



普通高等教育规划教材

接入网技术

薛永毅 主 编

胡智娟 副主编



普通高等教育规划教材

接入网技术

主 编 薛永毅

副主编 胡智娟

参 编 赵亦松

主 审 赵长奎



机械工业出版社

本书在讲述接入网的基本原理、基本概念的基础上,详细地分析了网络环境与网络结构、V5接口及其规程,并且系统地介绍了当前流行的各种接入技术,如铜线接入技术、光纤接入技术、无线接入技术、光纤同轴混合接入技术,以及最新的 LMDS 接入技术。同时本书还论述了光纤接入网中使用的 SDH 技术及接入网网管技术。

本书力求做到内容新颖、概念清晰、知识全面、通俗易懂、突出应用。本书可作为高等理工院校通信工程、计算机网络、电子信息工程等专业的相应课程教材,同时也适合从事通信与网络技术的工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

接入网技术/薛永毅主编. —北京:机械工业出版社, 2005.1
普通高等教育规划教材
ISBN 7-111-15758-3

I. 接... II. 薛... III. 接入网—高等学校—教材 IV. TN915.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 126756 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王保家 闫晓宇

责任编辑:王保家 版式设计:霍永明 责任校对:张媛

封面设计:张静 责任印制:李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆ · 10.5 印张 · 257 千字

定价:16.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育应用型人才培养规划教材

编 审 委 员 会 委 员 名 单

主 任：刘国荣 湖南工程学院

副主任：左健民 南京工程学院

陈力华 上海工程技术大学

鲍 泓 北京联合大学

王文斌 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)

刘向东 华北航天工业学院

任淑淳 上海应用技术学院

何一鸣 常州工学院

陈文哲 福建工程学院

陈 峻 扬州大学

苏 群 黑龙江工程学院

娄炳林 湖南工程学院

梁景凯 哈尔滨工业大学(威海)

童幸生 江汉大学

电子与通信类专业分委员会

主任：鲍 泓 北京联合大学
副主任：张立臣 常州工学院
 李国洪 华北航天工业学院
委员：(按姓氏笔画排序)
 邓 琛 上海工程技术大学
 叶树江 黑龙江工程学院
 李金平 北京联合大学
 沈其聪 总参通信指挥学院
 杨学敏 成都理工大学
秘书长：何希才 北京联合大学

序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化发展和我国加入 WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第 36 位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于 2001、2002 年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并作出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向形成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息科学的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人员,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才培养的要求。

本套系列教材的建设原则是:

1. 保证基础,确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

2. 突出特色，强化应用

围绕培养目标，以工程应用为背景，通过理论与工程实际相结合，构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针：知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为：“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上，挑选出最基本的内容、方法及典型应用；“新”指将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容，以适应科学技术发展的需要。妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进。用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容，并将这些内容按新的教学系统重新组织；“广”指在保持本学科基本体系下，处理好与相邻以及交叉学科的关系；“用”指注重理论与实际融会贯通，特别是要注入工程意识，包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

3. 抓住重点，合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课（专业基础课、专业课）教材的建设，并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设，力争做好与之配套的电子教材的建设。

4. 精选编者，确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验，又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务，以确保教材质量。

我们相信，本套系列教材的出版，对我国工程应用型人才培养质量的提高，必将产生积极作用，会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光，高瞻远瞩，及时提出并组织编写这套系列教材，他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作，并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件，在此深表衷心感谢！

编委会主任 刘国荣教授
湖南工程学院院长

前 言

接入网是近年来世界电信界以及运营商普遍关心的问题。由于全球信息业务的高速发展，用户需求已开始由传统的电话业务向新业务领域拓展，特别是计算机局域网互联及多媒体通信对现有电信网的能力，包括接入能力提出了强有力的挑战。由于光纤通信具有通信容量大、质量高等优点，因此光纤宽带接入网具有独特的发展优势。数字同步体系（SDH）、无源光网络（PON）、ATM化的无源光网络（APON）等技术推进了接入网中光纤化的进程，接入网的最理想的接入技术和目标是实现光纤到户（FTTH）。目前接入网的建设正在向IP化、个人化、宽带化和综合化的方向发展。

