

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD 5208—2011

光传送网(OTN)工程设计暂行规定

Provisional Design Specifications for Optical Transport Network(OTN)
Engineering

201×-××-××发布

201×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

中华人民共和国通信行业标准

光传送网(OTN)工程设计暂行规定

Provisional Design Specifications for Optical Transport Network(OTN)
Engineering

YD 5208—2011

主管部门：工业和信息化部通信发展司

批准部门：中华人民共和国工业和信息化部

施行日期：201×年××月××日

×××× 出版社

201× 北 京

前 言

本规定根据工业和信息化部“关于2010年通信工程建设标准编制计划的通知”（工信厅通【2010】47号）的要求制定。

本规定的主要内容包括光传送网(OTN)的系统制式、网络设计、系统性能指标、互联互通、局站设备安装、维护工具及仪表配置等内容。

本行规定中以黑体字标志的1.0.4条、1.0.5条、8.2.3条等条文为强制性条文，必须严格执行。

本规定由工业和信息化部通信发展司负责解释、监督执行。本规定在使用过程中，如有需要补充或修改的内容，请与部通信发展司联系，并将补充或修改意见寄部通信发展司（地址：北京市西长安街13号，邮编：100804）。

主编单位：中讯邮电咨询设计院有限公司

主要起草人：王海军 于雷 陈文雄 张红

参编单位：中国移动通信集团设计院有限公司

上海邮电设计咨询研究院有限公司

华信邮电咨询设计研究院有限公司

主要参加人：习建华 王悦 陈如全 沈梁 武清华

编写说明

本规定编制目的是规范采用OTN技术和设备进行网络建设的工程设计，为光传送网(OTN)的网络建设和设计提供相应的设计依据。适用于采用OTN技术新建或扩建的光传送网(OTN)工程设计。

本规定主要涉及近年发展并成熟起来的OTN技术。包括OTN接口技术、电交叉连接技术、光交叉连接技术和组网技术等。

本规定主要内容包括OTN网络模型和设备基本要求、OTN网络设计、系统误码和光信噪比等性能指标、OTN网络与用户网络及不同OTN网络间的互联互通要求、局站内OTN设备的安装要求、维护工具及仪表配置等内容。

本规定在编制过程中重点研究和解决的问题是OTN的网络设计规范、网络性能指标等。

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
3	系统制式	4
3.1	网络模型与结构	4
3.2	系统速率与复用结构	5
3.3	网络参考点和网络接口	7
3.4	开销	11
3.5	OTN 设备基本要求	12
4	网络设计	15
4.1	传送平面的网络规划	15
4.2	传输系统设计	15
4.3	网络保护	16
4.4	辅助系统设计	17
4.5	控制平面设计（可选）	17
5	系统性能指标	19
5.1	误码指标	19
5.2	以太网性能指标	19
5.3	光信噪比指标	19
5.4	抖动指标	20
6	网络互联要求	23
7	设备选型与配置	24
7.1	设备选型	24
7.2	设备配置	24
8	局站设备安装	25
8.1	机房平面布置与设备排列	25
8.2	设备及走线架安装	26
8.3	布线要求与线缆选择	26
8.4	电源系统及接地	27
8.5	局站装机条件	27
9	维护工具及仪表配置	29
	附录 A 本规范用词说明	30
	附录 B 域间光接口参数规范	31
	引用标准名录	47
	条文说明	49

1 总则

- 1.0.1 本规定适用于采用OTN技术新建或扩建的光传送网（OTN）工程设计。
- 1.0.2 工程设计应贯彻执行国家或相关部门的方针政策，坚持设计的科学性、合理性和公正性。
- 1.0.3 工程设计应贯彻通信网“完整性、统一性、先进性”和“经济、高效、安全”的基本原则，应执行我国现行相关网络技术体制、进网要求和技术标准的规定。
- 1.0.4 工程设计中采用的电信设备必须取得工业和信息化部“电信设备入网许可证”。**
- 1.0.5 在我国抗震设防烈度7烈度以上（含7烈度）地区公用电信网中使用的主要设备，必须取得工业和信息化部“电信设备抗震性能检测合格证”。**
- 1.0.6 工程建设应贯彻国家节能减排相关政策和法规规定。
- 1.0.7 工程设计应与网络发展规划相适应，以满足近期业务需求为主，兼顾远期业务发展需要。
- 1.0.8 设计应合理利用原有网络设施，努力提高经济效益，尽量降低工程造价。
- 1.0.9 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。
- 1.0.10 工程设计应考虑施工及维护的方便和机房的整齐美观。
- 1.0.11 本规定未涉及的部分，可参照现行相关工程设计规范。
- 1.0.12 本规定与国家有关标准和规范、法律法规相矛盾时，应按国家标准（规范）、法律法规的相关规定办理。
- 1.0.13 在特殊条件下，执行本规定中的个别条款有困难时，在设计中应充分论述理由，提出采取措施的报告，呈主管部门审批。

2 术语和符号

英文缩写	英文全称	中文名称
3R	Reamplification, Reshaping and Retiming	再放大，再整型，再定时
ACT	Activation (in the TCM ACT byte)	激活(在 TCM ACT 中的字节)
APS	Automatic Protection Switching	自动保护倒换
BDI-O	Backward Defect Indication Overhead	后向缺陷指示开销
BDI-P	Backward Defect Indication Payload	后向缺陷指示净荷
BOD	Backbone operator domain	骨干运营商域
BOL	Begin of Life	寿命初始
FAS	Frame Alignment Signal	帧定位信号
FDI-O	Forward Defect Indication Overhead	前向缺陷指示开销
FDI-P	Forward Defect Indication Payload	前向缺陷指示净荷
FEC	Forward Error Correction	前向误码纠错
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
IrDI	Inter-Domain Interface	域间接口
LCAS	Link Capacity Adjustment Scheme	链路容量调整方案
LOD	Local operator domain	本地运营商域
MFAS	MultiFrame Alignment Signal	复帧定位信号
MPI-R	Single channel receiver main path interface reference point	单通路接收主光通道接口参考点
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	Single channel source main path interface reference point	单通路发送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
NA	Not applicable	不适用
NE	network element	网元
NRZ	Non-return to zero	非归零
OA	Optical Amplifier	光放大器
OCC	Optical Channel Carrier	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
ODF	Optical Distribution Frame	光纤分配架
ODTUG	Optical channel Data Tributary Unit Group	光通路数据支路单元群
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
OG	operator Gateway	运营商网关
OMS	Optical Multiplex Section	光复用段
OMU	Optical Multiplex Unit	光复用单元

ONE	optical network element	光网元
OOS	OTM Overhead Signal	OTM 开销信号
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
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
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	通道端点
PM	Path Monitoring	通道监测
PMI	Payload Missing Indication	净荷丢失指示
PSI	Payload Structure Identifier	净荷结构标识
RES	Reserved for future international standardization	为将来国际标准预留
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)
ROD	Regional operator domain	区域运营商域
RS	Reed-Solomon	里德—所罗门编码
R _S	Single channel receive reference point	单通路接收参考点
R _{S-M}	Single channel (to multi channel) receive reference point	单通路 (进入多通路系统) 接收参考点
RZ	Return to zero	归零
SM	Section Monitoring	段监测
S _M	Multi-channel source reference point (for line OAs)	多通路发送参考点 (采用线路 OA)
S _{M-S}	Single channel (from multi channel) source reference point	单通路 (从多通路系统中出来) 发送参考点
Ss	Single channel source reference point	单通路发送参考点
TCM	Tandem Connection Monitoring	串联连接监测

3 系统制式

3.1 网络模型与结构

3.1.1 假设参考光通道应符合图3.1.1的要求，最多可包括4个骨干运营商域（BOD）（国际部分，每个中继国一个）、2个区域运营商域（ROD）和2个本地运营商域（LOD）。

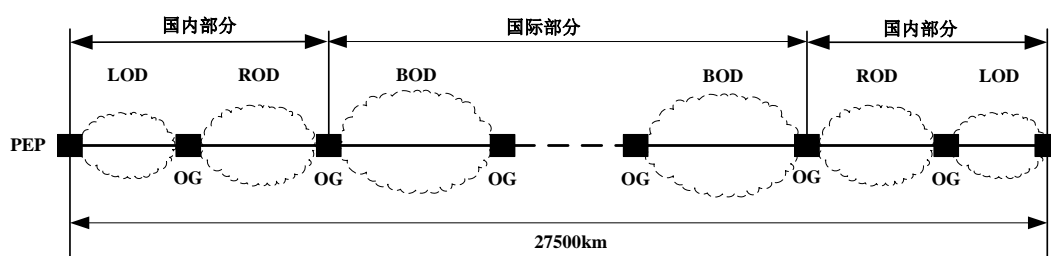


图 3.1.1 假设参考光通道

3.1.2 OTN 网络可配置或不配置控制层，其业务的保护应符合下列规定：

- 1 配置控制层时，应通过控制层提供网络的智能特性，实现基于控制层的自动恢复和保护。
- 2 不配置控制层时，应在传送层提供业务的保护。

3.1.3 OTN网络垂直方向分层应符合图3.1.3的要求，光通路(OCh)层、光复用段(OMS)层和光传输段(OTS)层的相邻层之间关系采用客户/服务者关系。

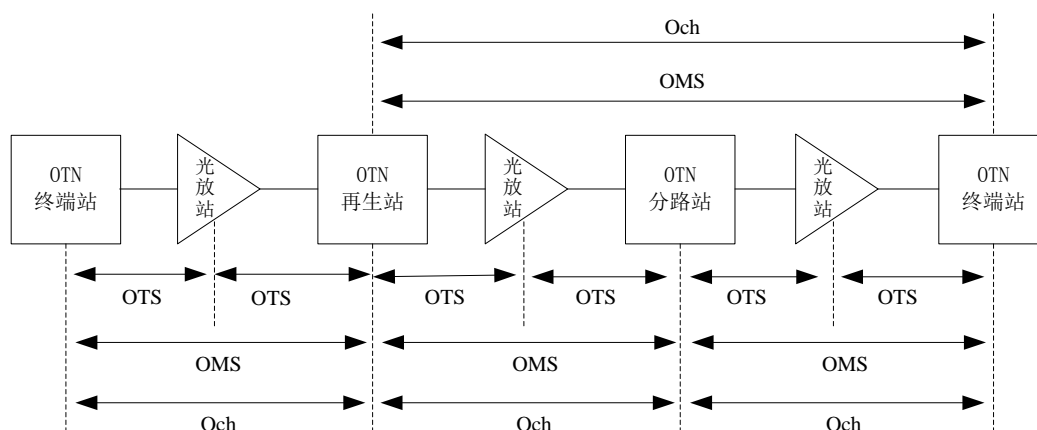


图 3.1.3 OTN 网络分层

3.1.4 OTN网络分域应满足图3.1.4的要求，管理域的组成和域间/内的接口应符合以下规定：

- 1 单个管理域可以由单个设备商OTN设备组成，也可由运营商的某个网络或子网组成。
- 2 域间物理连接采用域间接口(IrDI)。
- 3 域内物理连接采用域内接口(IaDI)。

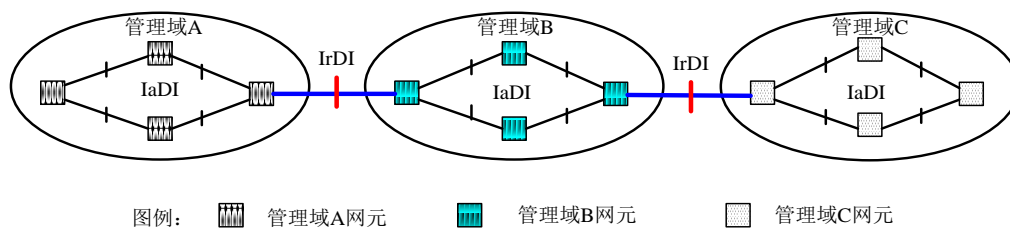


图 3.1.4 OTN 网络分域

3.1.5 OTN组网结构应满足图3.1.5的要求，用于长途网和本地/城域网的OTN网络可采用线型、环型、树型、星型和网状型等多种拓扑结构。

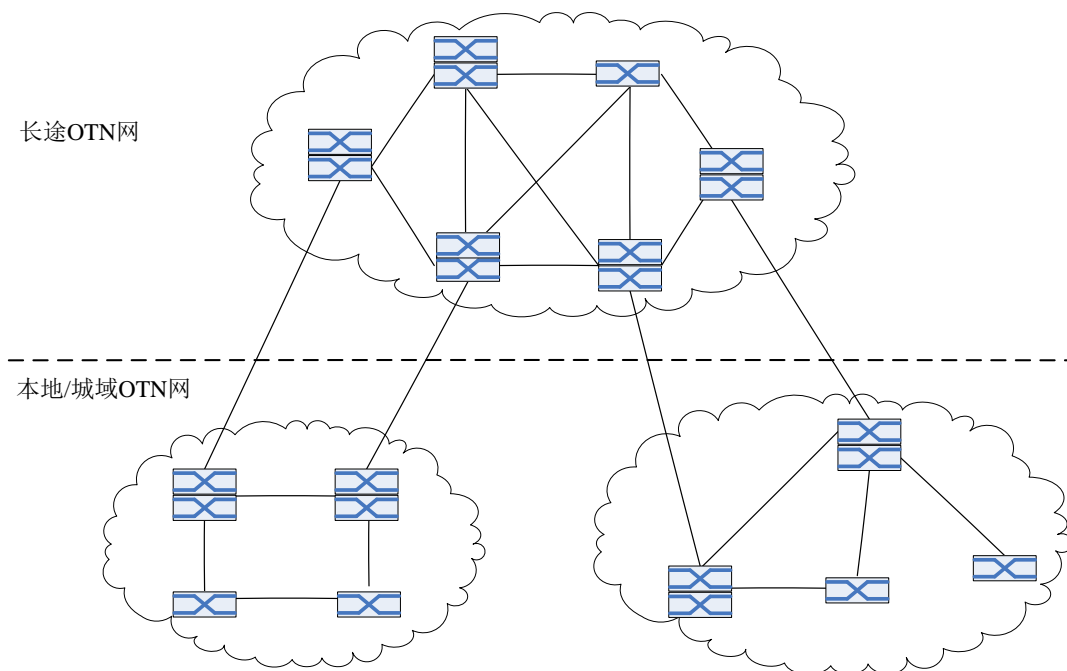


图 3.1.5 OTN 组网结构

3.2 系统速率与复用结构

3.2.1 OTN系统OTU/ODU类型及比特率等级应符合表3.2.1-1及表3.2.1-2规定。

表 3.2.1-1 OTU 类型和比特率等级

OTU 类型	OTU 标称比特速率	OTU 比特速率容差
OTU1	255/238×2 488 320 kbit/s	$\pm 20 \times 10^{-6}$
OTU2	255/237×9 953 280 kbit/s	
OTU3	255/236×39 813 120 kbit/s	
OTU4	255/227×99 532 800 kbit/s	

