



电子·教育



21世纪高等学校计算机学科系列教材

# 计算机网络

孙学军 喻梅 编著



全国高等学校计算机教育研究会  
课程与教材建设委员会推荐出版



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

## 内 容 简 介

本书较系统地讲述了计算机网络的基本原理和基本技术。全书共分 12 章,主要包括:计算机网络的概念、体系结构与协议、局域网、网络互联、广域网、高速网络、TCP/IP 与 Internet、网络管理与安全、网络规划设计与实现以及网络新技术等。各章后均附有习题。

本书强调物理概念,注重理论联系实际,条理清楚、概念准确、深入浅出、通俗易懂、图文并茂、便于自学。

本书可作为高等学校计算机、通信工程、信息技术、自动化及其他相近专业本科生教材,也可供从事这方面工作的广大科技工作者阅读和参考。

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/孙学军等编著. —北京:电子工业出版社, 2003. 2

21 世纪高等学校计算机学科系列教材

ISBN 7-5053-8200-4

I. 计… II. 孙… 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 002614 号

责任编辑:张荣琴 特约编辑:王宝祥

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

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:23.5 字数:617 千字

版 次:2003 年 2 月第 1 版 2003 年 7 月第 2 次印刷

印 数:4 000 册 定价:29.00 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

## 序 言

这套教材是面向 21 世纪计算机学科系列教材。为什么要组织这套教材？根据什么编写这套教材？这些都是在这篇序言中要回答的问题。

计算机学科是一个飞速发展的学科,尤其是近十年来,计算机向高度集成化、网络化和多媒体化发展的速度一日千里。但是,从另一个方面来看,目前高等学校的计算机教育,特别是教材建设,远远落后于现实的需要。现在的教材主要是根据《教学计划 1993》的要求组织编写的。这个教学计划,在制定过程中主要参照了美国 IEEE 和 ACM 的《教学计划 1991》。

10 年来,计算机学科已有了长足发展,这就要求高等学校计算机教育必须跟上形势发展的需要,在课程建设和教材建设上做出相应调整,以适应面向 21 世纪计算机教育的要求。这是组织这套教材的初衷。

为了组织好这套教材,全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会在天津召开了“全国高等学校计算机学科课程与教材建设研讨会”,在北京召开了“教材编写大纲研讨会”。在这两次会议上,代表们深入地研讨了全国高校计算机专业教学指导委员会和中国计算机学会教育委员会制定的《计算机学科教学计划 2000》以及美国 IEEE 和 ACM 的《计算机学科教学计划 2001》,这是这套教材参照的主要依据。

IEEE 和 ACM 的《计算机学科教学计划 2001》是在总结了从《计算机学科教学计划 1991》到现在,计算机学科十年来发展的主要成果的基础上诞生的。它认为面向 21 世纪计算机学科应包括 14 个主科目,其中 12 个主科目为核心主科,它们是:算法与分析(AL)、体系结构(AR)、离散结构(DS)、计算科学(CN)、图形学、可视化、多媒体(GR)、网络计算(NC)、人机交互(HC)、信息管理(IM)、智能系统(IS)、操作系统(OS)、程序设计基础(PF)、程序设计语言(PL)、软件工程(SE)、社会、道德、法律和专业问题(SP)。其中除 CN 和 GR 为非核心主科目外,其他 12 项均为核心主科目。

将 2001 教学计划与 1991 教学计划比较可看出:

(1) 在 1991 年计划中,离散结构只作为数学基础提出,而在 2001 计划中,则作为核心主科目提出,显然,提高了它在计算机学科中的地位。

(2) 在 1991 计划中,未提及网络计算,而在 2001 计划中,则作为核心主科目提出,以适应网络技术飞速发展的需求。

(3) 图形学、可视化与多媒体也是为适应发展要求新增加的内容。

除此之外,2001 计划在下述 5 个方面做调整:

将程序设计语言引论调整为程序设计基础,将人-机通信调整为人机交互,将人工智能与机器人学调整为智能系统,将数据库与信息检索调整为信息管理,将数值与符号计算调整为计算科学。

