



中国电信集团公司技术标准

Q/CT 2217-2009

中国电信 PTN（分组传送网）设备技术要求（v1.0）

**China Telecom Technical Specification for
PTN（Packet Transport Network）v1.0**

2009-12 发布

2009-12 实施

中国电信集团公司 发布

目 录

前 言.....	1
1.范围.....	2
1. 引用文件.....	2
2. 缩略语.....	3
3. PTN 架构和总体要求.....	5
3.1. PTN 分层结构.....	5
3.2. PTN 设备功能结构和类型.....	5
3.3. 总体要求.....	6
4. 接口.....	7
5. 数据转发要求.....	7
6. 业务承载要求.....	8
6.1. 以太网业务承载能力要求.....	8
6.2. L3 业务要求.....	10
6.3. TDM 业务承载能力要求.....	10
7. OAM 要求.....	13
7.1. OAM 层次结构和总体要求.....	13
7.2. 各层 OAM 要求.....	14
8. 保护要求.....	16
8.1. 网络保护方式.....	16
8.2. 网络保护要求.....	18
8.3. 网络保护的触发和返回.....	19
8.4. 设备级保护能力.....	19
9. QOS 要求.....	19
9.1. 总体要求.....	19
9.2. 流分类和优先级的映射能力.....	20
9.3. 带宽控制能力.....	21
10. 性能要求.....	22
10.1. 设备性能要求.....	22
10.2. 业务性能要求.....	23
11. 同步要求.....	23
11.1. 时间同步.....	23
11.2. 频率同步.....	25
11.3. 外时钟/时间接口.....	25

12. 网络管理要求	26
12.1. 通用功能	26
12.2. 拓扑管理	27
12.3. 配置管理	28
12.4. 配置数据管理	31
12.5. 故障管理	32
12.6. 性能管理	34
12.7. 安全管理	35
13. 物理电气要求	40
13.1. 设备尺寸	40
13.2. 设备电压范围	41
13.3. 环境温度、湿度	41
13.4. 功耗	41
13.5. 电磁特性	41
13.6. 抗震特性	41
13.7. 防雷击特性	41
13.8. 对机架和板卡的一般要求	42
13.9. 表面涂敷处理	42
14. 控制平面要求	42

前 言

随着业务的分组化传送网络也逐渐向分组化方向发展，分组传送网（PTN）保持传统传送网的优点：良好可扩展性，丰富的操作维护，快速的保护倒换，面向连接的特性，利用 NMS 建立连接。同时增加适应分组业务统计复用的特性：采用面向连接的标签交换，分组的 QoS 机制，灵活动态的控制面等。

目前，PTN 设备主要应用在城域范围内，提供端到端的二层业务，主要业务有：

- 1、3G基站到RNC的回传业务。
- 2、提供CN2 MPLS VPN业务接入。
- 3、提供城域以太网专线和L2 VPN业务。

本技术规范适用于在中国电信网络中应用的基于MPLS-TP的PTN设备。

1. 范围

本技术要求规范了对PTN（分组传送网）设备的技术要求，主要内容包括PTN设备架构、QoS、保护恢复、业务能力、同步、网络管理和设备形态等。

本技术要求适用于在中国电信网络中应用的基于MPLS-TP的PTN（分组传送网）设备。

2. 引用文件

本文档引用了以下文件，本文档通过引用而未详细描述的内容，请参考被引用的文件。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本文档，然而，鼓励根据阅读本文档的人员研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文档。

YD/T767-1995	同步数字系列设备和系统的光接口技术要求
YD/T877-1996	SDH 复用设备和系统的电接口技术要求
ITU-T G. 825	基于同步数字系列(SDH)的数字网内抖动和漂动的控制
ITU-T G. 8131	T-MPLS 设备线性保护倒换
ITU-T G. 808.1 Amendment 1	通用保护倒换-线性和子网保护修正 1
ITU-T G. 813	SDH 设备从钟(SEC)的定时特性
ITU-T G. 823	数字网络中的抖动和漂移控制
ITU-T G. 8114	T-MPLS设备的OAM机制
ITU-T G. 8110.1	T-MPLS层网络结构
ITU-T G. 8261	分组网络上的时钟和同步
ITU-T G. 8262	同步以太网设备从时钟的定时特性
ITU-T G. 8264	分组网络中的时钟分发
IEEE1588v2	网络测量和控制系统的精确时钟同步协议v2
IETF RFC5654	MPLS-TP需求
IETF RFC3916	PWE3 需求
IETF RFC3985	PWE3 架构
IETF RFC4197	端到端的分组交换网的上 TDM 仿真要求
IETF RFC4553	分组网上的结构无关的 TDM 仿真
IETF RFC4842	分组网络上 SDH/SONET 电路仿真 (CEP)

IETF RFC5086	分组交换网上的结构相关的 TDM 电路仿真 (CESoPSN)
IETF RFC4448	以太网 over MPLS 的封装模式
IETF RFC4664	L2 VPN 架构
IETF RFC4541	IGMP 与 MLD 侦听交换机
IETF RFC4110	L3 VPN 架构
IETF RFC4364	BGP/MPLS IP VPN
IETF RFC4760	BGP-4 多协议扩展
IETF RFC3246	扩展的 PHB 转发
IETF RFC2597	PHB 组的转发
IEEE802.3ab	五类双绞线上较长距离连接方案
IEEE802.3ae	万兆以太网技术
IEEE 1588v2	时间同步协议解决方案
MEF 6	城域以太网业务定义
MEF 10.1	以太网业务属性 (阶段 2)

3. 缩略语

ACL	Access Control List	访问控制列表
AF	Assured Forwarding	保证转发
AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
APS	Automatic Protection Switching	自动保护切换
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步网络传输
BC	Boundary Clock	边界时钟
BE	Best Effort	尽力服务
BMC	Best Master Clock Algorithm	最佳时钟算法
CAC	Connection Admission Control	连接接纳控制
CAS	Channel Associated Signaling	随路信令
CBS	Committed Burst Size	保证突发大小
CC	Continuity Check	连续性检查
CCS	Common Channel Signaling	共路信令
CE	Customer Edge	客户侧设备
CES	Circuit Emulation service	电路仿真业务
CF	Coupling Flag	偶合标志
CIR	Committed Information Rate	保证信息速率
CM	Color Mode	着色模式

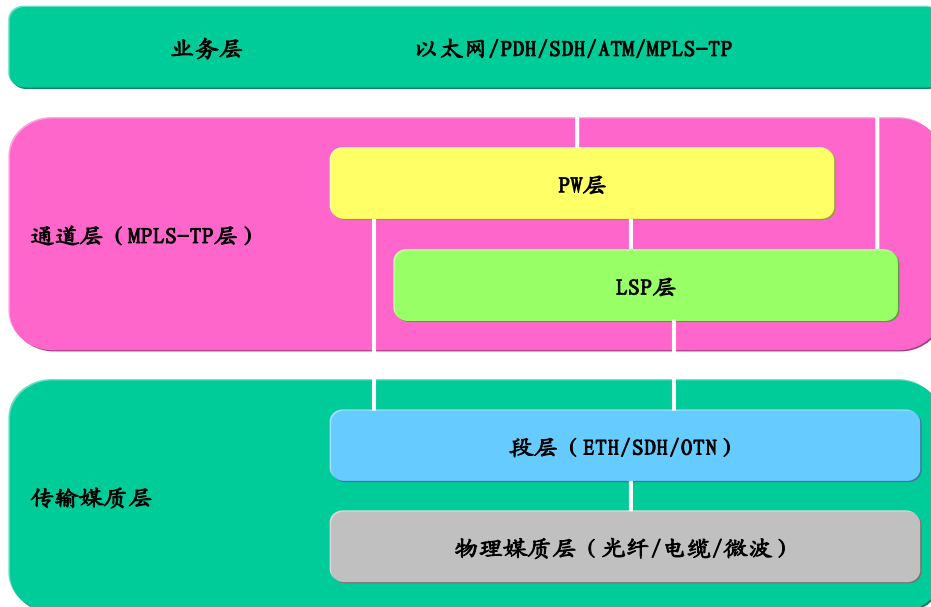
DSCP	Differentiated Services Code Point	差分服务代码点
DWRR	Deficit Weighted Round Robin	差额加权轮循
EF	Expedited Forwarding	快速转发
EIR	Excess Information Rate	超过信息速率
EBS	Excess Burst Size	超过突发大小
LAN	Local Area Network	局域网局域网
LAG	Link Aggregation	链路聚合
LB	Loopback Function	环回
IETF	The Internet Engineering Task Force	互联网工程任务组
IGMP	Internet Group Management Protocol	Internet 组管理协议
IP	Internet Protoco	网络之间互连的协议
LSP	Layered Service Provider	分层服务提供程序
MEF	Metro Ethernet Forum	城域以太网论坛
MEP	MEG End Point	MEG 的端点
MIP	MEG Intermediate Point	MEG 的中间节点
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	多协议标签交换
MPLS-TP	MPLS Transport Profile	MPLS 传送轮廓
NNI	Network to Network Interface	网间接口
NMS	Network Management System	网络管理系统
OAM	Operation Administration and maintenance	操作维护管理
OC	Ordinary Clock	普通时钟
OSS	Open Source Software	开放源代码软件
OTN	Optical Transport Network	光传送网
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	准同步数字系列
POS	Packet over SDH	分组 over SDH 接口
PTN	Packet transport Network	分组传送网
PTP	Precision Timing Protocol	精确时间协议
PW	Pseudowire	伪线
PWE3	Pseudo wire emulation edge to edge	边缘到边缘的伪线仿真
QoS	Quality of Service	服务质量
RDI	Remote Defect Indication	远端缺陷指示
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字系列
SNCP	subnetwork connect protect	子网连接保护
SSM	Synchronization Status Message	同步状态信息
TDM	Time Division Multiplexing	时分复用

TOD	Time of the Day	日时间
UNI	User Network Interface	用户网络接口
WAN	Wide Area Network	广域网
WFQ	Weighted Fair Queuing	加权公平排队
WRED	Weighted Random Early Detection	加权随机先期检测

4. PTN架构和总体要求

4.1. PTN分层结构

PTN 的分层结构如图 4-1 所示：



- 1、PTN 网络分为三层，分别是传输媒质层、通道层、和业务层。其中传输媒质层又可分为段层（Section Layer）和物理媒质层；通道层分为 LSP 层和 PW 层，其中 LSP 和 PW 统称为传送通道。
- 2、PTN 必须支持多种客户层信号，如以太网/PDH/SDH/ATM/PTN 等。
- 3、PTN 必须支持多种服务层（即段层），包括以太网、SDH、OTN 和 PTN 等。

4.2. PTN设备功能结构和类型

PTN 设备按功能结构分为三个平面：传送（数据）平面、管理平面、控制平面，具有分组交换核心并支持多种业务接口和线路接口，如图 4-2 所示。其中数据平面包括 QoS、交换、OAM、保护、同步等模块，控制平面包括信令、路由和资源管理等模

