

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD 5206—2014

宽带光纤接入工程设计规范

Design Specification for
Broadband Optical Fiber Access Engineering

2014-05-06 发布

2014-07-01 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

宽带光纤接入工程设计规范

**Design Specification for
Broadband Optical Fiber Access Engineering**

YD 5206—2014

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：2014 年 7 月 1 日

北京邮电大学出版社

2014 北京

中华人民共和国工业和信息化部

公 告

2014 年 第 32 号

工业和信息化部批准《不干胶标签印刷机》等 1208 项行业标准(标准编号、名称、主要内容及起始实施日期见附件 1),其中机械行业标准 471 项,汽车行业标准 32 项,船舶行业标准 70 项,航空行业标准 111 项,化工行业标准 137 项,冶金行业标准 69 项,建材行业标准 30 项,石化行业标准 14 项,有色金属行业标准 6 项,轻工行业标准 89 项,纺织行业标准 49 项,兵工民品行业标准 79 项,核行业标准 15 项,电子行业标准 2 项,通信行业标准 34 项。批准《锰硅合金(FeMn68Si16)》等 39 项冶金行业标准样品(标准样品目录及成分含量见附件 2)。

以上机械行业标准由机械工业出版社出版,汽车行业标准及化工、有色金属工程建设行业标准由中国计划出版社出版,船舶行业标准由中国船舶工业综合技术经济研究院组织出版,航空行业标准由中国航空综合技术研究所组织出版,化工行业标准由化工出版社出版,冶金行业标准由冶金工业出版社出版,建材行业标准由建材工业出版社出版,石化行业标准由中国石化出版社出版,轻

工行业标准由中国轻工业出版社出版,纺织行业标准由中国标准出版社出版,兵工民品行业标准由中国兵器工业标准化研究所组织出版,核行业标准由核工业标准化研究所组织出版,电子行业标准由工业和信息化部电子工业标准化研究院组织出版,通信行业标准由人民邮电出版社出版、通信工程建设行业标准由北京邮电大学出版社出版。

附件: 1. 1208 项行业标准编号、名称、主要内容等一览表(略)
2. 39 项冶金行业标准样品目录及成分含量(略)

工业和信息化部
2014 年 5 月 6 日

前 言

本规范是依据工业和信息化部“2010 年通信工程建设标准编制计划的通知”(工信厅通[2010] 47 号)的要求进行制定的。

本规范的主要内容有:总则、系统架构、系统设计、网管系统设计、设备配置要求、ODN 设计、传输系统性能指标设计、设备安装和线缆布放设计等。

本规范在编制过程中,编制组进行了深入的调查研究,认真总结了行业标准在执行过程中的经验和出现的问题,针对建设市场的现状,广泛征求全国有关单位和专家的意见,并参考了国内外相关标准规定的内容。

本规范用黑体字标注的 1.0.5 条、1.0.6 条、7.7.4 条第 2 款、7.7.4 条第 3 款、9.3.3 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由工业和信息化部通信发展司负责解释、监督执行。本规范在使用过程中,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:广东省电信规划设计院有限公司

主要起草人:陈烈辉 曹炼铿 谢桂月 刘东文 郑建飞
谭 文

参编单位:上海邮电设计咨询研究院有限公司

江苏省邮电规划设计院有限责任公司

武汉电信规划设计有限公司

中国移动通信集团设计院有限公司

主要参加人:吴万红 魏贤虎 夏德海 白 鹭

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	3
2.1	术语	3
2.2	符号	5
3	系统架构	9
3.1	系统位置与定界	9
3.2	系统参考配置模型	10
3.3	拓扑结构及适用技术	11
4	系统设计	13
4.1	系统组网	13
4.2	容量测算	14
4.3	上联带宽测算	15
4.4	PON 系统传输距离测算	17
4.5	网元设置	18
4.6	系统保护	19
4.7	QoS 实现方式	19
4.8	VLAN 划分原则	19
4.9	IP 地址规划原则	20
4.10	安全和用户认证方式	20
5	网管系统	21
5.1	网管功能要求	21
5.2	网管系统设计	21
6	设备配置要求	23
6.1	一般原则	23

6.2	业务承载能力及方式	23
6.3	设备功能及接口要求	24
6.4	设备的环境适应性要求	26
6.5	设备的供电与防雷接地要求	27
7	光分配网络(ODN)设计	28
7.1	ODN 的定界与网络组成	28
7.2	ODN 组网原则	28
7.3	光分路器选用	30
7.4	光分路器安装位置	31
7.5	光纤光缆选用配置原则	33
7.6	ODF 及其他辅助器材配置	35
7.7	光缆线路设计	36
7.8	光缆敷设及辅助设施安装要求	39
8	传输性能指标设计	42
8.1	系统性能指标设计	42
8.2	光纤链路传输指标设计	44
9	设备安装和线缆布放	46
9.1	设备安装位置选择	46
9.2	机房平面布置与设备排列	47
9.3	OLT 设备安装设计	48
9.4	ONU/ONT 设备安装设计	49
9.5	布线要求	49
9.6	供电与接地要求	50
附录 A	本规范用词说明	53
引用标准名录	54
条文说明	57

1 总 则

1.0.1 本规范适用于新建宽带光纤接入系统工程设计,重点针对基于 EPON/GPON/10G-EPON 技术的宽带光纤接入工程设计。

1.0.2 工程设计应贯彻国家节能减排、环境保护等相关政策法规要求,充分考虑三网融合的发展需要,加强光纤宽带网络的共建共享和有效利用。

1.0.3 新建区域应直接部署宽带光纤接入网络,已建区域应加快光纤化改造、应积极推进光纤到楼、光纤到村、光纤到户、光纤到办公室。

1.0.4 宽带光纤接入系统工程的建设规模和采用技术方式应按其技术特点、经济性、满足年限和不同地区用户的不同需要分期分批建设,应与通信业务发展相适应,并适度超前。

1.0.5 工程中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”。

1.0.6 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电信设备必须经电信设备抗震性能检测合格。

1.0.7 宽带光纤接入系统设计应具有开放性、安全性、可扩展性和灵活性,便于新业务和新技术的引入。

1.0.8 网络建设时应同时考虑建立相应的网络管理系统和资源管理系统。

1.0.9 本规范未提及的室外光/电缆线路部分应符合 YD 5102《通信线路工程设计规范》相关条款的规定。

1.0.10 本规范未提及的室内光/电缆布线部分应符合 GB 50311《综合布线系统工程设计规范》相关条款的规定。

1.0.11 本规范未提及的接入网设备安装部分应符合 YD/T 5139

《有线接入网设备安装工程设计规范》相关条款的规定。

1.0.12 本规范未提及的室外机柜安装部分应符合 YD/T 5186《通信系统用室外机柜安装设计规定》相关条款的规定。

1.0.13 本规范与国家有关标准(规范)相矛盾时,应按国家标准(规范)的相关规定执行。在特殊条件下,执行本规范中的个别条款有困难时,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

2.1 术语

2.1.1 宽带光纤接入(Broadband Optical Fiber Access)

宽带光纤接入指用户网络接口与相关的业务节点接口之间,全程以光纤作为传输媒质,或者以光纤作为主干传输媒质、以金属线或者无线作为用户末端传输媒质的一种接入承载方式。宽带光纤接入包括 FTTH、FTTO、FTTB/C、FTTCab 等典型应用类型,通称为 FTT_x。

2.1.2 无源光网络系统(Passive Optical Network System)

由光线路终端(OLT)、无源光分配网(ODN)、光网络单元/终端(ONU/ONT)组成的点到多点信号传输系统,简称 PON 系统。

2.1.3 PON 树(PON Tree)

OLT 设备的单个 PON 口及其下带的 ODN、ONU/ONT 组成的独立 PON 系统称为一个 PON 树。

2.1.4 光分配网(Optical Distribution Network,ODN)

光分配网是指 OLT 与 ONU/ONT 之间的由光纤光缆及无源光元件(如光连接器和光分路器等)组成的无源光分配网络,简称 ODN。

2.1.5 光分路器(Optical Fiber Splitter)

光分路器是一种可以将一路或两路光信号分成多路光信号以及完成相反过程的无源器件,本规范中的光分路器指的是基于光功率分路的器件。光分路器连接业务网络侧的端口称为合路侧、连接用户侧的端口称为支路侧端口。

2.1.6 光缆分纤箱/盒(Optical Fiber Cable Distribution Box)

用于室外或楼道内连接配线光缆与引入光缆或者连接楼内垂直光缆与水平光缆的接口设备。光缆分纤箱/盒内包含光缆终端、光纤熔接/机械接续保护单元。光缆分纤箱/盒内可以安装光分路器。

2.1.7 宽带接入用综合配线箱(Generic Distribution Cabinet for Broadband Access)

用于室外或楼道内安装 ONU 等有源通信设备、光(电)缆终端及其他配套设施,提供通信设备正常工作环境,可采用落地、架空、壁挂、嵌入、挂杆等多种安装方式的箱体。

2.1.8 用户智能终端盒(Home Box)

安装在用户室内、用于安装通信设备、入户光缆端接设施、各种信息业务的配线模块及家庭智能化系统模块等设备的综合配线箱体,是户内布线系统的汇聚点,也称为家居信息箱或用户综合信息箱。

2.1.9 光纤插座盒(Optical Fiber Socket-box)

光纤插座盒是户内或楼道内用于光缆成端固定的设备,由面板、底座、光纤接头保护件、适配器等组成。

2.1.10 现场组装式光纤活动连接器(Field-mountable Optical Fiber Connector)

一种用于在施工现场用机械或熔接方式在单模光纤或光缆的护套上直接组装而成的单模光纤活动连续器。

2.1.11 综合业务接入局、站(Multi-Services Access Center or Station)

综合业务接入局、站是指本地通信网中的可提供多业务接入汇聚的业务局、站。

2.1.12 家庭网关(Home Gateway, HG)

家庭网关是家庭内部网络与外部接入网相互连接的一种物理接口设备。可以是简单的二层设备、三层设备或二、三层混合设

备,也可以是复杂的、支持应用层协议和内网穿越的网关。ONT设备可集成家庭网关。

2.1.13 互联网电视(Internet Protocol Television,IPTV)

互联网电视是在IP网络上开展的互动业务。IPTV业务主要包括点播(VoD)、广播(BTV)、游戏、信息服务、广播节目预订、通信服务、远程教育、音乐/卡拉OK、互动广告、机顶盒上网浏览等。

2.1.14 业务并发比(Concurrent Ratio)

业务并发比指在某一确定区域内,某一时段内使用某项业务的用户占该项业务所有用户的比值。忙时并发比指业务繁忙时的并发比,一般来说是业务并发比的极大值。

2.1.15 业务渗透率(Service Permeability)

业务渗透率指在一个确定区域内,单个业务的用户数占总用户数的比值。

2.2 符号

英文缩写	英文名称	中文名称
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Loop	非对称数字用户环路
AG	Access Gateway	综合接入媒体网关
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步传输模式
BBER	Background Block Error Ratio	背景误块比
BRAS	Broadband Remote Access Server	宽带远程接入服务器
BTV	Broadcast Television	广播电视
CATV	Community Antenna TV	有线电视
DBA	Dynamic Bandwidth Allocation	动态带宽分配
DDN	Digital Data Network	数字数据网
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	动态主机分配协议

EMS	Element Management System	网元管理系统
EPON	Ethernet Passive Optical Network	基于以太网方式的无源光网络
ESR	Errored Second Ratio	误码秒比,误块秒比
FR	Frame Relay	帧中继
FTTB/C	Fiber to the Building / Curb	光纤到大楼/分线盒
FTTCab	Fiber to the Cabinet	光纤到交接箱
FTTH	Fiber to the Home	光纤到家庭用户
FTTO	Fiber to the Office	光纤到办公室
GEM	GPON Encapsulation Method	GPON 封装模式
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Network	吉比特无源光网络
HGU	Home Gateway Unit	家庭网关单元
IAD	Integrated Access Device	综合接入设备
IPoE	Internet Protocol over Ethernet	以太网上 IP 协议
IPTV	Internet Protocol Television	网络电视
LAN	Local Area Network	局域网
LCT	Local Craft Terminal	本地维护终端
MAC	Media Access Control	介质访问控制
MDU	Multi-Dwelling Unit	多住户单元
MODF	Main Optical Fiber Distribution Frame	光纤总配线架
MSTP	Multi-Service Transfer Platform	多业务传输平台
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	多协议标签交换
MTU	Multi-Tenant Unit	多商户单元
NMI	Network Management Interface	网络管理接口
NMS	Network Management System	网络管理系统

NT	Network Terminator	网络终端
ODF	Optical Fiber Distribution Frame	光配线架
ODN	Optical Distribution Network	光分配网络
ODP	Optical Distribution Point	光分配点
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
ONT	Optical Network Terminal	光网络终端
ONU	Optical Network Unit	光网络单元
PLC	Planar Lightwave Circuit	平面光波导
PON	Passive Optical Network	无源光网络
POTS	Plain Old Telephone Service	传统电话业务
PPPoE	Point to Point Protocol over Ethernet	以太网上点对点协议
PWE3	Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge	边缘到边缘的伪线仿真
QoS	Quality of Service	服务质量
RF	Radio Frequency	射频
SAC	Softswitch Services Access Control Device	软交换业务接入控制 设备
SBU	Single Bussiness Unit	单商户单元
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SESR	Severely Errored Second Ratio	严重误码秒比,严重误块 秒比
SFU	Single Family Unit	单住户单元
SN	Service Node	业务节点
SNI	Service Node Interface	业务节点接口
SPD	Surge Protection Device	浪涌保护器
SR	Service Router	业务路由器
TDM	Time Division Multiplex	时分复用
UNI	User Network Interface	用户网络接口

USB	Universal Serial BUS	通用串行总线
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VoD	Video on Demand	视频点播
VoIP	Voice Over Internet Protocol	IP 电话
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol	虚拟路由器冗余协议
VDSL	Very High Bit-rate Digital Subscriber Loop	超高速用户数字环路
WDM	Wavelength-Division Multiplexing	波分复用
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网

3 系统架构

3.1 系统位置与定界

3.1.1 宽带光纤接入网在通信网络中的位置如图 3.1.1 所示。

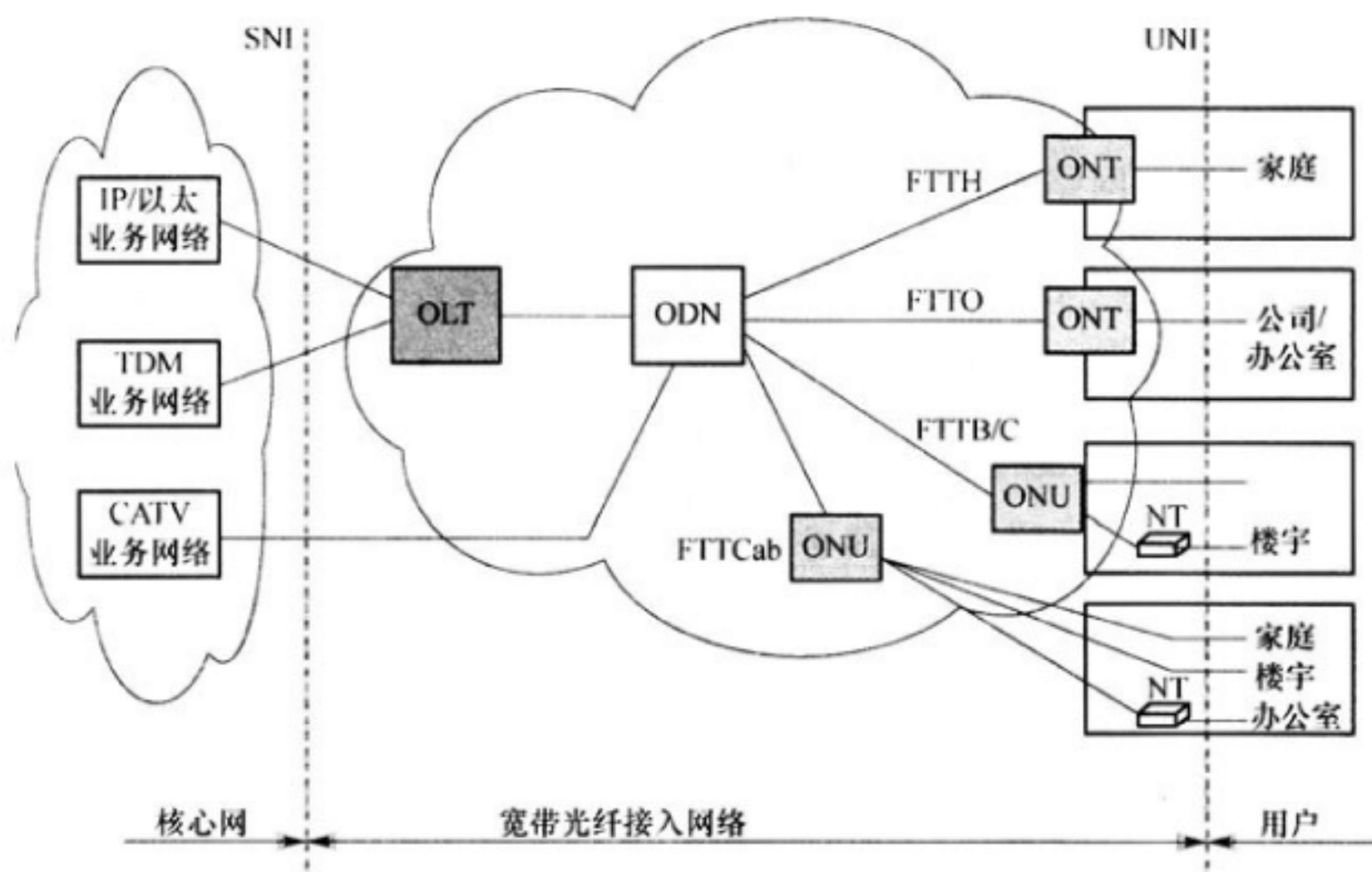


图 3.1.1 宽带光纤接入网在通信网络中的位置

3.1.2 宽带光纤接入网的接口定界应符合图 3.1.2 和以下规定。

1. SNI 是宽带光纤接入网与业务节点(SN)相连的接口,可分别接入到提供特定业务的不同 SN。可接入支持综合业务的 SN,或接入到支持相同业务的多个 SN。

2. UNI 是宽带光纤接入网与用户设备或者用户网相连的接口。

3. NMI 是宽带光纤接入网与电信管理网相连的接口。

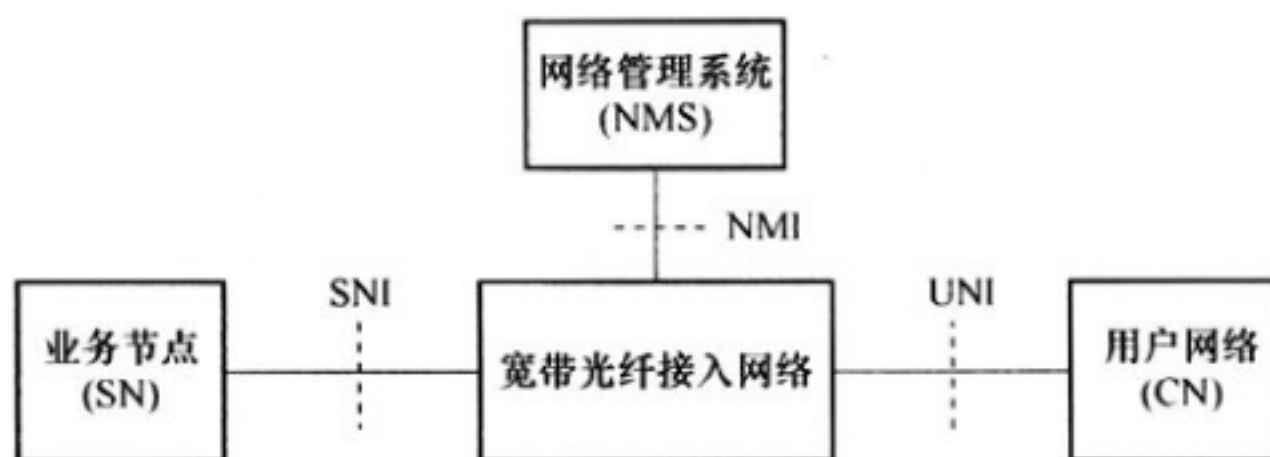
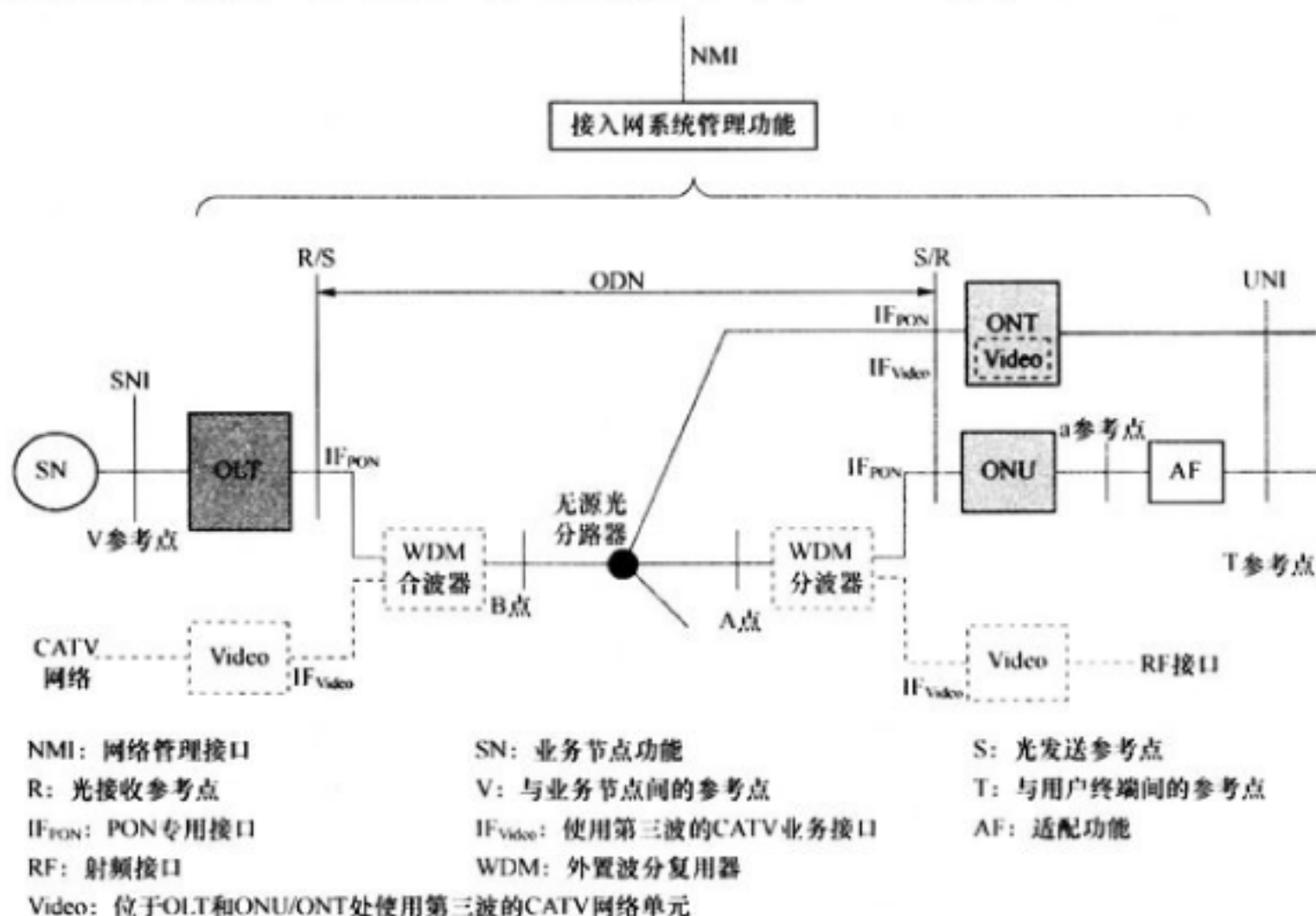


图 3.1.2 宽带光纤接入网的定界

3.2 系统参考配置模型

3.2.1 宽带光纤接入系统由光线路终端(OLT)、光分配网络(ODN)、光网络单元(ONU)或光网络终端(ONT)组成,基于 PON 的宽带光纤接入系统参考配置模型如图 3.2.1 所示。



注:

