

高等院校计算机专业教育改革推荐教材

计算机 网络技术

魏永继 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等院校计算机专业教育改革推荐教材

计算机网络技术

魏永继 主编

机械工业出版社

本书涵盖了计算机网络技术基础和计算机网络技术应用两大部分。主要包括通信技术基础,网络技术基础,局域网络与广域网络技术,网络安全与管理,Windows 2000 网络应用和 Internet/intranet 应用技术等。本书通俗易懂、深入浅出、可读性强,突出了当代最新网络技术和网络技术实践。

本书适合作为高等院校计算机及相关专业的本科生教材,也可作为有关网络技术人员、网络管理人员和网络用户的培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术/魏永继主编. —北京:机械工业出版社, 2003.6

高等院校计算机专业教育改革推荐教材

ISBN 7-111-12183-X

I. 计... II. 魏... 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(2003)第 037267 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 陈振虹

责任印制: 路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·24.25 印张·601 千字

0001—5000 册

定价: 34.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

高等院校计算机专业教育改革推荐教材

编委会成员名单

主 编 刘大有

副主编 王元元

编 委 （按姓氏笔画排序）

李师贤 刘晓明 张桂芸 徐汀荣

耿亦兵 黄国兴 顾军华 薛永生

编者的话

计算机科学技术日新月异的飞速发展和计算机科学技术专业教育的相对滞后,已是不争的事实。

有两个发人深省的现象:一是,由于非计算机专业的学生既具有一门非计算机专业的专业知识,又具有越来越高的计算机应用技术水平,从而使计算机专业的学生感受到一种强烈的冲击和压力;二是,创建软件学院的工作已有近两年的历史,但软件学院的计算机专业教育的定位仍在探讨之中。

我们认为计算机科学与技术专业(以下简称计算机专业)教育的改革势在必行,正确认识和划分计算机专业教育的层次,对该专业的教育改革无疑是一个非常重要的问题。我国的计算机专业教育主要分三个层次。一般说来,这三个层次通常分布在以下三类高等院校:

第一层次主要以具有计算机一级学科博士学位授予权的教育部属重点高等院校为代表(包括具有两个博士点的大学)。这一类大学本科着重培养理论基础比较坚实、技术掌握熟练、有一定研究和开发能力的计算机专业学科型人才,其中部分学生(约本科生的10%)可攻读博士学位。

第二层次主要以具有一个计算机二级学科专业博士点的教育部属高等院校为代表。这一类高等院校本科着重培养有一定的理论基础、技术掌握比较熟练、有一定的研究或开发能力的计算机专业人才,其中一部分培养成学科型人才,另一部分培养成应用型人才,一小部分学生(约本科生的5%)可攻读博士学位。

第三层次主要以具有计算机二级学科专业硕士点的省属高等院校为代表。这一类高等院校本科面向企业应用,侧重培养对计算机技术或部分计算机技术掌握比较熟练,有一定的开发、应用能力的计算机专业应用型人才,其中很小一部分学生(约本科生的2.5%)可攻读博士学位。

国家教育部、计委批准的或省教育厅批准的示范性软件学院,就其培养目标和办学特色而言,分别与第二层次中应用型人才培养部分以及第三层次比较相近,但在如下方面有所不同:将软件工程课程作为专业教学重点;更加强调英语教学,更加重视实践能力培养,并对两者有更高的要求。

我们本着对高等院校的计算机专业状况的认识,主要面向与上述第二、第三两个层次对应的院校及与之相近的软件学院,总结多年的计算机专业的教改经验,在一定程度上溶入了ACM& IEEE CC2001和CCC2002(中国计算机科学与技术学科教程)的教改思路,组织我国一直投身于计算机教学和科研的教师,编写了这套“高等院校计算机专业教育改革推荐教材”(以下简称“推荐教材”)。自然,“推荐教材”中所贯穿的改革思路和做法,也是针对上述第二、第三两个层次对应院校的计算机专业学生。这些思路和做法可概括成以下三句话:

- 适度调整电子技术基础、计算机理论基础和系统软件的教学内容。
- 全面强化计算机工具软件、应用软件的教学要求。
- 以应用为目标大力展开软件工程的教学与实践。

电子技术基础、计算机理论基础、系统软件教学关系到学生的基本素质、发展潜力和日后的应变能力。“推荐教材”在调整它们的教学内容时的做法是:适度压缩电子线路、数字

电路和信号系统的教学内容,变三门课程为两门,并插入数字信号处理的基础内容;合并“计算机组成原理”、“微型计算机接口技术”和“汇编语言”为“计算机硬件技术基础”一门课程;注意适当放宽“离散数学”课程的知识面,使之与 CCC2002 的要求基本接轨,但适度降低其深度要求;更新系统软件课程的教学内容,以开放代码的 Linux 作为操作系统原理的讲授载体,更加关注系统软件的实践性和实用性。

为了提高计算机专业人才的计算机应用能力,全面强化计算机工具软件、实用软件的教学要求是十分重要的,这也是上述改革思路的核心。为此,“系列教材”的做法是:强化程序设计技术,强化人机接口技术,强化网络应用技术。

为强化程序设计技术,“推荐教材”支持在单片机环境、微机平台、网络平台的编程训练;支持运用程序设计语言、程序设计工具以及分布式对象技术的编程训练。大大加强面向对象程序设计课程的组合(设计了三门课程:面向对象的程序设计语言 C++,面向对象的程序设计语言 JAVA 和分布式对象技术),方便教师和读者的选择。

为强化人机接口技术,“推荐教材”设计了“人机交互教程”,“计算机图形学”和“多媒体应用技术”等可供选择的、有层次特色的课程组合。

为强化网络应用技术,“推荐教材”设计了“计算机网络技术”,“计算机网络程序设计”,“计算机网络实验教程”和“因特网技术及其应用”等可供选择的、新颖丰富的课程组合。

将软件工程课程作为专业教学重点,以应用为目标大力展开软件工程的教学与实践,是“推荐教材”改革思路的又一亮点。为改变以往软件工程课程纸上谈兵的老毛病,“推荐教材”从工程应用出发,理论联系实际,突出建模语言及其实现工具的运用,设计了“软件工程的方法与实践”,“统一建模语言 UML 导论”和“ROSE 对象建模方法与技术”等可供选择的、创新独特的软件工程课程组合。对于各类软件学院,“推荐教材”的这一特色无疑是很有吸引力的。

强调实践也是计算机学科永恒的主题,对计算机应用专业的学生来说更是如此。重应用和重实践是“推荐教材”的一个整体特点。这一特点,一方面有利于解决本文开始所指出的计算机专业学生较之非计算机专业学生,在应用开发工作中上手慢的问题;另一方面,使计算机专业的学生能在更大范围内、更高层面上掌握计算机应用技术。这一特点正是许多高等院校计算机专业教育改革追求的一个目标,也是国家教育部倡导软件学院的初衷之一。

“推荐教材”由基础知识、程序设计、应用技术、软件工程和实践环节等五个模块组成。各模块有其对应的培养目标与功能,从而构架出一个创新的、完整的计算机应用专业的课程体系。模块化的设计,使各学校可根据学生及学校的特点做自由的选择和组合,既能达到本专业的总体要求,又能体现具有特色的个性发展。整套教材的改革脉络清晰,结构特色鲜明,值得各高等院校在改革教学内容、编制教学计划、挑选教材书目时借鉴和参考。当然,很多书目也适合很多相关学科的计算机课程用作教材。

“推荐教材”的组成模块和书目详见封底。显然它不能说是完备的(实践环节模块更是如此),其改革的思路、改革的举措也可能有值得探讨的地方。我们衷心希望得到计算机教育界同仁和广大读者的批评指正。

高等院校计算机专业教育改革推荐教材
编委会

前 言

多年来,一直想编写一本有关计算机网络技术的书或教材。但网络技术日新月异的发展,常让我们写而生畏,担心出版时内容落伍,故而搁笔至今。时逢几位有志有为的教师,都是教学科研的骨干,并主持或参与过大型网络系统集成和应用系统开发的工程实践,愿意各展所长,共同编写这本教材,奉献给读者。

