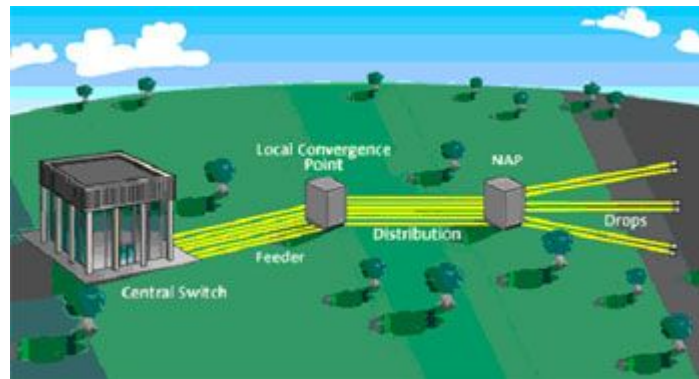




# 光纤到户 设计规范



1 总则	3	5.4 入户光缆设计要求	17
2 术语和定义	4	5.4.1 光缆选择	17
3 引用标准	6	5.4.2 分配原则	17
4 网络系统架构	7	5.4.3 工艺要求	17
4.1 网络组成	7	5.5 光分路器（ODF）的配置原则	19
4.2 光数据网	7	5.5.1 常用光分路比	19
4.2.1 定义	7	5.5.2 光分路比的确定	19
4.2.2 参考模型	8	5.5.3 级联级数的确定	19
4.2.3 基本传输原理	9	5.5.4 安装位置的确定	20
4.2.4 光分配网（ODN）的组成和基本功能	9	5.5.5 配置步骤	20
4.3 光广播电视网	10	5.5.6 工艺要求	20
4.3.1 定义	10	5.6 活动连接器配置原则	21
4.3.2 参考模型	10	5.7 光交箱的配置原则	22
4.3.3 基本传输原理	11	5.7.1 位置选择	22
4.3.4 光分配网（ODN）的组成	11	5.7.2 产品选择	23
5 光分配网（ODN）的设计原则	12	5.7.3 功能要求	24
5.1 设计界面划分	12	5.8 光通道衰减量核算	25
5.2 主干光缆设计要求	13	5.8.1 概述	25
5.2.1 概述	13	5.8.2 核算公式	26
5.2.2 光缆芯数计算方法	14	5.8.3 相关参数确定	27
5.3 配线光缆设计要求	15	6 常用图形符号	29
5.3.1 设计原则	15		
5.3.2 对光缆的要求	15		
5.3.3 综合考虑光缆芯数	15		
5.3.4 光缆芯数计算方法	15		

## 1 总则

1. 本规范是一般情况下的FTTH工程设计指导，如所设计工程有特殊要求，可在遵循设计原则的前提下灵活设计。
2. FTTH工程所用设备、器材，首先在省、市公司招标范围内进行选择，没有招标的，应选择符合国家、行业现行技术标准的定型产品。
3. 无源光网络中的光缆线路设计应统筹考虑，应当具有安全性、灵活性，应与业务发展相适应，并做到适度超前。
4. 为了充分发挥网络效益，便于日常维护，在网络建设的同时，应建立相应的网管系统。
5. 本规范与国家、行业有关现行体制、标准和规范有矛盾时，应以国家、行业的体制、标准和规范为准。

## 2 术语和定义

**2.0.1光分配网（ODN）：** FTTH 系统的重要组成部分，是 OLT 和 ONU 之间的光传输物理网络，通常由光缆、光连接器、光分路器以及安装、连接这些器件的配套设备组成。

**2.0.2光纤到户（Fiber To The Home, FTTH, 也称 Fiber To The Premises）：** 是一种光纤通信的传输方法，直接把光纤接到用户的家中（用户所需的地方）。

**2.0.3主干（馈线）光缆：** 光分配网中，从光线路终端OLT光连接器后的S/R参考点到光交箱第一级光分路器入口光连接器前的光纤链路。

**2.0.4 配线光缆：** 光分配网中，从光交箱第一级光分路器分支口光连接器后到单元（层间）光缆配线箱中入户皮线光缆连接点之前的光纤链路。如果电视采用FTTB结构，则是从光交箱第一级光分路器分支口光连接器后到光接收机光连接器前R/S参考点之间的光纤链路。

