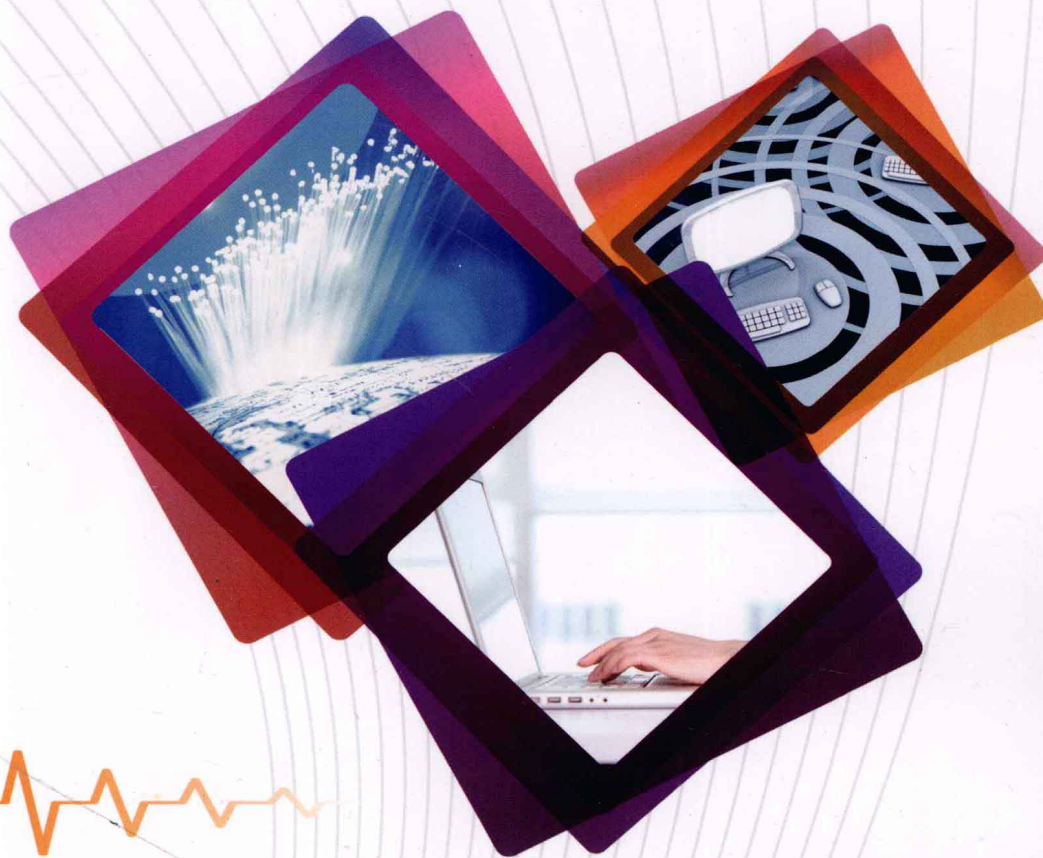




宽带光接入网络 构建与实施



中国联合网络通信



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

宽带光接入网络 构建与实施



中国联合网络通信有限公司北京市分公司 © 编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

宽带光接入网络构建与实施 / 中国联合网络通信有限公司北京市分公司编. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2011.10 (2011.12 重印)

ISBN 978-7-115-26033-8

I. ①宽… II. ①中… III. ①光接入网: 宽带接入网
IV. ①TN915.63

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第140039号

内 容 提 要

本书主要介绍了宽带光接入网络的构建与实施, 包括光接入网络总体技术、光接入网络线路技术、光接入网络线路施工和验收、光接入网络设备技术、光接入网络设备施工和验收、光接入网络业务开通和测试、宽带接入网络关键建设原则实施。

本书可供研究和从事宽带光接入网络的工程技术人员参考阅读。

宽带光接入网络构建与实施

-
- ◆ 编 中国联合网络通信有限公司北京市分公司
责任编辑 杨 凌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12.5 2011 年 10 月第 1 版
字数: 286 千字 2011 年 12 月北京第 2 次印刷

ISBN 978-7-115-26033-8

定价: 39.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

序

全球信息产业持续快速发展，在经济发展中始终占据主导地位，成为世界经济增长的重要推动力。信息技术和产业能力、信息化水平已经成为衡量一个国家综合国力、国际竞争力和现代化程度的重要标志。近年来，我国的信息产业已经成为最重要的支柱产业之一，信息化建设成就突出，信息网络基础设施已成为支撑国民经济和社会信息化、智能化的重要基础。

我国“十二五”规划纲要在论述全面提高信息化水平，构建下一代信息基础设施章节中明确指出：统筹布局新一代移动通信网、下一代互联网、数字广播电视网、卫星通信等设施建设，形成超高速、大容量、高智能国家干线传输网络。引导建设宽带无线城市，推进城市光纤入户，加快农村地区宽带网络建设，全面提高宽带普及率和接入带宽。推动物联网关键技术研发和在重点领域的应用示范，加强云计算服务平台建设。

