

华晟经世“一课双师”校企融合系列教材

# 光接入技术 与应用

曹英烈 龚芳海  
余学文 姜善永

主编



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

华晟经世“一课双师”校企融合系列教材

# 光接入技术与应用

曹英烈 龚芳海

余学文 姜善永

主编

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目(CIP)数据

光接入技术与应用 / 曹英烈等主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2019.5  
华晟经世“一课双师”校企融合系列教材  
ISBN 978-7-115-50857-7

I. ①光… II. ①曹… III. ①光纤通信—宽带通信系统—接入网—高等学校—教材 IV. ①TN915.62

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第033396号

## 内 容 提 要

本书全面介绍了光接入网技术的基本原理及其应用,力求在PON技术的基本原理、应用等方面提供必要的信息,突出实际应用。全书分为基础篇、实战篇和拓展篇。基础篇囊括了第1~3章,内容包括PON的基础技术,EPON技术的工作原理及关键技术,GPON技术的工作原理及关键技术,OLT、ONU设备的介绍。实战篇囊括了第4~7章,内容包括OLT、ONU设备的基本操作及实训平台的搭建,VLAN技术及宽带业务开通配置,组播技术及组播业务的开通配置,VoIP技术、QoS技术及语音业务的开通配置。拓展篇囊括了第8~9章,内容包括日常维护规范及故障案例分析、10G PON技术和100G PON技术的发展趋势。

本书可以作为电子信息类相关专业的应用型本科、高职高专以及工程技术人员的学习教材。

---

◆ 主 编 曹英烈 龚芳海 余学文 姜善永

责任编辑 王建军

责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14.5

2019年5月第1版

字数: 353千字

2019年5月北京第1次印刷

---

定价: 56.00元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

本教材是华晟经世教育面向 21 世纪应用型本科、高职高专学生以及工程技术人员所开发的系列教材之一。本书以经世教育服务型专业建设理念为指引，同时贯彻 MIMPS 教学法、工程师自主教学的要求，遵循“准、新、特、实、认”五字开发标准，其中“准”即理念、依据、技术细节都要准确；“新”即形式和内容都要有所创新，表现、框架和体例都要新颖、生动、有趣，具有良好的用户体验，让人耳目一新；“特”即具有应用型的特色和企业的特色，体现出校企合作在面向行业、企业需求人才培养方面的特色；“实”即实用，切实可用，既要注重实践教学，又要注重理论知识学习；“认”即编写一本教师、学生、业界都认可的教材。我们力求使抽象的理论具体化、形象化，减少学习的枯燥感，激发学生学习的兴趣。

本书在编写过程中，主要形成了以下特色。

(1) “一课双师”校企联合开发教材。本书是由华晟经世教育工程师、讲师以及高校教师协同开发，融合企业工程师丰富的行业一线工程经验、高校教师深厚的理论功底与丰富的教学经验，共同打造紧跟行业技术发展、精准对接岗位需求、理论与实践深度融合以及符合教育发展规律的校企融合教材。

(2) 以“学习者”为中心设计教材。教材内容的组织强调以学习行为为主线，构建了“学”与“导学”的内容逻辑。“学”是主体内容，包括项目描述、任务解决及项目总结；“导学”是引导学生自主学习、独立实践的部分，包括项目引入、交互窗口、思考练习、拓展训练。本书强调动手和实操，以实现任务为驱动，做中学，学中做。本书还强调任务驱动式的学习，可以让我们遵循一般的学习规律，由简到难，循环往复，融会贯通；同时加强实践、动手训练，在实操中使学习更加直观和深刻；融入最新的技术应用，结合真实应用场景，解决现实性客户需求。

(3) 以项目化的思路组织教材内容。本教材“项目化”的特点突出，有大量的项目案例，理论联系实际，图文并茂，深入浅出，特别适合于应用型本科院校、高职高专以及工程技

术人员自学或参考。篇章以项目为核心载体，强调知识输入，从任务的解决与训练，到技能输出；采用项目引入、知识图谱、技能图谱等形式还原工作场景，展示项目进程，嵌入岗位、行业认知，融入工作的方法和技巧，传递一种解决问题的思路 and 理念。

