

“新工科建设”教学实践成果

精品课程配套教材



大学计算机规划教材

计算机网络教程

(第6版)

◆ 吴功宜 吴 英 编著



本书介绍

 中国工信出版集团



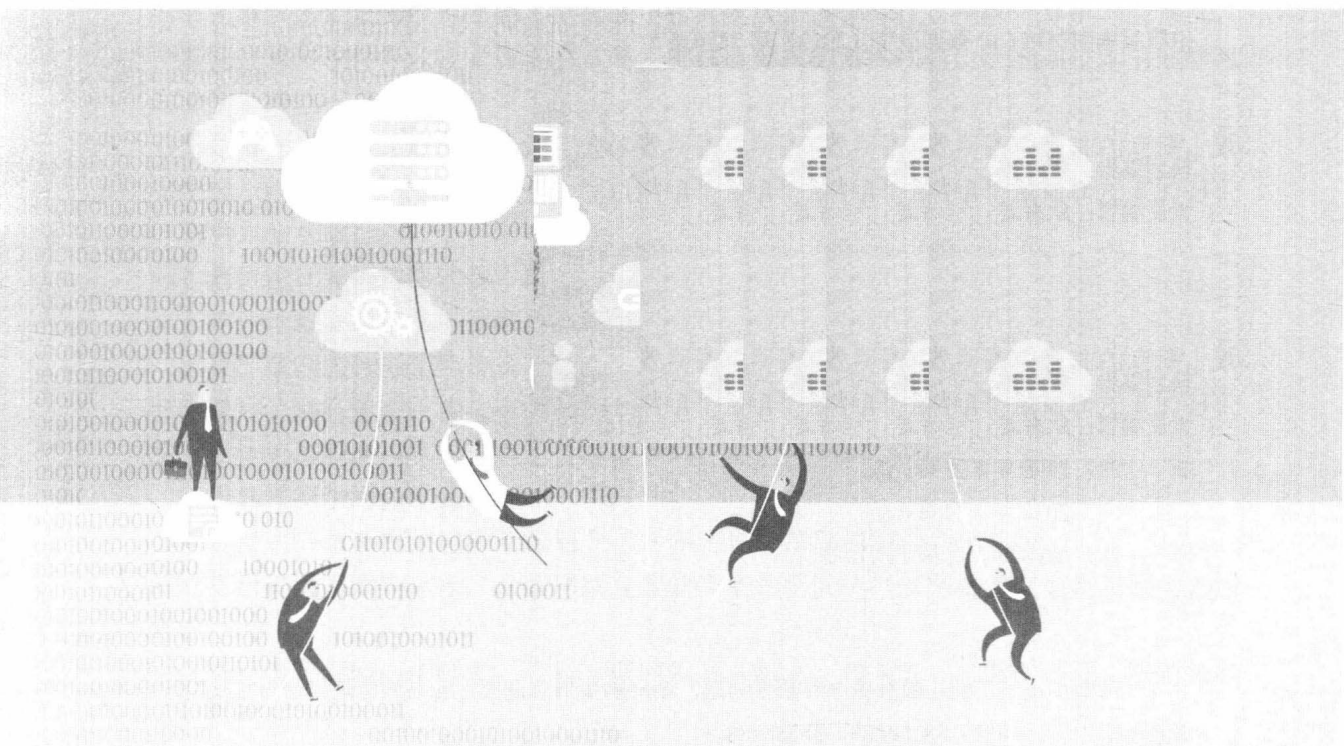
电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

大学计算机规划教材
精品课程配套教材

计算机网络教程

(第6版)

◆ 吴功宜 吴 英 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是南开大学精品课程建设成果。为满足读者学习计算机网络基础知识和网络应用的需要,本书系统介绍了计算机网络概论、数据通信与广域网技术、网络体系结构与网络协议、局域网技术、网络操作系统、网络互连技术、互联网应用技术、物联网应用技术,以及网络安全与网络管理技术。每章附有习题,为任课教师免费提供电子课件。本书教学体系参考了全国硕士研究生统一入学考试、计算机等级考试和全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试的基本要求和知识点,有助于学生通过认证考试。

本书简明、系统、先进、实用,适合作为高等院校非计算机专业的公共课教材,以及电子商务、信息管理与信息系统、信息与计算科学、多媒体与网络技术、教育技术学、物联网工程等专业的相关课程教材,也可作为各类计算机网络与通信技术培训教材,还可供从事计算机与信息技术应用的工程技术人员、管理干部学习参考。

