

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2484-2013

分组增强型光传送网 (OTN) 设备技术要求

Technical requirements of packet enhanced
optical transport network (OTN) equipment

2013-04-25 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 缩略语	3
4 分组增强型光传送网设备系统结构	6
4.1 设备功能模型	6
4.2 设备主要功能要求	9
4.3 层间适配功能	10
5 接口适配和映射复用要求	11
5.1 ODUk映射复用结构	11
5.2 客户信号的映射复用	11
5.3 客户信号到PW/LSP的适配	20
5.4 ODUk到ODTU信号映射	20
5.5 ODTU信号到HO OPUk映射复用	20
5.6 ODUk到OTUk映射复用	20
6 分组功能要求	20
6.1 支持的以太网业务类型	20
6.2 以太网交换处理功能	21
6.3 MPLS-TP交换处理功能	23
7 同步要求	24
7.1 频率同步	24
7.2 时间同步	24
8 设备性能要求	25
8.1 OTN性能要求	25
8.2 以太网性能要求	26
8.3 MPLS-TP性能要求	26
8.4 SDH性能要求	26
8.5 CPRI性能要求	26
9 保护要求	26
9.1 设备级保护要求	26
9.2 OTN层的保护要求	26
9.3 MPLS-TP层的保护要求	26
9.4 以太网层的保护要求	26

9.5 SDH层的保护要求.....	26
9.6 层间保护的协调.....	27
10 网元管理要求.....	27
11 控制平面要求（可选）.....	28
12 DCN要求.....	28
附录A（资料性附录） 分组增强型光传送网设备应用场景.....	29
附录B（资料性附录） 分组增强型光传送网设备频率同步时钟功能参考模型.....	33

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准在参考YD/T 1990-2009《光传送网（OTN）网络总体技术要求》、YD/T 2374-2011《分组传送网（PTN）总体技术要求》、YD/T 2397-2012《分组传送网（PTN）设备技术要求》和YD/T 1948《传送网承载以太网（EoT）技术要求》系列标准的基础上，结合我国运营商和设备商对分组增强型光传送网（OTN）设备的具体需求制定而成。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：中国电信集团公司、中国联合网络通信集团有限公司、华为技术有限公司、工业和信息化部电信研究院、中兴通讯股份有限公司、武汉邮电科学研究院、上海贝尔股份有限公司、中国移动通信集团公司、中讯邮电咨询设计院有限公司

本标准主要起草人：荆瑞泉、张 沛、李时星、黄 峰、赵文玉、霍晓莉、汪俊芳、罗 彬、李 晗、王海军。

分组增强型光传送网（OTN）设备技术要求

1 范围

本标准规定了分组增强型光传送网设备的技术要求，包括设备功能模型、节点功能、业务处理流程、接口适配、分组处理功能、同步、性能、保护、网元管理和控制平面要求等。

本标准适用于分组增强型光传送网设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 15941-2008	同步数字体系(SDH)光缆线路系统进网要求
GB/T 21645	自动交换光网络（ASON）技术要求
YD/T 1022-1999	SDH 设备功能要求
YD/T 1238-2002	基于 SDH 的多业务传送节点技术要求
YD/T 1267-2003	基于 SDH 传送网的同步网技术要求
YD/T 1274-2003	光波分复用系统（WDM）技术要求——160×10Gb/s、80×10Gb/s部分
YD/T 1443-2006	通用成帧规程（GFP）技术要求
YD/T 1462-2011	光传送网（OTN）接口
YD/T 1948.3-1010	传送网承载以太网（EoT）技术要求 第3部分：以太网业务框架
YD/T 1948.4-2010	传送网承载以太网（EoT）技术要求 第 4 部分：以太网OAM
YD/T 1948.5-2011	传送网承载以太网（EoT）技术要求 第 5 部分：以太网专线（EPL）业务和以太网虚拟专线（EVPL）业务
YD/T 1990-2009	光传送网（OTN）网络总体技术要求
YD/T 2374-2011	分组传送网（PTN）总体技术要求
YD/T 2397-2012	分组传送网（PTN）设备技术要求
YD/T 1948.6-2012	传送网承载以太网（EoT）技术要求 第 6 部分：以太网保护
YDN 099-1998	光同步传送网技术体系
ITU-T G.703	数字接口的物理/电气特性(Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces)
ITU-T G.709	光传送网（OTN）接口
ITU-T G.798	光传送网体系设备的功能块特性（Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks）
ITU-T G.7041	通用成帧规程（Generic framing procedure （GFP））
ITU-T G.7044	ODUflex（GFP）无损带宽调整（Hitless Adjustment of ODUflex(GFP) (HAO)）
ITU-T G.8251	光传送网（OTN）内的信号抖动和漂移控制（G8251_The control of jitter and wander within the optical transport network（OTN））

YD/T 2484-2013

ITU-T G.8262	同步以太网从时钟定时特性 (Timing characteristics of a synchronous Ethernet equipment slave clock)
ITU-T G.8263	基于包的设备时钟 (PEC) 的定时特性 (Timing characteristics of packet based equipment clocks (PEC))
ITU-T G.975	高比特率 DWDM 海底系统的前向纠错 (Forward error correction for submarine systems)
ITU-T G.975.1	高速率 DWDM 海缆系统前向纠错的要求 (Forward error correction for high bit-rate DWDM submarine systems)
ITU-T G.Sup43	10GE 在 OTN 网络传送 (Transport of IEEE 10GBASE-R in optical transport networks (OTN))
	局域网和城域网标准-虚拟桥接的局域网 增补 4: 运营商桥接(IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - virtual Bridged Local Area Networks, Amendment 4: Provider Bridges)
	局域网和城域网标准-虚拟桥接的局域网 增补 7: 运营商骨干桥接(IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Virtual Bridged Local Area Networks Amendment 7: Provider Backbone Bridges)
IEEE 802.1ad-2006	局域网和城域网标准: 链路聚合(IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Link Aggregation)
IEEE 802.1ah-2008	局域网和城域网标准-第三部分: CSMA/CD 接入方式和物理层规范(Local and metropolitan area networks-Specific requirements Part 3:Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD)access method and physical layer specifications)
IEEE 802.1AX-2008	局域网和城域网标准-第三部分: CSMA/CD 接入方式和物理层规范增补 4: 用于 40Gb/s 和 100Gb/s 的 MAC 参数、物理层和管理参数(Local and metropolitan area networks-Specific requirements Part 3:Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 4:Media Access Control Parameters,Physical Layers,and Management Parameters for 40 Gb/s and 100 Gb/s Operation)
IEEE 802.3-2008	网络测量和控制系统的精确时钟同步协议 (版本 2) (IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems)
	双速率 3 色标记(A Two Rate Three Color Marker)
	支持业务有效处理的差分业务双速率三色标记(A Differentiated Service Two-Rate, Three-Color Marker with Efficient Handling of in-Profile Traffic)
IEEE 1588-2008	信息技术.光纤信道-物理和信令发送接口(FC-PH).修改件 2(Information Technology - Fibre Channel - Physical and Signaling Interface (FC-PH) - Amendment 2)
IETF RFC2698	

IETF RFC4115

ANSI INCITS 230-

1994 /AM2-1999

CPRI v4.2

通用公共无线接口规范 (Common Public Radio Interface v4.2)

3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

1PPS	1 Pulse Per Second	1 秒一个脉冲, 简称秒脉冲
3R	Reamplification, Reshaping and Retiming	再放大, 再整形, 再定时
AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
AMP	Asynchronous Mapping Procedure	异步映射规程
ASON	Automatic Switched Optical Networks	自动交换光网络
BBU	Building Base band Unit	室内基带处理单元
BIP	Bit Interleaved Parity	比特间插奇偶校验
BITS	Building Integrated Timing System	大楼综合定时供给系统
BMC	Best Master Clock	最佳主时钟算法
BMP	Bit-synchronous Mapping Procedure	比特同步映射规程
BRAS	Broadband Remote Access Server	宽带接入服务器
CBR	Constant Bit Rate	固定比特速率
CBS	Committed Burst Size	承诺突发长度
CE	Customer Edge	客户边缘设备
CIR	Committed Information Rate	承诺信息速率
CMF	Client Management Frame	客户管理帧
CPRI	Common Public Radio Interface	通用公共射频接口
CR	Core Router	核心路由器
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
CSF	Client Signal Fail	客户信号失效
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection	载波监听多路访问/冲突检测
CTRL	Control word sent from source to sink	从源发到宿的控制字
C-VLAN	Customer VLAN	客户 VLAN
DCN	Data Communication Network	数据通信网络
DSCP	DiffServ Code Point	区分业务编码点
DWRR	Deficit Weighted Round Robin	差额加权轮询队列
EBS	Excess Burst Size	超额突发长度
EIR	Excess Information Rate	超额信息速率
EPL	Ethernet Private Line	以太网专线
EPLAN	Ethernet Private Local Area Network	以太网专用局域网

EP-Tree	Ethernet Private Tree (Service)	以太网专用树型 (业务)
E-Tree	Ethernet-Tree (Service)	以太网树型 (业务)
EVPL	Ethernet Virtual Private Line	以太网虚拟专线
EVPLAN	Ethernet Virtual Private Local Area Network	以太网虚拟专用局域网
EVP-Tree	Ethernet Virtual Private Tree (Service)	以太网虚拟专用树型 (业务)
FC	Fiber Channel	光纤信道
FDI	Forward Defect Indication	前向缺陷指示
FEC	Forward Error Correction	前向误码纠错
FICON	Fiber Connector	光纤连接器
FOADM	Fixed Optical Add-Drop Multiplexer	固定光分插复用器
GFP-F	Frame mapped GFP	帧映射 GFP
GMP	Generic Mapping Procedure	通用映射规程
GMPLS	Generalized Multi-Protocol Label Switching	通用多协议标记交换
GPON	Gigabit-Capable Passive Optical Network	吉比特无源光网络
HO	Higher Order	高阶
ID	Identification	标识符
LAG	Link Aggregation	链路聚合
LB	Loopback Function	环回功能
LO	Lower Order	低阶
LOF	Loss Of Frame	帧丢失
LOS	Loss Of Signal	信号丢失
LSB	Least Significant Bit	最低位比特
LSP	Label Switched Path	标签交换路径
LT	Link Trace	链路踪迹
MAC	Media Access Control	媒质接入控制
MCN	Management Communication Network	管理通信网络
MPLS-TP	Multi-Protocol Label Switching-Transport Profile	多协议标记交换-传送子集
MSB	Most Significant Bit	最高位比特
MSP	Multiplex Section Protection	复用段保护
MSTP	Multi Service Transport Platform	多业务传送平台
MTU	Maximum Transmission Unit	最大传输单元
NNI	Network Node Interface	网络节点接口
NORM	Normal Operating Mode	正常操作模式
OAM	Operation, Administration And Maintenance	运营、管理和维护
OCC	Optical Channel Carrier	光通路载波
OCh	Optical Channel with full functionality	全功能光通路
OCI	Open Connection Indication	开放连接指示

ODU	Optical Channel Data Unit	光通路数据单元
ODUk	Optical Channel Data Unit-k	光通路数据单元 k
ODTU	Optical channel Data Tributary Unit	光通路数据支路单元
ODTUjk	Optical channel Data Tributary Unit j into k	光通路数据支路单元 j 到 k
ODTUG	Optical channel Data Tributary Unit Group	光通路数据支路单元群
ODUk-Xv	X virtually concatenated ODUk's	X 个 ODUk 虚级联
OH	Overhead	开销
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
OMS	Optical Multiplex Section	光复用段
OMS-OH	Optical Multiplex Section Overhead	光复用段开销
OPU	Optical Channel Payload Unit	光通路净荷单元
OPUk	Optical Channel Payload Unit-k	光通路净荷单元 k
OPUk-Xv	X virtually concatenated OPUk's	X 个 OPUk 虚级联
OSC	Optical Supervisory Channel	光监控信道
OTN	Optical Transport Network	光传送网络
OTS	Optical Transmission Section	光传送段
OTU	Optical Channel Transport Unit	光通路传送单元
OTUk	Completely standardized Optical Channel Transport Unit-k	完全标准化光通路传送单元-k
OTUkV	Functionally Standardized Optical Channel Transport Unit-k	功能标准化光通路传送单元-k
P	Provider (Core)	运营商核心 (设备)
PCS	Physical Coding Sublayer	物理编码子层
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	准同步数字体系
PE	Provider Edge	运营商边缘 (设备)
PHB	Per Hop Behavior	逐跳行为
PIR	Peak Information Rate	峰值信息速率
PKT	Packet	分组
PON	Passive Optical Network	无源光网络
POTN/	Packet enhanced Optical Transport Network	分组增强型光传送网
PE-OTN		
PQ	Priority Queue	优先队列
PT	Payload Type	净荷类型
PTN	Packet Transport Network	分组传送网
PTP	Precision Time Protocol	精确时间协议
PW	Pseudo Wire	伪线
PWE3	Pseudo Wire Emulation Edge to Edge	端到端伪线仿真

QoS	Quality of Service	服务质量
RDI	Reverse Defect Indication	反向缺陷指示
RES	Reserved for future international standardization	为将来国际标准预留
RNC	Radio Network Controller	无线网络控制器
ROADM	Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer	可重构的光分插复用器
RRU	Radio Remote Unit	射频拉远模块
SCN	Signaling Communication Network	信令通信网络
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SETG	Synchronous Equipment Timing Generator	同步设备定时发生器
SNCP	Sub-Network Connection Protection	子网连接保护
SR	Service Router	业务路由器
SSM	Synchronisation Status Message	同步状态消息
STM-N	Synchronous Transport Module Level N	同步传输模块-N 级
STP	Spanning Tree Protocol	生成树协议
S-VLAN	Service VLAN	运营商 VLAN
TDM	Time Division Multiplexing	时分复用
ToD	Time of Day	当前时刻
TTT	Timing Transparent Transcoding	定时透明代码转换
UNI	User-to-Network Interface	用户网络接口
VC	Virtual Container	虚容器
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
WDM	Wavelength Division Multiplexing	波分复用
WFQ	Weighted Fair Queue	加权公平队列
WRED	Weighted Random Early Detect	加权随机早期检测

4 分组增强型光传送网设备系统结构

4.1 设备功能模型

分组增强型光传送网设备是指具有 ODUk 交叉、分组交换、VC 交叉和 OCh 交叉等处理能力，可实现对 TDM 和分组等业务统一传送的设备。

分组增强型光传送网设备由传送平面模块、控制平面模块、管理平面模块和 DCN 模块组成，管理平面通过管理总线与控制平面、传送平面和 DCN 相连，控制平面通过控制总线与传送平面和 DCN 相连。分组增强型光传送网设备系统架构如图 1 所示。

