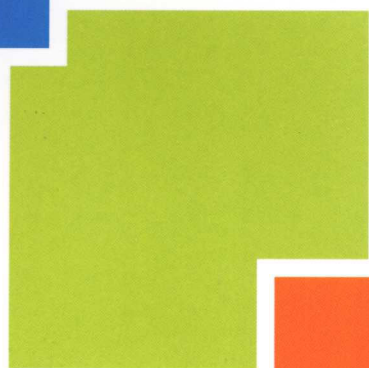


21世纪高等院校信息与通信工程规划教材  
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

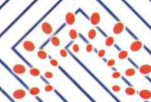
# 宽带接入技术

毛京丽 胡怡红 张勳 编著

Broadband Access Technology



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



高校系列

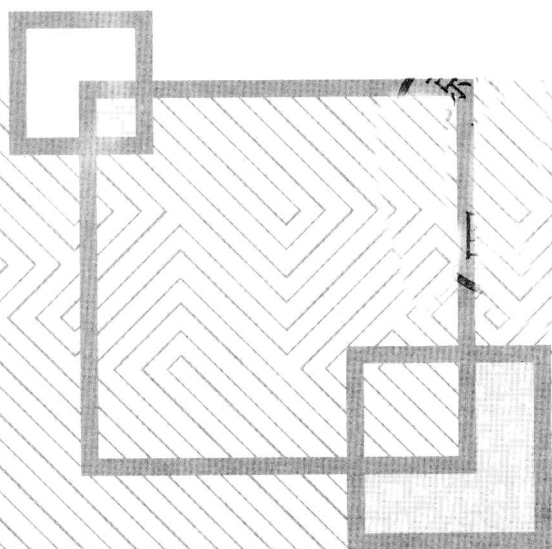
21世纪高等院校校信息通信工程规划教材  
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

# 宽带接入技术

毛京丽 胡怡红 张勳 编著

Broadband Access Technology

TN915.6  
41



人民邮电出版社  
北京



## 图书在版编目(CIP)数据

宽带接入技术 / 毛京丽, 胡怡红, 张勳编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2012. 12  
21世纪高等院校信息与通信工程规划教材  
ISBN 978-7-115-29766-2

I. ①宽… II. ①毛… ②胡… ③张… III. ①宽带接入网—高等学校—教材 IV. ①TN915.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第262665号

## 内 容 提 要

接入网是电信网的重要组成部分,随着用户需求的不断快速提升,接入技术的发展也呈现出宽带化、综合化和多样化等特点,无论是通信行业内还是普通用户,都对了解掌握宽带接入技术有着浓厚的兴趣。

本书在介绍了接入网基本概念的基础上,全面地讲述了几种常用的宽带接入技术,主要包括 xDSL 接入技术、混合光纤/同轴电缆接入技术、以太网接入技术、光纤接入网技术和无线接入网技术等,另外还研究了接入网接口及其协议、接入网网管技术,并分析了宽带接入网规划与设计实例。

本书取材适宜、结构合理,并重于接入网的基本原理和实际应用技术,且能够跟踪新技术的发展。内容深入浅出、循序渐进。另外为便于学生在学习过程中进行归纳总结和培养学生分析问题和解决问题的能力,每章最后都附有本章重点内容小结及习题。

本书既可作为高等院校通信及相关专业专科和本科教材,也可作为从事通信相关工作的科研和工程技术人员的培训教材或学习参考书。

21世纪高等院校信息与通信工程规划教材

### 宽带接入技术

- 
- ◆ 编 著 毛京丽 胡怡红 张 勳  
责任编辑 滑 玉
  - ◆ 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>  
北京铭成印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 16.25 2012年12月第1版  
字数: 396千字 2012年12月北京第1次印刷

---

ISBN 978-7-115-29766-2

定价: 36.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223  
反盗版热线: (010)67171154

随着通信技术的突飞猛进,电信业务逐渐向综合化、数字化、智能化、宽带化和个性化方向发展,人们对电信业务多样化的需求也不断增加;同时,主干网上 SDH、MSTP 及 DWDM 等技术的日益成熟和使用,为实现语音、数据和图像“三线合一,一线入户”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研究的课题,“最后 1 公里”解决方案也成为大家最关心的焦点。因此,接入网成为网络应用和建设的热点,而且为了顺应用户宽带业务的发展需求,接入技术的多样化和宽带化必然是接入网的发展趋势。

“宽带接入技术”课程是通信专业的一门非常重要的专业课程。对于通信和其他相关专业的学生来说,建立接入网的基本概念、学习常用的宽带接入技术、掌握宽带接入网实际应用问题等都是至关重要的。

