收。扩展 APS 协议通过保护通道传送，相互传递协议状态和倒换状态。两端设备根据协议状态和倒换状态，进行业务倒换。

- 检测方法：
 - 物理层检测：检测信号丢失，检测时间微秒级。
 - 链路层检测：通过 MPLS OAM 进行检测。如果要保证 MPLS 自动保护倒换时间在 50ms 内，MPLS OAM 的检测时间为 3.3ms。
- 倒换过程：通过扩展 APS 协议相互协商，发送端倒换业务到保护通道，接收端从保护通道接收业务。

保护参数

MPLS Tunnel 的 1+1 保护和 1:1 保护的参数如表 6-4 所示。

表 6-4 MPLS Tunnel 的 1+1 保护和 1:1 保护的参数

倒换类型	恢复类型	倒换协议	倒换时间	倒换拖延时间	默认恢复时间
1+1 单端倒换	非恢复式	扩展 APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	-
1+1 双端倒换	非恢复式	扩展 APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	-
1+1 单端倒换	可恢复式	扩展 APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	300s
1+1 双端倒换	可恢复式	扩展 APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	300s
1:1 双端倒换	非恢复式	扩展 APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	-
1:1 双端倒换	可恢复式	扩展 APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	300s
倒换条件（满足任一条件即可）： <ul style="list-style-type: none"> ● 单板故障 ● 单板硬复位 ● 人工下发倒换命令 ● 物理链路失效 ● MPLS OAM 检测到 LSP 失效 					

6.2.2 快速重路由保护

快速重路由是 MPLS 的一个特性，它的特点是快速局部保护。它一般部署在对可靠性要求比较高的网络中，当网络中出现局部失效的时候，快速重路由可以很快的倒换到 Bypass Tunnel，数据业务受到影响较小。

快速重路由的基本概念

介绍快速重路由之前必须了解一些基本概念：

- Detour 方式：One-to-one Backup，分别为每一条被保护 LSP 提供保护，为每一条被保护 LSP 创建一条保护路径，该保护路径称为 Detour LSP。
- Bypass 方式：Facility Backup，用一条保护路径保护多条 LSP，该保护路径称为 Bypass LSP。
- PLR：Point of Local Repair，Detour LSP 或 Bypass LSP 的头节点，它必须在主 LSP 的路径上，且不能是尾节点。
- MP：Merge Point。Detour LSP 或 Bypass LSP 的尾节点，必须在主 LSP 的路径上，且不能是头节点。
- 链路保护：PLR 和 MP 之间有直接链路连接，主 LSP 经过这条链路。当这条链路失效的时候，可以倒换到 Detour LSP 或 Bypass LSP 上。
- 节点保护：PLR 和 MP 之间通过一个节点连接，主 Tunnel 经过这个节点。当这个节点失效时，可以倒换到 Detour LSP 或 Bypass LSP 上。

快速重路由保护符合 RFC 4090 协议。

快速重路由的保护方式

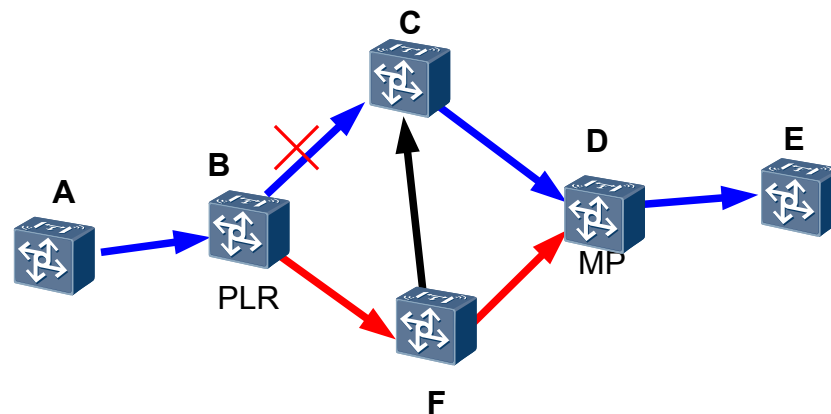
快速重路由是对局部进行的保护，它保护的部分是在 PLR 和 MP 之间与 PLR 相连的链路或节点。快速重路由的基本原理是用一条预先建立的 Tunnel 来保护一条或多条 Tunnel。设备支持 Bypass Tunnel 方式。

Bypass Tunnel 是指一个没有快速重路由属性的 Tunnel，当这个 Tunnel 被指定保护经过一个物理接口的其他 Tunnel 以后，这个 Tunnel 就成为 Bypass Tunnel。Bypass Tunnel 的建立是通过在 PLR 手工配置触发的。它的配置与普通 Tunnel 的配置基本没有分别，只是不能配置快速重路由属性。也就是说，Tunnel 不能被嵌套保护。

业务恢复时间：≤50ms

快速重路由的保护如图 6-3 所示。

图 6-3 快速重路由的保护



Bypass 方式如上图所示，蓝色为主 LSP，红色为 Bypass Tunnel。快速重路由对与 PLR 相连的链路 B-C 和节点 C 进行保护。当链路 B-C 失效或节点 C 失效时，主 Tunnel 上的数据会倒换到 Bypass Tunnel 上。倒换后，会删除原 PLR 到 MP 之间的通道信息。

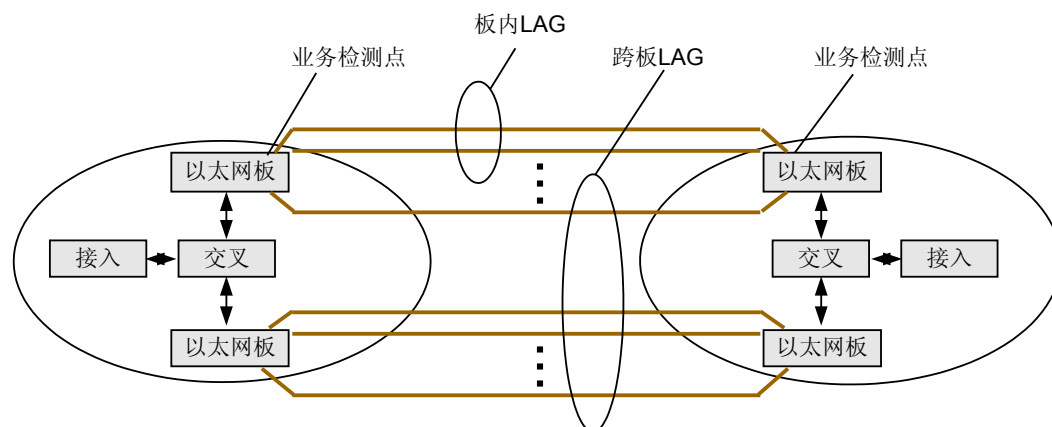
6.2.3 以太网 LAG 保护

链路聚合（Link Aggregation）是指将一组相同速率的物理以太网接口捆绑在一起作为一个逻辑接口（链路聚合组）来增加带宽并提供链路保护的一种方法。OptiX PTN 1900 支持 UNI 侧以太网端口的 LAG 保护。

以太网 LAG 保护可以实现端口的负载分担和非负载分担。链路没有主备之分。系统可以实现跨板 LAG 保护和板内 LAG 保护，任何一个链路故障，业务报文会分发到其他链路传送。

设备支持的以太网 LAG 保护如图 6-4 所示。

图 6-4 以太网 LAG 保护



链路聚合的优势在于：

- 增加链路带宽
- 提高链路可靠性：当一条链路失效时，其他链路将重新对业务进行分担
- 负载分担：流量分担到聚合组的各条链路上

设备支持两种链路聚合方式：

- 手工聚合
- 静态聚合

设备支持失效链路的恢复方式：

- 恢复式
- 非恢复式

设备支持链路的分担方式：

- 负载分担

- 非负载分担

设备支持对聚合组中的各端口设置优先级。

设备支持跨板和板内 LAG 保护。

手工聚合

手工模式的端口捆绑不需要启动 LACP (Link Aggregation Control Protocol) 协议，不需要交互协议报文，端口的聚合完全由管理员人工指定。

OptiX PTN 1900 支持将多个以太网物理端口捆绑成一个逻辑接口。借助端口捆绑技术，可以扩展两设备之间的传输带宽，无需升级硬件，同时增加了链路的可靠性。

设置链路聚合组后，设备会自动将逻辑端口上的流量负载分担到聚合组中的多个物理端口上。当其中一个物理端口发生故障时，如果链路设置了负载分担，故障端口上的流量会自动分担到其他物理端口上。当故障恢复后，流量会重新分配，保证流量在汇聚的各端口之间的负载分担。

设置链路聚合组后，若分担方式为非负载分担，则聚合组只有一条成员链路有流量存在，其它链路则处于 STANDBY 状态。这实际上提供了一种“热备份”的机制，因为当聚合中的活动链路失效时，系统将从聚合组中处于 STANDBY 状态的链路中选出一条做为活动链路，以屏蔽链路失效。

静态聚合

静态模式的链路聚合需要借助 LACP 协议，通过交互协议报文自动维护聚合端口的状态。创建聚合组和加入成员链路仍旧需要管理员手工完成，而且 LACP 不能改变管理员的配置信息。

OptiX PTN 1900 支持遵循 IEEE 802.3ad 标准的 LACP 协议。设备和对端互连设备通过交互 LACP 协议报文协商哪些端口可以用于转发数据，即协商确定出端口处于 Selected 或 Standby 状态。

LACP 根据端口状态维护链路状态。在聚合条件发生变化时，自动调整或解散链路聚合。聚合组各成员间可以基于 port、MAC 地址、IP 地址、MPLS 标签进行流量负载分担和非负载分担。

6.2.4 以太网生成树保护

多生成树协议 MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol) 可用于消除网络环路。MSTP 通过一定的算法阻断某些冗余路径，将环路网络修剪成无环路的树型网络，从而避免报文在环路网络中增生和无限循环产生广播风暴。MSTP 与 STP、RSTP 的区别在于 MSTP 能够按照 VLAN 报文进行转发，实现 VLAN 数据的负载均衡。

设备支持的 MSTP，符合标准 IEEE 802.1s，兼容 STP 和 RSTP。MSTP 与 STP 和 RSTP 的区别可以参见表 5-4。

MSTP 使用域(region)和实例(instance)的概念。MSTP 把一个交换网络按照不同的需求划分成不同的域。每个域内形成多棵彼此独立的生成树。每棵生成树称为多生成树实例 MSTI (Multiple Spanning Tree Instance)，每个域叫做一个 MST 域。MSTP 通过设置 VLAN 映射表（即 VLAN 和 MSTI 的对应关系表），将 VLAN 和 MSTI 进行映射。每个实例对应一个或一组 VLAN。

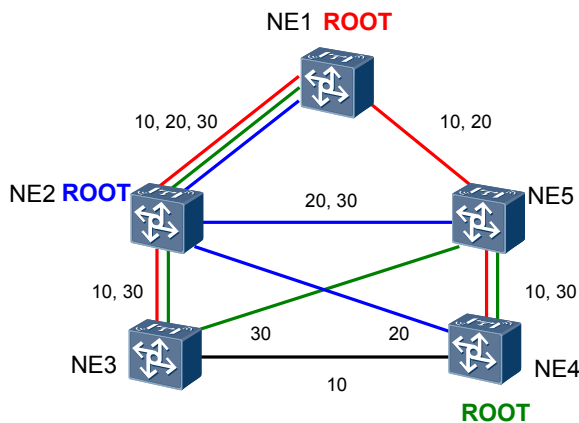
 说明

- 实例：运行 MSTP 的设备可以同时具有多个生成树，为了区分这些生成树，每一个生成树叫做一个多生成树实例。
- 域：一组划分了相同 VLAN 和实例对应关系的相互连接的交换设备的集合。

设备之间传输带有域和实例信息的桥接协议数据单元 BPDU（Bridge Protocol Data Unit），设备通过 BPDU 信息判断自己是否属于某个域，域内可以运行多个实例生成树，域间只运行一个生成树。

图 6-5 是一个具有多个 VLAN 的交换网络。

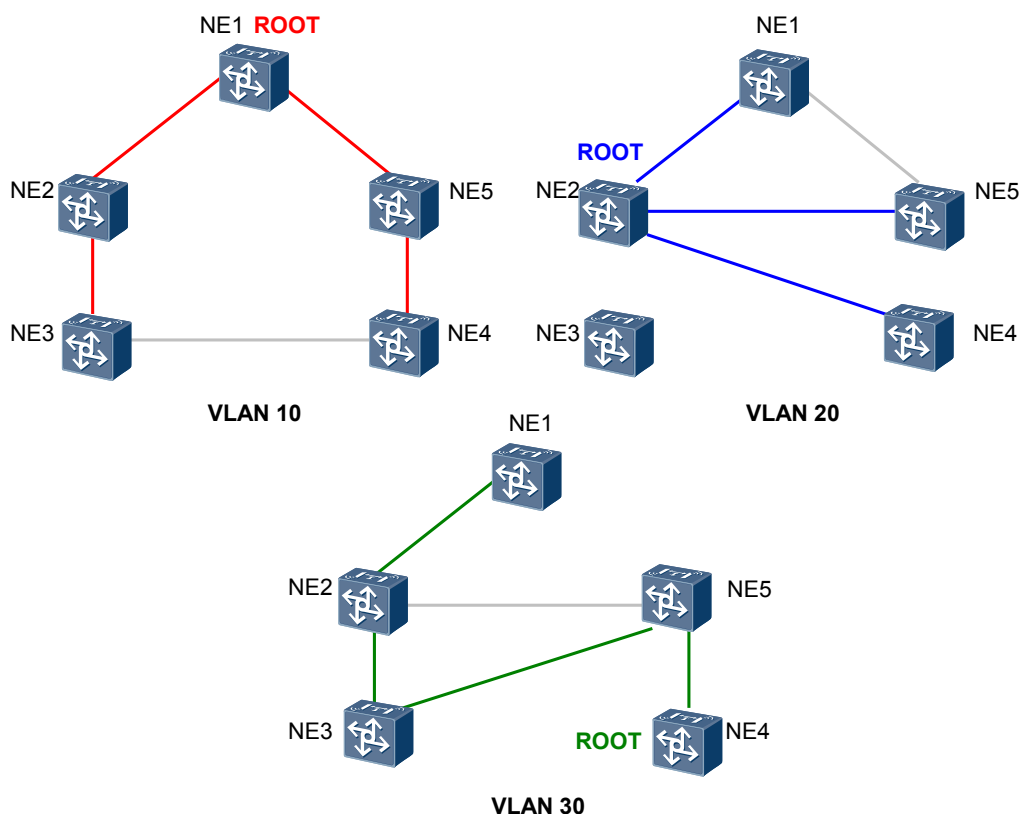
图 6-5 多个 VLAN 的交换网络



由于 RSTP 的 VLAN 无关性，有可能右下角的设备上的所有端口都处于 Discarding 状态。直接连接到该设备的终端都会通信中断。

运行 MSTP 之后，每个 VLAN 会有一个独立的 MST，如图 6-6 所示：

图 6-6 运行 MSTP 之后的网络拓扑



由于每个实例对应一个或一组 VLAN，因此 MSTP 可以按照 VLAN 报文进行数据转发，实现 VLAN 数据的负载均衡。从而实现了 RSTP 和 VLAN 的完美结合。