**2.0.5入户光缆：** 从单元（层间）光缆配线箱到用户家中的光缆，通常入户光缆采用皮线光缆。

**2.0.6用户光缆终端盒：** 提供光缆到达用户做终结的光纤保护盒，通常装有光接插件。

**2.0.7 光缆交接箱（简称光交箱）：**一般放置在主干光缆上，用于光缆分支，通常光缆交接箱是主干光缆和配线光缆的分界点。为主干光缆、配线光缆提供光缆成端、跳接等功能。光缆引入光缆交接箱后，经固定、端接、配纤以后，使用跳纤将主干层光缆和配线层光缆连通。

**2.0.8 光缆分纤箱，**通常是指连接配线光缆与入户皮线光缆的连接设备，即：将大芯数的光缆分成很多独立的入户光纤，只是起一个分光纤的作用，不起分光的作用。

**2.0.9 光分路器箱，**就是把光缆分纤箱加上一个光分路器，就成了光分路器箱。

**2.0.10 光缆配线箱，**是光缆分纤箱和光分路器箱的统称，其内涵更加广泛。适用于光缆与光通信设备的配线连接，通过配线箱内的适配器，用光跳线引出光信号，实现光配线功能。

**2.0.11 综合信息箱（家居配线箱、多媒体箱）：**安装在用户家中，具有电话、数据、有线电视等网络综合接线功能的有源信息分配箱。

**2.0.12 冷接子：**是一种通过机械方式快速实现裸光纤对接的光纤接续器件。

**2.0.13 光纤快速连接器：**是一种通过机械方式快速实现裸光纤成端的光纤接续器件，自身带有光纤接头，根据使用场景不同，接头分为多种型号，选择时应加以注意。

### 3 引用标准及参考依据

3.0.1 YD/T876-1996 《用户接入网中综合传输电信业务和有线电视业务的技术要求》

3.0.2 GB/T50314-2006 《智能建筑设计标准》

3.0.3 YD5082-99 《建筑与建筑群综合布线系统工程设计施工图集》

3.0.4 GY5073—2005 《有线电视网络工程施工及验收规范》

3.0.5 YD/T1475-2006 《接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网（EPON）》

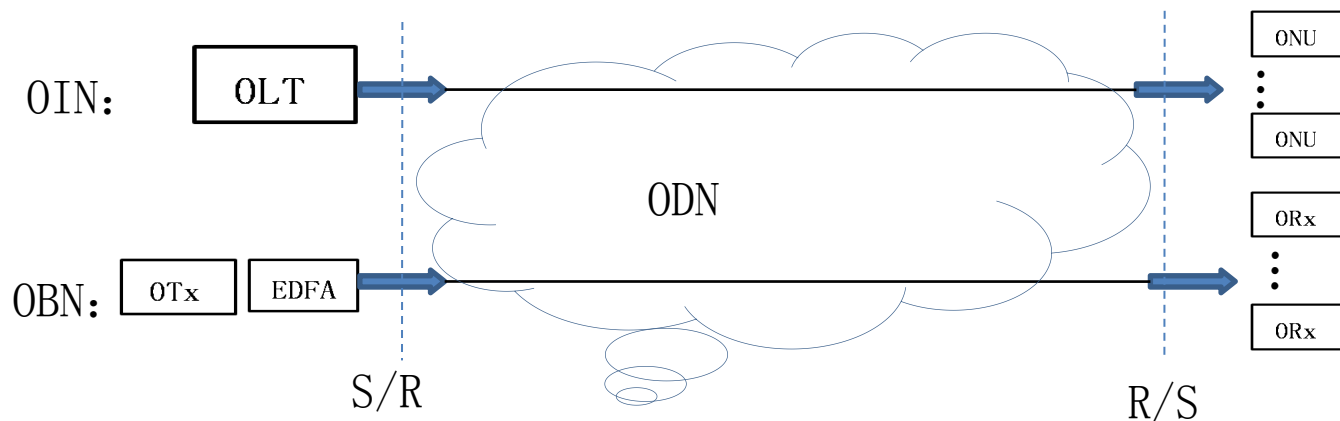
3.0.6 广电总局 《有线电视网双向化改造指导意见》

3.0.7 中国电信光纤到户（FTTH）工程设计规范（上海邮电设计院有限公司）

## 4 网络系统架构

### 4.1 网络组成

基于有线电视的 FTTH（光纤到户）网络由两大系统组成，一个是光 IP 数据（OIN），主要用于双向互动业务、互联网接入等；一个是光广播电视网（OBN），主要用于传输广播电视信号，如下图：

