

ICS 29.240

F 21

备案号: J2361—2017

DL

中华人民共和国电力行业标准

P **DL/T 5524 — 2017**

电力系统光传送网 (OTN) 设计规程

**Code for design of optical transport network for
electric power system**

2017-03-28 发布

2017-08-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

电力系统光传送网(OTN)设计规程

Code for design of optical transport network for
electric power system

DL/T 5524—2017

主编部门：电力规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2017年8月1日

中国计划出版社

2017 北 京

国家能源局
公告

2017 年 第 6 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52 号）有关规定，经审查，国家能源局批准《页岩气 储层改造 第 2 部分：工厂化压裂作业技术规范》等 159 项行业标准，其中能源标准（NB）34 项、电力标准（DL）39 项、石油标准（SY）86 项，现予以发布。

上述标准中电力领域标准由中国电力出版社及中国计划出版社出版发行，煤炭领域标准由煤炭工业出版社出版发行，石油天然气、页岩气领域标准由石油工业出版社出版发行，锅炉压力容器标准由新华出版社出版发行。

附件：行业标准目录

国家能源局
2017 年 3 月 28 日

附件：

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
.....						
67	DL/T 5524—2017	电力系统光传送网 (OTN)设计规程			2017-3-28	2017-8-1
.....						

前 言

根据国家能源局《关于下达 2013 年第一批能源领域行业标准制(修)定计划的通知》(国能科技〔2013〕235 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结电力 OTN 方面设计工作经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准主要技术内容是:总则、缩略语、系统制式、网络设计、辅助系统、网络保护、传输系统性能指标、互联互通、设备选型与配置、设备安装、维护工具及仪表配置等。

本标准由国家能源局负责管理,由电力规划设计总院提出,由能源行业电力系统规划设计标准化技术委员会负责日常管理,由中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司和中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送电力规划设计总院(地址:北京市西城区安德路 65 号,邮政编码:100120)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司
中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司

参 编 单 位:电力规划总院有限公司
中国电力科学研究院

主要起草人:杜明军 肖水英 黄晓莉 黄 盛 熊 煌
刘 智 张 斌 利韶聪 李昭桦 张昉熠
丁慧霞 程细海 王 辉 高 晖 姚 庆
陈 岳 滕 玲

主要审查人:贾小铁 李树辰 连伟华 王玉东 张 维
王 强 李 红 殷天峰 刘 磊 黄红兵
高 键 李 杰 徐 亮 王玉东 尤天晴
陆 军 薛永兴 刘 涛 金志民 王根华
陈红艳

目 次

1	总 则	(1)
2	缩略语	(2)
3	系统制式	(7)
3.1	网络模型和结构	(7)
3.2	系统速率和复用结构	(8)
3.3	网络参考点和网络接口	(12)
3.4	开销	(14)
3.5	OTN 设备基本要求	(17)
4	网络设计	(21)
4.1	系统容量	(21)
4.2	网络拓扑	(21)
4.3	站段设计	(22)
4.4	传输链路设计	(24)
4.5	交叉方式选择	(25)
4.6	波道组织	(26)
4.7	电路组织	(26)
5	辅助系统	(28)
5.1	网管系统	(28)
5.2	公务联络系统	(30)
6	网络保护	(31)
6.1	保护方式	(31)
6.2	控制平面	(34)
7	传输系统性能指标	(37)
7.1	光信噪比	(37)

7.2	误码性能	(37)
7.3	抖动性能	(38)
7.4	以太网性能指标	(40)
8	互联互通	(41)
8.1	OTN 网络与用户网络互通	(41)
8.2	不同制造厂商设备之间的互通	(41)
9	设备选型与配置	(42)
9.1	设备选型	(42)
9.2	设备配置	(42)
10	设备安装	(45)
10.1	机房平面布置与设备排列	(45)
10.2	布线要求与线缆选择	(45)
10.3	电源系统及接地	(46)
10.4	机房环境条件	(47)
11	维护工具及仪表配置	(49)
附录 A	C 波段的 OTN 系统波长分配	(50)
附录 B	波分复用器件参数要求	(55)
附录 C	多跨段 $40 \times 10\text{Gbit/s}$, $80 \times 10\text{Gbit/s}$ OTN 系统主光 通道参数	(57)
附录 D	多跨段 $40 \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距, $80 \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距 OTN 系统主光通道参数	(60)
	本标准用词说明	(65)
	引用标准名录	(66)
	附:条文说明	(69)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Abbreviations	(2)
3	System standard	(7)
3.1	Network model and structure	(7)
3.2	Systems rate and multiplexing structure	(8)
3.3	Network reference points and network interface	(12)
3.4	Overhead description	(14)
3.5	Basic requirements of OTN equipment	(17)
4	Network design	(21)
4.1	System capacity	(21)
4.2	Network topology	(21)
4.3	Station and depot design	(22)
4.4	Transmission link design	(24)
4.5	Cross-mode selection	(25)
4.6	Optical channel organization	(26)
4.7	Circuit organization	(26)
5	Auxiliary system	(28)
5.1	Network management system	(28)
5.2	Engineering order wire system	(30)
6	Network protection	(31)
6.1	Protection mode	(31)
6.2	Control plane	(34)
7	Performance indicators of transmission system	(37)
7.1	Optical signal noise ratio	(37)

7.2	Error performance	(37)
7.3	Jitter performance	(38)
7.4	Ethernet performance indicators	(40)
8	Interconnection and interworking	(41)
8.1	Interworking of OTN network and user network	(41)
8.2	Equipment interworking between different manufacturers	(41)
9	Equipment selection and configuration	(42)
9.1	Equipment selection	(42)
9.2	Equipment configuration	(42)
10	Installation of equipment	(45)
10.1	Room layout and equipment arrangement	(45)
10.2	Wiring requirements and cable selection	(45)
10.3	Power supply and grounding	(46)
10.4	Room environment conditions	(47)
11	Maintenance tools and instruments	(49)
Appendix A	Wavelength channel assignment of OTN based on C wave band	(50)
Appendix B	Specification of wavelength division multiplexing device	(55)
Appendix C	Main optical channel parameters of 40×10Gbit/s and 80×10Gbit/s multi-span OTN	(57)
Appendix D	Main optical channel parameters of 40×10Gbit/s and 80×10Gbit/s multi-span ultra-Long-haul OTN	(60)
	Explanation of wording in this standard	(65)
	List of quoted standards	(66)
	Addition; Explanation of provisions	(69)

1 总 则

1.0.1 为了规范电力系统光传送网(OTN)的设计工作,统一 OTN 网络设计内容深度,适应电力建设和发展的要求,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建或扩建的 C 波段光通路数量为 40 通路或 80 通路的 10Gbit/s OTN 系统的工程设计。

1.0.3 工程设计必须贯彻国家基本建设方针政策,做到技术先进,经济合理,实用可靠,必须贯彻通信网“完整性、统一性、先进性”的基本原则。

1.0.4 工程建设方案、技术方案、设备选型应以近远期发展规划为依据,以近期需要为主,兼顾远期发展和扩容升级。

1.0.5 工程设计应合理利用已有电力系统资源,努力提高经济效益,尽量降低工程造价。

1.0.6 工程设计应注意密切结合业务网的需要,保证与业务网各要素间的衔接配合。

1.0.7 电力系统光传送网(OTN)的设计除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 缩 略 语

3R	Reamplification, Reshaping and Retiming	再放大,再整形,再定时
ACT	Activation (in the TCM ACT byte)	激活(在 TCM ACT 中的字节)
ADSS	All Dielectric Self-supporting Optical Fiber Cable	全介质自承式光缆
APS	Automatic Protection Switching	自动保护倒换
ASON	Automatically Switched Optical Network	自动交换光网络
BBE	Background Block Error	背景误块
BBER	Background Block Error Ratio	背景误块比
BDI	Backward Defect Indication	后向缺陷指示
BE	Block Error	误块
BEI	Backward Error Indication	后向误码指示
BIAE	Backward Incoming Alignment Error	后向输入定位误码
BIP	Bit Interleaved Parity	比特奇偶间插
BOD	Backbone Operator Domain	骨干运营域
CORBA	Common Object Request Broker Architectrue	通用对象请求代理体系结构
CP	Connection Point	连接点
DAPI	Destination Access Point Identifier	目的接入点标识符
DCF	Dispersion Compensation Fiber	色散补偿光纤
DCN	Data Communication Network	数据通信网

DGD	Differential Group Delay	差分群时延
DM	Delay Measurement	时延测量
EOL	End of Life	寿命终了
ESC	Electric Supervisory Channel	电监控信道
EXP	Experimental	实验
FAS	Frame Alignment Signal	帧定位信号
FC	Fibre Channel	光纤通道
FDI	Forward Defect Indication	前向缺陷指示
FEC	Forward Error Correction	前向误码纠错
FICON	Fiber Connection	光纤互联
FOADM	Fixed Optical Add-Drop Multiplexer	固定上下光分插复用器
FTFL	Fault Type and Fault Location	故障类型和故障定位
GCC	General Communication Channel	通用通信通路
HROP	Hypothetical reference optical path	假设参考光通道
IaDI	Intra-Domain Interface	域内接口
IAE	Incoming Alignment Error	输入定位误码
IrDI	Inter-Domain Interface	域间接口
LAN	Local Access Network	局域网
LMP	Link Management Protocol	链路管理协议
LOD	Local Operator Domain	本地运营域
LSC	Lambda Switch Capable	波长交换
MFAS	MultiFrame Alignment Signal	复帧定位信号
MPI-R _M	Multichannel receiver main path interface reference point	多通路接收主光通道接口参考点
MPI-S _M	Multichannel source main path interface reference point	多通路发送主光通道接口参考点
NNI	Network Node Interface	网络节点接口
NRZ	Non-return to zero	非归零

OA	Optical Amplifier	光放大器	
OAM	Operation, Administration and Maintenance	运行、管理和维护	
OCC	Optical Channel Carrier	光通路载波	
OCCr	Optical Channel Carrier with reduced functionality	简化功能光通路载波	
OCG	Optical Carrier Group	光载波群	
OCh	Optical Channel with full functionality	全功能光通路	
OChr	Optical Channel with reduced functionality	简化功能光通路	
OCI	Open Connection Indication	开放连接指示	
OCP	Optical Channel Protection	光通道保护	
ODF	Optical Distribution Frame	光纤分配架	
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	
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	
OG	Operator Gateway	运营网关	
OH	Overhead	开销	
OLA	Optical Line Amplifier	光线路放大器	
OLP	Optical Line Protection	光缆线路保护	
OMS	Optical Multiplex Section	光复用段	
OMSP	Optical Multiplex Section Protection	光复用段保护	
OMU	Optical Multiplex Unit	光复用单元	
OOS	OTM Overhead Signal	OTM 开销信号	
OPGW	Optical Fiber Composite Overhead Ground Wire	光纤复合架空地线	

OPS	Optical Physical Section	光物理段
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
OSC	Optical Supervisory Channel	光监控信道
OSNR	Optical Signal-to-Noise Ratio	光信噪比
OTL	Optical channel Transport Lane	光通路传送通道
OTLC	Optical Transport Lane Carrier	光传送通道载波
OTLCG	Optical Transport Lane Carrier Group	光传送通道载波组
OTM	Optical Transport Module	光传送模块
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
OTU	Optical Transponder Unit	光转换器单元(波长转换器)
OTUk	completely standardized Optical channel Transport Unit-k	完全标准化光通路传送单元-k
PCC	Protection Communication Channel	保护通信通路
PEP	Path End Point	通道终端点
PM	Path Monitoring	通道监测
PMD	Polarization Mode Dispersion	偏振模色散
PMI	Payload Missing Indication	净荷丢失指示
PSI	Payload Structure Identifier	净荷结构标识
PT	Payload Type	净荷类型
R _M	Multi channel receive reference point(for line OAs)	多通路接收参考点(采用线路 OA 的系统)
RES	Reserved for future international standardization	为将来国际标准预留
ROADM	Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer	可重构光分插复用器

ROD	Regional Operator Domain	区域运营域
RZ	Return to zero	归零
SAPI	Source Access Point Identifier	源接入点标识
SC	Switched Connection	交换连接
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SES	Severely Errored Second	严重误码秒
SESR	Severely Errored Second Ratio	严重误码秒比
SM	Section Monitoring	段监测
S _M	Muiti-channel source reference point(for line OAs)	多通路发送参考点(采用线路 OA 的系统)
SNC	Subnetwork Connection	子网连接
SNC/I	Subnetwork Connection protection with Inherent monitoring	固有监视子网连接保护
SNC/N	Subnetwork Connection protection with Non-intrusive monitoring	非介入式监视子网连接保护
SNC/S	Subnetwork Connection protection with Sublayer monitoring	子层监视子网连接保护
SNCP	Subnetwork Connection Protection	子网连接保护
SPC	Soft Permanent Connection	软永久连接
STAT	Status	状态
TCM	Tandem Connection Monitoring	串联连接监测
TCP	Termination Connection Point	终端连接点
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	传输控制协议/因特网互联协议
TTI	Trail Trace Identifier	路径踪迹标识
WAN	Wide Area Network	广域网
WDM	Wavelength Division Multiplex	波分复用

3 系统制式

3.1 网络模型和结构

3.1.1 假设参考光通道为 27500km 长的通道,跨越共 8 个域,如图 3.1.1 所示。

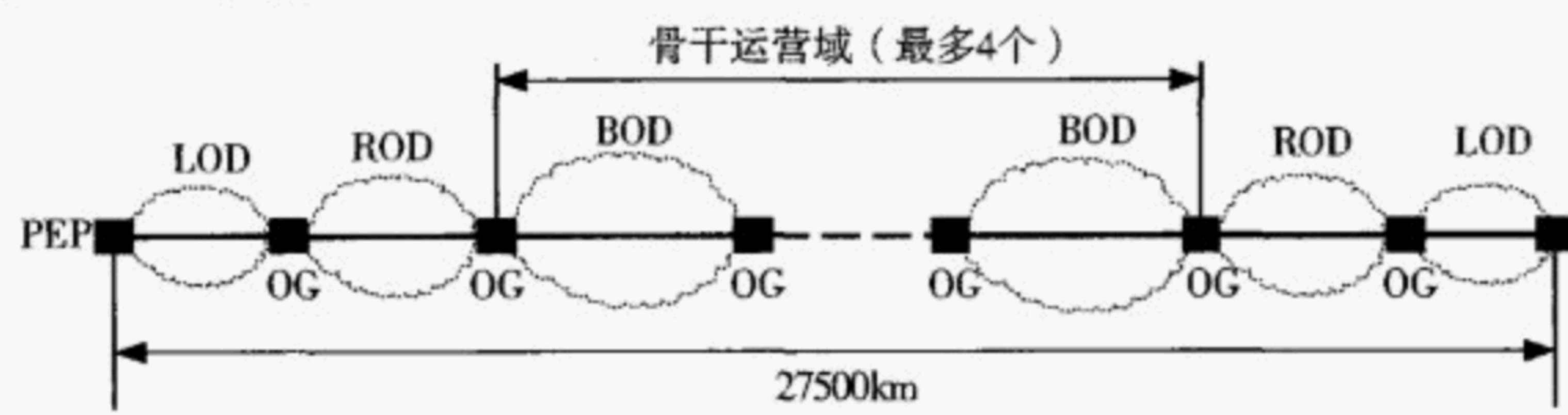


图 3.1.1 假设参考光通道

3.1.2 OTN 网络站点分为 OTN 终端站、OTN 分路站、OTN 再生站和光放站。站点设置应根据网络拓扑、网络组织、维护体制和维护条件、系统设备性能、光纤性能合理选择并设定站型。

3.1.3 OTN 传送网络从垂直方向分为光通路(OCh)层网络、光复用段(OMS)层网络和光传输段(OTS)层网络三层,相邻之间是客户/服务者关系,其网络分层如图 3.1.3 所示。

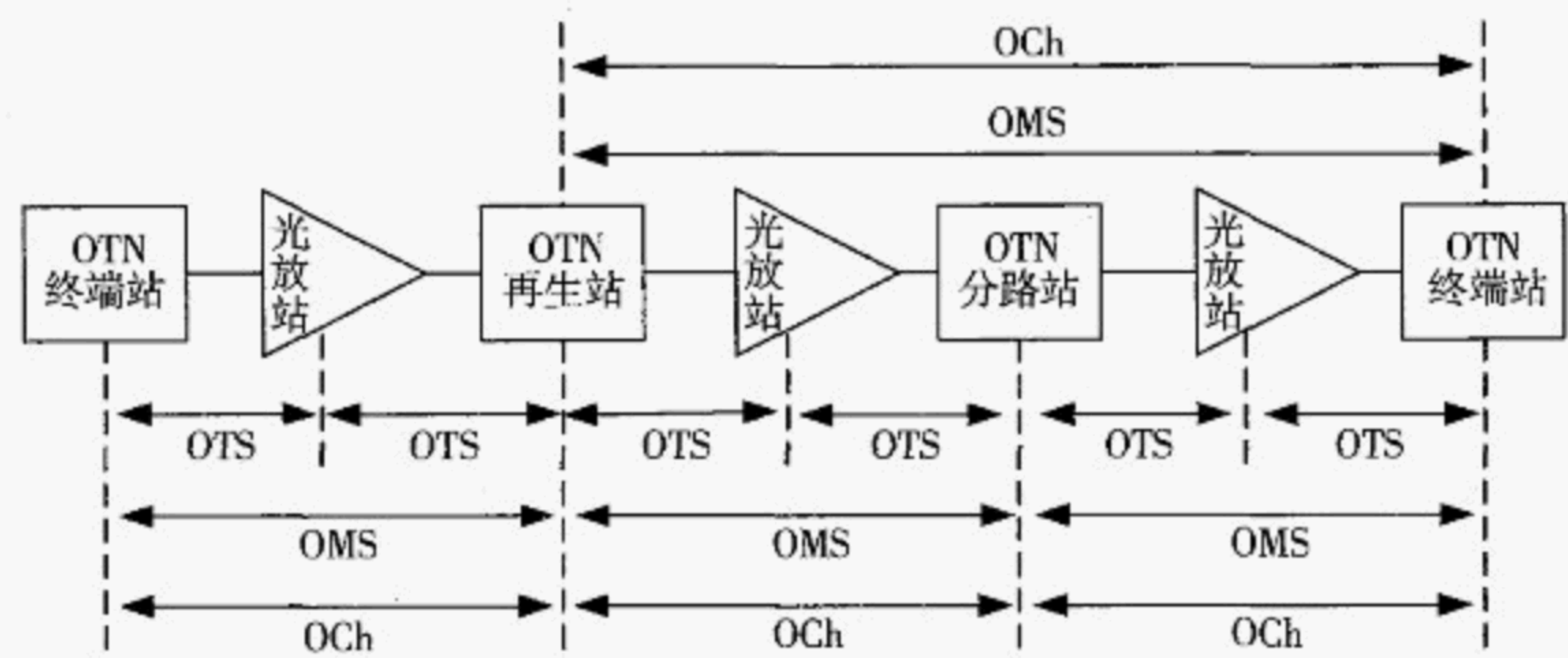


图 3.1.3 OTN 网络分层

3.1.4 OTN 传送网络从水平方向可分为不同的管理域,其中单个管理域可由单个设备商 OTN 设备组成,也可由电网公司的某个网络或子网组成,如图 3.1.4 所示。不同域之间物理连接采用域间接口(IrDI),域内的物理连接采用域内接口(IaDI)。