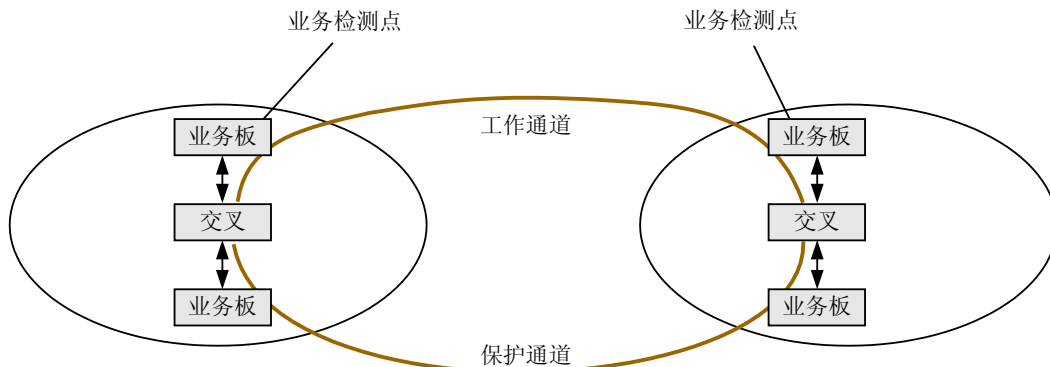
6.2.5 线性复用段保护

线性复用段保护，通过保护通道来保护工作通道上传送的业务。当工作通道故障的时候，业务倒换到保护通道。线性复用段保护分为 1+1 线性复用段保护、1:1 线性复用段保护和 1:N ($2 \leq N \leq 7$) 线性复用段保护。1+1 保护的業務双发选收，1:1 和 1:N 保护的業務单发单收。该保护主要针对通道化 STM-1 端口、POS 端口和 ATM STM-1 端口。其中 1:N 线性复用段仅可用于 AFO1 单板。

1+1 线性复用段保护

设备支持的 1+1 线性复用段保护如图 6-7 所示。

图 6-7 1+1 线性复用段保护



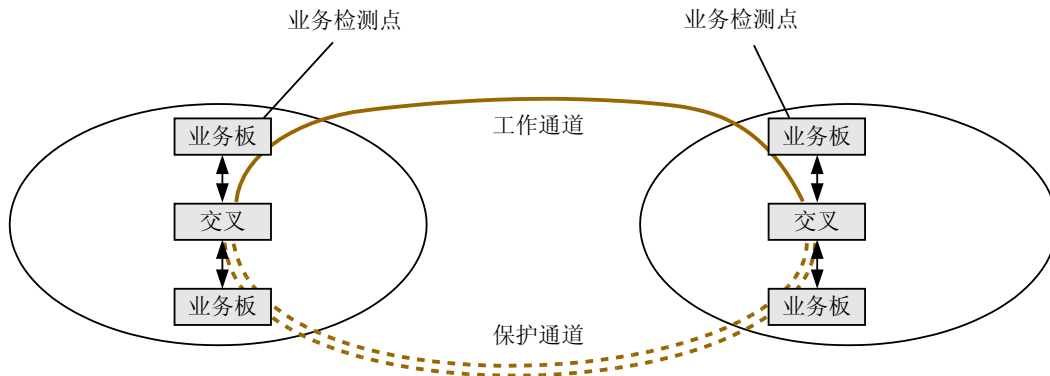
1+1 线性复用段保护，业务双发选收。当工作路径故障的时候，业务接收端选择保护通道接收业务，实现业务的倒换。

- 检测方法：物理层检测，检测 LOS 和 LOF 告警、MS_AIS、B2_SD、B2_EXC。
- 倒换过程：接收端根据线路状态选择业务。

1:1 和 1:N 线性复用段保护

设备支持的 1:1 和 1:N 线性复用段保护如图 6-8 所示。

图 6-8 1:1 和 1:N 线性复用段保护



1:1 和 1:N 线性复用段保护，业务从工作通道传送。当工作通道故障的时候，倒换到保护通道，业务单发单收。APS 协议通过保护通道传送，相互传递协议状态和倒换状态。两端设备根据协议状态和倒换状态，进行业务倒换。

- 检测方法：物理层检测，检测 LOS 和 LOF 告警、MS_AIS、B2_SD、B2_EXC。
- 倒换过程：通过 APS 协议相互协商，发送端倒换业务到保护通道，接收端从保护通道接收业务。

保护参数

线性复用段保护参数如表 6-5 所示。

表 6-5 线性复用段保护参数

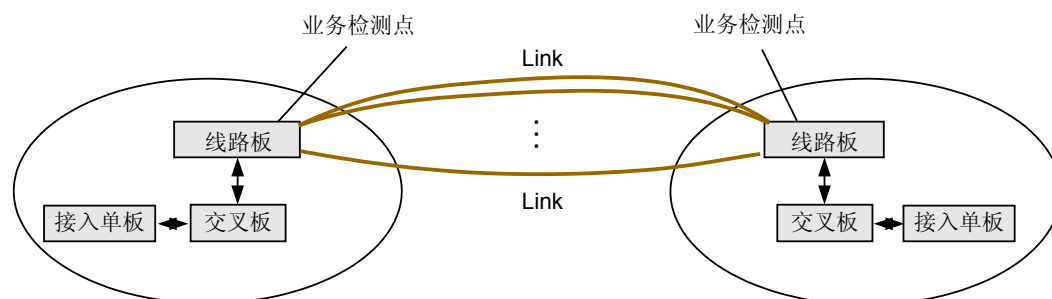
倒换类型	恢复类型	倒换协议	倒换时间	倒换延迟时间	默认恢复时间
1+1 单端倒换	非恢复式	不需要	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	—
1+1 双端倒换	非恢复式	APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	—
1+1 单端倒换	可恢复式	不需要	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	300s
1+1 双端倒换	可恢复式	APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	300s
1:1 双端倒换	可恢复式	APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	300s
1:N 双端倒换	可恢复式	APS 协议	≤50ms	0 ~ 10s, 缺省为 0	300s
倒换条件（满足任一条件即可） <ul style="list-style-type: none"> ● 单板故障 ● 单板硬复位 ● 人工下发倒换命令 ● 物理链路失效 					

6.2.6 分组 E1 ML-PPP 保护

ML-PPP（Multilink PPP）是指将多个 PPP 通道捆绑在一起使用，达到增加带宽、负载分担以及备份的作用。ML-PPP 保护支持将网络侧的业务分配绑定到多个 PPP 通道进行传输，实现网络侧单板端口的负荷分担和保护。

分组 E1 ML-PPP 的保护如图 6-9 所示。

图 6-9 分组 E1 ML-PPP 的保护



设备通过接入单板与移动设备对接，接入多个移动业务信号。业务信号通过交叉板交叉到线路板后，通过分配的多个捆绑在一起的链路进行传输，从而实现网络侧单板端口的负荷分担和保护。链路没有主备之分。

ML-PPP 保护是板内保护。任何一个链路产生故障，业务会分担到其他链路上进行传输。

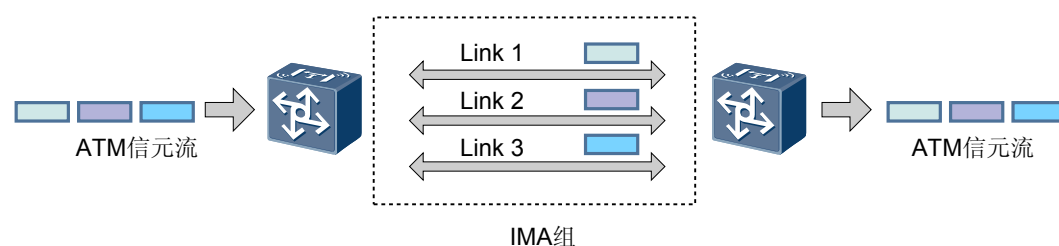
- 检测方法：
 - 物理层检测，检测信号丢失 LOS、以及 AIS、RDI 状态，检测时间微秒级
 - 链路层检测，采用 ML-PPP 协议报文检测链路层状态，检测时间毫秒级
- 倒换过程：接收端根据链路状态选择业务。

6.2.7 IMA 保护

IMA（Inverse Multiplexing for ATM）技术是将 ATM 集合信元流分接到多个低速链路上，在远端再将多个低速链路复接在一起恢复成与原来顺序一样的集成信元流，使多个低速链路灵活方便地复用起来。

IMA 适用于在 E1 接口和通道化 VC12 链路上传输 ATM 信元，它只是提供一个通道，对业务类型和 ATM 信元不做处理，对 ATM 层和高层信号提供透明传输。IMA 传输如图 6-10 所示。

图 6-10 IMA 传输



IMA 保护是指，如果 IMA 组中一条链路失效，信元会被负载分担到其他正常链路上进行传送，从而达到保护业务的目的。

7 操作、维护与管理

关于本章

OptiX PTN 1900 提供和支持强大的操作、维护与管理功能。

7.1 OAM 能力

OptiX PTN 1900 系统在单板设计和功能设置等方面考虑了用户在设备运行和维护方面的需求，为用户提供了强大的设备维护能力。

7.2 T2000 网管系统

OptiX PTN 1900 采用 T2000 统一管理。

7.1 OAM 能力

OptiX PTN 1900 系统在单板设计和功能设置等方面考虑了用户在设备运行和维护方面的需求，为用户提供了强大的设备维护能力。

7.1.1 操作及配置工具

用户可以通过 T2000 对 OptiX PTN 1900 进行操作及配置。

7.1.2 监控及维护

OptiX PTN 1900 支持多种监控和维护功能。

7.1.3 诊断及调测

OptiX PTN 1900 提供对系统软硬件故障的诊断与调测功能。

7.1.4 扩容及升级

OptiX PTN 1900 支持插拔单板扩容及多种升级方式。

7.1.1 操作及配置工具

用户可以通过 T2000 对 OptiX PTN 1900 进行操作及配置。

T2000：用户可以通过 OptiX iManager 系列的传送网网络管理系统（简称 T2000）进行网络级的配置，特别集中在业务配置上。T2000 支持软件包加载、故障采集等操作。T2000 的详细介绍请参见 [7.2 T2000 网管系统](#)。

7.1.2 监控及维护

OptiX PTN 1900 支持多种监控和维护功能。

OptiX PTN 1900 支持的监控和维护功能如下：

- 各单板均有运行、告警状态指示灯，协助网络管理员及时定位、处理故障。
- 提供告警级别管理、告警过滤等功能。
- 支持激光器自动关断功能（以太光接口不支持此功能）。
- 支持软件版本平滑升级。
- 支持数据库在线备份和加载。
- 支持通过数据库方式恢复系统配置。
- 支持 MPLS OAM 和 ETH OAM。
- 支持不中断业务转发 NSF 功能。
- 支持带内管理 DCN。
- 通过网管能动态地监视网上各站的设备运行、告警及性能状况。
- 支持单板及主机软件的包加载和远程加载，并提供防误加载和断点续传功能。

7.1.3 诊断及调测

OptiX PTN 1900 提供对系统软硬件故障的诊断与调测功能。

OptiX PTN 1900 通过如下的网络连通测试方式提供诊断与调测功能。

- MPLS 层连通测试方式:
 - LSP Ping
 - TraceRoute
 - PW CVVC Ping
 - MPLS OAM
- ETH 层连通测试方式:
 - LB 环回测试
 - LT 链路追踪测试
 - CC 连通性测试

7.1.4 扩容及升级

OptiX PTN 1900 支持插拔单板扩容及多种升级方式。

OptiX PTN 1900 支持插入新单板或替换单板进行扩容的方式。

OptiX PTN 1900 在升级时必须采用主控主备保护的方式，升级过程中不中断业务。

OptiX PTN 1900 支持软件防误加载、升级失败回滚，升级过程可逆。

 说明

“回滚”指如果软件升级失败，可以回退到软件版本和业务配置的初始状态，升级成功后，才将新版本的软件覆盖旧版本的软件。

7.2 T2000 网管系统

OptiX PTN 1900 采用 T2000 统一管理。

网管系统符合 ITU-T 建议，采用标准的管理信息模型和面向对象管理技术。通过通信模块与网元主机软件交换信息，实现对网络上设备的监控和管理。

网管软件运行于工作站或 PC 机上，主要功能是实现对设备及网络的管理。网管软件具备对传输设备的操作维护功能和对传输网络进行管理的能力。网管软件的管理功能包括以下几点：

告警性能管理

可实现告警的实时收集、提示、过滤、浏览、确认、核对、清除、统计，以及告警插入、告警相关性分析、故障诊断等，如：

- 实现自动上报告警和执行告警一致性检查
- 核对告警和删除告警
- 清除和过滤网元当前或历史告警，过滤异常事件列表
- 告警数据的保存

配置管理

可实现网元的接口、时钟、业务、隧道、保护、时间等的配置和管理，如：

- 创建或删除网络实体

- 创建/修改光纤
- 设置或修改网元属性及下发配置
- 配置接口属性
- 配置隧道和保护
- 配置 OAM
- 配置业务
- 配置时钟源
- 上载配置数据或检查数据一致性
- 查看网元信息

维护管理

可提供多种方式帮助维护人员定位、消除设备故障，如：

- 设置环回
- 设置网元时间同步方式
- 复位单板或主控软件
- 设置激光器自动关断（以太光接口不支持此功能）
- 启动业务性能检测
- 备份网元数据库

安全管理

可通过多种方式对网元进行安全管理，如：

- 网元用户管理
- 网元登录管理
- 网元登录锁定
- 网元设置锁定
- 网元用户组管理
- 网元安全参数
- 网元安全日志

8 安全管理

关于本章

网管通过多种方式实现对 OptiX PTN 1900 网元的安全管理。网元安全管理包括认证管理，授权管理，网络安全管理，系统安全管理，网元安全日志管理，Syslog 日志管理。合理的规划才能保证网元安全管理的有效性。

8.1 认证管理

出于安全的考虑，只有通过认证后确认是合法的用户才能登录到网元。

8.2 授权管理

合理的安排不同网元用户的操作权限，既可实现用户对网元的正常操作，又可有效的保证网元系统的安全性。

8.3 网络安全管理

网管和网元之间，以及网络中的数据的安全传送，是网管有效管理网元的前提。

8.4 系统安全管理

出于安全的考虑，系统提供必要的安全策略，强制执行。

8.5 网元安全日志管理

网元安全日志记录所有网元用户对网元进行的操作及操作结果。通过查询日志，管理员可对用户操作进行追踪和审查。

8.6 Syslog 日志管理

系统日志服务 (Syslog service) 用户网元的安全管理。各种不同类别的信息会按照符合系统日志 (Syslog) 协议的格式传送到日志服务器，便于维护人员统一监控。

8.1 认证管理

出于安全的考虑，只有通过认证后确认是合法的用户才能登录到网元。

- 网元登录管理：必须使用合法的用户和密码才能登录到网元。
- 网元用户切换：在同一客户端上，同一时间只能有一个用户对网元进行操作，所以不同的用户要操作同一网元时，就要进行用户切换，以保证数据的唯一性。
- 强制网元用户退出登录状态：为了避免多个网元用户同时配置网元时出错或阻止其他用户非法登录网元，网元用户可强制比自己级别低的网元用户退出网元。
- 网元登录锁定：设定锁定后，禁止比当前用户级别更低的用户登录网元。
- 网元设置锁定：可锁定网元功能模块的设置，禁止其它网元用户对加锁模块进行设置操作。
- 查询网元上登录的用户。