块，数据平面和控制平面采用 UNI 和 NNI 接口与其他设备相连，管理平面还可采用管理接口与其他设备相连。

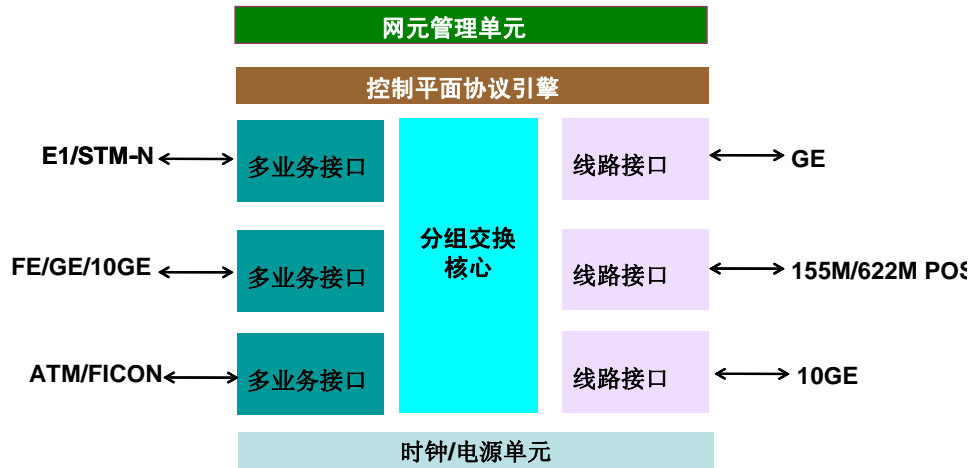


图 4-2 PTN 设备功能结构

根据功能和在网络中位置的不同，PTN设备可以分为以下两类：

- 1) P设备：提供LSP交换功能，主要应用于网络内部。
- 2) PE设备：同时提供LSP和PW交换功能，以及对客户信号的适配，主要应用于网络边缘。

4.3. 总体要求

对 PTN 设备的总体要求如下：

- 1、PTN 的数据平面必须是 IETF 定义的 MPLS 数据平面的子集，当 MPLS 提供多个选择时，PTN 必须能提供最小的并且满足功能需求的子集。
- 2、PTN 必须是面向连接的包交换模式，并且应该支持流量工程。
- 3、PTN 必须支持控制平面、管理平面与数据平面的逻辑分离，允许控制平面、管理平面与数据平面的物理分离。
- 4、PTN 必须支持通过 OSS 静态指派传送通道，静态指派不应该有控制平面的参与。
- 5、PTN 必须支持通过管理平面（不需要任何控制面）的网络操作，包括 OAM 和保护恢复。

- 6、PTN 应支持控制平面进行传送通道的自动指配的后续演进能力。
- 7、当控制平面和管理平面出现问题时，数据平面应继续执行数据转发和保护操作。
- 8、当组网结构改变时，PTN 必须支持避免流量冲突（如错序和丢失）的机制。
- 9、PTN 必须支持穿越多个域的传送通道。
- 10、PTN 必须支持环网。必须支持有 1 个或 2 个交点的多环结构，每个环至少支持 16 个节点。
- 11、PTN 必须具有可扩展性，支持网络拓扑的扩展，如带宽的扩展、客户数量的扩展、业务数量的扩展。
- 12、PTN 必须支持避免环路的机制。

5. 接口

PTN设备接口包括用户侧接口（UNI）和线路侧接口（NNI）。

5.1. UNI接口类型

UNI侧支持以下接口类型：

- 1) TDM接口：E1、cSTM-1
 - 2) 以太网接口：FE、GE、10GE
- 对各种业务的封装要求见第7章。

5.2. NNI接口

NNI侧支持以下接口类型：

- 1) POS接口：必须支持STM-1、STM-4、应支持STM-16、STM-64接口的后续演进能力。
- 2) 以太网接口：
 - a) GE接口
 - b) 10GE接口

6. 数据转发要求

PTN的传送（数据）平面应该符合以下要求：

- 1、PTN 必须支持对每个传送通道进行标识和区别。
- 2、PTN 必须支持通过标签唯一识别链路（link）中的传送通道。
- 3、在同一层网络中，传送通道的源必须在目的端可识别。

- 4、PTN 的数据平面不依赖于 IP 转发。
- 5、PTN 必须支持单向、同路由双向的点到点传送通道。
- 6、同路由双向传送通道必须支持在同层的前向和后向具有相同的链路和节点。
- 7、PTN 必须支持传送通道的不对称带宽需求。
- 8、PTN 必须支持单向点到多点的传送通道。
- 9、PTN 必须支持在同一传送通道中预留带宽，而不影响已有的业务。
- 10、PTN 必须支持在同一传送通道中减少预留带宽，而不影响已有的业务。
- 11、PTN 必须支持客户业务的完整性，完整性的丢失可以定义为包中断、重排序或丢失。PTN 必须支持完整性丢失的检测。
- 12、PTN 必须能区分用户数据包和控制数据包（如控制平面、管理平面、OAM 和保护倒换）。

7. 业务承载要求

7.1. 以太网业务承载能力要求

7.1.1. 以太网业务封装方式

PTN设备必须支持RFC4448规定的的以太网业务封装方式如图7-1:

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tunnel Label															EXP			S	TTL																				
PW Label															EXP			S	TTL																				
0 0 0 0				Reserved												Sequence Number																							
ETH Payload																																							

图 7-1 以太网业务封装方式

封装结构中各字段描述如下：

- Tunnel Label: 外层隧道标签，长度为20比特；
- EXP: 标识标签的优先级，长度为3比特；
- S: 标识是否是栈底，用来做标签的嵌套，可以使标签无限扩展，长度为1个比特；
- PW label: 内层PW（伪线）标签；
- Reserved: 保留字段；
- Sequence Number: 序列号；

- ETH Payload: 以太业务净荷。

7.1.2. 以太网业务承载要求

PTN设备必须支持E-line、E-LAN、E-tree三种业务。

7.1.2.1. E-Line业务

E-Line 业务为点到点业务，具有两个业务接入点(UNI)，实现对用户以太网 MAC 帧进行点到点的透明传送。E-Line 业务应该满足：

- 1、设备必须支持基于端口的 E-Line 业务。在 UNI 不允许业务复用，即每个 UNI 只能有一个 PW，支持基于 PW 或 CoS ID 的入口带宽属性<CIR, CBS, EIR, EBS, CM, CF>，支持多业务等级。
- 2、设备必须支持基于 VLAN 的 E-Line 业务。在 UNI 允许进行业务复用，即一个 UNI 支持多个 PW。支持基于 UNI、PW 或 CoS ID 的入口带宽属性，以及基于 UNI 的出口带宽属性。

7.1.2.2. E-LAN业务

E-LAN业务为多点到多点连接，网络设备需要MAC地址学习和L2交换的能力。E-LAN 业务应该满足：

- 1、必须符合 L2 VPN 架构，具体要求遵循 RFC4664；
- 2、必须支持采用静态配置方式建立 L2 VPN；
- 3、设备必须支持基于端口的E-LAN业务。支持CE-VLAN ID、CE-VLAN CoS和主要 L2控制协议的透明传送。每个UNI只能有一个PW，支持基于UNI、PW或CoS ID 的入口和出口带宽属性。
- 4、设备必须支持基于VLAN的E-LAN业务。在UNI允许进行业务复用，即一个UNI支持多个PW。可配置是否支持对CE-VLAN ID、CE-VLAN CoS和 主要L2控制协议的透明传送。
- 5、设备必须支持 MAC 地址静态/动态配置
- 6、设备必须支持多个虚拟 E-LAN 实例。不同的 E-LAN 之间实现相互隔离。
- 7、设备必须支持 IGMP 组播侦听 (IGMP Snooping)，具体要求遵循 RFC4541。

- 8、设备必须支持基于标准的环路防止机制（即水平分割）
- 9、设备必须支持基于标准的“N平方”问题防止机制。
- 10、核心节点、汇聚节点的VSI实例数必须不少于1024个，成员（方向）数必须不小于256，MAC地址表容量必须不少于64K；
- 11、接入节点VSI实例数必须不少于64，成员（方向）数必须不小于16，MAC地址表容量必须不少于8K。

7.1.2.3. E-Tree业务

E-Tree采用点到多点连接，提供多个以太网分支UNI（Leaf）到一个以太网汇聚点UNI（Root）的汇聚，分支UNI只能和汇聚点UNI进行通信，分支UNI之间不能直接通信。E-Tree业务应该满足：

- 1、必须符合L2 VPN架构，具体要求遵循RFC4664；
- 2、设备必须支持基于端口的E-Tree业务。每个UNI只能有一个PW，支持CE-VLAN ID、CE-VLAN CoS和主要L2控制协议的透明传送。支持基于UNI、PW或CoS ID的入口和出口带宽属性。
- 3、设备必须支持基于VLAN的E-Tree业务。在UNI允许进行业务复用，即一个UNI支持多个PW。可配置是否支持对CE-VLAN ID、CE-VLAN CoS和主要L2控制协议的透明传送。
- 4、设备必须支持叶子节点隔离功能。
- 5、设备必须支持IGMP组播侦听（IGMP Snooping），具体要求遵循RFC4541。

7.2. L3 业务要求

核心/汇聚节点设备应支持L3转发和VPN功能的演进能力，IP地址应具有IPv6的演进能力。

7.3. TDM业务承载能力要求

7.3.1. TDM业务封装方式

TDM业务通过PWE3技术实现，业务封装方式包括非结构化（SAToP）和结构化

(CESoPSN) 两种。

非结构化：非结构化方式不关心TDM信号所采用的具体结构，而是把数据看作给定速率的比特流，这些比特流被封装成数据包后在PTN中传送。由于非结构化仿真方式不能识别TDM帧结构，因此对于TDM帧结构和TDM帧中的信令等信息不能识别和处理，只能做简单透传。非结构化方式的实现应该遵循RFC4553。

0										1										2										3	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
Tunnel Label																				EXP		S	TTL								
PW Label																				EXP		S	TTL								
0	0	0	0	L	R	RSV		FRG		Length				sequence number																	
V	P		X		CC			M	PT		RTP sequence number																				
Timestamp																															
SSRC identifier																															
TDM data																															

图 7-2 非结构化仿真封装

封装结构中各字段描述如下：

- L：置1表示连接电路有故障；
- R：如果该比特被置位,则表示处于报文丢失状态
- RSV：保留字段
- FRG：为分片，接收报文时忽略该字段，发送报文时填充0
- Lenth：可用来携带SAToP报文的长度(定义为SAToP报头 + 净荷大小)。如果其大于64字节，则必须设置为0。可以用于检测畸帧。
- Sequence Number：序列号，一般业务报文不用，常用于OAM。
- V：RTP的版本号，RFC3550中固定设置为V=2
- P：填充字节，目前填充为0
- X：报头扩展，目前填充为0
- CC：CSRC计数，目前填充为0
- M：标记，目前填充为0
- PT：净荷类型,可用于检测畸帧
- RTP sequence number：序列号必需与控制字中的序列号Sequence Number相同。
- Timestamp：时间戳
- SSRC identifier：同步源标识
- TDM data：TDM数据

结构化：在结构化的仿真模式中，开销在本地被终结，有效载荷被透明的传送到对端，然后在对端加上同样类型的开销。CESoPSN协议可以识别TDM业务的帧结构，对于空闲时隙信道可以不传送，只将CE设备有用的时隙从E1业务流中提取出来封装为PW报文进行传送。同时提供对E1业务流中CAS和CCS信令的识别和传送功能，实现较复杂。结构化方式的实现应该遵循RFC5086。

0										1								2												3	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
Tunnel Label																				EXP		S	TTL								
PW Label																				EXP		S	TTL								
0	0	0	0	L	R	RSV	FRG		Length			sequence number																			
V	P		X		CC			M	PT		RTP sequence number																				
Timestamp																															
SSRC identifier																															
TS1								TS2								TS3								TS4							
.....TS N (Frame 1#)																															
TS1								TS2								TS3								TS4							
.....TS N (Frame2#)																															
.....																															

