



高职高专电子信息类精品课程规划教材

光纤接入技术

■ 主编 方国涛



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

精品课程

高职高专电子信息类精品课程规划教材

光纤接入技术

主 编 方国涛

副主编 张 静 吴 静

谭学琴 徐文涛

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书共有8章,分别介绍了光纤接入技术基础、无源光网络技术、光接入网的光配线网络、光接入网的网络规划与设计、光接入网的设备调测、光接入网的施工与测试、光接入网的末梢安装与维护、光纤接入新技术等。全书脉络清晰,重点突出,既有对技术原理的讲解,又有实际的工程案例应用,每一章还指出相应的课程重点和学习目标。

本书可以作为高职通信技术、通信线路、移动通信及相关专业的专业课程教材,也可作为培训教材供企业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

光纤接入技术/方国涛主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2013.8

高职高专电子信息类精品课程规划教材

ISBN 978-7-5606-3133-2

I. ①光… II. ①方… III. ①光纤网—高等职业教育—教材

IV. TN929.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 182795 号

策划编辑 秦志峰 陆 滨

责任编辑 秦志峰 史鹏腾

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com

电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 11.5

字 数 268千字

印 数 1~3000册

定 价 18.00元

ISBN 978-7-5606-3133-2/TN

XDUP 3425001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

光接入网是通信接入网当前建设的重点,是目前主流的宽带接入方式。典型的光纤接入技术有 FTTH(光纤到家)、FTTB(光纤到楼)、FTTO(光纤到办公室)等,这些 FTTx 方式多通过 PON(无源光网络)技术来实现。由于光接入网的大规模建设,对接入网勘测、设计、施工、调测和维护人才的需求量不断增加,同时对他们的专业技能也提出了更高的要求。

目前光纤接入已经成为电信宽带接入的主流方式,基于 PON 的 FTTH 技术是光纤接入的发展方向。FTTH 技术可以提供更高的带宽和综合业务(包括语音、数据、视频、TDM 时分复用等业务)的接入,能给用户带来更好的体验和享受。

电信网络的宽带化、IP 化以及业务融合化的趋势已非常明显,日本和北美的 FTTH 用户数都在大幅度地增加,国内各大电信运营商也在加快进行 FTTH 网络的建设和部署,中国电信从 2010 年开始将 FTTH 作为宽带接入的主要方式。FTTH 采用的是 PON 技术(EPON 或 GPON 技术),目前到端用户的下行带宽在 30 Mb/s 左右,随着 10G PON 技术的成熟和商用化,基本可以实现“万兆到楼,千兆到单元,百兆到户”的目标。FTTH 研究的热点有:FTTH 组网技术、QoS 管理、接入层快速保护、PON 的动态带宽分配、用户/业务管理、OAM(运行、管理和维护)等。网络的总体发展趋势是网络层次清晰化、网络结构扁平化、网络质量确保服务差异化和控制集中化。

本书内容包括光纤接入技术基础、无源光网络技术、光接入网的光配线网络、光接入网的网络规划与设计、光接入网的设备调测、光接入网的施工与测试、光接入网的末梢安装与维护 and 光纤接入新技术等。本书不仅介绍了光接入网的基本原理,还介绍了光配线网络的相关器件及光接入网的规划设计和施工安装调试等流程,并针对 PON 网络的业务开通作了详细的阐述,还对光接入网的常见故障处理方法和案例作了详细分析。

本书由安徽邮电职业技术学院方国涛任主编,并编写了第 5 章,安徽邮电职业技术学院的张静编写了第 1、2 章,吴静编写了第 3、8 章,谭学琴编写了第 4、6 章,南京航空航天大学徐文涛编写了第 7 章。本书在编写过程中得到安徽邮电职业技术学院领导和通信工程系主任的大力支持,并参考了大量的文献资料,在此对各级领导和相关作者表示诚挚的感谢。

因编写时间较为仓促,书中难免有不足与错误之处,诚恳希望广大读者批评指正。

编 者

2013 年 3 月

目 录

第 1 章 光纤接入技术基础	(1)
1.1 光纤接入技术概述	(1)
1.1.1 接入网的概念	(1)
1.1.2 光接入网的概念	(2)
1.1.3 光接入网技术分类	(3)
1.1.4 有源光网络技术	(4)
1.1.5 无源光网络技术	(4)
1.2 光接入网的拓扑结构	(6)
1.2.1 星型组网	(6)
1.2.2 树型组网	(9)
1.2.3 总线型组网	(9)
1.2.4 环型组网	(10)
1.3 光接入网与其他网络的互通	(10)
1.3.1 光接入网在通信网中的位置	(10)
1.3.2 光接入网与软交换网络的互通	(11)
1.3.3 光接入网与 IP 网络的互通	(12)
1.3.4 光接入网与 IPTV 网络的互通	(13)
1.4 FTTx 技术	(15)
1.4.1 FTTH 技术	(16)
1.4.2 FTTB 技术	(16)
1.4.3 FTTC 技术	(17)
1.4.4 FTTO 技术	(18)
1.5 光纤接入技术的发展	(18)
本章小结	(19)
习题	(19)
第 2 章 无源光网络技术	(21)
2.1 PON 技术概述	(21)
2.1.1 主要 PON 技术简介	(22)
2.1.2 PON 系统基本原理	(23)
2.1.3 PON 系统基本组成	(24)
2.2 EPON 技术	(27)
2.2.1 EPON 标准及规范	(27)

