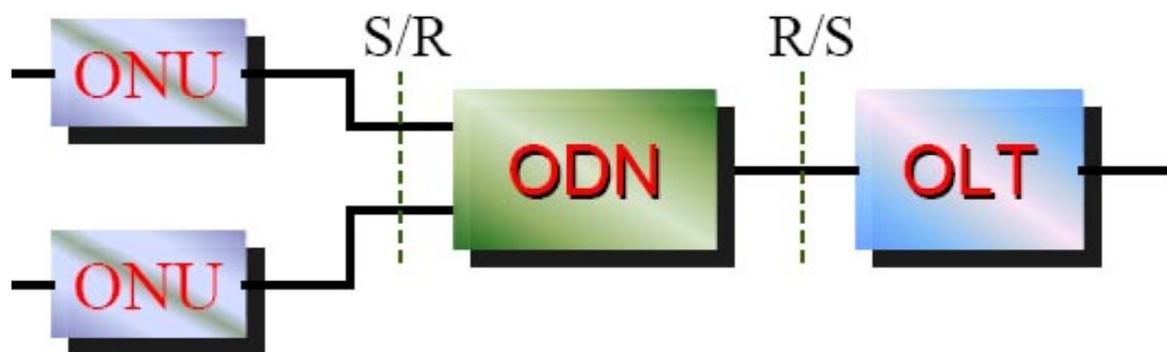


# ODN规划与设计

- ◆ FTTX光纤网络的规划与设计方法
- ◆ FTTx组网案例分析
- ◆ 如何入户的问题

## 链路损耗预算和线路设计标准

- 端到端光纤链路损耗的预算方法：
  - FTTH线路系统的光通道损耗包括了S/R和R/S(S: 光发信号参考点; R: 光收信号参考点)参考点之间所有光纤和无源光元件(例如光分路器、活动连接器和光接头等)所引入的损耗。
  - 光通道的损耗计算可采用最坏值法, 该方法是将所有光通道中的光元件损耗值迭加起来即为光通道总的损耗。



# EPON 系统光链路的光功率预算

- 对于EPON，光纤链路光通道损耗技术指标要求如下(基于IEEE 802.3-2005 和 YD/T 1475-2006标准)
- 国内运营商普遍采用PX20光模块，所以光功率预算分别为24（上行）、23.5dB（下行）
- 从OLT到ONU的全程光链路损耗必须小于上述标准值

Table 60-1—PMD types specified in this Clause

Description	1000BASE-PX10-U	1000BASE-PX10-D	1000BASE-PX20-U	1000BASE-PX20-D	Unit
Fiber type	B1.1, B1.3 SMF				
Number of fibers	1				
Nominal transmit wavelength	1310	1490	1310	1490	nm
Transmit direction	Upstream	Downstream	Upstream	Downstream	
Minimum range <sup>a</sup>	0.5 m to 10 km		0.5 m to 20 km		
Maximum channel insertion loss <sup>b</sup>	20	19.5	24	23.5	dB
Minimum channel insertion loss <sup>c</sup>	5		10		dB

## 链路损耗预算实例

- 对于PON的上下行信号，可采用光纤衰减较大的1310nm波长进行光纤链路损耗预算。预算可采用下列工程参数：
  - **G.652单模光纤衰减：≤0.36 dB/km（1310nm）；**
  - **光纤熔接损耗：0.02dB~0.05dB；**
  - **光纤跳纤、尾纤插入损耗：0.2dB~0.3dB；**
  - **光纤现场连接器损耗：0.5dB；**
  - **光纤在寿命期的老化损耗：0.05dB/km**
  - **光分路器插入损耗采用某公司光分路器的如下技术指标：**

Splitter ratio	1x2	1x4	1x8	1x16
Typ. insertion loss(dB)	3.2	7.0	10.2	13.2
Max. insertion loss(dB)	3.5	7.2	10.6	13.5

