



现代IP技术丛书

MODERN IP TECHNOLOGY

宽带IP接入技术

韩永魁 袁长海 方 坤 马元琛 胡 旻 编著
李 星 审



04

人民邮电出版社

POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

现代 IP 技术丛书

TN915.04
H158

宽带 IP 接入技术

韩永魁 袁长海 方 坤 马元琛 胡 昕 编著

李 星 审

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

宽带 IP 接入技术 / 韩永魁, 袁长海, 方坤编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003.1
(现代 IP 技术丛书)
ISBN 7-115-10825-0

I. 宽… II. ①韩… ②袁… ③方… III. 宽带通信系统—接入网—通信技术
IV. TN915.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 097695 号

内 容 提 要

本书系统而全面地介绍了宽带 IP 接入网的技术基础、系统结构、组网方式、实际应用以及未来的发展。

全书共分 7 章。第 1 章介绍 IP 网络宽带接入技术的发展现状和分类等。第 2 章介绍吉比特以太网接入技术。第 3 章介绍 DSL 技术, 包括技术基础、ADSL、HDSL 和 VDSL 技术等。第 4 章介绍混合光纤同轴网 (HFC) 技术, 这是利用现有的有线电视网发展起来的宽带接入方式。第 5 章介绍宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 技术。第 6 章介绍无线 IP 接入技术。第 7 章介绍智能小区技术等, 对宽带网络在未来的小区中的应用进行了详细的阐述。

本书内容翔实, 材料丰富, 反映国际上宽带网络接入技术的最新进展, 并结合我国宽带网络发展的特点进行了阐述, 可供电信业与计算机工程业的工程技术人员和管理人员阅读。

现代 IP 技术丛书

宽带 IP 接入技术

◆ 编 著 韩永魁 袁长海 方 坤 马元琛 胡 旂
审 李 星

责任编辑 陈万寿

◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129258

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 15.25

字数: 362 千字

2003 年 1 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2003 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10825-0/TN · 1958

定价: 27.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

序 言

Internet 作为计算机技术和通信技术融合的产物,近年来获得了快速的发展。其前身——最初的 ARPANET 仅有几个节点,现在的 Internet 则遍及全世界,主机数目超过千万。早期的 Internet 仅仅是作为学术研究的工具服务于少数研究人员,随着时间的推移,现在的 Internet 已经成为现代社会一种重要的信息网络,成为国家信息基础设施之一。特别是在上个世纪 90 年代实现商业化之后,Internet 进入了高速发展时期,网络规模日益扩大,网络技术迅猛发展,新的网络应用不断涌现,诸如电子商务、远程教育、远程医疗、电子图书馆、虚拟现实、网络多媒体等,有的已经从梦想变成为现实,有的正逐渐发展起来。

随着 Internet 的发展特别是各种宽带业务的发展,广大用户对带宽的需求急剧增长,这就要求网络基础设施具有更强的传输能力和节点处理能力。传统的窄带网络已不能适应用户需要,这就为宽带网络展现了广阔的发展空间。Internet 的发展要解决的另一个难点就是“最后 1 公里”问题(有的文献称之为“最后 1 英里”问题),即接入网的建设问题。不解决好这一问题,Internet 的用户群体就难以进一步扩大,从而制约 Internet 的发展。正是在此背景下,宽带接入网技术得到了普遍的关注,近年来获得了快速发展。

本书介绍了宽带 IP 接入网的技术基础、系统结构、组网方式和实际应用,并对未来的发展方向作了简要的分析与展望。对于当前几种主要的宽带接入网组网技术,包括吉比特以太网、数字用户线(xDSL)技术、混合光纤同轴网(HFC)技术、宽带综合业务数字网(B-ISDN)技术、无线 IP 接入技术等,本书都作了介绍,可供相关专业的网络技术人员与管理人员参考。

李 星

前 言

Internet 自从 20 世纪 90 年代以来,网络规模、用户数量、业务量以及新的网络应用都以惊人的速度进行发展。和电信市场的增长相比较,以 Internet 为核心的数据业务量以相对高得多的速度增长,并成为世界经济新的增长点。随着 Internet 的飞速发展,用户数目成倍增长,各种多媒体等在网络中迅速普及,对于网络带宽的需求也越来越大。为了满足用户不断增长的需求,各种宽带网络技术如雨后春笋般的不断涌现,例如 xDSL(数字用户线路)、LMDS(本地多点分配系统)、宽带卫星专线接入、HFC(Cable Modem)、光纤以太网等。