2.2.2	EPON 协议栈	(28)
2.2.3	EPON 的关键技术	(30)
2.2.4	EPON 的动态带宽分配技术	(34)
2.3	GPON 技术	(35)
2.3.1	GPON 标准与规范	(35)
2.3.2	GPON 的关键技术	(36)
2.3.3	EPON 和 GPON 的比较	(39)
2.4	PON 典型组网案例分析	(40)
2.4.1	FTTH 组网方式	(40)
2.4.2	FTTB+LAN 组网方式	(40)
2.4.3	FTTB+xDSL 组网方式	(41)
2.4.4	FTTO 组网方式	(41)
2.5	PON 系统的业务承载方式	(42)
2.5.1	语音业务承载	(42)
2.5.2	宽带数据业务承载	(43)
2.5.3	视频业务的承载	(44)
本章小结		(45)
习题		(46)
第 3 章	光接入网的光配线网络	(48)
3.1	ODN 网络的网络结构	(48)
3.2	ODN 网络主要器件介绍	(50)
3.2.1	光缆	(50)
3.2.2	光纤活动连接器	(52)
3.2.3	分光器	(52)
3.2.4	光缆交接箱	(56)
3.2.5	光缆分纤箱	(58)
3.2.6	MODF	(60)
3.2.7	光缆接头盒	(62)
3.2.8	用户综合信息箱	(64)
3.3	ODN 网络的组网方式	(64)
3.3.1	光接入网组网模式分析	(64)
3.3.2	常见场景光接入网组网方式	(66)
本章小结		(69)
习题		(69)
第 4 章	光接入网的网络规划与设计	(72)
4.1	光接入网的网络规划	(72)
4.1.1	光接入网网络层次划分	(72)
4.1.2	OLT 节点规划	(74)
4.1.3	光节点的规划	(75)

4.1.4 光接入网的规划	(77)
4.2 PON 系统设计原则	(82)
4.2.1 PON 系统组网原则	(82)
4.2.2 PON 系统带宽测算	(84)
4.3 PON 系统器件选择与工程测算	(85)
4.3.1 ODN 的光器件选择	(85)
4.3.2 PON 系统损耗与传输距离测算	(88)
本章小结	(89)
习题	(90)
第 5 章 光接入网的设备调测	(91)
5.1 光接入网的语音协议	(91)
5.1.1 VoIP 技术介绍	(91)
5.1.2 H.248 语音协议	(93)
5.1.3 SIP 语音协议	(95)
5.2 光接入网中的视频组播技术	(98)
5.2.1 组播技术的实现	(98)
5.2.2 组成员关系管理	(99)
5.2.3 组播技术在光接入网中的应用	(100)
5.3 光接入网的宽带业务配置	(101)
5.3.1 光接入网的宽带业务架构	(102)
5.3.2 光接入网宽带业务配置过程	(102)
5.3.3 详细配置流程	(103)
5.4 光接入网的语音业务配置	(104)
5.4.1 语音业务配置要点	(104)
5.4.2 ONU WEB 配置流程	(104)
5.5 光接入网的视频业务配置	(110)
5.5.1 组播概述	(110)
5.5.2 光接入网的 IGMP Snooping 配置	(111)
5.5.3 光接入网的 IGMP Proxy 配置	(112)
5.5.4 视频业务的 ONU 数据配置	(113)
本章小结	(113)
习题	(113)
第 6 章 光接入网的施工与测试	(115)
6.1 光接入网设备施工技术	(115)
6.1.1 OLT 施工技术	(115)
6.1.2 ODF 施工技术	(117)
6.1.3 光交箱施工技术	(118)
6.1.4 光分纤箱施工技术	(119)
6.2 光缆施工技术	(119)

6.2.1	不同类型光缆的敷设技术	(119)
6.2.2	入户光缆的敷设	(127)
6.2.3	光缆的接续与成端	(128)
6.3	光接入网的测试	(130)
6.3.1	光功率测试	(130)
6.3.2	光分路器测试	(131)
6.3.3	终端与业务测试	(132)
本章小结		(135)
习题		(135)
第7章	光接入网末梢安装与维护	(137)
7.1	光接入网入户光缆敷设与家庭组网	(137)
7.1.1	入户皮线光缆的敷设	(137)
7.1.2	家庭布线	(143)
7.2	光接入网业务开通流程	(143)
7.3	光接入网常见故障处理	(145)
7.3.1	故障处理诊断方法	(146)
7.3.2	光接入网远程故障的处理原则	(147)
7.3.3	光接入网常见故障处理案例	(148)
7.3.4	OLT 上网业务故障定位	(150)
7.4	PON 故障处理案例	(153)
7.4.1	ONU 注册认证类故障	(153)
7.4.2	宽带上网类故障	(153)
7.4.3	VoIP 语音类故障	(154)
7.4.4	其他故障	(155)
本章小结		(156)
习题		(156)
第8章	光纤接入新技术	(157)
8.1	下一代 PON 技术	(157)
8.1.1	10G EPON 技术	(157)
8.1.2	XG-PON 技术	(161)
8.1.3	WDM-PON 技术	(163)
8.2	新型光缆和施工技术	(166)
8.2.1	微缆气吹技术	(166)
8.2.2	室内垂直光缆	(171)
8.2.3	微型室外分支光缆	(173)
8.2.4	圆形光缆	(174)
本章小结		(175)
习题		(175)
参考文献		(176)

