

高等学校教材

现代计算机 网络技术

陈功富 编著

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等学校教材

现代计算机网络技术

陈功富 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统全面地介绍了现代计算机网络原理和多种工程要点技术问题。全书共 10 章, 包含通信和计算机两方面的知识和现代新技术, 主要介绍: 各类新型编码、信道、接口标准 (SCSI、USB、IEEE1394 等)、通信规程和通信接口等; 局域网 LAN (多种类型), 城域网 MAN (FR 网和 SMDS 网等), 广域网 WAN (接入网、传输网、骨干网、ATM 网、ISDN 网、7 号信令网等), 几种专用特色网络 (工业控制网络、智能楼宇小区网等), 网际互连技术和网内、网际互连设备。本书重点介绍几种高速宽带网络工程应用的典型实用技术, 每章末附思考题。

本书可作为高等学校计算机、通信专业的本科生和研究生的教材, 也可供相关领域的工程技术人员学习、参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代计算机网络技术/陈功富编著. —北京: 电子工业出版社, 2006. 6
高等学校教材
ISBN 7-121-02033-5

I. 现… II. 陈… III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 048930 号

责任编辑: 王羽佳

印 刷: 北京冶金大业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27 字数: 726 千字

印 次: 2006 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 35.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

当人类科技文明步入 21 世纪之际,信息科学和计算机网络技术尤显重要。为了争夺科技领域的前沿阵地,各国都在优先发展本国的信息高速公路基础设施和信息产业及相关技术,现代计算机网络技术成为重中之重。计算机网络技术水平和应用广度已成为一个国家科技水平的重要标志之一。众所周知,计算机网络技术包括了计算机技术和通信技术两大专业内容,这两个领域的技术发展十分迅速,使计算机网络技术不断地更新换代。一年甚至几个月就有新的换代产品问世。因此,不断更新内容,跟踪现代计算机网络的前沿新技术,势在必行。

由于现代计算机网络技术涉及的内容繁多(包括新硬件、新软件和新协议等),再加上各类网络多达十多种,因此,本书选编的内容包括数据通信的关键基础内容、各类通用的协议规程、计算机网络的基础概念及各类相关网络的有关专业知识。在重点介绍最新技术和协议标准的同时,注意各类网络间的概念联系、系统化和专题化。

本书按照教学大纲要求,在作者编著的《计算机通信与网络技术》的基础上,增加最新网络技术及全新的网内和网际设备、协议、接口标准等内容。在简述各类网络的工作原理的同时,还注意工程应用技术的介绍,使得本书具备既有理论,又有工程实践内容的特点,以使读者全面掌握所学的知识,理论联系实际,以满足现今社会对学生实践能力培养的需要和要求。同时也便于工程技术人员参考使用。

本书在撰写方面注意专业知识的先后性,概念的层次性和互联性,力求知识的条理性和语言的通顺性,增加可读性,便于读者记忆理解和学习使用。

本书内容力求全面系统,除常规各类网络外还增加了工业控制网络、智能小区网和天地一体化网等许多新内容。在注意现代网络互联技术的同时,也适当介绍了下一代网络的功能结构特点。本书内容力求全、新、细地增加知识量和信息量。

本书各章内容既互相关联又各自独立,在教学过程中,根据专业的不同,可适当略讲或不讲某些内容,由教学课时数决定。

本书的编写结合了作者的多年的教学经验和工程实践,并参考了大量书刊资料,在此对为本书提供资料和全新内容的专家学者,以及支持和参与此书出版工作的同志一并表示衷心的感谢。

由于作者编写时间仓促,水平有限,如有不妥之处,望专家和读者不吝指正。

作者
2006 年 5 月

目 录

第 1 章 现代计算机网络概论	1
1.1 序言	1
1.2 计算机网络演化发展史	1
1.2.1 网络发展史	1
1.2.2 网络操作系统发展史	5
1.3 现代计算机网络的技术特点	7
1.4 现代计算机网络的目标	7
思考题	9
第 2 章 现代数据通信基础知识	10
2.1 数据通信技术基础	10
2.1.1 数据通信及分类	10
2.1.2 数据通信的参数与技术指标	12
2.1.3 各类数据通信方式与应用	15
2.2 编码与调制	19
2.2.1 信源编码与数字传输调制技术	19
2.2.2 信道编码与同步	23
2.2.3 检错与纠错编码	28
2.2.4 复用技术	30
2.3 数据交换技术	33
2.3.1 数据交换技术的特点	33
2.3.2 数据交换技术的种类	33
2.3.3 各类数据交换技术比较	37
2.4 传输媒体	39
2.4.1 传输媒体的类别与特性	39
2.4.2 各类传输媒体的选择	44
思考题	44
第 3 章 现代计算机通信网分层结构与组成	45
3.1 概述	45
3.2 现代计算机通信网的结构与类型	47
3.2.1 现代计算机通信网的组成与传输手段	47
3.2.2 现代计算机通信网的拓扑结构	49
3.2.3 计算机的耦合方式	53
3.2.4 现代计算机网络的分类法	55