为了使学生更好地掌握宽带接入技术,本教材在编写过程中注重教学改革实践效果和宽带接入新技术的发展,既有接入网基本概念、宽带接入技术原理和相关协议的介绍,又论述了 xDSL、HFC、以太网接入、光纤接入网及无线接入网等宽带接入技术,另外还研究了接入网接口及其协议、接入网网管技术,并分析了宽带接入网规划与设计实例。

全书共有 9 章。第 1 章概括介绍了接入网的基本概念、接入网的功能模型、接入网的分类、接入网提供的业务类型及接入网的发展趋势。第 2 章首先概括介绍了铜线接入的基本概念,然后具体论述了几种铜线接入技术,包括高比特率数字用户线(HDSL)接入技术、ADSL 接入技术(ADSL2 及 ADSL2+)及 VDSL(VDSL2)接入技术等。第 3 章首先介绍了混合光纤/同轴电缆(HFC)网的基本概念,然后探讨了电缆调制解调器(Cable Modem)的相关技术问题以及 HFC 网络双向传输的实现方法,最后分析了 HFC 网络的特点。第 4 章首先介绍了以太网的基本概念,然后具体论述了以太网接入的概念、网络结构、提供的业务种类及优缺点,最后探讨了以太网接入的用户广播隔离问题、IP 地址管理和业务控制管理。第 5 章在介绍光纤接入网的定义及优点、功能参考配置、分类、拓扑结构、应用类型及传输技术等基本概念的基础上,详细阐述了 ATM 无源光网络(APON)、以太网无源光网络(EPON)和吉比特无源光网络(GPON)的技术问题,并分析了有源光网络接入技术的相关内容。第 6 章首先给出了无线接入网的概念、优点及分类,继而介绍了几种应用较广泛的无线接入网,包括 LMDS、WLAN 和 WiMAX 系统。第 7 章首先对接入网的三种接口“业务节点接口、用户网络接口和电信管理网接口”进行了具体详细的分析,

然后重点探究了 V5 接口及其协议。第 8 章介绍了接入网网管技术。接入网作为通信业务网，是电信网的一部分，接入网的网管被纳入电信管理网 TMN 的范围之内，本章首先阐述了 TMN 的基本概念，接着具体介绍了接入网网管的基本概念及基本功能。第 9 章介绍如何进行宽带接入网的规划设计，这是至关重要也最具实际意义的。本章分别针对 ADSL、HFC、EPON、FTTX + LAN 4 种不同技术，以范例的形式对相应接入网的规划设计进行了介绍。

本书第 1 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章由毛京丽编写，第 2 章、第 3 章由胡怡红编写，第 7 章、第 8 章、第 9 章由张勛编写。在本书编写过程中，得到了李文海教授的指导以及纪平、张勉、贺雅璇、魏东红、黄秋钧、高阳、胡凌霄、张磊、柳斌、徐耀峰、徐鹏、夏之斌和齐开诚等的帮助，在此表示感谢。

另外，本书参考了一些书籍及相关的文献，在此，对这些文献的作者表示深深的感谢！由于编者水平有限，若书中存在疏漏，恳请读者指正。

编 者

2012 年 9 月

# 目 录

第 1 章 概述	1	2.4 甚高速数字用户线 (VDSL) 接入技术	26
1.1 接入网的基本概念	1	2.4.1 VDSL 系统构成	26
1.1.1 接入网的定义	1	2.4.2 VDSL 相关技术	27
1.1.2 接入网的接口	2	2.4.3 VDSL 系统存在的问题	28
1.1.3 接入网的特点	2	2.4.4 VDSL 应用	29
1.2 接入网的功能模型	3	小结	29
1.3 接入网的分类	4	习题	30
1.4 接入网支持的接入业务类型	5	第 3 章 混合光纤/同轴电缆接入技术	31
1.4.1 按照业务本身的特性分类	5	3.1 混合光纤/同轴电缆接入概述	31
1.4.2 按照业务的速率分类	6	3.1.1 HFC 网络	31
1.5 接入网的发展趋势	6	3.1.2 HFC 网络结构	32
1.5.1 接入技术的宽带化	6	3.2 电缆调制解调器 (Cable Modem)	33
1.5.2 接入技术的多样化	7	3.2.1 Cable Modem 工作原理	34
1.5.3 接入承载差异化	7	3.2.2 Cable Modem 应用	34
1.5.4 接入终端设备可控化	7	3.2.3 Cable Modem 标准体系	36
小结	8	3.2.4 Cable Modem 与 ADSL Modem 的比较	38
习题	8	3.3 HFC 网络双向传输	40
第 2 章 铜线接入技术	9	3.3.1 双向传输方式	40
2.1 铜线接入概述	9	3.3.2 双向 HFC 传输网络	41
2.1.1 DSL 技术发展	9	3.3.3 HFC 上行通道关键技术	43
2.1.2 DSL 关键技术	11	3.4 HFC 网络特点	45
2.2 高比特率数字用户线 (HDSL) 接入技术	13	3.4.1 HFC 网络技术特点	45
2.2.1 HDSL 基本概念	13	3.4.2 HFC 网络中的噪声	45
2.2.2 HDSL 系统构成	14	小结	47
2.2.3 HDSL 帧结构	15	习题	47
2.2.4 HDSL2 技术	17	第 4 章 以太网接入技术	48
2.3 不对称数字用户线 (ADSL) 接入技术	18	4.1 以太网技术基本概念	48
2.3.1 ADSL 定义与特点	18	4.1.1 传统以太网	48
2.3.2 ADSL 系统构成	19	4.1.2 高速以太网	57
2.3.3 ADSL 帧结构	21	4.1.3 交换式局域网	61
2.3.4 ADSL 应用	23	4.1.4 虚拟局域网	68
2.3.5 ADSL2 与 ADSL2+	25	4.2 以太网接入技术基本概念	71