表 3.2.1-2 ODU 类型和比特率等级

ODU 类型	ODU 标称比特速率	ODU 比特速率容差
ODU0	1 244 160 kbit/s	$\pm 20 \times 10^{-6}$
ODU1	239/238×2 488 320 kbit/s	
ODU2	239/237×9 953 280 kbit/s	

ODU3	239/236×39 813 120 kbit/s	$\pm 100 \times 10^{-6}$
ODU4	239/227×99 532 800 kbit/s	
ODU2e	239/227×10 312 500 kbit/s	

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。

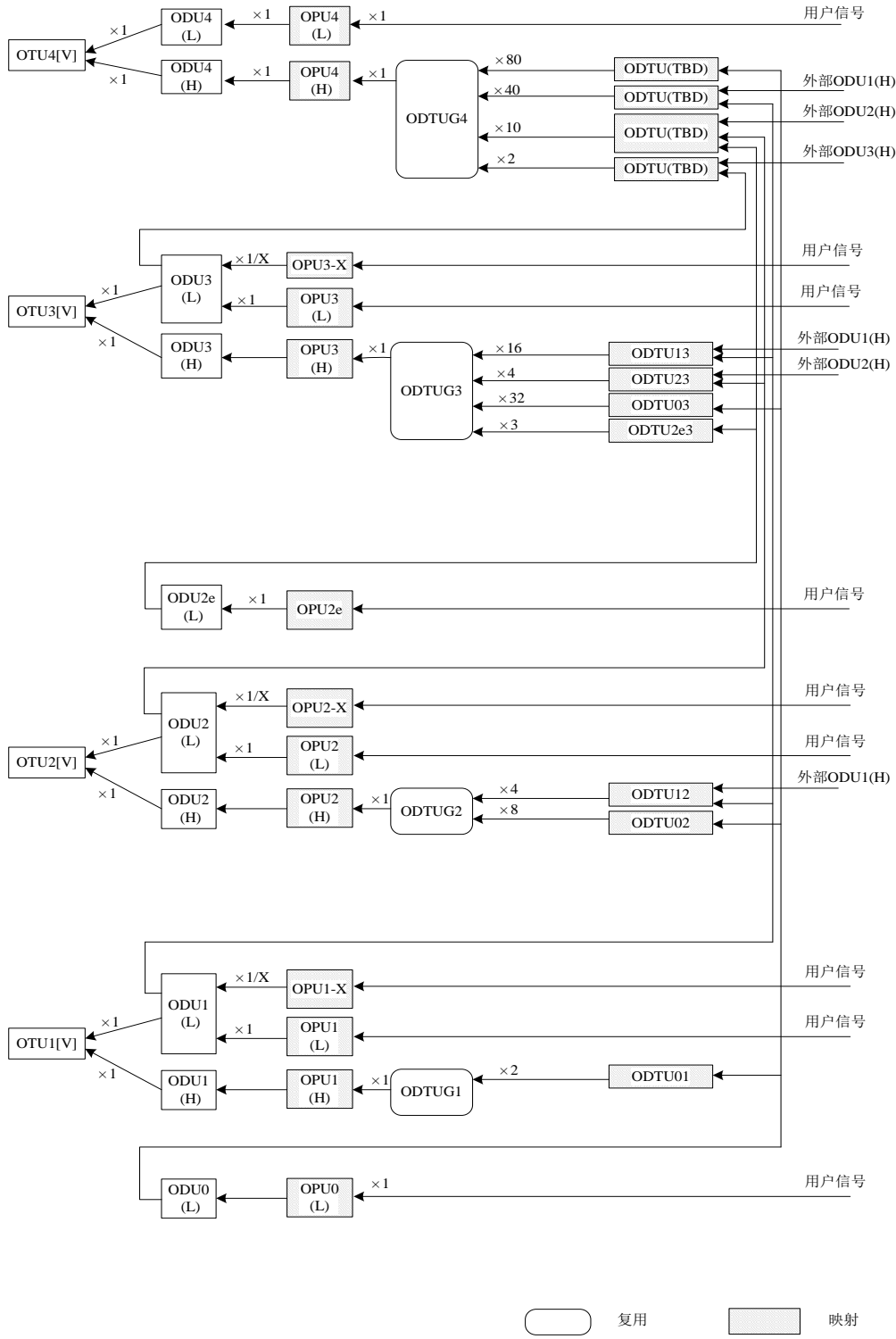


图 3.2.2-1 一个管理域中的 OTM 复用和映射结构（电层）

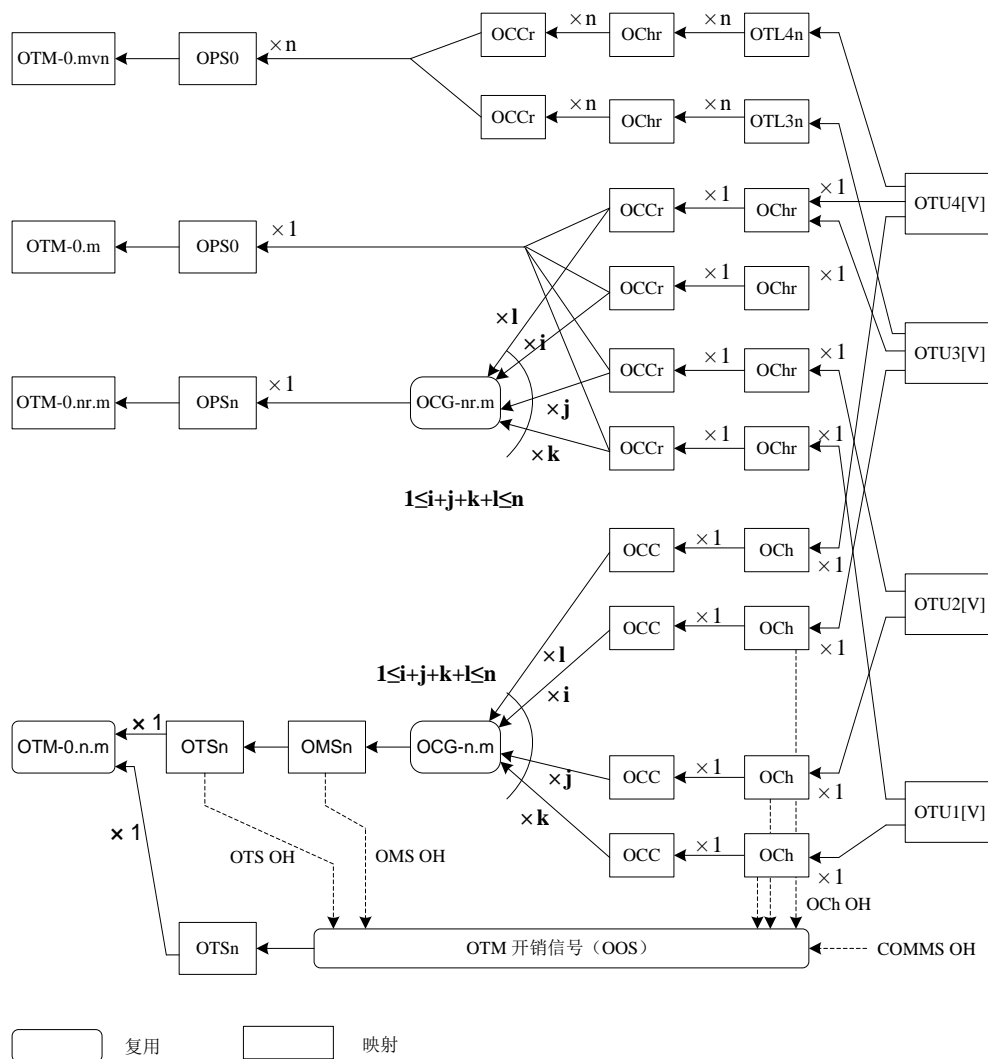


图 3.2.2-2 OTM 复用和映射结构（光层）

3.2.3 OTN客户信号应包括STM16/64/256、OTUk(k=1, 2, 3)、GE/10GE WAN/10GE LAN等，客户信号的映射应满足YD/T 1990-2009《光传送网(OTN)网络总体技术要求》。

3.3 网络参考点和网络接口

3.3.1 OTN中光网元（ONE）通用参考点的定义应符合图3.3.1的要求。

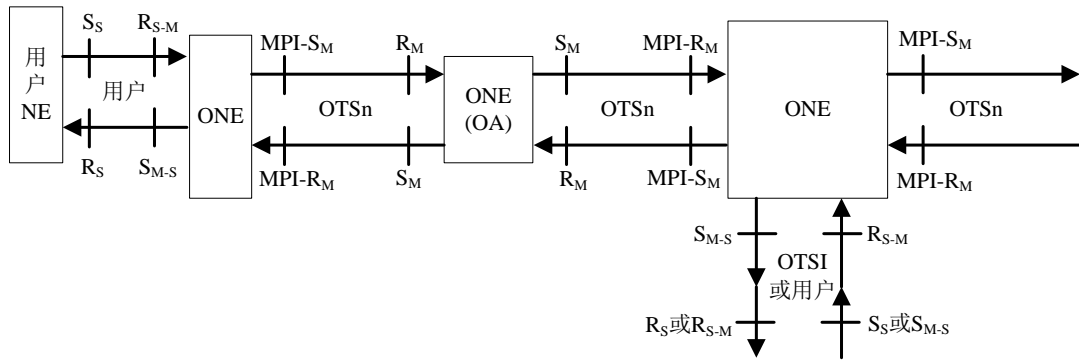


图 3.3.1 光网元通用参考点

图中参考点定义如下：

S_S （单通路）参考点位于用户网元发射机光连接器之后；

R_S （单通路）参考点位于用户网元接收机光连接器之前；

S_{M-S} （单通路）参考点位于每个光网元单通路输出接口光连接器之后（“M-S”表示从多通路系统中出来的单通路信号）；

R_{S-M} （单通路）参考点位于每个光网元单通路输入接口光连接器之前（“S-M”表示从单通路信号进入多通路系统中）；

$MPI-S_M$ （多通路）参考点位于光网元传送输出接口光连接器之后；

$MPI-R_M$ （多通路）参考点位于光网元传送输入接口光连接器之前；

S_M 参考点位于多通路线路OA输出光连接器之后；

R_M 参考点位于多通路线路OA输入光连接器之前。

3.3.2 网络接口主要包括网络节点接口、网管接口、公务接口、外同步接口（可选）和用户使用者接口（可选）。

3.3.3 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。

3.3.4 网管接口应符合下列要求：

1 北向接口：OTN网管系统应提供与上层网管系统之间的接口功能，通过该接口与上层网管系统相连。北向接口应符合CORBA或CMISE的规范。

2 南向接口：OTN网管系统应提供与被管理网元之间的接口功能，通过该接口网管系统可对网元实施管理。

3.3.5 外同步接口可选择2048kbit/s和2048kHz，应优先选用2048kbit/s；接口应符合ITU-T G.703建议要求，帧结构应符合ITU-T G.704建议要求。

3.3.6 OTN域间光接口分为单通路和多通路域间光接口，单通路和多通路域间光接口分类及代码参数应满足以下要求：

1 单通路域间接口分为局内、短距、长距、甚长距和超长距，光接口分类应分别满足表3.3.6-1到表3.3.6-5的要求。光接口参数应满足本规范附录B中表B.0.1-1到表B.0.1-12

的规定。

表 3.3.6-1 单通路域间接口的局内应用分类及代码

应用	局内 (I)				
工作波长 (nm)	1310		1550		
光纤类型	G. 652		G. 652		G. 655
支路信号为 NRZ 2.5G 的代码	—	P1I1-1D1	—	—	—
NRZ 2.5G 的目标传输距离 (km)	—	2	—	—	—
支路信号为 NRZ 10G 的代码	P1I1-2D1r	P1I1-2D1	P1I1-2D2r	P1I1-2D2	P1I1-2D5
NRZ 10G 的目标传输距离 (km)	0.6	2	2	25	25
对应 ITU-T G. 693 接口代码	VSR600-2R1	VSR2000-2R1	VSR2000-2L2		
支路信号为 NRZ 40G 的代码		P1I1-3D1 1I1-3D1F			
NRZ 40G 的目标传输距离 (km)		10			

