

xDSL与宽带网络技术

张瀚峰 等 编著



.61

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

xDSL 与宽带网络技术

张瀚峰 等 编著

北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

内 容 简 介

本书循序渐进地介绍了宽带网的基本概念,以及现今流行的 xDSL 宽带接入技术的基本内容 and 应用。其中 ADSL(非对称式数字用户线路)技术是本书介绍的重点,主要从基本的技术特点、核心技术到实践应用,直至最新的 ADSL 宽带接入资费情况。从而使读者理论与实际紧密结合,达到不仅知其然还知其所以然的目的。

本书内容通俗易懂,深入浅出地介绍了宽带接入技术,不仅是广大网络和通信技术人员的好教材,也是广大已经或者将要宽带接入高速上网用户的好教材。

图书在版编目(CIP)数据

xDSL 与宽带网络技术/张瀚峰等编著. —北京:北京
航空航天大学出版社,2002.3
ISBN 7-81077-148-5

I. x... II. 张... III. 宽带通信系统—接入网, xDSL—
通信技术 IV. TN915.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 094556 号

xDSL 与宽带网络技术

张瀚峰 等 编著

责任编辑 张光斌 范曼华

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:82317024 发行部传真:82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

河北省涿州市新华印刷厂 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:429 千字

2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-148-5/TP·082 定价:26.00 元

前 言

伴随 Internet 的迅猛发展,各种接入技术不断涌现。就目前情况而言,接入网的建设对投资十分敏感,因此要实现光纤到路边(FTTC)和光纤到户(FTTH)还需要较长的时间。在光纤到户之前,如何有效利用现有的基础设施将是重点考虑的问题,数字用户线(DSL)技术是目前宽带接入技术的佼佼者,同时 Cable Modem 技术也是具有竞争力的宽带高速接入技术。

本书第 1 部分是基础(包括第 1~3 章),主要介绍了宽带接入网的基本概念以及传输网和交换网的知识。第 2 部分是重点(包括第 4~11 章),在众多接入技术中主要介绍了各种 xDSL 的接入技术,基于电话线和双绞线的 ADSL 技术是国内以中国电信为主的运营商主推的宽带接入技术,正得到广泛应用,因此也是这部分的重中之重。其中详细介绍了 ADSL 的基本概念、技术特点、参考模型、接入网络体系结构、传输模式、调制解调技术以及组网应用原理。同时由于基于有线电视的 CATV 宽带接入技术是 ADSL 实际使用中的有力竞争者,所以本部分也介绍了 Cable Modem 技术的基本内容,并对这两大技术进行了多方面的比较。第 3 部分是实际应用(包括第 12~14 章),介绍了申请 ADSL 宽带接入需要的软硬件配置及其最新资费情况,同时还详细介绍了 ADSL 基于 IP 和 ATM 两大方式的实际应用和 CATV 的实际应用。

宽带接入技术无疑是当今最热门的话题,已经轰轰烈烈地进入到日常生活当中。本书对宽带接入技术原理,尤其是 ADSL 技术的讲解是深入浅出,对实际组网应用的讲解也是详尽易懂。本书是一本理论联系实际应用的好书。

本书在编写过程中,得到了张书学、杨长海、王庆华、刘忠轩、马 平、孟新柱、王玉和、周长银等人的帮助,在此表示感谢。由于时间仓促、作者水平有限,错漏之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

