

跨
世
纪
信
息
技
术
丛
书



纪越峰 编著

综合业务接入技术

ZONGHE YEWU JIERU JISHU

北京邮电大学出版社

《跨世纪信息技术丛书》

综合业务接入技术

纪越峰 编著

北京邮电大学出版社
·北京·

图书在版编目(CIP)数据

综合业务接入技术/纪越峰编著. —北京: 北京邮电大学出版社, 1999.11
(跨世纪信息技术丛书)

ISBN 7-5635-0394-3

I. 综… II. 纪… III. 综合业务通信网-连接技术 IV. TN913.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第64406号

综合业务接入技术

编 著 纪越峰
责任编辑 孙伟玲

*

北京邮电大学出版社出版发行
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京雅艺彩印有限公司印刷

*

850×1168毫米 1/32 印张 6.625 字数 169千字
1999年11月第1版 1999年11月第1次印刷
印数: 1—10 000册

ISBN 7-5635-0394-3/TN·178 定价: 10.60元

· 跨世纪信息技术丛书 ·

编 委 会

主 任: 叶培大

副主任: 林金桐 钟义信

编 委: (按姓氏笔划排序)

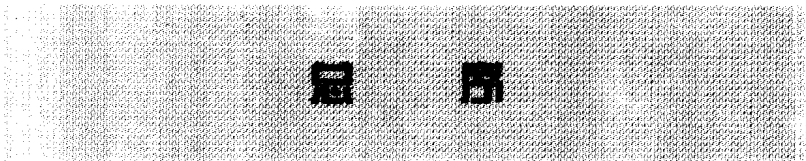
马 严 乐光新 叶 敏

刘元安 吕廷杰 朱其亮

纪越峰 杨义先 杨放春

孟洛明 宋俊德 郭 军

赵尔沅 顾晚仪 梁雄健



信息化浪潮如日中天,它描绘出现代化之旅的时代画卷。信息技术如同一架强劲的发动机,不管人们对它的应用持何种态度,我们都不得不跟上它的步伐。信息技术在其应用中所赋有的强渗透性和高附加值,而成为信息时代的核心技术和中坚力量,它影响和决定着现代技术总体的走向。

网络的平民化和商业化为五十年代以来的新信息革命提供了一次转机,这一转机就是八十年代之后,网络逐步取代电脑成为信息社会的技术核心,亦即电脑成为网络的终端,而并非网络作为电脑的外围。这一革命性的变化,同时演绎出现代通信的时代意义:通信不仅仅作为信息传递的手段,它还能在信息存储和转换、信息处理和收发等方面扩展着自身的功能。现代通信向着信息业全面延伸,现代通信的内涵就是信息网络,就是国家或国际的信息基础结构(俗称“信息高速公路”)的技术平台。从这种意义上看,现代通信的技术,正成为信息技术体系中的主导和基质。

北京邮电大学作为国内通信领域著名大学,聚集着一批学识卓越的中青年技术专家,他们作为信息技术某一领域的领衔人物,始终站在信息技术研发活动中的前沿地带。他们把自己在国外或国内获得的最新知识和丰硕成果,把自己对信息技术的深刻理解,连同他们的智慧和热情,凝聚在这套跨世纪信息技术丛书之中,呈现给读者。

纵览这套丛书,这其中有执全光通信领域研究之牛耳的顾晓仪教授对波分多用(WDM)全光通信网作为光纤通信未来发展首选方案的据理力争;有国内外知名的信息安全权威杨义先教授对

网络与信息安全技术前沿及趋势的恢宏论述；有网管及通信软件专家孟洛明教授对现代网络管理技术的通览；有智能网领域成果斐然的杨放春教授对智能化现代通信网的诠释；有目前我国电子商务炙手可热的学者吕廷杰教授对我国实现电子商务软环境及社会影响等给予的引人注目的回答；有光纤通信专家纪越峰教授对综合业务接入技术和光波分复用系统的精辟论述；有 CERNET 专家马严教授对计算机互联网技术及其演进的展望；有刘元安和郭军两位年轻的博士生导师分别对未来移动通信和智能信息技术所作的前瞻性的描述。

我们认为这几位中青年学俊，从他们各自所在的重点研究项目和教学工作中抽出时间来写作这套丛书，其意义丝毫不亚于他们手头的一二个项目。这些年轻的博士生导师不仅仅是最新信息技术的生产者，而且是这些最新知识的整理者和传播者。他们点拨出热门技术中的技术轨道，直叙其来龙去脉，如数家珍，娓娓动听。他们为了整个文稿简捷、生动、明快而不厌其烦地几易其稿，这令我们既感动又宽慰。北京邮电大学出版社为这套丛书的出版倾注了大量的精力，我们谨此致以诚挚的谢意。是为序。

