

信息与电子学科百本精品教材工程

新编计算机类本科规划教材

计算机网络 实用教程

路莹 赵子祥 黄文明 编著

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

新编计算机类本科规划教材

计算机网络实用教程

路 莹 赵子祥 黄文明 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书根据计算机科学技术专业“计算机网络”课程知识结构,遵循“学科体系完整,强调工程概念,理论实践结合”的编写特色,突出系统性和实用性。全书共10章,以TCP/IP体系结构为主线,在系统地论述计算机网络基础理论和体系结构的基础上,重点介绍典型局域网和广域网的应用、网络互联、网络安全、网络管理和网络系统集成的基础知识及Winsock网络套接字程序设计的基本实现技术。

本书在基础理论知识部分省略了纯理论部分,系统地保留了与应用相关的理论知识,并增加了网络系统集成和Winsock网络套接字程序设计内容,因此,在选材上更适合于应用型计算机专业,具有鲜明的专业特色。

本书选材新颖,符合当今计算机科学技术发展趋势,从实用的层次上论述计算机网络知识,学科体系完整,突出实践,各章节的内容系统、详略得当,注重培养学生的综合应用能力,符合教学规范。本书适合作为高等学校计算机及相关专业计算机网络课程教材,也可作为从事计算机及网络技术开发的工程技术人员的参考书。

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

计算机网络实用教程/路莹,赵子祥,黄文明编著. —北京:电子工业出版社,2005.9

新编计算机类本科规划教材

ISBN 7-121-01282-0

I. 计… II. ①路… ②赵… ③黄… 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(2005)第098407号

责任编辑:冉 哲 特约编辑:李云霞

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

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

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:22 字数:560千字

印 次:2005年9月第1次印刷

印 数:5000册 定价:27.00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。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

“计算机网络”课程是计算机科学与技术专业的重要专业课程之一。随着计算机网络技术的迅速发展和广泛应用,对计算机网络人才,特别是实践能力较强的计算机本科毕业生的需求尤为迫切。这同时也给“计算机网络”课程的课堂教学与实践教学环节提出了更高的要求。

本书在编写过程中,遵循“学科体系完整,强调工程概念,理论实践结合”的编写要求,同时根据计算机科学技术及相关专业“计算机网络”课程知识结构,以 TCP/IP 体系结构为主线,在系统地论述计算机网络基础理论和体系结构的基础上,重点介绍典型局域网和广域网的应用、网络互联、网络安全、网络管理和网络系统集成的基础知识及 Winsock 网络套接字程序设计的基本实现技术。

全书共 10 章,分为 3 篇。第 1 篇为基础理论篇,由第 1~3 章组成。本篇以形式化、通俗化、实例化的方式系统地介绍计算机网络的基础知识和计算机网络体系结构的基本原理。第 1 章介绍计算机网络的概念、组成、拓扑结构和网络分类等基本知识,重点讲解网络的拓扑结构、网络的组成、Internet 的出现及其对计算机网络发展的推动作用。第 2 章系统地介绍与计算机网络技术相关的数据通信基础知识,重点讲解模拟传输系统和数字传输系统(包括数字信号的编码技术、A/D 转换技术、模拟信号的 PCM 调制技术),以及多路复用技术和交换技术;第 3 章系统地介绍计算机网络体系结构的划分,以及各层次的功能,重点讲解计算机网络协议在计算机网络体系结构中的作用及物理层、数据链路层、网络层和传输层的功能。

第 2 篇为应用篇,包括第 4~9 章。本篇内容注重各种网络的实际应用,深入全面地介绍各种典型局域网和广域网(Internet)的应用、网络互联、网络安全、网络管理理论和网络系统集成知识。第 4 章在介绍局域网体系结构的基础上,重点介绍各种典型局域网的工作原理、局域网扩展技术及当前流行的局域网操作系统的使用。第 5 章以 TCP/IP 体系结构为主线,在介绍网络互联基本概念后,重点讲解 IP 协议、路由选择协议及其他网际层协议。第 6 章系统地介绍 TCP 和 UDP 协议的工作原理,重点描述套接字的概念,为第 10 章的学习打基础。第 7 章重点介绍 Internet 平台上各种应用层协议的工作原理,要求学生掌握各种服务器的作用和设置方法,具体配置可利用实验环节实现。第 8 章介绍网络安全和网络管理的基本知识,重点介绍网络面临的各种安全威胁,常用的加密解密方法,防火墙的原理及网络管理的基本概念。最后,为体现应用性,突出实践性,培养学生的综合应用能力,在第 9 章以实例介绍网络系统集成和综合布线的具体步骤和实施。