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

计算机网络教程/吴功宜,吴英编著. —6版. —北京:电子工业出版社,2018.3

ISBN 978-7-121-33081-0

I. ① 计… II. ① 吴… ② 吴… III. ① 计算机网络—高等学校—教材 IV. ① TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 285636 号

策划编辑:章海涛

责任编辑:章海涛

特约编辑:张 玉

印 刷:三河市良远印务有限公司

装 订:三河市良远印务有限公司

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

开 本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:390 千字

版 次:1998 年 8 月第 1 版

2018 年 3 月第 6 版

印 次:2018 年 3 月第 1 次印刷

定 价:42.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

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。

本书咨询联系方式:192910558 (QQ 群)。

前 言

计算机网络是计算机科学与工程中迅速发展的新兴技术，也是计算机应用中的一个空前活跃的领域。计算机网络是计算机与通信技术相互渗透、密切结合而形成的交叉科学。目前，计算机网络已广泛应用于办公自动化、企业管理、信息服务、电子商务、科研教育、医疗卫生、军事等领域。互联网技术发展迅速，全球信息高速公路建设的浪潮兴起。人们已经意识到，计算机网络正在改变人们的工作与生活方式，已成为影响一个国家与地区的经济、科学与文化发展的重要因素之一。我国信息技术与信息产业的发展，需要大量掌握计算机网络与通信技术的人才。计算机网络技术已成为广大学生学习的一门重要课程，也是从事计算机与信息技术的研究、应用人员应该掌握的重要知识之一。

计算机网络技术经过 50 多年的发展，已经形成了自身比较完善的体系。目前，计算机网络技术发展迅速，应用广泛，知识更新快。以互联网为代表的网络应用技术与以千兆位以太网为代表的高速网络技术，使计算机网络技术发展到一个更高的阶段。为了满足“计算机网络”课程学习的要求，作者根据多年教学与科研实践经验编写了本书，希望给广大读者提供一本既能保持教学的系统性，又能反映当前计算机网络技术发展最新成果的教材。

本书在教学体系安排中也考虑了全国硕士研究生统一入学考试、全国计算机等级考试、全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试所要求的基本内容，因此通过本书的学习也有助于学生通过相关科目的考试。

本书是南开大学精品课程的建设成果。本书前几版受到广大读者和高校教师的欢迎，累计印数超过 30 多万册。本次修订在第 5 版的基础上，增加了计算机网络技术最新发展的有关内容。全书共分 9 章。

第 1 章讨论计算机网络的基本概念，这是全书的基础。

第 2 章讨论数据通信与广域网技术，包括传输介质、数据编码、多路复用、差错控制等内容，以及广域网的数据交换技术。

第 3 章讨论网络体系结构与网络协议，并分析 OSI 参考模型与 TCP/IP 模型。

第 4 章讨论局域网技术，介绍了传统以太网、高速以太网、交换式局域网与无线局域网技术，以及局域网组网技术。

第 5 章讨论网络操作系统的基本概念，并介绍几种常用的网络操作系统。

第 6 章讨论网络互连技术，介绍网络互连的类型与层次，以及网桥、路由器与网关的工作原理。

第 7 章讨论互联网应用技术，介绍互联网的基本概念、接入方式和服务功能，以及各种新型的互联网应用。

第 8 章讨论物联网技术，介绍物联网的产生背景、基本概念、体系结构，以及物联网关键技术发展。

第 9 章讨论网络安全与网络管理，介绍网络空间安全的概念、OSI 安全体系结构、加密与认证技术、网络安全协议、防火墙与入侵检测技术、恶意代码及防护技术，以及网络管理

的概念和相关协议。

本书在编写过程中注意保持教学内容系统性的同时，以高速局域网与互联网应用技术为主线，加入宽带城域网、物联网、网络安全与网络管理等新内容，力求反映计算机网络的最新发展。在本书编写过程中，作者主要参考了近年的最新文献资料。在写作中，力求做到层次清楚，语言简洁流畅，内容丰富，既便于读者循序渐进地系统学习，又能使读者了解计算机网络技术的新发展，希望本书对读者掌握计算机网络技术有一定的帮助。

本书第1~3章由吴功宜执笔完成，第4~9章由吴英执笔完成，全书由吴英统稿。

本书在编写过程中得到谭了浩强教授的关注与帮助，也得到了徐敬东教授、张建忠教授的多方帮助，在此谨表衷心的感谢。

限于作者的学术水平，错误与不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

本书每章后附有习题，并为任课教师提供电子课件和参考答案。相关教学资源（包含电子教案）可登录华信教育资源网站（<http://www.hxedu.com.cn>），注册之后免费下载。

