

中国电子教育学会

普通高等教育电子信息类“十三五”课改规划教材

宽带接入技术与应用

主 编 张庆海

副主编 张晓锋 邓 健

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了目前流行的几种宽带接入技术,并针对学生学习特点,以社会需求为切入点,从应用性角度讲述了典型宽带接入技术系统设计组网、设备安装配置等方面的内容。全书共分为六个项目,内容包括:接入网基础认知、以太网宽带接入技术、EPON 技术、GPON 技术、HFC 宽带接入技术和 WLAN 宽带接入技术。

本书理论性与实践性并重,采用项目化结构安排,层次清晰,涵盖了接入网建设领域所涉及的组网设计、设备安装调试等不同岗位的技术内容,紧跟时代发展需求。

本书既可作为应用型本科院校以及高职高专院校相关专业(如通信工程、通信技术等)的教材,也可作为通信工程、弱电工程、接入网安装与维护等领域工作人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

宽带接入技术与应用 / 张庆海主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2017.3

普通高等教育电子信息类“十三五”课改规划教材

ISBN 978-7-5606-4448-6

I. ① 宽… II. ① 张… III. ① 宽带接入网 IV. ① TN915.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 044697 号

策 划 刘玉芳

责任编辑 杨 璠

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 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2017年3月第1版 2017年3月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 12.5

字 数 292千字

印 数 1~3000册

定 价 23.00元

ISBN 978-7-5606-4448-6/TN

XDUP 4740001-1

如有印装问题可调换

前 言

接入网是现代通信网重要的组成部分。随着光纤传输技术的广泛应用以及 IP 化数据业务的快速增长，接入网成为当前通信网中发展最快、技术竞争最为激烈的领域。接入网的应用范围不断扩大，技术手段也不断更新，IP 化、宽带化、综合化成为主流方向。为了适应市场需求和提供技术支撑，接入网技术领域需要大量复合型的技术人才。目前，我国高等教育、高等职业教育等都面临应用技术型人才培养的转型。社会要求从业人员不但应具有扎实的理论基础，而且还要有较强的实际动手能力；不但要有单一的应用技术能力，还要具备综合性的知识技能。相关专业应以行业发展为导向，以现有的师资和实践条件为起点，改进教学方法，以适应社会的需要。为此，我们编写了本书。

本书全面系统地介绍了目前流行的宽带接入的几种常用技术，并针对学生学习特点，以社会需求为切入点，从应用性角度讲述了典型宽带接入技术系统设计组网、设备安装配置等方面的内容。全书共分为六个项目，项目 1 为接入网基础认知，项目 2 为以太网宽带接入技术，项目 3 为 EPON 技术，项目 4 为 GPON 技术，项目 5 为 HFC 宽带接入技术，项目 6 为 WLAN 宽带接入技术。

本书由南京工业职业技术学院副教授、高级工程师张庆海担任主编，中兴通讯教育合作中心张晓锋、南京广播电视系统工程公司副总经理邓健等参编。本书由南京工业职业技术学院教授杨战民负责审稿。本书的编写还参考了大量报刊、杂志和相关图书资料，在此向有关作者表示谢意。同时，本书在编写过程中得到了西安电子科技大学出版社、中兴通讯教育合作中心、南京广播电视系统工程公司等相关领导、专家和老师的的大力支持与指导，在此表示最诚挚的谢意！

限于编者的水平，本书难免有不妥之处，如蒙读者指教，使本书更趋合理，编者将不胜感激。

编 者

2016 年 11 月

目 录

项目 1 接入网基础认知	1	2.4.3 以太网接入设备的供电	52
1.1 接入网在通信网中的位置	1	2.5 以太网技术宽带接入方案设计	53
1.1.1 通信网的基本概念	1	2.5.1 以太网宽带接入的技术应用	53
1.1.2 通信系统的模型	3	2.5.2 以太网宽带接入的功能设计	54
1.1.3 传统电信网的组成	3	2.5.3 以太网宽带接入的网络结构设计	56
1.1.4 接入网在公用通信网中的位置	4	2.5.4 以太网接入设备的选用	58
1.1.5 接入网在三网融合中的发展趋势	6	2.6 网络仿真环境搭建	60
1.2 接入网的标准与分类	7	2.7 以太网接入设备安装	61
1.2.1 电信网接入网标准	7	2.7.1 网线的制作	61
1.2.2 IP 接入网标准	10	2.7.2 以太网接入设备的认知	62
1.2.3 接入网的分类	11	2.7.3 以太网接入设备的安装	63
1.3 典型宽带接入技术简介	12	2.8 以太网接入设备数据配置	64
1.3.1 xDSL 技术	12	2.8.1 设备数据配置环境的搭建	64
1.3.2 以太网接入技术	14	2.8.2 交换机数据配置基本操作	65
1.3.3 HFC 技术	15	2.8.3 以太网接入组网的应用	67
1.3.4 光纤接入技术	16	思考与练习	69
1.3.5 无线接入技术	16	项目 3 EPON 技术	70
思考与练习	19	3.1 EPON 技术概述	70
项目 2 以太网宽带接入技术	20	3.1.1 EPON 技术的产生和发展	70
2.1 TCP/IP 基本原理	20	3.1.2 EPON 的网络结构	71
2.1.1 OSI 参考模型	20	3.1.3 EPON 的业务功能	71
2.1.2 TCP/IP 协议栈	21	3.1.4 EPON 的优点	73
2.1.3 IP 编址	26	3.2 EPON 的传输原理	74
2.2 以太网的基本工作原理	33	3.2.1 EPON 的工作过程	74
2.2.1 以太网的发展历史	33	3.2.2 EPON 的下行传输	74
2.2.2 以太网的分类与标准	34	3.2.3 EPON 的上行传输	75
2.2.3 以太网的通信原理	36	3.2.4 EPON 的安全性	75
2.3 虚拟局域网技术	44	3.3 EPON 协议栈	76
2.3.1 VLAN 的定义	44	3.3.1 EPON 协议栈模型	76
2.3.2 VLAN 的类型	44	3.3.2 EPON 数据链路层	77
2.3.3 VLAN 技术原理	45	3.3.3 EPON 物理层	77
2.4 以太网接入面临的问题和解决方法	48	3.4 EPON 的关键技术	80
2.4.1 用户的接入控制与管理	48	3.4.1 多点控制协议	80
2.4.2 动态地址分配	51	3.4.2 突发控制技术	82