4.2.1 以太网接入的概念	71	功能	123
4.2.2 以太网接入的网络结构	71	5.4.4 GPON 的工作原理	124
4.2.3 以太网交换机扩展技术	72	5.4.5 GPON 的关键技术	127
4.2.4 以太网接入组网实例	72	5.4.6 GPON 与 APON、EPON 的 比较	127
4.2.5 以太网接入提供的业务种类	74	5.5 有源光网络接入技术	129
4.2.6 以太网接入的优缺点	74	5.5.1 SDH 技术	129
4.3 以太网接入技术的管理	75	5.5.2 MSTP 技术	135
4.3.1 以太网接入的用户广播隔离 问题	75	5.5.3 AON 中简化的 SDH 技术	137
4.3.2 以太网接入的 IP 地址管理	76	5.5.4 AON 所采用的 SDH 自愈 技术	139
4.3.3 以太网接入的业务控制管理	79	小结	141
小结	84	习题	144
习题	86	<b>第 6 章 无线接入网技术</b>	145
<b>第 5 章 光纤接入网技术</b>	87	6.1 无线接入网的基本概念	145
5.1 光纤接入网概述	87	6.1.1 无线接入网的概念及优点	145
5.1.1 光纤接入网的定义及优点	87	6.1.2 无线接入网的分类	145
5.1.2 光纤接入网的功能参考配置	88	6.2 本地多点分配业务系统	148
5.1.3 光纤接入网的分类	90	6.2.1 LMDS 系统的概念	148
5.1.4 光纤接入网的拓扑结构	91	6.2.2 LMDS 技术的优缺点	148
5.1.5 光纤接入网的应用类型	93	6.2.3 LMDS 接入网络结构	149
5.1.6 光纤接入网的传输技术	94	6.2.4 LMDS 系统的典型应用领域	150
5.2 ATM 无源光网络接入技术	98	6.3 无线局域网	151
5.2.1 ATM 的基本概念	98	6.3.1 无线局域网的基本概念	151
5.2.2 APON 的概念及特点	103	6.3.2 无线局域网的频段分配	155
5.2.3 APON 的系统结构	104	6.3.3 无线局域网的调制方式	156
5.2.4 APON 的工作原理及帧结构	106	6.3.4 扩频通信基本原理	161
5.2.5 APON 的关键技术	108	6.3.5 无线局域网的标准	164
5.3 以太网无源光网络接入技术	109	6.3.6 无线局域网的硬件设备	171
5.3.1 EPON 的网络结构及设备 功能	109	6.3.7 无线局域网组网实例	174
5.3.2 EPON 的工作原理及帧结构	111	6.4 微波存取全球互通系统	178
5.3.3 EPON 的关键技术	114	6.4.1 WiMAX 的概念	178
5.3.4 EPON 的优缺点	117	6.4.2 WiMAX 的标准	178
5.3.5 EPON 的组网应用实例	117	6.4.3 WiMAX 的关键技术	180
5.4 吉比特无源光网络接入技术	120	6.4.4 WiMAX 的技术优势	181
5.4.1 GPON 的概念与技术特点	120	6.4.5 WiMAX 的网络结构	182
5.4.2 GPON 的协议层次模型与 标准	121	6.4.6 WiMAX 的业务应用	184
5.4.3 GPON 的系统结构及设备		小结	185
		习题	186