作 者

目 录

第 1 章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的形成和发展	1
1.2 计算机网络的概念	5
1.2.1 计算机网络的定义	5
1.2.2 计算机网络结构变化	6
1.2.3 计算机网络的分类	8
1.2.4 计算机网络的拓扑结构	12
1.3 典型计算机网络	13
1.3.1 ARPANET	13
1.3.2 NSFNET	14
1.3.3 Internet	14
1.3.4 Internet2	15
1.4 计算机网络应用及安全问题	16
1.4.1 计算机网络的应用	16
1.4.2 计算机网络带来的问题	17
小结	17
习题 1	18
第 2 章 数据通信与广域网技术	20
2.1 数据通信的基本概念	20
2.1.1 信息、数据和信号	20
2.1.2 数据传输类型和通信方式	22
2.2 传输介质及其主要特性	25
2.2.1 传输介质的主要类型	25
2.2.2 双绞线	26
2.2.3 同轴电缆	27
2.2.4 光缆	27
2.3 无线与卫星通信技术	28
2.3.1 电磁波谱和移动通信	28
2.3.2 无线通信	29
2.3.3 微波通信	30
2.3.4 蜂窝无线通信	30
2.3.5 卫星通信	31
2.4 数据编码技术	32
2.4.1 数据编码的主要类型	32
2.4.2 模拟数据编码	32

2.4.3	数字数据编码	35
2.4.4	脉冲编码调制	36
2.5	数据传输中的重要概念	37
2.5.1	传输速率的定义	37
2.5.2	传输速率和信道带宽	37
2.6	多路复用技术	38
2.6.1	多路复用技术的分类	38
2.6.2	频分多路复用	39
2.6.3	波分多路复用	39
2.6.4	时分多路复用	40
2.7	广域网中的数据交换技术	41
2.7.1	广域网的主要特点	41
2.7.2	线路交换方式	42
2.7.3	存储转发交换方式	43
2.7.4	数据报方式	44
2.7.5	虚电路方式	45
2.8	差错控制方法	46
2.8.1	差错产生原因和差错类型	46
2.8.2	误码率的定义	46
2.8.3	检错码与纠错码	47
2.8.4	循环冗余编码	48
2.8.5	差错控制机制	50
	小结	51
	习题 2	52
第 3 章	网络体系结构与网络协议	54
3.1	网络体系结构的概念	54
3.2	OSI 参考模型	56
3.2.1	OSI 参考模型的概念	56
3.2.2	OSI 参考模型的结构	57
3.2.3	OSI 参考模型各层功能	58
3.2.4	OSI 环境中的数据传输过程	59
3.3	TCP/IP 参考模型	60
3.3.1	TCP/IP 参考模型的发展	60
3.3.2	TCP/IP 参考模型各层功能	61
3.4	OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的比较	63
	小结	64
	习题 3	65
第 4 章	局域网技术	67
4.1	局域网的概念	67

4.1.1	局域网技术的发展	67
4.1.2	介质访问控制方法的比较	68
4.1.3	以太网技术的发展	70
4.1.4	IEEE802 参考模型与协议	72
4.2	共享介质局域网技术	73
4.2.1	以太网的工作原理	73
4.2.2	以太网帧的结构	75
4.2.3	以太网的组网方法	76
4.3	交换局域网和虚拟局域网	78
4.3.1	交换式局域网技术	78
4.3.2	虚拟局域网技术	81
4.4	高速局域网技术发展	83
4.4.1	快速以太网	83
4.4.2	千兆以太网	84
4.4.3	万兆以太网	85
4.4.4	40 Gigabit Ethernet 和 100 Gigabit Ethernet	86
4.5	无线局域网技术	87
4.5.1	无线局域网的发展	87
4.5.2	扩频无线局域网	88
4.5.3	IEEE802.11 标准	90
4.5.4	无线局域网的结构	91
4.5.5	无线局域网的工作原理	93
4.5.6	IEEE802.11 帧的结构	95
小结		98
习题 4		98
第 5 章	网络操作系统	101
5.1	网络操作系统的概念	101
5.1.1	操作系统的概念	101
5.1.2	网络操作系统的定义和分类	103
5.1.3	网络操作系统的基本功能	104
5.2	Windows 操作系统	105
5.2.1	Windows 操作系统的发展	105
5.2.2	Windows NT 操作系统的特点	107
5.2.3	Windows 2000 操作系统的特点	108
5.3	NetWare 操作系统	109
5.3.1	NetWare 操作系统的发展	109
5.3.2	NetWare 操作系统的特点	110
5.4	UNIX 操作系统	111
5.4.1	UNIX 操作系统的发展	111