第 3 篇为程序设计篇,包括第 10 章。本章介绍在客户-服务器模式下,网络套接字程序设计的基本函数和方法,并给出示例。要求学生掌握一门面向对象的编程语言,能够独立开发小型的网络通信程序。

本书在内容选材上力求反映当今计算机科学技术和计算机网络技术的发展趋势和新成果、新技术,注重理论性,突出应用性,在系统地论述与计算机网络应用相关的理论知识的同时,突出网络系统集成和 Winsock 网络套接字程序设计内容,在选材上更适合于应用型计

算机专业，具有鲜明的专业特色，使学科体系完整并与工程实践相结合。

本书参编人员长期从事计算机网络的教学和科研工作，在计算机学科建设、课程建设、网络规划和网络工程实践方面具有丰富的经验。他们以多年来在课堂教学和实际开发应用系统中积写的经验体会为基础，选材新颖，从实用的层次上论述计算机网络知识，学科体系完整，突出实践，各章节内容系统、详略得当，注重培养学生的综合应用能力，符合教学规范。本书适合作为计算机及相关专业本科生教材，也可作为从事计算机及网络技术开发的工程技术人员参考书。

本书的第1、2、6、10章由路莹编写，第3、4、5章由赵子祥编写，第7、8、9章由黄文明编写。最后由路莹统稿，黄明教授主审。在本书的编写过程中，大连轻工业学院的马立权教授提出了许多宝贵的建设性意见，并给予编者热情的支持和鼓励。在此，作者表示诚挚的感谢。由于作者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者的批评指正。

作 者
2005年6月

目 录

第 1 篇 基础理论篇

第 1 章 计算机网络概论	(2)
1.1 计算机网络的定义和发展过程	(2)
1.1.1 计算机网络的定义	(2)
1.1.2 计算机网络的产生和发展过程	(2)
1.1.3 计算机网络的功能	(4)
1.1.4 计算机网络服务	(4)
1.1.5 Internet 和计算机网络的发展趋势	(5)
1.2 计算机网络的组成	(7)
1.2.1 计算机网络的物理组成	(7)
1.2.2 计算机网络的逻辑组成	(7)
1.3 计算机网络的拓扑结构	(8)
1.3.1 星型拓扑结构	(8)
1.3.2 总线型拓扑结构	(9)
1.3.3 环型拓扑结构	(9)
1.3.4 树状拓扑结构	(10)
1.3.5 网状拓扑结构	(11)
1.4 计算机网络分类	(11)
习题	(13)
第 2 章 数据通信基础	(14)
2.1 数据通信系统概述	(14)
2.1.1 数据通信的基本概念	(14)
2.1.2 数据通信系统连接方式	(16)
2.2 数据传输原理	(17)
2.2.1 模拟通信	(17)
2.2.2 数字通信	(18)
2.2.3 数据编码	(19)
2.2.4 异步传输与同步传输	(22)
2.2.5 差错检测与控制	(23)
2.3 信道和数据传输媒体	(24)
2.3.1 信道的定义	(24)
2.3.2 有线传输媒体	(25)
2.3.3 无线传输媒体	(29)

2.4	多路复用技术	(30)
2.4.1	频分多路复用	(30)
2.4.2	时分多路复用	(30)
2.4.3	波分多路复用	(32)
2.4.4	码分复用	(33)
2.5	数据交换技术	(34)
2.5.1	电路交换	(34)
2.5.2	报文分组交换	(35)
2.5.3	快速分组交换	(36)
2.5.4	光分组交换	(37)
	习题	(37)
第3章	计算机网络体系结构	(38)
3.1	计算机网络体系结构的形成	(38)
3.1.1	网络体系结构的定义和发展	(38)
3.1.2	通信协议	(38)
3.1.3	典型的计算机网络体系结构	(40)
3.2	物理层	(43)
3.2.1	物理层接口与协议	(43)
3.2.2	物理层标准举例	(45)
3.3	数据链路层	(47)
3.3.1	数据链路层的基本概念	(47)
3.3.2	差错控制	(49)
3.3.3	流量控制	(51)
3.3.4	面向位的链路控制规程 HDLC	(54)
3.3.5	Internet 的点对点协议 PPP	(56)
3.4	网络层	(59)
3.4.1	网络层的功能	(60)
3.4.2	通信子网的操作方式和网络层提供的服务	(60)
3.4.3	路由选择	(63)
3.4.4	拥塞控制	(65)
3.5	传输层	(67)
3.5.1	传输层的功能	(68)
3.5.2	传输层协议类型	(69)
3.6	高层协议	(70)
3.6.1	会话层	(70)
3.6.2	表示层	(71)
3.6.3	应用层	(73)
	习题	(74)