8.2 授权管理

合理的安排不同网元用户的操作权限，既可实现用户对网元的正常操作，又可有效的保证网元系统的安全性。

- 网元用户管理：
 - 根据操作权限可将网元用户划为 5 个级别，由低到高依次为：监视级别、操作级别、维护级别、系统级别、调试级别。
 - 根据使用不同的网管系统可将网元用户标志分为：LCT 网元用户、EMS 网元用户、CMD 网元用户、通用网元用户。
 - 创建网元用户，分配权限及指定用户标志。
 - 修改用户名，密码，操作权限，用户标志。
 - 删除网元用户。
- 网元用户组管理：
 - 根据操作权限，网元用户组缺省分为：管理员用户组、超级管理员用户组、操作员用户组、监视员用户组、维护员用户组。
 - 修改用户所属的用户组。

8.3 网络安全管理

网管和网元之间，以及网络中的数据的安全传送，是网管有效管理网元的前提。

- 设置 ACL（Access Control List）规则，对接收的 IP 报文进行过滤，控制网络数据流量，同时可防范恶意攻击。根据系统安全程度可分为：基本 ACL 规则和高级 ACL 规则。
 - 对于安全级别要求较低的网元，可以设置基本 ACL 规则，只对 IP 报文的源地址进行校验。
 - 对于安全级别要求很高的网元，可以设置高级 ACL 规则，网元会对接收的 IP 报文的进行源宿地址、源宿端口以及协议类型进行详细的校验。

- 在高级 ACL 规则和基本 ACL 规则同时存在的情况下，系统优先按照高级 ACL 规则进行校验。
- 查询 ACL 规则。
- 修改 ACL 规则。
- 删除 ACL 规则。
- 网元可通过以下方式接入到 T2000：
 - 以太网接入（网管网口 ETH 和扩展网口 EXT）。缺省情况下，网元是允许网管通过以太网接入。
 - 串口接入。
- 控制网元的 LCT 接入：当需要使用 T2000-LCT 来管理网元时，可从网管上打开该网元许可的 LCT 接入权限。
- 在网管和网元通信时，对于敏感信息，比如用户名，密码等进行加密。

8.4 系统安全管理

出于安全的考虑，系统提供必要的安全策略，强制执行。

- 查询和设置网元的 Warning Screen 信息。
- 查询和设置网元的 Warning Screen 开关，以决定用户在登录网元后是否上报警告信息。
- 查询和设置密码的最大时效和最小时效。
- 查询和设置允许非法登录的次数。
- 查询和设置过期密码允许使用的次数。
- 查询和设置密码的唯一性。

8.5 网元安全日志管理

网元安全日志记录所有网元用户对网元进行的操作及操作结果。通过查询日志，管理员可对用户操作进行追踪和审查。

- 查看网元安全日志。
- 设置网元日志转发到 Syslog Server。

8.6 Syslog 日志管理

系统日志服务 (Syslog service) 用户网元的安全管理。各种不同类别的信息会按照符合系统日志 (Syslog) 协议的格式传送到日志服务器，便于维护人员统一监控。

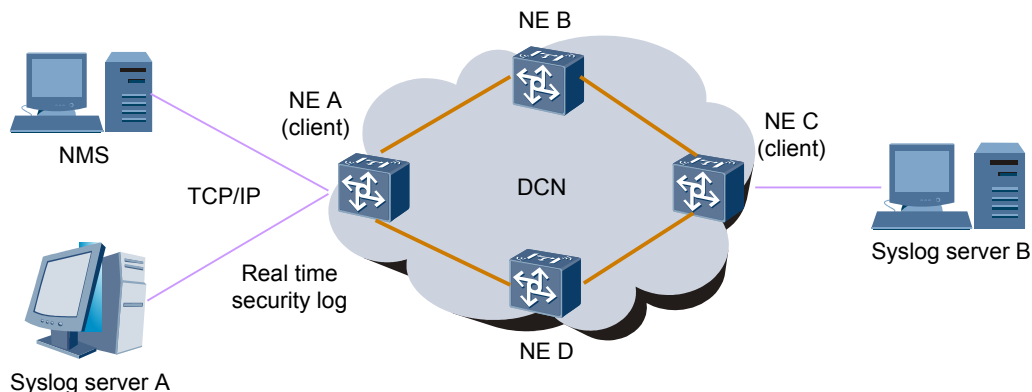
OptiX PTN 1900 支持：

- Syslog 协议使能和禁止的设置
- Syslog 协议传送模式设置：UDP（默认）或 TCP
- Syslog 服务器的添加和删除
- 多个 Syslog 服务器的共存及日志向多个服务器的同时发送

- 当 Syslog 服务器与网元通信中断，支持相关告警上报

Syslog 协议在网络中传送示意图如图 8-1 所示，为了保证系统日志的安全，一个传送网络至少连接两台系统日志服务器。网元和系统日志服务器之间一般采用 IP 协议进行通讯。网元之间则可采用多种方式进行通讯，比如，网元之间可以采用带内 DCN 方式进行通讯。

图 8-1 Syslog 协议传送示意图



说明

系统日志服务器一般是专门用来存储网络中所有网元的系统日志的工作站或者服务器。

转发网关网元接收其他网元的系统日志，然后将这些系统日志转发到系统日志服务器。如图 8-1 中 NE A 和 NE C。

在各网元采用 IP 方式通信情况下，各网元都可以通过 IP 协议直接和两个不同的 Syslog 服务器进行通讯。因此只需要在网元上配置 Syslog 服务器的 IP 地址和端口号，系统通过 IP 协议的自动寻路功能，就可以将网元日志信息发送到两个 Syslog 服务器，并不需要配置转发网关网元。

在各网元采用 DCN 方式通信情况下，没有和 Syslog 服务器直接连接的网元无法直接和 Syslog 服务器进行通讯，他们的日志信息需要通过 DCN 发送到可以同 Syslog 服务器直接通讯的网关网元，然后由网关网元转发到 Syslog 服务器。因此，需要设置转发网关网元。如配置 NE A 为 NE D 的转发网关网元。

9 组网应用

关于本章

OptiX PTN 1900 主要应用于城域网接入层，提供分组和 TDM 业务的传送。可以用于移动业务传送、专线业务传送和宽带业务传送。

9.1 在移动业务上的应用

OptiX PTN 1900 定位于移动网络无线接入网络层（RAN，Radio Access Network），即基站与基站控制器之间的传送组网。

9.2 在 L2VPN 业务上的应用

OptiX PTN 1900 可传送以太网专线业务和以太网专网业务。L2VPN 支持快速开通、端到端 OAM 和可靠保护。

9.3 Offload 解决方案

对于 3G 移动通信中 NodeB 与 RNC 之间的业务传输，PTN 产品可将其中的 HSDPA（High Speed Downlink Packet Access）业务分流出来，通过低成本的接入与转发网络（例如 ADSL 网络）进行承载，降低传输成本，提高移动运营商的竞争力。

9.1 在移动业务上的应用

OptiX PTN 1900 定位于移动网络无线接入网络层（RAN，Radio Access Network），即基站与基站控制器之间的传送组网。

OptiX PTN 1900 提供多种接口(以太网、POS、ATM STM-1、通道化 STM-1、E1 等)，接入分组化的业务，实现分组业务的承载。同时提供基站侧 TDM E1 及 ATME1 的 Native TDM 承载方式。OptiX PTN 1900 移动业务应用场景如表 9-1 所示。

表 9-1 OptiX PTN 1900 在移动业务上的应用场景

项目	描述		
接入业务	基站 E1 业务如图 9-1 所示。	基站 IMA E1 业务接入如图 9-2 所示。	基站 FE 业务接入，如图 9-3 所示。
应用模式	分组模式		
组网方式	Ring、Tree、Mesh	Ring、Tree、Mesh	Ring、Tree、Mesh
业务类型	Channelized E1、Fractional E1、STM-1	IMA E1, ATM STM-1	FE、GE
组网的接口	GE、ML-PPP E1、POS	GE、ML-PPP E1、POS	GE、ML-PPP E1、POS
保护	MPLS Tunnel 1+1/1:1、FRR、LMSP		
业务场景	<ul style="list-style-type: none"> E1 的 CES(PWE3)仿真传送。 E1 的仿真，在汇聚点打入通道化的 STM-1 传送给 BSC（Base Station Controller，基站控制器）。 	<ul style="list-style-type: none"> 接入点终结 IMA E1 组，对其中的 ATM 业务进行 PWE3 仿真。 在汇聚点把从 PWE3 仿真的 ATM 业务封装为非通道化的 STM-1 送至 RNC（Radio Network Controller，无线网络控制器）。 	<ul style="list-style-type: none"> 以太网业务，FE 到 GE 的汇聚(基于二层交换或 VLAN)。 FE 到 GE 汇聚使用二层交换时，支持基站之间的业务隔离。

说明

Channelized E1: E1 的 32 个时隙配置相同的业务。

Fractional E1: E1 的 32 个时隙配置不同的业务。

图 9-1 OptiX PTN 1900 在移动业务传送上的组网应用（基站 E1 接入）

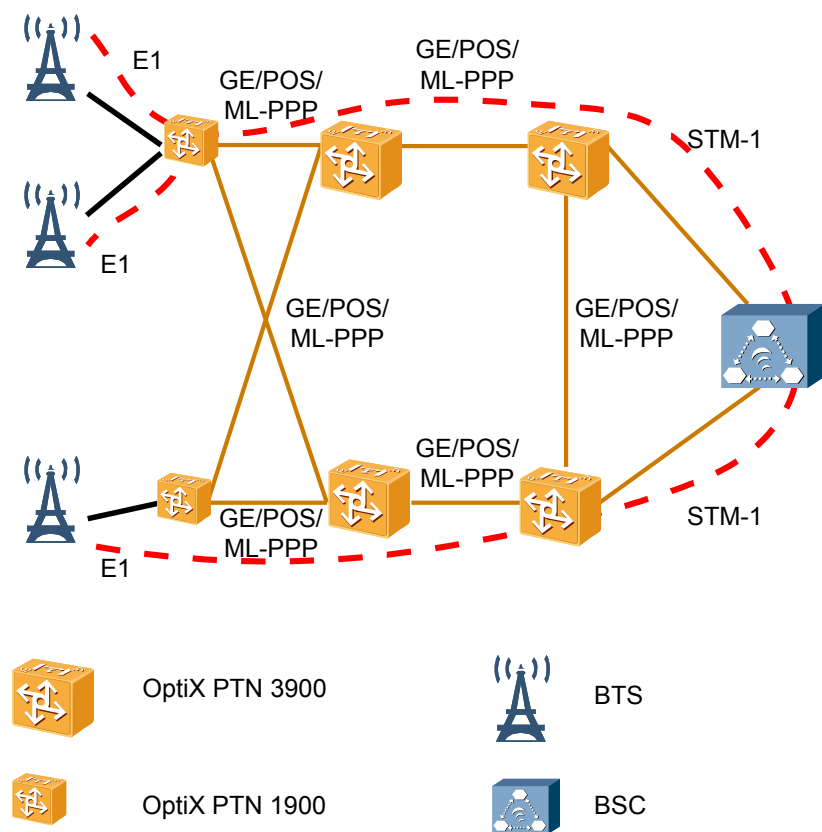


图 9-2 OptiX PTN 1900 在移动业务传送上的组网应用（基站 IMA E1 接入）

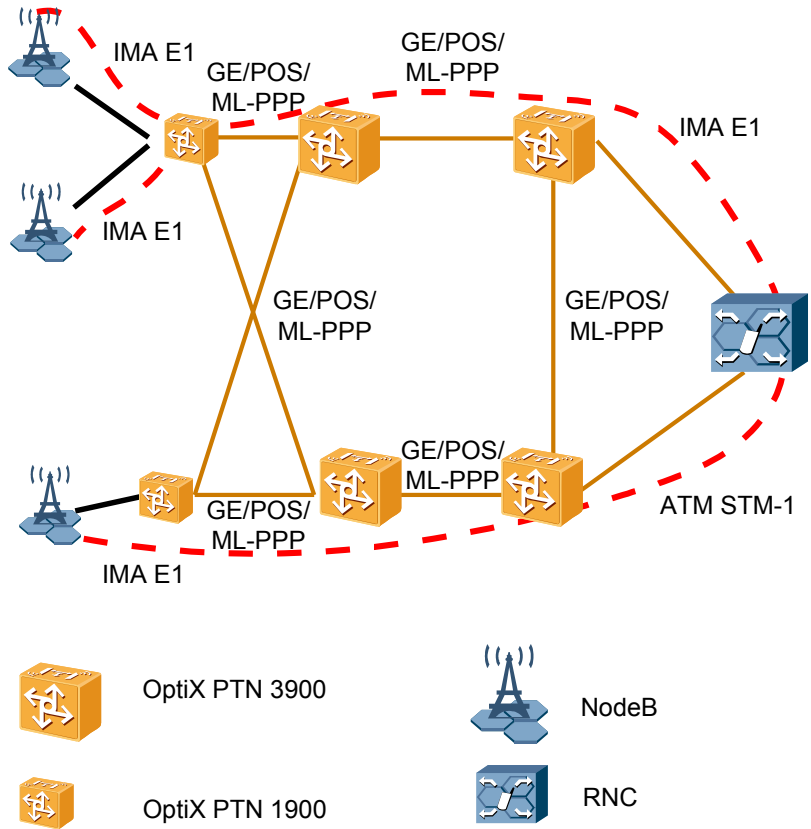
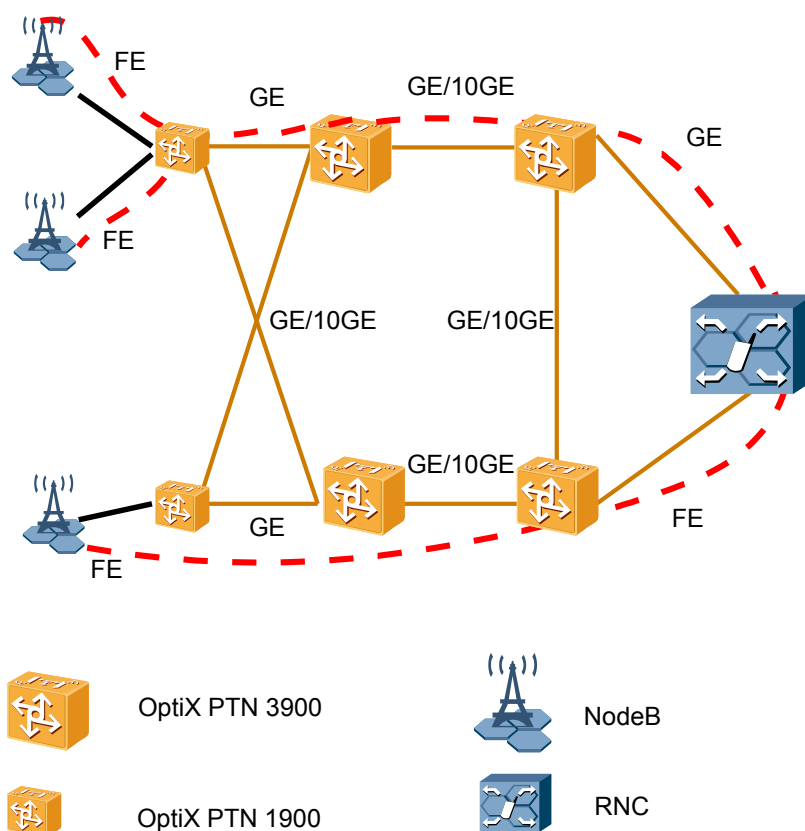