显然,这些变化使 2001 计划更具有科学性,也更好地适应了学科发展的需要。

在组织这套教材的过程中,充分考虑了这些变化和调整,在软件和硬件的课程体系、界面划分方面均做了相应的调整,使整套教材更具有科学性和实用性。

另外,还要说明一点,教材建设既要满足必修课的要求,又要满足限选课和任选课的要求。

因此,教材应按系列组织,反映整个计算机学科的要求,采用大拼盘结构,以适应各校不同的具体教学计划,使学校可根据自己的需求进行选择。

这套教材包括:《微机应用基础》、《离散数学》、《电路与电子技术》、《电路与电子技术习题与实验指南》、《数字逻辑与数字系统》、《计算机组成原理》、《微机接口技术》、《计算机体系结构》、《计算机网络》、《计算机网络实验教程》、《通信原理》、《计算机网络管理》、《网络信息系统集成》、《多媒体技术》、《计算机图形学》、《计算机维护技术》、《数据结构》、《计算机算法设计与分析》、《计算机数值分析》、《汇编语言程序设计》、《Pascal 语言程序设计》、《VB 程序设计》、《C 语言程序设计》、《C + + 语言程序设计》、《Java 语言程序设计》、《操作系统原理》、《UNIX 操作系统原理与应用》、《Linux 操作系统》、《软件工程》、《数据库系统原理》、《编译原理》、《编译方法》、《人工智能》、《计算机信息安全》、《计算机图像处理》、《人机交互》、《计算机伦理学》。对于 IEEE 和 ACM 的《计算机学科教学计划 2001》中提出的 14 个主科目,这套系列教材均涵盖,能够满足不同层次院校、不同教学计划的要求。

这套系列教材由全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会主任李大友教授精心策划和组织。编者均为具有丰富教学实践经验的专家和教授。所编教材体系结构严谨、层次清晰、概念准确、论理充分、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂。

教材组织过程中,得到了哈尔滨工业大学蒋宗礼教授,西安交通大学董渭清副教授,武汉大学张焕国教授,吉林大学张长海教授,福州大学王晓东教授,太原理工大学余雪丽教授等的大力支持和帮助,在此一并表示衷心感谢。

李大友  
2000 年 6 月

# 前 言

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物,是信息技术中的一门交叉学科。计算机网络是计算机科学与工程中发展最迅速的技术之一,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。

计算机网络已成为计算机专业的一门核心课程,其任务是介绍计算机网络的原理与技术。本书以现代计算机网络为基础,以 OSI 参考模型为线索,以 Internet/Intranet 为对象,全面系统地讲述计算机网络的基本原理、基本技术和系统组成;在内容选取上注重基础性、系统性、方向性、先进性和实用性,理论联系实际,努力反应现代计算机网络技术的最新发展。在文字表述上,力求条理清楚、概念准确、深入浅出、通俗易懂,尽量利用直观图形描述所讨论的问题。

全书共分 12 章,可划分为 5 个部分。第 1 部分包括第 1,2 两章,主要讲述计算机网络的概念、构成、拓扑结构、功能、OSI 参考模型和 TCP/IP 模型。这一部分是全书的基础,为后面内容的学习创造必要的条件。第 2 部分包括第 3,4,5,6,7,8 六章,主要讲述各种网络技术,包括局域网、网络互联、广域网、高速网络、TCP/IP 协议、Internet/Intranet 等。第 3 部分包括第 9,10 两章,主要讲述网络管理和网络安全的原理与技术。第 4 部分(第 11 章),主要讲述计算机网络规划设计与实现,通过这部分内容的学习,可培养学生分析问题和解决问题的能力。第 5 部分(第 12 章),主要讲述计算机网络的新技术和新发展。各章后均有一定数量的习题。

本书参考学时数为 80。选用本书作为教材,可根据培养目标、专业特点和教学要求进行取舍讲授,灵活掌握。

《通信原理》作为 21 世纪高等学校计算机学科系列教材已由电子工业出版社出版。本书也可与《通信原理》配套使用,故未将讲授计算机网络所需通信内容列入本书。

与本书配套的《计算机网络实验教程》可使读者充分地学习和掌握网络协议的原理和实现方法。

本书可作为高等学校计算机、通信工程、信息技术、自动化和其他相近专业本科生教材,也可供从事这方面工作的广大科技人员阅读和参考。

本书由孙学军主编,并编写了第 1,2,3,4,5,11 章;喻梅编写了第 6,7,8,9,10 章;孙岩、王石成编写了第 12 章。参加本书编写的还有王平,刘健欣。

本书由天津大学边莫英教授担任主审,并对本书提出了许多宝贵意见。在此,我们表示诚挚的感谢。

本书在编写过程中得到了全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会主任李大友教授的热情关怀和指导,还得到电子工业出版社的领导和编辑同志们的大力支持和帮助,在此一并表示深切的谢意。