<b>第 7 章 接入网接口及其协议</b> .....188	习题..... 211
7.1 业务节点接口.....188	<b>第 9 章 宽带接入网规划与设计实例</b> ... 212
7.1.1 业务节点的定义与类型.....188	9.1 ADSL 接入网规划与设计..... 212
7.1.2 业务节点接口类型.....189	9.1.1 宽带接入网中应用 ADSL 技术的可行性分析..... 212
7.2 用户网络接口.....189	9.1.2 ADSL 宽带接入网设计方案... 213
7.2.1 用户网络接口定义.....189	9.1.3 网络安全的设计..... 218
7.2.2 Z 接口.....190	9.1.4 ADSL 宽带接入网络的性能 分析..... 219
7.2.3 U 接口.....190	9.2 HFC 接入网规划与设计..... 221
7.2.4 其他接口.....191	9.2.1 A 地区宽带接入网中应用 HFC 技术的可行性分析..... 221
7.3 电信管理网接口.....191	9.2.2 A 地区 HFC 接入网络设计 方案..... 222
7.4 V5 接口及其协议.....192	9.2.3 该 HFC 接入网络的性能 分析..... 231
7.4.1 V5 接口的发展过程.....192	9.3 EPON 接入网规划与设计..... 233
7.4.2 V5 接口的定义和重要概念...193	9.3.1 某市本地网网络结构和 运行数据..... 234
7.4.3 V5 接口功能.....194	9.3.2 EPON 接入网设计方案..... 234
7.4.4 V5 接口协议.....194	9.4 FTTX+LAN 接入网规划与设计... 240
7.4.5 V5 接口的选用原则.....196	9.4.1 需求分析..... 241
7.5 VB5 接口.....197	9.4.2 FTTX + LAN 接入网设计 方案..... 241
小结.....197	9.4.3 LAN 布线结构设计..... 247
习题.....198	9.4.4 网络安全与管理..... 249
<b>第 8 章 接入网网管技术</b> .....199	小结..... 250
8.1 网络管理的概念.....199	习题..... 250
8.1.1 TMN 的基本概念.....199	<b>参考文献</b> ..... 251
8.1.2 接入网网管的基本概念.....205	
8.2 接入网网管的管理功能.....207	
8.2.1 PCF-OSF 支持的管理功能...207	
8.2.2 TF-OSF 支持的管理功能.....208	
8.2.3 调度管理功能.....209	
8.3 接入网网管的管理信息模型.....209	
小结.....210	



随着通信技术的突飞猛进，电信业务逐步向综合化、数字化、智能化、宽带化和个人化方向发展，人们对电信业务多样化的需求也不断提高，“最后 1 公里”解决方案成为大家最关心的问题，因此接入网成为网络应用和建设的热点。

本章对接入网做概要介绍，主要内容如下。

- 接入网的基本概念
- 接入网的功能模型
- 接入网的分类
- 接入网提供的业务类型
- 接入网的发展趋势

## 1.1 接入网的基本概念

### 1.1.1 接入网的定义

电信业务网包括接入网、交换网和传输网 3 个部分，其中交换网和传输网合在一起称为核心网。接入网负责将电信业务透明地传送到用户，即用户通过接入网的传输，能灵活地接入不同的电信业务节点。接入网与传输网和交换网的位置关系如图 1-1 所示。

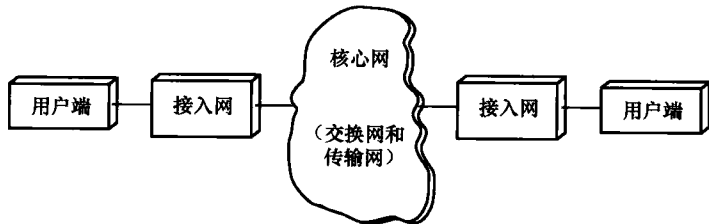


图 1-1 接入网、传输网和交换网的位置关系

国际电信联盟 (ITU-T) 13 组于 1995 年 7 月通过了关于接入网框架结构方面的新建议 G.902，其中对接入网的定义是：“接入网由业务节点接口 (SNI) 和用户网络接口 (UNI) 之间的一系列传送实体 (如线路设施和传输设施) 组成，为供给电信业务而提供所需传送承

载能力的实施系统。”

业务节点可以是电信交换机，也可以是路由器或特定配置情况下的点播电视和广播电视业务节点等。接入网包括业务节点与用户端设备之间的所有实施设备与线路，通常包括用户线传输系统、复用设备和交叉连接设备等。

### 1.1.2 接入网的接口

接入网有3种主要接口，即用户网络接口、业务节点接口和维护管理接口（Q3）。接入网所覆盖的范围就由这3个接口定界，如图1-2所示。

#### 1. 用户网络接口

用户网络接口是用户与接入网（AN）之间的接口，主要包括模拟2线音频接口、64kbit/s接口、2.048Mbit/s接口、ISDN基本速率接口（BRI）和基群速率接口（PRI）等。

#### 2. 业务节点接口

业务节点接口是接入网和业务节点（SN）之间的接口。

业务节点是提供业务的实体，是一种可以接入各种交换型或半永久连接型电信业务的网元。

接入网允许与多个业务节点相连，这样接入网既可以接入分别支持特定业务的单个业务节点，又可以接入支持相同业务的多个业务节点。而且，如果AN-SNI侧和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。