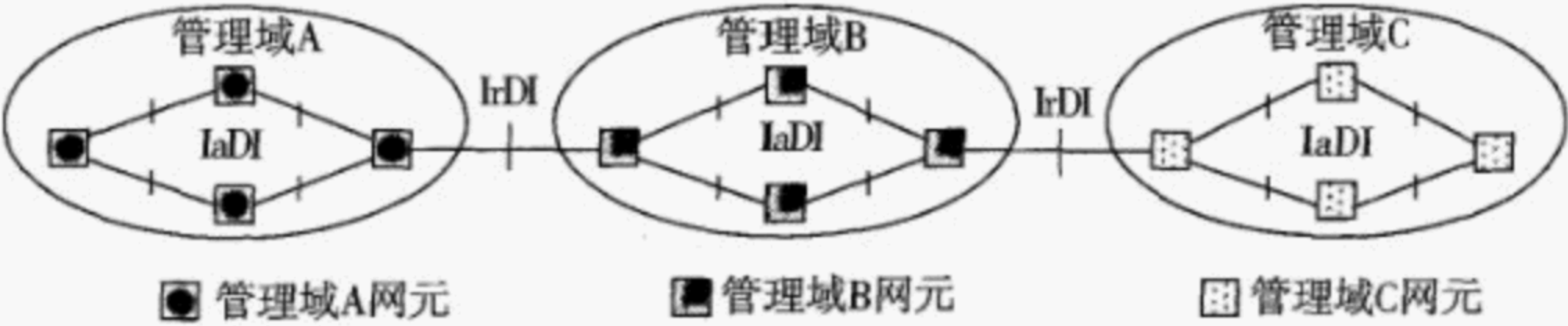


图 3.1.4 OTN 网络分域

3.1.5 OTN 可基于线型、环型、树型、星型和网状型等多种拓扑组网。典型的组网结构如图 3.1.5 所示。

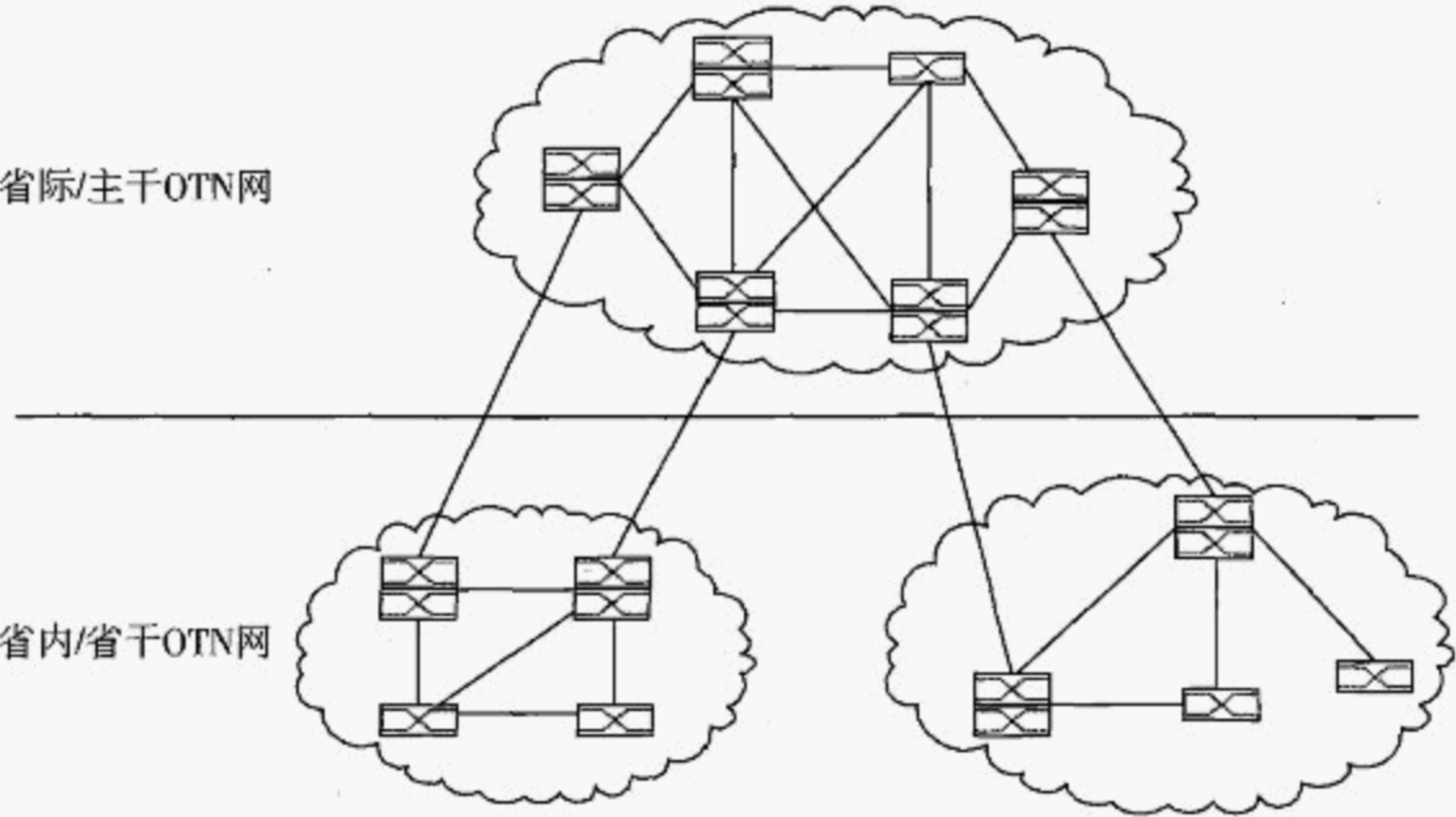


图 3.1.5 OTN 组网结构

3.2 系统速率和复用结构

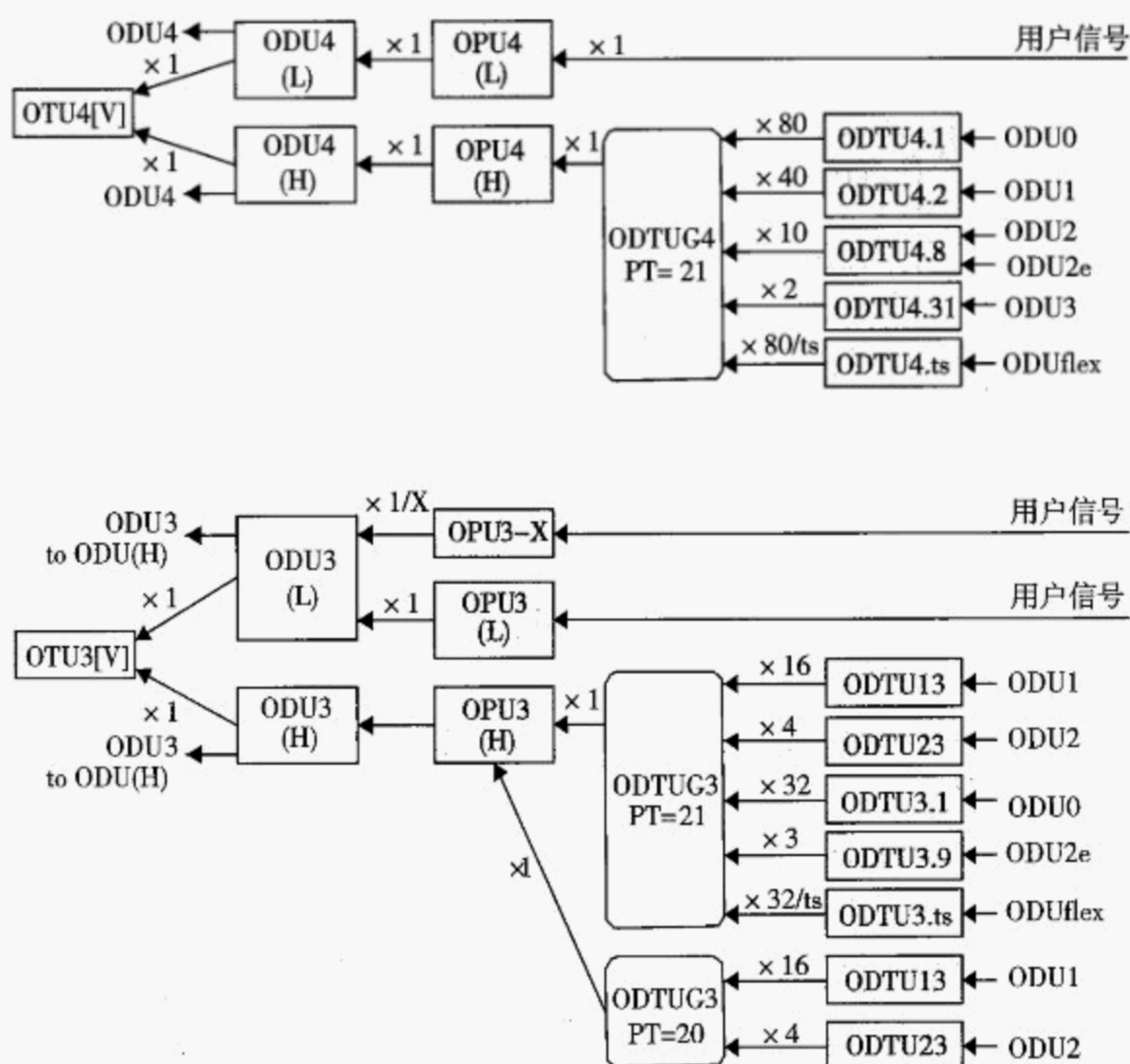
3.2.1 OTN 信号在网络节点处的 OTUk 信号类型的比特速率见表 3.2.1。

表 3.2.1 OTU 类型和速率

OTU 类型	OTU 标称比特速率	OTU 比特速率容差
OTU1	$255/238 \times 2488320 \text{ kbit/s}$	$\pm 20 \text{ ppm}$
OTU2	$255/237 \times 9953280 \text{ kbit/s}$	
OTU3	$255/236 \times 39813120 \text{ kbit/s}$	
OTU4	$255/227 \times 99532800 \text{ kbit/s}$	

注：标称 OTUk 速率近似为：2666057.143kbit/s(OTU1)，10709225.316kbit/s(OTU2)，43018413.559kbit/s(OTU3)和 111809973.568kbit/s(OTU4)。

3.2.2 OTN 信号基本复用结构应符合图 3.2.2-1 和图 3.2.2-2 的要求，并符合《光传送网(OTN)接口》ITU-T G.709 的规定。



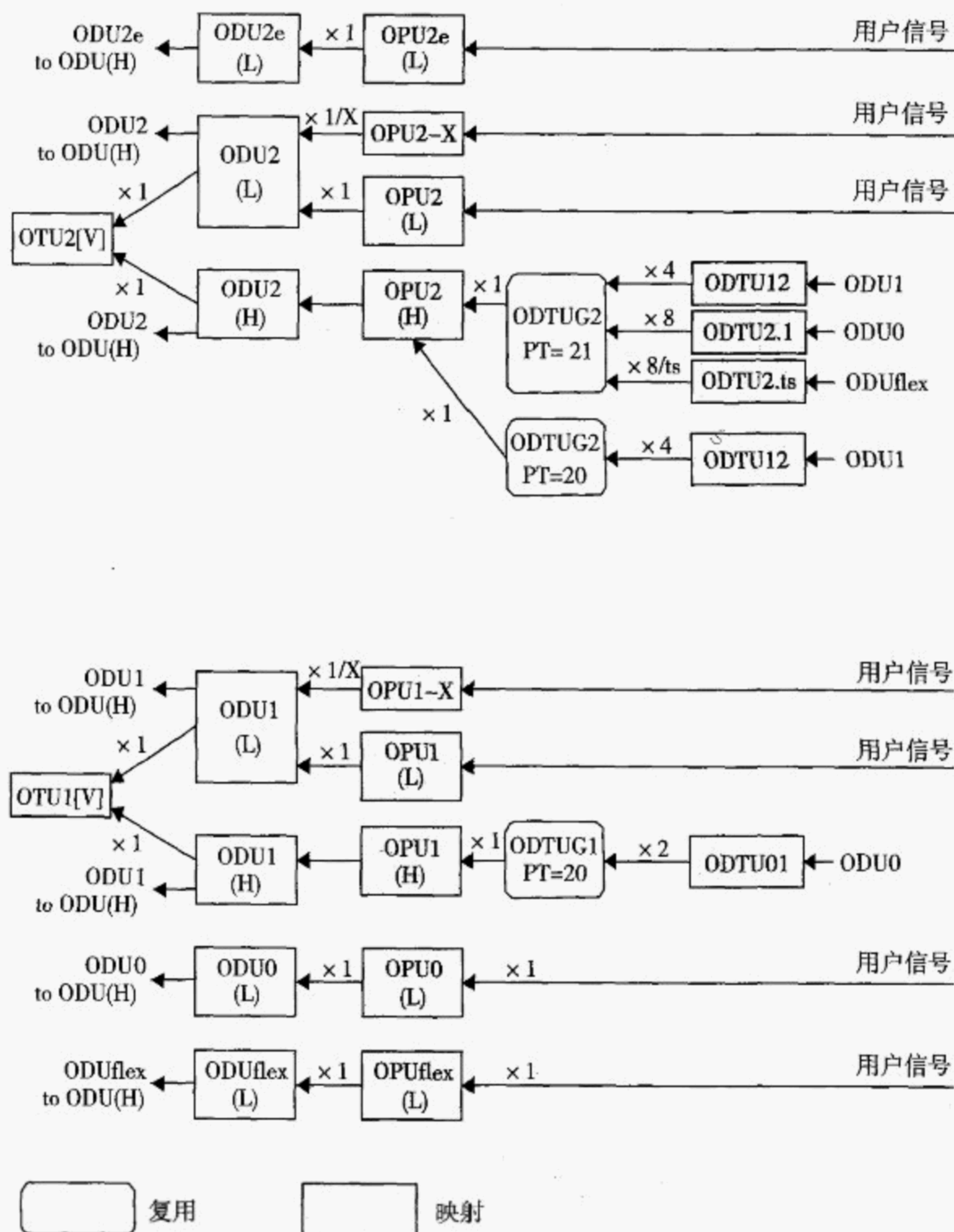


图 3.2.2-1 OTM 复用和映射结构(I)

OTN 用户信号应包括 STM-1/4/16/64, OTU_k ($k = 1, 2, 2e$)、GE/10GE WAN/10GE LAN 等, 用户信号的映射应符合《光传送网(OTN)接口》ITU-T G.709 的规定。

3.3 网络参考点和网络接口

3.3.1 40/80×10Gbit/s OTN 系统采用常用的 C 波段 1550nm 窗口。标称中心频率是基于参考频率为 193.1THz,最小间隔为 100GHz 或 50GHz 的频率间隔系列。基于 C 波段的 40 通路/80 通路系统的通路信号光接口的标称中心波长和中心频率应符合本标准附录 A 的规定。

3.3.2 OTN 系统的参考配置如图 3.3.2 所示。图中 OTU 为光波长转换器,实现 3R 功能,即再放大、再整形和再定时;ODUk 交叉为 ODUk 交叉单元,支持一个或者多个级别 ODUk($k=0,1,2,2e$)电路调度;OMU 为光复用器单元,实现多个波长的复用功能;OA 为光放大单元,实现信号的光域放大(包含色散补偿功能);ODU 为光解复用器单元,实现多个波长的解复用功能;Tx/Rx 为客户侧光接口。

图 3.3.2 中定义了 6 个系统外参考点和 2 个系统内参考点,即 S、MPI-S_M、R_M、S_M、MPI-R_M、R 和 S_n、R_n。其中 S、R 是 OTN 系统与客户系统的接口参考点;MPI-S_M、R_M、S_M、MPI-R_M是 OTN 系统主光通道的参考点;S_n、R_n是 OTN 系统内 OTU 分别与 OMU 和 ODU 之间的参考点。

3.3.3 网络接口主要包括网络节点接口、网管接口、公务接口和外同步接口。

1 网络节点接口,包括域内接口(IaDI)和域间接口(IrDI)。IrDI 接口在每个接口终端应具有 3R 处理功能。IrDI 分为单通路和多通路域间接口,单通路和多通路域间接口分类及参数应符合现行行业标准《光传送网(OTN)物理层接口》YD/T 1634 和《光传送网(OTN)工程设计暂行规定》YD 5208 的规定。

