

中国电信光纤到户(FTTH) 工程设计规范

1、总则

- 1.0.1 为适应通信网发展的需要，加强光纤到户（**FTTH**）工程建设管理，提高工程设计质量，编制制定本规范。
- 1.0.2 本规范作为中国电信基于**EPON**技术的光纤到户（**FTTH**）工程设计依据适用于中国电信光纤到户(**FTTH**)、光纤到桌面、光纤到办公室(**FTTO**)等采用**PON**技术的光缆线路的新建、扩建、改建工程。
- 1.0.3 本规范规定了**EPON**系统的架构、无源光器件的性能指标要求，并对**ODN**的拓扑结构，以及**ODN**设计原则等提出了要求和建议。
- 1.0.4 本规范涉及的无源光网络系统及各项参数适合于符合**IEEE802.3ah**标准的**EPON**系统。
- 1.0.5 无源光网络中的光缆线路设计应统筹考虑，网络应具有安全性、灵活性，应与通信业务的发展相适应，并做到适度超前。
- 1.0.6 工程中应选用通过入网检验的产品。
- 1.0.7 为了充分发挥无源光网络(**PON**)的效益，便于日常维护，在网络建设的同时应建立相应的维护管理系统。
- 1.0.8 本规范与国家有关现行体制、标准和规范有矛盾时，应以国家体制、标准为准。

2、引用标准

3、术语和定义

4、缩略语

5、无源光网络系统架构

5.1 网络参考模型

以太网无源光网络 (EPON) 是一种采用点到多点 (P2MP) 结构的单纤双向光接入网, 其典型拓扑结构为树型或星型, 由网络侧的OLT、光分配网 (ODN) 和用户侧的ONU组成, 如图1所示, 图2为EPON协议分层和OSI参考模型间的关系。

根据ONU摆放的位置, EPON系统可能的应用包括FTTH、FTTO、FTTB、FTTC等场合。

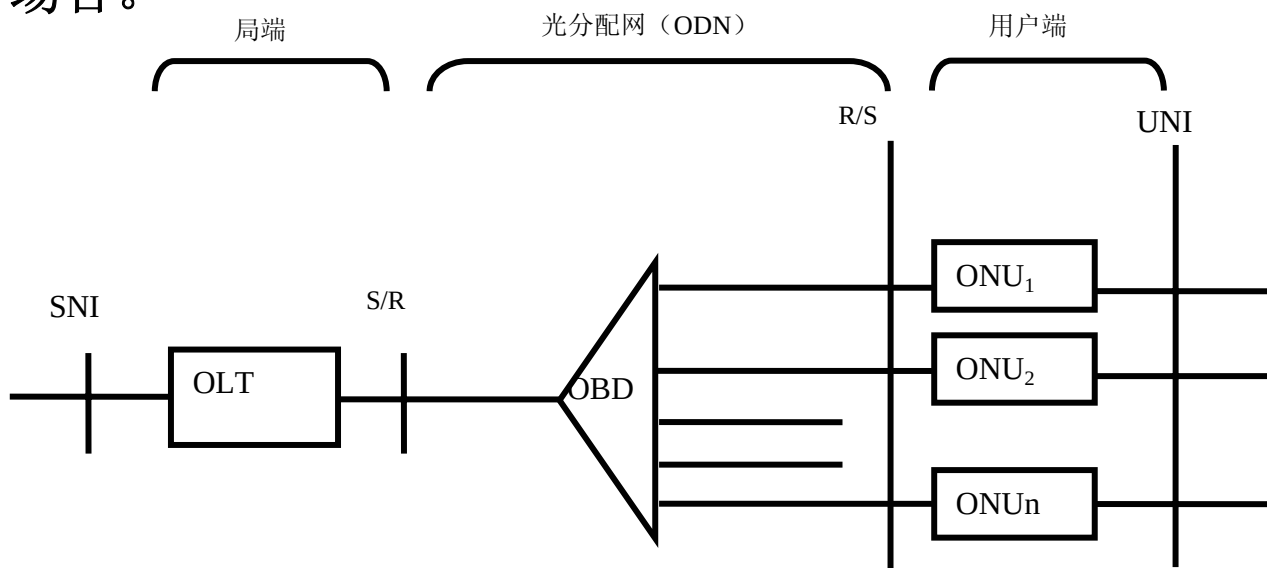


图1 EPON系统参考模型

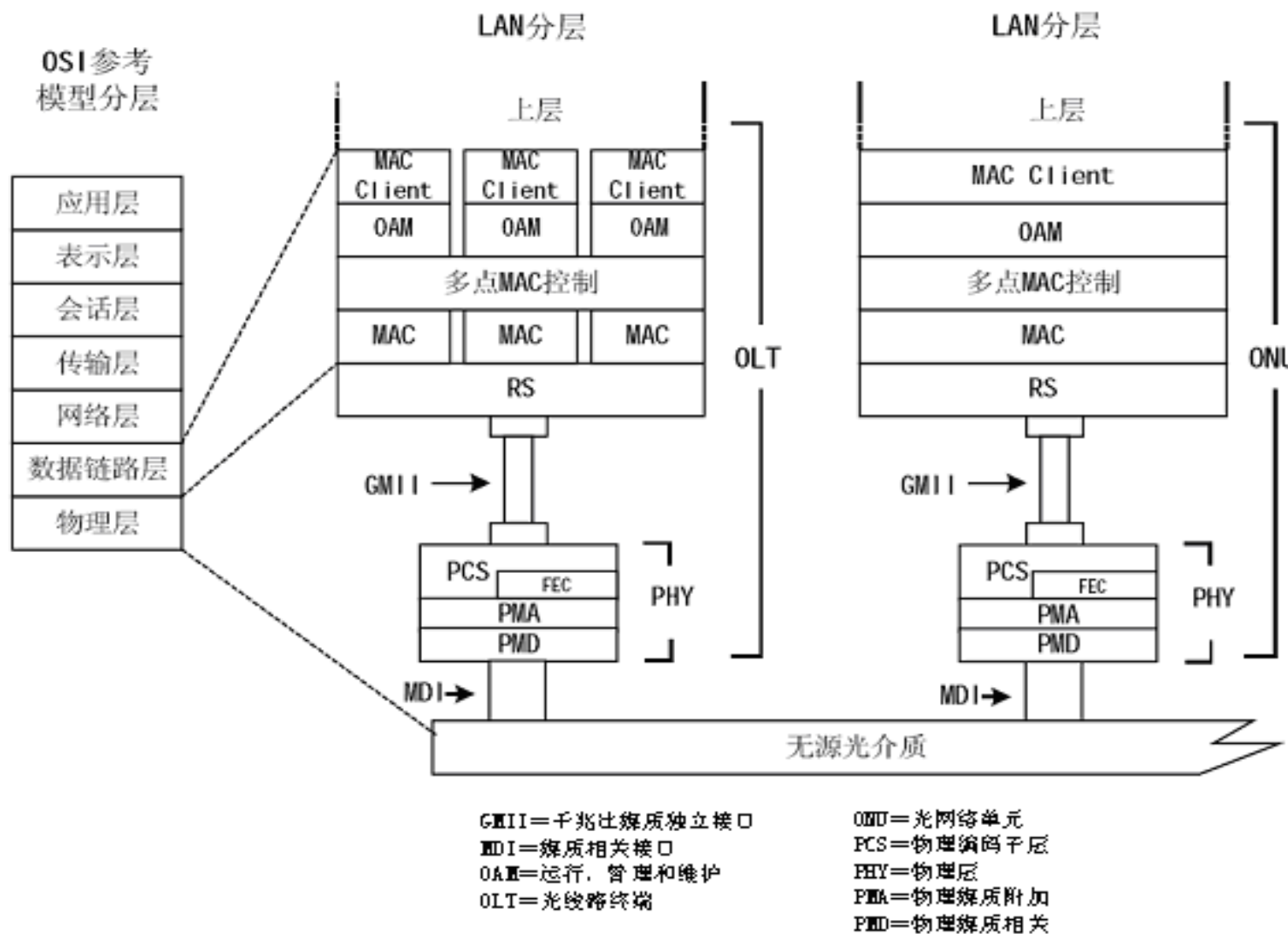


图2 EPON协议分层和OSI参考模型间的关系

5.2 PON系统对ODN的基本要求

5.2.1 PON系统信号传送方式

PON系统采用单纤双向方式。上行使用**1310nm**波长，下行使用**1490nm**波长。当采用波分复用方式提供**CATV**业务时，下行增加使用**1550nm**波长。在下行方向(**OLT**到**ONU**)，**OLT**发送的信号通过一个**1:N**(或**2:N**)的光分路器(或几个分路器的级联)到达各个**ONU**；在上行方向(**ONU**到**OLT**)，各**ONU**根据**OLT**指定的时间发送信息。**ONU**发送的信号只会到达**OLT**，而不会到达其他**ONU**。

5.2.2 PON系统对光分配网ODN的基本要求

ODN所采用的光纤为**G.652**单模光纤，其上下行光链路的衰减值应不大于表1要求。

表1 最大光链路衰减参考表

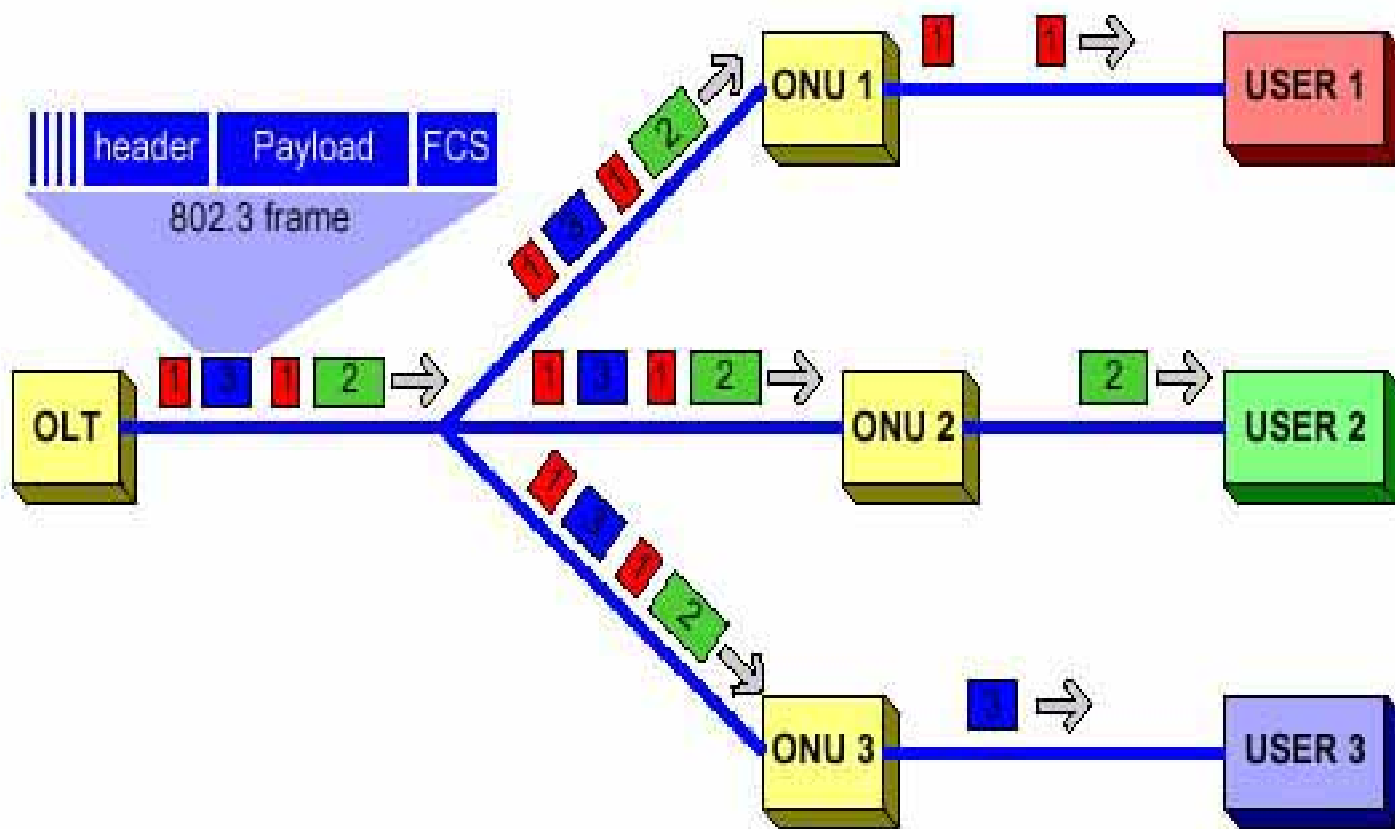
序号	采用接口(光缆线路最长距离)	1310nm时最大光链路衰减(dB)	1490nm时最大光链路衰减(dB)
1	1000BASE-PX20U接口 (最大传输距离为20km)	24	——
2	1000BASE-PX20D接口 (最大传输距离为20km)	——	23.5

EPON工作原理一下行

采用802.3帧广播

数据的导出通过帧前导码中的LLID识别

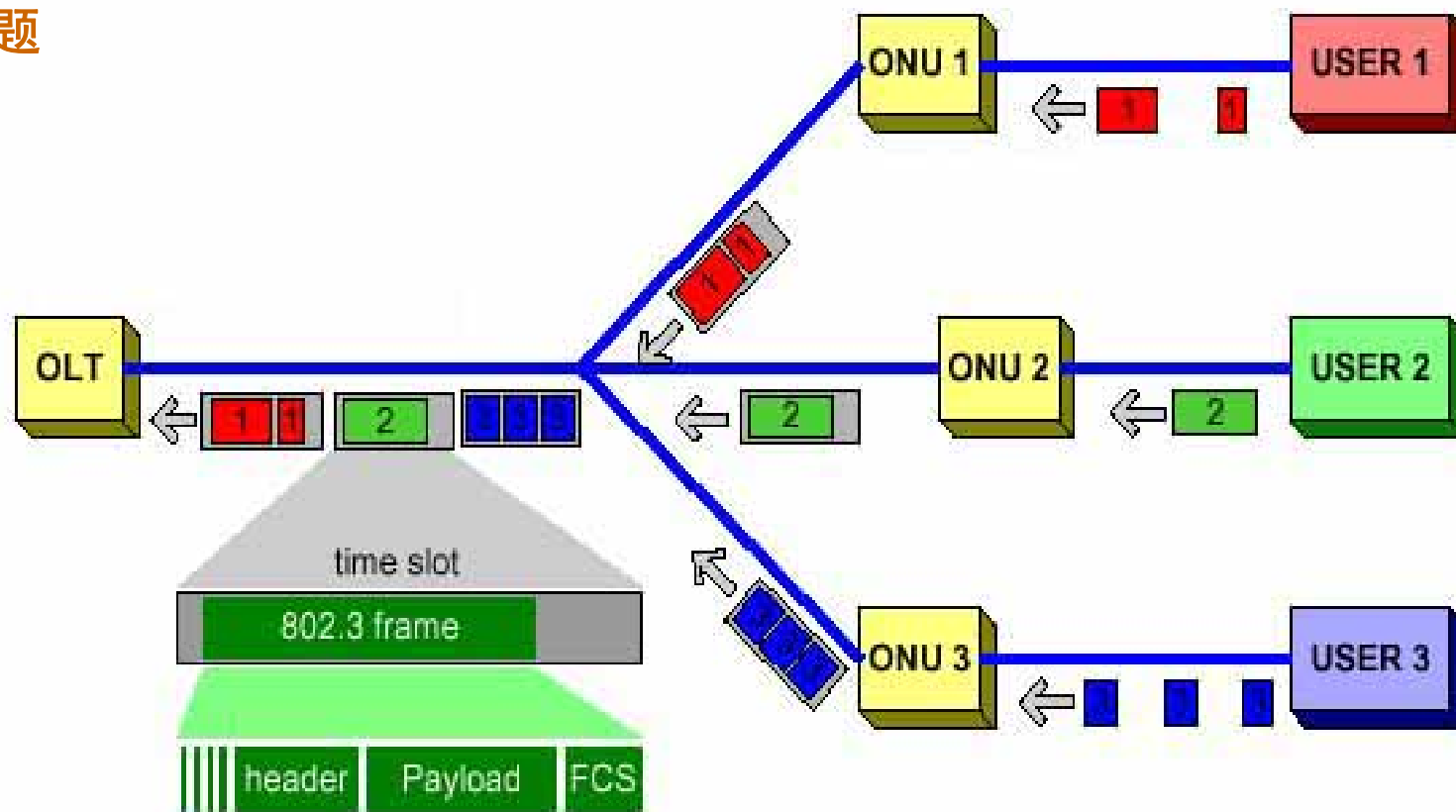
64字节GATE信息来分配带宽



EPON工作原理—上行

由MPCP协议完成上行流的控制管理

发送由64字节的REPORT信息报告ONU状态，请求带宽
加密问题



5.3 POP系统的保护

PON系统的保护包括馈线光纤保护、OLT保护和全保护三种方式。在OLT和ONU设备支持的前提下，可以根据实际需要采用相应的保护方式。对于普通用户，一般不考虑系统保护。全保护的成本较高，宜只对重要用户采用。