业务节点接口主要有模拟接口和数字接口两种。

① 模拟接口（即Z接口），它对应于UNI的模拟2线音频接口，提供普通电话业务或模拟租用线业务。

② 数字接口，即V5接口，它又包含V5.1接口、V5.2接口、V5.3以及支持宽带ISDN业务的接入VB5接口（包括VB5.1和VB5.2）。

目前广泛应用的是数字接口（V5接口），本书第7章将进行具体介绍。

#### 3. 维护管理接口

维护管理接口是电信管理网（TMN）与电信网各部分的标准接口。接入网作为电信网的一部分，通过维护管理接口与电信管理网相连，便于电信管理网实施管理功能。

### 1.1.3 接入网的特点

接入网具有以下特点。

（1）成本敏感：接入网直接面向用户，数量较多，规模庞大，其建设和维护成本与所选技术有很大的相关性。

（2）业务类型多样化和数据化：目前应用比较广泛的是宽带接入网，它可以承载语音接入、数据接入和多媒体接入等多种综合业务。

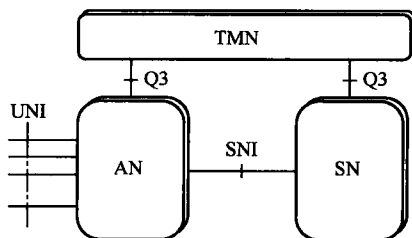


图1-2 接入网的接口

(3) 业务特性体现的不对称性和突发性：宽带接入网传输的业务中大量是数据业务和图像业务，这些业务是不对称的，而且突发性很大，上行下行需要采用不等的带宽。因此，如何动态分配带宽是接入网的关键技术之一。

(4) 接入手段多样化：接入技术种类繁多，总体上可分为有线接入技术、无线接入技术以及有线与无线综合的接入技术。

## 1.2 接入网的功能模型

接入网功能结构模型如图 1-3 所示。

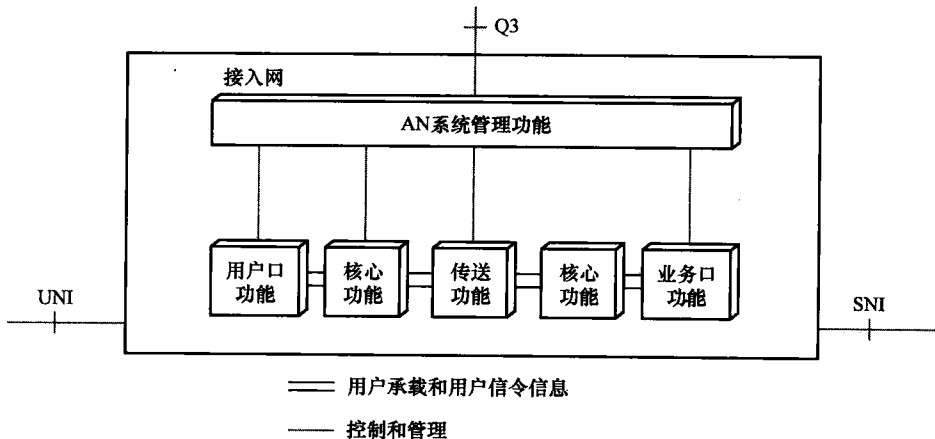


图 1-3 接入网功能结构

接入网的功能结构分成用户口功能（UPF）、业务口功能（SPF）、核心功能（CF）、传送功能（TF）和 AN 系统管理功能（SMF）5 个基本功能组。

### 1. 用户口功能

用户口功能主要将特定的用户网络接口要求与核心功能和管理功能相适配，用户口所完成的主要功能是终结 UNI 功能、A/D 转换和信令转换、UNI 的激活/去激活、UNI 承载通路/承载能力的处理、UNI 的测试和 UPF 的维护以及管理和控制功能。

### 2. 业务口功能

业务口功能主要是将特定 SNI 规定的要求与公用承载通路相适配，以便核心功能处理；也负责选择有关的信息，以便在 AN 系统管理功能中进行处理。业务口所完成的主要功能是终结 SNI 功能、将承载通路的需要和即时的管理及操作需要映射进核心功能、对特定的 SNI 所需要的协议作协议映射、SNI 的测试和 SPF 的维护以及管理和控制功能。

### 3. 核心功能

核心功能处于 UPF 和 SPF 之间，其主要作用是负责将个别用户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，还包括对 AN 传送所需要的协议适配和复用所进行的对协议承载通路的处理。核心功能可以在 AN 内分配，具体是接入承载通路的