1. ODN中的无源光分路器可以是一个或多个光分路器的级联。
2. 如果不承载CATV业务,则不需要外置WDM合波器/分波器,也不需要A、B两个参考点。
3. 图中省略了OLT、ONU/ONT设备内的WDM合波/分波功能模块。
4. AF功能模块可以集成在ONU中,此时不需要a参考点。

图 3.2.1 基于 PON 的宽带光纤接入系统参考配置模型

1. 当采用全光纤接入时,配置光网络终端(ONT)。
 2. 当采用光纤+其他媒质混合接入时,配置光网络单元(ONU)。
- 3.2.2 OLT 的作用是将各种业务信号按一定的信号格式汇聚后向终端用户传输、将来自终端用户的信号按照业务类型分别进行汇聚后送入各业务网。
- 3.2.3 ONT 位于用户端,直接为用户提供话音、数据、视频接口。
- 3.2.4 ONU 由多个用户共享使用,通过铜缆配线网络或无线方式对连接的用户群提供话音、数据或视频业务,或在用户端分别增加 NT 设备(如家庭网关)提供话音、数据或视频业务。
- 3.2.5 ODN 的作用是提供 OLT 与 ONU/ONT 之间的光传输通道;可在 ODN 上通过 WDM 技术利用独立波道承载 CATV 等独立业务。
- 3.2.6 根据 ONU/ONT 在网络中所处位置的不同,宽带光纤接入系统可分为 FTTH、FTTO、FTTB/C、FTTCab 等多种应用模式。

3.3 拓扑结构及适用技术

3.3.1 宽带光纤接入系统的光纤物理拓扑主要包括星形、树形和环形等结构。

1. 星形是从局端 OLT 多个接入侧光模块以点对点的光纤连接多个 ONU/ONT 设备,每个 OLT 侧光接口只同一个 ONU/ONT 光接口进行连接和通信的光纤拓扑。点到点拓扑是星形拓扑的一种特例。

2. 树形是从局端 OLT 一个接入侧光接口以 ODP 光纤分路的方式连接多个 ONU/ONT 设备,一个 OLT 接入侧光模块可以同多个 ONU/ONT 光接口进行连接和通信的光纤拓扑。

3. 环形是将 OLT 与所有 ODP 串联起来首尾相连的拓扑。

3.3.2 宽带光纤接入技术可采用 PON、MSTP、光纤直连和点对点光以太网等技术。

- 3.3.3 光纤到家庭用户(FTTH)应用模式宜采用 PON 技术和树形拓扑结构实现宽带接入。
- 3.3.4 光纤到办公室(FTTO)应用模式可采用 PON、光纤直连、MSTP 等技术和树形、点到点、环形等拓扑结构实现宽带接入。
- 3.3.5 光纤到大楼/分线盒(FTTB/C)应用模式光纤段可采用 PON、点到点光以太网、MSTP 等技术和树形、星形等拓扑结构实现宽带接入；金属线或无线段可采用以太网、ADSL2+、VDSL2 或 Wi-Fi 等技术实现接入。
- 3.3.6 光纤到交接箱(FTTCab)应用模式光纤段可采用 MSTP、光纤直连、点到点光以太网、PON 等技术和点到点、树形等拓扑结构实现宽带接入；金属线或无线段可采用 ADSL2+、VDSL2 或 Wi-Fi 等技术实现接入。
- 3.3.7 MSTP 系统设计应符合 YD/T 5095《同步数字体系(SDH)光纤传输系统工程设计规范》的相关规定。
- 3.3.8 点到点光以太网、光纤直连系统设计应符合 YD/T 5117《宽带 IP 城域网工程设计暂行规定》的相关规定。

4 系统设计

4.1 系统组网

4.1.1 宽带光纤接入组网应符合如下一般原则。

1. 宽带接入能力应满足下列要求。
 - 1) 城市用户下行带宽平均不低于 8 Mbit/s。
 - 2) 农村用户下行带宽平均不低于 2 Mbit/s。
 - 3) 商业楼宇用户不宜低于 100 Mbit/s。
2. 应具备话音、数据和视频在同一网络传送的能力。
3. ONT 和 ONU 不宜接入同一个 PON 树。

4.1.2 以太网/IP 类业务上联组网应符合下列原则。

1. 以太网/IP 类业务宜采用 OLT 直接上联 IP 城域网的 BRAS/SR、经 IP 城域骨干网络进入各业务网；也可视业务流量以及 BRAS/SR 设备端口类型和资源情况选择经汇聚交换机上联 BRAS/SR。

2. 不同以太网/IP 类业务上联可共用物理链路(基于 VLAN 隔离),上联至共同的 BRAS/SR;也可基于物理链路隔离,分别上联至不同的 BRAS/SR。

4.1.3 TDM 类业务上联组网应符合下列原则。

1. 当 PON 系统承载的 TDM 仿真业务在 OLT 设备终结时, TDM 业务采用 $n \times E1$ 或 STM-1 电路由 OLT 设备直接上联相关业务网络。

2. 当 PON 系统承载的 TDM 仿真业务在 OLT 设备透传时,或由 GPON OLT 实现 Native TDM 到 TDM 仿真电路转换时, TDM 仿真业务由 OLT 设备通过独立的以太网端口或与其他以太

网/IP 类业务共享端口(基于 VLAN 隔离)上联 IP 城域网上层设备,并由对端设备进行 TDM 仿真电路终结。

4.1.4 EPON/GPON/10G-EPON 系统工作波长应符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 EPON/GPON/10G-EPON 系统工作波长

PON 技术		EPON	GPON	10G-EPON	
				10G/1G-EPON	10G/10G-EPON
标称波长 (nm)	下行	1 490	1 490	1 577	1 577
	上行	1 310	1 310	1 310	1 270

4.1.5 PON 系统可通过第三波(标称波长 1 550 nm)承载 CATV 业务。

4.1.6 OLT 设备业务网络侧接口应根据提供业务的需求配置,可配置 E1、STM-1、FE/GE/10GE 等接口。

4.2 容量测算

4.2.1 宽带光纤接入系统内带宽分配应符合下列原则。

- 1. 应根据不同业务和不同客户群的需求差异分配相应的带宽。
- 2. 带宽分配应考虑三网融合、共建共享等因素的承载需求。
- 3. 保证宽带光纤接入系统内不同性质用户的基本可用带宽。
- 4. 专线接入用户和高优先级业务的带宽要优先保证。
- 5. 对用户的最大可用带宽进行限速。
- 6. 每个 PON 树的规划带宽应考虑一定的冗余,合理规划系统接入的用户数。
- 7. 对于 BTV 组播业务,FTTH 系统宜将 OLT 设置为组播复制点,其他应用模式的系统可将 ONU 设置为组播复制点。

4.2.2 单个 PON 树可容纳的用户数测算应符合如下要求。

- 1. BTV 业务组播复制点在 ONU 时,按公式 4.2.2-1 测算。

用户数 ≤

$$\frac{\text{单个 PON 树可用带宽} - \sum_{i=1}^m (i \text{ 制式 BTV 频道带宽} \times i \text{ 制式 BTV 频道数})}{\sum_{j=1}^n (\text{业务 } j \text{ 所需带宽} \times \text{业务 } j \text{ 忙时并发比} \times \text{业务 } j \text{ 渗透率})}$$

(式 4.2.2-1)

式中： $\sum_{i=1}^m$ ——是对各种标清、高清制式 BTV 业务的求和；

$\sum_{j=1}^n$ ——是对不包含 BTV 业务的其他业务项求和。

注：BTV 频道带宽及业务 j 所需带宽均需考虑冗余。

2. BTV 业务组播复制点在 OLT 或 BRAS/SR 时，按公式 4.2.2-2 测算。

$$\text{用户数} \leq \frac{\text{单个 PON 树可用带宽}}{\sum_{i=1}^m (\text{业务 } i \text{ 所需带宽} \times \text{业务 } i \text{ 忙时并发比} \times \text{业务 } i \text{ 渗透率})}$$

(式 4.2.2-2)

式中： $\sum_{i=1}^m$ ——对所有业务求和。

注：业务 i 所需带宽需考虑冗余以保证业务安全运行。

4.2.3 系统设计时可根据初期业务模型考虑单个 PON 树可容纳的用户数，但同时需考虑业务扩展时 PON 系统的扩展和演进能力。

4.2.4 单个 ONU 设备可容纳的用户数应根据单个 PON 树接入的 ONU 数量和各个 ONU 的用户分布情况确定。

4.3 上联带宽测算

4.3.1 当 OLT 侧不同以太网/IP 类业务共用物理链路（基于 VLAN 隔离）上联时，上联带宽测算应符合如下要求。

1. 组播复制点在 OLT 或 ONU 时，OLT 上联带宽按公式 4.3.1-1

测算。

$$\begin{aligned} \text{OLT 上联带宽} = & \sum_{i=1}^m (i \text{ 制式 BTV 频道带宽} \times i \text{ 制式 BTV 频道数}) + \\ & \sum_{j=1}^n (\text{业务 } j \text{ 所需带宽} \times \text{业务 } j \text{ 用户数} \times \\ & \text{业务 } j \text{ 忙时并发比}) \end{aligned} \quad (\text{式 4.3.1-1})$$

式中： $\sum_{i=1}^m$ ——对各种标清、高清制式 BTV 业务的求和；

$\sum_{j=1}^n$ ——对不包含 BTV 业务的其他以太网/IP 类业务项求和。

2. 组播复制点在 BRAS/SR 时,OLT 上联带宽按公式 4.3.1-2 测算。

$$\begin{aligned} \text{OLT 上联带宽} = & \sum_{i=1}^m (\text{业务 } i \text{ 所需带宽} \times \text{业务 } i \text{ 用户数} \times \\ & \text{业务 } i \text{ 忙时并发比}) \end{aligned} \quad (\text{式 4.3.1-2})$$

式中： $\sum_{i=1}^m$ ——对所有以太网/IP 类业务项求和。

4.3.2 当 OLT 侧不同以太网/IP 类业务上联基于物理链路隔离时,应分别计算不同业务的上联带宽。

4.3.3 OLT 侧 TDM 业务上联带宽按公式 4.3.3 测算。

$$\text{TDM 类业务上联带宽} = \sum_{i=1}^n N_i \times E_1 \quad (\text{式 4.3.3})$$

式中： N_i ——指第 i 个 TDM 业务用户的 E1 业务数量；

n ——指 OLT 设备所连接的 TDM 业务用户总数量。

4.3.4 OLT 上联端口数量按式 4.3.4 计算。

$$\text{OLT 上联端口数} \geq \frac{\text{OLT 上联带宽}}{\text{上联端口可用带宽} \times \text{上联链路带宽冗余系数}} \quad (\text{式 4.3.4})$$

式中,上联链路带宽冗余系数根据实际业务模型取值(≤ 1)。

4.3.5 CATV 业务采用独立波道承载,具体组网配置应符合 CATV 业务网络需求。

4.4 PON 系统传输距离测算

4.4.1 PON 系统的传输距离应采用最坏值计算法,分别计算 OLT 的 PON 口至 ONU/ONT 之间上行和下行的允许传输距离,取两者中较小值为 PON 口至 ONU/ONT 之间的最大传输距离。

4.4.2 对采用第三波(标称波长 1 550 nm)承载 CATV 业务的接入系统,应考虑 CATV 传输系统 S~R 点之间允许最大通道插入损耗对最大传输距离的影响。

4.4.3 PON 系统的传输距离(OLT 至 ONU/ONT 的传输距离)可按式 4.4.3 进行测算。

$$L \leq \frac{P - \sum_{i=1}^m l_{\text{分}} - A_c \times N - A_{\text{WDM}} \times M - M_c - \beta}{A_F} \quad (\text{式 4.4.3})$$

式中:

P ——OLT 和 ONU/ONT 的 R/S-S/R 点之间允许最大通道插入损耗(单位:dB);

$\sum_{i=1}^m l_{\text{分}}$ ——OLT 至单个 ONU/ONT 链路中所有光分路器的插入损耗(不含连接器损耗)之和(单位:dB),其中 $l_{\text{分}}$ 是单个光分路器的插入损耗;

M_c ——线路维护余量(单位:dB);

A_c ——单个活动连接器的损耗(单位:dB);

N ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光链路中的活动连接器

的数量(单位:个);

A_{WDM} ——不含连接器损耗的 WDM 模块(合波器/分波器)的插入损耗(单位:dB);

M ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光链路中的 WDM 模块(合波器/分波器)的数量(单位:个),内置于 ONU/ONT 的 WDM 模块不纳入计算;

A_F ——光纤线路(含固定接头)衰减系数(单位:dB/km);

β ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光链路中存在模场直径不匹配的光纤连接时所引入的附加损耗(单位:dB)。

4.5 网元设置

4.5.1 OLT 的设置应符合下列要求。

1. 宜靠近业务节点集中设置。

2. 宜设置在现有业务节点,首选设置在综合业务接入局(站)或其他重要的业务节点。

3. 靠近业务节点集中设置有困难时,可适当下移。

4.5.2 ONU/ONT 的设置应符合下列要求。

1. 对于 FTTH/O 应用模式,ONT 宜设置在户内/办公室内;当办公楼内设有内部局域网的设备间时,ONT 可设置在用户网络设备间。

2. 对于 FTTB/C 应用模式,ONU 宜相对集中设置在建筑物内。

3. 对于 FTTCab 应用模式,当需要采用室外机柜安装 ONU 时,宜靠近电缆交接箱选择适当位置设置。

4.5.3 PON 系统的设备配置应符合以下要求。

1. OLT 设备的 PON 口数量按照 ODN 组网方案和 ONU/ONT 规模来确定,可适当考虑一定的维护冗余。

2. 对需要提供光链路保护的 PON 系统,可相应增加 PON 口数量。

3. ONU 的端口配置数量应根据 ONU 的设置方式、覆盖范围、用户实装率等因素进行估算。

4. ONU 设备的宽窄带端口配置比应根据用户需求特点并结合家庭网关业务的推广等进行测算。

5. ONT 端口类型和端口数量应根据用户业务需求配置。

4.6 系统保护

4.6.1 宽带光纤接入系统宜根据用户群的服务级别采用光链路保护方式。

4.6.2 OLT 上联宜采用冗余链路保护。

4.6.3 OLT 设备的关键部件(如主控模块、电源模块等),应冗余备份配置。

4.7 QoS 实现方式

4.7.1 宽带光纤接入系统应与全网相协调部署 QoS 机制,实现端到端动态 QoS。

4.7.2 IP 宽带接入网宜部署基于 IEEE 802.1D 为主的 QoS 策略,由 QoS 边界节点对互联网业务、IPTV 和 VoIP 等业务标识不同的优先级,并在宽带接入网各层设备部署相应的优先级队列。

4.7.3 IP 城域骨干网宜部署基于 DiffServ 为主的 3 层 QoS 策略,通过 IP Precedence 或 EXP 标记接入用户和业务;也可以部署 MPLS 和 DiffServ 相结合的 QoS 策略。

4.7.4 宽带网络网关设备(BRAS/SR 等)根据不同业务的 QoS 等级实现 IP 宽带接入网与城域骨干网之间 QoS 分类标记的映射。

4.8 VLAN 划分原则

4.8.1 对不同的业务类型可通过分配不同的 VLAN 实现优先等级。

4.8.2 应根据网络特点和运维需要针对各种业务采用相应的

VLAN 分配方式,可采用 PUPSPV(每用户每业务一个 VLAN)、PSPV(每业务一个 VLAN)、PUPSPV+PSPV 组合等方式。

4.8.3 VLAN ID 的使用应由电信业务经营者统一规划。

4.9 IP 地址规划原则

4.9.1 IP 地址应全网统一规划,可根据业务和设备类型选择静态配置或动态配置。

4.9.2 IP 地址规划和分配应符合 YD/T 5117《宽带 IP 城域网工程设计暂行规定》等规范的相关要求。

4.10 安全和用户认证方式

4.10.1 应建立全网安全机制,提供宽带光纤接入网络安全承载和配合能力。

4.10.2 OLT 应具有对 ONU/ONT 合法性进行检查及控制的能力。

4.10.3 对于经宽带光纤接入系统接入的不可信任的 VoIP 或视讯业务终端设备、集成于 ONT 或家庭网关中的 IAD 等终端设备,需经由 SAC 设备进行接入控制,再进入业务网络。

4.10.4 用户认证由宽带网络网关设备(BRAS/SR 等)配合 Radius 完成。

1. 对采用静态 IP 地址接入的用户无须认证。

2. 对采用动态 IP 地址接入的用户可通过 PPPoE、IPoE、DHCP+Web、802.1x 等多种认证方式,实现对各种接入用户和接入业务的接入认证功能。

5 网管系统

5.1 网管功能要求

5.1.1 应具备拓扑管理、配置管理、性能管理、故障管理、安全管理等网管功能。

5.1.2 网管功能要求应符合 YD/T 1619《宽带光接入网总貌》规定的相关要求。

5.1.3 可根据电信业务经营者运维管理需要设计网管功能的要求。

5.2 网管系统设计

5.2.1 网管系统由网元级管理系统(EMS)、网络级管理系统(NMS)以及本地维护终端(LCT)组成。EMS 向上对 NMS 应提供北向接口;应根据电信业务经营者需要提供与相关资源管理系统、业务支撑系统等之间的接口。

5.2.2 网管系统的管理界面应符合以下要求。

1. 网管系统应能对宽带光纤接入网络上运行的所有有源设备进行集中监控、维护和管理。

2. 网管系统主要对网络和设备进行管理、对物理通道进行配置、以及对与业务相关的公共属性进行配置;业务的开通和控制由相应业务网管及系统平台进行管理。

5.2.3 一个本地网内同一厂家的设备应由一套集中的 EMS 进行管理,本地网规模较大或网元数量较多时,可根据情况配置多套网元管理系统分设备或分区域进行管理。

5.2.4 网管系统与设备之间的网管信息通道宜采用带内方

式,也可采用带内带外相结合的方式。

5.2.5 OLT 应能够通过其所带的 CONSOLE 口对其进行带外方式的操作维护,应支持经 TELNET 和 SNMP 方式远程对其进行操作管理维护。

5.2.6 网管系统的保护应符合以下要求。

1. 在网元连接至 EMS 的传输通道阻断时,EMS 应能通过第二通道获取被管理的网元信息。

2. 网管服务器和管理数据库应进行冗余配置。EMS 应支持数据库备份、恢复和复制功能。

3. 网管系统应通过操作员认证机制和有效的权限管理、日志管理等功能保证系统操作管理的安全性。

6 设备配置要求

6.1 一般原则

6.1.1 设备配置应以近期需求为基础,兼顾远期业务发展的需要;选用的设备应具有良好的扩充性和在线升级能力,应考虑维护使用的方便。

6.1.2 应根据系统带宽需求和光功率预算合理选择系统的光接口类型和光分路器的光分路比。

6.1.3 室外型设备应考虑将配套设备与主设备安装在同一室外机柜内。

6.1.4 维护备件应按照满足日常维护的基本需求配置,原则上应保证设备重要单元盘不缺品种。

6.2 业务承载能力及方式

6.2.1 宽带光纤接入系统应具有承载以太网/IP 业务、语音业务、TDM 业务和 CATV 业务(可选)等的能力。

6.2.2 语音业务承载应支持 VoIP 方式,可在 ONU/ONT 内置 AG 或 IAD 功能模块提供 VoIP 语音业务。

6.2.3 EPON 系统的 TDM 业务($2\,048\text{ kbit/s}$ 或 $n\times 64\text{ kbit/s}$)承载方式应采用 IETF 的 PWE3 方式,GPON 系统应采用 Native TDM(TDM over GEM)方式或 PWE3 方式。

6.2.4 IPTV 业务承载方式应同时支持组播和单播方式。

6.2.5 CATV 业务应采用第三波(标称波长 $1\,550\text{ nm}$)单独承载方式。设置方式应符合下列规定。

1. 业务网络侧宜在靠近 OLT 设备处配置独立的 WDM 合波器及 CATV 网络接口。

2. 用户侧可在靠近 ONU/ONT 设备处配置独立的 WDM 分波器及 CATV 用户接口或者将 WDM 分波器集成于 ONU/ONT 设备、仅提供 CATV 用户接口。

6.2.6 OLT 网络侧接口(SNI)应根据提供业务类型的需求配置。

1. GE/10GE 口应采用光接口;FE 口可根据业务侧端口类型及传输方式来选择配置光口或电口。

2. 可提供与 SDH/DDN/FR/ATM 网络互联的 E1、STM-1 等接口。

6.2.7 ONT 类型及业务承载能力应满足以下规定。

1. 适用于 FTTH 应用模式的 SFU 和 HGU 类型 ONT,必须提供以太网接口,SFU 可选配置 POTS 和 RF 等接口,HGU 可选配置 POTS、RF、WLAN、USB 等接口。

2. 适用于 FTTO 应用模式的 SBU 类型 ONT,必须提供以太网接口,可选配置 E1、POTS 和 RF 等接口。

6.2.8 ONU 类型及业务承载能力应满足以下规定。

1. 适用于 FTTB/FTTC 应用模式的 MDU 类型 ONU(LAN 接口),必须提供以太网接口,可选配置 POTS 和 RF 等接口。

2. 适用于 FTTB/FTTC/FTTCab 应用模式的 MDU 类型 ONU(DSL 接口),必须提供包含分离器的 ADSL2+/VDSL2 接口,可选配置 POTS 接口和 RF 等接口。

3. 适用于 FTTB/FTTC 应用模式的 MTU 类型 ONU,必须提供以太网接口,可选配置 POTS 和 E1 等接口。

6.3 设备功能及接口要求

6.3.1 PON 设备应具备表 6.3.1 的各项功能。

表 6.3.1 PON 设备应具备的功能

项目	功能	备注
系统功能	动态带宽分配(DBA)	
	多业务 QoS 机制	
	ONU/ONT 认证	
	加密功能	
	ONU/ONT 掉电通知功能	可选
	光链路保护倒换	可选
以太网功能	二层转发	
	二层汇聚	
	二层隔离	
	VLAN	
	VLAN Stacking	
	安全防攻击	
	端口自协商	
	流量控制	
	快速生成树	
	组播	
	链路聚集	
VoIP 相关功能	呼叫处理	
	媒体控制	
	语音处理	
	模拟用户电路	
	语音 QoS 管理	
IPv6 支持功能	IPv6 感知(IPv6 Aware)	

6.3.2 EPON 设备的功能及接口要求应满足 YD/T 1475《接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络(EPON)》的相关规定。

6.3.3 GPON 设备的功能及接口要求应满足 YD/T 1949《接入网

技术要求——吉比特的无源光网络(GPON)》的相关规定。

6.3.4 10G-EPON 设备的功能及接口要求应满足 YD/T 2274《接入网技术要求 10 Gbit/s 以太网无源光网络(10G-EPON)》的相关规定。

6.3.5 可根据电信业务经营者实际运营需求设计 PON 设备的其他功能和接口要求。

6.4 设备的环境适应性要求

6.4.1 当 OLT 和 ONU/ONT 间的光纤处于-35℃~55℃的温度交变环境内时,OLT 和 ONU/ONT 应能正常工作,业务性能不应恶化或中断。

6.4.2 设备在表 6.4.2 环境范围内的环境中应能正常工作。

表 6.4.2 设备工作环境类别

类别	温湿度环境	适用设备
A1	温度:10℃~35℃(注 1) 湿度:10%~90%(≤25℃)	局端机房的 OLT
A2	温度:0℃~40℃(注 1) 湿度:5%~95%	远端机房的 OLT/ONU、户内 ONT
B1 (注 2)	温度:-20℃~50℃ 湿度:5%~95%	室外 ONU/ONT
B2 (注 3)	温度:-35℃~40℃ 湿度:5%~95%	室外 ONU/ONT
C1 (注 2)	温度:-10℃~55℃ 湿度:5%~95%	通风条件较差的楼道 ONU/ONT
C2 (注 2)	温度:-10℃~45℃ 湿度:5%~95%	通风条件较好的楼道 ONU/ONT
C3 (注 3)	温度:-25℃~40℃ 湿度:5%~95%	楼道 ONU/ONT

注:1. 以上为地面以上 2 m 和设备前方 0.4 m 处的温度。

2. 适用暖温/干热/亚湿热/湿热气候带。

3. 适用寒温气候带。

6.4.3 设备在灰尘直径大于 $5\ \mu\text{m}$ (灰尘粒子是非导电、导磁和腐蚀性的)、灰尘浓度 $\leq 3 \times 10^4$ 粒/ m^3 的环境下应能正常工作。