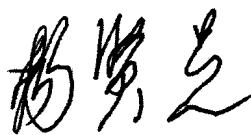
为实现我国“十二五”规划纲要中城市信息化建设的要求，完成中国联通集团宽带网络的建设目标，中国联通北京市分公司特编写了《宽带光接入网络构建和实施》一书，由人民邮电出版社出版供广大读者参阅。

我祝愿，该书能够为通信业的发展提供有益参考，能够有利于全面提高宽带普及率和接入带宽，助推物联网、云计算的实际应用，更好地服务民生。

原邮电部副部长

原信息产业部副部长

原中国联合通信有限公司董事长



2011年7月于北京

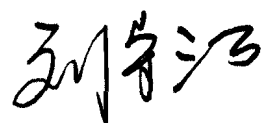
前 言

根据国家“十二五”规划的要求，要加快建设宽带、融合、安全、泛在的下一代国家信息基础设施，推动信息化和工业化深度融合，推进经济社会各领域信息化。北京“十二五”规划提出，要加强信息通信高速网络和枢纽建设，促进资源共享和互联互通，构建城乡一体、全面覆盖的现代化信息基础设施网络，推动首都全面迈进信息高速时代。加快实施信息基础设施提升工程，实现 100 兆光纤到楼入户，1G 宽带服务覆盖社区。

为加快推进首都信息化，实现中国联通集团高速率宽带网络发展目标，中国联通北京市分公司对新一代光接入网络进行了大量研究和总结，编制了《宽带光接入网络构建与实施》一书。本书是北京市宽带光接入网络的规划设计、工程建设、运行维护、业务开展的技术书籍，主要包括 7 个篇章：宽带光接入网络总体技术篇；宽带光接入网络线路技术篇；宽带光接入网络线路实施篇；宽带光接入网络设备技术篇；宽带光接入网络设备实施篇；宽带光接入网络业务开通篇；宽带光接入网络关键原则篇。

愿本书的出版能够为宽带光接入网络的发展提供参考和帮助。

北京联通总经理



2011 年 7 月于北京

目 录

第一篇 宽带光接入网络总体篇	1
一、光接入网定位	1
二、光接入网的网络构成	2
三、组网模型	4
四、设备部署原则	8
五、光分配网（ODN）系统组成	13
六、光纤测试	13
七、光缆应用场景	14
八、管理要求	14
九、承载业务要求	15
十、网络资源规划配置	16
十一、环境要求	17
十二、建设模型	19
十三、FTTB 方式 ONU 典型平面布置示例	23
十四、OLT 设备安装机房基本要求	24
第二篇 宽带光接入网络线路技术篇	27
一、接入光缆网定位	27
二、接入光缆网的构成	27
三、光分配网拓扑结构	28
四、光分配网（ODN）系统设计	30
五、技术要求及技术指标	40
六、光纤接续及测试	55
七、环境要求	58
八、光缆线路的防护	60
第三篇 宽带光接入网络线路实施篇	62
一、器材检验	62
二、工程施工前检查	66
三、光缆余长要求	67
四、管道光缆的敷设	67
五、埋式光缆的敷设	69
六、架空光缆的敷设	71
七、入户光缆的敷设	75
八、光缆接续和成端	76

九、光分配架、光交接箱与光分配设备的安装	79
十、测试	80
十一、光缆的规范管理	83
十二、线路保护与防护	85
十三、竣工文件编制	89
十四、工程验收	90
十五、光缆线路与其他建筑物的间距	91
第四篇 宽带光接入网络设备技术篇	94
一、光接入设备分类	94
二、点到点设备技术要求	94
三、点到多点设备技术要求（EPON OLT 设备）	95
四、点到多点设备技术要求（EPON ONU/ONT 设备）	105
五、点到多点设备技术要求（GPON 设备）	115
六、配套电源设备	131
七、管理要求	134
八、供电、环境、安全性和其他要求	143
第五篇 宽带光接入网络设备设施篇	145
一、施工前检查	145
二、设备安装	145
三、工程验收	149
四、宽带光接入网络 EPON/GPON 设备测试要求	155
五、宽带光接入网络网管测试要求	156
第六篇 宽带光接入网络业务开通篇	157
一、业务开通分工界面	157
二、业务开通前准备	158
三、光纤布放及布线要求	159
四、设备安装要求	160
五、业务开通	162
六、测试要求	163
第七篇 宽带光接入网络关键原则篇	165
一、PON 技术应用	165
二、OLT 局点设置	165
三、OLT 设备设置	166
四、光分配网（ODN）设计	167
五、分光比与接入距离	173
六、无管道情况解决方案	176
七、光进铜退	176
八、维护要求	176
九、业务开通分工界面	177