在我国,调查显示,到 2003 年全国 Internet 用户预计将达到 7000 万。一方面是我国的网民人数正以几何级数在增长着,另一方面却是 Internet 本身越来越无法满足日益增多的网民们的需求。根据 CNNIC 的调查报告,我国有 42.7%的用户认为当前互联网最令人不满意的地方是“速度太慢”,带宽无疑已成为制约我国因特网高速发展的一个瓶颈,宽带建设刻不容缓。随着我国宽带接入市场的迅速发展扩大,宽带 IP 网络接入技术近来也成为人们关注的焦点。

当前宽带接入技术主要包括如下几种:

1. xDSL(数字用户线路)

ADSL 技术利用现有的电话铜双绞线,可以为用户提供独享的不对称数字信号速率。适用于办公大楼、宽带信息化小区及普通家庭用户。ADSL 是当前运营商快速抢占宽带接入市场的主要手段,和 IP LAN 方式相比,在宽带 IP 城域网部署尚待完善的情况下,ADSL 比以太网方式更易成为当前企业的解决方案。

2. 本地无线接入(如 LMDS)

LMDS 是固定接入网的重要补充,我国目前正在加快设备、网络建设标准和频段划分的研究。由于 LMDS 技术的特性和优势,它将成为电信运营公司接入方式的重要组成部分。

3. 宽带卫星专线接入

卫星接入可靠、方便,已经成为互联网接入方式的一种选择,正逐步被企业和用户看好。

4. HFC 基于有线电视 CATV 网络接入技术的光纤/同轴电缆混合网

目前,广电系统光缆网络已经超过 40 万公里,全国有线电视用户已经达 9000 万户以上。如果成立独立的网络管理公司,加速广电接入网双向改造,以便于服务的推广、成本的节约和资源的整合,就可以在时机成熟时进入宽带接入市场。

5. 以太网接入方式

我国用户比较集中,同时距离较小,使以太网接入方式得到发展的空间。当前以太网接入方式可提供 10Mbit/s、100Mbit/s、1000Mbit/s 高速访问速率,通过双绞线、光纤入户、光纤到楼(小区,5 类线入户)、无线接入(WLL)等方式到达用户。以太网接入技术借用了以

太网的帧结构和接口，网络结构和工作原理都不同于以太网。以太网除了提供高速接入外，还有强大的网管功能和计费功能。造价也比较低廉。

全书共分 7 章，各章内容简单介绍如下：

第 1 章为 IP 网络接入技术概述，包括技术背景、基础知识等。

第 2 章为吉比特以太网技术，包括以太网的发展、全双工以太网、以太网的流量控制、以太网的自动配置、吉比特以太网标准简介、吉比特以太网技术概述、吉比特以太网的物理层技术、媒体访问控制、吉比特以太网设备、吉比特以太网的应用，以及虚拟局域网技术等。

第 3 章为 DSL 技术，包括 DSL 技术基础、ADSL 技术、HDSL 技术、VDSL 技术。

第 4 章为混合光纤同轴网技术，包括混合光纤同轴网技术简介、混合光纤同轴网系统结构、传输方式、频谱分配、调制与多点接入、混合光纤同轴网技术的特点和应用等。

第 5 章为宽带综合业务数字网技术，包括宽带综合业务数字网技术基础、宽带综合业务数字网中的网络管理和流量控制、宽带综合业务数字网互联技术、宽带综合业务数字网的应用。

第 6 章为无线 IP 接入技术，包括无线接入概念、移动电话网无线接入技术、无线局域网技术、宽带无线接入系统等。

第 7 章为智能小区技术，包括智能小区的定义、功能特性、智能小区的系统构成，以及发展前景等。

参加本书编写工作的有韩永魁、袁长海、方坤、马元琛、胡斯等。本书的第 1、4、7 章由袁长海编写；第 2 章由韩永魁编写；第 3 章由马元琛编写；第 5 章由方坤编写；第 6 章由胡斯编写。全书由李星教授审校。