由于编者水平所限,书中难免存在一些疏漏和错误,殷切希望同行专家和广大读者批评指正。

编者

2002 年 5 月

# 目 录

第 1 章 计算机网络概论 .....	(1)
1.1 计算机网络的定义 .....	(1)
1.2 计算机网络的形成和发展 .....	(2)
1.3 计算机网络的组成 .....	(4)
1.3.1 资源子网 .....	(4)
1.3.2 通信子网 .....	(5)
1.4 计算机网络的拓扑结构 .....	(6)
1.4.1 计算机网络拓扑结构的分类 .....	(6)
1.4.2 点一点线路通信子网 .....	(6)
1.4.3 广播信道通信子网 .....	(8)
1.4.4 拓扑结构的选择 .....	(8)
1.5 计算机网络的分类 .....	(9)
1.6 计算机网络的功能 .....	(9)
习题 .....	(10)
第 2 章 计算机网络体系结构与协议 .....	(11)
2.1 基本概念 .....	(11)
2.2 OSI 参考模型 .....	(11)
2.2.1 接口与协议 .....	(11)
2.2.2 协议分层原则 .....	(12)
2.2.3 OSI 参考模型 .....	(13)
2.3 物理层 .....	(15)
2.3.1 物理层的功能 .....	(15)
2.3.2 物理层的特性 .....	(15)
2.4 数据链路层 .....	(17)
2.4.1 数据链路层的基本概念 .....	(17)
2.4.2 数据链路层提供的服务 .....	(18)
2.4.3 数据链路层的功能 .....	(19)
2.4.4 流量控制技术 .....	(20)
2.4.5 差错控制技术 .....	(23)
2.5 网络层 .....	(30)
2.5.1 网络层提供的服务和功能 .....	(30)
2.5.2 路由选择 .....	(31)
2.5.3 拥塞与流量控制 .....	(41)
2.6 传输层 .....	(45)
2.6.1 传输层提供的服务 .....	(45)

2.6.2	传输连接 .....	(48)
2.6.3	传输层协议 .....	(49)
2.7	高层 .....	(50)
2.7.1	会话层 .....	(50)
2.7.2	表示层 .....	(51)
2.7.3	应用层 .....	(53)
2.8	TCP/IP 参考模型 .....	(56)
	习题 .....	(57)
<b>第3章</b>	<b>局域网</b> .....	<b>(59)</b>
3.1	概述 .....	(59)
3.2	局域网拓扑结构 .....	(59)
3.3	局域网传输介质的选择 .....	(61)
3.4	IEEE 802 标准与模型 .....	(62)
3.5	局域网介质访问控制方法 .....	(67)
3.5.1	载波侦听多路访问 CSMA 方法 .....	(67)
3.5.2	带有冲突检测的载波侦听多路访问 CSMA/CD 方法 .....	(68)
3.5.3	带冲突回避的载波侦听多路访问 CSMA/CA 方法 .....	(70)
3.5.4	令牌总线介质访问控制方法 .....	(70)
3.5.5	令牌环介质访问控制方法 .....	(72)
3.5.6	局域网介质访问控制方法的简单比较 .....	(73)
3.6	Ethernet 基本工作原理 .....	(74)
3.6.1	Ethernet 帧结构 .....	(74)
3.6.2	Ethernet 帧接收 .....	(74)
3.6.3	Ethernet 网络接口适配器 .....	(75)
3.6.4	Ethernet 标准 .....	(77)
3.7	10 Mb/s Ethernet .....	(78)
3.7.1	IEEE 802.3 物理层标准 .....	(78)
3.7.2	10 Base-5 标准 Ethernet .....	(78)
3.7.3	10 Base-2 标准 Ethernet .....	(79)
3.7.4	粗/细缆混合 Ethernet .....	(80)
3.7.5	10 Base-T 标准 Ethernet .....	(80)
3.7.6	10 Base-F 标准 Ethernet .....	(82)
3.8	交换式局域网 .....	(82)
3.8.1	概述 .....	(82)
3.8.2	交换机的交换结构 .....	(83)
3.8.3	交换机的交换方式 .....	(85)
3.8.4	交换机的类别 .....	(86)
3.9	虚拟局域网 .....	(87)
3.9.1	概述 .....	(87)
3.9.2	虚拟局域网的交换技术 .....	(88)