3.2.5	现代计算机网络的应用形式	56
3.2.6	现代计算机网络信息传输处理方式	57
3.2.7	现代数据通信网控制方式	60
3.3	现代计算机网络的分层结构与规程层次	60
3.3.1	网络分层结构的意义和工作原理	60
3.3.2	ISO 的 OSI 七层结构各层功能	63
3.3.3	OSI 层次结构在现代计算机网络中的应用情况	67
3.4	现代计算机通信网的组成设备与功能	68
3.4.1	现代计算机通信网硬件设备组成	68
3.4.2	现代计算机通信网软件系统组成	84
3.5	网络传输协议簇 TCP/IP	90
3.5.1	TCP/IP 的研制开发历史	90
3.5.2	TCP/IP 的体系结构和功能特点	90
3.5.3	TCP/IP 报文组格式	96
3.5.4	TCP/IP 的应用	98
	思考题	99
第 4 章	现代计算机数据通信网终端设备与标准接口	100
4.1	概述	100
4.2	数据通信系统构成形式及设备	100
4.2.1	数据终端设备	101
4.2.2	数据通信设备	106
4.2.3	DTE 与 DCE 之间的接口标准	106
4.3	EIA-RS 推荐接口标准	110
4.3.1	EIA-RS 系列标准	110
4.3.2	RS 标准应用要点	116
4.4	SCSI 接口标准	116
4.4.1	SCSI 简介	116
4.4.2	SCSI 的工作原理和特点	117
4.4.3	SCSI 的应用与其他接口标准比较	119
4.4.4	SCSI 的升级版及控制卡	120
4.5	USB 接口标准	122
4.6	IEEE1394 接口标准	123
4.7	光纤通道仲裁回路 FC-AL	123
4.8	实用于网络的 G、H、I、J、M、Q 系列接口标准简介	123
	思考题	125
第 5 章	现代计算机通信网控制规程	126
5.1	数据通信引论	126
5.1.1	规程综述	126

5.1.2 协议内容	127
5.2 数据通信控制规程的形成与类型	128
5.3 基本型传输控制规程	129
5.3.1 基本字符和扩充字符	129
5.3.2 信息电文的传输形式	135
5.3.3 基本型传输协议的差错控制方式	137
5.4 独立码传输控制规程	137
5.5 高级数据链路控制规程	138
5.5.1 HDLC/SDLC 规程产生的背景	138
5.5.2 HDLC/SDLC 规程的帧结构形式	138
5.5.3 HDLC/SDLC 规程使用细则	139
5.5.4 I 帧、S 帧和 U 帧的结构特点和帧功能	141
5.5.5 HDLC 规程在工程应用中的问题讨论	146
5.5.6 HDLC 协议的扩展	148
5.5.7 HDLC 在通信中的应用举例	149
思考题	151
第 6 章 局域网	152
6.1 局域网概况	152
6.1.1 局域网发展史	152
6.1.2 局域网的构建方法	153
6.1.3 局域网的特征与分类	154
6.1.4 局域网的组成	155
6.2 LAN 网络协议	157
6.2.1 概述	157
6.2.2 IEEE802 小组协议标准简介	157
6.3 总线型 LAN	159
6.3.1 总线 LAN 的组成与特点	159
6.3.2 CSMA/CD 协议	162
6.3.3 工程总线网/以太网	167
6.3.4 IEEE802.4 标准与令牌总线网	194
6.4 令牌环 LAN	196
6.5 FDDI LAN	204
6.6 星型 LAN	217
6.7 交换 LAN	218
6.8 Novell LAN	219
6.9 虚拟局域网	223
6.10 无线局域网	226
6.11 校园网和家庭网	229
6.11.1 概述	229