3.4.3 测距与同步技术	83	4.5.2 业务数据规划	125
3.4.4 动态带宽分配技术	84	4.5.3 配置流程	126
3.5 EPON 设备认知	85	4.6 华为 GPON 设备三网融合业务配置	130
3.5.1 OLT	85	4.6.1 组网规划	130
3.5.2 ONU	91	4.6.2 业务数据规划	131
3.5.3 无源光器件	92	4.6.3 业务配置	133
3.6 EPON 技术应用	93	思考与练习	142
3.6.1 EPON 设备组网	93	项目 5 HFC 宽带接入技术	143
3.6.2 OLT 设备安装	94	5.1 HFC 宽带接入网概述	143
3.6.3 电源与接地	95	5.1.1 HFC 的起源与发展	143
3.7 EPON 系统应用	96	5.1.2 HFC 系统的频谱划分	144
3.7.1 OLT 设备配置环境搭建	96	5.2 HFC 的网络结构	145
3.7.2 OLT 基本操作	98	5.2.1 传统的 CATV 网络结构	145
3.7.3 宽带业务配置	99	5.2.2 单向 HFC 网络结构	145
思考与练习	103	5.2.3 双向 HFC 网络结构	146
项目 4 GPON 技术	104	5.3 EOC 技术	149
4.1 GPON 技术概述	104	5.3.1 EOC 技术概述	149
4.1.1 GPON 技术的产生和发展	104	5.3.2 EOC 的工作原理	149
4.1.2 GPON 技术的特点	105	5.4 EPON + EOC 组网设计	152
4.1.3 GPON 与 EPON 标准的比较	106	5.4.1 EPON + EOC 技术原理	152
4.2 GPON 的技术原理	106	5.4.2 总体框架设计	153
4.2.1 GPON 的系统结构	106	5.4.3 中心机房设计	153
4.2.2 GPON 的传输原理	107	5.4.4 EPON + EOC 组网模式设计	155
4.2.3 GPON 的基本概念	107	5.4.5 线路技术指标设计计算	157
4.2.4 业务复用原理	109	5.5 EPON + EOC 设备安装	158
4.2.5 GPON 系统协议栈	110	5.5.1 EPON 设备安装	158
4.2.6 GPON 的帧结构	111	5.5.2 EOC 局端设备安装	159
4.3 GPON 的关键技术	113	5.5.3 EOC 终端设备安装	160
4.3.1 测距技术	113	5.6 EPON + EOC 系统调试	160
4.3.2 动态带宽分配技术	114	5.6.1 EPON 设备配置环境的搭建	160
4.3.3 前向纠错技术	115	5.6.2 EOC 配置	161
4.3.4 线路加密技术	116	5.6.3 EOC 开通调试	165
4.3.5 网络保护技术	116	思考与练习	168
4.4 GPON 设备认知	118	项目 6 WLAN 宽带接入技术	169
4.4.1 中兴 GPON 设备认知	119	6.1 无线局域网接入技术概述	169
4.4.2 华为 GPON 设备认知	121	6.1.1 WLAN 的基本概念	169
4.5 中兴 GPON 设备业务开通配置	125	6.1.2 WLAN 的特点	170
4.5.1 组网规划	125		

6.1.3 WLAN 的应用领域	170	6.4.3 WLAN 的网络规划	180
6.2 WLAN 技术标准	171	6.5 WLAN 设备安装	184
6.2.1 WLAN 的协议栈模型	171	6.5.1 AP 的硬件安装	184
6.2.2 WLAN 典型标准简介	171	6.5.2 AC 的硬件安装	185
6.3 WLAN 的网络结构	173	6.6 WLAN 设备组网配置	186
6.3.1 WLAN 常用设备	173	6.6.1 WLAN 设备组网的数据规划	186
6.3.2 WLAN 的拓扑结构	175	6.6.2 WLAN 设备组网的配置流程	186
6.4 WLAN 的应用设计	177	思考与练习	191
6.4.1 无线路由器组网	177	参考文献	192
6.4.2 AP 接入组网	178		