## 链路损耗预算实例

- 案例：某工程计划采用1000BASE-PX20 光模块的 EPON 设备，线路设计中光纤长度和各元器件的使用数量、光纤链路损耗计算如下表：

No	Item(1310nm)	dB per unit	Unite	Total loss(dB)
1	Splitter (1:4)	7.0~7.2dB	1pc	7.2
2	Splitter(1:8)	10.2~10.6dB	1pc	10.6
3	Fusion splice	0.02~0.05dB	3 point	0.15
4	Active connector (UPC)	0.2~0.3dB	3 point	0.9
5	Field assemble connector	0.5dB	2pc	1.0
6	Aging loss of fiber	≤0.05dB/km	2km	0.1
7	Fiber loss(1310nm)	≤0.36dB/km	2km	0.72
Total loss of fiber link		20.67dB		

链路损耗预算结果为20.67dB，满足1000BASE-PX20 光模块要求1310nm 光通道损耗不大于24dB的标准要求，线路设计合格

## 线路验收测试要求

- 端到端损耗测量要求
  - 满足光通道损耗要求
    - 目前EPON基本上采用了20KM的光模块，要求链路端到端损耗不大于24dB
  
- 光反射损耗测量要求
  - 端到端总回损应大于32dB
  - 含CATV业务时，光纤链路上离散的反射损耗应大于55 dB

## OLT覆盖范围

- ❑ **ODN光通道损耗 = 光纤衰减 + 光分路器插损 + 活接头损耗**
- ❑ **ODN光通道衰减 + 光缆线路富余度 < R-S点允许的最大衰减**

活接头个数	5	7	9	11
活接头衰减 (dB)	2.5	3.5	4.5	5.5
活接头+1: 32光分路器衰减 (dB)	20	21	22	23
活接头+1: 32光分路器衰减+光缆线路富余度 (dB)	22	23	24	25

- ❑ 按中国电信的光缆网络结构，**ODN**中活接头个数一般在**7**个左右，每个活接头的损耗较大，约为**0.5dB**
- ❑ 如系统按最大光分路比（**1: 32**，均匀分光）设计，**OLT**可传输距离为**5km**（线路衰减为**2dB/1490nm**）
- ❑ 将**EPON OLT**设置在中继节点，在控制活接头个数的前提下，按最大光分路比设计，可以满足其对该中继节点所辖用户的覆盖

## OLT覆盖范围

- 对于中继节点覆盖范围大于**5公里**的情形（如农村、北方地区等），可以通过如下方式解决**OLT**的长距离覆盖
  - 采用小的光分路比，如采用**1: 16**，传输距离可增加**8公里**
  - 采用不等分光的光分路器，可以为不同距离的用户分配不同的光功率，有效满足不同距离用户的组网需求
  - 尽量减少活动连接头数量，如将活动连接头由**7个**减为**3个**，传输距离可增加**5公里**

## OLT的设置位置

### □ OLT设置位置:

- 集中式设置于端局便于设备的集中管理，节约网络上联所需传输资源
- 分布式设置于接入点可节约接入网管线资源和局端机房资源

### □ 适用场合:

- 从投资和维护的角度来看，应尽可能集中设置（端局）
- 如果端局到小区主干光纤资源短缺，且有接入点机房条件，OLT可分布式设置

- ONU设置位置：ONU应根据FTTx网络的组网模式、业务需求进行设置
  - 对于FTTH/O应用，应尽量将ONU设置在用户家里，避免安装在门口或楼道内。
  - 对于FTTB/C应用，可选择将ONU设置在大楼楼道或竖井内机柜、室外光交接箱等不同位置。
- ONU的安装：
  - 采用用户智能终端箱/盒和光纤信息面板（插座）分别对应ONU的两种安装方式：壁挂式安装（或嵌墙式）和桌面式安装
  - 应首选智能终端箱对ONU进行保护，也可根据需要采用光纤插座的方式
  - 用户智能终端箱/盒：要求具备光纤接头保护的功能
  - 光纤信息面板（插座）：插座与ONU之间建议采用铠装尾纤跳线；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