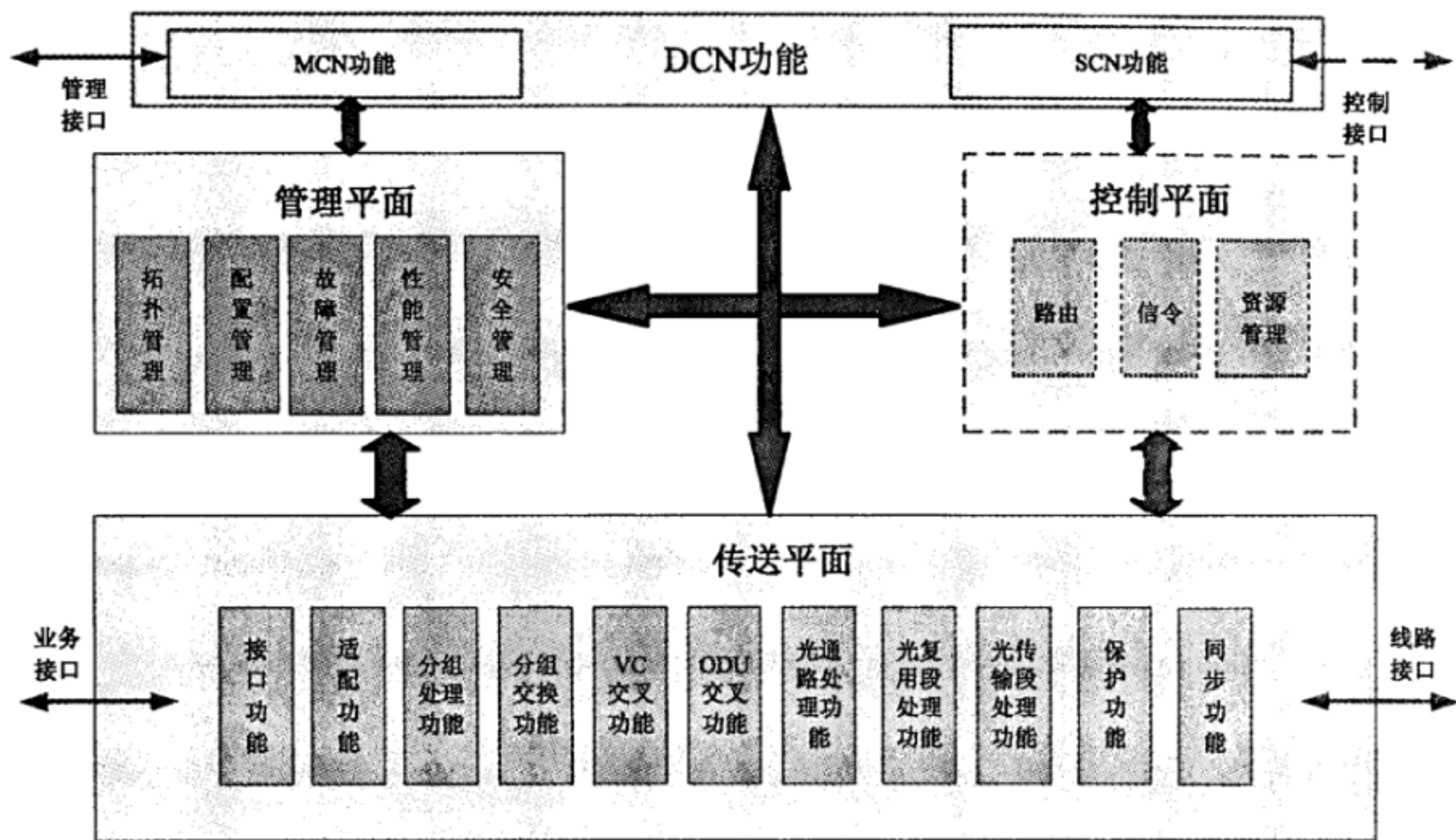
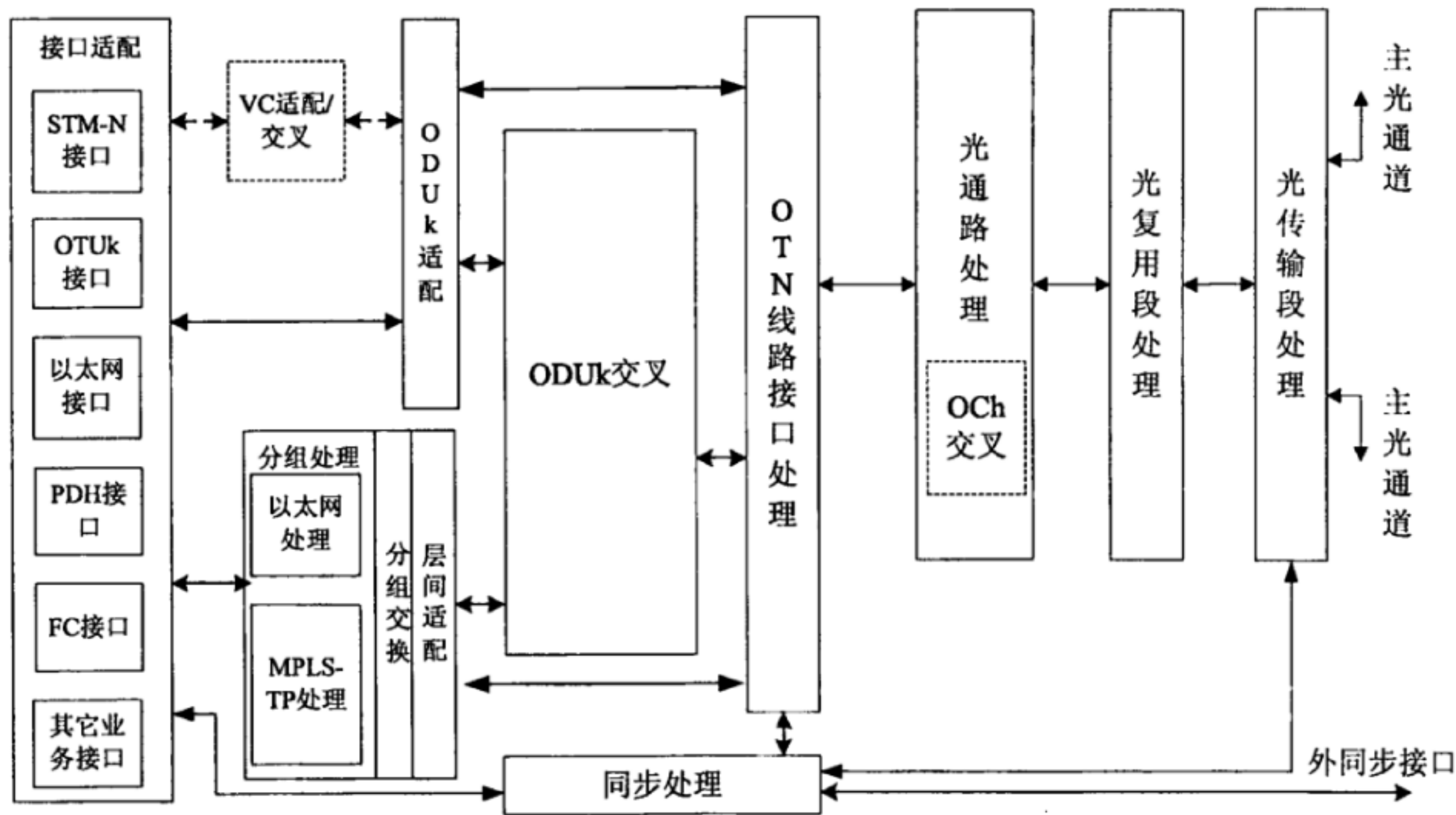


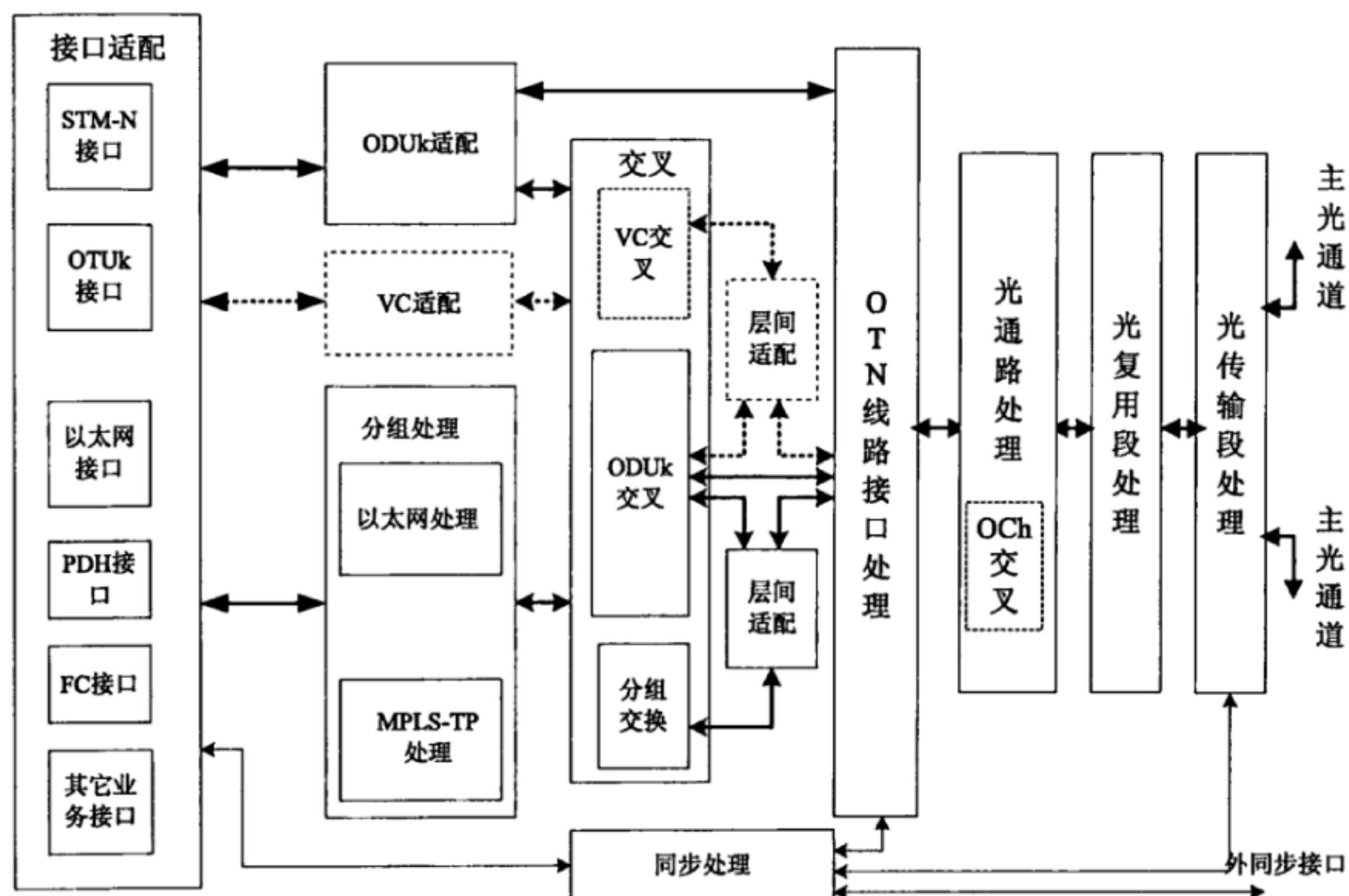
图1 分组增强型光传送网设备系统架构

分组增强型光传送网设备的传送平面有以下两种逻辑功能模型：图 2 为板卡式分组增强型光传送网设备逻辑功能模型，图 3 为集中交叉式分组增强型光传送网设备逻辑功能模型。



说明：图中虚线表示可选功能。

图2 分组增强型光传送网设备逻辑功能模型——板卡式



说明：图中虚线表示可选功能。

图3 分组增强型光传送网设备逻辑功能模型——集中交叉式

图2板卡式与图3集中交叉式分组增强型光传送网设备的主要差异在于设备交叉单元的实现方式和调度能力，目的是为了适用于不同的网络层次业务调度和网络演进的需求。其中集中交叉式设备的交叉模板可采用统一交叉或多平面等方式实现。附录A给出了分组增强型光传送网设备的应用场景。

分组增强型光传送网设备可根据需要配置为电交叉、光电混合交叉等不同的形态。波长级别的业务可以直接通过OCh交叉调度；需要支持多业务的电层统一调度时，可根据不同业务调度需求选择不同的业务处理流程，包括：

流程一：ODUk交叉调度方式，业务经过ODUk接口适配处理模块封装映射后直接通过ODUk交叉调度模块调度；

流程二：业务经过VC交叉或分组交换后再经ODUk接口适配处理模块封装映射后接着通过线路接口处理模块处理；

流程三：业务通过分组交换或VC交叉模块调度后再经过ODUk接口适配处理模块封装后再通过大容量ODUk核心交叉调度模块统一调度。

以上三种路径都适用于两种设备功能模型。

本标准规范的分组增强型光传送网设备的设备形态不包括SDH设备、PTN设备与OTN设备构建的堆叠设备。具有ODUk交叉和OCh交叉调度功能模块的OTN节点设备功能要求见YD/T 1990-2009。

分组增强型光传送网设备支持如下功能：

a) 接口功能：提供SDH、以太网、OTN、FC、CPRI、PDH等多种业务接口。

b) ODUk适配功能：提供SDH、以太网、OTN等多业务信号到ODUk ($k=0, 1, 2, 2e, flex, 3, 3e1$ (可选), $3e2, 4$) 通道信号的封装、映射和复用等功能。

c) OTUk 线路接口处理功能: 提供 ODUk ($k=0, 1, 2, 2e, flex, 3, 3e1$ (可选), $3e2, 4$) 通道信号的时分复用以及 ODUk 到 OTUk ($k=1, 2, 2e$ (可选), $3, 4$) 线路接口的映射和复用等功能。

d) 分组处理功能: 包括以太网处理或/和 MPLS-TP 处理功能, 提供分组业务的适配、QoS 和 OAM 处理等功能。

e) 分组交换功能: 提供基于以太网端口、VLAN 和 MAC 地址的交换能力, 或者基于 MPLS-TP LSP 和 PW 的交换能力。

f) VC 交叉功能 (可选): 支持高阶通道 VC4 级别的调度功能, 并提供级联条件下的 VC 通道交叉处理能力。

g) ODUk 交叉功能: 提供 ODUk ($k=0, 1, 2, 2e, flex, 3, 3e1$ (可选), $3e2, 4$) 交叉调度能力。

h) 层间适配功能: 提供 VC、分组到 ODUk 的适配功能, 实现 VC 交叉、分组交换与 ODUk 交叉之间的桥接。

i) 光通路处理功能: 通过光通路路径提供 ODUk 传送的层网络, 并提供 OCh 调度能力 (可选), 支持多方向的波长任意重构, 支持任意方向的波长无关上下。

j) 光复用段处理功能: 通过光复用段路径提供光通路传送的层网络, 系统中体现为光波长复用/解复用子系统。在 OTN 节点通过传统的波分复用器件提供光复用段路径的物理载体。

k) 光传输段处理功能: 通过光传输段路径提供光复用段传送的层网络。在 OTN 节点通过传统的 WDM 设备中的光放大器件提供光传输段路径的物理载体。

l) 保护功能: 提供基于以太网、MPLS-TP 的分组业务保护功能和基于 VC4、ODUk、Och 的通道层保护功能, 以及层间保护协调能力 (可选)。

m) 同步功能: 支持频率同步和时间同步处理功能, 并提供相应的外同步接口。

n) 管理功能: 提供 LSP/PW、VC4、OPUk、ODUk、OTUk、OCh、OMS、OTS 的配置和性能/告警监视功能; 分组业务接口支持以太网 OAM、MPLS-TP 层网络 OAM 等能力。

o) 智能控制功能 (可选): 支持 GMPLS 控制平面, 实现 ODUk、OCh 通道自动建立, 自动发现和恢复等智能功能。

4.2 设备主要功能要求

4.2.1 ODUk 适配功能

接口适配功能支持 STM-1/4/16/64/256 SDH 业务, OTU1/2/2e (可选) /3/4 OTN 业务, GE/10GE 及 40GE/100GE 以太网业务, 以及 FC-100/200/400/800/1200、FICON、CPRI 选项 1/2/3/4/5/6 (可选) 等客户业务接入, 经过 ODUk 适配功能模块封装、映射、复用处理后产生 ODUk ($k=0, 1, 2, 2e, flex, 3, 3e1$ (可选), $3e2, 4$) 通道信号。