项目 1 接入网基础认知

【教学目标】

在了解现代通信网组成的基础上，掌握接入网的相关概念，了解常见宽带接入技术。

【知识点与技能点】

- 电信接入网的定义；
- IP 接入网的定义；
- 接入网的接口；
- 接入网的拓扑结构；
- 接入网分类；
- xDSL 技术；
- 以太网接入技术；
- HFC 技术；
- 光纤接入网技术；
- 无线接入技术。

【理论知识】

1.1 接入网在通信网中的位置

1.1.1 通信网的基本概念

通信(Communication)就是信息的传递，是指由一地向另一地进行信息的传输与交换，其目的是传输消息。利用“电”来传递消息的通信方法称为电信(Telecommunication)，这种通信具有迅速、准确、可靠等特点，且几乎不受时间、地点、空间、距离的限制，因而得到了飞速发展和广泛应用。

1. 消息

我国古代就把客观世界的变化，把它们的发生、发展和结局，把它们聚散、沉浮、升降、兴衰、动静、得失等变化中的事实称为“消息”。到了近代，消息又逐渐成为一种固定的新闻载体的称谓，所以“消息”又叫新闻。在日常生活中，把关于人或事物的报道称为消息。



通信的目的是传输含有信息的消息。在通信系统中传输的是各种各样的消息，而这些被传送的消息有着各种不同的形式，例如文字、符号、数据、语言、音符、图片、图像等。

2. 信息

1948年，美国数学家、信息论的创始人香农在论文《通讯的数学理论》中指出：“信息用来消除随机不定性的东西”。1948年，美国著名数学家、控制论的创始人维纳在《控制论》一书中指出：“信息就是信息，既非物质，也非能量。”

信息是指消息中包含的有意义的内容，它是通过消息来表达的，消息是信息的载体。随着社会的发展，消息的种类越来越多，人们对传递消息的要求也越来越高。

3. 信号

信号是消息的物理载体。通信中消息的传送是通过信号来进行的，信号是消息的承载者。在通信系统中，信号以电(或光)的形式进行处理和传输。

信号基本上可分为两大类：模拟信号和数字信号。如果信号的幅度随时间作连续的、随机的变化，称为模拟信号，如图 1-1 所示。如果信号的幅度随时间的变化只具有离散的、有限的状态，则称为数字信号，如图 1-2 所示。

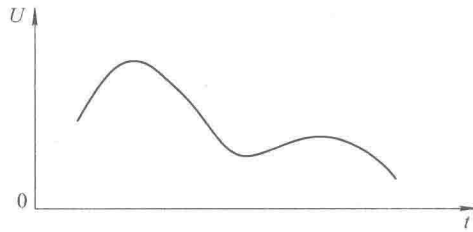


图 1-1 模拟信号

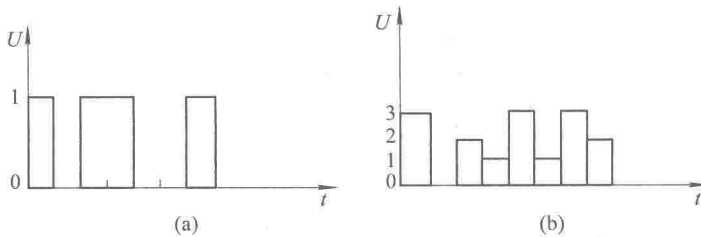


图 1-2 数字信号

4. 电信

在各种各样的通信方式中，利用“电信号”来承载消息的通信方法称为电信。这种通信将有用的信息无失真、高效率地进行传输，同时还要在传输过程中将无用信息和有害信息抑制掉，并且还要有存储、处理、采集、显示等功能。电信系统具有迅速、准确、可靠，而且几乎不受时间、地点、空间、距离的限制等特点，因而得到了飞速发展和广泛应用。



ITU 对电信的定义是：利用有线、无线、光或者其他电磁系统传输、发射或接收符号、文字、图像、声音或其他任何形式的信息。“通信”与“电信”几乎是同义词。通信也可定义为：利用电子等技术手段，借助电信号(含光信号)从一地向另一地进行消息的有效传递。

1.1.2 通信系统的模型

实现信息传递所需的一切技术设备和传输媒质的总和称为通信系统。以基本的点对点通信为例，通信系统的模型如图 1-3 所示。

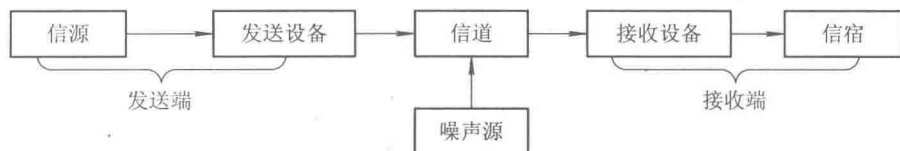


图 1-3 通信系统的模型

1. 信源

信源是指信息源，是信息的发送者，其作用是把待传输的消息转换成原始电信号，如电话系统中的电话机可看成是信源。

2. 发送设备

发送设备是许多电路与系统的总称，其作用是将信源输出的信号进行处理，变换成适合在信道上传送的信号，送往信道。

3. 信道和噪声源

信道是信号传输的通路，其作用是将来自发送端的信号发送到接收端。信道从形式上可分为有线信道和无线信道，从传输方式上看可分为模拟信道和数字信道，甚至还可以包含某些设备。