5.3.1 馈线光纤保护

如图3所示，馈线光纤保护就是采用1:N或2:N光分路器，在分路器和OLT之间建立2条独立的、互相备份的光纤链路，一旦主用馈线光纤发生故障，通过人工改接的方式，在备用光纤链路可用的情况下切换至备用光纤的保护方式。

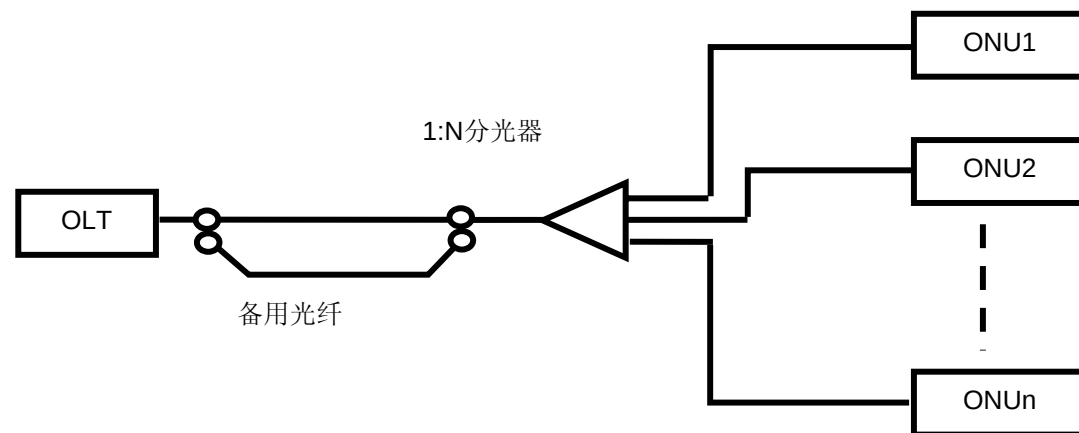


图3. 馈线光纤保护方式

5.3.2 OLT保护

如图4所示，**OLT**保护就是采用**2:N**的光分路器，在分路器和**2**个互为备份的**OLT**之间建立**2**条独立的光纤链路，一旦主用馈线光纤或**OLT**发生故障，在备用光纤链路和备用**OLT**可用的情况下自动切换至备用**OLT**的保护方式。

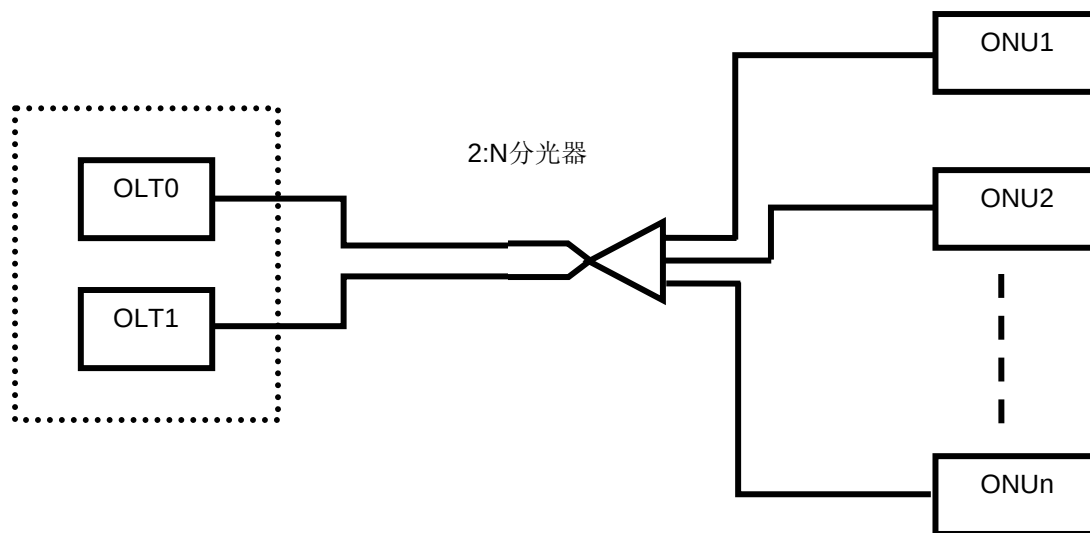


图4. OLT保护方式

5.3.3 全保护

如图5所示，全保护就是PON系统对OLT、ODN、ONU均提供备份的保护方式，可采用互为热备份方式。

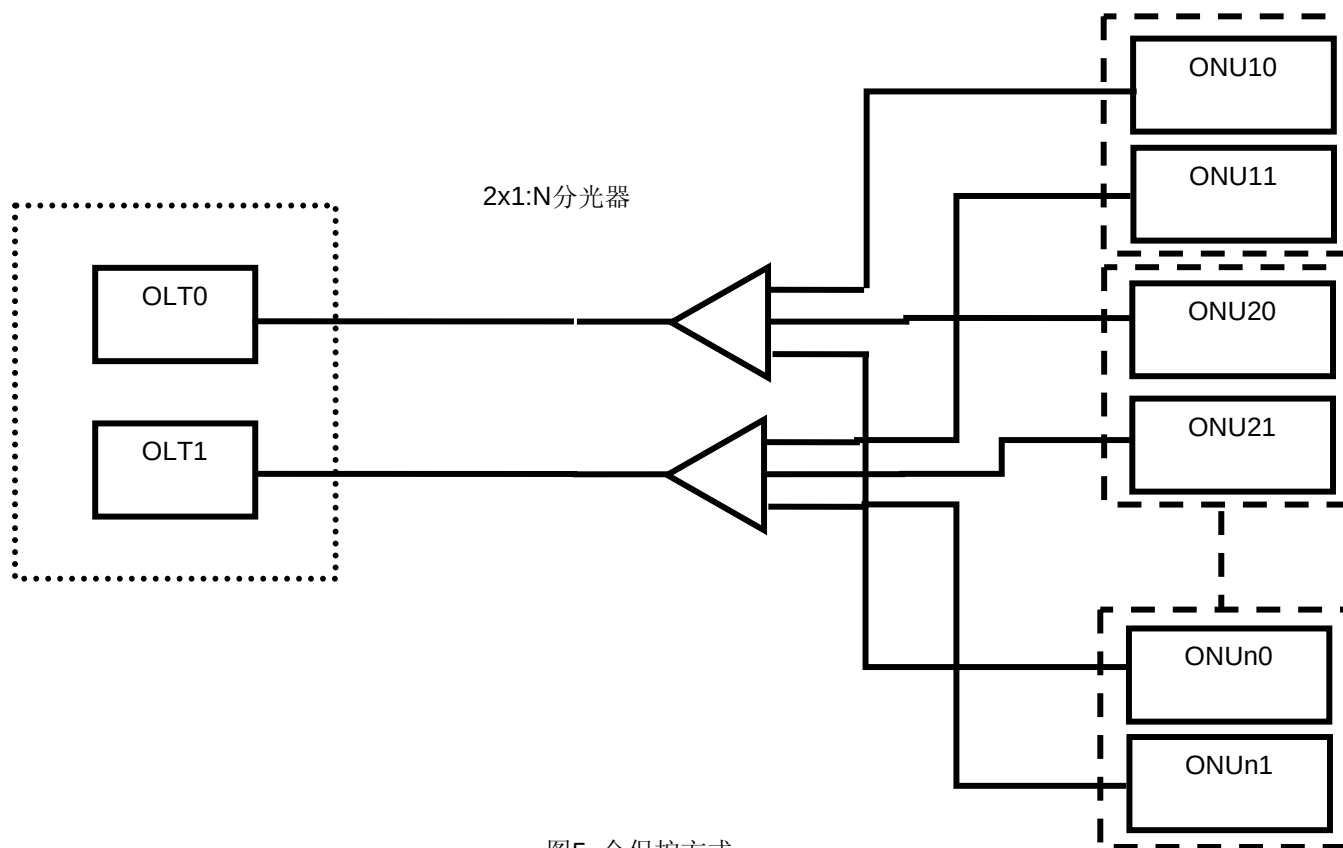
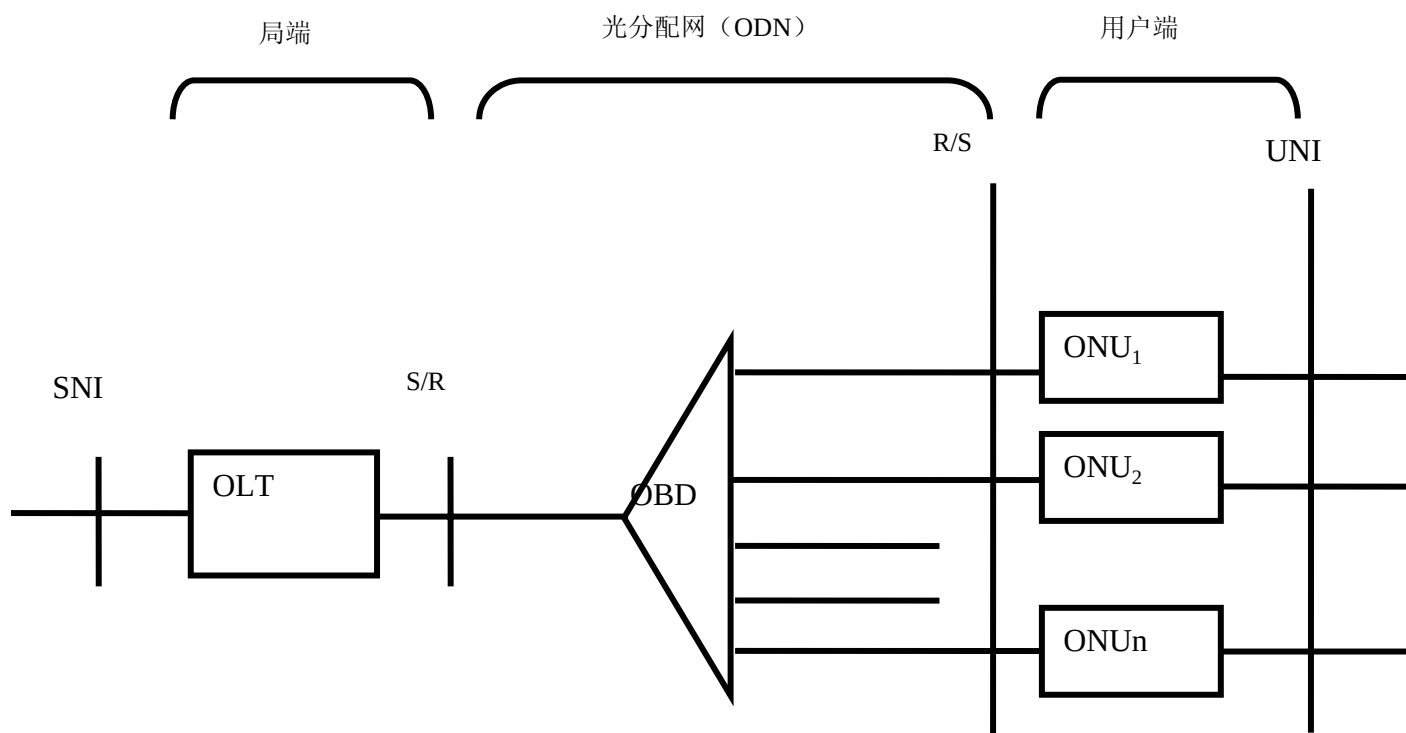


图5. 全保护方式

5.4 光分配网(ODN)组成和基本功能

5.4.1 光分配网定界

如图1所示，光分配网（ODN）位于OLT和ONU之间，其定界接口为紧靠OLT的光连接器后的S/R参考点和ONU光连接器前R/S参考点。



5.4.2 光分配网（ODN）组成

从网络结构来看，光分配网由馈线光纤、光分路器和支线组成，它们分别由不同的无源光器件组成，主要的无源光器件有：

- 1) 单模光纤；
- 2) 光分路器（OBD）；
- 3) 光纤连接器，包括活动连接器和冷接子。

5.4.3 光分配网（ODN）的基本功能

光分配网（ODN）将一个光线路终端（OLT）和多个光网络单元（ONU）连接起来，提供光信号的双向传输。

6、EPON设备配置要求

6.1 业务承载能力

EPON系统应支持的业务类型包括IP数据业务，可选支持VOIP业务、TDM业务和CATV业务。其中TDM业务包括E1数据专线业务 $n \times 64\text{ kbit/s}$ 数据专线业务。

6.2 设备接口要求

6.2.1 SNI接口和UNI接口要求

1) OLT设备的SNI接口必须支持GE接口，可选支持10/100BASE-T接口。当EPON提供TDM数据专线业务时，SNI应支持E1接口。EPON系统如果提供语音业务，必须支持VoIP方式。

2) ONU设备的UNI接口必须支持10/100BASE-T接口，可选GE接口。当EPON设备提供TDM数据专线业务时，ONU设备的UNI接口应支持E1接口。当EPON设备提供语音业务时，VoIP业务由ONU实现语音的分组化，应采用SIP协议或者H.248协议。ONU设备的UNI接口必须支持Z接口或Za接口。

6.2.2 SNI接口和UNI接口类型

1) GE接口

GE接口包括1000BASE-LX、1000BASE-SX、1000BASE-T接口，应符合IEEE802.3-2002规定；

2) 10/1000BASE-T接口

10/1000BASE-T接口应符合IEEE802.3-2002规定；

3) E1接口

E1接口应符合GB7611-2001的规定；

4) Z接口

Z接口应符合YD/T1054-2000 10.1.1节的规定；

5) Za接口

Za接口应符合YD/T1054-2000 10.1.2节的规定；

6) H.248协议

EPON系统实现H.248协议应符合YD/T1292-2003的规定；

7) SIP协议

EPON系统实现SIP协议应符合IETF RFC3435和《中国电信SIP网关控制协议规范》的规定。

6.2.3 PON接口基本要求

PON接口应符合IEEE802.3ah。其物理接口应采用1000BASE-PX20，其特性为：

- 1) 1000BASE-PX20为点到多点的光纤传输；
- 2) 1000BASE-PX20上下行方向使用同一根光纤。1000BASE-PX20-U为上行方向，由ONU至OLT，使用1310nm标称波长；1000BASE-PX20-D为下行方向，由OLT至ONU，使用1490nm标称波长；
- 3) 在单模光纤上，1000BASE-PX20以1000Mbps速率，分路比为1:32，最大传输距离不小于20km；
- 4) 信号编码方式为8B/10B；
- 5) 在物理层业务接口上，误码率小于等于 10^{-12} 。

6.3 业务承载方式和性能指标要求

6.3.1 TDM业务承载方式

EPON系统承载数据专线业务（2048kbit/s或 $n \times 64\text{kbit/s}$ ）时，推荐采用采用IETF的PWE3方式。

6.3.2 TDM业务性能指标要求

1）电路方式的 $N \times 64\text{kbit/s}$ 数字连接及2048 kbit/s 通道的性能指标；

a、误比特率

在正常工作条件下，测试时间24小时，设备的 $N \times 64\text{kbit/s}$ 数字连接及2048kbit/s 通道的误码率为0；

b、传输时延

在正常工作条件下，从用户侧设备接口到网络侧接口的 $N \times 64\text{kbit/s}$ 数字连接及2048 kbit/s 通道的传输时延 $< 1.5\text{ms}$ ；

c、抖动传递特性

E1接口的抖动传递特性应满足图6和表2的规范。

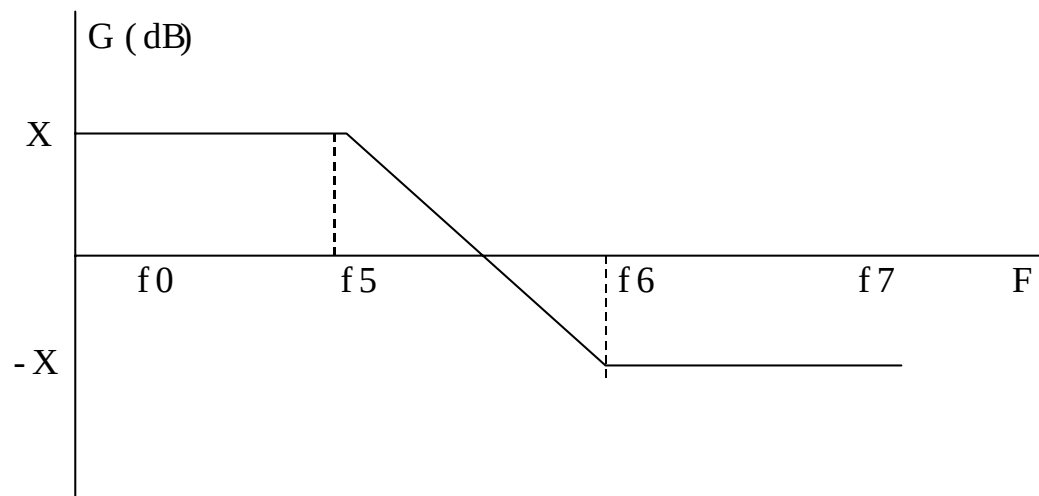


图 6 E1接口抖动传递特性

表 2 E1接口抖动传递参数

接口速率	频 率				增益 dB	
	F0(Hz)	F5(Hz)	f6(Hz)	F7(Hz)	X(dB)	-X(dB)
(kb/s)						
2048	*	40	400	/	0.5	-19.5

