

第二版

胡道元 编著

计算机局域网



清华大学出版社



71393.1
4156
(2)

395273

计 算 机 局 域 网

(第二版)

胡道元 编著



清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书从计算机网络体系结构角度对计算机局域网的工作原理、组成、结构、协议和典型系统的应用作了全面阐述。全书以 OSI 开放系统互连参考模型和 IEEE 802 局域网参考模型为主线,按层次概念阐述。对网络底层,重点论述了局域网的特性、介质访问控制方法及相应的网络协议,并对高速网络 ATM 技术也作了阐述。对网络高层,重点讲述了计算机网络高层的结构和协议、客户机/服务器模式、网络操作系统及分布式计算环境。最后专门对全球最大的互连网 Internet 的发展、体系结构及应用作了较详细的阐述。

本书为工科电子类专业全国统编教材,可作为高等院校的教科书或参考书。主要读者对象是计算机科学和工程、数据通信专业的师生和专业人员,对计算机网络的设计者、制造者、用户和系统管理人员也是一本基本参考书。

JS150/30-29

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机局域网/胡道元编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,1996.12

ISBN 7-302-02336-0

I. 计… II. 胡… III. 局部网络-高等学校-教材 IV. TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 19384 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

印刷者:密云印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:556 千字

版 次:1996 年 12 月第 2 版 1997 年 3 月第 2 次印刷

书 号:ISBN 7-302-02336-0/TP·1158

印 数:8001—18000

定 价:22.00 元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定,我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978年至1985年,已编审、出版了两轮教材,正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个方向”的需要,贯彻“努力提高教材质量,逐步实现教材多样化,增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神,我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会,在总结前两轮教材工作的基础上,结合教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1986—1990年的“七五”(第三轮)教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿,是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量,作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处,希望使用教材的单位,广大教师和同学积极提出批评建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

再版说明

本书第一版于1990年9月发行,全国很多高等院校选用作为计算机网络课程的教材。至1996年7月已第12次印刷,印数达近十万册。由于网络技术发展十分迅速,国内对这方面人才的培养也十分迫切,因此本书第二版作了很多充实,增加了反映当前网络发展方向且正在推广应用的技术共五章,对第一版的九章也作了修改和校正。

序 言

现代计算技术、通信技术和微电子技术的迅速发展,互相渗透和结合,形成了信息技术的革命,其中一个重要的方面乃是计算机网络的产生和发展。从70年代开始建立的公共远程网,80年代迅速兴起的局部网,到90年代要加速发展的综合业务数字网 ISDN;从微机网到巨型计算机网,从一个部门的局部网到覆盖全国、全世界的大型网。计算机网络广泛用于科研、教育、管理、生产、商业以致日常生活等各个领域,它的重要性正被愈来愈多的人们所认识,成为信息社会中重要的基础设施。

在众多类型的计算机网络中,局部网络技术发展最为迅速,局部网络的应用最为普遍,局部网络的产品众多、市场广阔。80年代是局部网络大发展的十年,预计90年代这门新技术仍将迅速发展,其应用领域将更为广泛。

局部网是将比较小的地理区域内的各种数据通信设备连在一起的通信网络。加上接口和高层网络软件就可实现计算机之间的数据交换,共享程序、数据和贵重的外设,在实时系统中提供可靠的后备以及分布处理、分布数据库等功能。

局部网从原理上可分为两大类,一类是以分组交换技术为基础的局域网 LAN,一类是以线路交换技术为基础的计算机化交换机 CBX。目前应用最普遍的还是局域网 LAN,本书大部分的篇幅将论述它。由于综合业务数字网络技术的发展,以及网络在办公自动化中应用的普及,近年来 CBX 受到人们的重视,本书第13章专门论述这一领域的技术。

本书从计算机网络体系结构角度对局域网的工作原理、组成、结构、功能和典型系统的应用均作了全面的阐述,重点介绍了局域网的特征和网络协议。全书以 OSI 参考模型七层协议和 IEEE802 标准为主线,遵循计算机网络标准化的要求,突出通信协议的层次概念。本书内容系统全面、重点突出,在广度、深度和先进性方面作了合理安排。本书参阅和引用了许多文献,为了便于读者查阅,在每章末尾列出了引用的参考文献。

