



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪高等院校计算机教材系列

计算机网络教程

第3版

● 彭澎 吴震瑞 编著



购书可获得增值回报
提供教学用电子教案

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21 世纪高等院校计算机教材系列

计算机网络教程

第 3 版

彭 澎 吴震瑞 等编著



机械工业出版社

本书在第2版的基础上,对计算机网络知识进行了重新归纳、整理、修改和完善。全书共9章内容,包括计算机网络基础、数据通信技术、计算机网络系统结构、计算机网络硬件、局域网技术、通信网络基础、因特网技术、网络管理与网络安全,以及网络系统分析、规划与设计。与第2版相比,本版更注重内容的正确性、连贯性和逻辑性,对计算机网络所涉及的概念都有详细介绍。此外,本版相对于前版,增加了许多前沿的网络技术以及网络的实际应用内容。

本书非常适合教学和自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络教程/彭澎,吴震瑞等编著. —3版. —北京:机械工业出版社,2007.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材·21世纪高等院校计算机教材系列

ISBN 978-7-111-09325-1

I. 计… II. ①彭…②吴… 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(2007)第149134号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:张宝珠 责任校对:陈延翔

责任印制:李妍

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2008年1月第3版第1次印刷

184mm×260mm ·19印张·465千字

标准书号:ISBN 978-7-111-09325-1

定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

出版说明

计算机技术是一门迅速发展的现代科学技术，它在经济建设与社会发展中，发挥着非常重要的作用。近年来，我国高等院校十分注重人才的培养，大力提倡素质教育、优化知识结构，提倡大学生必须掌握计算机应用技术。为了满足教育的需求，机械工业出版社组织了这套“21世纪高等院校计算机教材系列”。

在本套系列教材的组织编写过程中，我社聘请了各高等院校相关课程的主讲老师进行了充分的调研和细致的研讨，并针对非计算机专业的课程特点，根据自身的教学经验，总结出知识点、重点和难点，一并纳入到教材中。

本套系列教材定位准确，注重理论教学和实践教学相结合，逻辑性强，层次分明，叙述准确而精炼，图文并茂，习题丰富，非常适合各类高等院校、高等职业学校及相关院校的教学，也可作为各类培训班和自学用书。

参加编写本系列教材的院校包括：清华大学、西安交通大学、北方交通大学、北京邮电大学、北京化工大学、北京科技大学、山东大学、云南财经大学等。

机械工业出版社

前 言

近年来, 计算机网络技术的应用与发展对科学、技术、经济、产业及人类的生活都产生了深远的影响。“计算机网络”已成为计算机科学技术专业及相关专业的重要课程之一。

本教材是在《计算机网络教程》第2版(荣获北京市精品教材)的基础上, 对计算机网络知识进行了重新归纳、整理、修改和完善。与第2版相比, 本版教材删除了部分过时的知识, 增加了一些前沿的网络技术知识。

本教材深入浅出地阐述了计算机网络技术的基本原理和当前常用的先进网络技术以及网络的实际应用技能。全书体系结构合理, 概念清晰, 原理讲述清楚, 既强调了基本原理和技术, 又突出了实际应用。

全书共分9章, 主要内容包括: 计算机网络基础、数据通信技术、计算机网络系统结构、计算机网络硬件、局域网技术、通信网络基础、因特网技术、网络管理与网络安全, 以及网络系统分析、规划与设计。

第1章介绍计算机网络的产生与发展、计算机网络的概念, 计算机网络与其他相关系统之间的区别和联系、网络系统资源与资源共享、计算机网络的分类、计算机网络的基本组成与基本结构等方面的内容。

第2章介绍数据通信技术的有关概念和原理, 包括: 数据传输的基本形式、数据编码与信号调制技术、数据传输方式、数据交换技术, 以及差错控制和检测方法等。

第3章介绍网络体系结构知识, 其内容包含了网络体系结构的基本概念、OSI参考模型, 以及OSI参考模型各层的功能及用途等。

第4章介绍计算机网络硬件系统的基本结构和计算机网络中常见的一些重要的硬件设备。

第5章系统地介绍局域网的有关知识, 包括局域网的基础知识、典型局域网的结构和技术标准, 以及局域网的应用技术等。

第6章介绍通信网的基础知识, 及几种典型的通信网络, 包括典型计算机广域通信网方面的知识。

第7章介绍因特网的基础及应用知识, 包括因特网概述、TCP/IP等因特网常用协议、因特网基本服务, 以及因特网应用技术等。

第8章介绍计算机网络管理维护与安全方面的知识, 包括网络管理与维护、病毒防护、防范黑客、防火墙和网络故障分析及排除等。

第9章介绍了网络系统构建和规划等知识, 其中包括网络系统建设的分析、规划和设计等方面的知识。

本教材不仅适合计算机及相关专业本科生和研究生使用, 也适合部分大专学生使用。此外, 本教材还可作为相关专业自考考生的参考书籍。

本教材由云南财经大学彭澎教授和吴震瑞老师共同编写, 其中, 第1~5章由彭澎教授编写, 第6~9章由吴震瑞老师编写。参加本书编写工作的还有王颖娜、李震雄、饶简元等。