6.11.2 校园网	229
6.11.3 家庭网	231
6.12 企业网 Intranet	232
6.12.1 概述	232
6.12.2 Intranet 的体系结构与特点	233
6.12.3 Intranet 工作模式的更新	237
6.13 虚拟专用网	240
6.13.1 虚拟专用网概况与组网技术	240
6.13.2 虚拟专用网的业务类型和运营管理	242
思考题	243
第 7 章 城域网	244
7.1 城域网发展历程	244
7.1.1 概述	244
7.1.2 城域网的特点	244
7.1.3 城域网的种类	245
7.2 X.25 网	245
7.2.1 概述	245
7.2.2 X.25 网的特点和应用场合	246
7.3 DDN	250
7.4 帧中继	253
7.4.1 概况	253
7.4.2 FR 的帧结构	254
7.4.3 FR 在城域网中的服务应用新技术	257
7.4.4 在 FR 上运行多重 LAN 协议	260
7.4.5 虚电路管理	261
7.4.6 FR 中的 ISDN 及信令	262
7.5 交换型多兆位数据系统	264
7.5.1 概述	264
7.5.2 SMDS 接口协议及帧格式	264
7.6 SMDS 与 FR 间的接口	269
7.7 城域网中的波分复用技术	269
7.7.1 综述	269
7.7.2 城域网中的 WDM 技术	272
思考题	272
第 8 章 广域网及互连设备	273
8.1 广域网概述	273
8.2 广域网传输技术与类型	273
8.3 网络互连及设备	275

8.3.1	概论	275
8.3.2	网络互连的设备及应用技术	277
8.3.3	网络互连接口与系统软件	305
8.4	计算机通信网的设计原则	307
8.4.1	网络规模	308
8.4.2	网络功能及成本指标	308
8.5	网络互连具体方案	309
8.5.1	概述	309
8.5.2	互连形式	310
8.5.3	互连工作原理	311
8.6	网址	315
8.6.1	网址的两种形式	315
8.6.2	IPv4 向 IPv6 过渡	325
8.6.3	网址的意义与使用	326
8.6.4	域名服务器	328
8.7	Internet 入网方式	328
8.7.1	有线入网方式	328
8.7.2	无线入网方式	338
8.7.3	ISP 的作用	341
8.8	Internet 今后动态	342
	思考题	343
第 9 章	综合业务服务数字网	345
9.1	概论	345
9.1.1	综合业务服务数字网的诞生与特点	345
9.1.2	ISDN 技术的基本概念	347
9.1.3	信息高速公路	352
9.2	ISDN 的传输技术——ATM	355
9.2.1	ATM 技术基本概念	355
9.2.2	ATM 协议结构和内容	360
9.2.3	ATM 的信令	362
9.2.4	ATM 网络技术与应用	371
9.3	多媒体计算机	372
9.3.1	多媒体计算机的特点	372
9.3.2	多媒体通信网的组成	373
9.3.3	多媒体计算机通信技术	374
	思考题	376
第 10 章	工业控制网络	377
10.1	工控网概述	377

10.1.1	工控网综述	377
10.1.2	ICN 的有关技术概念	378
10.2	ICN 软件特点与选取	378
10.2.1	实时多任务操作系统及相关概念	378
10.2.2	调试软件及工具平台软件选取	382
10.2.3	应用程序的编制调试与固化	383
10.3	ICN 硬件技术综述	386
10.3.1	主站工控机	387
10.3.2	前置机模板功能与配置	387
10.3.3	从站硬件设备要点	391
10.3.4	远程站	396
10.3.5	硬件选取与设计准则	396
10.4	现场控制总线技术	397
10.5	工控网应用设计实例	398
10.5.1	变电站应用设计	398
10.5.2	ZXS10 后台软件系统	403
10.5.3	远程监控单元	404
10.5.4	ZXS10 可靠性设计要点	406
10.5.5	基于现场总线控制系统的工控网应用设计	408
10.6	楼宇自动化与智能小区	413
10.6.1	智能楼宇小区的概念和组成	413
10.6.2	智能楼宇小区系统功能综述	414
10.6.3	智能小区系统功能的实现	417
	思考题	419
	参考文献	421

