

普通高等教育“十一五”国家级规划教材



网络技术

凌传繁 杨 波



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

网络技术

凌传繁 杨 波

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书围绕高等职业教育的培养目标,依照高等职业教育的特点,结合作者长期的教学和科研实践经验,全面系统地讲述了网络技术的基本理论和实践知识。本书对网络基础理论知识的讲解力求做到清晰简明,绘制了大量图形和表格使理论知识形象化、具体化;对实践知识和技能的培养注重案例教学,对实践训练中的案例进行了精心的设计。

全书共9章,内容包括计算机网络概述、物理层与数据通信基础、数据链路层、局域网、广域网、网络层与网络互联、传输层、应用层与Internet的应用、网络安全与网络管理技术,各章均有相应的实践训练,理论与实践的篇幅比例大致为2:1。这些内容基本上囊括了目前网络技术的主要基础知识和基本技能,具有很强的实用性和可操作性。本书各章均配有习题,方便读者及时巩固所学知识。

本书可作为应用性、技能型人才培养的各类教育计算机网络技术相关专业的教学用书,也可供各类培训、计算机从业人员和爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

网络技术/凌传繁,杨波.—北京:高等教育出版社,
2007.12

ISBN 978 - 7 - 04 - 022722 - 2

I.网… II.①凌…②杨… III.计算机网络 -
高等学校:技术学校 - 教材 IV.TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第162165号

策划编辑 严亮 责任编辑 萧潇 封面设计 张楠 责任绘图 朱静
版式设计 王艳红 责任校对 刘莉 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社

社址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100011

总机 010 - 58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司

印刷 北京奥鑫印刷厂

开本 787×1092 1/16

印张 23

字数 560 000

购书热线 010 - 58581118

免费咨询 800 - 810 - 0598

网址 <http://www.hep.edu.cn>

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

网上订购 <http://www.landaco.com>

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

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2007年12月第1版

印次 2007年12月第1次印刷

定价 28.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22722 - 00

前 言

计算机网络技术是当今发展最迅猛的领域之一,其中的新理论、新方法、新技术、新产品不断涌现,极大地推动了社会信息化的发展进程,彻底改变了人们的工作和生活方式,改变了政府部门和企事业单位的管理、运营和服务方式。掌握网络技术的基础知识和应用能力成为各类院校学生的迫切要求,同时网络技术的迅猛发展也对网络教材的编写提出了新的要求。

目前,计算机网络正朝着高速化、交换式、易集成的方向发展。由于10 Mbps以太网等传统网络的传输速率低,越来越难以满足高档桌面系统及多媒体应用对网络带宽的需求。因此,100 Mbps的快速以太网、1 000 Mbps的高速以太网和10 Gbps以太网,以及交换式网络、虚拟局域网和无线局域网等技术和产品应运而生,它们不仅能提供很高的传输速率,而且通过交换和互连技术可以将多种网络集成起来,组成一个分层结构的网络环境。网络所支持的传输介质也从同轴电缆和双绞线进一步发展到光缆和无线。网络互连设备的新技术应用同样引人注目,为网络的畅通提供了高效可靠的平台。网络操作系统日益成熟,网络数据库技术走向实用,为电子商务、电子政务的发展奠定了基础。

本书围绕高等职业教育的培养目标,依照高等职业教育的特点,结合作者长期的网络课程教学和科研实践经验,强调理论与应用相结合,注意合理取材和安排,力求突出重点、讲究实效,注重培养学生的网络实际应用能力,全面系统地讲述了网络技术的基础理论和实践知识。本书对网络基础理论知识的讲解力求做到清晰简明,绘制了大量图形和表格使理论知识形象化、具体化;对实践知识和技能的培养注重案例教学,对实践训练中的案例进行了精心的设计。

全书共9章,内容包括计算机网络概述、物理层与数据通信基础、数据链路层、局域网、广域网、网络层与网络互连、传输层、应用层与Internet的应用、网络安全与网络管理技术,各章均有相应的实践训练,理论与实践的篇幅比例大致为2:1。这些内容基本上囊括了目前网络技术的主要基础知识和基本技能,具有很强的实用性和可操作性。本书各章均配有习题,方便读者及时巩固所学知识。

本书由凌传繁、杨波合编,全书各章的实践训练部分由杨波执笔,其余部分由凌传繁执笔,最后由凌传繁负责统稿。

在本书的编写和出版过程中,得到了高等教育出版社和江西财经大学的大力支持,特别是得到了江西财经大学信息管理学院的领导和同仁们的诸多帮助和建议;许顺斗教授审阅了全书并提出了许多宝贵的意见和建议。在此,编者谨向他们表示衷心的感谢。由于时间紧迫以及编者水平有限,书中难免有错误和不足之处,敬请专家和读者批评指教。

编 者

2007年8月

开始之前

计算机网络特别是 Internet 的产生和发展在现代科学技术史上具有划时代的意义,它彻底改变了人们的工作和生活方式,改变了企事业单位的运营和管理方式。人们可以在网上进行电子商务,召开网络会议,实施远程教学,监控生产过程,推动广泛交流,开展娱乐活动,等等。