2 网管接口,包括北向接口和南向接口,应符合本标准第 5.1.4 条的规定。

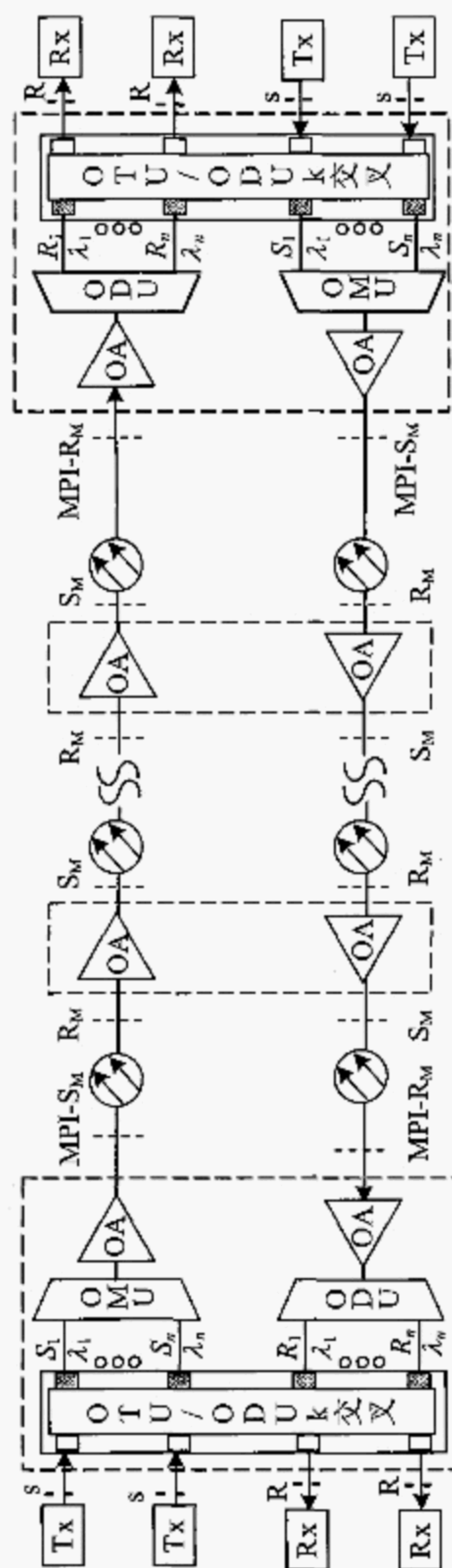


图 3.3.2 OTN 系统参考配置

3 外同步接口,可选择 2048kHz 和 2048kbit/s(包括输入和输出)。应优先选用 2048kbit/s,具体接口要求应符合《系列数字接口的物理/电特性》ITU-T G. 703 的规定,帧结构应符合《用于 1544,6312,2048,8448kbit/s 和 44736kbit/s 速率系列级的同步帧结构》ITU-T G. 704 的规定。