第1章 光纤接入技术基础

本章内容

- 接入网与光接入网的基本概念
- 光接入网的拓扑结构:星型、树型、总线型、环型
- 光接入网与软交换网络、IP网络、IPTV网络的互通
- 光接入网的应用模式及发展趋势

本章重点

- 接入网与光接入网的基本概念
- 光接入网的应用模式及发展趋势

本章建议学时数

- 6 学时

本章学习目标

- 掌握光接入网的基本概念,了解有源光网络与无源光网络的特点
- 掌握光接入网的拓扑结构与应用模式

1.1 光纤接入技术概述

1.1.1 接入网的概念

随着通信技术的迅猛发展,电信业务逐渐综合化、数字化、智能化、宽带化和个人化,人们对电信业务多样化的需求也不断提高。同时,由于同步数字体系(SDH)、无源光网络(PON)及密集型光波复用(DWDM)技术的日益成熟和使用,为实现话音、数据、视频三网融合奠定了基础。如何充分利用现有的网络资源增加业务类型,提高服务质量,已成为电信专家和运营商日益关注和研究的课题,“最后一公里”解决方案是大家最关心的焦点。因此,接入网成为网络应用和建设的热点。

所谓接入网,是指骨干网络到用户终端之间的所有线路和设备,如图1-1所示。其覆盖范围一般为几百米到十几千米,因而被形象地称为“最后一公里”。由于骨干网一般采用光纤结构,传输速度快,因此,接入网便成为了整个网络系统的瓶颈。接入网的接入方式包括铜线(普通电话线)接入、光纤接入、光纤同轴电缆(有线电视电缆)混合接入、无线接入和以太网接入等几种方式。

国际电信联盟远程通信标准化组织(ITU-T)在电信接入网总体标准(G.902)中关于接入网的定义如下：接入网(AN)是由业务节点接口(SNI)和相关的用户网络接口(UNI)之间一系列传送实体(如 Q_3 线路与传输设施)所组成，为电信业务提供所需传送承载能力的实施系统。接入网可以经由 Q_3 接口进行配置和管理，它可以实现的UNI、SNI的类型和数量原则上没有限制。接入网通常包括用户线传输系统、复用设备、交叉连接设备和用户/网络终端设备，其主要功能是交叉连接、复用、传输，但一般不包括交换功能。它对用户信令是透明的，不作任何解释和处理。接入网是独立于具体业务网之外的基础接入平台，它对上层所有业务流都透明传送。

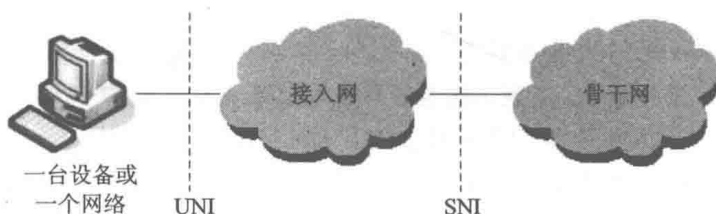


图 1-1 接入网示意图

ITU-T G.902 定义的接入网接口有三类，如图 1-2 所示，分别是用户网络接口、业务节点接口和 Q_3 管理接口。

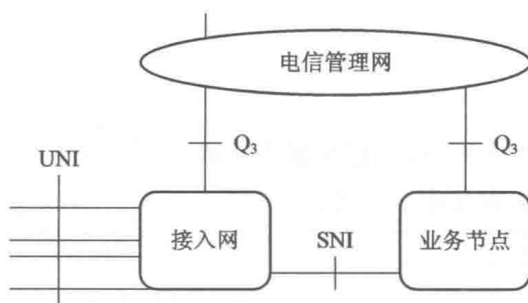


图 1-2 接入网接口示意图

1.1.2 光接入网的概念

近年来，随着业务种类和数量的不断增加，用户侧的业务从传统的话音为主逐渐向包括话音、视频及各种交互式数据业务融合的方向发展。接入网成为通信网络建设和发展的重点。光接入网是指在接入网中采用光纤作为主要传输媒质的接入技术，相比较其他的如铜线接入技术和无线接入技术等而言，光接入网具有传输容量大、传输距离长、对业务透明性好等优点，是固定接入领域内最佳的解决方案。

光接入网(Optical Access Network, OAN)泛指在本地交换机(或远端模块)与用户之间全部或部分采用光纤作为传输媒质的一种接入网。它不是传统意义上的光纤传输系统，而是针对接入网环境所设计的特殊的光纤传输网络。

光接入网采用光纤作为主要传输媒质，一般意义上的光接入网示意图如图 1-3 所示。一个光接入网主要由光线路终端(OLT)、光配线网络(ODN)和光网络单元(ONU)组成。光接入网已经成为运营商解决宽带业务发展瓶颈的主要途径，它不仅适合于新建的用户小