丛书编委会
一九九九年十月

前 言

当今社会已进入信息时代，人们除了对传统的电话、传真、数据通信的需求外，又对诸如计算机通信、高速率数据通信、会议电视、电子信箱及多媒体通信提出了更高的要求。特别是近年来，美国推出了国家信息基础设施（National Information Infrastructure, 简称 NII，即信息高速公路）计划后，人们期望实现在地球的任何地方、任何时间、同任何人、以任何方式进行信息交流。也就是说，通信网将朝着数字化、宽带化、智能化、个人化的方向发展。而现代化的通信网主要由传输网、交换网、接入网三大部分组成，就我国的通信网络而言，传输网经过近几年的发展，一级、二级干线及大中城市的市话中继线已基本实现了数字化、光纤化；交换网也基本实现了程控化、数字化；而接入网即人们通常所说的用户网则发展较缓慢。随着传输网、交换网的高速发展，必然促使接入网的快速发展。然而，由于接入网是整个通信网络中建设技术复杂、实施难度大、投资费用高、影响范围大、也是关键的一部分，因此接入网也就成了通信网建设中的“瓶颈”，如何解决好这“最后一哩”的通信问题，就成了实现通信现代化的关键技术，也就成为国际通信高新技术所关注的焦点之一。

本书对综合业务接入技术进行了较全面和系统的介绍，内容包括接入网基础、V5 接口、铜线接入、光纤接入、无线接入等方面，重点为各种传输系统技术。由于作者水平所限，加之编写时间仓促，不足之处，恳请同行和读者指正。

作者

1999年9月

目 录

1

接入网基础

1.1	接入网的产生	1
1.2	什么是接入网	3
1.2.1	接入网的定义	3
1.2.2	接入网的界定	4
1.2.3	接入网的分层	5
1.2.4	接入网的主要特点	6
1.3	接入网主要接口与业务支持	8
1.3.1	接口类型	9
1.3.2	支持的主要业务	10
1.3.3	V5接口的构成	12
1.3.4	V5接口的接入类型	14
1.3.5	V5接口的功能	15
1.3.6	Q接口与V5接口的关系	18
1.4	接入网中的关键技术	20
1.5	接入网的标准化进展	21
1.6	接入网的建设与发展	24

1.6.1	接入网建设对电信网的影响	24
1.6.2	国际和国内发展动态	27
1.7	接入网的技术走向	29
1.7.1	新的要求	29
1.7.2	接入网的宽带化	29
1.7.3	接入网的光纤化	30
1.7.4	铜缆技术的更新	31
1.7.5	以 ATM 技术为基础的无源光网络	32
1.7.6	宽带无线接入	32
1.7.7	内置 SDH 接入技术	32
1.7.8	基于 FITL 和 ATM 的 SDV 技术	33
1.7.9	网络管理	33

2

铜线接入技术

2.1	铜线接入技术的引入	35
2.2	铜线传输系统	36
2.2.1	铜线传输系统的基本构成	36
2.2.2	传统的铜线传输存在的问题	37
2.3	数字线对扩容技术	38
2.3.1	基本结构与工作原理	38
2.3.2	主要技术要求	40
2.4	高比特率数字用户线技术	40
2.4.1	基本结构与工作原理	41
2.4.2	2B1Q 与 CAP 编码技术	42
2.4.3	主要技术要求	48

2.4.4	主要特点与应用方式	49
2.5	不对称数字用户线技术	51
2.5.1	基本结构与工作原理	51
2.5.2	离散多音频技术	52
2.5.3	业务能力	54
2.5.4	CAP 与 DMT 的比较	56
2.5.5	ADSL 的组网原则	57
2.6	甚高数据速率数字用户线技术	59
2.6.1	“乒乓 DMT”技术	59
2.6.2	频分复用 CAP 技术	59
2.7	典型示例	60
2.7.1	ADSL 宽带接入技术示例	60
2.7.2	IP 业务分流示例	62

3**光纤接入技术**

3.1	光纤接入技术的引入	68
3.2	光纤接入网基本结构	69
3.2.1	参考配置	69
3.2.2	基本功能块	72
3.3	光纤接入网拓扑结构	75
3.4	光纤接入网基本性能	78
3.4.1	OAN 系统规范	78
3.4.2	OAN 的业务支持能力	79
3.4.3	主要性能要求	79
3.5	无源光网络	82

3.5.1	PON 的引入	82
3.5.2	传输技术	83
3.5.3	ATM-PON 的结构、原理与关键技术	88
3.5.4	无源光网络的实现	94
3.6	光同步数字体系传送技术	96
3.6.1	SDH 产生背景	96
3.6.2	SDH 概念和特点	98
3.6.3	SDH 帧结构	101
3.6.4	同步复用和映射原理	106
3.6.5	ADM 设备	112
3.6.6	SDH 自愈环	113
3.6.7	在接入网中应用 SDH	121