3.4 开 销

3.4.1 OTM 开销信号(OOS)由 OTS、OMS 和 OCh 开销组成。OTS、OMS 和 OCh 等光层开销映射和复用到 OTM 开销(OOS)后通过 OSC 来传送。OTS、OMS 和 OCh 的开销如图 3.4.1 所示。

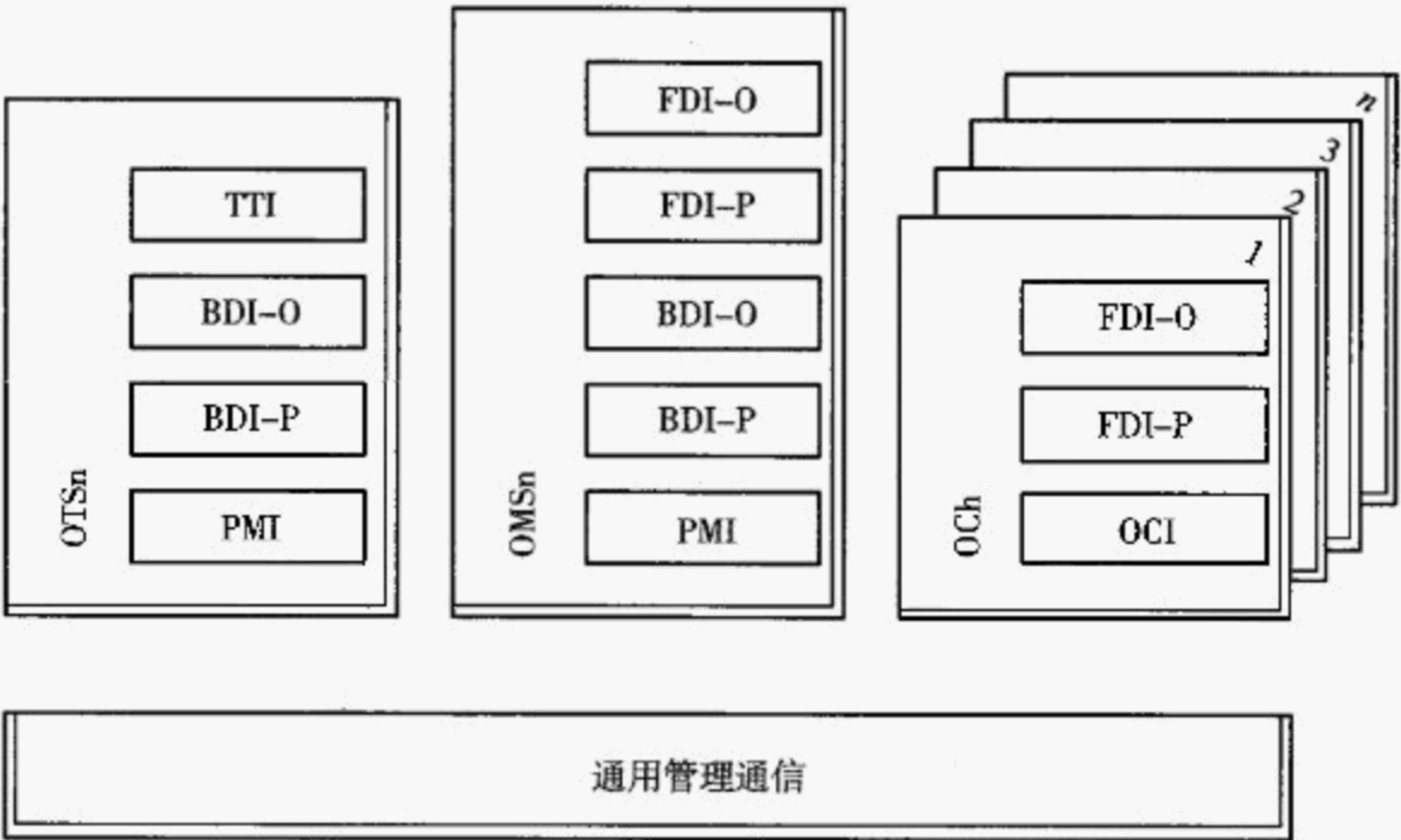


图 3.4.1 OTSn、OMSn 和 OCh 开销作为 OOS 中的逻辑单元

3.4.2 OTUk、ODUk 和 OPUk 的开销如图 3.4.2-1、图 3.4.2-2 所示。

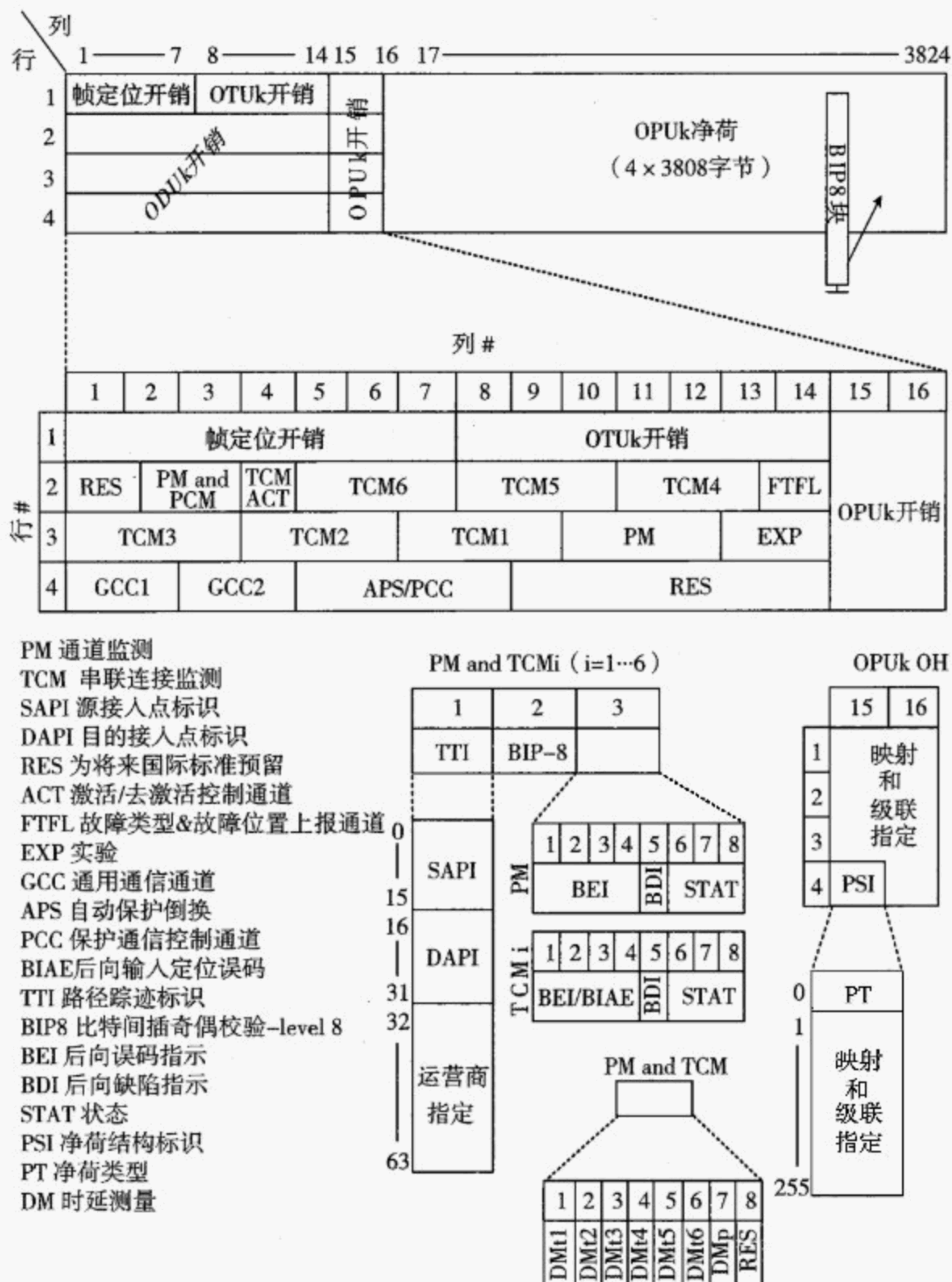


图 3.4.2-2 ODUk 帧结构,ODUk 和 OPUk 开销

3.5 OTN 设备基本要求

3.5.1 OTN 设备可分为 OTN 终端复用设备、OTN 电交叉设备、OTN 光交叉设备、OTN 光电混合交叉设备。

各类设备功能模型应符合图 3.5.1-1~图 3.5.1-4 的要求。

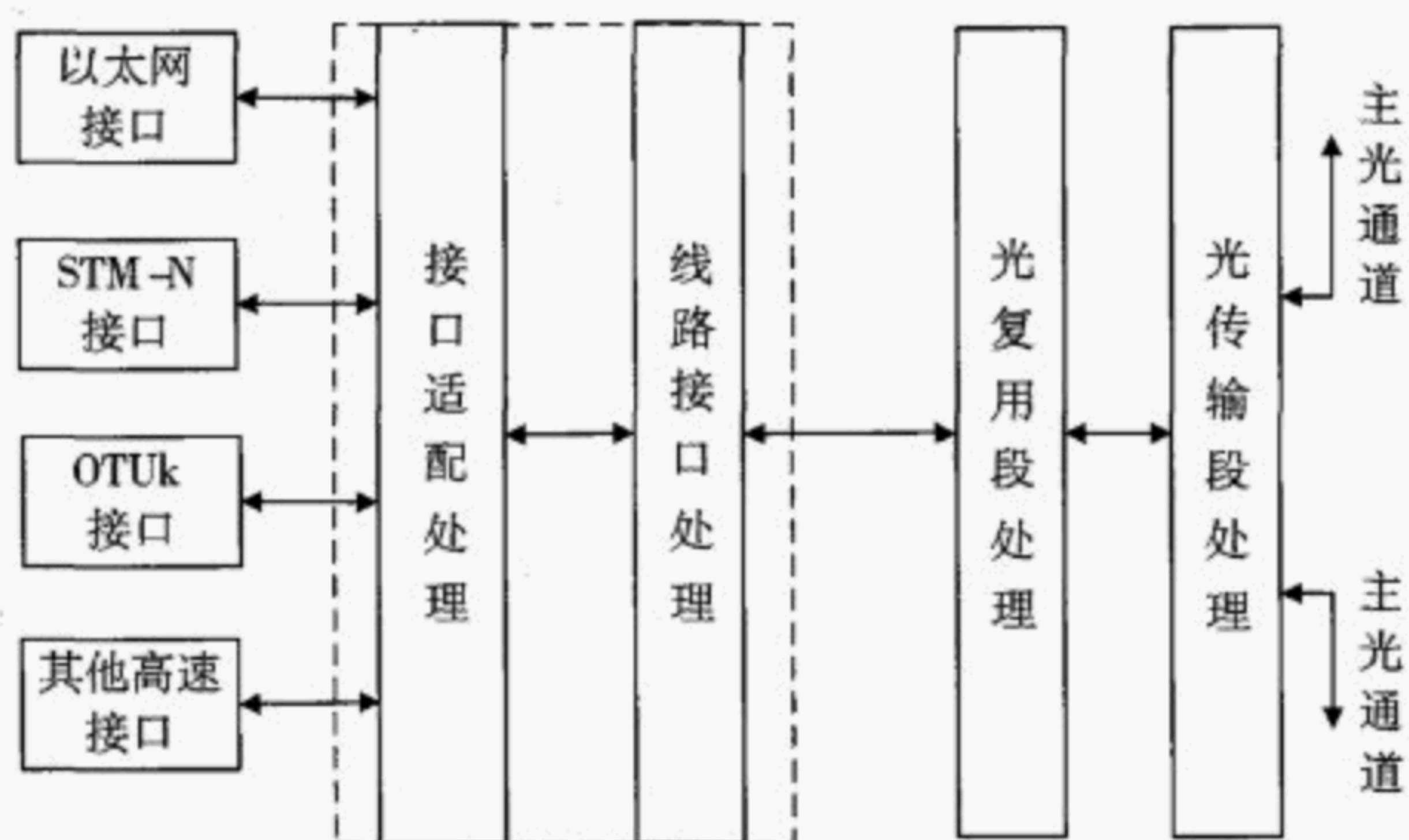


图 3.5.1-1 OTN 终端复用设备的功能模型

注：图中虚框的含义是设备实现方式可采用将接口适配处理、线路接口处理合一的方式完成

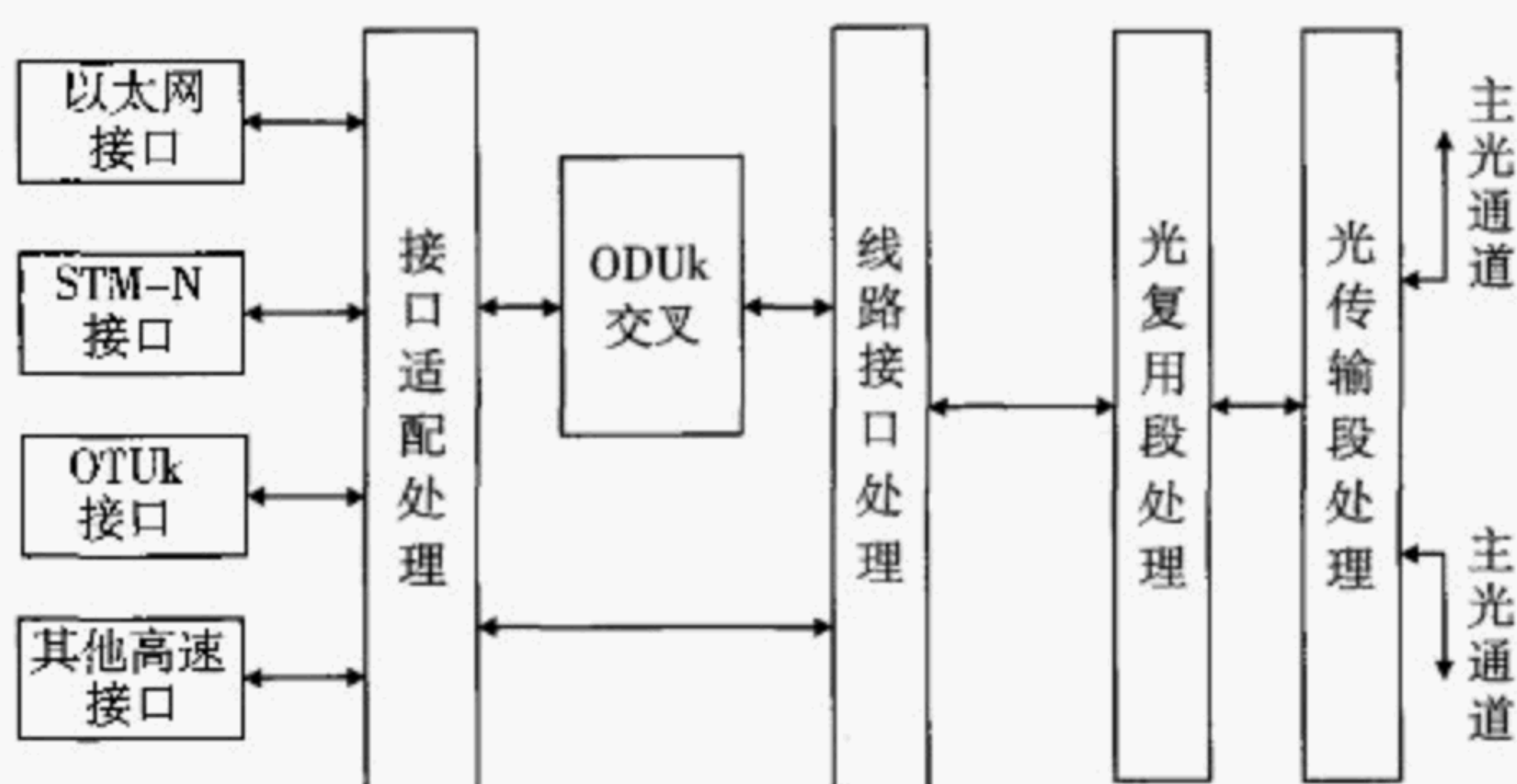


图 3.5.1-2 OTN 电交叉设备的功能模型

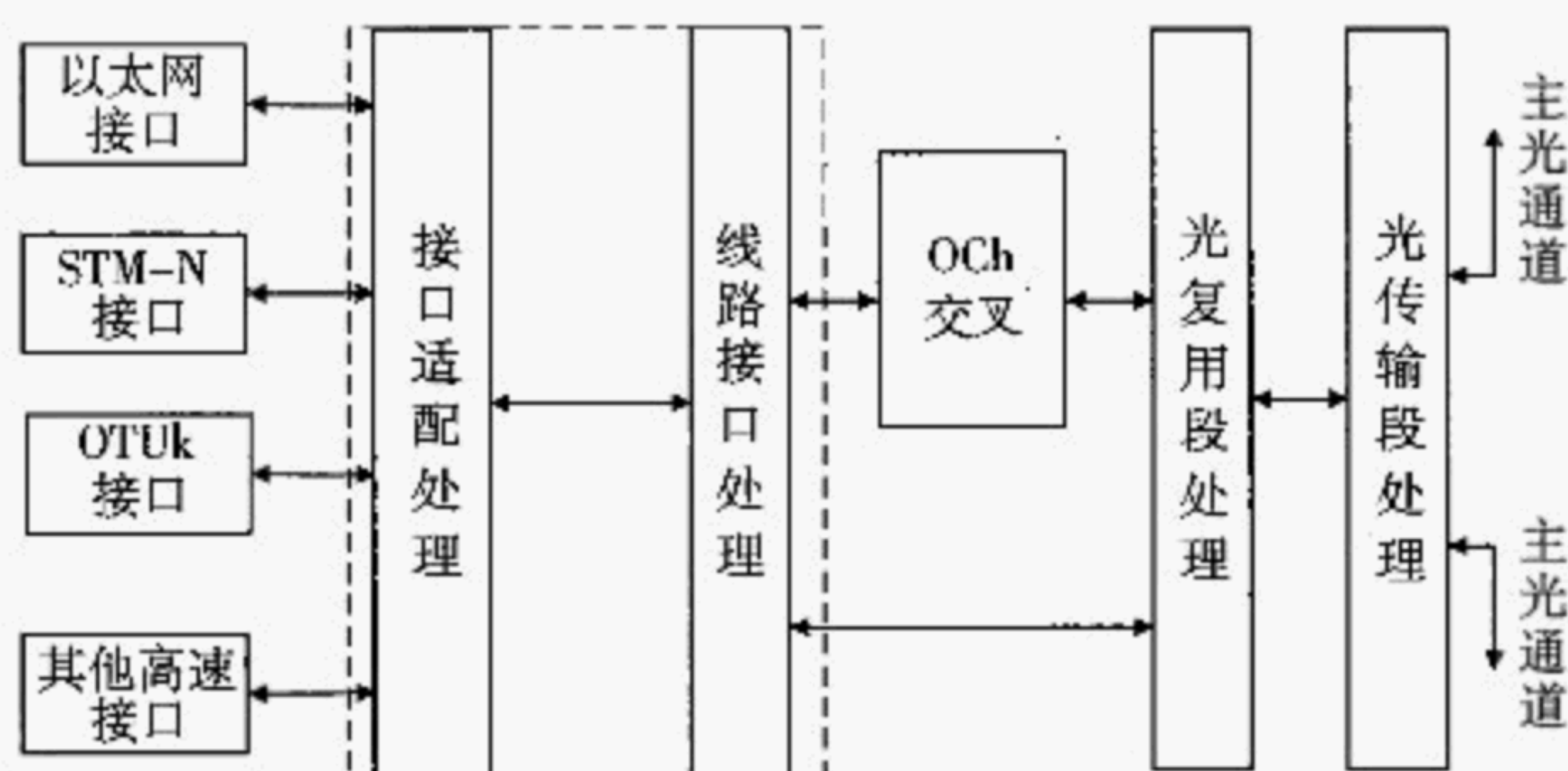


图 3.5.1-3 OTN 光交叉设备的功能模型

注：图中虚框的含义是设备实现方式可采用将接口适配处理、线路接口处理合一的方式完成

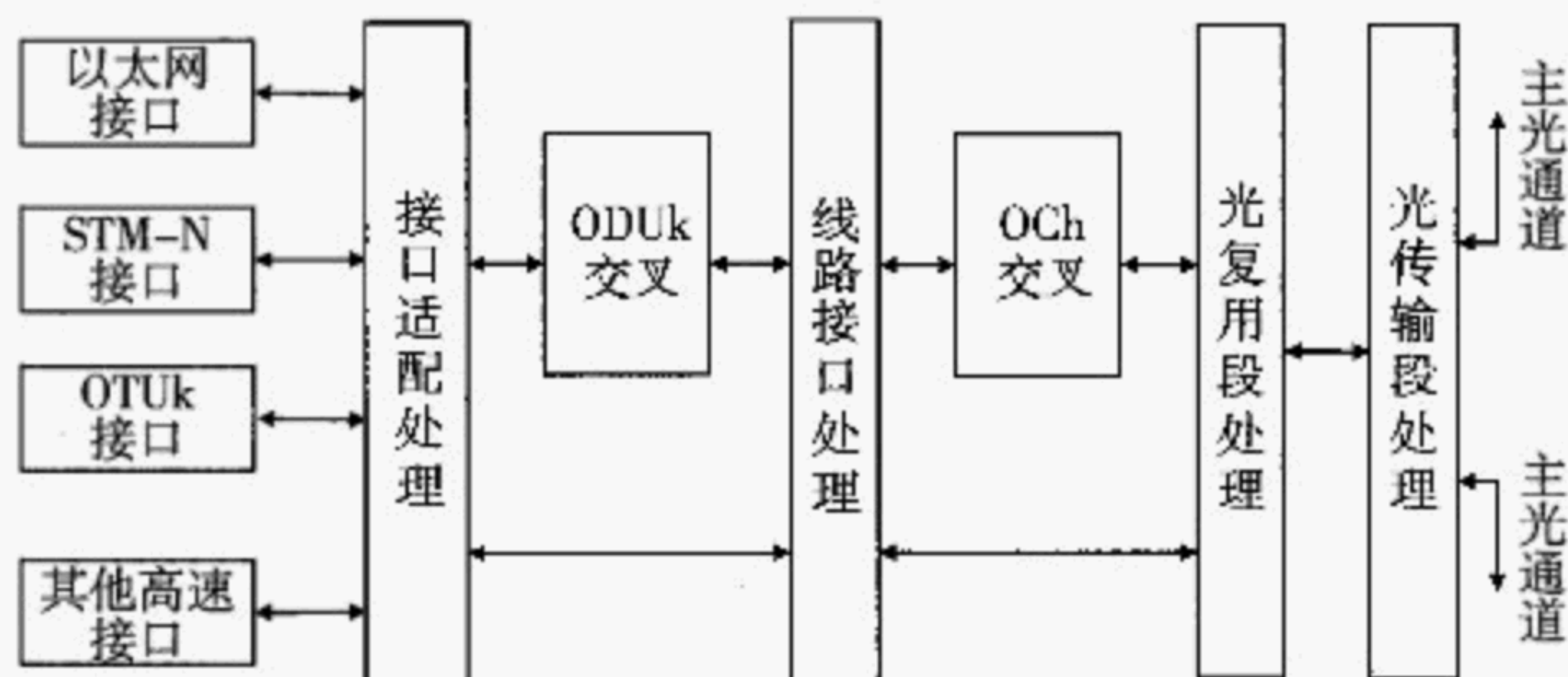


图 3.5.1-4 OTN 光电混合交叉设备的功能模型

3.5.2 OTN 设备功能应符合下列规定：

1 业务接口适配功能：支持 STM-16/64 SDH 业务，OTU1/2/2e OTU 业务，GE/10GE 以太网业务，以及 1G/2G/4G/8G/10G FC、FICON/FICON EXPRESS 等客户业务接入，经过映射复用处理后产生 ODUk(k=0,1,2,2e)通道信号。可选择支持 STM-1/4、FE、ESCON 等低速客户业务的接入，经过映射复用处理后产生 ODUk(k=0,1,2,2e)通道信号；

2 线路接口处理功能：包括 ODUk 时分复用、ODUk 映射到 OTUk 功能，主要符合《光传送网体系设备的功能块特性》ITU-T G. 798、《光传送网(OTN)接口》ITU-T G. 709 的规定。可根据网

络需求选择支持《高比特率 DWDM 海底系统的前向纠错》ITU-TG. 975 标准 FEC 或《高速率 DWDM 海缆系统前向纠错的要求》ITU-T G. 975.1 非标准 FEC 编码方式；

3 ODUk 调度功能应支持：

- 1) ODUk($k=0,1,2,2e$)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；
- 2) 交叉连接调度单元提供硬件冗余保护能力,ODUk 主备交叉倒换时间应小于 50ms；
- 3) 通过系统交叉配置,支持线路保护和业务广播的功能；

4 OCh 调度功能:OTN 设备通过光层调度子系统提供灵活的光通道(OCh)波长调度能力。通过固定上下光分插复用器(FOADM)实现环内固定光通道(OCh)调度功能,通过可重构光分插复用器(ROADM)实现动态光通道(OCh)调度功能。动态光通道(OCh)调度功能一般又分为环内调度功能和环间调度功能,也称为二维调度功能和多维调度功能；

OCh 调度功能应支持：

- 1) 光通道波长信号的分插复用功能；
- 2) 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)；
- 3) 光通道波长信号跨环调度能力；
- 4) 通过系统交叉连接配置,支持波长业务的组播和广播功能；

5 光复用段和传输段处理：

- 1) OTN 设备中承载 OMS 层的物理载体的波分复用器件的参数应符合本标准附录 B 的要求；
- 2) OTN 设备中承载 OTS 层的物理载体的光放大器件的性能要求应符合现行行业标准《 $N\times 10\text{Gbit/s}$ 超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960 的规定；

6 OTN 开销处理：

- 1) OTN 设备的 OAM 功能主要通过 OTN 的各层的开销完成对应功能,具体详细定义应符合现行行业标准《光传送网(OTN)接口》YD/T 1462 的规定;
- 2) OTN 设备应具有 OPU/ODU/OTU 层的开销处理监测功能,支持 OTU SM 段层、ODU PM 通道层监测管理功能。OTN 可提供 6 级 TCM 连接监视功能,对于多设备商/多子网环境,可实现分级和分段管理。

4 网络设计

4.1 系统容量

4.1.1 OTN 网络传输的业务主要为电力调度数据网骨干层和电力数据通信网骨干层的大颗粒业务,同时也可以承载 SDH 传输网链路。

4.1.2 应根据电力调度数据网骨干层和电力数据通信网骨干层业务带宽需求,合理分配波道资源,安排主用波道、保护波道、预留波道和测试波道等。

4.1.3 OTN 容量宜采用 40 波或 80 波,单波速率宜为 10Gbit/s。

4.1.4 系统上各个节点交叉容量的选取应结合其应用场景、业务需求预测以及网络冗余的需要进行选择 and 配置。

4.2 网络拓扑

4.2.1 电力系统 OTN 网络分为省际/主干、省内/省干网络。

4.2.2 OTN 网络的常用拓扑类型为线型、环型和网状网三种。

4.2.3 省际/主干、省内/省干网络宜为网状网和环状网结构。

4.2.4 不同干线网络间如有业务互通的要求,应至少采用两点互连。同一干线网络不同光域网络(采用不同厂家设备)的交叉节点宜采用两套不同厂家设备进行背对背互连。

4.2.5 OTN 节点宜设置在各级电网公司本部和调度控制/通信中心等信息汇聚点。

4.2.6 OTN 节点宜采用支线方式接入网络,根据业务和组网需求也可串接入干线网络。

4.2.7 采用支线接入方式时,OTN 节点宜通过不同路由的光缆采用两点及以上接入网络。

4.2.8 重要的 OTN 节点宜配置两套 OTN 设备接入干线网络。

4.3 站 段 设 计

4.3.1 光纤选用及配置应遵循下列原则：

- 1 可选用 G.652、G.655 光纤；
- 2 宜选用 OPGW，也可选用 ADSS 和普缆；
- 3 同一光放段内不宜使用不同类型的光纤；
- 4 应选择活动连接器数量少的光缆路由；
- 5 在资源允许的情况下，宜配置备纤，并在工程期间进行备纤的使用验证。

4.3.2 OTN 传输系统工程的复用段/光放段计算应符合下列规定：

- 1 当各段衰落比较均匀时，可采用规则设计法（或称为固定衰耗法）：利用色散受限式（4.3.2-1）及保证系统信噪比的衰耗受限式（4.3.2-2），分别计算复用段长度后，取其较小值。

$$L = \left\lfloor \frac{D_{\text{sys}}}{|D|} \right\rfloor \quad (4.3.2-1)$$

式中： L ——色散受限的复用段长度(km)；

D_{sys} ——MPI-S_M、MPI-R_M点之间光通道允许的最大色散值
(ps/nm)；

$|D|$ ——光纤色散系数[ps/(nm·km)]。

$$L = \sum_{i=1}^n \left[(A_{\text{span}} - \sum A_c) \div (A_f + A_{\text{mc}}) \right] \quad (4.3.2-2)$$

式中： L ——保证信噪比的衰减受限的复用段长度(km)；

n ——OTN 系统所限制的光放段数量；

A_{span} ——最大光放段衰耗，其值不应大于 OTN 系统所限制的
段落衰耗(dB)；

$\sum A_c$ ——MPI-S_M、R_M点或 S_M、R_M点或 S_M、MPI-R_M间所有连接
器衰耗之和(dB)；

A_f ——光纤线路衰耗常数(dB/km,含光纤熔接衰耗);

A_{mc} ——光纤线路每公里维护余量(dB/km)。

2 当用规则设计法不能满足实际应用的要求时,可采用色散受限式(4.3.2-1)及简易的信噪比计算式(4.3.2-3)来确定复用段/光放段的长度。

$$OSNR_N = 58.03\text{dBm} + P_{\text{out}} - 10\lg M - A_{\text{span}} - N_f - 10\lg N \quad (4.3.2-3)$$

式中: $OSNR_N$ —— N 个光放段后的每通路光信噪比(dB);

M ——通路数量;

P_{out} ——总的入纤功率(dBm);

N_f ——光放大器的噪声系数;

A_{span} ——最大光放段损耗(dB)。

在 $OSNR$ 的计算中,取光滤波器带宽 0.1nm,在每个光放段 R_M 点及 MPI- R_M 点的各个通路的 $OSNR$ 满足指标的情况下,由光放段损耗来决定光放段的长度,确定通过几个 OA 级联的复用段长度。

3 对于复杂的 OTN 传输系统,应采用专用计算工具计算 $OSNR$,来确定复用段/光放段的长度。

4 上述三种计算方法都应在工程实施前通过模拟仿真工具来验证。

4.3.3 差分群时延(DGD)计算应符合下列规定:

1 单条链路的 DGD 平均值按下式计算:

$$DGD = PMD_{\text{coe}} \times \sqrt{L} \quad (4.3.3-1)$$

式中: PMD_{coe} ——PMD 参数;

L ——链路长度。

2 OTN 系统中,光复用段平均 DGD 值按下式计算:

$$DGD = \sqrt{\sum_{i=1}^N (PMD_{\text{coe}-i} \times \sqrt{L_i})^2} \quad (4.3.3-2)$$

4.4 传输链路设计

4.4.1 目标传输距离大于 1000km 的多跨段 OTN 系统称为多跨段超长距离 OTN 系统,目标传输距离大于 160km 的单跨段 OTN 系统称为单跨段超长距离 OTN 系统。

4.4.2 多跨段 $40 \times 10\text{Gbit/s}$, $80 \times 10\text{Gbit/s}$ OTN 系统主光通道接口参数应符合本标准附录 C 和现行行业标准《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》YD 5092 的相关规定。

4.4.3 多跨段 $40 \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距, $80 \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距 OTN 系统主光通道接口参数应符合本标准附录 D 和现行行业标准《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》YD 5092 的相关规定。

4.4.4 单跨段超长距 OTN 系统主光通道接口参数应符合现行行业标准《电力通信超长站距光传输工程设计技术规程》DL/T 5734 的相关规定。

4.4.5 放大器选择应遵循下列原则:

1 按系统终期传输容量考虑光放大器的配置,冗余度的设置应考虑管理、维护及系统老化余量;

2 选择常规放大器可满足工程传输性能时,不宜选择高功率放大器(一般大于 $+23\text{dBm}$)和喇曼放大器;

3 选择高功率放大器可满足工程传输性能时,不宜选择喇曼放大器;