第 1 章 现代计算机网络概论

1.1 序言

21 世纪是信息化时代。掌握使用电脑和网络技术已成为现代人必需的技能。信息是一种重要的可不断增值的资源。现代计算机网络起源于 20 世纪 70 年代, 经过几代的技术探讨和更新, 于 1990 年形成了全球互联网——Internet。1993 年, 美国政府颁布了信息高速公路计划, 这是一个以计算机通信网络为核心的国家信息基础设施计划。它的出台激励了世界各国信息产业的腾飞。此后不久, 欧洲各国、日本和新加坡等国纷纷提出了本国的信息高速公路计划。我国政府也提出了相应的信息国道计划, 并于 1994 年开始起步, 四大骨干网已开始加入 Internet。现今已有十大骨干网。在近十年的发展过程中计算机网络技术进步可谓日新月异。

目前, 全球信息高速公路计划正在稳步发展, 这是信息化社会的基础。在信息爆炸的现今社会, 利用计算机数据库存储、检索和处理信息已是必不可少的手段, 而各类网络的组建又为信息的共享和通信传输提供了方便。并且信息种类已由过去单一的数据变为声音、图片、视频等多媒体信号和综合业务服务传输, 现代计算机网络技术不仅用于工业、军事、教育和商业等领域, 而且也越来越广泛地应用于家庭中, 智能大厦、楼宇自动化中家庭办公已越来越普及。如今, 人们不仅使用专用网工作, 而且还可以无线上网和拨号上网, Internet 不仅已成为构建无国界的信息虚拟世界的桥梁, 同时也是世界各国政府、部门、企业、学校、商业经济及科研等领域的窗口。如今的 Internet 已连接全球绝大多数国家和地区, 上网人数不断增加, Internet 规模不断扩大。我国上网人数也与日剧增。为了更新的信息化需求, 如今计算机网络正向天地一体化过渡, 即在组建 I₂ 国际网的同时, 还在构建 Internet、卫星通信网和地面有线电视网 (CATV) 及个人移动手机网等多网联合的三维立体网, 届时将会使边远农村、山区等处和城市一样享受高速信息公路给人们带来的方便与快乐。我国已组建的包括 CETIN (中国工程技术信息网) 在内的十大骨干网为此奠定了技术基础。

展望未来, 信息化社会前途无量, 人们将完全改变现有的生活方式和工作模式, 其中现代计算机通信网络将是这一成果的头等功臣。

1.2 计算机网络演化发展史

1.2.1 网络发展史

目前, 计算机网络不仅用于国内各行各业, 而且还实现了国际互联, Internet 使人们的生存时空大大压缩, 视野大大拓宽。网络技术迅速发展, 产品不断更新换代, 网络种类繁多, 网络世界的前景无限广阔。

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物, 它涉及到通信与计算机两个领域。它的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化, 在当今社会中起着非常重要的作用, 对人

类社会科技的进步做出了巨大贡献。现今，计算机网络已经成为人们社会生活中不可缺少的重要组成部分，计算机网络的应用已经遍布工、农、商、学、兵及航天等各个领域。从某种意义上讲，计算机网络的发展水平和应用广度不仅反映一个国家的计算机科学和通信技术水平，而且也是衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。

计算机网络的发展过程从简单到复杂。从技术上看，不断推陈出新。从单机到多机，由终端与计算机之间的通信，演变到计算机与计算机之间的通信。其发展过程经历了四个阶段：联机系统阶段、互联网阶段、网络标准化阶段、多网互连与高速宽带化阶段。下面将讨论其发展历程及相关技术要点等内容。

1. 联机系统阶段

(1) 初始联机形式

计算机与通信的结合始于 20 世纪 50 年代。1954 年，人们制造出了一种读卡终端，它能将穿孔卡片上的数据用电话线发送到远地计算机上，这种终端设备被称为收发器 (Transceiver)。此后，电传打字机开始作为远程终端和计算机相连，用户可以在电传打印机上将自己的程序输入到远程计算机中，计算机算出的结果又传回到电传打印机上打印输出。这种简单的“终端-通信线路-计算机”系统，就是计算机网络的雏形，称为计算机网络的第一阶段。该阶段计算机网络的基本结构是由一台中央主机连接大量的地理位置分散的终端构成系统。除具有独立的数据处理功能外，系统中所连接的终端设备均无独立处理数据的能力。

第一阶段的计算机网络系统实质上就是联机多用户系统，是面向终端的计算机通信。1957 年，加拿大首先进行了这种联网试验。利用电话线传输计算机或远程终端发出的数字信号，必须经过数据转换。用调制解调器 (Modem) 实现两种信号的转换。在通信前，先把从计算机或远程终端发出的数字信号用 Modem 转换成模拟信号 (用 FSK 或 PSK 调制技术)，然后送入模拟信道 (电话线) 传输。模拟信号到达对方后，再用对方的 Modem 将它还原成数字信号，送给计算机或终端设备。