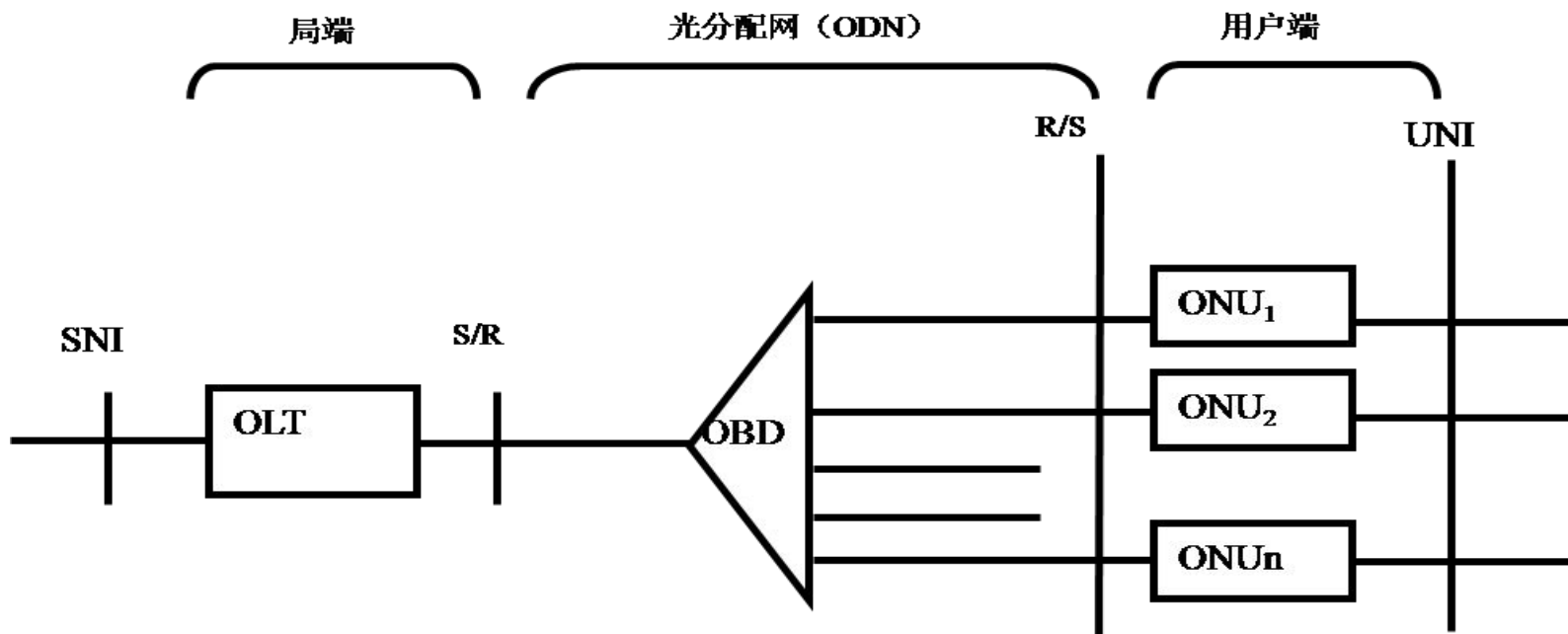


### 4.2 光数据网（OIN）

4.2.1 定义：OIN 是以 PON 技术实现 FTTH 光纤到户的宽带数据接入网络。下行使用 1490nm 波长，上行使用 1310nm 波长。下行由机房 OLT 的 PON 口经光分路器到达用户终端，上行由用户端 ONU 经光分路器回传到机房 OLT 的 PON 口。是一种采用点到多点结构的单纤双向光接入网。

## 4.2.2 参考模型

光数据网 (OIN) 的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, 如下图所示, 根据ONU摆放的位置, 系统可能的应用包括FTTH、FTTO、FTTB、FTTC等场合。ODN网的设计是其中的关键。