作 者
2001 年冬

目 录

第1部分 宽带网基础篇.....	1
第1章 什么是宽带网.....	2
1.1 宽带网简介	2
1.2 宽带网基础	3
1.2.1 传输网	4
1.2.2 交换网	5
1.2.3 接入技术	7
练习题	10
第2章 传输网	11
2.1 同步数字系列(SDH)基础	11
2.1.1 SDH 的产生	11
2.1.2 SDH 的基本概念	12
2.1.3 SDH 的特点	12
2.2 SDH 多路复用连接基础	13
2.2.1 SDH 的帧结构	13
2.2.2 多路复用映射结构.....	15
2.3 SDH 网络结构	17
2.3.1 接 口.....	17
2.3.2 SDH 网络设备	18
2.3.3 自愈环.....	19
练习题	26
第3章 交换网	27
3.1 ATM 基础	27
3.1.1 基本概念.....	27
3.1.2 信元结构.....	28
3.1.3 ATM 协议参考模型	30
3.1.4 ATM 业务介绍	32
3.2 ATM 局域网仿真	36
3.2.1 LANE 的组件	36
3.2.2 LAN 仿真的运行过程	37
3.2.3 LANE 网络实例	39
3.3 IP Over ATM 技术	40
3.3.1 ATM 网络上的逻辑 IP 子网(LIS)	40
3.3.2 IPOA 功能介绍	41

3.3.3 IPOA 工作过程	42
3.4 Multi-Protocol Over ATM	42
3.4.1 MPOA 组件	43
3.4.2 MPOA 控制和数据流	44
3.4.3 地址解析和数据流	44
3.5 多协议标签交换	47
3.5.1 MPLS 的组成	47
3.5.2 MPLS 的工作过程	47
练习题	50
第 2 部分 宽带接入技术篇	51
第 4 章 接入网概述	52
4.1 接入网基础	52
4.1.1 接入网的概念	52
4.1.2 接入网的发展历史	53
4.1.3 接入网的结构功能	55
4.1.4 接入网发展的新趋势	58
4.2 接入技术	59
4.2.1 光纤接入技术	60
4.2.2 铜线接入技术	62
4.2.3 无线接入技术	64
4.2.4 混合光纤同轴 (HFC) 接入技术	69
练习题	71
第 5 章 xDSL 技术	72
5.1 xDSL 技术概述	72
5.1.1 xDSL 技术形成的原因	72
5.1.2 xDSL 技术的优势	72
5.1.3 xDSL 系列的组成	73
5.2 xDSL 调制解调技术	78
5.2.1 2B1Q	78
5.2.2 QAM	78
5.2.3 CAP	78
5.2.4 DMT	79
5.3 xDSL 的分离器	80
5.4 xDSL 的应用	82
5.4.1 现有的 xDSL 的应用	82
5.4.2 已有的 xDSL 的应用	82
练习题	84
第 6 章 ADSL 接入网概述	85
6.1 ADSL 简介	85

6.1.1 什么是 ADSL	85
6.1.2 ADSL 的特点	88
6.2 ADSL 标准	89
6.3 ADSL 参考模型	90
6.4 ADSL 接入体系结构	91
6.4.1 端到端的 ADSL 交互网络体系结构	91
6.4.2 以太网上的终端	92
6.4.3 ADSL 接入系统的非端到端 ATM 连接的体系结构	93
6.5 G. Lite 概述	95
6.5.1 传统的高速 ADSL 所面临的问题	95
6.5.2 低速的 G. Lite 的技术特点	96
6.5.3 ADSL 和 G. Lite 的标准化情况	96
6.5.4 G. Lite 和 Full-rate ADSL 比较	97
6.6 ADSL 的发展	97
6.6.1 ADSL 的起源与历史	97
6.6.2 ADSL 的发展	99
练习题	102
第 7 章 ADSL 传输模式	103
7.1 ADSL 传输模式背景	103
7.2 相关概念	104
7.2.1 OSI 七层协议堆栈	104
7.2.2 TCP/IP 协议	107
7.2.3 PPP 协议	110
7.2.4 隧道传输	112
7.3 传输模式	114
7.3.1 位同步模式	114
7.3.2 包适配模式	114
7.3.3 端对端包模式	115
7.3.4 异步传输模式 (ATM)	116
7.4 ADSL 的基本应用	116
7.4.1 高速 Internet 接入服务	116
7.4.2 ATM 服务	118
练习题	124
第 8 章 ADSL 核心技术	125
8.1 ADSL 的传输机制	125
8.1.1 ADSL 的传输方式	125
8.1.2 下行方向传输	125
8.1.3 上行方向传输	128
8.2 调制技术	129