随着计算机技术和通信技术的迅猛发展,网络跨越时空,已无处不在。21 世纪的人们生活在五彩缤纷的网络世界中。拿起电话,您就进入了电信网;打开电视机,您就进入了无线或有线电视网;点击鼠标,您就进入了 Internet 这个全球最大的、开放的计算机网。网络与社会的融合构成网络社会;网络与经济的融合构成网络经济。实质上,网络就是应用,网络就是服务,网络就是人们相互沟通的工具和载体。因而,计算机网络课程已经成为或者正在成为高校计算机专业及其相关专业学生的必修课。

本书所包含的基础理论内容较广泛,并注重实际应用。全书力求通俗易懂、深入浅出和理论实践的交融。本书最大特色是在介绍计算机网络原理的基础上,以较大的篇幅介绍了网络的最新技术:交换机和路由器的实践技术和应用,Windows2000 系统的服务和管理,使读者既能学习网络理论,又能掌握和提高技术能力,缩短了读者从学习到进入工作角色的进程。本书可作为高等院校本科学生的正式教材或主要教学参考书,也可以作为在职人员的进修或培训教材,还可以作为网络工程技术人员的参考书。

全书共分 9 章,内容包括网络的基本概念、网络体系结构和通信协议、网络核心技术(交换与路由技术)、Internet/intranet 和 Windows 2000 系统等几大方面。书中部分带有标记的章节可由教师灵活掌握讲解深度,章后习题便于学生掌握知识。

本书由魏永继担任主编,丁玄功担任副主编。第 1、2 章由魏永继、丁玄功编写,并负责全书的统稿工作。第 3、9 章由金钟、杨燕青编写,第 4、5 章由冯俊梅编写,第 6 章由马卫国编写,第 7 章由李楹编写,第 8 章由李伟编写。

本书由吴礼发博士审阅,在此一并对所有帮助过我们的同仁表示衷心的感谢。

书中内容失误或不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

编者的话

前言

第 1 章 计算机网络与网络体系结构概述	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算机网络的产生和发展过程	1
1.1.2 计算机网络的定义	4
1.1.3 计算机网络的逻辑结构	5
1.1.4 计算机网络系统的组成	6
1.2 计算机网络分类	7
1.2.1 按不同的网络技术划分	7
1.2.2 按网络覆盖的地理范围划分	7
1.2.3 按网络传输技术划分	7
1.2.4 按使用范围划分	8
1.2.5 其他的网络分类方式	8
1.2.6 Internet、intranet 和 extranet	8
1.3 计算机网络的功能和应用	9
1.3.1 计算机网络的功能	9
1.3.2 计算机网络的应用	10
1.4 网络协议与网络体系结构	10
1.4.1 协议分层	10
1.4.2 接口与服务	11
1.4.3 服务与协议的关系	12
1.5 ISO-OSI 参考模型	13
1.5.1 OSI 参考模型——七层结构	13
1.5.2 OSI 参考模型各层功能	14
1.5.3 OSI 参考模型	15
1.6 TCP/IP 协议集	15
1.6.1 TCP/IP 参考模型	15
1.6.2 IP 协议	17
1.6.3 TCP 协议与 UDP 协议	21
1.7 网络体系结构的发展和网络标准化组织	23
1.7.1 网络体系结构的发展	23
1.7.2 网络标准化组织	24
1.8 习题	26
第 2 章 数据通信基础	27
2.1 数据通信概论	27

2.1.1 数据通信的基本概念	27
2.1.2 通信方式	31
2.1.3 同步传输和异步传输	32
2.2 数据编码技术	37
2.2.1 模拟数据编码	37
2.2.2 数字数据编码	38
2.2.3 模拟数据数字化	40
2.3 多路复用技术	41
2.3.1 频分多路复用	42
2.3.2 时分多路复用	42
2.3.3 码分多路复用 (CDMA)	44
2.4 数据交换技术	46
2.4.1 电路交换	46
2.4.2 报文交换	47
2.4.3 分组交换	48
2.5 传输介质	50
2.5.1 双绞线	50
2.5.2 同轴电缆	51
2.5.3 光纤电缆	51
2.5.4 无线传输介质	52
2.6 差错控制	54
2.6.1 差错类型	54
2.6.2 差错控制方法	55
2.6.3 奇偶校验码	55
2.6.4 校验和	57
2.6.5 循环冗余码 (CRC)	57
2.6.6 海明码	60
2.7 流量控制技术	61
2.7.1 停止一等待控制方法	62
2.7.2 滑动窗口控制方法	62
2.8 PC 机通信	64
2.8.1 物理接口	65
2.8.2 EIA-232 的 DTE 与 DCE 连接	66
2.8.3 串行通信的实现方法	67
2.8.4 调制解调器	69
2.9 习题	71
第 3 章 计算机局域网	73
3.1 局域网概述	73
3.1.1 局域网的产生和发展	73