4 个别超长或衰耗过大的段落,增加光放站有困难时,可采用喇曼放大器和遥泵放大器。

4.4.6 色散补偿技术及其他技术应符合下列要求:

1 系统色散补偿应遵循下列原则:

1)对于色散受限的 OTN 系统,可进行色散补偿,补偿时应考虑色散斜率补偿,以保证光复用段每个光通道的残余色散在 OTU 的色散容限内,并有一定余量;

2)色散补偿可采用固定色散补偿或/和自适应色散补偿,自

适应色散补偿可结合固定色散补偿实现单信道的精确色散补偿；

- 3) 色散补偿光纤(DCF)应符合《光组件和子系统的传输特性》ITU-T G. 671、《带有光放大器的多通路系统光接口》ITU-T G. 692 和其他相关建议的要求。

2 光通路应考虑 PMD 影响因素,确保差分群时延(DGD)在系统配置的允许范围之内。

3 OTN 系统设计时应根据通道类型、复用段长度、光缆参数等因素,考虑采用以下技术:

- 1) 功率均衡技术:具备光功率均衡功能,可不需人工参与、自动对单波道进行功率调节;
- 2) FEC 技术:分为普通 FEC 技术和超强 FEC 技术,超强 FEC 技术能提供 7dB 以上等效 OSNR 增益;
- 3) 精细色散管理技术:综合采用斜率补偿、波长或波带补偿方式、自适应电色散补偿等技术,更精确地补偿各波道的色散。

4.4.7 在工程实际应用中,传输跨段选择应遵循下列原则:

1 当实际的光放段衰耗比较均匀,符合规则设计法时,可直接套用本标准附录 C 和附录 D 规定的跨段损耗设计,此时实际的光放段数量及光放段衰耗不应超过规定的数值;

2 当光复用段中短跨段和长跨段混合传送时,光放段数量超出本标准附录 C 和附录 D 规定的长跨段光放段数量,应核算光放段数量是否可增加。

4.5 交叉方式选择

4.5.1 OTN 传输系统交叉方式包括电交叉、光交叉和光电混合交叉三种方式。

4.5.2 具备 ODUk 调度功能的 OTN 站点应采用电交叉方式或光电混合交叉方式,具备 OCh 调度功能的 OTN 站点应采用光交叉方式或光电混合交叉方式。

4.5.3 OTN 终端站和 OTN 再生站应采用电交叉方式,以两点以上方式接入网络的 OTN 终端站和 OTN 再生站可采用光电混合交叉方式。

4.5.4 以两点以上方式接入网络的 OTN 分路站可采用光交叉方式。

4.5.5 采用光电混合交叉方式的 OTN 站点宜配置本地维度的光交叉单元。

4.6 波道组织

4.6.1 OTN 传输系统的波道分配和使用应遵循全网络统一的原则。

4.6.2 波道组织应根据业务预测和网络结构,结合网络现状及发展规划进行编制。

4.6.3 波道组织在编制过程中应遵循下列原则:

- 1 波道组织应以满足近期业务需求为主,并考虑一定富余;
- 2 业务波道规划宜按 192.1THz 从小到大配置,196.0THz 宜固定为备用维护波道;
- 3 同一环内不同复用段的波道配置宜采用同序号的波道;
- 4 跨环的复用段可不追求端到端相同波长,只需要保证相邻节点波道可通即可;
- 5 主用波道和备用波道的选择应遵循下列原则:
 - 1)线型拓扑:主用波道和备用波道应采用不同序号的波道;
 - 2)环形拓扑:同一环内不同路径的主用波道和备用波道可采用同序号的波道;
 - 3)网状型拓扑:主用波道和备用波道可采用不同序号的波道。

4.7 电路组织

4.7.1 电路组织应根据业务预测和波道组织,结合网络现状及发

展规划进行编制。

4.7.2 电路组织在编制过程中应遵循下列原则：

- 1 电路组织应以满足近期业务需求为主,并考虑一定富余;
- 2 电路组织可根据系统中不同速率级别的光通道的终端和转接情况做出具体安排;
- 3 同一环内不同复用段的电路配置宜采用同序号的波道和时隙;
- 4 两点间的电路安排应优先选用最短路径,同时兼顾各段波道截面的均匀性;
- 5 在不影响网络灵活调度的前提下,应尽量组织较高速率的通道转接;
- 6 电路组织应满足电网业务的安全性需求。

5 辅助系统

5.1 网管系统

5.1.1 OTN 传输系统的网络管理系统应符合现行行业标准《WDM 光缆通信工程网管系统设计规范》YD/T 5113 和《光传送网(OTN)网络总体技术要求》YD/T 1990 的相关规定。

5.1.2 OTN 网络应随网络同步配置网管系统,宜遵循下列配置原则:

1 OTN 设备的网管系统应该支持 OTN 设备的配置管理、故障管理、性能管理、安全管理等功能,管理对象为 OTN 设备网元;设备之间通过 OSC、GCC 通道或者 TCP/IP 协议栈通信;

2 网络资源管理单位应配置 OTN 设备的网管服务器,宜实现主备冗余配置方式;

3 运维单位宜配置 X 终端,根据运维管理关系设定管理权限。

5.1.3 OTN 传输系统宜配置子网级网管系统,应符合下列功能要求:

1 支持各层次路径路由的图形显示:用户可看到路径经过的每一个节点以及相应的资源信息;对于 OTN 网络,网管支持 OTS、OMS、OCh、OTUk、ODUk、Client 六个层次的路径;

2 支持路径的资源统计和报表功能;

3 支持路径的过滤;

4 支持 OCh 或 OTUk 的维护管理:环回、踪迹字节管理等;

5 支持路径的告警管理:能够查询路径相关的告警等;当设备上有告警时,告警应能定位到受影响的路径上;

6 支持路径的性能管理:能够查询路径相关的性能等;

7 支持端到端的业务配置:网管系统需支持自动或者半自动的端到端的业务配置功能。用户选择起点、终点,通过自动或者人工介入的方式应能建立起端到端的通道。支持的路径级别包括:OCh 路径、ODUk 路径、GE/其他 Client 路径;

8 支持路径的保护管理:对于有保护的路径,能以图形或列表方式呈现出业务的主备用路由。发生自动或人工倒换后,能够以特殊颜色标记新业务的主备用路由。对于主用/备用通道中断,网管上均有特殊提示。主备通道都断了的情况应显著提示用户。

5.1.4 OTN 传输系统网管接口能力应符合下列规定:

本标准不对网管与网元之间的南向接口和信息模型做具体要求,OTN 网管的北向接口应符合下列规定:

- 1 网管系统同上级管理系统之间的接口为 CORBA;
- 2 网管系统支持向通信综合网管系统提供网络拓扑信息、故障告警信息、运行状态信息等数据;
- 3 网管系统支持向光缆监测系统提供光纤衰耗及劣化监测数据;
- 4 网管系统支持资源管理系统提供网络资源数据。

5.1.5 OTN 传输系统网管和网元之间 DCN 宜通过 TCP/IP 协议栈进行通信,网元同网元之间应通过 OSC、GCC 或者 TCP/IP 协议栈进行通信。网管系统应支持对于 DCN 系统的配置和状态监视。

5.1.6 OTN 传输系统的 DCN 组织应符合下列规定:

- 1 同一电力通信网内部不同厂商的 OTN 设备应单独组织 OTN 管理域,多制造厂商 OTN 管理域间应通过具有 3R 功能的 IrDI 接口互通;
- 2 在 OTN 传输系统中 DCN 的实现有光监控通道(OSC)、电监控通道(ESC)和带外 DCN 三种可选方式,宜优先选用 OSC 方式;
- 3 在没有光放站的 OTN 系统中可采用 ESC 方式组织 DCN

网络；

4 在网络规模较大、网元数量多、OSC、ESC 通道带宽不够的情况下,可采用与业务网络本身相互独立的带外 DCN 方式。

5.2 公务联络系统

5.2.1 OTN 网络可选择配置公务联络系统,提供公务电话服务。

5.2.2 公务电话利用 OTN 网络传送的开销字节为不同的工作站点之间的操作工程师或维护工程师提供语音通信功能,网络设计应根据用户需要配置。

5.2.3 公务电话功能包括下列两种方式：

1 选址呼叫电话:选址呼叫为点对点的电话呼叫,主叫站通过拨打被叫方的电话号码呼叫被叫方；

2 子网会议电话:子网会议电话是子网范围内的群呼功能。其中子网为具有相同子网号码,并通过光路直接相连的各网元的集合。

6 网络保护

6.1 保护方式

6.1.1 OTN 定义了线性保护和环网保护 2 种保护类型,线性保护可分为光层保护 (OLP、OMSP、OCP) 与电层保护 (ODUk SNCP),环网保护可分为光通道共享保护环和 ODUk 环网保护。

6.1.2 光缆线路保护 (OLP) 通过占用工作及保护 2 对光纤的方式实现对线路信号的保护 (图 6.1.2)。1+1 保护和 1:1 保护工作方式应符合下列规定:

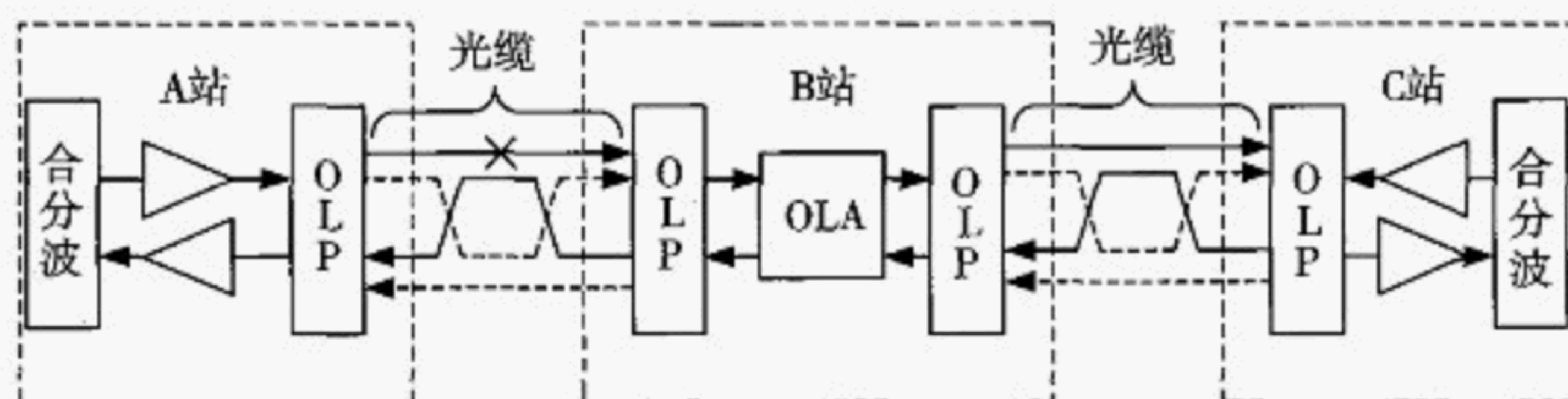


图 6.1.2 OLP 保护方式示意图

——→ 工作路由; - - - - -> 保护路由; ▷ 放大器

1 1+1 保护:2 站光缆线路侧对应 OLP 均采用双发选收的保护方式,发送光功率一分为二,沿工作和保护光纤同时传输,接收端对 2 路光功率进行检测,根据功率状况和设定的切换条件选择是否倒换。保护不需要 APS 协议,保护倒换时间应小于 50ms;

2 1:1 保护:2 站光缆线路侧对应 OLP 采用选发选收的保护方式,所有发送光功率均沿工作光纤传输,保护光纤无业务信号。收端和发端根据工作光纤和保护光纤的状况,同时选择工作于主光纤或保护倒换到备用光纤,保护倒换时间应小于 50ms。

6.1.3 光缆线路保护(OLP)一个光放段的主备用路由光缆长度不宜差异太大,适合在具备双路由光缆、空余光纤丰富、光缆故障频繁的段落采用。

6.1.4 光复用段保护(OMSP)在光复用段的 OTM 节点间应采用 1+1 保护(图 6.1.4)。发送端用 1:2 光分路器把光信号分成 2 路(双发),一路提供给光工作复用段,另一路提供给光保护复用段。在接收端用 1×2 光开关对接收光信号进行择优选择,当光工作复用段发生故障时,接收端用光开关进行倒换,选择由光保护复用段传送的信号。保护倒换时间应小于 50ms。

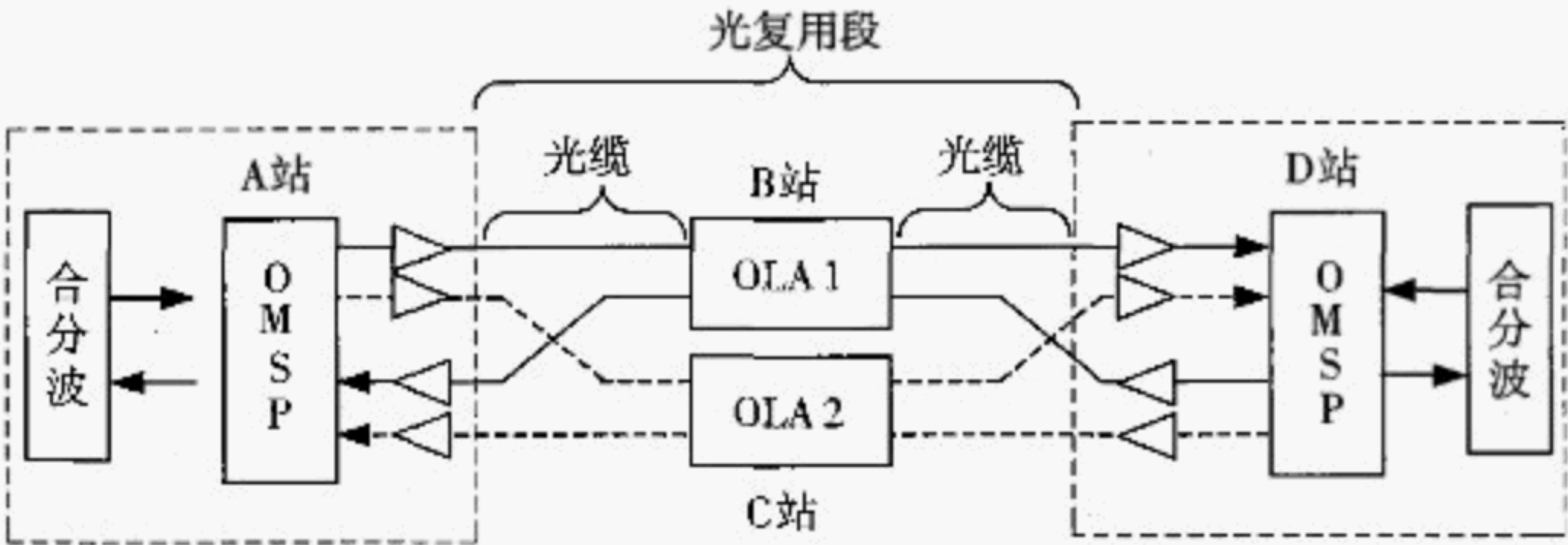


图 6.1.4 OMSP 保护方式示意图

——→ 工作路由; - - - - -> 保护路由; ▲ 放大器

6.1.5 光复用段保护(OMSP)对 2 个 OTM 站之间的 OTN 系统的所有波长同时进行保护。光开关放在光放大器(OA)之前。光复用段保护对光纤资源的需求成倍增加,并需要在主备用路由上均建设光放大器,建设和维护成本较大,在具备双路由光缆、空余光纤丰富的链路可适当采用。

6.1.6 光通道层保护(OCP)是基于单个波长保护,可在光通道实施 1+1 或 1:N (可选)的保护。1+1 保护将客户侧信号输入到 OTN 系统的不同 OTU 中,通过并发选收的方式实现对客户侧信号的保护(图 6.1.6)。保护倒换时间应小于 50ms。

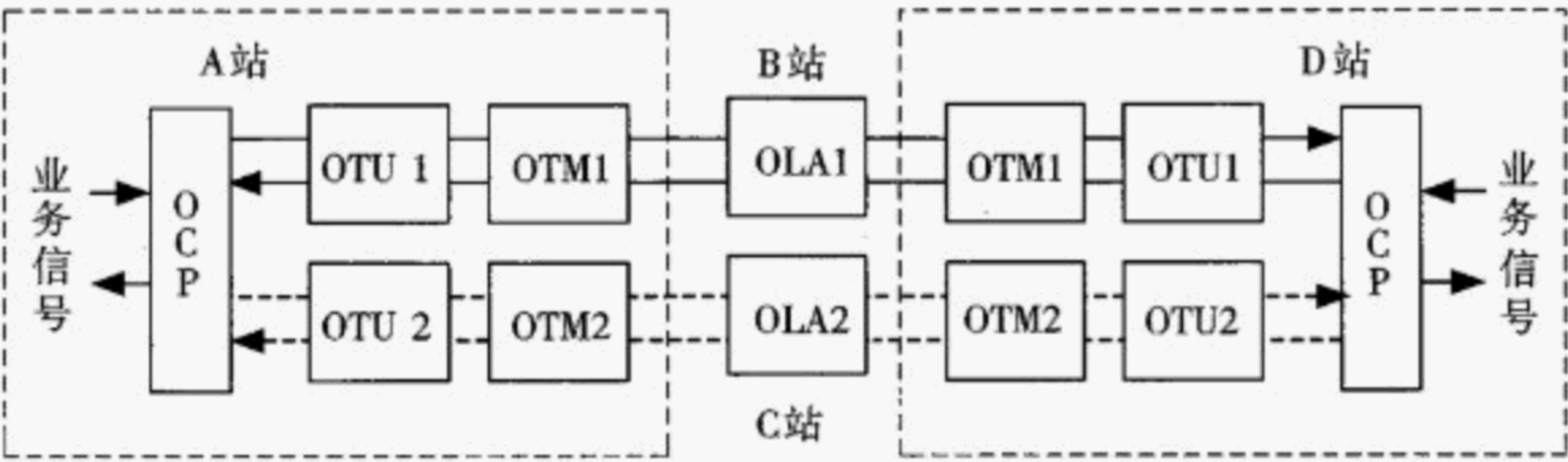
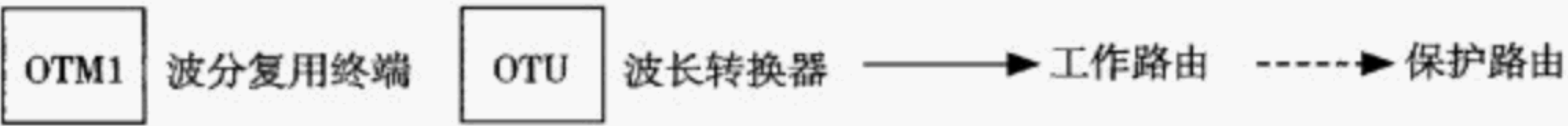


