

中国通信学会普及与教育工作委员会推荐教材

21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuan Dianzi Xinxilei Guihua Jiaocai

宽带接入技术

方国涛 主编

黄振陵 唐婧壹 副主编

- 突出理论与实践结合，精心选择教学内容
- 注重本课程的实用性，配备大量应用案例
- 关注能力技能的培养，安排技能训练项目

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国通信学会普及与教育工作委员会推荐教材

21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuan Dianzi Xinxilei Guihua Jiaocai

宽带接入技术

方国涛 主编

黄振陵 唐婧壹 副主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

宽带接入技术 / 方国涛主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2013. 2
21世纪高职高专电子信息类规划教材
ISBN 978-7-115-30248-9

I. ①宽… II. ①方… III. ①宽带接入网—高等职业教育—教材 IV. ①TN915.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第016137号

内 容 提 要

接入网是通信网最靠近用户端的网络,是通信网建设的重点,目前接入网正向着宽带化、光纤化和综合化的方向发展,光纤接入是目前主流的宽带接入方式,而无线 WLAN 接入则是重要的补充接入方式。

本书分为6章,分别介绍了接入网的整体架构与分类、铜线接入 xDSL 技术、光纤接入技术的网络结构与 PON 技术原理、光接入网的典型案例分析及工程规划设计施工、以太网接入技术、无线接入技术及其网络覆盖与优化、HFC 接入技术与应用等。全书脉络清晰,重点突出,既有技术原理的讲解,也有实际的工程案例应用;每一章有对应的技能训练项目,与课程能力目标相对应。

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科研人员、企业技术人员参考。

21世纪高职高专电子信息类规划教材

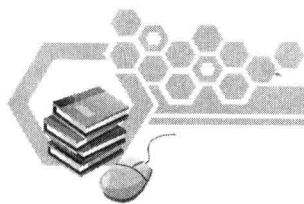
宽带接入技术

-
- ◆ 主 编 方国涛
 - 副 主 编 黄振陵 唐婧壹
 - 责任编辑 武恩玉
 - ◆ 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>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.25 2013年2月第1版
字数: 360千字 2013年2月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-30248-9

定价: 29.80元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)671711540.



前言

接入网技术一直是通信技术发展的热点,目前接入网已从传统的窄带接入完全过渡到宽带接入,从铜线接入逐渐演进到光纤接入和无线接入,从单一业务接入发展到宽带、语音和视频等业务的综合接入。光纤接入多采用 PON 技术,是高带宽接入的首选,将来会发展到 10G PON 和 WDM PON 技术;无线接入采用 WLAN 接入和 3G 接入互补的方式,是当前接入技术的热点话题。

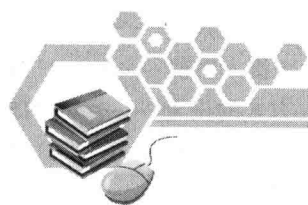
目前,广泛应用的宽带接入技术有 xDSL、G/EPON、HFC、WLAN、3G 接入技术等,对于宽带接入的要求除了高带宽外,还应提供多业务的综合接入、动态带宽分配等服务,在网络组网、设备投资和施工操作方面应简易可行,户均接入成本不宜太高,能满足不同层次不同用户的业务需求和企业内部组网的需求。宽带接入在追求技术先进的同时,应综合通信管线、IP 城域网络等资源和用户接受程度,进行统筹建设。通过阅读本书,读者会对宽带接入技术的基本原理、组网应用、工程设计和施工建设等环节有较清晰的了解,为从事通信接入网的工程、设计和维护等工作打下良好的基础。

本书共分为 6 章。第 1 章介绍了接入网的总体结构和接入技术的分类;第 2 章介绍了传统的铜线接入技术,并以 ADSL 技术为例说明其关键技术、组网和装维实例;第 3 章讲述当前应用最为广泛的光纤接入技术,讨论了 EPON 和 GPON 的关键技术、光接入网的组成与典型应用案例,针对当前光接入网建设的需求,也讨论了基于 PON 的光接入网规划设计原则及施工规范;第 4 章介绍了以太网接入的相关技术规范和典型的 LAN 接入组网案例;第 5 章介绍了 WLAN 技术的规范、室内外覆盖和网络优化等概念,还引入了 WiMAX、3G 等无线接入技术;第 6 章介绍了 HFC 的网络结构和 Cable Modem 的应用,并讨论了 EoC 技术的实际案例。