本书由曹英烈、龚芳海、余学文、姜善永主编；梁俊豪、张金魁负责编写和修订工作。本书从开发总体设计到每个细节，团队精诚协作，细心打磨，以专业的精神力求呈现最专业的知识内容。在本书的编写过程中，编者得到了华晟经世教育领导、高校领导的关心和支持，更得到了广大教育同仁的无私帮助及家人的温馨支持，在此向他们表示诚挚的谢意。由于编者水平和学识有限，书中难免存在不妥和疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者  
2018年8月

## 基础篇

<b>第1章 初识宽带接入技术</b> .....	3
1.1 初识接入网 .....	4
1.1.1 接入网发展史 .....	4
1.1.2 接入网组成 .....	5
1.1.3 接入网的接入类型 .....	6
1.2 走进 PON 网络 .....	9
1.2.1 点对点 (P2P) 光接入 (MC) .....	10
1.2.2 PON 的定义和组成 .....	11
1.2.3 PON 网络拓扑及保护方式 .....	12
1.2.4 PON 技术优势 .....	14
1.2.5 三种 PON 制式 .....	14
1.2.6 FTTx 应用场景 .....	16
<b>第2章 探索PON原理</b> .....	19
2.1 EPON 系统原理分析 .....	20
2.1.1 EPON 组成 .....	20
2.1.2 EPON 协议栈 .....	21
2.1.3 EPON 帧结构 .....	22
2.1.4 EPON 上下行工作原理 .....	23
2.1.5 MPCP (多点控制协议) .....	24
2.1.6 ONU 发现与注册 .....	25
2.1.7 EPON 测距特性 .....	26

2.1.8 EPON 面临的挑战 .....	27
2.2 GPON 系统原理分析 .....	28
2.2.1 GPON 的起源及标准 .....	28
2.2.2 GPON 基本功能 .....	29
2.2.3 GPON 工作原理 .....	30
2.2.4 GTC 协议 .....	32
2.2.5 ONU 注册流程 .....	37
2.2.6 EPON 和 GPON 比较 .....	41
<b>第3章 走进机房</b> .....	45
3.1 解密光线路终端 (OLT) .....	46
3.1.1 C200 系统结构 .....	46
3.1.2 C220 系统结构 .....	58
3.1.3 C320 系统结构 .....	60
3.2 解密光网络终端 (ONU) .....	62
3.2.1 ZXA10 D42X 产品简介 .....	63
3.2.2 ZXA10 F460 产品简介 .....	68
3.2.3 ZXHN F660 产品简介 .....	70

## 实战篇

<b>第4章 OLT开局配置</b> .....	75
4.1 任务一：OLT 基本操作 .....	75
4.1.1 子任务一：EPON-OLT 基本操作 .....	76
4.1.2 子任务二：GPON-OLT 基本操作 .....	81
4.2 任务二：ONU 管理操作 .....	84
4.2.1 子任务一：EPON ONU 管理操作 .....	84
4.2.2 子任务二：GPON ONU 管理操作 .....	86
<b>第5章 宽带业务开通</b> .....	91
5.1 任务一：初识 VLAN 技术 .....	92
5.1.1 交换机的基本原理 .....	92
5.1.2 子任务一：交换机的基本操作 .....	94
5.1.3 VLAN 基础 .....	101
5.1.4 VLAN 路由技术 .....	106
5.1.5 子任务二：VLAN 间路由配置 .....	110