8.2.1	四象限波幅调制技术(QAM)	129
8.2.2	CAP 调制技术	131
8.2.3	DMT 调制技术	132
8.2.4	CAP 与 DMT 的比较	133
8.3	ADSL 调制解调流程	134
8.3.1	QAM ADSL 和 CAP ADSL 调制解调流程	134
8.3.2	DMT ADSL 的调制解调流程	136
8.4	DMT ADSL 技术	137
8.4.1	帧结构	137
8.4.2	循环冗余校验码	143
8.4.3	前向纠错编码与交织	143
8.4.4	可以达到的传输性能	147
	练习题	148
第 9 章	HDSL 和 HDSL2 技术	150
9.1	概 述	150
9.2	HDSL 技术	152
9.2.1	HDSL 系统工作原理简介	152
9.2.2	HDSL 系统的主要组成部分	153
9.2.3	HDSL 的帧结构	155
9.2.4	HDSL 系统分类	156
9.3	HDSL2 和 G. SHDSL	158
9.3.1	HDSL2 技术	158
9.3.2	G. SHDSL 技术	161
9.4	HDSL 的特点和应用	163
	练习题	165
第 10 章	VDSL 技术	166
10.1	概 述	166
10.2	调制解调技术	169
10.2.1	VDSL 的性能要求	169
10.2.2	VDSL 的关键技术	170
10.2.3	VDSL 的双工方式	172
10.3	VDSL 存在的一些问题	173
10.3.1	VDSL 最大可传输距离	174
10.3.2	VDSL 的服务环境	174
10.3.3	VDSL 的用户区配置	174
	练习题	175
第 11 章	CATV 宽带技术	176
11.1	HFC 光纤同轴混合网技术	176
11.1.1	HFC 光纤同轴混合网的现状	176

11.1.2 HFC 网络的终端设备	178
11.1.3 HFC 宽带交互技术	179
11.2 CATV 网概述	183
11.2.1 3 种网络的优势与不足	184
11.2.2 有线电视宽带综合服务网的特点	184
11.2.3 CATV 宽带综合服务网的组成	185
11.2.4 北美的 CATV 数字视频传输标准	185
11.2.5 CATV 传输网络的技术方案	186
11.2.6 CATV 用户端接入方案	192
11.2.7 CATV 宽带综合网模式及发展	194
11.3 Cable Modem 基本概念	196
11.3.1 什么是 Cable Modem	198
11.3.2 Cable Modem 的传输模式	199
11.3.3 Cable Modem 的种类	200
11.3.4 CATV 网上的加密	201
11.3.5 Cable Modem 技术的国际标准	201
11.3.6 Cable Modem 的申请安装及设置	203
11.4 Cable Modem 系统结构	204
11.5 Cable Modem 与 ADSL 大比拼	207
11.6 Cable Modem 技术的发展情况	211
11.6.1 国外的发展情况	211
11.6.2 国内的发展情况	212
11.6.3 业务的拓展	213
练习题	214
第 3 部分 宽带网应用篇	215
第 12 章 ADSL 的软硬件配置	216
12.1 ADSL 设备的安装	216
12.2 软件设置	218
12.2.1 网卡的安装和设置	218
12.2.2 安装 PPPoe 虚拟拨号软件	219
12.2.3 PPPoe 拨号设置	222
12.3 资费标准	227
第 13 章 ADSL 实际应用	228
13.1 高宽带运行平台	228
13.1.1 ADSL 的服务	228
13.1.2 ADSL 的配置需求	229
13.2 两种实际的接入应用	230
13.2.1 基于 ATM 的 ADSL 接入方式	231
13.2.2 基于 IP 的 ADSL 接入方式	233

