



高等院校
通信与信息专业规划教材

接入网技术

王秉钧 王少毅 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



ISBN 7-111-16185-8/TN·418 (课)

◎ 策划
胡毓坚

◎ 封面设计
旭洲企划
刘吉维



高等院校通信与信息专业规划教材

- 微机原理与接口技术
- 数字逻辑设计与VHDL描述(第2版)
- 通信电子电路
- 电子电路基础
- 电路分析
- 电子设计自动化技术
- 信号与系统
- 电磁场与电磁波
- 数字信号处理
- 数字信号处理学习指导与习题解答
- 通信原理
- 现代交换原理
- 数字图像处理
- 微波技术与微波电路
- 天线与电波传播
- 语音信号处理
- 光纤通信系统
- 卫星通信系统
- 多媒体通信原理
- 现代语音处理技术及应用
- 现代通信网
- 数字移动通信原理与系统
- 通信网基础
- 数字电视原理
- 通信抗干扰技术
- 网络信息安全
- 接入网技术
- 统计信号处理
- 信息论与编码基础
- 多媒体及其通信技术
- 数字视频信息处理与传输教程
- 数字音频原理及应用

ISBN 7-111-16185-8



9 787111 161851 >

地址: 北京市百万庄大街22号

邮政编码: 100037

联系电话: (010) 68326294

网址: <http://www.cmpbook.com>

E-mail: online@cmpbook.com

定价: 26.00元

高等院校通信与信息专业规划教材

接入网技术

王秉钧 王少毅 编著



机械工业出版社

本书全面系统地介绍了接入网的基本原理、基本技术和实际应用,全书共分7章,主要内容包括:概述、接入网的接口技术、金属线缆接入网技术、光纤接入网、CATV和HFC网、无线接入网、接入网网络管理系统等。

本书选材新颖,内容上力求将基本原理、基本概念和实际应用相结合,讲述方法深入浅出,图文并茂,通俗易懂,便于读者学习。

本书可作为高等院校通信工程、信息工程、电子工程等相关专业本科生教材,也可供研究生和从事通信、信息、计算机和有线电视等领域工作的工程技术人员和科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

接入网技术/王秉钧,王少毅编著. —北京:机械工业出版社, 2005.4

高等院校通信与信息专业规划教材

ISBN 7-111-16185-8

I. 接... II. ①王...②王... 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(2005)第013779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:胡毓坚 责任编辑:郭燕春 版式设计:冉晓华

责任校对:刘志文 封面设计:刘吉维 责任印制:陶湛

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年6月第1版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·18.25印张·448千字

0001—5000册

定价:26.00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)68326294

封面无防伪标均为盗版

高等院校通信与信息专业规划教材 编委会名单

(按姓氏笔画排序)

编委会主任	乐光新			
编委会副主任	张文军	张思东	杨海平	徐澄圻
编委会委员	王金龙	冯正和	刘增基	李少洪
	邹家禄	吴镇扬	赵尔沅	南利平
	徐惠民	彭启琮	解月珍	
秘书长	胡毓坚			
副秘书长	许晔峰			

出版说明

为了培养 21 世纪国家和社会急需的通信与信息领域的高级科技人才，为了配合高等院校通信与信息专业的教学改革和教材建设，机械工业出版社会同全国在通信与信息领域具有雄厚师资和技术力量的高等院校，组成阵容强大的编委会，组织长期从事教学的骨干教师编写了这套面向普通高等院校的通信与信息专业规划教材，并且将陆续出版。

这套教材将力求做到：专业基础课教材概念清晰、理论准确、深度合理，并注意与专业课教学的衔接；专业课教材覆盖面广、深度适中，不仅体现相关领域的最新进展，而且注重理论联系实际。

这套教材的选题是开放式的。随着现代通信与信息技术日新月异地发展，我们将不断更新和补充选题，使这套教材及时反映通信与信息领域的新发展和新技术。我们也欢迎在教学第一线有丰富教学经验的教师及通信与信息领域的科技人员积极参与这项工作。

由于通信与信息技术发展迅速而且涉及领域非常宽，这套教材的选题和编审难免有缺点和不足之处，诚恳希望各位老师和同学提出宝贵意见，以利于今后不断改进。

机械工业出版社
高等院校通信与信息专业规划教材编委会

前 言

随着信息化社会的到来，多媒体通信技术的迅速发展，目前接入网的现状远不能满足用户日益增长的对宽带业务，特别是图像业务和高速数据业务的需要，成为电信网的“瓶颈”，阻碍着信息高速公路和 B-ISDN 的进一步发展。当前，在世界范围内接入网的建设已成为一个焦点，短短几年内，便在国内外出现了十分引人注目的应用高潮。目前，对接入网的研究和开发方兴未艾，新的系统不断涌现，它已成为现代通信网的一个重要分支。在我国，某些省市对建设接入网也做了明确规定，要求高层建筑和住宅小区必须实现光纤进大楼 (FT-TB) 和光纤到路边 (FTTC)，在农村实现“村村通电话”、“村村通电视”。许多城市电信部门都推出了一系列宽带接入业务。有线电视和地面广播电视也正在向多媒体宽带接入网过渡。