注：“*”值由设备供应商提供，但 f_0 频率应不大于20Hz。

6.3.3 VoIP的性能指标

当EPON系统采用VoIP方式承载语音业务时，应满足以下性能指标要求：

- 1) 语音编码动态切换时间 $< 60\text{ms}$ 。
- 2) IAS应具有80ms缓冲存储能力，以保证不发生语音断续和抖动。
- 3) 语音的客观评定
 - 网络条件很好时，PSQM的平均值 < 1.5
 - 网络条件较差时（丢包率=1%，抖动=20 ms，时延100ms），PSQM的平均值 < 1.8
 - 网络条件恶劣时（丢包率=5%，抖动=60 ms，时延400ms），PSQM的平均值 < 2.0
- 4) 语音的主观评定
 - 网络条件很好时，MOS的平均值 > 4.0
 - 网络条件较差时（丢包率=1%，抖动=20 ms，时延100ms），MOS的平均值 > 3.5
 - 网络条件恶劣时（丢包率=5%，抖动=60 ms，时延400ms），MOS的平均值 > 3.0

5) 编码率

- 对于G.792a, 要求编码率 $<18\text{ kbit/s}$
- 对于G.723.1, 要求G.723.1(5.3节) $<18\text{ kbit/s}$, G.723.1(7.3节) $<15\text{ kbit/s}$

6) 时延指标 (环回延时)

- VoIP的延时包括编解码时延、收端输入缓冲时延和内部队列时延等。
- 采用G729a编码时, 环回延时 $<150\text{ ms}$
- 采用G723.1编码时, 环回延时 $<150\text{ ms}$

6.3.4 吞吐量性能指标

网络在传送512Byte数据包时下行吞吐量应不小于960Mb/s 上行吞吐量应不小于900Mb/s。

6.3.5 长期丢包率性能指标

24小时下行无丢包, 上行丢包率不大于 10^{-8} 。

6.4 功能要求

6.4.1 动态带宽分配

为了提高系统带宽利用率，**OLT**应采用动态带宽分配机制（**DBA**），根据**LLID**分配带宽授权，最小带宽分配颗粒不应大于**256kbit/s**。

6.4.2 业务QoS保证

EPON系统应能区分不同类型业务的优先级，上行方向应能根据**SLA**协议保证高优先级业务的**QoS**，下行方向支持带宽控制功能，最小带宽分配粒度不应大于**1Mbits**。

6.4.3 加密功能。

EPON系统采用标准的以太网帧结构，恶意用户很容易截获系统开销信息和其它用户的信息，存在安全隐患，应对用户信息进行加密，其中下行方向应支持加密功能，上行方向可选支持。加密协议应符合《中国电信**EPON**设备技术要求**V1.3**》规定的三重搅动功能要求。

6.4.4 ONU认证

EPON系统应具有基于**ONU**的**MAC**地址对**ONU**进行认证的能力，应拒绝非法**ONU**的接入。

6.4.5 VLAN功能

EPON系统应支持IEEE802.1Q协议，应支持按照端口划分VLAN，支持按照MAC地址划分VLAN，可选支持VLAN嵌套功能。

6.4.6 三层路由功能

OLT应具有三层路由功能，应支持RIP、OSPF、BGP等网络路由协议。

6.4.7 帧过滤功能

EPON系统应支持基于端口或MAC地址的Ethernet数据帧过滤。

6.4.8 广播/组播帧抑制功能

EPON系统应支持对广播帧和组播帧的抑制功能。

6.4.9 二层隔离功能

EPON系统应实现各ONU之间的二层隔离。

6.4.10 生成树

当OLT支持多个GE或10/100BaseT SNI接口时，应支持符合IEEE802.1D规定的生成树协议。

6.4.11 组播功能

在FTTH网络结构中，EPON系统的组播功能应符合《中国电信EPON设备技术要求V1.3》的规定，包括2种组播控制方式：IGMP snooping方式和动态可控组播方式。IGMP功能版本不低于IGMP Version2。

6.4.12 用户认证功能（可选）

在FTTH网络结构中，EPON系统可选支持PPPoE或802.1x认证方式。

6.4.13 ONU掉电通知功能（可选）

ONU应具有将自身掉电事件通知OLT的能力。

6.4.14 光纤保护倒换功能（可选）

为了提高网络可靠性和生存性，可在EPON系统中采用光纤保护倒换机制。倒换时延应不大于50ms。

光纤保护倒换可分为以下两种方式进行：

- a) 自动倒换：由故障发现触发，如信号丢失或信号劣化等；
- b) 强制倒换：由管理事件触发。

6.5 网管要求

6.5.1 网管基本要求

EPON系统的网管功能应符合《中国电信**EPON**设备技术要求**V1.3**》中第**17**章“操作维护管理要求”的规定。包括：

1) **OLT**应能通过其所带的**CONSOLE**口对其进行带外方式的操作维护，应支持经**TELNET**方式远程对其进行操作管理维护，应支持通过网管系统远程进行操作管理维护，可选支持远程**WEB**方式的网管；

2) **OLT**应支持带外管理和带内管理方式，带外访问方式应当提供所有带内访问方式的功能，带外访问方式应当实现访问控制，防止非授权访问；

3) 管理系统应具备对设备进行配置管理、故障管理、性能管理和安全管理方面的功能；

4) 管理系统建议采用中文界面；

5) 当**ONU**设备内置**IAD**时，网管能直接管理**IAD**。

6.5.2 网管配置管理要求

- 1) 应能对网络侧、用户侧端口的接口参数进行配置，如接口类型、帧格式、管理状态和操作状态、用户端口能够同时支持的**MAC**地址数量、用户端口的接入速率等，请厂家提供**PON**口配置速率的步长和上下限；
- 2) 应能对业务流参数进行配置，如带宽、业务优先级等；
- 3) 应能配置以太网功能，如**VLAN**等；
- 4) 网络拓扑结构发生变化时应能自动更新；
- 5) 应能通过网管对系统软件进行升级，包括网管软件自身的升级；
- 6) 所有配置操作应记录到日志文件，并支持检索；
- 7) 应能对环境监控参数进行配置。

6.5.3 性能管理要求

- 1) 网管应能启动性能测量功能，采集和处理测量数据，分析测量结果；
- 2) 性能管理应具备对系统性能管理事件的当天和前一天的每15分钟计数以及24小时计数功能，统计参数应包括PON接口性能参数、网络侧和用户侧接口性能参数等；
- 3) 应能对PON系统带宽的使用情况、各ONU使用带宽情况进行统计；
- 4) 应能查询历史系统性能记录，并能将查询结果和统计结果保存到外部文件并输出；
- 5) OLT应对ONU掉电事件进行记录，当ONU恢复上电后，掉电记录应更新；
- 6) 建议OLT和ONU能支持测量发射光功率和接收光功率。

6.5.4 故障管理要求

- 1) 网管应能对系统的各个部分进行持续的或间断的测试、观察和监测，以发现故障或性能的降低；
- 2) 当**PON**接口物理层性能（如光通道误码率）严重下降时，系统应能产生告警；
- 3) 应能通过指示灯和告警信号指示设备的故障，不同的故障原因对应不同的告警信息；
- 4) 应能判定故障发生的时间和故障的位置，故障定位应能定位到电路板；
- 5) 故障事件恢复后，系统网管的相应告警信息应能自动清除；
- 6) 系统告警日志统计列表应可对故障类型基于故障严重程度、故障原因、时间段进行分级处理；
- 7) 应能按照不同等级、不同时间段和产生告警的原因等方式对告警统计进行过滤；
- 8) 局端设备应支持系统硬件、软件的故障自动倒换和备份，自动倒换后，系统应能正常工作。

6.5.5安全管理要求

- 1)网管系统应通过定义个人访问权限的方式，提供对于管理员/操作系统访问的安全措施，不同级别的管理员有不同的权限，确保访问请求的发起者只能在自己的权限范围内执行管理操作。敏感信息，或固定用户终端鉴权属性，数据库和配置数据只能由有授权的个人和管理系统进行操作；
- 2)网管系统应记录所有用户的操作，包括用户名、登录时间、操作类型。未经授权的访问尝试由系统记录并作为安全性告警；
- 3)支持管理区域的划分，将不同的资源分配到不同的管理区域，在不同管理区域内对相应资源进行管理操作。

6.6 环境要求

6.6.1 温度、湿度要求

设备在以下环境范围内的环境中应能正常工作，其中**OLT**应至少支持类别**1**，**ONU**应至少支持类别**3**。

当**ODN**处于**-25℃~60℃**环境范围内时，设备应能正常工作，业务性能不应恶化或中断。

类别**1**-温度：**0℃~40℃** 相对湿度：**10%~90%**（非凝结）

类别**2**-温度：**-30℃~40℃** 相对湿度：**10%~90%**（非凝结）

类别**3**-温度：**-10℃~60℃** 相对湿度：**10%~90%**（非凝结）

注：以上为地板以上**2m**和设备前方**0.4m**处的温度。

6.6.2 防尘要求

在以下灰尘环境下，设备应能正常工作：
直径大于**5μm**的灰尘浓度 $\leq 3 \times 10^4$ 粒/m³，灰尘粒子是非导电、导磁和腐蚀性的。

6.6.3 大气压力要求

在以下大气压力条件下的环境下中，设备应能正常工作：
86kPa~106kPa。

6.7 电源要求

6.7.1 OLT设备应支持直流或交流供电方式,**ONU**设备必须支持交流供电方式,在以下要求的范围内, **EPON**设备应能正常工作:

a) 直流电压及其波动范围要求:

标称电压: **-48V**;

电压波动: 在直流输入端子处测试的**-48V**电压允许变化范围为**-57V~-40V**;

b) 交流电压及其波动范围要求

单相**220V±10%**, 频率**50Hz±5%**, 线电压波形畸变率小于**5%**;

c) 对于内置**IAD**的**ONU**, 宜提供备用电池, 供电时间不少于**2**小时。

6.7.2 绝缘电阻

正常情况下, 设备的绝缘电阻不应小于**50MΩ**。

6.7.3 设备对接地要求

根据《中国电信**EPON**设备技术要求（**V2.0**）》设备的工作接地电阻应小于**5Ω**。

6.7.4 ONU掉电通知功能

ONU应具有通过**OAM**的**Dying Gasp**功能将自身掉电事件通知**OLT**的能力。

6.7.5 过压、过流保护

设备应安装过压、过流保护器。设备应满足**YD/T 1082**对模拟雷电冲击、电力线感应、电力线接触等指标的要求。

6.7.6 电磁兼容

设备的电磁兼容性指标应符合**GB 9254-1998**以及**GB/T 17618-1998**的规定。

7、无源光器件基本要求

7.1无源光器件的选择原则

7.1.1无源光器件的选择应满足以下要求：

- 1) 选用技术先进、质量好、性价比高的产品；
- 2) 满足国家、行业、中国电信相关标准要求；
- 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。

7.1.2 通常，室内、外光缆的光纤均采用符合ITU-T G.652D标准，衰减系数应符合表3要求。

7.1.3入户光缆选用皮线光缆时，推荐采用小弯曲半径光纤，室内宜选用非金属加强构件、扁平形阻燃聚乙烯护套光缆。当采用架空或挂墙方式引入用户时，宜选用自承式扁平形阻燃聚乙烯护套光缆。

7.1.4皮线光缆的接续宜选用光纤冷接子接续。皮线光缆终端宜采用适用于A86型终端盒的机械接续光纤插座。

7.1.5 用户光缆终端盒至**ONU**设备的连接；当**ONU**设备与光缆终端盒分别安装时，宜选用金属铠装室内软光缆，当**ONU**设备与光缆终端安装在同一个综合信息箱内时，可以选用普通的光跳纤。

7.1.6 光分路器（**OBD**）根据制作工艺可分熔融拉锥型（**FBT**）和平面波导型（**PLC**）两大类，平面波导型的带宽在**1260nm**～**1610nm**较宽，能满足基于**PON**技术的**FTTH**网络中对**3**个波长的应用；当采用熔融拉锥型时，应选用单模光纤双窗口树型宽带分路器，在**1310nm**和**1550nm**时的带宽应不小于**±40nm**，其均匀性比波导型略差，但价格低，选用时应作价格比较。

7.1.7 当不同传输距离对光功率分配有特殊需求时，可采用非均分光分路器。

7.2 光纤光缆

7.2.1 常用光纤光缆

除皮线光缆外，光纤的衰减系数符合表3要求，其余各项光学指标应符合ITU G.652D要求，光缆的各项指标应符合YD/T1258和GB/T13993要求。

表3 单模光纤衰减系数

波长(nm)	1310	1380	1490	1550
衰减系数的 (dB/km)	≤ 0.36	≤ 0.40	≤ 0.22	≤ 0.22

8、ODN拓扑结构及组网原则

8.1 ODN基本结构

光分配网络（**ODN**）是一种点对多点的无源网络，按照光分路器的连接方式可以组成多种结构，其中，星形和树形为最常用结构。

8.1.1 星形结构

当**ONU**与**OLT**之间按点对点配置，即一个**ONU**直接与**OLT**的一个**PON**口相连，中间没有光分路器（**OBD**）时就构成星形结构（见图7）。**OLT**和**ONU**间的光链路可以是一根光纤，也可以是二根光纤。