4.2.2 OTUk 线路接口处理功能

OTN 的线路接口处理功能包括 ODUk 时分复用、ODUk 映射到 OTUk 功能。其功能要求应符合 YD/T 1462-2011 和 ITU-T G.798 标准要求。可以根据网络需求选择支持 ITU-T G.975 标准 FEC 或 ITU-T G.975.1 非标准 FEC 编码方式。

对于来自 VC 交叉功能模块的业务, 可通过 VC/ODU 层间适配功能模块完成 VC 通道到 ODUk 通道的适配, 再进行 OTUk 线路接口处理。

对于来自分组交换功能模块的业务，可通过分组/ODU 层间适配功能模块完成分组业务到 ODU_k 通道的适配，再进行 OTU_k 线路接口处理。

4.2.3 分组处理功能

分组处理模块包括以太网处理模块或/和 MPLS-TP 处理模块，提供业务适配、QoS、OAM 等功能：

- a) 业务适配功能完成以太网、TDM 等业务的接入、映射封装（如 PWE3 封装）处理。
- b) QoS 功能支持流分类、流量监管、拥塞管理、队列调度、流量整形等功能。
- c) OAM 功能支持检测并定位网络故障，对网络丢包率、时延、抖动等性能进行监控、检测和测量，实现故障告警、告警抑制和故障定位功能。

支持以太网业务的 C-VLAN、S-VLAN 的透传、交换、添加、剥离处理。

4.2.4 分组交换功能

分组交换模块提供分组业务报文的无阻塞转发功能，包括以太网交换或/和 MPLS-TP 交换。

4.2.5 VC 交叉调度功能

VC 交叉调度功能模块支持 VC 通道交叉处理能力，并支持高阶通道 VC4 级别的虚级联或连续级联功能，具体要求应符合 YD/T 1022-1999 和 YDN 099-1998 中的相应规定。

4.2.6 ODU_k 交叉调度功能

ODU_k 调度功能应支持：

- a) ODU_k ($k=0, 1, 2, 2e, flex, 3, 3e1$ (可选), $3e2, 4$) 交叉连接，可根据网络层次要求选择单个或多个具体调度颗粒；
- b) 应支持以下交叉连接方式：单向、双向、环回和广播。

4.2.7 OCh 交叉调度功能

OCh 交叉调度功能模块提供 OCh 波长调度能力。通过 FOADM 器件实现固定 OCh 调度功能；通过 ROADM 器件实现动态 OCh 调度功能。

OCh 调度功能应支持：

- a) 光通道波长信号的分插复用功能；
- b) 光通道波长信号环内调度能力，支持 OCh 通道上下和穿通 (Drop and continue)；
- c) 光通道波长信号跨环调度能力；
- d) 通过系统交叉连接配置，支持波长业务的组播和广播功能。

4.2.8 光复用段和传输段处理功能

光复用段 (OMS) 是在接入点之间通过光复用段路径提供光通道传送的层网络，系统中体现为光波长复用/解复用子系统。在 OTN 节点通过传统的波分复用器件提供光复用段路径的物理载体。其中波分复用器件的参数应满足 YD/T 1274-2003 中第 5 章波分复用器件参数要求。

光传输段 (OTS) 是在接入点之间通过光传输段路径提供光复用段传送的层网络。在 OTN 节点通过传统的 WDM 设备中的光放大器件提供光传输段路径的物理载体。其中光放大器件的性能要求应满足 YD/T 1274-2003 中第 6 章光放大器的基本要求。

4.3 层间适配功能

分组增强型光传送网设备的层间适配功能包括 VC/ODU_k 适配功能和分组/ODU_k 适配功能。

VC/ODUk 适配功能完成 VC 通道与 ODUk 通道的层间适配: 首先将 VC 通道映射复用到 STM-N 帧, 再映射复用到 ODUk 通道; STM-N 到 ODUk 映射封装格式符合本标准 5.2 节的规范。

分组/ODUk 适配功能完成以太网/MPLS-TP 信号与 ODUk 通道的层间适配:

a) 对于以太网业务, 首先完成分组业务处理 (QoS、OAM 等), 然后再将以太网帧封装映射到 ODUk 通道中。以太网信号映射封装到 ODUk 的格式应符合本标准 5.2.3 节的规范。

b) 对于 MPLS-TP 信号有两种适配方式:

1) 首先完成分组业务处理 (QoS、OAM 等), 再将 MPLS-TP 信号封装到以太网帧中, 然后再将以太网帧封装映射到 ODUk 通道中。以太网信号映射封装到 OTN 的格式应符合本标准 5.2.3 节的规范。

2) 首先完成分组业务处理 (QoS、OAM 等), 再将 MPLS-TP 信号通过 GFP-F 封装映射到 ODUk 通道中。MPLS-TP 信号映射封装到 ODUk 的格式应符合 YD/T 1443-2006。

5 接口适配和映射复用要求

5.1 ODUk 映射复用结构

分组增强型光传送网设备支持的 ODUk 复用路径如图 4 所示。

本标准推荐在单域应用时采用 LO/HO ODUk 单级复用结构, 即客户层信号映射到 LO ODUk, LO ODUk 映射复用到 HO ODUk。在 OTN 多域应用时, 可支持多级复用结构。

注: 这里的单域是指一个管理域, 如一个城域网或骨干网; 多域是指多个管理域, 如两个城域网通过骨干网互联的场景。

5.2 客户信号的映射复用

5.2.1 概述

SDH 客户信号如 STM-16/64/256 映射到 OPU1/2/3 可采用 AMP/BMP 方式; STM-1/4 映射到 OPU0 采用 GMP 方式。

以太网客户信号如 GE/10GE/40GE/100GE 可采用 GFP-F 方式映射复用到 OPU0/1/2/3/4/flex 及 OPU1/2/3-Xv 等; GE/40GE 也可采用客户信号透明的 GMP 方式映射到 OPU0/3; 映射之前采用定时透明的 TTT 压缩客户信号的比特速率, 使其与对应的 OPUk 容器匹配; 10GE 通过 BMP 到 OPU2e; 100GE 通过 64B/66B 码字恢复, 通道对齐后映射到 OPU4。

采用客户信号透明的 GMP 将 1.238Gbit/s 及以下的 CBR 客户信号如 FC-100、CPRI 选项 1/2 映射到 OPU0; 将 2.488 Gbit/s 及以下的 CBR 客户信号如 FC-200、CPRI 选项 3 映射到 OPU1; 速率接近 9.995Gbit/s CBR 客户信号映射到 OPU2; 速率接近 40.149Gbit/s CBR 客户信号映射到 OPU3; 速率接近 104.134Gbit/s CBR 客户信号映射到 OPU4。

采用 BMP 将其他 CBR 客户信号如 FC-400/800、CPRI 选项 4/5/6 映射到 OPUflex; 对于 FC-1200 业务则通过定时透明的 TTT 进行 50B/51B 速率压缩再 BMP 映射到 OPU2e。

采用 AMP 将连续模式下的 GPON CBR 客户信号映射到 OPUk。

支持设备自行产生的测试信号到 OPUk 的映射。

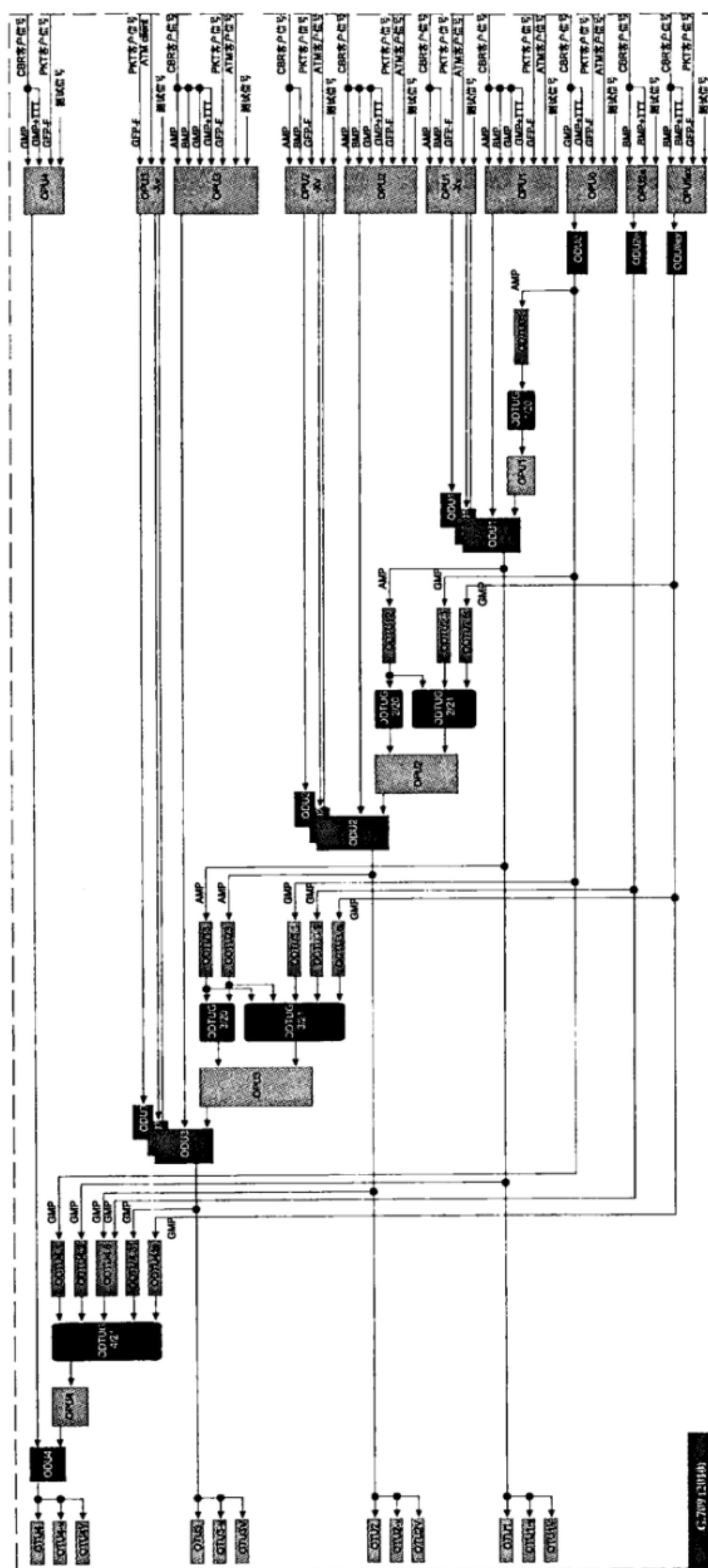


图4 ODUk 复用结构

表 1 列出了目前 ITU-T G.709 定义的 CBR 客户信号与 LO OPU_k 的映射关系。除了 SDH 及以太网业务外, 进一步扩展到 FC、GPON 及 CPRI 业务等。

表1 CBR 客户信号与 LO OPU_k 映射关系

	OPU0	OPU1	OPU2	OPU2e	OPU3	OPU4	OPUflex	PT 值
STM-1	GMP (C _{1D})	-	-	-	-	-	-	0A
STM-4	GMP (C _{1D})	-	-	-	-	-	-	0B
STM-16	-	AMP, BMP	-	-	-	-	-	AMP:02 BMP: 03
STM-64	-	-	AMP, BMP	-	-	-	-	AMP:02 BMP: 03
STM-256	-	-	-	-	AMP,BMP	-	-	AMP:02 BMP: 03
1000BASE-X	TTT+GMP (无 C _{nd})	-	-	-	-	-	-	07
10GBASE-R	-	-	-	16FS+BM P	-	-	-	03
40GBASE-R	-	-	-	-	TTT+GMP (C _{8D})	-	-	07
100GBASE-R	-	-	-	-	-	GMP (C _{8D})	-	07
FC-100	GMP (无 C _{nd})	-	-	-	-	-	-	0C
FC-200	-	GMP (C _{8D})	-	-	-	-	-	0D
FC-400	-	-	-	-	-	-	BMP	0E
FC-800	-	-	-	-	-	-	BMP	0F
FC-1200	-	-	-	TTT+16F S+BMP	-	-	-	08
CPRI 选项 1	GMP (C _{nd} 待定)	-	-	-	-	-	-	
CPRI 选项 2	GMP (C _{nd} 待定)	-	-	-	-	-	-	
CPRI 选项 3	-	GMP (C _{nd} 待定)	-	-	-	-	-	
CPRI 选项 4	-	-	-	-	-	-	BMP	
CPRI 选项 5	-	-	-	-	-	-	BMP	
CPRI 选项 6	-	-	-	-	-	-	BMP	

各种客户信号到 OPU_k 的映射复用方式见 5.2.1~5.2.6。

5.2.2 SDH 业务

支持 STM-1/4/16/64/256 等 SDH 业务到 OTU_k (V) 的标准映射复用, 其映射复用方式如下:

a) STM-1 业务

1) STM-1 客户信号 GMP 映射到 OPU0, 再 AMP 映射到 ODTU01, 复用到 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) STM-1 客户信号 GMP 映射到 OPU0, 再 GMP 映射到 ODTU2.1、ODTU3.1、ODTU4.1, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

b) STM-4 业务

1) STM-4 客户信号 GMP 映射到 OPU0, 再 AMP 映射到 ODTU01, 复用到 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) STM-4 客户信号 GMP 映射到 OPU0, 再 GMP 映射到 ODTU2.1、ODTU3.1、ODTU4.1, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

c) STM-16 业务

1) STM-16 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU1, 再映射 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) STM-16 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU1, 再 AMP 映射到 ODTU12, 再复用到 ODU2 通道信号, 其中支路时隙可选择 2.5G 和 1.25G, 最后到 OTU2 (V) 接口;

3) STM-16 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU1, 再 AMP 映射到 ODTU13, 再复用到 ODU3 通道信号, 其中支路时隙可选择 2.5G 和 1.25G, 最后到 OTU3 (V) 接口;

4) STM-16 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU1, 再 GMP 映射到 ODTU4.2, 再复用到 ODU4 通道信号, 最后到 OTU4 (V) 接口。

d) STM-64 业务

1) STM-64 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU2, 再映射 ODU2 通道信号, 最后到 OTU2 (V) 接口;

2) STM-64 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU2, 再 AMP 映射到 ODTU23, 再复用到 ODU3 通道信号, 其中支路时隙可选择 2.5G 和 1.25G, 最后到 OTU3 (V) 接口;

