

# 目 录

1 概述.....	1
2 ODN 咨询.....	3
3 网络规划.....	4
4 ODN 部署.....	6
4.1 网络结构.....	6
4.1.1 星形和树形网络.....	6
4.1.2 一级分光和二级分光.....	6
4.1.3 集中式分光和分布式分光.....	8
4.2 网络节点及设备选型.....	9
4.2.1 OLT 局端.....	9
4.2.2 光缆分配点.....	9
4.2.3 用户接入点.....	10
4.2.4 光纤入户.....	10
4.2.5 室内成端.....	18
4.3 光缆选型与布放.....	19
4.3.1 光纤光缆选型.....	19
4.3.2 光缆敷设方式.....	19
4.4 新产品新技术应用.....	20
4.4.1 新产品的应用.....	20
4.4.2 新技术的应用.....	21
4.5 网络性能.....	22
5 网络工程设计.....	25
6 产品集成.....	27
7 工程实施.....	31
8 带给客户的好处.....	32
附录：缩略语.....	33

## 插图目录

图 1-1 ODN 基本结构.....	1
图 3-1 ODN 规划目标.....	5
图 4-1 星形（左）和树形（右）结构示意图.....	6
图 4-2 一级分光的拓扑结构.....	7
图 4-3 二级分光的拓扑结构.....	7
图 4-4 集中式分光示意图.....	8
图 4-5 分布式分光示意图.....	8
图 4-6 高层住宅方案 1 .....	11
图 4-7 高层住宅方案 2 .....	12
图 4-8 高层住宅方案 3 .....	13
图 4-9 多层住宅方案 .....	14
图 4-10 Villa 方案 1.....	16
图 4-11 Villa 方案 2.....	16
图 4-12 Villa 方案 3.....	17
图 4-13 大量 Villa + 少量多层 1.....	17
图 4-14 大量 Villa + 少量多层 2.....	18
图 4-15 入户光纤的成端.....	18
图 4-16 大容量 FDT+模块式 Splitter .....	20
图 4-17 超柔光缆 .....	21
图 4-18 路面微槽技术 .....	21
图 4-19 气吹微缆和微管技术.....	22
图 4-20 工程用光损耗参数表.....	23
图 6-1 端到端的 ODN 设备.....	27
图 6-2 种类齐全的 ODN 工程物料.....	28
图 6-3 全系列的光缆产品.....	29
图 6-4 先进的 OLT 和 ONT 设备.....	30

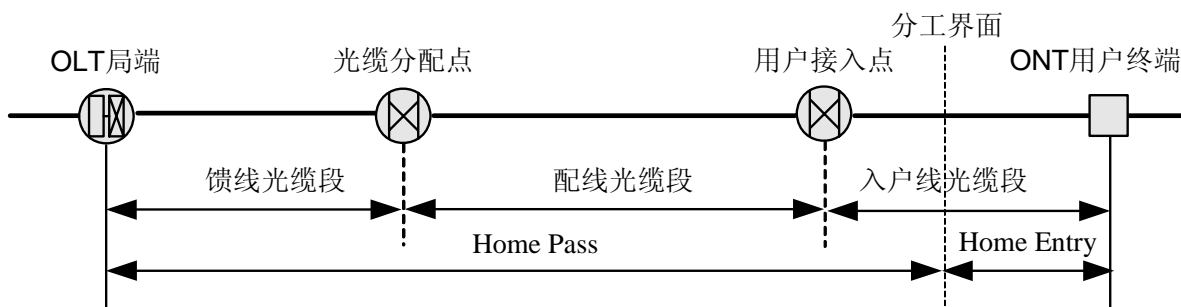
# 1 概述

随着宽带视频及数据业务的快速发展，用户对网络带宽和传输稳定性的要求越来越高，基于铜线的宽带接入方式已经受到严重挑战。传统的接入网将逐步向光纤接入演进，光进铜退的趋势不可避免，FTTH 将成为未来宽带接入的发展方向。

PON（无源光网络）技术作为“用户最后一公里”的光纤接入技术，在光分支点不需要有源节点设备，只需在靠近用户处安装无源光分路器，具有节省光纤资源、节省机房投资、综合建网成本低、维护成本低、业务提供能力强、带宽资源共享等优点，成为 FTTH 的首选实现技术。目前，ITU 组织主导的 GPON 技术已经日趋成熟，正在逐渐步入规模商用阶段。

FTTH 系统由局端机房设备（OLT），用户终端设备（ONT），光配线网（ODN）三个部分组成。ODN 为 OLT 和 ONU 之间提供光传输物理通道，通常由光纤光缆、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。图 1-1 是一个基本的 ODN 结构示意图，包括三个部分。从局端机房的 ODF 架到光缆分配点的馈线段，作为主干光缆，实现长距离覆盖。从光缆分配点到用户接入点的配线段，对馈线光缆的沿途用户区域进行光纤的就近分配。用户接入点到终端的入户段，实现光纤入户。在整体网络建设时，实现工程界面的清晰性、统一性，将项目划分成 Home Pass 和 Home Entry。通常将 FAT 或 TB 作为阶段工程的分工界面。

图1-1 ODN 基本结构



ODN 建设周期长，投入大。相关统计资料表明，ODN 建设费用，包括设备采购和工程施工，占整个 FTTH 建设费用的 60% 以上。如何更经济和更快速地建设 ODN 网络，是运营商们普遍关心的问题。一个

具有高可靠性、易扩展性和易维护性以及技术升级能力的 ODN，才能满足未来长期的业务开展和运营需求，确保运营商 FTTH 建设的投资收益。

ODN 项目实施包括网络规划、网络工程设计、产品集成、工程实施等不同阶段，是一项专业性很强的系统工程。项目实施中需要考虑的因素众多，任何环节的疏忽或失误，都可能会给整个项目造成不利影响，这对许多运营商而言，都将是一个挑战。

作为接入网领域的领先者，华为公司能够提供全面的光接入解决方案，拥有全球化的专业技术团队和业界一流的合作伙伴，在 ODN 项目各个阶段都能为客户提供专业的技术服务，帮助客户解决项目实施中遇到的各类问题。目前，华为公司已为全球多个运营商提供 ODN 咨询、网络规划、网络工程设计和工程实施等方面的服务，积累了丰富的项目操作经验，可为客户提供全面的 ODN 解决方案。

#### (1) ODN 咨询

提供 ODN 项目启动前的可行性分析。

#### (2) 网络规划

分析客户的业务和网络需求，提供网络规划方案建议。

#### (3) 网络工程设计

基于网络规划方案，完成工程设计，指导工程实施。

#### (4) 产品集成

根据项目工程需求，完成产品选型，为客户提供高性价比的 ODN 设备、光纤光缆以及工程物料。

#### (5) 工程实施

提供工程管理和工程建设方面的服务。

# 2 ODN 咨询

华为公司具有 ODN 项目实施的丰富经验，能为客户提供顾问式咨询服务，帮助客户最小化网络建设风险。根据客户的业务需求，网络建设目标，网络和业务现状，投资预算等，开展全面的可行性分析工作，包括：

- 业务分析
- 技术分析
- 网络建设方案
- 项目组织和实施
- 投资估算

基于上述分析，对项目从技术上、经济上进行全面的评价，分析和判断项目的可实施性，完成项目启动前的评估，为客户提供重要的决策参考。

# 3

## 网络规划

根据运营商的 FTTH 需求及相关约束条件，包括人口分布、用户分布、业务渗透率、现有网络资源、市政规划以及市政道路管道等基本情况，提供网络规划方案建议，给出投资预算。

在网络规划设计中，我们充分考虑到如何利用已有资源，针对新建区域和旧建区域，分别进行合理规划，有效地降低网络建设成本。基于对运营商 FTTH 建设需求的全面理解，提供最优的网络规划方案。

(1) 对规划区域的环境和资源状况进行详细调查和分析。

(2) 全面理解和分析运营商对业务和网络的需求，例如：

- 不同阶段的业务需求
- 用户的带宽需求
- 业务渗透率需求
- 网络性能要求
- 网络可靠性和冗余需求
- 网络建设成本要求

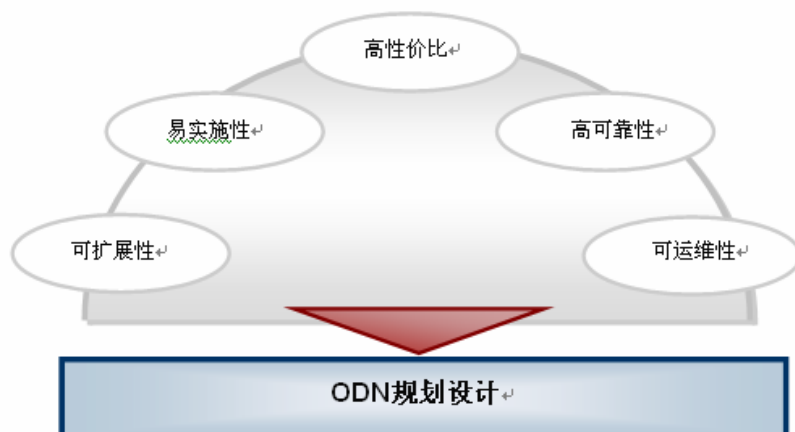
(3) 提供全面的 ODN 网络规划方案，包括：

- 提供基于局端、馈线段、配线段、入户段及用户端的一体化网络规划方案。
- 根据滚动发展年限及用户渗透率的需求提供分阶段的网络规划方案。
- 针对新建区域和旧建区域提供不同的网络规划方案。
- 根据路由获取和成本控制，给出架空、管道、直埋等方案选择。
- 针对别墅、住宅、商业用户提供不同的网络规划方案。
- 提供冗余备份、平滑升级扩容方案。
- 根据用户特殊需求，提供相应的网络建设方案。