图 7-3 结构化仿真封装

7.3.2.TDM业务承载要求

- 1、设备必须支持 E1 到 STM-1 的业务汇聚能力
- 2、设备必须支持 E1 接口 TDM CES 业务
- 3、设备必须支持 E1 接口 TDM CES 业务的非结构化仿真模式（SATO P），满足 RFC4553 要求
- 4、设备可以支持 E1 接口 TDM CES 业务的结构化仿真模式（CESoPSN），满足 RFC5086 要求。
- 5、汇聚中心设备必须支持信道化 STM-1 接口 TDM CES 业务
- 6、汇聚中心节点设备必须支持信道化 STM-1 接口 TDM CES 业务的非结构化仿真模式（SATO P）

7、汇聚中心节点设备可以支持信道化 STM-1 接口 TDM CES 业务的结构化仿真模式 (CESoPSN)

8、PTN 设备必须支持 TDM 仿真业务的抖动缓存功能，并能配置缓存大小。

8. OAM要求

8.1. OAM层次结构和总体要求

PTN必须具有故障管理和性能监视的OAM能力，这些能力可以用于段层、LSP、PW和业务层，PTN的OAM分层结构框图如图9-1所示。

PTN可以在不同的参考点插入和提取OAM报文，这些参考点称为维护点（MP）。根据其所在位置的不同，维护点又可以分为维护端点（MEP）和维护中间点（MIP）。MEP能够发送和终结用于故障和性能监测的OAM报文。MIP能够对部分OAM分组进行响应，但是不能主动发送OAM报文。

各层的 OAM 功能可分为主动（Proactive）和按需（On-demand）两类。

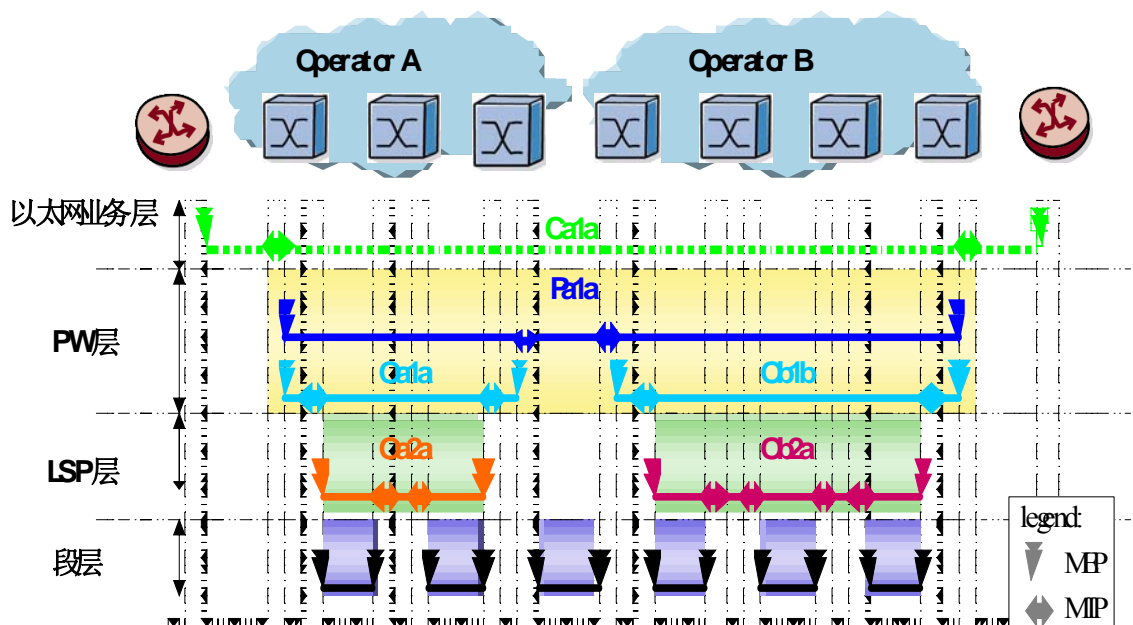


图 8-1 PTN OAM 分层结构

对 OAM 的总体要求如下：

- 1、PTN 网络内部的 OAM 必须支持 4 层 OAM 功能，包括业务层 OAM、PW OAM、LSP OAM 和段层 OAM。

- 2、业务层必须支持以太网、SDH/PDH 等业务的 OAM。
- 3、段层必须支持以太网链路和 SDH 链路（POS 接口）的 OAM。
- 4、LSP 层、以太网业务层 OAM 必须具备故障管理和性能管理功能。
- 5、段层的 OAM 必须具备故障管理功能。
- 6、要求 LSP 丢包率检测值与仪表测试值的相对误差绝对值不超过 10%。LSP 时延检测值与仪表测试值的相对误差绝对值不超过 10%。
- 7、主动方式的 OAM 实例数应与 LSP、PW 数目相匹配，OAM 实例数应等于 双向 LSP、PW 的数目。

8.2. 各层OAM要求

每层OAM应支持的具体功能如下表（A：必须支持，B：应支持后续演进能力，C：可选）：

表8-1 各层OAM要求

类型		功能	段层 OAM	LSP OAM	PW OAM	业务 OAM
主动	故障管理	连续性检测和连通性验证	A	A	A	A
		告警指示	C	A	B	A
		远端故障指示	C	A	A	A
		锁定指示	C	B	B	B
	性能监测	丢包测量	C	A	B	B
按需	故障管理	环回检测	A	A	A	A
		踪迹监视	C	A	B	A
		测试（TEST）	C	B	B	B
	性能监测	时延测量	C	A	B	A
		吞吐量	C	B	B	B
SDH OAM 功能			A	-	-	A

8.2.1.故障管理功能

- 1、连续性检查（CC）：连续性检查功能是一种主动 OAM 功能，源端维护端点周期性发送该 OAM 报文，宿端维护端点检测两维护端点间的连续性丢失(LOC)故障，以及误合并、误连等连通性故障。发送周期可设置，设备支持的最小

- 发送周期为 3.3ms，保证最快在 10ms 完成故障检测。
- 2、环回 (LB): 属于按需 OAM 功能。源端维护端点发送该请求 OAM 报文，宿端维护端点接收该报文并返回相应应答 OAM 报文。用于验证源宿维护端点间的双向连通性，以检测节点间及节点内部故障，进行故障定位。
 - 3、链路追踪 (LT): 链路跟踪功能是一种按需 OAM 功能，可用于邻接关系检索和故障定位：
 - a) 邻接关系检索: 链路跟踪功能可以用于识别一个 MEP 和一个远端 MEP 或 MIP 之间的邻接关系检索。为了建立邻接关系，需要得到 MIP 和/或 MEP 的顺序。每个 MIP 和/或 MEP 可通过其 MAC 地址来标识。
 - b) 故障定位: 链路跟踪功能可以用于故障定位。当发生故障（例如链路和/或设备故障）或者产生转发平面环路时，MIP 和/或 MEP 的顺序关系很可能与预期的不同。这种不同的顺序关系就提供了故障位置信息。
 - 4、告警指示 (AIS): 属于主动 OAM 功能。当 MEP 检测到连接故障后，将以组播方式通告故障。以太网告警指示功能主要用于在检测到服务（子）层的缺陷情况后向客户（子）层通告该以太网通道故障，同时抑制客户（子）层的告警，以免 NMS 对同一故障收到大量冗余告警。在点到点业务中，告警指示可以有效确定对端 MEP 的不可达。推荐的 AIS 消息发送周期是 1s。但是在点到多点业务中，汇聚点难以通过收到的告警指示来判断哪个对端节点失去了连接。
 - 5、远端缺陷指示 (RDI): 属于主动 OAM 功能。MEP 使用以太网远端缺陷指示功能通知它的对等 MEP 它遇到了一个缺陷情况。例如信号故障和 AIS 等缺陷情况都能导致带有远端缺陷指示信息的帧的发送。只有当以太网连续性检查功能被激活时远端缺陷指示功能才会被使用。在点到多点业务中，汇聚点的远端缺陷指示存在与告警指示同样的难以定位故障的问题。
 - 6、锁定信号 (LCK): 属于主动 OAM 功能。锁定信号功能用于 MEP 向它紧邻的客户层的 MEP 通告它的有计划的管理或者诊断行为。本功能使得客户层 MEP 能够区分缺陷情况和服务（子）层 MEP 进行有计划的管理/诊断行为时所可能导致的数据流量中断。其中引起中断的缺陷情况需要报告，而引起数据流量中断的有计划的行为则不需要报告。
 - 7、测试信号 (TEST): 属于按需 OAM 功能。测试信号功能用于进行单向按需的中断业务或不中断业务诊断测试，其中包括对带宽吞吐量、帧丢失、比特错误等的检验。当执行这样的测试的时候，MEP 插入具有特定的吞吐量、帧长和发送模式的带有测试信号信息的帧。

8.2.2.性能管理功能

性能管理OAM功能包括帧丢失率测量、帧时延/抖动测量和吞吐量测量。目前只定义点到点连接的性能参数，对于多点连接的性能参数需要进一步研究。

- 1、帧丢失率测量 (LM): 用于测量丢包率，包括双端 LM 和单端 LM。双端 LM 是一种主动的 OAM 机制，用于进行性能监测，使用 CC 消息格式。单端 LM 是一种按需 OAM 机制，用于进行临时性的丢包率测试，使用 LM 消息格式。
- 2、双向帧时延测量 (DM): 该功能可以通过专门的时延测量 OAM 报文实现，工作在按需模式。周期性向对端维护端点发送请求 OAM 报文，并在诊断时间间隔内接收对端维护端点的应答 OAM 报文，报文携带发送、接收时间戳，每个维护端点可以实现双向延时及抖动测量。
- 3、吞吐量测量 (TM): 属于按需 OAM 机制。用于测量吞吐量，分为单向和双向测量两种。可以使用 LB 或 TEST 功能进行吞吐量测量。

9. 保护要求

9.1. 网络保护方式

PTN应该支持以下保护类型：

- 1、必须支持LSP 1+1保护，保护机制应遵循ITU-T定义的G. 8131。
- 2、必须支持LSP 1: 1保护，保护机制应遵循ITU-T定义的G. 8131。
 - a、1: 1保护必须支持对双向点对点LSP的保护，并且为默认设置
 - b、支持点对点LSP的单向1: 1保护
- 3、应支持LSP SNCP 1: 1保护的后续演进能力，保护机制应遵循ITU-T定义的G. 8131标准。
- 4、必须支持以太网接入链路LAG保护：在UNI接口的以太网链路必须支持LAG保护。
- 5、双归保护能力：PTN设备应支持GE接口和cSTM-1接口双归保护功能的未来演进能力，防止PTN网络设备单点故障，实现同源不同宿的线性保护。
- 6、必须支持环网保护，至少支持以下两种方式之一；
 - a、Steering方式