近年来许多院校陆续开设了“接入网技术”课程。本教材是在前几年作者所编接入网教材的基础上经过几年试用，并考虑到近年来的最新发展，经充实、修订而成。在内容的选取上注重理论与实践的结合，基本原理、基本技术和技术应用相结合，突出对知识的理解和应用，兼顾系统性、先进性和科学性。由于接入网技术涉及面较广，学习本课程需要具备通信专业的相关知识。因此，本课程最好能与其他通信专业课程同步学习更好。为了适应当前高校课程门类多，课时压缩的教学特点，在内容的选取上力求精练，尽量避免与其他专业课在内容上重复。

本书可用作高校相关专业本科生教材，也可作为相关专业研究生和工程技术人员的参考书。

本书在编写过程中得到编委会副主任徐澄圻教授的大力支持和帮助，徐教授非常细心地审阅了全书，对本书的内容、结构等提出了许多建设性的意见，对此我们表示衷心感谢。由于编者水平所限，书中难免存在疏漏和错误，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 概述	1
1.1 接入网的概念	1
1.1.1 接入网的定义	1
1.1.2 接入网的界定	2
1.1.3 接入网的功能结构	2
1.1.4 接入网的物理参考模型	3
1.1.5 接入网的接口类型	3
1.1.6 接入网的通用协议分层模型	4
1.1.7 接入网的特点	5
1.1.8 接入网的业务	6
1.1.9 接入网的拓扑结构	8
1.2 接入网的接入技术分类	9
1.2.1 概述	9
1.2.2 金属线缆接入技术	11
1.2.3 光纤接入技术	14
1.2.4 混合接入技术	15
1.2.5 无线接入技术	16
1.3 IP 接入网	20
1.3.1 IP 接入网的定义、位置、功能模型	20
1.3.2 IP 接入网的数据链路层协议	21
1.3.3 IP 接入方式	22
1.3.4 IP 接入网与常规接入网的区别	24
1.3.5 Internet 的接入媒介	25
1.4 以太网接入技术	30
1.4.1 以太网技术概述	31
1.4.2 以太网接入方案	31
1.4.3 以太网接入的基本结构	32
1.4.4 现有技术方案的特点	32
1.5 信道复用技术	33
1.5.1 信道复用技术概述	33
1.5.2 同步数字系列(SDH)	34

1.5.3 正交频分复用/编码正交频分复用(OFDM/COFDM)	38
---	----

1.6 习题	39
--------------	----

第 2 章 接入网的接口技术

2.1 概述	41
2.2 用户网络接口	41
2.2.1 Z 接口	41
2.2.2 U 接口	42
2.3 V5 接口	43
2.4 V5 接口支持的业务	43
2.5 V5 接口的基本功能	44
2.5.1 V5 接口的物理层	44
2.5.2 V5 接口的第二层	45
2.5.3 V5 接口的第三层	47
2.5.4 AN 的 Q 接口与 V5 接口的关系	49
2.5.5 关于 V5 接口的使用	49

2.6 宽带接入网的业务节点接口——VB5 接口

2.6.1 VB5 接口业务体系	50
2.6.2 VB5 接口功能	51
2.6.3 VB5 参考点的功能模型	52
2.6.4 VB5 接口的一般应用	53
2.6.5 VB5 支持的接入类型	54
2.6.6 VB5 接口的协议配置	54
2.6.7 VB5 规则及功能描述	57
2.6.8 VB5 接口的连接类型	58

2.7 习题

第 3 章 金属线缆接入网技术

3.1 概述	62
3.2 线对增益技术(Pair Gain)	62
3.3 高速数字用户线技术(HDSL)	64
3.3.1 HDSL 系统的基本工作原理	64
3.3.2 HDSL 帧结构	66
3.3.3 2B1Q 和 CAP 编码技术	66