5.2 任务二：宽带业务开通过程 .....	112
5.2.1 子任务一：EPON 宽带业务开通 .....	112
5.2.2 子任务二：GPON 宽带业务开通 .....	118
<b>第6章 组播业务开通</b> .....	<b>123</b>
6.1 任务一：组播技术概述 .....	124
6.1.1 组播概述 .....	124
6.1.2 组播地址 .....	125
6.1.3 组播协议 .....	126
6.1.4 PON 应用模式下的组播功能介绍 .....	127
6.2 任务二：组播业务开通过程 .....	132
6.2.1 子任务一：EPON 组播业务开通 .....	132
6.2.2 子任务二：GPON 组播业务开通 .....	138
<b>第7章 语音业务开通</b> .....	<b>145</b>
7.1 任务一：初识 VoIP 与 QoS 技术 .....	146
7.1.1 VoIP 技术概述 .....	146
7.1.2 H.248 协议介绍 .....	149
7.1.3 VoIP 媒体协议 .....	156
7.1.4 QoS 技术概述 .....	159
7.1.5 QoS 相关技术 .....	163
7.2 任务二：语音业务开通过程 .....	165
7.2.1 子任务一：EPON 语音业务开通 .....	165
7.2.2 子任务二：GPON 语音业务开通 .....	170

## 拓展篇

<b>第8章 走进工程维护</b> .....	<b>183</b>
8.1 认识日常维护 .....	183
8.1.1 日常维护常用方法 .....	184
8.1.2 日常维护注意事项 .....	185
8.1.3 设备日常维护 .....	186
8.1.4 周例行维护 .....	188
8.1.5 月例行维护 .....	189
8.1.6 告警信息汇总 .....	192
8.1.7 告警的处理 .....	193

8.2 故障案例分析 .....	195
8.2.1 故障定位与处理 .....	195
8.2.2 语音故障案例处理 .....	198
8.2.3 数据故障案例处理 .....	202
8.2.4 组播故障案例处理 .....	206
<b>第9章 未来PON技术展望 .....</b>	<b>209</b>
9.1 10G PON 技术发展趋势 .....	209
9.1.1 10G PON 技术演进路线 .....	209
9.1.2 OLT 设备的发展趋势 .....	211
9.1.3 10G PON 技术网络部署 .....	212
9.2 100G PON 技术发展趋势 .....	213
9.2.1 100G PON 演进方向及标准进展 .....	214
9.2.2 下一代 PON 演进中数字信号处理技术 .....	215
<b>附录A 接口指标 .....</b>	<b>217</b>
<b>附录B 缩略语 .....</b>	<b>221</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>223</b>





## 第1章 初识宽带接入技术

### 项目引入

大家好，我是大卫，今年在校应届毕业生，上周刚拿到了乙通信技术有限公司的（简称乙公司）录用书，获得进入乙公司工作的机会。作为新员工，我参加了公司的新员工入职培训，HR 向我介绍了公司的组织架构：公司下设研发部、市场部、项管部、运维部、行政部五大重要部门，不同部门的员工具有不同的技能要求和考核指标。

经过一周培训学习，公司根据个人专业技能的表现，安排我进入了项管部接入网项目团队，担任通信技术助理工程师，负责协助通信技术工程师完成接入网站点的规划、开局、业务开通、技术支持等工作。

在我能独立负责接入网的项目之前，公司安排资深工程师保罗作为我的职业导师，带领我共同开展接入网项目。作为一名刚接触接入网的“小菜鸟”，我对接入网的概念非常陌生，导致平时工作信心不足。保罗很快注意到这一问题，为了让我能快速地熟悉接入网，从总体上了解接入网的构成，并对目前流行的 PON 技术有初步的认识，他对接入网现状进行了归纳，帮我进行了一次接入网入门级的扫盲，下面我们就跟着保罗一起来了解神通广大的接入网技术吧。

### 学习目标

1. 了解：接入网的发展史。
2. 认识：PON 网络的发展历程、PON 网络组成。
3. 理解：接入网的概念、接入网的接入类型。
4. 掌握：PON 网络的保护方式、PON 网络拓扑结构。
5. 比较：APON 技术、EPON 技术、GPON 技术三种技术的区别。
6. 应用：FTTx 的应用场景。

## 1.1 初识接入网

随着电信网的飞速发展和演变，接入网、传送网和交换网成为支持当前电信业务的三大基础网络。接入网是指核心网络到用户终端之间的所有链路和设备，其距离一般为几百米到几千米，因而形象地被称为“最后一公里”，它负责将终端用户接入核心网中，并将各种电信业务透明地传送到用户。核心网一般采用光纤结构，传输速度快，而接入网一直是电信网领域中技术变化最慢、耗资最大、成本最敏感、法规影响最大和运行环境最恶劣的领域，因此，接入网便成为整个网络系统的瓶颈。当前，网络结构不断优化，电信业务种类不断增长，迫切需要对接入网提出更高、更新的要求，对接入网技术进行不断的革新。