5.4.2	UNIX 操作系统的结构	112
5.4.3	UNIX 操作系统的特点	113
5.5	Linux 操作系统	113
5.5.1	Linux 操作系统的发展	113
5.5.2	Linux 操作系统的结构	114
5.5.3	Linux 操作系统的特点	115
小结		116
习题 5		116
第 6 章	网络互连技术	118
6.1	网络互连的概念	118
6.1.1	网络互连的功能	118
6.1.2	网络互连的分类	119
6.1.3	网络互连的层次	119
6.2	数据链路层互连设备	121
6.2.1	网桥的概念	121
6.2.2	网桥的分类	122
6.2.3	生成树的概念	123
6.2.4	网桥存在的问题	124
6.3	网络层互连设备	125
6.3.1	路由器的概念	125
6.3.2	路由器的分类	127
6.3.3	路由器技术发展	128
6.4	高层互连设备	130
6.4.1	网关的概念	130
6.4.2	网关的分类	131
小结		132
习题 6		132
第 7 章	互联网应用技术	134
7.1	互联网的概念	134
7.1.1	互联网服务提供商	134
7.1.2	互联网的结构	135
7.1.3	互联网的发展状况	136
7.1.4	互联网的管理者	138
7.2	互联网接入方式	139
7.2.1	接入技术的概念	139
7.2.2	ADSL 接入技术	139
7.2.3	HFC 接入技术	140
7.2.4	光纤接入技术	141
7.2.5	无线接入方式	141

7.3	互联网通信协议	142
7.2.1	IP 地址	142
7.3.2	域名机制	144
7.4	Internet 服务功能	145
7.4.1	Web 服务	145
7.4.2	电子邮件服务	150
7.4.3	文件传输服务	153
7.4.4	远程登录服务	154
7.3.5	新闻和公告类服务	156
7.4.6	即时通信服务	158
7.5	互联网应用发展分析	160
7.5.1	互联网应用发展阶段划分	160
7.5.2	P2P 模式与 C/S 模式的比较	160
	小结	163
	习题 7	163
第 8 章	物联网技术	166
8.1	物联网产生的背景	166
8.1.1	物联网概念的提出	166
8.1.2	物联网发展的背景	168
8.2	物联网的基本概念	171
8.2.1	物联网的定义	171
8.2.2	物联网的技术特征	172
8.3	物联网的体系结构	173
8.3.1	物联网层次结构	173
8.3.2	感知层的主要功能	175
8.3.3	网络层的主要功能	176
8.3.4	应用层的主要功能	183
8.4	物联网的技术发展	187
8.4.1	物联网关键技术	187
8.4.2	物联网产业的发展	189
8.4.3	物联网应用发展	190
	小结	191
	习题 8	191
第 9 章	网络安全和网络管理	194
9.1	网络空间安全和网络安全	194
9.1.1	网络空间安全的概念	194
9.1.2	我国网络空间安全战略	195
9.1.3	网络空间安全理论体系	197
9.2	OSI 安全体系结构	197

9.2.1	安全体系结构的概念	197
9.2.2	网络安全模型的提出	199
9.2.3	用户对网络安全的需求	201
9.2.4	网络安全的法律法规	201
9.3	加密和认证技术	202
9.3.1	密码学中的概念	202
9.3.2	对称密码体制	203
9.3.3	非对称密码体制	204
9.3.4	数字签名技术	206
9.4	网络安全协议	207
9.4.1	网络层安全和 IPSec	207
9.4.2	传输层安全和 SSL	210
9.4.3	应用层安全和 PGP、SET	211
9.5	防火墙技术	212
9.5.1	防火墙的概念	212
9.5.2	防火墙的分类	213
9.5.3	防火墙系统结构	215
9.6	入侵检测技术	217
9.6.1	入侵检测的概念	217
9.6.2	入侵检测的分类	218
9.6.3	蜜罐的概念	219
9.7	恶意代码及防护技术	220
9.7.1	恶意代码的演变	220
9.7.2	计算机病毒的概念	221
9.7.3	网络蠕虫的概念	222
9.7.4	木马程序的概念	222
9.7.5	网络防病毒技术	223
9.8	网络管理技术	224
9.8.1	网络管理的概念	224
9.8.2	网络管理功能域	225
9.8.3	网络管理系统的概念	226
9.8.4	简单网络管理协议	227
小结		228
习题 9		229
附录 A	参考答案	231
	参考文献	233



第 1 章 计算机网络概论

本章学习要求

- ⌘ 了解：计算机网络的形成和发展
- ⌘ 掌握：计算机网络的定义
- ⌘ 掌握：计算机网络的结构变化
- ⌘ 掌握：计算机网络的分类
- ⌘ 掌握：计算机网络的拓扑构型
- ⌘ 了解：典型的计算机网络
- ⌘ 了解：计算机网络应用及社会问题