3.3.4	HDSL 传输方式和系统配置	69	4.5.3	APON 的帧结构	109
3.3.5	HDSL 技术性能和应用	70	4.5.4	APON 的关键技术	110
3.3.6	第二代 HDSL——HDSL2	72	4.6	以太网无源光网络(EPON)	113
3.4	非对称数字用户线技术(ADSL)	73	4.6.1	概述	113
3.4.1	概述	73	4.6.2	EPON 的网络结构和工作原理	114
3.4.2	ADSL 系统的工作原理	74	4.6.3	EPON 的帧结构	116
3.4.3	ADSL 帧结构	76	4.6.4	光系统设计方案	117
3.4.4	DMT 调制技术	77	4.6.5	EPON 关键技术	118
3.4.5	ADSL 应用	79	4.7	电话无源光网络(TPON)	119
3.4.6	ADSL Lite (G.Lite 或 UDSL) 技术	82	4.8	WDM 无源网络(WDM-PON)	120
3.4.7	VoADSL 技术	84	4.9	光纤接入网的设计考虑	121
3.5	超高速数字用户线技术(VDSL)	85	4.10	光纤接入的展望	122
3.6	Home PNA 接入技术	87	4.11	习题	122
3.6.1	概述	87	第 5 章	CATV 和 HFC 网	123
3.6.2	Home PNA 的工作原理	88	5.1	传统 CATV 系统	123
3.6.3	Home PNA 的参考模型和帧格式	88	5.2	CATV 光纤传输系统	124
3.6.4	Home PNA 的特点	88	5.2.1	CATV 光纤传输系统的构成	124
3.7	习题	90	5.2.2	CATV 光纤传输系统的类型	125
第 4 章	光纤接入网	91	5.2.3	传输链路光功率预算	128
4.1	概述	91	5.3	CATV 传输系统的性能参数	129
4.1.1	基本概念	91	5.3.1	射频特性参数	129
4.1.2	FITL 系统接入方法	93	5.3.2	光纤网络的中继	130
4.1.3	光接入网的参考配置和功能结构	93	5.4	CATV 光纤传输系统规划	130
4.2	光纤接入网的拓扑结构	95	5.4.1	光波长的选择	130
4.2.1	总线(母线)型结构	95	5.4.2	光端机的类型	131
4.2.2	单星形结构	96	5.4.3	CATV 光纤网络的拓扑结构	131
4.2.3	双星形结构	96	5.4.4	系统设计与计算	131
4.2.4	有源双星形结构	97	5.5	混合光纤/同轴接入网(HFC)	132
4.2.5	无源多星形结构	97	5.5.1	HFC 接入技术的引入	132
4.2.6	树形结构	98	5.5.2	HFC 的系统结构和工作原理	133
4.2.7	环形结构	98	5.5.3	HFC 的频谱分配	134
4.3	各种拓扑结构的性能比较	99	5.5.4	HFC 网络双向通信问题	135
4.4	无源光网络(PON)中的多址接入和双向传输技术	99	5.5.5	HFC 中语音业务的接入	136
4.4.1	多址接入技术	99	5.5.6	供电问题	137
4.4.2	双向传输技术	101	5.5.7	关键设备功能	137
4.5	ATM 无源光网络(APON)	106	5.6	Cable Modem 接入系统	138
4.5.1	概述	106	5.6.1	Cable Modem 系统工作原理	138
4.5.2	APON 系统结构及工作原理	107	5.6.2	基于 MCNS DOCSIS 的 Cable Modem	142

5.6.3 基于 IEEE802 的 Cable Modem	147	6.3.1 无线本地环路(WLL)	210
5.7 HFC 系统举例	156	6.3.2 宽带固定无线接入技术	214
5.7.1 HFC 综合网络试验系统	156	6.3.3 3.5GHz 固定无线接入系统	216
5.7.2 先进的光纤/同轴混合网(HFC)结构	157	6.4 LMDS 无线接入技术	221
5.7.3 典型 CATV 广播式 HFC 网络	158	6.5 VSAT 卫星通信系统	226
5.7.4 CATV 交互式 HFC 网络	158	6.6 无线局域网接入技术	229
5.8 CATV 综合数据通信系统	161	6.7 习题	239
5.8.1 CATV 综合数据通信系统的组成	161	第 7 章 接入网网络管理系统	240
5.8.2 CATV 调制解调器——Cable Net2000	163	7.1 电信管理网络(TMN)的基本概念	240
5.8.3 CATV 数字交换——Cable-ISDN	167	7.2 电信管理网络(TMN)的结构	240
5.9 交换式数字视频(SDV)	169	7.3 电信管理网络(TMN)的功能	242
5.10 习题	170	7.4 接入网网络管理	242
第 6 章 无线接入网	172	7.4.1 接入网网络管理的特点	242
6.1 概述	172	7.4.2 接入网功能管理结构	243
6.1.1 无线接入网的概念	172	7.5 接入网网管功能	244
6.1.2 无线接入网的拓扑结构	173	7.5.1 接入网网管功能体系结构	244
6.1.3 无线接入网的接口	174	7.5.2 接入网网管的管理功能	246
6.1.4 多址技术	175	7.6 基于 Q3 接口的接入网网络管理系统	253
6.1.5 无线接入的种类	177	7.7 接入网管理系统与其他网管系统的关系	258
6.2 移动无线接入系统	178	7.8 基于 Q3 接口的接入网网管系统举例	259
6.2.1 蜂窝移动通信系统	178	7.9 HONET 网管接入 NOMA 网管系统举例	260
6.2.2 无绳通信系统	190	7.10 习题	263
6.2.3 卫星移动通信系统	194	附录 英文缩略词英汉对照表	264
6.2.4 集群移动通信系统	202	参考文献	281
6.2.5 无线寻呼系统	204		
6.2.6 蓝牙技术	206		
6.2.7 个人通信	209		
6.3 固定无线接入系统	210		