本书共分九章，第一章为概述，介绍了接入网的发展历史，接入网的基本概念和接入网建设的必要性以及在接入网中所使用的传输媒质。第二章为V5接口和协议，重点介绍了V5接口的体系结构与常见的协议，以及在宽带接入网所使用的VB5接口。第三章为铜线接入技术，介绍各种xDSL的基本概念、网络结构及工作原理等。第四章为光纤接入网，重点介绍光纤接入网的功能结构以及为大容量传输信息所采用的各种复用技术。第五章为光同步数字体系，包括SDH的帧结构、SDH的复用原理以及SDH自愈网。第六章为混合光纤/同轴电缆接入网，重点介绍HFC网的结构和频谱分配方案和应用。第七章为无线接入技术，除重点介绍本地多点分布业务系统外，还介绍了在众多宽带固定无线接入系统中脱颖而出的3.5GHz频段无线接入系统。第八章为网络管理，在介绍TMN网管概念的同时，重点介绍接入网的网管。本书最后介绍了接入网中目前最常用的两种铜线接入技术的实际操作方法。

本书第一、四、五、八章由薛永毅编写，第二、三、六、七章由胡智娟编写，第九章由赵亦松编写。北京联合大学信息学院赵长奎教授担任本书的主审。

本书在编写过程中参考了许多专家的著作，得到了北京联合大学信息学院院长鲍泓教授、赵长奎教授、王毓银教授和何希才教授的热情关心和全力支持，得到了杨延嵩老师、任力颖老师的很多帮助，并得到了许多媒体提供的大量资料，在此致以衷心的感谢。

由于编者的水平和能力有限，时间紧迫，书中难免有不少错误和不妥之处，诚恳读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第一章 概述	1
第一节 接入网的基本概念和特点	1
一、接入网的基本概念	1
二、接入网的发展	2
三、接入网的特点	3
四、接入网的分类	4
第二节 接入网的现状和业务需求	5
一、我国接入网的现状	5
二、接入网的业务需求	5
三、接入网建设的必要性和重要性	7
第三节 接入网的拓扑结构	7
一、星形结构（枢纽结构）	8
二、链形结构（线形或总线型）	8
三、环形结构	8
四、树形结构	8
第四节 接入网功能结构	9
一、用户口功能（UPF）	9
二、业务口功能（SPF）	9
三、核心功能（CF）	10
四、传送功能（TF）	10
五、AN系统管理功能（AN-SMF）	10
第五节 传输媒质	11
一、双绞线	11
二、同轴电缆	14
三、光纤	15
四、光缆	19
习题	21
第二章 V5接口和协议	22
第一节 接入网中的接口	22
一、概述	22
二、用户网络接口	22
三、电信管理网接口	26
四、业务节点接口	26
第二节 接入网的V5接口	28
一、V5接口的作用	28
二、V5接口的接入模型	29
三、V5接口支持的业务	30
四、V5接口的选用原则	30
第三节 V5接口的体系结构	31
一、V5接口的功能概述	31
二、V5接口的分层结构	32
三、V5接口的协议结构	34
第四节 VB5接口及其协议	36
一、V5接口的发展	36
二、VB5接口的基本特征	36
三、VB5接口的协议	38
习题	41
第三章 铜线接入技术	42
第一节 用户线对增容技术	42
一、线对增容传输系统的基本原理	42
二、线对增容传输系统的网络结构	43
三、接入网中使用线对增容系统的策略	43
第二节 HDSL接入技术	44
一、HDSL基本概念	44
二、HDSL系统构成	44
三、HDSL的帧结构	45
四、HDSL关键技术	46
五、HDSL的应用	50
第三节 ADSL接入技术	51
一、ADSL基本概念	51
二、ADSL的标准	52
三、ADSL的网络结构	53
四、ADSL的帧结构与帧头	55
五、ADSL的发展与未来	59
第四节 VDSL接入技术	60
一、VDSL基本概念	60
二、VDSL工作原理	60
三、VDSL网络结构	61
四、VDSL的发展与未来	62