6.4.4 在 $86 \sim 106\ \text{kPa}$ 的大气压力环境中,设备应能正常工作。

6.5 设备的供电与防雷接地要求

6.5.1 OLT 应支持直流或交流供电方式、ONU/ONT 应支持交流/直流(可选)供电方式,在下列条件下应能正常工作。

1. 直流电压及其波动范围应满足以下要求。

1) 标称电压: $-48\ \text{V}$;

2) 电压波动:在直流输入端子处测试的 $-48\ \text{V}$ 电压允许变化范围为 $-57 \sim -40\ \text{V}$ 。

2. 交流电压及其波动范围应满足以下要求。

单相 $220\ \text{V} \pm 10\%$, 频率 $50\ \text{Hz} \pm 5\%$, 线电压波形畸变率 5% 。

6.5.2 正常情况下,设备的绝缘电阻不应小于 $50\ \text{M}\Omega$ 。

6.5.3 OLT 和 ONU 设备的防雷接地电阻应不大于 $10\ \Omega$ 。

6.5.4 设备应安装过压、过流保护器。过压、过流保护器应满足 YD/T 1082《接入网设备过电压过电流防护及基本环境适应性技术要求和试验方法》的相关要求。

6.5.5 设备的电磁兼容性指标应符合 GB 9254《信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》以及 GB/T 17618《信息技术设备抗扰度限值和测量方法》的规定。

7 光分配网络(ODN)设计

7.1 ODN 的定界与网络组成

7.1.1 ODN 的定界如图 7.1.1 所示,为 OLT 的 S/R 点至 ONT/ONU 的 R/S 点之间的网络。

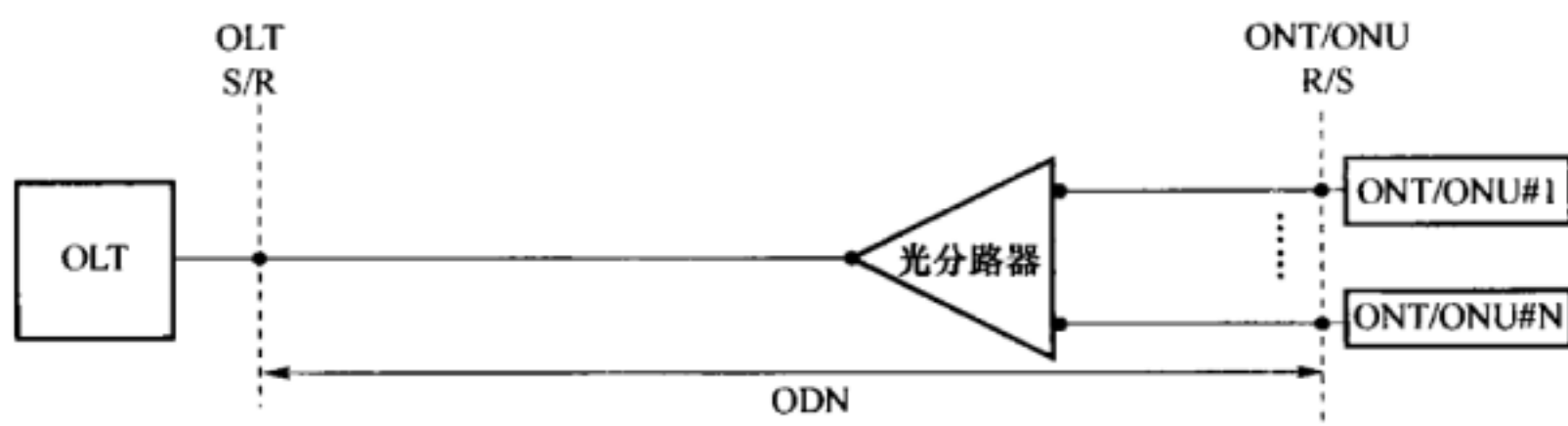


图 7.1.1 ODN 的定界

7.1.2 ODN 网络主要由光缆、光缆接头盒、光分路器、光缆线路终端分配设备(ODF/MODF)、光缆交接箱、光缆分纤箱、光纤插座盒或用户智能终端盒、WDM 合波器/分波器等组成。

7.2 ODN 组网原则

7.2.1 ODN 网络组网应根据用户性质、用户密度的分布情况、地理环境、管道资源、原有光缆的容量以及宽带光纤接入系统建设方式等多种因素综合考虑,选择合适的结构和配纤方式。

7.2.2 ODN 的设计应符合以下原则。

1. ODN 应安全可靠,向下逐步延伸至通信业务最终用户。
2. ODN 的容量和路由,在通信发展规划的基础上,综合考虑远期业务需求和网络技术发展趋势,确定建设规模。

3. 同一路由上的光缆容量应综合考虑,不宜分散设置多条小芯数光缆。

4. 光缆芯数可按终期需求配置,并留有足够冗余。

5. 新建光缆线路时,应考虑共建共享的其他电信企业的容量需求。

7.2.3 ODN 的拓扑结构选择应符合以下原则。

1. 普通用户或一般商业客户的 ODN 线路宜采用树形拓扑结构。

2. 对专线用户、重要用户以及可靠性要求较高的用户线路可采用具有保护的拓扑结构。

7.2.4 光缆网络配纤方式应符合以下规定。

1. ODN 覆盖区域内可选用树形递减直接配纤方式、树形递减交接配纤方式、树形无递减交接配纤方式或环形无递减交接配纤方式。

2. 选择配纤方式应有利于减少光纤线路的活动连接点数量。

3. 选用交接配线宜采用一级交接配线及固定交接区。

4. ODN 覆盖范围内用户分布比较稳定的区域,宜采用树形递减直接配纤方式。

5. 对管道资源不足、用户分区预测困难的区域可采用树形递减或树形无递减配纤方式。

6. 连接普通用户的光缆线路宜采用树形递减直接配纤或树形递减交接配纤方式。

7. 连接重要用户、业务节点上联和互联的线路,可采用环形无递减交接配纤方式。

7.2.5 光分路器设置应符合下列原则。

1. 光分路器的设置位置应综合考虑光缆投资、PON 口及光分路器端口使用效率、便于维护、网络优化改造和技术升级改造等因素。

2. 应结合 ODN 网设计和用户规模进行配置,以满足近期需求为基础,兼顾中远期业务发展的需要;应预留光分路器的安装位置、便于今后扩容。

3. 应根据 PON 系统支持的最大光分路数、可传输距离、带宽规划以及用户的规模和分布密集度等因素综合考虑,确定 ODN 采用的最大光分路比。

4. 宜采用一级分光方式,必要时可采用二级分光方式,二级分光级联后总的光分路比应不大于 PON 系统允许的最大光分路比。

5. 宜采用相对集中设置方式;当用户较密集时可适当靠近用户端设置。

7.2.6 应严格控制 ODN 中采用活动连接点的数量。

7.2.7 在需要和其他电信运营企业共享 ODN 资源时,应符合以下要求。

1. 应根据共享模式和界面,灵活设置分配点。

2. 在共享资源分界处宜采用活动连接。

3. 资源共享接入点的设施容量应保证多运营企业的用户接入需求。

7.3 光分路器选用

7.3.1 光分路器宜采用全带宽型和均匀分光型的平面波导型光分路器。

7.3.2 光分路器端口类型的选用应符合以下要求。

1. 既要考虑方便维护管理的需要,又要考虑减少活动连接点的数量。

2. 当光分路器安装点的光缆成端不配置适配器时,宜选用适配器型(含插头和适配器)光分路器。

3. 当光分路器安装点的光缆成端配置适配器时,宜选用尾纤型(含插头)光分路器。

4. 在需要减少活动连接器数量时,可选择熔接型光分路器。

7.3.3 当 PON 系统承载模拟 CATV 信号时,光分路器的连接器应采用 APC 端面。

7.3.4 光分路器引出尾纤可采用外护套直径为 0.9 mm、2.0 mm 或 3.0 mm 的尾纤。其引出长度不宜超过 1.5 m。

7.3.5 常用光分路器的分路比有 $1 \times N$ 和 $2 \times N$ (N 为 2、4、8、16、32、64 和 128 等) 等种类,应根据 ODN 设计的最大光分路比、分光方式和保护方式进行选择。

7.3.6 光分路器光学特性应符合 YD/T 2000《平面光波导集成光路器件 第 1 部分:基于平面光波导(PLC)的光功率分路器》的要求。

7.4 光分路器安装位置

7.4.1 光分路器安装位置应根据 ODN 的应用模式和用户分布的实际情况选择适当的地点。

7.4.2 对 FTTH 应用模式的新建别墅区,光分路器安装位置的选择可按以下原则考虑。

1. 当别墅区覆盖区域相对较小时,宜采用一级分光方式,光分路器宜安装在别墅区接入设备间或小区光缆交接箱内。

2. 当别墅区覆盖区域相对较大时,可采用一级或二级分光方式。

1) 采用一级分光方式时,光分路器分散安装在各片区的光缆交接箱内。

2) 采用二级分光方式时,第一级光分路器宜安装在小区机房/光缆交接箱,第二级光分路器可安装在小区光缆分纤箱内。

7.4.3 对 FTTH 应用模式的新建低层、多层和高层建筑,光分路器安装位置的选择可按以下原则考虑。

1. 高层建筑宜采用相对集中设置的一级分光方式,必要时可

采用二级分光。

1) 采用一级分光方式时,光分路器宜安装在建造物的设备间或接线间光缆配线设施内。

2) 采用二级分光方式时,在建造物的设备间或接线间光缆配线设施内安装第一级光分路器,在楼层竖井光缆配线设施内安装第二级光分路器。

2. 低层、多层建筑可采用一级或二级分光方式。

1) 采用一级分光方式时,光分路器集中安装在小区设备间/配线间或室外光缆交接箱内。

2) 采用二级分光方式时,第一级光分路器宜安装在小区机房内或小区室外光缆交接箱内,第二级光分路器可安装在小区光缆交接箱内或楼道光缆分纤箱内。

7.4.4 对 FTTB/C+LAN 应用模式的新建的多层、低层和高层建筑,光分路器宜采用相对集中设置的一级分光方式;光分路器宜安装在小区机房或小区光缆交接箱内。

7.4.5 对采用 FTTCab+DSL 应用模式的农村区域,光分路器可采用相对集中设置的一级分光方式或二级分光方式。

1. 采用一级分光方式时,光分路器宜安装在室外光缆交接箱内。

2. 采用二级分光方式时,第一级光分路器宜设置在室外光缆交接箱内,第二级光分路器可安装在光缆分纤箱内。

7.4.6 FTTB+LAN 或 FTTO 应用模式的商业客户单幢商务楼或建筑群,光分路器安装位置的选择可按以下原则考虑。

1. 采用 FTTB/C + LAN 应用模式的商业客户,光分路器宜采用集中设置的一级分光方式;光分路器可安装在用户机房内或室外光缆交接箱内。

2. 采用 FTTO 应用模式的重要商业客户,光分路器宜采用集中设置的一级分光方式;光分路器宜安装在用户机房内或室外光

缆交接箱内。

7.5 光纤光缆选用配置原则

7.5.1 光纤类型的选择应符合以下原则。

1. 光缆中光纤宜采用 G.652 单模光纤。
2. 当需要使用弯曲不敏感光纤时,宜选用模场直径与 G.652 光纤相匹配的 G.657 类单模光纤。

7.5.2 光缆结构的选择应符合以下要求。

1. 室外用光缆应根据线路路由的实际环境条件、可采用管道、直埋、架空、路面微槽或架空微型自承式等敷设方式。

1) 直埋光缆结构宜采用 PE 内护层+防潮铠装层+PE 外护层,或防潮层+PE 内护层+铠装层+PE 外护层,宜选用 GY(D)TA53、GY(D)TA33、GY(D)TS、GY(D)TY53、GYDG(T)A33、GYDG(T)A53、GYDG(T)Y53、GYFDG(T)A63 等型式。

2) 采用管道或硅芯管保护的光缆结构宜采用防潮层+PE 外护层,宜选用 GY(D)TA、GY(D)TS、GY(D)TY53、GYF(D)TY、GYDG(T)A、GYDG(T)S、GYDG(T)A53、GYDG(T)Y53、GYFDG(T)Y 等型式。

3) 架空光缆结构宜采用防潮层+PE 外护层,宜选用 GY(D)TA、GY(D)TS、GY(D)TY53、GY(D)FTY、GYDG(T)A、GYDG(T)S、GYDG(T)A53、GYDG(T)Y53、GYFDG(T)Y、ADSS、OPGW 等型式。

4) 水底光缆结构宜采用防潮层+PE 内护层+钢丝铠装层+PE 外护层,宜选用 GY(D)TA33、GY(D)TA333、GY(D)TS333、GY(D)TS43 等型式。

5) 防蚁光缆结构宜采用普通室外光缆结构+防蚁外护层,宜选用 GY(D)TA54、GY(D)TA34、GY(D)TS34、GY(D)TY54、GYDG(T)A34、GYDG(T)A54、GYDG(T)Y54、GYFDG(T)A64

等型式。

6) 路面微槽光缆结构宜采用金属管+ PE 内护层或防潮层+ PE 内护层,宜选用 GLTS、GLFXTS、GLMXTY 等型式。

7) 架空微型自承式光缆结构宜采用 8 字型结构或扁平型结构,可选用 GYWXTC8Y、GYWMXTC8Y、GYWFXTC8Y、GYW-FTC8Y、GYWFXTCBY、GYWFCY 等型式。

2. 室内用光缆根据实际应用场景、主要分为垂直布线、水平布线敷设方式。

1) 垂直布线光缆结构宜采用干式结构+紧套光纤+非延燃外护层,可选用 GJJV、GJFJV、GJDV、GJFDV、GJBJV、GJBFJV、GJBFJH、GJPFV、GJPFJV、GJFJH、GJFJBH 等型式。

2) 水平布线光缆结构宜采用干式结构+非延燃外护层,可选用 GJX(D)V、GJXF(D)V、GJX(D)H、GJXF(D)H、GJFJV、GJXJH、GJFJBV、GJFXBH、GJFJVV、GJJG02 等型式。

3. 用户引入光缆根据引入点设置位置的不同,可采用架空入户、管道入户或室内布线入户等敷设方式。

1) 架空入户光缆结构宜采用室内外用自承式,干式+防潮层+非延燃外护层,宜选用 GJYXCH、GJYXFCH、GJYXC8Y、GJY-FC8Y 等型式。

2) 管道入户光缆结构宜采用室内外用,干式+防潮层+非延燃外护层,宜选用 GJYFS、GJYFA、GJYFJH、GJYPFHA、GJYPHA 等型式。

3) 室内布线入户光缆结构宜采用干式结构+非延燃外护层,宜选用 GJXFV、GJXFH、等型式。

7.5.3 接入网用光缆的允许拉伸力和压扁力应符合表 7.5.3 要求。

表 7.5.3 接入网用光缆的允许拉伸力和压扁力

敷设方式			允许拉伸力(最小值) (N)		允许压扁力(最小值) (N/100 mm)	
			短暂	长期	短暂	长期
管道、非自承架空			1 500	600	1 000	300
直埋[Ⅰ]			3 000	1 000	3 000	1 000
直埋[Ⅱ]			4 000	2 000	3 000	1 000
水下[Ⅰ]、直埋[Ⅲ]			10 000	4 000	5 000	3 000
水下[Ⅱ]			20 000	10 000	5 000	3 000
水下[Ⅲ]			40 000	20 000	6 000	4 000
路面微槽		无压力填补	1 000	300	1 000	300
		有压力填补	1 000	300	2 000	750
蝶型引入光缆		金属加强芯	200	100	2 200	1 000
		非金属加强芯	80	40	1 000	500
		自承式	600	300	2 200	1 000
室内布线光缆 (单芯/双芯)	外径 $>3.0\text{ mm}$		300	150	1 000	300
	外径 $\leq 3.0\text{ mm} \sim \geq 2.0\text{ mm}$		150	80	1 000	300
	外径 $<2.0\text{ mm}$		80	40	1 000	300
室内布线光缆	垂直布线	>12 芯	1 320	400	1 000	300
		≤ 12 芯	600	200	1 000	300
	水平布线	>12 芯	660	200	1 000	200
		≤ 12 芯	440	130	1 000	200
	$\leq 50\text{ m}$ 自承式入户	单芯/双芯	660	200	1 000	300
	管道入户	单芯/双芯	440	130	1 000	200

注：敷设方式栏目下的[Ⅰ]、[Ⅱ]、[Ⅲ]用于区分允许力值的不同。

7.6 ODF 及其他辅助器材配置

7.6.1 ODF 及其他辅助器材的选择应符合以下要求。

1. 应采用定型化产品,其性能应符合国家、行业相关标准要求。

2. 选用技术先进、质量好、性价比高的产品。

3. 器件宜为标准化、模块化设计,具有良好的替代性。

4. 施工安装、维护简便。

7.6.2 ODF 及其他辅助器材的配置应结合覆盖区域的规模容量进行配置,以近期需求为基础,同时兼顾中远期业务发展的需要。

7.6.3 中、小容量的业务接入点宜配置光缆终端和光纤分配一体化的 ODF。

7.6.4 大容量的综合业务接入局(站)可采用光缆终端和光纤分配分离的光纤总分配架(MODF)。

7.6.5 承载模拟 CATV 信号的 ODN 系统段落的活动连接器应采用 APC 端面。

7.6.6 选用的光缆交接箱/光缆分纤箱应具有放置光分路器的功能。

7.6.7 光缆交接箱/光缆分纤箱宜选用无跳纤连接方式。

7.7 光缆线路设计

7.7.1 光缆芯数的配置应满足以下要求。

1. 主干光缆芯数应根据近期和中期各种业务对光纤的需求和光分配点的容量选择。

2. 配线光缆芯数应根据中远期各种业务对光纤的需求和光分路器的设置进行选择。

3. FTTB/C 应用模式的分路光缆纤芯宜采用 2~6 芯;FTTCab 应用模式的分路光缆纤芯宜采用 6~12 芯。

4. FTTH 用户引入光缆宜采用 1~2 芯光缆。

5. FTTO 用户引入光缆应根据用户分布情况灵活配置。

6. 对特殊要求的用户,应根据用户需求设计。

7.7.2 光缆线路路由的选择应满足以下要求。

1. 室外光缆线路路由选择应符合 YD 5102《通信线路工程设

计规范》的相关规定。

2. 住宅区配线系统或综合布线系统配线光缆线路路由的选择应结合小区管道、线槽或桥架等合理选择路由,应符合光缆路由短捷安全,施工维护方便的原则。

7.7.3 当路由空间不允许采用直埋、管道或架空方式敷设,且路面混凝土厚度不小于 180 mm 时,可采用路面微槽光缆敷设安装方式。

7.7.4 墙壁光缆敷设安装应符合以下要求。

1. 安装光缆位置的高度应尽量一致,住宅楼、办公楼外墙为 2.5~3.5 m;厂房、车间外墙为 3.5~5.5 m。

2. 跨越街坊、院内通路等应采用钢绞线吊挂,其缆线最低点距地面必须符合表 7.7.4-1 的规定。

7.7.4-1 墙壁光缆跨越街坊、院内通路线缆最低点距地面距离

名称	与线路交越时垂直净距
市区街道	5.5 m
胡同(里弄)	5.0 m
铁路	7.5 m
公路	5.5 m
土路	5.0 m

注:铁路不包含高铁。

3. 墙壁光缆与其他管线的最小间距必须符合表 7.7.4-2 的规定。

表 7.7.4-2 墙壁光缆与其他管线的最小间距表

管线种类	平行净距(mm)	垂直交叉净距(mm)
电力线	200	100
避雷引下线	1 000	300
保护地线	50	20
给水线	150	20
压缩空气管	150	20
热力管(不包封)	500	500
热力管(包封)	300	300
燃气管	300	20
其他通信线路	150	100

4. 采用吊线方式敷设光缆时,吊线程式应采用与光缆重量相适应的钢绞线。墙上支撑的间距应为 8~10 m,终端固定物与第一只中间支撑的距离不应大于 5 m。

5. 采用卡钩式固定光缆时,卡钩必须与光缆外径相配套。卡钩间距为 500 mm,允许偏差 ± 50 mm。转弯两侧的卡钩距离为 150~250 mm,两侧距离须相等。

7.7.5 在预埋线槽和暗管中光缆敷设安装应符合以下要求。

1. 应在预埋线槽和暗管的两端对敷设的光缆进行标识。

2. 预埋线槽宜采用金属材质制作,线槽的截面利用率应为 30%~50%。

3. 楼内垂直竖井内预埋暗管时,宜采用钢管或阻燃硬质 PVC 管,管径不宜小于 $\phi 50$ mm;直线管的管径利用率应为 50%~60%,弯管的管径利用率应为 40%~50%。

7.7.6 在线槽和桥架中光缆敷设安装应符合以下要求。

1. 在线槽内布放光缆应顺直,尽量不交叉,在光缆进出线槽部位、转弯处应绑扎固定。

2. 光缆在桥架上垂直敷设时,应在光缆上端和每隔 1.5m 处与桥架固定;水平敷设时应在光缆的首、尾和转弯处以及每隔 5~10 m 进行固定。

7.7.7 用户引入光缆的敷设安装应符合以下要求。

1. 用户引入光缆敷设安装宜采用墙壁、暗管和线槽等多种方式。

2. 对于没有预埋穿线管的楼宇,用户引入光缆可以采用钉固方式沿墙明敷,卡钉间距为 200~300 mm。

3. 用户引入光缆穿越墙体时应套保护管。

4. 楼内水平方向有预埋暗管时,管道的截面利用率应为 25%~30%。

7.8 光缆敷设及辅助设施安装要求

7.8.1 光缆在敷设安装中,应根据敷设地段的环境条件,在保证光缆不受损伤的原则下,因地制宜地采用人工或机械敷设。

7.8.2 光缆敷设安装的最小曲率半径应符合表 7.8.2 的规定。

表 7.8.2 接入网光缆敷设安装最小曲率半径

外护层型式/光缆类型		静态弯曲	动态弯曲
无外护层或 04 型外护层、路面微槽缆、水平布线、垂直布线光缆		10D	20D
53、54、33、34、63、64 型外护层		12.5D	25D
333、43 型外护层		15D	30D
接入网用室内外光缆		15D/15H	30D/30H
微型自承式通信用室外光缆		10D/10H (但不小于 30 mm)	20D/20H (但不小于 60 mm)
蝶形引入光缆、 管道入户光缆、 室内布线光缆	G.652 光纤	10D/10H (但不小于 30 mm)	20D/20H (但不小于 60 mm)
	G.657A 光纤	5D/5H (但不小于 15 mm)	10D/10H (但不小于 30 mm)
	G.657B 光纤	5D/5H (但不小于 10 mm)	10D/10H (但不小于 25 mm)

注:D 为缆芯处圆型护套外径、H 为缆芯处扁型护套短轴的高度。

7.8.3 室内光缆和用户引入光缆预留长度应符合下列要求。

1. 室内光缆在楼层分纤箱每端预留光纤长度为 1.0~1.5 m;在建筑物配线间或交接间每端光缆预留长度为 3.0~5.0 m。

2. 用户引入光缆在用户端预留长度应不小于 0.5 m;在楼层、

室外墙壁和杆路上的光缆分纤箱的预留长度应不小于 1.0 m。

3. 需在室内公共场所明敷光缆时,对易触及的部分可采用塑料管或钢管保护措施。

7.8.4 路面微槽光缆敷设安装应符合下列要求。

1. 光缆沟槽应切割平直,槽道开槽宽度应根据所放光缆的外径确定,一般应小于 20 mm,槽道内最上层光缆距路面深度不小于 80 mm,槽道总深度不大于路面厚度 2/3。

2. 光缆沟槽的沟底应平整、光滑和无硬坎(台阶);沟槽的转角角度应保证光缆敷设后的曲率半径符合要求。

3. 在敷设光缆前,应先对光缆沟槽及路面进行清洁处理使沟槽满足光缆布放和修复工艺要求,沟槽内不应有碎石等杂物,沟底平滑,然后在沟底预置一根用作保护层的 PE 泡沫填充条或其他合适材料。