第 1 章 概 述

1.1 接入网的概念

1.1.1 接入网的定义

整个电信网从地理上可以分成三部分，即核心网(CN)、接入网(AN)和用户驻地网(CPN)，如图 1-1 所示。其中核心网包括长途网(长途端局以上部分)和中继网(长途端局与市话局之间以及市话局之间的部分)。按照 G.902 的定义，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(如线路设施和传输设施)组成的，是为供给电信业务而提供所需传送承载能力的实施系统，可经由管理接口(Q3)配置和管理。

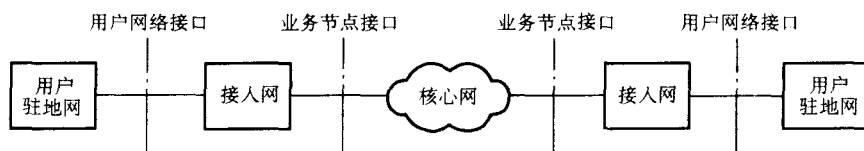


图 1-1 电信网的组成示意图

如果按现代网络功能模块划分，整个电信网又可分为三个部分：接入网、交换网和传送网，如图 1-2 所示。

接入网是电信网的一个组成部分，负责将电信业务透明地传送到用户，也就是说用户通过接入网的传输，能灵活地接入到不同的电信业务节点上。具体而言，接入网即为本地交换机与用户之间的连接部分，通常包括用户线传输系统、复用设备、交叉连接设备或用户/网络终端设备。

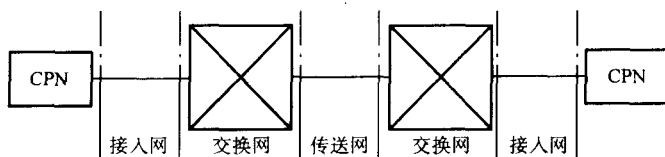


图 1-2 接入网在电信网中的位置

近年来随着传输技术和交换技术的不断进步，核心网已经基本实现了光纤化、数字化和宽带化。同时，随着 IP 业务的迅速增长和多媒体业务的日益丰富，使得用户住宅网的业务需求也不只局限于原来的语音业务，数据和多媒体业务的需求已经成为不可阻挡的趋势，现有的语音业务接入网越来越成为制约信息高速公路建设的瓶颈，成为发展宽带综合业务数字网(B-ISDN)的障碍。进入 20 世纪 90 年代以来，新的政策法规、新的业务需求以及一系列新的技术手段的出现为接入网发展提供了新的契机，使得占电信网络总资产 50% 左右的接入网变得十分活跃，各种技术方案层出不穷，令人目不暇接。现在接入网已经成为世界各国研究和开发的热点。

1.1.2 接入网的界定

国际电信联盟(ITU-T)在 G.902 中对接入网的结构、功能、接入类型、管理进行了规范。接入网(Access Network)是一个适用范围很宽的网络概念, 图 1-3 示出了接入网的界定。可见, 接入网是由其接口界定的。用户终端通过用户网络接口(UNI)连接到接入网, 接入网通过业务节点接口(SNI)连接到业务节点(SN), 通过 Q3 接口连接到电信管理网(TMN)。

图 1-3 是接入网与其他网络实体之间由 UNI、SNI 和 Q3 接口连接的示意图。

原则上对接入网可以实现的 UNI 和 SNI 的类型和数目没有限制。接入网也不解释信令。通常接入网对用户信令透明, 不作任何处理, 可以看作是一个与业务和应用无关的传送网。一般来说, 接入网可以认为是网络

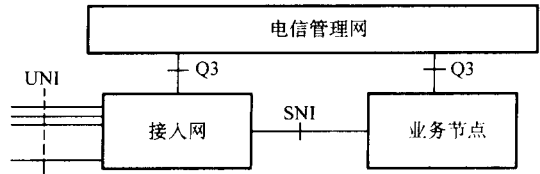


图 1-3 接入网的界定

侧(V)参考点与用户侧(T)参考点之间机线设备的总和, 其主要功能是复用、交叉连接和传输, 一般不含交换功能(也有人认为允许含有限交换功能), 而且应独立于交换机。