4

混合光纤/同轴电缆接入技术

4.1	HFC 接入技术的引入	124
4.2	HFC 系统结构	126
4.2.1	工作原理	126
4.2.2	系统配置	127
4.3	频谱安排	128
4.4	HFC 网络的特点与业务支持	129
4.4.1	主要特点	130
4.4.2	业务支持能力	131
4.4.3	HFC 网络的局限性	131
4.4.4	HFC 系统典型示例	132

5

无线接入技术

5.1	无线接入技术的引入	137
5.2	固定无线接入	138
5.2.1	固定无线接入技术的引入	138
5.2.2	固定无线接入的定义、定位与应用	139
5.2.3	固定无线接入系统分类	141
5.2.4	系统基本配置	142
5.2.5	设备基本要求	145
5.2.6	业务及功能	149
5.2.7	窄带无线接入技术	150
5.2.8	宽带无线接入技术	151
5.2.9	本地多点分配业务系统技术	153
5.2.10	主要技术指标	155
5.3	甚小型天线地球站系统	159
5.3.1	基本结构与工作原理	160
5.3.2	传输与接入技术	161
5.4	全球移动通信系统	164
5.4.1	基本结构与工作原理	164
5.4.2	接口与业务支持	168
5.5	卫星移动通信系统	169
5.5.1	基本结构与工作原理	170
5.5.2	“铍”系统	171

6

接入网管理与运行

6.1	为什么要进行管理	174
6.1.1	接入网网络管理的特殊性	174
6.1.2	接入网网络管理标准的发展方向	175
6.2	管理结构	176
6.2.1	一般功能结构	176
6.2.2	功能管理结构	177
6.3	管理功能	178
6.3.1	接入网的主要功能	178
6.3.2	用户口功能的管理	181
6.3.3	核心功能的管理	182
6.3.4	业务口功能的管理	183
6.3.5	传送功能的管理	184
6.3.6	AN系统管理功能的管理	184
6.4	管理信息的传递	185
6.5	供电	187
6.5.1	供电问题的提出	187
6.5.2	目前的供电解决方案	187
6.5.3	PON的供电	189
6.5.4	接入网设备的馈电接口	190
6.6	网络性能要求	191
6.6.1	误码性能	191
6.6.2	抖动性能	193
6.6.3	其他性能	196

1 接入网基础

在介绍各类接入技术之前，先看一下什么是接入网，它对整个电信网的影响有多大？目前的发展趋势是什么？

1.1 接入网的产生

目前通信网正向全数字化、综合化方向发展，多媒体通信和因特网（Internet）的迅速发展，迫使电信运营部门寻找更低成本、高质量宽带接入的解决方案，来迎接迫在眉睫的市场机遇。从传输上看，尽管光纤传输技术已经成熟，并且已在全球范围内广泛应用于主干网上，但是“最后一哩（last mile）”的用户网络仍然是当今一个最有争议的复杂问题。众所周知，传统的公共电话网是由成千上万条电话线路将端局的交换机与用户终端设备连接起来的，从而形成了庞大的用户网，图 1.1 给出了典型的用户网结构。

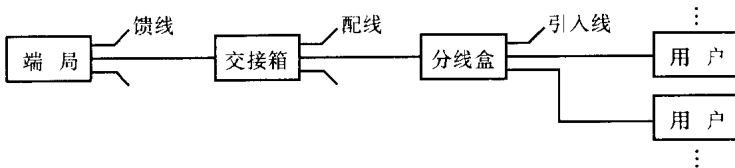


图 1.1 典型的用户网结构

图 1.1 中的端局至交接箱的线路称为馈线段，一般由主干光

缆组成，长度为几千米，它担负着信息传输的主干通道的任务；从交接箱至用户之间组成配网，它包括配线和引入线，并随光缆终端盒的位置变化而变化，即配线段是采用配线电缆还是配线光缆等。

随着信息社会的到来，人们对电信业务的需求日益增大，逐渐由单一的电话业务发展到数据、图像、多媒体等综合业务，那么如何才能根据社会的发展，将所有业务都纳入一个能够完全承载它们的网络之中，从而使电信网得到很大程度的简化。这个网络就是目前国际通信界的热门话题——宽带接入网。图 1.2 示出了整个电信网的功能组成，包括传输网、交换网、接入网三大部分，目前的传输网已基本实现了数字化、光纤化；交换网也基本实现了程控化、数字化；而接入网即人们通常所说的用户网则发展较缓慢。