注：目标距离只用于分类，不作为规范。

表 3.3.6-2 单通路域间接口的短距应用分类及代码

应用	短距 (S)		
工作波长 (nm)	1310	1550	
光纤类型	G. 652	G. 652	G. 655
支路信号为 NRZ 2.5G 的代码	P1S1-1D1	P1S1-1D2	—
NRZ 2.5G 的目标传输距离 (km)	20	40	—
支路信号为 NRZ 10G 的代码	P1S1-2D1	P1S1-2D2a, b 1S1-2D2bF	P1S1-2D5a, b 1S1-2D5bF
NRZ 10G 的目标传输距离 (km)	20	40	40
支路信号为 NRZ 40G 的代码	P1S1-3D1 1S1-3D1F	P1S1-3C2	P1S1-3C5
NRZ 40G 的目标传输距离 (km)	20	40	40

注：目标距离只用于分类，不作为规范。

表 3.3.6-3 单通路域间接口的长距应用分类及代码

应用	长距 (L)		
工作波长 (nm)	1310	1550	
光纤类型	G. 652	G. 652	G. 655
支路信号为 NRZ 2.5G 的代码	P1L1-1D1	P1L1-1D2 1L1-1D2F	—
NRZ 2.5G 的目标传输距离 (km)	40	80	—
支路信号为 NRZ 10G 的代码	P1L1-2D1	P1L1-2D2 1L1-2D2F P1L1-2D2E 1L1-2D2FE	
NRZ 10G 的目标传输距离 (km)	40	80	
支路信号为 NRZ 40G 的代码	P1L1-3C1 1L1-3C1F	P1L1-3A2 1L1-3C2F	P1L1-3A5 1L1-3C5F

		1L1-3C2FD	1L1-3C5FD
NRZ 40G 的目标传输距离 (km)	40	80	80
支路信号为 RZ 40G	—	P1L1-7A2	P1L1-7A5
RZ 40G 的目标传输距离 (km)	—	80	80

注：目标距离只用于分类，不作为规范。

表 3.3.6-4 单通路域间接口的甚长距应用分类及代码

应用	甚长距 (V)	
工作波长 (nm)	1550	
光纤类型	G. 652	G. 655
支路信号为 NRZ 10G 的代码	P1V1-2C2 1V1-2C2F P1V1-2B2E P1V1-2B2FE	P1V1-2B5 1V1-2B5F
NRZ 10G 的目标传输距离 (km)	120	120

注：目标距离只用于分类，不作为规范。

表 3.3.6-5 单通路域间接口的超长距应用分类及代码

应用	超长距 (U)	
工作波长 (nm)	1550	
光纤类型	G. 652	G. 655
支路信号为 NRZ 10G 的代码	P1U1-1A2 1U1-1B2F	P1U1-1A5 1U1-1B5F
NRZ 10G 的目标传输距离 (km)	160	160

注：目标距离只用于分类，不作为规范。

2 多通路域间接口应具有横向兼容性（多运营商），适用于G. 652和G. 655光纤上，可同时传输多达32路信号，根据特定的应用代码使用NRZ 2.5G或NRZ 10G的光支路信号。多通路域间接口分类应符合表3.3.6-6到表3.3.6-8的要求，光接口参数应满足本规范附录B中表B.0.2-1到表B.0.2-4的规定。

表3.3.6-6 多通路域间接口分类及代码

应用	局内 (I)	
波长 (nm)	1550 (G. 694.1 栅隔)	
光纤类型	G. 652	G. 655
目标距离 (km)	20	20
单通路光信号为 NRZ 2.5G 的代码	—	—
单通路光信号为 NRZ 10G 的代码	P16I2-2D2 P32I1-2D2	P16I1-2D5 P32I1-2D5

注：目标距离只用于分类，不作为规范。

表3.3.6-7 多通路域间接口分类及代码

应用	短距离 (S)	
波长 (nm)	1550 (G.694.1 栅隔)	
光纤类型	G.652	G.655
目标距离 (km)	40	40
单通路光信号为 NRZ 2.5G 的代码	P16S1-1D2 P32S1-1D2	P16S1-1D5 P32S1-1D5
单通路光信号为 NRZ 10G 的代码	P16S1-2B2 P16S1-2C2 P32S1-2B2 P32S1-2C2	P16S1-2B5 P16S1-2C5 P32S1-2B5 P32S1-2C5

注：目标距离只用于分类，不作为规范。

表3.3.6-8 多通路域间接口分类及代码

应用	长距 (L)	
波长 (nm)	1550 (G.694.1 栅隔)	
光纤类型	G.652	G.655
目标距离 (km)	80	80
单通路光信号为 NRZ 2.5G 的代码	P16L1-1A2	P16L1-1A5
单通路光信号为 NRZ 10G 的代码	P16L1-2A2	P16L1-2A5

注：目标距离只用于分类，不作为规范。

3.4 开销

3.4.1 OTS、OMS和OCh等光层开销映射和复用到OTM开销信号（OOS）后通过OSC来传送。OOS的逻辑单元组成应符合图3.4.1的要求。

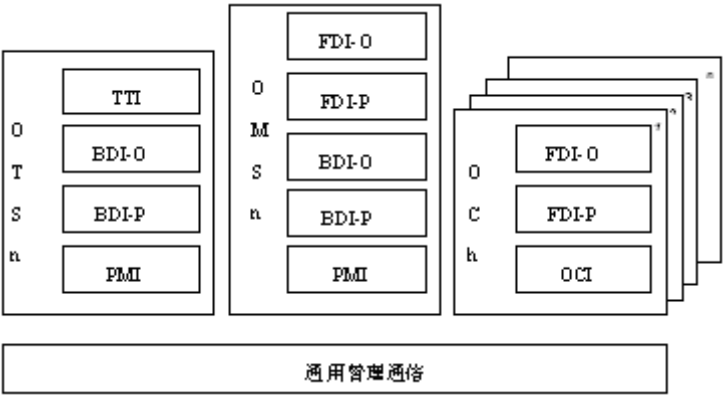


图 3.4.1 OTSn，OMSn 和 OCh 开销作为 OOS 中的逻辑单元

3.4.2 OTUk帧结构应符合图4.4.2-1的要求，OTUk、ODUk和OPUk的开销应符合图3.4.2-2的要求，其中OTUk帧结构去掉OTUk开销和FEC后为ODUk帧结构，OTUk帧结构去掉OTUk和ODUk开销和FEC后为OPUk帧结构。各个开销字节的详细内容和功能应符合YD/T 1990-2009《光传送

网(OTN)网络总体技术要求》。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	...	3824	3825	...	4080				
1	OTUk 开销区域														OPUk 开销 区域	OPUk 净荷区域 (4x3808 字节)						OTUk FEC (RS(255, 239))					
2																											
3																											
4																											
	ODUk 开销区域																										

图3. 4. 2-1 OTUk帧结构

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	FAS						MFAS	SM			GCC0		RES		RES	
2	RES		PM&TCM	TCM ACT	TCM6			TCM5			TCM4		FTFL			
3	TCM3			TCM2			TCM1			PM			EXP			
4	GCC1		GCC2		APS/PCC				RES						PSI	RES

图3. 4. 2-2 OTUk、ODUk、OPUk开销结构

3.5 OTN 设备基本要求

3.5.1 OTN设备分为OTN终端复用设备、OTN电交叉设备、OTN光交叉设备和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至图3. 5. 1-4要求。

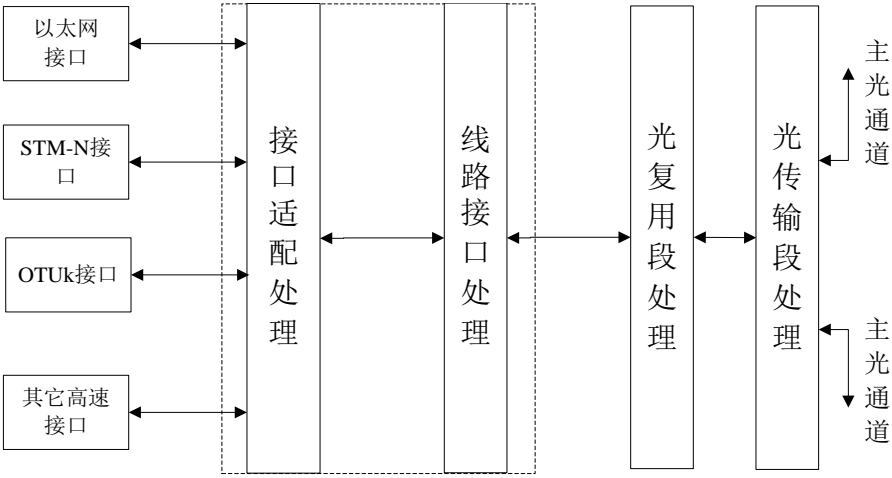


图3. 5. 1-1 OTN终端复用设备功能模型

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

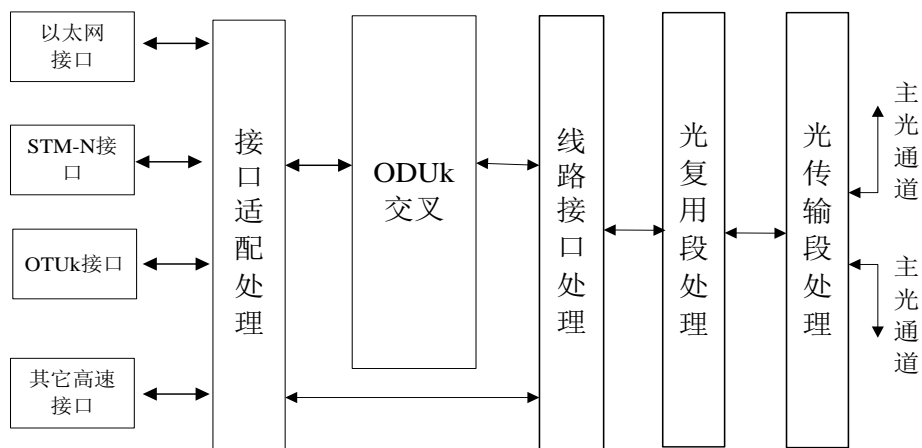


图3.5.1-2 OTN电交叉设备功能模型

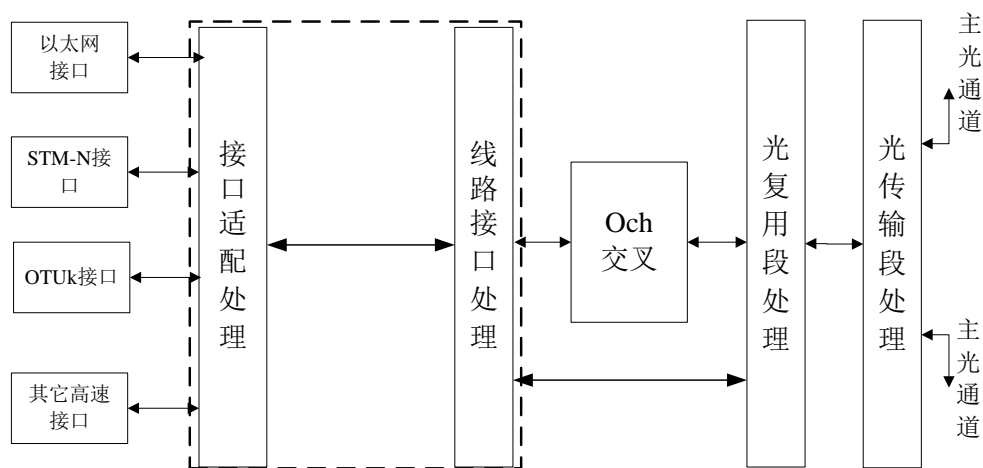


图3.5.1-3 OTN光交叉设备的功能模型

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

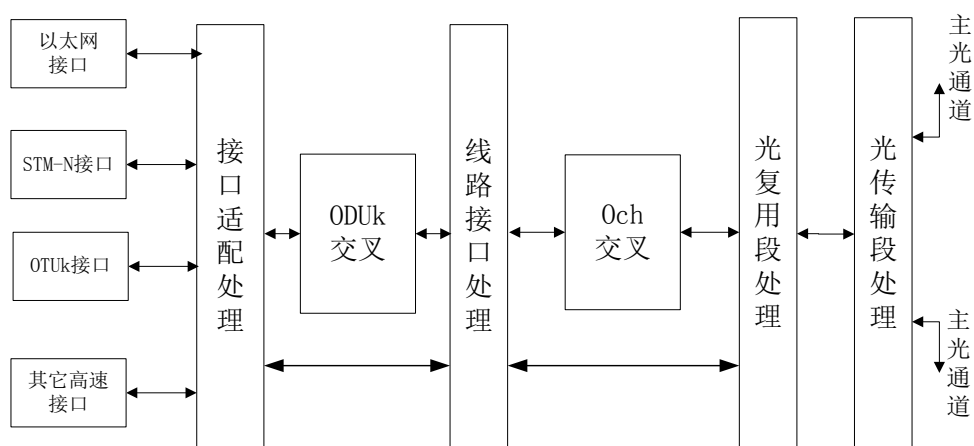


图3.5.1-4 OTN光电混合交叉调度设备的功能模型

3.5.2 各类设备应符合YD/T 1990-2009《光传送网（OTN）总体技术要求》的要求。

3.5.3 OTN设备应具备接口适配功能、线路接口处理功能、ODUk调度功能、OCh调度功能、

光复用段和传输段处理功能和OTN开销处理功能。

3.5.4 OTN设备的接口适配功能应支持STM-16/64/256业务、OTU1/2/3业务、GE/10GE WAN/10GE LAN以太网业务等，经过映射复用处理后产生ODUk(k=0, 1, 2, 2e, 3, 4)通道信号。

3.5.5 OTN的线路接口处理功能应包括ODUk时分复用、ODUk映射到OTUk功能。

3.5.6 ODUk调度功能应支持以下功能：

1 一个或多个级别的ODUk(k=0, 1, 2, 2e, 3, 4)交叉连接，可根据网络层次要求选择单个或多个调度颗粒；

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。

3.5.7 OCh调度功能应支持以下功能：

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。

3.5.8 OTN设备中承载OMS、OTS层的合波分波器、光放大器、色散补偿模块等器件的性能应满足YD/T 1274-2003《光波分复用系统（WDM）技术要求-160x10Gbit/s、80x10Gbit/s部分》中第5章、第6章、第8章、第10章的基本要求。

