



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

中国高等学校信息管理与信息系统专业规划教材

丛书主编：陈国青

# 计算机网络技术及应用

高 阳 主 编

王坚强 副主编

根据教育部管理科学与工程类学科专业教学指导委员会主持鉴定的《中国高等院校信息系统学科课程体系》组织编写

与美国ACM和IEEE/CS Computing Curricula 2005同步

清华大学出版社



中国高等学校信息管理与信息系统专业规划教材

丛书主编：陈国青

# 计算机网络技术及应用

高 阳 主 编

王坚强 副主编

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书以《中国高等院校信息系统学科课程体系 2005》中的“网络技术及应用”课程大纲为依据,并经适当修改而编著。全书共分 9 章,较系统地介绍了计算机网络的基本原理、计算机网络的组网技术、计算机网络的组成、计算机网络的应用和计算机网络的建设和管理,第 9 章包含 12 个实验。

本书体系结构合理,概念清晰,内容新颖、充实,理论与实践结合紧密,既强调计算机网络的基本原理和技术,又注意突出其实际应用与管理,可读性好。

本书主要作为高等院校信息管理与信息系统专业以及电子商务专业计算机网络课程的本科生教材,也可作为管理类、工商类和其他工科非计算机专业的本科生教材,同时对于计算机网络系统开发和维护的工程技术人员和管理人员也是一本较好的参考书或培训教材。

本书电子课件可从清华大学出版社网站(<http://www.tup.com.cn>)下载。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术及应用/高阳主编. —北京:清华大学出版社,2009.7

(中国高等学校信息管理与信息系统专业规划教材)

ISBN 978-7-302-20119-9

I. 计… II. 高… 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(2009)第 071029 号

责任编辑:索梅 李玮琪

责任校对:焦丽丽

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:28.75 字 数:699 千字


版 次:2009 年 7 月第 1 版 印 次:2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.00 元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:024756-01



中国高等学校信息管理与信息系统专业规划教材

## 编写委员会

主 任 陈国青

副主任 陈 禹

委 员	毛基业	王刊良	左美云	甘仞初	刘 鲁
	朱 岩	严建援	张 新	张朋柱	张金隆
	李 东	李一军	杨善林	陈晓红	陈智高
	崔 巍	戚桂杰	黄丽华	赖茂生	



# 序

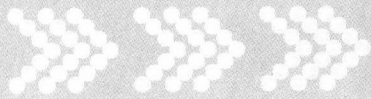
在信息技术刚刚兴起的时候,信息系统还没有作为一个专门的学科独立出来,它更多的只是计算机学科的一个附属。但是,随着信息技术的跳跃式发展和计算机系统在生产、生活、商务活动中的广泛应用,信息系统作为一个独立的整体逐渐独立出来,并得到了迅速发展。由于信息系统是基于计算机技术、系统科学、管理科学以及通信技术等多个学科的交叉学科,因此,信息系统是一门跨专业,面向技术和管理等多个层面,注重将工程化的方法和人的主观分析方法相结合的学科。

早在1984年,邓小平同志就提出了要开发信息资源,服务四个现代化(工业现代化、农业现代化、国防现代化和科学技术现代化)建设。1990年,江泽民同志曾经指出,四个现代化恐怕无一不和电子信息化有着紧密的联系,要把信息化提到战略地位上来,要把信息化列为国民经济发展的重要方针。2004年,胡锦涛同志在APEC(亚洲太平洋经济合作组织)上的讲话明确指出:“信息通信技术改变了传统的生产方式和商业模式,为亚太地区带来了新的经济增长机遇。为把握住这一机遇,我们应抓住加强信息基础设施建设和人力资源开发这两个关键环节。”我国的经济目前正处在迅速发展阶段,信息化建设正在成为我国增强国力的一个重要举措,信息管理人才的培养至关重要。因此,信息系统学科面临着新的、更为广阔的发展空间。

近年来,我国高等学校管理科学与工程一级学科下的“信息管理与信息系统”专业领域的科研、教学和应用等方面都取得了长足的进步,培养了一大批优秀的技术和管理人才。但在整体水平上与国外发达国家相比还存在着不小的差距。由于各所高校在相关专业的历史、特点和背景上的差异以及社会对人才需求的多样化,使得我国信息管理与信息系统专业教育面临着前进中的机遇和挑战。如何适应人才需求变化进行教育改革和调整,如何在基本教学规范和纲要的基础上建立自己的教育特色,如何更清晰地定义教育对象和定位教育目标及体系,如何根据国际主流及自身特点更新知识和教材体系等都是我们在专业教育和学科建设中需要探讨和考虑的重要课题。