处理、承载通路集中、信令和分组信息复用、ATM 传送承载通路的电路模拟以及管理和控制功能。

### 4. 传送功能

传送功能是为 AN 中不同地点之间公用承载通路的传送提供通道，也为所用传输媒介提供媒介适配功能，主要是复用功能、交叉连接功能、管理功能以及物理媒介功能。

### 5. AN 系统管理功能

AN 系统管理功能 (AN-SMF) 主要是协调 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。主要是配置和控制功能、指配协调功能、故障检测和指示功能、用户信息和性能数据收集功能、安全控制功能、对 UPF 和 SN 协调的即时管理和操作功能以及资源管理功能。

AN-SMF 经 Q3 接口与 TMN 通信，以便接受监视或接受控制；同时为了实时控制的需要，也经 SNI 与 SN-SMF 进行通信。

## 1.3 接入网的分类

接入网可以从不同的角度分类。

### 1. 按照接入网的传输媒介分类

根据所采用的传输媒介不同，接入网可以分为有线接入网和无线接入网。

#### (1) 有线接入网

有线接入网又分为铜线接入网、光纤接入网 (Optical Access Network, OAN)、混合光纤/同轴电缆接入网 (HFC) 以及以太网接入。

① 铜线接入网采用双绞铜线作为传输介质，具体又包括高速率数字用户线 (High Bit Rate Digital Subscriber Line, HDSL)、不对称数字用户线 (Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL)、ADSL2、ADSL2+ 及 VDSL (VDSL2)。

② 光纤接入网是指接入网中采用光纤作为主要传输媒介来实现信息传送的网络形式。光纤接入网根据传输设施中是否采用有源器件分为有源光网络 (AON) 和无源光网络 (PON)。无源光网络又包括 APON (在 PON 中采用 ATM 技术，后更名为宽带 PON——BPON)、EPON (采用 PON 的拓扑结构实现以太网的接入) 和 GPON (BPON 的一种扩展)。

③ 混合光纤/同轴电缆接入网是在 CATV 网的基础上改造而来的，是一种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、射频技术以及高度分布式智能技术的宽带接入网络。

④ 以太网接入也称为 FTTX+LAN 接入，它是指以光纤加交换式以太网的方式实现用户高速接入互联网。以太网内部的传输介质大都采用双绞线 (个别地方采用光纤)，而以太网出口的传输介质使用光纤。

#### (2) 无线接入网

无线接入网是指从业务节点接口到用户终端部分全部或部分采用无线方式，即利用卫星、

微波及超短波等传输手段向用户提供各种电信业务的接入系统。

无线接入网可又分为固定无线接入网和移动无线接入网。

① 固定无线接入网主要为固定位置的用户或仅在小区内移动的用户提供服务，主要包括如卫星直播系统（DBS）、多路多点分配业务（MMDS）、本地多点分配业务（LMDS）、无线局域网（WLAN）以及微波存取全球互通（WiMAX）等。

② 移动无线接入网主要为移动体用户提供各种电信业务，主要包括蜂窝移动通信系统、卫星移动通信系统和微波存取全球互通等。

其中，WiMAX 即可以实现固定无线接入，也可以实现移动无线接入。

## 2. 按照传输的信号形式分类

按照传输的信号形式不同，接入网可以分为数字接入网和模拟接入网。

① 数字接入网：接入网中传输的是数字信号，如 HDSL、光纤接入网和以太网接入等。

② 模拟接入网：接入网中传输的是模拟信号，如 ADSL。

## 3. 按照接入业务的速率分类

按照接入业务的速率不同，接入网可以分为窄带接入网和宽带接入网。

对于宽带接入网，不同的行业有不同的定义。宽带与窄带的一般划分标准是用户网络接口上的速率，用户网络接口上的最大接入速率超过 2Mbit/s 的用户接入称为宽带接入。

接口速率的高低是区分窄带与宽带的方面，窄带接入网与宽带接入网更本质的区别是对信息的传送方式不同。窄带接入网基于电路方式传送（它是基于支持传统的 64kbit/s 的电路交换业务发展而来的）业务，适合解决对语音等带宽固定、对 QoS 要求比较高的实时业务的传送，而对以 IP 为主流的高速数据业务支持能力较差。宽带接入网则以分组传送方式为基础，这些分组可以是 ATM 信元、IP 数据包、帧中继帧或以太网帧等。宽带接入网适合用来解决数据业务的接入。

目前应用比较广泛的宽带接入技术主要有 ADSL（ADSL2、ADSL2+）、VDSL（VDSL2）、HFC、以太网接入技术、光纤接入网等有线宽带接入网以及 LMDS、WLAN、WiMAX 等无线宽带接入网。