计算机网络是计算机与通信技术紧密结合的产物，网络技术对信息产业的发展有深远影响。为了帮助读者对计算机网络有全面的认识，本章在讨论计算机网络发展历史的基础上，对计算机网络的定义、分类与拓扑构型，在单位与个人信息服务中的应用，以及网络应用带来的社会问题进行探讨。

1.1 计算机网络的形成和发展

计算机网络是计算机与通信技术高度发展、紧密结合的产物，网络技术进步正在对当前信息产业的发展产生重要的影响。

1. 计算机网络的发展阶段

计算机网络的发展速度与应用的广泛程度很惊人。计算机网络从形成、发展到广泛应用经历了几十年的发展。纵观计算机网络的形成与发展，大致可以划分为如下四个阶段。

第一阶段可追溯到 20 世纪 50 年代。那时，人们将独立发展的计算机与通信技术结合，完成了数据通信与计算机通信网的研究，为计算机网络的产生做好了技术准备。

第二阶段应从 20 世纪 60 年代美国的 ARPANET 与分组交换谈起。ARPANET 是计算机网络技术发展中的一个里程碑，研究成果对促进网络技术发展起到重要作用，并为 Internet 的形成奠定了基础。

第三阶段可从 20 世纪 70 年代中期谈起。当时，广域网、局域网与公用分组交换网发展迅速，各计算机厂商纷纷发展自己的网络，随之带来了网络体系结构与协议标准化问题。国际标准化组织（International Standards Organization, ISO）在推动开放系统互连参考模型与网络协议研究方面做了大量工作，对网络理论体系形成与网络技术发展起到重要作用，

但是也面临着 TCP/IP 的严峻挑战。

第四阶段从 20 世纪 90 年代谈起。该阶段的典型技术是 Internet 和 ATM 技术。Internet 作为世界性的信息网络,在经济、文化、科研、教育等领域发挥重要作用。以 ATM 技术为代表的高速网络技术的发展为全球信息高速公路建设提供技术准备。

2. 计算机网络的形成

任何一种新技术出现都必须具备两个条件:强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算机网络的形成与发展也证实了这条规律。1946 年,世界第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时,计算机与通信技术并没有直接联系。20 世纪 50 年代初,由于美国军方的需要,美国半自动防空系统尝试将计算机与通信技术结合,将远程雷达与其他探测设备通过通信线路(长 2.41×10^6 km)与一台 IBM 计算机相连,进行防空信息的集中处理和控制在。

为了达到这个目的,首先需要完成数据通信技术研究。在这项研究的基础上,将多个终端通过通信线路连接到一台计算机。用户在自己的终端上输入程序,通过通信线路传送到中心计算机,分时访问与使用资源完成处理,再将处理结果返回用户终端。这种以单个计算机为中心的联机系统称为面向终端的远程联机系统。20 世纪 60 年代,美国航空公司建成由一台主机与分布在全美的 2000 多个终端组成的航空订票系统 SABRE-1。

随着计算机应用的快速发展,出现了多台计算机互连的需求。这种需求主要来自军事、科研、企业与政府部门,希望将分布在不同地点的计算机互连成网络。用户可使用本地计算机中的软件、硬件与数据资源,也可使用联网的其他计算机中的各种资源,以便达到计算机资源共享的目的。

这个阶段的典型代表是 ARPANET,它由美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)主导。1969 年,ARPA 提出将多个大学、公司和研究所的计算机互连的课题。最初,ARPANET 只有 4 个节点,1973 年发展到 40 个节点,1983 年超过 100 个节点。ARPANET 通过有线、无线和卫星通信线路,将网络覆盖范围从美国本土扩展到夏威夷,甚至涵盖了欧洲的广阔地域。

ARPANET 的主要贡献表现在以下 6 方面:

- ❖ 完成对计算机网络定义、分类,以及对子课题研究内容的描述。
- ❖ 提出资源子网、通信子网的两级网络结构。
- ❖ 提出基于分组交换的数据交换方法。
- ❖ 采用层次结构的网络体系结构模型和协议体系。
- ❖ 促进 TCP/IP 协议的发展。
- ❖ 为 Internet 的形成和发展奠定基础。

ARPANET 研究成果对计算机网络发展的意义是深远的。20 世纪 70~80 年代出现了大量的计算机网络,仅美国国防部就资助建立了多个网络。很多机构也组建了一些计算机网络,如美国加州大学劳伦斯原子能研究所 OCTOPUS、法国信息与自动化研究所 CYCLADES、国际气象监测网 WWWN、欧洲情报网 EIN 等。