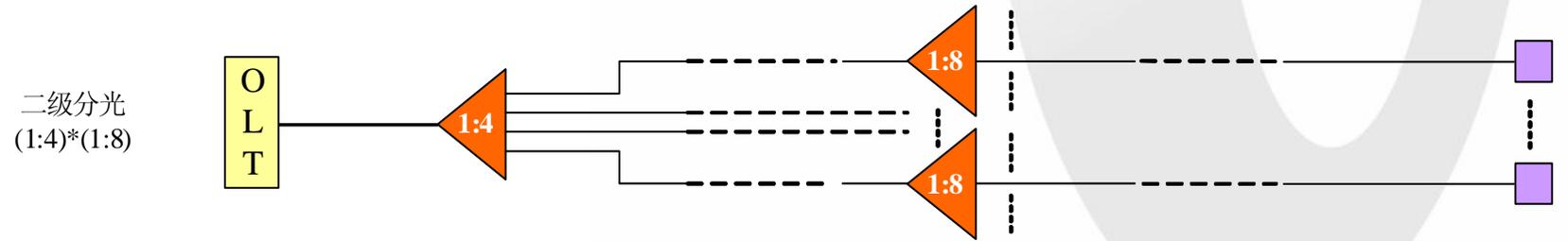
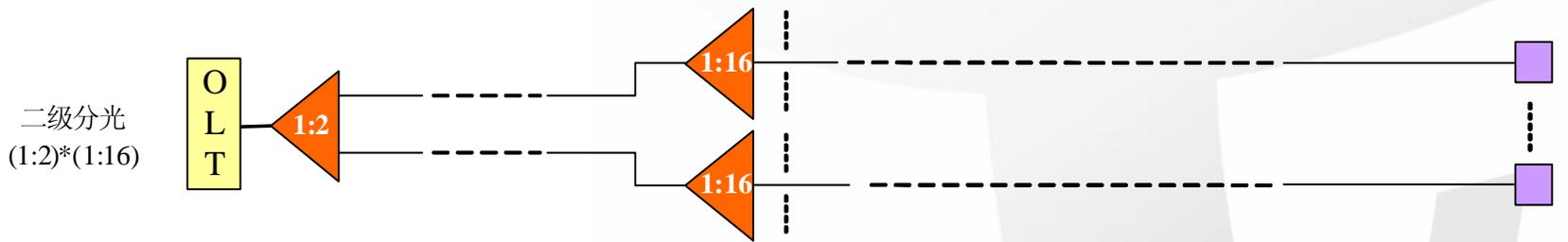
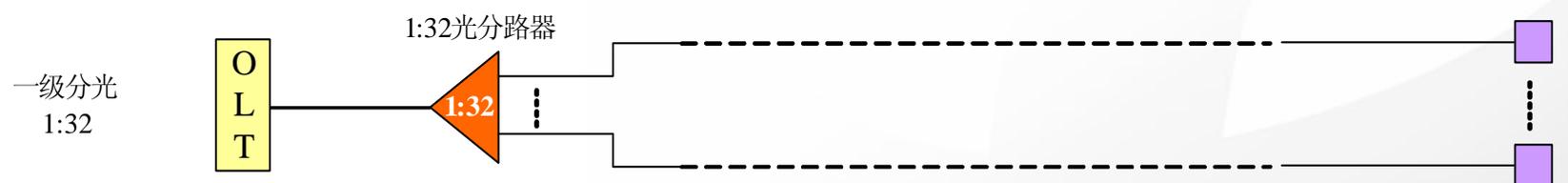
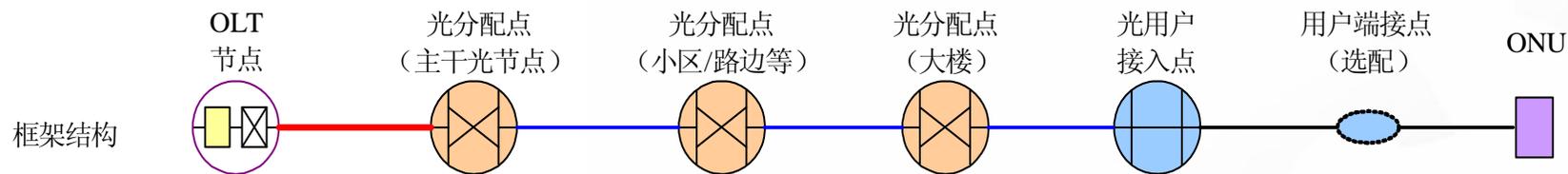
### □ 对于城区等通常应用场合