本书由安徽邮电职业技术学院的方国涛任主编,并编写了第 3 章、第 4 章,陕西邮电职业技术学院的雷蕾和杨广驰分别编写了第 1 章和第 2 章,安徽邮电职业技术学院的黄振陵编写了第 5 章,山西机电职业技术学院的唐婧壹编写了第 6 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
2012 年 11 月



目 录

第 1 章 宽带接入技术概述1	
1.1 接入网的发展历史.....1	
1.2 接入网的定义与作用.....3	
1.2.1 接入网的定义和定界.....3	
1.2.2 接入网的接口.....5	
1.2.3 接入网的功能结构.....6	
1.2.4 接入网的参考模型.....8	
1.2.5 接入网的拓扑结构.....9	
1.3 接入技术的分类.....10	
1.3.1 接入网常见传输介质.....10	
1.3.2 铜线接入技术.....11	
1.3.3 光纤接入技术.....12	
1.3.4 以太网接入技术.....13	
1.3.5 无线接入技术.....14	
1.3.6 HFC 接入技术.....14	
本章小结.....15	
习题.....16	
第 2 章 铜线接入技术17	
2.1 铜线接入技术简介.....17	
2.1.1 xDSL 技术.....17	
2.1.2 xDSL 技术的发展历史.....18	
2.1.3 xDSL 技术分类.....19	
2.1.4 xDSL 技术比较.....19	
2.2 ADSL 技术.....20	
2.2.1 ADSL 标准简介.....20	
2.2.2 ADSL 网络结构.....21	
2.2.3 ADSL 关键技术.....22	
2.2.4 ADSL2 技术.....24	
2.2.5 ADSL2+ 技术.....25	
2.2.6 线路质量对 ADSL 速率的影响.....26	
2.3 ADSL 设备介绍和组网实例.....26	
2.3.1 ADSL Modem.....26	
2.3.2 信号分离器.....28	
2.3.3 ADSL 组网案例.....28	
2.4 ADSL 装维实例.....30	
2.4.1 装维流程介绍.....30	
2.4.2 ADSL 常见故障处理.....35	
技能训练项目 1 ADSL 用户端设备 认知.....44	
技能训练项目 2 ADSL 用户端安装.....45	
本章小结.....45	
习题.....46	
第 3 章 光纤接入技术49	
3.1 光纤接入技术概述.....49	
3.1.1 光接入网的发展历史.....49	
3.1.2 光接入网的分类.....50	
3.1.3 光接入网的拓扑结构.....51	
3.1.4 无源光网络 (PON) 技术.....52	
3.2 EPON 技术.....53	
3.2.1 EPON 技术起源和主要技术 指标.....53	
3.2.2 EPON 关键技术.....54	
3.2.3 EPON 的业务承载.....58	
3.3 GPON 技术.....59	
3.3.1 GPON 技术概述.....59	
3.3.2 GPON 主要技术指标.....60	
3.3.3 GPON 关键技术简介.....61	
3.3.4 GPON 的业务承载.....65	
3.3.5 EPON 和 GPON 技术的比较.....66	
3.4 光接入网的组成分析.....67	
3.4.1 OLT 的原理与结构.....67	
3.4.2 ONU 的原理与结构.....68	
3.4.3 ODN 的基本组成.....69	
3.5 光接入网典型案例分析.....69	
3.5.1 FTTH 组网方式.....70	
3.5.2 FTTB+LAN 组网方式.....70	