3.5.9 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应提供6级TCM连接监视功能。OTN的OAM功能应符合YD/T 1462-2006《光传送网（OTN）接口》要求。

4 网络设计

4.1 传送平面的网络规划

4.1.1 业务路由规划应确定业务的保护恢复方式，设置网络中所有业务的工作路由和保护路由，计算网络链路的占用和空闲容量。

4.1.2 网络波长规划应根据业务需要对波道进行规划，设置业务路由的波长。

4.1.3 网络性能规划应根据光纤类型、光缆长度、光交叉节点的设置等条件，对所有可能路由的光传输性能（OSNR、残余色散、纠错前误码率等）进行仿真计算，结果应满足 WDM 系统的传输性能要求。

4.1.4 网络统计分析应对各节点配置信息进行分析，分析节点端口资源占用情况；统计分析各光放段长度、衰减、色散和 DGD 值，各复用段 OSNR 值、残余色散和 DGD 值，各复用段工作波道、保护波道和空闲容量情况，各链路容量及利用率情况。

4.2 传输系统设计

4.2.1 OTN 网络的规模容量应符合以下要求：

- 1 系统线路侧单波速率应采用 10Gb/s 及以上速率。
- 2 长途传输网的波道容量宜采用 80 波及以上，本地/城域网宜采用 80 或 40 波。
- 3 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 OTN 系统应用在长途传输网时，电交叉连接设备应支持 ODU0/1/2/3 的交叉连接；应用在本地区/城域网时，电交叉连接设备应支持 ODU0/1/2 的交叉连接，在有业务需求的情况下，也应支持 ODU3 的交叉连接。

4.2.2 OTN 网络的光纤选取应符合以下要求：

- 1 OTN 传输系统可选用 G.652 光纤或 G.655 光纤。
- 2 OTN 传输系统中，同一光放段内应使用同类型的光纤，同一个光复用段内宜使用同类型的光纤。

3 OTN 系统应用在长途传输网时，在资源允许的情况下，宜配置同缆备用纤芯。

4.2.3 OTN 网络的网组织应符合以下要求：

1 同一运营商内部不同厂商的 OTN 设备应单独组织 OTN 管理域，多厂家 OTN 管理域间应通过具有 3R 功能的 IrDI 接口互通。

2 OTN 传输网的基本拓扑类型可采用线型、环型和网状三种，网络节点的设置应根据

网络覆盖区域光缆网络结构、节点数量、节点间的业务关系确定。

3 系统组成应符合以下要求：

- 1) OTN 传输系统可根据业务需求、系统要求选择终端复用设备、电交叉连接设备、光交叉连接设备、光电混合交叉连接设备和光线路放大设备。
- 2) OTN 网络中每个光复用段传输系统的设计应符合《YD/T 5092-2010 光缆波分复用传输系统工程设计规范》中的相关规定。

4.2.4 OTN 网络的局站设置应符合以下要求：

- 1 OTN 传输系统包括终端站、再生站、分路站、光放站等四种类型。
- 2 局站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、光纤性能情况合理选择并设定站型。

4.2.5 OTN 网络的波道组织应符合以下要求：

- 1 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。
- 2 波道组织在编制过程中应遵循以下原则：
 - 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) 波道的使用宜从小序号开始向上排列顺序使用。
 - 3) 不同光复用段的波道配置宜采用同序号的波道。
 - 4) 当采用不同速率的波道在线路侧混传时，不同速率的波道宜安排在不同的波段。

4.2.6 OTN 网络的电路组织应符合以下要求：

- 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。
- 2 电路组织在编制过程中应遵循以下原则：
 - 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作出具体安排。
 - 3) 同一环内不同光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) 电路转接宜采用 OTN 接口格式。

4.3 网络保护

4.3.1 OTN 网络保护可选用以下方式：

- 1 线性保护包括基于 ODUk 的 SNC 保护和基于 OCh 的 1+1 或 1:N 保护，可用于各种类型的网络结构中。
- 2 环网保护包括 ODUk 环网保护（ODUk SPRing）和光通道共享保护（OCh SPRing），可用于环网和网状网拓扑结构中。

3 除了上述保护方式外，也可在光线路系统上采用基于光放段的 OLP 和基于光复用段的 OMSP 保护方式。

4.3.2 OTN 网络倒换性能应符合以下要求：

1 对于 1+1 或 1:N 保护类型，一旦检测到启动倒换事件，保护倒换应在 50ms 内完成。

2 对于环网保护类型，在同时满足如下条件的基础上，一旦检测到启动倒换事件，保护倒换应在 50ms 内完成：

- 1) 单跨段故障，且节点处于空闲状态；
- 2) 光纤长度小于 1200km，节点数少于等于 16 个；
- 3) 没有额外业务。

4.3.3 应综合考虑 OTN 网络拓扑、业务颗粒度和业务的可靠性要求，选择合适的保护方式。

4.4 辅助系统设计

4.4.1 OTN 传输系统的网络管理系统应符合 YD/T 5113-2005 《WDM 光缆通信工程网管系统设计规范》和 YD/T1990-2009 《光传送网(OTN)网络总体要求》第 12 章网络管理的相关规定。

4.4.2 DCN 网络组织应符合以下要求：

1 在 OTN 传输网络中 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。

2 在没有光放站的 OTN 网络中可采用 ESC 方式组织 DCN 网络。

3 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。

4.4.3 公务联络系统设计应符合以下要求。

1 一般设置一条公务联络系统，用于所有局站间的公务联络；在网络规模大、覆盖区域广、管理层级多的情况下，可设置两条公务联络系统，一条用于终端站、再生站、分路站间的公务联络；另一条用于所有局站间的公务联络。同一站点的两条公务系统应能够通过一部公务话机实现。对于设置有网元管理系统及子网管理系统的局站，公务联络信道应延伸至网管室。

2 公务联络系统应具备选址呼叫方式、群址呼叫方式和广播呼叫方式。

4.4.4 网络同步系统待研究。

4.5 控制平面设计（可选）

4.5.1 控制平面基本结构和功能、协议的选取应满足 GB/T 21645.1-2008 《自动交换光网

络（ASON）技术要求》。

4.5.2 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，可以采用自下而上、自上而下和混合协调机制。

4.5.3 控制平面自动发现功能应满足下列要求：

- 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。

4.5.4 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。

5 系统性能指标

5.1 误码指标

5.1.1 OTN 网络全程端到端 27500km 假设参考光通道的误码性能指标参见 YD/T5092-2010《光缆波分复用传输系统工程设计规范》7.2.1 节要求。

5.1.2 6800km 光通道的长期误码性能及实际光通道误码计算应符合 YD/T5092-2010《光缆波分复用传输系统工程设计规范》7.2.2 节要求。

5.1.3 光复用段的长期误码性能应符合 YD/T5092-2010《光缆波分复用传输系统工程设计规范》7.2.3 节要求。单个光复用段内组成的光通道指标参见相应的光复用段要求。

5.1.4 光通道的短期误码性能要求为 24 小时误码率为零。

5.1.5 OTN 网络 40G 速率光通道最大纠前误码率 (BOL) 应不大于 1×10^{-5} 。

5.2 以太网性能指标

5.2.1 以太网相关性能指标应满足表 5.2.1 要求。

表5.2.1 以太网性能指标

性能参数	指标要求	备注
过载丢包率	0.01%	暂定
长期丢包率	0	测试 24 小时
突发间隔	最小帧间隔	
转发速率	用户端口速率和 SDH 链路速率之间的较小者	
时延	$\leq 100\mu s$	64byte 长数据帧
LCAS	恢复时间待定	LCAS 动态调节链路带宽 (虚级联容量) 业务应无损伤, 即无丢包。被动 LCAS 虚级联保护和恢复有少量丢包。
VLAN	单节点不小于 256 个 VLAN	支持 802.1Q VLAN 标签, 要求支持双层 VLAN 标签
差分时延	指标待定	
地址缓存能力	≥ 4096 个	单模块
MAC 地址学习速度	≥ 1000 个/秒	

5.3 光信噪比指标

5.3.1 光信噪比指标应满足 YD/T5092-2010《光缆波分复用传输系统工程设计规范》要求。

5.4 抖动指标

5.4.1 OTU 的抖动产生应符合以下要求：

1 客户侧为 SDH 信号的 3R OTU 的抖动产生指标应满足 YD/T 1274-2003《光波分复用系统（WDM）技术要求—160×10Gb/s、80×10Gb/s 部分》和 YD/T1991-2009《N×40Gbit/s 光波分复用（WDM）系统技术要求》。

2 客户侧为 OTN 信号的 3R OTU 的抖动产生指标应符合 YD/T1990-2009《OTN 网络总体技术要求》的 8.4.3.2 节要求。

5.4.2 OTN 网络接口抖动和漂移容限应符合以下要求：

1 客户侧为 SDH 信号的 3R OTU 的输入抖动容限应满足 YD/T 1060-2000《光波分复用系统（WDM）技术要求—32×2.5Gbit/s 部分》的 8.4 节、YD/T 1274-2003《光波分复用系统（WDM）技术要求—160×10Gb/s、80×10Gb/s 部分》的 9.5 节和 YD/T1991-2009《N×40Gbit/s 光波分复用（WDM）系统技术要求》的 7.4.2 节要求。

2 OTU1 输入正弦抖动容限应满足图 5.4.2-1 和表 5.4.2-1 要求。

表5.4.2-1 OTU1 输入正弦抖动容限

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

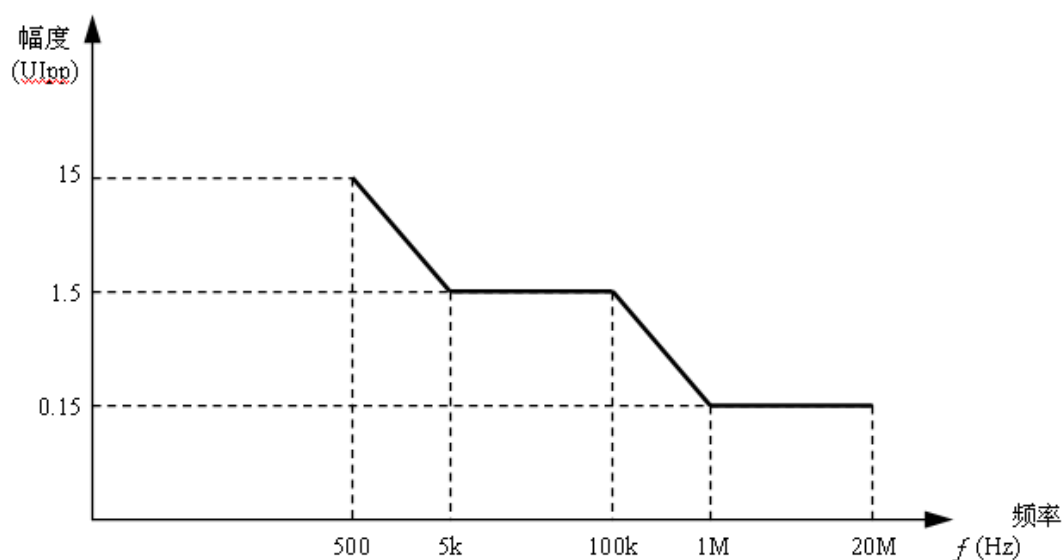


图5.4.2-1 OTU-1 输入正弦抖动容限

3 OTU2 输入正弦抖动容限应满足图 5.4.2-2 和表 5.4.2-2 要求。

表5.4.2-2 OTU2 输入正弦抖动容限

频率 f (Hz)	峰峰抖动值 (UIpp)
$2\text{k} < f \leq 20\text{k}$	$3.0 \times 10^4 f^{-1}$
$20\text{k} < f \leq 400\text{k}$	1.5
$400\text{k} < f \leq 4\text{M}$	$6.0 \times 10^5 f^{-1}$
$4\text{M} < f \leq 80\text{M}$	0.15