在本教材的编写过程中，得到了清华大学侯炳辉教授、中国人民大学陈禹教授、首都经济贸易大学盛定宇教授等有关专家学者以及其他同行的大力支持和帮助。在此，谨对各位专家学者和同仁表示衷心的感谢。

编 者

目 录

出版说明

前言

第1章 计算机网络基础 1

1.1 计算机网络的产生与发展 1

1.1.1 远程联机系统阶段 1

1.1.2 计算机互联系统阶段 1

1.1.3 标准化系统阶段 2

1.1.4 网络互联系统阶段 3

1.2 计算机网络的概念 3

1.2.1 计算机网络的定义 3

1.2.2 计算机网络系统与联机多用户系统 之间的关系 7

1.2.3 计算机网络系统与分布式计算机 系统之间的关系 7

1.3 计算机网络的分类 8

1.3.1 按覆盖范围划分 8

1.3.2 按通信媒体划分 9

1.3.3 按数据交换方式划分 9

1.3.4 按使用范围划分 9

1.3.5 按配置划分 9

1.3.6 按信息容量划分 10

1.3.7 按通信传输方式划分 10

1.3.8 按拓扑结构划分 11

1.3.9 计算机网络的其他分类方法 11

1.4 习题 11

第2章 数据通信技术 12

2.1 数据通信系统 12

2.1.1 模拟数据与数字数据 12

2.1.2 通信系统与数据通信系统 13

2.1.3 带宽与信道容量 18

2.2 数据传输的基本形式 24

2.2.1 模拟传输与数字传输 24

2.2.2 基带传输与频带传输 25

2.2.3 宽带传输 25

2.3 数据编码与信号调制技术 26

2.3.1 数字数据的数字信号编码 26

2.3.2 数字数据的模拟信号编码 28

2.3.3 模拟数据的数字信号编码 30

2.4 数据传输方式 31

2.4.1 并行传输与串行传输 31

2.4.2 同步传输 32

2.4.3 单工、半双工和全双工通信 33

2.4.4 多路复用传输 35

2.5 数据交换技术 37

2.5.1 电路交换 38

2.5.2 报文交换方式 39

2.5.3 报文分组交换 39

2.5.4 ATM 交换与帧中继交换 41

2.6 差错控制与差错检测方法 44

2.6.1 差错与差错控制 44

2.6.2 差错控制方法 44

2.6.3 奇偶校验码 47

2.6.4 循环冗余码 48

2.6.5 海明码 50

2.7 习题 52

第3章 计算机网络系统结构 53

3.1 计算机网络系统结构概述 53

3.1.1 网络系统的基本结构 53

3.1.2 通信子网与资源子网结构 54

3.1.3 计算机网络的拓扑结构 54

3.2 协议与网络体系结构 57

3.2.1 通信协议 57

3.2.2 计算机网络的体系结构概述 57

3.2.3 ISO/OSI 模型 59

3.3 物理层 60

3.3.1 物理层的概念 60

3.3.2 物理层需要解决的问题和功能 61

3.3.3 物理层的标准 62

3.3.4 物理层的特性 62

3.3.5 几种常用的物理层标准 64

3.4 数据链路层 69

3.4.1 数据链路层概述 70

3.4.2	数据链路层的基本功能	73	4.5.2	集线器	125
3.4.3	帧同步	74	4.5.3	网桥	129
3.4.4	流量控制与滑动窗口机制	75	4.5.4	交换机	131
3.4.5	通信控制规程	77	4.5.5	路由器	134
3.4.6	HDLC 协议	79	4.5.6	网关	135
3.4.7	BSC 协议	83	4.6	习题	136
3.5	网络层	85	第 5 章 局域网技术		137
3.5.1	网络层概述	85	5.1	局域网概述	137
3.5.2	数据报与虚电路服务	85	5.1.1	局域网与计算机局域网	137
3.5.3	路径选择	87	5.1.2	局域网硬件的基本组成	137
3.5.4	阻塞控制	93	5.1.3	局域网软件的基本组成	138
3.5.5	网络层协议	95	5.1.4	局域网类型	138
3.6	运输层	97	5.2	局域网参考模型与局域网标准	140
3.6.1	运输层的概念	97	5.2.1	局域网参考模型	140
3.6.2	运输层协议的分类	98	5.2.2	IEEE 802 标准系列	141
3.6.3	运输层服务	99	5.2.3	FDDI 标准	141
3.6.4	传输控制协议	99	5.3	媒体访问控制策略与方法	143
3.7	高层	100	5.3.1	媒体访问控制策略	143
3.7.1	会话层	100	5.3.2	媒体访问控制方法	144
3.7.2	表示层	101	5.3.3	IEEE 802 标准与局域网	146
3.7.3	应用层	103	5.4	典型局域网	148
3.8	习题	104	5.4.1	以太网介绍	148
第 4 章 计算机网络硬件		106	5.4.2	共享媒体局域网	154