13.3 ADSL 在生活中的应用实例	236
13.3.1 在宾馆中的应用	236
13.3.2 在校园中的应用	237
13.4 ADSL 的广泛应用	239
第 14 章 CATV 的实际应用	241
14.1 CATV 网的应用	241
14.2 CATV 网的运营服务	242
14.3 生产厂家和产品举例	243
14.4 CATV 宽带综合网的实例	244
14.4.1 美国休斯公司(HNS)HFC 网络接入系统	245
14.4.2 宁波电视中心双向交互式有线电视网	247
14.4.3 淄博市有线电视综合信息网	249
习题答案	252

第 1 部分 宽带网基础篇

第 1 章 什么是宽带网

宽带网络的建设正在全球范围内掀起一个高潮,尤其是西方发达国家,政府、社会及企业都非常重视,不惜投入巨额资金把宽带网络作为战略产业来发展。2000 年底,在香港召开的世界电信联盟亚洲会议上,公布了对全世界 127 个大型电信运营商高级经理进行的采访结果。在今后三年内,全世界的电信公司预计将投资 300 多亿美元用以促进宽带网的建设。从企业的角度来看,近年来世界各大电信运营商纷纷进行了大规模的战略重组,同时采用宽带网络技术建设了新的基础性电信网络,或是用宽带技术改造了现有的网络。

宽带网络在基础设施、网络产品、信息服务等多个层面上提供了巨大的市场机会,电信市场和互联网市场的规模和结构都可能因此重新洗牌。据 Forrester 公司的调查分析,2001 年到 2002 年宽带网络将占领大部分的互联网市场,也就是说,谁抓住了宽带网络市场,谁就掌握了互联网时代的未来。此外,宽带网络的发展还为新的市场运营商提供了后来居上的空间,从而推动了互联网产业的结构调整。

1.1 宽带网简介

宽带网络是相对于传统网络而言的具备较高通信速率和数据吞吐量的新一代网络。在相同的传输介质上,宽带网可以利用不同的频道进行多重的传输,速率能够达到原级(1.54 Mb/s)以上。基于有线电视的 Cable Modem 技术、基于普通电话线路的 DSL 技术以及基于卫星通信的 Direc PC 技术都是宽带网络技术的典型。

宽带业务按照国际电信联盟的定义,是指需要的数据传输速率高于一次多路复用(primary multiplex)速率的业务。

一次多路复用速率(或称一次群速率;primary rate)是层次的第一级,于 1970 年早期实现,它提供了 64 Kb/s 的传输带宽,足够用于语音信道传输。在将模拟语音信号转换为 64 Kb/s 的位流后,这些信号在北美被集中在 24 信道束(bundle)中,在欧洲则在 30+2 条信道(30 条工作信道和 2 条负荷信道)束中,以形成一次多路复用信道。这里产生 1.544 Mb/s 或 2.048 Mb/s 的总传输速率,即一次多路复用数据速率。数据速率在一次群速率下的系统称为窄带系统。有时用术语“中带”(wideband)表示比宽带低一些的系统,其速率在 2 Mb/s 到 45 Mb/s 之间。图 1-1 显示了不同宽带的传输范围。

宽带网络可分为宽带骨干网和宽带接入网两部分,因此建设宽带网络的两个关键技术是骨干网技术和接入网技术。

骨干网又被称为核心网络,它由所有用户共享,负责传输骨干数据流。骨干网通常是基于光纤的,能实现大范围(在城市之间和国家之间)的数据流传送。这些网络通常采用高速传输网络(如 SONET/SDH)传输数据,高速包交换设备(如 ATM 交换机和基于 IP 的交换路由器)提供网络路由。业内人士对宽带骨干网的传输速率约定俗成的定义是至少应达到 2 Gb/s。