3.5.3	FTTB+xDSL 组网方式	71	4.3.3	LAN 典型组网应用	113
3.5.4	FTTO 组网方式	72	4.3.4	FTTx+LAN 接入案例	114
3.5.5	FTTx 的其他应用	73	4.3.5	LAN 接入方式的设置	115
3.6	PON 系统设计	74	4.3.6	LAN 常见故障处理方法	117
3.6.1	PON 系统的组网设计	74	4.3.7	LAN 接入案例分析	118
3.6.2	PON 系统的带宽设计	76	技能训练项目	以太网网线的制作	119
3.6.3	光接入网 ODN 设计原则	77	本章小结		121
3.6.4	光接入网 PON 系统传输距离 测算	78	习题		122
3.7	光接入网工程施工	80	第 5 章 无线接入技术		123
3.7.1	设备验收与施工准备	80	5.1 无线接入技术概述		123
3.7.2	光缆施工规范	81	5.1.1 无线接入技术发展历史		123
3.7.3	光缆的接续与成端	83	5.1.2 无线接入技术分类		124
3.7.4	光接入网的设备施工规范	85	5.1.3 无线接入发展方向		126
技能训练项目 1	光接入网网络结构 认知	86	5.2 WLAN 基本原理		127
技能训练项目 2	OLT 设备认知与 操作	88	5.2.1 WLAN 基本概念		127
技能训练项目 3	ODN 网络认知与 操作	93	5.2.2 IEEE 802.11 标准介绍		128
技能训练项目 4	光接入网的测试 操作	96	5.2.3 WLAN 的组网模式		130
本章小结		100	5.2.4 WLAN 安全系统		132
习题		100	5.3 WLAN 室内外分布覆盖		137
第 4 章 以太网接入技术		103	5.3.1 WLAN 室内外分布覆盖的 基本概念		137
4.1 以太网概述		103	5.3.2 WLAN 勘察与设计		140
4.1.1 以太网的起源和发展历史		103	5.3.3 WLAN 组网原则与组网方式		144
4.1.2 以太网的分类		104	5.3.4 WLAN 安装与调测		144
4.2 以太网技术		106	5.3.5 WLAN 覆盖方式设计		146
4.2.1 CSMA/CD		106	5.4 WLAN 网络优化		149
4.2.2 全双工以太网和以太网交 换机		107	5.4.1 WLAN 网络优化过程介绍		149
4.2.3 以太网的应用		107	5.4.2 WLAN 典型场景优化		151
4.2.4 以太网的物理层		108	5.4.3 WLAN 校园场景优化案例 分析		153
4.2.5 自动协商机制		109	5.5 WiMAX 无线接入技术		158
4.2.6 数据链路层		110	5.5.1 WiMAX 发展简介		158
4.3 LAN 接入组网案例分析		112	5.5.2 WiMAX 关键技术		159
4.3.1 IP 网络结构		112	5.5.3 WiMAX 网络结构和典型 应用		161
4.3.2 宽带接入组网结构		112	5.6 3G 接入技术		162
			5.6.1 3G 接入技术简介		162
			5.6.2 GPRS 接入技术		164
			5.6.3 HSDPA 技术		166



5.6.4 LTE 接入技术	169	6.3.2 Cable Modem 的组网	190
技能训练项目 1 无线局域网的组建及 共享上网	172	6.3.3 Cable Modem 的应用	191
技能训练项目 2 安全 Ad Hoc 无线 网络组建	174	6.4 EoC 技术	194
本章小结	179	6.4.1 为什么要引入 EoC 技术	194
习题	179	6.4.2 EoC 原理介绍	196
第 6 章 HFC 接入技术	182	6.4.3 EoC 组网案例	205
6.1 HFC 技术概述	182	技能训练项目 1 Cable Modem 基本 安装与操作	207
6.2 HFC 网络结构	183	技能训练项目 2 EoC 网络认知操作	209
6.2.1 传统 CATV 网络结构	183	本章小结	214
6.2.2 HFC 系统的频谱	184	习题	215
6.2.3 HFC 系统的网络结构	186	附录 缩略语	217
6.3 Cable Modem 的组网应用	188	参考文献	219
6.3.1 Cable Modem 系统的结构	188		

第 1 章

宽带接入技术概述

【学习目标】

通过本章学习

1. 掌握电信网基础知识
2. 理解接入网的概念
3. 了解接入网的功能结构与接口
4. 了解接入网的参考模型
5. 掌握接入网的接入类型

1.1 接入网的发展历史

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。由于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老大难领域。因此，接入网便成为了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。

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。

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）、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，GSM、CDMA 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。