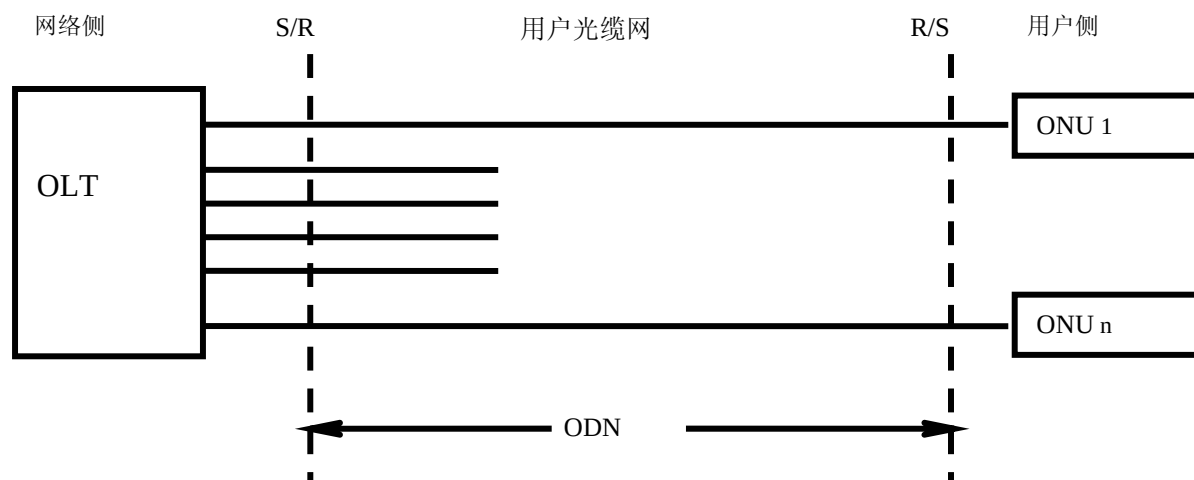


图7 星形结构示意图

8.1.2 树形结构

树形结构有两种基本形式，如下：

1) 当OLT与ONU之间按一点对多点配置，即每一个OLT与多个ONU相连，中间设有一个光分路器（OBD）时就构成树形结构

（一）见图8，其优点跳接少，减少了光缆线路全程的衰减和故障率，便于数据库管理管理，缺点是光分路器后面的光缆数量大，对管道的需求量大，特别在光分路器集中安装时。

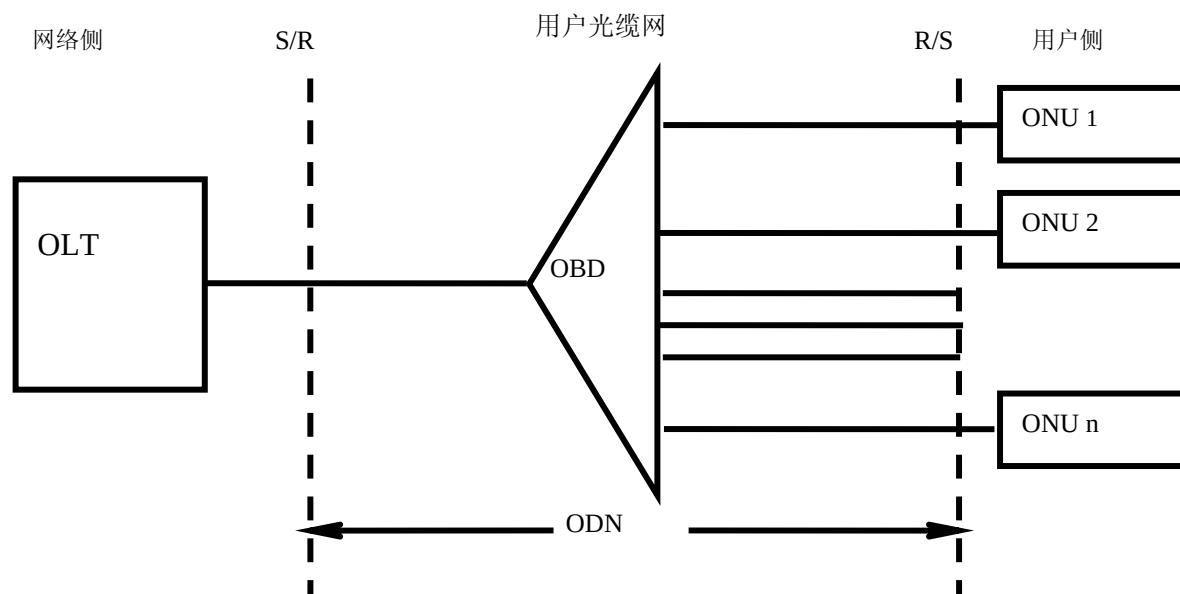


图8 树形结构（一）示意图

2) 当采用两个或两个以上光分路器 (**OBD**) 按照级联的方式连接时就构成树形结构 (二) 见图9, 优点是由于光分路器分散安装减少了对管道的需求, 适用于用户比较分散的小区, 缺点是增加了跳接点, 即增加了线路衰减, 出现故障概率增加, 同时数据库的管理增加难度。

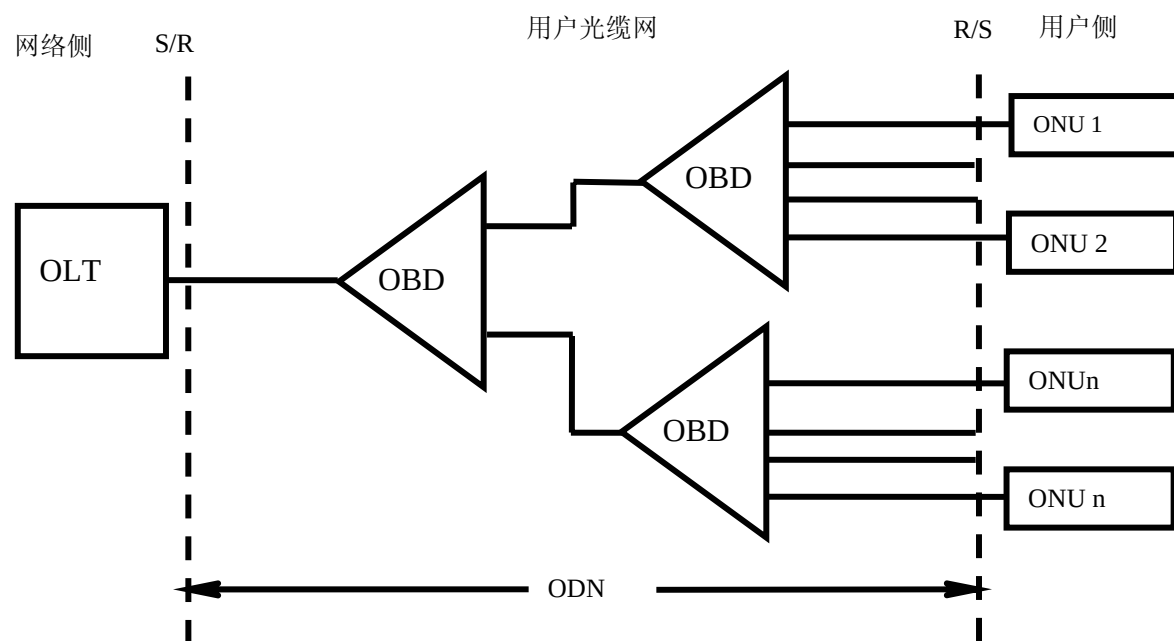


图9 树形结构（二）示意图

8.2 ODN的组网原则

8.2.1 ODN结构的选择

1) 在选择**ODN**结构时，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**OLT**与**ONU**之间的距离、网络安全可靠性、经济性、操作管理和可维护性等多种因素综合考虑；

2) **ODN**以树形结构为主，分光方式可采用一级分光或二级分光，但不宜超过二级。设计时应充分考虑光分路器的端口利用率，根据用户分布情况选择合适的分光方式；

3) 星形结构（不含光分路器时）适用于有大数据量和高速率要求的用户。

4) 一级分光（图8树形结构一）适用于商务楼、高层住宅等用户比较集中的地区高档别墅区；

5) 二级分光（图8树形结构二）适用于住宅小区，特别是多层住宅、高档的公寓、管道比较缺乏的地区；

6) 当用户分散、光缆线路距离相差悬殊，特别是郊区，可采用非均分光分路器，满足不同传输距离对光功率分配的需求，但设计时必须将光分路器每个输出端口的序号、插入损耗一一对应的在图上标注清楚。

8.2.2 ODN与用户光缆网的对应关系

逻辑上，**ODN**由馈线光纤、光分路器和支线组成，而用户光缆在物理结构上通常可分为三个部分，即主干光缆、配光缆、驻地网光缆。

- 1) 主干光缆部分：通常由用户主干光缆和一级光交接箱组成；
- 2) 配光缆部分：通常由一级、二级配光缆、二级光交接箱和光分纤箱组成；
- 3) 驻地网光缆部分：通常为大楼内或小区内部的配光缆、光分纤箱和光缆终端盒组成；
- 4) 根据光分路器设置地点的不同，**ODN**各部分与用户光缆设施的对应关系如表4：

表4 ODN各部分与用户光缆设施的对应关系

光分路器设置位置	光交接箱	光分纤箱	小区或楼内
ODN馈线部分	主干光缆	主干光缆、光交接箱、部分配光缆	主干光缆、光交接箱、配光缆、用户驻地光缆
支线部分	配光缆、用户驻地光缆	部分配光缆、用户驻地光缆	--

在设计带保护系统时，应注意系统保护部分和用户光缆网的对应关系，要考虑相应光缆和设施的保护。

8.2.3 光分路器设置位置

光分路器在用户光缆网中的位置有如下四种情况：

1) 当采用一级分光方式，光分路器设在驻地网时，光分路器可安装在室内或室外，室内安装位置包括电信交接间、小区中心机房、楼内弱电井、楼层壁龛箱等位置。光分路器上连光缆可分别来自一级光交接箱、二级光交接箱或光分纤箱三种形式，如图10所示。此种方式主要适用于已建成的用户光缆网、小区规模较大且用户密度较高而集中、如高层住宅或商务楼等，也适用于用户驻地有条件设置光分路器、并有足够的管道资源的小区，例如高档别墅区等。

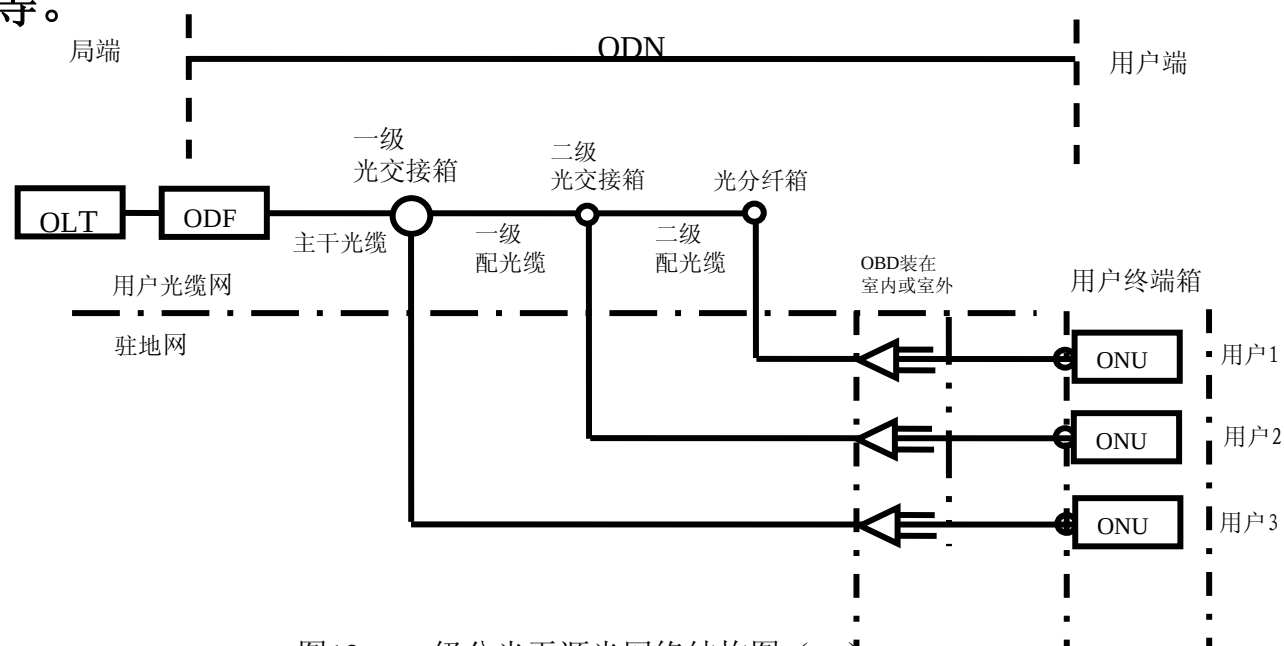


图10 一级分光无源光网络结构图（一）

2) 当采用一级分光方式，光分路器也可分别设在主干层或用户配光缆层，设在主干层时，光分路器可分别安装在一级光交接箱内、二级光交接箱或光分纤箱内，如图11所示。这种方式适合于用户分布非常分散的情况及新建的用户光缆网。

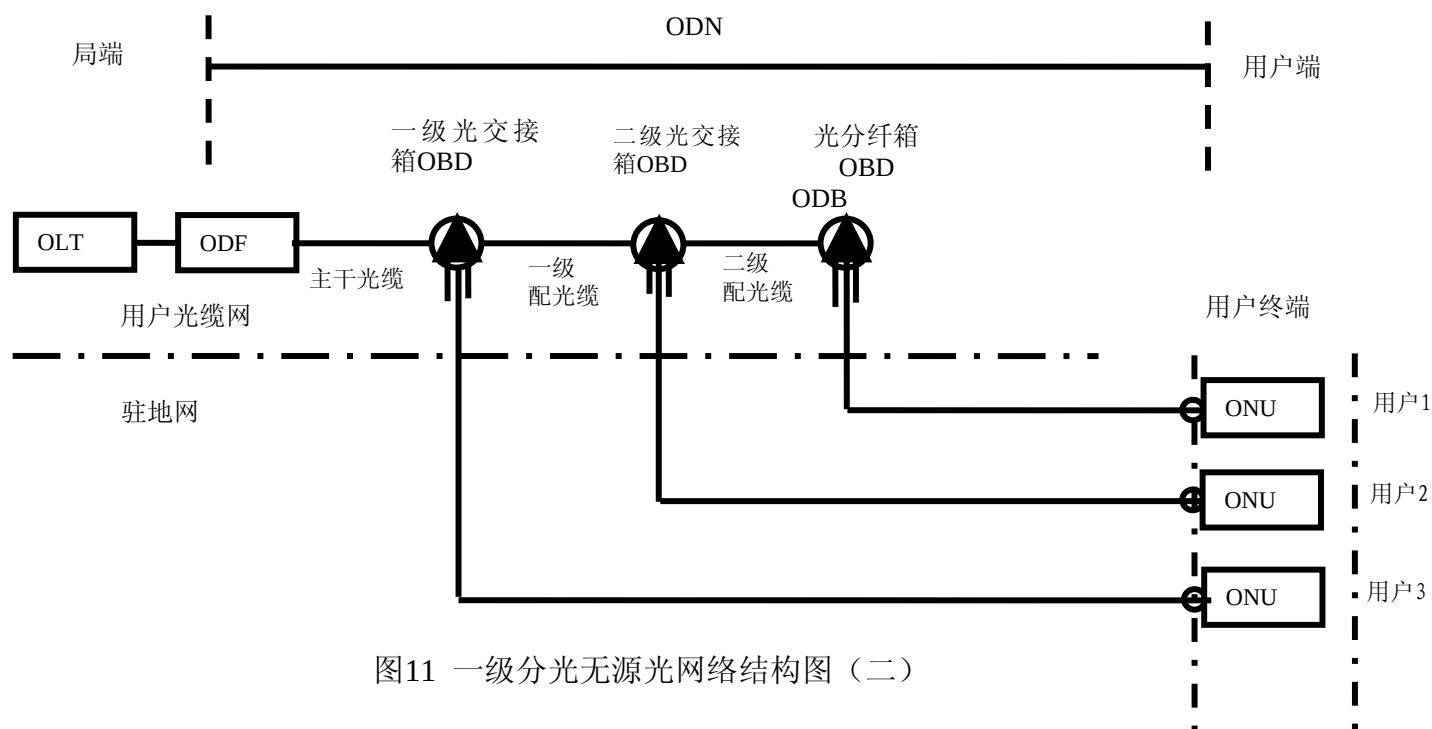


图11 一级分光无源光网络结构图（二）

3) 当采用二级分光方式，一、二级光分路器均设在驻地网时，第一级光分路器可安装在小区中心机房、电信交接间或室外，第二级光分路器可安装在楼内弱电井、楼层壁龛箱等位置，光分路器上连光缆可分别来自一级光交接箱、二级光交接箱或光分纤箱三种形式，如图12所示。此种方式比较适合于多层或小高层公寓楼等。