ODN 建设投资因不同的实施方案、不同的工程成本和人力成本，具有相当大的不确定性。ODN 设备投资部分相对固定，而工程费用和人力费用，不同国家地区存在较大的差异，应根据具体项目进行分析，给出资金预算。ODN 的建设投资除 CAPEX 外，还有运营中 OPEX 及业务推广中的商业成本，需要综合考虑。只关注 CAPEX 的降低，虽然能够节省一些初期建设费用，但是会增加长期的运营费用。华为公司提供的网络规划方案，充分考虑了如何在 CAPEX 和 OPEX 之间寻求最佳平衡，最大程度地帮助运营商降低投资费用。

总之，以经济实用为建设指导原则，构建一个具有高可靠性、易维护和易扩展的网络是 ODN 规划应该实现的目标。

图3-1 ODN 规划目标



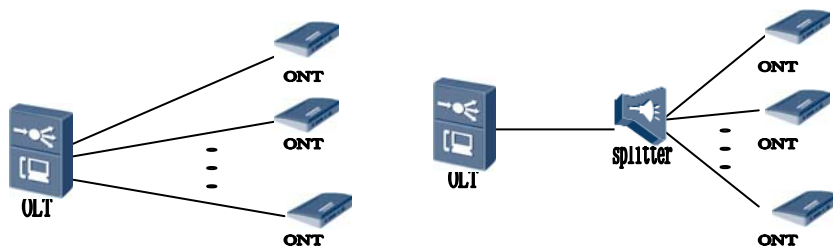
# 4 ODN 部署

## 4.1 网络结构

### 4.1.1 星形和树形网络

按照是否使用光分路器，网络组成星形和树形两种结构，如下图所示。星形结构是指 OLT 与 ONT 之间按点对点配置，中间没有使用光分路器。树型结构是指 OLT 与 ONU 之间按照点对多点配置，中间使用了光分路器。选择 ODN 网络结构时，应根据用户需求、用户分布情况、建设成本、网络扩展和管理维护等来确定。一个实际的 ODN 可能同时包含这两种结构，以适应不同的接入场合。

图4-1 星形（左）和树形（右）结构示意图



对于少量的商业用户或有特殊需求的用户，可考虑采用星形结构，为用户提供 P2P 接入。每个用户单独使用 1 根光纤，带宽更有保证，安全性和可靠性更好。其缺点是对主干光纤消耗过多，光纤资源利用率不高，不适合大规模的 FTTH 部署应用。

树形结构适用于 PON 接入，能满足大容量的 FTTH 接入需求。在树形结构网络中，分光方式可采用一级分光或多级分光。多级分光使用的光分路器多，安装位置和测试维护点相应增多，不利于用户集中管理和线路故障定位，后期维护成本高。另一方面，由于光分路器插入损耗较大，多级分光将带来更大的光通道衰减。

### 4.1.2 一级分光和二级分光

一级分光就是光功率只分光一次，即一个用户的业务只通过一个 Splitter。二级分光即光功率分光两次，即一个用户的业务通过两个 Splitter。拓扑结构分别如下图所示。



图4-2 一级分光的拓扑结构

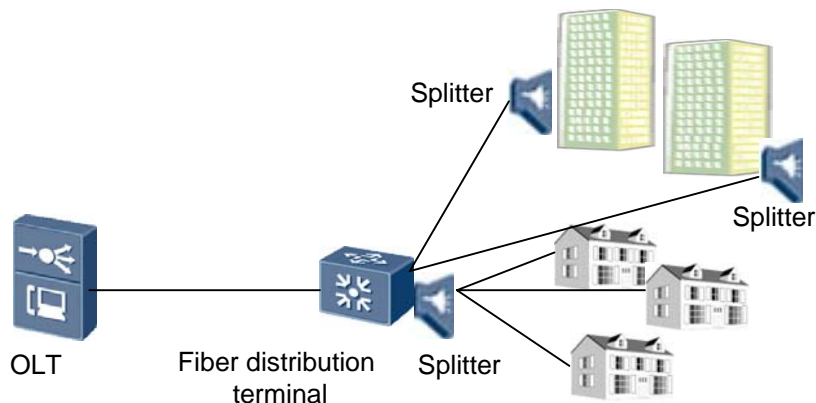
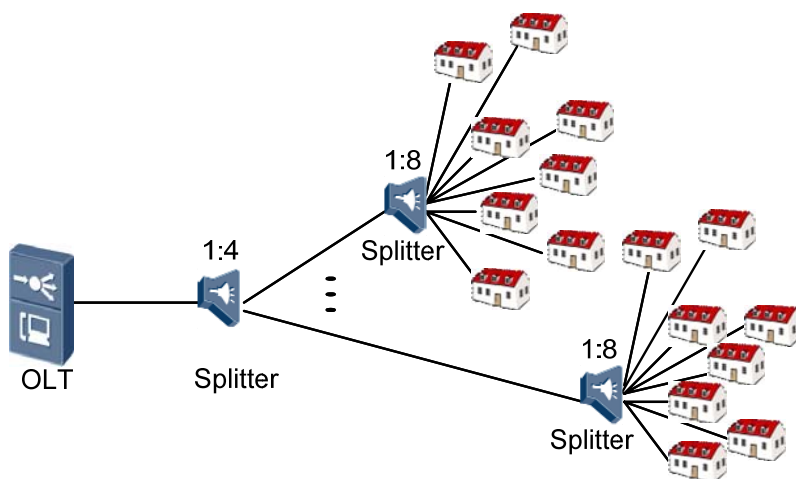


图4-3 二级分光的拓扑结构



一级分光的优点是光分路器放置集中，便于用户管理和维护，PON 端口利用率高。并且一级分光的网络衰减小，线路测试维护性好，光纤调度灵活，网络改造升级能力强。故对于分布集中、数量较大的用户接入，例如商业区和住宅区，建议采用一级分光，根据用户分布情况，选择在光缆交接箱内进行分光或在楼内进行分光。

二级分光的优点是组网方式灵活，节省配线光缆。故对分散、成小群的用户接入，建议采用二级分光，一级分光在机房或光缆交接箱内完成，靠近用户处实现二级分光。

综合考虑链路损耗、PON 口资源利用率、链路检测、运维管理等因素，华为公司主推一级分光方案，在 ODN 的网络建设中不建议在 ODN 中采用三级或更多级分光方案。

### 4.1.3 集中式分光和分布式分光

集中式分光结构，即分光器集中放置在本地集中点，提供每个用户由用户端到本地集中点的专用光路，每个用户的专用光路在网络接入点及分配光缆都为专用，这些专用光缆被连接到本地集中点，在这种结构中，每个网络接入点仅提供光纤合并功能，本地集中点具有分光功能。下行信号在这里被分光，上行信号在这里被合并。

分布式分光结构中，分光器分散放置，利用分光器在不同的网络接入点和本地集中点进行分光。在这种结构中，客户仅有的专用光路是由用户端到网络接入点的引入光缆。每个用户的专用引入光缆连接到网络接入点的分光器(通常是小分光比率)。通常分布式分光伴随着二级分光或多级分光。