3.9.3	虚拟局域网划分方法	(89)
	习题	(91)
<b>第4章</b>	<b>网络互联技术</b>	<b>(93)</b>
4.1	网络互联的基本概念	(93)
4.2	网络互联的层次	(93)
4.3	网络互联中的路由选择与分段	(95)
4.3.1	路由选择	(95)
4.3.2	分段	(96)
4.4	网络互联设备	(96)
4.4.1	中继器	(96)
4.4.2	网桥	(97)
4.4.3	路由器	(104)
4.4.4	网关	(108)
4.5	互联网络路由选择	(110)
4.5.1	路由算法	(110)
4.5.2	路由选择协议	(111)
	习题	(119)
<b>第5章</b>	<b>广域网</b>	<b>(120)</b>
5.1	概述	(120)
5.2	PPP	(120)
5.2.1	PPP的特性和帧格式	(120)
5.2.2	PPP通信过程	(121)
5.2.3	PPP认证	(122)
5.3	X.25	(123)
5.3.1	概述	(123)
5.3.2	X.25的层次结构	(123)
5.3.3	X.25的报文分组格式	(124)
5.4	帧中继	(125)
5.4.1	概述	(125)
5.4.2	帧中继的层次	(126)
5.4.3	帧中继的操作	(127)
5.4.4	帧中继的实现	(128)
5.5	ATM	(129)
5.5.1	ATM基本原理	(129)
5.5.2	ATM交换	(134)
5.5.3	ATM协议参考模型	(141)
5.6	ISDN	(147)
5.6.1	ISDN的层次	(147)
5.6.2	ISDN封装	(149)
5.6.3	ISDN应用	(150)



5.7	SONET/SDH .....	(151)
5.7.1	通信业务 .....	(151)
5.7.2	同步传输信号 .....	(155)
5.7.3	SONET 系统 .....	(156)
5.7.4	SONET 层次 .....	(157)
5.7.5	SONET 帧 .....	(158)
5.7.6	STS 复用帧 .....	(162)
	习题 .....	(163)
<b>第 6 章</b>	<b>TCP/IP 协议</b> .....	<b>(164)</b>
6.1	TCP/IP 协议的产生与发展 .....	(164)
6.2	TCP/IP 协议分层 .....	(165)
6.3	传输控制协议 TCP .....	(167)
6.3.1	传输控制协议 TCP .....	(167)
6.3.2	TCP 的编号与确认 .....	(169)
6.3.3	TCP 的流量控制 .....	(170)
6.3.4	TCP 的重发机制 .....	(172)
6.3.5	TCP 报文段的格式 .....	(174)
6.4	用户数据报协议 UDP .....	(176)
6.5	IP 协议 .....	(176)
6.5.1	IP 服务 .....	(176)
6.5.2	IP 地址与子网 .....	(177)
6.5.3	IP 数据报的格式 .....	(182)
6.5.4	IP 数据报的路由选择 .....	(188)
6.6	Internet 控制报文协议 ICMP .....	(191)
6.6.1	控制报文协议 ICMP .....	(191)
6.6.2	ICMP 报文格式 .....	(192)
6.7	地址解析协议 ARP 和反向地址解析协议 RARP .....	(194)
6.7.1	地址解析协议 ARP .....	(194)
6.7.2	反向地址解析协议 RARP .....	(196)
	习题 .....	(197)
<b>第 7 章</b>	<b>Internet 与 Intranet</b> .....	<b>(198)</b>
7.1	Internet 的形成与发展 .....	(198)
7.1.1	Internet 的发展历史 .....	(198)
7.1.2	Internet 的组织与管理 .....	(199)
7.1.3	Internet 在我国的发展 .....	(199)
7.2	域名与域名服务系统 .....	(200)
7.2.1	域名与域名系统 .....	(200)
7.2.2	Internet 的域名结构 .....	(200)
7.2.3	域名解析 .....	(203)
7.3	接入 Internet 的方法 .....	(203)