当网络上节点检测到网络失效，通过APS协议向环上所有节点发送倒换请求。点到点的连接的每个源节点执行倒换，所有受到网络失效影响的连接从工作方向倒到保

护方向；当网络失效或APS协议请求消失后，所有受影响的业务恢复至原来路径。点到多点的Steering保护等待研究。

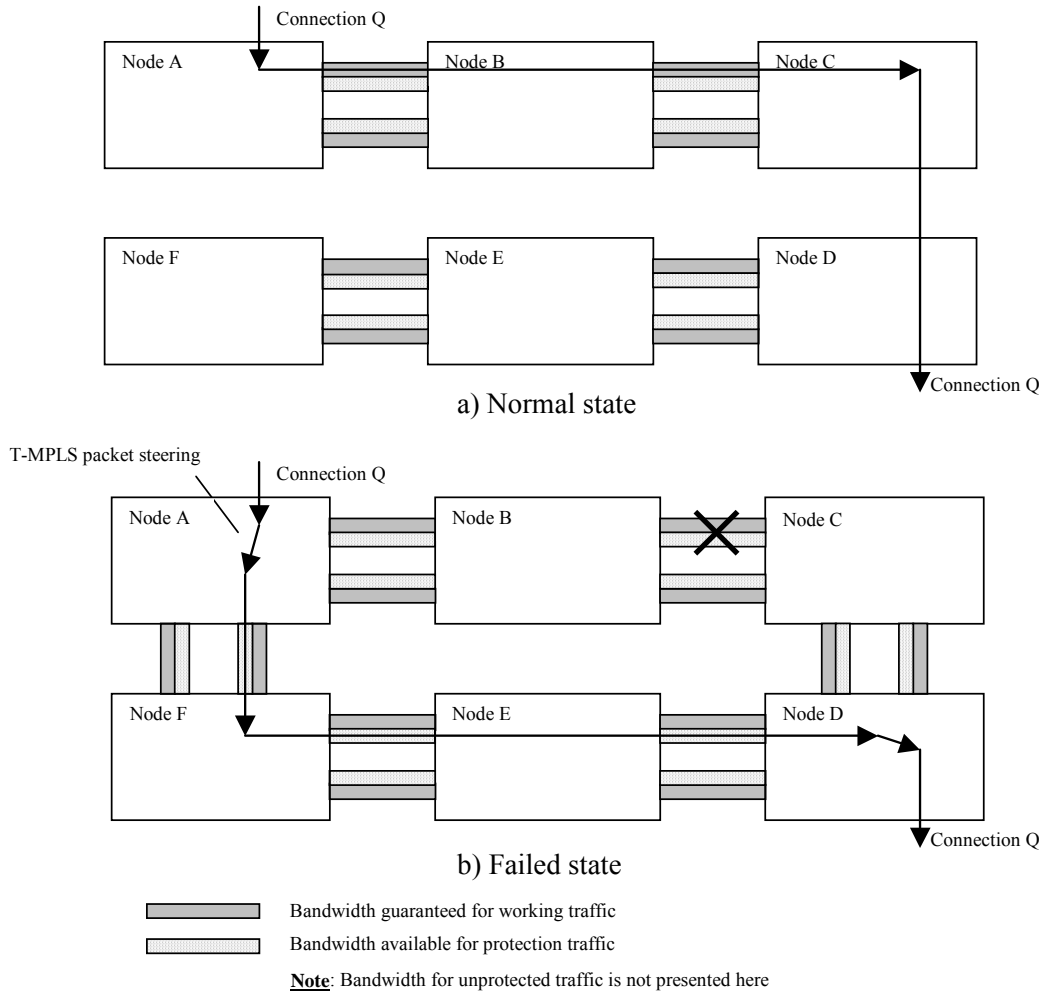


图 9-1 Steering 保护

b、Wrapping方式

当网络上节点检测到网络失效，故障侧相邻节点通过 APS 协议向相邻节点发出倒换请求。当某个节点检测到失效或接收到倒换请求，转发至失效节点的普通业务将被倒换至另一个方向。当网络失效或 APS 协议请求消失，业务将返回至原来路径。

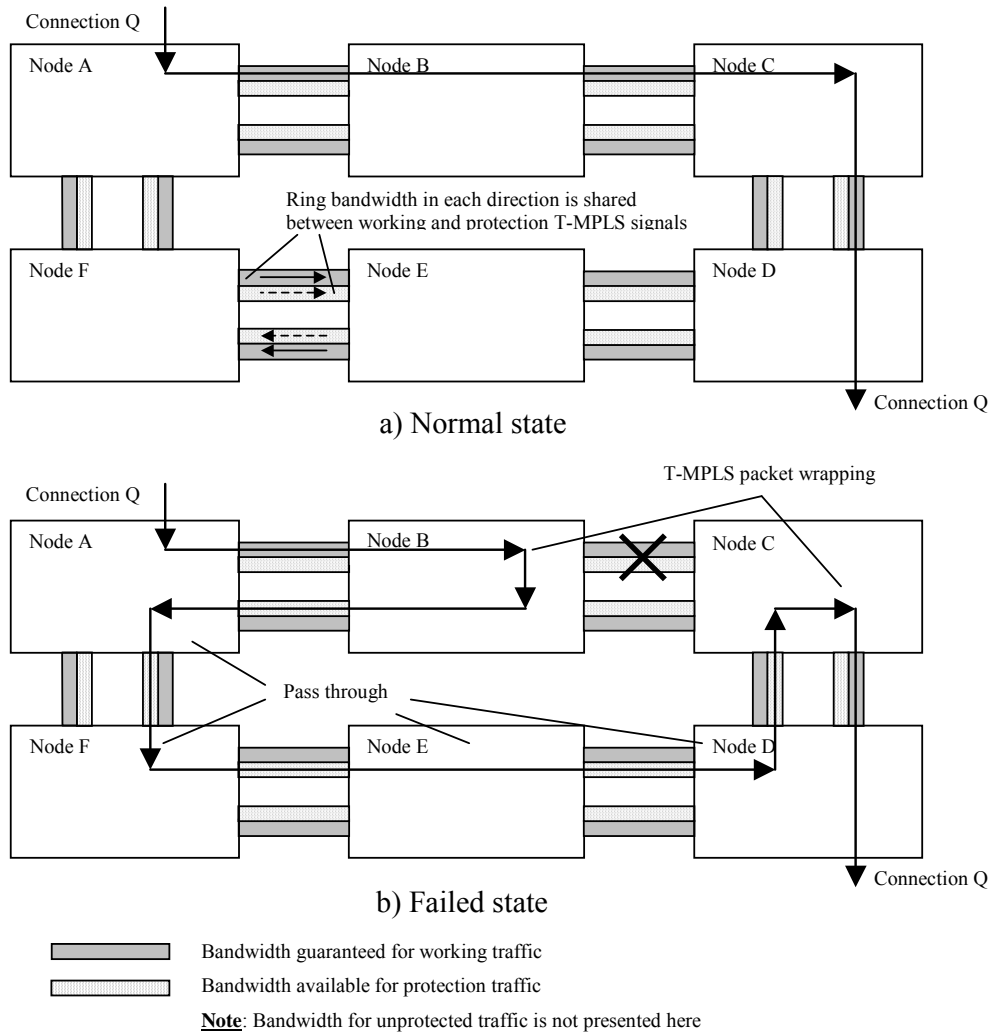


图 9-2 点到点业务的 Wrapping 保护

9.2. 网络保护要求

根据RFC 5654,业务保护要求如下:

- 1、PTN保护机制必须支持LSP层的保护，PW、段层的保护。
- 2、PTN保护机制必须支持应用于任何拓扑。
- 3、PTN保护机制必须提供和服务传送层（比如以太网，SDH、OTN或WDM）保护的协调机制。
- 4、PTN保护必须提供阻止网络不稳定时的反复倒换的机制。
- 5、在小于1200km的网络中，保护倒换时间必须支持小于50ms，且与LSP的数量无关。
- 6、环保护机制能够很好的扩展：比如支持多个传输路径，多个节点，多个环等。

7、STM-N接口必须支持MSP 1+1保护功能。

9.3. 网络保护的触发和返回

- 1、PTN必须支持连通性错误触发，连通性检查通过CC OAM功能实现。
- 2、PTN必须支持LSP、段层性能劣化的触发机制，如通过丢包率检测实现，实现机制应遵循ITU-T G.808.1 Amendment 1。
- 3、PTN必须支持管理平面触发的倒换（如：人工倒换和强制倒换）
- 4、如果有控制平面存在，PTN必须支持控制平面触发的倒换
- 5、PTN必须支持返回和非返回行为。返回行为必须是默认行为。返回时间必须可设置。

9.4. 设备级保护能力

- 1、核心、汇聚设备必须支持电源单元、交换单元、时钟、主控单元、信令控制单元（当支持控制平面时）等主要功能单元的1+1冗余备份能力。
- 2、在上述功能单元的冗余单元启动1+1保护后，系统转发性能必须不受影响。
- 3、核心、汇聚节点设备必须支持E1接口板卡的1：N保护能力。

10. QoS要求

10.1. 总体要求

PTN设备的QoS功能主要采用区分服务（Diffserv）方式。区分服务有三种转发方式（PHB）：快速转发（EF）、保障转发（AF）和尽力传送（BE）。

加速转发（EF）：EF PHB的流量不受其它PHB流量的影响，确保包以最快速率得到转发。与传统的租用线类似，EF PHB能够提供低丢包率、低延迟、低抖动和有保证的带宽服务。超过EF指定的流量将被丢弃。EF必须遵循RFC3246。

保证转发（AF）：AF为数据包提供四个级别的转发特征，每个级别有三种丢弃优先级。PTN设备通过配置各级别的转发资源（如缓冲区和带宽）和丢弃优先级来决定业务的级别。当业务不发生拥塞时，AF的各级别业务性能值相同；当业务发生拥塞时，所有AF级别的业务都会发生丢包，丢包的多少和业务级别相关。AF必须遵循RFC2597。

不同PHB的DSCP编码和优先级如表11-1所示。

表格 10-1 不同 PHB 的 DSCP 编码和优先级

PHB	DSCP	丢弃优先级 (xxx)		
		高	中	低
EF	101110	-	-	-
AF1x	001xxx	110	100	010
AF2x	010xxx	110	100	010
AF3x	011xxx	110	100	010
AF4x	100xxx	110	100	010
BE	000000	-	-	-