摩尔定律、光纤定律和联网定律统称为网络时代的三大基本定律。摩尔定律指出 CPU 的性能 18 个月翻番;光纤定律(也称超摩尔定律)指出骨干网带宽 9 个月翻番;而联网定律(即迈特卡尔夫定律)则指出网络的价值与用户数的平方成正比,也就是说,未联网设备增加 N 倍,效率增加 N 倍,联网设备增加 N 倍,效率则增加 N^2 倍。据中国互联网信息中心(CNNIC)的统计,截至 2006 年 12 月 31 日,我国上网的计算机数为 5 940 万台,上网的用户数为 1.37 亿;cn 下注册的域名数 180.3 万个,WWW 站点数 84.3 万个,国际线路总容量 256.7 Gbps,分别比上一年同期增长了 29.4%、23.4%、64.4%、21.4%和 88.6%。

计算机网络的发展如此迅速,使得“网络技术”课程既是计算机技术、信息技术、电子通信等专业的主干课程,也是相关专业学生以及广大从事计算机应用和信息管理的人员都必须学习的基本课程。

本书主要以网络体系结构与协议的层次为主线,理论与实践相结合,秉承“学得会,用得上”的宗旨,突出“学以致用”的原则,比较全面系统地讲述了网络技术的基础知识、基本理论和基本方法,通过对常见的 Windows Server 2003 系统环境下的网络服务以及常用交换机和路由器的基本配置与实例,较详细地介绍了基本的网络组建和网络服务应用与管理。

通过对本教材的学习,学生要达到的目标是,总体上要求掌握基本的网络组建和网络服务应用与管理所需要的基础知识、基本理论、基本技术和基本方法,具体主要包括:

1. 了解计算机网络的新技术、新发展,熟悉计算机网络的体系结构,掌握 TCP/IP 的基本知识。
2. 熟悉数据通信的基本知识,掌握不同应用环境下的网线的制作和网卡的安装与配置。
3. 熟悉局域网的基本原理、硬件和软件组成、主要技术及应用,掌握交换机的基础知识和配置方法,掌握以太网的组网技术和方法。
4. 了解无线局域网组网的主要设备,掌握无线局域网的安装与配置方法。
5. 了解计算机网络互连技术与设备,熟悉路由器的基础知识,掌握路由器的配置方法。
6. 熟悉常用的网络命令,了解 DHCP、VPN 和 NAT 的基本原理,掌握 DHCP、VPN 和

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

开始之前	I
第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.2 计算机网络的定义和分类	9
1.2.1 计算机网络的定义	9
1.2.2 计算机网络的分类	9
1.3 计算机网络的组成、功能和 应用	11
1.3.1 计算机网络的组成	11
1.3.2 计算机网络的功能	12
1.3.3 计算机网络的应用	13
1.4 计算机网络的主要性能指标	14
1.5 计算机网络体系结构与协议	16
1.5.1 计算机网络体系结构	16
1.5.2 计算机网络的协议	17
1.5.3 OSI 参考模型	17
1.5.4 TCP/IP 参考模型	20
1.5.5 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考 模型的比较	21
习题 1	22
第 2 章 物理层与数据通信 基础	24
2.1 物理层标准概述	24
2.2 数据通信的基础知识	26
2.2.1 数据通信的基本概念	27
2.2.2 传输介质与通信信道	29
2.2.3 通信方式	33
2.2.4 数据通信的主要指标	35
2.3 数据传输技术	37
2.3.1 数据编码技术	37
2.3.2 异步传输和同步传输	40
2.3.3 多路复用技术	41

2.4 数据交换技术	44
2.4.1 电路交换	44
2.4.2 报文交换	45
2.4.3 分组交换	46
2.5 实践训练	48
2.5.1 双绞线的制作	48
2.5.2 网卡的安装	50
习题 2	51
第 3 章 数据链路层	53
3.1 数据链路层功能	53
3.2 差错控制技术	54
3.2.1 差错控制概述	54
3.2.2 差错检测方法	55
3.3 数据链路协议	58
3.3.1 停等协议	58
3.3.2 连续 ARQ 协议	60
3.4 数据链路控制规程	62
3.4.1 实现帧同步的方法	62
3.4.2 高级数据链路控制规程	63
3.5 Internet 中的数据链路层	65
3.5.1 SLIP 协议	65
3.5.2 PPP 协议	66
3.6 实践训练	66
3.6.1 交换机、集线器的堆叠和 级联	66
3.6.2 交换机基本配置	70
习题 3	77
第 4 章 局域网	78
4.1 局域网的拓扑结构	78
4.2 局域网的组成	81
4.3 介质访问控制技术	83
4.3.1 CSMA/CD 原理	83