本书是为计算机专业高年级学生编写的全国统编教材,也可作为从事计算机网络的科技人员的参考资料。作者在编写本书时,根据多年讲授本课程的经验,力求符合教学需要和广大科技人员的要求。

在本书编写过程中,得到了很多同志的支持和帮助。特别值得提到的是王能斌教授对本书的编写大纲、取材和审定给予了指导和帮助,张绍诚教授作为本书的主审人对本书作了认真的审定,提出了很多宝贵意见,借此机会向他们和其他曾给本书编写工作以帮助的同志们表示衷心的感谢。

作 者

1989年5月

再版序言

21 世纪是信息社会的时代,技术、科学和社会的发展正在迎接这个时代的到来。当前信息网络的发展有三个动向:

1. 国家信息基础设施 NII 和全球信息基础设施 GII 的规划和建设。从 1993 年美国提出信息高速公路计划,到 1995 年西方七国部长会议(G7 会议)通过的 GII 建设若干共识原则,NII 和 GII 的建设已受到各国政府的普遍关注。我国也正在根据国民经济信息化的要求,规划和建设中国的 NII。NII 将为全民提供通信、信息存取和电子事务处理的服务。

2. 全世界最大的互连网 Internet 近几年正在爆发性地扩大,其规模已发展到几万个互连网、几百万台计算机和几千万个用户,并正以每月百分之十几的速率在增长。Internet 正为几千万用户提供丰富的共享资源和网络服务,诸如信息查询服务 Gopher、环球网 WWW 和电子新闻服务 News。Internet 是全世界最大的计算机互连网,是全世界最大的信息超级市场,是未来 GII 的原型。我国已有多个网络正式接入 Internet,预计近年会有很大发展。

3. 商业化的网络服务是一个很大的潜在市场,诸如连网的信息服务、电子购物、电视点播、电子出版、远程教学、远程医疗诊断等都是很大的潜在市场,发达国家正在大力开拓这个市场。

社会发展的各个时代都有反映该时代特征的基础设施,农业社会的基础设施是耕地的犁和拉犁的牲畜,工业社会的基础设施是引擎和供给引擎的燃料。在信息社会,信息技术迅速发展,尤其是计算机和通信技术的发展及其结合,在此基础上形成的信息基础设施就成为反映信息社会特征的最重要的基础设施。信息基础设施将会改变人们的生活、学习和工作方式,减轻人们的工作负担,提高人们的生活水平,推动社会的进步。

在过去的二十年中,计算机和通信每年的增长速度至少为 25%。随着计算机的功能不断增强,价格急剧降低,计算机几乎是无处不有、无所不能。上亿台个人计算机和成千上万个软件包正在帮助人们工作和生活,每年有几百万台计算机装在汽车、微波炉、电话和电视机中。与此同时,信息网络在国民经济和社会生活各个方面正起着愈益重要的作用,从 80 年代开始,一直以很高的速度发展和增长,预计到 2000 年仍保持这种增长速度。电话至今仍是通信的主要方式,正以每年 4% 的增长速度发展,到 2000 年,全世界电话总量预计达 12 亿台。数据、文本、图象等非话通信目前占整个通信的 10%~15%,它正以每年 25% 的增长速度发展,到 2000 年非话通信的终端数达 2 亿台。几百万英里的光纤在远距离通信中速率可达每秒千兆位,局域网成为连接各大楼的不可缺少的设施,企业网将是现代化企业的主要基础设施,城域网、国家网将成为重要的国家信息基础设施。蜂窝网和各种无线网可连到汽车和行人,移动通信正以每年 50% 的增长速度发展,到 2000 年移动通信终端总数预计达 3 亿台。非话通信以及话音和非话的综合通信将在未来的通信中占主

导地位。

材料、能源、信息是组成社会物质生产活动和精神生产活动的三大重要资源。以往人们只把材料和能源作为最重要的战略资源,而在信息社会,信息也成为促进经济发展的重要战略资源,在某种意义上来说,是最重要的战略资源。