噪声源是信道中的所有噪声以及分散在通信系统中其他各处噪声的集合。通信系统中不能忽略噪声的影响，通信系统的噪声可能来自于各个部分，包括发送或接收信息时的周围环境、各种设备的电子器件、信道外部的电磁场干扰等。

4. 接收设备

接收设备的功能正好与发送设备相反，即进行解调、译码、解码等，目的是从带有干扰的接收信号中恢复出相应的原始电信号。

5. 信宿

信宿与信源相对应，是信息的接收者，其作用是将由接收设备复原的原始信号转换成相应的消息，如电话机将对方传来的电信号还原成了声音。

1.1.3 传统电信网的组成

实际的通信系统不可能都是图 1-3 所示的一对一的通信系统，在许多场合下常常有若干终端设备通过交换机相互进行通信，如图 1-4(a)所示。再者，由于通信设备间的距离太远，不可能敷设专用的线路，需组建传输网络，如图 1-4(b)所示。因此，通信网可以定义为：通信网是构成多个用户相互通信的多个电信系统互联的通信体系，它利用电缆、光缆



或无线电波作为传输媒介，使用交换、传输、管理等设备，由各种通信手段和一定的连接方式将地理上分散的用户终端设备互联起来，实现通信和信息交换。通信的终端越多，它们之间的通信路径就越错综复杂。建立通信网的目的是为了开展某种通信业务，它不仅能够提供普通的电话业务，而且能提供数字化、宽带化的综合业务。因此，一般按通信业务的不同，通信网可划分为电话网、数据网和移动通信网等。

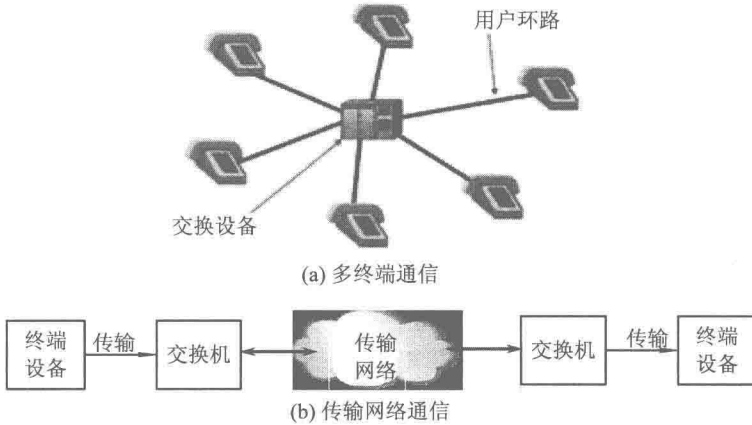


图 1-4 通信系统的组成

随着技术的发展，通信网日益复杂，为便于分析，人们把整个通信网抽象为由核心网、接入网和用户驻地网组成的网络，如图 1-5 所示。用户驻地网可以是终端网络，也可以是单独的设备。接入网处于核心网与用户驻地网之间，连接本地交换机和用户。从运营商角度来看，接入网在整个通信网中处于网络的边缘，是网络建设的最后一段，也称“最后一公里”；而对于用户来说，接入网是用户直接接触的网络，可以说是“最初一公里”。这里的一公里只是一种形象说法，相对于整个电信网络来说是距离较短的一段。而核心网处于通信网络的核心位置，承担骨干通信任务，关系重大，被成千上万个用户所共用，是通信网的信源传输中心，主要由长途网(城市之间)和中继网(本市内)组成。目前，通信网的核心部分已经实现数字化和宽带化，并且核心网正向超高速、大容量的方向发展，展现了宽带化、IP 化以及业务融合化的趋势。



图 1-5 传统电信网的组成

接入网的引入给通信网带来新的变革，使整个通信网络结构发生了根本的变化。传统电话网中的用户环路就是今天接入网的原型，今天的接入网是电话网中用户环路的延伸和扩展。

1.1.4 接入网在公用通信网中的位置

城域网概念始于计算机网络，它指位于广域网和局域网之间，分布于城市及郊区范围内的计算机网络。由于传统电信网与计算机通信网的融合，城域网概念引入到公用通信网领域并导致城域网概念内涵的变化。现在人们用“城域网”泛指运营商在城市及其郊区范



围内提供语音、数据(包括 IP 业务)、图像、多媒体和各种增值业务及智能业务等多种业务的网络。城域网引入到现代通信网后模糊了传统电信界所定义的电信网结构以及接入网概念。但至今 ITU-T 或其他标准化组织也没有出台相关标准明确电信网的结构。