图 1-3 中业务节点(SN)是提供业务的实体, 是一种可以接入各种交换型和/或永久连接型电信业务的网元。对交换业务而言, SN 提供接入呼叫和连接控制信令以及接入连接和资源处理, 可提供规定业务的 SN 有本地交换机、IP 选路器租用线业务节点或特定配置情况下的点播电视和广播电视业务节点等。AN 允许与多个 SN 相连, 这样 AN 既可接入分别支持特定业务的单个 SN, 又可接入支持相同业务的多个 SN。UNI 与 SN 的联系是静态的, 即联系的确立是通过相关 SN 的协调指配功能完成的, 给 SN 分配接入承载能力也是通过指配功能完成的。概念上相当于将 AN 划分为多个虚 AN, 至少每个 SN 有一个虚 AN, 具体实现则是在同一物理配置内且所有 AN 资源都统一综合管理。

1.1.3 接入网的功能结构

接入网内部需完成的功能可分成 5 个基本功能组, 即用户端口功能(UPF)、业务端口功能(SPF)、核心功能(CF)、传送功能(TF)和系统管理功能(SMF)。图 1-4 是接入网功能结构及功能组之间的相互连接示意图。

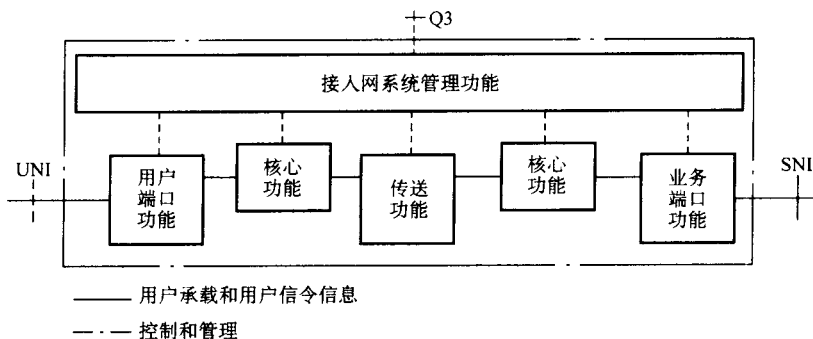


图 1-4 接入网的功能结构图

(1) 用户端口功能(UPF)

用户端口功能将特定的 UNI 要求适配到核心功能和系统管理功能。接入网支持不同的接入及需要特定功能的用户网络接口。

(2) 业务端口功能(SPF)

业务端口功能将对特定 SNI 规定的要求适配到公共承载体, 以便于在核心功能中处理, 并选择相关的信息用于接入网的系统管理功能处理。

(3) 核心功能(CF)

核心功能位于 UPF 和 SPF 之间, 将单个用户端口承载体要求或业务端口承载体要求适配到公共承载体。包括依据所要求的协议适配和用于在接入网内传送的复用要求进行协议承载处理。核心功能分布于整个接入网内。

(4) 传送功能(TF)

传送功能在接入网内的不同位置之间为公共承载体的传送提供通道, 并对所用的相关传输媒质进行媒质适配。

(5) 接入网系统管理功能(AN-SMF)

接入网的系统管理功能协调接入网中的 UPF、SPF、CF 和 TF 间的指配、操作和管理。还负责协调用户终端(经 UNI)和业务节点(经 SNI)的功能操作。

1.1.4 接入网的物理参考模型

以典型的市内铜缆用户接入网为例, 其典型结构如图 1-5 所示。图中端局就是平常人们所说的电话局。由端局到交接箱之间的这一段线路称为馈线段。馈线电缆的线径较大, 线对数也多。交接箱就是业务接入点, 其作用是完成馈线电缆中双绞线与配线电缆中双绞线之间的交叉连接。从交接箱开始经线径较小、线对数较少的配线电缆连至分线盒。分线盒的作用是终结配线电缆并将之与引入线相连。由分线盒开始通常为若干单对或双对双绞线, 与用户终端相连, 用户引入线为用户专用。通常, 接入网的馈线段长度约 3~5km; 配线电缆长度约 0.5~1km; 引入线长度约 10~300m。