习题	62	三、复用映射步骤	85
第四章 光纤接入网	63	第五节 SDH 自愈网	85
第一节 光纤接入网的概念	63	一、传送网的结构	85
一、概述	63	二、SDH 网的物理拓扑	86
二、光纤接入网发展的原因	63	三、网络保护方式	87
三、光纤接入网的基本目标	64	四、自愈环的保护	88
四、光纤接入网的分类	65	习题	91
五、光纤接入网的应用类型	66	第六章 混合光纤/同轴电缆接入网	92
六、光纤接入网的业务类型	67	第一节 CATV 网	92
第二节 光纤接入网的拓扑结构	67	一、CATV 网概述	92
一、单星形结构	67	二、CATV 光纤传输系统	93
二、树形结构 (多星形结构)	68	三、实际光纤 CATV 系统	95
三、总线型结构 (链形结构)	68	第二节 HFC 网	97
四、环形结构	68	一、HFC 概述	97
第三节 光纤接入网的功能结构	69	二、HFC 的结构	97
一、光线路终端 (OLT, Optical Line Terminal)	69	三、频谱分配方案	99
二、光配线网 (ODN, Optical Distribution Network)	70	四、HFC 的具体应用	100
三、光网络单元 (ONU, Optical Network Unit)	70	五、市场前景	104
四、适配器 (AF, Adaptation Function)	71	习题	105
第四节 光纤接入网中的复用技术	71	第七章 无线接入技术	106
一、波分复用 (WDM)	71	第一节 无线接入技术概述	106
二、频分复用 (FDM)	72	一、无线接入技术的特点	106
三、时分复用 (TDM)	72	二、无线接入系统网络结构与接口	107
习题	73	三、无线接入系统的分类	110
第五章 光同步数字体系	74	第二节 本地多点分布业务系统—— LMDS	113
第一节 SDH 的产生	74	一、LMDS 概述	113
第二节 SDH 的基本概念	75	二、LMDS 系统的网络结构	114
一、SDH 网络	75	三、LMDS 系统提供的业务和服务范围	115
二、SDH 传输速率	76	四、LMDS 系统的优势与局限	116
三、SDH 的特点	77	五、LMDS 的发展	117
四、SDH 设备	78	第三节 3.5GHz 固定无线接入系统	118
五、接入网对 SDH 设备的要求	79	一、3.5GHz 固定无线接入系统参考 模型	119
第三节 SDH 的帧结构	79	二、3.5GHz 固定无线接入技术的发展	120
一、SDH 的帧结构的组成	79	三、3.5GHz 固定无线接入系统承载的 业务	122
二、段开销中的字节安排	80	四、3.5GHz 固定无线接入系统的应用	123
第四节 SDH 复用原理	82	习题	124
一、SDH 的复用结构	82	第八章 网络管理	125
二、复用单元	83	第一节 TMN 概述	125

一、TMN 的基本概念	125	二、实训环境	141
二、TMN 的体系结构	127	三、实训原理	141
三、TMN 的管理功能	132	四、实训步骤	141
第二节 接入网的管理	134	实训二 ADSL 接入网络	144
一、接入网网管的概念	134	一、实训目的	144
二、接入网网管的范围	136	二、实训环境	144
三、接入网网管的功能	136	三、实训原理	144
四、接入网网管的发展方向	138	四、实训步骤	145
习题	140	附录 缩略词	150
第九章 实际技能训练	141	参考文献	157
实训一 调制解调器的安装	141		
一、实训目的	141		