4.1	通信媒体	106	5.4.3	交换局域网	155
4.1.1	双绞线	106	5.4.4	虚拟局域网	157
4.1.2	同轴电缆	108	5.4.5	无线局域网	159
4.1.3	光缆	108	5.5	局域网操作系统	162
4.1.4	无线通信媒体	110	5.5.1	网络操作系统的概念	162
4.2	通信子网设备	111	5.5.2	网络操作系统的功能和特点	163
4.2.1	通信控制设备	111	5.5.3	网络操作系统的基本组成	164
4.2.2	分组装/拆设备及其交换设备	114	5.5.4	局域网操作系统 Windows NT	165
4.2.3	多路复用器和集中器	115	5.6	局域网的容错技术	167
4.2.4	调制解调器	117	5.7	客户机/服务器技术	168
4.3	服务器与工作站	119	5.7.1	专用服务器结构	168
4.3.1	局域网服务器与工作站	119	5.7.2	客户机/服务器结构	169
4.3.2	工作站	121	5.8	智能大厦与结构化布线	171
4.4	网卡	121	5.8.1	智能大厦的概念	171
4.4.1	网卡的概念和功能	121	5.8.2	智能大厦的基本组成	173
4.4.2	网卡的分类	122	5.8.3	结构化布线	173
4.4.3	网卡连接方法	124	5.9	习题	175
4.5	联网设备	124	第 6 章 通信网络基础		176
4.5.1	中继器	124			

6.1 通信网概述	176	7.4.3 BGP 协议	221
6.1.1 电话通信网	177	7.5 IP 多播与 IGMP 协议	221
6.1.2 移动通信网	180	7.5.1 IP 多播	221
6.1.3 卫星通信网	186	7.5.2 IGMP 协议	223
6.1.4 数字数据网	188	7.5.3 隧道技术	223
6.2 电话拨号网、X.25 网与 ISDN 网	190	7.6 IPv.6	224
6.2.1 电话拨号网	190	7.6.1 IPv.6 数据报格式	224
6.2.2 X.25 网	191	7.6.2 IPv.6 地址空间	225
6.2.3 ISDN 网	192	7.6.3 IPv.4 与 IPv.6	226
6.3 帧中继网、ATM 网与 B-ISDN 网	198	7.7 TCP 与 UDP 协议	227
6.3.1 帧中继网	198	7.7.1 TCP 协议	227
6.3.2 ATM 网	200	7.7.2 UDP 协议	228
6.3.3 B-ISDN 网	202	7.8 因特网基本服务	228
6.4 宽带接入技术	203	7.8.1 远程登录 Telnet	228
6.4.1 任意数字用户线路 xDSL	203	7.8.2 文件传输 FTP	229
6.4.2 HFC 与 Cable Modem	204	7.8.3 电子邮件 E-mail	230
6.4.3 无线接入	205	7.8.4 WWW 超文本链接	233
6.4.4 FTTH 接入	206	7.9 因特网接入方法	234
6.5 习题	207	7.10 因特网应用技术	236
第 7 章 因特网技术	208	7.10.1 B/S 结构	236
7.1 网络互联	208	7.10.2 虚拟专用网 VPN	239
7.1.1 网络互联的概念	208	7.10.3 电子数据交换技术与电子商务 系统	239
7.1.2 网络互联的特性与要求	208	7.10.4 视频和多媒体网络系统	241
7.1.3 网络互联方案	209	7.10.5 IP 电话系统	242
7.2 因特网 (Internet) 概述	210	7.11 习题	243
7.2.1 因特网概念与结构	210	第 8 章 网络管理与网络安全	244
7.2.2 因特网关键技术和需要解决的 问题	212	8.1 网络管理概述	244
7.2.3 因特网管理机构	213	8.1.1 网络管理的概念	244
7.2.4 因特网协议——TCP/IP 协议簇	213	8.1.2 网络管理的基本内容	244
7.3 IP 协议与 ICMP 协议	215	8.1.3 网络管理系统模型	245
7.3.1 IP 地址原理	215	8.2 OSI 网络管理标准与管理 功能	246
7.3.2 子网与子网掩码	216	8.2.1 故障管理	246
7.3.3 地址解析与域名系统	218	8.2.2 配置管理	247
7.3.4 构造超网	219	8.2.3 性能管理	247
7.3.5 ICMP 协议	219	8.2.4 安全管理	247
7.4 RIP、OSPF 和 BGP 协议	220	8.2.5 记账管理	247
7.4.1 RIP 协议	220	8.3 简单网络管理协议 SNMP	248
7.4.2 OSPF 协议	220	8.3.1 SNMP 的概念	248
		8.3.2 SNMP 的基本组成	249
		8.4 计算机网络安全概述	249