书中疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

作者

目 录

第 1 章 IP 网络接入技术基础知识	1
1.1 IP 网络技术	1
1.1.1 IP 网络技术的发展	1
1.1.2 IP 网络的体系结构	3
1.1.3 宽带 IP 网络技术	5
1.2 接入网概述	7
1.2.1 接入网技术的发展	7
1.2.2 接入网技术的基本概念	8
1.2.3 接入网技术的分层	10
1.2.4 接入网技术的拓扑结构	10
1.3 接入网技术分类	14
1.3.1 有线接入	14
1.3.2 无线接入	23
1.3.3 有线无线混合接入	26
小结	27
参考文献	27
第 2 章 吉比特以太网	28
2.1 以太网概述	28
2.1.1 以太网的发展	28
2.1.2 以太网技术基础	29
2.2 全双工以太网	30
2.2.1 实现全双工的必要因素	30
2.2.2 全双工以太网	31
2.2.3 全双工操作的意义	33
2.2.4 全双工的应用环境	34
2.2.5 全双工模式在吉比特以太网中的应用	35
2.3 以太网流量控制	36
2.3.1 以太网流量控制需求	36
2.3.2 MAC 控制	39
2.3.3 流量控制的实现	40
2.3.4 流量控制的对称性	41

2.4	自动配置	42
2.4.1	产生自动配置的原因	42
2.4.2	UTP 系统上的自动协商	43
2.4.3	自动协商范围	44
2.4.4	自动协商原理	44
2.4.5	自动协商操作	45
2.4.6	光纤上的自动协商	46
2.5	吉比特以太网标准	47
2.5.1	吉比特以太网标准历史回顾	47
2.5.2	快速以太网和 IEEE802.3u 标准	48
2.5.3	IEEE802.3z 介绍	49
2.5.4	IEEE802.3ab 介绍	51
2.6	吉比特以太网技术	52
2.6.1	体系结构	52
2.6.2	高层软件和接口	53
2.6.3	MAC 操作和流量控制	53
2.6.4	信号编码	54
2.6.5	物理介质和信令	55
2.6.6	拓扑结构	56
2.6.7	介质无关接口	57
2.6.8	自动协商	57
2.7	物理层技术	58
2.7.1	物理层体系结构	58
2.7.2	块编码和线路编码	59
2.7.3	1000Base-X 的块编码和线路编码	61
2.7.4	1000Base-X 的物理层接口和物理介质	64
2.7.5	1000Base-X 的自动配置	68
2.7.6	1000Base-T	70
2.7.7	物理层设计准则	72
2.8	介质访问控制	73
2.8.1	以太网是 CSMA/CD	74
2.8.2	为什么使用 MAC	74
2.8.3	半双工 MAC	75
2.8.4	半双工以太网 MAC 操作	75
2.8.5	半双工操作的限制	76
2.8.6	载波扩展	78
2.8.7	帧突发	79
2.8.8	吉比特以太网半双工操作参数	81
2.8.9	全双工 MAC	83

2.8.10	半双工和全双工吉比特以太网的基本原理和目标应用	84
2.9	吉比特以太网设备	86
2.9.1	集线器	86
2.9.2	网桥	87
2.9.3	交换机	88
2.9.4	路由器	90
2.9.5	桥式路由器	92
2.10	虚拟局域网 (VLAN) 技术	92
2.10.1	VLAN 简介	92
2.10.2	常用 VLAN 技术	93
2.10.3	基于端口的 VLAN	93
2.10.4	由 MAC 地址组合的 VLAN	93
2.10.5	基于协议的 VLAN	94
2.10.6	基于 IP 的 VLAN	94
2.10.7	混合型 VLAN	96
2.10.8	基于策略的 VLAN	96
2.10.9	VLAN 的应用	98
2.11	吉比特以太网的应用	98
2.11.1	局域网互联	98
	小结	101
	参考文献	102

第 3 章 DSL 技术 103

3.1	DSL 技术基础	103
3.1.1	铜线接入技术介绍	103
3.1.2	DSL 结构简介	106
3.1.3	xDSL 系列	107
3.2	DSL 体系结构	108
3.2.1	ADSL 技术概述	108
3.2.2	ADSL 系统参考模型	109
3.2.3	ADSL 传输方式	112
3.2.4	ADSL 调制方案	114
3.2.5	ADSL 帧结构	116
3.2.6	ADSL 实现宽带接入	118
3.2.7	ADSL 的现状	121
3.3	HDSL 技术	122
3.3.1	概述	122
3.3.2	HDSL 体系结构	122
3.3.3	HDSL 帧结构	124