图 6.1.6 OCP 1+1 保护方式示意图



6.1.7 光通道层保护(OCP)一般用于 OTU 和客户设备之间,可根据需要有选择地对业务进行保护,需要占用较多的波道资源和 OTU,对个别有特殊质量要求的电路可采用该方式提供保护。

6.1.8 子网连接保护(ODUk SNCP)是一种专用点到点的保护机制,用于保护一个通信网或多个通信网络内一部分路径的保护,保护倒换时间应小于 50ms。受到保护的子网络连接可是两个连接点(CP)之间,也可是一个连接点和一个终结连接点之间(TCP)或两个终结连接点之间的完整端到端网络连接。

6.1.9 子网连接保护(ODUk SNCP)主要包括 ODUk 1+1 保护和 ODUk M:N 保护 2 种。ODUk M:N 保护需要使用 APS 协议在源宿节点间交互信息来控制保护倒换。子网连接保护 3 种方式的选择应遵循下列原则：

- 1 SNC/I:固有监视,触发条件为 SM 段开销状态。当不需要配置 ODU 端到端保护,也不需要配置 TCM 子网应用时,选择 SNC/I;
- 2 SNC/S:子层监视,触发条件为 SM、TCM 段开销状态。当不需要配置 ODU 端到端保护,但需要配置 TCM 子网应用时,选择 SNC/S;
- 3 SNC/N:非介入监视,触发条件为 SM、TCM、PM 段开销

状态。当需要配置 ODU 的端到端保护时,选择 SNC/N。

6.1.10 子网连接保护(ODUk SNCP)可对波道或者子波长进行保护,适用于多种网络结构,可节省通道资源;适合于跨子网的业务的保护。

6.1.11 光通道共享保护环(OCh SPRing)支持双向倒换,保护倒换颗粒度为 OCh 光通道。OCh SPRing 保护在业务上下路节点直接进行双端倒换形成新的环路。每个环节点根据节点状态、业务信息和拓扑结构,判断被保护业务是否会受故障影响,确定通道保护状态,并触发保护倒换动作。OCh SPRing 保护倒换时间应小于 50ms。

6.1.12 ODUk 环网保护(ODUk SPRing)支持双向倒换,保护倒换颗粒度为 ODUk。ODUk SPRing 保护在业务上下路节点发生保护倒换动作。ODUk SPRing 保护组在环上节点对信号质量情况进行检测作为保护倒换条件,对协议的传递也仅仅需要环上的节点进行相应处理。

6.1.13 ODUk 环网保护可支持额外业务,主要适用于分布式业务较多的网络,可节省大量的波长资源,提高资源利用率。环上任何两节点间的业务容量应小于或等于 ODUk 容量。没有额外业务情况而且所有节点处于空闲态(光纤长度小于 1200km),保护倒换时间应小于 50ms。

6.2 控制平面

6.2.1 OTN 网络可选择配置控制平面,形成基于 OTN 的 ASON 网络。

6.2.2 OTN 网络控制平面基本结构和功能、协议的选取应符合现行国家标准《自动交换光网络(ASON)技术要求》GB/T 21645.1 的规定。

6.2.3 OTN 网络控制平面应符合下列基本要求:

- 1 控制平面内置在各设备中,可选择是否启动控制平面

功能；

2 控制平面的网络故障不应影响已有连接的正常工作,控制平面失效不应导致传送平面和管理平面的失效；

3 基于控制平面的网络自愈方式和网络线性保护和环网保护方式应可叠加使用,优先触发网络线性保护和环网保护方式。

6.2.4 OTN 网络控制平面应有执行保护和恢复功能。

1 对于光层(OCh 层)的 SPC 和 SC 连接,应支持以下保护和恢复类型：

- 1)OCh 1+1 保护；
- 2)OCh 1 : N 保护；
- 3)OCh 1+1 保护与恢复的结合；
- 4)OCh 1 : N 保护与恢复的结合(可选)；
- 5)OCh SPRing 保护与恢复的结合(可选)；
- 6)OCh 永久 1+1 保护；
- 7)预置重路由恢复；
- 8)动态重路由恢复。

2 对于电层(ODUk 层)的 SPC 和 SC 连接,应支持以下保护和恢复类型：

- 1)ODUk 1+1 保护；
- 2)ODUk M : N 保护(可选)；
- 3)ODUk 1+1 保护与恢复的结合；
- 4)ODUk M : N 保护与恢复的结合(可选)；
- 5)ODUk SPRing 保护与恢复的结合(可选)；
- 6)ODUk 永久 1+1 保护；
- 7)预置重路由恢复；
- 8)动态重路由恢复。

3 在一个光电混合网络中,可采用自下而上、自上而下和混合协调机制。

6.2.5 OTN 网络控制平面自动发现功能应符合下列规定：

- 1 应具有发现连接两个节点间光纤的能力；
- 2 应具备波长资源的自动发现功能；
- 3 应具有 OTUk/ODUk 的层邻接发现功能；
- 4 应支持基于 GCC 开销的 LMP 自动发现和端口校验功能；
- 5 除了应支持自动发现功能外,控制平面同时也应支持手工配置。

6.2.6 OTN 网络控制平面应支持时分交换、波长交换(LSC)和波长冲突管理能力。

7 传输系统性能指标

7.1 光信噪比

- 7.1.1 多跨段 $40\times 10\text{Gbit/s}$, $80\times 10\text{Gbit/s}$ OTN 系统的光信噪比参数,应符合本标准附录 C 的规定。
- 7.1.2 多跨段 $40\times 10\text{Gbit/s}$ 超长距, $80\times 10\text{Gbit/s}$ 超长距 OTN 系统的光信噪比参数应符合本标准附录 D 的规定。
- 7.1.3 单跨段超长距 OTN 系统的光信噪比参数应符合现行行业标准《电力通信超长站距光传输工程设计技术规程》DL/T 5734 的相关规定。

7.2 误码性能

- 7.2.1 OTN 网络采用基于块误码方式进行在线业务性能测量, ODUk 通道误码性能评估基于可用时间内发生的事件数。主要参数有误块(BE)、严重误块秒(SES)、背景误块(BBE)、严重误码秒比(SESr)(可选)、背景块误码比(BBER)等。
- 7.2.2 ODUk/ODUkT 产生 SES 的门限应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 严重误块秒门限

比特率(kbit/s)	通道类型	SES 门限(1 秒内的误块数)
1244160	ODU0	1526
2498775	ODU1	3064
10037273	ODU2	12304
10399525	ODU2e	12748
任意比特速率 $X\geq 1\,244\,160$	ODUflex	取最大整数 $[(150\times X)/122368]$

7.2.3 ODUk HROP 端到端维护性能目标为《光传送网(OTN)内的多运营商国际通道的差错性能参数和指标》ITU-T G. 8201规定的 SESR、BBER 值的 50%，应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 ODUk HROP 维护性能目标(国内)

通道类型	比特率(kbit/s)	块/s	SESR	BBER
ODU0	1244160	10168	1×10^{-3}	4×10^{-5}
ODU1	2498775	20420	1×10^{-3}	2×10^{-5}
ODU2	10037273	82025	1×10^{-3}	5×10^{-6}
ODU2e	10399525	84986	1×10^{-3}	5×10^{-6}
ODUflex	任意比特速率 $X \geq 1244160$	$(1000 \times X)/$ 122368	1×10^{-3}	$4 \times 10^{-5}/$ $(X/1244160)$

7.3 抖动性能

7.3.1 OTN 网络接口输出抖动应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 OTUk 接口允许的最大输出抖动

接口类型	测量带宽		峰—峰抖动值(Ulpp)
	低通(kHz)	高通(MHz)	
OTU1	5	20	1.50
	1000	20	0.15
OTU2	20	80	1.50
	4000	80	0.15

7.3.2 OTU1 输入正弦抖动容限应符合表 7.3.2 和图 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 OTU1 输入正弦抖动容限

频率 f (Hz)	峰峰抖动值(Ulpp)
$500 < f \leq 5k$	$7500 f^{-1}$
$5k < f \leq 100k$	1.50
$100k < f \leq 1M$	$1.5 \times 10^5 f^{-1}$
$1M < f \leq 20M$	0.15

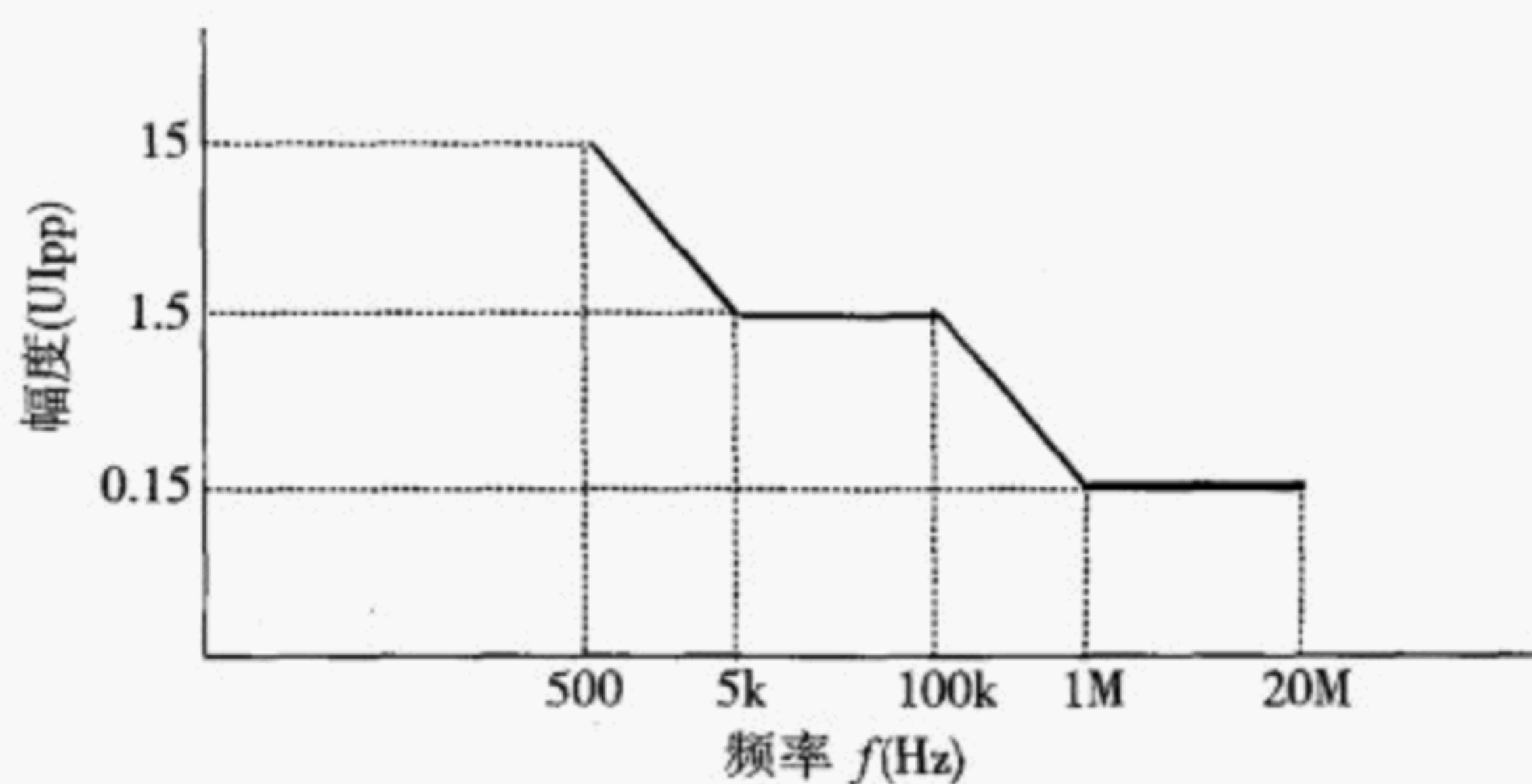


图 7.3.2 OTU-1 输入正弦抖动容限

7.3.3 OTU2 输入正弦抖动容限应符合表 7.3.3 和图 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 OTU2 输入正弦抖动容限

频率 f (Hz)	峰峰抖动值 (UIpp)
$2k < f \leq 20k$	$3.0 \times 10^4 f^{-1}$
$20k < f \leq 400k$	1.50
$400k < f \leq 4M$	$6.0 \times 10^5 f^{-1}$
$4M < f \leq 80M$	0.15

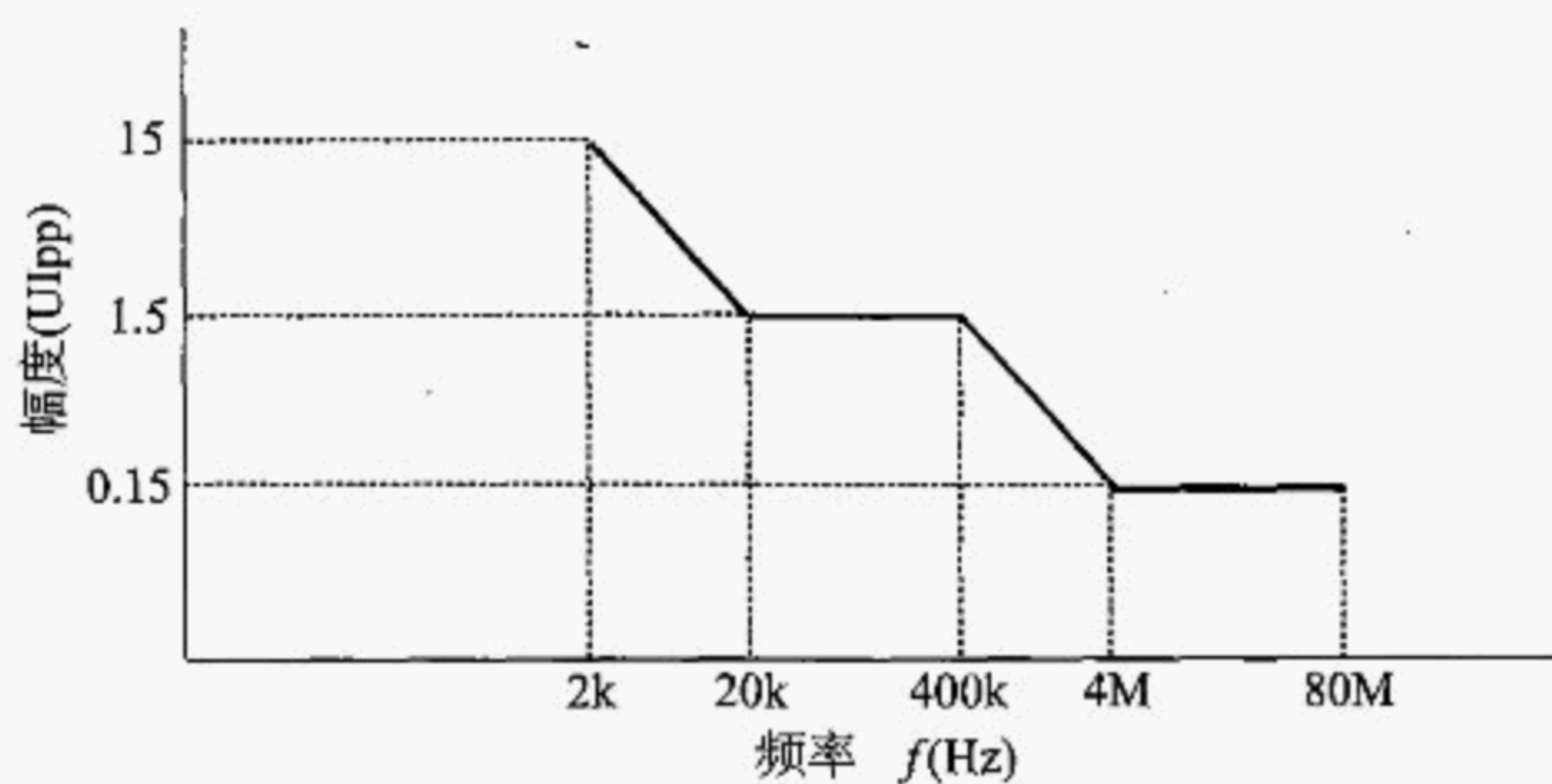


图 7.3.3 OTU2 输入正弦抖动容限

7.4 以太网性能指标

对于以太网专线业务,丢包率主要是由传输线路的误码引起。OTN 网络以太网性能包括以下指标:

丢包率指标一:沿用 SDH 电路误码率评价指标方式,即 24h 测试无误码。对应到以太网业务的丢包率,则要求 24h 测试无丢包。

丢包率指标二:IEEE 802.3 要求 10GE 的物理层支持优于 1×10^{-12} 的误码率。根据误码率和丢包率的对应关系,以 128 字节为例,误码率与丢包率基本相差 3 个数量级。对应 1×10^{-12} 的链路误码率,在发送流量为链路带宽 90% 时,则丢包率应为 1×10^{-9} 。