2004年,教育部高等学校管理科学与工程类专业教学指导委员会制订了学科的核心课程以及相关各主干课程的教学基本要求(简称《基本要求》)。其中,“管理信息系统”是学科的核心课程之一,“系统分析与设计”、“数据结构与数据库”、“信息资源管理”和“计算机网络”是信息管理与信息系统专业的主干课程。该《基本要求》反映了相关专业所应构建的最基本的核心课程和主干课程系统以及涉及的最基本的知识元素,旨在保证必要的教学规范,提升我国高等学校相关专业教育的基础水平。

2004年6月,IEEE/ACM公布了“计算教程CC2004”(Computing Curriculum 2004),其中包括由国际计算机学会(ACM)、信息系统学会(AIS)和信息技术专业协会(AITP)共同



提出的信息系统学科的教学参考计划和课程设置(IS 2002)。与过去的历届教程相比,IS 2002 比较充分地体现出“技术与管理并重”这一当前信息系统学科领域的主流特点。IS 2002 中的信息系统学科也涵盖了“信息管理”(IM)、“管理信息系统”(MIS)等相关专业,与我国的信息管理与信息系统专业相兼容。

为了进一步提高我国高等学校信息系统学科领域课程体系的规划性和前瞻性,反映国际信息系统学科的主流特点和知识元素,进一步体现我国相关专业教育的特点和发展要求,清华大学经济管理学院与中国人民大学信息学院共同组织,于2004 年秋成立了“中国高等院校信息系统学科课程体系2005”(CISC 2005)课题组,通过对国内外信息系统的发展现状与趋势进行分析,参照 IS 2002 的模式,课题组研究探讨了我国信息系统教育的指导思想、课程体系、教学计划,确定了课程体系的基础内容与核心内容,制订出了一个符合我国国情的信息管理与信息系统学科的教育体系框架,我们希望 CISC 2005 有助于我国信息管理与信息系统学科的建设,促进我国信息化人才的培养。

2006 年,根据 CISC 2005 的指导思想编写的系列教材——“中国高等学校信息管理与信息系统专业规划教材”被列入教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材。同年,CISC 2005 通过了教育部高等学校管理科学与工程类专业教学指导委员会组织的专家鉴定。为了能够使这套教材尽快出版,课题组成员和清华大学出版社一道,对教材进行了详细规划,并组织了国内相关专家学者共同努力,力争从2007 年起陆续使这套教材和读者见面。希望这套教材的出版能够满足国内高等学校对信息管理与信息系统专业教学的要求,并在大家的努力下,在使用中逐渐完善和发展,从而不断提高我国信息管理与信息系统人才的培养质量。

陈国青

2007 年 10 月

# 前言

本书以清华大学陈国青教授为组长的“中国高等院校信息系统学科课程体系课题组”所提出的《中国高等院校信息系统学科课程体系 2005》中的《网络技术及应用》课程大纲为依据,并经适当修改而编著,书名定为《计算机网络技术及应用》。

在 2004 年教育部管理科学与工程类学科指导委员会制订的本学科核心课程以及各专业主干课程的教学基本要求中,《管理信息系统》是本学科的核心课程,而《系统分析与设计》、《数据结构与数据库》、《信息资源管理》和《计算机网络》是信息管理与信息系统专业的主干课程。而在上面提到的《中国高等院校信息系统学科课程体系 2005》中,提出了信息系统教育的 11 门核心课程体系,并制订了其中 10 门课程的教学大纲,《网络技术及应用》(即《计算机网络》)是其中之一。这表明了该课程的重要性,同时也鞭策作者应尽力写好该教材。

本书共 9 章,较系统地介绍了计算机网络的基本原理(第 1 章及第 2 章)、计算机网络的组网技术(第 3 章)、计算机网络的组成(第 4 章及第 5 章)、计算机网络的应用(第 6 章及第 7 章)和计算机网络的建设与管理(第 8 章),第 9 章包含 12 个实验。

本书在编写时注意了下述几点。首先,本书主要定位于管理科学与工程类、工商管理类专业,如信息管理与信息系统、电子商务等专业的本科生用作教材,也适合于非计算机专业使用。其次,本书按下述脉络依次展开论述,即计算机网络的基本原理、计算机网络的组网技术、计算机网络的组成、计算机网络的应用以及计算机网络的建设与管理,结构合理,层次清晰。最后,本书坚持理论与应用、理论与实践并重的原则组织内容。教材中,偏理论的章节主要有第 1 章~第 3 章以及第 7 章,其余章节则偏应用。第 9 章附有 12 个实验,可安排 8~12 个学时的实验,力求通过实验培养学生的动手能力以及创新思维和独立分析问题、解决问题的能力。

本书按 64 学时设计,开课学时可在 48~64 学时范围内选择,含实验课 10 学时左右。如果学时较少,则第 5 章、第 7 章的 7.5 节~7.7 节和 7.9 节~7.11 节以及第 8 章可以自学,或以自学为主,并辅以教师适当讲解难点。此外,本书每章章末均附有习题,便于复习思考。