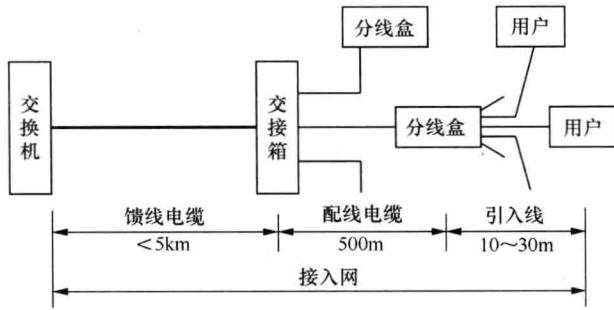


图 1-1 用户环路系统结构

1975年，英国电信运营商 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。1976 到 1977 年在 Manchester、Scotland 和 London 地区进行组网的可行性试验和推广应用。1978 年，CCITT 在哥拉斯加第二次研讨会正式肯定了这种组网方式，命名为“接入网组网”技术，并编入“电信网技术”。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 PCM 技术一次群速率的传输距离达到 6~8km，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 Internet 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、cable modem 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 30 000GHz，同轴电缆的带宽不过是 1GHz，微波的带宽也不超过 300GHz，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。到 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，届时，光纤接入网与现有铜线接入网相比，价格将大为降低，人们将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。据初步统计，到 2004 年底我国宽带用户为 2 500 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 年以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。

接入网概念的提出始于 1994 年 ITU-T 关于 V5 接口标准的制定。20 世纪 90 年代中期，先进的 V5 接口光接入系统问世，我国才进入接入网的正式发展阶段。1996 年开始进行为期两年的试验，而后逐渐推广。1995 年全国接入网建设规模约为 50 万用户线，1999 年达 800 万线，2000 年



为1 000万线,目前仅中国电信的光接入用户已超过3 000万。北京、上海等大中城市进行了“光纤到户”和“光纤到智能大楼”的建设。广电部门也逐渐将专用的CATV网改造为具有宽带数据和话音接入的宽带接入网。

2010年我国是全球FTTx用户数增长最多的国家,也是宽带接入用户总数最多的国家。中国电信、中国联通、中国移动都在积极推广FTTH技术。在2009年FTTx快速发展的基础上,2010年各电信运营商继续加大了FTTx的投入。2011年,中国电信PON集采1 900万线,加上家庭网关,规模达25亿元,中国移动招标PON 800万线,规模达9亿元。中国联通招标PON设备达2 500万线,规模达25亿元左右,这是FTTH建设启动以来,招标规模最大的一次。2011年我国运营商集中招标量已经达到60亿元,再加上各省自建的,今年的电信市场接入网设备需求在90~100亿元,接近去年的1倍。根据OVUM的研究,中国是当今最大的FTTx设备消费者,而且这种情况还会继续维持下去。中国在2011年之后将继续主宰全球FTTx市场。据预测,中国FTTx用户数将会在2016年达到1亿,数量超过当时全世界用户的50%。

日本是全球FTTH发展最早和最快的国家。根据日本总务省发布的信息,日本光纤(FTTH)用户数2010年底约达1 977万户,季度增长数约65万户(3.0%)。其中NTT East和West占74.5%,日本电力占9.1%,KDDI占8.6%。

韩国政府在2003年开始制定“IT839战略规划”,计划逐步发展FTTx替代原有的DSL网络,最终实现u-Korea的目标。2004年韩国提出了为期6年的BCN(Broadband Convergence Network)计划,该计划将投入804亿美元,建设遍及全国的通信网络,其中最后一公里将全面采用FTTH技术,2010年FTTx普及率超过53.5%,世界排名第一,2010年底FTTx用户数达980万,世界排名第三。

北美FTTH的发展经历了从犹豫观望到快速发展的过程,一开始,老牌的电信运营商不太愿意发展FTTH,因为其铜线资源丰富,愿意在铜线基础上做ADSL或者VDSL。后来一些新兴运营商因无铜线资源而一上来就做FTTH,FTTH带来的好处是高带宽、价格便宜,所以老牌运营商也奋起直追,形成了现在快速发展的局面。至2010年12月,已经有2 064万个家庭通达光纤,占北美家庭数的20%,超过700万的家庭用光纤连接到互联网、电话和CATV等业务,2010年底北美的FTTH用户数超过700万,2010年北美宽带用户的下行速率平均增长了34%。

2010年,欧洲FTTH用户及FTTH家庭覆盖快速上升,欧洲老牌运营商正越来越多地参与FTTH建设,几乎都已经推出或计划部署大规模的FTTH网络。欧盟36个国家(包括俄罗斯)有近810万FTTH/B用户。FTTH/B家庭/建筑物覆盖数近3 300万。如果不包括俄罗斯在内,FTTH/B用户数为390万,FTTH/B家庭/建筑物覆盖数为2 230万。

另外,随着接入网市场的放开,传统的CATV(有线电视)也正朝着双向、多业务的方向转变,既能提供有线电视业务,又能提供语音、数据、图像等其他交互式业务。以后“看电视”将转变为“用电视”,有线宽带将成为电信企业一个有力的竞争对手。