8 互联互通

8.1 OTN 网络与用户网络互通

OTN 传输网与用户网络的互联应支持 STM-N 接口或者以太网接口互联,可支持 OTUk 接口互联。物理接口应符合《同步数字系列(SDH)的网络节点接口》ITU-T G. 707、《局域网协议标准》IEEE 802.3u、802.3z、802.3ab、802.3ae、现行行业标准《光传送网(OTN)物理层接口》YD/T 1634 等标准技术要求。

8.2 不同制造厂商设备之间的互通

8.2.1 不同制造厂商 OTN 网络管理域间宜通过 OTN 的 IrDI 接口互联,不具备 OTN 的 IrDI 互联条件时,可采用非 OTN 的 IrDI 接口互联。

8.2.2 不同制造厂商设备间互联的光接口应用代码应保持一致。

8.2.3 不同制造厂商网络互联宜支持传送平面 OTU0/1/2/2e 接口互通。

8.2.4 不同制造厂商网络互联宜实现控制平面 E-NNI 接口互通。

9 设备选型与配置

9.1 设备选型

9.1.1 OTN 设备选型应遵循下列原则:

- 1 技术先进、安全可靠、经济适用的原则;
- 2 具有灵活的、最少品种的硬件配置,有利于系统扩容及升级;
- 3 符合现行行业标准《光传送网(OTN)网络总体技术要求》YD/T 1990 和《光传送网(OTN)接口》YD/T 1462 的规定;
- 4 对于国内尚未制定的标准,符合相应的 ITU-T 建议要求;
- 5 在设备功能和性能相近的条件下,选择功耗低的设备。

9.1.2 工程中采用的 OTN 网络设备应取得工业和信息化部“电信设备进网许可证”。

9.1.3 在我国抗震设防烈度 7 度以上(含 7 度)地区电力网中使用的 OTN 网络设备,应取得“电信设备抗震性能检测合格证”。

9.1.4 设备的电磁兼容性应符合现行国家标准《电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法》GB 19286 的规定。

9.1.5 设备的机架高度宜为 2200mm 或 2000mm,深度宜为 300mm 或 600mm,宽度宜为 600mm 或 800mm。

9.1.6 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,同时应具有足够的机械强度和刚度。

9.2 设备配置

9.2.1 OTN 设备配置应遵循下列原则:

- 1 根据业务需求,各节点可选择 OTN 终端复用设备、OTN

电交叉设备、OTN 光交叉设备、OTN 光电混合交叉设备；

2 省际/主干、省内/省干 OTN 网络交叉节点宜采用电交叉连接设备或光电混合交叉连接设备。在波长交叉后链路长度满足光纤色散容限时，可采用光交叉设备；

3 OTN 网络设备关键板卡应冗余配置，宜实现业务板卡保护功能；

4 设备应按传输方向及波道数量进行配置，设备交叉容量应根据应用场景合理选取，跨环节点应结合业务需求选用大容量交叉设备；

5 OTN 电交叉设备应以子架为单元配置保护和恢复用的冗余波道，并适当预留一定数量的业务槽位。应避免或减少一个局站或节点内不同子架间的业务调度，在必须进行跨子架进行业务调度时，子架间的互联宜采用客户侧接口，在客户侧接口不支持 ODUk 的复用功能时，也可采用线路侧接口，接口速率应采用设备支持的最高速率；

6 OTN 光交叉设备的维度数应根据当期预测的光线路方向数配置，同一维度的板卡应适当集中排列；

7 OTN 电交叉设备宜采用支线路分离的 OTU，客户侧接口的配置数量和类型应根据业务需求确定，并考虑适当冗余；

8 设备配置应考虑维护使用和扩容的方便，各速率业务和线路板光模块宜采用可热插拔的光模块；

9 客户侧业务板卡的配置应在满足各类业务需要的基础上，简化网络配置和减少维护备品备件的种类和数量；

10 设备维护备件的配置应满足日常维护的基本需要，原则上应保证重要单元盘不缺品种。线路板光模块备件宜采用可调波长激光器。

9.2.2 接入业务数量多的终端站的光通路端口宜按光口速率终端在不同的 ODF 子架或端子板上。

9.2.3 当中心机房设备较多时，可设置列头配电柜。列头配电柜

的配置宜符合下列规定：

- 1 列头配电柜宜配置在每一机列靠主走道一端；
- 2 当机列长度较长或所需熔丝数量超过单个列头配电柜容量时，可在次要走道端配置列尾柜；
- 3 列头配电柜应能够实时显示电源电压和实际用电电流；
- 4 列头配电柜的二级熔丝应能够带电进行更换，带电更换列头配电柜二级熔丝时应不影响列头配电柜中其他电源系统的工作。

10 设备安装

10.1 机房平面布置与设备排列

10.1.1 机房内设备布置应遵循下列原则:

- 1 工程设计应合理利用机房面积,便于施工,维护方便,操作安全,有利于发展扩建,注意整齐美观;
- 2 应符合抗震加固要求,有利于自然采光;
- 3 同类设备宜相对集中,设备布置应有利于缩短架间布线;
- 4 应根据近、远期规划统一安排,以近期为主,同时考虑远期的发展。

10.1.2 设备排列及间距应符合下列参数要求:

- 1 主要维护走道宽度:设备单侧排列的机房为 1.3m~1.5m,设备双侧排列的机房为 1.5m~1.8m;
- 2 次要维护走道宽度为 0.8m~1.2 m;
- 3 相邻机列面与面之间的净距为 1.3m~1.5m;
- 4 相邻机列背与背之间的净距为 0.7m~0.8m;
- 5 相邻机列面与背之间的净距为 1.0m~1.2m;
- 6 机面与墙的净距不小于 1.0m;
- 7 机背与墙的净距一般不小于 0.8 m (当机背没有维护工作时可靠墙)。

10.2 布线要求与线缆选择

10.2.1 交流电源线与通信线应分开布放,间距应大于 50mm。

10.2.2 布线距离应尽量短而整齐,且应考虑今后扩容时设备安装及线缆布放。

10.2.3 线缆布放位置应合理,不得妨碍或影响日常维护、测试工

作的进行。

10.2.4 光纤连接线宜布放在专门的光纤槽道内,当光纤连接线在槽道内与其他通信电缆一起布放时应考虑保护措施。

10.2.5 布线电缆选择应满足传输速率、衰减、特性阻抗、串音防卫度和耐压等指标的要求,并具有足够的机械强度和阻燃性能。

10.2.6 同轴电缆线对的外导体或高频对称电缆线对的屏蔽层宜在输出口接地。

10.2.7 告警信号线宜选用音频塑料线。

10.2.8 公务联络线应选用音频隔离线。

10.2.9 通信电缆应根据传送信号速率选用相应型号、规格的线缆。通信电缆的选择及其总长度要求应符合现行行业标准《电力系统同步数字系列(SDH)光缆通信工程设计技术规定》DL/T 5404 的规定。

10.3 电源系统及接地

10.3.1 直流供电系统应符合下列规定:

1 直流供电采用浮充供电方式。直流供电系统的标称电压为-48V,电压变化范围应能满足通信设备的要求,其输入电压允许变动范围为-40V~-57V;

2 电源系统应采用双重化配置,OTN 设备要求两路供电输入,单路能够满足整套设备全部负荷;

3 电源主干馈电线宜采用铜排或铜芯电缆,列柜至机架布线宜采用铜芯电缆。

10.3.2 电源线截面的选取应根据供电段落所允许的电压降数值确定。

10.3.3 传输设备所需的-48V 直流电源系统布线,从通信直流配电屏引接至列头配电柜,再至传输设备机架均应采用主备电源线分开引接的方式。

10.3.4 列头配电柜的容量及负荷应按整列进行核算和配置。

10.3.5 接地应符合下列规定：

1 通信机房的设备工作接地和保护接地宜采用分开引接方式；

2 机房内接地线可采取辐射式或平面网格型布置方式多点与环行接地母线连接，各种通信设备单独以最短距离就近引接地线，交直流配电设备机壳、配线架应分别单独从接地汇集排上直接接到接地母线；

3 交流配电屏的中性线汇集排应与机架绝缘，严禁采用中性线作交流保护地线；

4 直流电源工作地应从接地汇集排直接接到接地母线上；

5 OTN 设备保护地线宜用多股铜导线，其截面积应根据最大故障电流来确定，宜采用 $16\text{mm}^2 \sim 95\text{mm}^2$ ，不得使用裸导线布放；

6 本标准未涉及的保护地线部分应符合国家现行标准《电力调度通信中心工程设计规范》GB/T 50980 和《220kV～500kV 变电所通信设计技术规定》DL/T 5225 的相关技术要求。

10.3.6 本标准未涉及的局(站)的电源设计部分应符合现行行业标准《通信电源设备安装工程设计规范》YD/T 5040 的相关规定。

10.3.7 本标准未涉及的局(站)防雷与接地部分应符合国家现行标准《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》GB 50689 和《电力系统通信站过电压防护规程》DL/T 548 的相关规定。

10.4 机房环境条件

10.4.1 通信机房应具有防火、防尘、防水、防潮、防小动物等措施。

10.4.2 机房室内温湿度和事故照明应符合设计要求。

10.4.3 防火重点部位应有明显标志，按规定配置消防器材，电缆竖井防火措施应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

10.4.4 无人站应配备具有来电自启动功能的空调器,空调机安装位置合理,避免空调漏水淋湿设备。

10.4.5 通信机房的温度、相对湿度、洁净度、电磁场干扰、噪声、照明等应符合现行国家标准《电力调度通信中心工程设计规范》GB/T 50980 的相关规定。变电站安装机房应符合现行行业标准《220kV~500kV 变电所通信设计技术规定》DL/T 5225 的相关规定。

11 维护工具及仪表配置

11.0.1 维护工具及仪表配置的数量和品种应能满足工程日常运行维护的需要,仪表的型号和功能应根据实用和经济的原则择优选用。

11.0.2 维护工具及仪表配置应根据维护范围及设备类型考虑。

11.0.3 工程设计在配置维护工具及仪表时,应在调查研究后根据实际情况配置,充分利用已有仪表,并根据具体情况补缺配套。

11.0.4 OTN 网络维护工具和仪表宜配置:大功率(30dBm 及以上)光功率计、OTN 网络测试仪、光谱分析仪和数据网络分析仪。

附录 A C 波段的 OTN 系统波长分配

表 A.1 C 波段的 40 通路 OTN 系统波长分配表

波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)	波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)
1*	196.20	1527.99	18	194.30	1542.94
2*	196.10	1528.77	19	194.20	1543.73
1	196.00	1529.55	20	194.10	1544.53
2	195.90	1530.33	21	194.00	1545.32
3	195.80	1531.12	22	193.90	1546.12
4	195.70	1531.90	23	193.80	1546.92
5	195.60	1532.68	24	193.70	1547.72
6	195.50	1533.47	25	193.60	1548.51
7	195.40	1534.25	26	193.50	1549.32
8	195.30	1535.04	27	193.40	1550.12
9	195.20	1535.82	28	193.30	1550.92
10	195.10	1536.61	29	193.20	1551.72
11	195.00	1537.40	30	193.10	1552.52
12	194.90	1538.19	31	193.00	1553.33
13	194.80	1538.98	32	192.90	1554.13
14	194.70	1539.77	33	192.80	1554.94
15	194.60	1540.56	34	192.70	1555.75
16	194.50	1541.35	35	192.60	1556.55
17	194.40	1542.14	36	192.50	1557.36

续表 A.1

波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)	波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)
37	192.40	1558.17	6*	191.70	1563.86
38	192.30	1558.98	7*	191.60	1564.68
39	192.20	1559.79	8*	191.50	1565.50
40	192.10	1560.61	9*	191.40	1566.31
3*	192.00	1561.42	10*	191.30	1567.13
4*	191.90	1562.23	11*	191.20	1567.95
5*	191.80	1563.05	12*	191.10	1568.77

注：带*号波长为可扩展波长，系统配置时宜为次选波长。

表 A.2 C 波段的 80 通路 OTN 系统波长分配表

波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)	波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)
1*	196.25	1527.61	20	195.10	1536.61
2*	196.20	1527.99	21	195.05	1537.00
3*	196.15	1528.38	22	195.00	1537.40
4*	196.10	1528.77	23	194.95	1537.79
1	196.05	1529.16	24	194.90	1538.19
2	196.00	1529.55	25	194.85	1538.58
3	195.95	1529.94	26	194.80	1538.98
4	195.90	1530.33	27	194.75	1539.37
5	195.85	1530.72	28	194.70	1539.77
6	195.80	1531.12	29	194.65	1540.16
7	195.75	1531.51	30	194.60	1540.56
8	195.70	1531.90	31	194.55	1540.95
9	195.65	1532.29	32	194.50	1541.35
10	195.60	1532.68	33	194.45	1541.75
11	195.55	1533.07	34	194.40	1542.14
12	195.50	1533.47	35	194.35	1542.54
13	195.45	1533.86	36	194.30	1542.94
14	195.40	1534.25	37	194.25	1543.33
15	195.35	1534.64	38	194.20	1543.73
16	195.30	1535.04	39	194.15	1544.13
17	195.25	1535.43	40	194.10	1544.53
18	195.20	1535.82	41	194.05	1544.92
19	195.15	1536.22	42	194.00	1545.32

续表 A.2

波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)	波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)
43	193.95	1545.72	67	192.75	1555.34
44	193.90	1546.12	68	192.70	1555.75
45	193.85	1546.52	69	192.65	1556.15
46	193.80	1546.92	70	192.60	1556.55
47	193.75	1547.32	71	192.55	1556.96
48	193.70	1547.72	72	192.50	1557.36
49	193.65	1548.11	73	192.45	1557.77
50	193.60	1548.51	74	192.40	1558.17
51	193.55	1548.91	75	192.35	1558.58
52	193.50	1549.32	76	192.30	1558.98
53	193.45	1549.72	77	192.25	1559.39
54	193.40	1550.12	78	192.20	1559.79
55	193.35	1550.52	79	192.15	1560.20
56	193.30	1550.92	80	192.10	1560.61
57	193.25	1551.32	5*	192.05	1561.01
58	193.20	1551.72	6*	192.00	1561.42
59	193.15	1552.12	7*	191.95	1561.83
60	193.10	1552.52	8*	191.90	1562.23
61	193.05	1552.93	9*	191.85	1562.64
62	193.00	1553.33	10*	191.80	1563.05
63	192.95	1553.73	11*	191.75	1563.46
64	192.90	1554.13	12*	191.70	1563.86
65	192.85	1554.54	13*	191.65	1564.27
66	192.80	1554.94	14*	191.60	1564.68

续表 A.2

波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)	波长 序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)
15*	191.55	1565.09	20*	191.30	1567.13
16*	191.50	1565.50	21*	191.25	1567.54
17*	191.45	1565.91	22*	191.20	1567.95
18*	191.40	1566.31	23*	191.15	1568.36
19*	191.35	1566.72	24*	191.10	1568.77

注：带*号波长为可扩展波长，系统配置时宜为次选波长。

附录 B 波分复用器件参数要求

表 B.1 合波器参数指标表

项 目	单位	40 通路指标	80 通路指标
通道间隔	GHz	100	50
插入损耗	dB	<10	<10
光反射系数	dB	>40	>40
工作波长范围	nm	1529.55~1560.61	1529.16~1560.61
偏振相关损耗	dB	<0.5	<0.5
相邻通路隔离度	dB	>22	>22
非相邻通路隔离度	dB	>25	>25
各通路插损的最大差异	dB	<3	<3
器件 PMD	ps	<0.5	<0.5

表 B.2 分波器参数指标表

项 目	单位	40 通路指标	80 通路指标
通路间隔	GHz	100	50
插入损耗	dB	<8	<8
光反射系数	dB	40	40
相邻通路隔离度	dB	>22	>25
非相邻通路隔离度	dB	>25	>25
偏振相关损耗	dB	0.5	0.5
各通路插损的最大差异	dB	<2	<2
温度特性	nm/℃	待定	待定
-1dB 带宽	nm	>0.2	>0.2
-2dB 带宽	nm	<1.2	<0.6
器件 PMD	ps	<0.5	<0.5

表 B.3 梳状滤波器参数指标表

项 目	单位	指 标
C 波段波长范围	nm	100GHz 波长间隔 C 波段 40 波:1529.55~1560.61 50GHz 波长间隔 C 波段 80 波:1529.16~1560.61
输入光功率范围	dBm	<23
输入信号波长间隔	GHz	100
输出信号波长间隔	GHz	50
插入损耗	dB	<3
光回损	dB	40
相邻通路隔离度	dB	>25
非相邻通路隔离度	dB	>25
方向性	dB	>55
偏振相关损耗	dB	0.5
各通路插损的最大差异	dB	<1
-1dB 带宽	nm	>0.1
-2dB 带宽	nm	待定
器件 PMD	ps	<0.5

附录 C 多跨段 $40 \times 10\text{Gbit/s}$, $80 \times 10\text{Gbit/s}$ OTN 系统主光通道参数

表 C.1 $40 \times 10\text{Gbit/s}$ OTN 系统主光通道参数

参 数 名 称		单 位	参 数 值			
基本参数						
光纤类型		—	G. 652			
跨段损耗 ¹		$n \times \text{WdB}$	8×22^2	6×22	3×33^2	3×27
通路数		个	40			
比特速率		Gbit/s	9.953~12.5			
MPI- S _M / SM 点参数						
每通路输出 功率	最大	dBm	+6	+6	+6	+7
	最小	dBm	+2	+2	+4	+4
	平均	dBm	+5	+5	+5	+5
MPI-S _M 点最大通路功率差		dB	4	4	2	3