十、GPON 技术和 EPON 技术对比 179

附录一 参考文件 180

附录二 名词释义 183

附录三 单位释义 184

后记 185

第一篇 宽带光接入网络总体篇

本篇作为宽带光接入网络的总体篇，规范了宽带光接入网络的网络构成、组网模型、设备部署原则与要求以及光分配网（ODN）系统要求、管理要求、承载业务要求、网络资源规划配置等。

一、光接入网定位

（一）接入网定义

根据国际电联（ITU-T）建议 G.902，接入网由网络节点接口（NNI）和用户网络节点接口（UNI）之间的一系列传送实体（如线路设施、传输设施、接入设备）组成，为开展电信业务而提供相应的系统。如图 1-1 所示。

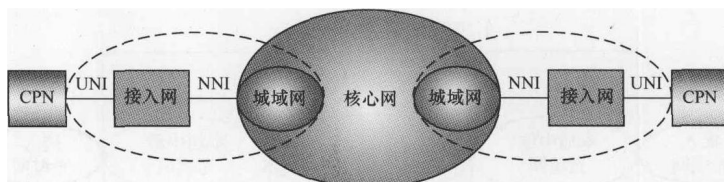


图 1-1 接入网示意图

（二）光接入网定义

光接入网络是全程以光纤接入作为承载媒质，或者以光纤作为主干接入传输媒质，以铜线或无线作为用户末端承载媒质的网络。光接入网络可提供高带宽的传送能力，局端设备提供与业务网络的连接接口，具备 QoS 保证、安全以及必要的处理能力，支持多业务接入和业务的快速部署。网络结构如图 1-2 所示。

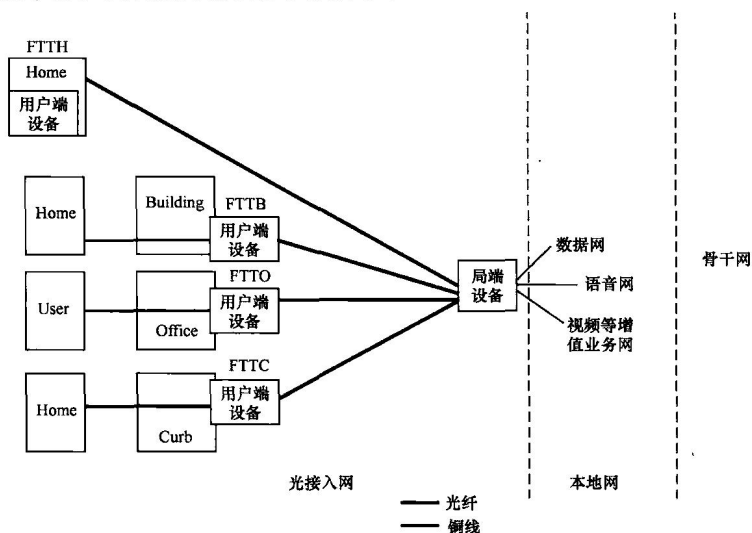


图 1-2 光接入网示意图

光接入网具有以下主要特征：

- (1) 具有高带宽的传送能力；
- (2) 支持多业务接入，包括现有的窄带业务，宽带业务以及对未来多媒体增值业务的扩展支持能力；
- (3) 支持 IP 网作为上层业务的承载；
- (4) 对用户以及用户相关的信令是透明的；
- (5) 支持接入网络的平滑演进等；
- (6) 光纤到户是接入网的发展趋势。

(三) 接入光缆网定义

光缆网是指局站内光缆终端设备到相邻局站的光缆终端设备之间的光缆路由，由光缆、管道、杆路和光纤连接及分歧设备构成。

本地网接入光缆是连接本地节点（业务节点）与通道终点之间的通信光缆。接入网光缆是提供业务节点与通道终点之间的传输通道。接入光缆网在整个光缆网络中的位置如图 1-3 所示。

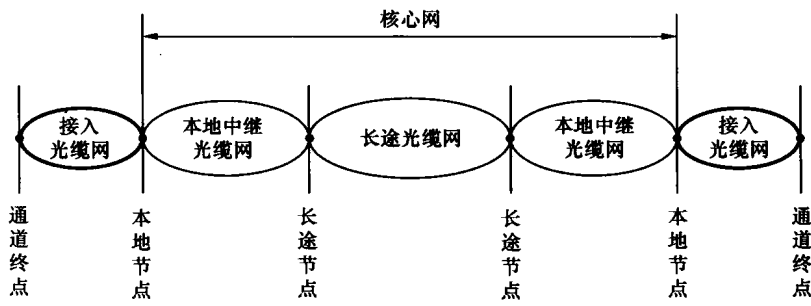


图 1-3 接入光缆网示意图

二、光接入网的网络构成

(一) 光接入网结构

1. 点到点结构

点到点（P2P）光接入技术采用点到点光传输方式，即从局端到每个用户端设备都是一一对应的，且设备之间都用一对或一根独立的光纤连接。点到点之间的业务承载可通过光纤直驱方式，也可通过传输设备承载。点到点接入拓扑如图 1-4 所示。