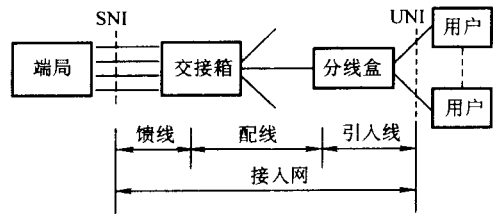


图 1-5 接入网的物理参考模型

在光纤接入网中情况将发生较大的变化, 除一些术语名称不同外, 功能有显著不同。不仅通信容量不同, 业务种类也有很大变化, 而且在整个信息传输过程中要完成光/电和电/光交换。然而接入网的含意和网络框架是相同的或者说是相似的。光纤在接入网中的应用首先是用光缆代替馈线电缆。交接箱由远端局(RO——Remote Office)代替, RO 又称远端节点(RN——Remote Node), 或简称远端(RT——Remote Termination)。随着光纤继续向用户延伸, 其成本将越来越高, 因而目前主要是到路边的分线盒, 在该处需设置光网络单元(ONU), 以便完成光/电变换和分用功能。最终目标则是将光纤引入到住宅用户, 届时 ONU 也将设置到住宅处。

1.1.5 接入网的接口类型

接入网的接口主要有用户网络接口(UNI)、业务节点接口(SNI)及维护管理接口(Q3)。

如何将各种类型的业务从用户端接入到各电信业务网，依赖于接入网的各种接口类型。接入网要支持多种业务的接入，在不同的配置下，要有不同的接口类型与信号方式。

1. 用户网络接口(UNI)

UNI 位于接入网的用户侧，应支持各种业务的接入，如模拟电话接入(PSIN)、N-ISDN 业务接入，以及租用线业务的接入等。对不同的业务，采用不同的接入方式，对应不同的接口类型。UNI 分为独立式和共享式两种，共享式 UNI 是指一个 UNI 可以支持多个业务节点，每个逻辑接入通过不同的 SNI 连向不同的业务节点。

UNI 主要包括 POTS 模拟电话接口、ISDN 基本速率(2B + D)接口、ISDN 基群速率(30B + D)接口、模拟租用线 2 线接口、模拟租用线 4 线接口、E1 数字中继接口、V.35 接口、V.24 接口、CATV (RF)接口等。

2. 业务节点接口(SNI)

SNI 位于接入网的业务侧，对不同的用户业务，要提供相对应的业务节点接口，使之能与交换机相连。交换机的用户接口分为模拟接口(Z 接口)和数字接口(V 接口)。V 接口经历了从 V1 接口到 V5 接口的发展。为了适应接入网内的多种传输媒质、多种接入配置和业务，开发了 V5 接口。V5 接口是本地数字交换机数字用户接口的国际标准，它能同时支持多种用户接入业务，可再分为 V5.1 和 V5.2 接口。

SNI 主要有两种，一种是对交换机的模拟接口(Z 接口)，它对应于 UNI 的模拟 2 线音频接口，可提供普通电话业务或模拟租用线业务；另一种是数字接口(V5 接口)，它又含有 V5.1 接口和 V5.2 接口，以及对节点机的各种数据接口或针对宽带业务的各种接口。

3. 管理接口(Q3)

Q3 接口是电信管理网(TMN)与电信网各部分相连的标准接口。作为电信网的一部分，接入网的管理也必须符合 TMN 的策略。接入网是通过 Q3 与 TMN 相连来实施 TMN 对接入网的管理与协调，从而提供用户所需的接入类型及承载能力。

Q3 接口是 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，也应通过 Q3 接口和 TMN 相连，便于 TMN 实施管理功能。

1.1.6 接入网的通用协议分层模型

接入网的分层结构是基于 ITU-T G.803 建议中定义的分层方法。该模型用于定义接入网中同等实体间的相互配合。图 1-6 为接入网中通用协议分层模型及其各层相互关系的示意图。

可见，利用分层模型可将传送网划分为：接入承载处理功能(AF)、电路层(CL)、通道层(TP)、传输媒质层(TM)，其中 TM 又分为传输段层和物理媒质层。其每一层与相邻层间都是服务者(Server)与客户(Client)的关系。

(1) 电路层(CL)

电路层(CL)网络涉及电路层接入点之间的信息传递并独立于传输通道层。电路层网络直接面向公用交换业务，并向用户直接提供通信业务。

(2) 通道层(TP)

传输通道层(TP)网络涉及通道层接入点间的信息传递并支持一个或多个电路层网络，

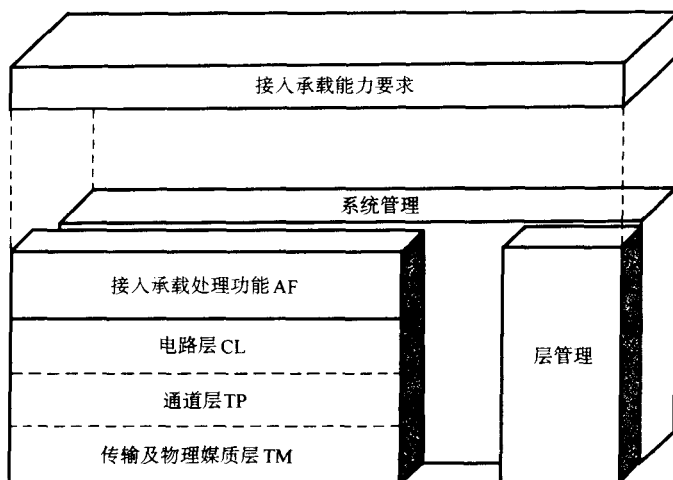


图 1-6 接入网通用协议分层模型

为其提供传送服务，通道的建立可由交叉连接设备负责。

(3) 传输媒质层(TM)