由于计算机内部和向外都是并行传输数据的，而在通信线路上则采用串行传输数据，所以计算机与远程终端通信时必须加上一个线路控制器作为接口，用它实现发送时的并/串 (P/S) 转换和接收时的串/并 (S/P) 转换。同时，这种接口还能进行简单的传输差错控制。最初，一个线路控制器只能与一条通信线路相连，这种模式的联机系统如图 1-1 所示。

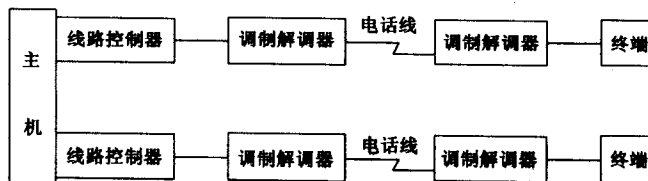


图 1-1 初始联机模式下的联机系统

(2) 半隔离联机形式

随着联机系统内远程终端数量的不断增加，系统中主机要使用多个线路控制器。为了避免系统过于复杂，20 世纪 60 年代初研制生产出了多重线路控制器 (Multiline Controller)，一个多重线路控制器可以与多个远程终端相连接，多重线路控制器联机系统如图 1-2 所示。

在主机通过多重线路控制器与远程终端直接相连的系统中，主机既要进行数据处理，又

要承担各终端间的通信，主机负荷加重，工作效率下降，而且分散的终端都要独占一条通信线路，线路利用率低，费用高。这种方式属于半隔离方式通信，主机没有完全脱离对通信的控制工作。

(3) 全隔离联机形式

如何才能使主机完全脱离对通信的控制工作，集中力量进行对报文的处理工作呢？那就是采用全隔离联机形式，即在系统主机前增设一个前端处理机（FEP, Front End Processor）或通信控制器（CCU, Communication Control Unit）。这些设备用来专门负责通信工作，从而实现了数据处理与通信控制的分工，更好地发挥了主机的数据处理能力。全隔离联机形式下的系统如图 1-3 所示。严格来讲，因为 CCU 的功能远不如 FEP 强大，所以增设 FEP 属于全隔离耦合，而增设 CCU 则仍属于半隔离耦合。

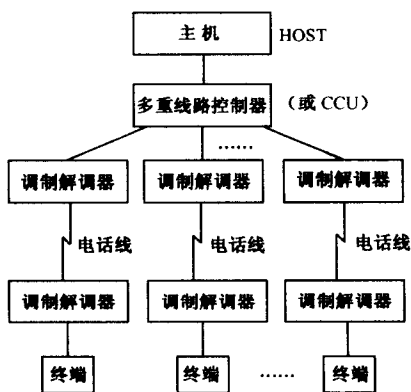


图 1-2 用多重线路控制器联机系统

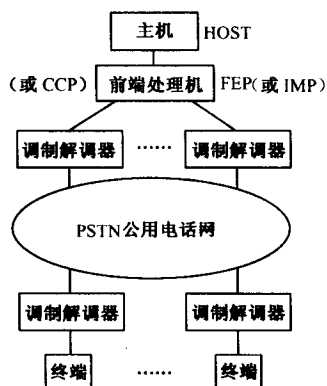


图 1-3 全隔离联机形式

(4) 设置远程集中器或复用器

为了进一步节省通信费用，提高通信效率，在终端比较集中的地方设置集中器（Concentrator）或多路复用器（多路复用器为硬件方案实现，而集中器为软件方案实现），把终端发来的信息收集起来，装配成用户的作业信息存入集中器中，然后再用高速线路将数据信息传给前端处理机，最后提交给主机。当主机把信息发给用户时，信息要经前端处理机和集中器最后分发给用户。从而进一步提高了通信效率，如图 1-4 所示。