### 4.2.3基本传输原理

光数据网（OIN）采用单纤双向方式。上行使用1310nm波长，下行使用1490nm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。

### 4.2.4光分配网（ODN）的组成和基本功能

如参考模型所示，光分配网（ODN）位于OLT和ONU之间，其定界接口为紧靠OLT光连接器后的S/R参考点和ONU光连接器前R/S参考点。从网络结构来看，光分配网由馈线（主干）光缆、光分路器、配线光缆和入户光缆组成，其中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。

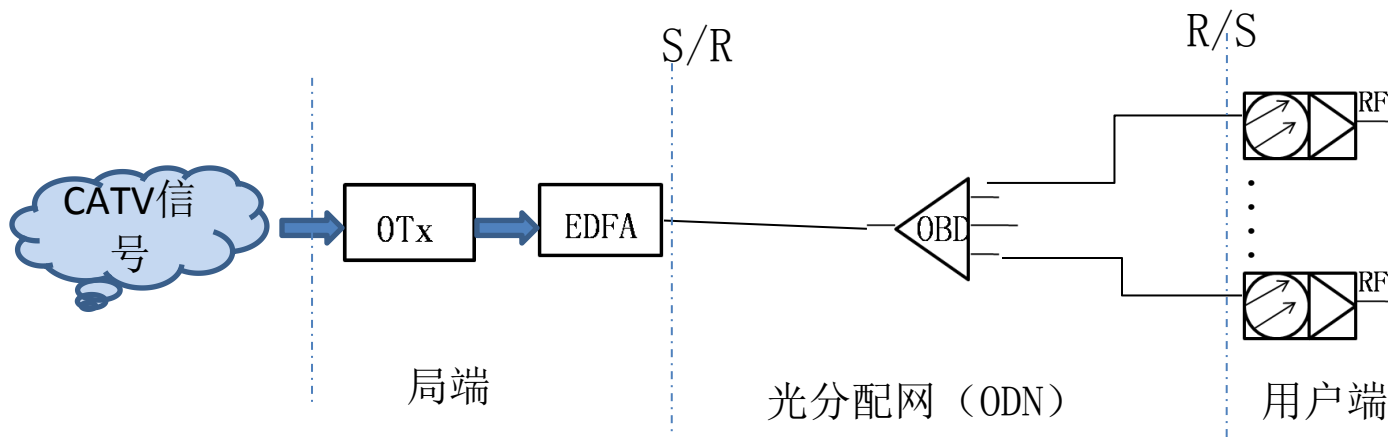
光分配网（ODN）的基本功能：光分配网（ODN）将一个光线路终端（OLT）和多个光网络单元（ONU）连接起来，提供光信号的双向传输。

## 4.3 光广播电视网（OBN）

### 4.3.1 定义

OBN光广播电视网，是采用单纤单波以广播的方式向下传送广播电视等媒体信号的光传输网。由机房的光发、光放和用户侧的光收以及光分配网（ODN）组成。使用1550nm波长，将机房的广播电视信号经光分路器传送到不同的光接收机，实现广播电视信号的光传输任务。光分配网（ODN）的设计是其设计重点。