1.2 接入网的定义与作用

1.2.1 接入网的定义和定界

要说明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 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。

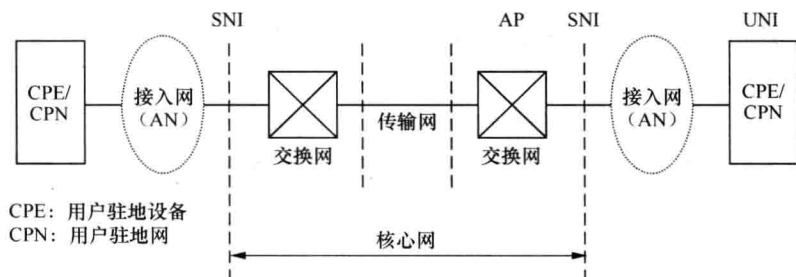


图 1-2 电信网组成示意图

核心网包括交换网和中继传输网，主要负责连接的建立、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。

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。

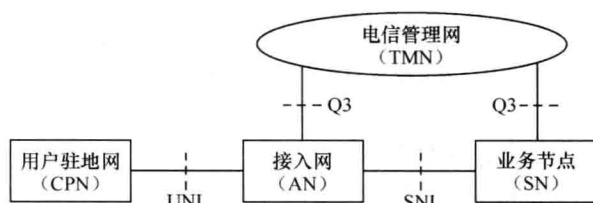


图 1-3 接入网的定界

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，通常需经中介设备 (MD)。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。

业务节点 (SN) 实际是能够独立提供某种业务的实体 (设备和模块)，是一种可以接入各种交换型或永久连接型电信业务的网元。业务节点 (SN) 的类型多种多样，有本地交换机 (PSTN、ISDN、B-ISDN、PSDN 等)、租用线业务节点 (点路方式、ATM 方式、分组方式)、IP 路由器、



有线电视业务节点（CATV 发端）及信息业务节点（VOD）等。

另外，图 1-4 中允许接入网连接多个业务节点。这样，一个接入网既可以接入到支持多个相同业务特性的 SN 中，又可以接入到支持多个不同业务特性的业务节点。

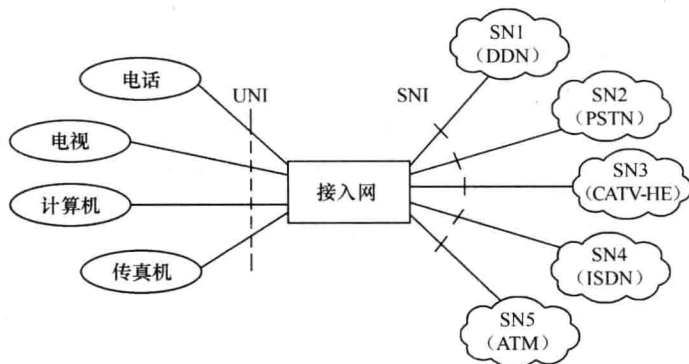


图 1-4 AN 连接多个不同业务示意图

1.2.2 接入网的接口

由图 1-3 可知，接入网有 3 类接口：用户网络接口（UNI）、网络节点接口（SNI）和管理接口 Q3。

1. 用户网络接口（UNI）

用户网络接口是指用户和网络之间的接口，为用户与接入网的接口。接入业务不同，接口类型和信号方式亦不同，UNI 包括：

- (1) 模拟话机接口（Z 接口）；
- (2) ISDN - BR A 的 2B+D（144kbit/s）U 接口；
- (3) ISDN - PR A 的 2Mbit/s 基群接口；
- (4) 各种专线接口（64kbit/s 数据接口、话带数据接口 V.24 及 V.35 等）。

Z 接口是交换机和模拟用户线的接口。电信网中，模拟用户线占有很大的比重。接入网中仍需要安装 Z 接口。Z 接口能接入大量的模拟用户线，传送语音、话带数据、多频信号、用户话机直流馈电、双音多频、脉冲、计次等信号。在 ISDN 基本接入的应用中，U 接口用来连接网络终端（NT）和交换机线路终端（LT）之间的传输线路。U 接口用来描述用户上传的数据信号。U 接口的功能是：（1）发送和接收线路信号；（2）远端供电；（3）环路测试；（4）线路激活；（5）电话防护。