4. 路面微槽敷设光缆可以采用人工或者机械法敷设;光缆宜整盘敷设。

5. 根据沟槽的深度和路面恢复材料的特性不同,需要在光缆的上方放置缓冲保护材料。

6. 路面的恢复应符合城市道路主管部门的要求,修复后的路面结构应满足相应路段服务功能要求。

7.8.5 光缆接续、成端应符合下列要求。

1. 光缆的直通接头或分支接头宜采用熔接方式。

2. 光缆在局端成端应采用熔接方式。

3. 光缆在光分配点成端应根据安装环境可采用熔接或冷接方式。

4. 入户光缆在户内成端可采用尾纤熔接方式或采用预埋光纤式机械型现场组装式光纤活动连接器。

5. 光缆接续、成端的光纤接头衰减限值应满足表 7.8.5 的规定。

表 7.8.5 光纤接头衰减限值表

接头衰减	熔接方式				测试波长(nm)
	单纤(dB)		光纤带光纤(dB)		
光纤类别	平均值	最大值	平均值	最大值	
G. 652	≤0.06	≤0.12	≤0.12	≤0.38	1310/1550

注：1. 平均值的统计域为中继段内的全部光纤接头损耗。

2. 单纤冷接衰减应不大于 0.1 dB/个。

6. 当采用金属加强构件自承式引入光缆从楼宇外直接引入室内时,应将金属构件在楼宇外墙处终结,并将引入楼宇内光缆段的金属构件剥离。

7.8.6 楼层光缆分纤箱等必须安装在安全可靠、便于维护的公共地点;箱体底边距地坪的高度应不小于 1.2 m。

7.8.7 光缆分纤箱在电杆上安装时,箱体顶端距底层吊线的距离为 0.8 m。箱体安装的朝向应一致。

7.8.8 室外墙挂式安装光缆分纤箱,箱体的下沿距地面高度为 2.8~3.2 m。

7.8.9 光分路器的安装应安全牢靠,便于维护。

7.8.10 用户端设施安装应符合以下要求。

1. 用户智能终端盒的安装位置应选择在家庭布线系统的汇聚点,线路进出和维护方便的位置。

2. 光纤插座盒安装高度为盒底离地 0.3~0.5 m,应和电源插座安装高度一致。

8 传输性能指标设计

8.1 系统性能指标设计

8.1.1 PON 系统仅承载以太网/IP 类业务时,PON 系统的以太网/IP 业务的性能指标主要包括以太网业务的传输时延、吞吐量、丢包率和长期丢包率。

1. 吞吐量应满足以下要求。

1) EPON 的上行吞吐量应不小于 900 Mbit/s(64~1 518 Byte 之间的任意包长),下行吞吐量应不小于 950 Mbit/s(任意包长)。

2) GPON 的上行吞吐量应不小于 1 Gbit/s(64~1 518 Byte 之间的任意包长),下行吞吐量应不小于 2.2 Gbit/s(任意包长)。

3) OLT 的 10G/10G-EPON 口上行方向的吞吐量应不小于 8 Gbit/s(1 : 32 分光比下,仅接入 10G/10G-EPON ONU);当 OLT 的 10G/10G-EPON 口仅接入 10G-EPON ONU 时,该 PON 口下行方向的吞吐量应不小于 8.3 Gbit/s。

4) OLT 的 10G/1G-EPON 口上行方向的吞吐量应不小于 900 Mbit/s(FEC 关闭,1 : 32 分光比下);当 OLT 的 10G/1G-EPON 口仅接入 10G/1G-EPON ONU 时,该 PON 口下行方向的吞吐量应不小于 8.3 Gbit/s。

2. 传输时延要求。在业务流量不超过 PON 系统吞吐量的 90%的情况下,其上行方向(UNI 到 SNI)的传输时延应小于 1.5 ms(64~1 518 Byte 之间的任意以太网包长),下行方向(SNI 到 UNI)的传输时延应小于 1 ms(任意以太网包长)。

3. 过载丢包率应满足以下要求。

1)EPON 系统在上下行业务流量各为 1 Gbit/s 的情况下,上

行丢包率应小于 10%，下行丢包率应小于 5%。

2) GPON 系统在上下行业务流量分别为 2.5 Gbit/s 和 1.25 Gbit/s 情况下，上行丢包率应小于 20%，下行丢包率应小于 12%。

3) 当 OLT 的 10G/10G-EPON 口在上下行业务流量各为 10 Gbit/s 的情况下，该 PON 口上行方向的丢包率应小于 20% (1 : 32 分光比下，仅接入 10G/10G-EPON ONU)，该 PON 口下行方向的丢包率应小于 17% (仅接入 10G-EPON ONU)。

4) 当 OLT 的 10G/1G-EPON 口在上行业务流量为 1 Gbit/s、下行业务流量为 10 Gbit/s 的情况下，该 PON 口上行方向的丢包率应小于 10% (FEC 关闭，1 : 32 分光比下)，该 PON 口下行方向的丢包率应小于 17% (仅接入 10G/1G-EPON ONU)。

4. 长期丢包率要求。要求在特定流量下 (吞吐量的 90%) 长期 (24 小时) 丢包率应为 0。

8.1.2 PON 系统的 E1 链路的长期误码性能指标与 OLT 设置位置有关，应符合表 8.1.2 的要求。

表 8.1.2 PON 系统 E1 链路的长期误码性能指标

OLT 设置位置	ESR	SESR	BBER
业务节点	2.4×10^{-4}	1.2×10^{-5}	1.2×10^{-6}
非业务节点	2×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}

8.1.3 PON 系统 2 048 kbit/s 通道短期误码性能指标，测试时间为 15 min 的误码事件数应为 0。

8.1.4 有线数字广播电视信号在接收侧的性能指标应满足 GY/T 198《有线数字电视广播 QAM 调制器技术要求和测量方法》的相关规范。

8.1.5 模拟有线广播电视信号在 48.5~860 MHz 射频性能指标应符合以下规定：

1. 任何频道内幅度变化不大于 ±2 dB，在任何 0.5 MHz 频率

范围内,幅度变化不大于 0.5 dB。

2. 对电视频道的单频干扰,载波互调比 ≥ 57 dB;对电视频道内多频互调干扰,广播电视载波互调比 ≥ 54 dB。

3. 对于电视频道的多频互调干扰,载波组合 3 次差拍比 ≥ 54 dB。

4. 入户视频信号载噪比 ≥ 43 dB。

8.1.6 宽带光纤接入系统的可用性应不小于 99.99%,相当于在一年内不可用时间不大于 53 min。

8.2 光纤链路传输指标设计

8.2.1 光纤链路传输指标的设计参考模型如图 8.2.1 所示。

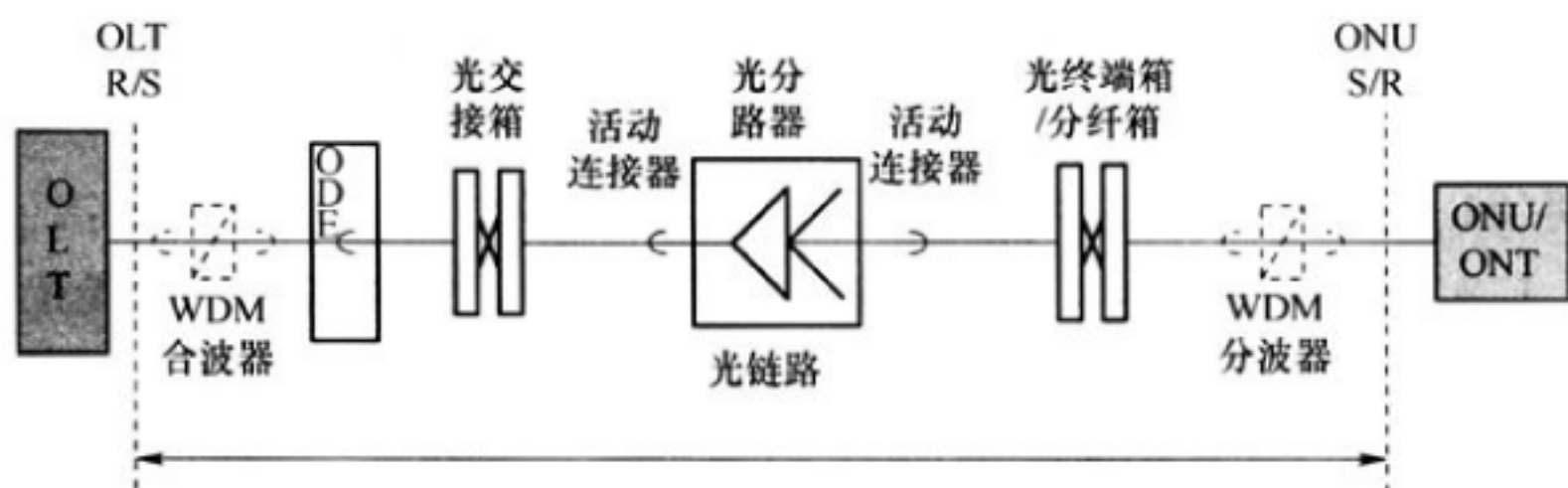


图 8.2.1 ODN 衰减指标设计的光链路参考模型

8.2.2 OLT 至单个 ONU/ONT 之间光纤链路衰减指标的设计应根据光纤链路的实际配置、结合设计中选定的各种无源器件的技术性能指标,计算出工程实施后预期应满足的指标。光纤链路衰减指标按式 8.2.2 计算。

$$\begin{aligned} \text{光纤链路衰减} = & \sum_{i=1}^n L_i \times A_f + X \times A_{\text{熔}} + Y \times A_{\text{冷}} + \\ & N \times A_c + M \times A_{\text{WDM}} + \sum_{i=1}^m l_{\text{分}} + \beta \end{aligned} \quad (\text{式 } 8.2.2)$$

式中:

$\sum_{i=1}^n L_i$ ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光链路中各段光纤长度的总和(单位:km);

A_f ——设计中选用光纤时规定的光纤(不含接头)衰减系数(单位:dB/km);

X ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光纤链路中光纤熔接(含尾纤熔接)接头数(单位:个);

$A_{\text{熔}}$ ——设计中规定的光纤熔接接头平均衰耗指标(单位:dB/个);

Y ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光纤链路中光纤冷接(含机械型现场组装式光纤活动连接器的成端接头)接头数(单位:个);

$A_{\text{冷}}$ ——设计中规定的用冷接子接续光纤的接头平均衰耗指标(单位:dB/个);

N ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光链路中活动连接器数量(单位:个);

A_c ——设计中规定的活动连接器的损耗指标(单位:dB/个);

M ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光纤链路中外置 WDM 模块(合波器/分波器)数量(单位:个);

A_{WDM} ——设计中选用 WDM 模块(合波器/分波器)规定的插入损耗指标(单位:dB/个);

$\sum_{i=1}^m l_{\text{分}}$ ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间光链路中所有光分路器插入损耗的总和(单位:dB);

β ——OLT 至单个 ONU/ONT 之间链路中存在与模场直径不匹配的弯曲损耗不敏感单模光纤连接时所引入的附加损耗(单位:dB)。

8.2.3 当 ODN 承载 CATV 业务时,OLT S/R 和 ONU/ONT R/S 参考点之间的所有离散反射损耗应大于 55 dB、链路反射损耗应大于 32 dB。

9 设备安装和线缆布放

9.1 设备安装位置选择

9.1.1 OLT 设备安装位置的选择应符合下列原则。

1. 覆盖区域较大、接入用户较多的综合业务接入局(站),可独立设置 PON 系统的 OLT 设备机房,该机房宜靠近光缆配线室。
2. 一般业务节点机楼可与其他传输设备安装在同一传输机房,机房空间足够时,宜设置 PON 系统的 OLT 设备机列。
3. 当需要 OLT 下移设置时,PON 系统的 OLT 设备宜安装在住宅小区或楼宇的通信设备间,同时应考虑业务上联的传输系统设备安装位置。
4. 新建机房时,应考虑与其他运营企业共建共享。

9.1.2 ONT 安装位置的选择应符合下列原则。

1. FTTH 应用模式的 ONT 宜安装在用户智能终端盒或用户家庭布线系统汇聚点;当入户光缆无条件引入户内时,ONT 可以安装在楼层的弱电竖井或就近的综合配线箱/机柜内。
2. FTTO 应用模式的 ONT 宜安装在办公桌面,引入光缆可终端在桌面附近的光纤插座盒;对于有内部局域网的企事业用户,ONT 可安装在用户网络设备间。

9.1.3 FTTB/C 应用模式的 ONU 安装位置选择应符合下列要求。

1. 应避免安装在潮湿、高温、强磁场干扰源的地方。
2. ONU 宜选择在覆盖用户居中的公共位置、安装在楼道宽带接入用综合配线箱/机柜内。
3. 楼道宽带接入用综合配线箱/机柜的安装位置应选择在楼

道、竖井、架空层等合适的公共位置。

9.1.4 FTTCab 应用模式的 ONU 宜安装在室外机柜内,设置地点应符合下列要求。

1. 应根据所处区域水灾或积水历史情况,选择地势较高的平整地带,并便于通信光(电)缆出入、外市电接入、施工及维护方便的地方。

2. 应选择太阳不直接照射的背阴处,且具有良好的通风散热、防水、防潮的环境条件。

3. 宜安装在人行道边、绿化带内、院落的围墙角等不易受外界损伤、比较安全隐蔽和不影响环境美观、不影响居民正常生活的地方。

4. 应远离变压器、消防栓等会造成电磁干扰和不安全隐患的公共设施。不宜选择灰尘较大的地区及腐蚀区域和强雷击区。

5. 应选择靠近所覆盖区域内的电缆交接箱,以缩短铜缆长度,降低铜缆投资。对于用户配线较长的(超过 2 km),宜选择靠近用户并便于改接原用户配线电缆的地点。

6. 宜选择在用户比较集中、配线方便、安装和电源条件容易保证的地方。

9.2 机房平面布置与设备排列

9.2.1 OLT 设备机房平面布局应满足以下要求。

1. 应近、远期结合,既要考虑便于维护又要考虑适于远期的发展。
2. 应使设备之间的各种布线距离最短,减少路由迂回和交叉。
3. 应便于维护、施工和扩容。
4. 有利于提高机房面积利用率。
5. 适当考虑机房的整齐和美观。

9.2.2 在非电信专用房屋安装通信设备时,必须根据需安装的设备重量、尺寸及设备排列方式等对楼面均布活荷载进行核算,楼面均布活荷载不满足要求时,必须采取加固措施。

9.2.3 OLT 设备及远端室内的设备排列应满足以下要求。

1. 整个机房的安排应根据走线路由最短,减少路由迂回和交叉为原则。便于抗震加固。

2. 在楼层均布活荷载满足要求时,应充分利用机房有效空间,可采用面对面的单面排列方式、面对背的单面排列方式或背靠背双面排列方式。

3. OLT 设备应排列在同一列内或相对集中;ODF 宜单独成列或相对集中,大容量接入机楼可单独设置 MODF 配线室。

4. 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决定,一般的标准机房可参照表 9.2.3 的要求。

表 9.2.3 机房设备排列间距

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 ≥ 0.6	短机列时
		≥ 1.0 ,个别突出部分 ≥ 0.8	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	

9.2.4 PON 系统远端室内机架高度的选择应根据机房的净高以及走线需求决定。

9.3 OLT 设备安装设计

9.3.1 新建机房宜采用上走线方式。

9.3.2 机房内铁架的高度应根据机房空间的净高和设备的机架

高度综合考虑确定,铁架的安装应符合 YD/T5026《通信机房铁架安装设计标准》的相关技术要求。

9.3.3 抗震烈度为 6 烈度及 6 烈度以上的机房,铁架安装必须采取抗震加固措施。铁架和机架加固方式应符合 YD 5059《电信设备安装抗震设计规范》中的相关要求。

9.3.4 楼板或墙上的预留孔洞施放线缆后应用不燃烧材料封堵。

9.4 ONU/ONT 设备安装设计

9.4.1 必须保证 ONT/ONU 设备安全、稳定运行。

9.4.2 楼道宽带接入用综合配线箱/机柜的安装应符合如下要求。

1. 应避免安装在潮湿、高温、强磁场干扰源的地方。应远离自来水阀门、燃气阀门、暖气阀门、消防喷淋设施等。应根据建筑物实际的安装条件,选择合适的安装位置。

2. 交流电源的引接应采用单相三线制电源插座,电源插座的容量必须满足用电设备的要求。

3. 必须在建筑物的公共部位安装综合配线箱/机柜,应远离窗口、门,确保综合配线箱/机柜不受日晒雨淋的安全可靠、便于施工维护的地方。

4. 壁挂式综合配线箱/机柜的安装高度宜不低于 1.2 m。

5. 特殊环境下不能满足上述要求时,应保证下沿距地面距离不小于 0.3 m。

9.4.3 采用室外机柜安装 ONU 设备时,安装要求应符合 YD/T 5186《通信系统用室外机柜安装设计规定》相关的规定。

9.5 布线要求

9.5.1 机房交流电源线、直流电源线、通信线应按不同路由分开布放。通信电缆与电力电缆相互之间距离应 ≥ 50 mm。

9.5.2 布线距离应短而整齐,且应考虑不影响今后扩容时设备的

安装及线缆布放。

9.5.3 光纤连接线应沿专用的槽道布放,与其他通信线共用槽道或走线架布放时应采取保护措施。

9.5.4 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宜采用带光纤连接器的光缆。

9.5.5 布放线缆应具有足够的机械强度和阻燃性能,应保持线缆完整、不应有中间接头。

9.5.6 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。

9.5.7 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。

9.5.8 告警信号线宜选用音频塑料线、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。

9.6 供电与接地要求

9.6.1 OLT 设备采用直流-48 V 基础电源供电,应符合以下要求。

1. 输入电压允许变动范围为-40~-57 V。
2. 机房内可采用主干母线供电方式或电源分支柜方式。
3. 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。
4. 不得用两只小负荷熔丝并联代替大负荷熔丝。

9.6.2 OLT 设备所需的-48 V 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 OLT 设备机架均应采用主备电源线分开引接的方式。

9.6.3 列柜的选用应满足下列要求。

1. 列柜熔丝的规格和数量应按机列满配置的需求进行配置。
2. 根据机架内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。

3. 带电更换列柜二级熔丝时,不影响列柜中其他电源系统的工作。

9.6.4 直流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。

9.6.5 OLT 设备安装在远端机房时,引入电源宜采用三相五线制,电源负荷等级应为一级;并应在便于移动油机驳接处设置移动油机备用电源转接盒。

9.6.6 ONU 设备宜采用就近引入交流 220 V 市电,可以根据工程实际需要配置后备供电系统。

9.6.7 ONT 设备的供电由用户提供。

9.6.8 当采用 FTTCab 模式时,室外机柜的交流引入应符合下列原则。

1. 室外机柜交流电源应就近引入。

2. 室外机柜交流电源宜采用埋地引入。架空引入时,应采取防雷措施。

3. 室外机柜引入电源线在水泥杆和站台上布放时,应用金属软管保护,金属软管应两端接地。

4. 交流电源线必须端接良好,不得有铜芯暴露在外。

5. 交流电源线引入室外机柜内应与光、电缆分设引入孔,内部布放时按要求绑扎牢固,且用明显标牌提示危险。

6. 交流空气开关应靠近交流电引入孔洞安装。

7. 室外机柜宜单独设立电表箱。

9.6.9 市电交流 220 V 电源应满足下列要求。

1. 单相 $220\text{ V}\pm 10\%$,频率 $50\text{ Hz}\pm 5\%$ 。

2. 线电压波形畸变率小于 5% 。

9.6.10 交流电源线实际载流量应不超过电源线标称载流量的 50% 。

9.6.11 外电引入需安装交流电表时,电表箱的安装位置应以安全和方便抄表为原则,具体应符合当地供电部门的要求。

9.6.12 OLT 机房的接地应符合下列要求。

1. OLT 机房内的接地系统应采用等电位连接。可采用网状、星形或网状—星形混合接地结构。

2. 设备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,列内通过列头地线排辐射至各机架。

3. 机架保护地线宜采用铜芯电力电缆从电力室地线排或适当接地点直接引接至列头柜,或由电源分支柜地线排引接至列头柜,列内采用树干式“T”接至各机架。

4. 在接入网点或小型通信局(站)内,光缆金属加强芯和金属护层应在分线盒内可靠接地,并应采用截面积不小于 16 mm^2 的多股铜线就近引到局(站)内总接地排上;在通信大楼内的光缆金属加强芯和金属护层应在 ODF 架内与接地排连接,并应采用截面积不小于 16 mm^2 的多股铜线就近引到 OLT 所在楼层接地排上;当离接地排较远时,可就近从 OLT 机房内楼柱主钢筋引出接地端子作为光缆的接地点。

9.6.13 ONU 箱体及远端机房的接地应符合下列要求。

1. 在新建公共建筑物、办公大楼内安装时,宜利用建筑物的建筑地网接地。

2. 在民用建筑物内安装时,可利用建筑物梁、柱的主钢筋作接地引接点。

3. 当无地网可利用、建筑物结构质量较差时,应就近建筑简易地网接地。

4. 用户侧接口有出、入建筑物的铜线对时,应在线路端口加装浪涌保护器(SPD)。

5. 采用室外机柜安装接入设备时,接地电阻宜不大于 $10\ \Omega$ 。

9.6.14 本规范未涉及的局(站)的电源设计和局(站)防雷与接地部分应符合 GB 50689《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》的相关规定。

附录 A 本规范用词说明

本规范条文执行严格程度的用词,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用词,采用“可”。

引用标准名录

GB 50689	通信局(站)防雷与接地工程设计规范
YD 5059	电信设备安装抗震设计规范
YD 5102	通信线路工程设计规范
YD 5153	固定软交换工程设计暂行规定
YD/T 901	层绞式通信用室外光缆
YD/T 981.1	接入网用光纤带光缆 第1部分:骨架式
YD/T 981.2	接入网用光纤带光缆 第2部分:中心管式
YD/T 981.3	接入网用光纤带光缆 第3部分:松套层绞式
YD/T 1258.2	室内光缆系列 第2部分:终端光缆组件用单芯和双芯光缆
YD/T 1258.3	室内光缆系列 第3部分:房屋布线用单芯和双芯光缆
YD/T 1258.4	室内光缆系列 第四部分 多芯光缆
YD/T 1258.5	室内光缆系列 第五部分 光纤带光缆
YD/T 1461	通信用路面微槽敷设光缆
YD/T 1475	接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络(EPON)
YD/T 1619	宽带光接入网总貌
YD/T 1636	光纤到户(FTTH)体系结构和总体要求
YD/T 1654	IPTV 业务需求
YD/T 1770	接入网用室内外光缆
YD/T 1949.1	接入网技术要求——吉比特的无源光网络(GPON) 第1部分:总体要求
YD/T 1949.2	接入网技术要求——吉比特的无源光网络

	(GPON) 第 2 部分:物理媒质相关(PMD)层要求
YD/T 1949.3	接入网技术要求——吉比特的无源光网络
	(GPON) 第 3 部分:传输汇聚(TC)层要求
YD/T 1949.4	接入网技术要求——吉比特的无源光网络
	(GPON) 第 4 部分:ONT 管理控制接口(OMCI)要求
YD/T 1953	接入网技术要求——EPON/GPON 系统承载多业务
YD/T 1997	接入网用蝶形引入光缆
YD/T 1999	微型自承式通信用室外光缆
YD/T 2000.1	平面光波导集成光路器件 第 1 部分:基于平面光波导(PLC)的光功率分路器
YD/T 2150	光缆分纤箱
YD/T 2274	接入网技术要求 10 Gbit/s 以太网无源光网络(10G-EPON)
YD/T 2276	接入网技术要求 EPON/GPON 系统承载 TDM 业务
YD/T 2281	光纤插座盒
YD/T 2341.1	现场组装式光纤活动连接器 第 1 部分:机械型
YD/T 2341.2	现场组装式光纤活动连接器 第 2 部分:热熔型
YD/T 5026	通信机房铁架安装设计标准
YD/T 5040	通信电源设备安装工程设计规范
YD/T 5117	宽带 IP 城域网工程设计暂行规定
YD/T 5139	有线接入网设备安装工程设计规范
YD/T 5186	通信系统用室外机柜安装设计规定