第2篇 应用篇

第4章 局域网技术	(78)
4.1 局域网概述.....	(78)
4.2 局域网的体系结构.....	(79)
4.2.1 IEEE 802 参考模型.....	(79)
4.2.2 逻辑链路控制 LLC 子层.....	(81)
4.2.3 媒体接入控制 MAC 子层.....	(84)
4.3 以太网和 IEEE 802.3.....	(85)
4.3.1 以太网的发展.....	(85)
4.3.2 IEEE 802.3 标准系列.....	(86)
4.3.3 CSMA/CD 媒体访问控制方式.....	(91)
4.3.4 交换以太网技术.....	(94)
4.4 非主流的局域网.....	(96)
4.4.1 令牌环 (IEEE 802.5 标准).....	(96)
4.4.2 令牌总线局域网 (IEEE 802.4 标准).....	(98)
4.5 局域网的扩展.....	(99)
4.5.1 用中继器扩展局域网.....	(99)
4.5.2 用集线器扩展局域网.....	(102)
4.5.3 用以太网交换机扩展局域网.....	(103)
4.5.4 用网桥扩展局域网.....	(105)
4.6 高速局域网.....	(108)
4.6.1 100Base-T 技术.....	(108)
4.6.2 100VG-AnyLAN 技术.....	(109)
4.6.3 光纤分布式数据接口 FDDI.....	(110)
4.6.4 ATM 技术.....	(112)
4.6.5 千兆位以太网技术.....	(113)
4.6.6 万兆位以太网技术.....	(115)
4.7 网络操作系统.....	(116)
4.7.1 网络操作系统概述.....	(116)
4.7.2 NetWare.....	(117)
4.7.3 Windows 2000.....	(119)
4.7.4 UNIX.....	(122)
习题.....	(124)
第5章 计算机网络互联	(126)
5.1 网络互联的概念.....	(126)
5.1.1 网络互联的层次.....	(126)
5.1.2 网络互联的类型.....	(126)
5.1.3 网际互联中的路由器.....	(128)
5.1.4 网络互联所使用的公共通信网简介.....	(132)
5.2 Internet 的网际协议 IP.....	(137)

5.2.1	分类的 IP 地址	(137)
5.2.2	IP 数据报的格式	(141)
5.2.3	IP 层处理数据报的流程	(145)
5.2.4	划分子网和构造超网	(146)
5.2.5	地址解析协议和逆地址解析协议	(155)
5.2.6	Internet 控制报文协议	(158)
5.3	Internet 的路由选择协议	(160)
5.3.1	分层次的路由选择协议	(160)
5.3.2	内部网关协议	(161)
5.3.3	外部网关协议	(171)
5.4	多播和互联网组管理协议	(175)
5.4.1	多播的基本概念	(175)
5.4.2	组管理协议 IGMP	(177)
5.5	动态主机配置协议	(179)
5.5.1	引导程序协议	(179)
5.5.2	动态主机配置协议	(180)
5.6	下一代的网际协议 IPv6 (IPng)	(183)
5.6.1	IPv6 概述	(183)
5.6.2	IPv6 的基本首部	(183)
5.6.3	IPv6 的扩展首部	(185)
5.6.4	IPv6 的地址空间	(187)
5.6.5	从 IPv4 向 IPv6 过渡	(191)
	习题	(193)
第 6 章	传输层协议	(196)
6.1	传输层协议概述	(196)
6.1.1	TCP/IP 体系中传输层的两个协议	(197)
6.1.2	套接字和端口	(198)
6.2	传输控制协议	(200)
6.2.1	TCP 的连接	(200)
6.2.2	TCP 的编号与确认	(203)
6.2.3	TCP 的流量控制与拥塞控制	(204)
6.2.4	TCP 的重传机制	(206)
6.2.5	TCP 报文段格式	(206)
6.3	用户数据报协议	(207)
	习题	(209)
第 7 章	Internet 应用	(210)
7.1	应用层概述	(210)
7.2	域名系统 DNS	(212)
7.2.1	域名系统概述	(212)
7.2.2	Internet 的域名结构	(212)