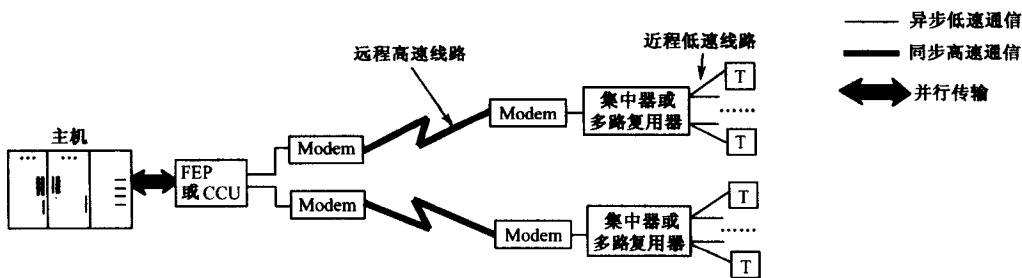


图 1-4 带有集中器的远程多终端联机系统

2. 互联网阶段

计算机互联网阶段的特点是有多台计算机相联，有多个处理中心，能实现资源共享。

20 世纪 60 年代中期，英国国家物理实验室 (NPL) 的计算机专家戴维斯 (Davies) 提出了分组 (Packer) 的概念，1969 年美国的分组交换网 (ARPA 网) 投入运行，从而使计算机网络由终端与计算机之间的通信，发展到计算机与计算机之间的直接通信。从此，计算机网络进入了崭新的第二阶段——互联网阶段。

第二阶段早期系统中只有一个计算机处理中心，各终端通过 (T) 通信线路共享主机 (H) 的硬件和软件资源。而第二阶段的后期计算机网络系统中有多个计算机处理中心，各联网计算机通过通信线路连接，相互交换数据和传送软件，实现互连计算机之间的资源共享。以单个主机为中心的网络和以多计算机为中心的网络的逻辑结构图截然不同，如图 1-5 所示。

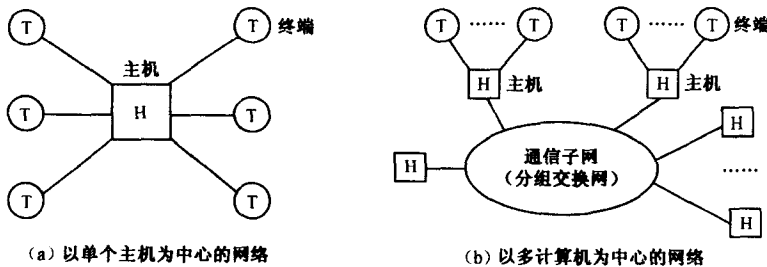


图 1-5 第二阶段互联计算机网络逻辑结构比较

3. 网络标准化阶段

计算机网络系统本身包含硬件、软件和协议等诸多内容，十分复杂。不同型号计算机之间进行通信要涉及许多复杂的技术问题，为能方便地实现网络通信或网络资源共享，就必须寻找最有效的解决办法——分层法。这一方法最早是在 1974 年提出来的，当时美国 IBM 公司公布了它研制的系统网络体系结构 (SNA, System Network Architecture)，不久，其他不同的分层网络体系结构也相继推出。

众所周知，体系结构相同的网络产品更易于互连。而不同公司开发生产的不同体系结构的产品，如果不进行标准化工作，就很难直接相连。这就给组网工作带来了新的难题，从而迫使某些组织去建立国际标准，以达到开放系统互连。国际标准化组织 (ISO, International Standards Organization) 于 1977 年成立了专门机构来研究该问题，并在 1984 年正式颁布了“开放系统互连基本参考模型” (OSI, Open System Interconnection Basic Reference Model)，即国际标准开放系统互连七层结构。这种分层结构将一个大而复杂的网络问题化分为多个小而容易解决的问题，从而使各类计算机体系结构互连成为可能。它也使计算机网络进入第三阶段——网络标准化阶段。在此后近十年的时间里，世界各国的网络都在努力按 ISO 的 OSI 分层协议去组建。

4. 多网互联与高速宽带化阶段

自 20 世纪 90 年代初，计算机技术、通信技术和协议三方面都得到迅速发展，计算机网络互连技术也不断更新换代。特别是 1993 年美国宣布建立国家信息基础设施 (NII, National Information Infrastructure) 后，全世界许多国家纷纷制定和建立本国的 NII，从而极大地推动

了计算机网络技术的发展。各类网络不断出现，并实现了互连。从规模上看，有局域网、校园网、企业网、城域网、广域网及国际互联网。从技术上看，有 DDN 网、FR 网、ATM 网、FDDI 网及各类分组网等。这些网络的互联，技术的不断完善，网络的不断扩容和提速，带宽的不断扩展，使计算机网络进入了一个崭新的阶段——多网互联与高速宽带化阶段。

目前，全球以 Internet 为核心的高速计算机互联网已经形成，Internet 已经成为人类最重要的且最大的知识宝库。网络互连和高速计算机网络就成为第四代现代计算机网络。