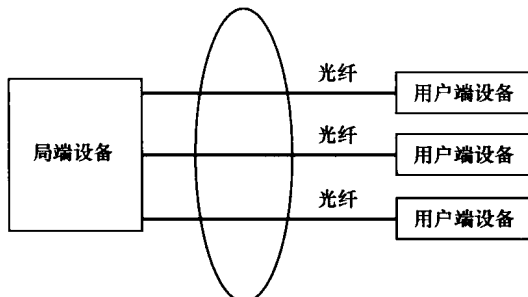


图 1-4 点到点光接入网示意图

2. 点到多点结构

点到多点（P2MP）光接入技术是局端设备对应多个用户端设备，可多个用户端设备复用一根主干光纤。点到多点的主要实现技术为 PON 技术，点到多点接入拓扑如图 1-5 所示。

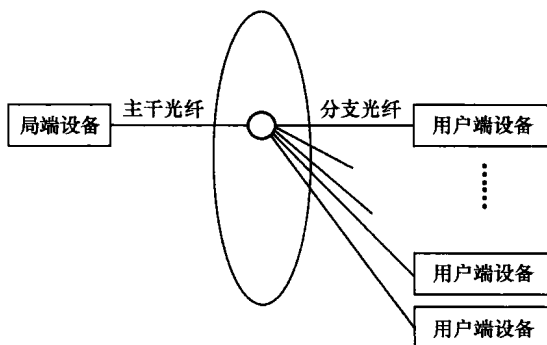


图 1-5 点到多点光接入网示意图

（二）光接入网络组成

光接入网的组成部分，包括局端设备、用户端设备以及光分配网络。

局端设备包括光收发器、传输设备、OLT 等设备，负责提供语音、数据、视频业务网络的互联接口，并实现网络管理的主要功能。

用户端设备包括光收发器、ONU 等设备，负责向终端用户提供所需的业务接口。

光分配网络包括用户光缆、无源光分路器、光交接设备、光分纤设备和光缆接头盒及用户终端盒等，负责连通局端与用户端设备。

（三）网络配置点

光接入网定界，遵从接入网的位置定义，由 3 个接口所定界，即网络侧经由 SNI 与业务节点 SN 相连，用户侧经由 UNI 与用户或者用户驻地网 CPN 相连，管理方面经由 NMI 接口与电信管理网相连，图 1-6 显示了光接入网的拓扑。本规范范围为 SNI 至 UNI 之间的部分。

图 1-6 上部是基于无源光分配网点对多点的光接入网的参考配置，下部是基于点对点的光接入网参考配置。

图中的 ONU、OLT、局端设备、用户端设备都是基于逻辑功能划分的网络部件，在实际网络中，可以体现为不同的物理设备形态。

其中业务节点接口（SNI）包括 GE 接口、FE 接口、10GE 接口、E1 接口、E3 接口、STM-1 接口、STM-4 接口等。

用户网络接口（UNI）包括 GE 接口、FE 接口、Z 接口、Za 接口、E1、E3、ISDN-BRI、ISDN-PRI、V.35、V.24 接口、支持 CATV 业务的 RF 接口、xDSL 接口、Wi-Fi 接口等。