- 在ODN组网时尽量采用一级分光方式；也可以采用二级分光方式；尽量不采用三级及三级以上的分光方式
- 现阶段，应选择均匀分光的光分路器，以简化光通路损耗核算、便于工程实施和后期维护
- ODN按系统支持最大分路比进行设计

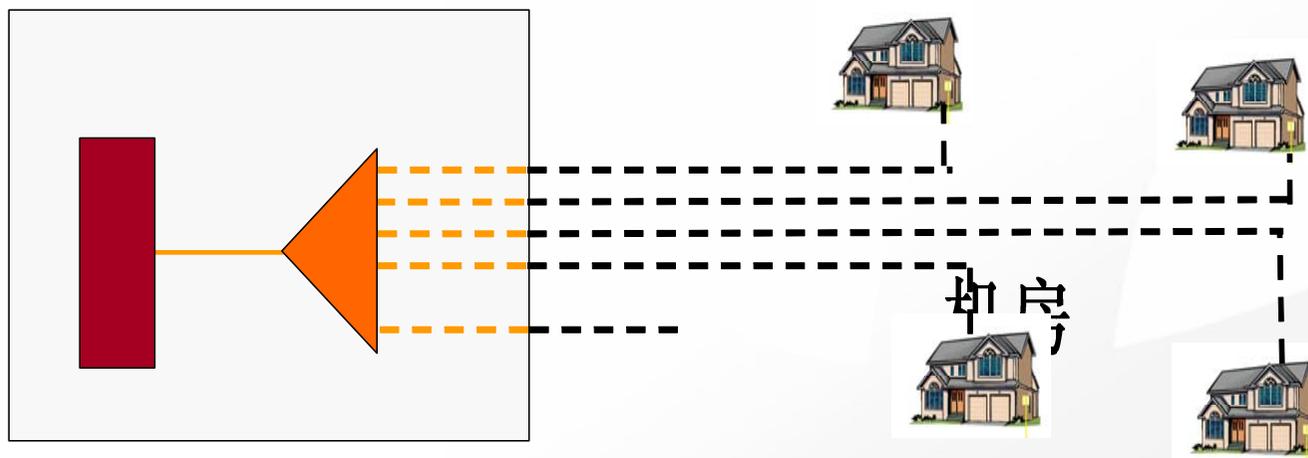
### □ 对于特殊应用场合

- 对于一些偏远地区或接入点较分散的应用，可以考虑三级或三级以上的分光方式，以及采用不等分分光的分路器、减少光分路比等方式，以提高光缆纤芯利用效率、满足不同距离用户组网需求