目 录

4.3.2 环访问技术	85	5.2.3 帧中继的帧格式	158
4.3.3 IEEE 802 系列标准	86	5.3 ATM	159
4.4 传统以太网	89	5.4 SDH	162
4.4.1 以太网发展概述	90	5.4.1 SDH 发展的背景	162
4.4.2 以太网组成	90	5.4.2 SDH 速率体系	163
4.5 高速局域网	94	5.5 无线广域网	164
4.5.1 光纤分布式数据接口	94	5.5.1 移动通信	164
4.5.2 快速以太网	97	5.5.2 卫星通信	166
4.5.3 千兆以太网	99	5.5.3 个人通信网	168
4.5.4 万兆以太网	101	习题 5	168
4.5.5 以太网交换技术	103	第 6 章 网络层与网络互连	169
4.6 虚拟局域网	105	6.1 网络层的主要功能	169
4.6.1 虚拟网络的概念	105	6.1.1 路由选择	169
4.6.2 虚拟局域网的实现技术	106	6.1.2 流量控制	171
4.7 局域网互连	108	6.1.3 网络互连	173
4.7.1 局域网互连设备	109	6.2 网络层的设备	174
4.7.2 本地局域网互连	111	6.2.1 路由器	174
4.7.3 远程局域网互连	112	6.2.2 第三层交换	176
4.8 无线局域网	113	6.3 IP 协议	178
4.8.1 如何选择 WLAN	114	6.3.1 IP 地址	179
4.8.2 WLAN 技术分析	115	6.3.2 物理地址与逻辑地址	180
4.8.3 IEEE 802.11b 标准	117	6.3.3 ARP 协议与 RARP 协议	181
4.9 网络操作系统	118	6.3.4 IP 数据报格式	182
4.9.1 网络操作系统概述	118	6.3.5 划分子网和构造超网	184
4.9.2 常见的网络操作系统	121	6.3.6 ICMP 协议	186
4.10 实践训练	123	6.4 Internet 的路由选择协议	188
4.10.1 网卡的驱动与配置	123	6.4.1 RIP 协议	188
4.10.2 Windows XP 中组建对等 网络	139	6.4.2 OSPF 协议	189
4.10.3 组建无线网络	146	6.4.3 BGP 协议	189
习题 4	152	6.5 VPN 与 NAT	190
第 5 章 广域网	153	6.5.1 VPN	190
5.1 X.25 公用分组数据网	153	6.5.2 NAT	192
5.1.1 X.25 的特点	153	6.6 IPv6	192
5.1.2 X.25 协议	154	6.6.1 IPv6 概述	192
5.2 帧中继	156	6.6.2 IPv6 数据报格式	193
5.2.1 帧中继的特点	156	6.6.3 从 IPv4 向 IPv6 过渡	194
5.2.2 帧中继与 X.25 的比较	156	6.7 实践训练	196
		6.7.1 常用网络命令	196

6.7.2 第三层交换机的 VLAN 配置	201	8.4.2 HTTP 协议与 HTML 语言	269
6.7.3 DHCP 服务配置	208	8.4.3 URL 与信息定位	270
6.7.4 VPN 服务配置	214	8.5 Intranet	271
6.7.5 NAT 服务配置	223	8.5.1 企业网技术的发展	271
习题 6	233	8.5.2 Intranet 的主要技术特点	273
第 7 章 传输层	236	8.5.3 Intranet 的规划组建	274
7.1 传输层的基本功能	236	8.5.4 Intranet 的应用与管理	275
7.2 TCP/IP 体系中的传输层	238	8.6 Internet 用户接入方式	275
7.3 UDP 协议	240	8.6.1 通过 SLIP/PPP 接入	276
7.4 TCP 协议	241	8.6.2 通过 ADSL 接入	276
7.4.1 TCP 报文段的格式	241	8.6.3 通过 HFC 接入	278
7.4.2 TCP 的编号与确认	242	8.6.4 通过光纤以太网接入	279
7.4.3 TCP 的流量控制与拥塞控制	243	8.7 实践训练	280
7.4.4 TCP 的重传机制	245	8.7.1 DNS 服务器配置	280
7.4.5 TCP 的连接管理	247	8.7.2 FTP 服务配置	285
7.5 实践训练	248	8.7.3 电子邮件服务配置	293
7.5.1 Netstat 命令的使用	248	8.7.4 远程访问服务	302
7.5.2 Nmap 扫描器的使用	250	8.7.5 Web 服务器配置	307
习题 7	256	8.7.6 ADSL 接入 Internet	317
第 8 章 应用层与 Internet 的应用	257	习题 8	320
8.1 域名系统	257	第 9 章 网络安全与网络管理技术	321
8.1.1 Internet 的域名结构	257	9.1 网络安全问题概述	321
8.1.2 域名服务器	258	9.1.1 计算机网络面临的安全性威胁	321
8.1.3 域名的解析过程	259	9.1.2 计算机网络安全的内容	322
8.2 FTP 协议	261	9.2 网络安全技术	325
8.2.1 FTP 协议工作原理	262	9.2.1 加密与鉴别技术	325
8.2.2 TFTP 协议	262	9.2.2 防火墙技术	330
8.3 电子邮件服务	263	9.2.3 网络防攻击与入侵检测技术	333
8.3.1 电子邮件系统概述	263	9.2.4 网络文件备份与恢复技术	355
8.3.2 SMTP 协议和 MIME 协议	265	9.2.5 网络防病毒技术	337
8.3.3 POP3 协议和 IMAP 协议	266	9.3 网络管理技术	338
8.4 WWW	267	9.3.1 网络管理概述	338
8.4.1 WWW 概述	268		