本书主要由高阳、王坚强主编,参加部分编写工作的还有成鹏飞、江资斌、郭尧琦、费成良、罗根、钟波、任世昶、龚岚、于湘东等。

在此要感谢陈国青教授的指导,感谢清华大学出版社索梅的辛勤工作。

限于水平,本书难免有错误与不当之处,恳请各位读者批评指正。

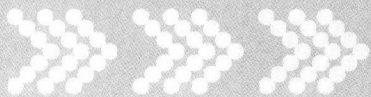
高 阳

2009.3 于岳麓山

# 目录

<b>第 1 章 计算机网络概论</b>	<b>1</b>	<b>2.2 数字信号的频谱与数字信道的特性</b>	<b>35</b>
<b>1.1 计算机网络发展概述</b>	<b>1</b>	2.2.1 傅里叶分析	35
1.1.1 计算机网络	1	2.2.2 周期矩形脉冲信号的频谱	35
1.1.2 计算机网络的演变和发展	1	2.2.3 数字信道的特性	36
1.1.3 信息社会对计算机网络技术的挑战	4	2.2.4 基带传输、频带传输和宽带传输	38
1.1.4 信息高速公路必将促进计算机网络技术的进一步发展	5	<b>2.3 模拟传输</b>	<b>39</b>
<b>1.2 计算机网络的组成与功能</b>	<b>6</b>	2.3.1 模拟传输系统	39
1.2.1 计算机网络的组成	6	2.3.2 调制方式	39
1.2.2 计算机网络的功能	8	<b>2.4 数字传输</b>	<b>41</b>
<b>1.3 计算机网络的类型</b>	<b>10</b>	2.4.1 脉码调制	41
1.3.1 按网络拓扑结构分类	10	2.4.2 数字数据信号编码	43
1.3.2 按网络控制方式分类	14	2.4.3 字符编码	44
1.3.3 按网络作用范围分类	14	<b>2.5 多路复用技术</b>	<b>45</b>
1.3.4 按通信传输方式分类	15	2.5.1 频分多路复用	45
1.3.5 按网络配置分类	16	2.5.2 时分多路复用	46
1.3.6 按使用范围分类	17	2.5.3 光波分多路复用	47
1.3.7 其他分类方式	17	2.5.4 频分多路复用、时分多路复用和光波分多路复用的比较	50
<b>1.4 计算机网络的发展趋势</b>	<b>18</b>	<b>2.6 数据交换方式</b>	<b>50</b>
本章小结	28	2.6.1 线路交换	51
思考题	28	2.6.2 报文交换	53
<b>第 2 章 计算机网络的基本原理</b>	<b>29</b>	2.6.3 分组交换	53
<b>2.1 数据通信的基本概念</b>	<b>29</b>	2.6.4 高速交换	56
2.1.1 数据、信息和信号	29	<b>2.7 流量控制</b>	<b>60</b>
2.1.2 通信系统模型	30	2.7.1 流量控制概述	60
2.1.3 数据传输方式	31	2.7.2 流量控制技术	60
2.1.4 串行通信与并行通信	32	<b>2.8 差错控制</b>	<b>62</b>
2.1.5 数据通信方式	32	2.8.1 差错产生的原因与差错类型	62
2.1.6 数字化是信息社会发展的必然趋势	34	2.8.2 差错检验与校正	63