对应这三种战略资源是三大流通网络的建设,即交通运输网、输电网和信息网。现在衡量一个国家的强弱,不仅要看物质和能量的拥有量,而且要看其拥有的信息资源,以及它与世界各国信息交换的能力。一个缺少信息资源、缺乏信息交换和吸收能力的国家,必然是一个贫穷的、落后的国家。

信息涉及人类所有的活动,并以不同的形式出现,如语音、图片、视频、作品、新闻、股票价格等。可以采用不同的方式来传递信息,如发行报纸、邮政系统、电话网、无线电广播网、电视网等,最终使用户接收并了解这些信息。

计算机和信息网络在信息表示、处理、传递等方面和上述通信方式十分相似。计算机接收、存储、处理和表示信息,而网络则在互连的计算机之间传递信息。计算机处理信息的速度远比人处理信息要快,但它往往并不懂得这些信息。

信息基础设施的关键作用是减轻人们处理和传递信息的负担,它必须智能地处理信息表示的多种多样的、令人眼花缭乱的概念。因此,它应懂得它所传递的一连串0和1的真正意思。

对信息价值的认识是重要的,但往往又是不容易的,因为信息价值包含了有形价值和无形价值,有直接价值和间接价值。对直接产生经济价值的信息价值比较容易认识,而对间接产生经济价值的信息价值就不容易被理解。有时信息只是在产生有形物质的经济价值中间过程中起作用。所有这些都是我们在评价信息价值时应该考虑的因素。

1962年美国著名学者F. Machlup首先把信息与知识作为产业来研究,把信息的概念引进宏观经济领域。1977年美国另一学者M. U. Portat提出了一种新的宏观经济结构理论,把信息业作为与农业、工业和服务业并列的独立产业。

信息导致就业结构的变化,推动了信息产业的形成和发展,并且决定了各国在世界经济竞争中的地位。

在人类文化发展的历史中经历了四个重要的阶段。语言的产生和形成开创了人类思维和文化交流,但这种交流在当时受到时间和空间的限制。文字的产生和形成,不仅推动了人们的文化交流,而且可以保存下来,使后代得以继承,但当时书写和传播文字的生产率很低。活字印刷的发明,大大提高了生产率,加速了人类文化的传播。今天,信息网络正在产生和形成一种称为电子信息文化,是人类文化发展的第四个里程碑。

电子信息文化将渗透到社会生活各个方面,将改变人们的生活、学习和工作方式。人们利用信息网络开展科学研究,一种可能大大推动科学向前发展的催化剂正在悄悄地进入科研界,有可能加速科学的发明和发现,信息网络正在科研方面发挥革命性的影响。这种相互连结的网络基本上是时空的破坏者,把距离和时间缩小到零,这就好像世界上所有的科学家都坐在一间屋里,这对科研方式是一种很大的冲击。对这种电子革命产生的社会影响,研究才刚刚开始,但是科研界的使用者对电子技术的这种发展欣喜若狂,他们说一个新世纪开始了。

电子信息文化已经渗透到很多大学的生活中,计算机网络已彻底改变了很多大学的生活,成为一股渗透到大学每个角落的文化和社会力量。但是,这仅仅是我们所有人即将面临的一场电子网络革命的缩影。电子信息文化不只是将起作用的机构联在一起,它将把整个社会结构紧密结合在一起。

远程教学、远程医疗、计算机支持的协同工作、电子贸易、电子化政府、生产制造的并行工程、电子图书馆、电子博物馆等都是电子信息文化在各个领域的渗透。

西方国家正在将更多的西方文化置于现代信息基础设施,例如,提出将最现代的信息技术用于教堂,使宗教的传播更具有魅力。我国在人类文化发展的前三个阶段,都作出了重大的贡献,例如甲骨文的产生、印刷技术的发明。在人类步入文化发展第四个里程碑时,我们中国人有责任、有能力将更多的东方文化(尤其是中国文化)置于现代信息基础设施中,继续为人类文明的发展作出贡献。