7.3.1	接入 Internet 的准备工作	(203)
7.3.2	接入 Internet 的方式	(204)
7.3.3	通过 ISDN 接入	(205)
7.3.4	通过 X.25 分组网专线接入	(207)
7.3.5	通过 DDN 专线接入	(207)
7.3.6	通过 ADSL 接入	(208)
7.4	Internet 提供的服务	(208)
7.4.1	电子邮件服务	(208)
7.4.2	远程登录服务	(211)
7.4.3	文件传输服务	(212)
7.4.4	WWW 服务	(214)
7.4.5	网络新闻 Usenet	(216)
7.4.6	电子公告板 BBS	(217)
7.4.7	菜单式信息查询工具 Gopher	(218)
7.4.8	广域信息服务 WAIS	(219)
7.5	Internet 的应用	(219)
7.5.1	基于 Internet 的远程教学系统	(219)
7.5.2	Internet 与电子商务	(224)
7.6	企业内部网 Intranet	(230)
7.6.1	Intranet 的概念和特点	(230)
7.6.2	Intranet 的应用	(231)
7.6.3	Intranet 的基本组成	(231)
7.6.4	Intranet 的网络技术	(233)
7.6.5	Intranet 的安全技术	(235)
	习题	(236)
<b>第 8 章</b>	<b>高速网络</b>	(238)
8.1	概述	(238)
8.1.1	高速网络技术的发展	(238)
8.1.2	快速以太网	(239)
8.1.3	千兆位以太网	(240)
8.2	100VG-AnyLAN 技术	(241)
8.3	光纤分布式数据接口 FDDI	(242)
8.3.1	FDDI	(242)
8.3.2	FDDI-II	(249)
8.4	分布式队列双总线 DQDB	(252)
8.4.1	双总线结构	(252)
8.4.2	双总线子网的访问控制	(253)
8.5	交换式多兆位数据服务 SMDS	(254)
8.6	高性能并行接口 HIPPI	(255)
8.7	光纤通道	(255)

习题 .....	(257)
<b>第9章 网络管理</b> .....	<b>(258)</b>
9.1 网络管理的概念 .....	(258)
9.1.1 网络管理的必要性 .....	(258)
9.1.2 网络管理的要求 .....	(258)
9.1.3 网络管理的基本内容 .....	(259)
9.1.4 网络管理系统的基本模型 .....	(260)
9.2 网络管理的功能 .....	(261)
9.2.1 配置管理 (Configuration Management) .....	(261)
9.2.2 性能管理 (Performance Management) .....	(262)
9.2.3 故障管理 (Fault Management) .....	(263)
9.2.4 安全管理 (Security Management) .....	(263)
9.2.5 计费管理 (Accounting Management) .....	(264)
9.3 简单网络管理协议 SNMP .....	(265)
9.3.1 网络管理协议 .....	(265)
9.3.2 网络管理标准 .....	(265)
9.3.3 SNMP 的概念 .....	(266)
9.3.4 SNMP 的网络管理模型 .....	(266)
9.3.5 SNMP 的操作命令 .....	(268)
9.4 常用网络管理系统 .....	(269)
9.4.1 网络管理系统的运行机制 .....	(269)
9.4.2 常用网络管理软件及产品 .....	(270)
9.4.3 常用网络管理系统 .....	(271)
习题 .....	(274)
<b>第10章 网络安全</b> .....	<b>(275)</b>
10.1 计算机网络安全 .....	(275)
10.1.1 计算机安全的概念 .....	(275)
10.1.2 网络安全的概念 .....	(276)
10.1.3 网络安全面临的主要威胁 .....	(276)
10.1.4 网络系统的安全漏洞 .....	(277)
10.2 网络安全策略 .....	(278)
10.2.1 网络安全的内容与要求 .....	(278)
10.2.2 网络安全策略 .....	(280)
10.3 网络安全措施 .....	(281)
10.4 网络防病毒技术 .....	(283)
10.4.1 计算机病毒及其危害 .....	(283)
10.4.2 网络防病毒措施 .....	(285)
10.4.3 病毒的清除 .....	(286)
10.5 数据加密技术 .....	(286)
10.5.1 数据加密概述 .....	(287)

10.5.2	常规密钥密码体制	(288)
10.5.3	公开密钥密码体制	(290)
10.5.4	数字签名	(292)
10.6	防火墙技术	(293)
10.6.1	防火墙的基本概念	(294)
10.6.2	防火墙的类型与结构	(294)
	习题	(296)
<b>第 11 章</b>	<b>计算机网络规划设计与实现</b>	(298)
11.1	概述	(298)
11.2	网络系统规划设计原则与步骤	(298)
11.3	需求分析	(298)
11.3.1	可行性研究	(299)
11.3.2	需求分析	(299)
11.4	网络规划	(301)
11.5	网络设计	(301)
11.5.1	网络结构设计	(302)
11.5.2	网络计算模式选择	(303)
11.5.3	网络操作系统选择	(306)
11.5.4	综合布线系统	(313)
11.6	网络系统实现	(316)
11.6.1	软件购买	(317)
11.6.2	设备采购	(317)
11.6.3	设备验收	(318)
11.6.4	安装	(318)
11.6.5	系统测试	(318)
11.6.6	提交文档	(318)
11.6.7	切换	(318)
11.6.8	培训	(318)
11.7	局域网设计	(319)
11.7.1	服务器的功能与位置	(319)
11.7.2	拓扑结构设计	(319)
11.8	Intranet 设计	(321)
11.8.1	网络逻辑设计	(322)
11.8.2	Intranet 实现	(324)
11.9	网络互联设计	(327)
11.9.1	基于中继器的网络互联	(327)
11.9.2	基于网桥的网络互联	(328)
11.9.3	基于路由器的网络互联	(330)
11.9.4	基于网关的网络互联	(332)
11.10	设计举例	(333)