目 录

9.3.2 SNMP 协议	340
9.4 实践训练	344
9.4.1 Windows IP 安全策略配置	344
9.4.2 Windows XP/2003 默认防火墙	348
8.6.1 企业网基本网络模型	351
8.6.2 Internet 的主要技术	353
8.6.3 路由	353
8.6.4 Internet 的默认配置	354
8.6.5 Internet 的应用管理	355
8.6 Internet 用户接入方式	356
8.6.1 通过 SLIP/PPP 接入	356
8.6.2 通过 ADSL 接入	356
8.6.3 通过 HFC 接入	358
8.6.4 通过光纤以太网接入	359
8.7 实验训练	360
8.7.1 DNS 服务器配置	360
8.7.2 FTP 服务器配置	365
8.7.3 电子邮件服务器配置	368
8.7.4 远程访问配置	368
8.7.5 Web 服务器配置	367
8.7.6 ADSL 接入 Internet	317
习题 8	320
第 9 章 网络安全管理	321
9.1 网络安全问题概述	321
9.1.1 计算机网络安全的重要性	321
9.1.2 计算机网络安全的内容	322
9.2 网络安全技术	322
9.2.1 加密与鉴别技术	322
9.2.2 防火墙技术	330
9.2.3 网络防病毒与入侵检测	332
9.2.4 网络文件备份与恢复	333
9.2.5 网络病毒防治技术	337
9.3 网络安全管理技术	338
9.3.1 网络安全管理	338

设置	348
习题 9	351
参考文献	353
8.7.4 VPN 服务器配置	354
8.7.5 NAT 服务器配置	353
习题 9	353
第 7 章 传输层	356
7.1 传输层的基本功能	356
7.2 TCP/UDP 传输层中的传输层	358
7.3 UDP 协议	340
7.4 TCP 协议	341
7.4.1 TCP 报文段格式	341
7.4.2 TCP 的端口号	343
7.4.3 TCP 的流量控制与拥塞	343
7.4.4 TCP 的超时控制	345
7.4.5 TCP 的连接管理	345
7.5 实验训练	348
7.5.1 Netstat 命令的使用	348
7.5.2 Ping 封包器的使用	350
习题 7	356
第 8 章 应用层与 Internet 的应用	357
8.1 应用层	357
8.1.1 Internet 的域名结构	357
8.1.2 域名服务器	358
8.1.3 域名的解析过程	359
8.2 FTP 协议	361
8.2.1 FTP 协议工作原理	362
8.2.2 TFTP 协议	362
8.3 电子邮件	363
8.3.1 电子邮件系统概述	363
8.3.2 SMTP 协议和 MIME	365
8.3.3 POP3 协议和 IMAP	366
8.4 WWW	367
8.4.1 WWW 概述	368

计算机网络概述 第1章

第 1 章

计算机网络概述



21 世纪,世界经济正在从工业经济向知识经济转变。知识经济的重要特征就是信息化和全球化,而要实现信息化和全球化,就必须依靠完善的网络。人们经常谈论的网络包括电信网络、有线电视网络和计算机网络,而在信息化过程中起核心作用的则是计算机网络。

计算机网络是计算机技术和通信技术密切结合的产物,它涉及计算机和通信两个领域。计算机技术和通信技术之间既相互渗透又紧密结合,主要体现在两个方面:一方面,通信技术为计算机之间进行信息传输和交换、资源共享和协同工作提供了必要的手段;另一方面,计算机技术的发展应用于通信领域中,又大大地提高了通信系统的各种性能。当然,超大规模集成电路(Very Large Scale Integration, VLSI)技术所取得的辉煌成就,为这两个方面的发展提供了很好的物质基础。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络的发展过程是从简单到复杂,从单机到多机,从终端与计算机之间的通信到计算机与计算机之间的直接通信,其演变过程可概括为以下 5 个阶段:

- ① 以单台计算机为中心的远程联机系统,构成面向终端的计算机通信。
- ② 多台计算机通过通信线路互连的计算机网络。
- ③ 具有统一的网络体系结构,遵循国际标准化协议的计算机网络。
- ④ 局域网的发展。
- ⑤ 全球互联的 Internet 时代。

1. 远程信息处理系统

计算机与通信的结合始于 20 世纪 50 年代。1954 年,人们开始使用一种叫做收发器(Transceiver)的终端,将穿孔卡片上的数据从电话线路上发送到远地的计算机。后来,用户可以在远地的电传打字机上输入自己的程序,而计算机计算出的结果又可从计算机传到远地的电传打字机打印出来。在这种系统中,除主机具有独立处理数据的能力外,系统中所连接的终端设备均无独立处理数据的能力。这种面向终端的计算机通信与由多台计算机互连构成的计算机网络有本质的区别,一般称之为远程信息处理系统(或称远程联机系统)。