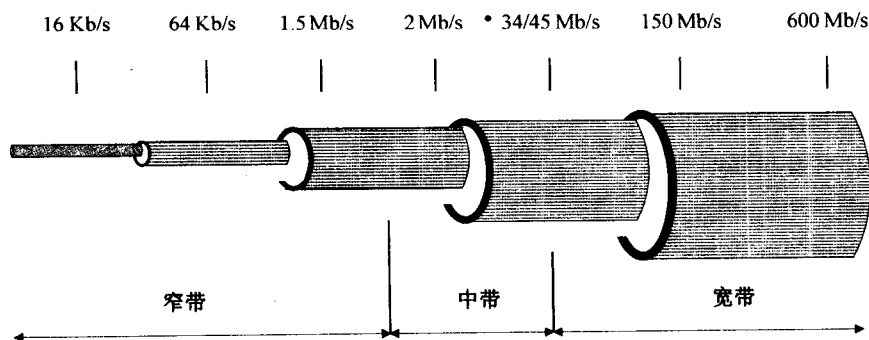


图 1-1 窄带(narrowband)、中带(wideband)和宽带(broadband)传输系统

接入网是指用户到本地交换局之间的所有机线设备又称为用户线路。近些年来,国际电信联盟标准部(ITU-T)已正式采用了用户接入网(简称接入网)的概念。这是一个适用于各种业务和技术,有严格规定并以较高的功能角度描述的网络概念,本书将在第4章中对接入网给以系统地介绍。这里作为一个初步的概念,可以将接入网看作市话端局或者远端交换模块(RSU)与用户之间的部分,主要完成交叉连接、复用和传输功能,一般不包含交换功能。在历史上,这一部分被称为本地网(Local Network),中文译为用户网,也有人称其为本地环路或者用户环路,其定义和范畴比较混乱,即便在ITU内部,不同的研究组和出版物也往往有不同的定义。

接入网需要覆盖所有类型的用户。目前的接入网仍然由以双绞线为主的铜缆网所主宰。所谓用户接入多是通过专门的一对双绞线将用户与端局本地交换机相连,由此可以总结出一系列接入网与核心网的主要区别,见表1-1。

表 1-1 接入网与核心网的主要区别

核心网	接入网
电信设施共享	电信设施专用
高度综合集成	分散独立
使用率高	使用率低
工作在可控环境	工作在恶劣环境
现在新技术为主	原始老技术为主
技术演进迅速	技术演进迟缓
软件为主	硬件为主
成本下降	成本上升
数字技术为主	模拟技术为主

接入网技术可根据使用媒体的不同分为光纤接入、铜线接入、光纤同轴混合接入(HFC)和无线接入等多种类型。

1.2 宽带网基础

随着微电子技术、计算机技术的飞速发展,交换技术得到了空前的发展。从电话交换一直

到当今数据交换、综合业务数字交换,交换技术经历了人工交换到自动交换的过程。人们对可视电话、可视图文、图像通信和多媒体等宽带业务的需求,也都大大地推动了异步传输技术(ATM)和同步数字系列技术(SDH)及宽带用户接入网技术的不断进步和广泛应用。

分组交换技术是在计算机技术发展一定程度,除了打电话直接沟通,通过计算机和终端实现计算机与计算机之间的通信,在传输线路质量不高、网络技术手段还较单一的情况下,应运而生的一种交换技术。

分组交换也称包交换,它是将用户传送的数据划分成一定的长度,每个部分叫做一个分组。在每个分组的前面加上一个分组头,用以指明该分组发往何地址,然后由交换机根据每个分组的地址标志,将它们转发至目的地,这一过程称为分组交换。进行分组交换的通信网称为分组交换网。

STM 交换又叫电路交换方式,其技术的发展有两个阶段:PDH 技术(这个技术基本上已被淘汰)、SDH 同步数字系列技术。

ATM 技术采用的是异步传输模式。随着社会不断发展,网络服务不断多样化,人们可以利用网络干很多事情,如收发信件、家庭办公、Video on demand、网络电话,对网络的要求越来越高。有人还不禁提出这样一个想法:能否把这些对带宽、实时性、传输质量要求各不相同的网络服务由一个统一的多媒体网络来实现,做到真正的一线通?回答是肯定的,这就是 ATM 网。