建立全球信息网,首先要确定互连网络的体系结构。这种体系结构应该是一个多厂商的、多协议的互连网模型,这个模型能适应从小到大的各种网络规模,具有十分灵活的配置功能,并能满足为数众多的应用需求。互连网的方案需要完善的集成,使成为一个共享的、开放的、易于管理的互连网。互连网结构将成为通用的网络结构,包括局域网 LAN 和广域网 WAN 的互连;多媒体的传输;各种数据链路技术;不同的通信协议;连接众多局域网的主干网;通用的、灵活的、全局网络;以及功能很强的网络管理平台等。

局域网和局域网的互连是全球信息网的基础,局域网将在很大程度上代替现有的数据 PBX、分组组装拆装设备 PAD 以及簇控制器(Cluster controllers),成为一种新的集中器。原有的 IEEE802.3 以太网、IEEE802.5 标记环网将继续普遍流行,速率为 100Mbps 的局域网在 90 年代将普遍推广,千兆位速率的高速局域网正在研究试验中。

在广域网方面正向高速、宽带连网发展。64kbps—2Mbps 速率的帧中继(Frame Relay)是一种在用户设备与网络设备之间的接口协议,比现有的 X.25 协议更为有效。分布式队列双总线 DQDB 是由 IEEE802.6 委员会建议的一种用于城域网的通信协议,最高速率可达 155Mbps。同步光纤网 SONET 已被确认为国际标准的高速同步网,最高速率可达 2.4Gbps。多兆位交换数据服务 SMDS 是由电话公司提出的一种高速分组交换、以数据为基础的 WAN 连网技术,可运行在 T1、T3 和 E1、E3 的速率,并可方便地和 LAN 相连。异步转移模式 ATM 用于信元中继的 CCITT 标准,它规定各种类型的服务(声音、视频、数据)信息都用小的、大小固定的信元进行传输,速率从 64kbps 到 600Mbps。宽带综合业务数字网 B-ISDN,是正在开发的一种用于处理类似视频的宽带通信标准的网。把 ATM 和 SONET 结合,构成 B-ISDN,将成为今后高速广域网的主流技术。

企业网(Enterprise Network)和校园网(Campus Network)将成为全球信息网中最基层的网络,也是为数众多的、应用广泛的网络。企业网和校园网的建设涉及四个关键问题,即连接性问题、互操作性问题、可管理性问题和分布应用问题。事实上,这些问题也是网络建设普遍存在的问题。

随着 Internet 的技术发展和应用推广,最近又提出了 Intranet 的概念,称为内部网。它是采用 Internet 技术来建设企业网和校园网;为了保证内部网的安全,通过防火墙的设置和 Internet 相连;采用先进的超媒体信息结构,建立各种信息服务器,将信息和企业

的成员联系起来。

本书重点仍然是讲述局域网,全书的安排考虑在序言中已有说明。由于网络技术发展十分迅速,因此本书第2版作了很多充实,增加了反映当前网络发展方向且正在推广应用的技术共五章。

全球信息基础设施建设的一个原则是要实现信息的普遍服务,Internet用户数的急剧增加,使网络进入千家万户。串行通信技术是当前分散用户采用的主要入网技术,因此增加的第3章概述了串行通信的基本原理和技术,以及常用的PC串行通信。

随着网络应用的普遍推广,高速数据传输、多媒体应用对网络频宽的需求日益增加,发展高速网络技术就成为急待解决的问题。增加的第7章高速网络技术简要讲述发展高速网络技术的驱动因素,以及一些重要的高速局域网和高速广域网,重点讲解异步转移模式ATM。

客户机/服务器模式是一种先进的网络计算模式,也是今后发展的主流。这种模式最大的特点是使用客户机和服务器两方的智能、资源和计算能力来执行一个特定的任务。增加的第10章客户机/服务器计算模式讲述它的形成、发展及其特点,客户机/服务器模式的中间件,以及这种模式所要求的一致性通信环境。