目前,不少业界人士根据网络地域特征和功能特征认为公用通信网由长途骨干网、城域网、接入网和用户驻地网组成,如图 1-6 所示。其中长途骨干网指连接国家各省/地区主要节点的网络,通常是网状网,具有可靠的保护措施,以解决大容量的可靠传输为基本特征。城域网除较大容量传输外,以路由器作为长途骨干网的调度设备,所构成的网络拓扑结构通常为环网。接入网部分则包括以支持传统电话业务为主的传统电信界定义的接入网、以接入数据业务/IP 业务为主的 IP 接入网和提供综合业务接入的接入网。其主要功能是用户业务的接入和汇聚,拓扑结构多样化,既有星型、环型,也有树型,还有环型加树型等。用户驻地网是属于用户自己或由用户驻地网运营商管理运行的网络,一般是用户终端至用户网络接口 UNI 间所包含的网络部分。它由完成通信和控制功能的用户驻地中的机线设备组成,其规模大小因用户的不同可能差别非常大。最简单的用户驻地网可以仅仅是进到普通居民用户家里的一对双绞线,大的、复杂的用户驻地网可以是覆盖几千米的校园通信网、大企业网或用户驻地网运营商所运营的居民小区网络等。

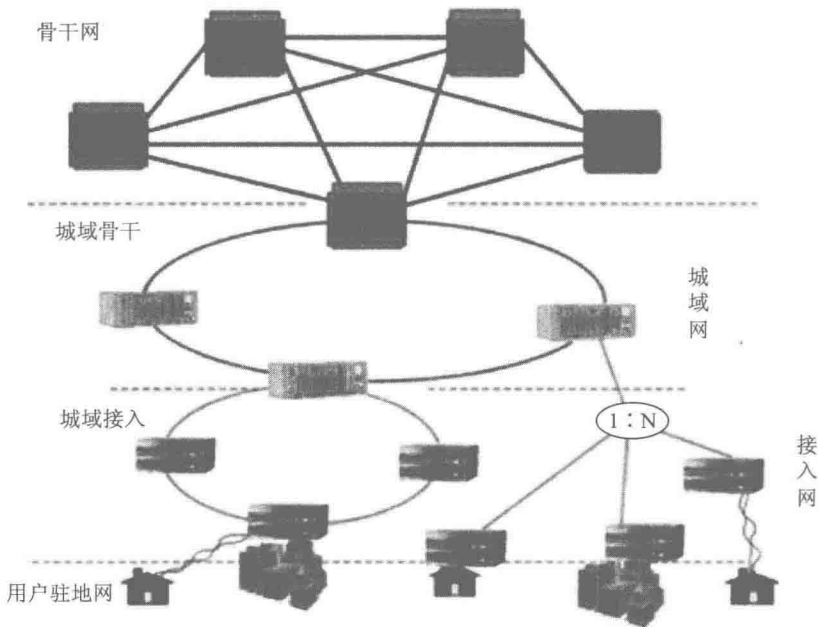


图 1-6 典型公用通信网的结构

其中,骨干网和城域网就是核心网。目前广义电信网或者说通信网由原来的结构演变成图 1-7 所示的结构,而接入网在整个网络中的作用并没有发生本质性的变化。可以认为接入网是由用户与城域网之间的一系列实体(例如线路设施和传输接入设施等)组成,为传送接入电信业务或 IP 业务而提供所需的传送承载和接入能力,并且可通过网管接口或 RP 进行配置和管理的实施系统或网络。接入网具有明显不同于城域网、骨干网的特点。



图 1-7 接入网在公用通信网中的位置

1.1.5 接入网在三网融合中的发展趋势

“三网融合”是指电信网、有线电视网和互联网在向宽带通信网、数字电视网和下一代互联网演进过程中，经过改造和发展，相互渗透、相互兼容，并逐步整合成为全世界统一的信息通信网络。三网融合是为了实现网络资源的共享，避免低水平的重复建设，形成适应性广、容易维护、费用低的高速宽带的多媒体基础平台。其表现为技术上趋向一致，网络层上可以实现互联互通，形成无缝覆盖，业务层上互相渗透和交叉，应用层上趋向使用统一的 IP 协议，在经营上互相竞争、互相合作，朝着向人类提供多样化、多媒体化、个性化服务的同一目标逐渐交汇在一起，行业管制和政策方面也逐渐趋向统一。三网融合后，手机可以看电视、上网；电视可以打电话、上网，计算机可以打电话、看电视。

三网融合的本质是未来的电信网、广电网和互联网都可以承载多种信息化业务，创造出更多种融合业务，而不是三张网合成一张网，因此三网融合不是三网合一。三网融合可能的发展方向是技术融合、业务融合、行业融合到最终的终端融合及网络融合。

三网融合的关键在于电信和广电业务的融合。电信运营商和广电运营业务互相渗透，都将成为全业务运营商，通过全业务绑定及价格策略互相争夺客户。目前，电信运营商正以 IPTV 来抢占广电网络的传统电视市场。但还面临着很多的困难：首先，目前网络不满足端到端提速。高清入户需要 10~20 M 的入户带宽，而当前电信运营商对入户带宽普遍采取尽力而为的策略，高峰期普遍低于 4 M。其次，电信网络层次较多成为质量的瓶颈。目前城域网一般为 5 跳，表现在频道切换时延迟和丢包问题严重，严重影响用户体验。最后，缺少端到端管理手段。要实现端到端提速，涉及业务系统、承载网络(由接入设备、BRAS 和核心路由器等组成)和终端等多个环节，网络维护难以做到快速定界、快速定位；承载技术由于直接用原架构的网络承载 IPTV，网络建设成本、网络业务控制、网络服务质量等方面都会带来更大的问题，因此三网融合对接入网提出了新的要求。其中，接入网扁平化发展成为重要的发展方向。