图 9-3 OptiX PTN 1900 在移动业务传送上的组网应用（基站 FE 接入）



9.2 在 L2VPN 业务上的应用

OptiX PTN 1900 可传送以太网专线业务和以太网专网业务。L2VPN 支持快速开通、端到端 OAM 和可靠保护。

9.2.1 以太专线业务的传送

OptiX PTN 1900 提供 L2 专线业务。

9.2.2 以太专网业务的传送

OptiX PTN 1900 提供 L2 专网业务。

9.2.1 以太专线业务的传送

OptiX PTN 1900 提供 L2 专线业务。

如图 9-4 所示，OptiX PTN 1900 提供 E-Line 业务。

图 9-4 OptiX PTN 1900 在专线业务传送上的组网应用

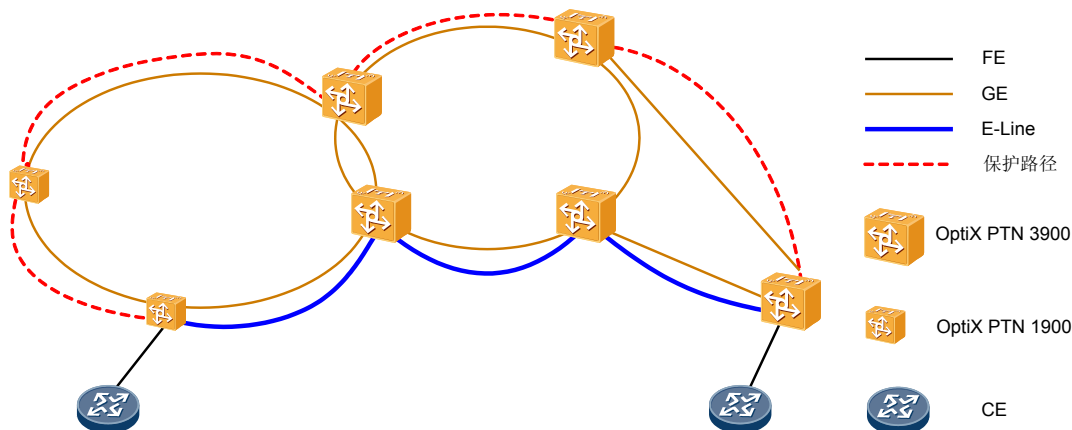


表 9-2 OptiX PTN 1900 在专线业务上的应用场景

项目	描述
应用模式	分组业务
组网方式	链形、Mesh
业务类型	GE、FE
组网的接口	GE
保护	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供 MPLS Tunnel 1+1/1:1 保护。 ● 支持 MPLS RR/FRR 保护。 ● 支持 UNI 侧端口链路聚合保护。 ● 网络侧通过 MPLS 隧道互连，提供 TE 功能。
业务场景	<ul style="list-style-type: none"> ● PTN 设备提供以太网专线的服务，通过 GE/FE 接入用户业务，并进行透传，提供 DiffServ/HQoS 服务。 ● 供基于端口/业务(Tunnel, PW)的流量统计计数。 ● 提供 ETH OAM(IEEE 802.1ag 和 IEEE 802.3ah)功能，提供 MPLS OAM 功能 (ITU-T Y.1711)。

9.2.2 以太专网业务的传送

OptiX PTN 1900 提供 L2 专网业务。

如图 9-5 所示，OptiX PTN 1900 提供 E-LAN 业务。

图 9-5 OptiX PTN 1900 在专网业务传送业务上的组网应用

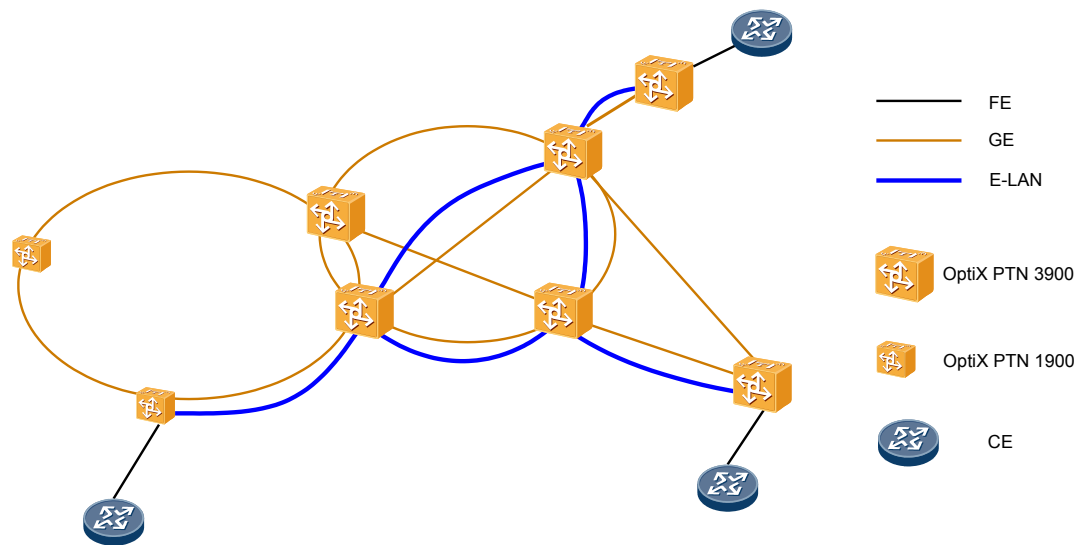


表 9-3 OptiX PTN 1900 在专网业务上应用场景

项目	描述
应用模式	分组业务
组网方式	Mesh
业务类型	GE、FE
组网的接口	GE
保护	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供 MPLS Tunnel 1+1/1:1 保护。 ● 支持 MPLS Tunnel RR/FRR 保护。 ● 支持 UNI 侧端口链路聚合保护。 ● 网络侧通过 MPLS 隧道互连，提供 TE 功能。
业务场景	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供以太网专网的服务，提供 L2VPN/IEEE 802.1ad/IEEE 802.1ah 所定义的服务，及 DiffServ/HQoS 服务。 ● 供基于端口/业务(PW, Tunnel)的流量统计计数。 ● 提供 ETH OAM (IEEE 802.1ag 和 IEEE 802.3ah) 功能，提供 MPLS OAM 功能 (ITU-T Y.1711)。 ● 支持与用户 STP/RSTP/MSTP 互通。 ● 支持 L2 组播，支持 L2 广播抑制。 ● 支持用户数据相互隔离。 ● 支持 ACL，支持防 DOS 攻击，支持接入认证。

9.3 Offload 解决方案

对于 3G 移动通信中 NodeB 与 RNC 之间的业务传输，PTN 产品可将其中的 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) 业务分流出来，通过低成本的接入与转发网络（例如 ADSL 网络）进行承载，降低传输成本，提高移动运营商的竞争力。

Offload 概述

HSDPA 技术的引入大大提升了 3G 移动通信的数据业务速率，也使得 Iub 接口（NodeB 与 RNC 之间的接口）对传输带宽的需求越来越大。为了降低 HSDPA 业务的传输成本，PTN 产品提供了完善的 Offload 解决方案。

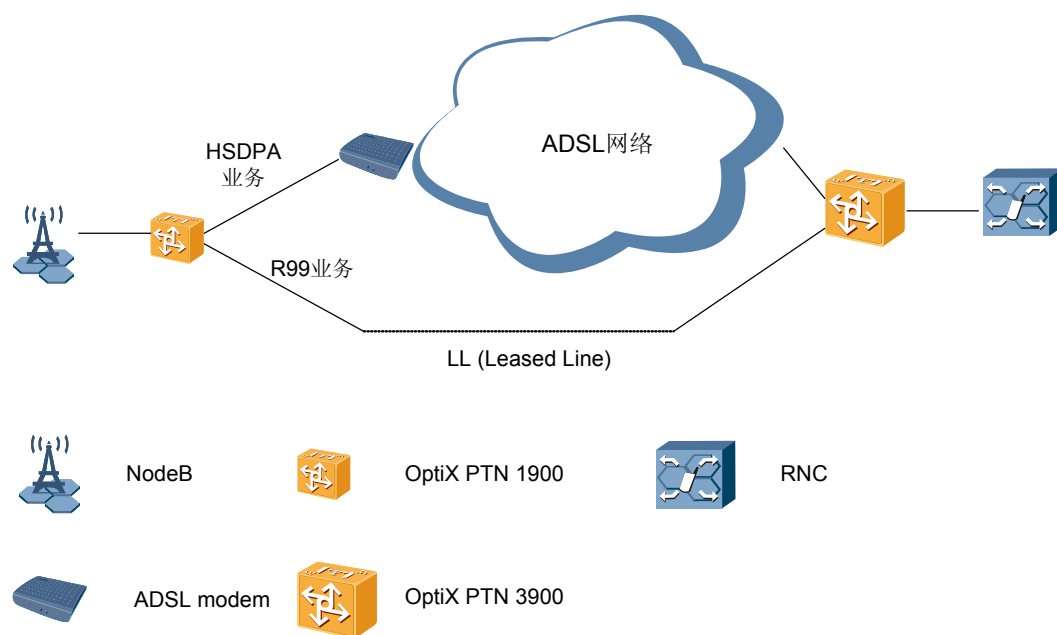
如图 9-6 所示，NodeB 送出的业务通过 IMA E1 传送给接入站点的 OptiX PTN 1900，汇聚站点的 OptiX PTN 3900 通过 ATM STM-1 接口与 RNC 相连。Iub 接口的业务流量可以按照 VPI/VCI 划分为信令流、R99 业务流和 HSDPA 业务流三种。

- 对于信令流和 R99 业务流，接入的 OptiX PTN 1900 仍然将其以 IMA E1 的形式传送到汇聚站点的 OptiX PTN 3900。
- 对于 HSDPA 业务流，接入站点的 OptiX PTN 1900 将其进行一系列的封装，通过 FE 接口送至 ADSL Modem，通过 ADSL 网络传送到汇聚站点的 OptiX PTN 3900。

根据 ADSL 网络所采用的转发方式，可将 Offload 解决方案分为两类应用场景：

- 基于 ETH 转发的 ADSL 网络
- 基于 IP 转发的 ADSL 网络

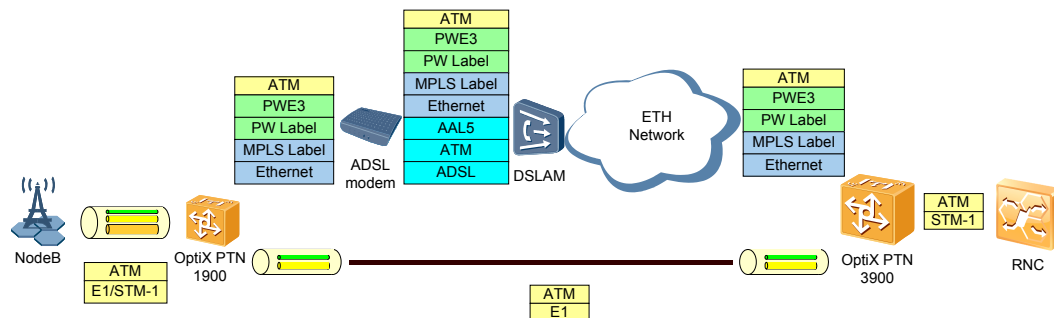
图 9-6 Offload 解决方案



基于 ETH 转发的 ADSL 网络的应用场景

该场景中，ADSL 网络根据 ETH 报文实现二层转发，采用 MPLS 隧道承载即可实现 HSDPA 业务的传送，如图 9-7 所示。

图 9-7 基于 ETH 转发的 ADSL 网络的应用场景



基于 IP 转发的 ADSL 网络的应用场景

该场景中，ADSL 网络根据 IP 头实现 IP 报文转发，所以要使用 IP Tunnel 或 GRE Tunnel 实现报文的承载，如图 9-8 和图 9-9 所示。

图 9-8 基于 IP 转发的 ADSL 网络的应用场景（使用 IP Tunnel）

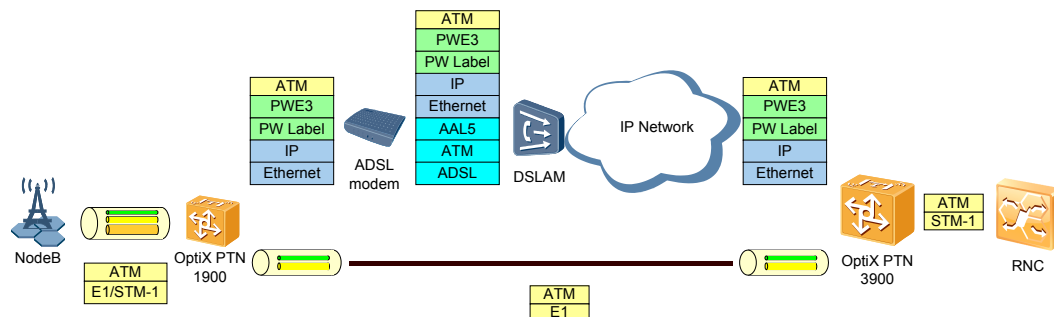
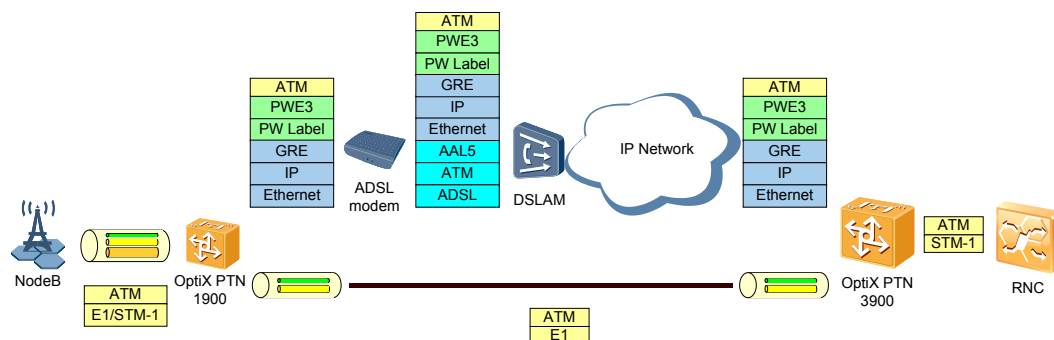


图 9-9 基于 IP 转发的 ADSL 网络的应用场景（使用 GRE Tunnel）



10 技术指标

关于本章

介绍了 OptiX PTN 1900 的相关技术指标。

10.1 整机技术指标

OptiX PTN 1900 的整机技术指标包括机柜技术指标和子架技术指标。

10.2 系统性能

OptiX PTN 1900 不同的性能项目具有相应的性能指标。

10.3 单板技术指标

单板技术指标包括接口指标、单板尺寸、重量和功耗等。

10.4 光接口技术指标

OptiX PTN 1900 设备支持的光接口包括 GE 光接口、FE 光接口、STM-1 光接口和 STM-4 光接口。

10.5 激光器安全等级

根据激光器输出光功率值，OptiX PTN 1900 激光器为 Class 1 安全等级。

10.6 时钟接口指标

OptiX PTN 1900 设备的时钟接口与同步性能符合 ITU-T 标准要求。

10.7 可靠性指标

OptiX PTN 1900 可靠性指标主要包括系统可用度，系统平均年返修率，MTTR 系统平均修复时间，MTBF 系统平均故障间隔时间等。

10.8 EMC 性能指标

OptiX PTN 1900 EMC 指标满足 ETSI EN 300 386 V1.3.3 的要求。

10.9 安全认证

OptiX PTN 1900 设备通过了多项安全认证。

10.10 环境要求

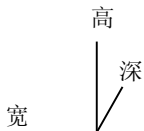
OptiX PTN 1900 设备在存储、运输或运行时对环境的要求不完全相同。本节将分别针对这三种场景介绍相应的环境要求。