区，而且也是更新现有铜缆网的主要替代手段，如中国电信的“光进铜退”工程。

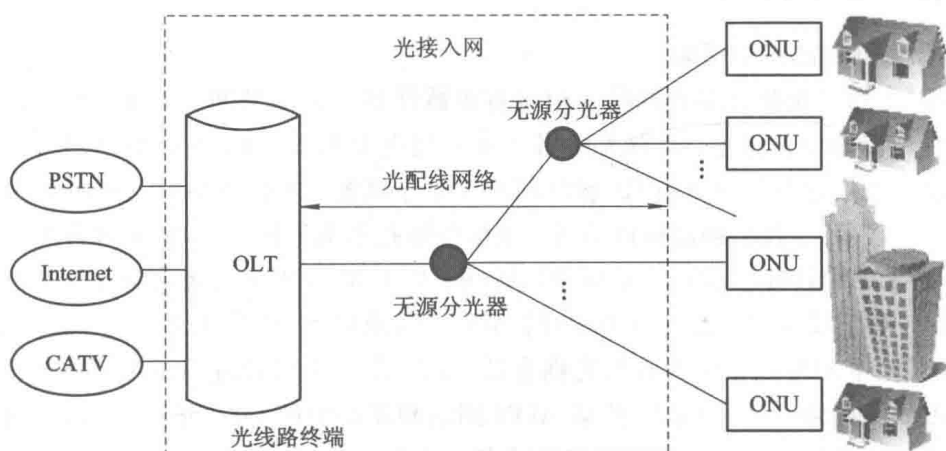


图 1-3 光接入网示意图

1.1.3 光接入网技术分类

从光接入网的网络结构来看，按光传输网络中是否包含有源设备，光接入网可分为有源光网络和无源光网络两大类。如图 1-4 所示，有源光网络主要由 OLT、ODT 和 ONU 三大部分组成，无源光网络主要由 OLT、ODN 和 ONU 三大部分组成。

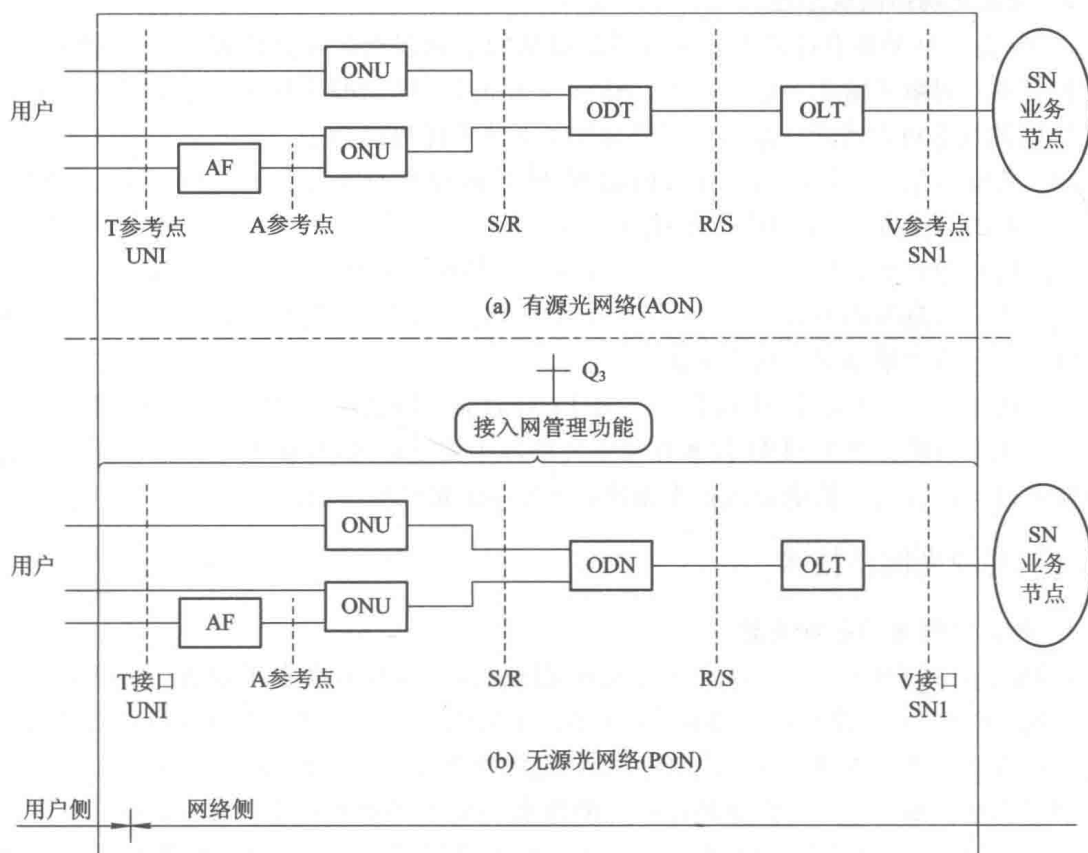


图 1-4 光接入网系统模型

1.1.4 有源光网络技术

1. 有源网络的基本概念

AON 顾名思义是指在其光网络中包含有源器件和设备的光网络,即 OLT 和 ONU 之间通过有源光传输设备相连。有源光网络主要采用电复用器分路。在 AON 中最常用的有源器件和设备主要包括掺铒光纤放大器(EDFA)、中继器、各种类型的电复用器(如 ADM、TM 和 SDXC 设备)、各类调制解调器等。根据传输技术的不同,AON 又可分为基于 SDH 的 AON、基于 PDH(准同步数字系列)的 AON、基于 MSTP(多业务传送平台)的 AON 和基于 PPPoE(基于以太网的点对点协议)的 AON,目前以 SDH 技术为主。