续表 C.1

参 数 名 称		单 位	参 数 值			
MPI-S _M 点每通路最小光信噪比		dB	>35	>35	>35	>35
最大总发送功率		dBm	+21	+21	+21	+21
光通道(MPI-S _M ~MPI-R _M)参数						
光通道代价		dB	2	2	2	2
残余色度色散范围		ps/nm	待研究	待研究	待研究	待研究
最大差分群时延		ps	30	30	30	30
最大反射系数		dB	-27	-27	-27	-27
最小回损		dB	24	24	24	24
MPI-R _M / R _M 点参数						
每通路输入 功率	最大	dBm	-16	-16	-25	-19
	最小	dBm	-22	-22	-29	-22
MPI-R _M 点最大通路功率差		dB	6	6	4	5
MPI-R _M 点每通路最小光信噪比		dB	22	25	20	25
最大总接收功率		dBm	-1	-1	-10	-5

注:1 22dB、33dB、27dB 跨段损耗包含 MPI-S_M~ MPI-R_M 之间的光纤链路损耗、连接器接头插损和光纤链路及接头的老化余量等;
2 8×22dB、3×33dB 参数仅适用于采用带外 FEC 的 OTN 系统。

表 C.2 80×10Gbit/s OTN 系统主光通道参数

参 数 名 称		单 位	参 数 值	
基本参数				
光纤类型		—	G. 652	
跨段损耗 ¹		$n \times W \text{dB}$	$N \times 22^2$	$N \times 30^2$
通路数		个	80	
比特速率		Gbit/s	9.953~12.5	
MPI- S _M / S _M 点参数				
每通路输出 功率	最大	dBm	+6	+6
	最小	dBm	+2	+3
	平均	dBm	+4	+4
MPI-S _M 点最大通路功率差		dB	4	3
MPI-S _M 点每通路最小光信噪比		dB	>35	>35
最大总发送功率		dBm	+23	+23
光通道(MPI-S _M ~MPI-R _M)参数				
光通道代价		dB	2	2
残余色度色散范围		ps/nm	待研究	待研究
最大差分群时延		ps	30	30
最大反射系数		dB	-27	-27
最小回损		dB	24	24
MPI-R _M / R _M 点参数				
每通路输入 功率	最大	dBm	-16	-22
	最小	dBm	-22	-27
MPI-R _M 点最大通路功率差		dB	6	5
MPI-R _M 点每通路最小光信噪比		dB	20(18) ³	20(18) ³
最大总接收功率		dBm	+1	-5

- 注：1 22dB、30dB 跨段损耗包含 MPI-S_M~ MPI-R_M 之间的光纤链路损耗、连接器接头插损和光纤链路及接头的老化余量等；
- 2 N 表示光放大段的数目。复用段超过 1000km 应符合本标准附录 D 表 D.3、表 D.4 的规定；
- 3 采用常规带外 FEC 的 OTN 系统，最小光信噪比为 20 dB；采用超强带外 FEC 的 OTN 系统，最小光信噪比为 18 dB。

附录 D 多跨段 $40\times 10\text{Gbit/s}$ 超长距, $80\times 10\text{Gbit/s}$
超长距 OTN 系统主光通道参数

表 D.1 $40\times 10\text{Gbit/s}$ 超长距 OTN 系统主光通道参数 (NRZ)

参 数 名 称		单 位	参 数 值		
基本参数					
调制格式		—	NRZ		
光纤类型			G. 652		
跨段损耗 ¹		$n\times\text{WdB}$	25×22	38×22	20×27
通路数		个	40		
比特速率		Gbit/s	9.953~12.5		
MPI- S _M / S _M 点参数 ²					
每通路输出 功率	最大	dBm	+6(+7)	+6(+7)	+6(+7)
	最小	dBm	+2(+1)	+2(+1)	+2(+1)
	平均	dBm	+4	+4	+4
MPI-S _M 点最大通路功率差		dB	4(6)	4(6)	4(6)
MPI-S _M 点每通路最小光信噪比		dB	待研究	待研究	待研究

续表 D.1

参 数 名 称		单 位	参 数 值		
最大总发送功率		dBm	+20	+20	+20
光通道(MPI-S _M ~MPI-R _M)参数					
光通道代价		dB	2	3	2
残余色度色散范围		ps/nm	待研究	待研究	待研究
最大差分群时延		ps	30	30	30
最大反射系数		dB	-27	-27	-27
最小回损		dB	24	24	24
MPI-R _M / R _M 点参数					
每通路输入 功率	最大	dBm	-15	-15	-20
	最小	dBm	-21	-21	-26
MPI-R _M 点最大通路功率差		dB	6	6	6
MPI-R _M 点每通路最小光信噪比		dB	18 ³	18 ³	18 ³
最大总接收功率		dBm	-2	-2	-7

注:1 25×22dB 适用的跨段数目范围为 13×22dB~25×22dB,38×22dB 适用的跨段数目范围为 26×22dB~38×22dB,20×27dB 适用的跨段数目范围为 10×27dB~20×27dB,22dB、27dB 跨段损耗包含 MPI-S_M~ MPI-R_M 之间的光纤链路损耗、连接器接头插损和光纤链路及接头的老化余量等;

2 括号中值适用于 MPI-S_M 点通路功率采用预加重条件;

3 该值对应于接收机 OSNR 容限(EOL)为 12dB,光通道 OSNR 代价与光通道 OSNR 余量之和为 6dB。

表 D.2 40×10Gbit/s 超长距 OTN 系统主光通道参数(RZ)

参 数 名 称		单 位	参 数 值		
基本参数					
调制格式		—	RZ		
光纤类型		—	G. 652		
跨段损耗 ¹		$n \times W$ dB	25×22	38×22	20×27
通路数		个	40		
比特速率		Gbit/s	9. 953~12. 5		
MPI- S _M / S _M 点参数 ²					
每通路输出 功率	最大	dBm	+6(+7)	+6(+7)	+6(+7)
	最小	dBm	+2(+1)	+2(+1)	+2(+1)
	平均	dBm	+4	+4	+4
MPI-S _M 点最大通路功率差		dB	4(6)	4(6)	4(6)
MPI-S _M 点每通路最小光信噪比		dB	待研究	待研究	待研究
最大总发送功率		dBm	+20	+20	+20
光通道(MPI-S _M ~MPI-R _M)参数					
光通道代价		dB	2	3	2
残余色度色散范围		ps/nm	待研究	待研究	待研究
最大差分群时延		ps	40	40	40
最大反射系数		dB	-27	-27	-27
最小回损		dB	24	24	24
MPI-R _M / R _M 点参数					
每通路输入 功率	最大	dBm	-15	-15	-20
	最小	dBm	-21	-21	-26
MPI-R _M 点最大通路功率差		dB	6	6	6
MPI-R _M 点每通路最小光信噪比		dB	16 ³	16 ³	16 ³
最大总接收功率		dBm	-2	-2	-7

注:1 25×22dB 适用的跨段数目范围为 13×22dB~25×22dB,38×22dB 适用的跨段数目范围为 26×22dB~38×22dB,20×27dB 适用的跨段数目范围为 10×27dB~20×27dB,22dB、27dB 跨段损耗包含 MPI-S_M~MPI-R_M之间的光纤链路损耗、连接器接头插损和光纤链路及接头的老化余量等;

2 括号中值适用于 MPI-S_M点通路功率采用预加重条件;

3 该值对应于接收机 OSNR 容限(EOL)为 10dB,光通道 OSNR 代价与光通道 OSNR 余量之和为 6dB。

表 D.3 80×10Gbit/s 超长距 OTN 系统主光通道参数(NRZ)

参 数 名 称		单 位	参 数 值	
基本参数				
调制格式		—	NRZ	
光纤类型		—	G. 652	
跨段损耗 ¹		$n \times \text{WdB}$	25×22	15×27
通路数		个	80	
比特速率		Gbit/s	9.953~12.5	
MPI- S _M / S _M 点参数 ²				
每通路输出 功率	最大	dBm	+6(+7)	+6(+7)
	最小	dBm	+2(1)	+2(1)
	平均	dBm	+4	+4
MPI-S _M 点最大通路功率差		dB	4(6)	4(6)
MPI-S _M 点每通路最小光信噪比		dB	待研究	待研究
最大总发送功率		dBm	+23	+23
光通道(MPI-S _M ~MPI-R _M)参数				
光通道代价		dB	2	2
残余色度色散范围		ps/nm	待研究	待研究
最大差分群时延		ps	30	30
最大反射系数		dB	-27	-27
最小回损		dB	24	24
MPI-R _M / R _M 点参数				
每通路输入 功率	最大	dBm	-15	-20
	最小	dBm	-21	-26
MPI-R _M 点最大通路功率差		dB	6	6
MPI-R _M 点每通路最小光信噪比		dB	18 ³	18 ³
最大总接收功率		dBm	+1	-4

注：1 25×22dB 适用的跨段数目范围为 13×22dB~25×22dB,15×27dB 适用的跨段数目范围为 10×27dB~15×27dB,22dB、27dB 跨段损耗包含 MPI-S_M~MPI-R_M之间的光纤链路损耗、连接器接头插损和光纤链路及接头的老化余量等；

2 括号中值适用于 MPI-S_M点通路功率采用预加重条件；

3 该值对应于接收机 OSNR 容限(EOL)为 12dB,光通道 OSNR 代价与光通道 OSNR 余量之和为 6dB。

表 D.4 80×10Gbit/s 超长距 OTN 系统主光通道参数(RZ)

参 数 名 称		单 位	参 数 值		
基本参数					
调制格式		—	RZ		
光纤类型		—	G. 652		
跨段损耗 ¹		$n \times W$ dB	25×22	38×22	15×27
通路数		个	80		
比特速率		Gbit/s	9.953~12.5		
MPI- S _M / S _M 点参数 ²					
每通路输出 功率	最大	dBm	+6(+7)	+6(+7)	+6(+7)
	最小	dBm	+2(+1)	+2(+1)	+2(+1)
	平均	dBm	+4	+4	+4
MPI-S _M 点最大通路功率差		dB	4(6)	4(6)	4(6)
MPI-S _M 点每通路最小光信噪比		dB	待研究	待研究	待研究
最大总发送功率		dBm	+23	+23	+23
光通道(MPI-S _M ~MPI-R _M)参数					
光通道代价		dB	2	3	2
残余色度色散范围		ps/nm	待研究	待研究	待研究
最大差分群时延		ps	40	40	40
最大反射系数		dB	-27	-27	-27
最小回损		dB	24	24	24
MPI-R _M / R _M 点参数					
每通路输入 功率	最大	dBm	-15	-15	-20
	最小	dBm	-21	-21	-26
MPI-R _M 点最大通路功率差		dB	6	6	6
MPI-R _M 点每通路最小光信噪比		dB	16 ³	16 ³	16 ³
最大总接收功率		dBm	+1	+1	-4

注：1 25×22dB 适用的跨段数目范围为 13×22dB~25×22dB,38×22dB 适用的跨段数目范围为 26×22dB~38×22dB,15×27dB 适用的跨段数目范围为 10×27dB~15×27dB,22dB、27dB 跨段损耗包含 MPI-S_M~ MPI-R_M 之间的光纤链路损耗、连接器接头插损和光纤链路及接头的老化余量等；

2 括号中值适用于 MPI-S_M点通路功率采用预加重条件；

3 该值对应于接收机 OSNR 容限(EOL)为 10dB,光通道 OSNR 代价与光通道 OSNR 余量之和为 6dB。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》GB 50689
- 《电力调度通信中心工程设计规范》GB/T 50980
- 《电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法》GB 19286
- 《自动交换光网络(ASON)技术要求》GB/T 21645.1
- 《电力系统通信站过电压防护规程》DL/T 548
- 《220kV~500kV 变电所通信设计技术规定》DL/T 5225
- 《电力系统同步数字系列(SDH)光缆通信工程设计技术规定》DL/T 5404
- 《电力通信超长站距光传输工程设计技术规程》DL/T 5734
- 《光传送网(OTN)接口》YD/T 1462
- 《光传送网(OTN)物理层接口》YD/T 1634
- 《N×10Gbit/s 超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960
- 《光传送网(OTN)网络总体技术要求》YD/T 1990
- 《通信电源设备安装工程设计规范》YD/T 5040
- 《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》YD 5092
- 《WDM 光缆通信工程网管系统设计规范》YD/T 5113
- 《光传送网(OTN)工程设计暂行规定》YD 5208
- 《局域网协议标准》IEEE 802.3
- 《光组件和子系统的传输特性》ITU-T G. 671
- 《带有光放大器的多通路系统光接口》ITU-T G. 692
- 《系列数字接口的物理/电特性》ITU-T G. 703
- 《用于 1544,6312,2048,8448kbit/s 和 44736kbit/s 速率系列级

的同步帧结构》ITU-T G. 704

《同步数字系列(SDH)的网络节点接口》ITU-T G. 707

《光传送网(OTN)接口》ITU-T G. 709

《光传送网体系设备的功能块特性》ITU-T G. 798

《高比特率 DWDM 海底系统的前向纠错》ITU-T G. 975

《高速率 DWDM 海缆系统前向纠错的要求》ITU-T G. 975. 1

《光传送网(OTN)内的多运营商国际通道的差错性能参数和指标》ITU-T G. 8201

中华人民共和国电力行业标准

电力系统光传送网(OTN)设计规程

DL/T 5524—2017

条文说明

制 定 说 明

《电力系统光传送网(OTN)设计规程》DL/T 5524—2017,经国家能源局 2017 年 3 月 28 日以第 6 号公告批准发布。

本标准制订过程中,编制组以贯彻国家的基本建设方针和技术经济政策,执行国家的有关法律、法规、标准和规范为原则,达到安全可靠、先进适用、经济合理、资源节约、环境友好的目标。在调研、总结国内 OTN 传输系统的设计、施工和运行经验的基础上,提出 OTN 设计的原则和标准。

重要问题说明:本标准按单波 10Gbit/s 系统编制,相关要求及指标以 $N \times 10\text{Gbit/s}$ 系统为主。

尚需深入研究的有关问题:OTN 网络同步系统。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《电力系统光传送网(OTN)设计规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(75)
3	系统制式	(76)
3.3	网络参考点和网络接口	(76)
4	网络设计	(77)
4.3	站段设计	(77)
4.4	传输链路设计	(77)
6	网络保护	(79)
6.1	保护方式	(79)

1 总 则

1.0.2 对于改建、扩建工程,改建和扩建部分可和原工程保持一致。目前工程中的 OTN 系统绝大多数为单纤单向系统,故在本标准中所涉及的系统设计、光线路接口均适用于单纤单向系统。单纤双向 OTN 系统参照相关规范执行。

鉴于目前 OTN 系统 16 通道、32 通道使用较少,因此本标准以 40/80 通道为主,16 通道和 32 通道 OTN 设计可参照执行。目前 L 波段在工程中使用较少,因此本标准暂不进行定义。

3 系统制式

3.3 网络参考点和网络接口

3.3.1 由于实际工程中需要经常使用波长序号,大多数制造厂商设备均支持从 192.1THz 到 196.05THz 的波道,为了工程应用方便,这里对波长序号进行了统一。

4 网络设计

4.3 站段设计

4.3.1 通道速率为 10Gbit/s 以上速率时,工程中宜优先选择 G.652 或者使用大有效面积的 G.655 光纤,并且选择敷设时间较短的光纤。

4.3.2 衰耗受限式中光纤线路每千米维护余量 $A_{mc}(\text{dB/km})$ 的参考取值:当单个光放段长度为 75km~125km 时,每个光放段宜按 0.04dB/km 取值。当单个光放段长度小于 75km 时,每个光放段宜留出 3dB 的维护余量,当单个光放段大于 125km 时,每个光放段宜留出至少 5dB 的维护余量。

4.4 传输链路设计

4.4.2 OTN 系统多跨段 $40 \times 10\text{Gbit/s}$, $80 \times 10\text{Gbit/s}$ 系统主光通道接口参数引自现行行业标准《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》YD 5092。

4.4.3 OTN 系统多跨段 $40 \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距, $80 \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距系统主光通道接口参数引自现行行业标准《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》YD 5092。

4.4.5 喇曼放大器可分为分布式和分立式两种方式。宜优选分布式喇曼放大器,分布式喇曼放大器可在前向泵浦、后向泵浦和双向泵浦三种方式中进行选择。使用喇曼放大器时,从放大器开始的 20km 内不宜采用普通光纤连接器,可使用特殊处理的光纤跳线和连接器。

4.4.7 由于电力系统的特殊性,电力光缆主要是随线路建设的 OPGW 光缆,通常站距较长,跨段损耗较大。根据目前厂家设备能力和工程经验,对于跨段损耗大于或等于 35dB 的长跨段,可参

考下列经验值设计,但均需在工程实施前通过模拟仿真工具来验证。

(1)跨段损耗为 35dB 的长跨段,不采用喇曼放大器时,无电中继不超过 3 段,采用喇曼放大器时,无电中继不超过 7 段;

(2)跨段损耗为 40dB 的长跨段,不采用喇曼放大器时,无电中继不超过 2 段,采用喇曼放大器时,无电中继不超过 3 段;

(3)跨段损耗为 45dB 的长跨段,采用喇曼放大器,无电中继不超过 1 段;

(4)跨段损耗大于 50dB 跨段,建议按照选择新路由、选择大功率喇曼放大器、选择遥泵放大器、加中继站等方式解决。

6 网络保护

6.1 保护方式

6.1.3 光缆线路保护(OLP)共用链路中的光放设备和中继设备,只对光缆段或光纤芯进行保护,主用和保护备用光缆或光纤的衰减、色散性能都应满足两端设备光口的链路参数计算,所以主备用路由光缆长度不能差异太大。

S/N:155182·0119



DL/T 5524—2017

中华人民共和国电力行业标准
电力系统光传送网(OTN)设计规程
DL/T 5524—2017



中国计划出版社出版发行

网址:www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.875印张 67千字

2017年7月第1版 2017年7月第1次印刷

印数1—4000册



统一书号:155182·0119

定价:26.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换