### 1.1.1 接入网发展史

接入网（Access Network, AN）是在铜线用户环路的基础上发展演变而来的，而且将继续演变发展下去。早期的用户接入线也被称为用户环路系统，如图 1-1 所示。

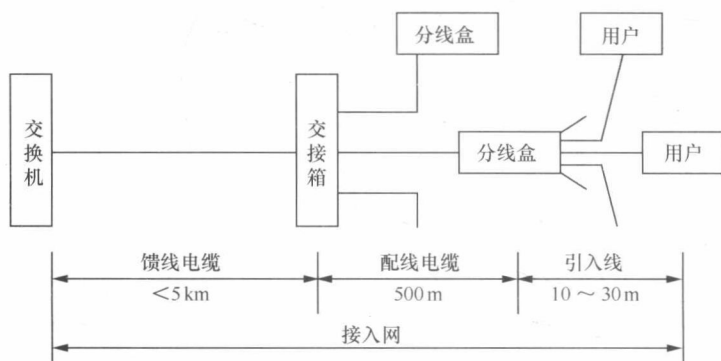


图 1-1 传统接入网组网

随着业务的多样化（话音业务、非话业务、即时业务、非即时业务）和网络的数字化要求，用户线数字传输技术逐渐成熟，铜线数字传输技术发展迅速，光纤传输技术用于用户线传输，包括无线数字传输技术，例如，全球移动通信系统（Global System for Mobile, GSM）、长期演进技术（Long Term Evolution, LTE）等因素的推动，迫切需要对用户环路部分进行详细的定义和划分。

1975 年英国电信营运商 BT 在 CCITT（国际电报电话咨询会）第一次研讨会上首次提出了接入网组网的概念，主要是基于一个降低接入段线路投资的组网方式。1979 年，CCITT 以 RSC（远端用户集线器）命名类似设备并进行框架性描述，接入网正式诞生。

20 世纪 80 年代，ITU-T（国际电联—电信标准部）制定了 V1 ~ V5 系列窄带接口标准。电子通信技术的飞速发展，使得脉冲编码调制（Pulse Code Modulation, PCM）技术一次群速率的传输距离达到 6 ~ 8 km，可以应用于广大的农村区域，扩大了接入网的规模。

20 世纪 90 年代初，ITU-T 制定了 VB5 系列建议，涉及宽带接口的标准和接入网总体标准 G.902。90 年代中后期，在因特网冲击下，产生了 NII 和 GII 的概念。2000 年 IP 接入

网总体标准 Y.1231 诞生, ADSL、电缆调制解调器 (Cable Modem, CM) 和以太网接入技术等新兴技术也逐渐流行。

接入网的最大一次飞跃, 应该说是光纤技术的诞生和应用。光纤作为传输介质与其他介质相比, 有无可比拟的优势。巨大的传输容量是光纤通信最显著的特点, 一根常规单模光纤的可用带宽就可达到 30000 GHz, 同轴电缆的带宽不过是 1 GHz, 微波的带宽也不超过 300 GHz, 但应用较为麻烦。在信息需求量迅速增长的今天, 这一点很重要。光纤的传输损耗极低, 因此传输距离要比铜缆长得多。同时光纤还具有抗电磁干扰、信道串扰小、保密性好、光缆尺寸小、重量轻、材料来源丰富、价格低、适应恶劣环境下运行等特点。光纤势必取代铜缆成为接入网的主要传输介质, 但早期在接入网部分采用光纤, 成本成了最大的阻碍, 建设一公里的光缆线路要比建设一公里的铜缆线路贵得多, 这在一定程度上减缓了“光进铜退”的进程。2003 年左右, 光纤的成本已大大降低, 而且光纤的通信质量和传输容量大大地超过了铜钱, 人们大量采用光纤接入网, 普及 FTTx 接入方式, 甚至直接将光纤引入家庭。截至 2004 年年底我国宽带用户为 2500 万, 成为仅次于美国的第二大宽带接入市场, 其中主导技术是 ADSL, 大约占 70% 左右, 其次是以太网技术, 还有少量宽带无线接入和电缆调制解调器接入, 对于 FTTH 技术还处在发展阶段, 多数城市都已经在推进各种 FTTH 技术。2009 年上海为“龙头”的发达城市, 大规模采用无源光网络实现 FTTB、FTTH, 到目前为止, 全国大部分省市已经实现 FTTH, 并逐步扩大应用规模。