8.4.1	计算机网络安全的相关概念	250	8.8.4	防火墙的关键技术	270
8.4.2	网络不安全因素的产生	250	8.8.5	防火墙的基本结构	273
8.4.3	保护网络系统的基本要素	251	8.9	习题	276
8.4.4	网络安全策略与管理	252	第9章	网络系统分析、规划与设计	277
8.4.5	网络系统安全保护功能	254	9.1	网络系统分析	277
8.4.6	系统安全等级	255	9.1.1	网络系统分析的目的	277
8.5	安全风险	256	9.1.2	网络系统分析的基本内容	277
8.5.1	安全风险的特点	257	9.1.3	网络系统分析的基本原则	280
8.5.2	常见的风险	257	9.1.4	网络系统分析的基本步骤	280
8.5.3	风险管理的基本内容	258	9.2	网络系统规划与设计	281
8.6	保密技术	258	9.2.1	网络系统规划的目的	281
8.6.1	置换密码和易位密码	259	9.2.2	网络系统规划的基本内容	282
8.6.2	现代密码体制与加密算法	260	9.2.3	网络系统规划的基本原则	284
8.6.3	通信加密	262	9.2.4	网络系统规划的基本步骤	284
8.6.4	密钥管理	264	9.3	组网	288
8.7	认证技术	265	9.3.1	组网技术	288
8.7.1	认证技术概述	265	9.3.2	组网应考虑的技术问题	288
8.7.2	消息认证	266	9.3.3	组网方案的确定	289
8.7.3	身份认证	267	9.3.4	组网应注意的基本问题	289
8.7.4	数字签名	267	9.4	网络系统的测试与评价	289
8.8	防火墙技术	268	9.4.1	网络系统的测试	290
8.8.1	防火墙的概念	268	9.4.2	网络系统的评价	290
8.8.2	防火墙的功能	268	9.5	习题	291
8.8.3	防火墙的作用	269			

第1章 计算机网络基础

本章内容主要包括计算机网络的产生与发展、计算机网络的概念、计算机网络与其他相关系统之间的区别和联系、网络系统资源与资源共享、计算机网络的分类、计算机网络的基本组成与基本结构等方面的内容。这些内容是计算机网络最基本的知识，通过学习这些内容，目的是使学习者对网络有正确的认识和理解，对网络有较全面的感性认识。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络的发展是一个从简单到复杂、从单机到多机、由终端与计算机之间的通信，演变到计算机与计算机之间的直接通信的过程。它经历了远程联机系统阶段、计算机互联阶段、标准化网络阶段、网络互联与高速网络阶段。

1.1.1 远程联机系统阶段

1. 什么是远程联机系统

第一个阶段的计算机网络为远程联机系统阶段，它是面向终端的计算机通信系统，实质是联机多用户系统。

远程联机系统在数据传输方面利用公用电话系统来传输计算机或计算机数字终端信号，从而实现了计算机技术与通信技术的结合，为计算机网络系统的研究和开发奠定了基础，所以称远程联机系统为第一阶段的计算机网络系统。

2. 远程联机系统与传统联机多用户系统之间的区别

- 传统的联机多用户系统，数据传输使用的是专门用于进行数字数据传输的通信媒体，而远程联机系统数据传输则利用了公用电话系统。
- 远程联机系统在数据传输上突破了传统联机多用户系统只能将数据传输在有限的几十米或几百米这样的地理范围。
- 为了实现远距离的数据传输，远程联机系统需要数据信号转换设备，需要复杂的数据转发、交换设备。而传统的联机系统则不需要数据信号转换设备，数据传输和交换简单。

远程联机系统与传统联机系统之间的比较如图 1-1 所示。

1.1.2 计算机互联系统阶段

1. 计算机互连网络的产生

20 世纪 60 年代中期，英国国家物理实验室 NPL 的戴维斯（Davies）提出了分组（Packer）的概念，1969 年以分组交换为基础的美国的分组交换网 ARPA 网研制成功并投入运行，使计算机网络的通信方式由终端与计算机之间的通信，发展到了计算机与计算机之间的直接通信。从此，计算机网络的发展进入了一个崭新时代，这就是计算机互联阶段计算机