### 4.3.2 参考模型



### 4.3.3基本传输原理

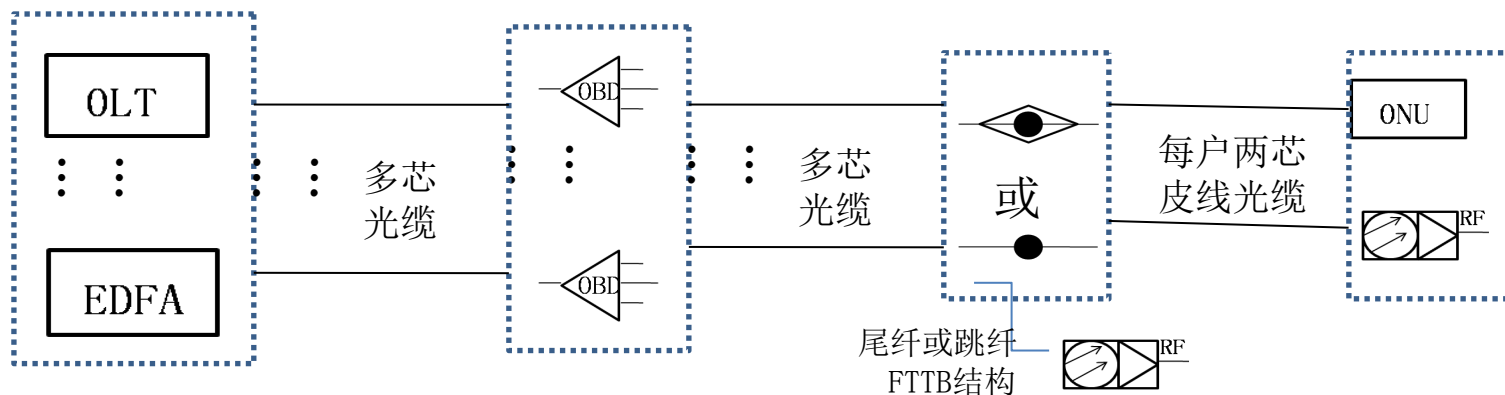
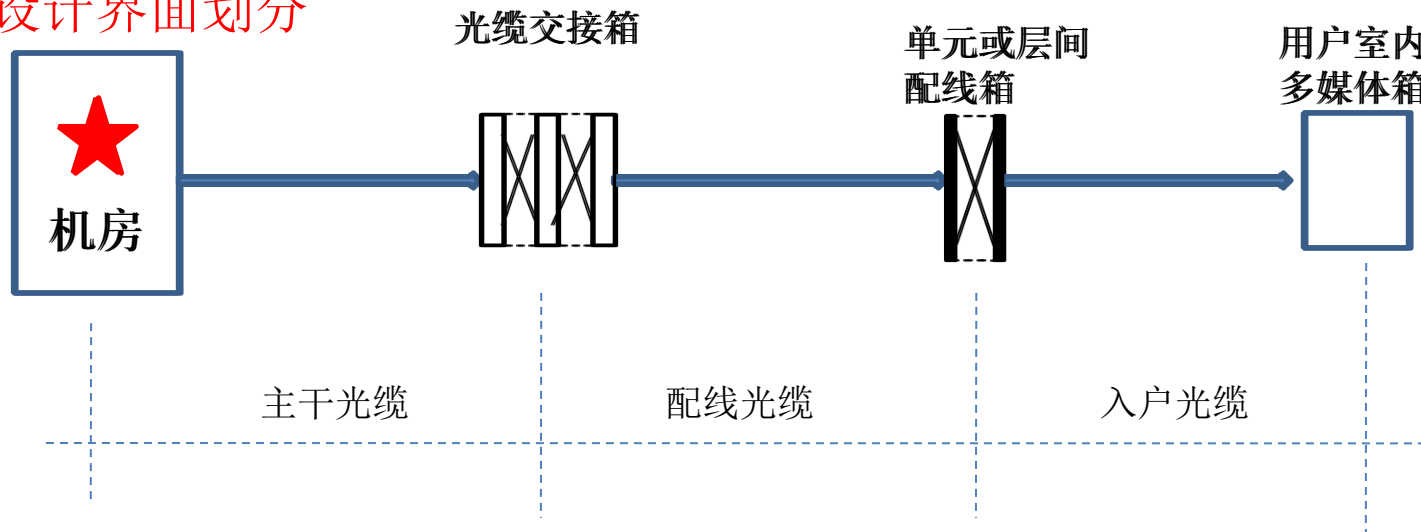
由光发射机（OTX）将广播电视射频信号转化为光信号，经光放大器（EDFA）放大以后送入光分配网（ODN），再经光分配网以广播的形式送到用户端的光接收机转化为电视射频信号，供接收终端使用。

### 4.3.4光分配网（ODN）的组成

如参考模型所示，光分配网位于光放大器（EDFA）与光接收机之间，其定界节点为紧靠光放大器光纤连接器后的S/R参考点和光接收机光纤连接器前的R/S参考点。从网络结构来看，光分配网由馈线（主干）光缆、光分路器和配线光缆组成，如果电视采用FTTH结构，则包含入户光缆部分。其中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。