计算机网络可按资源子网与通信子网来分别组建。20 世纪 70 年代中期,开始出现由邮电部门或通信公司组建和管理的公用分组交换网,即公用数据网(PDN)。早期的 PDN 采用模拟通信的电话交换网,新型的 PDN 采用数字传输与分组交换方法。典型的公用分组交换网主要包括:美国的 TELENET、加拿大的 DATAPAC、法国的 TRANSPAC、英国的

PSS、日本的 DDX 等。公用分组交换网可为更多用户提供数据通信服务。

以上讨论的是利用远程通信线路组建的广域网。随着计算机的广泛应用，局部区域计算机联网需求日益强烈。20 世纪 70 年代初，一些研究机构希望用多台计算机共同完成科学计算或实现资源共享，开始了局域网的研究。1972 年，美国加州大学提出了 Newhall 环网；1976 年，美国 Xerox 公司提出了 Ethernet 总线网；1974 年，英国剑桥大学提出了 Cambridge Ring 环网。这些成果对后期的局域网技术发展有重要影响。

3. 网络体系结构和协议标准化

随着网络技术的快速发展与广泛应用，很多计算机公司开展网络研究与产品开发，同时提出各自的网络体系结构与网络协议，如 IBM 公司的 SNA(System Network Architecture)、DEC 公司的 DNA(Digital Network Architecture)与 UNIVAC 公司的 DCA(Distributed Computer Architecture)。这些研究成果为后来的网络理论体系形成奠定了基础，很多网络系统经过适当的修改与充实后仍在使用。Internet 是在 ARPANET 的基础上发展起来。20 世纪 70 年代后期，人们看到计算机网络发展中的问题，网络体系结构与协议标准的不统一将限制其发展，因此网络体系结构与协议必须走国际化的道路。

在计算机网络发展的第三阶段，网络体系结构与协议标准化取得重大进展。ISO 成立计算机与信息处理标准化技术委员会(TC 97)，其中专门设立一个分委员会(SC 16)，从事网络体系结构与协议标准化问题研究。经过多年的努力，ISO 制定了开放系统互连(Open System Interconnection, OSI)参考模型，即 ISO/IEC 7498 国际标准。20 世纪 80 年代，ISO 与 CCITT 为 OSI 参考模型的各层制定了一系列协议，形成了一个庞大的 OSI 基本协议集。OSI 参考模型对推动网络体系结构发展有重要作用。

如果说广域网作用是扩大信息社会中的资源共享范围，局域网作用则是进一步增强信息社会中的资源共享深度。微型计算机的应用推动局域网技术发展。20 世纪 80 年代，局域网技术出现突破性的进展。在局域网领域，以太网(Ethernet)、令牌总线(Token Bus)、令牌环(Token Ring)形成三足鼎立之势，各自形成了国际标准，采用光纤作为传输介质的 FDDI 技术在主干网中广泛使用。

20 世纪 90 年代，局域网技术在传输介质、操作系统与客户机—服务器(C/S)模式等方面取得了重要进展。在 Ethernet 中，使用非屏蔽双绞线实现 10 Mbps 的数据传输，并在此基础上形成网络结构化布线技术，促进局域网在办公自动化中的广泛应用。NetWare、Windows NT、UNIX 和 Linux 等操作系统的出现，促使局域网技术进入成熟的阶段。C/S 模式将网络服务功能提高到更高水平。TCP/IP 的广泛应用让网络互连技术发展到一个崭新的阶段。

4. Internet 与高速网络技术

Internet 是全球最大和最有影响力的互联网络，也是世界范围的信息资源宝库。Internet 是通过路由器实现众多网络互连的大型网际网，对推动科研、文化、经济和社会发展有不可估量的作用。用户将自己的计算机连入 Internet，可以在这个信息资源宝库中漫游。Internet 中的信息资源涉及社会生活各个领域。用户可使用 Internet 提供的 Web、电子邮件、FTP 等服务，可与未谋面的网友聊天或发表自己的见解。

20 世纪 90 年代，世界经济进入一个全新的发展阶段，信息技术与网络应用成为衡量

综合国力与企业竞争力的重要标准。1993 年，美国宣布国家信息基础设施（National Information Infrastructure, NII）建设计划，也被形象地称为信息高速公路。世界各国开始认识到信息技术与信息产业发展将对经济发展有重要作用。1995 年，全球信息基础设施委员会（Global Information Infrastructure Committee, GIIC）成立，目的是推动与协调各国信息技术与信息服务发展。在这种情况下，全球信息化的发展已是大势所趋。