11.10.1	组网环境及要求 .....	(333)
11.10.2	网络结构设计 .....	(333)
11.10.3	系统布线 .....	(334)
习题	.....	(336)
<b>第 12 章</b>	<b>网络新技术</b> .....	<b>(337)</b>
12.1	智能网 .....	(337)
12.1.1	智能网的概念模型 .....	(337)
12.1.2	智能网的体系结构 .....	(338)
12.1.3	智能网业务 .....	(340)
12.1.4	智能网与 Internet 互联 .....	(342)
12.2	虚拟专用网 .....	(344)
12.2.1	概念 .....	(344)
12.2.2	VPN 的分类 .....	(344)
12.2.3	VPN 的特点 .....	(345)
12.2.4	VPN 使用的协议 .....	(346)
12.2.5	VPN 的安全技术 .....	(348)
12.2.6	VPN 展望 .....	(349)
12.3	计算机无线网 .....	(349)
12.3.1	无线局域网 .....	(349)
12.3.2	移动 Internet .....	(356)
习题	.....	(359)
<b>参考文献</b>	.....	<b>(360)</b>

# 第 1 章 计算机网络概论

## 1.1 计算机网络的定义

计算机网络是计算机技术与通信技术相互结合的产物。它是将分布在不同地理位置的计算机、终端以及外设等通过通信线路互相连接起来而形成的。在计算机网络发展过程中，人们对计算机网络提出了不同的定义观点。这些定义观点可分为三类：广义的观点、资源共享的观点和对用户透明的观点。

### 1. 广义的观点

广义的观点出现较早，它把计算机网络定义为“计算机技术与通信技术相结合，实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”。广义的观点描述的是以传输信息为主要目的，用通信线路将多台计算机连接起来的计算机系统的集合。20 世纪 50 年代出现的面向终端的计算机系统，20 世纪 60 年代后期出现的面向计算机的计算机系统以及后来出现的以提供共享计算机通信子网为特征的公用数据网系统均属于计算机网络。因此，从广义的观点来看，计算机网络与计算机通信网的概念是相同的。计算机通信网在网络结构上具有计算机网络的雏形，但它以数据传输为主要目的，资源共享的能力较弱，它是计算机网络发展的低级阶段。

### 2. 资源共享的观点

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的方式连接起来，并且各自具有独立功能的计算机系统的集合”。这一定义包含以下两个方面的含义：

(1) 建立计算机网络的主要目的是共享资源，包括硬件资源、软件资源和数据资源等。网络用户可以享用本地网络资源，也可以享用远地网络资源。

(2) 各个联网计算机系统在地理位置上是分散的，并且各自具有独立的功能，它们之间没有明确的主从关系，每台计算机可以在网上工作，也可以脱网工作。计算机通信的管理是由各自独立的操作系统实现的。按照这个定义，面向终端的计算机系统和具有主从关系的计算机系统，都不能算做完备的计算机网络。

### 3. 对用户透明的观点

对用户透明的观点定义计算机网络为“存在一个能为用户自动管理资源的网络操作系统，由它来调用完成用户任务所需要的资源，而整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的”。实际上这种观点所描述的是一个分布式系统。

构建一个计算机网络需要有网络硬件和网络系统软件，后者也称为网络操作系统。目前计算机网络操作系统要求用户在使用网络资源时必须明确资源的分布情况。共享网络中某一台计算机资源时，首先要在该计算机上登录，成为这台计算机的合法用户后，才能进行允许的资源共享操作。而分布式操作系统以全局的方式管理网络，可为用户任务自动调度网络