3) STM-64 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU2, 再 GMP 映射到 ODTU4.8, 再复用到 ODU4 通道信号, 最后到 OTU4 (V) 接口。

e) STM-256 业务

1) STM-256 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU3, 再映射 ODU3 通道信号, 最后到 OTU3 (V) 接口;

2) STM-256 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU3, 再 GMP 映射到 ODTU4.31, 再复用到 ODU4 通道信号, 最后到 OTU4 (V) 接口。

STM-N 客户维护信号通用 AIS (Generic-AIS) 要求见 YD/T 1462-2011 第 16 章。

5.2.3 OTUk 业务

OTUk 业务作为客户业务接入, 可以提供非标准的 IaDI 作为单厂家内部互联接口或提供标准的 IrDI 作为多厂家设备互联接口。OTU1/2/3/4 业务到 OTUk (V) 的标准映射复用方式如下:

a) OTU1 业务: 支持 OTU1 业务解映射到 ODU0/1 通道信号, 再映射复用到 OTU1/2/3/4 (V) 接口;

b) OTU2 业务: 支持 OTU2 业务解映射到 ODU0/1/2 通道信号, 再映射复用到 OTU1/2/3/4 (V) 接口;

c) OTU3 业务: 支持 OTU3 业务解映射到 ODU0/1/2/3 通道信号, 再映射复用到 OTU1/2/3/4 (V) 接口;

d) OTU4 业务: 支持 OTU4 业务解映射到 ODU0/1/2/3/4 通道信号, 再映射复用到 OTU1/2/3/4 (V) 接口。

OTUk 客户维护信号要求见 YD/T 1462-2011 第 16 章。

5.2.4 以太网业务

支持 GE/10GE/40GE/100GE 等以太网接口的分组业务到 OTUk 的封装映射复用方式如下。

a) GE 业务

1) 支持 GE 业务 TTT 编码转换压缩客户信号比特速率后再 GMP 映射到 OPU0 (TTT+GMP 具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.7.1.1 节), 再 AMP 映射到 ODTU01, 复用到 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) 支持 GE 业务 TTT 编码转换压缩客户信号比特速率后再 GMP 映射到 OPU0 (TTT+GMP 具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.7.1.1 节), 再 GMP 映射到 ODTU2.1、ODTU3.1、ODTU4.1, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

方式 1) 和 2) 支持 ITU-T G.7041 定义的 GFP CSF 故障处理和 IEEE 802.3 定义的链路故障信号处理。具体要求如下:

- 当输入 GE 客户信号失效或同步丢失时, 可选择:

- i. 插入 IEEE 802.3 定义的链路故障信号 (Link Fault) 替代 GE 客户信号, 即重复的/C1/C2/序列集, 其中 $C1 = /K28.5/D21.5/D0.0/D0.0/$, $C2 = /K28.5/D2.2/D0.0/D0.0/$;

- ii. 或向下游节点发送 GFP CSF 信号, 即将 GFP-T 信号替换为 GFP CSF 和 Idle 帧; 当 GFP 宿端检测到 GFP CSF 信号时, 插入 IEEE 802.3 定义的链路故障信号, 即重复的/C1/C2/序列集, 其中 $C1 = /K28.5/D21.5/D0.0/D0.0/$, $C2 = /K28.5/D2.2/D0.0/D0.0/$;

- 当 GFP 宿端检测到 ODU0 告警 (如: ODU0-AIS, ODU0-LCK, ODU0-OCI) 时, 应插入 IEEE 802.3 定义的链路故障信号, 即重复的/C1/C2/序列集, 其中 $C1 = /K28.5/D21.5/D0.0/D0.0/$, $C2 = /K28.5/D2.2/D0.0/D0.0/$ 。

方式 1) 和 2) 支持 ITU-T G.709 定义的 OPU0 CSF 故障处理和 IEEE 802.3 定义的链路故障信号处理。具体要求如下:

- 当输入 GE 客户信号失效或同步丢失时, 应向下游节点发送 OPU0 CSF 信号; 当 OPU0 宿端检测到 OPU0 CSF 信号时, 应插入 IEEE 802.3 定义的链路故障信号, 即重复的/C1/C2/序列集, 其中 $C1 = /K28.5/D21.5/D0.0/D0.0/$, $C2 = /K28.5/D2.2/D0.0/D0.0/$;

- 当 OPU0 宿端检测到 ODU0 告警 (如: ODU0-AIS, ODU0-LCK, ODU0-OCI) 时, 应插入 IEEE 802.3 定义的链路故障信号, 即重复的/C1/C2/序列集, 其中 $C1 = /K28.5/D21.5/D0.0/D0.0/$, $C2 = /K28.5/D2.2/D0.0/D0.0/$ 。

b) 10GE 业务

1) 10GE WAN PHY 客户信号 AMP 或 BMP 映射到 OPU2, 再映射到 ODU2 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口;

2) 10GE LAN PHY 客户信号 GFP-F 封装映射到 OPU2, 再映射到 ODU2 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口;

3) 10GE LAN PHY 客户信号 GFP-F 映射到 OPUflex(具体过程见 YD/T 1462-2011 17.4 节),再 GMP 映射到 ODTU2.ts、ODTU3.ts、ODTU4.ts,再复用到 ODU2/3/4 通道信号,最后到 OTU2/3/4 (V) 接口;

4) 10GE LAN PHY 客户信号 BMP 映射到 OPU2e (具体过程见 YD/T 1462-2011 17.2.4 节),再映射到 ODU2e 通道信号,最后到 OTU2e/3/4 (V) 接口。应支持在一个 OTU3 (V) /4(V)中同时复用 ODU2 和 ODU2e 的功能。

方式 1) 不能满足 MAC 帧满带宽传送;方式 2) 和 3) 可实现 MAC 帧满带宽传送,但不能提供前同步码、SFD、IPG 等透明传送;方式 4) 可实现 10GE LAN 业务的全比特透明传送。

方式 2) 和 3) 支持 ITU-T G.7041 定义的 GFP CMF CSF、FDI 和 RDI 故障处理,以及 IEEE 802.3 定义的本地故障 (Local Fault) 和远端故障 (Remote Fault) 信号处理。具体要求如下:

- 当 GFP 源端检测到以太网输入信号失效或同步丢失时,应向下游节点发送 GFP CSF 信号;当 GFP 宿端检测到 GFP CSF 信号时,应向 10GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号。

- 当 GFP 宿端检测到 OTN 层故障信号 (如: ODU2-AIS, ODU2-LCK, ODU2-OCI) 时,应向 10GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号。

- 当 GFP 源端检测到远端故障 (Remote Fault) 信号时,应向下游节点发送 GFP RDI 信号;当 GFP 宿端检测到 GFP RDI 信号时,应向 10GE 链路输出远端故障 (RF) 信号。

- 当 GFP 源端检测到本地故障 (Local Fault) 信号时,应向下游节点发送 GFP FDI 信号;当 GFP 宿端检测到 GFP FDI 信号时,应向 10GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号。

方式 4) 支持 ITU-T G.709 定义的 OPU2e CSF 故障处理和 IEEE 802.3 定义的本地故障 (Local Fault) 和远端故障 (Remote Fault) 处理。具体要求如下:

- 当输入 10GE 客户信号失效或同步丢失时,应向下游节点发送 OPU2e CSF 信号;当 OPU2e 宿端检测到 OPU2e CSF 信号时,应向 10GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号。

- 当 OPU2e 宿端检测到 OTN 层故障信号 (如: ODU2e-AIS, ODU2e-LCK, ODU2e-OCI) 时,应向 10GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号。

支持对客户设备本地故障 (Local Fault) 和远端故障 (Remote Fault) 信号的透明传送。

c) 40GE 业务

1) 40GBASE-R 客户信号 GFP-F 映射到 OPUflex(具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.4 节),再 GMP 映射到 ODTU2.ts、ODTU3.ts、ODTU4.ts,再复用到 ODU2/3/4 通道信号,最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

2) 40GBASE-R 客户信号 TTT 编码转换压缩客户信号比特速率后再 GMP 映射到 OPU3 (TTT+GMP 具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.7.4.1 节,其中编码转换见 YD/T 1462-2011 附录 B;成帧方法见 YD/T 1462-2011 附录 F),再映射到 ODU3 通道信号,最后到 OTU3 (V) 接口。

3) 40GBASE-R 客户信号 TTT 编码转换压缩客户信号比特速率后再 GMP 映射到 OPU3 (具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.7.4.1 节,其中编码转换见 YD/T 1462-2011 附录 B;成帧方法见 YD/T 1462-2011 附录 F),再 GMP 映射到 ODTU4.31,再复用到 ODU4 通道信号,最后到 OTU4 (V) 接口。

支持 40GE 业务维护信号包括:

方式 1) 支持 ITU-T G.7041 定义的 GFP CMF CSF、FDI 和 RDI 故障处理和 IEEE 802.3 定义的本地故障 (Local Fault) 和远端故障 (Remote Fault) 处理。具体要求如下:

- 当 GFP 源端检测到以太网输入信号失效或同步丢失时,应向下游节点发送 GFP CSF 信号;当 GFP

宿端检测到 GFP CSF 信号时, 应向 40GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号, 并每隔 16383×4 个 66 比特块之后插入 4 个 PCS 通道对齐标记。

- 当 GFP 宿端检测到 OTN 层故障信号 (如: ODU3-AIS, ODU3-LCK, ODU3-OCI 等) 时, 应向 40GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号, 并每隔 16383×4 个 66 比特块之后插入 4 个 PCS 通道对齐标记。

- 当 GFP 源端检测到远端故障 (Remote Fault) 信号时, 应向下游节点发送 GFP RDI 信号; 当 GFP 宿端检测到 GFP RDI 信号时, 应向 40GE 链路输出远端故障 (RF) 信号。

- 当 GFP 源端检测到本地故障 (Local Fault) 信号时, 应向下游节点发送 GFP FDI 信号; 当 GFP 宿端检测到 GFP FDI 信号时, 应向 40GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号, 并每隔 16383×4 个 66 比特块之后插入 4 个 PCS 通道对齐标记。

- 支持对 PCS-L 误码性能的非介入监测。

方式 2) 和 3) 支持 G.709 定义的 OPU3 CSF 故障处理和 IEEE 802.3ba 定义的本地故障 (Local Fault) 和远端故障 (Remote Fault) 处理。具体要求如下:

- 当 OPU3 源端检测到以太网输入信号失效或同步丢失时, 应向下游节点发送 OPU3 CSF 信号; 当 OPU3 宿端检测到 OPU3 CSF 信号时, 应插入 IEEE 802.3ba 定义的链路故障信号 (Local Fault), 并每隔 16383×4 个 66 比特块之后插入 4 个 PCS 通道对齐标记。

- 当 OPU3 宿端检测到 OTN 层故障信号 (如: ODU3-AIS, ODU3-LCK, ODU3-OCI) 时, 应向 40GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号, 并每隔 16383×4 个 66 比特块之后插入 4 个 PCS 通道对齐标记。

- 支持对客户设备本地故障 (Local Fault) 和远端故障 (Remote Fault) 信号的透明传送。

- 支持对 PCS-L 误码性能的非介入监测。

d) 100GE 业务

1) 100GBASE-R 客户信号 GFP-F 映射到 OPUflex (具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.4 节), 再 GMP 映射到 ODTU2.ts、ODTU3.ts、ODTU4.ts, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

2) 100GBASE-R 客户信号 GMP 映射到 OPU4 (具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.7.5.1 节及附录 E), 再映射到 ODU4 通道信号, 最后到 OTU4 (V) 接口。

支持 100GE 业务维护信号包括以下两种方式。

方式 1): 支持 ITU-T G.7041 定义的 GFP CMF CSF、FDI 和 RDI 故障处理和 IEEE 802.3ba 定义的本地故障 (Local Fault) 和远端故障 (Remote Fault) 处理。具体要求如下:

- 当 GFP 源端检测到以太网输入信号失效或同步丢失时, 应向下游节点发送 GFP CSF 信号; 当 GFP 宿端检测到 GFP CSF 信号时, 应向 100GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号, 并每隔 16383×20 个 66 比特块之后插入 20 个 PCS 通道对齐标记。

- 当 GFP 宿端检测到 OTN 层故障信号 (如: ODU4-AIS, ODU4-LCK, ODU4-OCI 等) 时, 应向 100GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号, 并每隔 16383×20 个 66 比特块之后插入 20 个 PCS 通道对齐标记。

- 当 GFP 源端检测到远端故障 (Remote Fault) 信号时, 应向下游节点发送 GFP RDI 信号; 当 GFP 宿端检测到 GFP RDI 信号时, 应向 100GE 链路输出远端故障 (RF) 信号。

- 当 GFP 源端检测到本地故障 (Local Fault) 信号时, 应向下游节点发送 GFP FDI 信号; 当 GFP 宿端检测到 GFP FDI 信号时, 应向 100GE 链路输出本地故障 (Local Fault) 信号, 并每隔 16383×20 个 66 比特块之后插入 20 个 PCS 通道对齐标记。

- 支持对 PCS-L 误码性能的非介入监测。

方式 2): 支持 ITU-T G.709 定义的 OPU4 CSF 故障处理和 IEEE 802.3ba 定义的本地故障(Local Fault)和远端故障(Remote Fault)处理。具体要求如下:

- 当 OPU4 源端检测到以太网输入信号失效或同步丢失时, 应向下游节点发送 OPU4 CSF 信号; 当 OPU4 宿端检测到 OPU4 CSF 信号时, 应插入 IEEE 802.3ba 定义的链路故障信号(Local Fault), 并每隔 16383×20 个 66 比特块之后插入 20 个 PCS 通道对齐标记。

- 当 OPU4 宿端检测到 OTN 层故障信号(如: ODU4-AIS, ODU4-LCK, ODU4-OCI)时, 应向 100GE 链路输出本地故障(Local Fault)信号, 并每隔 16383×20 个 66 比特块之后插入 20 个 PCS 通道对齐标记。

- 支持对客户设备本地故障(Local Fault)和远端故障(Remote Fault)信号的透明传送。

- 支持对 PCS-L 误码性能的非介入监测。

5.2.5 FC 业务

FC 业务包括 FC100/200/400/800/1200, 其标准的映射复用方式如下。

a) FC100 业务

1) FC-100 客户信号采用 GMP 映射到 OPU0, 再 AMP 映射到 ODTU01, 复用到 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) FC-100 客户信号采用 GMP 映射到 OPU0, 再 GMP 映射到 ODTU2.1、ODTU3.1、ODTU4.1, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

b) FC200 业务

1) FC-200 客户信号采用 GMP 映射到 OPU1, 再 AMP 映射到 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) FC-200 客户信号采用 GMP 映射到 OPU1, 再 AMP 映射到 ODTU12、ODTU13、GMP 映射到 ODTU4.2, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

c) FC400 业务

FC-400 客户信号采用 BMP 映射到 OPUflex, 再 GMP 映射到 ODTU2.ts、ODTU3.ts、ODTU4.ts, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

d) FC800 业务

FC-800 客户信号采用 BMP 映射到 OPUflex, 再 GMP 映射到 ODTU2.ts、ODTU3.ts、ODTU4.ts, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

e) FC1200 业务

1) FC-1200 客户信号采用 TTT+BMP 封装映射到 OPU2e(具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.8.2 节), 再映射到 ODU2e 通道信号, 再到 OTU2e 线路接口(见 ITU-T Gsup43 中 7.1 节);