# 5 光分配网（ODN）的设计原则

## 5.1 设计界面划分



## 5.2 主干光缆设计要求

### 5.2.1 概述

①设计人员在设计每条光缆时，应对未来该方向和小区的信号使用和分配做到合理预见和科学规划，避免日后工程重复建设或投资浪费。

②主干光纤独立成缆，禁止与配线光纤共缆传输。

③统筹考虑光缆网的现状、管道资源、机房分布、用户分布等情况，在规划上采取“先结构后容量”的步骤。首先确定从局端到用户端的分区光缆结构；然后采用从下至上的方法计算光缆芯数，根据每一个光交箱覆盖的用户数，计算该光交箱所需的主干芯数，再依据光缆结构确定每一段主干光缆的芯数、长度。

④同一区域有多台光交箱时，建议选择其中一台光交箱为该区主光交箱，主干光缆经该光交箱后分配至其它光交箱，尽量避免通过熔包在主干光缆上开口分支，其它光交箱与主光交箱之间的光缆芯数应按满配考虑，便于各光交箱之间灵活调配主干信号。

⑤主干光缆订货芯数，建议根据理论计算值向上取常用规格，多余芯数做备用。

## 5.2.2 光缆芯数计算方法

每一段主干光缆芯数，取决于其下挂的每一个建筑群（社区）光交箱所需的主干光缆芯数之和。其中包含光数据网（OIN）和光广播电视网（OBN）两部分。计算公式如下：

$$\text{主干光缆芯数} = \sum_{i=1}^n Z_i$$

$$Z_i = I_i + B_i$$

$$I_i = \frac{\text{该光交箱所带用户总数}}{32} \times K$$

$$B_i = \frac{\text{该光交箱所带有线电视光接点总数}}{\text{有线电视信号在该光交箱内的分路比}}$$

$Z_i$ ：第*i*个光交箱所需主干光缆芯数。

$I_i$ ：第*i*个光交箱数据网所需主干光缆芯数，计算值向上取整数

$B_i$ ：第*i*个光交箱广播电视网所需主干光缆芯数，计算值向上取整数。

$K$ ：双向业务系数，取值范围为:80%~100%

注：计算  $B_i$  时，光接收机数量的确定，受广播电视网的网络结构影响较大。FTTH结构，可以按照用户数× $K$ 确定；采用FTTB方式的HFC结构，按照有线电视同轴分配网的计算方法进行确定。

## 5.3 配线光缆设计要求

### 5.3.1 设计原则

①别墅区：数据网和有线电视网均采用FTTH结构，利用双纤入户的方式完成信号接入。

②新建普通住宅区：数据网采用FTTH结构，有线电视网采用FTTB方式的HFC结构。

③改造小区：不建议采用FTTH进行覆盖，如有特需可采用二级分光方式。

### 5.3.2 对光缆的要求

配线光缆光纤选择G.652D标准。

### 5.3.3 综合考虑光缆芯数

根据管道资源情况，相同方向的几栋楼可以共缆传输。

### 5.3.4 光缆芯数计算方法

光缆芯数=所覆盖的用户数+有线电视光节点数。计算结果向上取常用芯数，多余芯数做备芯。

### 5.3.5 终结方式

配线光缆从光交箱开始到单元（层间）光缆配线箱结束。根据现场情况，通常采取两种方式终结：一是新楼统一敷设入户光缆，则配线光缆与入户皮线光缆在单元（层间）光缆配线箱中以热熔的方式对接连通；如果广播电视网采取FTTB的形式，则通过尾纤与光接收机连通。二是新楼（或旧网改造）不能统一敷设入户光缆，则在单元（层间）光缆配线箱中统一热熔尾纤终结，用户开通业务时，通过适配器与入户皮线光缆对接连通；如果广播电视网采取FTTB的形式，则通过跳线与光接收机连通。