3.1.2	局域网的定义	73
3.1.3	局域网的应用	74
3.1.4	局域网的分类	75
3.1.5	局域网的组成	76
3.1.6	传输介质	76
3.2	局域网协议	76
3.2.1	局域网 (LAN) 标准类型	76
3.2.2	局域网 (LAN) 协议结构	77
3.2.3	逻辑链路控制 LLC 子层	78
3.2.4	介质访问控制 MAC 子层	79
3.3	局域网拓扑结构	79
3.3.1	总线型网络	79
3.3.2	星形网络	81
3.3.3	环形网络	82
3.3.4	树形网络	83
3.3.5	网状形网络	84
3.4	局域网络介质访问控制	84
3.4.1	争用	84
3.4.2	令牌传递	85
3.4.3	轮询	86
3.4.4	几种介质访问控制方法比较	86
3.5	以太网	87
3.5.1	以太网的发展	87
3.5.2	以太网的基本知识	87
3.5.3	常见的以太网组网方式	90
3.5.4	以太网寻址	93
3.6	令牌环网络	94
3.6.1	令牌环网的体系结构	94
3.6.2	令牌环网的工作原理	95
3.6.3	令牌环网中的帧格式	95
3.6.4	令牌环网的维护	96
3.7	令牌总线	97
3.7.1	IEEE 802.4 标准的发展	97
3.7.2	令牌总线网的工作原理	98
3.7.3	令牌总线 MAC 帧格式	98
3.7.4	令牌总线的维护	99
3.8	FDDI	100
3.8.1	什么是 FDDI	100
3.8.2	FDDI 的特点	101

3.8.3	FDDI 的工作原理	101
3.8.4	FDDI 的拓扑结构	102
3.8.5	FDDI 的数据编码	102
3.8.6	时钟偏移	103
3.8.7	FDDI 的帧格式	104
3.8.8	FDDI 的可靠性	104
3.9	高速以太网	105
3.9.1	以太网发展阶段	105
3.9.2	100Mbit/s Ethernet 系列	105
3.9.3	千兆以太网与万兆以太网	107
3.10	综合布线技术	109
3.10.1	综合布线系统概述	109
3.10.2	综合布线系统所使用的组网器件	112
3.10.3	综合布线系统标准	113
3.10.4	综合布线系统的设计等级	114
3.10.5	综合布线系统的设计要点	114
3.10.6	综合布线系统发展趋势	116
3.11	习题	116
第 4 章	交换式局域网络	118
4.1	交换的基本概念	118
4.1.1	三种交换技术	118
4.1.2	网络带宽瓶颈与交换网络技术	119
4.2	从共享到交换的以太网	119
4.2.1	共享式以太网	119
4.2.2	交换式以太网	121
4.3	以太网交换机及交换技术	124
4.3.1	基本的第二层交换技术	124
4.3.2	交换机内部的交换方式	128
4.3.3	生成树协议 (STP)	129
4.4	交换机的配置	133
4.5	多层交换技术	142
4.6	虚拟局域网 VLAN	143
4.6.1	VLAN 概述	143
4.6.2	VLAN 成员关系的设置	145
4.6.3	交换机间的链路	146
4.6.4	VLAN 管道协议	148
4.6.5	VLAN 的配置	152
4.6.6	VLAN 和生成树	153
4.6.7	VLAN 间的路由选择	154