资源。分布式系统的用户不必关心网络中资源的分布状况及联网计算机的差异，用户作业管理和文件管理过程对用户是透明的。计算机网络是一种松耦合系统，而分布式系统是一种紧耦合系统。分布式系统与计算机网络的差别主要不在于它们的物理结构，而在于它们的网络操作系统。分布式系统是计算机网络技术发展的更高级形式。

目前，通常采用的计算机网络定义是：计算机网络是用通信线路将分散在不同地点并具有独立功能的多台计算机系统互相连接，按照网络协议进行数据通信，实现资源共享的信息系统。这里强调计算机网络是在协议控制下进行计算机之间的数据通信，以实现资源的共享。网络协议是区别计算机网络与一般计算机互联系统的标志。

## 1.2 计算机网络的形成和发展

计算机网络是适应客观需要，在计算机技术和通信技术高度发展的基础上紧密结合的产物。计算机网络发展的历史并不长，但发展速度非常快。它经历了一个从简单到复杂的发展过程，从为解决远程计算、信息收集和处理而形成的专用联机系统开始，发展到把多台中心计算机连接起来，组成以资源共享为目的的计算机网络。这进一步扩大了计算机的应用，促进了计算机技术和通信技术的飞速发展，使之渗透到社会的各个领域。其发展过程可归结为以下五个阶段。

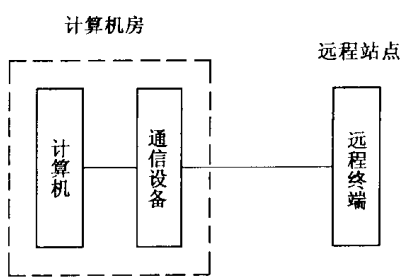


图 1.1 单机系统

### 1. 单机系统

早期的计算机价格十分昂贵，只有少数的计算中心才拥有这种资源，使用计算机的用户不得不千里迢迢到计算中心去上机。这样，除花费大量的时间、精力和资金外，还无法及时处理实时性要求很强的信息。为了解决这个问题，20 世纪 50 年代中期开始在计算机内部增加了通信处理功能，把远程的输入、输出设备通过通信线路直接与计算机主机连接。这样，用户在远程终端输入信息，主机为其处理信息，最后将处理结果再通过通信线路送回到远程用户。这种系统就称为单机系统，如图 1.1 所示。

这种联机工作方式，不仅提高了计算机系统的工作效率和服务能力，同时也大大地促进了计算机技术和通信技术的结合与发展。

### 2. 多机系统

上面所述的单机系统在终端较多时，有两个明显的缺点：

(1) 主机系统负担过重，它既要处理数据，又要与终端进行通信。当通信量很大时，主机几乎没有时间处理数据。

(2) 通信线路利用率低，尤其是当终端远离主机时更是如此。

针对上述缺点，可采取以下措施：

(1) 为主机配置前端处理机（又称通信控制处理机），负责通信处理任务；主机专门用于数据处理，使数据处理与通信处理由两台机器分工进行。

(2) 在终端较为集中的区域设置线路集中器，先通过低速线路将附近的终端与集中器

连接，再用高速线路通过集中器与主机连接起来。各终端的数据经集中器处理后，按一定格式通过高速线路送到主机。配置了前端处理机和集中器的具有通信功能的多机系统如图 1.2 所示。其中，前端处理机和集中器常采用小型机。这里的小型机除了完成通信任务外，还负责通信处理、信息压缩和代码转换等功能，因而大大地减轻了主机的负担。同时，这种系统也提高了线路的利用率，降低了系统的成本。

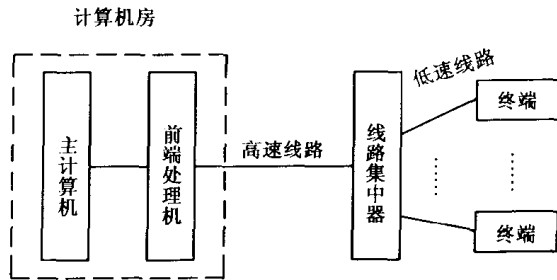


图 1.2 多机系统

### 3. 计算机通信网

随着计算机应用的普及和计算机硬件价格的下降，一个部门或一个大的公司常拥有多台计算机，这些计算机可能分布在不同的地区，它们之间经常需要进行信息交换。对于大的公司，远地的子公司需要经常将其信息汇总后送给总公司的主机系统，供总公司使用。这种以传输信息为主要目的而用通信线路将主机系统连接起来的计算机群，称为计算机通信网。它是计算机网络的低级形式。