网络系统。第二阶段的计算机网络是现代计算机网络的基础。

2. 计算机互联网络与远程联机系统之间的区别

计算机互联网络与远程联机系统之间的最本质的区别就是资源共享方式和内容的不同。这是由于远程联机系统中只有一个计算机处理中心，各终端只能通过通信线路共享主计算机的硬件和软件资源。而计算机互联网络系统，具有多个计算机处理中心，被连接起来的多台计算机，在网络和通信软件的支持下，能够相互交换数据、传送软件，从而实现系统中连接的计算机之间的资源共享。

以多计算机为中心的网络的逻辑结构图如图 1-2 所示。

图 1-2 中相连起来的计算机之间，根据需要能够实现资源共享。例如，计算机 A 处理数据时需要使用的软件在计算机 B 中有，则计算机 A 在处理数据时，首先利用系统资源共享的特点，将所需要的在计算机 B 中的软件传到计算机 A 中，然后处理数据。从而实现计算机 A 共享计算机 B 的软件资源。同样，计算机 A 还可以将软件和待处理的数据传给其他计算机，“借用”其他计算机的硬件进行工作，当其他的计算机替计算机 A 处理完数据后，再将处理结果传给计算机 A。这就实现了计算机 A 共享其他计算机的硬件资源。

1.1.3 标准化系统阶段

1. 标准化网络系统产生的原因

计算机网络系统是非常复杂的系统，计算机之间相互通信涉及到许多复杂的技术问题，为实现计算机网络通信，实现网络资源共享，计算机网络采用的是解决复杂问题的十分有效的分层解决问题的方法。1974 年，美国 IBM 公司公布了它研制的系统网络体系结构 SNA

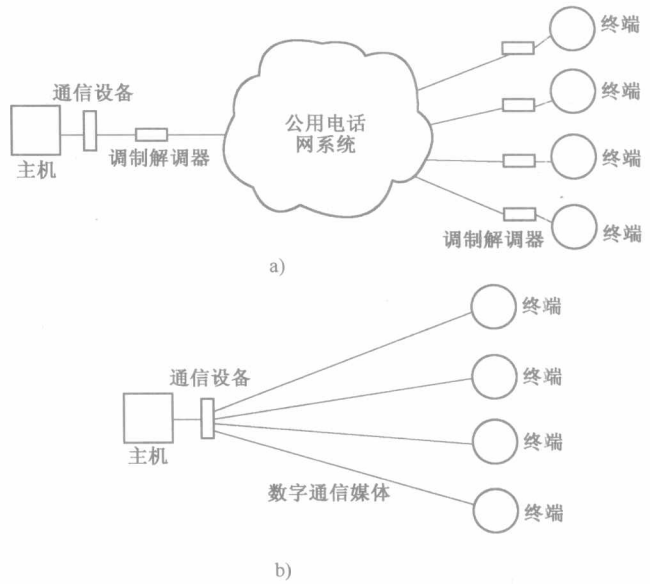


图 1-1 远程联机系统与传统的联机系统之间的对比图

a) 远程联机系统 b) 传统的联机系统

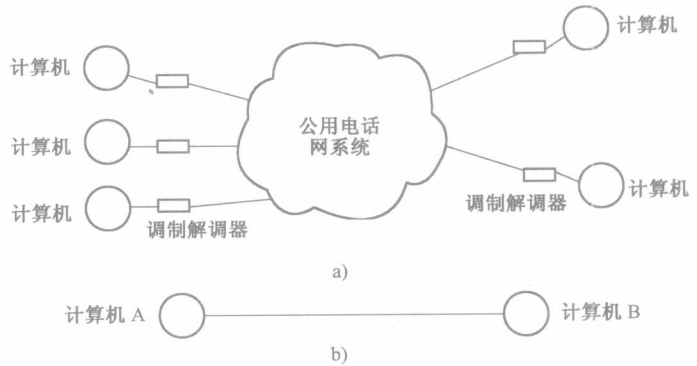


图 1-2 以多计算机为中心的网络逻辑结构图

a) 计算机之间通过公用电话系统连接

b) 计算机之间直接连接

(System Network Architecture)。不久，各种不同的分层网络系统体系结构相继出现。

对各种体系结构来说，同一体系结构的网络产品互联是非常容易实现的，而不同系统体系结构的产品却很难实现互联。但社会的发展迫切要求不同体系结构的产品都能够很容易地得到互联，人们迫切希望建立一系列的国际标准，以便得到一个“开放”的系统。

2. 什么是标准化网络系统

国际标准化组织 ISO (International Standards Organization) 于 1977 年成立了专门的机构来研究计算机网络的标准化问题，并在 1984 年正式颁布了“开放系统互联基本参考模型”(Open System Interconnection Basic Reference Model) 的国际标准 OSI。按“开放系统互联基本参考模型”标准建立起来的计算机网络系统就是第三代计算机网络。