### 5.3.6 新建别墅区

每10户划分为1个配线区，24芯光缆（4芯备份）；从光交箱用大芯数光缆连接各配线区。通过室外光缆接头盒或室外小型配线箱与入户皮线光缆热熔对接。



## 5.4 入户光缆设计要求

### 5.4.1 光缆选择

①在户外采用挂墙或架空敷设时，应采用黑色自承皮线光缆。室内使用非自承式皮线光缆，护套颜色宜使用白色。

②皮线光缆光纤选择G.657A标准。

### 5.4.2 分配原则

①普通中层及以下住宅楼，以单元为单位汇聚至单元配线箱，配线箱位置宜选在中间层。

②高层住宅楼，根据每层住户数和总层数灵活设置层间配线箱，配线箱的汇聚户数一般不超过32户。

### 5.4.3 工艺要求

①新建小区入户光缆原则上统一布放至室内多媒体箱。改造小区入户光缆可以在开通业务时布放。

②统一入户安装的小区，室外采用直熔的方式与配线光缆对接；室内采用光纤快速连接器成端或选用一头成端的皮线光缆，将成端留在室内。

③不能统一安装的小区，两端均采用光纤快速连接器成端，或采用一头成端的皮线光缆，将成端留在室内，室外采用光纤快速连接器成端。

④光缆在室内多媒体箱预留长度不小于0.5米，室外配线箱预留长度不少于1米。未成端或未熔接时应再保留一段光缆施工预留长度。

⑤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。

⑥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。

⑦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。

⑧光缆敷设完毕后应释放张力保持自然弯曲状态。

⑨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。

## 5.5 光分路器（ODB）的配置原则

5.5.1 常用光分路比：1:2、1:4、1:8、1:16、1:32、1:64六种，需要时也可以选用2:N光分路器尽量不要选择非均分光分路器。

### 5.5.2 分光比的确定：

① 数据网（OIN）应根据用户带宽要求、光链路衰减等因素确定，原则上EPON设备每个PON口分光比不高于1:32，建议采用1:32；

② 广播电视网（OBN）应根据光链路衰减、光放输出功率、光端机接收功率通过计算确定。FTTB结构的总光分比可达1:128；FTTH结构的总光分比可达1:256甚至1:512。通常需要二级分光，建议：采用FTTH结构时，第二级光分路器分光比选择1:32与数据网统一；采用FTTB结构时，第二级光分路器光分比的确定，通常遵循与光交箱所带用户数、楼房数相匹配的原则，144芯光交箱配一个不少于1:4的光分路器，288芯光交箱配一个不少于1:8的光分路器，576芯光交箱配一个不少于1:16的光分路器。

### 5.5.3 级联级数的确定：

尽量采用一级分光。光数据网(OIN)级联不应超过二级；光广播电视网(OBN)级联不应超过三级。

#### 5.5.4 安装位置的确定:

① 尽量集中放置，便于维护。

② 光数据网的光分路器安装在社区光交箱，开通率较高或二级分光时，也可以安装在层间配线箱。

③ 光广播电视网通常需要二次分光，一级光分路器安装在机房或社区主光交箱，二级光分路器安装在社区光交箱。一级光分路器的安装位置，将直接影响主干光缆的芯数，计算时应加以注意。

#### 5.5.5 配置步骤:

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，应该按照满负荷设计分步实施的办法配置，对于新建住宅区，光分路器可按照覆盖范围内户数的40%~50%配置，根据用户需求逐步增加。

#### 5.5.6 工艺要求:

建议选用PLC型光分路器。引出软光纤一般采用2.0mm外护套软光纤，由于1:32、1:64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。引出软光纤长度宜控制在600mm，最长不宜超过1500mm。

## 5.6 活动连接器配置原则

5.6.1 设计中应尽量减少活动连接器的使用数量。

5.6.2 为了便于光缆线路的维护和测试，光分路器与光缆的连接宜采用光活动连接器。

5.6.3 活动连接器的型号应一致。建议：除两端外，ODN网全程采用SC/APC型活动连接器，便于器件互换；两端则根据设备端口要求选配活动连接器，通常数据网两端采用--/UPC型活动连接器，广播电视网两端采用--/APC型活动连接器。

5.6.4 如果在用户家中安装光纤面板，光适配器宜采用SC型，安装角度应向下倾斜45度或90度（明装盒时）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。

## 5.7 光交箱的配置原则

### 5.7.1 位置选择

- ①符合小区规划，不妨碍交通并不影响小区整体美观的地方。
- ②靠近人（手）孔便于出入线的地方或利用新旧光缆的汇集点。
- ③安全、通风、隐蔽、便于施工维护、不易受到外界损伤的地方。
- ④不得设置在高压走廊和电磁干扰严重的地方。
- ⑤不得设置在高温、腐蚀严重和易燃易爆工厂、仓库附近及其他严重影响交接箱安全的地方。
- ⑥不得设置在易于淹没的洼地及其他不适宜安装交接箱的地方。