10.1 整机技术指标

OptiX PTN 1900 的整机技术指标包括机柜技术指标和子架技术指标。

OptiX PTN 1900 可放在 ETSI 机柜和 19 英寸机柜中。ETSI 机柜的技术指标如表 10-1 所示。

表 10-1 OptiX PTN 1900 机柜技术指标

机柜类型	尺寸 (mm)	重量 (kg)
ETSI 300mm 深机柜 (T63)	600 (宽) × 300 (深) × 2200 (高)	60
ETSI 300mm 深机柜 (N63E)	600 (宽) × 300 (深) × 2000 (高)	42
	600 (宽) × 300 (深) × 2200 (高)	45
<p>说明</p>  <p>OptiX PTN 1900 可以安装于第三方的 19 英寸机柜中。</p>		

OptiX PTN 1900 的子架技术指标如表 10-2 所示。

表 10-2 OptiX PTN 1900 子架技术指标

技术指标	说明
子架尺寸 (mm)	436 (宽) × 295 (深) × 221 (高)
子架重量 (kg)	空子架: 7 (不带单板和防尘网)
	满配置: 17.2
典型配置时的功耗、热耗(W)	<ul style="list-style-type: none"> ● 典型配置 I 功耗: 260 热耗: 260 配置: 1×FANA + 1×FANB + 1×ETFC + 2×MD1 + 1×EFG2 + 2×CXP + 2×L75 + 2×PIU ● 典型配置 II 功耗: 160 热耗: 160 配置: 1×FANA + 1×FANB + 1×MD1 + 1×EFG2 + 1×EFF8 + 1×CXP + 1×L75 + 2×PIU

技术指标	说明
最大配置功耗、热耗 (W)	功耗: 450 (不带微波) 功耗: 700 (带微波) 热耗: 450
直流电压范围 (V)	-38.4 ~ -57.6 (采用-48V 电源时) -48.0 ~ -72.0 (采用-60V 电源时)
说明 	

10.2 系统性能

OptiX PTN 1900 不同的性能项目具有相应的性能指标。

OptiX PTN 1900 的系统性能指标如表 10-3 所示。

表 10-3 系统性能指标

项目	性能指标
MPLS-TE Tunnel 的 FRR 速度	当同时倒换的 LSP 条数小于 256 条时, 保护时间小于 50ms
MPLS Tunnel 1 +1、1:1 保护倒换时间	小于 50ms
LAG 保护倒换时间	<ul style="list-style-type: none"> ● 链路双向中断, LAG 保护倒换时间小于 500ms ● 链路单向中断, LAG 保护倒换时间小于 3.5s
CXP 倒换性能	拔板、人工倒换业务无损
CXP 连续倒换最大间隔时间	<ul style="list-style-type: none"> ● 典型配置 (静态配置) ≤5 分钟 ● 典型配置 (使能动态信令) ≤15 分钟 ● 最大配置 (静态配置) ≤10 分钟 ● 最大配置 (使能动态信令) ≤20 分钟
MSTP 拓扑收敛时间	发生链路故障时, 符合快速切换条件时, 倒换时间小于 1 秒; 不符合快速切换条件时, 倒换时间小于 30 秒。
路由最大邻居个数	256
设备支持的最大路由数量	20k

项目	性能指标
支持的 MPLS Tunnel 数量	1k
支持的 IP Tunnel/GRE Tunnel 数量	64
支持的 Tunnel OAM 个数	512
支持的 PW 数量	2k
支持的 CES 业务数	504
支持的 ATM 业务数	1k（远端业务）和 512（本地业务）
支持的 ATM 连接数（包括 VCC 连接与 VPC 连接）	2k（远端业务）和 1k（本地业务）
支持的 E-Line 业务数	1k
支持的 E-LAN 业务 VSI 数量	256
每 VSI 支持的最大虚端口数量	64
支持动态 MAC 地址的数量	整个设备支持 64k 个动态 MAC 地址
支持静态 MAC 地址的数量	整个设备支持 2k 个静态 MAC 地址
支持的 VLAN/VLAN list 数量	16k
CAR/Shaping 粒度	CAR、Shaping 最小粒度为 64Kbps
设备支持的 CAR 的数量	支持 4k 个单桶 CAR
ARP 表容量	整机最大静态 ARP 表项数为 512 每端口最大动态 ARP 表项数为 256
设备支持组播数量	设备最多支持 512 个组播组。 设备最多支持 8k 组播成员。

项目	性能指标
支持的 APS 保护组数量	256
支持 ML-PPP 组数	128
支持的 L3VPN 个数	64

10.3 单板技术指标

单板技术指标包括接口指标、单板尺寸、重量和功耗等。

10.3.1 ETFC 单板的技术指标

ETFC 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.2 EFF8 单板的技术指标

EFF8 单板的技术指标包括接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.3 EFG2 单板的技术指标

EFG2 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.4 MD1 单板的技术指标

MD1 单板指标包含单板尺寸、重量和功耗。

10.3.5 CD1 单板的技术指标

CD1 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.6 AD1 单板的技术指标

AD1 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.7 AFO1 单板的技术指标

AFO1 单板的技术指标包括接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.8 POD41 单板的技术指标

POD41 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.9 L12 单板的技术指标

L12 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.10 L75 单板的技术指标

L75 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

10.3.11 TN71CXP 单板的技术指标

TN71CXP 单板指标包含单板尺寸、重量和功耗。

10.3.12 TN72CXP 单板的技术指标

TN72CXP 单板指标包含单板尺寸、重量和功耗。

10.3.13 PIU 单板的技术指标

PIU 单板指标包含单板尺寸、重量、功耗、热耗和输入电压。

10.3.14 FANA 单板的技术指标

FANA 单板指标包含单板尺寸、重量、功耗和工作电压。

10.3.15 FANB 单板的技术指标

FANB 单板指标包含单板尺寸、重量、功耗和工作电压。

10.3.1 ETFC 单板的技术指标

ETFC 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

ETFC 单板的接口指标如表 10-4 所示。

表 10-4 ETFC 单板接口指标

项目	性能指标要求
FE 电信号接口速率	10Mbit/s、100Mbit/s
RJ-45 电口指标	符合 IEEE 802.3

单板尺寸：261.4mm（高）×156.9mm（深）×22.0mm（宽）

单板重量：0.55kg

单板功耗：15.0W

10.3.2 EFF8 单板的技术指标

EFF8 单板的技术指标包括接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

接口指标

EFF8 单板的接口指标如表 10-5 所示。

表 10-5 FE 接口性能指标

项目	指标值				
光接口类型	双纤双向			单纤双向	
	100BASE-FX (15km)	100BASE-FX (40km)	100BASE-FX (80km)	100BASE-BX (10km)	100BASE-BX (40km)
光纤类型	单模	单模	单模	单模	单模
工作波长范围 (nm)	1261 ~ 1360	1263 ~ 1360	1480 ~ 1580	具体内容请参见： 100BASE-BX 光接口 波长分配及 对应光模块 编码	具体内容请参见： 100BASE-BX 光接口 波长分配及 对应光模块 编码

项目	指标值				
平均发送光功率 (dBm)	-15 ~ -8	-5 ~ 0	-5 ~ 0	-15 ~ -8	-5 ~ 0
接收灵敏度 (dBm)	-28	-34	-34	-28.2	-30
最小过载点 (dBm)	-8	-10	-10	-8	-10
消光比 (dB)	8.2	10	10	6.6	10
光模块编码	34060276	34060281	34060282	具体内容请参见： 100BASE-BX 光接口 波长分配及 对应光模块 编码	具体内容请参见： 100BASE-BX 光接口 波长分配及 对应光模块 编码
说明 光模块的详细信息，请参见光模块标签。					

表 10-6 100BASE-BX 光接口波长分配及对应光模块编码

项目	本端	对端
光模块编码 (10km)	34060363	34060364
光模块编码 (40km)	34060328	34060329
发送波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1580
接收波长 (nm)	1480 ~ 1580	1260 ~ 1360

其它指标

单板尺寸：261.4mm（高）×156.9mm（深）×22.0mm（宽）

单板重量：0.64kg

单板功耗：16.3W

10.3.3 EFG2 单板的技术指标

EFG2 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

EFG2 单板的光接口指标如表 10-7 所示。

表 10-7 GE 光接口技术指标

项目	指标值					
光接口类型	双纤双向					单纤双向
	1000BAS E-SX (0.5km)	1000BAS E-LX (10km)	1000BAS E-VX (40km)	1000BAS E-ZX (80km)	1000BASE -CWDM (80km)	1000BASE -BX (10km)
光纤类型	多模	单模	单模	单模	单模	单模
工作波长范围 (nm)	770 ~ 860	1270 ~ 1360	1260 ~ 1360	1500 ~ 1580	具体内容请参见：1000BASE -CWDM 光接口波长分配及对应光模块编码	具体内容请参见：1000BASE -BX 光接口波长分配及对应光模块编码
平均发送光功率 (dBm)	-9.5 ~ 0	-11 ~ -3	-5 ~ 0	-2 ~ 5	0 ~ 5	-9 ~ -3
接收灵敏度 (dBm)	-17	-19	-22	-22	-28	-19.5
最小过载点 (dBm)	0	-3	-3	-3	-9	-3
消光比 (dB)	9	9	9	9	8.2	6
光模块编码	34060286	34060473	34060298	34060360	具体内容请参见：1000BASE -CWDM 光接口波长分配及对应光模块编码	具体内容请参见：1000BASE -BX 光接口波长分配及对应光模块编码
说明 光模块的详细信息，请参见光模块标签。						

表 10-8 1000BASE-CWDM 光接口波长分配及对应光模块编码

序号	光模块编码	波长 (nm)	序号	光模块编码	波长 (nm)
1	34060483	1464.5 ~ 1477.5	5	34060478	1544.5 ~ 1557.5
2	34060481	1484.5 ~ 1497.5	6	34060476	1564.5 ~ 1577.5
3	34060479	1504.5 ~ 1517.5	7	34060477	1584.5 ~ 1597.5

序号	光模块编码	波长 (nm)	序号	光模块编码	波长 (nm)
4	34060482	1524.5 ~ 1537.5	8	34060480	1604.5 ~ 1617.5

表 10-9 1000BASE-BX 光接口波长分配及对应光模块编码

项目	本端	对端
光模块编码	34060470	34060475
发送波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1500
接收波长 (nm)	1480 ~ 1500	1260 ~ 1360

单板尺寸：261.4mm（高）×156.9mm（深）×22.0mm（宽）

单板重量：0.52kg

单板功耗：8.8W

10.3.4 MD1 单板的技术指标

MD1 单板指标包含单板尺寸、重量和功耗。

单板尺寸：128.1mm（高）×197.1mm（深）×25.4mm（宽）

单板重量：0.34kg

单板功耗：20.7W

10.3.5 CD1 单板的技术指标

CD1 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

CD1 单板接口指标如表 10-10 所示。

表 10-10 STM-1 光接口技术指标

项目	指标值				
标称比特率 (kbit/s)	155520				
光接口类型	双纤双向			单纤双向	
	S-1.1 (15km)	L-1.1 (40km)	L-1.2 (80km)	S-1.1 (10km)	L-1.1 (40km)
光纤类型	单模	单模	单模	单模	单模

项目	指标值				
工作波长范围 (nm)	1261 ~ 1360	1263 ~ 1360	1480 ~ 1580	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码
平均发送光功率 (dBm)	-15 ~ -8	-5 ~ 0	-5 ~ 0	-15 ~ -8	-5 ~ 0
接收灵敏度 (dBm)	-28	-34	-34	-28.2	-30
最小过载点 (dBm)	-8	-10	-10	-8	-10
消光比 (dB)	8.2	10	10	6.6	10
光模块编码	34060276	34060281	34060282	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码
说明 光模块的详细信息，请参见光模块标签。					

表 10-11 单纤双向光接口波长分配及光模块编码

项目	本端	对端
光模块编码 (10km)	34060363	34060364
光模块编码 (40km)	34060328	34060329
发送波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1580
接收波长 (nm)	1480 ~ 1580	1260 ~ 1360

单板尺寸：128.1mm（高）×197.1mm（深）×25.4mm（宽）

单板重量：0.34kg

单板功耗：26.4W

10.3.6 AD1 单板的技术指标

AD1 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

AD1 单板接口指标如表 10-12 所示。

表 10-12 STM-1 光接口技术指标

项目	指标值				
标称比特率 (kbit/s)	155520				
光接口类型	双纤双向			单纤双向	
	S-1.1 (15km)	L-1.1 (40km)	L-1.2 (80km)	S-1.1 (10km)	L-1.1 (40km)
光纤类型	单模	单模	单模	单模	单模
工作波长范围 (nm)	1261 ~ 1360	1263 ~ 1360	1480 ~ 1580	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码
平均发送光功率 (dBm)	-15 ~ -8	-5 ~ 0	-5 ~ 0	-15 ~ -8	-5 ~ 0
接收灵敏度 (dBm)	-28	-34	-34	-28.2	-30
最小过载点 (dBm)	-8	-10	-10	-8	-10
消光比 (dB)	8.2	10	10	6.6	10
光模块编码	34060276	34060281	34060282	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码
说明 光模块的详细信息，请参见光模块标签。					

表 10-13 单纤双向光接口波长分配及光模块编码

项目	本端	对端
光模块编码 (10km)	34060363	34060364
光模块编码 (40km)	34060328	34060329

项目	本端	对端
发送波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1580
接收波长 (nm)	1480 ~ 1580	1260 ~ 1360

单板尺寸：128.1mm（高）×197.1mm（深）×25.4mm（宽）

单板重量：0.35kg

单板功耗：22.0W

10.3.7 AFO1 单板的技术指标

AFO1 单板的技术指标包括接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

接口指标

AFO1 单板的接口指标如表 10-14 所示。

表 10-14 STM-1 光接口技术指标

项目	指标值				
标称比特率 (kbit/s)	155520				
光接口类型	双纤双向			单纤双向	
	S-1.1 (15km)	L-1.1 (40km)	L-1.2 (80km)	S-1.1 (10km)	L-1.1 (40km)
光纤类型	单模	单模	单模	单模	单模
工作波长范围 (nm)	1261 ~ 1360	1263 ~ 1360	1480 ~ 1580	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码
平均发送光功率 (dBm)	-15 ~ -8	-5 ~ 0	-5 ~ 0	-15 ~ -8	-5 ~ 0
接收灵敏度 (dBm)	-28	-34	-34	-28.2	-30
最小过载点 (dBm)	-8	-10	-10	-8	-10
消光比 (dB)	8.2	10	10	6.6	10

项目	指标值				
光模块编码	34060276	34060281	34060282	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码
说明 光模块的详细信息，请参见光模块标签。					

表 10-15 单纤双向光接口波长分配及光模块编码

项目	本端	对端
光模块编码 (10km)	34060363	34060364
光模块编码 (40km)	34060328	34060329
发送波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1580
接收波长 (nm)	1480 ~ 1580	1260 ~ 1360