3.3.4	调制方案	126
3.3.5	HDSL 技术当前状况	127
3.3.6	HDSL 的应用	128
3.4	VDSL 技术	128
3.4.1	概述	128
3.4.2	VDSL 标准概况	129
3.4.3	VDSL 技术当前状况	130
3.4.4	VDSL 的应用	135
	小结	135
	参考文献	135

第 4 章 混合光纤同轴网 (HFC) 137

4.1	HFC 技术简介	138
4.1.1	HFC 技术的提出	138
4.1.2	传输介质	139
4.1.3	HFC 的分类	140
4.1.4	HFC 技术的发展	141
4.1.5	计算机通信网络和 HFC 网络的区别	142
4.2	HFC 系统结构	143
4.2.1	服务区的概念	144
4.2.2	馈线网	144
4.2.3	配线网	144
4.2.4	用户引入线	145
4.2.5	网络组成	145
4.2.6	用户终端	146
4.2.7	宽带上网原理	146
4.3	HFC 传输方式	147
4.3.1	共纤方式	147
4.3.2	分纤方式	148
4.4	HFC 频谱分配	149
4.5	调制与多点接入	150
4.5.1	频分复用的 (FDM) 调制方式	151
4.5.2	副载波调制方式	151
4.5.3	HFC 对信号的调制方式	152
4.5.4	HFC 的多点接入	152
4.6	标准化工作	153
4.6.1	CableLabs 的 HFC 网络结构	153
4.6.2	IEEE802.14 参考模型	154
4.6.3	住宅宽带参考配置模型	154

4.6.4	DAVIC 的 HFC 参考模型	155
4.6.5	标准的协调性工作	155
4.7	HFC 的特点与应用	155
4.7.1	HFC 技术特点	155
4.7.2	业务支持能力	157
4.7.3	典型 HFC 系统介绍	158
	小结	162
	参考文献	162
第 5 章	宽带综合业务数字网 B-ISDN	163
5.1	B-ISDN 简介	163
5.1.1	综合业务数字网 (ISDN)	163
5.1.2	B-ISDN 的产生	166
5.2	B-ISDN 业务	167
5.2.1	B-ISDN 业务的分类	167
5.2.2	B-ISDN 业务的网络特性	168
5.3	B-ISDN 协议参考模型	170
5.3.1	物理层	171
5.3.2	ATM 层	172
5.3.3	AAL 层	172
5.4	B-ISDN 信令	174
5.4.1	B-ISDN 信令简介	174
5.4.2	B-ISDN 信令类型	174
5.4.3	B-ISDN 信令通路	175
5.4.4	B-ISDN 信令能力	175
5.4.5	B-ISDN 信令传送	176
5.5	B-ISDN 网络管理与流量控制	177
5.5.1	网络管理	177
5.5.2	流量控制	180
	小结	182
	参考文献	183
第 6 章	无线接入技术	184
6.1	无线接入技术概述	184
6.2	LMDS	184
6.2.1	LMDS 的发展及现状	185
6.2.2	频率分配	186
6.2.3	系统描述	187
6.2.4	LMDS 多址访问方法、调制方法	187

6.2.5	LMDs 系统的 MAC 协议	188
6.2.6	LMDs 小结	190
6.3	IEEE 802.11 系列协议	190
6.3.1	IEEE 802.11 简介及发展	191
6.3.2	IEEE 802.11 的组网结构	192
6.3.3	IEEE 802.11 系列协议的物理层协议	192
6.3.4	IEEE 802.11 系列协议的 MAC 层	194
6.3.5	IEEE 802.11 的安全性	196
6.3.6	漫游管理和移动接入	197
6.3.7	IEEE802.11 小结	197
6.4	蓝牙技术	197
6.4.1	概述	197
6.4.2	蓝牙的系统结构	198
6.4.3	蓝牙协议栈	199
6.4.4	蓝牙的使用模型和协议	202
6.4.5	蓝牙技术与其他技术的比较	203
6.4.6	蓝牙技术的优势	203
6.4.7	蓝牙小结	204
	参考文献	204