1.2.1 传输网

从古人的烽火台传递信息到现在的 SDH,以及到将来的光孤子通信和全光通信,人类的光通信历史可谓源远流长,但真正获得发展的是在 20 世纪六七十年代以后。1970 年,美国康宁公司首先研制出损耗为 20 dB/km 的光纤;随后单模光纤、色散位移光纤及色散平坦单模光纤,以及各种长寿命激光器、多量子阱激光器、分布反馈式激光器相继研制成功,使光纤通信获得了飞速发展。由于光纤通信系统的传输容量非常大,而且不受电磁干扰,传输损耗小,已成为现代通信系统中极为重要的组成部分。

传输网络中采用数字技术可追溯到 20 世纪 60 年代,模拟话音信号通过脉冲编码调制(PCM)转换成数字信号,这些量化值按时分复用(TDM)的方式在介质上顺序地传输。20 世纪 60 年代中期,CCITT 制定了一系列的标准定义信号的适配过程、复用群的结构和尺寸,以及这种传送网络的 NNI 特性。这些标准被称为准同步数字系列(PDH),各国实施 PDH 的标准有很大差异。PDH 的复用结构建立在点对点的传输基础上,缺乏灵活性,使数字通道设备的利用率很低。

随着通讯技术的迅猛发展,运营商和用户对电信网提出了更高的要求。1988 年 ITU-T 在美国光同步网络(SONET)标准的基础上形成了一套完整的同步数字系列 SDH 标准,使之成为适用于光纤传输的体系。

同步数字体系(SDH)既是一个组网原则,又是一套复用的方法。在 SDH 基础上,可以建成一个灵活、可靠,能够进行遥控管理的全国电信传输网以至全世界的电信传输网。这个传输网可以很方便地扩展新业务,还可以使不同厂家生产的设备进行互通使用。

过去的光纤通信系统没有一套国际上统一的标准,都是由各个国家各自开发出不同的系

统,称为准同步数字体系 PDH。因此,各国所采用的速率(传输信号的速度)、线路码型、接口标准、结构都不相同,无法在光路上实现不同厂家设备的互通和直接联网,造成许多技术上的困难和费用的增加。

SDH 是为了克服 PDH 的缺点而产生的,它是先有一个明确的目标,再定规范,然后研制设备。这样就可以按最完善的方式设定未来通信网要求的系统和设备。

SDH 具有以下主要的特点:

- 在全世界范围统一了体系中各级信号的传输速率。SDH 定义的速率为 $N \times 155.520$ Mb/s (Mb/s 表示每秒钟传输的兆比特数,比特是量度信息的单位, $N=1,2,3,\dots$)。

- 简化了复接和分接技术。过去 PDH 对于较低速率(比如容量为 30 路的传输速率 2 Mb/s)要在容量为 1 920 路的传输速率 140 Mb/s 系统中复接或分接的话,就必须先通过 8 Mb/s 复接,34 Mb/s 复接,然后复接入 140 Mb/s,十分麻烦。SDH 可以把 2 Mb/s 直接复接入(或分接)140 Mb/s,而不必逐级进行。它简化了复接、分接技术,上下电路方便,大大提高了通信网的灵活性和可靠性。

- 确定了全世界通用的光接口标准。这样就使得不同厂家生产的设备可以按统一的接口标准互通使用,大大节省了网络的成本。

- 在传输的码型中,安排了较多的富余比特,供网路中管理控制之用,使网路中检测故障,监测传输性能等能力大大加强。

1.2.2 交换网

自 Alexander Graham Bell 于 1870 年发明电话后,为有效地连接日益增多的电话用户,电话交换网应运而生。它经历了人工交换,机电式自动交换系统以及数字程控系统发展过程,但电路交换的原理一直未变。