网络操作系统是具有网络功能的计算机操作系统,它对网络的体系结构、网络性能、管理和安全都有重要影响,近年来已研究开发了几个成熟的网络操作系统并已被广泛使用。增加的第11章讲述网络操作系统的特点、结构、内核和网络功能,最后还讲述由开放软件基金会OSF提出的分布计算环境DCE,这是一种开放型的标准化体系结构。

Internet是全球最大的、开放的、由众多网络互连而成的计算机互连网,是全世界最大的信息宝库,也是未来全球信息基础设施GII的雏型。它的发展对信息技术、信息市场和信息社会的发展有深远影响。增加的第14章讲述Internet的形成和发展、体系结构、名字和地址、接入方法、应用和工具以及未来展望等。

在走向21世纪之际,我国计算机网络建设的需求将日益增多,网络应用也将更加普遍。要建设好、应用好,关键是要培养一大批掌握和精通技术的人才。希望本书第二版的出版和发行对高等院校计算机网络课程教学质量的提高有所帮助,并可供各行各业从事计算机网络的设计、开发、建设、管理和使用的专业人员参考。

本书第二版由胡道元主编,参加编写的还有朱亚清、杨洋、胡勇、郑勇。朱爽、陆明、黄林、岳巍也参加了部分编写工作。

胡道元

1996年6月

目 录

第1章 引论	1
1.1 计算机网络的产生和发展	1
1.1.1 历史的回顾	1
1.1.2 推动计算机发展的两大动力	1
1.1.3 局部网络的产生和发展	3
1.1.4 90年代的网络	4
1.2 资源共享	5
1.2.1 资源分配和共享	5
1.2.2 资源共享定理	6
1.3 网络分类	7
1.3.1 分类	7
1.3.2 局部网的定义及特性	7
1.3.3 局部网的分类	7
1.4 网络体系结构及协议	9
1.4.1 协议和体系结构	9
1.4.2 开放系统互连 OSI 模型	10
1.4.3 LAN 协议结构	11
1.5 内容提要	12
主要参考资料	13
第2章 物理层	14
2.1 传输介质	14
2.1.1 双绞线	14
2.1.2 同轴电缆	15
2.1.3 光导纤维	17
2.1.4 视线介质	20
2.1.5 传输介质的选择	21
2.2 数据通信技术	21
2.2.1 模拟数据通信和数字数据通信	21
2.2.2 数据编码技术	23
2.2.3 多路复用	25
2.2.4 异步传输和同步传输	28
2.3 数据交换技术	29
2.3.1 线路交换	29

2.3.2	报文交换	30
2.3.3	分组交换	31
2.3.4	交换技术的比较	33
2.4	物理层接口及协议	34
2.4.1	物理层的特性	34
2.4.2	物理层接口标准	36
2.4.3	差错检测和校正	37
	主要参考资料	39
第3章	串行通信	40
3.1	数据传送方式	40
3.1.1	并行输入/输出	40
3.1.2	串行输入/输出	40
3.1.3	串行双工结构	41
3.1.4	串行数据传输的速度	43
3.2	异步串行数据通信	43
3.2.1	异步串行通信	43
3.2.2	异步通信的速度匹配	45
3.3	通信硬件	47
3.3.1	调制解调器	47
3.3.2	RS-232 标准	50
3.3.3	通信适配器	54
3.4	通信软件功能	55
3.5	终端仿真和文件传输协议	56
3.5.1	终端仿真	57
3.5.2	文件传输协议	57
3.6	PC 串行通信	64
3.6.1	用户级的 PC 通信	64
3.6.2	DOS 和 BIOS 级的 PC 通信	65
3.6.3	UART	66
3.6.4	系统级的 PC 通信	68
	主要参考资料	69
第4章	局域网拓扑结构及网络特性	70
4.1	拓扑结构	70
4.1.1	星形拓扑	70
4.1.2	总线拓扑结构	71
4.1.3	环型拓扑	72
4.1.4	树型拓扑	74
4.1.5	星型环拓扑	74