PTN设备的QoS能力需要满足以下要求：

- 1、PTN设备必须支持端到端的业务等级能力；
- 2、支持E-LSP方式。E-LSP的QoS信息由MPLS标签中的EXP字段定义；
- 3、支持对DiffServ（区分服务）域的指定，最大支持8个DiffServ域；
- 4、设备必须能够支持8级优先级；
- 5、设备必须能够支持流分类能力；
- 6、设备必须能够支持访问控制（ACL）能力；
- 7、设备必须能够支持各种报文与本地优先级的映射能力；
- 8、设备必须能够支持队列调度能力，包括严格优先级队列SP（Strict Priority）调度模式、加权公平队列WFQ（Weighted Fair Queuing）/DWRR和优先级队列SP+WFQ/DWRR调度模式；
- 9、设备必须能够支持拥塞控制能力，包括尾丢弃（Tail Drop）、加权随机早期探测WRED（Weighted Random Early Detection）；
- 10、核心、汇聚层设备必须能够支持层次化QoS能力，至少可进行3层（如业务、PW、LSP）的分层实现带宽控制、流量整形和调度策略配置等功能。
- 11、设备必须能够支持在UNI、PW、LSP层面的带宽控制能力，支持CIR/PIR设置和实现。
- 12、设备必须能够支持在UNI、PW、LSP层面的连接允许控制（CAC）能力。

10.2. 流分类和优先级的映射能力

- 1、对于TDM业务，必须支持基于端口的流分类能力。
- 2、对于以太网业务，必须支持基于端口、VLAN ID、VLAN优先级、源/宿MAC地址、源/宿IP地址及其组合的流分类能力。
- 3、应支持将上述不同流映射到不同的PW中的后续演进能力。
- 4、必须支持VLAN优先级、IP DSCP、MPLS CoS等业务优先级与PTN网络中TC

优先级之间的映射，映射关系必须可配置。

- 5、必须支持PW 优先级到LSP 优先级的映射能力。PW层和LSP层优先级的映射关系可以为一一一对应或者多对一，也可根据运营商需求进行配置。

10.3. 带宽控制能力

PTN的带宽控制能力应用于以太网UNI、PW、LSP，必须支持MEF10.1中对以太网业务带宽属性的描述，包括CIR、CBS、EIR、EBS等，具体要求如下：

- 1) 承诺速率(CIR)：CIR是业务帧根据业务性能进行传递的平均速率，UNI速率 \geq CIR ≥ 0 。与CIR一致的业务帧将被标记为绿色；对于平均速率超过CIR的业务帧，可以把它们标记为黄色(如果EIR非0)，也可以丢弃(如果EIR等于0)。“尽力而为”业务的CIR为0，表示没有性能保证，此时所有的业务帧都被标记为黄色。
- 2) 承诺突发大小(CBS)：单位是字节，当 CIR > 0 ，CBS必须大于或等于最大业务帧的大小。
- 3) 额外速率(EIR)：EIR定义了大于CIR的可以进入运营商网络的业务帧的速率。与EIR一致的业务帧将被标记为黄色，其在网络中没有任何性能保证。平均速率大于CIR+EIR的业务帧将被丢弃。
- 4) 额外突发大小(EBS)：EBS是指和EIR一致的业务帧最大的字节数，EBS必须大于或等于最大业务帧的大小。
- 5) 耦合标志(CF)：CF用于选择速率限制算法的运行模式，取值为0或1。CF值的选择影响进入网络的黄色业务帧的数量。CF为0，表示允许进入网络的黄色业务帧的长期平均速率受到EIR的限制；CF为1，表示允许进入网络的黄色业务帧的长期平均比特率受到CIR+EIR的限制。此功能适用于UNI接口。
- 6) 颜色模式(CM)：CM的取值为“颜色忽略(color-blind)”或“颜色识别(color-aware)”。颜色识别表示带宽属性算法将考虑业务帧已经具有的颜色；颜色忽略表示带宽属性算法将不考虑业务帧已经具有的颜色。颜色识别功能只适用于UNI接口。

对于采用PIR（峰值速率）和CIR表示的系统， $PIR = CIR + EIR$ 。

在UNI、PW、LSP层面的连接允许控制(CAC)必须满足以下要求：

- 1) 如果在UNI上具有多个业务流，那么所有业务流的CIR值的总和必须小于等于UNI速率。
- 2) 一条LSP中的所有PW的CIR之和必须小于等于该LSP的CIR。
- 3) 一条链路中的所有LSP的CIR之和必须小于等于该链路的CIR。

11. 性能要求

11.1. 设备性能要求

根据城域网业务需求对PTN设备的性能要求如下：

1) 设备容量

PTN 设备的分类和设备容量要求如下：

	核心设备	汇聚设备	接入设备
端口容量（单向）	>=160G	>=80G	>=3G

端口容量指设备可配置的最大数量端口的总带宽，端口必须达到线速。

2) LSP 数量

核心类设备每个 10GE 接口必须支持至少 1k 条双向 LSP，整机至少 4K。接入层设备要求至少 64 条双向 LSP，汇聚层设备要求至少 2K 条双向 LSP。

3) 丢包率

丢包率是指节点在稳定的持续负荷下由于资源缺少在应该转发的以太网数据包中不能转发的数据包所占比例。本标准建议丢包率为0。

4) 吞吐量

吞吐量是指以太网端口对数据包转发的能力。本标准建议FE/GE/10GE端口的吞吐量必须达到100%。

5) 地址缓存能力

指每个端口/模块/节点上能够缓存的 MAC 地址的能力。缓存的 MAC 地址可以使到达的帧在转发过程中不被丢弃或广播。

本标准要求地址缓存能力不低于 4096 个。

6) 支持 VLAN 数量

本标准要求单端口支持不小于4096个VLAN，VLAN范围为1~4095。

7) 时延

对于存储转发节点，时延为被测节点收到最后一比特到发出第一比特的时间间隔。对于按比特转发节点，时延为被测节点收到第一比特到发出第一比特的时间间隔。本标准定义的时延为测试设备发出带时戳的测试帧到经过被测节点后收到该帧的时间间隔。本标准建议转发1518字节及其以下长度的以太网包时延均必须小于150us。

8) 业务实例数

核心节点、汇聚节点的 VSI 实例数必须不少于 1024 个，成员（方向）数必须不小于 256，MAC 地址表容量必须不少于 64K；接入节点 VSI 实例数必须不少于 64，成员（方向）数必须不小于 16，MAC 地址表容量必须不少于 8K。

11.2. 业务性能要求

11.2.1. TDM业务性能

- 1) 输出抖动和输入抖动容限：必须满足YD/T767-1995、YD/T877-1996、G. 825中对于SDH设备接口的要求。
- 2) 长期误码率：在正常工作条件下，TDM业务24小时必须无误码，即误码率为0。

11.2.2. 以太网业务性能

对于满足CIR（承诺带宽）或高等级的业务数据，具有以下性能指标和参数。对于超过CIR或低等级的业务数据，不做指标要求。

- 1) 丢包率：指传送以太业务时丢失的以太数据包占发送端已发送数据包的比例。在正常工作条件下，24小时丢包率必须为 $10E-7$ 。
- 2) 时延：指在两个参考点间，发送和接收以太网数据包的时间间隔，包括单向时延和双向时延。指标待定。

12. 同步要求

PTN 必须支持对时钟同步和时间同步的传送。IEEE 1588v2 解决时间同步问题，同步以太网解决时钟同步问题。

12.1. 时间同步

IEEE1588 技术采用主从时钟方案，对时间进行编码采用握手报文传送，利用网络链路的对称性和延时测量技术，实现主从时钟的频率、相位和绝对时间的同步。IEEE1588 的时间同步能够达到亚微秒级精度，是目前唯一可以实现高精度时间同步的协议。

IEEE1588 主从时钟同步基本原理如下：主钟定期发送 Sync 报文，随后发送 Follow up 报文通告上个报文的实际发送时间 T1，从钟记录 Sync 报文的到达时间 T2；从钟在 T3 时刻发送 Delay_Req 报文，主钟记录报文到达时间 T4，并将其通过响应报文

Delay_Resp 发送给从钟。根据 T1、T2、T3 和 T4，可以计算得到两个钟之间链路的时延和两个钟的时间偏差，据此调整从钟的时间输出，从而实现主钟和从钟的时间同步。

IEEE1588 时钟类型包括普通时钟(Ordinary Clock)、边界时钟(Boundary Clock) 和透传时钟 (Transparent Clock)：

- 1) 普通时钟 (OC)：只有一个端口，它可以作为时钟源即主时钟，也可以作为被同步的从时钟，最高等级主时钟和末端与客户设备相连处的时钟一般设置为普通时钟。
- 2) 边界时钟 (BC)：具有多个端口，既可以作为主时钟也可以作为从时钟，同时还可以为末端设备提供时间信号。
- 3) 透传时钟 (TC)：测量经过本地的驻留时间，然后将其累加到消息的修正域中，以提高时间精度，透传时钟分为 End—End 透传时钟和 Peer—Peer 透传时钟 (V2 版本增加) 两种。

目前 1588 的版本为 V2 版本，为了满足无线时间同步的需求，要求承载网络所有节点都必须支持 1588v2 协议，具体要求如下：

- 1、 必须支持在物理层实现频率同步的基础上，采用 IEEE 1588v2 协议实现相位的同步。
- 2、 FE/GE/10GE LAN 端口必须支持对 IEEE 1588v2 定义的报文处理。
- 3、 必须支持 BMC(Best Master Clock)算法，避免产生时钟环路，支持高质量时钟源的选择和切换。
- 4、 必须支持 PTP 报文的以太层封装，二层网络能根据 Ethernet Type 识别、处理 PTP 报文。
- 5、 必须支持 PTP 报文的统计和校验。
- 6、 必须支持 OC/BC/E2E TC/P2P TC 多种时钟类型的设置，并建议采用源/宿节点配置为 OC，中间节点配置为 BC 或 TC 的时钟模式。
- 7、 必须支持 PTP 参数设置功能，参数主要包括：优先级，时钟等级，精确度，时钟标识符等。
- 8、 必须支持固定时延的补偿功能，补偿范围应不小于 10 μ s。
- 9、 必须支持时间源、时间路径等倒换引起的时间跳变小于 1 μ s。
- 10、 必须支持在不小于 30 跳的环境下，PTP 时间精度优于 3 μ s。

12.2. 频率同步

PTN 设备的线路侧主要是采用以太网接口,因此需要能够通过以太网链路传送频率同步信号。同步以太网是通过以太网的物理层来传递时钟的,即利用比特流来传递和提取/恢复时钟信号,与传统的 SDH/PDH 利用锁相环恢复时钟类似。由于与上层协议无关,不受网络负载的影响,因而可以提供更高的时钟精度。同步以太网只能支持频率信号的传送,不支持时间信号的传送。当 PTN 设备支持 POS 接口时,还需要支持基于 SDH 的同步信号传送。

频率同步需要满足的要求如下:

- 1、必须支持传统 SDH 领域的线路/支路时钟恢复、发送和重定时,性能满足 G. 813, G. 823 相关标准。
- 2、必须支持同步以太功能,能从 FE(100M)、GE、10GE 接口恢复时钟,性能满足 ITU-T G. 8262 标准。
- 3、必须支持同步时钟通过物理层由 FE、GE、10GE 等接口传递给下游站点。
- 4、必须支持同步以太网时钟的 SSM 协议,该协议应符合 G. 8264;并满足 SSM 扩展协议。
- 5、必须支持参考源失效条件的检测。