1.1.4 网络互联系统阶段

进入 20 世纪 90 年代，在计算机技术、通信技术以及建立在互联计算机网络技术基础上的计算机网络技术在迅猛发展的同时，计算机网络用户对计算机网络应用的需求也在不断提高，迫使计算机网络系统有所突破，从而使计算机网络进入了一个崭新的阶段。通过高速通信线路、高速交换设备和高速接入等设备，将多个独立计算机网络连接起来而构建的系统，即计算机网络互联系统的产生，标志着计算机网络系统进入了第四阶段。网络互联系统的基本模型如图 1-3 所示。



图 1-3 网络互联系统基本模型

1.2 计算机网络的概念

计算机网络技术涉及多方面的内容，学习计算机网络技术不仅要了解计算机网络的发展过程，更重要的是要深入理解计算机网络的概念，了解和掌握计算机网络系统与其他各种计算机系统之间的区别和联系。

1.2.1 计算机网络的定义

1. 什么是计算机网络

现代计算机网络系统又简称为计算机网络，是建立在分组交换技术基础上的一种通信系统。计算机网络系统是由网络操作系统和用以组成计算机网络的多台计算机，以及各种通信设备构成的。在计算机网络系统中，每台计算机都是独立的，任何一台计算机都不干预其他计算机的工作，任何两台计算机之间没有主从关系，它们之间的关系是建立在通信和资源共享上的。所以，计算机网络被定义为：凡将地理位置不同、并具有独立功能的多个计算机系统通过通信设备和线路连接起来、以功能完善的网络软件实现网络中资源共享的系统，称为计算机网络系统，简称计算机网络。计算机网络的定义中包括 3 个方面的内容：

- 计算机网络是由两台或两台以上的计算机连接起来构成的系统。
- 两台或两台以上的计算机连接，相互通信，交换信息、数据必须有一条通信信道。
- 计算机之间通信和交换信息需要有共同遵守的规则，这就是协议。计算机网络软件就是根据协议开发出的软件。

图 1-4 所示是一个通过传输媒体将两台微型计算机连接起来组成的一个简单的计算机网络系统。



图 1-4 通过传输媒体直接连接构成的简单的网络

图 1-4 中，互联起来的计算机各自拥有自己的打印机、磁盘驱动器及操作系统、应用软件，通过通信媒体、通信设备和网络软件等能够实现这些计算机相互之间的资源共享。在系统中，互联的计算机之间可以互相发送信息、交换程序和数据，也可以互相“借用”对方的外围设备，如，打印机、硬盘存储器等。

2. 计算机网络与计算机通信系统

计算机网络与计算机通信系统是完全不同的两个概念，它们构成的是两种系统。计算机网络构成的系统是能够实现系统中资源共享的系统；而计算机通信系统是一种计算机介入的通信系统。如，电话程控交换机系统、BB 机呼叫系统，这些系统都是介入了计算机而实现的各终端用户之间的通信，它们构成的仅仅是通信系统，计算机仅仅是系统中的通信控制设备。

3. 资源共享

将计算机互联成网络的目的是要实现网络资源的共享，所以资源共享是计算机网络的本质特征。所谓资源共享是指系统中各计算机用户能够享用网内其他各计算机系统的资源。

在网络系统中，各种网络资源，除一些具有特殊性质的资源外，都不应该被某一个用户独占。按资源的特性可以将网络中各种被共享的资源分成硬件共享资源、软件共享资源、数据共享资源和通信信道共享资源 4 类。

(1) 硬件资源共享

硬件资源共享是网络用户对网络系统中的各种硬件资源的共享，如主计算机、外存储设备、输入输出设备等。以共享主机为例，其共享方式如图 1-5 所示。



图 1-5 H1 共享 H2 硬件资源

图 1-5 中，计算机 H1 将软件 S 和数据 D 都交给计算机 H2，使用 H2 主机“帮助”H1

处理，即计算机 H1 共享计算机 H2 主机。

(2) 软件资源共享

软件共享是网络用户对网络系统中的各种软件资源的共享，如主计算机中的各种应用软件、工具软件、系统开发用的支撑软件、语言处理程序等。图 1-6 是一个由两台计算机 H1 和 H2 组成的简单的网络系统，如果计算机 H1 中缺少处理数据 D 所需要的软件 S，而计算机 H2 中有软件 S，则在 H1 处理数据 D 时，计算机 H1 需要使用网络系统的共享功能，从计算机 H2 中“借”来软件 S，处理数据 D，即计算机 H1 共享计算机 H2 的软件。