UNI 分为独立式 UNI 和共享式 UNI，如图 1-5 所示。

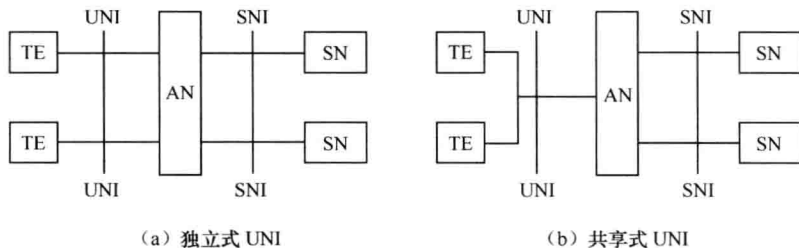


图 1-5 独立式 UNI 和共享式 UNI

2. 业务节点接口 (SNI)

(1) 业务节点类型有:

- ① 仅支持一种专用接入类型;
- ② 支持多种接入类型, 支持相同的接入承载能力;
- ③ 支持多种接入类型, 支持不同的接入承载能力。

(2) 业务节点接口类型

接入网的网络侧经由 SNI 与业务节点相连, SNI 同样有模拟接口 (Z 接口) 和数字接口 (V 接口)。Z 接口对应于 UNI 的模拟 2 线音频接口, 可提供普通电话业务。随着接入网的数字化和业务的综合化, Z 接口逐渐被 V 接口取代。

V 接口经历了 V1~V5 接口的发展。其中, V1~V4 接口的标准化程度有限, 并且不支持综合业务接入, 只能用于 ISDN。V5 接口是本地数字交换机与接入网之间开放的、标准的数字接口, 支持多种类型的用户接入, 可提供语音、数据、专线等多种业务, 支持接入网提供的业务向综合化方向发展, 并且采用 No.7 信令技术。目前, SNI 普遍采用 V5 接口。ITU-T 开发和规范了两个新的综合接入 V5 接口, 即 V5.1 和 V5.2 接口, 两者支持的速率有所不同。V5.1 接口提供线路 LE 和 TE 间的一条 2.048Mbit/s 链路, 支持 PSTN 接入, ISDN 基本接入 (2B+D) 等小规模接入网。V5.2 接口提供多个 2.048Mbit/s 链路 (1~16 个), 支持 V5.1 的接入, ISDN 集群速率接入 (30B+D)。

(3) 业务节点业务类型有本地交换机、IP 选路器租用线, 或者特定配置下的点播电视和广播电视业务节点等。

3. Q3 接口

Q3 接口是 TMN 与电信网各被管理部分连接的标准接口。接入网的管理应纳入 TMN 的管理范围之内, AN 应通过 Q3 接口与 TMN 相连, 以便统一协调不同网元 (如 AN 和 SN) 对 UPF、CF、TF 和 SPF 进行管理, 形成用户所需要的接入和接入承载能力。

1.2.3 接入网的功能结构

接入网有 5 个基本功能, 包括用户接口功能 (UPF)、业务接口功能 (SPF)、核心功能 (CF)、传送功能 (TF)、系统管理功能 (SMF)。各种功能模块之间的关系如图 1-6 所示。

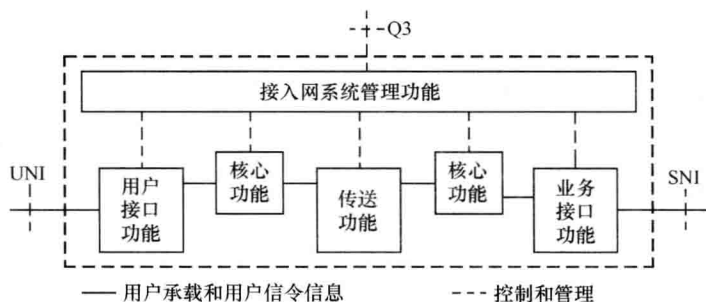


图 1-6 接入网功能结构



1. 用户接口功能 (UPF)

作用：是将特定的 UNI 要求与核心功能和管理功能相适配。

主要功能：

- ① 终结 UNI；
- ② A/D 转换和信令转换；
- ③ UNI 的激活/去激活；
- ④ 处理 UNI 承载通路及容量；
- ⑤ UNI 的测试和 UPF 的维护；
- ⑥ 管理和控制功能。

2. 业务接口功能 (SPF)