第一章 概述

以铜线为主的“最后一公里”的接入网是连接千家万户的网络，它的应用和开发有广阔的市场，近年来受到电信界以及运营商普遍关心。接入网的发展与人们对信息的需求和信息的增长速度等因素密切相关，随着各种通信设备的制造技术的不断完善，成本的不断下降，以及近年来随着 Internet 的迅速崛起，用户对业务需求的多样化、个人化，使接入网的建设正在向 IP 化、个人化、分组化、光纤化、宽带化和综合化的方向发展。目前接入网可以提供综合业务数字网（ISDN）接入、数据用户线（xDSL）接入、本地多点分布业务系统（LDMS）接入、FTTH 接入、光纤同轴电缆混合（HFC）接入和宽带数据通信系统（Cable Modem）接入等宽带接入技术。接入网已成为通信网发展的一个重点，其规模之大，影响面之广是前所未有的。

本章首先介绍接入网的基本概念和特点，然后介绍接入网的业务需求，以及接入网的拓扑结构和接入网的功能，最后简单介绍在接入网中所采用的有线传输媒质。

第一节 接入网的基本概念和特点

一、接入网的基本概念

一般地说，电信网包含核心网（Core Network）（也即骨干网）和接入网（Access Network）两大部分，如图 1-1 所示。核心网由长途网（城市之间）和中继网（本市内）组成。核心网承担全市通信任务，关系重大，被成千上万个用户所共用，是电信网的骨干部分，需要巨额投资，受到全球通信投资企业的重视。连接本地交换机和用户部分称为接入网。接入网的每一对接入线只涉及一个用户，影响较小。但是，用户数众多，相应接入线的线对数庞大，因此对通信网投资企业者来说，接入网比核心网需要更多的资金。

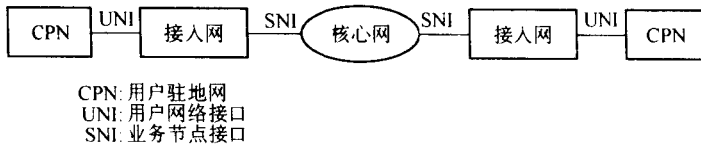


图 1-1 电信网的基本组成

1. 接入网的物理位置

接入网是指交换局到用户终端之间的所有机线设备。接入网的物理位置可以用图 1-2 表示。图中主干系统为光缆和电缆，称为馈线，一般长数公里（不超过 10km）；配线系统也可以是光缆和电缆，称为配线，一般长数百米；引入线为电缆，一般为数十米。

2. 接入网的定义

ITU-T（国际电联标准部）在 1995 年 7 月通过的提议 G.902 对接入网做了如下定义：在

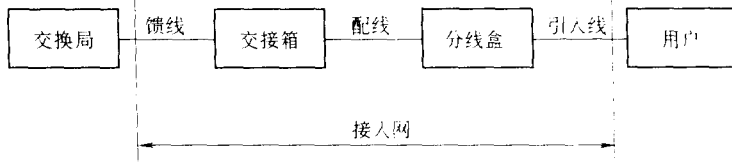


图 1-2 接入网的物理位置

用户网络接口 (UNI) 与业务节点接口 (SNI) 之间传送电信业务运载功能的各种实体 (如线路设施和传输设施), 可由管理接口 (Q3) 进行配置和管理。

接入网主要完成电信业务的交叉连接、复用和传输功能, 一般不含有交换功能。

3. 接入网的定义

在电信网中接入网的定义如图 1-3 所示, 接入网所覆盖的范围可由图中的三个接口来界定, 在用户侧通过用户网络接口 (UNI) 与用户终端设备相连, 在网络侧通过业务节点接口 (SNI) 与业务节点 (SN) 相连, 而管理方面通过 Q3 接口与电信管理网 (TMN) 相连。