电路交换网络可以连接千千万万条信道,这些信道可以是单个的二线制或四线制电路,也可以是模拟频分多路复用信道,或者是数字时分多路复用信道。它们可以直接与交换机连接,也可以通过适配器、多路调制器、信号分离器及其他专门设备与交换机连接。交换技术中,电子交换主要有两类:空分和时分。

随着计算机的普及,电话网通过使用 Modem 来进行计算机数据传输及数据信息交换,随之产生了公用数据网,其典型的代表是 X.25 分组交换网,它是基于包交换的一种技术,具有传输可靠性高的优点。分组交换机将要传送的数据按一定长度分割成若干个数据段,这些数据段叫做“分组”(或称包)。传输过程中,需在每个分组前加上控制信息和地址标识(即分组头),然后在网络中以“存储—转发”的方式进行传送。到了目的地,交换机将分组头去掉,将分割的数据段按顺序装好,还原成发送端的文件交给接收端用户,这一过程称为分组交换。进行分组交换的通信网称为分组交换网。

分组交换网具有如下的特点:

- 信息传输质量高

分组交换方式具有很强的差错控制功能,它不仅在节点交换机之间传输分组时采取差错校验与重发功能,而且对于某些具有装拆分组功能的终端,在用户线上也同样可以进行差错控制,因而使分组在网内传送中出错率大大降低。在传输电路的误码率在 1×10^{-5} 的情况下,

分组网内全程的误码率在 1×10^{-10} 以下。由此可见分组交换可使传输质量大大提高。

● 网络可靠性高

在分组交换网中,“分组”在网络中传送时的路由选择是采取动态路由算法,即每个分组可以自由选择传送途径,由交换机计算出一个最佳路径。由于分组交换机至少与另外两个交换机相连接,因此当网内某一交换机或中继线发生故障时,分组能自动避开故障地点,选择另一条迂回路由传输,不会造成通信中断。

● 便于不同类型终端间的相互通信

分组交换网对传送的数据能够进行存储转发,使不同速率的终端可以互相通信。由于分组网以 X.25 协议提供标准接口,因此凡是不符合此协议的设备进入网络,网络都提供协议转换功能,使不同码型、不同协议的终端能互相通信。

● 信息传输时延小

由于以分组为单位在网络中进行存储转发比以报文为单位进行存储转发的报文交换时延要小得多,因此能满足会话型通信对实时性的要求。

● 线路利用率高

在分组交换中,由于采用了“虚电路”技术,使得在一条物理线路上可同时提供多条信息通路,即实现了线路的统计时分复用,这是其他网络所无法做到的。

● 经济性能好

分组交换的传输费用与距离无关,不论用户是在同城使用,还是跨省使用,均按同一个单价来计算。所需费用仅与使用的时间及传输的信息量有关。因此,分组网为用户提供了经济实惠的信息传输手段。

分组交换的演变可以在 ITU-T 看到,在 NISDN 的第一阶段,ITU-T 曾经计划以实用的方法支持 B/D 信道上的 X.25 分组交换。

ITU-T 还设想了一种替代方法作为 NISDN 的下一代分组交换,这种方式叫做帧中继和帧交换。这种方式比 X.25 功能少,并由于链路质量提高而成为可能。因为在节点实现的功能较少,有可能达到较高的吞吐量。

在表 1-2 中描述了 3 代不同分组交换系统的功能。

表 1-2 3 代分组交换的功能差异

功 能	X.25	帧交换	帧中继
帧边界识别(标志)	有	有	有
比特透明性(比特填充)	有	有	有
CRC 检查/生成	有	有	有
差错控制(ARQ)	有	有	
流量控制	有	有	
逻辑信道复用	有		

分组交换网提供两种类型的基本业务:交换型虚电路(SVC)和永久型虚电路(PVC)。交换型虚电路在用户通信时,通过呼叫建立虚电路,通信结束后释放该电路。交换型虚电路使用灵活,每次均可以与不同的用户建立通信电路,适于多点通信、数据传输量较少的用户。永久型虚电路类似固定专线,两个用户终端之间的虚电路固定连接,不需要建立和释放虚电路的