## 1.4 接入网支持的接入业务类型

接入网支持的接入业务可以从两个角度进行分类。

### 1.4.1 按照业务本身的特性分类

若按照业务本身的特性分类，接入网支持的接入业务有语音类业务、数据类业务、图像通信类业务和多媒体业务多种类型。

#### 1. 语音类业务

语音类业务就是利用电信网为用户实时传送双向语音信息以进行会话的电信业务，具体包括普通电话业务、程控电话新业务（如缩位拨号、呼叫等待、三方通话、呼叫转移和呼出限制等）、磁卡、IC 卡电话业务、可视电话业务、会议电话业务、移动电话业务以及智能网电话业务等。

## 2. 数据类业务

数据类业务主要包括数据检索业务、数据处理业务、电子信箱业务、电子数据互换业务以及无线寻呼业务。

## 3. 图像通信类业务

图像通信类业务具体包括普通广播电视业务、卫星电视业务以及有线电视业务。

## 4. 多媒体业务

多媒体业务主要有居家办公业务、居家购物业务、VOD（视频点播）业务、多媒体会议业务、远程医疗业务以及远程教学业务。

### 1.4.2 按照业务的速率分类

若按照传输速率分类，接入网支持的接入业务有窄带业务和宽带业务两种类型。

#### 1. 窄带业务

接入网支持的窄带业务主要有普通电话业务、模拟租用线业务、ISDN 基本速率和基群速率业务、低速数据业务以及  $N \times 64\text{kb/s}$  数据租用业务等。

#### 2. 宽带业务

接入网支持的宽带业务主要有高速数据业务（ATM 业务、以太网业务、IP 数据业务等）、VOD 业务、数字电视分配业务、交互式图像业务、多媒体业务、远程医疗业务以及远程教育业务等。

## 1.5 接入网的发展趋势

近年来，各种宽带业务不断涌现，而且业务也从纯数据、纯语音的单业务运营模式向语音、视频、数据相结合的多业务运营模式迈进。为了顺应用户业务的这一发展需求，未来接入技术的多样化和宽带化以及接入承载的差异化 and 接入终端设备的可控化，将成为新一代宽带接入网的发展趋势和重要特征。

### 1.5.1 接入技术的宽带化

当今电信网的发展正在进入一个新的转折点，展现了宽带化、IP 化以及业务融合化的趋势。核心网的可用带宽由于 SDH/MSTP 和 DWDM 等光网络的发展而迅速增长，用户侧的业务量也由于 Internet 业务的爆炸式增长而急剧增加，作为用户与核心网之间的桥梁，接入网则由于入户媒质的带宽限制而跟不上核心网和用户业务需求的发展，成为用户与核心网之间的接入“瓶颈”，使得核心网的巨大带宽得不到充分利用。因而，接入网的宽带化成为亟待解决的问题。

#### 1. 有线接入网的宽带化发展趋势

铜线接入网将从 ADSL 向 ADSL2+ 以及未来 VDSL（VDSL2）升级。有线接入网将向着

光纤接入网的方向发展，由 EPON 到 GPON，而且最终实现 FTTH。

## 2. 无线接入网的宽带化发展趋势

无线接入网将从 WLAN 向着 WiMAX、最终 4G 的方向发展。

### 1.5.2 接入技术的多样化

电信网宽带化首当其冲的就是接入网的宽带化。但是，接入网在整个电信网中所占投资比重最大，且对成本、政策和用户需求等问题都很敏感，因而技术选择五花八门，没有任何一种技术可以绝对占据主导地位。所以，接入技术向着多样化的方向发展势在必行，这也是接入网区别于其他专业网络最鲜明的特点。

前已述及，接入网的接入技术分为有线接入和无线接入两大类，有线接入技术的主流是基于电话线的数字用户线（DSL）和基于光纤的宽带光接入技术，具体又分成许多种；无线接入技术则又包括固定无线接入技术和移动无线接入技术。而且还可以采用综合接入技术，即各种接入技术混合组网，典型的混合组网方式有 LAN+PON、xDSL+PON、WLAN+PON、WLAN+xDSL 以及 WLAN+WiMax 等。

### 1.5.3 接入承载差异化

要承载多业务，接入网面临的重要课题就是要能区别用户和业务，能实施不同的 QoS 策略，达到不同用户和不同业务服务的差异化。

#### 1. 区别用户

目前普遍采用的 DHCP Option 82 和 PPPoE 等技术，是可以实现用户唯一标识的，但随着 VLAN Stacking（802.1ad）技术的推广和使用，在解决 VLAN 资源不足问题的同时，也解决了用户唯一标识的问题，因此这也将是今后区别用户技术发展的方向（有关 DHCP Option 82、PPPoE 及 VLAN Stacking 等内容可参照本书第 4 章内容）。

#### 2. 区别业务

区别业务的信息和部位可以包括物理端口、MAC 地址、以太网类型、源/目的 IP 地址、IP 协议类型和源/目的 TCP/UDP 端口，甚至包括应用层协议。业务标识在二层网络中可以采用 IEEE802.1D User Priority（以太网支持 QoS 的一种措施），在三层网络中采用 IP TOS/DSCP 等。