集中式分光和分布式分光原理图如图所示。

图4-4 集中式分光示意图

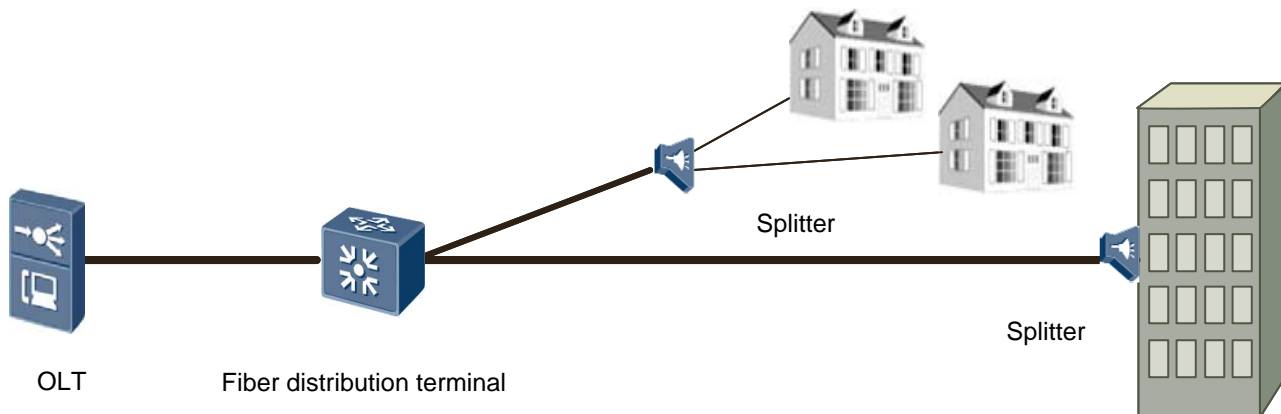
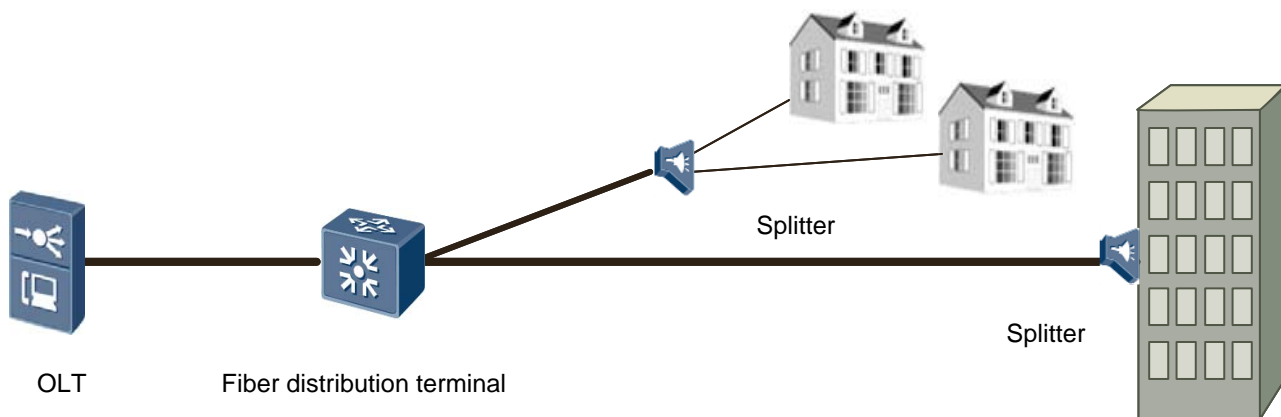


图4-5 分布式分光示意图



集中分光的优势在于 GPON 端口和分光器端口的利用率高、光功率衰减稳定、损耗预算低、易于查找故障点、便于维护和管理、易于执行和连接检测，便于实现馈线段环路保护，提升商业客户及高端客户业

务质量，并且能够随放号率提升逐步扩展网络，实现分步投资，提升资金利用率。缺点在于浪费配线光缆、网络弹性不足、需要大量的管道资源。故对于分布集中、数量较大的用户接入，建议采用集中分光。

分布分光的优点在于网络弹性好、满足不同需求、便于扩容、节省配线段光缆、初期投资低；缺点在于不便于维护和管理、GPON 端口利用率低、衰减高、增加了故障点，难于连接检测。故对用户分布分散的情况，建议采用分布分光。

## 4.2 网络节点及设备选型

### 4.2.1 OLT 局端

原则上，将 OLT 设置在接入点 / 端局机房，覆盖其所辖服务区的所有 FTTx 网络用户。优先选择中心端局，充分发挥光纤传输距离远，业务覆盖范围大的优势，避免机房分散建设，节省建设成本。同时也充分利用端局内已有的配电系统、业务设备、机架、光纤配线系统等资源，实现设备集中管理和维护，降低运维费用。

FTTx 网络发展初期，网络规模较小，为便于维护管理，应将 OLT 分区域集中设置，如设置在端局；当端局空间不足而不具备足够的装机条件时，或者管线资源紧张时，应考虑将 OLT 下移至条件较好的接入点（可以是无线基站机房），但不宜新建 OLT 专用机房。

对于用户数量很大，分布密集的大型住宅小区，可考虑将 OLT 放置在小区机房内。其优点是户外光缆的施工量及光缆用量会大幅度下降，节省工程费用，缺点是小区机房的配套设施可能需要补充和完善，会带来一定的成本增加，需要根据实际情况进行权衡。

OLT 局端通常放置 OLT 和 ODF 设备。位于中心机房的 ODF，根据馈线光缆容量一次性完成建设。

### 4.2.2 光缆分配点

根据用户分布特点，从维护和成本两个方面进行考虑，合理选择光缆分配点的位置。根据建网经验，参照如下布放原则：

- 均衡网络部署，尽量减少配线光缆的长度。
- 根据用户分布情况，一个光缆分配点可覆盖一栋建筑、一个建筑群或一个小区。
- 馈线光缆与配线光缆应按照终期容量布放，避免将来重新敷设光缆。
- 在光缆分配点，馈线光缆与配线光缆采用交叉连接方式，便于网络逐步扩容和测试维护。
- 光缆分配点的位置，应便于光缆出入，便于现场操作维护。

- OLT 机房离用户很近时，光缆分配点可设置在 OLT 局端机房内，方便集中管理。

光缆分配点通常实现光功率的分配及光缆的调度，主要设备有光缆接头盒、光缆交接箱、Splitter 等。光缆接头盒通常用在户外光缆施工中，在光缆接续和光缆分歧处，提供对光缆接续点的物理保护。光缆接头盒种类繁多，工程中应根据光缆敷设方式、光缆外径、光缆分歧路数等确定合适的规格型号。光缆交接箱的满配容量应满足最终的用户总容量需求，避免将来更换设备。单元体的配置可根据用户发展情况逐步增加实现扩容。光分路器应尽量集中放置，便于设备管理和维护，同时也有利于提高光分路器和 PON 端口的利用率，在初期业务开通率低的情况下，能更好地节省 OLT 和光分路器的设备投资。对于别墅和多层小区，住宅密度低，用户数少，较少的光纤资源，就能满足小区内的用户接入需求，这种情形下，可将光分路器放置在室外或小区机房内。对于高层小区和商业区，住宅密度高、用户数多，需要的光纤资源总量较多，此时应将光分路器放置到各个楼内。

### 4.2.3 用户接入点

选择位置应靠近用户，平衡入户光缆和用户接入点的建设成本（覆盖范围：30~100m）。根据不同的接入场景，用户接入点可设置在室内或室外。例如，对于楼宇住宅或商业楼，用户接入集中，用户接入点应设置在楼内；对于别墅，用户接入分散，用户接入点应设置在户外。

分纤箱放置在用户接入点处，完成配线光缆到入户光缆的转换，实现入户光纤的集中管理。基于不同的光纤入户方式，分纤箱可安装在楼道、楼内竖井、室外墙体、地下管道、电杆等不同地方。

### 4.2.4 光纤入户

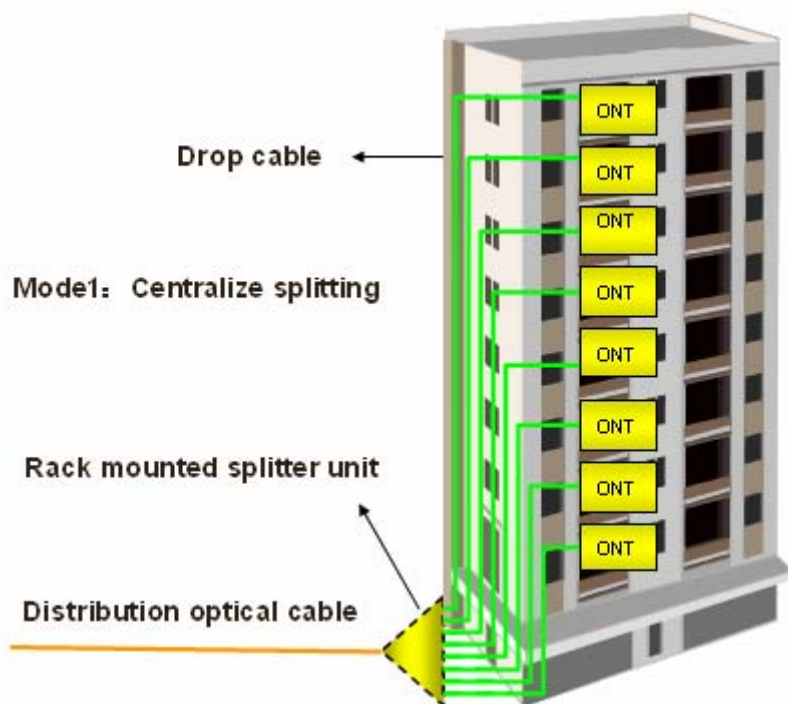
下面针对高层住宅、多层住宅、别墅区及大量 Villa + 少量多层四种典型接入场景，给出入户实现方案建议。

#### 高层住宅

高层建筑的用户数一般在 64 户以上，通常有地下通信设备间（Basement room）和弱电井（Weak current well）。根据具体情况，有 3 种主推方案。