4.2 环型网	76
4.2.1 标记环介质访问控制	77
4.2.2 时间片分割环介质访问控制	80
4.2.3 寄存器插入环介质访问控制	80
4.3 总线/树型网络	82
4.3.1 基带系统	83
4.3.2 宽带系统	85
4.3.3 基带系统和宽带系统的比较	86
4.4 光纤局域网	87
4.4.1 无源星形结构	87
4.4.2 有源星型结构	88
4.4.3 光纤环网结构	88
4.4.4 光纤总线网结构	89
主要参考资料	90
第5章 介质访问控制	91
5.1 争用协议	92
5.1.1 载波监听多路访问 Carrier Sense Multiple Access(CSMA)	92
5.1.2 载波监听多路访问/冲突检测 CSMA/CD	93
5.1.3 退避算法	95
5.1.4 争用协议的比较	95
5.2 标记环(token ring)介质访问控制	96
5.2.1 标记环操作原理	96
5.2.2 优先级策略	98
5.3 标记总线(Token Bus)访问控制	99
5.4 时间片分隔环访问控制(slotted ring)	101
5.5 寄存器插入环访问控制	102
5.6 无冲突介质访问控制	103
5.6.1 时分多重访问(TDMA)	103
5.6.2 位映象介质访问控制(Bit-Map)	103
5.6.3 小时间片轮换优先权介质访问控制	104
5.6.4 多级多重访问介质访问控制(MLMA)	104
5.7 有限争用介质访问控制	105
5.7.1 可变树形搜索介质访问控制	105
5.7.2 “缸”介质访问控制	105
5.8 ANS X3T9.5 介质访问控制	106
5.8.1 算法目标	106
5.8.2 访问控制算法	106
5.8.3 参量定义	106

5.8.4 算法的操作	107
5.9 模型(Modelling)和性能评价	107
5.9.1 目的	107
5.9.2 两种基本方法	108
5.9.3 局域网特性	108
5.9.4 单服务器队列	109
5.9.5 排队网络模型	109
5.9.6 基本结果	109
5.10 LAN 的性能评价	113
5.10.1 基本参量	113
5.10.2 传播延迟和数据率的效应	114
5.10.3 吞吐率特性	115
5.10.4 最大数据率的计算	118
5.10.5 延迟特性	121
5.10.6 延迟-吞吐率特性	121
主要参考资料	126
第6章 局域网 LAN 协议	128
6.1 LAN 参考模型	129
6.2 逻辑链路控制协议	134
6.2.1 网络层/LLC 子层界面服务规范	134
6.2.2 LLC 子层/MAC 子层界面服务规范	136
6.2.3 LLC 协议数据单元结构 PDU	136
6.2.4 LLC 协议的型和类	137
6.2.5 LLC 协议的元素	137
6.3 CSMA/CD 介质访问控制协议	141
6.3.1 MAC 服务规范	142
6.3.2 介质访问控制的帧结构	143
6.3.3 介质访问控制方法	143
6.3.4 CSMA/CD 介质访问控制方法的形式描述	145
6.3.5 介质访问控制子层和邻近层的接口	147
6.4 标记环介质访问控制协议	149
6.4.1 MAC 服务规范	149
6.4.2 介质访问控制帧结构	150
6.4.3 介质访问控制方法	152
6.4.4 MAC 有限状态机	153
6.5 标记总线介质访问控制协议	153
6.5.1 MAC 帧格式	154
6.5.2 介质访问控制方法	155

6.5.3	MAC 层内部结构	158
6.5.4	访问控制机(ACM)的状态	160
6.6	光纤分布数据接口 FDDI	161
6.6.1	数据编码	162
6.6.2	时钟偏移	163
6.6.3	可靠性	163
6.6.4	FDDI 帧格式	163
6.6.5	容量分配	163
	主要参考资料	165
第 7 章	高速网络技术	166
7.1	高速局域网技术	166
7.1.1	发展高速局域网的驱动因素	166
7.1.2	100Mbps Ethernet 系列	167
7.1.3	FDDI 系列	167
7.1.4	交换式 LAN(Switched LAN)	168
7.1.5	全双工以太网(Full Duplex Ethernet)	168
7.1.6	等时以太网(Isochronous Ethernet)	168
7.2	高速广域网技术	169
7.2.1	发展高速广域网的驱动因素	169
7.2.2	交换式多兆位数据服务 SMDS	169
7.2.3	帧中继 Frame Relay	169
7.2.4	宽带综合业务数字网 B-ISDN	170
7.2.5	异步转移模式(Asynchronous Transfer Mode,简称 ATM)	170
7.3	从窄带到宽带 ISDN	170
7.3.1	传送模式的概念	170
7.3.2	服务的发展	171
7.3.3	网络的进展	171
7.4	异步转移模式 ATM	172
7.4.1	ATM 基本原理	172
7.4.2	ATM 交换和控制	174
7.5	ATM 协议参考模型	176
7.5.1	ATM 协议参考模型图	176
7.5.2	ATM 层	177
7.5.3	物理层	179
7.5.4	ATM 适配器	180
	主要参考资料	181
第 8 章	网络互连	182
8.1	网络互连的要求和结构方案	182