#### 3. QoS 策略下发

近期的 QoS 策略下发只能通过静态手工配置，通过业务管理系统与网元管理系统接口向各相关设备下发。而未来的 QoS 策略将向动态自动下发转变，需由设备提供控制接口，采用标准化的协议来实现与策略服务器/业务管理系统的直接通信。

### 1.5.4 接入终端设备可控化

为了实现业务端到端的服务质量保证，电信运营商需要对端到端通信中涉及的众多设备进行统一的协调管理，因而对接入终端设备也应能做到可控制和可管理。

因为对接入终端设备的管理和控制是有别于对网络设备的管理和控制的，而且接入终端设备的数量庞大，所以在未来只能采用远程管理和管控的方式。

## 小 结

1. 接入网由业务节点接口和用户网络接口之间的一系列传送实体（如线路设施和传输设施）组成，为供给电信业务而提供所需传送承载能力的实施系统。

业务节点可以是电信交换机、路由器、特定配置情况下的点播电视和广播电视业务节点等。

2. 接入网有 3 种主要接口，即用户网络接口、业务节点接口和维护管理接口。

用户网络接口是用户与接入网之间的接口，主要包括模拟 2 线音频接口、64 kbit/s 接口、2.048Mbit/s 接口、ISDN 基本速率接口和基群速率接口等。

业务节点接口是接入网和业务节点之间的接口。业务节点接口主要有模拟接口（即 Z 接口）和数字接口（即 V5 接口）两种，V5 接口又包含 V5.1 接口、V5.2 接口、V5.3 接口以及支持宽带 ISDN 业务的接入 VB5 接口（包括 VB5.1 和 VB5.2）。

维护管理接口是电信管理网与电信网各部分的标准接口。

3. 接入网对成本敏感，业务类型多样化、数据化，业务特性体现不对称性和突发性，接入手段多样化。

4. 接入网的功能结构分成用户口功能、业务口功能、核心功能、传送功能和 AN 系统管理功能 5 个基本功能组。

5. 接入网可以从不同的角度进行分类。

根据所采用的传输媒介分，接入网可以分为有线接入网和无线接入网两大类。有线接入网包括铜线接入网、光纤接入网、混合光纤/同轴接入网以及以太网接入；无线接入网包括固定无线接入网和移动无线接入网。

按照传输的信号形式分，接入网可以分为数字接入网和模拟接入网。

按照接入业务的速率分，接入网可以分为窄带接入网和宽带接入网。

6. 接入网支持的接入业务类型，若按照业务本身的特性分有语音类业务、数据类业务、图像通信类业务和多媒体业务；若按照业务的速率分有窄带业务和宽带业务。

7. 接入网的发展趋势是接入技术宽带化和多样化、接入承载差异化和接入终端设备可控化。

## 习 题

1-1 接入网的定义是什么？其特点有哪些？

1-2 接入网有哪几种主要接口？具体说明它们各自的情况。

1-3 接入网的功能结构包括哪几部分？

1-4 接入网提供的业务类型有哪些？

1-5 接入网的发展趋势是什么？



本章介绍铜线接入技术的相关内容，主要包括：

- 铜线接入概述
- 高比特率数字用户线（HDSL）接入技术
- 不对称数字用户线（ADSL）接入技术
- 甚高速数字用户线（VDSL）接入技术

## 2.1 铜线接入概述

接入网在建设之初确立的基本方针是充分利用已有的铜缆用户网，发挥铜线容量的潜力，逐步过渡到光纤接入网。

数字用户线（Digital Subscriber Line, DSL）是对用户本地环路进行数字化，采用专门的信号处理方式，使能在本地环路的铜双绞线上实现高速数据传输的技术。

### 2.1.1 DSL 技术发展

数字用户环路（DSL）的概念于 20 世纪 80 年代末期提出，最初是在 ISDN 技术的基础上采用线对增容技术，即利用 N-ISDN 技术在铜缆中的每一对双绞线上都开通两个 64kbit/s 的语音或数据传输通道。

随着高传输速度的进一步需求，又相继诞生了新的高速 DSL 技术——高速率数字用户线（High-bit-rate DSL, HDSL）技术、不对称数字用户线（Asymmetric DSL, ADSL）技术和甚高速数字用户线（VDSL）技术。

DSL 技术是一种以铜制电话双绞线为传输介质的接入传输技术，可以允许语音信号和数据信号同时在一条电话线上传输。

#### 1. DSL 技术的特点

DSL 技术利用已有的电话线提供宽带接入业务，无需新的接入传输网络建设投入，在接入网建设中可节省大量投资，并且省时便捷。与最初的拨号接入相比，采用 DSL 技术可在开通数