12.3. 外时钟/时间接口

- 1、核心/汇聚设备至少支持 1 路 2MHz 或者 2Mb/s 外定时输入接口,支持时钟板冗余备份。
- 2、至少支持 1 路 2MHz 或者 2Mb/s 外定时输出接口,支持时钟板冗余备份。
- 3、核心/汇聚设备至少支持 1 路 1pps+TOD 时间输入接口,支持时钟板冗余备份。
- 4、至少支持 1 路 1pps+TOD 时间输出接口,支持时钟板冗余备份。
- 5、1pps+TOD 必须支持 RS422 差分电平,物理接头采用 RJ45。
- 6、支持定时源优先级设置和自动选择定时源的功能。

13. 网络管理要求

13.1. 通用功能

功能项目	具体描述
系统接入方式	1) 支持本地和远程接入。 2) 支持多用户同时操作。 3) EMS 至少支持如下一种 DCN 接入能力 <ul style="list-style-type: none"> ● 以太网 ● DDN 网 ($N \times 64\text{ kbit/s}$ $1 \leq N \leq 30$, V. 35 接口); ● 2Mbit/s, G. 703 同向型接口
安全可靠	1) 数据库提供数据备份功能, 需要时可将备份数据恢复。系统数据丢失时, 能从其它介质的备份数据中恢复最近的数据。 2) 支持 (1+1) 热备用 (Hot-Standby) 和温备用 (Warm-Standby) 配置。热备份主备倒换时间不超过 10 分钟。 3) 提供与网元之间链路的监视功能。一旦 EMS 本身或与网元之间的链路出现故障, EMS 应能及时提醒用户并提供相应的安全和恢复功能。 4) EMS 投入和退出对正常的传输业务不产生任何影响。 5) 系统异常停止后, 不能影响网元的正常运行和网络的正常业务。 6) 用户界面程序异常停止时, 不影响服务器端和其它用户界面的正常运行。
软件管理	1) 提供对自身软件的管理功能, 包括: <ul style="list-style-type: none"> ● 软件安装管理 —— 提供详细、友好的软件安装向导并生成相应的日志文件; ● 软件升级功能; ● 软件版本管理。 2) 对所管辖网元上的软件进行远程维护, 包括: <ul style="list-style-type: none"> ● 查询网元的软件版本信息; ● 下载并升级网元的软件版本。 3) 在下载、升级网元的软件版本之前, 能备份网元的配置参数到本地硬盘指定目录或者外设上。 4) 软件升级失败时, 能恢复备份的软件和数据。
数据管理	1) 提供数据库备份、恢复功能。 2) 提供配置、告警、性能数据导出功能。 3) 提供打印设置和打印功能, 对配置、告警、性能等进行打印。
软件技术	1) 可扩充性 在最大设备容量范围内, 被管理网元数目的增加对系统性能没有显著影响。 2) 后向兼容性 <ul style="list-style-type: none"> ● 版本升级后, 能管理当前网上运行的所有网元; ● 低版本系统中的所有数据能自动迁移至高版本系统中。

用户界面	<p>1) 界面显示效果</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用户界面显示：采用中文或英文。 ● 人机接口采用窗口、图标、菜单、光标方式； ● 所有界面简洁、友好，并提供相应的联机帮助； ● 被管理网络中的全部网元均由一个管理软件平台进行管理，在一个工作窗口上应能监视整个授权管理的区域。 <p>2) 声音设置：提供声音设置开关，音量和持续时间可调。</p> <p>3) 颜色要求</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 不同的信息有不同的颜色区别； ● 用户授权内可使用的菜单条与不能使用的菜单条有不同亮度级别显示。 <p>4) 告警级别与缺省颜色</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 紧急告警——红色 ● 主要告警——橙色 ● 次要告警——黄色 ● 无告警（告警清除）——绿色 ● 提示告警——紫色 <p>5) 屏幕保护</p> <p>对客户端屏幕具有人工和自动锁定功能，同时具有屏幕激活再进入功能（需要输入口令），能通过鼠标/按钮触动激活屏幕。</p>
系统性能	<p>1) 各种日志文件的保存时间至少达到6个月。</p> <p>2) 时间精度</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 需要时间标记的时间以秒为单位； ● 保证系统时间与网元时间的同步； ● 时间戳的精度（建议为1秒）。
北向接口	北向至少提供Q3或CORBA接口，并可通过这些接口实现同NMS的对接。

13.2. 拓扑管理

功能项目		具体描述
拓扑视图	网络资源图	以相应的图标显示所管辖的所有网元
	机架/子架组成图	显示机架的组成，包括子架编号，具体的槽位、单元盘等，并标注相应的名称，名称充分反映出其实际的物理含义。
	网络拓扑连接关系	支持显示物理光纤连接拓扑视图

	路径与业务层拓扑	提供LSP、PW层和业务层的网络拓扑图。
拓扑视图查看和编辑功能	拓扑视图查看功能	<ol style="list-style-type: none"> 1) 背景地图能定制, 拓扑图能放大和缩小, 用不同的图标来标识不同类型的节点(网元或子网或其它)。 2) 点击网元图标可获得网元的详细配置信息, 并可执行网元配置和其它管理功能。 3) 系统保证不同用户窗口显示内容的一致性。 4) 网元的物理结构及其相对位置、形状、尺寸以及通道的占用情况和其它特征根据用户需要均能用颜色或数值区别, 颜色和字体可由用户配置。
	拓扑视图编辑功能	可通过拓扑编辑功能手工生成部分拓扑图(添加/删除/移动/修改网元和连线), 并保存当前视图。
拓扑视图的导航和定位功能	拓扑视图的导航功能	<ol style="list-style-type: none"> 1) 逐层细化显示网元的信息, 并提供返回前一视图与返回上层视图的功能。 2) 可根据需要切换到不同的网络视图, 并可拖动鼠标看到不在视野范围的视图。 3) 分层显示节点间不同层次的路径。
	拓扑视图的定位功能	<ol style="list-style-type: none"> 1) 在当前或其它视图中, 可使用不同的方式查找指定的网元。 2) 根据需要选择是否显示或隐藏某些网元。
网络监视功能	实时反映网络设备配置的变化	网元配置信息的改变能通过某种醒目方式在拓扑图中通知用户
	实时反映被管网元的告警事件	告警应以可视可闻的形式提醒维护人员

13.3. 配置管理

功能项目	具体描述
网元管理	<ol style="list-style-type: none"> 1) 创建/删除网元 2) 查询/修改网元, 可查询和修改的网元信息包括(标*者为可修改信息): <ul style="list-style-type: none"> ● 插槽信息, 包括: <ul style="list-style-type: none"> ——槽道中是否安装单元盘(*); ——槽道中的单元盘信息(*); —— 为空闲插槽安装一个指定的单元盘。 ● 数据单元盘信息, 包括: <ul style="list-style-type: none"> ——单元盘型号;

	<ul style="list-style-type: none"> ——单元盘类型； ——单元盘端口数目； ——是否有保护及保护方式(*)； ——激光器选项(*)：自动关断，人工/自动打开； ● 控制单元盘、交叉单元盘等其它单盘的信息 ● 端口信息，包括： <ul style="list-style-type: none"> ——端口使用状态：端口是否空闲； ——端口编号信息(*)； ——端口类型：包括光接口/电接口、速率、方向等；
段层管理	<p>1) 段层为以太网： 相邻节点间设置以太网OAM参数，主要包括：故障管理OAM 功能禁止/使能，环回功能等</p> <p>2) 段层为SDH： 相邻节点间SDH开销管理，主要包括：J0, J1, C2等</p>
LSP路径管理	<p>1) 创建、修改和删除LSP 路径：设置路径参数，主要包括LSP ID 、带宽（可用最大CIR和EIR、CBS、EBS）、节点上承载LSP 的端口和相应的标签值、方向（单向/ 双向），路径类型（点到点，点到多点）等；</p> <p>2) 创建LSP路径时支持设置OAM 参数，主要包括： —故障管理OAM 功能禁止/使能，包括CC 功能、AIS/RDI 功能、Loopback 功能、Lock功能等 —性能测量禁止/使能，包括丢包率、双向时延等性能测量参数。</p> <p>3) 查询指定LSP路径信息；主要包括LSP ID、带宽、节点上承载LSP的端口和相应的标签值等。</p>
PW路径管理	<p>1) 支持创建、修改和删除PW路径，可设置路径参数，主要包括PW ID、带宽（可用最大CIR和EIR）、承载PW 相应的标签值， 方向（单向/双向），保护类型，路径类型（点到点，点到多点）等；</p> <p>2) 创建PW 路径时支持设置参数，主要包括： —故障管理OAM 功能禁止/使能，包括CC 功能、AIS/RDI 功能、Loopback功 能、Lock功能等； —性能测量禁止/使能，包括丢包率、双向时延等性能测量参数。</p> <p>3) 查询指定PW 路径信息：主要包括PW ID、带宽、承载PW 相应的标签值等。</p>
以太网业务管理	<p>1) 支持创建、修改和删除以太网业务，设定以太网业务名称、业务类型、带宽、方向、承载的服务路径，QoS等参数；</p> <p>2) 设置以太网业务OAM参数，主要包括：—故障管理OAM 功能禁止/使能，包括CC 功能、AIS/RDI 功能、Loopback功能、Link Trace 功能，Lock功能等 —性能测量禁止/使能，包括丢包率、双向时延等性能测量参数。</p> <p>3) 以太网端口管理，设置端口属性，主要包括全双工/半双工、是否支持VLAN、端口速率、VLAN Tag 属性、流控属性等；</p>

	<p>4) 以太网二层交换管理，包括VLAN 管理等。</p> <p>5) 查询指定的以太网业务信息。</p>
TDM 业务管理	<p>1) 支持创建、修改和删除TDM 交叉连接，可指定电路名称、源宿端口，带宽，承载的服务路径。</p> <p>2) 支持查询TDM 业务信息，主要包括：业务名称，路由，承载的服务路径，源宿端口，带宽，用户名称等信息。</p>
路径信息存储和输出	所有的路径记录能够被保存到文件
端到端路径和业务配置与查询	<p>1) 支持端到端路径和业务的配置（包括手工/自动/半自动方式）</p> <p>2) 基于指定端到端路径或业务查询相关配置信息</p>
网络保护组配置管理	<p>1) 配置保护组类型包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> —1+1保护 —1: 1保护 —环保护 <p>2) 设置保护倒换类型：包括人工、强制、清除等；</p> <p>3) 设置保护倒换参数：WTR、触发条件等；</p> <p>4) 查询当前保护倒换状态（工作/ 保护）</p>
设备保护管理	<p>1) 支持配置控制盘，交叉盘等关键机盘的1+1 保护；</p> <p>2) 设置保护倒换类型：包括人工、强制、清除等；</p> <p>3) 设置保护倒换参数：WTR、触发条件等；</p> <p>4) 查询当前保护倒换状态（工作/ 保护）</p> <p>5) 提供电源保护管理功能</p>
同步定时源管理	<p>1) 支持人工指派同步定时源，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 外时钟 ● 线路定时； ● 支路定时； ● 设备内时钟自由振荡。 <p>2) 指派同步定时源的自动倒换模式，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 设备内部的 S1 字节自动按定时源优先级进行选取； ● 设置网元外时钟源的最低可用质量等级，当外时钟源质量低于该最低可用等级时，网元时钟进入保持模式或自由振荡模式。 <p>3) 选择外时钟输入/输出类型：2MHz 或 2Mbit/s；</p> <p>4) 设置定时源恢复等待时间（WTR）；</p> <p>5) 查询时钟源状态（跟踪，自由振荡，保持等）；</p> <p>6) 设置和查询时钟源失效条件。</p> <p>a) 同步时钟定时源保护倒换执行/释放，支持的保护倒换类型有：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 保护锁定； ● 强制倒换； ● 手工倒换；