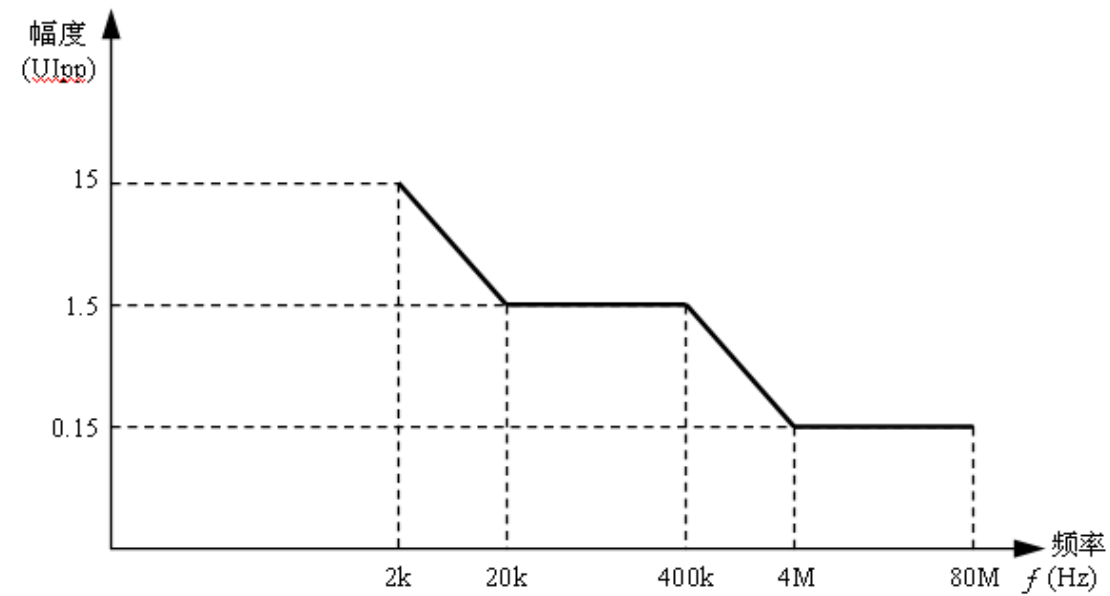


图5. 4. 2-2 OTU2 输入正弦抖动容限

4 OTU3 输入正弦抖动容限应满足图 5. 4. 2-3 和表 5. 4. 2-3 要求。

表5. 4. 2-3 OTU3 输入正弦抖动容限

频率 f (Hz)	峰峰抖动值 (UIpp)
$8\text{k} < f \leq 20\text{k}$	$1.2 \times 10^5 f^{-1}$
$20\text{k} < f \leq 400\text{k}$	6
$400\text{k} < f \leq 16\text{M}$	$2.4 \times 10^6 f^{-1}$
$16\text{M} < f \leq 320\text{M}$	0.18

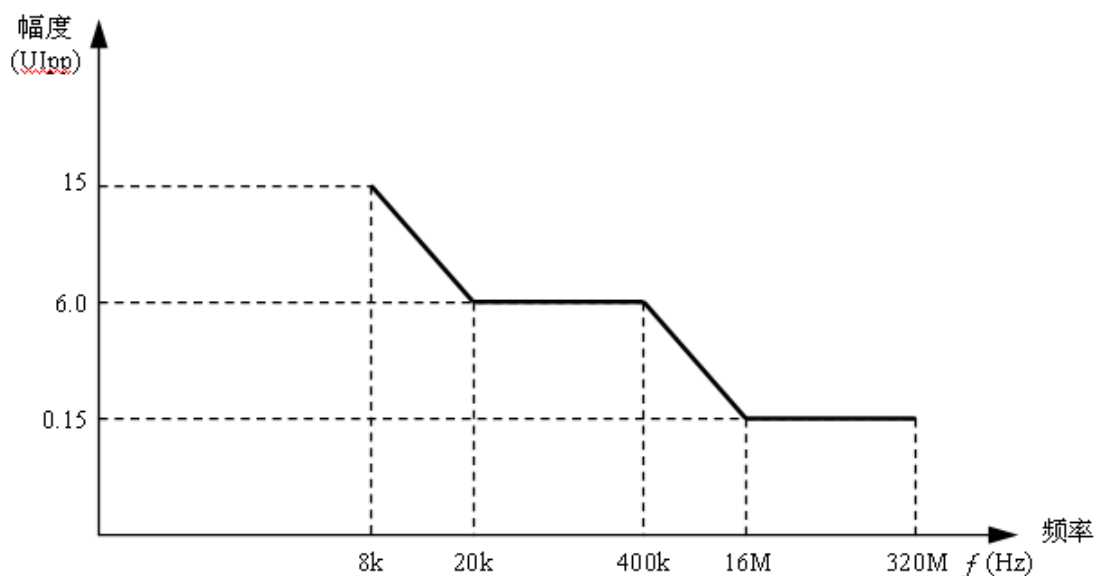


图5.4.2-3 OTU3 输入正弦抖动容限

5.4.3 OTU 的抖动转移特性应满足以下要求：

1 线路为 STM-16 和 STM-64 接口的 OTU 的抖动转移特性应分别符合 YD/T 1060-2000 《光波分复用系统(WDM)技术要求—32×2.5Gbit/s 部分》的 8.4 节、YD/T 1274-2003 《光波分复用系统(WDM)技术要求—160×10Gb/s、80×10Gb/s 部分》的 9.5 节要求。

2 线路为 OTUk 接口的 OTU 的抖动转移特性应符合 YD/T1990-2009 《OTN 网络总体技术要求》的 8.4.3.4 节要求。

5.4.4 OTN 网络接口输出抖动应满足表 5.4.4 要求。

表5.4.4 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 (UIpp)
	低通 (KHz)	高通 (MHz)	
OTU1	5	20	1.5
	1000	20	0.15
OTU2	20	80	1.5
	4000	80	0.15
OTU3	20	320	6
	16000	320	0.18
OTU4	FFS	FFS	FFS
	FFS	FFS	FFS

OTUk 网络接口不是同步接口，ODUk 时钟不是造成漂移的主要因素，因此不需要定义漂移指标。

6 网络互联要求

6.0.1 OTN 传输网与用户网络的互联宜采用 OTUk 接口，不具备 OTUk 接口时也可采用 STM-N 接口或者以太网接口互联。

6.0.2 不同厂家 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。

6.0.3 不同厂家设备间互联的光接口应用代码应保持一致。

7 设备选型与配置

7.1 设备选型

7.1.1 传输设备选型应符合下列规定：

- 1 符合技术先进、安全可靠、经济适用的原则；
- 2 设备应具有灵活的、最少品种的硬件配置，有利于系统扩容及升级；
- 3 符合 YD/T1990-2009《光传送网(OTN)网络技术总体要求》和 YD/T 1462-2006《光传送网(OTN)接口》的规定；
- 4 对于国内尚未制定的标准，应符合相应的 ITU-T 建议要求；
- 5 在设备功能和性能相近的条件下，应选择功耗低的设备。

7.1.2 设备的机架高度宜为 2600mm、2200mm 或 2000mm，深度宜为 300mm、600mm，宽度宜为 600mm。

7.1.3 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。

7.1.4 设备的电磁兼容性应符合 GB 19286-2003《电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法》的相关要求。

7.1.5 设备配置应考虑维护使用和扩容的方便。

7.2 设备配置

7.2.1 OTN 设备的配置原则应符合以下要求：

1 设备数量应按传输系统及波道组织进行配置，设备交叉颗粒和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。

2 OTN 电交叉连接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 ODU_k 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。

3 OTN 光交叉连接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。

4 OTN 电交叉连接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。

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

- 6 各速率业务和线路板光模块宜采用可热插拔的光模块。
 - 7 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。
- 7.2.2 业务终端站的光通路端口宜按光口速率终端在不同的 ODF 子架或端子上。
- 7.2.3 列柜的配置宜符合以下要求：
- 1 列头柜宜配置在每一机列在靠主走道一端。
 - 2 当机列长度较长或所需熔丝数量超过单个列柜容量时，可在次要走道端配置列尾柜。
 - 3 列柜应能够实时显示电源电压和实际用电电流。
 - 4 列柜的二级熔丝应能够带电进行更换，带电更换列柜二级熔丝时应不影响列柜中其他电源系统的工作。

8 局站设备安装

8.1 机房平面布置与设备排列

- 8.1.1 机房平面布置应符合以下要求：
- 1 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；
 - 2 设备之间的布线路由应合理，减少往返，布线距离较短；
 - 3 应便于维护、施工和扩容；
 - 4 应有利于抗震加固；
 - 5 在有利于提高机房面积利用率的基础上，适当考虑机房的整齐和美观。
- 8.1.2 设备排列应符合以下要求：
- 1 设备机架列间宜采用面对面或背对背的排列方式。在原有机房装机，宜采用与原机房设备布置一致的方式。新建机房应根据设备情况，在机房的楼面均布活荷载允许条件下宜采用背靠背双面排列方式。
 - 2 主设备应排列在同一列内或相对集中。
 - 3 在条件允许的情况下，光分配架排列宜相对集中。
- 8.1.3 机房设备列之间以及走道的宽度应根据机房荷载、设备重量以及维护空间要求确定，标准机房可参照表 8.1.3 的要求。

表 8.1.3 标准机房设备排列距离参考值

序号	名 称	距离（m）	备注
1	主走道宽度	≥1.3	单面排列机列机房
		≥1.5	双面排列机列机房
2	次走道宽度	≥0.8，个别突出部分≥0.6m	短机列时
		≥1.0，个别突出部分≥0.8m	长机列时
3	相邻机列面与面之间	1.2~1.4	—

4	相邻机列面与背之间	1.0~1.2	—
5	相邻机列背与背之间	0.7~0.8	—
6	机面与墙之间	0.8~1.0	—
7	机背与墙之间	0.6~0.8	—

8.2 设备及走线架安装

8.2.1 新建机房应按照上走线方式设计走线架。机房走线架的安装方式应满足 YD/T 5026-2005《通信机房铁架安装设计规范》的相关技术要求。

8.2.2 列架可按区域安装，应满足工程近期需要。高度应根据设备高度设计，列架与设备架顶宜相距 50mm。

8.2.3 抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上的机房，铁架和机架安装必须采取抗震加固措施，铁架加固方式应符合 YD/T 5026-2005《电信机房铁架安装设计标准》中的相关技术要求，机架加固方式应符合 YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》中的相关技术要求。

8.3 布线要求与线缆选择

8.3.1 机房电源线、光纤连接线、通信电缆线应分开布放。不具备分开条件时，通信电缆与电力电缆相互之间的距离应保持不少于 50mm。

8.3.2 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。

8.3.3 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。

8.3.4 光纤连接线应布放在专门的光纤槽道内，当光纤连接线在槽道内与其它通信电缆一起布放时应考虑保护措施。

8.3.5 应避免跨机房布放光纤连接线，机房之间有光纤连接需求时应通过机房间的中继光缆连接。

8.3.6 局站内线缆布放应使信号流向有一致的收发顺序。

8.3.7 布线电缆选择应满足传输速率、衰耗、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。

8.3.8 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。

8.3.9 告警信号线宜选用音频塑料线。

8.3.10 公务联络线应选用音频隔离线。

8.3.11 网管系统的通信电缆应根据传送信号速率选用相应型号、规格的线缆。

8.4 电源系统及接地

8.4.1 直流供电系统应满足以下要求：

- 1 传输设备宜采用-48V 直流供电，其输入电压允许变动范围为-40V~-57V。
- 2 传输机房可采用主干馈电线供电和电源分支柜方式。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。
- 3 传输设备的直流供电系统，应结合机房原有的供电方式，采用树干式或按列辐射方式馈电，在列内通过列头柜分熔丝按架辐射至各机架或子架。
- 4 禁止两只小负荷熔丝并联代替大负荷熔丝使用。

8.4.2 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。

8.4.3 传输设备所需的-48V 直流电源系统布线，从电力室直流配电屏引接至电源分支柜、由电源分支柜引接至列柜、再至传输设备机架均应采用主备电源线分开引接的方式。

8.4.4 列柜的选用应满足以下要求：

- 1 列柜的容量以及负荷应按整列进行核算和配置。
- 2 应根据传输设备满配置耗电量的 1.2~2 倍来核算列柜每个二级熔丝的容量。

8.4.5 交流 220V 电源应满足以下要求：

- 1 交流 220 伏电源供仪表以及网络设备使用。
- 2 配置网络管理设备的局站应采用不间断电源(UPS)供电系统或逆变器供电系统供电。

8.4.6 地线应满足以下要求：

- 1 传输机房的工作接地和保护接地宜采用分开引接方式。
- 2 工作地线应采用汇流条树干式“T”接至列头柜或由电源分支柜引接至列头柜，列内通过列头柜辐射至各机架。
- 3 保护地线宜采用电力电缆从电力室地线排、电源分支柜地线排或机房内适当接地点直接引接至列头柜，列内采用树干式“T”接至各机架。

8.4.7 本规范未涉及的局站的电源设计部分应符合 YD/T5040-2005《通信电源设备安装工程设计规范》的相关规定。

8.5.8 本规范未涉及的局(站)防雷与接地部分应符合 YD5098-2005《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》的相关规定。

8.5 局站装机条件

8.5.1 传输机房设计的面积应结合工程远期发展需要，并留有发展余地。

8.5.2 传输机房房屋净高应不低于 3.2m~3.3m。

8.5.3 传输机房的温度、相对湿度、洁净度、电磁场干扰、噪音、照明等要求应符合 YD/T1821-2008《通信中心机房环境条件要求》的相关规定。

- 8.5.4 传输机房防静电要求应符合 YD/T 754-1995《通信机房静电防护通则》的相关规定。
- 8.5.5 传输机房楼面均布活荷载值应符合满足 YD/T 5003-20XX《通信建筑工程设计规范》第 8.2 节的相关规定。

9 维护工具及仪表配置

9.0.1 维护工具及仪表配置的数量和品种应能满足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。

9.0.2 维护工具及仪表配置应根据维护范围及设备类型考虑。

9.0.3 工程设计在配置维护工具及仪表时，必须在调查研究后根据实际情况配置，应充分利用已有仪表，并根据具体情况补缺配套，同时应考虑运营商的要求。

附录 A 本规范用词说明

本规范条文执行有关严格程度的用词，采用以下写法：

A.0.1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

A.0.2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

A.0.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”；

A.0.4 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

附录 B 域间光接口参数规范

表B. 0. 1-1 光支路信号NRZ 2.5G局内和短距离应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1I1-1D1	P1S1-1D1	P1S1-1D2
一般信息		(注)	(注)	(注)
通路最大数量	-	1	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}
光纤类型	-	G.652	G.652	G.652
MPI-S				
工作波长	nm	1266-1360	1260-1360	1530-1565
激光源类型		MLM	SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	3.4	NA	NA
最大-20dB 谱宽	nm	NA	1	< 1
最大功率谱密度	mW/10 MHz	进一步研究	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	NA	30	30
最大平均输出光功率	dBm	-3	0	0
最小平均输出光功率	dBm	-10	-5	-5
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2
眼图	-	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道				
最大衰减	dB	6	11	11
最小衰减	dB	0	0	0
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	± 12	± 140	800
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	± 12	± 140	715
在 MPI-S 最小光回损	dB	14	14	14
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	120	120	120
MPI-R				
最大平均输入功率	dBm	-3	0	0
最小灵敏度	dBm	-17	-17	-17
最大光通道代价	dB	1	1	1
光网元的最大反射	dB	-14	-14	-14