第 7 章	智能小区	205
7.1	智能住宅与智能小区的定义	205
7.1.1	智能住宅的定义	205
7.1.2	智能小区的定义	205
7.1.3	智能小区的发展情况	205
7.2	智能小区的系统构成	207
7.2.1	智能小区的功能和特性	207
7.2.2	智能小区各系统分述	209
7.3	智能小区的网络技术与总线技术	217
7.3.1	有线接入技术概览	217
7.3.2	无线接入网络	219
7.3.3	智能小区网络组建技术	220
7.3.4	综合布线设计	223
7.4	智能小区解决方案	224
7.5	智能小区需要注意和解决的问题	228
	小结	229
	参考文献	229

第 1 章 IP 网络接入技术基础知识

1.1 IP 网络技术

1.1.1 IP 网络技术的发展

1. TCP/IP 的历史

20 世纪 70 年代中期, 美国 ARPA (Advanced Research Project Agency, 即 DARPA-Defense Advanced Research Project Agency 的前身) 为了实现异种网之间的互联与互通, 大力资助网间网技术的开发, 于 1977 年到 1979 年间推出目前形式的 TCP/IP 体系结构各协议规范。

到了 1979 年, 越来越多的研究开发人员投入 TCP/IP 的研究开发之中, 于是 DARPA 组织 Internet 控制与配置委员会 (ICCB, Internet Control and Configuration Board) 以协调各方面的工作。

1980 年前后, DARPA TCP/IP 开始将 ARPANET 上的所有机器转向 TCP/IP 协议, 并以 ARPANET 为主干建立 Internet。

1983 年, ARPANET 向 TCP/IP 的转换全部结束。ARPANET 被分成独立的两部分: 一部分仍叫 ARPANET, 用于进一步的研究工作; 另一部分稍大一些, 成为著名的 MILNET, 用于军方的非机密通信。

为了推广 TCP/IP 协议, DARPA 以低价出售 TCP/IP, 并通过资助 BBN (Bolt Beranek and Newman, Inc.) 实现用于其 UNIX 的 TCP/IP, 还通过资助伯克利加州大学, 将 TCP/IP 融入 BS-DUNIX, 并促成 TCP/IP 与当时多数大学中流行的 BS-DUNIX 结合。1983 年, 伯克利推出内含 TCP/IP 的第一个 BSDUNIX, 该协议软件可谓生逢其时, 因为当时许多大学的院系正缺乏一种急需的联网手段, 以建立各自的局域网。

出于对计算机网络科学研究重要意义的重视, 以及对 TCP/IP 技术的信心, 美国国家科学基金会 (NSF, National Scientific Foundation) 于 1985 年开始涉足 TCP/IP 的研究开发, 并逐步成为其中一个重要角色。NSF 首先围绕 6 个超级计算机中心建立了基于 TCP/IP 的访问网 (Access Network), 并于 1986 年资助建立远程主干网 NSFNET。NSFNET 联通 NSF 的全部超级计算机中心并与 ARPANET 相联。1986 年, NSF 赞助了许多地区网 (Regional Network) 的建设, 使全美主要的科研机构联入 NSFNET。NSF 资助的所有网络均采用 TCP/IP, 而且是 Internet 的一部分。目前 NSFNET 已经代替 ARPANET, 成为 Internet 新的主干。

到今天, TCP/IP 技术以及 Internet 网间网已经为广大计算机工作者、计算机厂商和计算

机用户所接受,成为许多人工作环境的一部分。据统计,到 1990 年,Internet 已包含遍布欧美的 5 千个活动网络,超过 30 万台计算机。作为一种事实上的日益进化的工业标准,TCP/IP 技术正以不可阻挡之势向前发展。