## 1.1.2 接入网组成

提到接入网就要先谈到电信网, 电信是利用有线、无线、光或其他电磁系统, 对符号、信号、文字、图像、声音或其他性质的信息进行传输、发送或接收。电信网是由一定数量的节点和传输链路按照规定的协议, 实现两点或多点之间通信的网络。现代电信网络正在向综合化、宽带化、智能化和个人化的方向发展。

电信网按照不同的角度可分为以下 4 类。

- ① 按区域或运营方式分为公用通信网与专用通信网。
- ② 按信息类型分为电话通信网与数据通信网。
- ③ 按技术层次分为业务网、传送网与支撑网。
- ④ 按所处位置可分为核心网 (CN)、接入网 (AN) 与用户驻地网 (CPN), 如图 1-2 所示。

核心网包括交换网和中继传输网, 主要负责链接的建立、信息的交换和链路的拆除和释放, 是整个电信网的核心部分。接入网主要完成将用户接入到核心网的任务。用户驻地网可大可小, 大到一栋大楼内的网络, 小到一个家庭的一部座机, 主要负责连接用户终端。

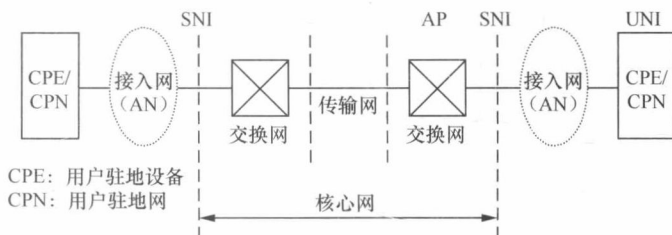


图 1-2 接入网位置

1995 年 7 月, ITU-T 建议 G.902 中对接入网做出如下定义: 接入网 (AN) 是由业务节点接口 (SNI) 和相关用户网络接口 (UNI) 之间的一系列传送实体 (诸如线路设施和传输设施) 所组成的, 为传送电信业务提供所需传送承载能力的实施系统, 可经由网管接口

Q3 进行配置和管理。

接入网的范围可由3个接口来定界，如图 1-3 所示。

接入网的用户侧通过用户网络接口 (User Network Interface, UNI) 与用户终端设备 (TE) 或用户驻地网 CPN 相连；网络侧通过业务节点接口 (Service Node Interface, SNI) 与业务节点相连；管理侧通过 Q3 管理接口与电信管理网 (TMN) 相连，接入网由 TMN 进行配置和管理，完成电信业务的交叉连接、复用和传输。

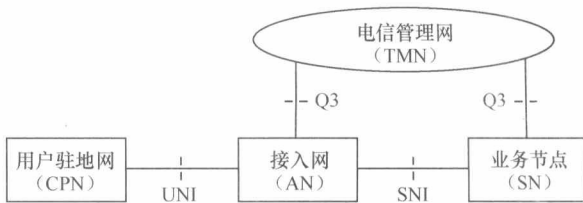


图 1-3 接入网定界

### 1.1.3 接入网的接入类型

按接入网中所采用的传输介质不同，接入网可分为有线接入网和无线接入网两大类；按接入网中传输带宽的不同，接入网又分为宽带接入网和窄带接入网两大类。按接入技术的不同，目前常见的接入网类型有以下几种，如图 1-4 所示。