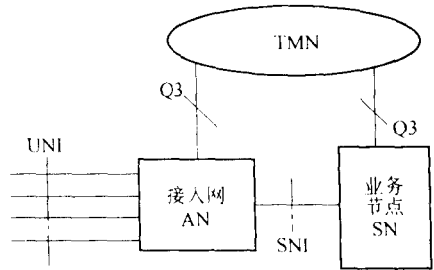


图 1-3 接入网的定义

SN 是提供业务的实体, 它是一种可以接入到各种交换或非交换电信业务的网元。SN 与传统的网络节点 (NN) 不同, SN 除具有 NN 的交换功能外, 还包括交换业务和种类。SN 可提供规定业务的业务节点有本地交换机、租用线业务节点或特定配置下的点播电视和广播电视业务节点等。

SNI (业务节点接口) 是在接入网的业务侧, 提供用户接入到 SN 的接口。它独立于业务节点和交换机, 把不同的业务的 SN 通过不同的 SNI 与接入网相连, 向用户提供多种不同的业务服务。

UNI (用户网络接口) 位于接入网的用户侧, 是用户终端设备与接入网之间的接口。它支持各种业务的接入, 如模拟电话、N-ISDN、B-ISDN, 对不同的业务, 对应不同的接口类型。UNI 分为独立式和共享式两种, 独立式 UNI 为一个 UNI 支持一个业务节点, 共享式 UNI 为一个 UNI 可以支持多个业务节点的接入。

Q3 为 TMN (电信管理网) 与电信网各部分相连的标准接口。接入网通过 Q3 标准接口与 TMN 相连实现 TMN 对接入网的管理。TMN 对接入网的管理包括: 接入网的运行、控制、监测与维护等功能。

二、接入网的发展

接入网的最早出现为电话网。自 1876 年电话发明之后, 出现了第一个接入网, 就是电话的用户环路, 随后一百年中几乎没有发生过本质的变化, 即一直采用局用主配线架到用户终结的双绞线对。数字程控交换机 (SPC) 于 20 世纪 70 年代末开始大规模商业化, 改善了双绞线对的质量并使用户环路的投资成本最佳。

20 世纪 80 年代初, PCM (脉冲编码调制) 技术已经成熟, 光纤的使用已趋实用, 单模光纤的潜在带宽可达 30000GHz 以上。同时光纤的重量轻、体积小、易维护、耐腐蚀等特点使之具有运营维护的优越性。而最好的同轴电缆的带宽小于 1GHz, 微波的全部带宽不超过

300GHz。因此 20 世纪 90 年代中期光纤接入网得到迅速发展，成为通信网建设的一个热点。

20 世纪 90 年代初又出现了几种以铜缆为基础的接入网新技术，它们对原有铜缆在衰减、群延时、线路码型等方面作了改进。例如用户线对增容技术，高速数字用户线（HDSL）技术，不对称数字用户线（ADSL）技术和甚高比特率数字用户线（VDSL）技术。

与此同时，原本是相对独立的 CATV 网，逐步改变了只提供单纯的广播电视业务的传统，也开始提供电话、数据和交互性图像等业务。

基于光纤环路（FITL）和 ATM 技术的交互式数字视频接入系统（SDV），目前正在国外进行实验，它除支持传统的话音窄带业务外，还能向用户提供 VOD、数字广播视频业务以及模拟广播视频服务；而且，在 SDV 网络的不同单元间还可以进行信息流（如图像、ATM 数字包）的交换。SDV 由于具有比 HFC 更多的优点，因此有可能成为实现交互式多媒体业务的最佳选择，引起了电信业的重视。

在地理环境比较复杂或偏远、用户分散的地区，对于需要移动数据通信的特殊用户，无线接入是有线接入的重要补充。此外，本地多点分布业务系统（LMDS）是一种宽带的无线固定接入手段，LMDS 采用蜂窝单元，将一个需要提供业务的地区划分为若干服务区，每个服务区内设置基站，基站设备经点到多点无线链路与服务区内的用户段通信，以毫米波向用户提供 VOD、广播和会议电视、视频家庭购物等宽带业务。LMDS 具有投资小、维护方便、安装迅速等特点。