2. 传统通信网络

传统的电信网络的基础是时分复用的电路交换技术,其结构主要由多段点到点的 PCM 数字传输链路和节点的时分程控交换机组成,数据业务的开展采用 DDN、X.25、Frame Relay (帧中继)等。语音、数据业务均以数字信息的形式在 SDH 骨干网上传输,其中语音业务和基于 DDN 的数据业务占用固定带宽的信道,基于 X.25、Frame Relay 的数据业务则被打包传输共享宽带信道,信道的利用率较高。但是,在节点,语音业务和基于 DDN、X.25、Frame Relay 的数据业务使用各自的交换机进行交换,从而构成了相互独立的语音业务网络和数据业务网络。虽然窄带综合业务数字网(N-ISDN)在单一媒体上实现了语音和低速数据的传输,满足了一部分用户从一个网中同时得到语音和数据通信服务的要求,但是它的带宽有限,最多只能提供 E1 的速率,无法进行高速数据通信和图像、视频信息的传递,提供的功能是有限的,远远不能满足人们日益增长的多媒体通信需求。而能满足实时数据、语音、图像、视频信息传递的 B-ISDN 还处于实验阶段,离大规模的商用还有一定的距离。

目前,CATV 网采用电缆或光缆传输、电缆分配入户技术,带宽达到数百 MHz 甚至更高。它只是一个专门提供电视业务的网络,由于其信号传输是单向的,无法向有线电视用户提供语音业务和数据业务。虽然世界上很多国家在竞相开发双向传输技术,但目前还处于试验阶段。

从以上介绍可知,传统的电话交换网、数据通信网、有线电视网和计算机局域网都是专门为某一种业务设计的,其中某一个网往往不能完全适用于传送其他业务。如 PSTN 不能传送电视信号;CATV 不能传送语音;X.25 网传送语音时,端到端的时延很大,效果不好。业务专门化的一个后果是世界范围内大量的独立网并存,而每一个网都需要单独地设计、施工和维护。由于每一个网的规模都按照一种特定的业务类型来设计,即使一个网络中有空闲的资源,这些资源也不能被其他类型的业务使用,造成了资源的很大浪费。

3. IP 技术

IP 技术是一种非连接的分组/包交换网络技术,它对通信资源的利用率远远高于传统的基于电路交换的通信网技术,通信费用也低得多,其最成功的应用是今天已无处不在的 Internet。

Internet 的基础方法是在低层网络技术与高层应用程序之间增加一个中间层软件,从而将硬件细节抽象化或/和屏蔽掉,向用户提供通用网络服务,这个中间层软件就是 TCP/IP。TCP (传输控制协议)位于传输层,提供端到端通信;IP (Internet 协议)位于网络层。IP 协议的关键是为互联的异种物理网络提供了统一的 IP 地址,从而屏蔽了下层物理网络地址的异性,统一了不同网络的地址,保证了异种网的互通。

传统的电信市场上,竞争十分激烈。特别是世界上许多国家逐步实现了电信市场的开放,既有国内的竞争,又有来自国外的竞争,加之长途电信业务的成本很高,因此人们迫切希望将语音、数据和视频传送综合在一起,实现三网合一,以降低成本,提高设备的利用率。过去,N-ISDN 和 B-ISDN 都试图做到这一点,但最终的结果是局部成功,没有获得商业上的成功。从目前的情况来看,由于 Internet 是交换式网络体系,采用开放式网络结构,利用网

络交换机的概念,采用分组/包交换技术和路由技术,能实现各种网络的无缝连接,并有效地降低了业务成本,因此,IP 技术是实现语音、图像、数据等综合业务的最佳方案。

1.1.2 IP 网络的体系结构

1. 网络的层次体系结构

如前所述,计算机网络在 20 世纪 70 年代迅速发展,特别在 ARPANET 建立以后,世界上许多计算机大公司都先后推出了自己的计算机网络体系结构,例如 IBM 公司的系统网络结构(SNA),DEC 公司的分布式网络结构(DNA)等。但这些网络体系结构具有封闭的特点,它们只适合于本公司的产品连网,其他公司的计算机产品很难入网,这就妨碍了实现异种计算机互连以达到信息交换、资源共享、分布处理和分布应用的要求。客观需求迫使计算机网络体系结构由封闭走向开放式。国际标准化组织 ISO 经过多年努力,于 1984 年提出了“开放系统互连基本参考模型”(ISO/OSI—RM),从此开始了有组织有计划地制定一系列网络国际标准。