AON 最基本的特点是应用有源光耦合器(分路器)、光纤传输介质和其他有源器件构成点到多点的光网络。多个 ONU 共享 AON 网络和端局中的 OLT 的收发接口。有源器件包括用于信号分路的有源光耦合器、光放大器。无源器件包括传输光缆、光连接器、光固定接头和光配线架等。由于这些无源器件比较耐用,通常可以放置在户外的固定罩盒或者机柜中。而对于有源器件,在安装过程中应考虑供电需求和防电磁干扰。有源光网络信号传送流程:OLT 中的发射机产生信号,通过有源光耦合器、传输光缆等器件组成的光纤分配网络在各个 ONU 终端之间分流信号。所有的信号被分配到对应的各个终端,同时各个终端仅接收分配给自己的信号。每个终端将其要传送出去的信号,用自身的发射机经过 ODT 发送到光线路信号源端的 OLT。

2. 有源网络的优越性

AON 是一种采用有源器件和无源器件组成的点到多点的光纤传输和接入网络,具有多用户接入、网络传输距离远等优点。AON 采用的 PDH、SDH 技术相当成熟,有很多用于干线网的技术可以借鉴。有源光网络具有以下技术优势:

- (1) 传输容量大:目前用在接入网的 SDH 传输设备一般提供 155 Mb/s 或 622 Mb/s 的接口,有的甚至提供 2.5 Gb/s 的接口。
- (2) 传输距离远:在不加中继设备的情况下,传输距离可达 70~80 km。
- (3) 用户信息隔离度好:有源光网络的网络拓扑结构无论是星型还是环型,从逻辑上看,用户信息的传输都是点到点方式。
- (4) 技术成熟:无论是 SDH 设备还是 PDH 设备,均已在以太网中大量使用。
- (5) 成本较低:由于 SDH 技术在骨干传输网中大量使用,有源光接入设备的成本已大大下降,但与接入网中其他接入技术相比,其成本还是比较高的。

1.1.5 无源光网络技术

1. 无源网络的基本概念

PON 是指在 OLT 和 ONU 之间的光分配网络没有任何有源电子设备,主要采用光分路器分路。PON 是一种纯介质网络,由于消除了局端与用户端之间的有源设备,因此它能避免外部设备的电磁干扰和雷电影响,减少线路和外部设备的故障率,提高系统可靠性,同时可节省维护成本,是运营商期待已久的技术。PON 的业务透明性较好,原则上可适用于任何制式和速率的信号。目前基于 PON 的实用技术主要有 APON/BPON、GPON、EPON/GEAPON 等几种,它们的主要差异在于采用了不同的二层技术。

2. 无源光网络的优越性

PON 是一种仅用无源光器件组成的点到多点的光纤传输和接入网络,其下行采用时分复用(TDM)的广播方式,而上行则采用时分多址(TDMA)接入方式。PON 具有高可靠、大容量、配置灵活、透明传输、便于管理、维护及建设和运营成本低廉等许多优点,具体如下:

(1) 具有高可靠性能,适用于室外的恶劣环境。

PON 是纯介质网络,可以避免各种电磁干扰的影响,性能稳定、工作可靠,减少了故障发生的概率,适用于室外的恶劣环境,例如其无源光耦合器放置在户外的防护罩盒中即可。

(2) 容量大、传输距离长。

PON 的带宽主要由构成它的纯无源传输介质、无源光耦合器和其他光无源器件的允许工作带宽决定,因此其带宽相当宽,可非常方便地用于千兆比特每秒量级的信息传输。为满足千兆比特宽带业务用户的需要,2001 年 FSAN 联盟开始了对 GPON 的研究,提出了“吉比特业务要求(GSR)”方案。ITU-T 在 2003 至 2005 年间又批准了 GPON 相关标准系列 G.984, G.984 系统地阐明并规范了 GPON 的一般特性、物理介质相关层(PMD)、传输汇聚层(TCL)和光线路系统的管理与控制接口等。其规范的 GPON 网络物理覆盖范围达 20 km,逻辑支持范围在 60 km 以上。

(3) 可接入的用户多,配置灵活,便于升级。

按 GPON 的 G.984 标准系列规范要求,通常至少可有 64 个分支用户。当网络设置在 10 km 之内时,其分支用户可达 80 个;当网络设置在 7 km 之内时,其分支用户可达 100 个。PON 的配置灵活,可方便地组成树型、星型、环型、总线型等各种拓扑结构,也可与各种复用技术相结合,应用于多种网络方案。例如,与以太网技术相结合组成 EPON 网络,与 TDM、FDM(频分多路复用)、WDM(密集波分复用)和 TCM(时域压缩复用)等复用技术相结合组成各种实用的网络方案,常用的有: TDM+FDM+WDM 的 PON 网络方案、TDM+WDM 的 PON 网络方案和 TDM/TDMA 双光纤单工 PON 网络、TDM/TDMA 的单光纤 TCM 双工 APON 网络、TDM/TDMA 的单光纤双工 EPON 网络等。PON 可方便地与 WDM 技术相结合,特别是与 CWDM 的结合,既扩大了网络的容量又节省了网络的扩建费用。