在计算机通信网中，用户把整个通信网看做是若干个功能不同的计算机系统的集合。用户为了访问这些资源，首先需要了解网络中是否有所需的资源，如图 1.3 所示。用户若需要文件 1，则需要了解该文件放在哪个子系统中，然后才能从子系统中调用此文件，而在别的系统中是调不出文件 1 的。所以，计算机通信网的特点是用户必须具体地了解网内所有计算机的资源存放情况。在计算机通信网中，各个计算机子系统相对独立，形成一个松散耦合的大系统。

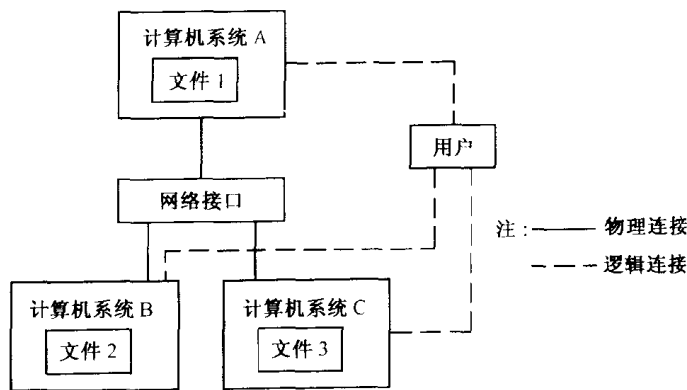


图 1.3 计算机通信网

### 4. 计算机网络

随着计算机通信网络的发展和广泛应用，通信网络用户对网络提出了更高的要求，希



望共享网内计算机系统资源或调用几个计算机系统共同完成某项任务，这就形成了以共享资源为主要目的的计算机网络。为了实现这个目标，除了要有可靠且有效的计算机和通信系统外，还需要制定一套全网共同遵循的规则（网络协议）和配备网络操作系统。由网络操作系统管理和维护网络，用户使用网络资源就像使用自己的主机资源一样方便。

在计算机网络中，用户把整个网络看成一个大的计算机系统，用户无需知道所需资源在哪一个子系统中，而由网络操作系统为用户调用这些资源。所以计算机网络的特点是通过网络操作系统实现资源共享，这种计算机网络如图 1.4 所示。

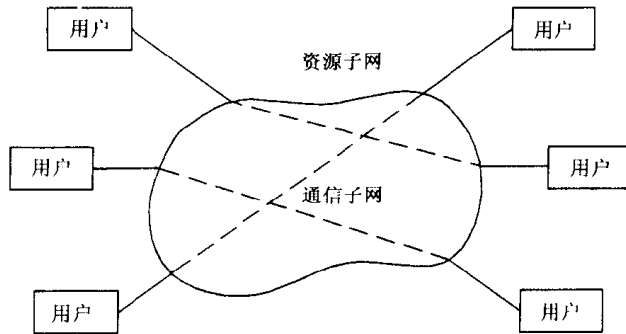


图 1.4 计算机网络

进入 20 世纪 70 年代以来，计算机局域网作为计算机网络的一个分支得到了飞速发展，形成了一种新的计算机体系结构，相继出现了总线局域网、环状局域网等，并形成了一系列局域网标准。随着计算机应用的普及，计算机局域网得到了进一步的发展，它在办公自动化、信息管理等领域发挥了巨大作用。

## 5. 计算机互联网

随着社会信息化的发展，人们希望能够实现不同网络之间的信息交换，局域网已不能满足要求。因此，实现网络互联，建立全球性的信息网络是计算机网络发展的必然趋势。Internet 就是为了适应这种形式而出现的，它是一个全球性的计算机网络，连接有成千上万台计算机。用户可以利用 Internet 实现全球范围的电子邮件、WWW 信息查询与浏览、电子新闻、文件传输、语音与图像通信服务等功能。Internet 是一个用路由器实现多个广域网和局域网互联的大型国际网，它对推动世界的科学、文化、经济和社会的发展正在发挥着巨大作用。

## 1.3 计算机网络的组成

计算机网络的基本功能是数据处理与数据传输（包括交换），因此，在结构上形成了与之相应的两部分：计算机和终端负责数据处理；通信控制处理机 CCP（Communication Control Processor）和通信线路负责数据传输和交换。在逻辑功能上，计算机网络由两个子网构成，即资源子网和通信子网，如图 1.5 所示。

### 1.3.1 资源子网

资源子网主要由计算机系统、终端、终端控制器、联网外设、各种软件资源和数据资