8.1.1	网络互连的要求	182
8.1.2	结构方案	183
8.2	桥	185
8.2.1	局域网互连的需要	185
8.2.2	桥的工作原理	186
8.2.3	路径选择算法	188
8.2.4	性能评价	190
8.3	X.75 协议	192
8.4	网间协议 IP	194
8.4.1	IP 操作	194
8.4.2	网间协议——IP	196
8.5	协议转换	198
8.6	IEEE802 互连网络规范	200
8.6.1	单个局部网络	200
8.6.2	两个局部网络互连	201
8.6.3	局部网络和远程网络互连	201
8.6.4	两个局部网通过远程网互连	202
	主要参考资料	203
第9章	传送层和高层协议	204
9.1	传送层服务及协议	204
9.1.1	传送层服务	204
9.1.2	传送层协议机制	206
9.2	ISO 传送层标准	214
9.2.1	传送服务	214
9.2.2	协议格式	214
9.2.3	协议机制	217
9.3	传输控制协议 TCP(the transmission control protocol)	218
9.3.1	TCP 服务	218
9.3.2	格式定义	219
9.3.3	TCP 协议机制	219
9.4	会话层服务及协议	221
9.4.1	会话服务	221
9.4.2	会话层协议	223
9.5	表示层服务及协议	225
9.5.1	表示层功能	225
9.5.2	表示服务	226
9.5.3	表示协议	227
9.5.4	抽象语法表示法及其编码规则	228

9.6 应用层服务及协议	229
9.6.1 应用层模型	230
9.6.2 公共应用服务元素(CASE)	231
9.6.3 特定应用服务元素(SASE)	232
主要参考资料	235
第10章 客户机/服务器计算模式	237
10.1 网络计算模式的发展	237
10.1.1 以大型机为中心的计算模式	237
10.1.2 以服务器为中心的计算模式	237
10.1.3 小型化和客户机/服务器计算模式的出现	238
10.2 客户机/服务器计算模式的特点	239
10.2.1 客户机的特点	239
10.2.2 服务器的特点	240
10.2.3 客户机/服务器计算模式的特点	240
10.3 客户机/服务器模式的优点	242
10.4 客户机/服务器模式的中间件(middle-ware)	243
10.4.1 中间件产生的背景	243
10.4.2 中间件的功能与作用	243
10.5 客户机/服务器类型	244
10.6 客户机/服务器模式所要求的通信环境——一致通信环境	245
10.6.1 一致通信环境简介	245
10.6.2 跨平台的一致通信的重要性	246
10.7 一致通信环境的形式	248
10.7.1 基于开放系统环境的一致通信	248
10.7.2 路由器对一致通信环境的影响	249
10.7.3 一致通信环境的发展趋势	250
主要参考资料	251
第11章 网络操作系统及分布式计算环境	252
11.1 操作系统概述及其发展	252
11.2 网络操作系统概述及其特点	253
11.2.1 网络操作系统概述	253
11.2.2 网络操作系统的特点	254
11.3 网络操作系统的结构	255
11.3.1 Windows NT 的系统结构	255
11.3.2 UNIX 的系统结构	257
11.3.3 NetWare 的系统结构	257
11.4 网络操作系统的内核	258
11.4.1 Windows NT 的内核	258