	<ul style="list-style-type: none"> ● 倒换类型清除
网元时间管理	<p>对网元的时间进行管理，包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 如果网元不支持 NTP 协议： <ul style="list-style-type: none"> ● 查询指定网元的当前时间； ● 设置单个网元的当前时间（年、月、日、时、分、秒）； ● 以广播式设置一组网元的当前时间（年、月、日、时、分、秒）。 2) 如果网元支持 NTP 协议： <ul style="list-style-type: none"> ● 设置网元的角色（NTP 客户端，NTP 服务器）； ● 为每个 NTP 客户端网元设置主用 NTP 服务器和备用 NTP 服务器及轮询时间间隔； ● 为 NTP 服务器设置当前时间； ● 查询指定网元的当前时间。
1588V2时间同步管理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 时钟模式配置和查询，包括：普通时钟，边界时钟，E2E 透传时钟，P2P 透传时钟 2. 协议相关参数配置和查询，包括：时钟等级，优先级，精确度等 3. 端口状态配置，包括：Master, Slave
扩容管理	<p>提供扩容工具：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 自动实现单元盘类型的更改和单元盘位置的迁移。 2) 对各种有保护的组网，保证在不中断业务的前提下，实现增加、删除网元操作。

13.4. 配置数据管理

功能项目	具体描述
配置日志管理	保存网元配置数据变化的记录，包括所改变配置内容，时间，用户名等。
配置数据合法性检查	<p>当改变网络或设备配置时，检查被管理网元：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 是否能提供此类配置； ● 与其它配置是否冲突； ● 是否有足够权限等。 <p>如有差错，及时向用户报告，并生成相应日志。</p>
配置数据一致性检查	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查保存的配置数据与网元中的实际数据的一致性。 2) 在一致性检查结束后，给出一致性报告。
自动生成配置数据	直接操作网元修改设备数据时，EMS 收到相应通知后在网管上作出标识或自动更新配置数据，并提示用户。
拷贝配置数据	将一个成功配置好的网元配置数据拷贝到与此网元具有相同或相似配置的一个或多个（广播式）网元中，然后修改配置数据。
上载功能	<p>将网元中的配置信息上载到 EMS 上：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 每个网元在其控制机盘中保存有相应的网元数据。 2) 用户通过一定的命令同步获取网元的配置数据，使得 EMS 的配置数据同网元上的数据一致。

下载功能	<ol style="list-style-type: none"> 1) 利用 EMS 中现有网元数据将网元配置信息下载到网元的控制机盘上。 2) EMS 提供模板数据，直接将模板数据下载到网元或者对模板数据进行修改后下载到网元中，使得网元上的配置数据同 EMS 上的数据一致。
------	--

13.5. 故障管理

功能项目	具体描述
告警参数	主要包括网元设备告警，分组传送层路径告警、以太网业务告警和 TDM 业务告警等，具体告警参数见表1。
告警类型和严重等级划分	<ol style="list-style-type: none"> 1) 告警类型包括：设备，服务质量，通信，环境，处理差错告警； 2) 严重等级划分：紧急，主要，次要，提示告警。
告警状态	告警状态包括：当前告警，历史告警，已确认告警，未确认告警，锁定告警
告警的收集与显示	<ol style="list-style-type: none"> 1) 实时收集网元发出的告警信息，并自动更新当前告警列表。 2) 对于新接收到的告警，至少支持如下提示方式： <ul style="list-style-type: none"> ● 颜色变化； ● 声音提示。 3) 在网络拓扑图中以不同形式显示告警发生的位置及告警信息，并提示用户对告警进行确认。 4) 对不同严重级别的告警，以不同的颜色进行显示。对于同一网络资源出现多个告警时，图标颜色与最高级别告警对应；当较高级别告警被清除后，再顺序显示次等级告警对应的颜色。
告警的确认与清除	<ol style="list-style-type: none"> 1) 可对所有从网元接收到的、尚未确认的告警进行确认。 2) 对未经确认的告警应保持对用户的提示，直到用户进行确认。 3) 提供自动和手工清除两种告警清除手段，手工清除告警时必须在日志中记录。
告警的查询与统计	<ol style="list-style-type: none"> 1) 对当前告警或者历史告警提供查询和统计功能，查询或统计的条件为以下信息或以下信息的任意‘与’/‘或’组合： <ul style="list-style-type: none"> ● 告警源； ● 告警发生时间； ● 告警严重等级；

	<ul style="list-style-type: none"> ● 告警原因; ● 告警状态; ● 告警清除时间; ● 告警确认时间 ● 确认用户; ● 告警历时(可选)。 <p>2) 提供告警查询或统计信息的输出功能,可设置告警输出条件、告警输出目的地和告警输出方式。</p> <p>3) 告警输出条件包括以下信息或以下信息的‘与’/‘或’组合:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 告警类型; ● 严重级别; ● 告警源。 <p>4) 支持如下告警查询/统计报告的输出方式:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 打印机打印; ● 保存为一个文件。
告警的屏蔽和显示过滤	<p>1) 网管系统应根据操作员设定的告警过滤/屏蔽条件过滤/屏蔽所有符合条件的告警。</p> <p>2) 应能设置网元告警延迟时间,在指定延迟时间内,网元不产生重复告警。</p>
告警相关性抑制和故障定位	<p>1) 根据网络配置信息,以及接收的告警信息频度和种类,对告警信息的关联进行综合分析,在多个告警中确定故障根源。</p> <p>2) 通过分析,以图形显示方式或文本显示方式将设备或通信故障定位在机架、子架、单元盘或端口上,并给出可能的故障原因,故障原因描述为全称。</p>
告警同步功能	<p>将显示的告警状态与网元实际的告警状态进行核准,有人工和自动两种校正模式,适用于以下情况:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 当 EMS 与网元建立管理连接时; ● 当 EMS 与网元出现通信失败并且恢复后; ● 当 EMS 出现系统故障并且恢复后; ● 当主用 EMS 与备用 EMS 发生倒换时; ● 当用户对 EMS 显示的告警与网元实际的告警状态有疑问时(如 EMS 显示的告警信息与站内机架显示告警信息不一致时)。
业务影响分析	<p>对接收到的告警进行分析,以确定该告警是否影响业务,影响哪些业务和程度。</p>

13.6. 性能管理

功能项目	具体说明
性能监测参数	主要包括分组传送层性能、以太网业务性能和TDM 业务性能等参数， 具体性能参数见表2。
性能参数的收集	支持 15 分钟和 24 小时两种性能参数收集方式，并可设置性能参数收集的起止时间。
性能参数的上报与查询	<ul style="list-style-type: none"> ■ 在每次监测周期到达后，网元可根据要求自动上报本周期的性能数据。 ■ 允许用户指定网元性能监测的如下属性，并可对其进行查询和修改： <ul style="list-style-type: none"> ● 性能监测对象（指定的网元、单元盘、端口、通道、功能块等）； ● 需要监测的参数名称； ● 监测周期（15 分钟或者 24 小时）； ● 监测状态（打开/关闭）； ● 开始时间； ● 结束时间； ● 是否自动上报。 ■ 可以以表格和图形（如折线图、直方图、饼图等）方式显示查询结果。 <p>—— 4) 对查询统计结果进行打印输出。</p>
性能门限管理	<ol style="list-style-type: none"> 1) 用户对一个监测对象的某个性能参数设置上限和（或）下限。 2) 当该监测对象的性能参数超过设定的上限或下限时，产生越限告警（TCA）。
性能数据存储	<ol style="list-style-type: none"> 1) 性能数据在EMS存储设备上保存一定期限的15分钟和24小时性能。 <ul style="list-style-type: none"> ● 测量周期为15分钟的测量数据：30天； ● 测量周期为24小时的测量数据：60天。 2) 设置性能数据的存储期限和存储容量，对超过期限或容量的性能数据，应提示用户进行归档和删除。 3) 将性能测量数据以ASCII码文件的形式转储到大容量存储介质如磁带上，供用户进行脱机分析。
性能趋势分析（可选）	<ol style="list-style-type: none"> 1) 能够通过分析告警记录和性能测量数据给出引发性能监测参数劣化的大致原因 2) 能够通过当前和历史性能测量数据的分析，预测性能监测参数

	今后的变化趋势
端到端业务性能收集与查询	以端到端业务为对象进行性能的收集和查询。

13.7. 安全管理

功能项目	具体说明
用户等级划分	<p>将用户划分为几个级别，如下所示：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 系统管理用户 负责对网管系统的管理，可以进行网络控制、各级用户口令设置、增加、修改或删除用户及日志管理等安全管理操作。 2) 系统维护用户 负责系统的日常维护工作，并可访问和备份管理信息库中的数据。 3) 系统操作用户 负责电路的维护，可以新建或拆除电路、处理告警、选择配置、进行故障管理等。 4) 系统监视用户 只能对系统告警状态进行监视，观察浏览各种性能监测结果以及对各种报告的访问结果。这些操作均以查阅（读）为主。 <p>注注：较高级别用户拥有较低级别用户的所有功能。</p>
用户管理	<ol style="list-style-type: none"> 1) 增加用户 增加一个新的用户，需要给出该用户的名称，密码，同时可分配该用户的权限。 2) 删除用户 将一个已有的用户删除，该用户不再存在。 3) 锁定用户 将一个已有的用户锁定，该用户不可以再访问网管系统，直到用户被解锁。 4) 解锁用户 将一个锁定的用户解锁，该用户可以继续访问网管系统。 5) 查询用户信息 查询用户信息，包括：用户名称，用户锁定状态，用户权限等。 6) 修改用户密码 修改用户的访问密码。
操作日志管理	<ol style="list-style-type: none"> 1) 操作日志记录用户在系统中所执行的各种操作，为了防止用户的误操作，系统对各个用户在系统中执行的各种操作进行了详细的记录。

	2) 授权用户对操作记录进行查询，并做进一步处理。 3) 查找到符合条件的操作日志后，可以将这些操作日志存储在外围存储器中，并可根据授权用户的命令对其进行删除操作。
查询操作日志	1) 根据给定条件对操作日志进行查询，查询的条件可以为： <ul style="list-style-type: none"> ● 给定时间或时间段进行查询； ● 给定用户进行查询。 2) 查询到的信息包括： <ul style="list-style-type: none"> ● 操作时间； ● 操作人； ● 操作名称； ● 操作结果（成功或失败）。
备份操作日志	将操作日志备份到指定的外围存储器中。
删除操作日志	删除符合给定条件的操作日志，给定的条件包括： <ul style="list-style-type: none"> ● 删除给定时间或时间段内的操作日志； ● 删除给定用户的操作日志； ● 删除给定操作结果的操作日志。