（四）光缆分段模型

光接入网络按光缆到达的位置可分为主干光缆、配线光缆和引入光缆等部分，具体分段模型如图 1-7 所示。

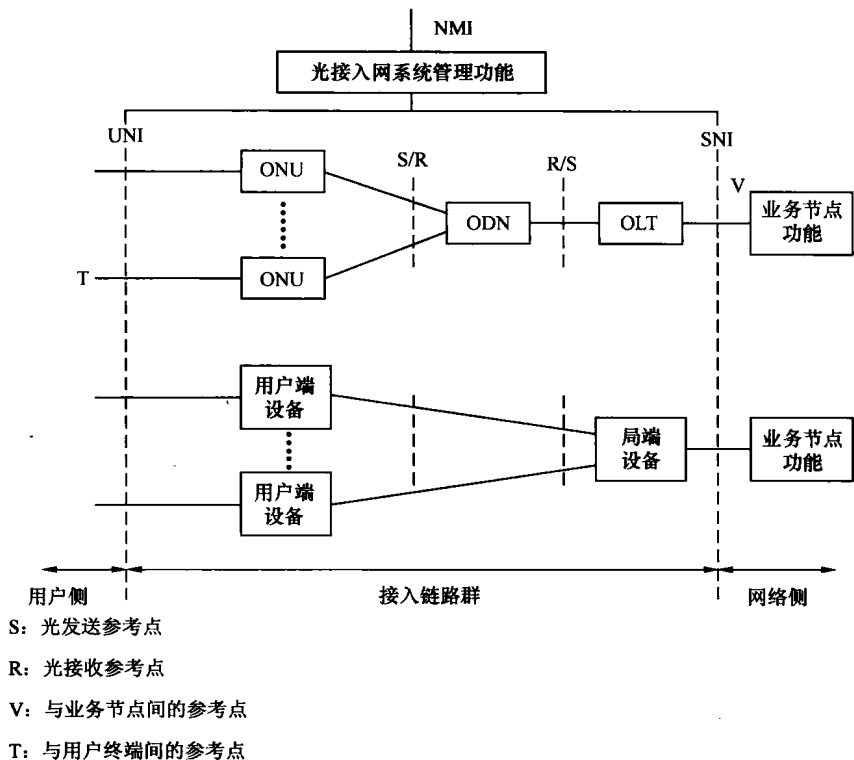


图 1-6 光接入网络参考点

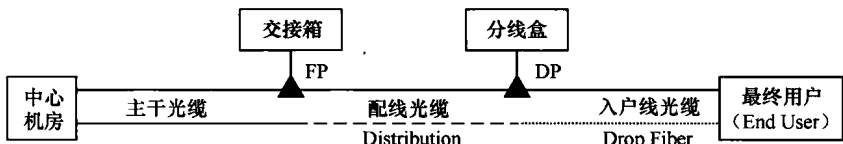


图 1-7 光缆分段模型

三、组网模型

（一）点到多点接入网

1. 光纤到户（FTTH）

（1）定义

光纤到户指主干段、配线段和引入段全程采用全光接入，并将 ONT 部署到公众用户家中，直接提供 UNI 连接公众用户家庭网络，为用户提供语音、数据等多种业务，典型提供 100Mbit/s 甚至以上的速率并具有更高的带宽扩展能力。目前实现 FTTH 的主要技术为 PON 技术。PON 技术采用无源光分配网，中间没有任何有源设备，达到真正全透明的网络。

FTTH 从业务节点设备一直到用户的传输媒质全部为光纤，中间没有任何铜缆，具备了利用光纤为用户提供高带宽的基础。光纤到户网络结构如图 1-8 所示。

（2）适用场景

FTTH（PON）是未来 3~5 年光接入网的发展目标，应首选 FTTH 作为公众用户接入网建设的主要方式。确实难以实现 FTTH 方式的，在能保障用户 20Mbit/s 接入带宽的前提

下可适当选用其他方式（FTTB/C）进行光接入网建设。

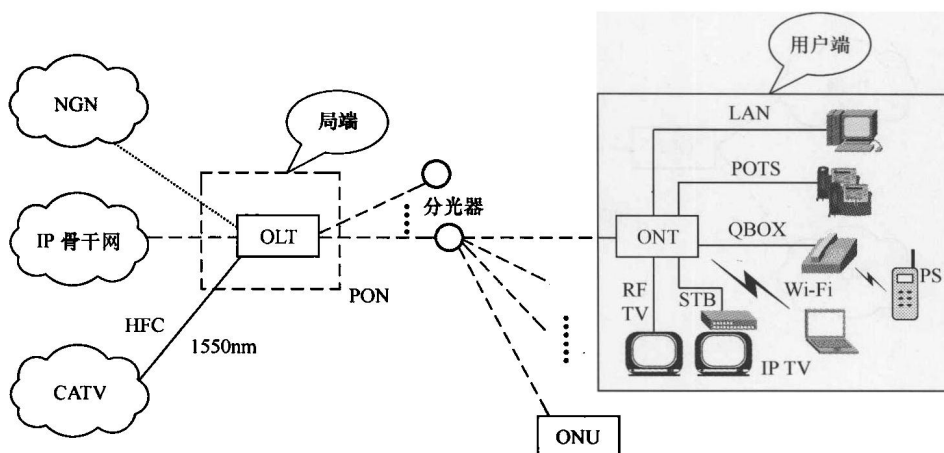


图 1-8 FTTH 网络结构图

适用于城市新建小区，城市原有小区如果具备敷设入户光纤条件的也应进行 FTTH 的改造。

原有小区改造的可把光缆和分光器先安装和布放到楼道分纤盒内，用户申请开通业务时再进行入户光缆的布放。

对于老城区平房、城乡结合部和农村地区可先把光纤布放到院内，用户申请开通业务时再进行入户光缆的布放。

典型应用可参见“十二、建设模型”。

2. 光纤到大楼（FTTB）

（1）定义

光纤到大楼（FTTB）采用光纤到楼层或单元，ONU 或光终端设备部署在传统的分线盒（用户引入点）即 DP（Distribution Point，分配点），ONU 或光终端设备下采用铜线方式接入用户，ONU 或光终端设备离用户的距离应在 500m 以内。在确实难以实现 FTTH 方式的情况下，FTTB 是对 FTTH 的一种补充接入方式。在能保障用户 20Mbit/s 接入带宽的前提下可适当选用 FTTB 进行光接入网建设。