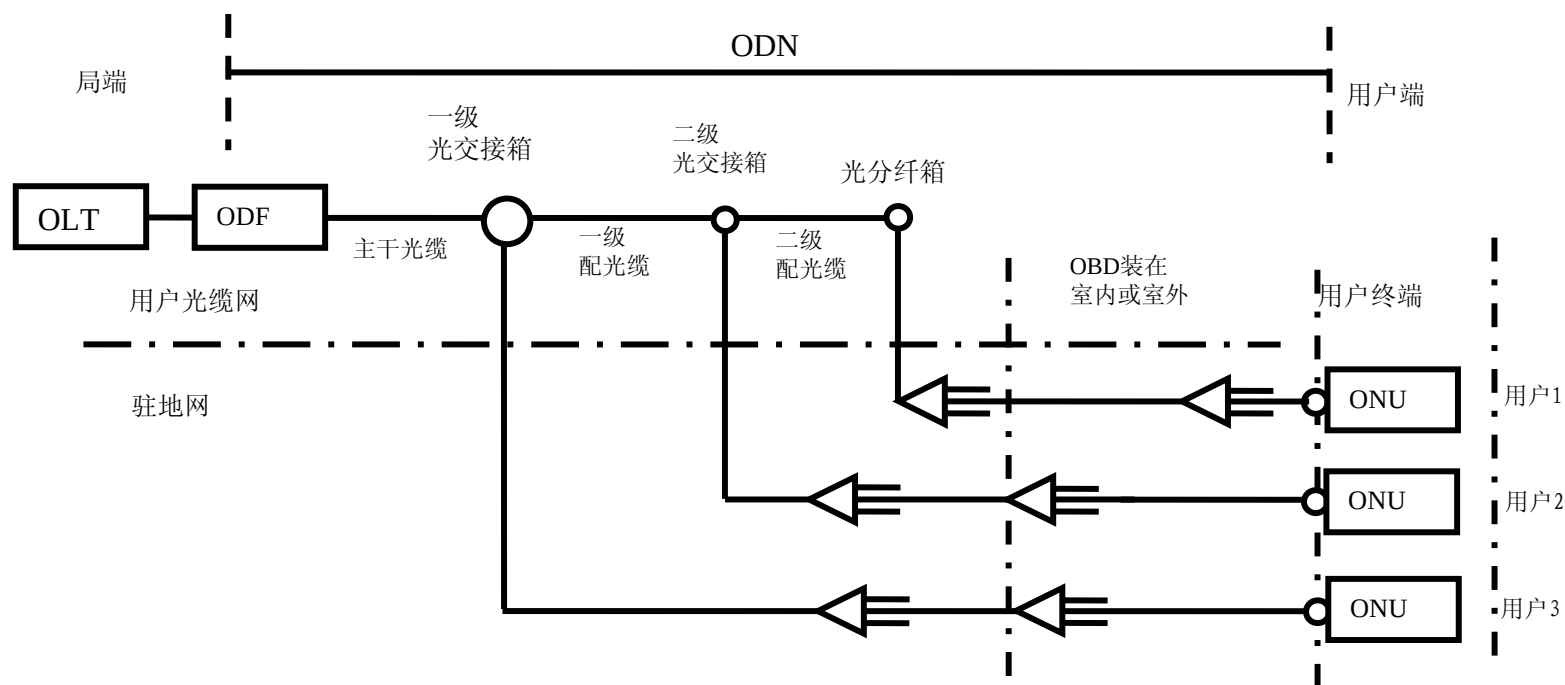


图12 二级分光无源光网络结构图（一）

4) 当采用二级分光方式时, 第一级光分路器分别安装在光交接箱或分纤箱内, 第二级光分路器设在驻地网, 连接方式见图13所示。此种方式主要适用于接入分散的、组合成小群的用户以及新建的用户光缆网。

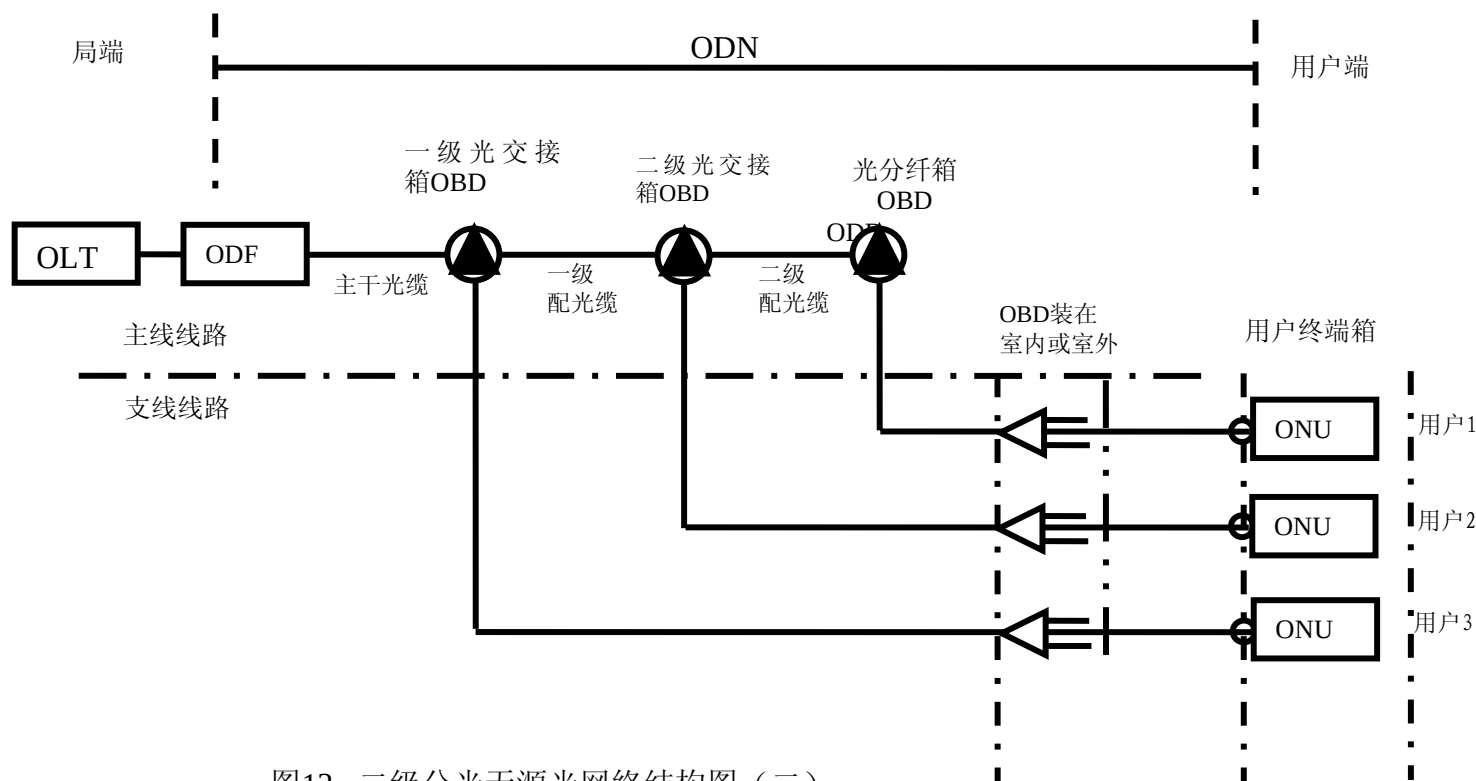


图13 二级分光无源光网络结构图（二）

9、设备安装设计

9.1 设备组网原则

9.1.1 FTTH在整个网络中的位置

公用电信传送网包括核心网和接入网，**FTTH**在整个网络中的位置如图14所示。

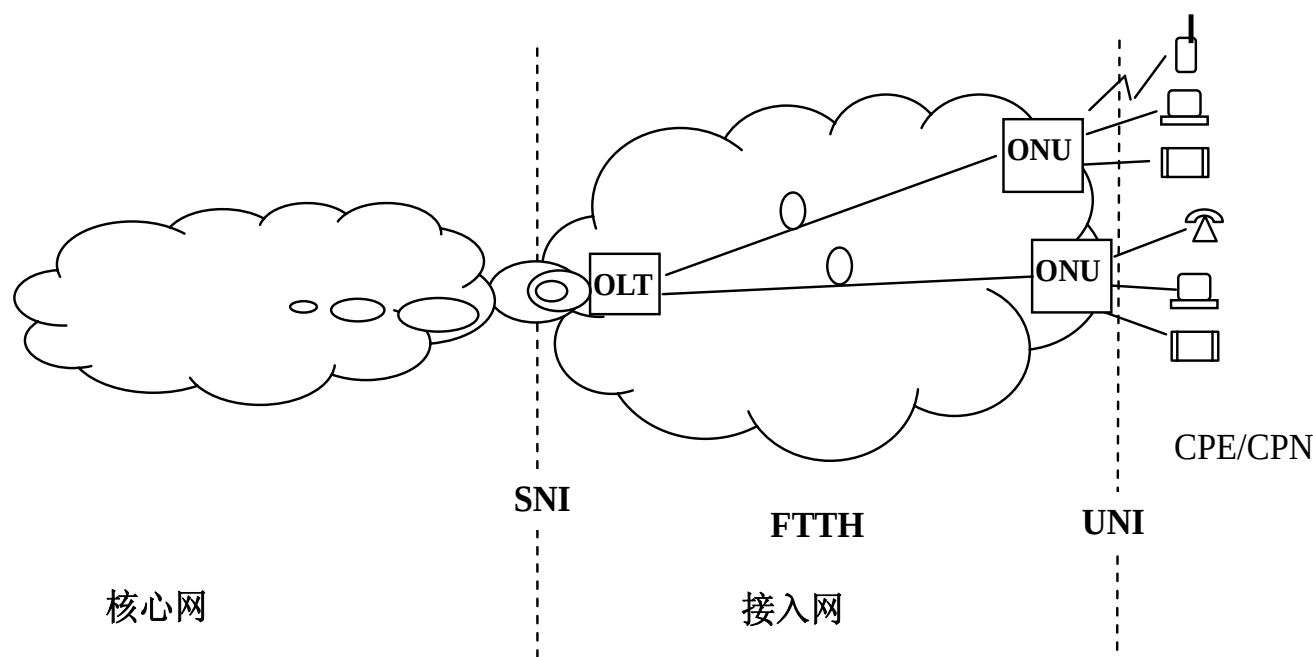


图14 FTTH在整个网络中的位置示意

图15是**FTTH**与其它网络实体之间连接的示意。**CPE/CPN**通过用户网络接口（**UNI**），连接到**FTTH**。**FTTH**可以通过业务节点接口（**SNI**）连接到业务节点（**SN**）。**FTTH**通过网络管理接口（**NMI**）连接电信管理网。原则上对**FTTH**可实现的**UNI**和**SNI**的类型和数目没有限制。

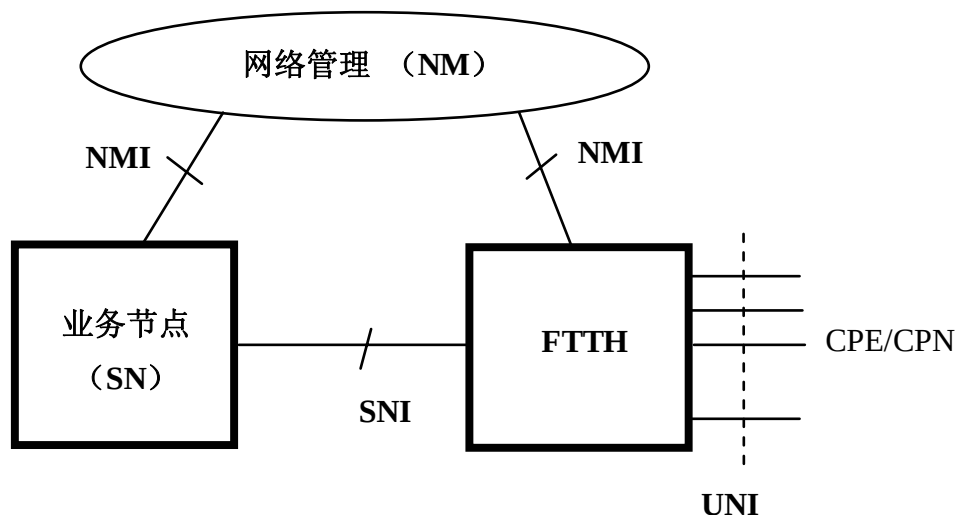


图15 FTTH与其它网络的连接参考

9.1.2 在FTTH系统承载以太网/IP类业务时，应定位于二层接入网络，OLT宜直接上联IP城域网的业务接入控制层（SR/BRAS）；在SR/BRAS端口资源不足时，OLT可以通过以太网级联方式或增加汇聚交换机上联至SR/BRAS，级联级数应符合IP城域网相关建设指导意见。

9.1.3 对于重要的OLT节点，应对其上联中继链路实现双归上联，并尽量对上联链路实行物理层保护。

9.1.4 OLT设备的PON口数量，宜根据需求除以65%冗余考虑，具体需求按照用户规模和ODN规划来确定。

9.1.5 OLT设备网络侧接口应根据提供业务的需求配置，具体要求如下：

- 1) OLT提供GE/FE接口与SR/BRAS连接。GE口采用光接口，一般宜用于除VOIP业务之外的以太网/IP类业务上联，业务量较大时配置多个端口并可通过端口区分业务；FE口视SR/BRAS侧端口类型及传输方式来选择配置光口或电口，一般宜用于VOIP业务上联，VOIP业务上联也可以通过SR以后再分离。
- 2) OLT可提供N×64kbit/s、E1/T1、E3/T3、STM-1等接口与SDH/DDN/FR/ATM网络互联。
如需提供CATV业务，OLT应配置WDM模块及CATV接口。

9.2 容量测算

在估算**OLT**设备个数和容量时，可采用等效用户数指标。根据**OLT**所覆盖的地理区域、用户分布特点等，预测规划期内分年度**OLT**需要覆盖的大致用户规模。再根据**OLT**的等效用户容量，并结合**ODN**组网规划，就可以估算出规划期内每年需要的**OLT**数量和用户容量。

9.3 带宽测算原则

9.3.1 带宽测算原则如下：

1) 结合经营策略和业务性质，为不同客户群、不同业务分配相应的带宽，表5是典型业务带宽需求的参考模型；

表5 典型业务带宽需求的参考模型

业务类型	下行带宽	上行带宽
上网业务	2M	1M
网络游戏	300K	300K
IPTV 视频（标清）	2M	
IPTV 视频（高清）	6M	
VOD	3M	
语音电话	100K	100K
可视电话	1M	1M
Peer to Peer	4M	4M
TDM 专线	N×64K或2M	N×64K或2M

注：上网业务带宽需求可根据不同地区、不同用户群实际情况设定，**Peer to Peer**带宽可根据运营情况设定。

2) 充分利用**FTTH**系统的动态带宽分配 (**DBA**) 性能, 要保证**PON**系统内不同性质用户的基本可用带宽, 专线接入用户和高优先级业务的带宽要优先保证, 同时应对用户的最大可用带宽进行限速;

3) 每个**PON**系统的测算带宽不能超出**PON**系统的可用带宽, 且应考虑一定的冗余, 合理分配每个**PON**系统覆盖的用户数;

4) 对于**IPTV**组播业务, 宜将 **OLT**设置为组播复制点。

9.3.2 EPON系统可用带宽如表6所示:

表6 EPON系统可用带宽

FTTH技术		EPON
技术标准		IEEE 802.3ah
线路速率 (Mbit/s)	下行	1250
	上行	1250
线路编码		8B/10B
线路编码效率		80%
PON MAC/TC层效率		~98%
可用带宽 (Mbit/s)	下行	980
	上行	950

9.3.3 业务分布测算方法

根据用户分布和开通的业务情况，估算各种业务的用户所占总用户的比率，实际网络应用中，单个用户以使用单一业务为主，因而可按照单个用户使用某一特定业务的模型来进行业务分布测算。

9.3.4 带宽测算

FTTH网络的带宽测算包括两个方面的内容：

- 单个**PON**系统内的带宽测算
- **OLT**上联的带宽测算

对单个**PON**系统内带宽测算，应考虑该**PON**系统内所有**ONU**所产生的流量是否满足系统要求，对**OLT**上联的带宽测算，需要考虑所有**PON**口所带的全部**ONU**所产生的流量（一般**OLT**包括多个**PON**口）。

计算公式如下：

$$\frac{\sum_{\text{所有业务}} (\text{业务分配带宽} \times \text{业务用户比率} \times \text{集中比} \times \text{流量占空比}) \times \text{总用户数}}{\text{带宽冗余系数}}$$

➤ 业务分配带宽参照表5；

◇ OLT网络侧以太网上联带宽测算时，不计TDM专线业务带宽；

◇ 而对于PON系统内带宽测算，考虑到EPON对TDM业务承载效率约为50%；

◇ 对于IPTV业务，其占用带宽根据IPTV内容分发所需带宽测算。

➤ 业务用户比率、总用户数：OLT上联带宽测算时对应OLT带的所有用户，PON系统内带宽测算时对应PON带的所有用户。

➤ 集中比：可根据不同地区、不同客户群实际情况进行设定，可取1/2。对于FTTH用户，集中比算在OLT上；对于FTTB/C/Cab用户，集中比算在LAN交换机或DSLAM上。

➤ 流量占空比：一般可取50%

➤ 带宽冗余系数：建议PON系统内取90%，OLT上联取65%。

9.4 VLAN划分原则

FTTH网络的VLAN划分应遵循以下原则：

- 1) 采用VLAN隔离方式来区分业务分类和业务等级；
- 2) VLAN的分配参考现行带宽接入网的分配原则，尽量做到每个用户和每种业务分配不同的VLAN（可采用QinQ方式），VOIP业务也可以采用相同的VLAN。

9.5 IP地址规划原则

FTTH网络的IP地址规划应遵循以下原则：

- 1) 综合考虑全IP网进行地址分配，尽量节省IP地址，充分考虑网络安全性能；
- 2) OLT、ONU设备应分配网管用静态IP地址；
- 3) 各用户设备IP地址可根据相应业务需要，选择动态分配(由BRAS或DHCP Server分配)或静态分配。

9.6 OLT设备安装设计

9.6.1 为便于运行维护，降低维护成本，光线路终端(OLT)设备宜集中安装在端局，也可以分散安装，利用已有的接入网机房、住宅小区中心机房等，由于OLT设备用户容量集成度较高，一般不宜单独安装，设计时应根据覆盖范围内的用户数、通信管道、光缆引入等因素综合考虑，将OLT设备安装在最经济、最合适的位置。