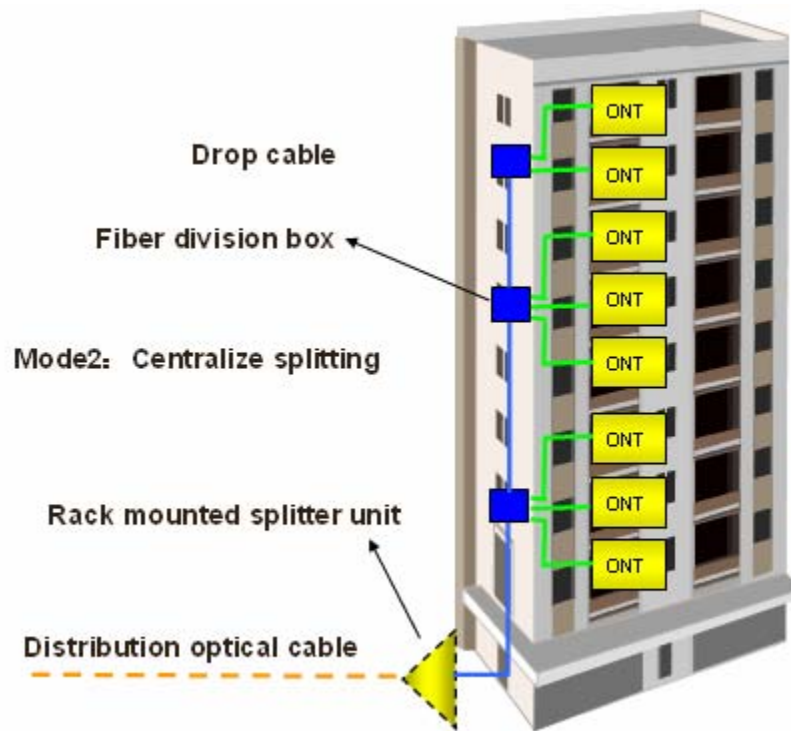
高层方案 1：在 Basement 集中分光，不经分纤盒，分光后直接皮线光缆入户，经光纤插座成端。如下图所示：

图4-6 高层住宅方案 1



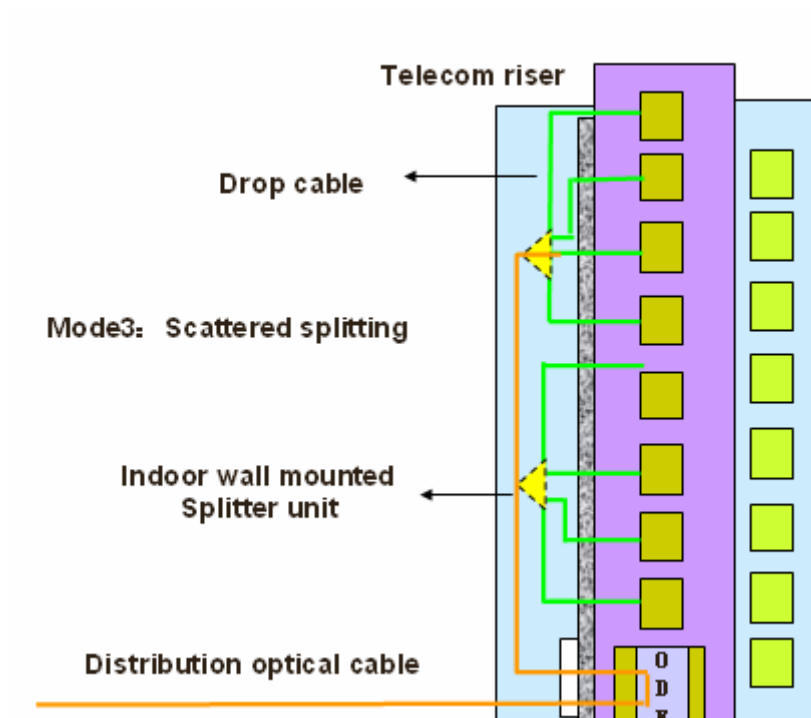
高层方案 2: 分光方案同方案 1, 同样也是楼下集中分光, 不同在根据用户层数及每层用户数增加分纤盒的使用, 即配线光缆进入 Basement 作完分光熔接配线操作后接入骨架带状光缆经分纤盒连接入户皮线光缆至每一户。

图4-7 高层住宅方案 2



高层方案 3：分布式分光，基于高层用户楼宇的层数及每层布放的用户数分几层布放室内挂墙式光分路单元，配线光缆过来到 Basement room 只作熔接配线操作不作分光，然后接入骨架带状光缆到分布在不同楼层的挂墙式光分路单元作完分光后直接皮线光缆入户。如下图所示：

图4-8 高层住宅方案 3

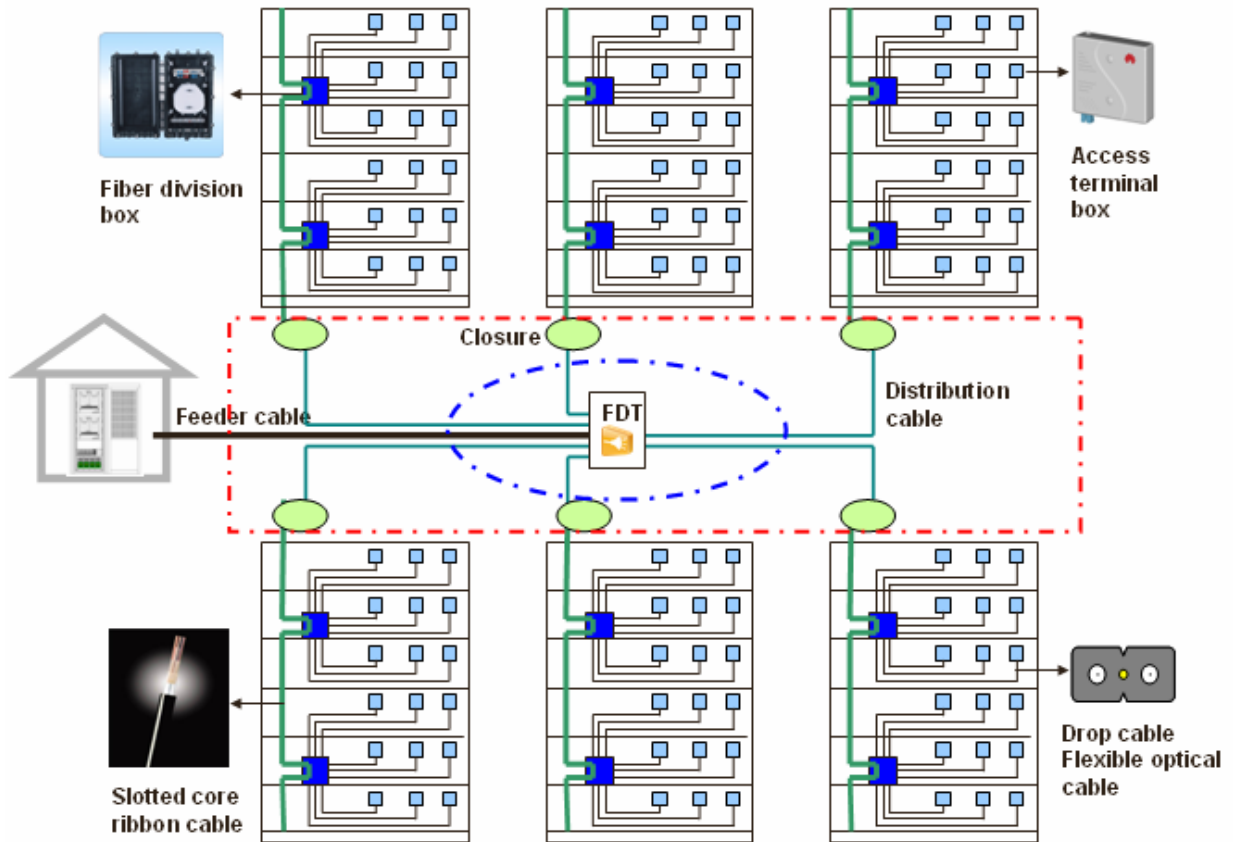


## 多层住宅

多层建筑的用户数一般在 64 户以下，通常有地下通信设备间 (Basement room) 和弱电井 (Weak current well)。多层建设方案可共享高层建设方案。对于用户分布不多的多层，主推 2 种解决方案。