作用：一是将特定 SNI 规定的要求与公用承载通路相适配，以便核心功能进行处理；二是选择有关信息，以便在 AN 系统管理功能中进行处理。其主要功能有：

- ① 终结 SNI；
- ② 将承载要求、时限管理和操作运行映射进核心功能组；
- ③ 特定 SNI 所需要的协议映射；
- ④ SNI 的测试和 SPF 的维护；
- ⑤ 管理和控制。

3. 核心功能 (CF)

核心功能位于 UPF 和 SPF 之间。

作用：将各个用户接口承载要求或业务接口承载要求适配到公共传送承载体之中，包括对协议承载通路的适配和复用处理。

主要功能：

- ① 接入承载通路的处理；
- ② 承载通路的集中；
- ③ 信令和分组信息的复用；
- ④ ATM 传送承载通路的电路模拟；
- ⑤ 管理和控制。

4. 传送功能 (TF)

传送功能为接入网中不同地点之间公共承载通路提供传输通道，并进行所用传输媒质的适配。主要功能有：

- ① 复用功能；
- ② 交叉连接功能（包括疏导和配置）；
- ③ 管理功能；
- ④ 物理媒质功能。

5. AN 系统管理功能 (SMF)

主要作用：是对 UPF、SPF、CF 和 TF 功能进行管理，如配置、运行、维护等，进而通过 UNI 与 SNI 来协调用户终端和业务节点的操作。

主要功能：

- ① 配置和控制；
- ② 业务协调；
- ③ 故障检测与指示；
- ④ 用户信息和性能数据的采集；
- ⑤ 安全控制；
- ⑥ 通过 SNI 协调 UPF 和 SN 的时限管理与运行要求；
- ⑦ 资源管理。

1.2.4 接入网的参考模型

接入网的协议参考模型是用来定义接入网中各实体间的互连关系的，它将接入网的传送网分为三层：电路层 (CL)、传输通道层 (TP) 和传输介质层 (TM)，如图 1-7 所示。

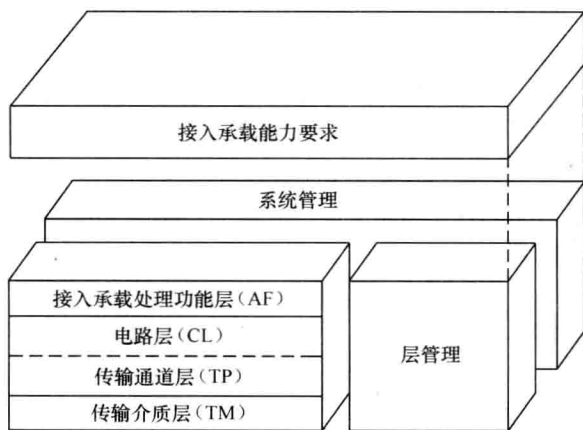


图 1-7 接入网的协议参考模型

1. 电路层 (CL)

电路层是关于在电路层接入点之间进行信息传送的功能层，直接为用户提供通信服务，如电路交换业务、分组交换业务和租用业务等，按照提供的业务不同可区分为不同的电路层网络。

2. 传输通道层 (TP)

传输通道层定义了通道层接入点之间信息的传递方式，支持一个或多个电路层网络，为其提供传送服务。



3. 传输介质层 (TM)

传输介质层可进一步分为段层和物理介质层, 段层是在段层接入点之间进行信息传送的功能层, 能支持一个或多个传输通道层, 如 SDH 通道、PDH 通道等。物理介质层是关于具体传输介质的功能层, 如光纤、双绞线、同轴电缆及无线电等, 以支持段层网络。

每一层网络包含三个基本功能: 适配、终结和交叉连接。在电路层之上有接入承载处理功能 AF, 加上层管理和系统管理, 形成了一个立体模型。

1.2.5 接入网的拓扑结构

拓扑结构是指组成网络的各个节点通过某种连接方式互连后形成的总体物理形态。选择拓扑结构时, 一般需要考虑以下几个因素: 安装难易程度; 重新配置难易程度, 即适应性、灵活性; 网络维护难易程度; 系统可靠性; 建设费用, 即经济性。

电信网的基本结构形式主要有网型网、星型网、总线型网、环型网、树型网 5 种。在固定电话网中最常用的拓扑结构为复合型网, 即上级节点以星型网连接到下级节点, 上级节点之间以网型网相连接。