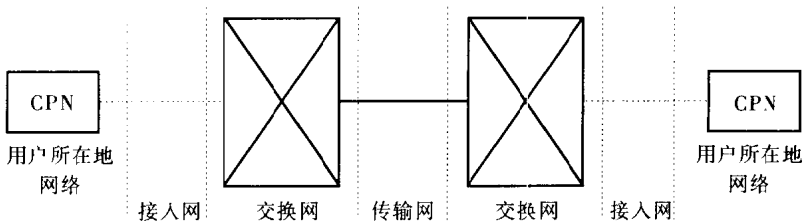


图 1.2 电信网简单示意图

接入网处于电信网的末端，直接与用户连接，它包括本地交换机与用户端设备之间的所有实施设备与线路，它可以部分或全部替代传统的用户本地线路网，可含复用、交叉连接和传输功能(如图 1.3 所示)。图中 PSTN 为公用电话网；ISDN 为综合业务数字网；B-ISDN 为宽带综合业务数字网；PSDN 为分组交换网；FRN 为帧中继网；L.L 为本地交换设备；TE 为终端设备；ET 为

交换设备；AN 为接入网。

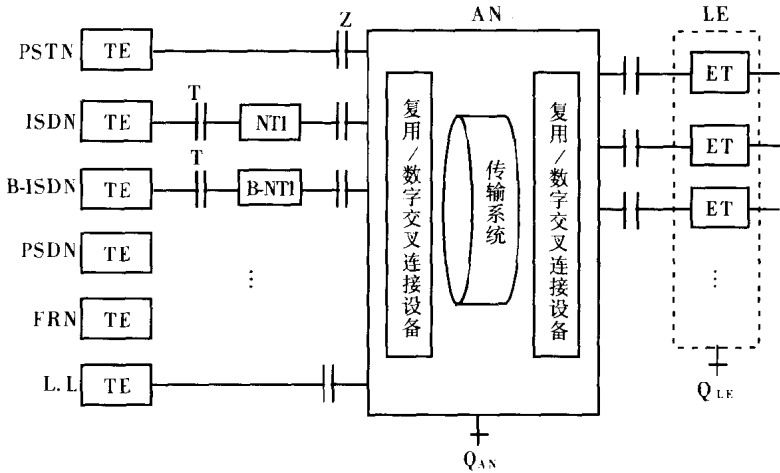


图 1.3 接入网的位置与功能

1.2 什么是接入网

1.2.1 接入网的定义

接入网 (AN: Access Network), 也称为用户接入网, 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 (例如线路设施和传输设施) 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 Q3 接口进行配置和管理。其中的传送实体可提供必要的传送承载能力, 对用户信令是透明的, 可不作解释。换句话说, 接入网就是介于网络侧 V 或 Z 参考点和用户侧 T 或 Z 参考点之间的网络, 它包含所有的机线设备。

接入网的物理参考模型如图 1.4 所示，其中灵活点（FP）和分配点（DP）是非常重要的两个信号分路点，大致对应传统铜线用户线的交接箱和分线盒。在实际应用与配置时，可以有各种不同程度的简化，最简单的一种就是用户与端局直接相连，这对于离端局不远的用户是最为简单的连接方式，但在多数情况下是介于上述两种极端配置方式之间。

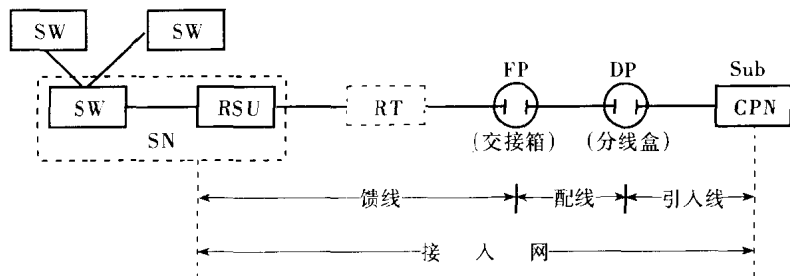


图 1.4 接入网物理参考模型

根据图 1.4 所示结构，可以将接入网的概念进一步明确。所谓接入网一般是指端局本地交换机或远端交换模块至用户之间的部分，其中端局至 FP 的线路称为馈线段，FP 至 DP 的线路称为配线段，DP 至用户的线路称为引入线，SW 称为交换模块，CPN 称为用户驻地网，图中的远端交换模块（RSU）和远端设备（RT）可根据实际需要来决定是否设置。

1.2.2 接入网的定界

图 1.5 给出了接入网定界的示意图。

从图中可见，接入网所覆盖的范围由三个接口来定界，即网络侧经业务节点接口（SNI）与业务节点（SN）相连，用户侧经用户网络接口（UNI）与用户相连；管理侧则经 Q3 接口与电信