接入网的扁平化首先要求接入网络的融合和统一，要把分离的网络向多业务综合接入转变。无源光网的应用对统一接入提供了技术的可行性；而业务的融合、设备的统一进一步促进了 FTTH 网络的发展。其中 FTTH(光纤到户)可减少网络节点、简化网络层次，如图 1-8 所示，从原来的五级架构，通过光进铜退全新的技术改进为三级架构。五级架构中，第一级为中心局，主要指以核心路由为主要设备的骨干层；第二级为城域网局端，主要指以路由器为主要设备的城域网骨干；第三级为局端，由宽带远程接入服务器(BRAS, Broadband Remote Access Server)、全业务路由器(SR, Service Router)和会话边界控制器(SBC, Session Border Control)等设备组成；第四级是以小型 OLT 和交换机组成的模块局；第五级为用户终端。三级架构的第一级是以核心路由器和光传送网(OTN)为主要设备；第二级的主要设



备由多业务控制网关(MSCG)和大型 OLT 组成；第三级则为无源光网络连接的用户终端。

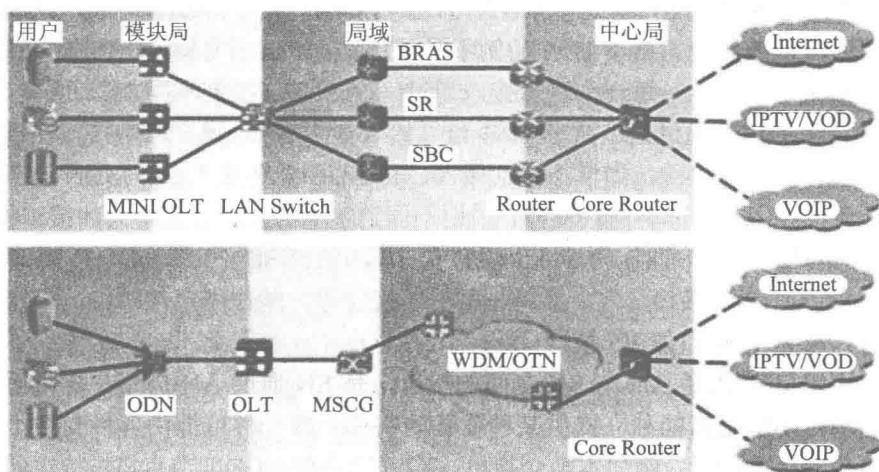


图 1-8 接入网扁平化发展趋势

随着 PON 设备性能的提升，更大带宽、更大分光比、更远通信距离已经成为接入技术发展的趋势。这将对降低网络建设的总成本十分有效。其次，应用于三网融合的 OLT 应能面对不同行业、不同部门实现管理的统一，针对不同的业务和不同的客户群，提供不同的 QoS 保障。

1.2 接入网的标准与分类

1.2.1 电信网接入网标准

1. 电信接入网的界定

1995 年 11 月，国际电信联盟发布了第一个接入网标准 ITU-T G.902。在 G.902 建议书中，接入网是这样定义的：接入网是由业务节点接口(SNI)和用户-网络接口(UNI)之间的一系列传送实体(包括线路设施和传输设施)组成，为传送电信业务而提供所需传送承载能力的实施系统，可经由 Q3 接口配置和管理。

G.902 定义的接入网是由三个接口定界的，即用户通过 UNI 连接到接入网；接入网通过 SNI 连接到业务节点；最后通过 Q3 接口连接到电信管理网(TMN)上，如图 1-9 所示。

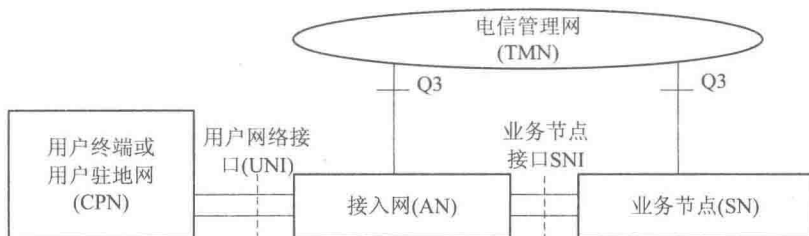


图 1-9 接入网的接口



用户网络接口(UNI)进一步可分为单个 UNI 和共享 UNI。单个 UNI 的例子包括 PSTN 和 ISTN 中各种类型的 UNI，但是 PSTN 中的 UNI 和用户信令并没有得到广泛应用，因而各个国家采用自己的规定。共享 UNI 的例子是 ATM 接口。当 UNI 是 ATM 接口时，这个 UNI 可支持多个逻辑接入，每一个逻辑接入通过一个 SNI 连接到不同 SN。这样 ATM 接口就成为一个共享 UNI，通过这个共享 UNI 可以接入多个 SN。用户网络接口在接入网的用户侧，支持各种业务的接入，如模拟电话接入、N-ISDN 业务接入、B-ISDN 业务接入，以及租用线业务的接入。对于不同的业务，采用不同的接入方式，对应不同的接口类型。UNI 的主要接口有：ISDN 2B+D(B 为 64 kb/s，D 为 16 kb/s)、ISDN 30B+D、Z 接口、ATM 接口、以太网接口、USB 接口、PCI 接口、租用线接口等。能作用户接口的一定可以作为业务节点接口，反之不成立(如 V5 接口)。