2. OSI/RM

ISO 7498 信息处理系统——开放系统互连——基本参考模型(ISO 7498, Information Processing Systems——Open Systems Interconnection——Basic references model)是 OSI 标准中最基本的一个,它从 OSI 体系结构方面规定了开放系统在分层、相应层对等实体的通信、标识符、服务访问点、数据单元、层操作、OSI 管理等方面的基本元素、组成和功能等,并从逻辑上把每个开放系统划分为功能上相对独立的 7 个有序的子系统。所有互连的开放系统中,对应的各子系统结合起来构成开放系统互连基本参考模型中的一层。这样,OSI 体系结构就由功能上相对独立的 7 个层次组成,如图 1.1 所示。

- ① 第 1 层:物理层 PH (Physical);
- ② 第 2 层:数据链路层 DL (Data-link);
- ③ 第 3 层:网络层 N (Network);
- ④ 第 4 层:运输层 T (Transport);
- ⑤ 第 5 层:会话层 S (Session);
- ⑥ 第 6 层:表示层 P (Presentation);
- ⑦ 第 7 层:应用层 A (Application)。

各层功能简介如下:

(1) 物理层:提供相邻设备间的比特流传输。它是利用物理通信介质,为上一层(数据链路层)提供一个物理连接,通过物理连接透明地传输比特流。

(2) 数据链路层:负责在两个相邻的节点间的线路上无差错地传送以帧为单位的数据,每一帧包括一定的数据和必要的控制信息,在接收点接收到数据出错时要通知发送方重发,直到这一帧无误地到达接收节点。

(3) 网络层:网络中通信的两个计算机之间可能要经过许多个节点和链路,还可能经过几个通信子网。网络层数据的传送单位是分组(Packet),网络层的任务就是要选择合适的路由,使发送站的运输层发下来的分组能够正确无误地按照地址找到目的站并交付给目的站的运输层,这就是网络层的寻址功能。

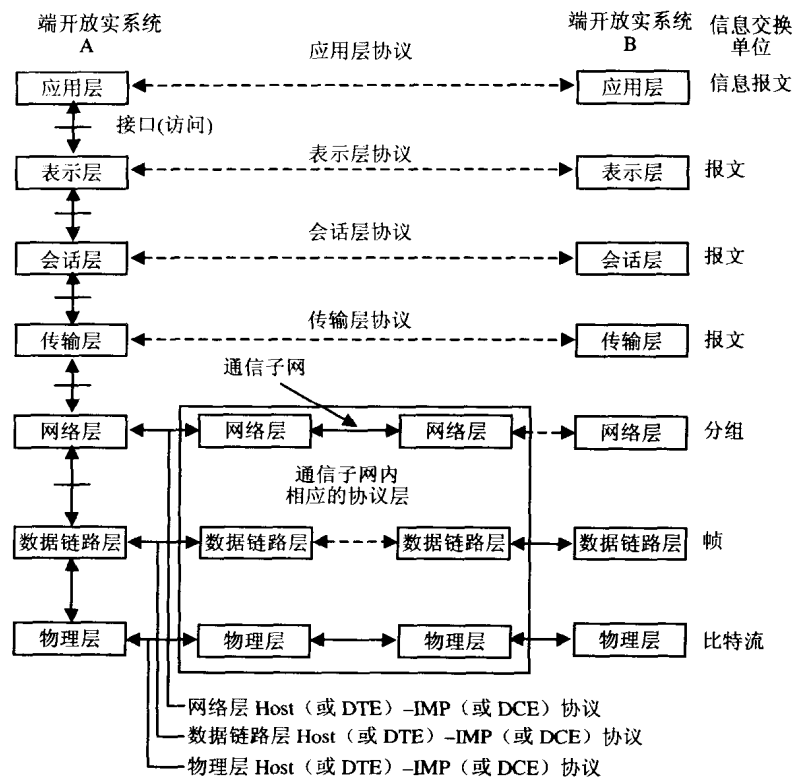


图 1.1 OSI 参考模型

(4) 运输层：其任务是根据通信子网的特性最佳地利用网络资源，并以可靠和经济的方式为两个端系统的会话层之间建立一条运输连接，透明地传输报文。运输层向上一层提供可靠的端到端的服务，使会话层不知道运输层以下的数据通信的细节。