中华人民共和国通信行业标准

宽带光纤接入工程设计规范

**Design Specification for
Broadband Optical Fiber Access Engineering**

YD 5206—2014

条文说明

编写说明

本规范的编制积极贯彻国家节能减排、环境保护等相关政策法规的要求,为宽带光纤接入工程设计提供依据,满足我国现阶段宽带光纤接入工程设计的需要。

本规范针对采用基于以太网无源光网络(EPON)/吉比特无源光网络(GPON)/ 10 Gbit/s 以太网无源光网络(10G-EPON)技术为主的光纤到户(FTTH)、光纤到大楼(FTTB)等组网应用,规定了宽带光纤接入系统架构、系统设计、网管系统设计、设备配置要求、光分配网(ODN)设计、传输系统性能指标设计、设备安装和线缆布放设计、业务实现等多方面的内容,同时也考虑了网络向新技术的演进。其中,系统设计主要包括系统组网、容量测算、上联带宽测算、PON 系统传输距离测算、网元设置、系统保护、QoS 实现方式、VLAN 划分原则、IP 地址规划原则、安全和用户认证方式等内容;ODN 设计主要包括 ODN 的定界与网络组成、ODN 组网原则、光分路器选用、光分路器安装位置、光纤光缆选用配置原则、ODF 及其他辅助器材配置、光缆线路设计、光缆敷设及辅助设施安装要求等内容。

为推进三网融合、共建共享,规范规定了如下条款内容:

1. 充分考虑三网融合的发展需要,加强光纤宽带网络的共建共享、有效利用;
2. 带宽分配应考虑语音数据、多媒体等业务的承载需求;
3. 在需要和其他电信运营企业共享 ODN 资源时,应根据共享模式和界面,灵活设置分配点;在共享资源分界处宜采用活动连接;资源共享接入点的设施容量应保证多运营企业的用户接入需求。

目 次

1	总则	63
3	系统架构	64
3.1	系统位置与定界	64
3.2	系统参考配置模型	64
4	系统设计	67
4.1	系统组网	67
4.2	容量测算	67
4.3	上联带宽测算	70
4.4	PON 系统传输距离测算	70
4.6	系统保护	74
4.7	QoS 实现方式	76
4.9	IP 地址规划原则	77
5	网管系统	78
5.1	网管功能要求	78
5.2	网管系统设计	78
6	设备配置要求	79
6.2	业务承载能力及方式	79
6.3	设备功能及接口要求	79
6.5	设备的供电与防雷接地要求	80
7	光分配网(ODN)设计	81
7.1	ODN 的定界与网络组成	81
7.2	ODN 组网原则	81
7.3	光分路器选用	82
7.4	光分路器安装位置	84

7.5	光纤光缆选用配置原则	93
7.6	ODF 及其他辅助器材配置	93
7.7	光缆线路设计	94
7.8	光缆敷设及辅助设施安装要求	94
8	传输性能指标设计	95
8.1	系统性能指标设计	95
8.2	光纤链路传输指标设计	96
9	设备安装和线缆布放	97
9.3	OLT 设备安装设计	97
9.6	供电与接地要求	97

1 总 则

1.0.1 基于 EPON/GPON/10G-EPON 技术的宽带光纤接入网络,其 ODN 网络可同样满足基于 XG-PON(ITU-T G.987)技术的宽带光纤接入工程需要。在 PON 网络向 XG-PON 等其他基于 TDMA 方式的下一代 PON 技术演进时,本规范中的 ODN 设计同样适用;对于基于 WDM 方式的 PON 技术,需要选用基于波长分路的光分路器,本规范中除光分路器之外的 ODN 设计也同样适用。

1.0.5 本条款编写依据是《中华人民共和国电信条例》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”。

1.0.6 本条款编写依据是《中华人民共和国防震减灾法》中有关新建、扩建、改建工程应当达到抗震设防要求的内容。通信系统工程作为生命线工程,建设中使用的主要电信设备必须满足抗震设防的要求,提高网络的抗震设防水平。

3 系统架构

3.1 系统位置与定界

3.1.1 在 ODN 上可通过 WDM 技术以独立波道承载 CATV 业务,一般用于传送下行方向业务,对于上行方向业务,可以利用 PON 系统接入 IP 网络承载。WDM 合波、分波一般采用外置独立 WDM 合波器、分波器方式实现 CATV 业务信号的进入和分离;在某些场合也可采用内置 WDM 合波器、分波器方式实现 CATV 业务信号的进入和分离。

3.2 系统参考配置模型

3.2.1 基于 PON 的宽带光纤接入系统参考配置模型。

基于 ITU-T G.987 的 XG-PON 系统与 GPON 系统共 ODN 组网时系统参考配置模型如图 3.2.1-1 所示,需要通过外置 WDM1r 模块将 XG-PON 和 GPON 工作波长进行合分波。

对于 CATV 业务的承载,在某些场合,需要采用内置 WDM 合波器、分波器的方式实现,如图 3.2.1-2 所示。

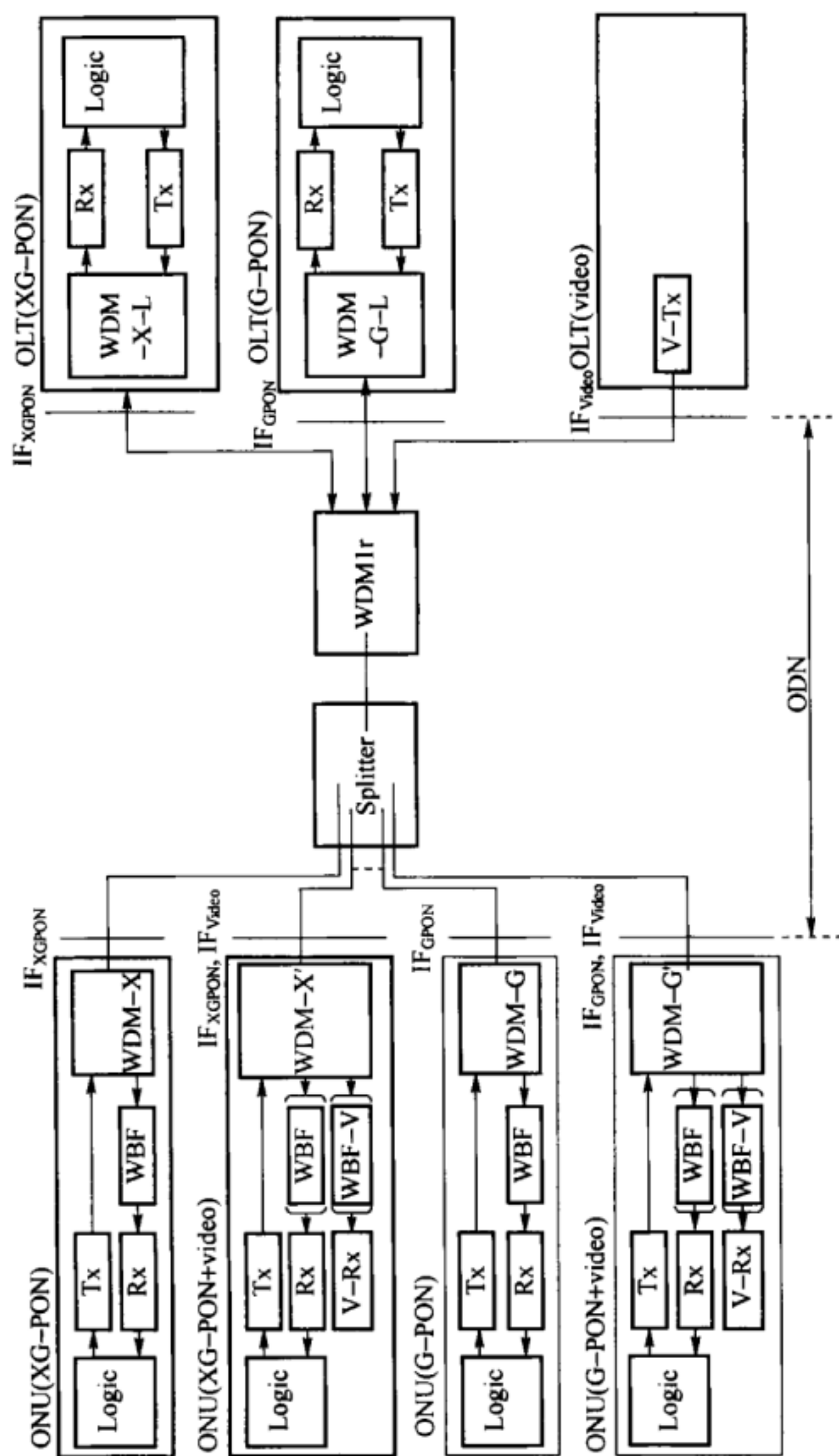
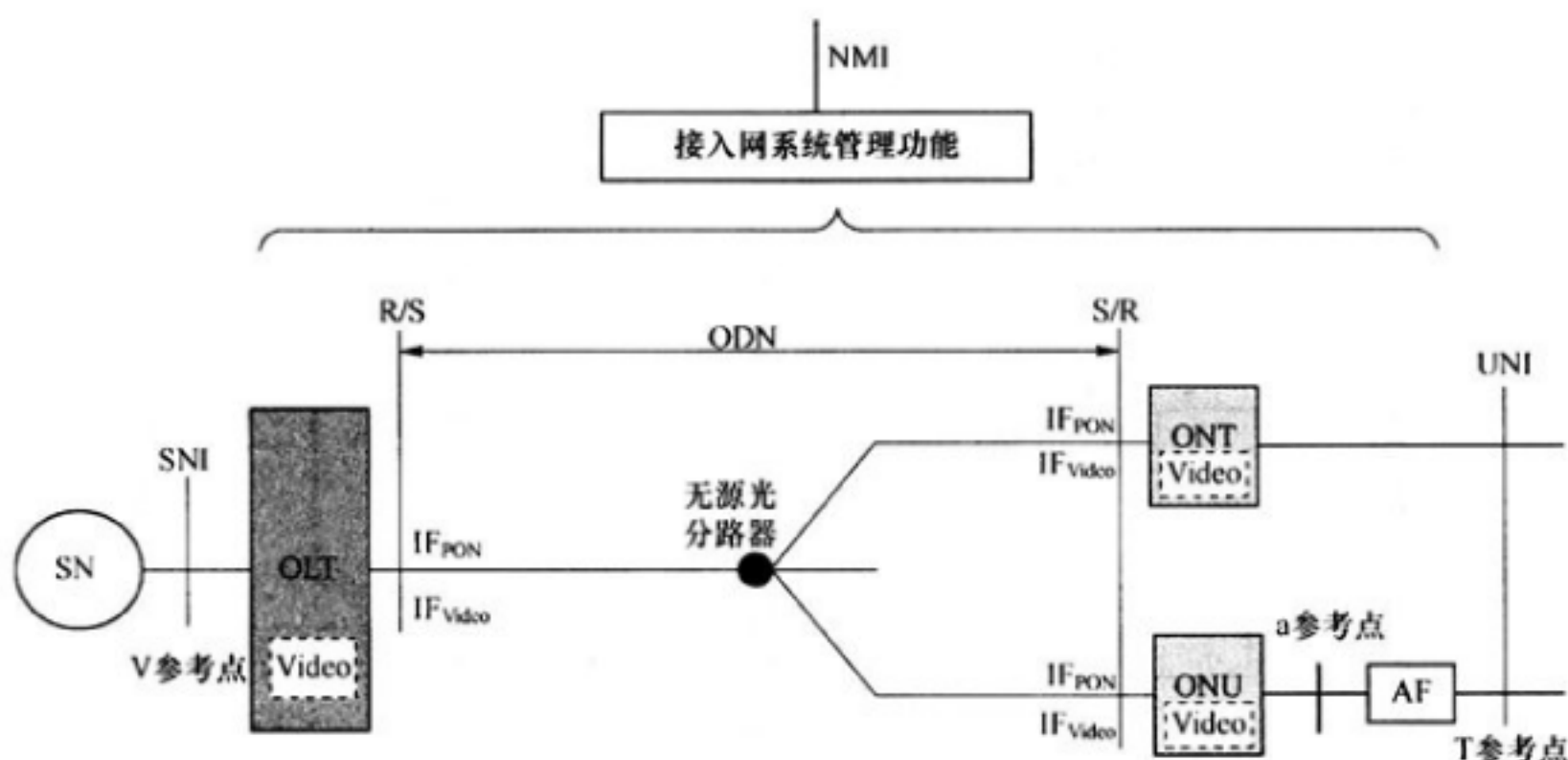


图 3.2.1-1 XG-PON 与 GPON 共 ODN 组网时系统参考配置模型



NMI: 网络管理接口

SN: 业务节点功能

S: 光发送参考点

R: 光接收参考点

V: 与业务节点间的参考点

T: 与用户终端间的参考点

IF_{PON}: PON专用接口

IF_{Video}: 使用第三波的视业务接口

AF: 适配功能

Video: 集成于OLT和ONU/ONT设备内使用第三波的CATV网络单元

注:

1. ODN 中的无源光分路器可以是一个或多个光分路器的级联。
2. 如果不承载CATV业务, 则不需要Video单元和 IF_{Video}。
3. 图中省略了OLT、ONU/ONT设备内的WDM合波/分波功能模块, 如果承载CATV业务, 需使用支持三波合波/分波的功能模块。
4. AF功能模块可以集成在ONU中, 此时不需要a参考点。

图 3.2.1-2 基于 PON 的宽带光纤接入系统参考配置模型
(内置 1 550 nm WDM 合波器/分波器)

4 系统设计

4.1 系统组网

4.1.1 所列的宽带要求,是根据工信部联通[2010] 105 号文件《关于推进光纤宽带网络建设的意见》的最低要求,电信业务经营者可根据自己的业务发展及用户需求确定带宽。

4.1.6 当 OLT 设备内置 1 550 nm WDM 合波器承载 CATV 业务时,OLT 设备需提供 CATV 输入接口(1 550 nm)。

4.2 容量测算

4.2.2 CATV 业务通过 PON 系统第三波承载,不影响 PON 系统内用户容量测算。单个 PON 树可容纳的用户数可按如下方式测算。

1. 单个 PON 树可用带宽可参照表 4.2.2-1 取值。

表 4.2.2-1 单个 PON 树可用带宽取值

技术		EPON	GPON	10G-EPON	
				10G/1G-EPON	10G/10G-EPON
技术标准		YD/T 1475	YD/T 1949	YD/T 2274	
线路速率 (Mbit/s)	下行	1 250	2 488	10 312.5	10 312.5
	上行	1 250	1 244	1 250	10 312.5
可用带宽 (Mbit/s)	下行	950	2 200	8 300	8 300
	上行	900	1 000	900	8 000

注:GPON 只考虑下行 2 488 Mbit/s、上行 1 244 Mbit/s 单纤系统。

2. 典型业务带宽、忙时并发比和渗透率可参考表 4.2.2-2 取值。

表 4.2.2-2 典型业务带宽、忙时并发比和渗透率

业务类型	业务所需带宽 (bit/s 单路)	忙时 并发比	业务 渗透率	备注
标清 BTV	下行 3 Mbit/s/ 上行 576 kbit/s	—	—	考虑了 2/3 的带宽冗余系数
高清 BTV	下行 12 Mbit/s/ 上行 576 kbit/s	—	—	
标清 VoD	下行 3 Mbit/s/ 上行 576 kbit/s	*	*	
高清 VoD	下行 12 Mbit/s/ 上行 576 kbit/s	*	*	
Internet 上网	*	*	*	
VoIP 语音	对称 192 kbit/s	*	可取 100%	G.711 编码, 考虑了 1/2 的带宽冗余系数
点对点视频通信	对称 768 kbit/s	*	*	考虑了 1/2 的带宽冗余系数
E1	PWE3 方式: 对称 4 Mbit/s; Native TDM: 对称 2 Mbit/s	100%	*	GPON 系统支持 Native TDM 方式

注: 1. 表中的“*”表示根据业务模型取定; 对 EPON、GPON 系统, 系统内用户容量测算可只针对下行方向业务带宽需求。

2. 业务所需带宽考虑冗余以保证业务安全运行, 带宽冗余系数=业务平均带宽/业务所需带宽。例如, 对于标清 BTV 业务, 业务平均带宽为 2 Mbit/s, 考虑 2/3 的带宽冗余系数, 即业务所需带宽为 3 Mbit/s。

考虑如表 4.2.2-3、表 4.2.2-4 的两种业务模型(所有用户均为宽带业务用户)。

表 4.2.2-3 业务模型 1(每户 1 路高清 BTV+2 路标清 BTV+VoD+4M 上网+1 路电话)

业务类型	下行业务 所需带宽	忙时 并发比	业务 渗透率	占用 PON 系统带宽
标清 BTV	3M/路	—	—	100 套组播节目, $3\text{M} \times 100 = 300\text{M}$
高清 BTV	12M/路	—	—	10 套组播节目, $12\text{M} \times 10 = 120\text{M}$
标清 VoD	3M/路	1/3	50%	$3\text{M} \times 1/3 \times 50\% \times \text{用户数} = 0.5\text{M} \times \text{用户数}$
高清 VoD	12M/路	1/3	50%	$12\text{M} \times 1/3 \times 50\% \times \text{用户数} = 2\text{M} \times \text{用户数}$
Internet 上网	4M/户	1/2	100%	$4\text{M} \times 1/2 \times 100\% \times \text{用户数} = 2\text{M} \times \text{用户数}$
VoIP 语音	192k/户	1/5	100%	$192\text{k} \times 1/5 \times 100\% \times \text{用户数} = 0.04\text{M} \times \text{用户数}$

表 4.2.2-4 业务模型 2(每户 1 路标清 BTV+标清 VoD+2M 上网+1 路电话)

业务类型	下行业务 所需带宽	忙时 并发比	业务 渗透率	占用 PON 系统带宽
标清 BTV	3M/路	—	—	100 套组播节目, $3\text{M} \times 100 = 300\text{M}$
标清 VoD	3M/路	1/3	50%	$3\text{M} \times 1/3 \times 50\% \times \text{用户数} = 0.5\text{M} \times \text{用户数}$
Internet 上网	2M/户	1/2	100%	$2\text{M} \times 1/2 \times 100\% \times \text{用户数} = 1\text{M} \times \text{用户数}$
VoIP 语音	192k/户	1/5	100%	$192\text{k} \times 1/5 \times 100\% \times \text{用户数} = 0.04\text{M} \times \text{用户数}$

计算出单个 PON 树可容纳的用户数如表 4.2.2-5。

表 4.2.2-5 单个 PON 树可容纳的用户数

业务模型	采用技术	单个 PON 树可容纳用户数
业务模型 1	EPON	$(980 - 300 - 120) / (0.5 + 2 + 2 + 0.04) = 116$
	GPON	$(2\,200 - 300 - 120) / (0.5 + 2 + 2 + 0.04) = 392$
	10G-EPON	$(8\,300 - 300 - 120) / (0.5 + 2 + 2 + 0.04) = 1\,735$
业务模型 2	EPON	$(980 - 300) / (0.5 + 1 + 0.04) = 422$
	GPON	$(2\,200 - 300) / (0.5 + 1 + 0.04) = 1\,233$
	10G-EPON	$(8\,300 - 300) / (0.5 + 1 + 0.04) = 5\,194$

注：10G/1G-EPON 系统(非对称模式)上行可用带宽为 900 Mbit/s,需考虑业务上行带宽需求对用户容量的限制。

4.2.4 单个 PON 树内各 ONU 接入的用户数均匀分布时,根据表 4.2.2-5,计算出不同光分路比时单个 ONU 设备可容纳的用户数如表 4.2.4。

表 4.2.4 单个 ONU 设备可容纳的用户数

光分路数 \ 模型	业务模型 1			业务模型 2		
	EPON	GPON	10G-EPON	EPON	GPON	10G-EPON
4	29	98	433	105	308	1 298
8	14	49	216	52	154	649
16	7	24	108	26	77	324
32	3	12	54	13	38	162
64	1	6	27	6	19	81
128	-	3	-	-	9	-

4.3 上联带宽测算

4.3.4 OLT 上联端口可用带宽可参考表 4.3.4 取值。

表 4.3.4 OLT 上联端口可用带宽参考取值

端口类别	可用带宽
FE	75 Mbit/s
GE	900 Mbit/s
10GE	9 000 Mbit/s
STM-1	63×E1

4.4 PON 系统传输距离测算

4.4.3 PON 系统传输距离测算。

各参数参照表 4.4.3-1~4.4.3-4 取值,规划时应根据当时的设备实际技术水平情况取值。

表 4.4.3-1 PON 系统最大通道插入损耗参考值

PON 技术	工作中心波长	光模块类型/ ODN 等级	最大通道允许插入损耗(dB)
EPON	下行:1 490 nm 上行:1 310 nm	1000BASE-PX10	20
		1000BASE-PX20	24
		1000BASE-PX20+	28
GPON	下行:1 490 nm 上行:1 310 nm	Class B	25
		Class B+	28
		Class C	30
		Class C+	32
10G/1G-EPON	下行:1 577 nm 上行:1 310 nm	PRX10	20
		PRX20	24
		PRX30	29

续 表

PON 技术	工作中心波长	光模块类型/ ODN 等级	最大通道允许插入损耗(dB)
10G/10G-EPON	下行:1 577 nm 上行:1 270 nm	PR10	20
		PR20	24
		PR30	29

表 4.4.3-2 光分路器插入损耗典型值(均匀分光,不含连接器损耗)

光分路器规格	插入损耗典型值(dB)	光分路器规格	插入损耗典型值(dB)
1×2	4.2	2×2	4.4
1×4	7.4	2×4	7.6
1×8	10.7	2×8	11.0
1×16	13.9	2×16	14.8
1×32	17.2	2×32	17.9
1×64	21.5	2×64	21.5
1×128	24.6	2×128	24.8

表 4.4.3-3 线路维护余量取值要求

传输距离(km)	线路维护余量取值(dB)
$L \leq 5$	≥ 1
$5 < L \leq 10$	≥ 2
> 10	≥ 3

表 4.4.3-4 光纤线路衰减系数(含固定接头损耗)

波长窗口	光纤线路衰减系数(dB/km)
1 270/1 310 nm	0.38(光纤带光纤 0.4)
1 490 nm	0.26(光纤带光纤 0.28)
1 550/1 577 nm	0.25(光纤带光纤 0.27)

对于公式 4.4.3 中的参数 A_c ,即光纤活动连接头损耗,一般取 0.5 dB/个。

对于公式 4.4.3 中的参数 β ,G. 652D 光纤与模场直径不匹配的 G. 657B 光纤连接时引入的附加损耗可取 0.2 dB/连接点;还包括采用非预埋光纤机械型现场组装式光纤活动连接器所引入的附加损耗,具体附加损耗值与实际的安装环境、安装工艺有关。此外,对于三波 PON 系统,在采用外置 WDM 模块时,需要考虑外置的 WDM 合波器/分波器的插入损耗之和。

对于两波或 WDM 模块内置的三波 PON 系统,根据表 4.4.3-1~4.4.3-4 取值,对应于 ODN 中不同活接头数量、不同光分路数时(不考虑光链路保护,不考虑冷接、模场直径不匹配的光纤对接等引入的附件损耗),PON 系统的最大可传输距离参考如下(技术上取 20 km 上限)。

表 4.4.3-5 EPON 系统(1000BASE-PX20)最大可传输距离参考值(单位:km)

活接头数量 光分路数	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8	20	20	19.5	18.25	17	15.75	14.5	13.25	12
16	14	12.75	11.5	10.25	9.25	8.25	7.5	6.75	6
32	7	6.25	5.5	4.75	4	3.25	2.5	1.75	0.75

表 4.4.3-6 EPON 系统(1000BASE-PX20+)最大可传输距离参考值(单位:km)

活接头数量 光分路数	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8	20	20	20	20	20	20	20	20	20
16	20	20	20	20	19	17.75	16.5	15.25	14
32	15.75	14.5	13.25	12	10.75	9.75	9	8	7
64	6.5	5.75	5	4	3	2.25	1.5	0.75	-

表 4.4.3-7 GPON 系统(Class B+)最大可传输距离参考值(单位:km)

活接头数量 光分路数	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8	20	20	20	20	20	20	20	20	20
16	20	20	20	20	19	17.75	16.5	15.25	14
32	15.75	14.5	13.25	12	10.75	9.75	9	8	7
64	6.5	5.75	5	4	3	2.25	1.5	0.75	-

表 4.4.3-8 GPON 系统(Class C+)最大可传输距离参考值(单位:km)

活接头数量 光分路数	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8	20	20	20	20	20	20	20	20	20
16	20	20	20	20	20	20	20	20	20
32	20	20	20	20	20	19.5	18.25	17	15.75
64	15	13.75	12.5	11.25	10	9	8	7	6
128	7.75	7	6.25	5.5	4.75	4	3.25	2.5	1.75