## 2.9 路由选择技术

### 2.9.1 路由选择

### 2.9.2 非适应路由选择算法

### 2.9.3 自适应路由算法

## 2.10 无线通信

### 2.10.1 蜂窝无线通信概述

### 2.10.2 数字蜂窝移动通信系统 及主要通信技术

### 2.10.3 Ad hoc 无线网络通信

### 2.10.4 短距离无线通信技术

## 2.11 卫星通信

### 2.11.1 卫星通信系统的原理 及其组成

### 2.11.2 卫星通信的多址接入方式

### 2.11.3 卫星通信技术的特性

### 2.11.4 卫星移动通信系统

### 2.11.5 卫星定位系统

### 2.11.6 甚小孔径终端技术

### 2.11.7 宽带卫星通信技术

## 2.12 计算机网络的体系结构

### 2.12.1 引言

### 2.12.2 网络系统的体系结构

### 2.12.3 网络系统结构参考 模型 ISO/OSI

### 2.12.4 TCP/IP 模型

### 2.12.5 OSI 协议参考模型与 TCP/IP 模型的比较

## 本章小结

## 思考题

## 第3章 计算机网络的组网技术

### 3.1 以太网技术

#### 3.1.1 以太网概述

#### 3.1.2 交换以太网

67

67

68

68

73

73

77

82

85

86

86

87

87

88

89

90

91

92

93

94

94

96

105

107

108

108

110

110

110

112

#### 3.1.3 虚拟局域网

#### 3.1.4 10G 以太网

#### 3.1.5 以太网的发展

## 3.2 帧中继技术

### 3.2.1 帧中继概述

### 3.2.2 帧格式和呼叫控制

### 3.2.3 帧中继的应用

### 3.2.4 CHINAFRN 简介

## 3.3 ATM 技术

### 3.3.1 ATM 概述

### 3.3.2 ATM 信元格式

### 3.3.3 ATM 协议参考模型

### 3.3.4 ATM 的工作原理

### 3.3.5 ATM 应用

## 3.4 无线局域网

### 3.4.1 无线局域网概述

### 3.4.2 无线局域网标准

IEEE 802.11

### 3.4.3 无线局域网的主要类型

### 3.4.4 个人无线局域网技术

### 3.4.5 无线局域网的应用及

发展方向

## 本章小结

## 思考题

## 第4章 计算机网络的组成与 组网示例

### 4.1 传输介质

#### 4.1.1 双绞线

#### 4.1.2 同轴电缆

#### 4.1.3 光缆

#### 4.1.4 自由空间

### 4.2 工作站与网络服务器

#### 4.2.1 工作站

116

119

122

123

123

124

125

126

127

127

128

129

130

132

134

134

134

139

140

143

146

146

147

147

150

152

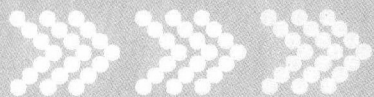
155

160

160



4.2.2 网络服务器	160	5.4.3 Linux 的网络功能配置	212
<b>4.3 网络设备</b>	<b>164</b>	<b>本章小结</b>	<b>215</b>
4.3.1 网络接口卡	164	<b>思考题</b>	<b>215</b>
4.3.2 调制解调器	166		
4.3.3 中继器	168	<b>第 6 章 Internet</b>	<b>217</b>
4.3.4 集线器	168	<b>6.1 Internet 概述</b>	<b>217</b>
4.3.5 网桥	171	6.1.1 Internet 的基本概念	217
4.3.6 交换机	173	6.1.2 Internet 的发展历程	219
4.3.7 路由器	177	6.1.3 Internet 的管理组织	223
4.3.8 网关	180	6.1.4 我国 Internet 骨干网	224
4.3.9 无线接入点	181	<b>6.2 Internet 工作原理</b>	<b>225</b>
4.3.10 网闸	182	6.2.1 分组交换原理	225
<b>4.4 局域网组网示例</b>	<b>185</b>	6.2.2 TCP/IP 协议	226
4.4.1 对等网络	185	6.2.3 Internet 的工作模式	235
4.4.2 校园网络	186	<b>6.3 IP 地址与域名</b>	<b>238</b>
4.4.3 企业网络	188	6.3.1 IP 地址	238
<b>本章小结</b>	<b>189</b>	6.3.2 子网划分	239
<b>思考题</b>	<b>190</b>	6.3.3 IPv6	243
		6.3.4 地址解析	247
<b>第 5 章 网络操作系统</b>	<b>191</b>	6.3.5 域名机制	249
<b>5.1 操作系统及网络操作系统概述</b>	<b>191</b>	6.3.6 域名解析	251
5.1.1 操作系统概述	191	6.3.7 动态主机配置协议	255
5.1.2 网络操作系统概述	195	<b>6.4 Internet 接入技术</b>	<b>256</b>
<b>5.2 Windows 系列操作系统</b>	<b>198</b>	6.4.1 接入方式概述	256
5.2.1 Windows 系列操作系统的发展与演变	198	6.4.2 xDSL 接入	258
5.2.2 Windows NT 操作系统	199	6.4.3 HFC 接入	261
5.2.3 Windows 2000 操作系统	202	6.4.4 光纤接入	264
5.2.4 Windows Server 2003 操作系统	206	6.4.5 以太网接入技术	267
<b>5.3 UNIX 操作系统</b>	<b>208</b>	6.4.6 无线接入	268
<b>5.4 Linux 操作系统</b>	<b>211</b>	6.4.7 电力线接入	273
5.4.1 Linux 操作系统的发展	211	<b>6.5 Internet 传统服务和应用</b>	<b>274</b>
5.4.2 Linux 操作系统的组成和特点	211	6.5.1 WWW 服务	274
		6.5.2 电子邮件服务	276
		6.5.3 文件传输服务	278