由于计算机或远程终端发出的信号都是数字信号,而电话线只能传输模拟信号,所以在通信线路的两端必须各加上一台调制解调器(Modem),用于把计算机或终端的数字信号与电话线路上的模拟信号进行数模或模数转换。

又因为计算机内的数据传输是并行传输,而通信线路上的传输是串行传输,所以当计算机和远程终端相连时,还必须增加线路控制器(Line Controller),其主要功能是进行串行和并行传输的转换。最初的线路控制器只能和一条通信线路相连,如图1-1所示。

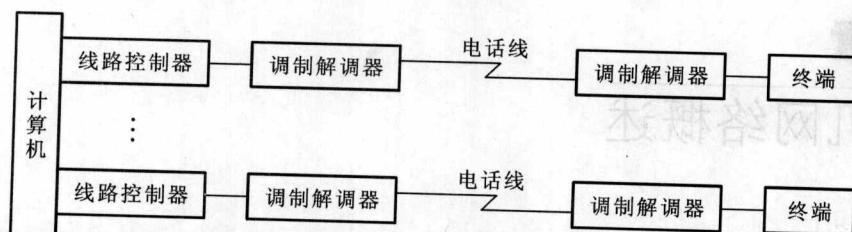


图1-1 计算机通过线路控制器与远程终端相连

随着与计算机相连的远程终端数量的增加,为了避免一台计算机使用多个线路控制器,20世纪60年代初研制生产了多重线路控制器(Multiline Controller)。这样,一台计算机可以只使用一个线路控制器同时与若干远程终端相连,如图1-2所示。

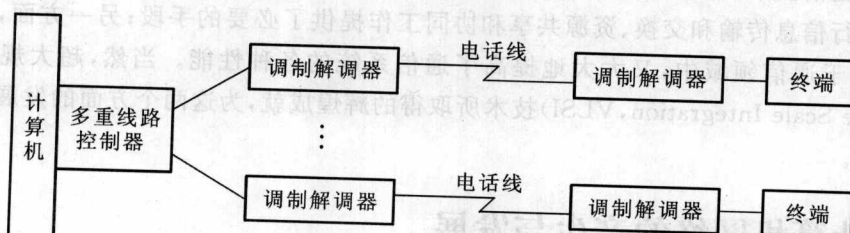


图1-2 计算机通过多重线路控制器与远程终端相连

计算机通过线路控制器与远程终端直接相连的系统存在两个严重的缺点:

① 主机负担重。主机不但要负责处理每个终端提出的任务,而且还要管理主机与各终端之间的通信。随着终端数目的增多,通信控制将耗去主机大量的时间,使得主机负荷加重,实际工作效率下降。

② 通信线路利用率低。由于每个远程终端都要单独使用一条通信线路,使每条通信线路的利用率非常低,导致整个通信线路的成本增加。

为了解决主机负荷重的问题,在主计算机前增设一个前端处理机(Front End Processor, FEP),用来专门负责通信控制任务,实现通信控制和数据处理的分工,以保证主机的时间能充分用于进行数据处理,如图1-3所示。

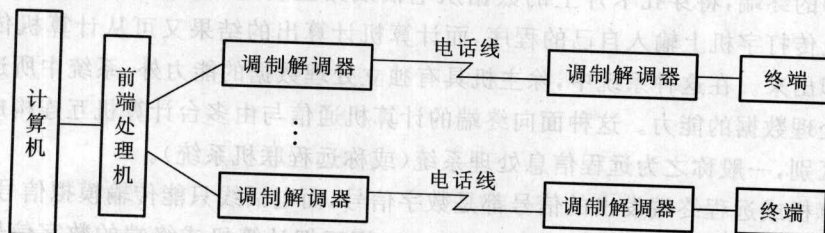


图1-3 用前端处理机完成通信控制任务

为了节省通信费用,提高通信效率,可在远程终端比较集中的地方设置集中器(Concentrator)。集中器的一端用多条低速线路与各终端相连,其另一端则用较高速率的线路与计算机相连。所用高速线路的容量可以小于各低速线路容量的总和,从而降低通信线路的费用。由于集中器距终端较近,因此在集中器与各终端之间一般可以省去调制解调器,如图 1-4 所示。