注：应用代码的参数值应符合 ITU-T G.957 的规定。

表B. 0. 1-2 光支路信号NRZ 2.5G长距离应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1L1-1D1	P1L1-1D2	1L1-1D2F
一般信息		(注 1)	(注 1)	
通路最大数量	-	1	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ OTU1 FEC
最大比特差错率	-	10 - 12	10 - 12	10 - 12 (注 2)
光纤类型	-	G. 652	G. 652	G. 652
MPI-S				
工作波长	nm	1280-1335	1530-1565	1530-1565
激光源类型		SLM	SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	NA	NA	NA
最大-20dB 谱宽	nm	1	1	1
最大功率谱密度	mW/10 MHz	进一步研究	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30
最大平均输出光功率	dBm	3	3	3
最小平均输出光功率	dBm	-2	-2	-2
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2
眼图	-	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道				
最大衰减	dB	22	22	24
最小衰减	dB	12	12	12
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	± 180	1600	1600
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	± 180	1430	1430
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	120	120	120
MPI-R				
最大平均输入功率	dBm	-9	-9	-9
最小灵敏度	dBm	-25	-26	-28
最大光通道代价	dB	1	2	2
光网元的最大反射	dB	-27	-27	-27

注 1: 这些应用代码的参数值应符合 ITU-T G.957 规定。

注 2: 该应用代码在纠错后 (如果启用) 应满足该 BER, 在 FEC 解码器的输入口的 BER 可以远远大于 10^{-12} 。

表B. 0.1-3 光支路信号NRZ 2.5G超长距离应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1U1-1A2	P1U1-1A5	1U1-1B2F 1U1-1B5F
G. 691 应用代码		U-16.2	-	-
一般信息		(注 1)		
通路最大数量	-	1	1	1
单通路信号的比特率 /线路编码	-	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ OTU1 FEC
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (注 2)
光纤类型	-	G. 652	G. 655	G. 652, G. 655
MPI-S				
工作波长	nm	1530-1565	1530-1565	1530-1565
激光源类型		SLM	SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	进一步研究	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30
最大平均输出光功率	dBm	15	15	18
最小平均输出光功率	dBm	12	12	15
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2
眼图	-	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道				
最大衰减	dB	44	44	44
最小衰减	dB	33	33	27
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	3200	1700	3200 G. 652, 1700 G. 655
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	2860	1390	2860 G. 652, 1390 G. 655
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间 最大离散反射	dB	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	120	120	120
MPI-R				
最大平均输入功率	dBm	-18	-18	-9
最小灵敏度	dBm	-34	-34	-31
最大光通道代价	dB	2	2	2
光网元的最大反射	dB	-27	-27	-27

注 1: 这些应用代码的参数值应符合 ITU-T G.691 规定。

注 2: 该应用代码在纠错后 (如果启用) 应满足该 BER, 在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

表B. 0. 1-4 光支路信号NRZ 10G局内应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1I1-2D2	P1I1-2D5
一般信息			
通路最大数量	-	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 10G	NRZ 10G
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}
光纤类型	-	G. 652	G. 655
MPI-S			
工作波长	nm	1500-1565	1500-1565
激光源类型		SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	进一步研究	进一步研究
最大-20dB 谱宽	nm		
最大功率谱密度	mW/10 MHz		
最小边模抑制比	dB	30	30
最大平均输出光功率	dBm	-1	-1
最小平均输出光功率	dBm	-5	-5
最小消光比	dB	8.2	8.2
眼图	-	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道			
最大衰减	dB	7	7
最小衰减	dB	0	0
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	500	270
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	400	180
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB	-27	-27
最大差分群时延	ps	30	30
MPI-R			
最大平均输入功率	dBm	-1	-1
最小灵敏度	dBm	-14	-13
最大光通道代价	dB	2	1
光网元的最大反射	dB	-27	-27

表B. 0. 1-5 G. 652光纤上光支路信号NRZ 10G短距离应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1S1-2D1	P1S1-2D2a	P1S1-2D2b	1S1-2D2bF
一般信息					
通路最大数量	-	1	1	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (注 2)
光纤类型	-	G. 652	G. 652	G. 652	G. 652
MPI-S					
工作波长	nm	1290-1330	1530-1565	1530-1565	1530-1565
激光源类型			SLM	SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	进一步研究	进一步研究	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30	30
最大平均输出光功率	dBm	5	-1	2	2
最小平均输出光功率	dBm	1	-5	-1	-2
最小消光比	dB	6	8.2	8.2	8.2
眼图	-	NRZ 10G 1310 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区 域	NRZ 10G 1550 nm 区 域
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道					
最大衰减	dB	11	11	11	12
最小衰减	dB	6	7	3	3
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	± 70	800	800	800
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	± 70	720	720	720
在 MPI-S 最小光回损	dB	14	24	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	30	30	30	30
MPI-R					
最大平均输入功率	dBm	-1	-8	-1	-1
最小灵敏度	dBm	-11	-18	-14	-16
最大光通道代价	dB	1	2	2	2
光网元的最大反射	dB	-14	-27	-27	-27

注 1: 后缀“a”表明具有适合于 APD 接收机的发光功率电平; 后缀“b”表明具有适合于 PIN 接收机的发光功率电平。

注 2: 该应用代码在纠错后 (如果启用) 应满足该 BER, 在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

表B. 0. 1-6 G. 655光纤上光支路信号NRZ 10G短距离应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1S1-2D5a	P1S1-2D5b	1S1-2D5bF
G. 691 应用代码		S-64. 5a	S-64. 5b	
一般信息				
通路最大数量	-	1	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC 使能
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (注 2)
光纤类型	-	G. 655	G. 655	G. 655
MPI-S				
工作波长	nm	1530-1565	1530-1565	1530-1565
激光源类型		SLM	SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	进一步研究	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30
最大平均输出光功率	dBm	-1	2	2
最小平均输出光功率	dBm	-5	-1	-2
最小消光比	dB	8. 2	8. 2	8. 2
眼图	-	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道				
最大衰减	dB	11	11	12
最小衰减	dB	7	3	3
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	430 G. 655	430 G. 655	430 G. 655
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	350 G. 655	350 G. 655	350 G. 655
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	30	30	30
MPI-R				
最大平均输入功率	dBm	-8	-1	-1
最小灵敏度	dBm	-17	-13	-15
最大光通道代价	dB	1	1	1
光网元的最大反射	dB	-27	-27	-27

注 1: 后缀“a”表明具有适合于 APD 接收机的发光功率电平; 后缀“b”表明具有适合于 PIN 接收机的发光功率电平。

注 2: 该应用代码在纠错后 (如果启用) 应满足该 BER, 在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

表B. 0. 1-7 光支路信号NRZ 10G长距离应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1L1-2D1	P1L1-2D2	1L1-2D2F
G. 691 应用代码		L-64. 1	-	-
一般信息				
通路最大数量	-	1	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (注)
光纤类型	-	G. 652	G. 652	G. 652
MPI-S				
工作波长	nm	1290-1320	1530-1565	1530-1565
激光源类型		SLM	SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	进一步研究	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30
最大平均输出光功率	dBm	7	4	4
最小平均输出光功率	dBm	3	0	- 1
最小消光比	dB	6	9	8. 2
眼图	-	NRZ 10G 1310 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道				
最大衰减	dB	22	22	22
最小衰减	dB	16	11	11
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	140	1600	1600
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	140	1430	1430
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB			
最大差分群时延	ps	30	30	30

注: 该应用代码在纠错后(如果启用)应满足该 BER, 在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

表B. 0. 1-8 光支路信号NRZ 10G甚长距离应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1V1-2C2	1V1-2C2F	P1V1-2B5	1V1-2B5F
一般信息					
通路最大数量	-	1	1	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC 使能	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC 使能
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12} (注 1)	10^{-12}	10^{-12} (注 1)
光纤类型	-	G. 652	G. 652	G. 655	G. 655
MPI-S					
工作波长	nm	-	-	1530-1565	1530-1565
中心频率	THz	192. 1	192. 1	-	-
最大中心频率偏移		40	40	-	-
激光源类型		SLM	SLM	SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	FFS	FFS	FFS	FFS
最小边模抑制比	dB	30	30	30	30
最大平均输出光功率	dBm	7	7	13	13
最小平均输出光功率	dBm	4	3	10	10
最小消光比	dB	9 (注 2)	9 (注 2)	9	8. 2
眼图	-	放大的 NRZ 10G	放大的 NRZ 10G	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道					
最大衰减	dB	33	33	33	33
最小衰减	dB	21	21	20	20
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	2400	2400	1280	1280
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	2400	2400	1050	1050
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	30	30	30	30
MPI-R					
最大平均输入功率	dBm	- 14	- 14	- 7	- 7
最小灵敏度	dBm	- 30	- 31	- 24	- 24
最大光通道代价	dB	1	1	1	1
光网元的最大反射	dB	-27	-27	-27	-27

注 1: 该应用代码在纠错后 (如果启用) 应满足该 BER, 在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

注 2: 该应用代码的消光比不需要满足四阶贝塞尔-汤普森滤波器。

表B. 0. 1-9 光支路信号NRZ 10G长距、甚长距离应用的单通路IrDI参数（采用电色散补偿）

参数	单位	P1L1-2D2E	1L1-2D2FE	P1V1-2B2E	1V1-2B2FE
一般信息		(注 1)	(注 1)	(注 1)	(注 1)
通路最大数量	-	1	1	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC 使能	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC 使能
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12} (注 2)	10^{-12}	10^{-12} (注 2)
光纤类型	-	G. 652	G. 652	G. 652	G. 652
MPI-S					
激光源类型	THz	SLM	SLM	SLM	SLM
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道					
最大衰减	dB	22	22	33	33
最大差分群时延	ps	30	30	30	30

注 1： 该应用代码需要额外的参数用于保证发射机的光谱特性。

注 2： 该应用代码在纠错后（如果启用）应满足该 BER，在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

表B. 0. 1-10 光支路信号NRZ 40G局内应用的单通路IrDI参数

参数	单位	P1I1-3D1	1I1-3D1F
一般信息			
通路最大数量	-	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 40G	NRZ OTU3 FEC 使能
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12} (注)
光纤类型	-	G. 652	G. 652
MPI-S			
工作波长	nm	1307-1317	1307-1317
激光源类型		SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	35	35
最大平均输出光功率	dBm	4	4
最小平均输出光功率	dBm	0	0
最小消光比	dB	8.2	8.2
眼图	-	NRZ 40G	NRZ 40G
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道			
最大衰减	dB	6	6
最小衰减	dB	0	0
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	± 16	± 16
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	± 16	± 16
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB	-27	-27
最大差分群时延	ps	7.5	7.5
MPI-R			
最大平均输入功率	dBm	4	4
最小灵敏度	dBm	-7	-7
最大光通道代价	dB	1	1
光网元的最大反射	dB	-27	-27

注：该应用代码在纠错后（如果启用）应满足该 BER，在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

表B. 0. 1-11 光支路信号NRZ 40G短距和长距的单通路IrDI参数（1300nm区域）

参数	单位	P1S1-3D1	1S1-3D1F	P1L1-3C1	1L1-3C1F
一般信息					
通路最大数量	-	1	1	1	1
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 40G	NRZ OTU3 FEC 使能	NRZ 40G	NRZ OTU3 FEC 使能
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12} (注)	10^{-12}	10^{-12} (注)
光纤类型	-	G. 652	G. 652	G. 652	G. 652
MPI-S					
工作波长	nm	1310-1314	1310-1314	1310-1314	1310-1314
中心频率	THz	SLM	SLM	SLM	SLM
激光源类型		进一步研究	进一步研究	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	35	35	35	35
最大平均输出光功率	dBm	7	4	7	4
最小平均输出光功率	dBm	4	1	4	1
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2	8.2
眼图	-	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道					
最大衰减	dB	10.5	10.5	20	20
最小衰减	dB	3	0	9	6
最大色度色散（波长上限）	ps/nm	± 27	± 27	± 53	± 53
最大色度色散（波长下限）	ps/nm	± 27	± 27	± 53	± 53
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间最大离散反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	7.5	7.5	7.5	7.5
MPI-R					
最大平均输入功率	dBm	4	4	-2	-2
最小灵敏度	dBm	-7.5	-10.5	-18	-21
最大光通道代价	dB	1	1	2	2
光网元的最大反射	dB	-27	-27	-27	-27