附表1：告警原因列表

告警类型	告警原因		告警等级
网元设备告警	1.1.1 单元盘故障		1.1.2 紧急
	1.1.3 单元盘脱位		1.1.4 紧急
	1.1.5 电源失效		紧急
同步定时源告警	1.1.6 定时输入丢失		1.1.7 紧急
	1.1.8 定时信号劣化		1.1.9 严重
	同步定时标识失配		严重
段层告警	以太网	连续性丢失	紧急
		连通性错误	紧急
		告警指示信号（AIS或FDI）	一般
		远端缺陷指示（RDI）	一般
	SDH	信号丢失（LOS）	紧急
		帧丢失（LOF）	紧急
		帧失步（OOF）（可选）	紧急
		再生段误码率越限（B1_EXC）	严重
		再生段信号劣化（B1_SD）	一般
		再生段跟踪标识失配（J0_RS_TIM）	一般
		复用段远端缺陷指示（MS_RDI）	一般
		复用段误码率越限（B2_EXC）	严重

		管理单元指针丢失 (AU_LOP)	紧急
		复用段告警指示 (MS_AIS)	一般
		复用段信号劣化 (B2_SD)	一般
		高阶通道跟踪标识失配 (J1_HP_TIM)	紧急
		高阶通道未装载 (HP_UNEQ)	紧急
		高阶通道远端缺陷指示 (HP-RDI)	一般
		高阶通道误码率超限 (B3_EXC)	严重
		高阶通道净负荷失配 (HP-PLM)	紧急
		高阶通道信号劣化 (B3_SD)	一般
		高阶通道告警指示 (HP-AIS)	一般
分组传送层告警	LSP层	连续性丢失	紧急
		连通性错误	紧急
		告警指示信号 (AIS或FDI)	一般
		远端缺陷指示 (RDI)	一般
		LSP信号劣化 (LSP_SD)	一般
		LSP信号失效 (LSP_SF)	严重
	PW层	连续性丢失	紧急
		连通性错误	紧急
		告警指示信号 (AIS或FDI)	一般
		远端缺陷指示 (RDI)	一般
		PW信号劣化 (PW_SD)	一般
		PW信号失效 (PW_SF)	严重
		标识符方面的告警, 待定	
以太网业务告警	丢包次数高于上限告警		
	接收到的坏包字节数高于上限告警		
	发送的坏包字节数高于上限告警		
	检测到的碰撞次数高于上限告警		
	对齐错误数高于上限告警		
	校验错误数高于上限告警		
	连续性丢失		
	连通性错误		
	告警指示信号 (AIS或FDI)		
	远端缺陷指示 (RDI)		
SDH 告警	物理接口	信号丢失 (LOS)	紧急
		帧丢失 (LOF)	紧急
	再生段	帧失步 (OOF) (可选)	紧急
		再生段误码率超限 (B1_EXC)	严重
		再生段信号劣化 (B1_SD)	一般
		再生段跟踪标识失配 (J0_RS_TIM)	一般
	复用段层	复用段远端缺陷指示 (MS_RDI)	一般
		复用段误码率超限 (B2_EXC)	严重

	高阶通道	管理单元指针丢失 (AU_LOP)	紧急
		复用段告警指示 (MS_AIS)	一般
		复用段信号劣化 (B2_SD)	一般
		高阶通道跟踪标识失配 (J1_HP_TIM)	紧急
		高阶通道未装载 (HP_UNEQ)	紧急
		高阶通道远端缺陷指示 (HP-RDI)	一般
		高阶通道误码率越限 (B3_EXC)	严重
		高阶通道净负荷失配 (HP-PLM)	紧急
		高阶通道信号劣化 (B3_SD)	一般
		高阶通道告警指示 (HP-AIS)	一般
		支路单元指针丢失 (TU-LOP)	紧急
		支路单元复帧丢失 (TU-LOM)	紧急
		支路正/负指针调整越限 (TU-Pointer Alarm)	严重
		低阶通道	低阶通道跟踪标识失配 (J2_LP_TIM)
	低阶通道未装载 (LP_UNEQ)		紧急
	低阶通道远端缺陷指示 (LP-RDI)		一般
	低阶通道误码率越限 (LP_EXC)		严重
	低阶通道误码率劣化 (LP-SD)		一般
	低阶通道净负荷失配 (LP-PLM)		紧急
低阶通道告警指示 (LP-AIS)	一般		
PDH告警	信号丢失告警	紧急	
	帧失步告警	紧急	
	告警指示 (AIS)	一般	
	远端告警 (RDI)	一般	

附表2：性能参数列表

性能类型		性能参数
物理接口性能		光发送功率
		光接受功率
		激光器偏置电流
		激光器温度
段层性能	以太网	不同长度的包统计
		接收到的单播包数
		接收到的组播包数
		接收到的广播包数
		发送的单播包数
		发送的组播包数
		发送的广播包数
		接收到的好包字节总数
		发送的好包字节总数

		接收到的坏包字节数
		发送的坏包字节数
		检测到的监视器丢弃数据包事件的次数
		丢包率 (OAM)
		单向时延 (OAM)
		双向时延 (OAM)
		时延变化 (OAM)
	SDH	再生段误码秒 (ES)
		再生段严重误码秒 (SES)
		再生段背景块误码 (BBE)
		再生段不可用秒 (UAS)
		复用段误码秒 (ES)
		复用段严重误码秒 (SES)
		复用段背景块误码 (BBE)
		复用段不可用秒 (UAS)
		高阶通道误码秒 (ES)
		高阶通道误码秒 (SES)
		高阶通道块误码 (BBE)
		高阶通道不可用秒 (UAS)
分组传送层以太网性能	LSP 层	发送报文包数
		发送字节数
		接收报文包数
		接收字节数
		丢包率 (OAM)
		单向时延 (OAM)
		双向时延 (OAM)
		时延变化 (OAM)
	PW层	发送字节数
		接收报文包数
		接收字节数
		丢包率 (OAM)
		单向时延 (OAM)
		双向时延 (OAM)
		时延变化 (OAM)
以太网业务性能	不同长度的包统计	
	接收到的单播包数	
	接收到的组播包数	
	接收到的广播包数	
	发送的单播包数	
	发送的组播包数	
	发送的广播包数	

	接收到的好包字节总数	
	发送的好包字节总数	
	接收到的坏包字节数	
	发送的坏包字节数	
	检测到的监视器丢弃数据包事件的次数	
	校验错误数	
	丢包率 (OAM)	
	吞吐量 (OAM)	
	单向时延 (OAM)	
	双向时延 (OAM)	
TDM 业务性能		
	再生段	误码秒 (ES)
		严重误码秒 (SES)
		背景块误码 (BBE)
		不可用秒 (UAS)
	复用段	误码秒 (ES)
		严重误码秒 (SES)
		背景块误码 (BBE)
		不可用秒 (UAS)
	高阶通道	误码秒 (ES)
		严重误码秒 (SES)
		背景块误码 (BBE)
		不可用秒 (UAS)
	低阶通道	误码秒 (ES)
		严重误码秒 (SES)
		背景块误码 (BBE)
		不可用秒 (UAS)
	PDH	误码秒 (ES)
		严重误码秒 (SES)
		背景块误码 (BBE)
不可用秒 (UAS)		

14. 物理电气要求

14.1. 设备尺寸

1. 接入节点设备尺寸应该能够满足放入ETSI 19英寸标准机柜。
2. 汇聚和核心节点设备尺寸应该能够满足放入ETSI 21英寸标准机柜。

14.2. 设备电压范围

1. 设备要求直流电压范围 (V): $-38.4 \sim -57.6$ (采用 -48V 电源时)。

14.3. 环境温度、湿度

1. 设备长期工作环境温度范围为 $+5 \sim +40^\circ\text{C}$ ($-5 \sim +40^\circ\text{C}$), 相对湿度保持在 $40\% \sim 65\%$ 。
2. 设备短期工作环境温度范围为 $0 \sim +45^\circ\text{C}$ ($-10 \sim +45^\circ\text{C}$), 相对湿度保持在 $20\% \sim 90\%$ 。

注: 括号内数值用于无人值守的局点。

14.4. 功耗

PTN设备的功耗分为5个等级, 等级越低越好。

核心节点设备的整机功耗不超过 4000W 定为5级, 不超过 3000W 定为4级, 不超过 2000W 定为3级, 不超过 1000W 定为2级, 不超过 500W 定为1级。

汇聚节点设备的整机功耗不超过 2000W 定为5级, 不超过 1500W 定为4级, 不超过 1000W 定为3级, 不超过 500W 定为2级, 不超过 200W 定为1级。

接入节点设备的整机功耗不超过 800W 定为5级, 不超过 500W 定为4级, 不超过 300W 定为3级, 不超过 100W 定为2级, 不超过 50W 定为1级。

14.5. 电磁特性

1. 设备电磁特性应该符合GB19286标准。
2. 设备的电磁兼容性及抗电磁干扰应满足IEC61000-4-2/IEC61000-4-3/IEC61000-4-4的要求。

14.6. 抗震特性

1. 设备抗震特性应该符合ANSI T1.329-2002《电信网络设备抗震能力》标准。

14.7. 防雷击特性

1. 设备防雷击能力应该符合GB/T3482-2008。

14.8. 对机架和板卡的一般要求

1. 设备的总体机械结构，应充分考虑安装、维护的方便和扩充容量或调整设备数量的灵活性，实现硬件模块化。应具有足够的机械强度和刚度，设备的安装固定方式应具有防振抗震能力，应保证设备经过常规的运输、储存和安装后，不产生破损变形。应提供设备的机械结构、品种规格及安装规程等方面的详细说明。
2. 线缆在机架内排放的位置应设计合理，不得妨碍或影响日常维护、测试工作的进行。插拔电接口板卡不应改动线缆布线。
3. 机架高度为2000mm和2200mm 两种，深度宜为300 mm，宽度为120mm或120mm的整数倍，但最宽不超过600mm。所供设备机架不装单元框的空位置应加装盖板，当机架或子架提供整体盖板时除外。

14.9. 表面涂敷处理

1. 设备的表面涂敷，应满足防腐的要求。所有喷漆(塑)零件的表面应光滑平整、色泽一致，不允许有划痕、斑疵、流挂、脱落和破损。电镀零件的表面应有金属光泽，不允许有裂纹、斑点、毛刺和缺陷。
2. 机架(板卡)的外观应色彩协调，色调柔和，色泽一致。
3. 印刷电路板应满足下面要求：
4. 所有印刷电路板均应防腐蚀。
5. 印刷电路板均不允许有飞线。
6. 印刷电路板应有插拔及锁定位置。
7. 同一品种的电路板应具有完全的互换性。
8. PTN设备可具有支持控制平面的信令、路由等协议和功能的演进能力。路由协议和信令协议应配合应用，实现PTN的控制功能。

15. 控制平面要求

PTN 设备应支持控制平面的信令、路由等协议和功能的演进能力，具体要求应遵循 MPLS-TP 标准。路由协议和信令协议应配合应用，实现 PTN 的控制功能。