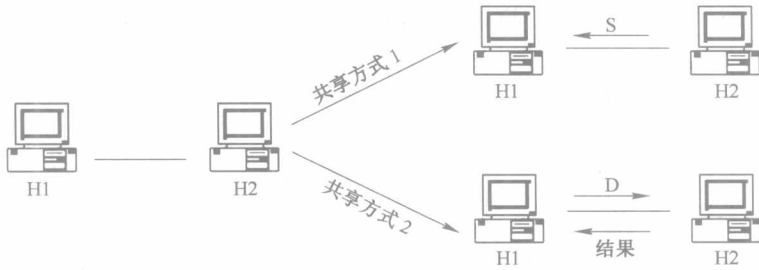


图 1-6 H1 共享 H2 软件资源

(3) 数据资源共享

数据共享是网络用户对网络系统中的各种数据资源的共享。图 1-7 是一个由两台计算机 H1 和 H2 组成的简单的网络系统，如果计算机 H1 处理数据 D' 时，还需要有数据 D 支持，支持处理数据 D' 所需的数据 D 只有计算机 H2 中有，则在 H1 处理数据 D' 时，计算机 H1 需要使用网络系统的共享功能，从计算机 H2 中“借”来数据 D，处理数据 D'，即计算机 H1 共享计算机 H2 的数据。

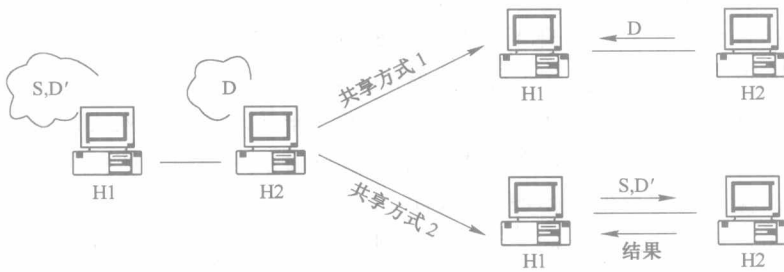


图 1-7 H1 共享 H2 数据资源

事实上，不论是数据共享、软件共享，还是硬件共享，共享都不是独立的。数据共享中包含软件共享和硬件共享；软件共享中包含数据共享和硬件共享；硬件共享中包含数据共享和软件共享。

(4) 通信信道资源共享

通信信道可以理解为电信号的传输媒体。通信信道的共享是计算机网络系统中最重要共享资源之一。通信信道的共享方式主要包括：固定分配信道、随机分配信道和排队分配信道 3 种共享方式。

1) 固定分配信道共享方式。在一个物理通信信道上划分出多个逻辑上存在的子信道就是固定分配信道共享。划分逻辑信道的方式主要有两种，第一种划分逻辑子信道的方法是：将物理信道看作一条公路，在建设公路时总是把公路建设的相对宽一些，然后再在公路上面

上各种标志线，从而在这一条公路上划分出了多条逻辑上存在的路，使得在这同一条公路上同时可以有若干辆车在不同的“路”上行驶。另一种划分逻辑信道的方法是：将物理通信信道看作是一条高速公路，在其入口处有多条公路与其相接，多条公路上的车辆经高速公路入口都行驶在一条高速路上，为此高速公路要按一定规则分别接收各路驶来的车辆，从而在高速路上形成了一种时间上的逻辑子信道。在第一种信道资源共享的系统中，系统将各个子信道固定分配给每一对用户，每对用户独占系统分配给它们的通信信道资源，它们随时都可以进行通信，从而实现了多对用户一条通信信道的共享。而第二种方式的信道资源共享系统是多个用户分别占用一个完整信道的不同信道时间，如图 1-8 所示。

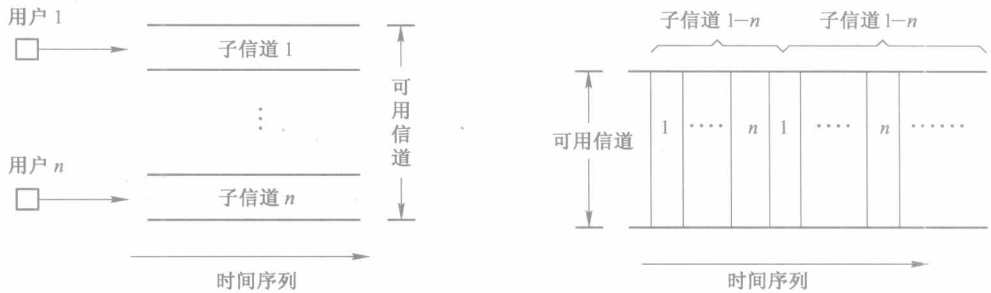


图 1-8 固定分配信道方式信道共享示意图

2) 随机分配信道共享方式。同固定分配信道共享方式所采用的方法一样，随机分配信道共享方式也是把一个物理上的通信信道划分出多个逻辑上的子信道。但对信道的分配，系统不是将各个子信道固定分配给每一对用户，每对用户不能独占系统分配给它们的通信信道资源，它们进行通信必须先向系统提出申请，在只有存在空闲子信道时，申请信道的用户才有可能得到某一空闲子信道的使用权进行通信，通信结束后，用户要释放其所占用信道的使用权，让其他用户使用，从而实现了多对用户一条通信信道的共享。