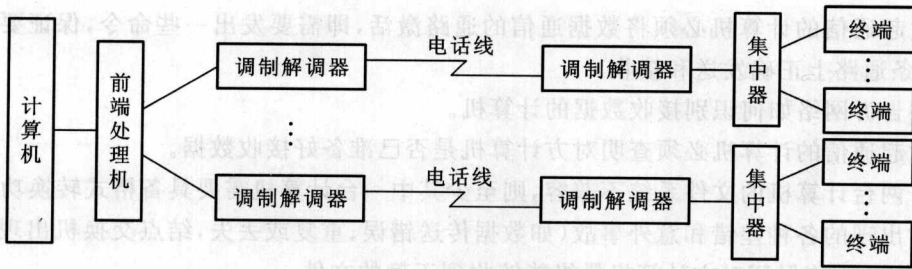


图 1-4 利用集中器实现多路复用

2. 计算机互连网络

在 20 世纪 60 年代末,随着计算机硬件性能的提高和价格的降低,计算机的社会拥有量迅速增加,应用范围不断扩大,采用远程终端与计算机之间的通信已不能满足要求,迫切需把分布在不同地点相距甚远的计算机连接起来,实现计算机与计算机之间的直接通信。1969 年 12 月,由美国国防部高级研究规划局(Defense Advanced Research Project Agency, DARPA)研究开发的 ARPANet 投入运行,标志着计算机网络的兴起。ARPANet 是一个分组交换网,它在概念、结构和网络设计方面都为当今的计算机网络打下了基础。其结构如图 1-5 所示,图中 Host 为主机,IMP 为接口信息处理机。由多个计算机连接构成的网络系统分为通信子网和资源子网两大部分,以通信子网为中心。

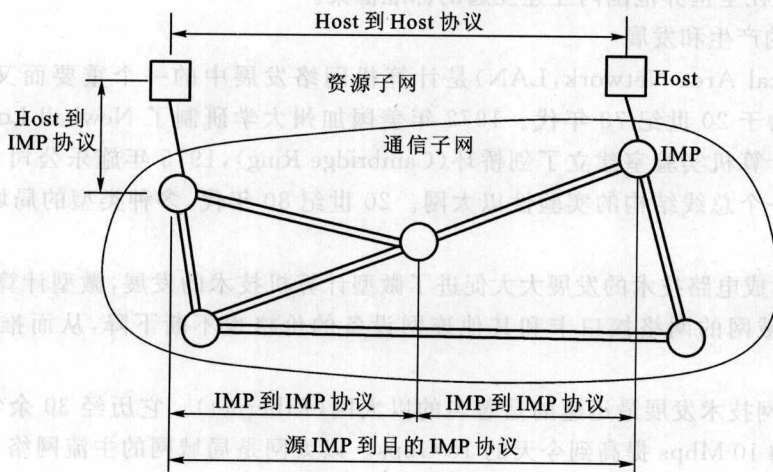


图 1-5 计算机互连网络逻辑结构图

通信子网是由网络中的各种通信设备和只用于信息交换的计算机组成,它负责全网的信息传递,处在网络的内层。资源子网是由处在网络外围的主计算机和终端组成,它负责信息处理,

向网络提供可用的资源。

3. 计算机网络体系结构的形成

计算机网络是一个非常复杂的系统。如果连接在网络上的两台计算机要互相传送文件,那么除了在这两台计算机之间必须有一条传送数据的通路外,至少还需要完成以下几个方面的工作:

① 发起通信的计算机必须将数据通信的通路激活,即需要发出一些命令,保证要传送的数据能在这条通路上正确发送和接收。

② 要告诉网络如何识别接收数据的计算机。

③ 发起通信的计算机必须查明对方计算机是否已准备好接收数据。

④ 若两台计算机的文件系统不兼容,则至少其中一台计算机需要具备格式转换功能。

⑤ 对出现的各种差错和意外事故(如数据传送错误、重复或丢失,结点交换机出现故障等),必须有可靠的措施保证对方计算机最终能够收到正确的文件。

相互通信的两个计算机系统必须高度协调工作,而这种协调又是相当复杂的。为了实现计算机网络通信,早在 ARPANet 设计时就提出了分层解决网络技术问题的方法。“分层”可以将庞大而复杂的问题转化为若干较小的局部问题,而这些较小的局部问题则比较易于研究和处理。1974 年,美国 IBM 公司公布了它研究的系统网络体系结构(System Network Architecture, SNA),其他一些公司也相继推出各自的互不兼容的体系结构。

体系结构出现后,对同一体系结构的网络产品进行互连就非常容易实现了,但不同系统体系结构的产品却难以实现互连。然而,全球经济的发展使得不同网络体系结构的用户迫切要求能够互相交换信息。为了使不同体系结构的计算机网络都能互连,国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)于 1977 年成立了专门机构来研究这一问题,并于 1984 年正式颁布了开放系统互连参考模型(Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM),试图使之成为各种计算机在全世界范围内互连互通的标准框架。

4. 局域网的产生和发展

局域网(Local Area Network, LAN)是计算机网络发展中的一个重要而又活跃的领域。局域网的发展始于 20 世纪 70 年代。1972 年美国加州大学研制了 Newhall Loop 网,1974 年英国剑桥大学计算机实验室建立了剑桥环(Cambridge Ring),1975 年施乐公司 Palo Alto 研究中心研制了第一个总线结构的实验性以太网。20 世纪 80 年代,多种类型的局域网纷纷出现,并投入了市场。

超大规模集成电路技术的发展大大促进了微型计算机技术的发展,微型计算机的价格大幅度下降,连接局域网的网络接口卡和其他连网设备的价格也不断下降,从而推动了局域网的发展。

目前,局域网技术发展最迅速的是著名的以太网(Ethernet)。它历经 30 余年的发展,其速度已经从早期的 10 Mbps 提高到今天的 10 Gbps。以太网是局域网的主流网络,全世界大部分的局域网都是以太网。