6.5.4 搜索引擎	278	7.3.4 数字证书	319
6.5.5 多媒体网络应用	281	7.3.5 公钥基础设施	322
6.5.6 Internet 的其他服务	282	<b>7.4 防火墙技术</b>	<b>324</b>
<b>6.6 Internet 的新技术及应用</b>	<b>283</b>	7.4.1 防火墙概述	324
6.6.1 网格技术	283	7.4.2 防火墙的主要技术	326
6.6.2 P2P 技术	286	7.4.3 防火墙的体系结构	328
6.6.3 Web 2.0	287	7.4.4 新一代防火墙及其体系 结构的发展趋势	330
6.6.4 流媒体技术	288	<b>7.5 反病毒技术</b>	<b>331</b>
6.6.5 博客、维基、播客和网络视频	289	7.5.1 计算机病毒概述	331
<b>6.7 Intranet 和 Extranet</b>	<b>292</b>	7.5.2 网络病毒	332
6.7.1 Intranet	292	7.5.3 特洛伊木马	334
6.7.2 Extranet	295	7.5.4 网络蠕虫	335
6.7.3 Internet、Intranet 及 Extranet 的比较	296	7.5.5 病毒防治技术	336
<b>本章小结</b>	<b>296</b>	<b>7.6 入侵检测与防御技术</b>	<b>337</b>
<b>思考题</b>	<b>296</b>	7.6.1 入侵检测技术概述	337
 		7.6.2 入侵检测方法	339
<b>第 7 章 网络安全</b>	<b>298</b>	7.6.3 入侵检测系统	341
<b>7.1 网络安全概述</b>	<b>298</b>	7.6.4 漏洞扫描技术	342
7.1.1 网络安全的概念	298	7.6.5 入侵防护技术	344
7.1.2 网络安全风险	301	7.6.6 网络欺骗技术	345
7.1.3 网络安全策略	302	<b>7.7 网络攻击技术</b>	<b>348</b>
7.1.4 网络安全措施	303	7.7.1 网络攻击的目的、手段 与工具	348
<b>7.2 密码技术</b>	<b>304</b>	7.7.2 网络攻击类型	350
7.2.1 密码基础知识	304	<b>7.8 VPN 技术</b>	<b>352</b>
7.2.2 传统密码技术	306	7.8.1 VPN 概述	352
7.2.3 对称密钥密码技术	307	7.8.2 隧道协议	355
7.2.4 公开密钥密码技术	310	<b>7.9 无线局域网安全技术</b>	<b>357</b>
7.2.5 混合加密方法	313	7.9.1 无线局域网的安全问题	357
7.2.6 网络加密方法	313	7.9.2 无线局域网安全技术	358
<b>7.3 网络鉴别与认证</b>	<b>314</b>	<b>7.10 数据库安全与操作系统的安全</b>	<b>360</b>
7.3.1 鉴别与身份验证	314	7.10.1 数据库安全	360
7.3.2 数字签名	315	7.10.2 网络操作系统的安全	364
7.3.3 常用身份认证技术	318		



7.11 企业网络安全方案	366	8.5.1 系统集成案例——某市	
本章小结	367	电子政务系统设计	413
思考题	367	8.5.2 综合布线系统的设计案例	423
 		本章小结	429
第8章 网络工程与管理	369	思考题	429
8.1 网络规划与设计	369	 	
8.1.1 网络规划	369	第9章 实验	430
8.1.2 网络设计	370	实验1 局域网组网	430
8.2 网络系统集成	373	实验2 使用交换机的命令行	
8.2.1 网络系统集成概述	373	管理界面	430
8.2.2 网络系统集成的原则	375	实验3 交换机的基本配置	431
8.2.3 网络系统集成的步骤和内容	375	实验4 虚拟局域网 VLAN	432
8.2.4 系统集成商的类型和		实验5 跨交换机实现 VLAN	434
组织结构	378	实验6 因特网应用	435
8.3 综合布线系统工程设计	379	实验7 Windows 网络操作系统的配置与使用	435
8.3.1 综合布线系统概述	379	实验8 Windows 2000 文件系统和共享资源管理	436
8.3.2 综合布线系统的构成	382	实验9 Web 服务器的建立和管理	437
8.3.3 综合布线方案设计	386	实验10 活动目录的实现和管理	437
8.3.4 智能化建筑与综合布线	387	实验11 软件防火墙和硬件防火墙的配置	438
8.4 网络管理概述	388	实验12 Linux 网络服务的配置	439
8.4.1 网络管理及其目标	388	 	
8.4.2 网络管理的体系结构	390	参考文献	441
8.4.3 网络管理的技术与软件	396		
8.4.4 网络管理案例——校园网管理	403		
8.5 网络工程设计案例	413		

# 第 1 章 计算机网络概论

计算机网络是计算机科学与工程中迅速发展的新兴技术之一,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透和密切结合而形成的一门交叉学科。随着 Internet 技术的迅速发展,全球信息高速公路的建设不断向前推进。目前,计算机网络技术已广泛应用于电子政务、电子商务、企业信息化、远程教学、远程医疗、通信、军事、科学研究和信息服务等各个领域。