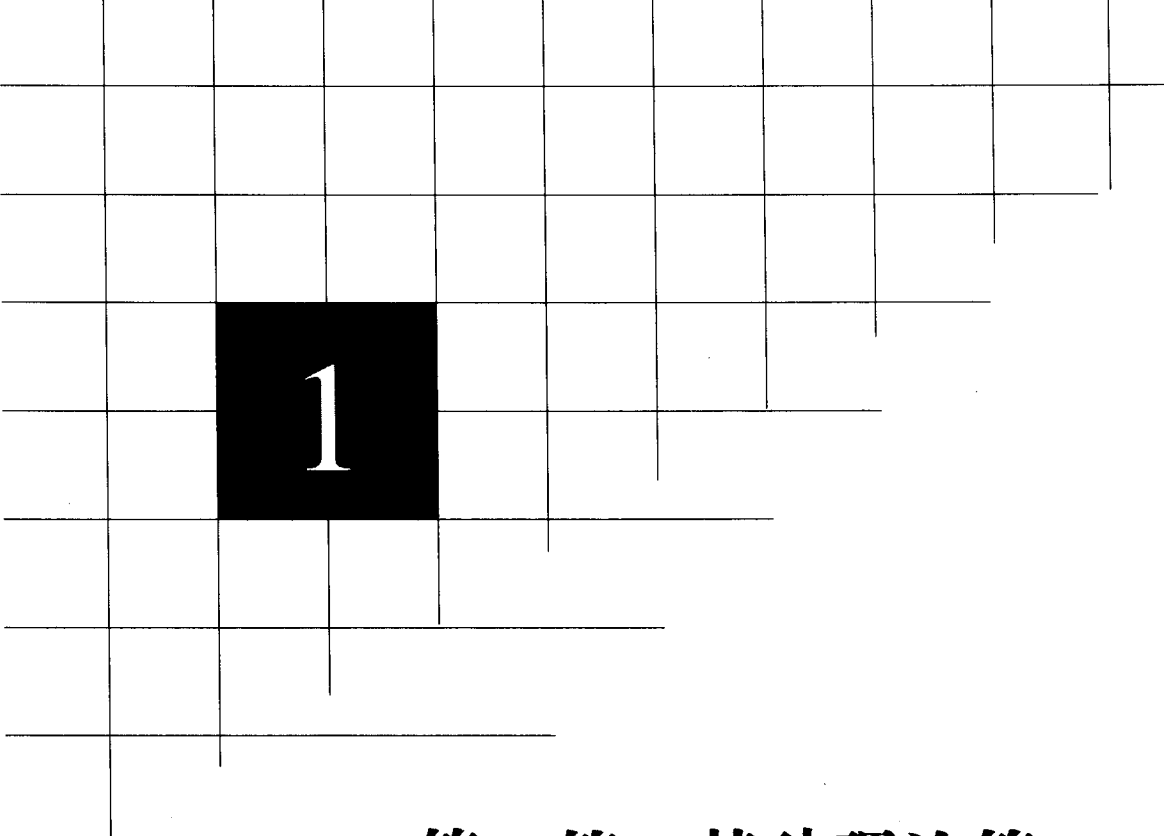
7.2.3	利用域名服务器进行域名转换	(214)
7.3	文件传送协议 (FTP 和 NFS)	(218)
7.3.1	FTP 概述	(218)
7.3.2	FTP 的工作原理	(218)
7.3.3	NFS 的工作原理	(221)
7.4	TELNET	(222)
7.5	电子邮件	(223)
7.5.1	概述	(223)
7.5.2	电子邮件系统的工作机制	(224)
7.5.3	SMTP	(225)
7.5.4	POP3 邮局协议	(227)
7.6	万维网 WWW	(228)
7.6.1	概述	(228)
7.6.2	统一资源定位符	(231)
7.6.3	超文本传送协议 HTTP	(232)
7.6.4	超文本置标语言 HTML	(236)
	习题	(240)
第 8 章	网络安全与管理	(242)
8.1	网络安全问题概述	(242)
8.1.1	计算机网络面临的安全性威胁	(242)
8.1.2	计算机网络安全的内容	(243)
8.1.3	计算机网络安全策略	(244)
8.2	网络攻击防范	(245)
8.2.1	网络遭受攻击的形式	(245)
8.2.2	计算机病毒的特点和发展趋势	(247)
8.2.3	网络防病毒	(248)
8.2.4	网络入侵技术	(249)
8.2.5	网络安全漏洞扫描技术	(251)
8.3	加密与认证	(251)
8.3.1	数据加密与通信安全	(251)
8.3.2	网络用户认证与审核	(255)
8.4	网络安全解决方案	(256)
8.4.1	网络信息安全模型	(256)
8.4.2	安全策略设计依据	(257)
8.4.3	网络安全解决方案	(258)
8.4.4	网络安全技术措施	(263)
8.4.5	网络安全的评估	(263)
8.5	防火墙	(264)
8.5.1	Intranet 概述	(265)
8.5.2	防火墙的功能	(265)