9.6.2 机房机架采用双面安装时，列间距离不宜小于**1.2 m**；单面安装列间距离不宜小于**1.0m**；机架正面距墙不宜小于**0.8m**；机架背面距墙不宜小于**0.8m**；机房主要走道宽度不宜小于**1.3m**，次要走道宽度不宜小于**0.8m**，当接入网机房有效面积不能满足以上要求时，可以参照中国电信集团公司企业标准《用户驻地网通信设施设计规范》中的规定作调整，详见机房内设备架间最小间距参考表7。

表7 机房内设备架间最小间距参考表

序号	走道位置	最小间距 (m)
1	设备机架列端主要维护通道要求	≥ 0.8
2	设备机架列端次要维护通道要求	≥ 0.6
3	设备机架列间距离	≥ 0.6
4	设备面对墙的间距	≥ 0.7
5	设备侧面对墙的间距	≥ 0.1





9.6.3 机房宜采用上走线铁架安装方式，通信线缆应与电源电缆分开布放，如无条件分开时,电源线应穿金属管或采用铠装电缆，并在两端应有良好的接地。

9.6.4 机架的安装应按七度抗震设防烈度要求进行加固，其加固方式应符合《电信设备安装抗震设计规范》**YD 5059-2005**有关要求。

9.6.5 机房设备安装和线缆敷设完毕后，应将所有预留的孔洞，用防火材料封堵。

9.7 机房位置选择原则

原则上不单独新建**OLT**机房，当受到各种条件限制**OLT**设备必须安装在远端时，其机房位置选择应满足如下原则：

9.7.1 机房应远离易燃、易爆、强电磁干扰（大型雷达站、发射电台、变电站）等场所；机房不应与水泵房及水池相毗邻，机房的正上方不应有卫生间、厨房等宜积水建筑。

9.7.2 机房宜设置在用户线路中心位置，并且应满足通信管线进出方便的要求。

9.7.3 机房通常宜设置在建筑物的底层。如能满足相关温湿度、通风条件，并且该建筑物有地下二层时，机房也可设在地下一层。

9.7.4 机房应选择在条件良好、环境安全、便于维护的位置，尽量避免设在地势低洼地区及化学腐蚀严重地区。

9.8 机房要求

9.8.1 机房面积应根据所需安装的设备终期容量确定，机房面积一般不宜小于**10m²**（宽度不小于**3m**），但不宜低于**6m²**，机房梁下净高应不低于**2.6 m**。

9.8.2 机房地坪的等效均布活动荷载应大于**4.5kN/m²**。如部分面积的荷载超重，应进行局部加固。

9.8.3 机房门宽度不宜小于**1.2m**，门高不宜小于**2.1m**。机房的门应向外开启。

9.8.4 机房温度和湿度应能满足设备对工作环境要求。

设备的工作环境要求一般为： 温度：**0~40℃**

湿度：**10%~90%(非凝结)**

9.8.5 机房内应洁净、防尘、防静电。防静电措施应符合《通信机房静电防护通则》**YD/T 754-95**的要求。

9.8.6 机房内电磁干扰应满足以下要求:

- 1) 电场强度小于**130 dB** ($\mu\text{V/m}$)。
- 2) 磁场强度小于**800 (A/m)**。

9.8.7 机房内的背景噪声不宜大于**60 dB**。

9.8.8 机房的照明为一般照明,水平照度不应低于**150 Lx** ;并设置供电时间不低于**20 min**的应急照明,其照度不应低于**5 Lx**。灯具宜采用三基色荧光灯,灯具应布置在机架列间,吸顶安装。

9.8.9 机房严禁漏水、渗水。煤气管、给、排水管、电力及等与通信无关的管线不得穿越机房。

9.9 机房装修要求

9.9.1 机房不宜设置吊顶及敷设活动地板，利用现有已铺设防静电活动地板的机房，其活动地板的接地应良好，系统电阻值应符合 $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^{10} \Omega$ 的指标要求。

9.9.2 室内装修材料应采用绿色环保、非延燃材料，不得使用木地板、木护墙及可燃窗帘，机房的耐火等级不应低于二级，并宜设置火灾自动报警系。

9.10 ONU设备的安装设计

9.10.1 按照光纤到户（**FTTH**）原则，光网络单元(**ONU**)通常安装在用户家中，安装方式大致有三种：安装在预埋的综合信息箱中、挂墙明装方式、安装在的桌面或用户指定的位置。

9.10.2 光网络单元(**ONU**)应根据建筑物提供的安装条件和用户要求，选择合适的安装位置。但应避免安装在潮湿、高温、强磁场干扰源的地方。对于住宅用户，**ONU**宜安装在与用户家庭布线系统汇聚点同一位置。对于有内部局域网的企事业用户，**ONU**应安装在用户网络设备处。

9.10.3 当光缆无条件直接到达用户家庭时，在安装环境许可的情况下，**ONU**可以安装在楼层的弱电竖井或其他合适的位置。

9.10.4 **ONU**设备安装位置附近应能提供**220V/30W**交流电源，并带接地保护的三眼插座。

9.11 电源及接地设计要求

9.11.1 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。

9.11.2 机房的防雷、接地、雷电过电压保护设计应符合 **YD5098-2005** 《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》。

9.11.3 通信电源设备安装设计应符合 **YD/T5040-2005** 《通信电源设备安装工程设计规范》。

10.ODN设计原则

10.1 主干光缆以及配光缆设计原则

主干光缆以及配光缆设计按照信息产业部**YD5006-2003**《本地电话网用户线路工程设计规范》执行。

10.2 入户光缆线路设计原则

10.2.1 住宅用户和一般企业用户一户配一芯光纤。对于重要用户或有特殊要求的用户，应考虑提供保护，并根据不同情况选择不同的保护方式。

10.2.3 在楼内垂直方向，光缆宜在弱电竖井内采用电缆桥架或电缆走线槽方式敷设，电缆桥架或电缆走线槽宜采用金属材质制作，线槽的截面利用率不应超过**50%**。在没有竖井的建筑物内可采用暗管方式敷设，暗管宜采用钢管或阻燃硬质**PVC**管，管径不宜小于 ϕ **50mm**。直线管的管径利用率不超过**60%**，弯管的管径利用率不超过**50%**。

10.2.4 楼内水平方向光缆敷设可预埋钢管和阻燃硬质**PVC**管或线槽，管径宜采用 $\phi 15$ - $\phi 25$ mm，楼内暗管直线预埋管长度应控制在**30**米内，长度超过**30**米时应增设过路箱，每一段预埋管的水平弯曲不得超过两次，不得形成**S**弯，暗管的弯曲半径应大于管径**10**倍，当外径小于**25 mm**时，其弯曲半径应大于管径**6**倍，弯曲角度不得小于**90**度。

10.2.5 光缆桥架和线槽安装设计

1) 光缆线槽、桥架安装的最低高度应高出地坪**2.2m**以上。顶部距楼板不宜小于**0.3m**，在过梁或其他障碍物处不宜小于**0.1m**；

2) 水平敷设桥架、线槽时在下列情况应设置支架或吊架：

- a)** 桥架、线槽接头处；
- b)** 每隔**2m**处；
- c)** 距桥架终端**0.5m**；
- d)** 转弯处。

3) 桥架、线槽在垂直安装时，固定点间距不应大于**2m**，距终端及进出箱（盒）不应大于**0.3m**，安装时应注意保持垂直、排列整齐、紧贴墙体；

4) 线槽不应在穿越楼板或墙体处进行连接。

7.2.6 入户光缆进入用户桌面或家庭做终结有两种方式：采用**A-86**型接线盒或家庭综合信息箱。设计可根据用户的需求选择合适的终结方式，应尽量在土建施工时预埋在墙体内部。

10.2.7 楼层光分纤箱及用户光缆终端盒安装设计

- 1) 楼层光分纤箱、过路箱等必须安装在建筑物的公共部位，应安全可靠、便于维护；
- 2) 楼层光分纤箱安装高度，箱体底边距地坪**1.2m**为宜；
- 3) 用户端光终端盒宜安装固定在墙壁上，盒底边距地坪**0.3m**为宜；
- 4) 在用户家庭采用综合信息箱作为终端时，其安装位置应选择在家庭线布线系统的汇聚点，线路进出和维护方便位置。箱内的**220V**电源线布放应尽量靠边，电源线中间不得做接头，电源的金属部分不得外露，通电前必须检查线路是否安装完毕，以防发生触电等事故；
- 5) 采用**A86**作为光终端盒时，设置位置应选择在隐蔽便于跳接的位置，并有明显的说明标志，避免用户在二次装修时损坏，同时应考虑为**ONU**提供**220V**电源。

10.2.8 引入壁龛箱、过路箱的竖向暗管应安排在箱内一侧，水平暗管可安排在箱体的中间部位，暗管引入箱内的长度不应大于**10-15mm**，管子的端部与箱体应固定牢固。

10.2.9 对于没有预埋穿线管的楼宇，入户光缆可以采用钉固方式沿墙明敷。但应选择不易受外力碰撞，安全的地方。采用钉固式时应每隔**30cm**用塑料卡钉固定，必须注意不得损伤光缆，穿越墙体时应套保护管。皮线光缆也可以在地毯下布放。

10.2.10 在暗管中敷设入户光缆时，可采用石蜡油、滑石粉等无机润滑材料。竖向管中允许穿放多根入户光缆。水平管宜穿放一根皮线光缆，从光分纤箱到用户家庭光终端盒宜单独敷设，避免与其他线缆共穿一根预埋管。

10.2.11 明敷上升光缆时应选择在较隐蔽的位置，在人接触的部位，应加装**1.5m**引上保护管。

10.2.12 线槽内敷设光缆应顺直不交叉，光缆在线槽的进出部位、转弯处应绑扎固定；垂直线槽内光缆应每隔**1.5m**固定一次。

10.2.13桥架内光缆垂直敷设时，自光缆的上端向下，每隔**1.5m**绑扎固定，水平敷设时，在光缆的首、尾、转弯处和每隔**5-10m**处应绑扎固定。

10.2.14在敷设皮线光缆时，牵引力不应超过光缆最大允许张力的**80%**。瞬间最大牵引力不得超过光缆最大允许张力**100N**。光缆敷设完毕后应释放张力保持自然弯曲状态。

10.2.15皮线光缆敷设的最小弯曲半径应符合下列要求：

- 1)**敷设过程中皮线光缆弯曲半径不应小于**40mm**；
- 2)**固定后皮线光缆弯曲半径不应小于**15mm**。

10.2.16当光缆终端盒与光网络终端（**ONU**）设备分别安装在不同位置时，其连接光跳纤宜采用带有金属铠装光跳纤。

10.2.17当光网络终端（**ONU**）安装家庭综合信息箱内时，可采用普通光跳纤连接。

10.2.18 布放皮线光缆两端预留长度应满足下列要求：

- 1) 楼层光分路箱一端预留**1m**；
- 2) 用户光缆终端盒一端预留**0.5m**；

10.2.19 皮线光缆在户外采用挂墙或架空敷设时，应采用自承皮线光缆，应将皮线光缆的钢丝适当收紧，并固定牢固。

10.2.20 皮线光缆不能长期浸泡在水中，一般不适宜直接在地下管道中敷设。

10.2.21 入户光缆接续要求

1) 光纤的接续方法按照使用的光缆类型确定，使用常规光缆时宜采用热熔接方式，在使用皮线光缆，特别对于单个用户安装时，建议采用冷接子机械接续方式。

2) 光纤接续衰减

a) 单芯光纤双向熔接衰减(OTDR测量)平均值应不大于**0.08dB/芯**；

b) 采用机械接续时单芯光纤双向平均衰减值应不大于**0.15dB/芯**。

3) 皮线光缆进入光分配箱，采用冷接子机械接续时，在接续完必后，尾纤和皮线光缆应严格按照光分纤箱规定的走向布放，要求排列整齐，将冷接子和多余的尾纤和皮线光缆有序地盘绕和固定在熔接盘中。

4) 用户光缆终端盒一侧采用快接式光插座时，多余的皮线光缆顺势盘留在**A86**接线盒内，在盖面板前应检查光缆的外护层是否有破损、扭曲受压等，确认无误方可盖上面板。

10.3 光分路器(OBD)配置原则

10.3.1 光分路器（OBD）常用的光分路比为：**1:2、1:4、1:8、1:16、1:32**五种，需要时也可以选用**2:N**光分路器或非均分光分路器。

10.3.2 ODN总分光比应根据用户带宽要求、光链路衰减等因素确定。光分路器（OBD）的级联不应超过二级。当采用**EPON**时，第一级和第二级光分路器（OBD）的分路比乘积不宜大于总分路比，表**8**为光分路器（OBD）常用组合（非均分光分路器除外）：

表8 光分路器（OBD）的常用分路器组合表

连接方式	第一级分路比	第二级分路比	总分路比
一级分光	1: 32	/	32
二级分光	1: 2	1: 16	32
二级分光	1: 4	1: 8	32

10.3.3设计时必须考虑设备（**OLT**）每个**PON**口和光分路器（**OBD**）的最大利用率，应根据用户分布密度及分布形式，选择最优化的光分路器组合方式和合适的安装位置。

10.3.4为了控制工程初期建设的投资，在用户对光纤到户的需求不明确时，特别对于采用一级分光结构，集中安装光分路器的光分配网络，光分路器可按照覆盖范围内户数的**20%~30%**配置，设计时必须预留光分路器的安装位置，便于今后扩容，但配光缆应参照一户一芯配置原则，按最终用户数一次敷设到位（不包括皮线光缆）。

10.3.4对于有明确需求的住宅小区、高层建筑、高档别墅区等，如对光纤到户的需求达到系统容量的**60%**以上时，光分路器可以一次性配足。

10.3.5对于商务楼、办公楼、企业、政府机关、学校等，具有自备自维局域网的用户，可提供光分路器端口，光缆宜布放到用户局域网机房。

10.3.6对于高档宾馆、学生公寓等，应根据用户需要，可采用光纤到客房、光纤到桌面的方式，光分路器应一次配足。

10.4活动连接器配置原则

10.4.1由于受系统光功率预算的限制，设计中应尽量减少活动连接器的使用数量。

10.4.2在光纤链路中插入光分路器后，故障点的查找比较困难。为了便于光缆线路的维护和测试，光分路器引出纤与光缆的连接宜采用光活动连接器。

10.4.3活动连接器的型号应一致。采用单纤两波方式时，可采用**PC**型。当采用第三波方式提供**CATV**时，无源光网络全程应采用**APC**型的活动连接器。

10.4.4在用户光缆终端盒中，光适配器宜采用**SC**型，光适配器应向下倾斜**45**度，并带保护盖。面板应有警示标志提醒操作人员或用户保护眼睛。

10.5 光分路器（OBD）安装设计

10.5.1 无论采用何种光分路器，光分路器本身必须封装在密封盒内，光分路器引出软光纤一般宜采用**2.0mm**外护套软光纤，由于**1:32**光分路器引出软光纤数量较多，建议采用**0.9mm**外护套软光纤。

10.5.2 安装在**19**英寸标准机架内置式光分路框的光分路器，其引出软光纤长度宜控制在**600mm**，安装在墙式光分路箱的光分路器，其引出光纤软光纤长度宜控制在**900mm**，安装在户外型落地式光分路箱的光分路器，其引出软光纤长度宜控制在**1500mm**。