随着社会和技术的进步，信息技术发展的大趋势是电话、计算机、电视三种技术、产业乃至网络的融合，即所谓“三网合一”。它表现为业务层互相渗透交叉，应用层使用统一的通信协议，网络层互联互通，技术上趋向一致。因此接入网的发展趋势将是宽带化、多样化、光纤化和综合化。

三、接入网的特点

接入网是业务提供点与最终用户之间的连接网络。用户接入网是相对核心网而言，它与核心网的区别是：

(1) 具有复用、交叉连接和传输功能，一般不具有交换功能。接入网主要完成电信业务的交叉连接、复用和传输功能，一般不具有交换功能，它提供开放的 V5 标准接口，可实现与任何种类的交换设备的连接。

(2) 接入网支持多种业务，但业务密度低。接入网支持的业务有：数据业务，图像业务，语音业务，窄带和宽带业务，多媒体业务以及租用线业务等。但与核心网相比，其业务密度极低，经济效益很差。

(3) 对运行条件要求不高。核心网的主要设备一般放在可控温度的机房内，而接入网设备常常可放在室外，适应恶劣的天气环境。因此对设备元器件的性能、温度的适应性和可靠性有很高的要求。

(4) 组网能力强。接入网有多重的组网形式，如星形、链形、环形、T 形和树形。其中环形还有自愈能力，能够优化网络结构。

(5) 光纤化程度高。由于光纤具有传输带宽宽，传输衰减小的优点，光纤引入到接入网中，从而解决接入网的瓶颈问题，也有利于宽带业务的引入。

(6) 可采用多种接入技术。如铜线接入技术，光纤接入技术，光纤铜轴混合接入技术，

固定无线接入技术和移动无线接入技术等。

(7) 全面的网管功能。通过 Q3 接口接入网可以与 TMN 连接, 实现 TMN 对接入网的运行、控制、监测与维护等各方面的管理。同时通过相关的协议接入网也可以接入本地网网管中心, 由本地的网管中心对它进行管理。

(8) 向宽带方向发展。目前核心网正在向高速、SDH 兼容网络方向发展, 因此影响整个网络发展的瓶颈——接入网, 也应向更高宽带、SDH 兼容和双向通信方向发展。只有这样接入网才能实现数字化、宽带化和综合化。

(9) 接入网覆盖面广。接入节点覆盖全国, 所有电话接入的地方均能上网, 实现普遍上网服务。

四、接入网的分类

接入网的分类方法有很多种, 例如可以按传输介质、按拓扑结构、按使用技术、按接口标准、按业务带宽、按业务种类等分类。通常情况下一般按传输介质分为有线接入网和无线接入网两类。有线接入网分为铜线接入网和光纤接入网; 无线接入网分为固定无线接入网和移动无线接入网。但在实际接入网的应用中, 它们可单独使用或混合使用。常用的主要有下面几大类:

1. 铜线接入网

铜线接入网就是最早的通信网——电话网, 它目前在全世界的接入网中占全部用户线的 90%, 我们应充分利用这部分资源, 在传输模拟信号的同时, 传送数字信号, 实现最经济的宽带接入。铜线用户环路的作用是把用户话机连接到电话局的交换机上, 而 xDSL 是通过采用不同的调制方式把语音和数字在电话网上高速传输。金属用户线上的 xDSL 可分为 IDSL (ISDN 数字用户环路)、HDSL (利用两对线双向对称传输 2Mbit/s 的高速数字用户环路)、SDSL (单线对双向对称传输 2Mbit/s 的数字用户环路, 传输距离比 HDSL 稍短)、VDSL (甚高速数字用户环路)、ADSL (不对称数字用户环路)、RADSL (速率自适应数字用户环路)。以上所述的 XDSL 的传输速率可以从 128kbit/s 到 52Mbit/s。