多层方案 1：在用户分布相对集中的多层，建议在小区绿化带选择质心位置，在光缆交接箱中集中分光，经分纤盒到每一用户。

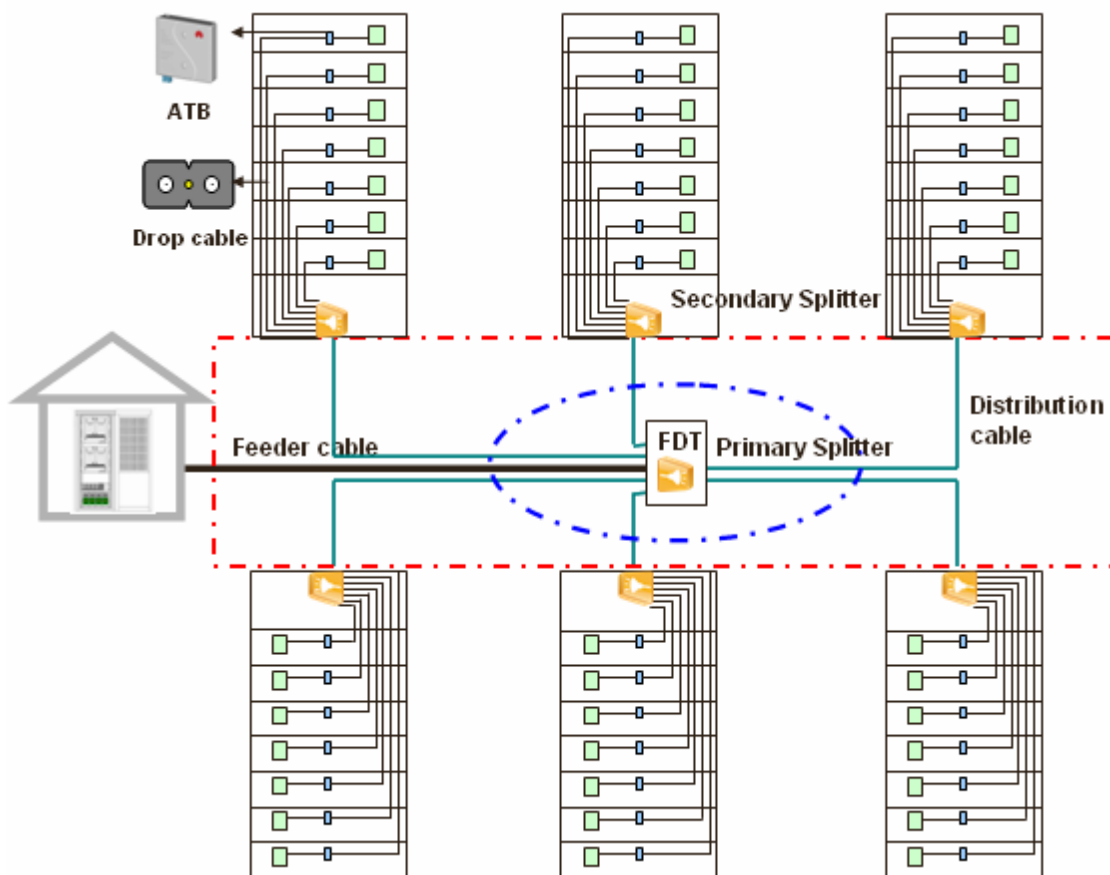
图4-9 多层住宅方案 1



多层方案 2: 在用户分布较为分散的多层, 建议在光缆交接箱中作一级分光; 在多层楼宇作二级分光。



图4-10 多层住宅方案 2

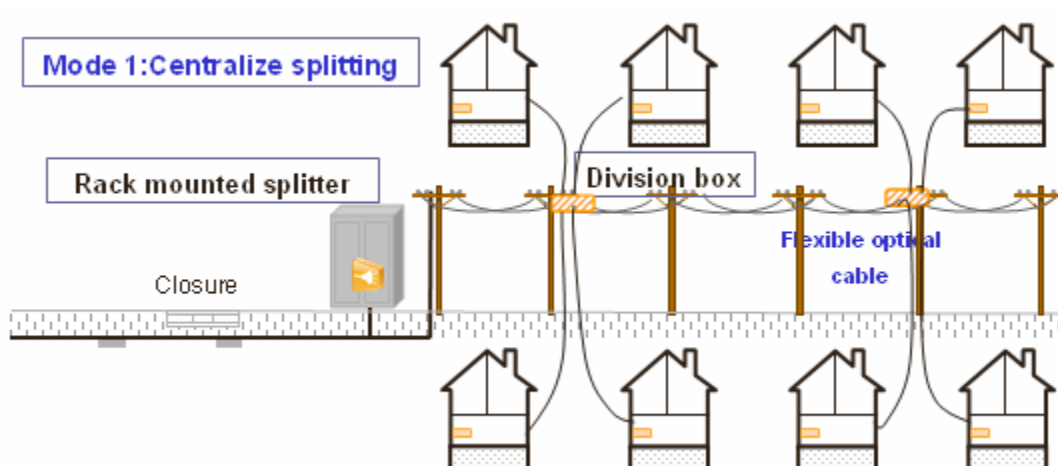


## 别墅区

Villa 建筑一般有单独的 house 或连排的 house 并且没有通信间。根据现有基础设施资源是否可以支撑，分为 3 种方案。

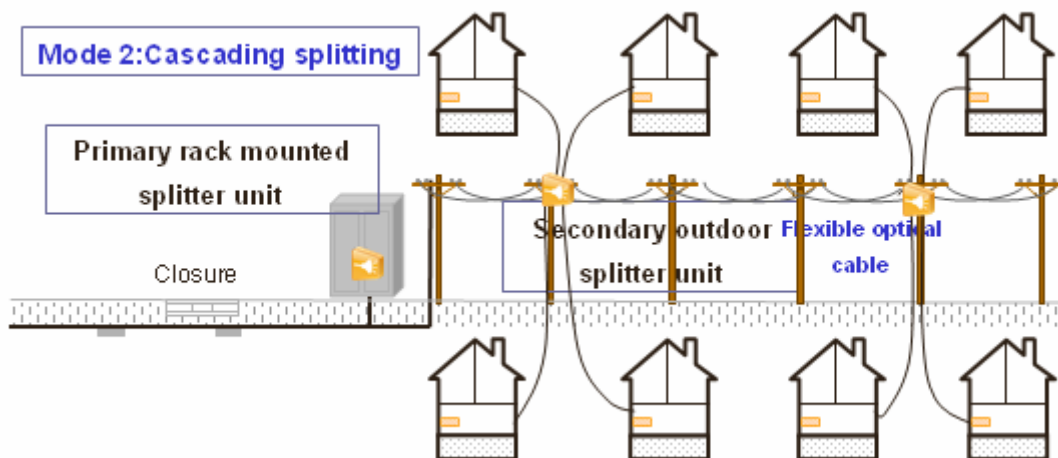
Villa 方案 1：集中在 FDT 内分光，用分纤盒接入用户。适用于用户集中分布，有足够管道系统支撑的情况。

图4-11 Villa 方案 1



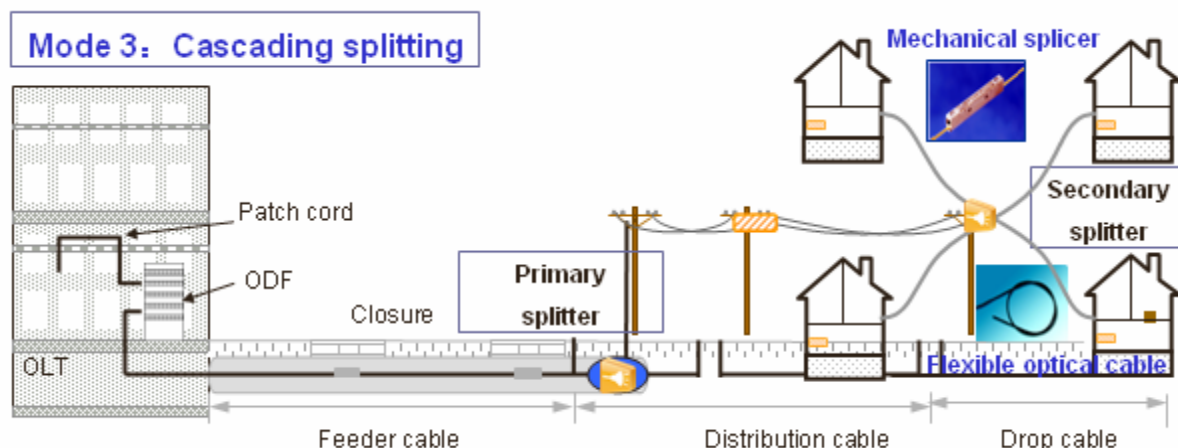
Villa 方案 2: 两级分光, FDT 内作第一级分光, FAT 作第二级分光。适用于用户较分散, 没有足够管道资源支撑的情况。如下图所示:

图4-12 Villa 方案 2



Villa 方案 3: 两级分光, 第一级和第二级均采用户外光分路单元, 即 splitter 在 closure 里可放置在 manhole 或 hand hole 里面。适用于分布极其分散的 Villa 区域, 1 平方公里不到几百户。