其它指标

单板尺寸：261.4mm（高）×156.9mm（深）×22.0mm（宽）

单板重量：0.78kg

单板功耗：27.2W

10.3.8 POD41 单板的技术指标

POD41 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

POD41 单板接口指标如表 10-16 和表 10-18 所示。

表 10-16 STM-1 光接口技术指标

项目	指标值				
标称比特率 (kbit/s)	155520				
光接口类型	双纤双向			单纤双向	
	S-1.1 (15km)	L-1.1 (40km)	L-1.2 (80km)	S-1.1 (10km)	L-1.1 (40km)

项目	指标值				
光纤类型	单模	单模	单模	单模	单模
工作波长范围 (nm)	1261 ~ 1360	1263 ~ 1360	1480 ~ 1580	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码
平均发送光功率 (dBm)	-15 ~ -8	-5 ~ 0	-5 ~ 0	-15 ~ -8	-5 ~ 0
接收灵敏度 (dBm)	-28	-34	-34	-28.2	-30
最小过载点 (dBm)	-8	-10	-10	-8	-10
消光比 (dB)	8.2	10	10	6.6	10
光模块编码	34060276	34060281	34060282	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码	具体内容请参见：单纤双向光接口波长分配及光模块编码
说明 光模块的详细信息，请参见光模块标签。					

表 10-17 单纤双向光接口波长分配及光模块编码

项目	本端	对端
光模块编码 (10km)	34060363	34060364
光模块编码 (40km)	34060328	34060329
发送波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1580
接收波长 (nm)	1480 ~ 1580	1260 ~ 1360

表 10-18 STM-4 光接口技术指标

项目	指标值
标称比特率 (kbit/s)	622080

项目	指标值		
光接口类型	双纤双向		
	S-4.1 (15km)	L-4.1 (40km)	L-4.2 (80km)
光纤类型	单模	单模	单模
工作波长范围(nm)	1261 ~ 1360	1280 ~ 1355	1480 ~ 1580
发送光功率 (dBm)	- 15 ~ - 8	- 3 ~ 2	- 3 ~ 2
接收灵敏度 (dBm)	- 28	- 28	- 28
最小过载点 (dBm)	- 8	- 8	- 8
消光比 (dB)	8.2	10	10
光模块编码	34060277	34060280	34060284
说明 光模块的详细信息，请参见光模块标签。			

单板尺寸：261.4mm（高）×156.9mm（深）×22.0mm（宽）

单板重量：0.55kg

单板功耗：11.6W

10.3.9 L12 单板的技术指标

L12 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

L12 单板的接口指标如表 10-19 所示。

表 10-19 L12 单板接口指标

项目	性能指标要求
标称比特率 (kbit/s)	2048
接口阻抗 (欧姆)	120
接口代码	HDB3
输出口脉冲波形	符合 ITU-T G.703
1024kHz 频点上输入口衰减 (dB)	0 ~ 6
输入口抗干扰能力	符合 ITU-T G.703
输入抖动容限	符合 ITU-T G.823
输出抖动	符合 ITU-T G.823

单板尺寸：261.4mm（高）×156.9mm（深）×22.0mm（宽）

单板重量：0.38kg

单板功耗：0.1W

10.3.10 L75 单板的技术指标

L75 单板指标包含接口指标、单板尺寸、重量和功耗。

L75 单板的接口指标如表 10-20 所示。

表 10-20 L75 单板接口指标

项目	性能指标要求
标称比特率（kbit/s）	2048
接口阻抗（欧姆）	75
接口代码	HDB3
输出口脉冲波形	符合 ITU-T G.703
1024kHz 频点上输入口衰减（dB）	0 ~ 6
输入口抗干扰能力	符合 ITU-T G.703
输入抖动容限	符合 ITU-T G.823
输出抖动	符合 ITU-T G.823

单板尺寸：261.4mm（高）×156.9mm（深）×22.0mm（宽）

单板重量：0.38kg

单板功耗：0.1W

10.3.11 TN71CXP 单板的技术指标

TN71CXP 单板指标包含单板尺寸、重量和功耗。

单板尺寸：378.0mm（高）×265.3mm（深）×50.8mm（宽）

单板重量：2.34kg

单板功耗：73.3W

10.3.12 TN72CXP 单板的技术指标

TN72CXP 单板指标包含单板尺寸、重量和功耗。

单板尺寸：378.0mm（高）×265.3mm（深）×50.8mm（宽）

单板重量：2.36kg

单板功耗：80.3W

10.3.13 PIU 单板的技术指标

PIU 单板指标包含单板尺寸、重量、功耗、热耗和输入电压。

单板尺寸：108.6mm（高）×157.1mm（深）×55.0mm（宽）

单板重量：0.62kg

单板功耗：7.0W/6.0W

输入电压：

- 38.4V 至 - 57.6V（接入 - 48V 电源时）

- 48.0V 至 - 72.0V（接入 - 60V 电源时）

10.3.14 FANA 单板的技术指标

FANA 单板指标包含单板尺寸、重量、功耗和工作电压。

单板尺寸：111.0mm（高）×148.8mm（深）×45.4mm（宽）

单板重量：0.56kg

单板常温功耗：8.0W

工作电压：12V

10.3.15 FANB 单板的技术指标

FANB 单板指标包含单板尺寸、重量、功耗和工作电压。

单板尺寸：102.6mm（高）×258.7mm（深）×44.4mm（宽）

单板重量：0.8kg

单板常温功耗：12.0W

工作电压：12V

10.4 光接口技术指标

OptiX PTN 1900 设备支持的光接口包括 GE 光接口、FE 光接口、STM-1 光接口和 STM-4 光接口。

光接口的技术指标请参见表 10-21。

表 10-21 光接口技术指标

速率	光接口类型		光纤类型	工作波长范围 (nm)	平均发送光功率 (dBm)	接收灵敏度 (dBm)	最小过载点 (dBm)
GE	双纤 双向	1000BASE-SX (0.5km)	多模	770 ~ 860	-9.5 ~ 0	- 17	0

速率	光接口类型	光纤类型	工作波长范围 (nm)	平均发送光功率 (dBm)	接收灵敏度 (dBm)	最小过载点 (dBm)	
		1000BASE-LX (10km)	单模	1270 ~ 1360	-11 ~ -3	-19	-3
		1000BASE-VX (40km)	单模	1260 ~ 1360	-5 ~ 0	-22	-3
		1000BASE-ZX (80km)	单模	1500 ~ 1580	-2 ~ 5	-22	-3
		1000BASE-CWDM (80km)	单模	请参见表 10-22。	0 ~ 5	-28	-9
	单纤双向	1000BASE-BX (10km)	单模	请参见表 10-23。	-9 ~ -3	-19.5	-3
FE	双纤双向	100BASE-FX (15km)	单模	1261 ~ 1360	-15 ~ -8	-28	-8
		100BASE-FX (40km)	单模	1263 ~ 1360	-5 ~ 0	-34	-10
		100BASE-FX (80km)	单模	1480 ~ 1580	-5 ~ 0	-34	-10
	单纤双向	100BASE-BX (10km)	单模	请参见表 10-24。	-15 ~ -8	-28.2	-8
		100BASE-BX (40km)	单模		-5 ~ 0	-30	-10
STM-1	双纤双向	S-1.1 (15km)	单模	1261 ~ 1360	-15 ~ -8	-28	-8
		L-1.1 (40km)	单模	1263 ~ 1360	-5 ~ 0	-34	-10

速率	光接口类型		光纤类型	工作波长范围 (nm)	平均发送光功率 (dBm)	接收灵敏度 (dBm)	最小过载点 (dBm)
		L-1.2 (80km)	单模	1480 ~ 1580	-5 ~ 0	-34	-10
	单纤 双向	S-1.1 (10km)	单模	请参见表 10-25。	-15 ~ -8	-28.2	-8
		L-1.1 (40km)	单模		-5 ~ 0	-30	-10
STM-4	双纤 双向	S-4.1 (15km)	单模	1261 ~ 1360	-15 ~ -8	-28	-8
		L-4.1 (40km)	单模	1280 ~ 1355	-3 ~ 2	-28	-8
		L-4.2 (80km)	单模	1480 ~ 1580	-3 ~ 2	-28	-8

表 10-22 1000BASE-CWDM 光接口波长分配

序号	波长 (nm)	序号	波长 (nm)
1	1464.5 ~ 1477.5	5	1544.5 ~ 1557.5
2	1484.5 ~ 1497.5	6	1564.5 ~ 1577.5
3	1504.5 ~ 1517.5	7	1584.5 ~ 1597.5
4	1524.5 ~ 1537.5	8	1604.5 ~ 1617.5

表 10-23 1000BASE-BX 光接口波长分配

波长	本端	对端
接收波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1500
发送波长 (nm)	1480 ~ 1500	1260 ~ 1360

表 10-24 100BASE-BX 光接口波长分配

波长	本端	对端
接收波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1580

波长	本端	对端
发送波长 (nm)	1480 ~ 1580	1260 ~ 1360

表 10-25 单纤双向光接口波长分配

波长	本端	对端
接收波长 (nm)	1260 ~ 1360	1480 ~ 1580
发送波长 (nm)	1480 ~ 1580	1260 ~ 1360

10.5 激光器安全等级

根据激光器输出光功率值，OptiX PTN 1900 激光器为 Class 1 安全等级。




警告

由于光纤内激光束可能灼伤人眼，在安装与维护时，请不要直视光口。

单板的激光器安全等级如表 10-26 所示。

表 10-26 激光器安全等级

激光器等级	标签	单板
Class 1		CD1、AD1、EFG2、POD41、EFF8、AFO1

10.6 时钟接口指标

OptiX PTN 1900 设备的时钟接口与同步性能符合 ITU-T 标准要求。

时钟接口类型

OptiX PTN 1900 设备提供外时钟输入接口、外时钟输出接口、外时间输入接口及外时间输出接口。如表 10-27 所示。

表 10-27 OptiX PTN 1900 时钟接口说明

时钟类型	接口说明
外时钟同步源	2 路 120 欧姆的 2048kbit/s (G.703) 或 2048kHz (G.703) 输入
同步输出时钟	2 路 120 欧姆的 2048kbit/s (G.703) 或 2048kHz (G.703) 输出
外时间同步源	2 路 DCLS 时间输入 2 路 1PPS+时间信息输入
同步输出时间	2 路 DCLS 时间输出 2 路 1PPS+时间信息输出

定时和同步性能

OptiX PTN 1900 设备的定时和同步性能符合 ITU-T G.813 和 G.823 标准的要求。

定时和同步性能如表 10-28 所示。

表 10-28 定时和同步性能

输出抖动	内部振荡器自由振荡方式的输出频率	长期相位变化（跟踪模式下）
符合 G.813 和 G.823	符合 G.813 和 G.823	符合 G.813 和 G.823

10.7 可靠性指标

OptiX PTN 1900 可靠性指标主要包括系统可用度，系统平均年返修率，MTTR 系统平均修复时间，MTBF 系统平均故障间隔时间等。

OptiX PTN 1900 可靠性指标如表 10-29 所示。

表 10-29 可靠性指标

项目	指标要求
系统可用度	0.9999979，设备年停机时间不大于 1.13 分钟
系统平均年返修率	小于 1.2%
MTTR 系统平均修复时间	满足 2 小时
MTBF 系统平均故障间隔时间	106.33 年

10.8 EMC 性能指标

OptiX PTN 1900 EMC 指标满足 ETSI EN 300 386 V1.3.3 的要求。

OptiX PTN 1900 遵循的 EMC 标准有：

- ETSI EN 300 386 1.3.3 (2005-04)
- ETSI EN 300 132-2 (2003-09)
- CISPR22 (2003-04)
- GR-1089 (2006)
- IEC 61000-4-2 (2001-04)
- IEC 61000-4-3 (2002-09)
- IEC 61000-4-4 (1995+A1:2000.11+A2:2001.07)
- IEC 61000-4-5 (2001-04)
- IEC 61000-4-6 (2003-05)
- IEC 61000-4-29 (2000-08)

10.9 安全认证

OptiX PTN 1900 设备通过了多项安全认证。

OptiX PTN 1900 通过的安全认证如表 10-30 所示。

表 10-30 OptiX PTN 1900 通过的安全认证

认证项目	认证标准
Electromagnetic compatibility (EMC)	CISPR22 Class A CISPR24 EN55022 Class A EN50024 ETSI EN 300 386 Class A ETSI ES 201 468 CFR 47 FCC Part 15 Class A ICES 003 Class A AS/NZS CISPR22 Class A GB9254 Class A VCCI Class A

认证项目	认证标准
Safety	IEC 60950-1 IEC/EN41003 EN 60950-1 UL 60950-1 CSA C22.2 No 60950-1 AS/NZS 60950-1 BS EN 60950-1 IS 13252 GB4943
Laser safety	FDA rules 21 CFR 1040.10 and 1040.11 IEC60825-1 IEC60825-2 EN60825-1 EN60825-2 GB7247
Health	ICNIRP Guideline 1999-519-EC EN 50385 OET Bulletin 65 IEEE Std C95.1
Environment protection	RoHS

10.10 环境要求

OptiX PTN 1900 设备在存储、运输或运行时对环境的要求不完全相同。本节将分别针对这三种场景介绍相应的环境要求。

10.10.1 存储环境

OptiX PTN 1900 设备对其存储环境有各方面的要求。

10.10.2 运输环境

OptiX PTN 1900 设备对其运输环境具有各方面的要求。

10.10.3 运行环境

OptiX PTN 1900 设备对其运行环境有不同的要求。

10.10.1 存储环境

OptiX PTN 1900 设备对其存储环境有各方面的要求。

气候环境

OptiX PTN 1900 对存储时的气候环境如表 10-31 所示。

表 10-31 OptiX PTN 1900 在存储时对气候环境的要求

项目	要求
温度	-40℃ ~ + 70℃
相对湿度	10% ~ 100%
温度变化率	0.5℃/min
风速	≤30m/s
气压	70kPa ~ 106kPa
太阳辐射	≤1120W/m ²
热辐射	≤600W/m ²

防水要求

客户现场设备存储要求：一般要保证在室内存放。

室内存放应保证存放地面没有积水，并且不会漏水到设备包装箱上。设备存放应避开自动消防设施、暖气等可能发生漏水的地方。

如果必须室外存放，需要确认同时满足以下 4 个条件：

- 包装箱是完好无损的。
- 有必须的遮雨措施，雨水不会进入包装箱。
- 包装箱存放地不会有积水，更不允许有积水进入包装箱。
- 太阳不会直射到包装箱。

生物环境

- 避免真菌、霉菌等微生物的繁殖。
- 防止啮齿类动物（如老鼠等）的存在。

空气清洁度

- 无爆炸、导电、导磁性及腐蚀性尘埃。
- 机械活性物质的浓度符合表 10-32 的要求。
- 化学活性物质的浓度符合表 10-33 的要求。

表 10-32 储存时机械活性物质的浓度要求

机械活性物质	含量
悬浮尘埃	$\leq 5.00\text{mg}/\text{m}^3$
可降尘埃	$\leq 20.0\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
沙砾	$\leq 300\text{mg}/\text{m}^3$

表 10-33 储存时化学活性物质的浓度要求

化学活性物质	含量
二氧化硫 SO ₂	$0.30\text{mg}/\text{m}^3 \sim 1.0\text{mg}/\text{m}^3$
硫化氢 H ₂ S	$0.1\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.5\text{mg}/\text{m}^3$
Nox	$0.5\text{mg}/\text{m}^3 \sim 1.0\text{mg}/\text{m}^3$
氨气 NH ₃	$1.0\text{mg}/\text{m}^3 \sim 3.0\text{mg}/\text{m}^3$
氯气 Cl ₂	$0.1\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.3\text{mg}/\text{m}^3$
氯化氢 HCl	$0.1\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.5\text{mg}/\text{m}^3$
氢氟酸 HF	$0.01\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.03\text{mg}/\text{m}^3$
臭氧 O ₃	$0.05\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.1\text{mg}/\text{m}^3$