业务节点接口(SNI)是 AN 与 SN 之间的接口，是 SN 通过 AN 向用户提供电信业务的接口。业务节点(SN)是指能独立提供某种业务的实体，即一种可提供各种交换类型或永久连接型的电信业务的网元，例如本地交换机、X2.5 节点机、DDN 节点机、特定配置下的点播电视和广播电视业务节点等，支持窄带接入业务和宽带接入业务，并连接到电信网中。如果 AN-SNI 侧与 SN-SNI 侧不在同一地方，可以通过透明传送通道实现远端连接。数字业务的发展要求从用户到业务节点之间是透明的纯数字连接，因此要求业务节点具备数字的 SNI。数字的 SNI 称为 V 接口。在 V5 接口以前，CCITT Q 系列建议中曾规范了 V1~V4 接口。接口 V1~V4 主要是为满足 ISDN 用户接入而制定的。它们的共同特点是都不支持 PSTN 和 ISDN 的综合接入。SNI 包括 V5、VB5、以太网接口以及其他 ATM 接口、租用线接口等。

电信管理网(TMN)是收集、处理、传送和储存有关电信网操作维护和管理信息的一种综合手段，可以提供一系列管理功能，对电信网实施管理控制。它是通信技术和计算机技术相互渗透和融合的产物。TMN 的目标是最大限度地利用电信网络资源，提高运行质量和效率，向用户提供优质的通信服务。TMN 能使各种操作系统之间通过标准接口和协议进行通信联络，在现代电信网中起支撑作用。TMN 有五种节点：操作系统(OS)、网络单元(NE)、中介装置(MD)、工作站(WS)、数据通信网(DCN)。TMN 有三类标准接口：Q 接口、F 接口、X 接口。

网管接口采用 Q3 接口，是电信管理网与被管理部分连接的标准接口。管理的功能包括用户端口功能的管理、运送功能的管理和业务端口功能的管理等。

2. 电信接入网的功能

G.902 建议的电信接入网的主要功能有五种，即用户口功能(UPF)、业务口功能(SPF)、核心功能(CF)、传送功能(TF)和接入网系统管理功能(AN-SMF)。其功能结构如图 1-10 所示。

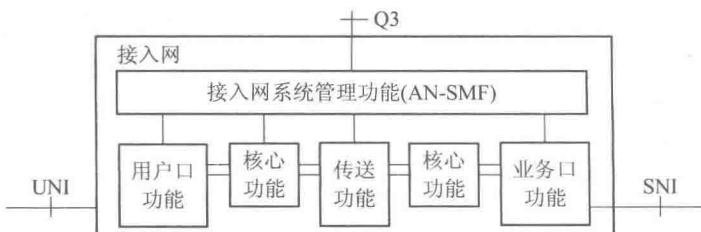


图 1-10 电信接入网的功能



(1) 用户口功能(UPF)。用户口功能的主要作用是将特定的 UNI 要求与核心功能和管理功能适配。具体的功能为：终结 UNI 功能、UNI 的激活/去激活、处理 UNI 承载通路/容量、UNI 的测试和 UPF 的维护、A/D 转换和信令转换以及相关的管理和控制功能。

(2) 业务口功能(SPF)。业务口功能的主要作用是将特定 SNI 规定的要求与公用承载通路相适配，以便于核心功能处理；也负责选择有关信息，以便在 AN 系统管理功能中处理。具体功能为：终结 SNI 功能、SNI 的测试和 SPF 的维护、将承载通路的需要和即时的管理以及操作需求映射进核心功能、特定 SNI 所需的协议映射、相关的管理和控制。

(3) 传送功能(TF)。传送功能为 AN 中不同地点之间公用承载通路的传送提供通道，也为所用传输介质提供媒介适配。具体功能为：复用、交叉连接、管理、物理媒介功能。

(4) 核心功能(CF)。核心功能位于 UPF 和 SPF 之间，它的主要作用是将个别用户口承载通路或业务口承载通路的要求与公用传送承载通路相适配，CF 可分布在 AN 中。具体功能为：接入承载通路处理、承载通路的集中、信令和分组信息的复用、ATM 传送承载通路的电路仿真、相关的管理和控制。

(5) 接入网系统管理功能(AN-SMF)。接入网系统管理功能主要协调 AN 内 UPF、SPF、CF 和 TF 的指配、操作和维护，也负责协调用户终端(经 UNI)和业务节点(经 SNI)的操作功能。具体功能为：配置和控制、指配协调、故障检测和指示、用户信息和性能数据收集、安全控制、协调 UPF 和 SN(经 SNI)的及时管理和操作、资源管理、通过 Q3 接口与 TMN 通信以便接收监视与接收控制。