2) FC-1200 客户信号采用 TTT+BMP 映射到 OPU2e(具体过程见 YD/T 1462-2011 中 17.8.2 节), 再映射到 ODU2e 通道信号; 再 GMP 映射到 ODTU4.8, 再复用到 ODU4 通道信号, 最后到 OTU4 (V) 接口。

当 OTN 网络中产生 ODUk 告警时(如: ODUk AIS, ODUk-LCK, ODUk-OCI), 或收到 OPUk CSF 时, OTN 设备应向客户端设备发送 ANSI INCITS 230-1994 中 16.4.2 节定义的链路故障信号 Not_Operational 序列集。

由于 FC 业务采用基于信用 (Credit) 的流量控制协议, 当 FC 业务经过长距离传输之后, 时延很大, 受 FC 端口缓存能力的限制, 有效传送速率会相应的下降。因此, 当 OTN 设备接入 FC 业务进行长距离传输时, 建议支持 FC 拉远的功能, 此功能可根据需要开启或关闭。

5.2.6 CPRI 业务

CPRI 业务包括选项 1~选项 6, 其标准的映射复用方式如下。

a) CPRI 选项 1 业务

1) CPRI 选项 1 客户信号 GMP 映射复用到 ODU0 通道信号, 再 AMP 映射到 ODTU01, 复用到 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) CPRI 选项 1 客户信号 GMP 映射复用到 ODU0 通道信号, 再 GMP 映射到 ODTU2.1、ODTU3.1、ODTU4.1, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

b) CPRI 选项 2 业务

1) CPRI 选项 2 客户信号 GMP 映射复用到 ODU0 通道信号, 再 AMP 映射到 ODTU01, 复用到 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) CPRI 选项 2 客户信号 GMP 映射复用到 ODU0 通道信号, 再 GMP 映射到 ODTU2.1、ODTU3.1、ODTU4.1, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

c) CPRI 选项 3 业务

1) CPRI 选项 3 客户信号 GMP 映射复用到 ODU1 通道信号, 最后到 OTU1 (V) 接口;

2) CPRI 选项 3 客户信号 GMP 映射复用到 ODU1 通道信号, 再 GMP 映射到 ODTU2.1、ODTU3.1、ODTU4.1, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

d) CPRI 选项 4 业务

CPRI 选项 4 客户信号 BMP 映射复用到 ODUflex 通道信号, 再 GMP 映射到 ODTU2.ts、ODTU3.ts、ODTU4.ts, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

e) CPRI 选项 5 业务

CPRI 选项 5 客户信号 BMP 映射复用到 ODUflex 通道信号, 再 GMP 映射到 ODTU2.ts、ODTU3.ts、ODTU4.ts, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

f) CPRI 选项 6 业务

CPRI 选项 6 客户信号 BMP 映射复用到 ODUflex 通道信号, 再 GMP 映射到 ODTU2.ts、ODTU3.ts、ODTU4.ts, 再复用到 ODU2/3/4 通道信号, 最后到 OTU2/3/4 (V) 接口。

CPRI 选项 1~3 的映射方式见 YD/T 1462-2011 中 17.6 节; CPRI 选项 4~6 的映射方式见 YD/T 1462-2011 中 17.8 节; 与 CPRI 选项 1~3 信号相关的 GMP Cm 和 Cn ($n=1$) 值见 YD/T 1462-2011 中附录 N。

当 OTN 网络中产生 ODUk 告警时 (如 ODUk AIS、ODUk-LCK 和 ODUk-OCI), 或收到 OPUk CSF 时, OTN 设备应向客户端设备发送链路故障信号 LF。

5.2.7 GPON 业务

支持 CM GPON 客户信号采用 YD/T 1462-2011 中 17.2.1 “CBR2.5G into OPU1”映射到 OPU1 容器, 再映射复用到 OTU1/2/3 (V) 接口。

5.3 客户信号到 PW/LSP 的适配

支持将 PDH E1、STM-1 和以太网等客户侧信号映射到 PW 和 LSP 中, 具体机制应符合 YD/T 2397-2012 中 5.3 节要求。

5.4 ODUk 到 ODTU 信号映射

ODUk 到 ODTU 信号的映射可采用两种映射规程 即异步映射规程(AMP)和通用映射规程(GMP):

a) ODU_j 到 ODTU_{jk} ($(j, k) = \{(0, 1) (1, 2) (1, 3) (2, 3); \text{ODTU01, ODTU12, ODTU13, ODTU23}\}$) 采用异步映射规程 (AMP), 具体见 YD/T 1462-2011 中 19.5 节;

b) 其他 ODU_j 到 ODTU_{k,ts} ($(k, ts) = \{(2, 1..8) (3, 1..32) (4, 1..80); j=0, 1, 2, 2e, 3, \text{flex}\}$) 采用通用映射规程 (GMP), 具体见 YD/T 1462-2011 中 19.6 节。

5.5 ODTU 信号到 HO OPUk 映射复用

ODTU 信号到 HO OPUk 映射复用有三种方式, 具体见 YD/T 1462-2011 中 19.3 节。

a) ODTU_{jk} ($(j, k) = \{(1, 2) (1, 3) (2, 3); \text{ODTU12, ODTU13, ODTU23}\}$) 映射到 HO OPUk 的 2.5G 支路时隙 ($ts=1, 4, 16$) 任意一个实现;

b) ODTU_{jk} ($(j, k) = \{(0, 1) (1, 2) (1, 3) (2, 3); \text{ODTU01, ODTU12, ODTU13, ODTU23}\}$), 其中 ODTU12、ODTU13、ODTU23 映射到 HO OPUk 的 1.25G 支路时隙 ($ts=2, 8, 32$) 任意 2 个实现; ODTU01 映射到 HO OPUk 的 1.25G 支路时隙 ($ts=2, 8, 32$) 任意 1 个实现;

c) ODTU_{k,ts} ($(k, ts) = (2, 1..8), (3, 1..32), (4, 1..80)$) 映射到 HO OPUk 的 1.25G 支路时隙 ($ts=8, 32, 80$) 中的任意 ts 个实现。

5.6 ODUk 到 OTUk 映射复用

ODUk 映射到 OTUk (V) 接口, 目前已规范的标准接口包括 OTU1、OTU2、OTU3 和 OTU4, 具体帧结构及扰码等要求见 YD/T 1462-2011 中第 11 章。

6 分组功能要求

6.1 支持的以太网业务类型

分组增强型光传送网设备的分组处理功能分为以太网交换处理功能和 MPLS-TP 交换处理功能两个部分。

分组增强型光传送网设备应支持以下以太网业务类型。

a) 以太网线型 (E-Line) 业务:

- 1) 点到点的以太网专线 (EPL) 业务;
- 2) 点到点的以太网虚拟专线 (EVPL) 业务。

b) 以太网专网 (E-LAN) 业务:

- 1) 以太网专用局域网 (EPLAN) 业务;
- 2) 以太网虚拟专用局域网 (EVPLAN) 业务。

c) 以太网根基多点 (ERM 或 E-Tree) 业务:

- 1) 以太网专用根基多点 (EPRM 或 EP-Tree) 业务;
- 2) 以太网虚拟专用根基多点 (EVPRM 或 EVP-Tree) 业务。

以上业务类型的定义见 YD/T 1948.3-2010。

对于采用板卡型以太网交换方式实现的 EVPL 业务, 典型的业务汇聚能力如表 2 所示。

表2 EVPL 业务汇聚能力示例

汇聚节点接口类型	分支节点接口类型	汇聚比	备注
10GE	GE	≥ 8	必选
40GE	GE	≥ 32	可选
40GE	10GE	≥ 4	可选
100GE	GE	≥ 80	可选
100GE	10GE	≥ 10	可选

分支节点应支持本地以太网汇聚功能，即支持将多个以太网接口的业务汇聚后映射到一个 ODUk 中进行传送。

6.2 以太网交换处理功能

6.2.1 以太网交换处理基本功能要求

分组增强型光传送网应支持的以太网交换基本功能要求如下：

- a) 传输链路带宽可配置；
- b) 应实现转发/过滤以太网数据帧的功能，该功能应符合IEEE 802.1协议的规定；
- c) 须能够识别IEEE 802.1规定的的数据帧，并根据VLAN信息转发/过滤数据帧；
- d) 提供自学习和静态配置两种可选方式维护MAC地址表；
- e) 支持IEEE802.1生成树协议（STP）；
- f) 支持多链路聚合（LAG）来实现灵活的高带宽和链路冗余，实现多链路聚合应符合IEEE 802.1AX；
- g) 支持以太网端口流量控制；
- h) 支持基于IGMP Snooping的组播；
- i) 要求以太网接口的MTU可配置，GE/10GE接口的最大MTU应不小于9000byte。

6.2.2 业务转发

应支持根据端口或者端口+VLAN 静态转发（EPL 或者 EVPL），或者根据 MAC 或者 VLAN+MAC 动态学习转发（EPLAN 或者 EVPLAN），具体见 YD/T 1948.3-2010 以及 YD/T 1948.5-2011 的规定。

6.2.3 VLAN 处理功能

应支持客户 C-VLAN 和运营商 S-VLAN 的透传、交换、添加、剥离处理，提供基于端口和基于 VLAN 进行转发的业务处理。

对 VLAN 的处理符合 IEEE 802.1ad 的要求。

a) 基于端口透传的业务处理

此时设备将对接收到的以太网报文进行透传转发处理，不做任何 VLAN Tag 的交换、剥离和添加动作。具体业务处理方式见表 3。

表3 基于端口透传的业务处理

报文类型	处理方式
有 VLAN Tag	对入口接收到的以太网报文不做任何改变，透传至出端口
无 VLAN Tag	对入口接收到的以太网报文不做任何改变，透传至出端口

b) VLAN 交换处理

此时设备将对接收到的以太网报文中的 VLAN Tag 进行交换处理。具体处理方式见表 4。

表4 VLAN 交换处理

报文类型	处理方式
只带 C-VLAN Tag	将入端口接收到的报文中的 C-VLAN Tag 替换成新的 C-VLAN Tag, 转发至出端口
只带 S-VLAN Tag	将入端口接收到的报文中的 S-VLAN Tag 替换成新的 S-VLAN Tag, 转发至出端口
带有两层 VLAN: S-VLAN 和 C-VLAN Tag	将入端口接收到的报文中的外层 VLAN Tag 即 S-VLAN Tag 替换成新的 S-VLAN Tag, 转发至出端口

c) VLAN 添加或剥离处理

此时设备将对接收到的以太网报文中的 VLAN Tag 进行添加或剥离处理。具体处理方式见表 5。

表5 VLAN 添加或剥离处理

报文类型	处理方式
不带 VLAN Tag	添加标签: 将入端口接收到的报文打上一层 C-VLAN Tag, 转发至出端口
	添加标签: 将入端口接收到的报文打上 S-VLAN 和 C-VLAN Tag, 转发至出端口
只带 C-VLAN Tag	添加标签: 将入端口接收到的报文打上外层 VLAN Tag 即 S-VLAN Tag, 转发至出端口
	剥离标签: 将入端口接收到的报文中的 C-VLAN Tag 剥离, 转发至出端口
只带 S-VLAN Tag	剥离标签: 将入端口接收到的报文中的 S-VLAN Tag 剥离, 转发至出端口
带有两层 VLAN: S-VLAN 和 C-VLAN Tag	剥离标签: 将入端口接收到的报文剥离外层 VLAN Tag (即 S-VLAN Tag), 转发至出端口
	剥离标签: 将入端口接收到的报文的内外层 VLAN Tag (即 S-VLAN 和 C-VLAN Tag) 均剥, 转发至出端口

6.2.4 以太网 OAM

应支持以太网网络 OAM 和以太网接入链路 OAM 机制, 包括故障管理和性能管理功能, 具体要求见 YD/T 1948.4-2010 的规定。

6.2.5 QoS 处理

应支持以太网流分类和各种 QoS 策略, 包括流分类、流标记、流量监管、流量整形、拥塞控制和队列调度等, 具体处理流程如图 5 所示。

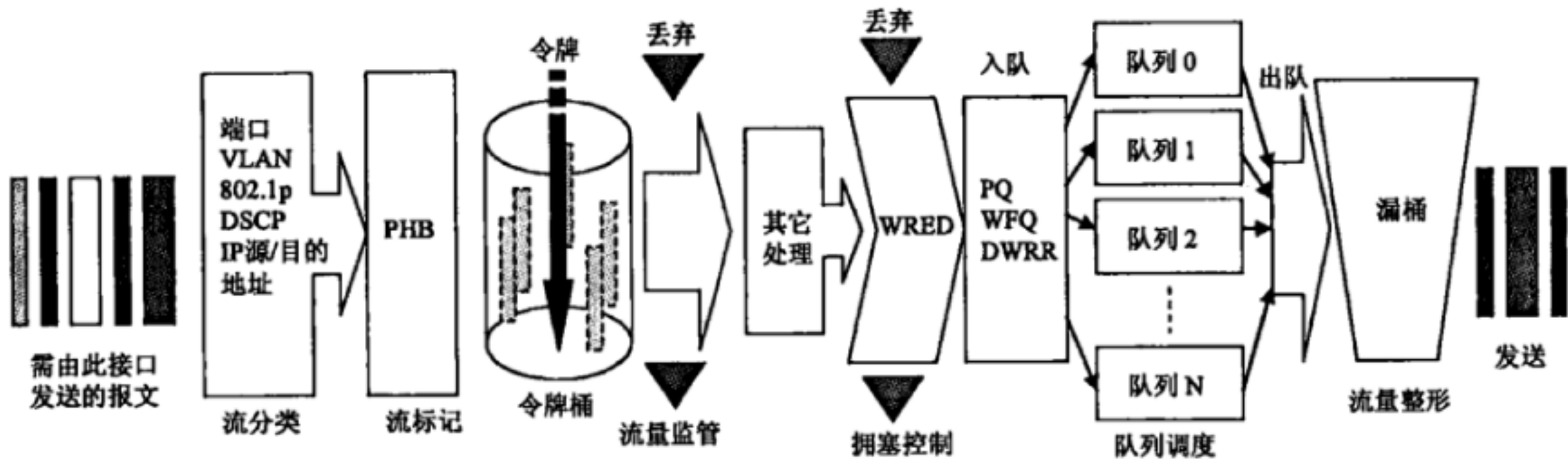


图5 QoS 功能示意

a) 流分类和流标记功能

以太网业务应支持以下流分类规则：

- 1) 基于端口的流分类；
- 2) 基于源、宿 MAC 地址的流分类；
- 3) 基于 VLAN ID 和 VLAN 优先级的流分类；
- 4) 基于 IP DSCP 的流分类；

5) 基于源、宿 IP 地址的流分类;

6) 以上流分类规则的组合。

应支持基于流分类的 ACL (访问控制列表) 能力, 能够基于流分类设置业务流的允许和禁止。

应支持对流分类后的报文进行服务等级映射和优先级标记的功能, 可选支持客户业务优先级重映射, 即在网络出口处重新映射客户业务优先级。

b) 流量监管和流量整形功能

流量监管和流量整形功能应符合以下要求:

1) 应支持为业务分配以下以太网业务带宽属性和带宽参数: 承诺信息速率(CIR)、承诺突发长度(CBS)、额外速率(EIR)、额外突发长度(EBS)、联合标记 (Coupling Flag)、着色模式(Color Mode)。

2) 应支持在不影响现有业务的情况下, 调整 QoS 带宽参数。

3) CIR 和 EIR 带宽属性的调整步长为 1Mbit/s。

4) 应支持染色功能, 支持色盲和色敏感两种染色模式。

5) 应支持 IETF RFC2698 或 IETF RFC4115 规定的双速率三色标记算法。对报文按照令牌桶的 CIR 和 PIR (即 CIR+EIR) 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。在色敏感模式下, 对报文进行重标记, 若报文本身带有颜色, 会与报文本身的颜色比较, 取更深的颜色。

6) 应支持流量限制功能, 对染色后的报文进行是否丢弃行为的处理, 从而限定业务流的接入速率, 流量限速的默认处理规则为: 红色报文丢弃, 黄色、绿色通过。

c) 拥塞控制功能

应支持以下拥塞控制机制:

1) 尾丢弃 (Tail Drop): 采用缓存队列对报文缓存, 在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。

2) 加权随机早期探测 (WRED): 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门限和丢弃概率, 从而对不同丢弃优先级的报文提供不同的丢弃特性。

d) 队列调度能力

应支持队列调度能力, 按照业务等级对流分类后的业务进行调度:

1) 应支持严格优先级队列 PQ 调度模式, 优先调度高优先级队列, 高优先级队列若有报文缓存, 低优先级队列不能得到调度;

2) 应支持加权公平队列 WFQ 或差额加权轮询队列 DWRR 调度模式, 能够按照权重进行队列调度, 应支持队列权重的设置;

3) 根据不同的业务等级划分, 应支持 PQ+WFQ 或 PQ+DWRR 队列调度方式的组合。

6.3 MPLS-TP 交换处理功能

分组增强型光传送网设备应支持以下 MPLS-TP 处理能力 (实际应用时, 在 MPLS-TP 处理之前要对客户侧以太网信号进行 VLAN 或以太网二层交换处理, 参照本标准中 6.2 节)。

a) 业务转发: 基于 PW/LSP 标签进行业务转发, 具体机制应符合 YD/T 2374-2011 中 4.3 节的要求。

b) 业务适配: 支持将客户侧信号映射到 PW 和 LSP 中, 具体机制应符合 YD/T 2374-2011 中 5 章的要求。

QoS 处理：在以太网 QoS 的基础上，支持基于 PW/LSP 标签和优先级的流分类和各种 QoS 策略，包括流量监管、流量整形、拥塞控制和队列调度，具体机制应符合 YD/T 2374-2011 中 8 章的规范。

OAM 处理：支持 MPLS-TP 层网络的 OAM 机制，包括故障检测和性能监测，具体机制应符合 YD/T 2374-2011 中第 7 章的要求。

7 同步要求

7.1 频率同步

7.1.1 频率同步概述

分组增强型光传送网设备的频率同步主要包括两种方式：透明传送业务时钟和逐点处理传送同步时钟。

7.1.2 透明传送业务时钟

分组增强型光传送网设备采用透明传送业务时钟方式时，其采用 AMP/GMP 映射技术，客户信号被无损的装入 OPUk 容器中，经过 ODUk、OTUk、OCh 等过程，最后被调制到 OCC 上，实现客户信号定时的透明传送。在透明传送模式下，业务信号携带的 SSM 信息也将被透传，分组增强型光传送网设备不会对其进行终结处理。

下面以支持同步以太网的 GE 业务为例说明分组增强型光传送网设备透明传送业务时钟的过程，首先将接入到客户 GE 端口 1.25G 速率的 8B/10B 码流通过 GMP 封装到 ODU0，再复用到 ODU1 传送。出口端节点跟踪 GMP 帧缓冲恢复 GE 线路时钟，并使用恢复时钟发送 1.25G 速率的 8B/10B 码流，透明传送同步以太网定时信号。在透传模式下，每个波长可以同时承载多路 GE 业务，相互之间不影响时钟恢复，支持多个时钟域的时钟跨分组增强型光传送网进行传送。客户 GE 业务可以通过分组增强型光传送网的中间节点进行调度，适应 OTN 同步或异步网络。

采用透明传送业务时钟方式时，时钟性能应满足 ITU-T G.8251 的要求。

7.1.3 逐点处理传送同步时钟

分组增强型光传送网设备采用逐点处理传送同步时钟方式时，应具有时钟集中处理模块，支持定时输入和输出接口，包括外定时输入/输出接口（2048kbit/s 或 2048kHz）、同步以太网接口、STM-N、OTUk、OSC、1PPS+ToD 接口（可选）等。对于各种接口类型，均应支持 SSM 信息的处理功能。通过 ITU-T G.709 开销的预留字节通道来传送同步状态信息的方式待研究。附录 B 给出了分组增强型光传送网设备频率同步时钟功能参考模型。

对于支持逐点处理的分组增强型光传送网设备，若采用物理层方式（如 OTN 支路/线路接口、同步以太网接口等）恢复定时信号，其时钟性能应满足 ITU-T G.8262 的要求。若采用 IEEE 1588-2008 报文恢复定时信号，其时钟性能应满足 ITU-T G.8263 的要求。

7.2 时间同步

7.2.1 时间同步概述

分组增强型光传送网设备时间同步传送技术分为局间传送技术和时间同步分配技术：

a) 局间传送技术：指分组增强型光传送网设备的网络侧接口（OTUk、OSC）的定时传送。可以采用 ITU-T G.709 开销带内方式，通过 ODUk 开销传送 IEEE 1588-2008 报文；也可以采用 OSC 信道（带外方式），通过 OSC 净荷传送 IEEE 1588-2008 报文。通过 ITU-T G.709 开销的预留字节通道来传送同步信息的方式待研究。

b) 时间同步分配技术：指分组增强型光传送网设备客户侧 PTP 接口，以及 1PPS+ToD 接口的定时传送。

1) 客户侧 PTP 接口，接口类型为以太网，可以和 PTN/路由器等设备进行对接，接口标准参考 YD/T 2397-2012；

2) 采用标准的 1PPS+ToD 接口从 BITS 获取定时或者为其他网元提供定时。

7.2.2 局间传送技术

采用 IEEE 1588-2008 协议在局间传送时间信号，将每个分组增强型光传送网网元作为定时节点，支持 BMC 选源算法，能够恢复时间并进行时间信息向汇聚、接入层网络设备的分发。

局间传送技术按接口可分为 ITU-T G.709 开销（带内方式）和 OSC（带外方式）。

a) ITU-T G.709 开销（带内方式）：通过 ITU-T G.709 开销的预留字节通道来传送 IEEE 1588-2008 报文。支持 IEEE 1588-2008 报文的 OTN 线路接口包括 OTUk 光口，其他接口待研究。OTUk 线路接口采用 IEEE 1588-2008 报文实现时间同步，采用 BMC 算法建立同步跟踪路径。PTP 时间接口要求包括报文封装、报文类型、传送模式、发送间隔、延时机制、工作模式等方面，应符合 YD/T 2397-2012 中 11.2.2 节的要求。通过 ITU-T G.709 开销的预留字节通道来传送同步信息的方式待研究。

b) OSC（带外方式）：通过 OSC 承载 IEEE 1588-2008 报文，OSC 信息可以在分组增强型光传送网的每个节点以及光放站获得。通过控制打时间戳精度，可以满足 IEEE 1588-2008 的高精度要求。PTP 时间接口要求包括报文封装、报文类型、传送模式、发送间隔、延时机制、One-step 和 Two-step 模式等方面，应符合 YD/T 2397-2012 中 11.2.2 节的要求。

7.2.3 时间同步分配技术

7.2.3.1 客户侧 PTP 时间同步接口要求

客户侧 PTP 接口主要采用 GE/10GE 等客户侧接口，用于和 PTN、路由器等设备进行对接。支持参与 BMC 选源。PTP 时间接口要求包括报文封装、报文类型、传送模式、发送间隔、延时机制、One-step 和 Two-step 模式等方面，应符合 YD/T 2397-2012 中 11.2.2 节的要求。PTP 时间接口性能要求应符合 YD/T 2397-2012 中 11.2.4 节的要求。

7.2.3.2 1PPS+ToD 时间接口要求

采用 1PPS+ToD 接口同步时间，可支持 BITS 设备通过 1PPS+ToD 进行直接授时，也可输出标准 1PPS+ToD 信号为其他网络设备提供授时。1PPS+ToD 接口可参与系统时间源的选择。1PPS+ToD 接口的功能和性能应符合 YD/T 2397-2012 中 11.2.3 和 11.2.4 节的要求。

8 设备性能要求

8.1 OTN 性能要求

a) 抖动性能

设备抖动性能要求见 YD/T 1990-2009 中 8.4 节。

b) 误码性能

设备误码性能应满足 24h 无误码。

c) ODUk 转发时延

ODUk 转发时延指标待研究。

8.2 以太网性能要求

a) 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。设备应满足24h丢包率为0。

b) 吞吐量

吞吐量是指以太网端口对数据包转发的能力。在设备满载的情况下，以太网端口的吞吐量应达到100%。

c) MAC 地址缓存能力

MAC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。具体指标待定。

d) 整机 VLAN 数量

整机VLAN数量指设备整机支持的VLAN数量。具体指标待定。

e) 转发时延

转发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。具体指标待定。

8.3 MPLS-TP 性能要求

MPLS-TP性能要求见YD/T 2397-2012中第16章。

8.4 SDH 性能要求

a) 抖动性能

设备抖动性能要求见GB/T 15941-2008中12.2节。

b) 误码性能

设备误码性能要求见GB/T 15941-2008中12.1节。

8.5 CPRI 性能要求

CPRI 接口的性能指标见 CPRI 规范 v4.2。通过 OTN 网络承载 CPRI 的性能指标待研究。

9 保护要求

9.1 设备级保护要求

应支持电源模块、交换/交叉模块、时钟模块、主控模块等主要功能模块的冗余备份能力。主备模块倒换时的业务受损时间应小于 50ms。

9.2 OTN 层的保护要求

OTN 层网络的保护要求见 YD/T 1990-2009 中第 10 章。

9.3 MPLS-TP 层的保护要求

应支持 MPLS-TP 层网络的线性保护、环保护和双归保护，具体机制见 YD/T 2397-2012 中第 10 章。

9.4 以太网层的保护要求

以太网层应支持以太环网保护，具体参见《传送网承载以太网技术要求 第 6 部分：以太网保护》。

9.5 SDH 层的保护要求

SDH 层应支持 1+1MSP 和 SNCP 保护，具体要求见 YD/T 1238-2002 中第 9 章。

9.6 层间保护的协调

当启用多层保护时,可采用保护拖延时间机制,用于协调 OTN 层与分组层/SDH 层保护的执行次序,OTN 层保护先于分组层/SDH 层保护执行倒换,从而减少总的保护倒换次数,降低倒换对客户业务的影响。拖延时间应可设置。

10 网元管理要求

OTN 网元管理功能基本要求见 YD/T 1990-2009 中第 12 章,对 MPLS-TP 的网元管理功能要求见 YD/T 2397-2012 中第 12 章。

根据 OTN 承载的业务类型不同,网元管理还应支持如下功能。

a) 交叉配置管理能力

- 1) 支持 SDH VC-4 颗粒的交叉调度管理(可选);
- 2) 支持 ODU_k ($k=0, 1, 2, 2e, flex, 3, 3e1$ (可选), $3e2, 4$) 一个或者多个级别交叉调度管理;
- 3) 可选支持 ODUflex 的带宽无损调整操作,查询 ODUflex 的当前应用带宽大小;
- 4) 支持 OCh 交叉调度管理。

b) 业务管理能力

- 1) 支持 SDH 业务接口配置功能,支持 SDH 开销配置,支持 SDH 业务的管理和调度功能;
- 2) 支持以太网业务接口参数配置,支持以太网透传业务的管理和调度功能,支持以太网二层交换业务的调度和相关参数配置;

- 3) 支持 OTN 业务接口配置功能,支持 OTN 开销配置,支持 OTN 业务的管理和调度功能;

- 4) 支持 FC、PDH 和 CPRI 等业务接口的配置功能。

c) 端到端管理能力

- 1) 支持 ODU_k、OCh 通道的端到端配置管理能力,且 ODU_k 的端到端配置能力应独立于光层的配置,以便实现与传统 WDM 的联合组网;

- 2) 支持 ODU_k、OCh 通道的端到端告警和性能监视功能;

- 3) 支持端到端 SDH、以太网、MPLS-TP 等业务和路径的管理能力,支持上述业务的端到端告警和性能监视功能。

d) 层间适配管理能力

- 1) 以太网信号映射封装到 ODU_k 的格式和带宽参数配置;
- 2) STM-N 到 ODU_k 映射封装格式配置;
- 3) MPLS-TP 信号映射封装到 ODU_k 的格式和带宽参数配置。

e) 其他管理功能

- 1) 支持以太网业务接口的以太网 OAM 管理功能,包括 OAM 参数的配置,OAM 相关操作如 LB、LT、时延测量、丢包测量等,支持 OAM 告警管理功能(可选);

- 2) 支持对以太网业务接口的 QoS 相关策略参数进行配置和查询,包括以太网流量参数、流分类规则、队列调度策略、拥塞控制策略等;

- 3) 支持各层告警之间的关联,具体关联方式待研究;

- 4) 支持频率和时间同步的视图管理,提供频率和时间同步的状态监控。

11 控制平面要求（可选）

控制面基本要求见 GB/T 21645。对 ODUk 电层和 Och 光层控制平面的基本要求见 YD/T 1990-2009 中第 13 章。对 MPLS-TP 的控制要求待研究。