机械应力

存储时机械应力如表 10-34 所示。

表 10-34 储存时对机械应力的要求

Item	Sub-Item	Specification		
Random vibration	ASD	-	$0.02\text{m}^2/\text{s}^3$	-
	Frequency range	5 Hz ~ 10 Hz	10 Hz ~ 50 Hz	50 Hz ~ 100 Hz
	dB/oct	12	—	-12
	Axes of vibration	3		

10.10.2 运输环境

OptiX PTN 1900 设备对其运输环境具有各方面的要求。

气候环境

对气候环境的要求如表 10-35 所示。

表 10-35 运输时气候环境要求

项目	要求
温度	-40℃ ~ + 70℃
相对湿度	5%RH ~ 95%RH
温度变化率	0.5℃/min
风速	≤20m/s
气压	70kPa ~ 106kPa
太阳辐射	≤1120W/m ²
热辐射	≤600W/m ²
降雨	≤6mm/min

防水要求

运输过程中，需同时满足以下条件：

- 包装箱是完好无损的。
- 运输工具有必须的遮雨措施，雨水不会进入包装箱。
- 运输工具内没有积水。

生物环境

- 避免真菌、霉菌等微生物的繁殖。
- 防止啮齿类动物（如老鼠等）的存在。

空气清洁度

- 无爆炸、导电、导磁性及腐蚀性尘埃。
- 机械活性物质的浓度符合表 10-36 的要求。
- 化学活性物质的浓度符合表 10-37 的要求。

表 10-36 运输时机械活性物质的浓度要求

机械活性物质	含量
可降尘埃	≤3.0mg/m ² · h
沙砾	≤100mg/m ³

表 10-37 运输时化学活性物质的浓度要求

化学活性物质	含量
二氧化硫 SO ₂	≤1.0mg/m ³
硫化氢 H ₂ S	≤0.5mg/m ³
Nox	≤1.0mg/m ³
盐酸 HCl	≤0.5mg/m ³
氨气 NH ₃	≤3.0mg/m ³
氢氟酸 HF	≤0.03mg/m ³
臭氧 O ₃	≤0.1mg/m ³

机械应力

运输时机械应力如表 10-38 所示。

表 10-38 运输时机械应力要求

Item	Sub-Item	Specification	
Random vibration	ASD	1 m ² /s ³	- 3 dB
	Frequency range	5 Hz ~ 20 Hz	20 Hz ~ 200 Hz
Bump	Shock spectrum type I (mass > 50kg)	100 m/s ² , 11ms, 100 in each direction	
	Shock spectrum type II (mass ≤ 50kg)	180 m/s ² , 6ms, 100 in each direction	
	Direction of bump	6	

10.10.3 运行环境

OptiX PTN 1900 设备对其运行环境有不同的要求。

气候环境

OptiX PTN 1900 在运行时，对气候环境的要求如表 10-39 和表 10-40 所示。

表 10-39 OptiX PTN 1900 温度和湿度的要求

温度		相对湿度
长期运行	短期运行	5% ~ 95%
0°C ~ 50°C	-5°C ~ 55°C	
说明 OptiX PTN 1900 需要考虑辐射影响。		

表 10-40 OptiX PTN 1900 在运行时对其他气候环境的要求

项目	要求
海拔高度	≤4000m
温度变化率	0.5°C/min
风速	≤5m/s
气压	70kPa ~ 106kPa
太阳辐射	≤700W/m ²
热辐射	≤600W/m ²

生物环境

- 避免真菌、霉菌等微生物的繁殖。
- 防止啮齿类动物（如老鼠等）的存在。

空气清洁度

- 无爆炸、导电、导磁性及腐蚀性尘埃。
- 机械活性物质的浓度符合表 10-41 的要求。
- 化学活性物质的浓度符合表 10-42 的要求。

表 10-41 运行时机械活性物质的浓度要求

机械活性物质	含量
悬浮尘埃	≤0.4mg/m ³
可降尘埃	≤15mg/m ² ·h
沙砾	≤300mg/m ³

表 10-42 运行时化学活性物质的浓度要求

化学活性物质	含量
二氧化硫 SO ₂	0.30mg/m ³ ~ 1.0mg/m ³
硫化氢 H ₂ S	0.1mg/m ³ ~ 0.5mg/m ³
Nox	0.5mg/m ³ ~ 5.0mg/m ³
氨气 NH ₃	1.0mg/m ³ ~ 3.0mg/m ³
氯气 Cl ₂	0.1mg/m ³ ~ 0.3mg/m ³
盐酸 HCl	0.1mg/m ³ ~ 0.5mg/m ³
氢氟酸 HF	0.01mg/m ³ ~ 0.03mg/m ³
臭氧 O ₃	0.05mg/m ³ ~ 0.1mg/m ³

机械应力

运行时机械应力如表 10-43 所示。

表 10-43 运行时机械应力的要求

Item	Sub-Item	Specification	
Sinusoidal vibration	Velocity	5 mm/s	-
	Acceleration	-	2 m/s ²
	Frequency range	5 Hz ~ 62 Hz	62 Hz ~ 200 Hz
Shock	Shock spectrum type II	30 m/s ² , 11ms, 3 in each direction	
	Direction of bump	6	

A 附录 遵循的标准和协议

环境标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
GB 2421-89	电工电子产品基本环境试验规程 总则
GB 2423.1-89	电工电子产品基本环境试验规程 试验 A: 低温试验方法
GB 2423.22-87	电工电子产品基本环境试验规程 试验 N: 温度变化试验方法
GB 2423.2-89	电工电子产品基本环境试验规程 试验 B: 高温试验方法
GB 2423.43-1995	电工电子产品环境试验 第二部分: 试验方法 元件、设备和其他产品在冲击 (Ea)、碰撞 (Eb)、振动 (Fc 和 Fd) 和稳态加速度 (Ga) 等动力学试验中的安装要求和导则
GB/T 2423.10-1995	电工电子产品环境试验 第二部分: 试验方法 试验 Fc 和导则: 振动 (正弦)
GB/T 2423.3-93	电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca: 恒定湿热试验方法
GB/T 2423.5-1995	电工电子产品环境试验 第二部分: 试验方法 试验 Ea 和导则: 冲击
GB/T 2423.6-1995	电工电子产品环境试验 第二部分: 试验方法 试验 Eb 和导则: 碰撞
GB2423.37-86	电工电子产品基本环境试验规程 试验 L: 沙尘试验方法

标准/协议号	标准/协议标题
ETSI EN 300 019-1	Environmental Engineering (EE) Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment Classification of environmental conditions
ETSI EN 300 019-2	Environmental Engineering (EE) Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment Specification of environmental tests
ETSI EN 300 753	Equipment Engineering (EE) Acoustic noise emitted by telecommunications equipment
IEC 60068-1	Environmental testing Part 1: General and guidance
IEC 60068-2	Basic environmental testing procedures Part 2: Tests
IEC 600721-1	Classification of environmental conditions- Part 1: Environmental parameters and their severities
IEC 600721-2	Classification of environmental conditions- Part 2: Environmental conditions appearing in nature
IEC 600529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
QM333	Specification for environmental testing of electronic equipments for transmission and switching use
GR-63	NEBS Requirements: Physical Protection
GR-63-CORE	NEBS™ Requirements: Physical Protection

EMC 标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
EN 55022	Information technology equipment-Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement

标准/协议号	标准/协议标题
ETSI EN 300 132-2	Equipment Engineering (EE): Power supply interface at the input to telecommunications equipment Part 2: Operated by direct current (dc)
ETSI EN 300 386	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) Telecommunication network equipment;ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements
ETSI ES 201 468	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) Additional ElectroMagnetic Compatibility (EMC) telecommunications equipment for enhanced availability of service in specific applications
ETSI EN 300 253	Environmental Engineering (EE) Earthing and bonding configuration inside telecommunications centres
EN 61000-4-29	Electromagnetic compatibility (EMC)-Part4-29: Testing and measurement techniques-Voltage dips,shot interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests
CISPR22	Information technology equipment-Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement
IEC 61000-4-29	Electromagnetic compatibility(EMC)-Part4-29: Testing and measurement techniques-Voltage dips,shot interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests
ITU-T K.27	Bonding Configurations and Earthing Inside a Telecommunication Building
GR-1089-CORE	Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety - Generic Criteria for Network Telecommunications Equipment
IEC 61000-4-5	Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test

安规标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
IEC/EN/UL 60950-1	Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements
IEC/EN 60825-1	Safety of laser products - Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide
IEC/EN 60825-2	Safety of laser products - Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)
73/23/EEC	Low voltage directive
21 CFR 1040.10/1040.11	Performance standards for light-emitting-products

以太业务标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
IEEE802.1D	Media access control (MAC) bridges
IEEE802.1Q	Virtual bridged local area networks
IEEE802.1ad	Provider bridges
IEEE802.1ag	Connectivity fault management
IEEE802.1ah	Provider backbone bridges
IEEE802.3	Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications
ITU-T G.8012	Ethernet UNI and Ethernet over transport NNI
ITU-T G.1730	Requirements for OAM functions in Ethernet based networks and Ethernet services
ITU-T G.1731	OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks
ITU-T G.8031	Ethernet protection switching
ITU-T G.8010	Architecture of Ethernet layer networks
ITU-T G.8021	Characteristics of Ethernet transport network equipment functional blocks
MEF MEF2	Requirements and framework for Ethernet service protection in metro Ethernet networks

标准/协议号	标准/协议标题
MEF MEF4	Metro Ethernet network architecture framework - Part 1: generic framework

L2VPN 标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
draft-ietf-l2vpn-oam-req-frmk-05	L2VPN OAM requirements and framework
draft-ietf-l2vpn-signaling-08	Provisioning, autodiscovery, and signaling in L2VPNs
RFC 4664	Framework for layer 2 virtual private networks (L2VPNs)

MPLS 标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
ITU-T G.8112	Interfaces for the transport MPLS (T-MPLS) hierarchy
ITU-T G.8131	Protection switching for transport MPLS (T-MPLS) networks
ITU-T Y.1711	Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks
ITU-T Y.1720	Protection switching for MPLS networks
ITU-T Y.1561	Performance and availability parameters for MPLS networks
ITU-T G.8110	MPLS layer network architecture
ITU-T G.8110.1	Application of MPLS in the transport network
ITU-T G.8121	Characteristics of transport MPLS equipment functional blocks
ITU-T Y.1710	Requirements for OAM functionality for MPLS networks
RFC 2702	Requirements for traffic engineering over MPLS
RFC 2205	Resource Reservation protocol (RSVP) - version 1 functional specification
RFC 3031	MPLS architecture

标准/协议号	标准/协议标题
RFC 3469	Framework for multi-protocol label switching (MPLS)-based recovery
RFC 3811	Definitions of textual conventions for multiprotocol label switching (MPLS) management
RFC 3812	Multiprotocol label switching (MPLS) traffic engineering management information base
RFC 3813	Multiprotocol label switching (MPLS) label switching router (LSR) management information base
RFC 3814	Multiprotocol label switching (MPLS) forwarding equivalence class to next hop label forwarding entry (FEC-To-NHLFE) management information base
RFC 4220	Traffic engineering link management information base
RFC 4221	Multiprotocol label switching (MPLS) management overview
RFC 4377	Operations and management (OAM) requirements for multi-protocol label switched (MPLS) networks
RFC 4378	A framework for multi-protocol label switching (MPLS) operations and management (OAM)
RFC 3032	MPLS label stack encoding
RFC 3036	LDP specification
RFC 3037	LDP applicability
RFC 3209	Extensions to RSVP for LSP tunnels
RFC 3210	Applicability statement for extensions to RSVP for LSP tunnels
RFC 3215	LDP state machine
RFC 3443	Time to live (TTL) processing in multi-protocol label switching (MPLS) networks
RFC 3477	Signalling unnumbered links in resource Reservation protocol - traffic engineering (RSVP-TE)
RFC 3478	Graceful restart mechanism for label distribution protocol

标准/协议号	标准/协议标题
RFC 3612	Applicability statement for restart mechanisms for the label distribution protocol (LDP)
RFC 3815	Definitions of managed objects for the multiprotocol label switching(MPLS), label distribution protocol(LDP)
RFC 3936	Procedures for modifying the resource reservation protocol(RSVP)
RFC 4090	Fast reroute extensions to RSVP-TE for LSP tunnels
RFC 4182	Removing a restriction on the use of MPLS explicit NULL
RFC 4201	Link bundling in MPLS traffic engineering (TE)
draft-ietf-mpls-soft-preemption-08	MPLS traffic engineering soft preemption
RFC 3609	Tracing requirements for generic tunnels
RFC 4204	Link management protocol (LMP)
RFC 4327	Link management protocol (LMP) management information base (MIB)

PWE3 标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
RFC 3916	Requirements for pseudo-wire emulation edge-to-edge (PWE3)
RFC 3985	Pseudo wire emulation edge-to-edge (PWE3) architecture
RFC 4197	Requirements for edge-to-edge emulation of time division multiplexed (TDM) circuits over packet switching networks
RFC 4385	Pseudowire emulation edge-to-edge (PWE3) control word for use over an MPLS PSN
RFC 4446	IANA allocations for pseudowire edge to edge emulation (PWE3)
RFC 4447	Pseudowire setup and maintenance using the label distribution Protocol (LDP)

标准/协议号	标准/协议标题
RFC 4448	Encapsulation methods for transport of Ethernet over MPLS networks
RFC 4720	Pseudowire emulation edge-to-edge (PWE3) frame check sequence retention
RFC 4553	Structure-agnostic time division multiplexing (TDM) over packet (SAToP)
draft-ietf-pwe3-cesopsn-07	Structure-aware TDM circuit emulation service over packet switched network (CESoPSN)
draft-ietf-pwe3-vccv-11	Pseudo wire virtual circuit connectivity verification (VCCV)
draft-ietf-pwe3-segmented-pw-03	Segmented pseudo wire
draft-ietf-pwe3-ms-pw-requirements-03	Requirements for inter domain pseudo-wires
draft-ietf-pwe3-ms-pw-arch-02	An architecture for multi-segment pseudo wire emulation edge-to-edge

二层协议标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
RFC 4541	Considerations for internet group management protocol (IGMP) and multicast listener discovery (MLD) snooping switches
IEEE 802.3 (Clause43)	Link aggregation
IEEE 802.1Q (Clause13)	The multiple spanning tree protocol (MSTP)
RFC 0826	Ethernet address resolution protocol
RFC 3046	DHCP relay agent information option

QoS 标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
ITU-T Y.1291	An architectural framework for support of quality of service (QoS) in packet networks
MEF MEF10	Ethernet services attributes phase 1
RFC 3289	Management information base for the differentiated services architecture