计算机网络将连接企业、学校、政府部门与家庭，覆盖范围可能超过现有的电话网。为了支持各种信息（如语音、视频）的传输，很多信息对网络传输的实时性要求很高，网络必须有足够的带宽、良好的服务质量与完善的安全机制，以满足电子政务、电子商务、远程教育、远程医疗、视频点播等各类需求。

在 Internet 飞速发展与广泛应用同时，高速网络技术发展也引起了更多的关注。高速网络技术发展主要表现为宽带综合业务数字网（B-ISDN）、异步传输模式（ATM）、高速局域网等。B-ISDN 和 ATM 都属于广域网技术，是由电信公司开展研究，目标是构造能传输语音、视频与数据的公共数据网络。以以太网为代表的高速局域网技术发展迅速。在 10 Mbps 传统以太网普及的基础上，100 Mbps 快速以太网和 1 Gbps 千兆以太网已广泛应用，而 10 Gbps 万兆以太网也在研究中。

5. 宽带城域网与三网融合

Internet 的广泛应用引起电信业的巨大变化。2000 年前后，北美电信市场上出现长途线路带宽过剩的局面，电信运营商虽然拥有大量广域网带宽资源，却无法有效地将大量的用户接入进来。实际上，制约大规模 Internet 接入的瓶颈在城域网。为了满足大规模 Internet 接入和提供多种 Internet 服务，电信运营商应提供全网、端到端、灵活配置的宽带城域网。在这样的社会需求驱动下，电信运营商将竞争重点和大量资金从广域网骨干网建设，转移到高效、经济、支持大量用户接入和支持多种业务的城域网建设。

宽带城域网结构通常分为三个层次：核心交换层、汇聚层、接入层等。用户可通过计算机由局域网接入，通过固定或移动电话由电话通信网接入，或通过电视由有线电视网接入；汇聚层将大量用户请求汇聚到核心交换层；通过核心交换层连接国家的高速出口，用户的访问请求被传送到 Internet，从而满足办公室、学校与家庭用户的访问需求。宽带城域网已成为现代化城市建设的重要信息基础设施。宽带城域网的建设导致了计算机网络、电话通信网与有线电视网“三网融合”局面的出现。

基于 Web 的电子政务、电子商务、远程医疗、远程教育，以及基于对等结构的 P2P 网络、3G/4G 和移动 Internet 的应用，使得 Internet 以超常规的速度发展。“三网融合”实质上是计算机网络、电话通信网与电视传输网在技术与业务商的融合。从技术融合的角度看，电话通信网、有线电视网都统一到计算机网络的 IP 协议，网关实现电话通信网、有线电视网与计算机网络的互联。

从业务融合的角度看，电话用户希望通过智能手机来收看电视节目、访问 Web 网站、收发电子邮件；电视用户希望通过有线电视网来拨打电话、访问 Web 网站、收发电子邮件；Internet 用户希望在计算机上收看电视节目、拨打电话。“三网融合”技术与产业的发展必将带动现代的信息服务业的快速增长。云计算为“三网融合”与现代信息服务业的运行提供了成熟的商业模式。

1.2 计算机网络的概念

1.2.1 计算机网络的定义

1. 计算机网络定义的要点

在计算机网络发展的不同阶段，人们对计算机网络提出了不同的定义，反映出当时网络技术的发展水平，以及人们对网络的认识程度。这些定义可以分为三类：广义的观点、资源共享观点和用户透明性观点。从目前计算机网络的特点来看，资源共享的观点比较准确地描述出计算机网络的基本特征。广义的观点定义的是计算机通信网，用户透明性观点定义的是分布式计算机系统。

资源共享的观点将计算机网络定义为“以能够相互共享资源方式互连起来的自治计算机系统的集合”。这个定义符合计算机网络的基本特征，主要表现在以下 3 方面。

① 组建计算机网络的主要目的是实现计算机资源的共享。计算机资源主要指计算机系统硬件、软件与数据。用户可以使用本地计算机中的资源，也可以通过网络访问远程计算机中的资源，还可以调动几台计算机共同完成任务。

② 网络中的计算机是分布在不同地理位置的“自治计算机”。这些计算机之间没有明确的主从关系，每台计算机既可以联网工作，也可以脱离网络独立工作。网络中的计算机可以为本地用户提供服务，也可以为网络用户提供服务。

③ 网络中的计算机之间通信必须遵循共同的网络协议。计算机网络是由多台互连的计算机（通常称为节点）组成，它们之间要做到有条不紊地交换数据，每个节点必须遵守一些事先约定好的通信规则。