12 DCN 要求

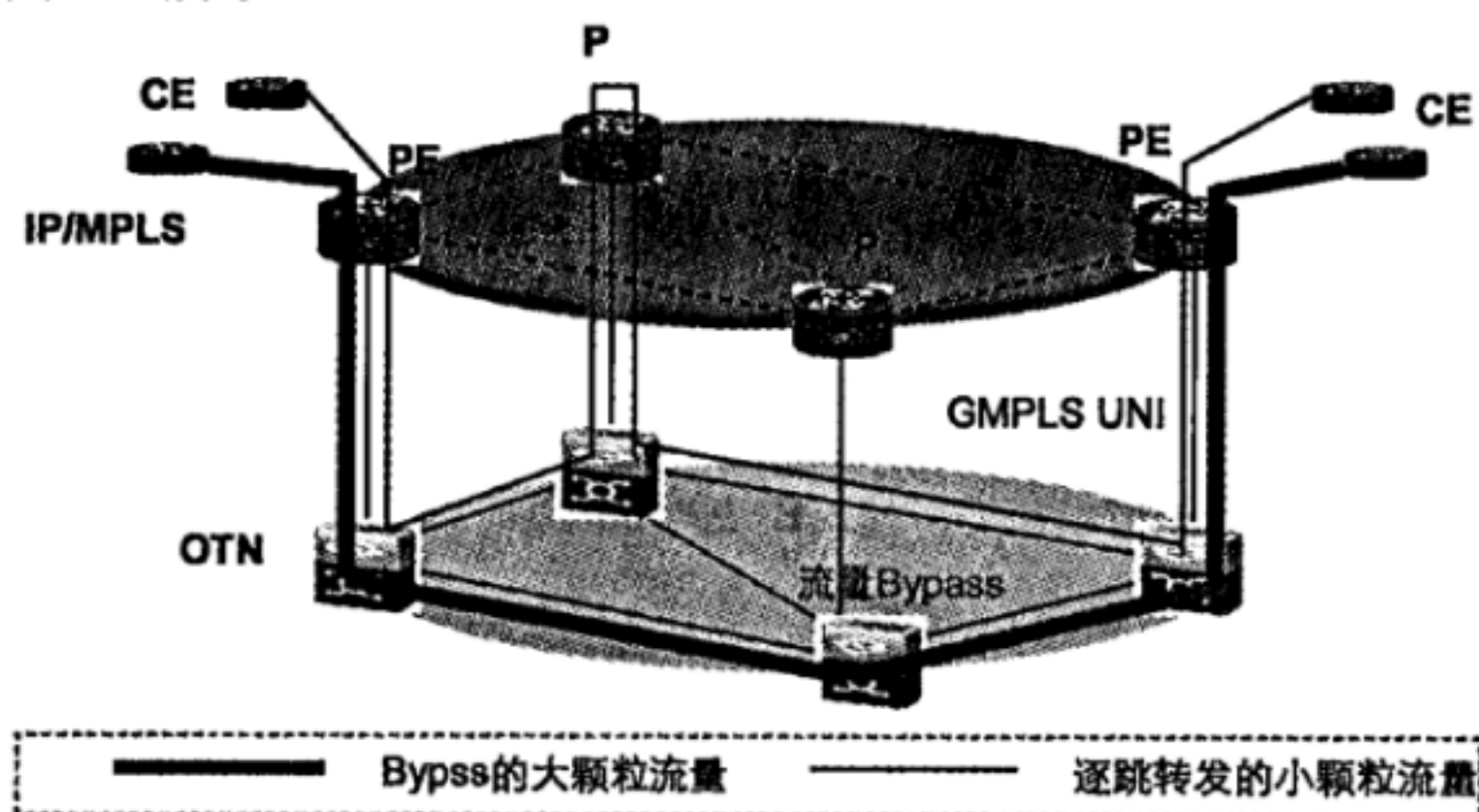
分组增强型光传送网设备的 DCN 包括 OTN 层的 DCN 和 MPLS-TP 层的 DCN 两种方式。OTN 层的 DCN 要求见 YD/T 1990-2009 中第 11 章；MPLS-TP 层的 DCN 要求见 YD/T 2397-2012 中第 15 章。

附录 A (资料性附录)

分组增强型光传送网设备应用场景

A.1 分组增强型光传送网设备骨干网应用场景

采用分组增强型光传送网设备实现核心路由器之间的大量中转业务传输层的穿通处理，可节约核心路由器的接口数量，降低对其容量的要求，提升业务转发效率。通过结合 GMPLS 控制平面和 ODUflex 无损带宽调整技术，可实现 IP 路由器和 OTN 交叉设备的带宽灵活适配和动态调整。IP+OTN 联合组网中转业务处理示意如图 A.1 所示。



图A.1 IP+OTN 联合组网示意

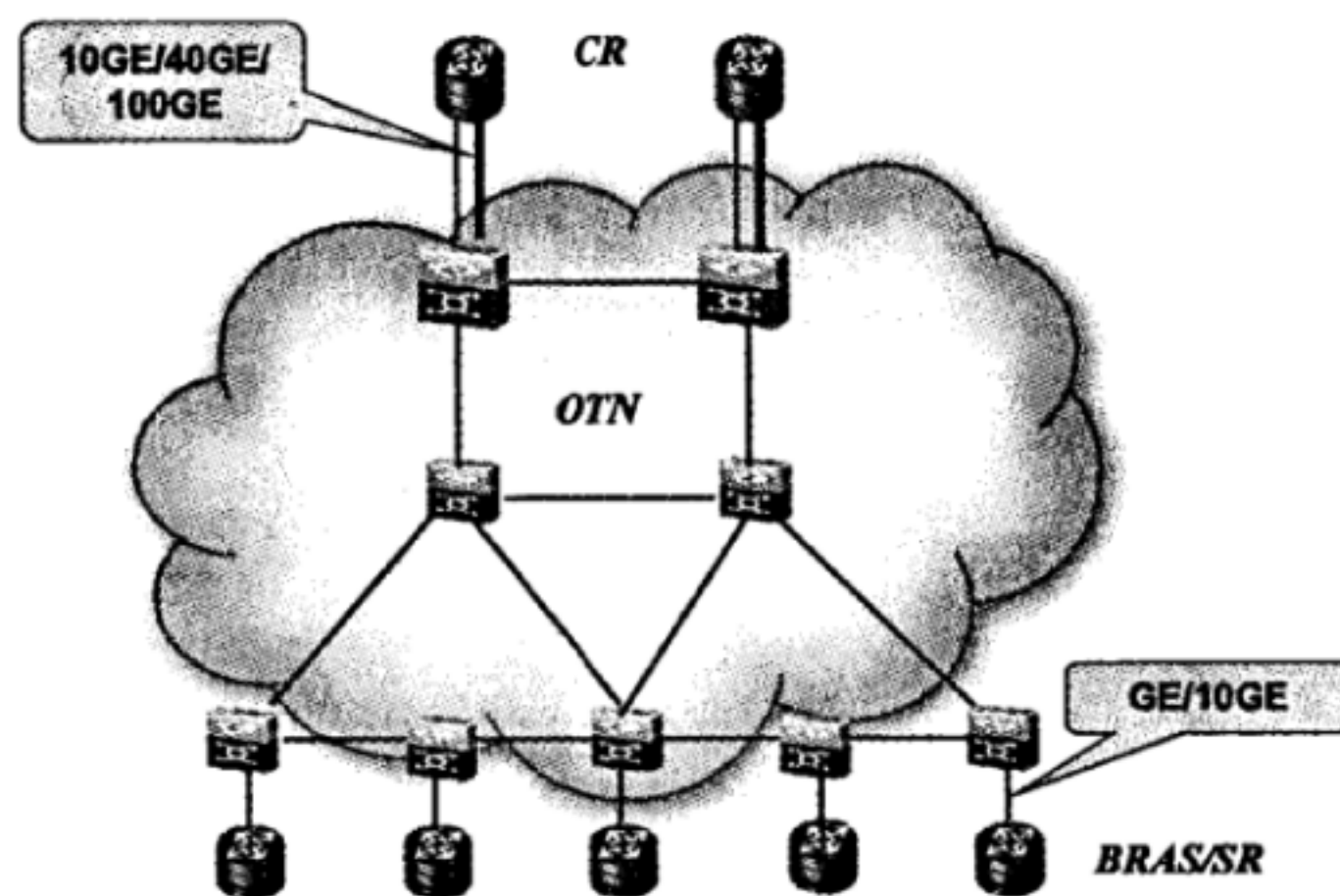
IP+OTN 联合组网对分组增强型光传送网设备的技术要求包括：

- 当路由器通过以太网接口与分组增强型光传送网设备互联时，需要分组增强型光传送网设备支持以太网透传功能。
- 当路由器引入支持 VLAN 的以太网接口进行组网时，需要分组增强型光传送网设备支持基于 VLAN 的以太网交换功能。
- 当路由器与 OTN 采用 MPLS-TP NNI 接口互联时，需要分组增强型光传送网设备支持 MPLS-TP 交换功能。
- 当 IP 网络需要动态调整连接带宽时，需要分组增强型光传送网支持 ODUflex 无损带宽调整功能（见 ITU-T G.7044）。
- 当 IP 与 OTN 采用控制平面动态组网时，需要分组增强型光传送网支持 GMPLS/ASON UNI。

A.2 分组增强型光传送网设备城域网应用场景

A.2.1 IP城域骨干网承载

采用分组增强型光传送网设备为已经扁平化的 IP 网提供承载，网络示意如图 A.2 所示。



图A.2 分组增强型光传送网承载 IP 城域骨干网

此种组网应用存在两种方式。

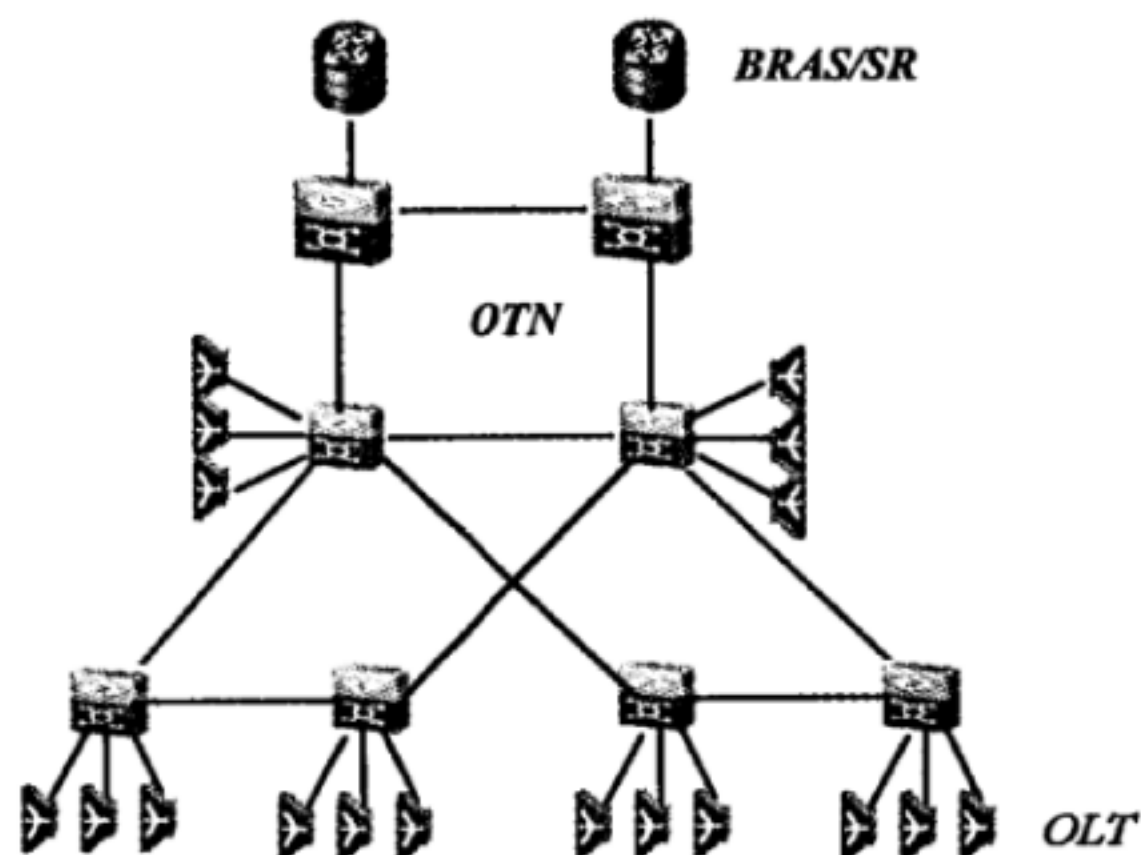
方式一：OTN 提供端口汇聚功能，包括 GE 到 10GE 的汇聚，以及 10GE 到 40GE/100GE 的汇聚，在核心节点采用 10GE/40GE/100GE 高速接口与 CR 进行互联。

方式二：OTN 提供带宽和端口汇聚功能，包括在中间节点对经过同一路径上的 IP 业务进行统计复用，提高链路的带宽利用率，在 BRAS/SR 使用 GE/10GE 接口，在 CR 使用 40GE/100GE 接口。

在方式一中，需要核心节点的 OTN 设备支持以太网端口汇聚功能，可采用以太网交换方式实现。在方式二中，需要 OTN 设备支持分组交换功能（以太网或 MPLS-TP 交换）。

A.2.2 OLT 上联承载

当 OLT 和 BRAS/SR 之间的光纤资源紧张时，且光缆铺设困难的情况下，建议采用 OTN 进行 OLT 上联承载。多业务 OTN 设备可提供数据链路承载和业务汇聚（包括带宽汇聚和端口汇聚），网络示意图如图 A.3 所示。



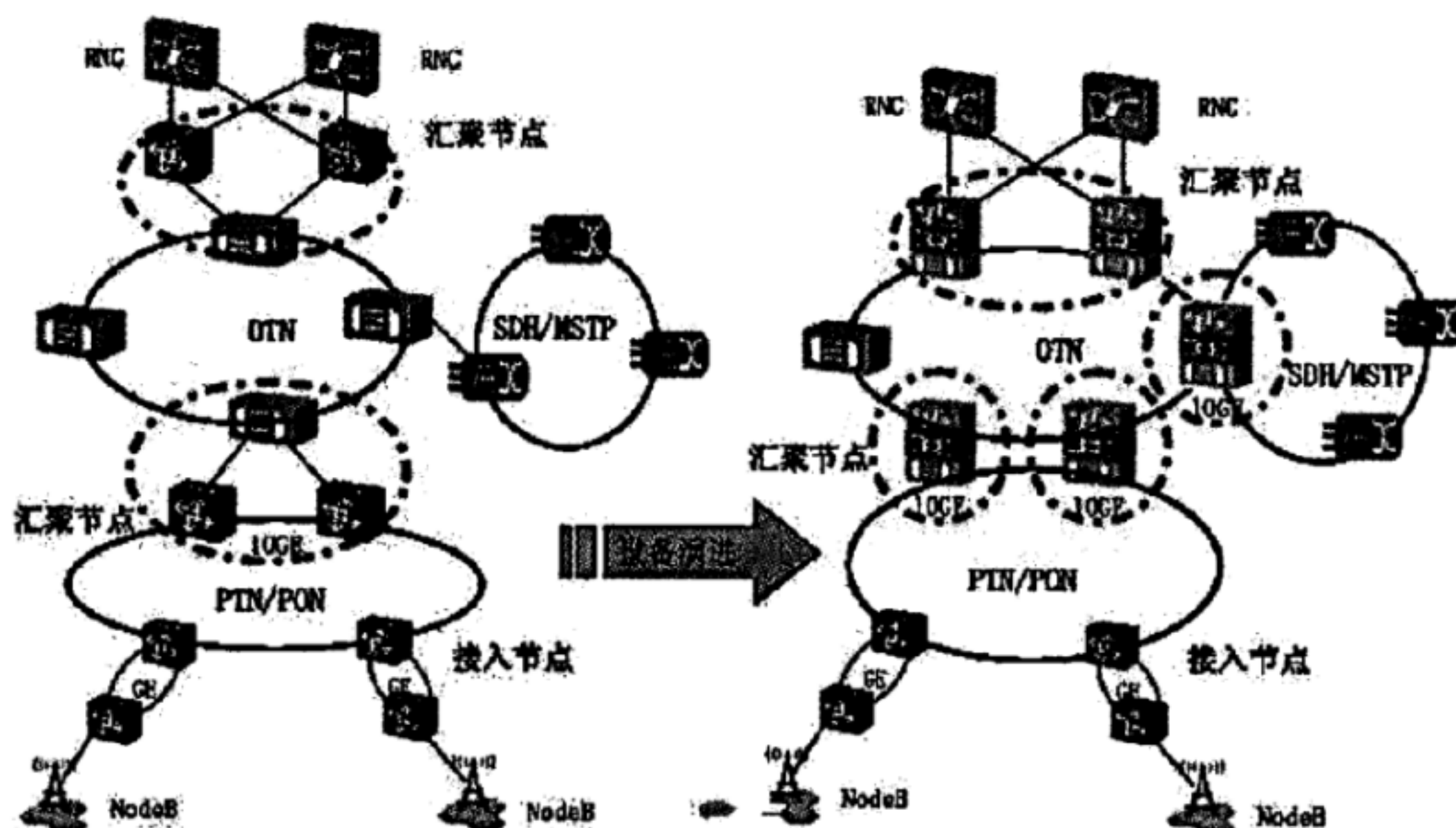
图A.3 利用 OTN 承载 OLT 上联 BRAS/SR

在这种应用中同样需要 OTN 设备支持分组交换功能（以太网或 MPLS-TP 交换）。

A.2.3 移动网络承载

A.2.3.1 移动回传网络承载

采用集成 PTN 功能的多业务 OTN 设备进行移动回传网络承载的应用方式如图 A.4 所示。其中左边为传统采用分离的 PTN 和 OTN 设备的解决方案, 右边为采用集成 PTN 功能的多业务 OTN 设备的方案。这种承载方式的基本特点与 PTN 承载方案基本相同, 同时具备 OTN 大容量传送和调度的特点, 并减少了网络中设备的数量, 从而可以节省网络建设和维护成本。