通过本章学习,可以了解(或掌握):

- ◆ 计算机网络的概念;
- ◆ 计算机网络的发展历程;
- ◆ 计算机网络的组成、功能和类型;
- ◆ 计算机网络技术的发展趋势。

## 1.1 计算机网络发展概述

从 20 世纪 50 年代开始发展起来的计算机网络技术,随着计算机技术和通信技术的飞速发展而进入了一个崭新的时代。信息技术的迅猛发展,使得计算机网络技术面临新的机遇和挑战,同时也将促进计算机网络技术的进一步发展。

### 1.1.1 计算机网络

计算机网络是现代计算机技术和通信技术密切结合的产物,是随着社会对信息共享和信息传递的要求而发展起来的。所谓计算机网络,即指利用通信设备和线路将地理位置不同的功能独立的多个计算机系统互联起来,以功能完善的网络软件(如网络通信协议、信息交换方式以及网络操作系统等)来实现网络中信息传递和资源共享的系统。这里所谓功能独立的计算机系统,一般指有 CPU 的计算机。

### 1.1.2 计算机网络的演变和发展

计算机网络的发展过程经历了从简单到复杂,从单机到多机,由终端与计算机之间的通信到计算机与计算机之间直接通信的演变过程。其发展可以概括为 4 个阶段:以单个计算机为中心的远程联机系统,构成面向终端互联的计算机网络;多个主计算机通过通信线路



互联的计算机网络；具有统一网络体系结构、遵循国际化标准协议的计算机网络；以 Internet 为核心的高速计算机互连网络。

### 1. 联机系统

所谓联机系统,即以一台中央主计算机连接大量在地理上处于分散位置的终端。所谓终端通常指一台计算机的外部设备,包括显示器和键盘,无中央处理器(Central Processing Unit,CPU)和内存。早在 20 世纪 50 年代初,美国建立的半自动地面防空系统(SAGE),将远距离的雷达和其他测量控制设备通过通信线路汇集到一台中心计算机进行处理,开始了计算机技术和通信技术相结合的尝试。这类简单的“终端—通信线路—计算机”系统,构成了计算机网络的雏形。这样的系统除了一台中心计算机外,其余的终端设备都没有 CPU,因而无自主处理功能,还不能称为计算机网络。为区别后来发展的多个计算机互联的计算机网络,称其为面向终端的计算机网络。随着终端数的增加,为了减轻中心计算机的负担,在通信线路和中心计算机之间设置了一个前端处理机(Front End Processor,FEP)或通信控制器(Communication Control Unit,CCU),专门负责与终端之间的通信控制,出现了数据处理与通信控制的分工,以便更好地发挥中心计算机的处理能力。另外,在终端较集中的地区,设置集线器或多路复用器,通过低速线路将附近群集的终端连至集线器和复用器,然后通过高速线路、调制解调器与远程计算机的前端机相连,构成如图 1.1 所示的远程联机系统。

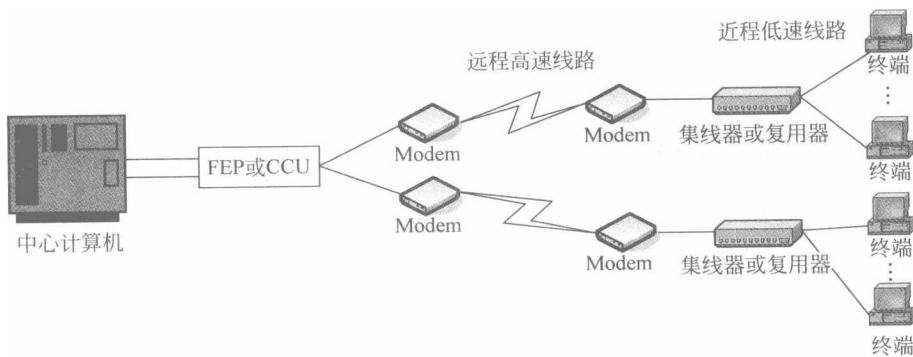


图 1.1 以单台计算机为中心的远程联机系统示意图

### 2. 计算机互连网络

从 20 世纪 60 年代中期开始,出现了若干个计算机互联系统,开创了“计算机-计算机”通信时代。60 年代后期,以美国国防部资助建立起来的阿帕网(Advanced Research Projects Agency Network,ARPANET)为代表,从此标志着计算机网络的兴起。当时,这个网络把位于洛杉矶的加利福尼亚大学、位于圣巴巴拉的加利福尼亚大学、斯坦福大学及位于盐湖城的犹它州州立大学的计算机主机连接起来,采用分组交换技术传送信息。这种技术能够保证,如果这四所大学之间的某一条通信线路因某种原因被切断(如核打击)以后,信息仍能通过其他线路在各主机之间传递。这个 ARPANET 就是今天 Internet 的雏形。到 1972 年,ARPANET 上的节点数已达到 40 个。这 40 个节点彼此之间可以发送小文本文件,当时称这种文件为电子邮件,也就是现在的 E-mail;并利用文件传输协议发送大文本文件