# 典型分光方式



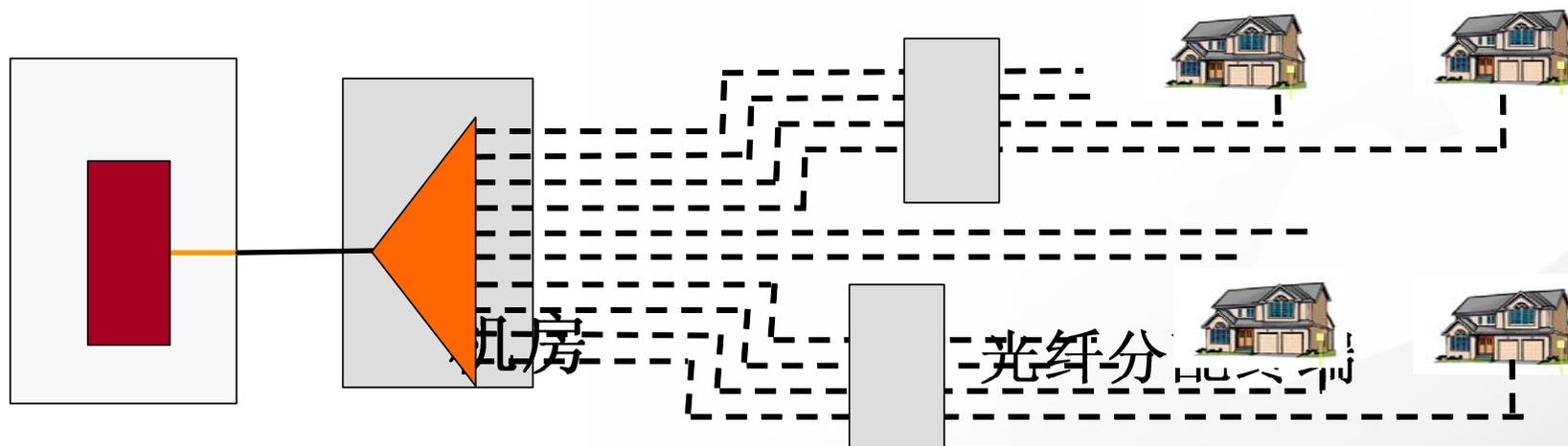
# 分光器设置



## 一级分光、光分路器社区集中放置

- 光分路器与OLT放置在接入点机房，OLT光缆覆盖整个社区，光分路器至每户都建立光缆链路  
1x32分路器
- **优点：**OLT覆盖区域内的每个用户和机房都有固定的光纤链路，可以灵活进行用户配线，提高PON口利用率；便于管理维护
- **缺点：**占用主干、配线光缆数量较多，初期投资较高
- **适用场合：**区域内用户零散分布且OLT至用户距离较近；或FTTH部署初期用户规模较小且较分散时