(4) 透明性能好,可用于任何制式和速率的信号。

PON 网络由无源光器件组成,具有极好的透明性,是有源光网络无法比拟的。PON 可适应 SDH、ATM(异步传输模式)、Ethernet 等各种同步、异步体制和各种工作速率的信号的传输,其工作速率高达千兆比特,能够较好地支持三重业务。

(5) 网络简单,不需要供电系统,敷设、开通、运行和维护费用低廉。

由于 PON 是由纯光无源器件和传输介质组成的,不需要专用的供电系统供电,使得网络极其简单;网络敷设、调试和开通简单,运行和维护费用低廉。同时,由于 PON 为纯介质,处于局内的 OLT、光缆馈线部分等为众多用户所共享,因而网络使用的设备较少,使其网络造价低廉、便于维护,并且随着接入用户的增加,分摊在每个用户上的费用也会进一步降低。

(6) 标准化程度高。

PON 的标准化程度较高,ITU-T 国际标准组织在 2003—2005 年间已先后制定出台了 G.983、G.984 等标准系列,对基于 PON 的宽带光接入系统的性能、管理和控制接口等都作了全面的规范,为 PON 的应用铺平了道路。

1.2 光接入网的拓扑结构

网络的拓扑结构泛指网络的空间布局和几何形状,它反映了网络的物理形状和连接关系。网络的拓扑结构与网络的功能、效率、可靠性以及经济性等因素有直接关系,是网络设计中首先要考虑的问题。光接入网的拓扑结构是指传输线路和节点之间的结构,表示网络中各节点的相互位置与相互连接的布局情况。光接入网可以采用星型、树型、总线型及环型组网方式。本节介绍光接入网中常用的几种典型拓扑结构及其性能。

1.2.1 星型组网

1. 单星型组网

单星型结构是指用户侧的不同 ONU 分别通过一根或一对光纤与局端的同一 OLT 直接相连,形成以 OLT 为中心向四周辐射的星型连接结构,如图 1-5 所示。这种结构的特点是:在每一根光纤连接中都不使用光分路器,对光信号来说是点到点连接配置。这与传统的铜线接入网结构相似。由于这种结构中不使用光分路器,因此不存在由光分路器引入的光信号衰减,其传输距离要远大于使用光分路器的点到多点的 PON 连接配置。

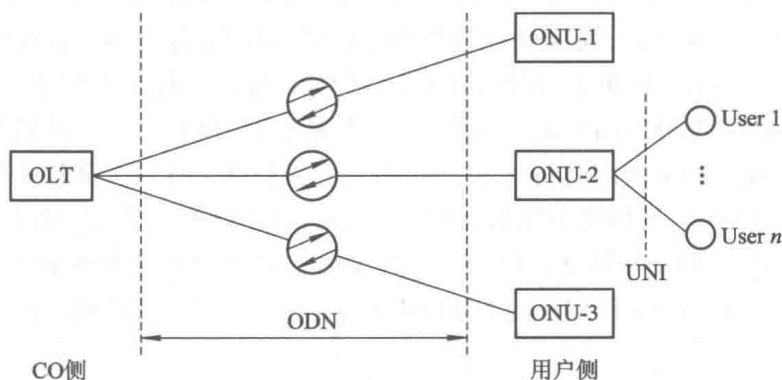


图 1-5 单星型组网

在光接入网中,采用单星型结构有以下主要优点:

- (1) 与现有铜线接入网结构兼容,光缆敷设可利用现有电缆管道或线杆。
- (2) 接入网覆盖范围大。
- (3) 可以支持现有的所有单、双向业务,也能支持未来将会出现的各种新业务,包括宽带综合业务数字网(B-ISDN)等。

但是,在光接入网中采用单星型结构,存在以下缺点:

- (1) 由于每个 ONU 分别使用一根或一对专用光纤直接与端局相连,故光纤和光源等设施不能由多个 ONU 共享。特别是当每个 ONU 所连接的用户数较少时,对于每个用户来说,这种结构的成本较高。

(2) 对多个 ONU 来说, 由于从端局引出的光纤数量较大, 常需要敷设芯数高达数百或数千的馈线光缆。这种大尺寸光缆不仅难以施工, 而且被切断后往往需要很长的修复时间(主要是制作光纤接头的时间)。

由 ONU 的功能结构可知, 一个 ONU 可以只为一个用户服务, 也可以为一群用户服务。每个 ONU 服务的用户数越多, 则光设备的使用效率就越高, 每个用户分担的光设备成本则越低; 反之, 每个 ONU 服务的用户数量越少, 则每个用户分担的光设备成本就越高。因此, 从经济性考虑, 这种结构仅适用于大单位用户使用。