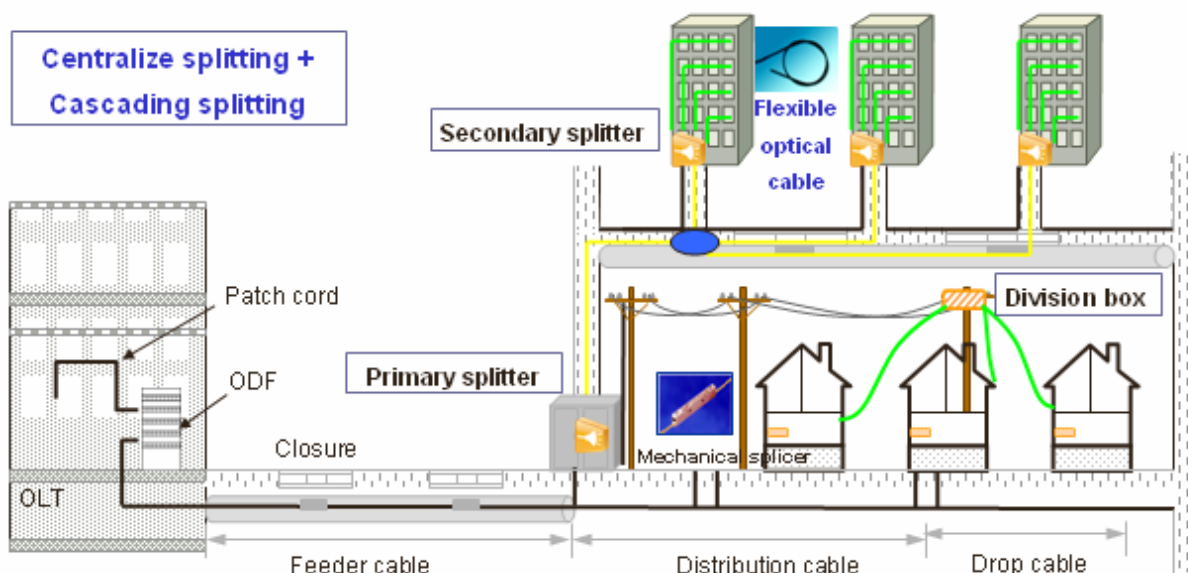
图4-13 Villa 方案 3



## 大量 Villa + 少量多层

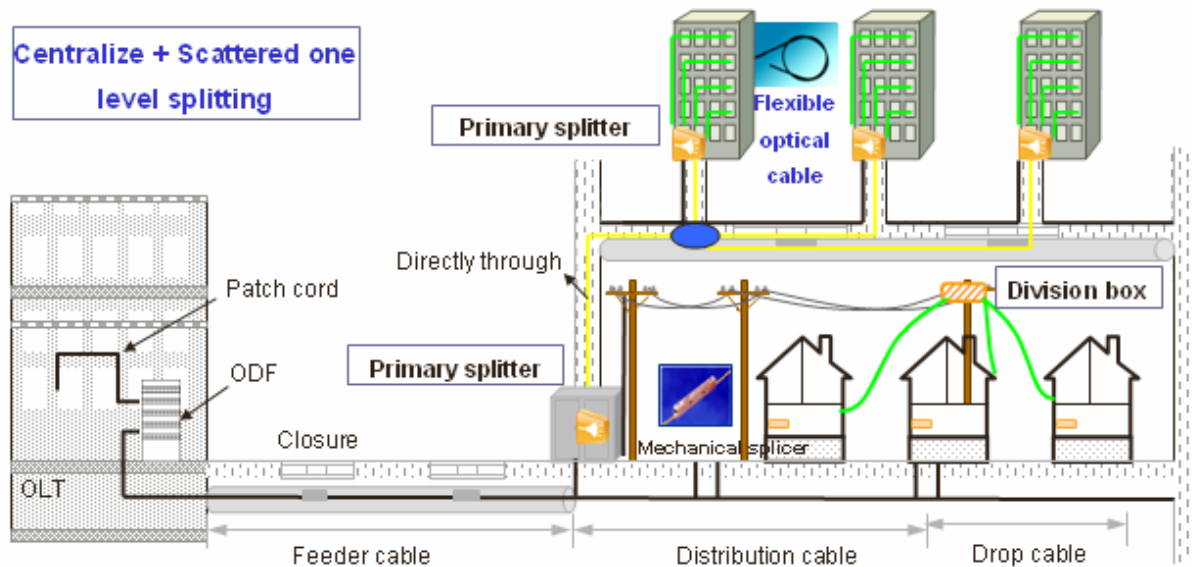
方案一：针对零星的多层用户分布，选择用户质心位置进行集中分光，对于 villa 区域经分纤盒直接接入，对于多层用户，采用两级适配叠加的方式，交接箱做第一级分光，多层区域作二级分光，鉴于多层区域用户放号不确定性，作二级分光作一收敛，节省 PON 口的浪费。

图4-14 大量 Villa + 少量多层 1



方案二：针对较多人口分布的多层区域，可在交接箱作直通，在多层区域作一级分光，这样分光器的部署不会过于零散，且能满足用户的接入和收敛的需求，对于 villa 用户，在交接箱做集中分光接入。

图4-15 大量 Villa + 少量多层 2

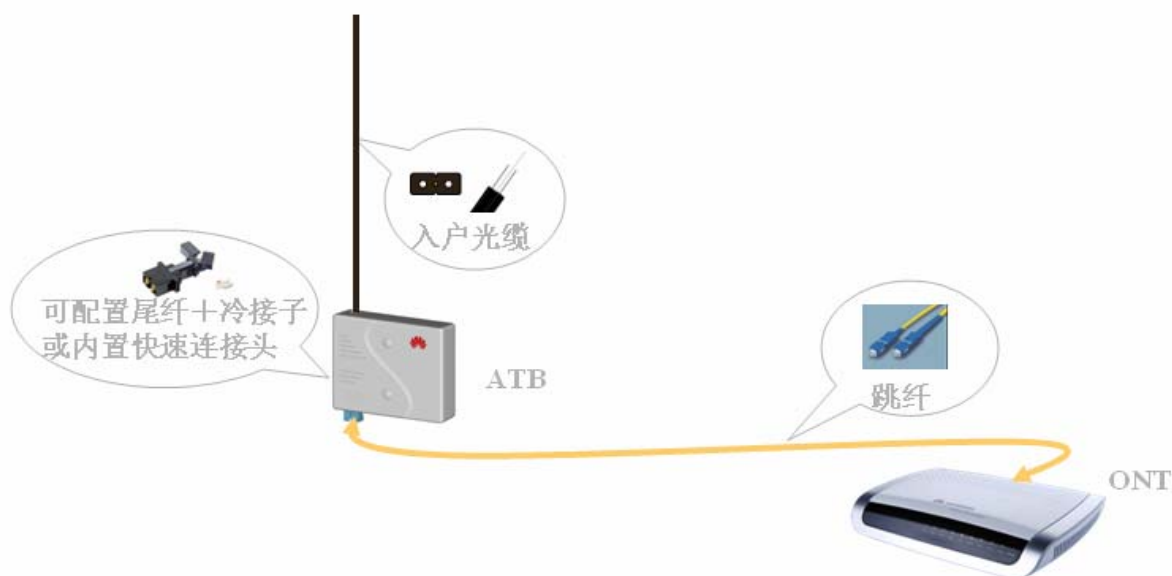


## 4.2.5 室内成端

入户后的光纤必须及时引入到入户终端盒内进行成端，完成对光纤的保护，最后用跳纤连接。实际工程中，一般采用尾纤+冷接子连接方式实现光纤成端，或采用快速连接头现场成端。

说明：CATV应用场合，建议全程采用熔接方式。

图4-16 入户光纤的成端



## 4.3 光缆选型与布放

### 4.3.1 光纤光缆选型

馈线段与配线段光纤采用 G.652D，即波长段扩展的非色散位移单模光纤。利用其在 1310 nm 波长窗口色散性能最佳，是目前应用最广泛的光纤，而且成本最低。在 1310 nm 处，色散小，衰耗大；在 1550 nm 处，色散大，衰耗小；适合光波波长为 1310 nm ~1550 nm(接入网) 传输。

馈线光缆为局端机房到光分配点间的光缆，多采用管道和架空的方式进行铺设，也可采用气吹工艺。根据光缆的铺设方式，可采用架空光缆、管道光缆、直埋光缆或气吹微缆。

- 在管道资源充足、采用传统拉缆方式进行铺设光缆时，建议采用 GYTY，因为 GYTY 具有成本优势，其次可采用 GYFTY，GYTA，GYTS 等。
- 在管道资源受限的情况下，可采用排水管道光缆 GPTCA63，路面微槽光缆 GLFXTS 及架空光缆 GYTC8A 等，根据具体情况而定。
- 因海外劳动力成本较高，可采用气吹微缆 GCYFTY，以节省人力成本，但是对施工人员的技能及施工条件要求较高。

配线段光缆须便于施工、分歧、维护，并具有组装密度高、缆径相对较小，柔韧性强，重量轻的特点。基于上述原因，推荐选择骨架式带装光缆 GYDGA；此外，在高楼内垂直布线时，首推骨架式带状光缆 GYDGA。

入户段光纤采用 G.657A，即用于接入网的低弯曲损耗敏感单模光纤。因为 G.657A 在具备了 G.652D 光纤性能的基础上，其具有优良的抗弯曲性能，尤其适合于室内布线。建议采用皮线光缆入户，因为其具有重量轻，柔韧性强，弯曲半径小等优点，另外，华为公司皮线光缆采用 LSZH (Low Smoke Zero Halogen, 低烟无卤) 外护套，满足 ROHS 标准。对于楼宇住宅，主推室内皮线光缆 GJBFH；对于别墅住宅，主推室外皮线光缆 GYBFCH。

### 4.3.2 光缆敷设方式

对馈线段光缆的布放，建议按照网络覆盖区域内的最终用户总容量，同时考虑至少 10% 的光纤资源冗余以满足未来新业务发展需求，一次性完成光缆敷设。对配线段和入户段的光缆布放，建议按照新建区和旧建区分别考虑。对于新建区，按照满配容量一次性完成光缆敷设，实现光纤到户。对于旧建区，将项目划分和 Home Pass 和 Home Entry 两段来部署，Home Pass 段可按照满配需求将光缆敷设到用户接入点处；Home Entry 段根据用户的业务开通需求，再将光缆引入用户家中，逐步完成光纤到户。