过程,适用于通信对象固定、数据传输量大的用户使用。

现在的半导体和光纤技术为 ATM 的快速交换和传输提供了坚实的保障。目前的 CMOS 处理能力已达二三百兆, ECL 可达 $5\sim 10\text{ Gb/s}$ 。SDH 和 SONET 技术提供了大容量的可靠传输,目前的 STM-1 标准为 155.52 Mb/s 。

ATM(Asynchronous Transfer Mode)顾名思义就是异步传输模式,是国际电信联盟 ITU-T 制定的标准。实际上在 20 世纪 80 年代中期,人们就已经开始进行快速分组交换的实验,建立了多种命名不相同的模型。欧洲重在图像通信,把相应的技术称为异步时分复用(ATD);美国重在高速数据通信,把相应的技术称为快速分组交换(FPS)。国际电联经过协调研究,于 1988 年正式命名为 Asynchronous Transfer Mode(ATM)技术,推荐其为宽带综合业务数据网 B-ISDN 的信息传输模式。

ATM 能够以非常快的速度传输各种各样的信息,它采用的方法是将数据划分为多个等大小的信元,并给这些信元附上一个信元头,以保证每一个信元能够发送到目的地去。这种 ATM 信元结构能够传输声音、视频以及数据。由于 ATM 是一个基于交换的技术,所以它能够很容易地伸缩。当通信负载增加或者网络迅速扩大时,只要给网络添加更多的 ATM 交换机即可。ATM 物理链接对许多电缆类型都能够进行操作,包括类型 3、4 和 5 类 UTP、STP 同轴电缆,以及多模和单模的光纤。可用的 ATM 传输速度是 25 Mb/s 、 51 Mb/s 、 155 Mb/s 、 622 Mb/s 、 1.2 Gb/s 以及 2.4 Gb/s 。比较低的速度, 622 Mb/s 及以下,用于 LAN 应用,而 622 Mb/s 以上的速度是用于 WAN 的。U.S. 和国际供应商已经能够保证相同的可操作性,而不管谁制造了 ATM 设备,这使得 ATM 对于全球的 WAN 应用都是适用的。

1.2.3 接入技术

接入网技术一直被人们视为信息高速公路的最后一公里。接入网的宽带化已成为电信网中必须尽快妥善解决的“瓶颈”,已成了未来国家信息基础设施(NII)的发展重点。其市场之大,前所未有,吸引了制造商、运营公司和业务提供者的注意。同时其对管制、技术、业务和成本的高度敏感性也往往使人困惑和却步。简言之,谁能妥善地解决好接入网问题,谁就能在未来的市场竞争中赢得主动。

为了提高接入网的接入带宽和改善接入网的传输性能,世界上各电信设备制造厂商已经研究并开发了利用各种传输媒质和先进数字信号处理技术的多种高速接入技术。总的来看,这些宽带接入技术可以分为有线接入和无线接入。随着无线技术的发展,宽带无线接入技术已经成为一种新的不可忽视的宽带接入发展趋势。对有线接入技术而言,根据传输媒质的不同,宽带有线接入技术可以分为铜线接入技术和光纤接入技术两大类。

在众多的接入技术中,以下这些技术目前呈现比较好的发展态势。

● xDSL(数字用户环路)技术

它是充分利用现有的双绞线、铜缆网提供宽带接入业务的技术。在这类技术中,目前被看好的是 ADSL 技术以及它的简化版本 G.lite。ADSL 技术最高下行信道速率能达到 8 Mb/s ,使用户享受到语音、数据和图像的高速传输。ADSL 所支持的主要业务是因特网和电话,其次才是视频点播业务。ADSL 的劣势之一在于传输距离短、对线对的要求苛刻。例如,有关专家测算,目前上海的双绞线只有不到 10% 的线对可以开 ADSL。简化的 ADSL 技术,对线对的