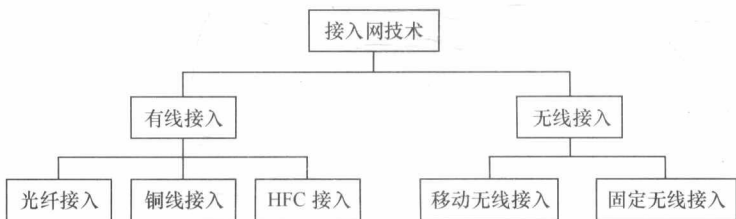


图 1-4 接入网类型

#### 1. 铜线接入

铜线接入按带宽分为窄带和宽带。铜线窄带接入包括 PSTN 拨号接入技术、ISDN 拨号接入技术和 DDN 接入技术。铜缆宽带接入也称为 xDSL 接入，它充分利用埋在地下的铜线资源，实现宽带接入。xDSL 是数字用户线 (Digital Subscriber Line, DSL) 的统称，即数字用户线路，是以铜电话线为传输介质的点对点传输技术。DSL 技术在传统的电话网络 (POTS) 的用户环路上支持对称和非对称传输模式，其中 x 可以是 A (ADSL)、H (HDSL) 或 V (VDSL) 等。

ADSL 是利用一对普通电话双绞线的高速不对称的传输技术。所谓的不对称，是指上行和下行的传输速率不相等。ADSL 上行速率为 64 ~ 640 kbit/s，下行可支持 1.5 ~ 6 Mbit/s 的传输速率，与此同时可进行电话通信，避免了用户侧的近端干扰，从而提高传输速率，延长了传输距离。目前在 0.5 mm 线径上可将 6 Mbit/s 的传输速率信号传送 3 ~ 6 km。

ADSL 采用频分复用 (FDM) 技术，将双绞线上的可用频带分为 3 个通道：上行信道频带为 25 ~ 138 kHz，主要用于发送数据和控制信息；下行信道频带为 138 ~ 1104 kHz；传统话音业务仍然占用 20 kHz 以下的低频段，并通过无源滤波器等器件使数字信号分开，以保证在 ADSL 系统出现故障时仍能正常传送电话业务。

ADSL 技术的主要优点是可以充分利用现有的铜缆 (线) 网络，只需在线路两端加装 ADSL 设备就可以为用户提供服务，系统初期投资较低，设备装拆容易、灵活。存在的主要缺

点是技术不成熟,设备成本高,与模拟视频不兼容,现有模拟电视机需有机顶盒进行数/模转换。

随着 ADSL 技术的发展,先后推出的有 ADSL、ADSL2、ADSL2+ 等升级系列产品,在速率、距离、性能上也都有所不同。

## 大开眼界

### ADSL 标准发展历程

1996年6月,ITU组织正式发布了ADSL的标准G.992.1和G.992.2。G.992.1又称G.dmt,它规定了全速率的ADSL技术规范,最低下行传输速率为6.144 Mbit/s,上行传输速率为640 kbit/s。G.992.2又称G.Lite,它规定了不使用信号分离器的ADSL技术规范,这种ADSL设备省略了分离器,降低了设备的复杂性和成本,但同时降低了信号速率,其下行传输速率为1.536 Mbit/s,上行传输速率为512 kbit/s。2002年5月,ITU-T公布了ADSL的两个新标准(G.992.3和G.992.4),即ADSL2标准,其下行速率达到12 Mbit/s,上行速率达到1 Mbit/s。2003年1月,在第一代ADSL标准的基础上,ITU-T制定了G.992.5,也就是ADSL2plus(ADSL2+),其上行速率达到2.3 Mbit/s,下行速率达到24 Mbit/s,传输距离可提高到6 km。

自2000年以来,随着光器件技术的发展和价格的不断下降,尤其是无源光网络(Passive Optical Network, PON)技术的应用,在接入网运用可与铜缆接入价格相差无几的光纤接入技术才真正地进入实用阶段,并成为当前主流的有线接入技术。