表 4.4.3-9 10G-EPON 系统(PRX20/PR20)最大可传输距离参考值(单位:km)

活接头数量 光分路数	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8	20	20	19.5	18.25	17	15.75	14.5	13.25	12
16	14	12.75	11.5	10.25	9.25	8.25	7.5	6.75	6
32	7	6.25	5.5	4.75	4	3.25	2.5	1.75	0.75

表 4.4.3-10 10G-EPON 系统(PRX30/PR30)最大可传输距离参考值(单位:km)

活接头数量 光分路数	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8	20	20	20	20	20	20	20	20	20
16	20	20	20	20	20	20	19	17.75	16.5
32	18.25	17	15.75	14.5	13.25	12	10.75	9.75	8.75
64	8	7.25	6.5	5.75	5	4	3	2.25	1.5
128	3	2.25	1.5	1	-	-	-	-	-

注:根据 OLT 和 ONU/ONT 设备 R、S 参考点的定义,OLT 和 ONU/ONT 设备侧的连接头不计入 ODN 链路中的活接头数量。

4.6 系统保护

4.6.1 对于普通用户,可不考虑光链路保护;对于重要的用户,可采用主干光纤保护或全保护方式。根据 PON 口 MAC 和光模块设置方式的不同,主干光纤保护、全保护方式可分别细分为 2 种类型,具体内容如下:

1. 类型 a 如图 4.6.1-1 所示。OLT 的两个 PON 口采用一个 PON MAC 芯片,通过 1:2 电开关连接至两个光模块,实现两个 PON 口的保护,类型 a 保护适用于同一 PON 板内的 PON 口间保护。

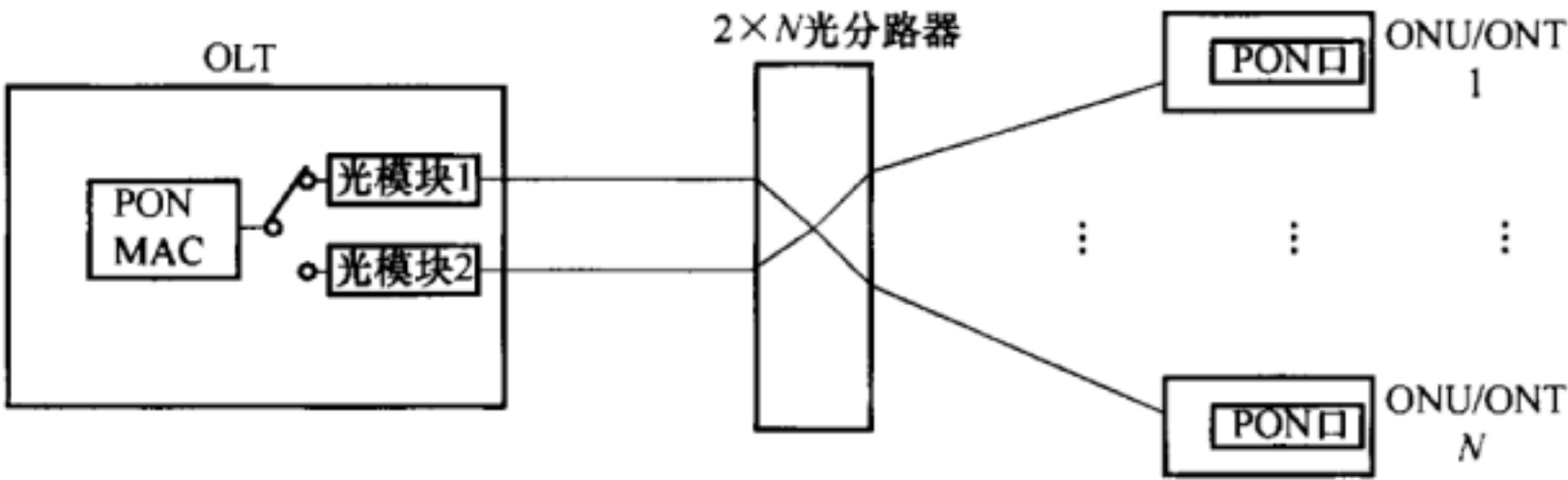


图 4.6.1-1 主干光纤保护倒换类型 a

2. 类型 b 如图 4.6.1-2 所示。OLT 的两个 PON 口分别采用独立的 PON MAC 芯片和光模块,实现两个 PON 口的保护,具体实现方式包括 OLT 同一 PON 板内和 PON 板间的 PON 口保护。

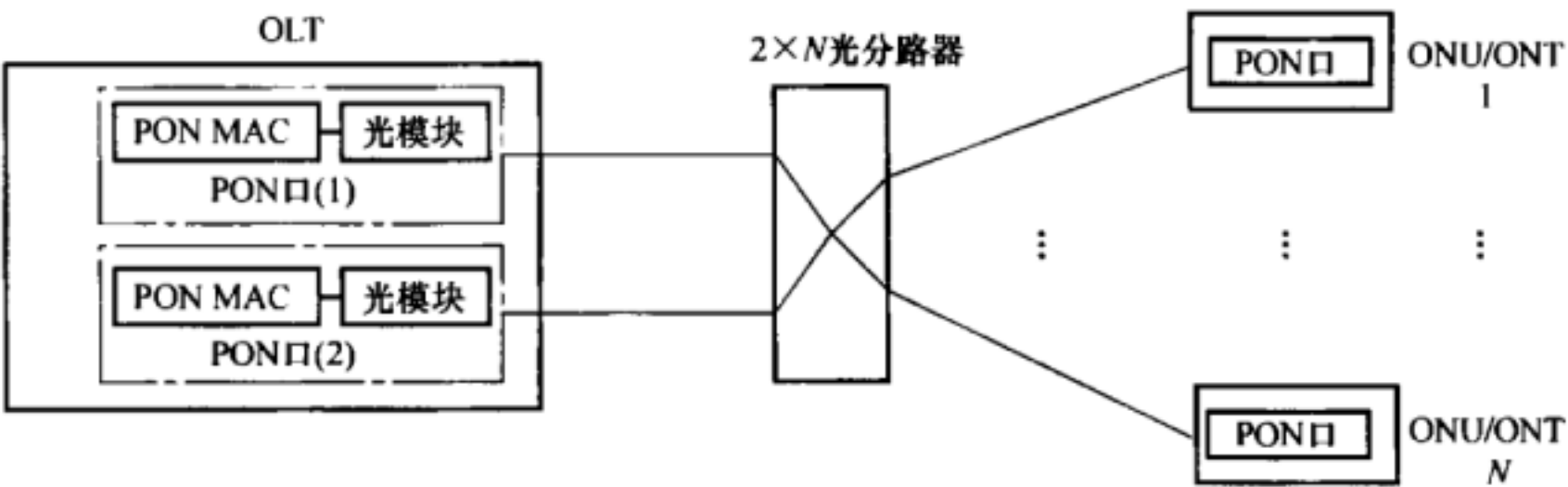


图 4.6.1-2 主干光纤保护倒换类型 b

3. 类型 c 如图 4.6.1-3 所示。OLT 双 PON 口,ONU 双光模块,主干光纤、光分路器和分支光纤均双路冗余,具体实现方式包括 OLT 同一 PON 板内同一 PON MAC 芯片(一个 PON MAC 芯片支持多个 PON 口的情况下)、同一 PON 板内不同 PON MAC 芯片和 PON 板间的 PON 口保护等三种。类型 c 保护支持负载分担。

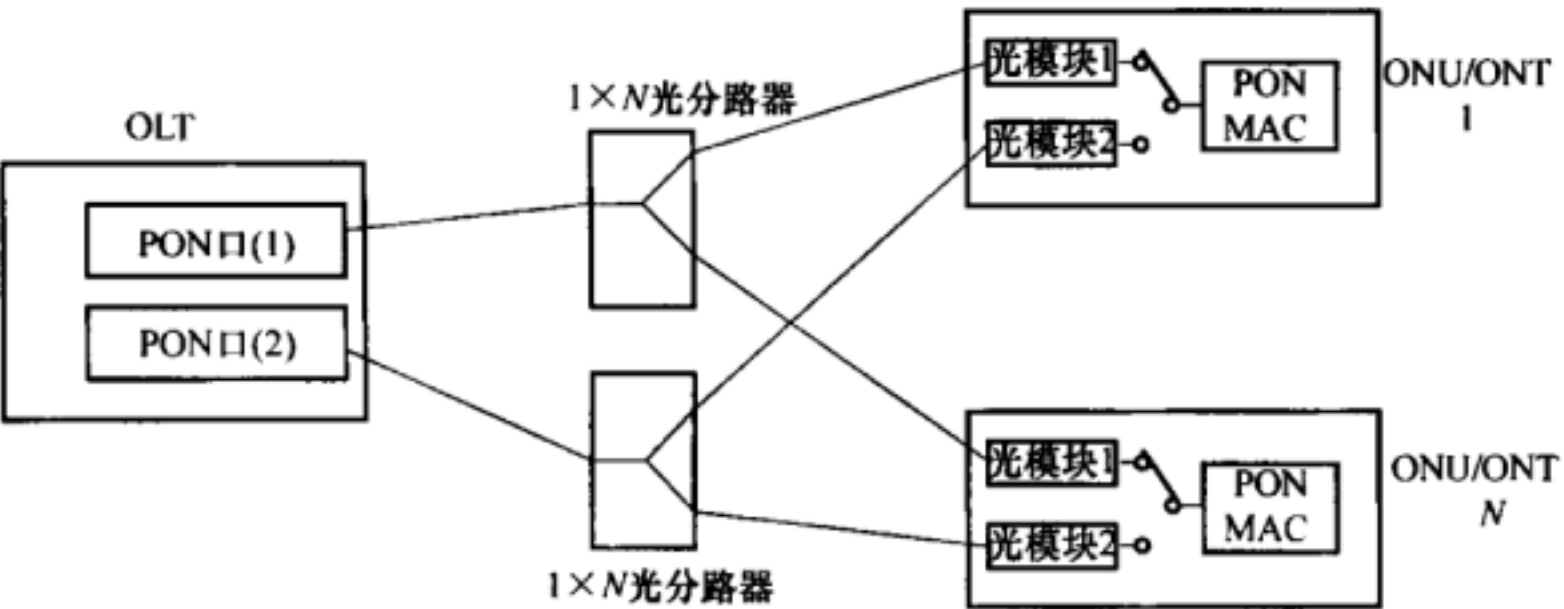


图 4.6.1-3 全保护倒换类型 c

4. 类型 d 如图 4.6.1-4 所示。OLT 双 PON 口,ONU 双 PON 口,主干光纤、光分路器和配线光纤均双路冗余,具体实现方式包括 OLT 同一 PON 板内同一 PON MAC 芯片(一个 PON MAC 芯片支持多个 PON 口的情况下)、同一 PON 板内不同 PON MAC 芯片和 PON 板间的 PON 口保护等三种。类型 d 保护支持负载分担。

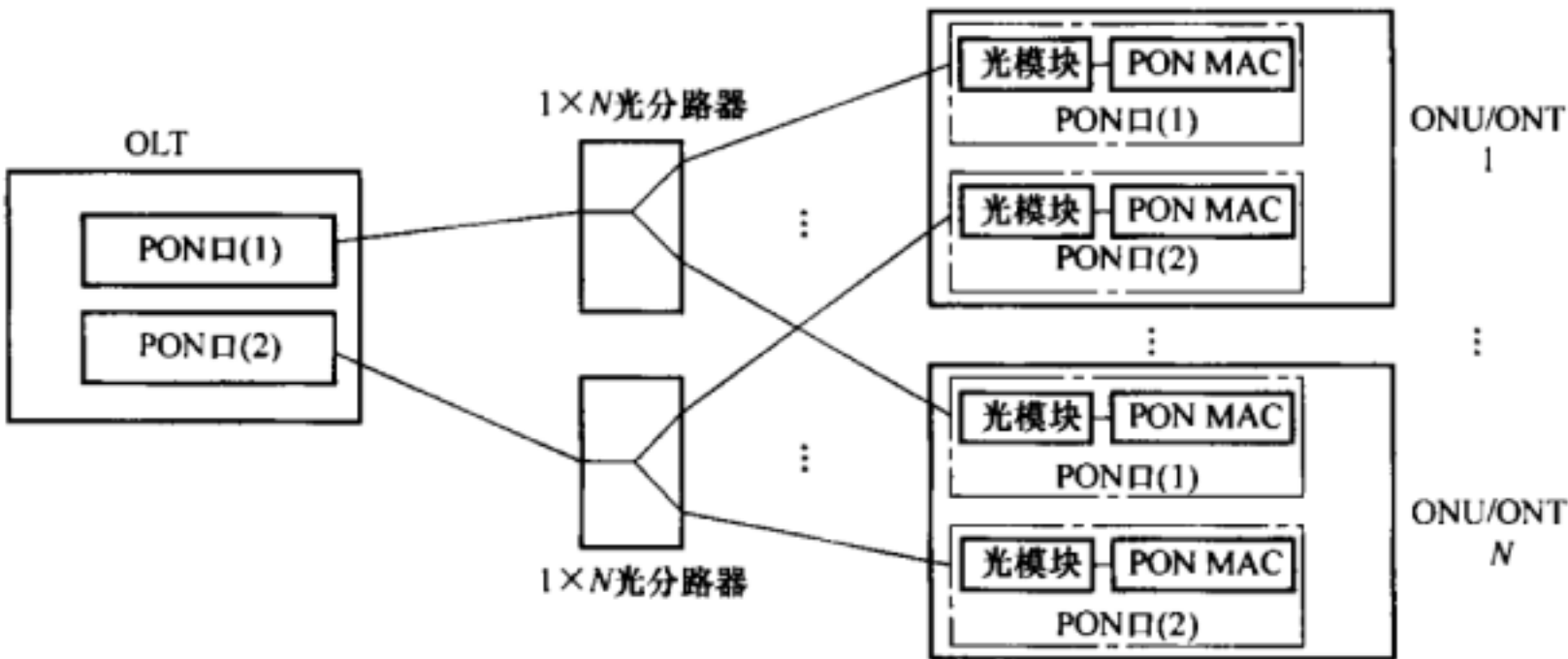


图 4.6.1-4 全保护倒换类型 d

4.6.2 OLT 上联链路冗余保护可采用如下方式：

1. 可通过以太网链路聚集功能实现链路之间的负载分担或主备倒换；
2. 在上联网络设备(BRAS/SR 等)支持 VRRP 等保护协议时可采用双归属保护上联。

4.7 QoS 实现方式

4.7.2 IEEE 802.1D 的优先级排序及其与各种业务映射关系如表 4.7.2 所示。

表 4.7.2 802.1D 优先级的排序及其与业务类型的映射关系

User Priority 值	缩写	业务类型	说明
7	NC	Network Control	包括 TDM、网管
6	IC	Internetwork Control	VoIP 信令
5	VO	Voice(< 10 ms latency and jitter)	VoIP 媒体
4	VI	Video(< 100 ms latency and jitter)	IPTV、视频
3	CA	Critical Applications	
2	EE	Excellent Effort	
0	BE	Best Effort	普通上网业务
1	BK	Background	

4.9 IP 地址规划原则

4.9.1 OLT、ONU 设备可静态配置网管用私网 IP 地址,其余用户终端设备也可根据相应业务需要,选择使用公网或私网地址。

5 网管系统

5.1 网管功能要求

5.1.1 宽带光纤接入系统的网管功能包含的内容要求如下。

1. 拓扑管理：以图标形式显示所管辖的所有网元、网元组或子网；动态、实时显示被管网元的运行状态和状况；提供灵活、方便的拓扑排列、添加、删除、修改、移动等拓扑编辑功能。

2. 配置管理：对子网、网元、机架、机框和单板等被管物理对象进行安装、指配、连接；创建并维护被管对象的信息数据库；管理端口和用户配置、系统软件等；监视网元的状况并实行诊断测试和控制等。

3. 性能管理：实时性能采集；设定、查询、修改性能监测的属性和门限；性能数据的统计、上报、查询和存储。

4. 故障管理：故障监测、预警与快速诊断；故障定位和分析；告警底层过滤；告警归类；告警处理；告警查询与统计。

5. 安全管理：用户鉴权、访问权限管理；日志管理；对系统数据提供备份和灾难恢复功能。

5.2 网管系统设计

5.2.3 当某厂家在本地网内只有 ONT 设备时，可不单独设置网管系统，由 OLT 设备及其网管系统进行管理。

6 设备配置要求

6.2 业务承载能力及方式

6.2.5 当 OLT 设备内置 1 550 nm WDM 合波器承载 CATV 业务时,三波长 PON 系统实现方式如图 6.2.5 所示。

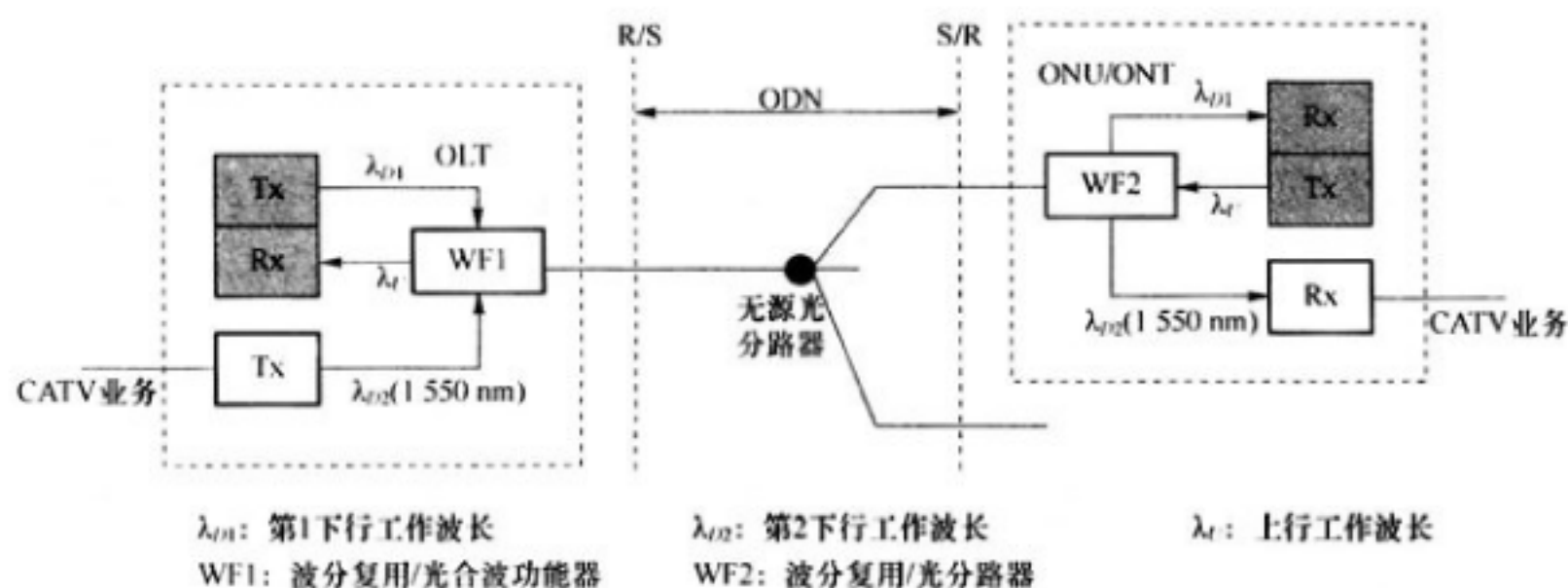


图 6.2.5 传输 CATV 信号的三波长 PON 系统实现方式示意图

6.3 设备功能及接口要求

6.3.3 YD/T 1949《接入网技术要求——吉比特的无源光网络 (GPON)》共包括如下 4 个部分:

1. YD/T 1949.1《接入网技术要求——吉比特的无源光网络 (GPON) 第 1 部分:总体要求》;
2. YD/T 1949.2《接入网技术要求——吉比特的无源光网络 (GPON) 第 2 部分:物理媒质相关(PMD)层要求》;
3. YD/T 1949.2《接入网技术要求——吉比特的无源光网络 (GPON) 第 3 部分:传输汇聚(TC)层要求》;
4. YD/T 1949.2《接入网技术要求——吉比特的无源光网络

(GPON) 第 4 部分:ONT 管理控制接口(OMCI)要求》。

6.5 设备的供电与防雷接地要求

6.5.1 设备的供电要求

2. 由于 ONU/ONT 设备供电条件相对较差,特别是农村区域,因而电信业务经营者可根据实际需要严化 ONU/ONT 设备的供电要求,建议要求如下:交流市电在电压 $90\sim 264\text{ V}$,频率 $50\text{ Hz}\pm 5\%$,电压波形畸变率小于 5% 范围内,设备应能正常工作;交流市电超出上述范围时候,设备应能自行保护,但不造成设备损坏。

7 光分配网络(ODN)设计

7.1 ODN 的定界与网络组成

7.1.1 在实际的光缆网络中,局端通常是运营商自有机房;光分配点通常包含光缆交接箱、用户提供的机房、楼宇的交接间(箱)等;用户引入点通常包含室内楼层光缆配线箱、室外光缆配线箱等;用户端接点通常包含综合布线系统中的集合点和住宅区配线系统中的楼内过路盒和家居配线箱等。按 OLT 设置位置的不同,ODN 网络(以 FTTH 为例)组成示意如图 7.1.1 所示。当 OLT 设置在端局时,ODN 的光缆包含主干光缆、配线光缆和用户引入光缆,光分路器宜设置在接入点、室外光交以及小区/建筑群机房等;当 OLT 设置在接入点时,ODN 的光缆包含配线光缆和用户引入光缆,光分路器宜设置在室外光交、小区/建筑群机房以及交接间(箱)等;当 OLT 设置在小区/建筑群机房时,ODN 的光缆包含配线光缆和用户引入光缆,光分路器宜设置在室外光交接箱、小区/建筑群机房、交接间(箱)以及楼层分纤箱等。在实际光缆网络结构中,可能只有局端、室外光交接箱和光缆分纤箱等节点构成光缆链路。

7.2 ODN 组网原则

7.2.5 在农村部分区域,由于在光纤资源短缺和光缆路由较长,可采用多级分光且分光功率不等的光分路器方案。

7.2.7 ODN 共享原则

2. 驻地网内共享光纤资源中的固定连接宜采用熔接方式。

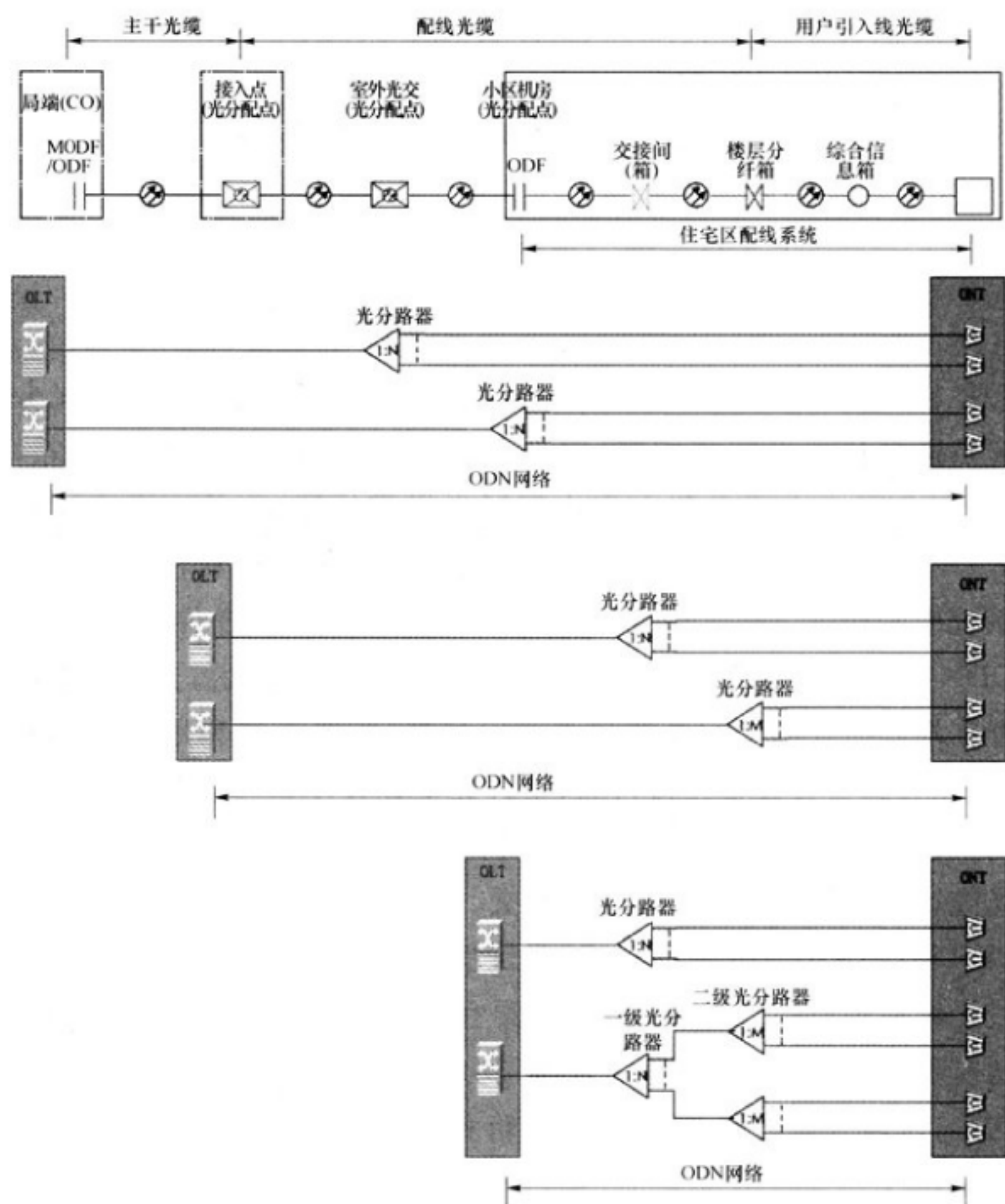


图 7.1.1 ODN 网络组成示意图
(OLT 分别设置在局端、接入点和小区机房)