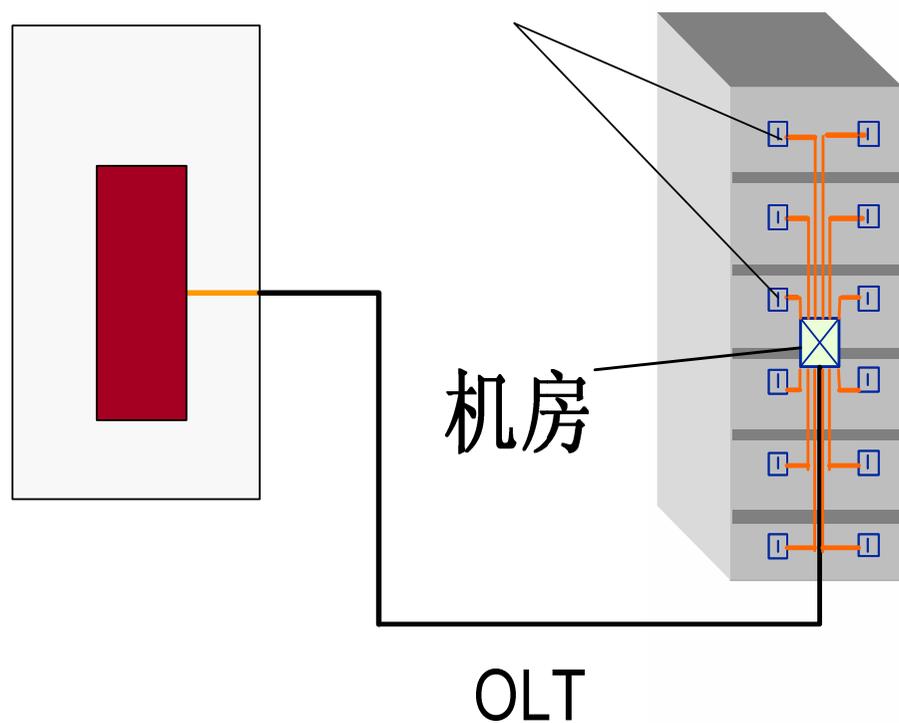
# 分光器放置



一级OLT、光分路器片区集中放置  
1x32  
分路器

- 光分路器放置在室外或室内交接箱，覆盖一个片区（如几栋楼），光分路器至片区的各个用户都建立光缆链路
  - 优点：可灵活进行用户配线，提高PON口的利用率；便于管理维护；可节省占用主干光缆数量
  - 缺点：占用配线光缆数量也较多
  - 适用场合：低层楼群，OLT距离楼群较远；或FTTH部署初期用户规模较小但在片区内较集中

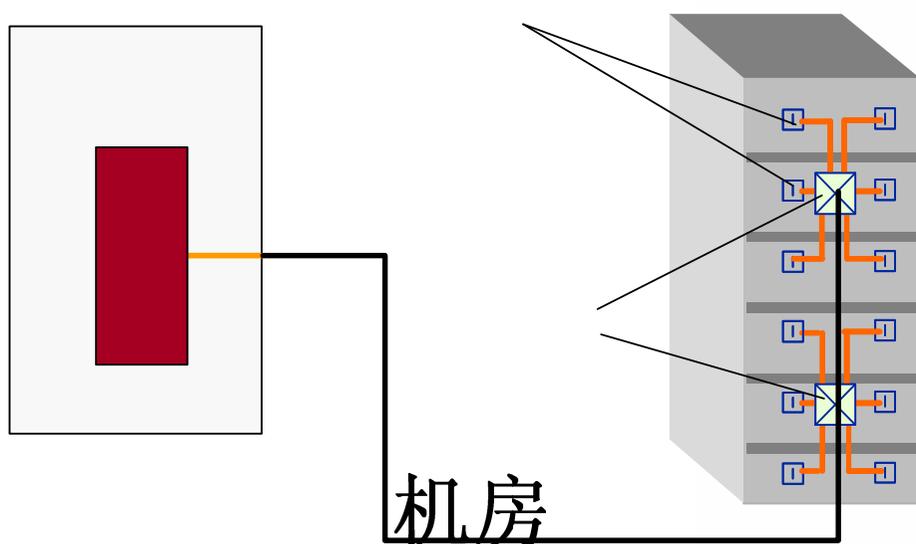
# 分光器放置



一级分光、光分路器楼宇集中放置

- 光分路器**集中放置**在大楼，覆盖整个楼的用户，光分路器至楼内各个用户都建立光缆链路
  - **优点**：可灵活进行楼内用户配线；可节省占用主干、配线光缆数量
  - **缺点**：光分路器分散放置在各个大楼**ONU**不利于统一管理和维护，也不能充分利用**PON**口的带宽资源
  - **适用场合**：高层楼宇，用户集中分布且楼内用户放号情况不明朗