2. 光纤接入网

光纤接入网 (OAN) 是采用光纤为传输媒体来取代传统的双绞线, 利用光波作为光载波传送信号的接入网, 即局端与用户之间全部或部分采用光纤通信的系统。光纤接入网可分为有源与无源光纤系统, 有源系统有以电路交换为基础的 PDH 和 SDH, 其拓扑结构可以是环形、总线型、星形或它们的混合型, 也有点对点的应用。无源即 PON (无源光网络), 有窄带与宽带之分, 目前宽带 PON 已经标准化的是基于 ATM 的 PON, 即 APON。PON 本身下行是点到多点, 上行多为点到点, 上行时需要解决多用户争用问题, 目前上行大多用 TDMA (时分多址) 技术。APON 是未来宽带接入的最新发展方向, 其标准遵循 ITU-T G.983 建议。

3. 混合接入网

混合接入网以模拟频分复用技术为基础, 结合数字传输技术和射频技术, 采用的传输介质是光纤和同轴电缆混合, 实现宽带的接入网络, 是有线电视网 (CATV) 和电信网相结合的产物。主要有三种方式: 同轴电缆上的 HFC (双向混合光纤同轴电缆接入传输系统, 以模拟视像业务为主), 交换型数字图像 SDV (可交换的数字视频接入系统, 也基于混合光纤同

轴电缆,但同轴电缆上只传下行信号),综合数字通信和视像 IDV (与 SDV 方式的原理近似,根据我国的国情,在 ATM 技术还未成熟推广之前,采用的一种过渡方式,今后 SDV 一定会替代 IDV)。混合接入网采用的拓扑结构是树形或总线型,下行物理上通常为广播方式。HFC/SDV/IDV 与其他接入方式相比的特点是下行可以混合传送模拟与数字信号。

4. 无线接入网

无线接入网(WA)指用无线通信技术实施接入网的一部分或全部功能,向用户提供固定的或移动的终端业务服务,是有线接入网的有效支持、补充与延伸,是快速、灵活装备与实现普遍服务的重要途径。无线接入网通常指固定无线接入(FWA),根据其技术来自无绳电话(如 DECT)、集群电话、蜂窝移动通信、微波通信或卫星通信可分为很多类,对应不同的频段,容量、业务带宽和覆盖范围各异。无线接入主要的工作方式是点到多点,上行解决多用户争用的技术有 FDMA(频分多址)、TDMA(时分多址)和 CDMA(码分多址),从频谱效率看 CDMA 最好,TDMA 其次。目前本地多点分配业务(LMDS)的可用带宽在 1GHz 以上,被人们称为“无线光纤”。

第二节 接入网的现状和业务需求

一、我国接入网的现状

经过多年的持续高速发展,我国电信网的容量在十年内已增加十倍,容量规模已跃居世界第二位。全国长途和本地交换的中继已实现数字化、光纤化和宽带化,在县城以上城市全部开通了数字程控交换机。但我国接入网却仍然是模拟铜缆,技术落后,基础薄弱。这种传统的接入网已不能满足现代通信网的发展需求。因此在 20 世纪 80 年代后期引入光纤数字环路(DCL)来建设接入网。原邮电部在 20 世纪 90 年代在全国 15 个省市,进行了由 17 个厂家参加的接入网试验,试验的目的是为加快接入网相关技术标准的制定。以同轴电缆为主的有线电视网近几年在北京、广州已开始试验 HFC 系统,计划将 CATV 网(有线电视网)改造、升级为宽带接入网。在 2000 年以前,我国接入网业务主要以电话和低速数据为主,以及 CATV 网络。大城市中的大企业用户已需求高速数据和宽带业务。2001~2010 年,我国交换机总容量将超过 4 亿门,有线电视用户每年以 500~700 万户速率递增,因此我国接入网将向宽带化、光纤化发展,建设全业务、多媒体的宽带接入网将使我国走在世界通信的前列。