采用 FTTB（PON）方式，ONU 部署在楼层交接间内，一栋楼内可能部署一个 ONU，也可能有多个 ONU 部署。光纤之后向下延伸的铜线接入技术可选以下几种：

采用以太网技术通过五类线传输，五类线全程长度不超过 100m；

采用 xDSL 技术，可利用双绞线传输，传输距离应控制在 500m 内。

光纤到大楼网络结构如图 1-9 所示。

（2）适用场景

在确实难以实现 FTTH 方式的情况下，FTTB 是对 FTTH 的一种补充接入方式。在能保障用户 20Mbit/s 接入带宽的前提下可适当选用 FTTB 进行光接入网建设。

应用场景如下。

① FTTB（PON+LAN）。有中、高带宽需求的已具备综合布线且敷设入户光纤困难的住宅、商务楼宇或科技园区，采用 FTTB+LAN 方式。数据和语音业务可通过 ONU 统一接入，对于语音需求远大于大数据需求的商务客户和科技园区可设置独立设备接入语音。

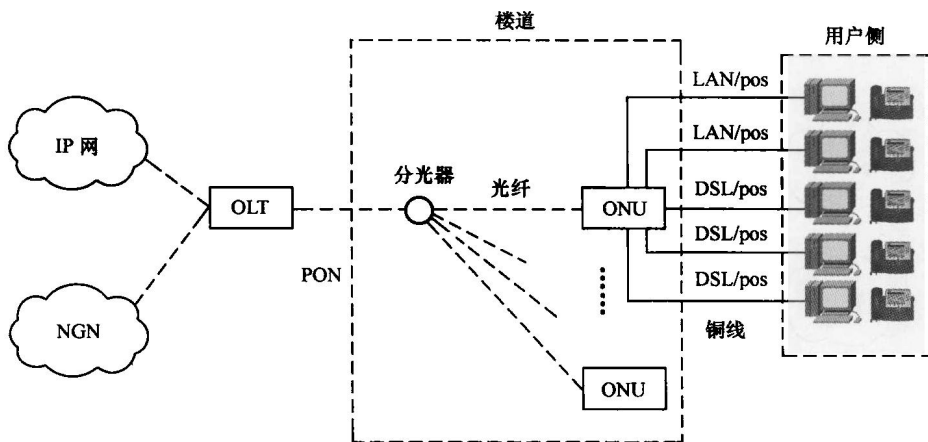


图 1-9 FTTB 网络结构图

校园宽带接入可采用 FTTB (PON+LAN) 方式，其中 LAN 部分应结合校园局域网建设，主要为用户提供宽带接入。

对于大客户和商务客户也可通过 PON 接入实现专线接入和点对多点的专网接入。

采用以太网技术通过五类线传输，五类线全程长度不超过 100m。

ONU 可提供多路 LAN 端口、语音口和 E1 等多种接口，为用户提供综合接入。语音和宽带接口的比例可根据实际情况灵活配置，对于公众用户建议语音和宽带的配比初期可按 2:1 考虑。

② FTTB (PON+DSL)。有中等带宽需求的不具备综合布线且敷设入户光纤困难的住宅、商务楼宇或科技园区，可采用 FTTB (PON+DSL) 方式。数据和语音业务可通过 ONU 统一接入，对于语音需求远大于大数据需求的商务客户和科技园区可设置独立设备接入语音。

采用 xDSL 技术，可利用双绞线传输，传输距离宜控制在 500m 内，现阶段采用 ADSL2+ 技术。

ONU 可提供多路 DSL 端口、语音口和 E1 等多种接口，为用户提供综合接入。语音和宽带接口的比例可根据实际情况灵活配置，对于公众用户语音和宽带的配比可按 2:1 考虑。

典型应用可参见“十二、建设模型”。

3. 光纤到路边 (FTTC)

(1) 定义

光纤到路边/交接箱 (FTTC)，光终端设备或 ONU 部署在交接箱即 FP 处，光终端设备或 ONU 下采用铜线接入到用户，光终端设备或 ONU 离用户的距离应在 0.3~2km 范围内。

FTTC 采用光纤到路边、小区内交接箱或行政村/自然村内，用铜线作为光纤的延伸至最终用户。在确实难以实现 FTTH 方式的情况下，FTTC 是对 FTTH 的一种补充接入方式，在能保障用户 20Mbit/s 接入带宽的前提下可适当选用 FTTC 进行光接入网建设。

采用 FTTC (PON) 方式，ONU 部署在路边或小区交接间内，一个交接箱/间内可能部署一个 ONU，也可能部署多个 ONU。采用 xDSL 技术，可利用双绞线传输，传输距离宜控制在 500m 内，现阶段宜采用 ADSL2+ 技术。

ONU 可提供多路 DSL 端口和语音口等多种接口，为用户提供综合接入。语音和宽带接口的比例可根据实际情况灵活配置，对于公众用户语音和宽带的配比可按 2:1 考虑。