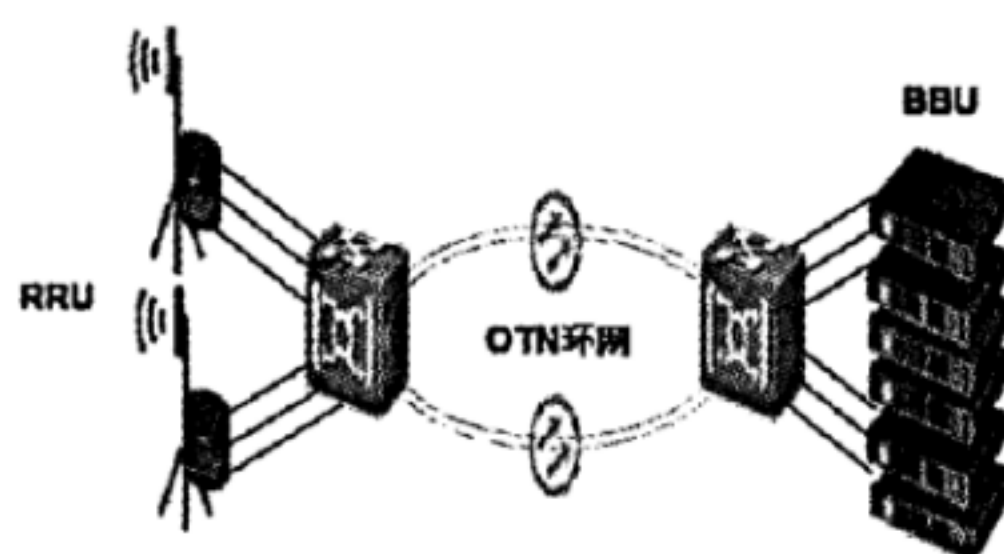


图A.4 分组增强型光传送网设备在移动回传中的应用

在这种应用方式中, 要求分组增强型光传送网设备支持 MPLS-TP/PTN 功能。

A.2.3.2 BBU和RRU之间的互联接口CPRI的承载

采用接入光缆环构建 OTN 环网, 利用支持 CPRI 接口的 OTN 提供大带宽的承载, 网络示意如图 A.5 所示。

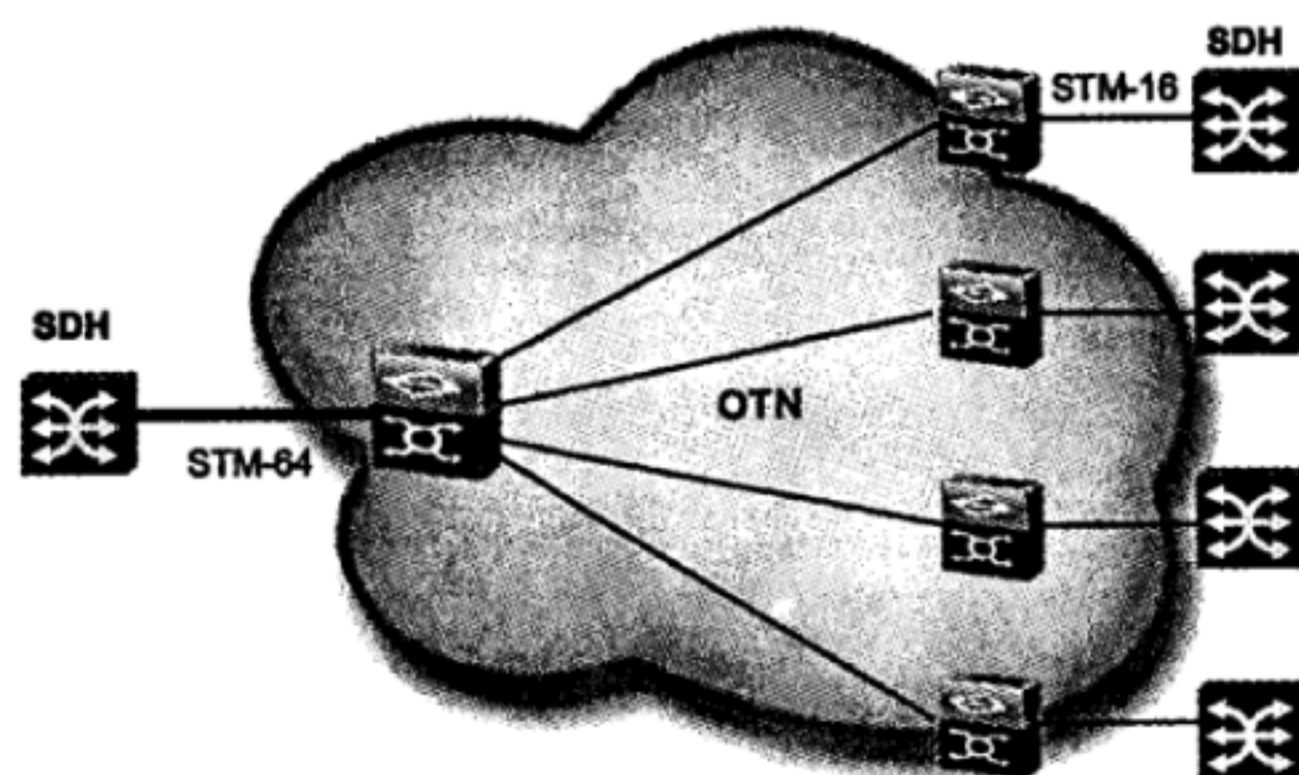


图A.5 BBU 和 RRU 之间采用 OTN/WDM 组网

A.3 政企客户专线承载

利用 ODUflex、ODUflex(GFP)无损带宽调整(HAO)和 ASON/GMPLS 技术, OTN 可以提供带宽可灵活动态调整的 Gbit 级大容量以太网智能专线业务。如果需要提供汇聚型以太网专线业务, 汇聚节点的 OTN 设备需要支持以太网交换功能。

OTN 与 SDH 网络联合组网可提供 SDH 专线。除了可以提供点到点的 SDH 电路，也可以应用支持 VC4 交叉的 OTN 设备来提供点到多点的汇聚型业务，以便实现对 SDH 业务的汇聚和调度，节省汇聚节点的接口数量，网络示意图如图 A.6 所示。



图A.6 OTN 与 SDH 联合组网示意

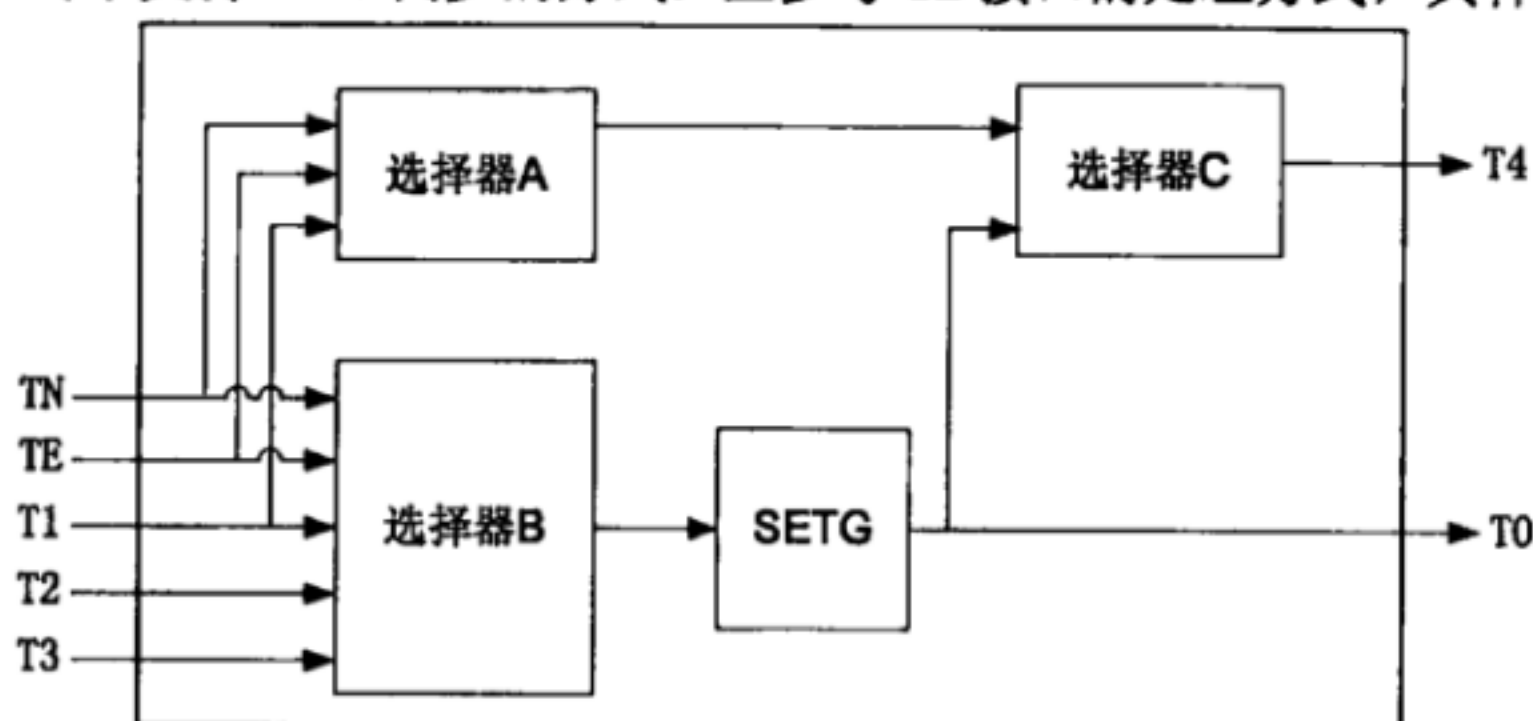
集成 MPLS-TP 功能的多业务 OTN 设备可提供基于 MPLS-TP 的以太网虚拟专线(EVPL)业务。EVPL 业务速率可以从 1Mbit/s 到 1Gbits/s，从而弥补 OTN 自身无法提供小颗粒业务的不足。在组网方面，可以采用 OTN 设备独立组网，或是与 PTN 混合组网。

附录 B

(资料性附录)

分组增强型光传送网设备频率同步时钟功能参考模型

分组增强型光传送网设备频率同步时钟应支持物理层信号频率同步功能, 可选支持 PTP 报文频率同步功能, 频率同步时钟功能模型如图 B.1 所示。其中, TN/TE/T1 分别为 OTUk/同步以太网/STM-N 输入接口, T2 为支路信号输入接口 (暂无, 待定), T3 为外同步输入接口, SETG 为同步设备定时发生器, T4 为外同步输出接口, T0 为内部定时接口。对于支持 PTP 报文同步的方式, 宜参考 T2 接口的处理方式, 具体要求待定; 对于支持 OSC 同步的方式, 宜参考 T2 接口的处理方式, 具体要求待定。



图B.1 分组增强型光传送网设备频率同步时钟功能模型

分组增强型光传送网设备时钟结构中的选择器应具有以下功能。

1) 选择器 A

— 应具有对所有 OTUk 信号、同步以太网信号和 STM-N 信号进行优先级设置及闭塞/打开设置的功能;

— 应具有按照所有选择的输入信号的 SSM 质量等级和预置的优先级进行排序的功能。

2) 选择器 B

— 应具有对所有 OTUk 信号、同步以太网信号、STM-N 信号、外同步输入信号和 PTP 报文 (可选) 进行优先级设置及闭塞/打开设置的功能;

— 应具有按照所有选择的输入信号的 SSM 质量等级和预置的优先级进行排序的功能。

3) 选择器 C

— 应具有从 OTUk 信号、同步以太网信号、STM-N 信号直接导出或经过 SETG 输出的功能;

— 应具有设置同步状态信息质量等级门限的功能;

— 对于 2Mb/s 外同步输出接口, 应具有按照设置的 SSM 质量等级门限在 T4 输出信号中插入 AIS 信息或闭塞的功能; 对于 2MHz 外同步输出接口, 应具有按照设置的 SSM 质量等级门限闭塞 T4 输出信号的功能。

4) 定时参考信号优选顺序

— 人工强制命令, 例如强制倒换;

— 定时信号失效, 例如 LOS、LOF、AIS 等;

— SSM 质量等级;

— 预置的优先级;

5) 外同步接口要求。

应至少配置2个外同步输入接口和2个外同步输出接口, 接口种类为2048kb/s或2048kHz, 其物理/电气特性应满足ITU-T G.703的要求;

6) 参考信号失效处理

拖延时间(Hold-off time)和等待恢复时间(Wait restore time)的要求见YD/T 1267-2003中10.2节。

分组增强型光传送网设备所支持的SSM质量等级定义如表B.1所示。

表B.1 同步状态信息(SSM)的编码及描述

SSM 编码	优选顺序	质量等级描述	对应的我国时钟等级
0010	最高	QL_PRC	1级基准时钟
0000	↓	QL_UNK (可选)	质量等级未知
0100	↓	QL_SSU-T	2级节点时钟
1000	↓	QL_SSU-L	3级节点时钟
1011	↓	QL_SEC/QL_EEC	传输网元设备时钟 SEC/EEC
1111	最低	QL_DNU	同步信号不可用
其他	—	—	预留

中华人民共和国
通信行业标准
分组增强型光传送网（OTN）设备技术要求
YD/T 2484-2013

*

人民邮电出版社出版发行
北京市丰台区成寿寺路11号邮电出版大厦
邮政编码：100164
宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16 2014年7月第1版
印张：2.75 2014年7月北京第1次印刷
字数：69千字

15115 • 139

定价：35元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492