第三代第四代计算机网是本书讨论的重点。

1.2.2 网络操作系统发展史

上面是从联网形式上看分 4 个阶段。如果从计算机及网络操作系统的演化和进步历程看也有 4 个阶段：单级 DOS 系统、联机多用户系统、网络操作系统和分布式网络系统。

1. 单机 DOS 系统

计算机系统是由软件系统和硬件系统组成的。硬件和软件之间有一定关系，见图 1-6。

其中，系统硬件主要包括中央处理器（CPU）、存储器和输入/输出设备。紧挨着硬件层的软件是操作系统，不同类型的操作系统与不同规格的计算机硬件结合，构造出不同类型的计算机系统。这时的操作系统是单用户 DOS 系统。汉化的 DOS 叫 CCDOS，并有很多版本。DOS 版本不断升级换代，直到 DOS 6.0 才开始有通信和局域网功能。

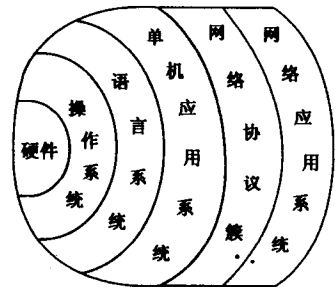


图 1-6 计算机硬件与软件之间的层次关系

2. 联机多用户系统

单用户 DOS 系统之后，便发展到联机多用户系统。

从本质上讲，在联机多用户系统中，无论主机连接多少个终端或计算机，主机与其连接的终端或计算机之间都是支配与被支配的关系（即主-从关系）。传统的联机多用户系统，都由一台主机、多个联机终端和一个多用户操作系统组成。在多用户系统中，终端不具备单独的数据处理能力。在分时系统中，终端靠 CPU 把系统的部分主存分给终端用户，并且通过使用 CPU 为每个用户划分的时间片来执行用户的应用程序。随着计算机科学的发展和微型计算机的诞生，在相当数量的多用户系统中，终端本身也是具有单独数据处理能力的计算机，称做智能终端。在连接有智能终端的多用户系统中，由于智能终端本身是一个独立的计算机系统，所以，在没有通过主机启动多用户操作系统的情况下，智能终端可以直接启动自身的操作系统进行工作。这时，虽然智能终端连接在多用户系统主机上，但它与多用户系统没有丝毫关系，以一台独立的计算机身份进行工作。这时，智能终端中的资源不能被主机共享，同样主机的资源也不能被智能终端共享。在多用户系统中，终端仅仅是系统中的输入/输出设备。换言之，在多用户系统中，不存在主机与终端共享资源的问题。主机往往采用查询或分时的方式去管理各个终端，称之为分时系统。该系统中多个终端分享一台主机资源，而主机（即使是最大型的主机）的存储器、速度和所能负担的终端数量都是有限的，每个终端只能够分享到一部分计算机资源。系统中所连接的终端越多，每个用户使用主机的机会就越少。如果

给主机增加一批终端，主机就必须有足够的容量，否则，只有换成更大的主机才行。

3. 网络操作系统

所谓计算机网络，是指将不同地理位置且具有独立功能的多台计算机系统通过通信设备和线路连接起来，以功能完善的网络软件实现网络通信或资源共享。资源共享是指各计算机用户均能享受网内其他计算机中的全部或部分资源（包括硬件资源和软件资源）。要实现软件共享，就必须交换程序或数据。有多种交换技术，而现代网络系统是建立在分组交换技术基础上的计算机网络系统（网络是由网络操作系统、多台计算机和各种通信设备构成的）。在计算机网络系统中，每台计算机是独立的。除个别的网络结构外，一般而言，普通网络中任何两台计算机之间没有主-从关系。

早期的计算机网络结构也较简单，如图 1-7 所示。由于网络系统不是以一台大型的主机为基础的，而是以许多独立的计算机为基础的，它们各自不仅拥有属于自己的打印机、磁盘驱动器操作系统及应用软件，而且所有这些计算机相互之间还能够传送信息和共享资源（比如共享打印机和磁盘系统）。系统中的多台计算机皆可独立工作，并可使用网络系统中的所有外部设备，相互间可发送信息，交换程序和数据。这实际上就是现今的最简单的局域网模式。