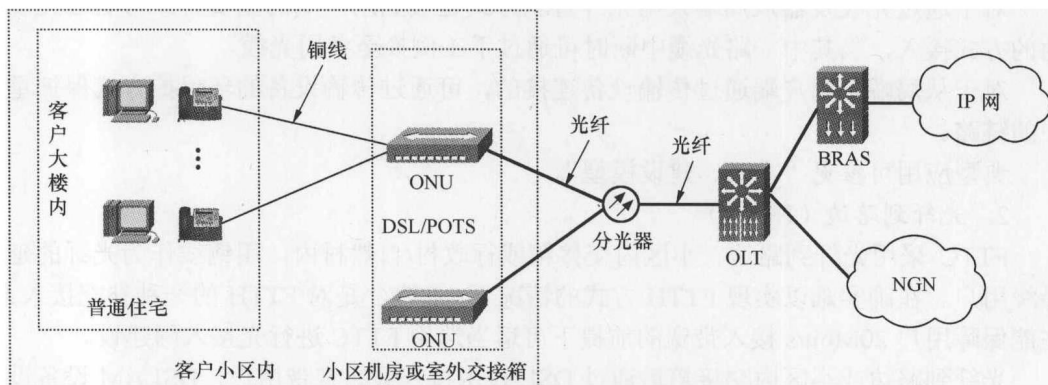


图 1-10 FTTC 点对多点形式网络结构图

(2) 适用场景

在确实难以实现 FTTH 方式的情况下，FTTC 是对 FTTH 的一种补充接入方式。在能保障用户 20Mbit/s 接入带宽的前提下可适当选用 FTTC 进行光接入网建设。主要适用于公众客户的综合业务接入，适用场景如下：

有中、低带宽需求的不具备综合布线且敷设入户光纤困难的住宅，同时在楼内难以选择设备安装机房时可采用 FTTC+DSL 方式，把用户端设备安装在小楼中心机房/交接间或路边有源交接箱内。数据和语音业务可通过 ONU 统一接入，对于语音需求远大于数据需求的商务客户和科技园区可考虑设置独立设备接入语音。

农村地区可在自然村或行政村设置 ONU 设备通过 FTTC+DSL 方式实现用户数据和语音业务的综合接入。

典型应用可参见“十二、建设模型”。

4. 光纤到办公室 (FTTO)

(1) 定义

光纤到公司/办公室 (FTTO) 是利用光纤传输媒质连接局端和公司或办公室用户的接入方式，引入光纤由单个公司或办公室用户独享，ONU 之后的设备或网络由用户管理。

采用 FTTO (PON) 方式，ONU 一般放置在企业、单位的中心机房内，以获得最优越的保障设施条件，同时也方便与用户设备对接。光纤之后向下延伸采用以太网技术通过五类线传输，五类线全程长度不超过 100m。

ONU 可提供多路 LAN 端口和语音口等多种接口，为用户提供综合接入。语音和宽带接口的比例可根据实际情况灵活配置。

(2) 适用场景

点对多点的 FTTO 方式主要通过 PON 技术实现，适用于中小企业专线接入、专网建设和网吧的综合业务接入。

(二) 点到点接入网

1. 光纤到大楼/光纤到办公室 (FTTB/O)

FTTB/O 通过光收发器、传输等设备从局端采用点对点光纤直驱方式到大楼内接入点或公司办公室。点到点的 FTTB/O 方式占用光纤资源较多，因此不适合用户数量多且相对集中的公众用户，适用于对网络安全、带宽保障、服务质量较高的大客户或商务客户接入。

对于通过光收发器从局端采用光纤直驱方式连接到用户端的重要客户可通过光缆双路由的方式接入，当其中一路光缆中断时可通过手工倒换至备用光缆。

对于从局端到用户端通过传输设备连接的，可通过传输设备的环保护方式保护重要客户的链路。

典型应用可参见“十二、建设模型”。

2. 光纤到路边 (FTTC)

FTTC 采用光纤到路边、小区内交接箱或行政村/自然村内，用铜线作为光纤的延伸至最终用户。在确实难以实现 FTTH 方式的情况下，FTTC 是对 FTTH 的一种补充接入方式。在能保障用户 20Mbit/s 接入带宽的前提下可适当选用 FTTC 进行光接入网建设。

光纤到路边或小区内交接箱后通过 DSL 技术接入最终宽带用户，DSLAM 设备设置在路边或小区内中心机房/交接间，DSLAM 设备通过光纤直驱方式连接到局内网络设备。传输距离宜控制在 500m 内，现阶段宜采用 ADSL2+ 技术。