如何判断计算机是否互连成计算机网络，主要看它们是不是独立的“自治计算机”。如果两台计算机之间有明确的主从关系，其中一台计算机能控制另一台计算机，则被控制的那台计算机就不是“自治计算机”。分布式计算机系统（Distributed Computer System）简称分布式系统，与“计算机网络”的概念容易混淆。根据用户透明性观点的定义，网络中存在一个管理资源的全局性操作系统，调用完成用户任务所需的资源，整个网络像一个计算机系统，对用户是透明的。因此，分布式系统与计算机网络的区别不在物理结构上，而在高层软件上。

随着 Internet 与三网融合技术的发展，联网计算机的概念开始发生变化。联网计算机已从大型机、中型机、小型机与微型机，逐步扩展到 Pad、智能手机、数字电视机、家用电器等各种智能数字设备。但是，无论接入网络的终端设备类型如何变化，它们都属于端系统中的设备，并且都具有一个相同的特点：内部都有 CPU、操作系统与网络协议软件。由于应用领域与功能的不同，接入设备使用的 CPU、操作系统与网络软件的性能、规模与功能不同。在计算机网络技术讨论中，各种端系统中的设备都称为主机（Host）。

2. computer network、internet、Internet 与 Intranet 的区别和联系

在讨论计算机网络的基本概念时，需要注意术语 computer network、internet、Internet、Intranet 的区别和联系。

① 计算机网络（computer network）是采用通信技术将大量独立的计算机系统互连的集合。计算机网络有很多类型，如广域网、城域网、局域网等。

- ② 网络互连（internet）是描述将多个计算机网络互连成大型网络系统的技术术语。
- ③ 互联网（Internet）是专用名词，专指目前广泛应用、覆盖全世界的大型网络系统。Internet 不是一个单一的广域网、城域网或局域网，而是由多种网络互连起来的网际网。
- ④ 随着 Internet 的广泛应用，一些大型企业、管理机构也采用 Internet 组网方法，基于 TCP/IP 协议与 Web 系统设计方法，将分布在不同地理位置的部门局域网互连成企业专用网络，供内部员工办公使用，不连接或不直接连接到 Internet，这种内部的专用网络系统称为 Intranet。

1.2.2 计算机网络结构变化

1. 早期的计算机网络结构

早期的计算机网络类型主要是广域网，通过通信线路将分布在不同地理位置的大型机、中小型、小型机互连起来。计算机网络需要完成两大基本功能：数据处理与通信处理。早期的计算机网络主要包括两类设备：负责数据处理的主计算机；负责数据通信的通信控制处理机。从计算机网络组成的角度，早期计算机网络从逻辑上分为两部分：资源子网和通信子网，如图 1-1 所示。

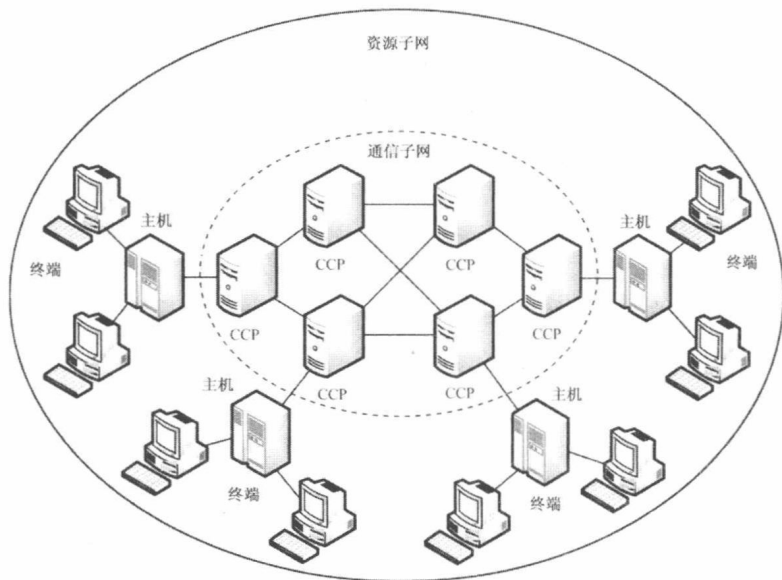


图 1-1 早期计算机网络的逻辑结构

（1）资源子网

资源子网由主计算机、终端、终端控制器、外部设备、各种软件和信息资源组成。资源子网负责全网的数据处理业务，为用户提供各种网络资源和服务。

主计算机系统简称为主机（Host），可以是大型机、中型机或小型机。主机是资源子网的主要组成单元，通过通信线路与通信控制处理机相连。用户终端通过主机连入网络中。主机为用户访问网络中其他主机与资源提供服务。随着微型计算机的广泛应用，接入网络的微型计算机（简称微机）数量日益增多，微型计算机逐渐成为常见的主机类型。微机可直接通过通信控制处理机接入网络，也可以通过联网的其他主机接入网络。