光纤接入网(Optical Access Network, OAN)是指采用光纤传输技术的接入网,一般指本地交换机与用户之间采用光纤或部分采用光纤通信的接入系统。根据用户端的光纤网络单元(ONU)所设位置,光纤接入网有光纤到路边(FTTC)、光纤到大楼(FTTB)以及光纤到户(FTTH)等几种形式,因此光纤接入网又称为FTTx接入网。

与XDSL相比,光纤不用供电,投资相对较低、易维护,所以我们一般采用光纤接入结构。光纤结构的优点是初期投入少、维护简单、易扩展、结构灵活。

### 2. HFC 接入

混合光纤同轴电缆接入(Hybrid Fiber Coaxial, HFC)技术是在有线电视网络基础上进行改造发展而成的一种高速因特网接入技术。有线电视网络的主干采用光纤取代传统的电缆,将头端(Head End)机房设备到用户附近的光纤节点(Fiber Node)用光纤进行连接,从光纤节点到用户端采用同轴电缆连接,所以这种技术称为混合光纤同轴电缆接入技术。

HFC接入网是以模拟频分复用技术为基础,综合应用模拟和数字传输技术、光纤和同轴电缆技术、射频技术及高度分布智能技术的宽带接入网络。通过对现有有线电视网络进行双向改造,使得有线电视网络除了可提供丰富、良好的电视节目外,还可提供电话、因特网接入、高速数据传输和多媒体等业务。一种典型的光纤和同轴电缆混合网络系统的结构如图1-5所示。

在HFC网络系统中,用户上连因特网的数据请求、电话话音请求及用户电视(包括模拟电视信号)和数字视频通过综合服务单元上连,这种综合信号通过同轴电缆连接到光传输收发节点。这里综合服务单元就是线缆调制解调器(Cable Modem),光传输收发节点

为有线电视台中继汇聚端。光传输收发节点把各个用户上行或下行的信号通过光纤传送到电视台中心局端光发射机和光接收机。

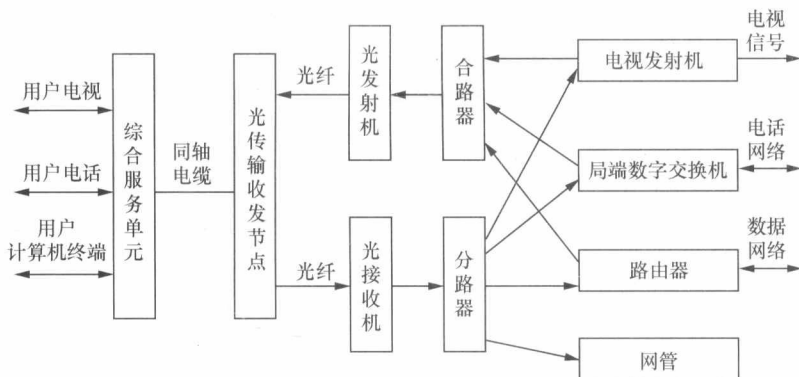


图 1-5 HFC 网络系统结构

电视台数据局端光接收机接收到用户综合信号后，经过分路器分离出用户数据信号、语音信号和交互电视与数字视频信号。有线电视用户 IP 数据包括数据信号和交互电视与数字视频数据信号，通过路由器与数据网络相连；语音信号通过局端数字交换机与 PSTN 相连。

有线电视台的电视信号、公用电话网来的语音信号和数据网的数据信号送入合路器形成混合信号后，经电视台局端光发射机通过光缆线路送至各个小区光发送收发节点，再经过同轴电缆分配网络送至用户本地综合服务单元，并分别将电视信号送到电视机，语音信号送到电话，数据信号经综合服务单元内的 CM 送到各种用户终端。如多个用户共享 1 台 CM，则需在本地的 CM 中添加一个以太网集线器；若通过一个局域网与 CM 相连，在 CM 和局域网之间需要接一个路由器。

用户上连链路由用户本地服务单元的 CM 将用户终端发出的信号调制复接入上行信道，并由前端设备解调后送往网络。其中，上行信道可以用电话拨号的形式，也可以利用经过改造的 HFC 网络的上行链路。