美国电气与电子工程师协会(IEEE)对局域网的发展做出了卓越的贡献。它制定的 IEEE 802 系列局域网标准中很多都成为有广泛影响的国际标准。

5. Internet 时代

自 20 世纪 80 年代末期以来,在网络领域最引人注目的就是起源于美国的因特网(Internet)的飞速发展。现在,Internet 已经发展成为世界上最大的国际性计算机互联网,并且已影响到人们生活的各个方面。

(1) Internet 发展的 3 个阶段

第一阶段是从单个网络 ARPANet 向互联网发展的过程。1969 年美国国防部创建的第一个分组交换网 ARPANet 最初只是一个单个的分组交换网,所有要连接在 ARPANet 上的主机都直接与就近的交换结点相连。随着 ARPANet 规模的迅速增长,到 20 世纪 70 年代中期,人们已经认识到不可能使用一个单独的网络来满足所有的通信问题,于是 ARPA 开始研究多种网络互连的技术。1983 年 TCP/IP 协议成为 ARPANet 上的标准协议,ARPANet 也分解成两个网络,一个是进行实验研究用的仍称为 ARPANet 的科研网,另一个是军用的计算机网络 MIL-Net,MILNet 拥有原 ARPANet 的 113 结点中的 68 个。后来,人们称呼这个以 ARPANet 为主干网的网际互联网为 Internet。

第二阶段是建成三级结构的 Internet。ARPANet 的发展使美国国家科学基金会(National Science Foundation,NSF)认识到计算机网络对科学研究的重要性。因此,从 1985 年起 NSF 就围绕 6 个大型计算中心建设计算机网络。1986 年,NSF 建立了国家科学基金网 NSFNet。NSFNet 是一个三级计算机网络,分为国家主干网、地区网和校园网,如图 1-6 所示。

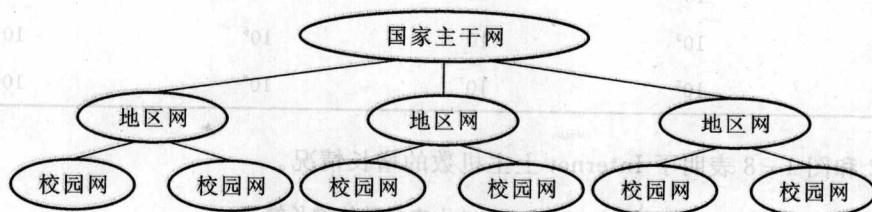


图 1-6 三级结构的 NSFNet

1991 年,NSF 和美国的其它政府机构开始认识到,Internet 必须扩大其使用范围,不仅仅限于大学和研究机构。随后,世界上的许多公司纷纷接入到 Internet,使网络上的通信量急剧增加。Internet 主干网的速率也不断提高,从最初的 56 kbps 到 1989 年的 T1 速率(1.544 Mbps),发展到 1993 年的 T3 速率(45 Mbps)。

第三阶段是形成多级结构的 Internet。从 1993 年开始,由美国政府资助的 NSFNet 逐渐被若干个商用的 Internet 主干网替代,这种主干网称为服务提供者网络(Service Provider Network)。任何人只要向因特网服务提供者(Internet Service Provider,ISP)交纳规定的费用,就可以通过该 ISP 接入 Internet。考虑到 Internet 商业化后可能会出现很多的 ISP,为了使不同 ISP 经营的网络都能够互通,1994 年开始创建网络接入点(Network Access Point,NAP)用来交换 Internet 上的流量。从 1994 年起,Internet 逐渐演变成多级结构,如图 1-7 所示。NAP 是最高级的接入点,它主要是向不同的 ISP 提供交换设施。

Internet 逐渐成为世界上规模最大和增长速度最快的计算机网络。到 1999 年,Internet 的主干网速率达到 2.5 Gbps,Internet 上注册的主机已超过 1 000 万台,上网用户数超过 2 亿。

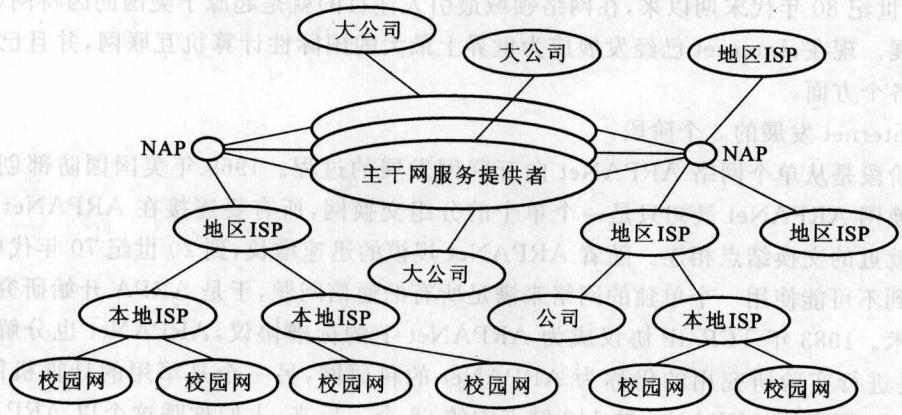


图 1-7 多级结构的 Internet

表 1-1 简单概括了 Internet 上的网络数、主机数、用户数和管理机构数。

表 1-1 Internet 的发展情况概括

年份	网络数	主机数	用户数	管理机构数
1980	10^1	10^2	10^2	10^0
1990	10^3	10^5	10^6	10^1
2000	10^5	10^7	10^8	10^2