7.3 光分路器选用

7.3.2 适配器型、尾纤型、熔接型光分路器结构分别如图 7.3.2-1～图 7.3.2-3 所示。

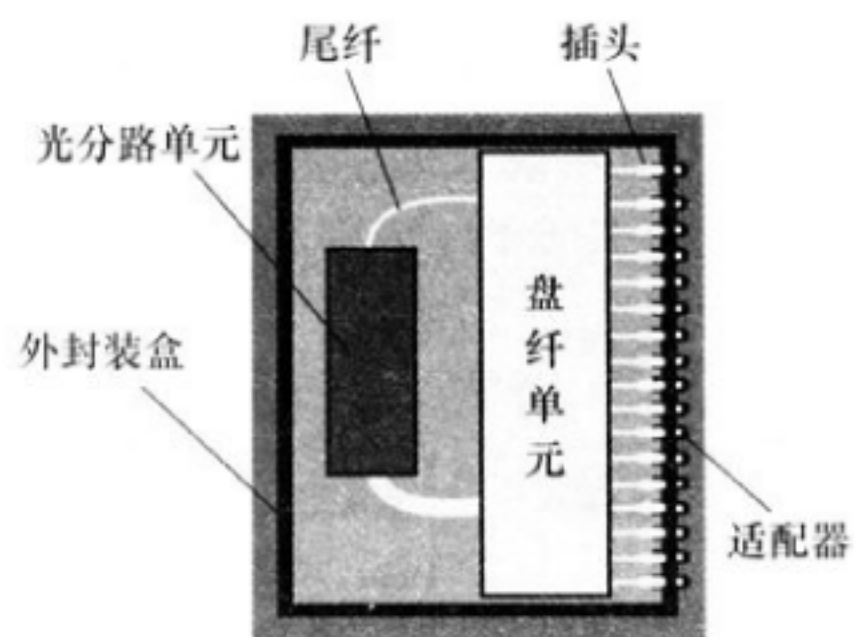


图 7.3.2-1 适配器型光分路器结构示意图

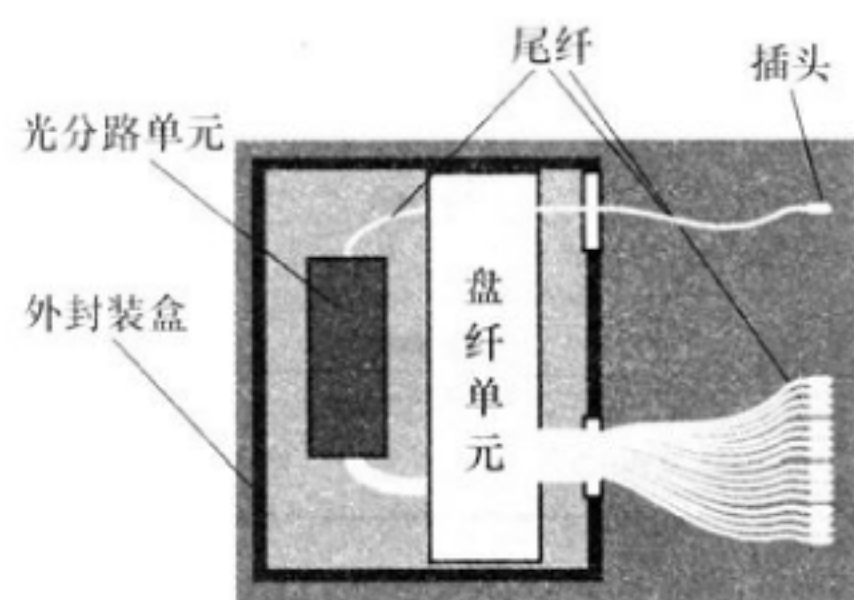


图 7.3.2-2 尾纤型光分路器结构示意图

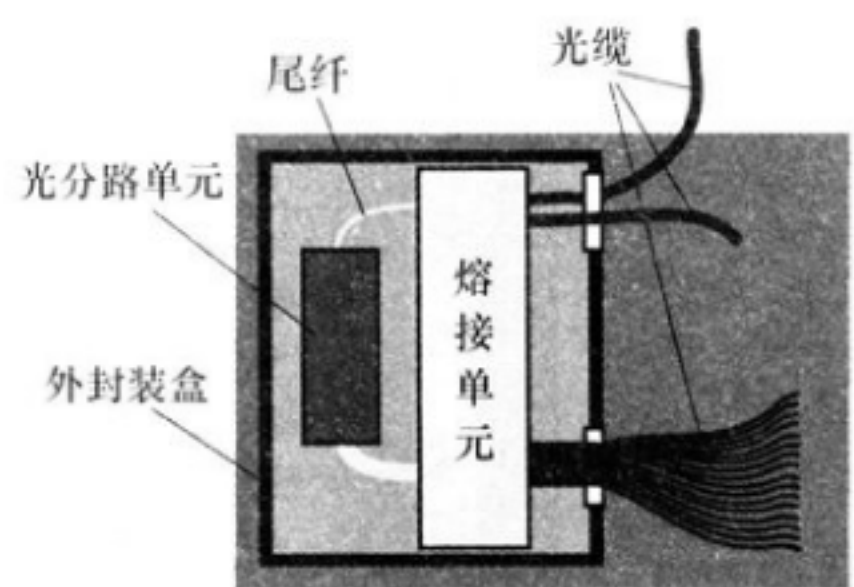


图 7.3.2-3 熔接型光分路器结构示意图

7.4 光分路器安装位置

7.4.2 对 FTTH 应用模式的别墅区,受实际条件限制,光分路器也可安装在光缆接头盒内,特别是在采用二级分光方式时。ODN 典型应用场景如图 7.4.2 所示。