光缆路由的确定通常与用户分布、现有管道情况、市政规划以及相关法规约束等因素有关，需要在成本、运维需求、可实施性、可靠性等多方面进行综合考虑。工程设计中，需要通过实地勘查来确定最佳的路由，路由选择必须确保光缆线路安全可靠，便于施工和维护，工程建设经济合理。

根据实际情况，光缆敷设可采用直埋、地下管道或架空方式。在城区，建议尽量采用地下管道方式，充分利用包括通信管道、雨水管道、下水道、排水管等在内的各类管道资源，实施光缆敷设。在管道资源缺乏区域，如新建区，可考虑与电力、电话等其他服务提供商的线缆进行联合布放，共同承担地下管道的建设和使用费用。对穿越绿地、路面、人行道的的光缆敷设，以及郊区的光缆敷设，在无管道资源的情况下，可考虑采用直埋或微槽方式（微槽的好处：施工效率高投资小、对居民的干扰小、对环境破坏小）。直埋需要做较多的事后处理工作来恢复现场环境，但可以节省施工时间和费用，对设备和施工人员的要求不高。在光缆路由困难的区域，可选择架空方式，光缆敷设应尽量利用已有的架杆资源，必要时可通过挂墙或新建架杆，实施光缆敷设。

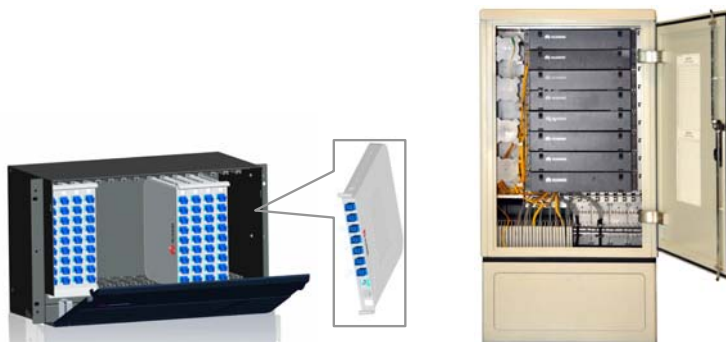
## 4.4 新产品新技术应用

### 4.4.1 新产品的应用

#### 大容量 FDT+模块式 Splitter

大容量 FDT+模块式 Splitter 在放号率不确定的情况下具有优势。能够为用户扩容提供极大的方便。模块式 Splitter 在有限的安装空间内实现分光器的高密度安装。

图4-17 大容量 FDT+模块式 Splitter



#### 隐蔽式配线产品

隐蔽式配线产品包括隐蔽式光缆交接箱和分纤箱。用于在站点获取困难或当地法律法规等不允许的情况下的地理或抱杆安装，能够最大程度地利用人孔、抱杆等现有资源，节约安装空间，不影响城市美观。隐蔽式光缆交接箱包括地理式、立柱式和抱杆式。隐蔽式分纤箱包括地理式和抱杆/吊挂式分纤箱。

## 超柔光缆新型光缆的应用

超柔光缆采用玻璃纤维表面含聚合物涂层的特殊工艺，具有良好的机械性能，保护光纤抵御外来的侵害，如压力、折弯、扭曲等。超柔光纤的宏弯性能比其他标准单模光纤小几百倍，较小的弯曲半径使其适用于用户端，在极度弯曲、空间受限以及特殊的安装条件下布设。可解决运营商在 ODN 网络中光纤入户时所遇到的主要技术问题。

图4-18 超柔光缆

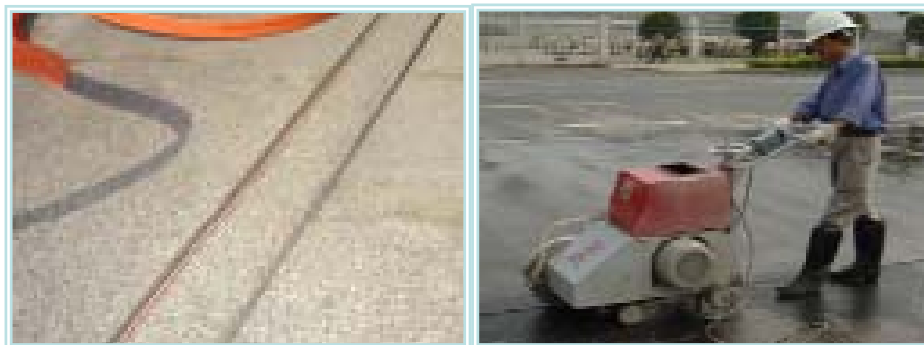


## 4.4.2 新技术的应用

### 路面微槽技术

路面微槽光缆是指允许光缆安装在混凝土水泥路面或沥青路面上切割出的一较浅和窄的地槽内。与传统的光缆敷设技术相比，该技术具有安装速度快、成本低、对环境影响小、对路面破坏有限和安装施工时对道路交通影响极小等优点。路面微槽主要适用于敷设在城市及社区内现有水泥或沥青道路路面，具体操作是用开槽机在水泥地面或沥青路面上开宽度 20mm、深度 1100mm 的微型槽，在沟槽中敷上 10mm 厚的黄沙作为铺垫和缓冲，然后将光缆放入沟槽，并在光缆上铺放一根直径为  $\varnothing 20\text{mm}$  的泡沫棒作为缓冲和隔离，最后填平沟槽。

图4-19 路面微槽技术





## 气吹微缆和微管技术

气吹微缆和微管技术采用管道吹缆专用微型管道光缆气吹敷设工艺（即母管+子管+微缆敷设技术）。该技术利用气吹敷缆的方法，先将微管吹进已敷设的母管中，然后根据客户需求，可分批次将微缆吹进微管中。气吹微缆和微管技术能够节约网络初期投资费用，提高光缆敷设效率，提升网络的灵活性。缺点在于敷设设备每次准备周期较长、最终综合成本较高。建议在馈线和配线段，敷设直线距离超过 1km 的场景下使用。

图4-20 气吹微缆和微管技术



## 4.5 网络性能

光通道损耗是 ODN 最重要的网络性能指标。光功率衰减与光分路器的分光比、活动连接数量和光缆长度等有关，在工程设计时，必须控制 ODN 中最大的衰减值，使其符合 OLT 和 ONT 之间的光功率预算要求。

ODN 光通道损耗包括光纤、光分路器、活动连接器和光纤固定连接点所引入的损耗总和。在工程设计中，对光通道损耗的估算可采用如下的光损耗参数表。



图4-21 工程用光损耗参数表

名称	类型	平均损耗 (dB)
连接点	快速连接器	<0.5
	冷接	≤0.2
	熔接	≤0.1
	活动连接	≤0.3
光分路器	1:64 (PLC)	≤20.5
	1:32 (PLC)	≤17
	1:16 (PLC)	≤13.8
	1:8 (PLC)	≤10.6
	1:4 (PLC)	≤7.5
	1:2 (FBT)	≤3.8
光纤(G.652D)	1310nm (1 km)	≤0.35
	1550(1 km)	≤0.21
光纤(G.657A)	1310nm (1 km)	≤0.38
	1550(1 km)	≤0.25

 说明

1×4 以上(包括 1×4)的光分路器全部为 PLC 型, 1×2 的是 FBT 型。

上述数据中,平均损耗包含了连接器损耗和 WDL 及 TDJ。

光通道损耗= $L \times a + n1 \times b + n2 \times c + n3 \times d + e + f$  (dB)

- a 表示光纤每公里平均损耗 (dB/km), L 为光纤总长度, 单位 Km。工程中使用的光纤跳线, 尾纤等, 一般长度较短, 可以忽略。
- b 表示光纤熔接点损耗 (dB), n1 表示熔接点的数目。

- c 表示光纤机械接续点损耗 (dB), n2 表示机械接续点的数目。
- d 表示连接器损耗 (dB), n3 表示连接器数目。
- e 表示光分路器损耗 (dB), 这里只考虑一级分光。如果是二级分光, 则要分别考虑二个光分路器造成的损耗。
- f 表示工程余量, 一般取 3dB。

设计中应对网络中最远用户的光通道衰减进行核算, 采用最坏值法进行 ODN 光通道衰减核算, 检查全网的光通道损耗是否满足要求, 并根据需要对网络设计方案做适当调整。

# 5

## 网络工程设计

按照网络规划方案，针对具体的 ODN 工程项目，开展全面的工程设计活动，完成工程勘查、工程图纸、详细设计文档和项目预算，指导工程实施。

### (1) 工程勘查

通过工程勘查，收集和获取现场信息，分析和确定设备的安装位置、光缆路由、光缆敷设方式等，为后续的详细设计提供最重要的参考依据。

#### (a) 机房

- OLT 的放置位置。
- 现有 ODF 的容量和资源能否满足光缆的熔接、配线需求。
- 连接 OLT 和已有 ODF 之间的跳纤长度。
- 新增 ODF 的放置位置，连接 OLT 所需要的跳纤长度。
- 现有上下行光缆资源的利用率。
- 机房和走线架的预留空间。