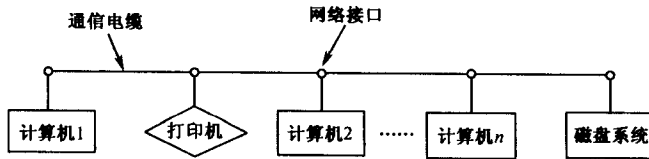


图 1-7 早期的计算机网络系统

与分时多用户互连系统相比，计算机网络系统中的网络用户可以共享网中全部资源。而分时多用户系统却只能共享主机资源，各终端用户不能共享其他终端资源。同时，此系统中终端用户只能在某时间片内使用主机 CPU，而网络系统中各计算机可独立处理数据，互不干扰，具有并行性。

4. 分布式网络系统

分布式网络系统又叫分布式计算机系统。它与计算机网络系统有许多类似之处，如硬件连接、拓扑结构和通信控制方式等方面，又都有共享资源之处。它们之间主要区别是：分布式网络系统在分布式计算机操作系统支持下，进行分布式数据库处理和各计算机之间的并行工作，连接的计算机可协调工作，共同完成一项任务，一个大型程序可以分布在多台计算机上并行运行，而计算机网络系统是在网络操作系统支持下，实现互连计算机之间的资源共享，各计算机通常是独立工作，不能协调。随着网络技术的发展，计算机网络系统也渐渐地具有一些分布式系统的功能。所以，计算机网络系统与分布式计算机系统常常很难区分。

总之，计算机网络是突破地理范围限制的计算机的集合，它们用物理信道互连，并遵守共同的协议而进行数据通信。从而实现用户对网络系统中各设备的共享。计算机网络多种多样的功能，已成为现代信息社会的有力工具。它大大压缩了时空，跨越了国界，实现了人与人之间或人与计算机之间的交流。

1.3 现代计算机网络的技术特点

现代计算机网络是通过各种有线和无线通信媒体将各个独立的计算机互联而形成的系统。它不仅实现了各个计算机之间的通信或资源共享,而且对用户而言,还提供了诸如电子商务和网上购物等多种功能,大大方便了用户。

虽然各种网络系统的具体用途、系统连接拓扑结构和数据传送方式等各不相同,但各种网络系统都具有一些共同的特点。

对于现代计算机网络而言,归纳起来主要有如下特点。

① 计算机间多媒体数据交换容易。网络系统中各相连的计算机能相互传送各种数据信息,使相距很远的人们能直接交换多媒体数据。

② 各计算机相对独立。网络系统中各相连的计算机是相对独立的,它们既联系又独立,是平等关系,个别的有主-从关系。

③ 采用堆积木技术,建网周期短、见效快。现在计算机软件 and 硬件技术十分成熟,建立一个网络系统只需把各计算机与通信媒体连接好,安装并调试好相应的网络软硬件即可。

④ 成本低、效益高。由于微电子技术的进步,超大规模集成(VLSI)已普遍采用,计算机网络使只具有微机的用户也能分享到大型机的功能。这一点充分体现了网络系统的“群体”优势。

⑤ 使用简单方便。对用户而言,掌握网络使用技术比掌握大型机使用技术简单,网络使用技术实用性也非常强。菜单式操作大大方便了用户。

⑥ 易于分布处理和集中控制管理。由于网络是将多台计算机连成具有高性能的计算机系统,所以网络软件具有较强的综合性能,并通过一定算法把任务交给不同的计算机完成,使网络具有解决大量复杂问题的能力,易于分布处理。之后,中心还可传回分布处理的结果,集中控制。

⑦ 系统灵活性与适应性强。现代计算机网络系统中能很灵活地接入新的计算机以扩充系统容量。计算机网络的灵活性表现在对不同的用户和任务具有很强的适应性。

⑧ 操作系统更新升级快。在不到一年的时间就有功能更强的新版本出现。

⑨ 传输媒体多样化,系统带宽逐渐拓宽。光纤等多媒体应用发展迅速。

⑩ 新式功能的外围卡不断出现,新的应用软件也不断推出,所以现代网络新的应用方式不断出现,给人以日新月异之感。

1.4 现代计算机网络的目标

由于计算机技术和通信技术的不断进步和完善,现代计算机网络采用的都是新方案新技术,在未来的设计和实施中应追求如下十大目标:资源共享性、系统可靠性、抗毁性、工作高效性、节省投资和投资续存、集中控制与分散处理、系统负载均衡与调节、人机界面形象通用化、主机多线程工作方式和天地一体化等。

1. 资源共享性

资源共享包括硬件共享、软件共享(包括程序和数据)和信道共享。