4.7 交换式以太网组网技术及应用	157
4.8 习题	160
第5章 网络互联与路由技术	162
5.1 网络互联概述	162
5.2 网络互联设备	163
5.2.1 中继器 (repeater)	163
5.2.2 网桥 (bridge)	164
5.2.3 路由器 (router)	165
5.2.4 网关 (gateway)	168
5.3 配置路由器	169
5.3.1 路由器组件	169
5.3.2 路由器启动顺序	170
5.3.3 关于配置路由器	172
5.4 路由技术	174
5.4.1 静态路由	174
5.4.2 动态路由选择协议	177
5.5 配置动态路由选择协议	181
5.5.1 路由信息协议 RIP	181
5.5.2 RIP 应用举例	183
5.5.3 内部网关路由协议 IGRP	186
5.5.4 IGRP 应用举例	189
5.5.5 IGRP 路由选择更新举例	192
5.6 习题	195
第6章 广域网	197
6.1 广域网的定义与结构	197
6.1.1 广域网的产生	197
6.1.2 广域网的结构及其与其他通信网的关系	197
6.2 通信基础网	198
6.2.1 光纤通信及 SDH/PDH 光网络	199
6.2.2 公共电话网络 (PSTN)	203
6.2.3 接入网技术	204
6.3 综合业务数字网 (ISDN)	212
6.3.1 综合业务数字网的基本概念	212
6.3.2 ISDN 的网络功能	214
6.3.3 ISDN 的用户—网络接口	214
6.4 公共 X.25 分组交换网	216
6.4.1 分组交换网的构成	216
6.4.2 分组交换网的基本原理	217
6.4.3 分组交换网提供的服务方式	218

6.4.4 分组交换网采用的 X.25 建议	219
6.5 公共数字数据网	221
6.5.1 数字数据网 (DDN) 概述	221
6.5.2 数字数据网的基本原理	223
6.5.3 DDN 的网络结构	228
6.5.4 DDN 网的业务种类	229
6.6 帧中继网	230
6.6.1 帧中继产生的背景	230
6.6.2 帧中继的技术原理	230
6.6.3 帧中继的接入设备	231
6.6.4 帧中继网络管理	231
6.7 ATM	232
6.7.1 ATM 的传输原理	232
6.7.2 ATM 信元的结构	233
6.7.3 信头差错控制	234
6.7.4 ATM 的功能	235
6.7.5 ATM 数字交叉连接系统	236
6.7.7 基于 ATM 技术的 B-ISDN	239
6.7.8 基于 ATM 的 ADSL 接入	240
6.8 移动通信与 GPRS 技术	241
6.8.1 GSM 数字蜂窝系统	241
6.8.2 GPRS	243
6.9 习题	245
第 7 章 Internet 与 intranet	246
7.1 网络应用模式的发展	246
7.2 客户机/服务器 (C/S) 计算模式	247
7.3 浏览器/服务器 (B/S) 计算模式	248
7.4 Internet 概述	249
7.4.1 什么是 Internet	249
7.4.2 Internet 服务	250
7.4.3 Internet 的组成	250
7.4.4 Internet 的管理	251
7.5 Internet 的接入	251
7.6 Internet 的服务及应用	253
7.6.1 E-mail	253
7.6.2 WWW	255
7.6.3 FTP	258
7.6.4 Telnet	260
7.6.5 DNS	264

7.7 intranet 结构与组成	266
7.8 代理服务与代理服务器技术	268
7.8.1 代理服务	268
7.8.2 代理服务器技术	269
7.8.3 典型应用——用代理服务器连接 intranet 和 Internet	269
7.9 防火墙原理与构成技术	270
7.9.1 防火墙的简介	270
7.9.2 防火墙的构成技术	271
7.10 习题	272
第 8 章 网络安全与管理	273
8.1 网络安全技术概述	273
8.1.1 安全系统的功能	273
8.1.2 常用的安全技术	274
8.1.3 安全策略	276
8.2 加密技术	279
8.2.1 加密技术概述	279
8.2.2 对称加密	281
8.2.3 非对称加密	283
8.3 PKI (公共密钥基础结构)、数字签名与数字证书	283
8.3.1 什么是 PKI 技术	284
8.3.2 数字签名	284
8.3.3 数字证书	285
8.3.4 认证中心 (CA) 简介	286
8.4 网络防病毒技术	287
8.4.1 网络防病毒技术概述	287
8.4.2 防病毒系统的选择	288
8.4.3 防病毒发展趋势	290
8.5 网络备份与恢复	291
8.5.1 对备份的正确认识	291
8.5.2 选择适当的备份介质	292
8.5.3 系统灾难的恢复	295
8.6 网络管理	296
8.6.1 网络管理的概念	297
8.6.2 网络管理协议概述	298
8.6.3 网络管理新技术	300
8.7 简单网络管理协议 (SNMP)	301
8.7.1 什么是 SNMP	301
8.7.2 SNMP 概述	303
8.7.3 Windows 2000 SNMP 代理的属性	306