由于接入网与核心网的性质和服务对象不同, 因此接入网的拓扑结构与核心网的拓扑结构也有区别, 接入网的拓扑结构对接入网的网络设计、功能配置和可靠性等有重要影响。

1. 铜线接入网拓扑结构

铜线接入网主要是指基于固定电话网的用户数字线 (xDSL) 接入网, 其复用系数小。所采用的拓扑结构与固定电话网的拓扑结构相似, 除用户驻地网 (CPN) 外, 也是以网型、星型和复合型为主。

2. 光纤接入网拓扑结构

光纤接入网所采用的拓扑结构应考虑光纤的特点, 其复用系数大, 成本较低, 以总线型、星型、环型、树型为其基本拓扑结构。在实际工作中, 还可采用网型、双星型、双环型、环型/星型等结构。

3. HFC 接入网拓扑结构

HFC 接入网是指基于有线电视 (CATV) 的接入网, 所采用的拓扑结构以树型为主。

4. 无线接入网拓扑结构

无线接入网的拓扑结构通常分为两类: 无中心拓扑结构和有中心拓扑结构。在无中心拓扑结构中, 一般所有站点都使用公共的无线广播信道, 并采用相同的协议争用无线信道, 任意两个节点之间可以直接进行通信。这种结构的优点是组网简单、成本费用低、网络稳定性好; 缺点是当站点增加时, 网络服务质量会降低, 网络的布局受到限制。无中心拓扑结构适用于用户数较少的情况。

在有中心拓扑结构中, 需要设立中心站点, 所有站点对网络的访问均由其控制。这种结构的

优点是当站点增加时,网络服务质量不会急剧下降,网络的布局受限制小,扩容方便;缺点是网络的稳定性差,一旦中心站出现故障,网络将陷入瘫痪,并且中心站点的引入增加了网络成本。

1.3 接入技术的分类

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 1-8 所示。

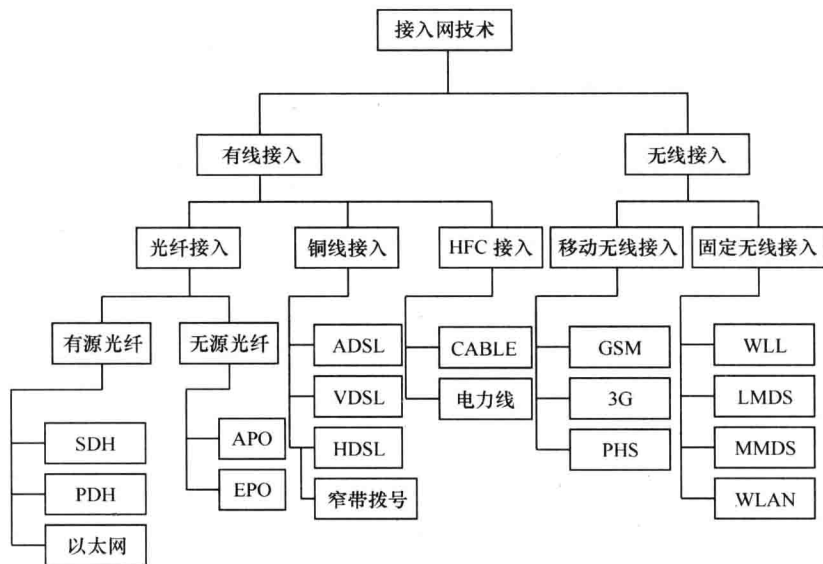


图 1-8 接入网的分类

1.3.1 接入网常见传输介质

在整个通信网中,接入网处于通信网的末端,直接与用户连接。根据传输媒质的不同,接入网技术可分为有线接入和无线接入两大类。

(1) 有线传输介质是指在两个通信设备之间实现的物理连接部分,它能将信号从一方传输到另一方,有线传输介质主要有双绞线、同轴电缆和光纤。双绞线和同轴电缆传输电信号,光纤传输光信号。

(2) 无线传输介质是指我们周围的自由空间。我们利用无线电波在自由空间的传播可以实现多种无线通信。在自由空间传输的电磁波根据频谱可将其分为无线电波、微波、红外线、激光等,信息被加载在电磁波上进行传输。

不同的传输介质,其特性也各不相同。它们不同的特性对网络中数据通信质量和通信速率有较大的影响。这些特性如下所述。

- ① 物理特性:说明传播介质的特征。
- ② 传输特性:包括信号形式、调制技术、传输速率及频带宽度等内容。