传输媒质层(TM)与传输媒质(光缆、微波等)有关，它支持一个或多个通道层网络，可细分为段层和物理层。

随着信息化社会的到来，数据、多媒体业务的迅速崛起，使电信网上的业务组成发生了很大变化，面对核心网和用户侧的带宽快速增长，以电路交换为基本特征的接入网却大都仍然停留在窄带水平，与核心网和用户网的宽带化和 IP 化很不协调。目前，接入网的宽带化和 IP 化成为接入网发展的主要趋势。

目前世界各国都把支持多媒体通信作为信息基础设施建设的关键，因此连接核心网和用户驻地网的接入网正在向着宽带交互接入和支持多个核心网接入的方向发展。宽带接入网不仅仅要支持宽带接入，而且要能灵活地分配带宽，对业务透明，支持多媒体业务接入，同时要成本低、可靠性高。

1.1.7 接入网的特点

接入网位于市话中继网和用户之间，直接担负用户的信息传递与交换工作，它与长途网和市话网有明显的不同，具有以下主要特点：

1. 业务量密度低

通常，一条高密度业务量的中继电路每天可能需要传送数百至上千次呼叫，电路占用率高达 90% 以上，而一条住宅用户至本地交换机之间的用户接入电路可能每天只需要传送几次呼叫，绝大部分时间是闲置不用的，业务量密度极低。统计结果表明，核心网中继电路的占用率通常在 50% 以上，而住宅用户占用率仅为 1% 以下。

2. 完成复用、交叉连接和传输功能

接入网主要完成复用、交叉连接和传输功能，不具备交换功能。提供开放的 V5 标准接口，可实现与任何种类的交换设备进行连接。

3. 提供各种综合业务

接入网业务需求种类多，除接入语音业务外，还可接入数据业务、视像业务和租用业务等。

4. 网径较小

接入网只连接用户与本地交换机，其传输距离短，在市区为几千米，在偏远地区为几千米到十几千米，而长途网和市话网则不同，它们是信息传递的干线部分，覆盖范围广，传输距离远得多。

5. 成本与用户有关

接入网需要覆盖所有类型的用户，这就造成成本上的极大差异。例如居住在市中心的用户可能只需 1~2km 长的接入线，而偏远地区的用户有可能需要十几千米的接入线。因而一个偏远地区用户的成本要比居住在市中心的用户高出 10 倍以上。核心网的情况相反，每个用户需要分担的网络设施的成本十分接近。同一交换区用户需分担的网络设施成本是一样的，不同交换区之间的差别最多也只有 3~4 倍。

6. 成本与业务量无关

核心网的总成本对业务量很敏感，对一定的业务量可以预测需求，可以最佳地配置网络。而用户接入网工作在低密度业务量下，而且一个每天只用几分钟的住宅用户与一个每天可能用几小时的企事业用户的成本是一样的。因而尽管用户接入电路的业务量变化很大，但对接入网设施的成本却没有明显的影响，即成本与业务量基本无关。

7. 线路施工难度大

接入网的网络结构与用户所处的实际地形有关，一般线路沿街道铺设，所以其网路复杂，铺设线路时，需要在街道上挖掘铺设管道的沟槽，地形多变，光缆铺设的要求更高，因此施工难度大。

8. 光纤化程度高

接入网可以将其远端设备 ONU 设置在更接近用户的地方，使得剩下的铜缆段距离缩短，有利于减少投资，也有利于宽带业务的引入。

9. 运行环境恶劣

接入网设备往往安装在室外不可控环境下(如路边)，要遭受风吹、日晒、雷击、冰雹、虫鼠咬以及人为的破坏，所以在技术上和机械保护上需要有很多特殊措施。据美国贝尔通信研究中心估计，由于电子元器件和光元器件的性能是随温度的变化呈指数关系变化的，所以接入网设备中的元器件性能恶化的速度比一般设备快 10 倍，这就对元器件的性能和极限工作温度提出了相当高的要求。

10. 组网能力强

接入网可以根据实际情况提供环形、链形、树形等灵活多样的组网方式，且环形具有自愈功能，也可带分支，有利于电信网络结构的优化。

1.1.8 接入网的业务

接入网的业务接入有两类：一类是支持单个业务的业务节点，另一类是支持一个以上业务的业务节点，即组合业务节点。业务接入点可提供的业务归纳起来可分为四类，如表 1-1 所示。