8.7.4	SNMP 安全性	306
8.8	网络管理平台与网络管理软件工具	308
8.8.1	网络管理平台简介	308
8.8.2	网管软件的定义和通用结构	309
8.8.3	基于 Web 的网络管理	310
8.8.4	网管软件的分类	310
8.8.5	选择一款合适的网管软件	311
8.8.6	网管软件的发展趋势及常见的网管软件	312
8.9	习题	315
第 9 章	网络操作系统	317
9.1	网络操作系统	317
9.1.1	网络操作系统概述	317
9.1.2	网络操作系统的组成	319
9.2	Windows 2000 概述	320
9.2.1	Windows 2000 的特性	320
9.2.2	Windows 2000 的版本	325
9.3	Windows 2000 用户管理	327
9.3.1	基本概念	327
9.3.2	用户账户的管理	328
9.4	Windows 2000 资源管理	330
9.4.1	利用 NTFS 管理数据	331
9.4.2	通过网络访问文件资源	341
9.4.3	Windows 2000 中的分布式文件系统	345
9.4.4	管理打印机资源	346
9.5	Windows 2000 网络服务	351
9.5.1	DHCP 服务器	352
9.5.2	DNS 服务器	358
9.5.3	WINS 服务器	364
9.5.4	活动目录服务	368
9.6	习题	373

第1章 计算机网络与网络体系结构概述

1.1 计算机网络概述

伴随着工业革命向纵深发展,高产量、高速度、高质量、低资源消耗地生产产品,跨地域,跨国界地扩大企业生产和经营的规模,以及增值服务等社会需求推动了计算机技术、控制技术、信息技术的剧烈增长,并为计算机网络的产生奠定了社会基础。微电子技术的迅速发展对计算机和通信行业产生了巨大影响,计算机技术和通信技术的发展及其相互渗透、密切结合成为计算机网络诞生和发展的物质基础。

回顾百年历史,信息技术产业的出现决非偶然,它是人类文明进步的必然产物。信息的获取、处理、传输和利用成为信息时代的关键技术。而计算机网络技术、计算机技术、通信技术则成为 IT 产业的三大支柱。

1.1.1 计算机网络的产生和发展过程

现代计算机网络源于 20 世纪 60 年代。世界上第一个远程分组交换网络 ARPANET 问世于 1969 年,1977 年国际标准化组织着手制定计算机网络的标准——开放系统互连模型 OSI。70 年代末出现局域网络,1980 年国际电气电子工程师协会成立局域网络标准化部门 IEEE802 委员会,专门从事局域网络标准化工作。迄今,计算机网络发展成为社会重要的信息基础设施。

1. 计算机技术和通信技术的发展

在计算领域,面对复杂的数学方程求解和数据处理的问题,特别是第二次世界大战为计算炮弹的弹道飞行轨道,齿轮式手摇计算机远不能满足要求。电子管的发明和电子线路的诞生为 1945 年第一台通用数字式计算机 ENIAC 的研制成功准备了物质和技术条件。1947 年晶体管开始取代电子管,它为通信设备的小型化和计算机的更新换代拉开了序幕。此后,计算机的发展经历了电子管时代、晶体管时代、集成电路时代、大规模集成电路和超大规模集成电路时代。尤其是个人计算机 PC 的出现使计算机应用进入寻常百姓家。IBM-PC 及其兼容机持续发展使其在网络第三次浪潮中扮演着重要角色,构成了 PC³+E 时代,即个人计算(personal computing)、个人通信(personal communication)、个人控制(personal control)平台和娱乐(entertainment)中心。