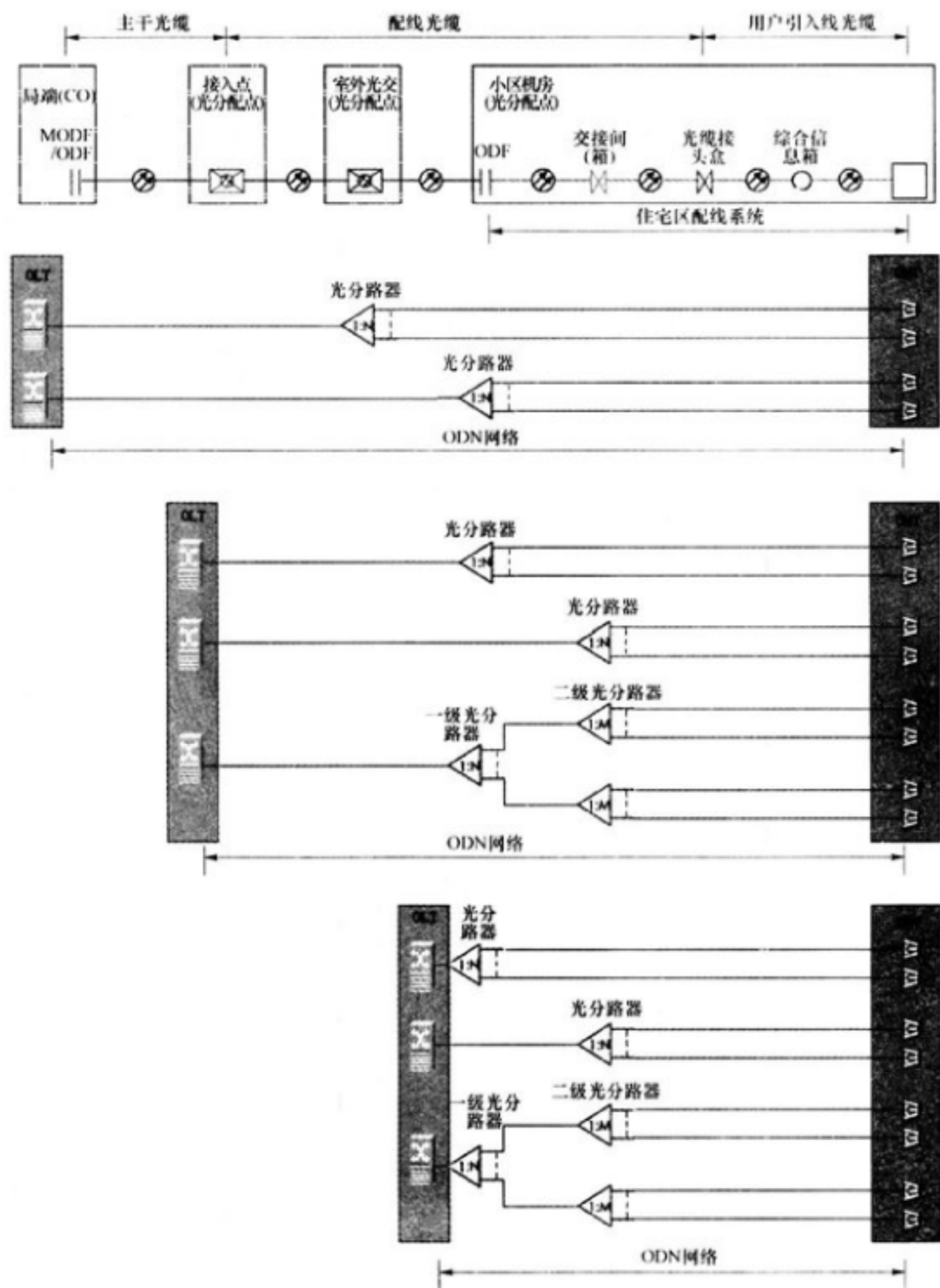


图 7.4.2 别墅区在 FTTH 应用模式下 ODN 典型场景图

7.4.3 对 FTTH 应用模式的新建多层、低层和高层建筑,其 ODN 典型应用场景如图 7.4.3 所示。

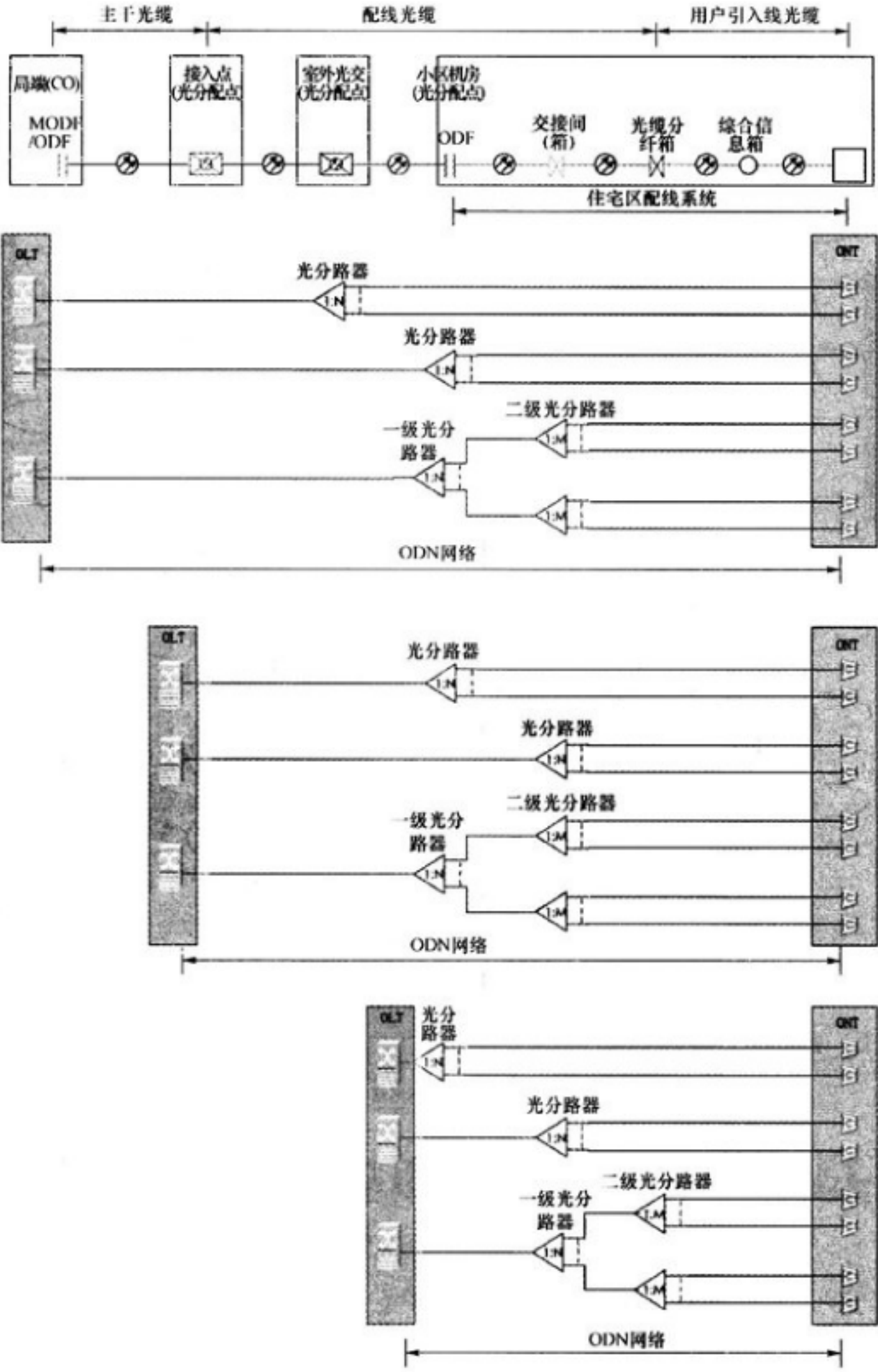


图 7.4.3 低层、多层和高层住宅在 FTTH 应用模式下 ODN 典型场景图

7.4.4 对 FTTB/C+LAN 应用模式的新建多层、低层和高层建筑,其 ODN 典型应用场景如图 7.4.4-1 和图 7.4.4-2 所示。

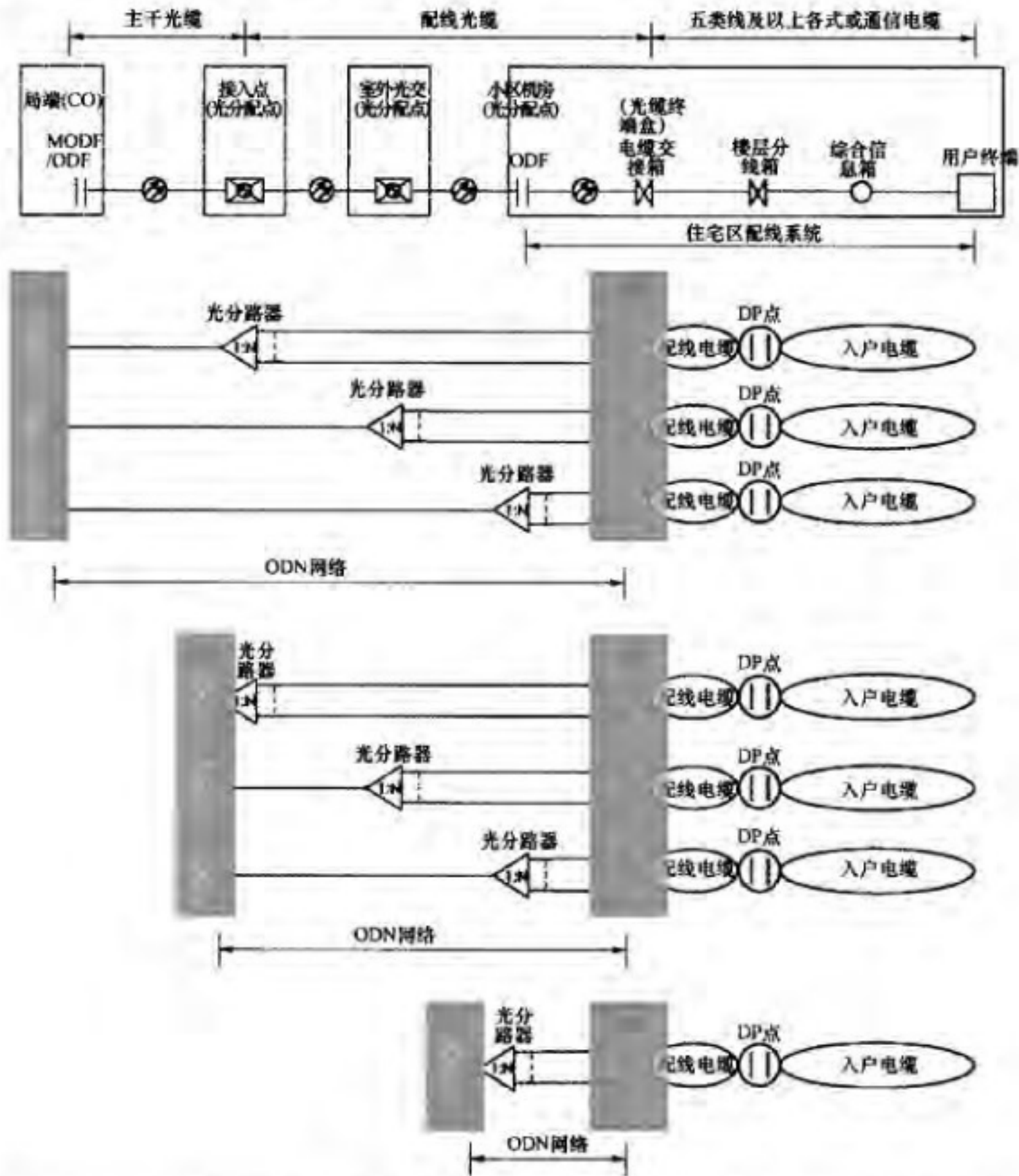


图 7.4.4-1 低层、多层和高层住宅在 FTTB 应用模式下 ODN 典型场景图

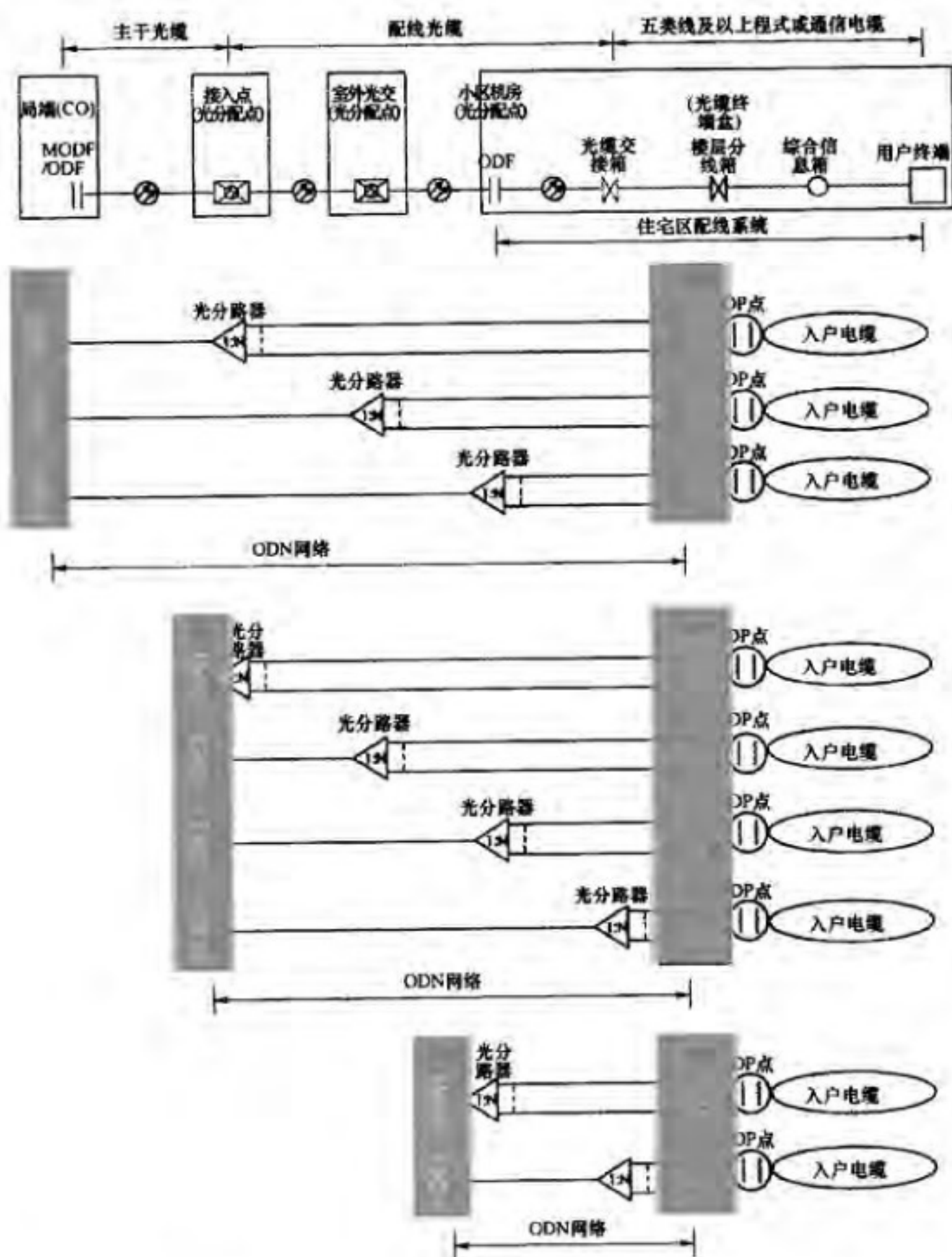


图 7.4.4-2 低层、多层和高层住宅楼在 FTTC 应用模式下 ODN 典型场景图

7.4.5 对 FTTCab+DSL 应用模式的农村区域,其 ODN 典型应用场景如图 7.4.5 所示。

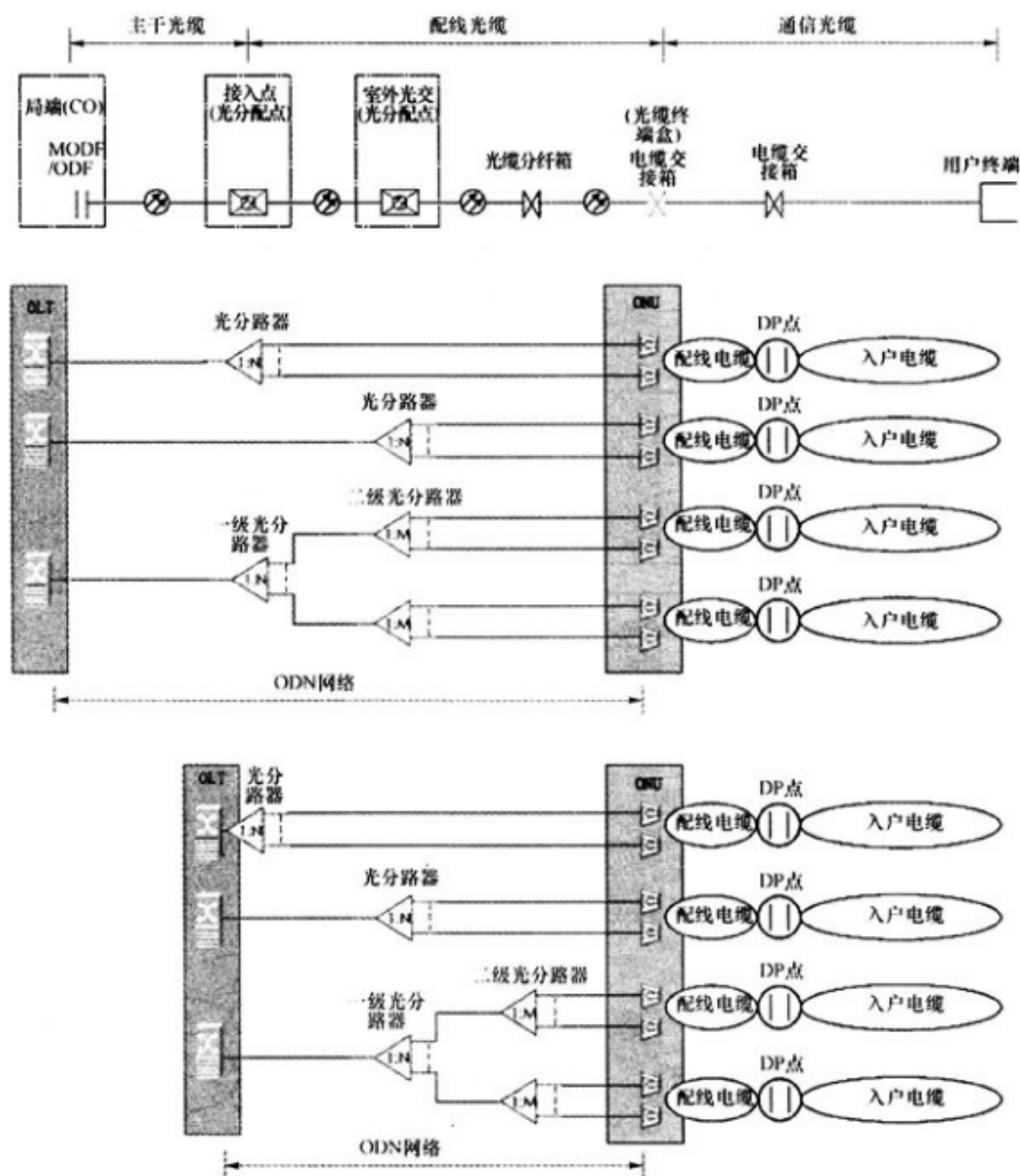


图 7.4.5 农村区域在 FTTCab 应用模式下 ODN 典型场景图

7.4.6 FTTB/C+LAN 或 FTTO 应用模式的商业客户单幢商务楼或建筑群,其 ODN 典型应用场景如图 7.4.6-1~图 7.4.6-4 所示。

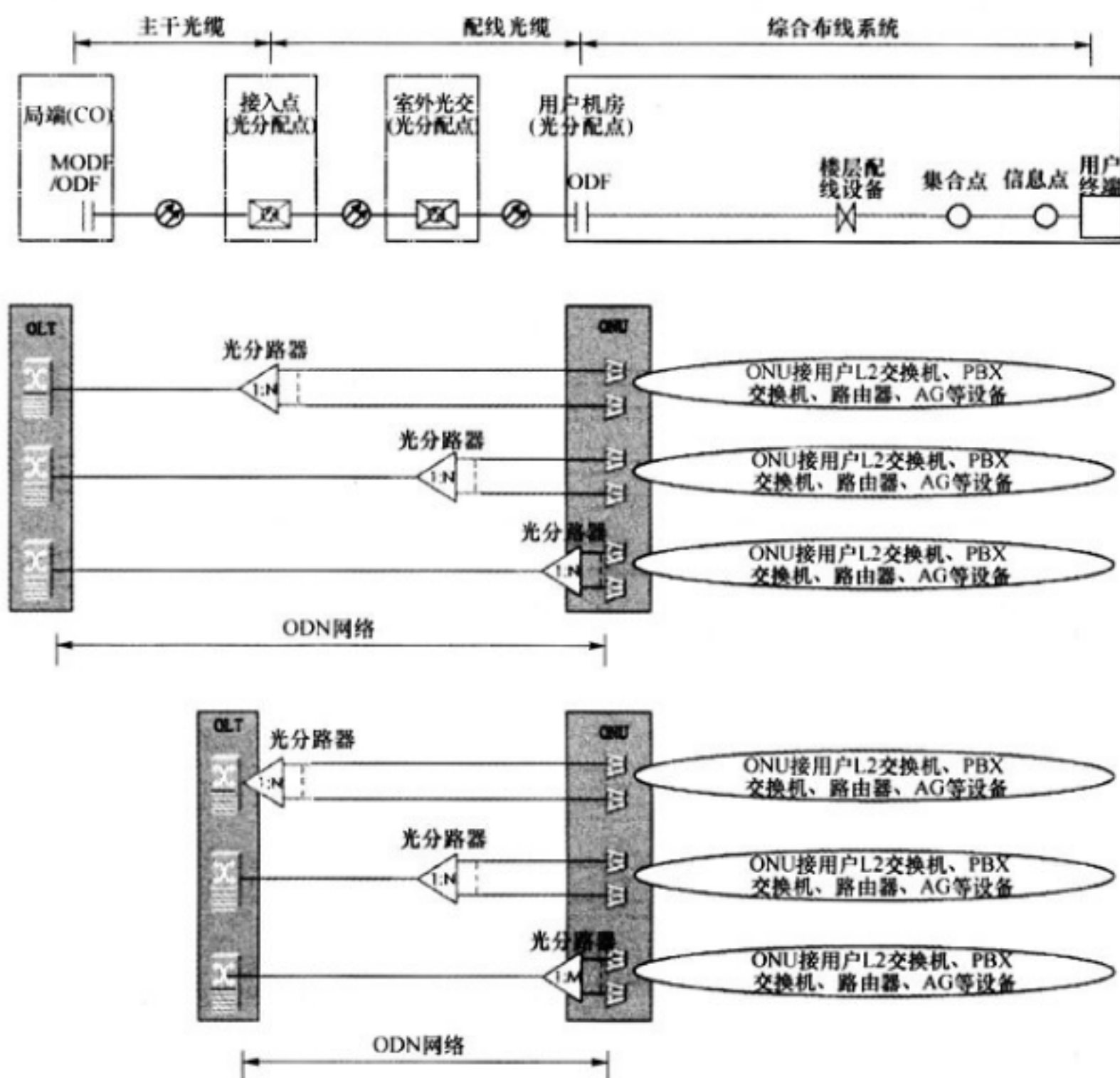


图 7.4.6-1 单幢商务楼在 FTTB 应用模式下 ODN 典型场景图

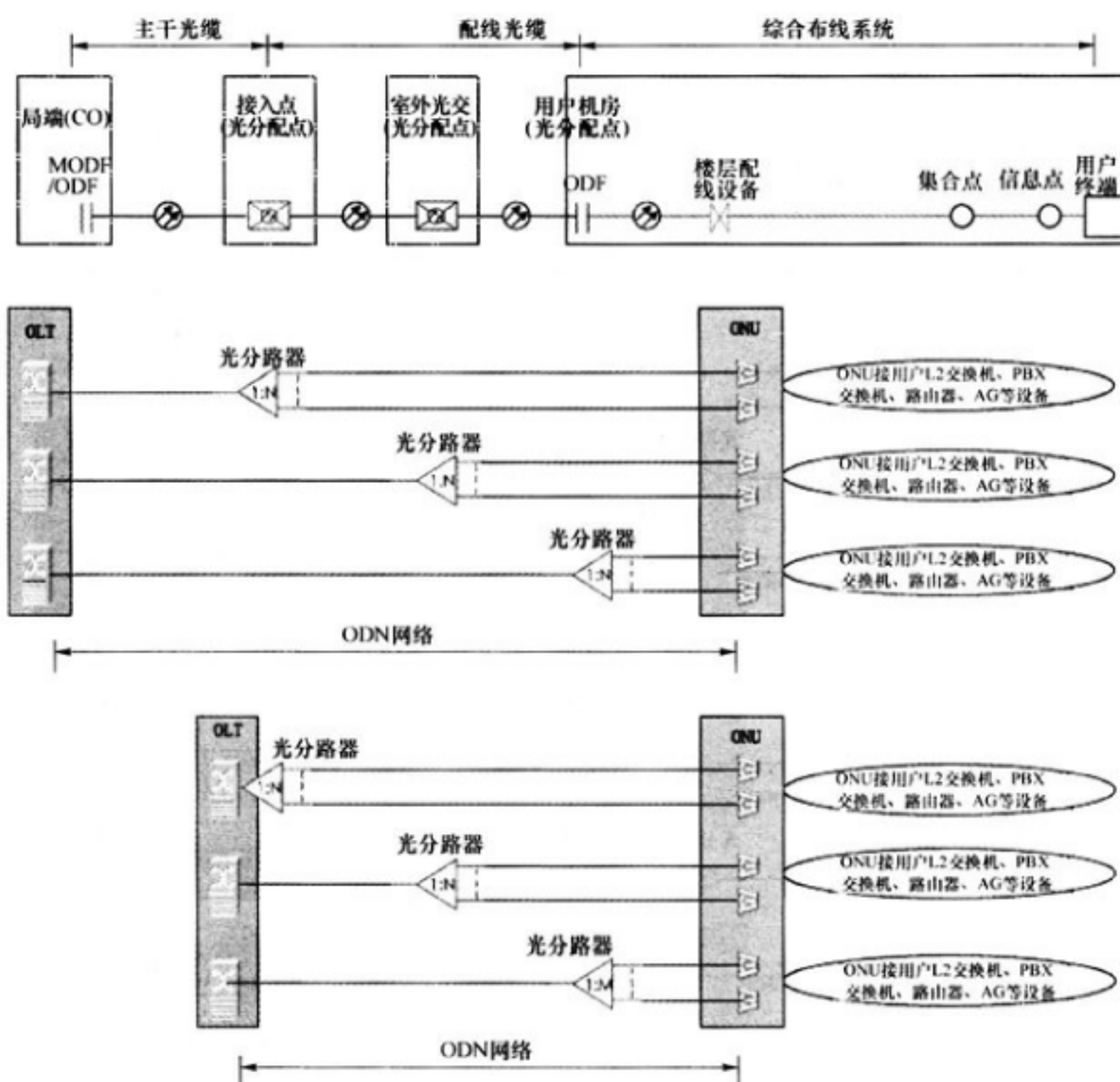


图 7.4.6-2 单幢商务楼在 FTTC 应用模式下 ODN 典型场景图

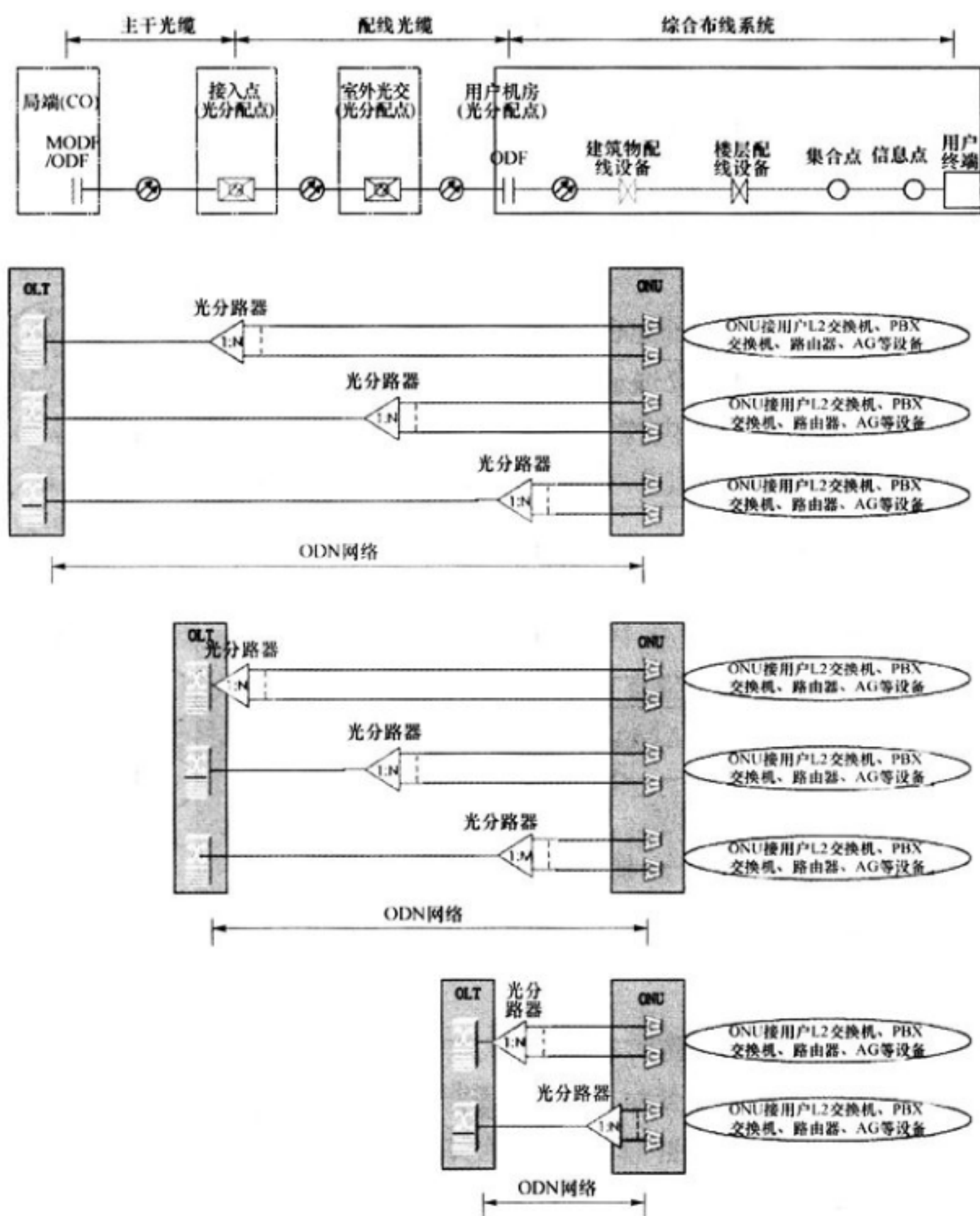


图 7.4.6-3 建筑群商务楼在 FTTH 应用模式下 ODN 典型场景图

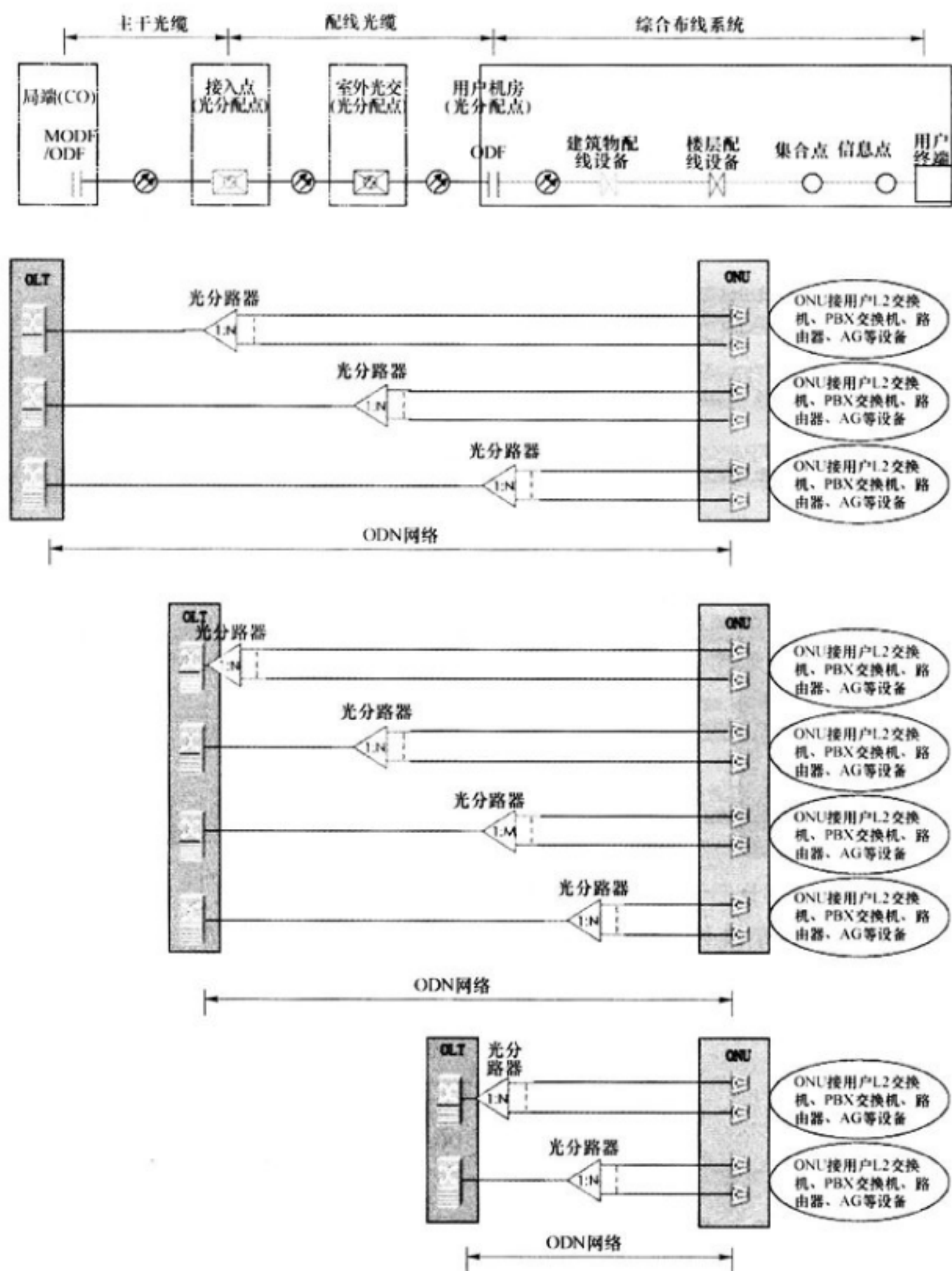


图 7.4.6-4 建筑群商务楼在 FTTC 应用模式下 ODN 典型场景图

7.5 光纤光缆选用配置原则

7.5.1 条文中规定“当需要采用弯曲衰减不敏感光纤时,宜采用模场直径与 G.652 光纤相匹配的 G.657 单模光纤”,是考虑到除 G.657A 光纤模场直径与 G.652 光纤相匹配之外,有部分 G.657B 光纤模场直径也与 G.652 光纤相匹配。

7.5.2 光缆结构的选择要求中,按不同的应用环境列举了各种敷设方式,提出可选用的结构,如:GJ(D)JV,如果不含 D,GJJV 表示金属加强件、紧套、聚氯乙烯护套通信用室内用光缆,如果含 D,GJDJV 表示金属加强件、紧套、聚氯乙烯护套通信用室内用光纤带光缆。

7.5.3 表 7.5.3 中未列出 YD/T 1999《微型自承式通信用室外光缆》标准中规定的光缆最大允许张力,因为光缆的额定拉断力(RTS)应由设计人员根据应用条件(光缆直径、跨距、垂度、风速、冰凌)参数计算确定。光缆最大允许张力(MAT)应 $\leq 40\% \times \text{RTS}$ (额定拉断力)。

7.6 ODF 及其他辅助器材配置

7.6.4 宜采用小尺寸活动连接器、高架、密集型结构的 MODF。

7.6.7 无跳纤连接方式

例如,在主干光交接箱,传统方式是主干侧和配线侧光缆分别成端,光缆间连接通过光跳线跳通(2 次活动连接);而采用无跳纤连接方式,则是将主干侧和配线侧成端光纤接头直接通过适配器进行 1 次连接,一般还会在光交接箱内引入“停泊区”,用于停放未连接的主干或配线侧光缆成端光纤。

在光缆交接箱、光缆分纤箱内安装光分路器时,需结合适配器型、尾纤型光分路器的选用以实现无跳纤连接方式,具体原则见正文 7.3.2。

7.7 光缆线路设计

7.7.1 光缆芯数的配置

5. 根据物权法,住宅区配线系统应由开发商投资,产权归业主所有。为了保障运营商的公平、平等接入,住宅区配线系统的光缆芯数应满足至少两家电信业务经营者接入的需求。旧城区改造应根据实际情况配置光缆芯数。

7.7.4 墙壁光缆敷设安装要求

2. 引用 YD 5102《通信线路工程设计规范》6.4.8 条第 2 款为强制性条文,须强制执行。

3. 为保证光缆安全和使用寿命,应避免将墙壁光缆与电力线、避雷线、暖气管、锅炉及油机的排气管等容易使光缆受损害的管线设备交叉与接近,须强制执行。

7.8 光缆敷设及辅助设施安装要求

7.8.5 当采用模场直径与 G.652 光纤不匹配的 G.657 光纤时,光纤接续的接头衰减需在限值的基础上增加约 0.2 dB 的附加损耗。

8 传输性能指标设计

8.1 系统性能指标设计

8.1.1 根据 YD/T 2274《接入网技术要求 10 Gbit/s 以太网无源光网络(10G-EPON)》,10G-EPON 系统上行方向(UNI 到 SNI)的传输时延要求是在 1:32 光分路比下的指标,更高光分路比下的传输时延指标暂时未定义。

8.1.3 接入网的 E1 通道误码性能长期指标是根据 YD/T 5139《有线接入网设备安装设计规范》的规定取定,当 OLT 设备安装在业务节点上,OLT 与业务网的连接只需采用局内布线线缆连接,相当于 PON 系统 E1 通道覆盖了接入网的 E1 通道,PON 系统 E1 通道误码性能长期指标按接入网的全程指标取定;当 OLT 设备不是安装在业务节点上,OLT 与业务网的连接需要采用传输系统的链路连接,PON 系统 E1 通道误码性能长期指标按接入网的全程指标的 5/6 取定。E1 通道误码性能短期指标是根据 ITU-T M.2101《携带业务的国际多运营商 SDH 通道和复用段的性能极限》给出的公式计算取定。

$$S_{es} = BISPO_{es} - 2 \sqrt{BISPO_{es}}$$
$$S_{ses} = BISPO_{ses} - 2 \sqrt{BISPQ_{ses}}$$

其中:

$BISPO_{es} = 6\%$ (M.2101 端到端误码性能指标 \times 测试时间 \times 交付使用严化系数;

$BISPO_{ses} = 6\%$ (M.2101 端到端误码性能指标 \times 测试周期 \times 工程交付严化系数。

2 048 kbit/s 通道 M.2101 端到端误码性能指标,如表 8.1.3

所示。

表 8.1.3 2 048 kbit/s 通道 M.2101 端到端误码性能指标

速率	2 048 kbit/s
ESR	0.02
SESR	0.001

通道的工程交付严化系数为 0.25;测试周期为 15 min=900 s。

8.2 光纤链路传输指标设计

8.2.2 光纤链路衰减指标的设计

ODN 传输指标的设计与 PON 系统的覆盖范围的设计是截然不同的两件事。ODN 传输指标的设计,是按设计人员根据实地勘查测量的数据,根据实际需要配置的各种线缆和无源器件的数量和选定的衰减指标计算的结果,是作为工程验收依据,不应包含线路维护余量(系统设计时应按要求预留线路维护余量,具体取值可参考条文说明表 4.4.3-3);但 PON 系统的覆盖范围的计算通常按线缆和无源器件的标准规定的额定衰减指标计算,不仅要考虑维护余量,还要考虑 ODN 段落其他一些不利因素造成的插入损耗。

9 设备安装和线缆布放

9.3 OLT 设备安装设计

9.3.3 抗震烈度为 6 烈度及 6 烈度以上的机房,铁架安装必须采取抗震加固措施。铁架和机架加固方式必须严格执行 YD 5059《电信设备安装抗震设计规范》中的相关要求。

9.6 供电与接地要求

9.6.9 市电交流 220 V 电源要求如下:

1. 如 ONU/ONT 设备的供电要求采用严化指标(见条文说明 6.5.1),则交流市电电压范围可放宽为 90~264 V。