注：该应用代码在纠错后（如果启用）应满足该 BER，在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

表B. 0. 1-12 光支路信号NRZ 40G短距和长距的单通路IrDI参数（1550nm区域）

参数	单位	P1S1-3C2 P1S1-3C5	P1L1-3A2 P1L1-3A5	1L1-3C2FD 1L1-3C5FD	1L1-3C2F 1L1-3C5F
一般信息					
通路最大数量	-	1	1	1	1
单通路信号的比特率 /线路编码	-	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ OTU3 FEC 使能	NRZ OTU3 FEC 使能
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (注 3)	10^{-12} (注 3)
光纤类型	-	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655
MPI-S					
中心频率	THz	192. 1	192. 1	192. 1	192. 1
最大中心频率偏移		40	40	40	40
激光源类型		SLM	SLM	SLM	SLM
最大 RMS 谱宽 (σ)	nm	进一步研究	进一步研究	进一步研究	进一步研究
最小边模抑制比	dB	35	35	35	35
最大平均输出光功率	dBm	3	8	5	5
最小平均输出光功率	dBm	- 3	5	2	2
最小消光比	dB	8. 2	10	10	10
眼图	-	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G
点 MPI-S 到 MPI-R 的光通道					
最大衰减	dB	11	22	22	22
最小衰减	dB	0	11	11	11
最大色度色散（波长上限）	ps/nm	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420	G. 652 光纤为 1600, G. 655 光纤为 840	G. 652 光纤为 1600, G. 655 光纤为 840	G. 652 光纤为 1600, G. 655 光纤为 840
最大色度色散（波长下限）	ps/nm	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420	G. 652 光纤为 1600, G. 655 光纤为 840	G. 652 光纤为 1600, G. 655 光纤为 840	G. 652 光纤为 1600, G. 655 光纤为 840
最大色度色散偏差		(注 2)	(注 2)	± 80	(注 2)
在 MPI-S 最小光回损	dB	24	24	24	24
MPI-S 到 MPI-R 间 最大离散反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	7. 5(注 1)	7. 5 (注 1)	7. 5 (注 1)	7. 5 (注 1)
MPI-R					
最大平均输入功率	dBm	3	- 3	- 6	- 6
最小灵敏度	dBm	- 17	- 20	- 22	- 23
最大光通道代价	dB	3	3	2	3
光网元的最大反射	dB	-27	-27	-27	-27

注 1：一些类型的 G.652，G.655 光纤的 PMD 系数较高，可能超出 DGD 要求的范围。

注 2：该值必须在联合工程设计中得到链路提供者和系统制造商的认可。

注 3：该应用代码在纠错后（如果启用）应满足该 BER，在 FEC 解码器的输入口的 BER 可远远大于 10^{-12} 。

表B. 0. 2-1 光支路信号NRZ 2.5G短距的多通路IrDI应用物理层参数值

参数	单位	P16S1-1D2 P16S1-1D5	P32S1-1D2 P32S1-1D5
一般信息			
通路最大数量	-	16	32
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}
光纤类型	-	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655
MPI-S_M			
每通路最大平均输出功率	dBm	-4	-4
每通路最小平均输出功率	dBm	-10	-10
平均总输出功率	dBm	8	11
中心频率	THz	$192.1 + 0.2 \text{ m}$, $\text{m} = 0 \sim 15$	$192.1 + 0.1 \text{ m}$, $\text{m} = 0 \sim 31$
通路间隔	GHz	200	100
最大中心频率偏移	GHz	40	20
最小消光比	dB	8.2	8.2
眼图	-	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
点 MPI-S_M到 MPI-R_M的光通道			
(单跨段) 最大衰减	dB	11	11
最小衰减	dB	2	2
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420
在 MPI-S _M 最小光回损	dB	24	24
MPI-S _M 到 MPI-R _M 间最大离散反射	dB	-27	-27
最大差分群时延	ps	120	120
MPI-R_M			
通路最大平均输入功率	dBm	-6	-6
通路最小平均输入功率	dBm	-21	-21
平均最大总输入功率	dBm	6	9
最大通路功率差值	dB	NA	NA
最大光通道代价	dB	1	1
最小等价灵敏度	dBm	-22	-22
光网元的最大反射	dB	-27	-27

注：该参数值不适用于使用光放大器的系统或域内接口（IaDIs）。

表B. 0. 2-2 光支路信号NRZ 10G局内应用的多通路IrDI应用物理层参数值

参数	单位	P16I1-2D2 P16I1-2D5	P32I1-2D2 P32I1-2D5
一般信息			
通路最大数量	-	16	32
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 10G	NRZ 10G
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}
光纤类型	-	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655
MPI-S_M			
每通路最大平均输出功率	dBm	-3	-3
每通路最小平均输出功率	dBm	-6	-6
平均总输出功率	dBm	9	12
中心频率	THz	$192.1 + 0.2 \text{ m}$, $\text{m} = 0 \sim 15$	$192.1 + 0.1 \text{ m}$, $\text{m} = 0 \sim 31$
通路间隔	GHz	200	100
最大中心频率偏移	GHz	40	20
最小消光比	dB	8.2	8.2
眼图		放大的 NRZ 10G	放大的 NRZ 10G
点 MPI-S_M到 MPI-R_M的光通道			
(单跨段) 最大衰减	dB	6	6
最小衰减	dB	0	0
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	G. 652 光纤为 400, G. 655 光纤为 210	G. 652 光纤为 400, G. 655 光纤为 210
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	G. 652 光纤为 400, G. 655 光纤为 210	G. 652 光纤为 400, G. 655 光纤为 210
在 MPI-S _M 最小光回损	dB	24	24
MPI-S _M 到 MPI-R _M 间最大离散反射	dB	-27	-27
最大差分群时延	ps	30	30
MPI-R_M			
通路最大平均输入功率	dBm	-3	-3
通路最小平均输入功率	dBm	-12	-12
平均最大总输入功率	dBm	9	12
最大通路功率差值	dB	NA	NA
最大光通道代价	dB	G. 652 光纤为 2, G. 655 光纤为 1	G. 652 光纤为 2, G. 655 光纤为 1
最小等价灵敏度	dBm	G. 652 光纤为-14, G. 655 光纤为-13	G. 652 光纤为-14, G. 655 光纤为-13
光网元的最大反射	dB	-27	-27

注：该参数值不适用于使用光放大器的系统或域内接口（IaDIs）。

表B. 0. 2-3 光支路信号NRZ 10G短距的多通路IrDI应用物理层参数值

参数	单位	P16S1-2B2 P16S1-2B5	P16S1-2C2 P16S1-2C5	P32S1-2B2 P32S1-2B5	P32S1-2C2 P32S1-2C5
一般信息					
通路最大数量	-	16	16	32	32
单通路信号的比特率/线路编码	-	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G
最大比特差错率	-	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}
光纤类型	-	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655
MPI-S_u					
每通路最大平均输出功率	dBm	3	-7	3	-7
每通路最小平均输出功率	dBm	0	-11	0	-11
平均总输出功率	dBm	15	5	18	8
中心频率	THz	192.1 + 0.2 m, m = 0 ~ 15	192.1+0.2 m, m = 0 ~ 15	192.1+0.1 m, m = 0 ~ 31	192.1+0.1 m, m = 0 ~ 31
通路间隔	GHz	200	200	100	100
最大中心频率偏移	GHz	40	40	20	20
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2	8.2
眼图		放大的 NRZ 10G	放大的 NRZ 10G	放大的 NRZ 10G	放大的 NRZ 10G
点 MPI-S_u到 MPI-R_u的光通道					
(单跨段) 最大衰减	dB	11	11	11	11
最小衰减	dB	0	0	0	0
最大色度色散 (波长上限)	ps/nm	G. 652 光纤 为 800, G. 655 光纤 为 420	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420
最大色度色散 (波长下限)	ps/nm	G. 652 光纤 为 800, G. 655 光纤 为 420	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420	G. 652 光纤为 800, G. 655 光纤为 420
在 MPI-S _u 最小光回损	dB	24	24	24	24
MPI-S _u 到 MPI-R _u 间 最大离散反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大差分群时延	ps	30	30	30	30
MPI-R_u					
通路最大平均输入功率	dBm	3	-7	3	-7
通路最小平均输入功率	dBm	-11	-22	-11	-22
平均最大总输入功率	dBm	15	5	18	8
最大通路功率差值	dB	NA	2	NA	2
最大光通道代价	dB	G. 652 光纤 为 2, G. 655 光纤 为 1	G. 652 光纤为 2, G. 655 光纤为 1	G. 652 光纤为 2, G. 655 光纤为 1	G. 652 光纤为 2, G. 655 光纤为 1
最小等价灵敏度	dBm	G. 652 光纤 为-13, G. 655 光纤 为-12	G. 652 光纤为 -24, G. 655 光纤为 -23	G. 652 光纤为 -13, G. 655 光纤为 -12	G. 652 光纤为 -24, G. 655 光纤为 -23
光网元的最大反射	dB	-27	-27	-27	-27

注：该参数值不适用于使用光放大器的系统或域内接口（IaDIs）。

表B. 0. 2-4 光支路信号NRZ 2.5G、10G长距的多通路IrDI应用物理层参数值

参数	单位	P16L1-1A2 P16L1-1A5	P16L1-2A2 P16L1-2A5
一般信息			
通路最大数量	—	16	16
单通路信号的比特率/线路编码	—	NRZ 2.5G	NRZ 10G
最大比特差错率	—	10^{-12}	10^{-12}
光纤类型	—	G. 652, G. 655	G. 652, G. 655
MPI-S_M			
每通路最大平均输出功率	dBm	5	5
每通路最小平均输出功率	dBm	2	0
平均总输出功率	dBm	17	17
中心频率	THz	$192.1 + 0.2 \text{ m}$, $\text{m} = 0 \sim 15$	$192.1 + 0.2 \text{ m}$, $\text{m} = 0 \sim 15$
通路间隔	GHz	200	200
最大中心频率偏移	GHz	40	40
最小消光比	dB	8.2	8.2
眼图		NRZ 2.5G	放大的 NRZ 10G
点 MPI-S_M到 MPI-R_M的光通道			
（单跨段）最大衰减	dB	22	22
最小衰减	dB	11	11
最大色度色散（波长上限）	ps/nm	1600 for G. 652, 840 for G. 655	1600 for G. 652, 840 for G. 655
最大色度色散（波长下限）	ps/nm	G. 652 光纤为 1600, G. 655 光纤 840	G. 652 光纤为 1600, G. 655 光纤 840
在 MPI-S _M 最小光回损	dB	24	24
MPI-S _M 到 MPI-R _M 间最大离散反射	dB		
最大差分群时延	ps	120	30
MPI-R_M			
通路最大平均输入功率	dBm		-6
通路最小平均输入功率	dBm		
平均最大总输入功率	dBm	6	6
最大通路功率差值	dB	3	3
最大光通道代价	dB	G. 652 光纤为 2, G. 655 光纤为 1	G. 652 光纤为 2, G. 655 光纤为 1
最小等价灵敏度	dBm	G. 652 光纤为-22, G. 655 光纤为-21	G. 652 光纤为-24, G. 655 光纤为-23
光网元的最大反射	dB		

注：该参数值不适用于使用光放大器的系统或域内接口（IaDIs）。

引用标准名录

序号	标准编号	标准名称
1	GB/T 20187-2006	光传送网体系设备的功能块特性
2	GB/T 21645	自动交换光网络（ASON）技术要求
3	GB 19286-2003	电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法
4	YD/T 5092-2011	光缆波分复用(WDM)传输系统工程设计规范
5	YD/T 5113-2005	WDM 光缆通信工程网管系统设计规范
6	YD/T5040-2005	通信电源设备安装工程设计规范
7	YD/T 5026-2005	通信机房铁架安装设计规范
8	YD 5059-2005	电信设备安装抗震设计规范
9	YD/T 5003-2011	通信建筑工程设计规范
10	YD/T5040-2005	通信电源设备安装工程设计规范
11	YD5098-2005	通信局（站）防雷与接地工程设计规范
12	YD/T1990—2009	《光传送网（OTN）网络总体技术要求》
13	YD/T 1462-2006	光传送网（OTN）接口
14	YD/T 1634-2007	光传送网（OTN）物理层接口
15	YD/T 2003-2009	可重构的光分插复用（ROADM）设备技术要求
16	YD/T 1167-2001	STM-64 分插复用（ADM）设备技术要求
17	YD/T 1274-2003	光波分复用系统（WDM）技术要求—160×10Gb/s、80×10Gb/s 部分
18	YD/T 1205-2002	城市光传送网波分复用（WDM）环网技术要求
19	YD/T 1383-2005	波分复用（WDM）网元管理系统技术要求
20	YD/T 1383-2005	波分复用（WDM）网元管理系统技术要求
21	YDNO26-1007	SDH 传输技术要求—SDH 数字通道和复用段的投入业务和维护性能限值
22	YD/T1821-2008	通信中心机房环境条件要求
23	YD/T 1259-2003	波分复用系统（WDM）光安全进程技术要求
24	YD/T 2148—2010	传送网（OTN）测试方法
25	YD/T 2149.1—2010	光传送网（OTN）网络管理技术要求 第 1 部分：基本原则
26	YD/T 2149.2—2011	光传送网（OTN）网络管理技术要求 第 2 部分：NMS 系统功能
27	YD/T 2149.3—2011	光传送网（OTN）网络管理技术要求 第 3 部分：EMS-NMS 接口功能
28	YD/T 2149.4—2011	光传送网（OTN）网络管理技术要求 第 4 部分：EMS-NMS 接口通用信息模型
29	YDN 120-1999	光波分复用系统总体技术要求（暂行规定）
30	ITU-T G.709	光传送网(OTN)的网络接口
31	ITU-T G.693	局内系统的光接口
32	ITU-T G.707	同步数字系列（SDH）的网络节点接口
33	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
34	ITU-T G.872	光传送网体系架构

35	ITU-T G.870/Y.1352	光传输网络(OTN)的术语和定义
36	ITU-T G.874	光传送网（OTN）网元的管理
37	ITU-T G.7714.1/Y.1705.1	SDH 和 OTN 网络中的自动发现协议
38	ITU-T G.8201	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
39	ITU-T G.8251	光传送网（OTN）内的信号抖动和漂移控制
40	ITU-T M.2401	光传送网中对投入业务及多运营商国际通路和部分维护的误码性能限制和规程
41	ITU-T G.959.1	光传送网（OTN）物理层接口