8.5.3	防火墙的工作原理	(266)
8.5.4	防火墙的配置	(268)
8.6	网络管理概述	(269)
8.6.1	网络管理功能	(270)
8.6.2	简单网络管理协议概述	(272)
8.6.3	SNMP 的体系结构	(273)
	习题	(274)
第 9 章	网络应用系统集成实例	(276)
9.1	系统集成概述	(276)
9.2	系统集成步骤	(278)
9.2.1	需求分析	(278)
9.2.2	网络系统方案设计	(281)
9.2.3	网络系统方案实施	(286)
9.2.4	网络系统验收	(288)
9.3	综合布线系统	(290)
9.3.1	综合布线系统概述	(290)
9.3.2	综合布线系统的体系结构	(292)
9.3.3	综合布线系统实施	(294)
9.4	案例分析	(296)
9.4.1	需求分析	(296)
9.4.2	设备选型	(298)
9.4.3	网络系统结构设计	(300)
9.4.4	系统安全策略设计	(302)
9.4.5	综合布线系统设计	(304)
	习题	(306)

第 3 篇 程序设计篇

第 10 章	Winsock 网络编程基础	(308)
10.1	Winsock 概述	(308)
10.1.1	套接字描述符	(308)
10.1.2	客户-服务器模式	(309)
10.2	Winsock 编程原理	(309)
10.2.1	Winsock 的初始化	(309)
10.2.2	错误检查和控制	(310)
10.2.3	Winsock 流套接字编程模型	(310)
10.2.4	Winsock 数据报套接字编程模型	(319)
10.2.5	面向连接的流套接字编程实例	(320)
10.3	转换和网络方面的信息函数	(324)
10.3.1	字节转换函数	(324)
10.3.2	IP 和域名的转换	(325)

10.3.3	字符串的 IP 地址和 32 位的 IP 地址转换	(325)
10.3.4	服务信息函数	(325)
10.3.5	示例	(326)
10.4	Winsock I/O 模型	(327)
10.4.1	套接字模式	(327)
10.4.2	Select 模型	(328)
10.4.3	WSAAsyncSelect 模型	(330)
10.4.4	WSAEventSelect 模型	(331)
10.4.5	Overlapped 模型	(334)
10.4.6	Completion Port 模型	(335)
10.4.7	Winsock I/O 模型小结	(335)
	习题	(335)
	参考文献	(337)



1

第 1 篇 基础理论篇

■ 第 1 章 计算机网络概论

■ 第 2 章 数据通信基础

■ 第 3 章 计算机网络体系结构

第 1 章 计算机网络概论

本章在介绍计算机网络发展过程的基础上,详细阐述计算机网络的概念、组成、拓扑结构和网络分类等基础知识。本章重点是网络的拓扑结构、网络的组成、Internet 的出现及其对计算机网络发展的推动作用。

1.1 计算机网络的定义和发展过程

计算机网络技术是当今计算机应用中一个空前活跃的重要领域,同时也是计算机技术、通信技术和自动化技术相互结合、渗透而形成的一门新兴学科。目前,它已广泛应用于政府机关和企业的办公自动化、工厂管理、军事指挥系统及其他科学实验系统中,并成为当前信息社会的命脉和发展知识经济的重要社会基础,引起了社会广泛的关注和极大的兴趣。