2. 有源多星型组网

图 1-6 为光接入网有源多星型组网结构。图中从 OLT 到 MUX(电复用器)形成一个星型结构光纤连接, 从 MUX 到 ONU 又形成一个星型结构的光纤连接, 因此称为多星型结构。所谓有源, 是指在这个结构中使用了电复用器(MUX)这一有源电子设备。按照有源光网络的定义, 有源多星型结构属于光接入网中的有源光网络。

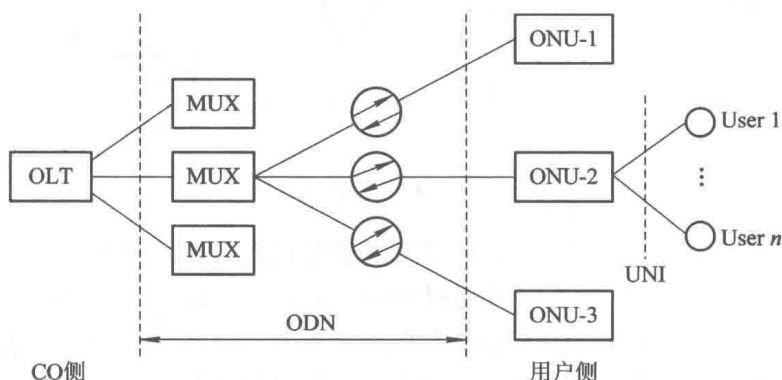


图 1-6 有源多星型组网

复用器的任务是首先对来自光纤的光信号进行光/电变换, 对将要发往不同 ONU 的电信号进行合路与分路, 然后再将电信号进行电/光变换, 送到相应的光纤上。这样, 复用器使得多个 ONU 可以共享来自端局的馈线光缆及相应设备, 从而使每个 ONU 分担的光设备成本大大降低。

在光纤接入网中, 采用有源多星型结构有以下主要优点:

- (1) 可以使多个 ONU 共享同一台光设备。
- (2) 继承了单星型结构的一些优点, 如与传统的铜线接入网的兼容性强、保密性好、故障定位容易、用户设备简单等。

但是, 采用有源多星型结构也存在以下主要缺点:

- (1) 需增加复用器设备及其供电和维护的额外开销。
- (2) OLT 与 ONU 之间的光信号不透明, 复用器这一有源电子设备在 OLT 与 ONU 之间形成“瓶颈效应”, 成为宽带传输业务的障碍。

(3) 当开放新的不同带宽的业务或不同传输方式的业务时, 需要更换复用器设备。

在实际工程中, 应综合考虑有源多星型结构的优缺点, 并与其他结构形式对比, 权衡利弊, 决定是否采用该结构。一般在传输距离较远、用户密度较高(如单位用户和居民区用户)的情况下, 有源多星型结构较单星型结构是一种经济的网络结构。如果 MUX 采用

SDH 复用器,有源多星型结构不仅覆盖距离远,而且传输带宽宽。

3. 无源多星型组网

图 1-7 所示为光接入网中的无源多星型组网结构。由图可知,只要将图 1-6 中的 MUX 替换为无源光分路器(OBD, Optical Branch Device),就得到图 1-7 所示的无源多星型结构。无源多星型结构属于光接入网中的无源光网络,它继承了有源多星型结构的全部优点,并克服了有源多星型结构所具有的缺点,其成本几乎是后者的一半。这种拓扑结构是传统的 CATV(有线电视)网中通常采用的一种结构,特别适合于单向广播业务。

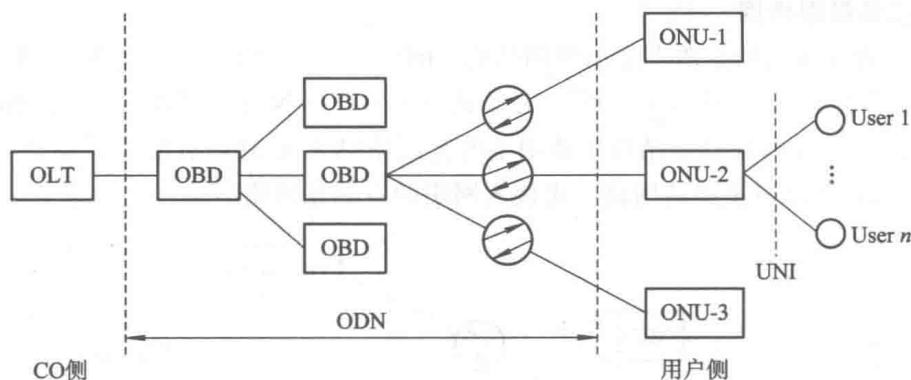


图 1-7 无源多星型组网

OBD 的作用是对从 OLT 到 ONU 的下行光信号进行分路,对从 ONU 到 OLT 的上行光信号进行合路。来自 OLT 的光信号通过 OBD 向多个 ONU 广播,而由多个 ONU 发来的光信号由同一个 OLT 接收。这就形成了双向的点到多点传输系统,与无线系统中的点到多点传输非常相似,这意味着在无线点到多点传输系统中使用的复用技术同样适用于光接入网中的无源多星型结构。