3. 接入网的物理参考模型

接入网的物理参考模型如图 1-11 所示，其中灵活点(FP)和配线点(DP)是两个很重要的信号分路点，大致对应传统铜线用户线的交接箱和分线盒。

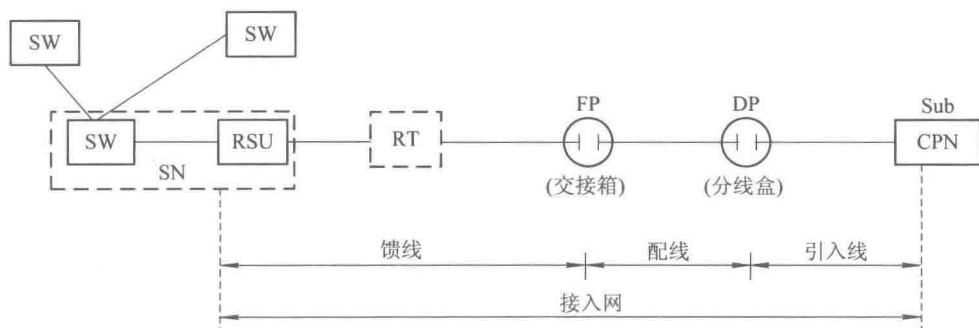


图 1-11 接入网的物理参考模型

G.902 建议是关于接入网的第一个总体标准，对接入网的形成有关键性的奠基作用，意义重大。G.902 建议定义严格、描述抽象，从“功能”这一较高的角度描述了接入网，希望能适用于接入网进一步的各种技术和各种业务。但 G.902 标准的准备时间是 1993—1996 年，当时互联网尚未达到今日的辉煌，互联网技术的理念框架还远未深入影响通信技术界，传统电信技术的体系和思路还是电信网络的主体。因此，G.902 标准很大程度上受传统电信技术的影响，其定义的接入网功能体系、接入类型、接口规范等更多是适用于传统电信网络，人们有时将 G.902 标准称为“电信接入网总体标准”。



1.2.2 IP 接入网标准

1. IP 接入网定义

随着 Internet 业务的爆炸式发展, IP 业务量急剧增长。提供 IP 业务与提供传统的以电话业务为代表的电信业务发生了很大的改变。2000 年 11 月, ITU 通过了 IP 接入网的 Y.1231 标准。根据 Y.1231 建议, IP 接入网定义为: IP 接入网是由网络实体组成, 提供所需接入能力的一个实施系统, 用于在 IP 用户和 IP 业务提供者(ISP, IP Service Provider)之间提供接入 IP 业务能力的网络。IP 网是 IP 作为第三层协议的网络。IP 网络业务是通过用户与业务提供者之间的接口, 以 IP 包传送数据的一种服务。IP 网络的结构如图 1-12 所示。



图 1-12 IP 网络结构

从图 1-12 可以看出, IP 接入网与用户驻地网和 IP 核心网之间的接口是参考点(RP, Reference Point), RP 用来在逻辑上分离 IP 核心网和 IP 接入网功能。与传统电信接入网的用户网络接口和业务节点接口不同, RP 在某些 IP 网络中不与物理接口对应。在某些 IP 网中无法界定 IP 核心网与 IP 接入网, 两者不可分割。

2. IP 接入网的功能模型

IP 接入网主要有三大功能: 传送功能、接入功能和系统管理功能。其参考模型如图 1-13 所示。

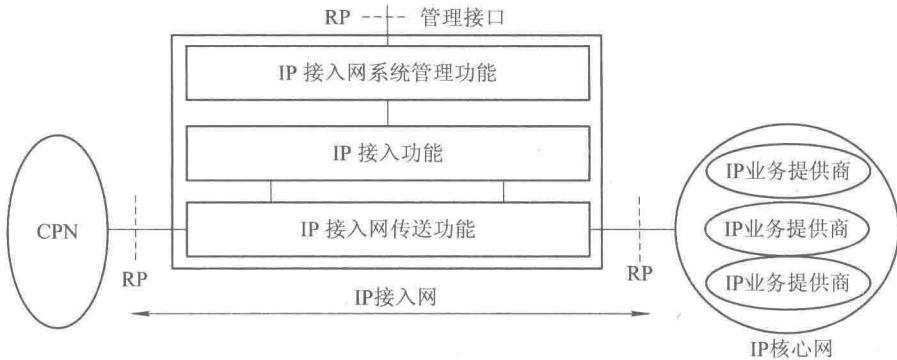


图 1-13 IP 接入网参考模型

(1) 传送功能。IP 接入网的传送功能是指传送 IP 业务。

(2) 接入功能。IP 接入功能是指对用户接入进行控制和管理, IP 接入方式分为五类, 即直接接入方式、PPP 隧道方式(L2TP)、IP 隧道方式(IPSec)、路由方式和多协议标记交换(MPLS)方式。IP 接入功能主要包括:

- 多业务提供商的动态选择;