## 5.7.2 产品选择

①宜选择目前市场上电信运营商常用的主流产品。

②光交接箱的容量应包含主干光缆配纤容量和配线光缆配纤容量之和。通常，需求在144芯以内则采用144芯光交箱，需求在144到288芯之间则采用288芯光交箱，超过288芯则采用576芯光交箱。

③光交箱根据小区及建筑结构可采用落地光交箱或壁挂光交箱

### 5.7.3 功能要求

- ①箱体孔洞应满足进出光缆管孔的需求。
- ②箱体内宜配置熔接配线一体化模块。
- ③应有光分路器的安装位置。
- ④应有光缆终结、保护及跳纤的位置。
- ⑤应有光纤盘留空间及空余纤芯放置空间。
- ⑥箱门板内侧应有存放资料记录卡片的装置。
- ⑦应设置固定光缆的保护装置和接地装置。
- ⑧箱体应防雨、良好通风，光缆进、出口处应采取密封防潮措施。
- ⑨箱体应具有良好的抗腐蚀、耐老化、抗冲击损坏性能及防破坏功能，门锁应为防盗结构。
- ⑩箱门开启角度不少于120度。



## 5.8 光通道衰减量核算

### 5.8.1 概述

①ODN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，使其符合系统设备的光功率预算要求。

②ODN光通道衰减核算范围定义为：具有对应关系的OLT与ONU之间以及具有对应关系的EDFA与OR<sub>x</sub>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

③光数据网（OIN）与光广播电视网（OBN）要分别核算。光数据网既要满足ONU接收下行光功率的预算要求，又要满足OLT的PON口接收上行光功率的预算要求；广播电视网要满足OR<sub>x</sub>接收光功率的指标要求。

④在设计过程中采用最坏值法进行ODN光通道衰减核算。无论是光数据网还是光广播电视网，均选取最远用户终端的光通道进行衰减量核算。

⑤光通道衰减量核算不能满足光功率预算要求时，要对光通道中光分路器的光分路比进行调整，禁止带病建网。

## 5.8.2核算公式

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

ODN光链路衰减 +  $Mc \leq$  系统允许的衰减-----则为合格

$\sum_{i=1}^n Li$  : 为光通道全程  $n$ 段光缆衰减总和

$\sum_{i=1}^m Ki$  : 为光通道全程  $m$ 个活动连接器插入衰减 总和

$\sum_{i=1}^p Mi$  : 为光通道全程  $p$ 个光纤熔接接头衰减总 和

$\sum_{i=1}^h Fi$  : 为光通道全程  $h$ 个光分路器光分衰减总 和

$Mc$  : 光纤富余度

### 5.8.3 相关参数确定

#### ① 光纤衰减取定：

- 光数据网上行使用1310nm波长，取0.36dB/km；下行使用1490nm波长，取0.22dB/km。
- 广播电视网使用1550nm波长，取0.2dB/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光分路器插入衰减参数参考值见下表:

分光器 光分比	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64
衰减参 考值	≤3.6dB	≤7.3dB	≤10.7dB	≤14.0dB	≤17.7dB	≤20.5dB

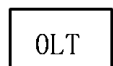
⑥光纤富余度Mc的取值:

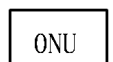
- 当传输距离≤5公里时, 光纤富余度不少于1 dB;
- 当传输距离≤10公里时, 光纤富余度不少于2 dB;
- 当传输距离>10公里时, 光纤富余度不少于3 dB;

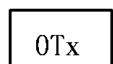
⑦以上参数为参考值

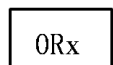
## 6 常用图形符号


★：机房


：光线路终端OLT

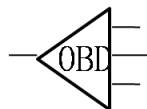
：光网络单元ONU

：光发射机


：光接收机


：光接收机


：光放大器

：光分路器


：永久固定光接头

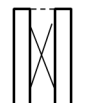
：可拆卸固定光接头


：壁龛交接箱


：架空交接箱

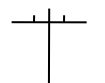
：落地交接箱

：建筑群配线设备

：建筑物配线设备

：单元（层间）配线设备

：地下管线检查井

：线杆

谢谢大家!