中华人民共和国通信行业标准

光传送网(OTN)工程设计暂行规定

Provisional Design Specifications for Optical Transport Network (OTN)
Engineering

YD 5208—2011

条文说明

目 次

1 总则	51
3 系统制式	52
3.1 网络模型与结构	52
3.2 系统速率与复用结构	52
3.3 网络参考点和网络接口	52
3.5 OTN 设备基本要求	56
4 网络设计	57
4.1 传送平面的网络规划	57
4.2 传输系统设计	57
4.3 网络保护	57
4.4 辅助系统设计	57
4.5 控制平面设计	57
7 设备选型与配置	59
7.1 设备选型	59
8 局站设备安装	60
8.2 设备及走线架安装	60
9 维护工具及仪表配置	61

1 总则

1.0.4 工程中所采用的电信设备，必须取得工业和信息化部“电信设备进网许可证”。

本条文编写依据是《中华人民共和国电信条例》第四章第二节第五十四条规定：“国家对电信终端设备、无线电通信设备和涉及网间互联的设备实行进网许可制度。接入公用电信网的电信终端设备、无线电通信设备和涉及网间互联的设备，必须符合国家规定的标准并取得进网许可证。实行进网许可制度的电信设备目录，由国务院信息产业主管部门会同国务院产品质量监督部门制定并公布施行。”

1.0.5 在我国抗震设防烈度 7 烈度以上（含 7 烈度）地区的公用电信网中使用的主要电信设备，必须取得工业和信息化部“电信设备抗地震性能检测合格证”。

本条款编写依据是参照中华人民共和国工业和信息化部令第3号《电信设备抗震性能检测管理办法》要求的第二条：“本办法适用于我国抗震设防烈度7烈度以上（含7烈度）地区的公用电信网中的交换类、传输类、接入类、服务器网关类、移动基站类、通信电源类等主要电信设备的抗震性能检测管理，具体设备目录由中华人民共和国工业和信息化部（以下称工业和信息化部）制定并公布。”；第三条：“在我国抗震设防烈度7烈度以上地区的公用通信网上使用的主要电信设备，应当经过抗震性能检测，并获得工业和信息化部颁发的电信设备抗震性能检测合格证。”

3 系统制式

3.1 网络模型与结构

3.1.3 OTN传送层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。

1 光通路层（Och）网络通过光通路路径实现接入点之间的数字客户信号的传送，其特征信息包括与光通路连接相关联并定义了带宽及信噪比的光信号和实现通路外开销的数据流，均为逻辑信号。

OCh层可以被划分为三个子层网络：光通路子层网络、光通路传送单元（OTUk, k=1, 2, 3, 4）子层网络和光通路数据单元（ODUk, k=0, 1, 2, 2e, 3, 4）子层网络，其中OTUk和ODUk子层采用数字封装技术实现，相应表示的数字比特速率满足本规范第4.2节要求。相邻子层之间具有客户/服务者关系，ODUk子层若支持复用功能，可继续递归进行子层划分。

2 光复用段层（OMS）网络通过OMS路径实现光通路在接入点之间的传送，其特征信息包括OCh层适配信息的数据流和复用段路径终端开销的数据流，均为逻辑信号，采用n级光复用单元（OMU-n）表示，其中n为光通路个数。光复用段中的光通路可以承载业务，也可以不承载业务，不承载业务的光通路可以配置或不配置光信号。

3 光传输段OTS层网络通过OTS路径实现光复用段在接入点之间的传送。OTS定义了物理接口，包括频率、功率和信噪比等参数，其特征信息可由逻辑信号描述，即OMS层适配信息和特定的OTS路径终端管理/维护开销，也可由物理信号描述，即n级光复用段和光监控通路，具体表示为n级光传输模块（OTM-n）。

3.2 系统速率与复用结构

3.2.1 本暂行规定未规范OTU0和OTU2e，ODU0能够在ODU1、ODU2、ODU3或ODU4上传送，ODU2e能够在ODU3和ODU4上传送。

标称OTUk速率近似为：2,666,057,143kbit/s（OTU1），10,709,225,316kbit/s（OTU2），43,018,413,559kbit/s（OTU3）和111,809,973,568kbit/s（OTU4）。

3.3 网络参考点和网络接口

3.3.6 OTN单通路和多通路域间光接口分类所采用的应用代码应满足以下要求：

单向系统应用代码结构为PnWx-ytz，双向系统应用代码结构为BnWx-ytz，其中：

P表示IrDI存在多种应用代码，在给定的速率等级内该多种应用代码可以适用于任何光支路信号；

n 是应用代码中能支持的最多通路数目；

W 表示区段距离和衰耗：

——I表明局内应用（达到7dB区段衰耗）；

——S表明短距应用（11dB区段衰耗）；

——L表明长距应用（22dB区段衰耗）；

——V表明甚长距应用（33dB区段衰耗）；

——U表明超长距应用（44dB区段衰耗）。

x表明本应用代码所支持的最大跨段数目；

y表明单通路光信号所支持的最高速率：

——1表示NRZ 2.5G；

——2表示NRZ 10G；

——3表示NRZ 40G；

——7表示RZ 40G。

t表示功率等级：

——A表示在源端ONE使用OA作为光功率放大器，在宿端ONE使用OA作为前置放大器；

——B表示只使用功率放大器；

——C表示只使用前置放大器；

——D表示不使用放大器。

z表示所使用的光源和光纤种类：

——1为符合G. 652光纤的标称波长1310的光源；

——2为符合G. 652光纤的标称波长1550的光源；

——3为符合G. 653光纤的标称波长1550的光源；

——5为符合G. 655（非零色散位移）光纤的标称波长1550的光源。

对于某些单通路应用代码，添加一些后缀，定义了6种类型的后缀：

——F表示传送ITU-T G. 709建议规范的FEC字节；

——D表示本应用代码具有可适应色散补偿能力；

——E表示本应用代码要求接收机具备色散补偿的能力（注：可以是电色散补偿）；

——r表示缩短的目标距离，这些属于局内的应用代码是色散受限的。同样的目标传输距离可以通过其他方式实现，有待进一步研究（例如平行接口方式）；

——a表示本应用代码采用了适于APD接收机的发送光功率；

——b表示本应用代码采用了适于PIN接收机的发送光功率。

G. 694.1规范的频率栅格定义了以193.1 THz为中心，频率间隔为12.5GHz到100GHz的标称中心频率，表4.3.6列出了C+L波段内频率间隔为25、50、100GHz的栅格频率。

表3.3.6 DWDM系统标称中心频率

间隔12.5GHz的标称 中心频率	间隔25GHz的标称 中心频率	间隔50GHz的标称 中心频率	间隔100GHz的标称 中心频率	标称中心 波长
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
195.9375	–	–	–	1530.04
195.9250	195.925	–	–	1530.14
195.9125	–	–	–	1530.24
195.9000	195.900	195.90	195.9	1530.33
195.8875	–	–	–	1530.43
195.8750	195.875	–	–	1530.53
195.8625	–	–	–	1530.63
195.8500	195.850	195.85	–	1530.72
195.8375	–	–	–	1530.82
195.8250	195.825	–	–	1530.92
195.8125	–	–	–	1531.02
195.8000	195.800	195.80	195.8	1531.12
195.7875	–	–	–	1531.21
195.7750	195.775	–	–	1531.31
195.7625	–	–	–	1531.41
195.7500	195.750	195.75	–	1531.51
195.7375	–	–	–	1531.60
195.7250	195.725	–	–	1531.70
195.7125	–	–	–	1531.80
195.7000	195.700	195.70	195.7	1531.90
195.6875	–	–	–	1532.00
195.6750	195.675	–	–	1532.09
195.6625	–	–	–	1532.19
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
193.2375	–	–	–	1551.42
193.2250	193.225	–	–	1551.52
193.2125	–	–	–	1551.62
193.2000	193.200	193.20	193.2	1551.72
193.1875	–	–	–	1551.82
193.1750	193.175	–	–	1551.92

193. 1625	-	-	-	1552. 02
193. 1500	193. 150	193. 15	-	1552. 12
193. 1375	-	-	-	1552. 22
193. 1250	193. 125	-	-	1552. 32
193. 1125	-	-	-	1552. 42
193. 1000	193. 100	193. 10	193. 1	1552. 52
193. 0875	-	-	-	1552. 62
193. 0750	193. 075	-	-	1552. 73
193. 0625	-	-	-	1552. 83
193. 0500	193. 050	193. 05	-	1552. 93
193. 0375	-	-	-	1553. 03
193. 0250	193. 025	-	-	1553. 13
193. 0125	-	-	-	1553. 23
193. 0000	193. 000	193. 00	193. 0	1553. 33
192. 9875	-	-	-	1553. 43
192. 9750	192. 975	-	-	1553. 53
192. 9625	-	-	-	1553. 63
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
184. 7750	184. 775	-	-	1622. 47
184. 7625	-	-	-	1622. 58
184. 7500	184. 750	184. 75	-	1622. 69
184. 7375	-	-	-	1622. 80
184. 7250	184. 725	-	-	1622. 91
184. 7125	-	-	-	1623. 02
184. 7000	184. 700	184. 70	184. 7	1623. 13
184. 6875	-	-	-	1623. 24
184. 6750	184. 675	-	-	1623. 35
184. 6625	-	-	-	1623. 46
184. 6500	184. 650	184. 65	-	1623. 57
184. 6375	-	-	-	1623. 68
184. 6250	184. 625	-	-	1623. 79
184. 6125	-	-	-	1623. 90
184. 6000	184. 600	184. 60	184. 6	1624. 01
184. 5875	-	-	-	1624. 12
184. 5750	184. 575	-	-	1624. 23
184. 5625	-	-	-	1624. 34
184. 5500	184. 550	184. 55	-	1624. 45

184.5375	-	-	-	1624.56
184.5250	184.525	-	-	1624.67
184.5125	-	-	-	1624.78
184.5000	184.500	184.50	184.5	1624.89
•	•	•	•	•

3.5 OTN 设备基本要求

3.5.1 OTN终端复用设备指支持电层（ODUk）和光层（OCh）复用的WDM传输设备。OTN电交叉设备完成ODUk级别的电路交叉功能，为OTN网络提供灵活的电路调度和保护能力。OTN电交叉设备可以独立存在，对外提供各种业务接口和OTUk接口（包括IrDI接口）；也可以与OTN终端复用功能集成在一起，除了提供各种业务接口和OTUk接口（包括IrDI接口）以外，同时提供光复用段和光传输段功能，支持WDM传输。OTN光交叉设备（即ROADM/PXC）提供OCh光层调度能力，实现波长级别业务的调度和保护恢复。OTN光电混合交叉设备是OTN电交叉设备可以与OTN光交叉设备的结合，同时提供ODUk电层和OCh光层调度能力，波长级别的业务可以直接通过OCh交叉，其它需要调度的业务经过ODUk交叉。

4 网络设计

4.1 传送平面的网络规划

4.1.1 OTN 网络规划复杂度高，一般应采用规划软件。网络规划可采用设备厂家专用软件，也可采用通用软件；若采用专用软件，应只针对该厂家设备组织的网络。

4.2 传输系统设计

4.2.1 OTN 在本地网和干线网的应用一方面是满足业务对带宽不断增加的需求，一方面是满足业务安全的需求，虽然网络上有不少 2.5Gb/s 速率业务需求，但以 2.5Gb/s 速率作为 OTN 网络的线路侧速率在满足上述两方面的需求上带宽明显不足，因此建议新建 OTN 系统线路侧应采用 10Gb/s 及以上速率。

4.2.5 当采用不同速率的波道在线路侧混传时，不同速率的波道宜安排在不同的波段。主要目的是避免或降低不同速率的波道混传时波道间的非线性效应对系统性能的影响。

4.3 网络保护

4.3.1 条第 3 款 在光线路系统上采用基于光放段的 OLP 和基于光复用段的 OMSP 保护方式时，应用中应注意线路保护和 OTN 保护的协调和波道组织上的差异。

4.4 辅助系统设计

4.4.2 带外 DCN 设备应采用支持 VLAN 功能的以太网交换机、具有 3 层功能的以太网交换机或路由器。

4.4.4 OTN 网络本身为非同步网络，但随着 OTN 网络的广泛应用和 SDH 技术的逐步退出应用，OTN 网络传送时钟频率和时间同步信息的功能是必须的，但目前对 OTN 传送时钟频率和时间同步信息的功能和实现方式尚在研究当中。

4.5 控制平面设计

4.5.2 在一个光电混合网络中，当其中的传输线路或节点出现故障时，两层各自的保护和恢复机制必然都会有所响应和动作，此时需要一个良好的机制加以协调和控制。可以采用以下三种协调机制：

- 1 自下而上：首先在光层进行恢复，若光层无法恢复再转由上层电层进行处理；
- 2 自上而下：首先在电层进行恢复，若无法恢复再转由光层进行处理；
- 3 混合机制：将上述两种机制进行优化组合以获取最佳的恢复方案。

4.5.3 控制平面波长资源的自动发现功能包括各网元各线路光口已使用的波长资源、可供使用的波长资源。

7 设备选型与配置

7.1 设备选型

7.1.2 新建机房机架高度宜采用 2200mm。

8 局站设备安装

8.2 设备及走线架安装

8.2.3 抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上的机房，铁架安装必须采取抗震加固措施，铁架加固方式应符合 YD/T 5026-2005《电信机房铁架安装设计标准》中的相关技术要求。抗震设防地区机房内设备机架、铁架（包括构件及连接件的规格、尺寸、数量等），应根据抗震设防烈度、受力情况等按照规范的要求通过计算确定。

9 维护工具及仪表配置

9.0.2 OTN 网络维护工具和仪表配置建议至少包括：SDH/OTN 网络分析仪、光谱分析仪、数据网络分析仪。