(5) 会话层：会话层虽然不参与具体的数据传输，但它对数据进行管理，它向互相合作的表示进程之间提供一套会话设施，组织和同步它们的会话活动，并管理它们的数据交换过程。

(6) 表示层：提供端到端的信息传输。处理的是 OSI 系统之间用户信息的表示问题。对传送的信息加密解密也是表示层的任务之一。

(7) 应用层：应用层是 OSI 参考模型的最高层，应用层确定进程之间通信的性质以满足用户的需要；负责用户信息的语义表示，并在两个通信者之间进行语义匹配，就是说应用层不仅要提供应用进程所需要的信息交换和远程操作，而且还要作为互相作用的应用进程的用户代理 (User Agent)，来完成一些为进行语义上有意义的信息交换所必需的功能。

3. TCP/IP 的体系结构模型

图 1.2 所示为 TCP/IP 的体系结构模型。

网络接口层：提供 IP 数据包的发送和接收。

网络层：提供计算机间的分组传输。主要功能为：(1) 高层数据的分组生成；(2) 底层数据包的分组组装；(3) 处理路由、流控、拥塞等问题。

传输层：提供应用程序间的通信。主要功能为：(1) 格式化信息流；(2) 提供可靠传输。

应用层：提供常用的应用程序。

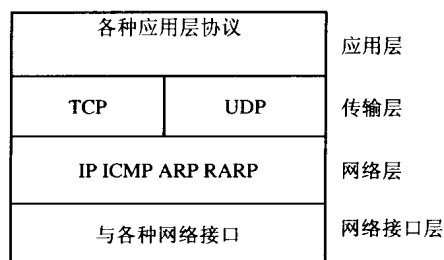


图 1.2 TCP/IP 体系结构

1.1.3 宽带 IP 网络技术

所谓宽带 IP 网就是一个运行实时业务时能保证服务质量 (QoS) 的 IP 网。各种宽带多媒体业务可以直接在宽带 IP 网上运行, 这种宽带 IP 网将是一个真正的综合业务网, 它可以提供数据、语音、视频综合传输业务, 可以成为企、事业单位宽带接入因特网的手段。

为了适应数据通信网, 尤其是 Internet 急剧增长的业务需求以及解决随之而生的网络拥塞、时延和服务质量等问题, 各种宽带 IP 网技术如 IP over ATM、IP over SDH/ SONET、IP over WDM/ Optical 等应运而生, 成为未来 Internet 技术、多媒体技术的竞争焦点, 同时也成为业界关注的热点。

1. IP over ATM

IP over ATM 技术的方式是, 它只对数据流的第一个数据包进行路由地址处理, 按路由转发, 随后按已计算的路由在 ATM 网上建立虚电路 (VC), 数据包沿 VC 以直通 (Cut-Through) 方式进行传输, 不再经过路由器, 从而将数据包的转发速度提高到第 2 层交换的速度, IP over ATM 的分层模型如图 1.3 所示。

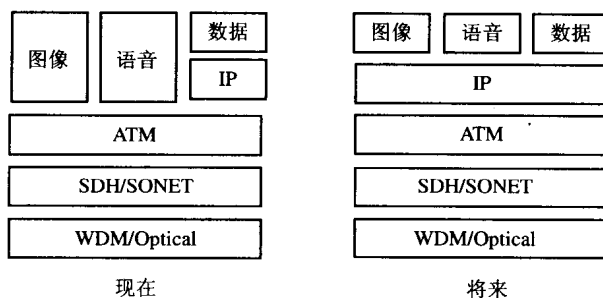


图 1.3 IP over ATM 分层模型

IP over ATM 可利用 ATM 的 QoS 特性, 保证网络的服务质量, 适用于多种业务, 有很好的扩充性能, 用户可以在任何一条链路上放入所需的容量, 有良好的网络流量管理和拥塞控制性能, 适用于一般的 IP 骨干网和超大型 IP 骨干网边缘多业务的接续。IP over ATM 的不足是: IP 数据包需映射成 ATM 信元, 由此形成的传输开销 (即信元税, Cell tax) 约占 20%~30%, 传输效率低; 需要解决 IP 地址与 ATM 地址多重映射的矛盾, 以及 IP 网络的非连接特性与 ATM 面向连接特性之间的矛盾, 网络管理比较复杂, 不太适用于超大型 IP 骨干网。