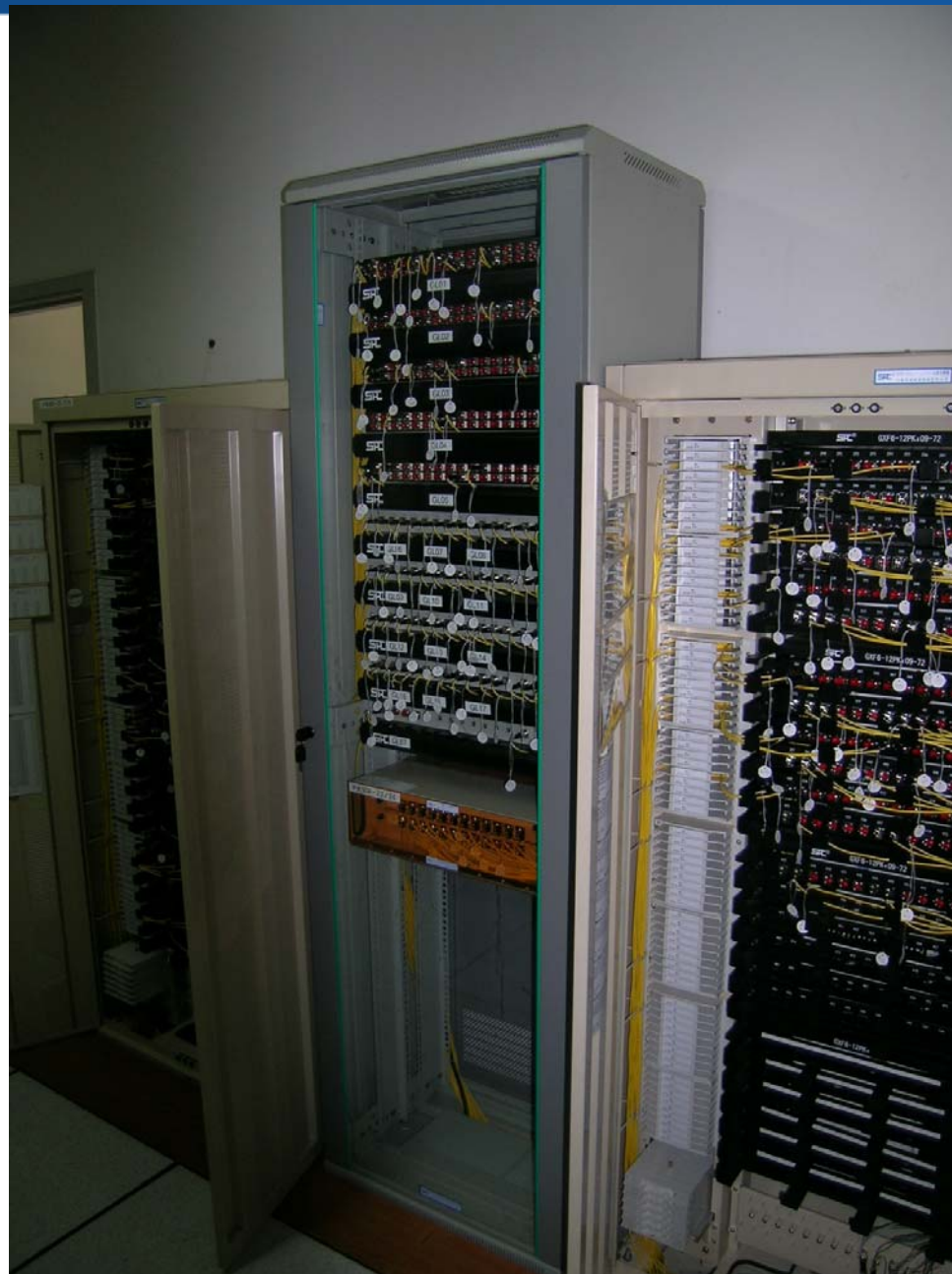
10.5.3 光分路箱的设置位置必须安全可靠，便于施工及维护。设计时应考虑光缆网结构的整体性，具有一定的通融性、灵活性，并注意环境美化和隐蔽性。

10.5.4 光分路器安装位置可选在小区的电信机房、电信交接间、弱电竖井、楼层电信壁龛箱等室内。也可以安装在光交接箱、光分纤箱，光接头盒或采用户外型光分路箱单独安装等，安装位置必须安全可靠。

10.5.5光分路器必须安装在具有防尘、防潮功能的箱（框）内，箱（框）可以有多种结构形式，如：户外落地式光分路箱、户外挂墙式光分路箱、室内明装挂墙式光分路箱、室内暗装埋墙式光分路箱、**19**英寸标准机架内置式光分路框。

10.5.6室外安装箱体处于锁闭状态时，其防护性能应符合**GB4208**标准中**IP65**级。

10.5.7光分路箱（框）的容量以光分路器数与分路比的乘积表示，每个光分路箱（框）内宜安装同一种分路比的光分路器。



1*1:32光分路框

3*1:4光分路框

馈线光缆

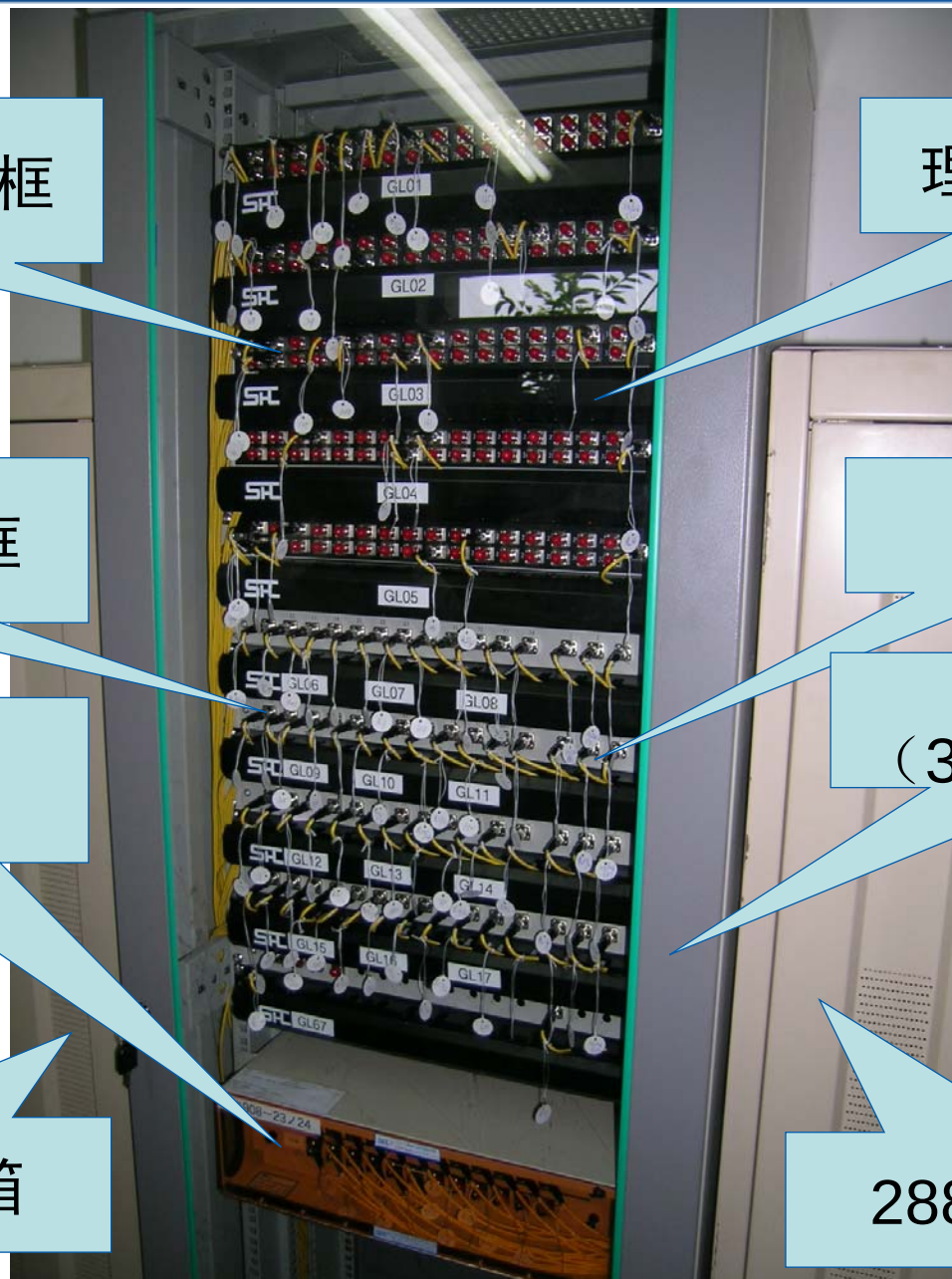
288心光交接箱

理线架隔列安装

输入端

19英寸机架
(300*600*2000)