件,包括数据文件,即现在 Internet 中的 FTP;同时通过把一台计算机模拟成另一台远程计算机的一个终端而使用远程计算机上的资源,这种方法被称为 TELNET。ARPANET 是一个成功的系统,它在概念、结构和网络设计方面都为后继的计算机网络打下了坚实的基础。

随后各大计算机公司都陆续推出了自己的网络体系结构,以及实现这些网络体系结构的软件和硬件产品。1974 年 IBM 公司提出的 SNA(System Network Architecture)和 1975 年 DEC 公司推出的 DNA(Digital Network Architecture)就是两个著名的例子。凡是按 SNA 组建的网络都可称为 SNA 网,而凡是按 DNA 组建的网络都可称为 DNA 网或 DECNet。目前,世界上仍有这样的一些计算机网络在运行和提供服务。但这些网络也存在不少弊端,主要问题是各厂家提供的网络产品实现互联十分困难。这种自成体系的系统称为“封闭”系统。因此,人们迫切希望建立一系列的国际标准,渴望得到一个“开放”系统,这正是推动计算机网络走向国际化的一个重要因素。

第二阶段典型的计算机网络结构如图 1.2 所示。这一阶段计算机网络的主要特点是:资源的多向共享、分散控制、分组交换、采用专门的通信控制处理机和分层的网络协议,这些特点往往被认为是现代计算机网络的典型特征。但这个时期的网络产品彼此之间是相互独立的,没有统一标准。

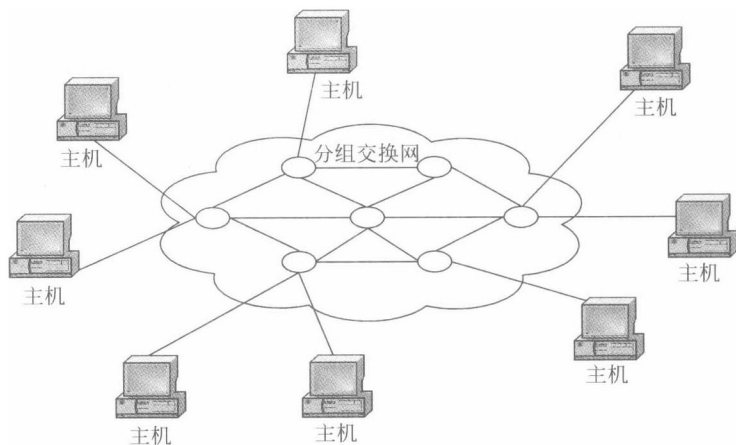


图 1.2 以多台计算机为中心的网络结构示意图

### 3. 标准化网络

20 世纪 70 年代中期,计算机网络开始向体系结构标准化的方向迈进,即正式步入网络标准化时代。为了适应计算机向标准化方向发展的要求,国际标准化组织(ISO)于 1977 年成立计算机与信息处理标准化委员会(TC97)下属的开放系统互联分技术委员会(SC16),开始着手制定开放系统互联的一系列国际标准。经过几年卓有成效的工作,1984 年 ISO 正式颁布了一个开放系统互联参考模型的国际标准 ISO 7498。模型分为 7 个层次,有时也被称为 ISO 7 层参考模型。从此网络产品有了统一的标准,此外也促进了企业的竞争,尤其为计算机网络向国际化方向发展提供了重要依据。

20 世纪 80 年代,随着微型机的广泛使用,局域网获得了迅速发展。美国电气与电子工

程师协会(IEEE)为了适应微型机、个人计算机(PC)以及局域网发展的需要,于1980年2月在旧金山成立了IEEE 802 局域网标准委员会,并制定了一系列局域网标准。在此期间,各种局域网大量涌现。新一代光纤局域网——光纤分布式数据接口(FDDI)网络标准及产品也相继问世,从而为推动计算机局域网技术的进步及应用奠定了良好的基础。这一阶段典型的标准化网络结构如图1.3所示,其通信子网的交换设备主要是路由器和交换机。