# 分光器放置

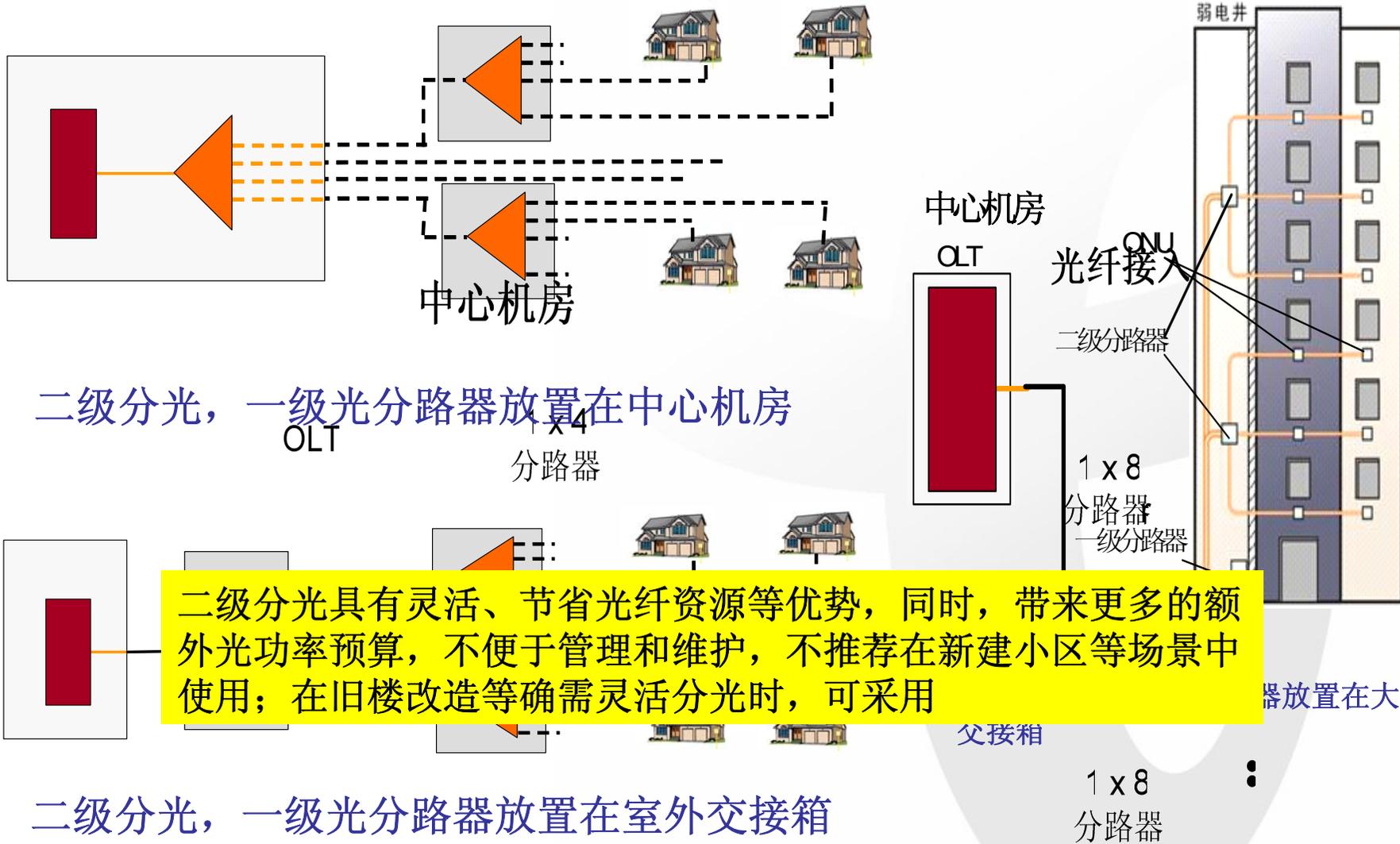


一级分光、光分路器楼宇分散放置

OLT

- 光分路器**分散放置**在大楼内，每个光分路器覆盖**1个或几个楼层**的用户，该光分路器至这些楼层的各个用户都建立光缆链路。
  - **优点**：可最大限度节省占用主干、配线光缆包括室内配线光缆数量
  - **缺点**：不利于统一管理和维护，也不能充分利用PON口的带宽资源
  - **适用场合**：用户集中分布且楼内用户放号率较高，接近100%，应用时，**建议分散与集中相结合**（即高层楼宇可分为多个地层看待）