#### (b) 馈线段和配线段

- 现有的管道、人孔的分布情况和可利用空间。
- 光缆路由和敷设方式的选择。
- 光缆接头盒的位置。
- 光缆交接箱的位置。

#### (c) 入户段

- 分纤箱位置。
- 光缆入户的路由选择。

#### (d) 用户端

- 室内光缆如何走线。
- 光纤终端盒的安装位置。

- ONT 的安装位置。

## (2) 工程图纸

按照工程项目需求，提供全套的工程设计图纸，包括：

- 网络结构图
- 网络设备系统连接图
- 光缆布放系统连接图
- 机房设备布置平面图
- 光缆路由走向图
- 光缆成端及接续点分布图
- 光衰耗及纤芯分配图
- ODN 设备的分布图
- ODN 设备的安装图
- 建筑物内部综合布线平面图

## (3) 设计文档

提供工程项目的详细设计方案，给出工程建设方案和指导原则，明确光缆选型要求、设备选型要求、设备安装和设备配置等，并提出工程施工的具体要求。

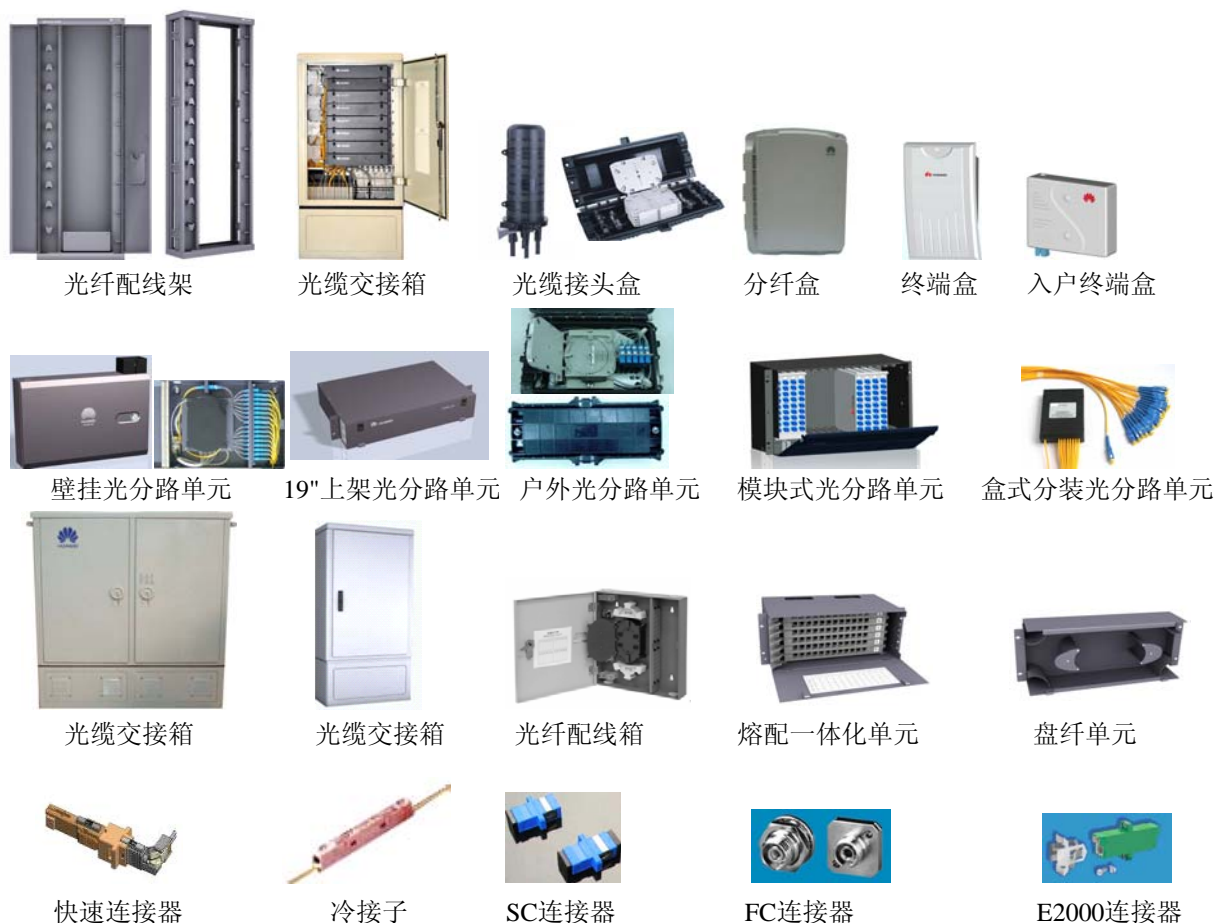
## (4) 项目预算

编制项目总预算，包括 ODN 设备和光缆采购费用、勘查设计费用、设备安装和光缆敷设的工程费用等。

# 6 产品集成

华为公司提供全系列的 ODN 设备，可根据客户特殊需求，提供产品快速定制服务，全面满足客户的 ODN 建设需求。根据具体的 ODN 项目需求，完成设备选型，为客户提供高性价比的 ODN 产品，并提供专业化的技术指导。

图6-1 端到端的 ODN 设备



华为公司具有丰富的工程施工经验，能够提供种类齐全的 ODN 工程物料，包括人孔、手孔、各种管道及架空物料等。

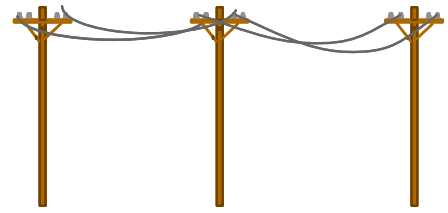
图6-2 种类齐全的 ODN 工程物料



手孔



人孔



电线杆



UPVC管材



HDPE双壁波纹管



HDPE多孔管



硅芯管



GL钢管



气吹微管

我们与全球的多家主流光缆厂商建立了长期的合作伙伴关系，能为客户提供性能优良的全系列光缆产品。根据光缆工程需求，从性能、成本、可靠性、工程实施方便性等方面进行综合考虑，为客户提供最优的光缆产品方案。

图6-3 全系列的光缆产品



作为业界领先的设备供应商，我们提供先进的 OLT 和 ONT 设备。能够真正为客户提供端到端的 FTTH 产品解决方案。

图6-4 先进的 OLT 和 ONT 设备





# 7

## 工程实施

根据客户需求，提供工程实施和工程管理方面的服务。工程实施包括环境勘测、设计复核、工程准备、物料运输、物料仓储、站点清理、设备及组件安装、光缆接续配线、测试验收等。若项目涉及 Turnkey 业务，工程还可衍生到电信管道及光缆铺设、土建设施等领域。

工程管理包括工程督导、工程监理及项目管理相关业务。我们具备光接入网、Turnkey 领域丰富的项目交付与管理实践经验，能够向客户按时、高质交付符合设计和成本要求的 ODN 工程。

- 工程准备

实现一次配货。

- 站点实施

进行站点确认、环境勘查、站点清理、设计复核、物料运输/检查、施工工具/仪器准备等。

- 设备安装

ODN 设备的安装和接地，包括不同的场景：地理、户外、挂墙、挂杆、户内等。

- 光缆铺设

进行光缆铺设（人工或吹缆），光纤熔接/冷接、配线，接续测试，制作标签等。

- Turnkey 土建实施

包括土建设施的实施，管道铺设等。

- 工程监理&工程督导

提供工程所需的物料、设备、测试仪器和工具，进行必要的技术指导，并以项目管理的方法控制工程质量、进度、成本和变更，通过第三方完成工程交付。

- 测试&验收

提交工程竣工文档和测试验收报告。

# 8

## 带给客户的好处

同运营商紧密合作，深刻理解运营商当前和未来的业务需求，为客户提供最合适解决方案。

成功交付全球多个 ODN 建设项目，获取了丰富的项目运作经验，能帮助客户将网络建设的风险降到最低。

提供 FTTH 端到端的解决方案（OLT，ODN，ONT）。一站式业务提供，为客户节省投资，加快业务开展。

拥有强大的研发队伍，可根据客户需求，快速提供定制化服务。

拥有全球化的专业技术团队，及时为客户解决 ODN 部署方面的问题。

## 附录：缩略语

英文缩写	英文全名	中文解释
FTTx	Fiber to The x	光纤接入
ODF	Optical Fiber Distribution Frame	光纤配线架
ODN	Optical Distribution Network	光纤分配网络
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
ONT	Optical Network Terminal	光纤网络终端
FDT	Fiber distribution terminal	光缆交接箱
Closure	Closure	光缆接头盒
FAT	Fiber access terminal	分纤箱
TB	Terminal box	终端盒
ATB	Access terminal box	入户终端盒
CO	Central office	中心机房
PLC	Planar light wave circuit	平面光波导
FBT	Fused bionic taper	熔融拉锥
WDL	Wave dependents loss	波长相关损耗
TDL	Temperature dependents loss	温度相关损耗
OPEX	Operational Expenditure	运营成本
CAPEX	Capital Expenditure	投资成本
Splitter	Splitter	光分路器

Manhole	Manhole	人孔
Hand hole	Hand hole	手孔
Villa	Villa	别墅
Home Pass	Home Pass	-
Home Entry	Home Entry	-