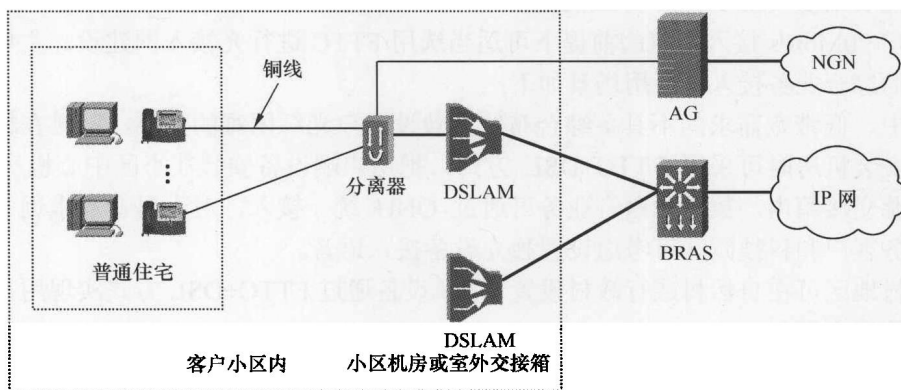


图 1-11 FTTC 点对点形式网络结构图

FTTC 是对 FTTH 的一种补充接入方式，在不能实现光纤入户的情况下可采用 FTTC 方式进行新建或改造。点到点的方式适用于中、低带宽需求，接入适用于宽带用户在 300 户以上用户集中的地区，也可用于农村地区的宽带接入。

典型应用可参见“十二、建设模型”。

四、设备部署原则

（一）点到点设备部署

点到点设备主要服务于大客户接入，一般采用 FTTO 的接入方式，局端设备一般部署在端局或模块局，用户端设备一般放置在企业、单位的中心机房内，以获得最优越的保障设施条件，同时也方便与用户设备对接。

（二）点到多点设备部署

点到多点技术主要由 PON 设备实现，本规范中 EPON 设备部署为 IEEE 802.3ah 标准中定义的上下行线路速率为对称 1.25Gbit/s 的 EPON 设备。

本规范中 GPON 设备部署为 ITU-T G.984 系列标准中定义的支持下行线路速率 2.488Gbit/s、上行线路速率 1.244Gbit/s 的 GPON 设备。

其他速率的 PON 设备部署将在其他规范中说明，本规范不做说明。

1. 光纤到户（FTTH）局端设备部署

考虑到接入光缆网络的分层结构以及 PON 光链路预算，在城市地区 OLT 的覆盖范围应控制在 5km 之内，郊区可以适当扩大至 10km。

（1）OLT 设置方式

OLT 的设置原则上应主要采用集中设置在端局的模式。在不能集中设置在端局时，可设置在模块局。

① 设置在端局的模式。OLT 的部署应尽量利用现有局所（机房环境、面积、电源、管道等相关配套设施相对优越的局所）集中设置。这时 OLT 可采用大容量机架式设计，整机不少于 16 个 PON 口。

OLT 可覆盖多个区域（一般小区或商业区），这时 OLT 可采用大容量机架式设计，整机不少于 16 个 PON 口。

② 设置在模块局的模式。端局不具备安装条件或高密度地区，也可选择用户集中的区域就近安装 OLT 设备，安装 OLT 设备的机房条件应满足“十四、OLT 设备安装机房基本要求”。OLT 机房应具备独立产权、长期固定性，具备 24 小时维护管理权，能就近接入主干光缆（环）上，尽量位于用户线路中心位置，并且应满足通信管线进出方便的要求。

（2）OLT 整机承载最大用户数

从 OLT 覆盖范围、现网应用情况和网络安全性考虑，每台 OLT 设备承载的用户数不宜超过 7 200 户（每个用户有数据、语音和视频业务）。

（3）OLT 上联带宽配置

OLT 承载多业务时每种业务应采用双上联，当双上联中的两条超链路带宽利用率均超过 70%后，应对上联链路进行成对扩容。

（4）每个 PON 口下带 ONT 的宽带端口数量

在 EPON 接入下，每个 PON 口下带 ONT 的宽带端口数量应控制在 336 之内。

若采用 GPON 接入，每个 PON 口下带 ONT 的宽带端口数量可增加至 672。

（5）分光比选择

EPON 宜采用 1：32 分光、GPON 宜采用 1：64 分光。可满足用户开通 20Mbit/s 接入的需求。

对于重要客户可选用 2：32（EPON）或 2：64（GPON）的光分路器进行主干光纤保护。

光纤到户情况 EPON 分光比不应大于 64，GPON 分光比不应大于 128。实际应用时分光比的选择应满足光功率预算要求，满足用户开通 20Mbit/s 接入的需求。

（6）不同分光比下每个用户的接入带宽

按每个 EPON 口 1.25Gbit/s 计算，假设在线比为 1：1，每个 EPON 端口可分配给每用户最大带宽理论值见表 1-1，实际应用考虑在线比、用户业务特性、业务模型后，用户可用带宽值应大于此表中的相应值。

光纤到户情况下完全可满足所有用户均开通 20Mbit/s 接入的需求，因此 FTTH 是宽带接入网的最终发展目标。