计算机的体积、重量、功耗、速度、容量、处理能力发生了革命性的变革。于是,人们总结出如下几大定律:

- (1) Moore 定律。微处理器内晶体管集成数量每 18 个月翻一番。
- (2) Bell 定律。若计算能力不变,微处理器的价格和体积每 18 个月减半。
- (3) 存储技术定律。随机存储器 RAM 和硬盘的存储密度每三年增加四倍。

在通信领域,1844 年利用电磁技术发明了电报通信网。1876 年模拟电话网络超越了数

字电报网络。到 20 世纪中叶,电子技术广泛用于通信网络。1937 年,英国人艾伦·瑞夫斯发明 PCM 技术,为通信技术数字化拉开了帷幕。随着传统的电话系统不能满足不断增长的移动用户的需求,卫星寻呼、无绳电话和蜂窝电话得以发展,精美手机已成为个人通信服务的宠儿。1962 年第一颗人造通信卫星发射成功,天际通信领域海阔天空。其实,通信卫星可以看作是空中的巨大的微波中继站,它能完成地球地面站之间的通信。通信卫星的新发展是低成本的卫星站的出现,有时也称作小孔终端 VSAT (very small aperture terminal)。在卫星通信时代的头 30 年,通信卫星位于赤道上方大约 36 000km 的地方的高轨道,运行速度与地球自转速度相同,称之为地球同步卫星。而低轨道卫星很少用于通信。1990 年摩托罗拉打破了这一应用禁区,向美国通信委员会 FCC 提出申请,要求许可发射 77 颗低轨道卫星用于通信“铱计划”。该计划最终被修正为仅使用 66 颗低轨道卫星,因此计划名称也变为“铱计划”。通信技术的发展拉动电信公司的业务,电信公司开始使用光纤取代长途电话网,并引用了高带宽服务,如 SMDS 和 B-ISDN。光纤通信与卫星通信取长补短,满足了不同的市场需求。

2. 计算机网络的发展过程

自 20 世纪 50 年代起,计算机网络经历了诞生、发展、成熟和辉煌几个阶段。网络使人们摆脱了时间和空间的束缚。时间被无限压缩,空间被无限扩大。人们总结了两大传输技术的发展规律:

(1) 梅克·卡夫定理。网络的价值与网络用户数目的平方成正比。

(2) Gilder 定理。主干网的带宽每六个月增加一倍。

计算机网络的发展大事记:

(1) 1951 年,美国麻省理工学院林肯实验室开始为美国空军研制称为 SAGE 半自动化地面防空系统。该系统在每个防区指挥中心装有两台 IBM 的 AN/FSQ-7 计算机,并采用小型机作为其前端处理机,通过通信线路连接防区内各雷达观测站、机场、防空导弹和高炮阵地。它是世界上第一个面向终端的专用计算机通信网,是计算机技术和通信技术结合先驱。该系统于 1985 年投入运行。

(2) 1968 年,美国夏威夷大学研制成功 ALOHA 无线网络,四年后该网络的同步访问控制改进为时隙访问控制技术,为后来的广播式网络,如以太网和卫星通信网奠定了基础。

(3) 1969 年,冷战时期的美国国防部高级研究计划署(DARPA)为了构建一个称之为“可生存系统”的传输网络,传输命令与控制信息,以应对遭到核战争、自然灾害或类似“9.11”恐怖事件的恶劣局面。这就是著名的 ARPANET。初期的 ARPANET 仅是由四个节点构成的实验网络,两年后扩展到 15 个节点。它采用分层的网络体系结构(资源子网和通信子网两个层次)和分组交换核心技术,实现了计算机通信和资源共享。它既是今天因特网(Internet)之鼻祖,又是现代计算机网络的标志和发展里程碑。

Internet 的发展阶段:

(1) 实验阶段(1969—1983 年)。ARPANET 自 1969 年诞生到 1983 年裂变为两个网络,即军用 Milnet 和公众用的 ARPANET,两个网络互联称为 DARPA Internet。ARPANET 的建立产生了网络互联的概念,即将各个独立的网络互联成一个更大的网络实体。互联的需求刺激了谢夫和卡姆于 1974 年研究并推出 TCP/IP 异种机型互连协议。到 1983 年美国国防部高