无源多星型结构又被称为树型结构,其中 OLT 是树根,OLT 到 OBD 的光纤连接是树干,一个 OBD 到多个 ONU 的光纤连接是树枝。到达一个树干所连接的所有 ONU 的光能量,都是由 OLT 的一个光源提供的。

在光接入网中,采用无源多星型结构主要有以下特点:

(1) 外部没有有源电子设备,为纯无源网络结构。网络对所传送的业务具有透明性,即它对传输信号的制式和带宽以及波长和传输方法没有任何限制,因此适于未来新业务的引入。减小了外部的维护工作量,减少了雷电危害和电磁干扰,提高了网络的可靠性。

(2) 由于用户可以共享光缆馈线段和配线段以及端局的发送光源,因而使用这种结构可使成本下降。

(3) 上行传输多采用时分多址(TDMA)接入技术,这使得每个用户的上行带宽受限,所以主要适于窄带双向业务和单向广播业务。

(4) 在提供宽带业务时,光功率预算会减少,这将使无源光分路器的分路比减少,从而使服务用户数相应减少。

总之,这种无源多星型结构,除了适于向用户提供单向广播业务外,还适于向那些对双向宽带业务需求不迫切的小单位用户和居民住宅用户提供窄带双向业务。

1.2.2 树型组网

树型拓扑是点到多点配置的基本结构之一,如图 1-8 所示。这种结构利用了一系列级联的分配点(DP)对信号进行分路,传给多个用户,同时也靠这些分配点将上行信号结合在一起送给 OLT。分配点的分路器常为 1:N 型。

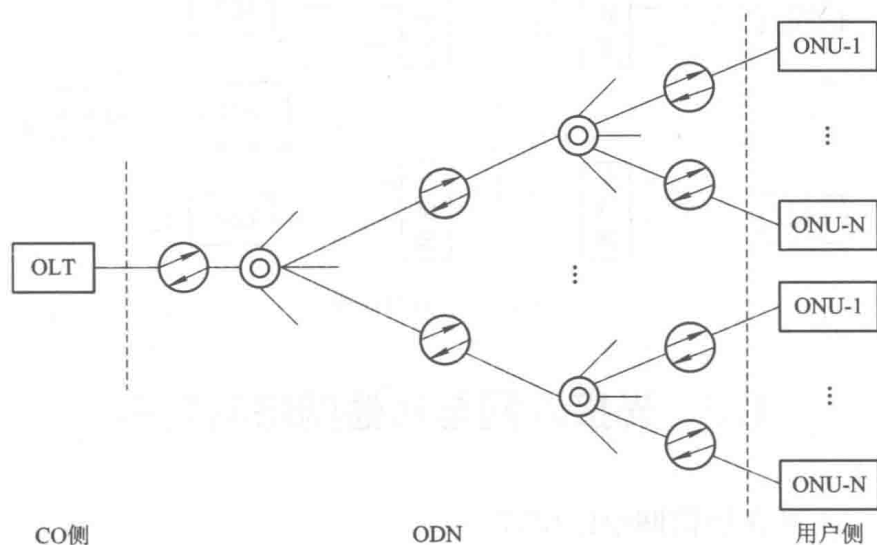


图 1-8 树型方式组网

1.2.3 总线型组网

总线型组网结构也是点到多点配置的基本结构之一,如图 1-9 所示。这种拓扑实际上是 OLT 和分配点的拓扑,分配点到 ONU 仍然是星型结构。这种结构利用了一系列串联的分配点,以便在总线上向 ONU 分配 OLT 发送的信号,同时又能将每一个 ONU 发送的信号插入总线送回到 OLT。

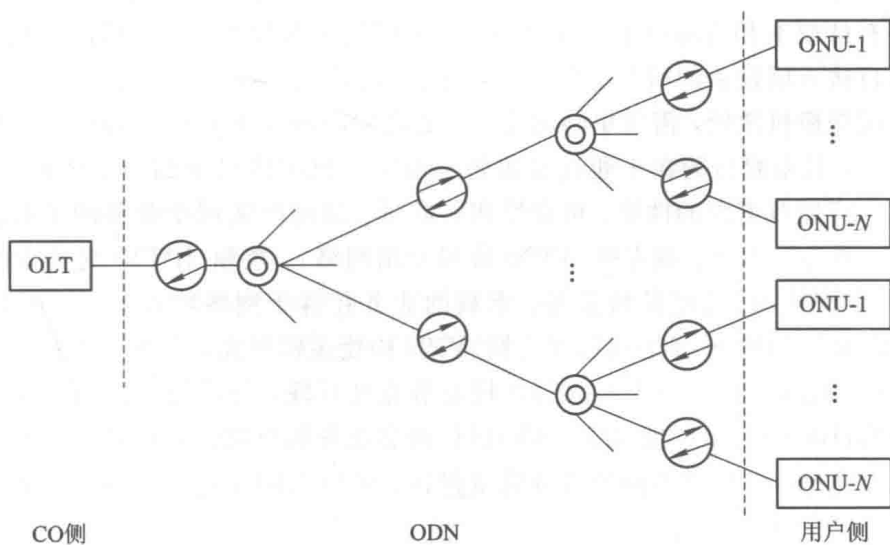


图 1-9 总线型组网