二、接入网的业务需求

接入网支持业务取决于目前的电信市场上出现的业务。迄今为止,各国电信网的主要业务仍然是电话,约占总业务量的 70%~90%,把电话普及到每一个单位和家庭是各个国家电信业的发展目标。因而接入网规划设计的主要目标仍然是以电话业务为主的,2Mbit 以下速率的业务,如电话业务、各种低速数据业务、 $N \times 64\text{kbit}$ 数据租用业务、模拟租用线、ISDN 基本接入和一次群接入、非本地交换的业务等等。随着通信技术的飞速发展,小企事业用户和居民用户以及小商业用户在接入网方面已具有购买能力,因此高速和宽带业务的需要不断增加,接入网需要支持各种宽带业务,用户对接入网新业务的需求主要有以下几方面:

1. IP 电话

通信与计算机技术的密切结合，推动了新的电信业务的开展，IP 电话是在传统的电话网上开发的最理想的新业务。IP 电话（IP Phone）是数据包以分组形式在 Internet 上的传送，不仅可以实现实时的语音通信，而且可以降低 70% 的长途电话费用。

从 20 世纪 80 年代开始，随着通信技术的发展，在传统的语音电话上开发了许多新业务：磁卡电话、可视电话、无绳电话、移动电话、IC 卡电话、智能网电话。在程控交换机上开发了转移呼叫、三方电话、叫醒电话、缩位拨号、呼叫等待、呼叫限制、追查恶意呼叫等服务业务，以满足用户的需要。

2. 电子邮件业务

这种业务建立在计算机通信网上，为用户提供能传送和存取电文、信函、传真、图像、语音等多种业务。这种业务在通信过程中不需要收信人在场，不受实时通信限制，可以转发和同时向多人发送，可以延迟和加密处理，避免被叫方占线和无人的问题。

3. 虚拟专用网（VPN）

利用运营商提供的公用网络平台的资源，使不同地区的同一单位组成虚拟专用网络，并且可以有独立的网络管理，用户如同在一个局域网内。

4. 会议电视

会议电视网是根据业务临时组成的。在现有的公用数字网上传送信息，是一种视觉为主的通信新业务。可以在两地或多个地点之间实现声频、视频的实时通信，可以附加图像、图纸、文件等信号，以及辅助电子白板、书写电话、传真机等信息通信，使参加会议的人员如同“面对面”的进行讨论磋商。

5. 点播电视（VOD）或准点播电视（NVOD）

VOD（Video On Demand）即视频点播技术，也称为交互式电视点播系统。它可以为用户提供各种交互式信息服务，使用户在家中随时点播想收看的电影电视节目、获取新闻或体育节目的额外信息等。但需要建设专门的宽带骨干网和接入网，投资很大。目前 IP 网中的信息点播业务发展迅速，因此基于 ATM 的 VOD 已经纷纷改为 IP 网中的 VOD。

6. 多方可视游戏

这类业务允许用户通过现有的 Internet 网与其他用户一起下棋、打牌、玩电子游戏，电子游戏库可以有大量丰富多彩的节目供选用。

7. 远程教育

这类业务允许分布在各地的用户都能参加教育课程，不受时间地点等因素的限制，还可以使不在同一地点的老师和学生共同进行讨论，老师还可以不在现场地解答问题、批改学生作业。

8. 远程医疗

电信网提供的远程医疗使医生和病人不在同一地点时，医生就可以给病人进行诊断，而且还可以使各医院之间对疑难病人进行远程的专家会诊，共享病例资料。这可以解决偏远地区医疗水平低的问题，可以提高整体的医疗水平。

9.2/4 线音频专线业务

提供寻呼中心到无线发射机之间的通道，提供专线接入用户交换机的方式，通过软件实现 2/4 线转换和增益调整功能。