3) 排队分配信道共享方式。排队分配信道共享方式是将用户发出的数据划分为一定长度的数据单元，然后将这些数据单元送到传输节点的排队缓冲区队列中，系统按先来先服务的原则进行通信服务。在排队分配信道共享中，进行通信的一对用户并不需要在通信的过程中完整的占用连接这对用户的从信源到信宿的通路，用户数据是一段一段地在通信链路上传输的，因此，用户是在不同的时间上一段一段地占用部分通路。它是存储、转发的一系列过程，如图 1-9 所示。

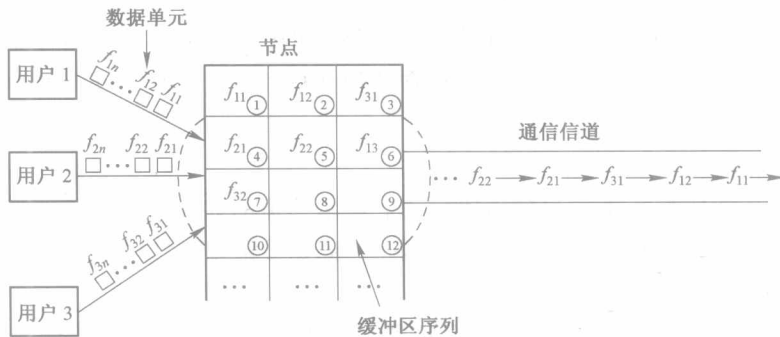


图 1-9 按排队方式分配信道的信道共享示意图

总之，计算机网络是突破地理范围限制集合的大量计算机设备群体，它们用物理信道互

联，并遵守共同的协议进行数据通信（协议是计算机与计算机进行通信时，通信双方共同遵守的一组规则），从而实现用户对网络系统中各互联计算机设备群体的共享。计算机网络是人们进行交往的工具，它能促进人们进行广泛的思想交流，知识的迅速更新，使信息得到充分利用，并实现系统资源的尽量共享，它是建立人与人之间沟通联系的现代化通信与计算机环境。

1.2.2 计算机网络系统与联机多用户系统之间的关系

1. 联机系统

从本质上讲，在联机多用户系统中，不论主机上连接多少台计算机终端或计算机，主机与其连接的输入输出终端或计算机之间都是支配与被支配的关系。

传统的联机多用户系统，都是由一台中央处理机、多个联机终端以及一个多用户操作系统组成的，系统中的终端不具备独立的数据处理能力。以分时系统为例，系统中的用户终端是靠系统中主计算机把一部分主存分给终端用户，终端用户通过使用主计算机 CPU 为每个用户划分的时间片来执行其应用程序。

随着计算机科学的发展，微型计算机的诞生，一些具有独立数据处理能力的计算机作为联机系统的输入输出终端被连接在系统中，这种作为联机系统输入输出终端设备的计算机，在系统中通常被称作智能终端。

智能终端中的资源不能被联机系统主机共享，主机的资源也不能被智能终端共享。这是因为：在连接有智能终端的多用户系统中，智能终端本身是独立的计算机，可以直接启动支持自身 CPU 的操作系统进行独立工作。这时，即使智能终端是连接在多用户系统主机上的，但此时它与多用户系统也没有丝毫关系，而是以一台独立的计算机身份进行工作的。

对联机系统的用户来说，虽然使用智能终端具有更大的灵活性，也就是说用户可以脱离联机系统主机独立操作和使用智能终端。但智能终端中的资源，如，硬盘中的数据、软件无法传入到联机系统主机的外存中去。同样，联机系统主机中的资源，如，硬盘中的数据、软件也无法传入到智能终端的外存中去。所以，联机系统中的终端或智能终端仅仅是系统中的输入、输出设备。换言之，在多用户系统中只存在主机与终端共享主机资源的问题。

2. 计算机网络与联机多用户系统特性比较

计算机网络系统与联机分时多用户系统特征比较如表 1-1 所示。

表 1-1 计算机网络系统与联机分时多用户系统特征比较表

名称 特性	计 算 机 网 络	联机分时多用户系统
共享性	网络用户能够共享网络中全部资源	各终端用户共享主机资源
并行性	网络中的各计算机具有独立数据处理能力，各主计算机的运行不受网络中其他主计算机的干扰	各终端用户只是在一段时间内的并行，同一时刻不可能存在两个或两个以上的用户都在运行的情况

1.2.3 计算机网络系统与分布式计算机系统之间的关系

分布式计算机系统与计算机网络系统，在计算机硬件连接、系统拓扑结构和通信控制等方面基本都是一样的，两者都具有通信和资源共享的功能。两者之间的根本区别在于：