表 1-2 和图 1-8 表明了 Internet 上主机数的增长情况。

表 1-2 Internet 上主机数的增长情况

时间	主机数	时间	主机数
1981 年 8 月	213	2000 年 1 月	72 398 092
1984 年 10 月	1 024	2001 年 1 月	109 574 429
1987 年 12 月	28 174	2002 年 1 月	147 344 723
1990 年 10 月	313 000	2003 年 1 月	171 638 297
1993 年 1 月	1 313 000	2004 年 1 月	233 101 481
1995 年 1 月	5 846 000	2005 年 1 月	317 646 084
1997 年 1 月	21 819 000	2006 年 1 月	394 991 609
1999 年 1 月	43 230 000	2006 年 7 月	439 286 364

(2) Internet 在中国的发展

1994 年 4 月 20 日,我国用 64 kbps 专线正式接入 Internet,从此被国际上正式承认为接入 Internet 的国家。1994 年 5 月中国科学院高能物理研究所设立了我国的第一个万维网服务器,9 月中国公用计算机互联网 CHINANET 正式启动。到目前为止,我国陆续建造了基于 Internet

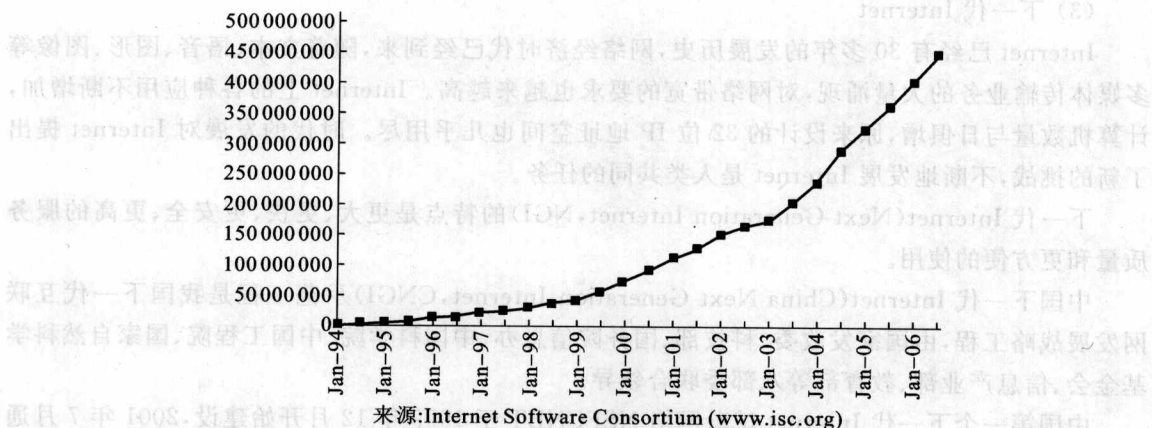


图 1-8 Internet 上主机数的增长情况

技术并可与 Internet 互连的 10 个全国范围的公用计算机网络。

- ① 中国公用计算机互联网(CHINANET)。
- ② 中国教育和科研计算机网(CERNET)。
- ③ 中国科学技术网(CSTNET)。
- ④ 中国网络通信集团(宽带中国 CHINA169 网)。
- ⑤ 中国移动互联网(CMNET)。
- ⑥ 中国联通互联网(UNINET)。
- ⑦ 中国国际经济贸易互联网(CIETNET)。
- ⑧ 中国长城互联网(CGWNET)。
- ⑨ 中国卫星集团互联网(CSNET)。
- ⑩ 中国铁通互联网(CRNET)。

此外,还有一个由中国科学院、清华大学、北京大学等单位在北京中关村地区建造的为研究 Internet 新技术的高速网络——中国高速互连研究试验网(NSFnet)。

表 1-3 列出了中国互联网信息中心公布的我国近几年来 Internet 的发展情况。

表 1-3 Internet 在中国的发展情况

统计时间	上网计算机数 (万)	上机用户数 (万)	cn 下注册的 域名数	WWW 站点数	国际线路总容量 (Mbps)
1997 年 10 月	30	62	4 066	1 500	25
1999 年 1 月	75	210	18 396	5 300	143
2001 年 1 月	892	2 250	122 099	265 405	2 799
2003 年 1 月	2 083	5 910	179 544	371 600	9 380
2005 年 1 月	4 160	9 400	430 000	669 000	74 429
2006 年 1 月	4 950	11 100	1 096 924	694 200	136 106
2007 年 1 月	5 940	13 700	1 803 393	843 000	256 696