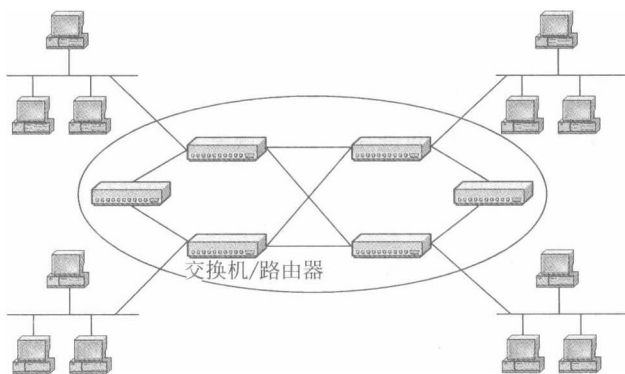


图 1.3 标准化网络结构示意图

#### 4. 网络互联与高速网络

进入20世纪90年代,随着计算机网络技术的迅猛发展,特别是1993年美国宣布建立国家信息基础设施(National Information Infrastructure, NII)后,全世界许多国家都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,使计算机网络的发展进入了一个崭新的阶段,这就是计算机网络互联与高速网络阶段。

目前,全球以Internet为核心的高速计算机互联网络已经形成,Internet已经成为人类最重要的和最大的知识宝库。网络互联和高速计算机网络被称为第四代计算机网络,其结构如图1.4所示。

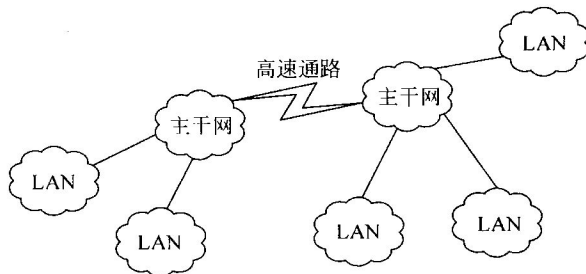


图 1.4 网络互联与高速网络结构示意图

#### 1.1.3 信息社会对计算机网络技术的挑战

未来学家托夫勒、奈斯比特曾在《第三次浪潮》、《大趋势》等著作中描绘过未来信息社会的蓝图。而今天,信息化浪潮正以排山倒海之势席卷全球,人类正以前所未有的步伐向信息





社会迈进。发展信息技术和信息产业,为生存与发展争取主动权,已经成为世界范围经济、政治和军事竞争的焦点。人们已认识到:信息已经成为一种重要的战略资源,信息技术的发展正引发一场信息革命,信息产业正在成为经济发展的主导产业,人类活动将逐步实现全球化。总之,现代工业社会将在本世纪过渡到以信息价值生产为核心的信息社会,这已经是一个可以预见的历史大趋势。

在信息社会,人们的工作、生活、学习和娱乐在很大程度上将不再受地理环境的限制,而大部分可在家庭进行,也即人们的就业方式、生产方式、工作方式、学习方式以至生活方式将发生深刻变化。光纤、数据通信、卫星通信和移动通信等现代信息技术将使世界范围内的交流变得更加方便、更加容易,真正实现“天涯若比邻”。

应该看到,信息社会对计算机网络技术提出了新的挑战、新的要求,特别是业务量的增长、网络站点数的扩大,以及多媒体的应用,要求网络的规模更大、带宽更宽和数据速率更高。

#### 1.1.4 信息高速公路必将促进计算机网络技术的进一步发展

1993年9月,美国推出了一项举世瞩目的高科技项目——国家信息基础设施,也被称为信息高速公路计划。

这项跨世纪的信息基础工程将耗资4000亿美元,历时20年左右,其目标是用光纤和相应的计算机硬件、软件及网络体系结构,把美国的所有学校、研究机构、企业、医院、图书馆以及每个普通家庭连接起来,为21世纪的“信息文明”打好物质基础。人们无论何时何地都能以最合适的方式——文字、声音、图形、图像和视频等与自己想要联系的对象进行信息交流。

信息高速公路是“网络的网络”,是一个由许多客户机/服务器和同等层与同等层组成的大规模网络,它能以每秒数兆位、数十兆位,甚至数千兆位或更高的速率在其主干网上传输数据。它是由通信网、计算机、数据库以及日用电子产品组成的所谓无缝网络,其从纵向可分为下述5个层次。

##### 1. 物理层

物理层包括对声音、数据、图形和图像等信息进行传输、计算、存取、检索以及显示等操作的设备,如摄像机、扫描仪、键盘、传真机、计算机、交换机、光盘、声像盘、磁盘、电缆、电线、光纤、光缆、转换器、电视机、监视器和打印机等。

##### 2. 网络层

网络层是将以上设备及其他设备物理地相互连接成一体化的、交互式的和用户驱动的无缝网络。其中包括各项网络协议标准、传输编码,以及保证网络的互联性、互操作性、隐私性、保密性、安全性与可靠性等功能的运作体制。

##### 3. 应用层

应用层由各行各业的计算机应用系统与软件系统组成。

##### 4. 信息库

信息库包括电视、广播节目、声像带盘、科技和商业经济数据库、档案、图书以及其他媒