表 1-1 接入网业务及其带宽

类型	业务	带宽		类型	业务	带宽	
		峰值	平均值			峰值	平均值
交互式业务	电话	32Kbit/s	12Kbit/s	交互式业务	文档转移	1Mbit/s	0.1Mbit/s
	会议电话	32Kbit/s	12Kbit/s		CAD/CAM	10Mbit/s	1Mbit/s
	可视电话	2Mbit/s	1Mbit/s	检索业务	音响检索	1.4Mbit/s	0.5Mbit/s
	图像监视	2Mbit/s	1Mbit/s		图像检索	34Mbit/s	10Mbit/s
	可视会议	2Mbit/s	1Mbit/s		数据检索	1Mbit/s	0.1Mbit/s
	语音邮政	32Kbit/s	12Kbit/s		混合检索	2Mbit/s	0.5Mbit/s
	图像邮政	34Mbit/s	10Mbit/s	闭路分配业务	闭路音响分配	1.4Mbit/s	0.5Mbit/s
	字符式公文邮政	80Kbit/s	10Kbit/s		闭路图像分配	34Mbit/s	10Mbit/s
	图像式公文邮政	4Mbit/s	2Mbit/s		闭路公文分配	2Mbit/s	0.5Mbit/s
	混合式公文邮政	2Mbit/s	0.5Mbit/s	广播式分配业务	广播式音响分配	1.4Mbit/s	0.5Mbit/s
	可视图文	1Mbit/s	0.1Mbit/s		广播式图像分配	34Mbit/s	10Mbit/s

可见接入网承担的业务范围很广泛，是实现多媒体通信的关键网络之一，是实现未来信息高速公路的基本设施和重要网络。由于用户类型不同，所需要的业务也各不相同。大企业事业单位用户，主要是高速数据、会议电视、可视电话等宽带业务，而住宅用户则主要是电话和广播式图像分配业务，如有线电视(CATV)以及一些窄带综合数字网业务(N-ISDN)。此外，正在迅速发展的高清晰度电视(HDTV)也是人们普遍注意的方向。

图 1-7 给出了一个综合业务接入网的示例，现将其所能支持的业务种类归纳如下：

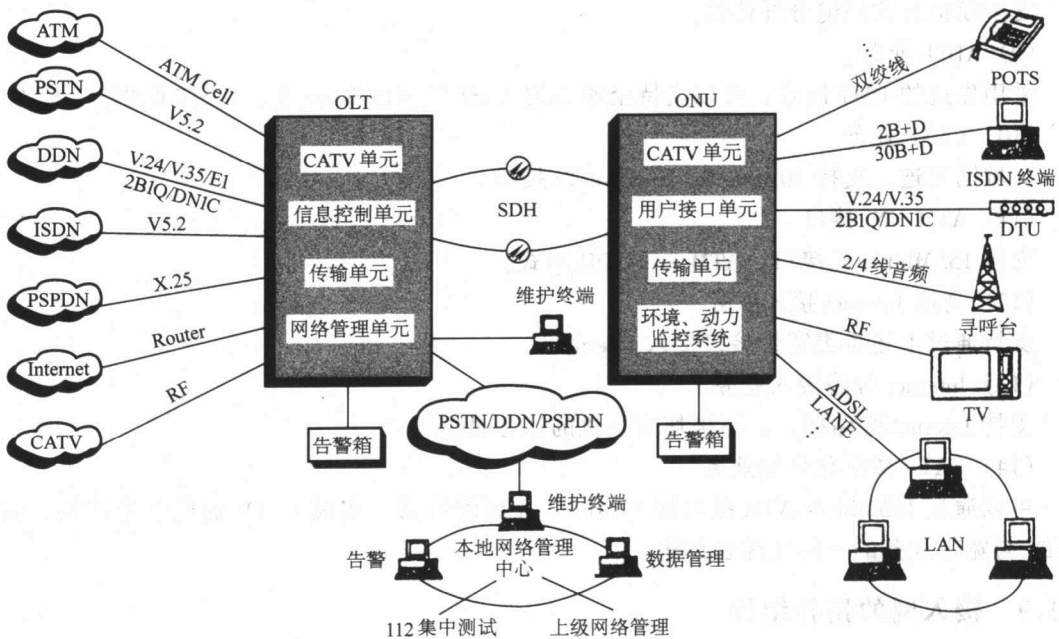


图 1-7 综合业务接入示意图

(1) POTS 普通电话业务

支持普通模拟电话和 G3 传真、拨号上网等，支持各项必选和可选的新业务，如呼叫前