# 分光器放置



二级分光，一级光分路器放置在中心机房

二级分光具有灵活、节省光纤资源等优势，同时，带来更多的额外光功率预算，不便于管理和维护，不推荐在新建小区等场景中使用；在旧楼改造等确需灵活分光时，可采用

二级分光，一级光分路器放置在室外交接箱

## 配线设施



- ❑ ODF、光缆交接箱应首选大容量、高密度、模块化设计的产品
- ❑ ODF、光缆交接箱、光缆分线盒/终端盒可根据需要尽量选择**可安装光分路器并进行一体化配线**的产品，以减少光跳接点
- ❑ ODF、光缆交接箱可安装光分路器的数量应能满足配线容量的要求，并可根据光分路器分光比的要求灵活增减
- ❑ ODF和光缆交接箱可基本参照网络现有建设，但需进一步要求配线和走线的管理

## □ 馈线光缆——不重点研究

- 根据使用环境的不同，馈线光缆可选择管道、架空、直埋等不同的敷设方式
- 馈线光缆的芯数与数量应根据网络布局和光分配点的数量合理规划，并留有适当的冗余
- 与现有接入网主干光缆建设无本质区别，本项目不做重点研究

## □ 配线光缆

- 芯数相对较大，分歧下纤的数量较大，宜选用光纤组装密度较高且缆径相对较小、开放式装纤结构的带状光缆
- 由于小区内管道人孔间距近、施工拐点多，配线光缆需具备良好的弯曲和扭转性能
- 配线光缆的芯数应根据小区布局、建筑结构、用户数量合理规划，并适当留有冗余
- 推荐使用：骨架式光纤带光缆（GYDGA）、室内子单元配线光缆（GJFJV）、微束管室内室外光缆（IOFA）

## □ 入户线光缆

- 由于楼层间或者楼道中的环境比较复杂，入户线光缆宜具备结构简单、操作方便、抗拉/抗扰/抗侧压性能好、便于楼内穿管布放、低烟无卤阻燃等特点
- 入户线光缆的长度宜根据现场的实际情况确定，不宜采用带有固定光纤插头的定长光缆，因此还必须具备能够完成施工现场端接光纤插头或者光纤终端插座的能力
- 入户线光缆宜采用小弯曲半径光纤
- 推荐使用：“8”字型皮线光缆、室内外通用型皮线光缆（管道型、架空型“8”字缆）、普通单芯/2芯光缆

## □ 光缆连接包括：活动连接和固定连接

- 固定连接可以减少ODN的跳接点，减少光通道损耗。
- 活动连接则更有利于光缆灵活配线。但，要严格控制ODN网络中活接头数量，如EPON系统按1：32光分路比（均匀分光）设计，从OLT至单个ONU之间的活接头不应超过7个。
- 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。

## □ 固定连接可采用：熔接、机械接续（冷接）

- 冷接技术便于操作，适合在室内光缆维护、抢修，或施工环境较差（如电源引接困难、操作空间太小等）时采用。
- FTTx网络馈线与配线光缆应以熔接为主。
- 入户光缆进户后的成端，建议以冷接为主以降低工程施工难度，也可采用熔接方式。

- **ONU**原则上采用本地供电方式，不采用远端供电方式
- 为保证断电时语音业务的正常开展，可以根据需要提供**ONU**断电保护：
  - 如果是断电频发区，应考虑配备备用电池：镍氢、锂电池；供电稳定地区，不建议配备备用电池。
  - 备用电池应具备电池工作状态（是否安装有电池、电池蓄电量、是否正在充电？）和充放电管理功能，并通过专用的信号线向**ONU**提供电池工作状态信息，**ONU**进而将是否配置蓄电池和蓄电池的工作状态上报给网管系统。
  - 优先考虑与物业方协商借用其供电防护系统。
  - 可作为宽带电话，通过套餐、优惠、与移动业务捆绑使得用户接收供电保障略差的固定语音业务。
- 国外的经验和解决方法：
  - 欧洲、日本的**FTTH ONU**都不配置备用电池。
  - 受“生命线”法规的约束，北美的**FTTH ONU**一般都配置备用电池以保证电话业务的畅通。