CM 是利用 HFC 网络进行高速访问的一种重要的通信设备。它的结构比传统的调制解调器更为复杂，内部结构主要包括双工滤波器、调制解调器、去交织/FEC 模块、FEC/去交织模块、数据成帧电路、MAC 处理器、数据编码电路和微处理器，同时在 CM 中还有一些扩展模块，用于单项网络操作的电话恢复模块以及支持两路电话线的两路电话模块。CM 不仅可以对因特网进行高速访问，还可以提供音频服务、视频服务、访问 CD-ROM 服务器以及其他一些服务。

HFC 的关键技术问题有上行通道的噪声抑制、帧结构和扩容技术等。



## 大开眼界

广电 HFC 网络中的同轴电缆网是一种理想的数据传输媒介之一，尤其在最后一百米的带宽支持能力远远高于电信运营商通常所采用的五类线或电话线资源。另外，考虑到网络改造所花费的成本、工期，网络的可扩展性，对多业务的支持能力等因素，现今越来越多的广电网络公司利用现有同轴电缆来实现双向网络（EoC）的改造。

### 3. 以太网 LAN 接入

以太网接入技术是一种较为实用的宽带接入技术，以太网技术自 1990 年发展以来，已经非常成熟，特别是全双工以太网技术和交换型以太网设备的发展，使得将以太网技术应用到公用电信网成为可能。以太网接入技术，就是把以前用在局域网中的以太网技术用于公共电信网的接入网中来解决用户的宽带接入。以太网接入的媒介既可以是以太网网线（如 UTP 五类线），也可以是光纤，能为用户提供 10 Mbit/s、100 Mbit/s 甚至 1000 Mbit/s 的宽带接入能力。现有以太网接入方式通常采用 VLAN（虚拟局域网）方式和 VLAN+PPPoE（以太网上的点到点协议）方式。一方面 VLAN 可以区分不同用户的信息，隔离用户端口；另一方面通过 VLAN+PPPoE 方式可以解决用户数据的安全性问题，PPPoE 协议还可以提供用户认证、授权以及分配用户 IP 地址的功能，所以在目前的宽带接入中得到广泛的应用。

### 4. 无线接入

无线接入网是部分或全部通过无线电波这一传输媒质来连接用户与交换中心，因此，它除了能向用户提供固定接入外，还能向用户提供移动接入。

无线接入网具有如下主要特点：建设周期短；在通信距离较长时，采用无线接入链路具有较好的经济性，抗灾变能力强，能同时向用户提供固定接入和移动接入。

## 大开眼界

所谓无线网络，就是利用无线电波作为信息传输媒介，摆脱传统网线的束缚，就应用层面来讲，它与有线网络的用途是完全相似的，而两者最大的不同在于传输媒介的不同。除此之外，无线网络无论是在硬件架设还是网络规划上，相对于有线网络都具有很大的优势。无线网络目前主要分为 CDMA/GPRS 无线网、蓝牙和无线局域网（Wireless Local Area Networks, WLAN）等方式。

## ▶▶ 1.2 走进 PON 网络

宽带光接入具有传输速率高、距离长、质量好、抗电磁干扰能力强、维护成本低等特点，是接入网的发展方向。根据光纤网络的拓扑结构，宽带光接入技术主要分为点对点 and 点对多点两大类。

点对点（P2P）的光接入（MC）是指在点到点的光纤网络上实现接入的方式，主要实现技术包括媒质转换器（MC，也可称为光纤收发器）方式和标准化的点对点光接入两大类。

点对多点（P2MP）的光接入是指在点到多点的光纤网络上实现多址接入的方式，主要采用无源光网络（Passive Optical Network, PON）技术，包括 BPON（Broadband Passive Optical Network）、EPON（Ethernet Passive Optical Network）、GPON（Gigabit-capable Passive Optical Network）等。

在宽带光接入网络中，我们可以采用宽带光接入技术与基于其他媒质（如铜缆、五类线、无线）的宽带接入技术（如 DSL、以太网、WLAN）相结合，向用户提供宽带业务；也可以采用宽带光接入技术和全程光纤直接向最终用户提供更高带宽和质量的业务，这是宽带接入网发展的最终目标。