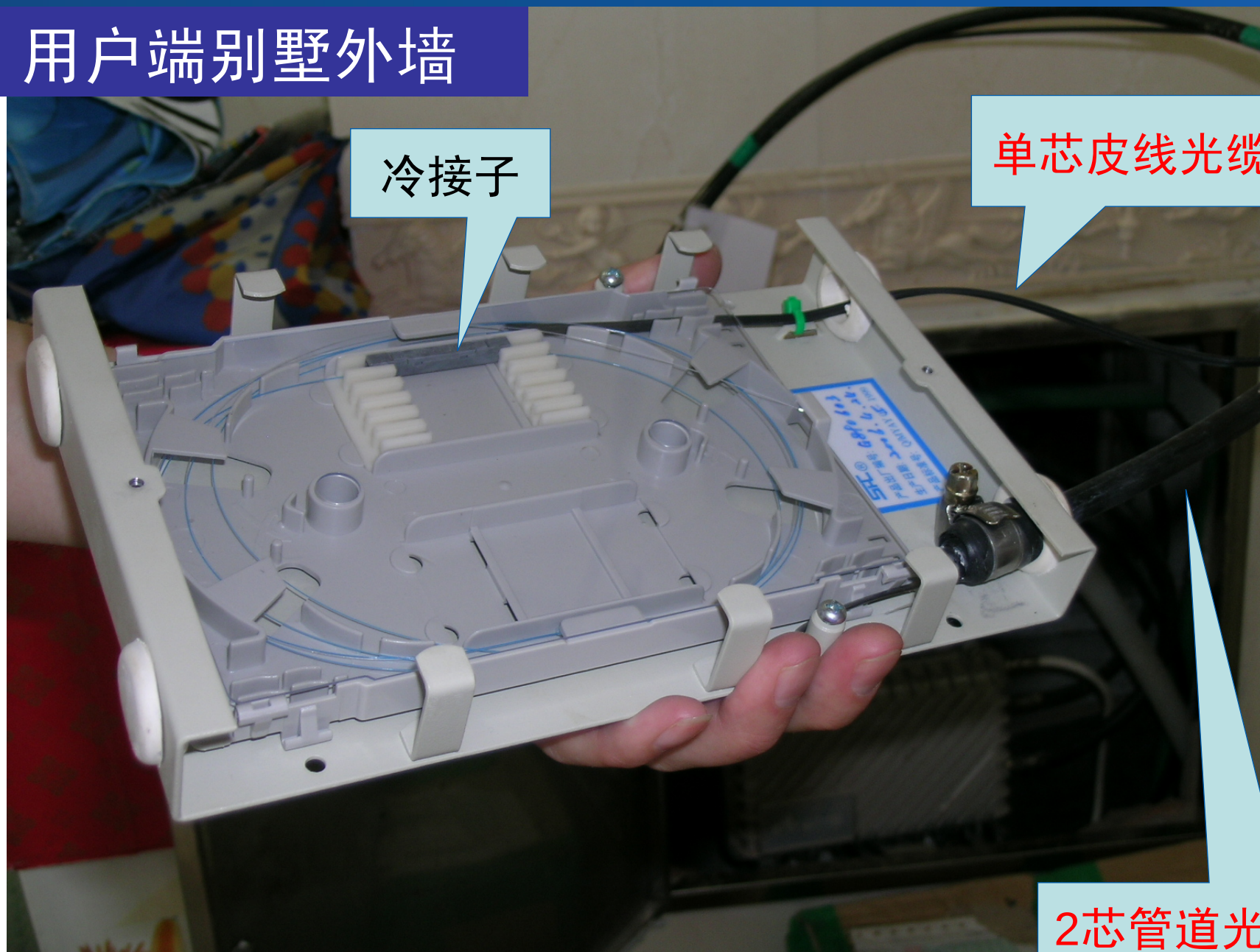
288心光交接箱







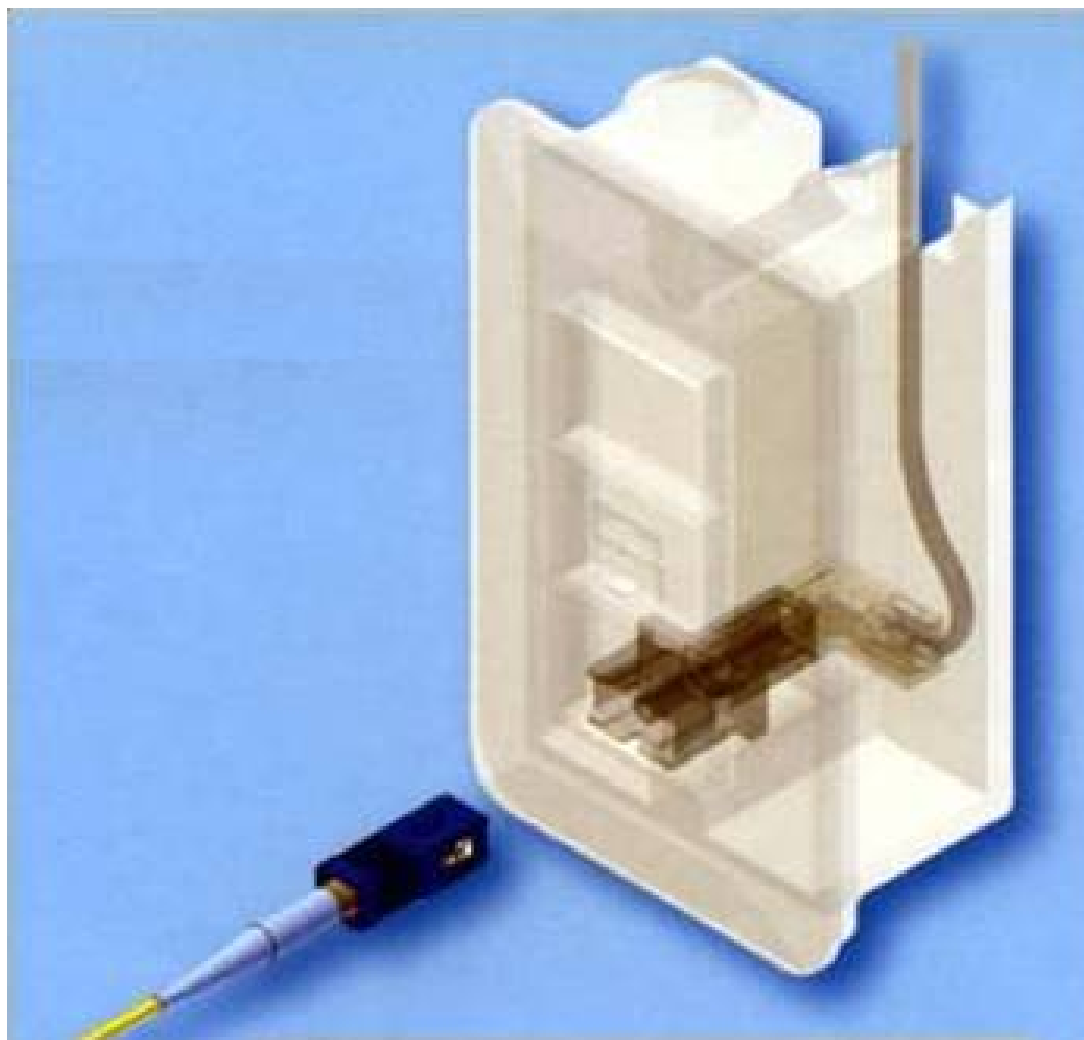
用户端别墅外墙

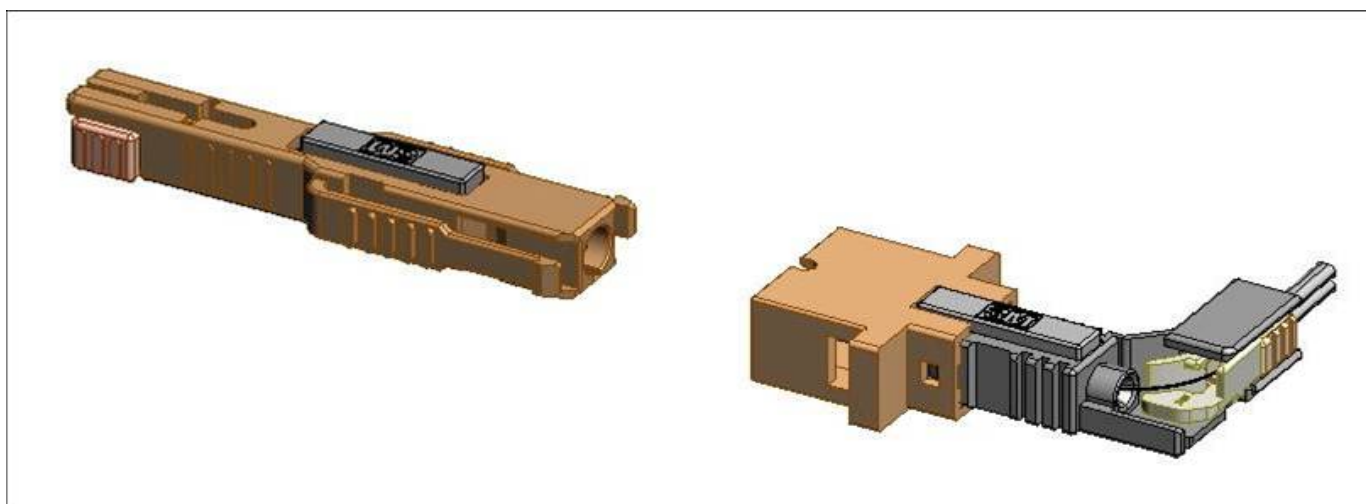


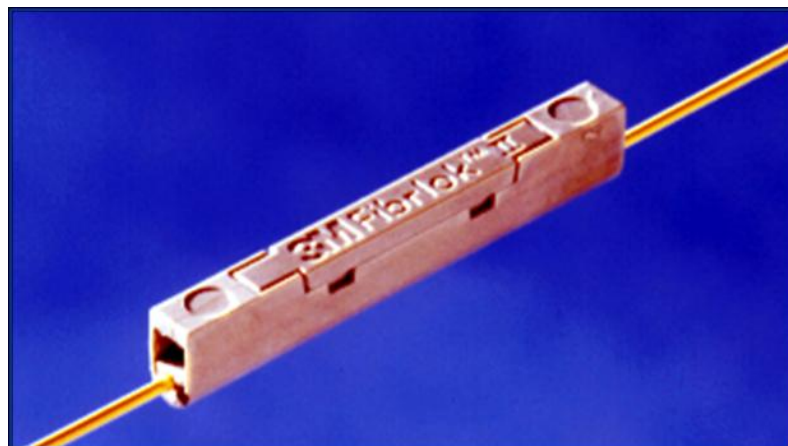
冷接子

单芯皮线光缆

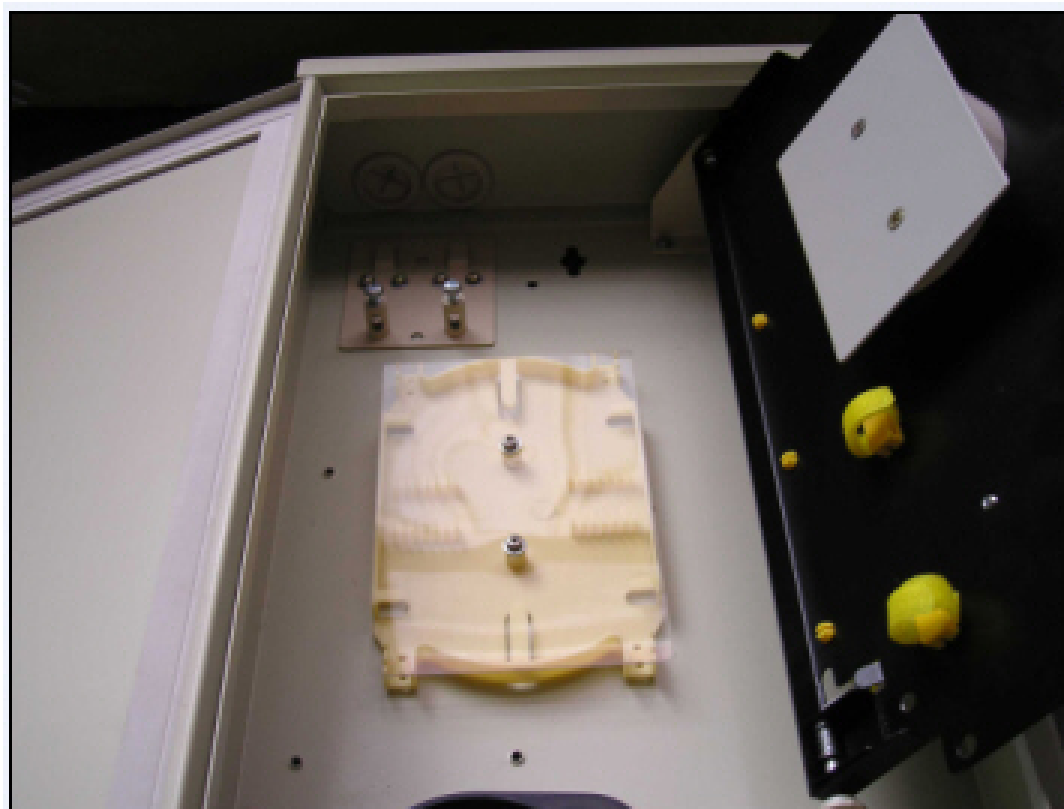
2芯管道光缆











10.6 光通道衰减核算

ODN的光功率衰减与OBD的分路比、活动连接数量、光缆线路长度等有关，设计时必须控制ODN中最大的衰减值，使其符合系统设备OLT和ONU PON口的光功率预算要求见表1。

ODN光通道衰减所允许的衰减定义为**S/R**和**R/S**参考点之间的光衰减，以**dB**表示。包括光纤、光分路器、光活动连接器、光纤熔接接头所引入的衰减总和。

在设计过程中应对无源光分配网络中最远用户终端的光通道衰减核算，采用最坏值法进行**ODN**光通道衰减核算。图16为**ODN**光通道模型。

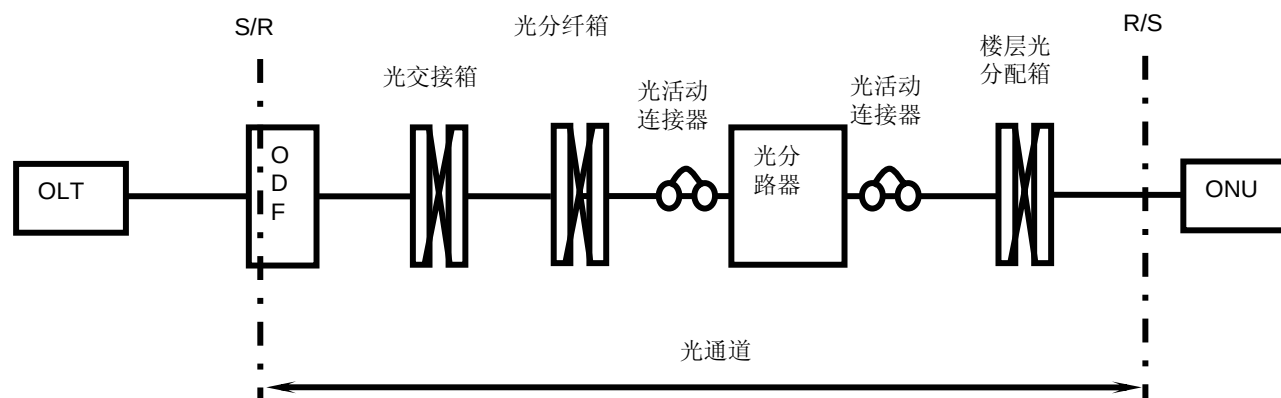


图16 ODN光通道模型

核算公式：

$$\text{ODN光链路衰减} = \sum_{i=1}^n Li + \sum_{i=1}^m Ki + \sum_{i=1}^p Mi + \sum_{i=1}^h Fi \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

$$\text{ODN光链路衰减} + \text{Mc} \leq \text{系统允许的衰减} \quad (2)$$

公式中： $\sum_{i=1}^n Li$ ：为光通道全程n段光纤衰减总和；

$\sum_{i=1}^m Ki$ ：为m个光活动连接器插入衰减总和；

$\sum_{i=1}^p Mi$ ：为f个光纤熔接接头衰减总和；

$\sum_{i=1}^h Fi$ ：为h个光分路器插入衰减总和；

Mc：光纤富余度

计算时相关参数取定:

1) 光纤衰减取定: **1310nm**波长时 取**0.36dB/km**
 1490nm波长时 取**0.22dB/km**

2) 光活动连接器插入衰减取定: **0.5dB/个**

3) 光纤熔接接头衰减取定:

- 分立式光缆光纤接头衰减取双向平均值为: **0.08dB/每个接头**;
- 带状光缆光纤接头衰减取双向平均值为: **0.2dB/每个接头**;

4) 冷接子双向平均值**0.15 dB/每个接头**;

5) 计算时光分路器插入衰减参数取定见表9;

表9

分光器典型插入衰减参考值

分光器类型	1:2	1:4	1:8或2:8	1:16或2:16	1:32或2:32
FBT或PLC	$\leq 3.6\text{dB}$	$\leq 7.3\text{dB}$	$\leq 10.7\text{dB}$	$\leq 14.0\text{dB}$	$\leq 17.7\text{dB}$

6) 光纤富余度Mc

当传输距离 ≤ 5 公里时, 光纤富余度不少于**1 dB**;

- 当传输距离 ≤ 10 公里时, 光纤富余度不少于**2 dB**;
- 当传输距离 > 10 公里时, 光纤富余度不少于**3 dB**;

10.7 光缆线路测试

对光缆线路的测试分二个部分：分段衰减测试和全程衰减测试。

1. 采用**OTDR**对每段光链路进行测试。测试时将光分路器从光线路中断开，分段对光纤段长逐根进行测试，测试内容包括在在**1310nm**波长的光衰减和每段光链路的长度，并将测得数据记录在案，作为工程验收的依据。

2. 全程衰减测试采用光源、光功率计，对光链路对**1310nm**、**1490 nm**和**1550nm**波长进行测试，包括活动光连接器、光分路器、接头的插入衰减。同时将测得数据记录在案，作为工程验收的依据。测试时应注意方向性，既上行方向采用**1310 nm**测试，下行方向采用**1490nm**和**1550nm**进行测试。不提供**CATV**时，可以不对**1550nm**进行测试。

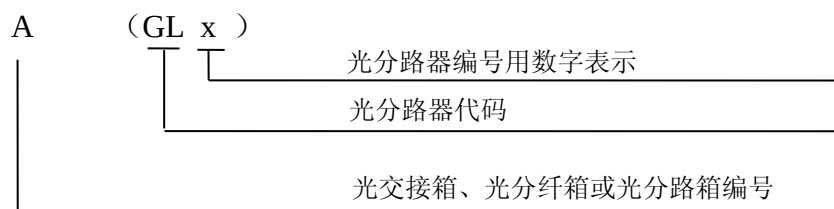
•附件一： 光分路器命名规则(规范性附件)

由于各地区现行的命名规则有差异，因此在对光分路器命名时字符长度可作调整。

1. 光分路箱（框）的命名规则

光分路箱命名按照光交接箱及光分纤箱命名办法，仅在箱子容量表示方法不同，例如**P170-2/3*1:32**：表示浦东电信局第**170**号光交接箱下第**2**号、容量为可安装**3**个**1:32**光分路器的光分路箱。

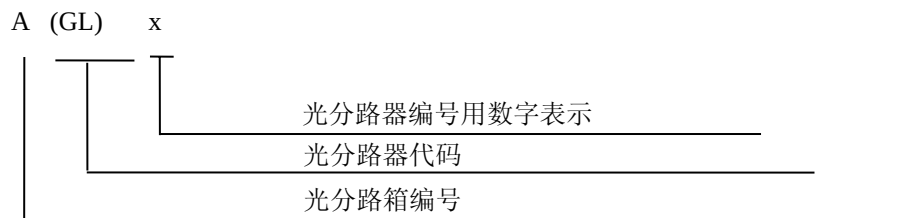
2. 第一级光分路器命名规则



实例1： P光170-1/6*1:32（GL01）：表示在浦东电信局第**170**号光交接箱下**1**号光分路箱，光分路箱容量为**6**个**1:32**，第一个**1:32**光分路器。

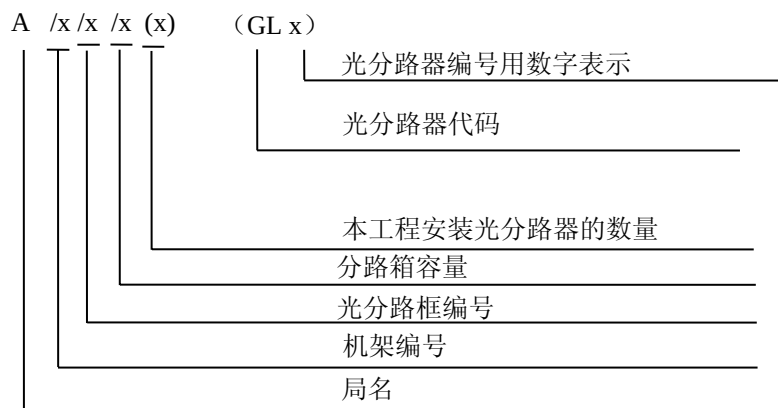
实例2： P光908/288/2*1:4（GL03）：表示在浦东电信局第**908**号**288**芯光交接箱内的容量为**2*1:4**光分路框内的**3**号光分路器。

3. 第二级光分路器命名规则



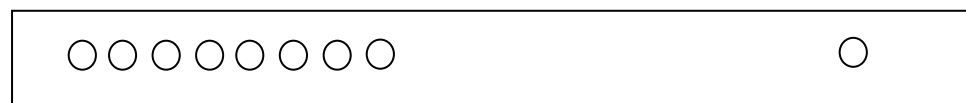
实例3：N96/2*1:8（GL05）：表示在南区局第**96**号光分路箱的容量为**2*1:8**，装有编号为**5**号的光分路器。

4. 光分路器安装在局端，并采用标准机架式光分路框时，光分路器的命名规则：



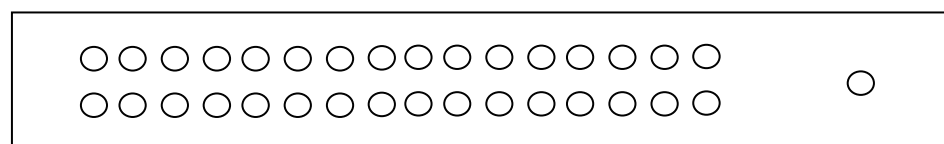
实例4：东昌2/12/1/3*4（GL02）表示在东昌局第二传输机房机架**12**，第一框，容量为**3*4**第**2**号光分路器，光分路比为**1:4**。

5. 光分路器端口编号规则：将光分路器光纤引出端面向自己，左侧为出、右侧为入，左面第一芯为“**1**”如下图所示：



1 输出端 8 引入端

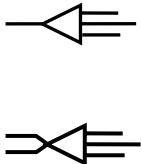
1 输出端 16



17 输出端 32 引入端

• 附件二： 图例(规范性附件)

图例用于设计本等文件。

序号	名称	图案	说明
1	光分路器	或 	由一个空心三角形和若干条线组成。其中，角上出一或二条线的主干方向，边上若干条线为支线方向。支线方向为三条短线，中间一条稍长。如三条线不足以表达情景时可以增加。
2	光分路箱		空心圆中包含一个实心三角形。
3	光线路终端OLT		一个空心长方形中包含大写的'OLT'字样。
4	光网络单元ONU		一个空心长方形中包含大写的'ONU'字样。

- 附件三： 光分路箱、光分路器编号管理 (参考性附件)
 - 1. 光分路箱、光分路器的编号统一由网运部线路中心管理。
 - 2. **ODN**设计人员应向线路中心申请新建光分路箱、光分路器的编号，并提供有关光分路箱容量、安装地点、分路比、新装光分路器数量、上联的光缆名称，以及相关的光交接箱、分纤箱的编号。
 - 3. 光分路箱、光分路器编号不可随意更改。
 - 4. 为了配合电信公司营业数据库系统的创建工作，便于资源的调度、新装、跳接、测试开通，设计文本中必须阐明下列内容：
 - 1)光分路器上联到端局的光缆名称（包括主干光缆和配光缆）；
 - 2)分光结构（一级、二级）；
 - 3)光分路器的分路比；
 - 4)各级光分路器的详细安装地址；
 - 5)各级光分路器所覆盖的范围；（可放号的范围）
 - 5. 设计文件中应将各级光分路器安装的详细信息填写在光分路器连接表中，以配合营业数据库系统的数据创建工作。连接表详见附表一、二。

• 附表一： 第一级光分路器连接表(参考性附件)

XX小区FTTH系统第一级光分路器连接表

序号	一级光分路器编号	安装地址	分路比	上联光缆名	端口号	下联光缆名	覆盖范围
1					1		
					2		
					3		
					4		
2					1		
					2		
					3		
					4		
3					1		
					2		
					3		
					4		
4					1		
					2		
					3		
					4		

• 附表二： 第二级光分路器连接表(参考性附件)

XX小区FTTH系统第二级光分路器连接表

序号	二级光分路器编号	光分路器安装地址	分路比	上联光缆名	端口号	覆盖用户地址
1					1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					6	
					7	
					8	
2					1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					6	
					7	
					8	

谢 谢！