标准/协议号	标准/协议标题
RFC 3644	Policy quality of service (QoS) Information model
RFC 3670	Information model for describing network device QoS datapath mechanisms
RFC 2212	Specification of guaranteed quality of service
RFC 2474	Definition of the differentiated services field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 headers
RFC 2475	An architecture for differentiated services
RFC 2597	Assured forwarding PHB group
RFC 2697	A single rate three color marker
RFC 2698	A two rate three color marker
RFC 3140	Per hop behavior identification codes
RFC 3246	An expedited forwarding PHB (Per-hop behavior)
RFC 3270	Multi-protocol label switching (MPLS) support of differentiated services
RFC 3564	Requirements for support of differentiated services-aware MPLS traffic engineering
RFC 4124	Protocol extensions for support of diffserv-aware MPLS traffic engineering
RFC 4125	Maximum allocation bandwidth constraints model for diffserv-aware MPLS traffic engineering
RFC 4127	Russian dolls bandwidth constraints model for diffserv-aware MPLS traffic engineering
RFC 4128	Bandwidth constraints models for differentiated services (Diffserv)-aware MPLS traffic engineering

ATM 标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
RFC4717	Encapsulation Methods for Transport of Asynchronous Transfer Mode (ATM) over MPLS Networks

标准/协议号	标准/协议标题
RFC4816	Pseudowire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Asynchronous Transfer Mode (ATM) Transparent Cell Transport Service
RFC2684	Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5
ITU-T I.610	B-ISDN operation and maintenance principles and functions
AF-PHY-0086.001	AF-PHY-0086.001 Inverse Multiplexing for ATM Specification Version 1.1
AF-TM-0121.000	Traffic Management Specification

SDH 标准和协议

标准/协议号	标准/协议标题
ITU-T G.703	Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces
ITU-T G.707	Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)
ITU-T G.773	Protocol suites for Q-interfaces for management of transmission systems
ITU-T G.841	Types and characteristics of SDH network protection architectures
ITU-T G.957	Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy

B 附录 术语

A	
ACL	访问控制列表 ACL 是由 permit deny 语句组成的一系列有顺序的指令列表，在防火墙中，将 ACL 应用到路由器接口上，路由器根据 ACL 判断哪些数据包可以接收，哪些数据包需要拒绝。在 QoS 中，ACL 也用于流分类。
ATM	ATM 传送信息的方式是把已经数字化的信息（包括语音、数据、图像等各种信息）在发送时分割成许多固定长度的分组，每个分组的固定长度是 53 个字节，分成信头（占 5 个字节）和信息域（48 个字节）两部分。信头部分的内容是去向地址等控制信息，信息域部分的内容则是用户发送的信息。这种固定长度的分组叫做“信元”，是 ATM 传送的基本单元。
B	
包	网络层的信息单位
BDI	后向缺陷指示。LSP 的宿端节点检测到缺陷后，使用 BDI 报文，沿反向路径将缺陷告知上游的源端节点。
BTS	基站，也称基站收发信台。用于通过空中接口传送业务和信令。基站包含基带处理单元、无线设备以及天线等。
C	

CES	电路仿真业务 CES，提供仿真 CBR 连接（专用带宽）的虚连接。可以跨分组交换网络仿真现有的 TDM 连接。
CoS	服务等级 CoS，实际就是一种排队规则。某一运算会比较数据包域或者服务等级标记，然后将这些数据包归类并且赋予不同的优先级。服务等级无法保证网络性能或是数据传输的优先级。
E	
E-LAN	以太网专网，通过非传统网络提供业务，与 LAN 的传统媒介不同。
E-Line	以太网专线,用于创建以太网专线服务、基于以太网的 Internet 接入服务以及点对点以太网 VPN。
F	
FDI	前向缺陷指示。FDI 报文由第一个检测到缺陷的节点产生并向下游发送，报文中会携带缺陷的类型和位置。其主要目的是抑制受影响的客户 LSP 层产生告警。
FEC	MPLS 将具有相同转发处理方式的分组归为一类，称为转发等价类 FEC。
I	
IGMP snooping	组播侦听协议，是 IP 组播在末端网络上使用的主机对路由器的信令机制。主机通过 IGMP 加入或者离开组播组；路由器通过 IGMP 了解下游网段是否存在组播组成员。
IGP	内部网关协议 IGP，运行于自治系统内部的路由协议，运行于小型或中等网络中。目前常用的有 RIP、IGRP、EIGRP、OSPF 等。
IS-IS	中间系统到中间系统的域内路由信息交换协议。是 ISO（the International Organization for Standardization）为它的 CLNP（ConnectionLess Network Protocol）设计的一种动态路由协议。

IMA	将 ATM 集合信元流分接到多个低速链路上，在远端再将多个低速链路复接在一起恢复成原来的集合信元流。
J	
交换	一个为了传送信号，连接功能单元，传输通道或电信电路的过程。
聚合	构成整体的各个对象的集合。聚合可以是对象之间整体与部分关系的一个具体的或概念上的集合。
级联	级联是指一种结合过程。用它把多个虚容器组合起来，结果是组合的容量可作为单个的容量使用，并能保持比特序列的完整性。
K	
控制平面	控制平面采用无连接方式，利用 IP 网络实现。
L	
L2VPN	L2VPN 就是在 PSN (IP/MPLS) 网络上透明传递用户的二层数据。
LAG	链路聚合组 LAG 是指多条连接到同一设备的链路捆绑在一起，以便于增加带宽和改善链路的可靠性。聚合的链路可以当成是一条链路。
路由	一条路径通过的通道。
LSR	标签交换路由器,位于网络核心层的设备，基于预先计算的交换原则对标记报文进行交换。该设备可以是交换机，也可以是路由器。
LSP	标签交换路径,通过一系列标记交换路由器形成的出入交换路径，使用标记交换转发机制将特定 FEC 的报文进行转发。
LDP	标签分配协议,一个 LSR 通知其他 LSR 关于标签/FEC 绑定信息的一系列过程，以建立 LSP。这些 LSP 的出口既可以是与目的地直接相连的某个邻居，也可以是 MPLS 网络的某个出口节点。LSP 上的所有中间节点都可以用硬件交换的方式处理该分组。

流量工程	流量工程包括流量管理，容量管理，容量度量和模型化，网络模型化和性能分析。
链路	一个“拓扑组件”，它通过固定的资源（比如固定路由）为不同子网中两个端点提供传送能力。
M	
MPLS TE 隧道	在部署重路由（reroute）或需要将流量通过多条路径传输时，可能需要用到多条 LSP 隧道。在 TE 中，这样的一组 LSP 隧道称为 TE 隧道。这类 LSP 隧道由两个标识符标识：一个是 SENDER 对象携带的 Tunnel ID，用于唯一定义 TE 隧道；另一个是 SENDER_TEMPLATE 对象或 FILTER_SPEC 对象携带的 LSP ID
MPLS OAM	MPLS OAM 针对单条 LSP 的连通性检测，源端发送宿端检测，为 MPLS 网络提供了一套缺陷检测的工具及缺陷纠正机制，通过 MPLS OAM 及保护倒换构件可以完成 CR-LSP 转发平面的检测功能，并在缺陷发生后的 50ms 内完成保护倒换，从而将缺陷所产生的影响减小到最低。
MPLS L2VPN	提供基于 MPLS 网络的二层 VPN 服务，使运营商可以在统一的 MPLS 网络上提供不同介质的二层 VPN，包括 ATM、FR、VLAN、Ethernet、PPP 等。
MSTP	多路生成树协议 MSTP 可应用于环路网络，通过一定的算法阻断某些冗余路径，将环路网络修剪成无环路的树型网络，从而避免报文在环路网络中的增生和无限循环。
N	
NSAP	网络业务接入点 NSAP，是由 ISO 规定的网络地址。在网络服务接入点，OSI 网络服务对传输层（4 层）实体可用。
P	

PWE3	一种端到端的二层业务承载技术，属于点到点方式的 L2VPN。在网络的两个 PE 节点中，它以 LDP 作为信令，通过隧道模拟 CE 端的各种二层业务，如各种二层数据报文、比特流等，使 CE 端的二层数据在网络中透明传递。
PW	虚电线是一种跨包交换网络的模拟的点对点连接。这种包交换网络允许利用任意二层技术实现双节点互联。
POS	一种城域网及广域网技术，提供点到点的数据连接。POS 接口以 SDH/SONET 为物理层协议，支持在城域网及广域网中传送分组数据（如 IP 分组）。
PDU	分组数据单元(Packet Data Unit),在本地互联网诊断框中上传送的单元。用于节点配置的 PDU 是一条完整消息。
Q	
QoS	服务质量，指对 IP 网络投递分组的服务能力的评估。通常以对延迟、延迟抖动、丢包率等服务需求提供支持的能力作为核心评估对象。为了满足这些核心需求，需要有一定的支撑技术。
R	
染色报文	根据定义的不同颜色确定报文的优先级。
S	
隧道	隧道指 VPN 应用中两个实体间建立的信息传输通道，提供足够安全性，确保 VPN 的内部信息不受外部侵扰。
双归属	双归属指设备有两个独立的接入点与网络连接，一个点是主连接，另外一个为备连接，备连接用于保护失效的主连接。
T	
统计复用	全称为“统计时分多路复用”，即只对需要传送信息或正在工作的终端分配时隙，使所有时隙得到充分的使用，提高了利用率。

跳	指两个相隔一定距离的节点间的网络连接或从一个主机到另一个主机的路由上的一小步。
同步状态信息	同步状态信息 SSM 用于在同步定时链路中传递定时信号的质量等级，使得 SDH 网和同步网中的节点时钟通过对 SSM 的读解获取上游时钟的信息，对本节点的时钟进行相应操作（例如跟踪、倒换或转入保持），并将该节点同步信息传递给下游。
V	
V-NNI	对应网络侧接口。
V-UNI	对应客户侧接口。
VC	在两个节点之间的一种单向逻辑连接。
VPLS	借助 IP 公共网络实现 LAN 之间通过虚拟专用网互连，是局域网在 IP 公共网络上的延伸。
VPWS	是指在分组交换网络 PSN 中尽可能真实地模仿 ATM、帧中继、以太网、低速 TDM 电路和 SONET/SDH 等业务的基本行为和特征的一种二层业务承载技术。
Z	
帧	一组连续时隙的集合，该集合中每个时隙的相对位置都可以被确定。
转发平面	转发平面也称为数据平面，采用面向连接方式，可以使用帧中继、ATM 等二层网络。
组播	组播是一份报文同时发送给多个主机的通信方式。

C 附录 缩略语

A		
ACL	Access Control List	访问控制列表
AF	Assured Forwarding	保证转发
APS	Automatic Protection Switching	自动保护倒换
ARP	Address Resolution Protocol	地址解析协议
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步传输模式
ATM PVC	ATM Permanent Virtual Circuit	ATM 永久虚电路
B		
BDI	Backward Defect Indicator	后向缺陷指示
BSC	Base Station Controller	基站控制器
BTS	Base Transceiver Station	基站收发信机
C		
CES	Circuit Emulation Service	电路仿真业务
CSPF	Constraint-based Shortest Path First	基于约束的最短路径优先
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplex	稀疏波分复用
CV	Connectivity Verification	连通性检测

D		
DCC	Data Communication Channels	数据通信信道
DCN	Data Communication Network	数据通信网络
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	密集波分复用
E		
E-AGGR	Ethernet-Aggregation	以太网汇聚
E-LAN	Ethernet-Lan	以太网专网
E-Line	Ethernet-Line	以太网专线
ECC	Embedded Control Channel	嵌入控制通路
EMC	Electromagnetic Compatibility	电磁兼容性
EPL	Ethernet Private Line	以太网专线
EPLAN	Ethernet Private LAN	以太网私有局域网
ETS	European Telecommunication StandardsC	欧洲电信标准
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准协会
ETH-CC	Ethernet Continuity Check	以太网连通性检测
ETH-LB	Ethernet Loopback	以太网环回
ETH-LT	Ethernet Link Trace	以太网链路跟踪
EVPL	Ethernet Virtual Private Line	以太网虚拟专线
EVPLAN	Ethernet Virtual Private LAN	以太网虚拟私有局域网
F		
FDI	Forward Defect Indicator	前向缺陷指示
FEC	Forwarding Equivalence Class	转发等价类
FFD	Fast Failure Detection	快速故障检测

FRR	Fast ReRoute	快速重路由
G		
GCP	GMPLS Control Plan	通用控制平面
GE	Gigabit Ethernet	千兆以太网
GFP	Generic Framing Procedure	通用封装协议
GR	Graceful Restart	优雅重启
H		
HA	High Availability	高可用性
I		
IEC	International Electrotechnical Commission	国际电子技术委员会
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气和电子工程师学会[美]
IGMP	Internet Group Management Protocol	Internet 组播管理协议
IGMP Snooping	Internet Group Management Protocol Snooping	组播侦听协议
IGP	Interior Gateway Protocol	内部网关协议
IMA	Inverse Multiplexing for ATM	ATM 反向复用
IP	Internet Protocol	网间网协议
IS-IS	Intermediate System to Intermediate System	中间系统到中间系统
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector	国际电信联盟-电信标准部
L		
L2VPN	Layer 2 Virtual Private Network	二层虚拟专用网络

L3VPN	Layer3 Virtual Private Network	三层虚拟专用网络
LAN	Local Area Network/Local Area Network	局域网/本地网
LACP	Link Aggregation Control Protocol	链路聚合控制协议
LCAS	Link Capacity Adjustment Scheme	链路容量调整方案
LDP	Label Distribution Protocol	标记分发协议
LPT	Link State Path Through	链路状态穿通
LSP	Label Switched Path	标签交换路径
LSA	Link State Advertisement	链接状态通告
LSR	Label Switched Router	标签交换路由器
M		
MAC	Media Access Control	媒体接入控制
MEP	Maintenance End Point	维护终端点
MIP	Maintenance Intermediate Point	维护中间点
MP	Maintenance Point	维护节点
MPID	Maintenance Point Identification	维护点标识
MPLS	Multiprotocol Label Switching	多协议标签交换
MPLS TE	Multiprotocol Label Switching Traffic Engineering	多协议标记交换流量工程
MSP	Multiplex Section Protection	复用段保护
MSTP	Multiple Spanning Tree Protocol	多生成树协议
N		
NSF	Not Stop Forwarding	不中断转发
NSAP	Network Service Access Point	网络服务接入点

O		
OAM	Operation, Administration and Maintenance	操作、管理和维护
OSP	OptiX Software Platform	OptiX 产品软件平台
P		
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	准同步数字系列
PE	Provider Edge	运营商边缘
PLR	Point of Local Repair	本地修复节点
POS	Packet over SDH/SONET	基于 SDH/SONET 的包
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
PTN	Packet Transport Network	分组传送网
PW	Pseudo Wire	伪线
PWE3	Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge	边缘到边缘的伪线仿真
Q		
QoS	Quality of Service	业务质量
R		
RSTP	Rapid Span Tree Protocol	快速生成树协议
RSVP	Resource Reservation Protocol	资源预留协议
S		
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SLA	Service Level Agreement	业务等级约定
STP	Span Tree Protocol	生成树协议
SSM	Synchronization Status Message	同步状态信息

T		
TDM	Time Division Multiplex	时分复用
TE	Traffic Engineering	流量工程
V		
V-UNI	Virtual-User Interface	虚拟用户侧接口
V-NNI	Virtual-Network Interface	虚拟网络侧接口
VC	Virtual Channel	虚通道
VCC	Virtual Channel Connection	虚通道连接
VCCV	Virtual Circuit Connectivity Verification	虚电路连通性检测
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VP	Virtual Path	虚通路
VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网
VPC	Virtual Path Connection	虚通路连接
VPLS	Virtual Private LAN Service	虚拟专网业务
VPWS	Virtual Private Wire Service	虚拟专线业务