1.1.1 计算机网络的定义

凡将地理位置不同且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,由功能完善的网络软件(网络协议、信息交换方式、控制程序和网络操作系统)实现网络资源共享和数据通信的系统称为计算机网络。

计算机网络还可定义为“一个互联的自主的计算机集合”。互联表示两个计算机之间有交换信息的能力。互联方式可以是双绞线、同轴电缆、光纤、微波和通信卫星等。所谓自主的计算机是指网络中的计算机应具有独立性,它们之间没有明显的主从关系,即一台计算机不能强制启动、停止或控制网络中的另一台计算机。所以,带有大量终端和外部设备的计算机系统并不是一个计算机网络。同样,具有一个控制单元和许多从属单元的系统也不是一个计算机网络。

建立计算机网络的目的是:通过数据通信,实现系统的资源共享,增加单机的功能,提高系统的可靠性。

1.1.2 计算机网络的产生和发展过程

计算机网络技术是当今世界上最为活跃的技术之一。计算机技术与通信技术的紧密结合,对人类社会进步做出了巨大的贡献。首先,通信网络为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段,它是计算机网络发展的社会基础。其次,计算机技术的发展渗透到通信技术中,提高了通信网络的各种性能。

从 20 世纪 60 年代到现在,计算机网络飞速发展,对现代信息社会的发展起到了非常重要的推动作用。它是从简单的为解决远程计算、信息收集和处理而形成的专用联机系统开始的。之后,随着计算机技术和通信技术的发展,又在联机系统广泛使用的基础上,发展到把多台中心计算机连接起来,组成以共享资源为目的的计算机网络。这样就进一步扩大了计算机的应用范围,促进了包括计算机技术、通信技术和自动化技术在内的各个领域的飞速发展。总的来讲,计算机网络经历了一个从简单到复杂,从低级到高级的发展过程。我们将其划分

为 4 代。

第一代：以单个计算机为中心的联机系统。早期的计算机数量非常少，且价格昂贵，人们需要不远万里到异地的计算机上进行科学计算。即使这样，也常常无法对一些紧急的数据进行及时处理。后来，人们利用电话线路将计算机和远程终端连接起来，用户可以在远程的终端上输入自己的数据，数据经电话线路传输到计算机中，并由计算机进行处理，最后计算机将处理结果返回给远程终端。其缺点是：主机负荷较重；通信线路的利用率低；网络结构为集中控制方式，可靠性低。具有通信功能的单机系统的拓扑结构如图 1.1 所示。

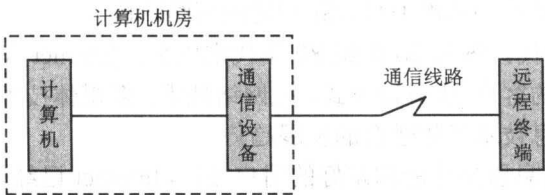


图 1.1 具有通信功能的单机系统的拓扑结构

随着远程终端数量的增多，在这种联机系统中，计算机一方面要进行数据通信，另一方面还要进行数据处理，负荷相当沉重，从而导致了智能通信处理机的出现。通信处理机又称为前端处理机（FEP，Front End Processor），简称为前端机。前端机完成全部的通信任务，而计算机则专门进行数据处理，这样就大大提高了计算机处理数据的效率。

第二代：计算机—计算机通信网络。随着计算机技术的飞速发展和联机系统的广泛应用，人们开始研究利用类似电话系统中常用的线路交换思想将多台计算机互联起来，即计算机—计算机网络。1969 年 12 月，美国高级研究计划署（ARPA，Advanced Research Projects Agency）率先构建的分组交换网 ARPANET 投入运行，当时仅连接了 4 台计算机。ARPANET 的主要特点是：资源共享，分散控制，分组交换，采用专门的通信控制处理机，分层的网络协议。

ARPANET 的成功运行使计算机网络的概念发生了根本的变化。与以单个计算机为中心的联机系统（如图 1.2（a）所示）不同，分组交换网以网络（通信子网）为中心，主机和终端都处于网络的边缘，如图 1.2（b）所示。主机和终端构成了用户资源子网，用户不仅共享通信子网的资源，而且可以共享用户资源子网丰富的硬件和软件资源。这种以通信子网为中心的计算机网络被称为第二代计算机网络，是 20 世纪 70 年代和 80 年代计算机网络的主要形式。

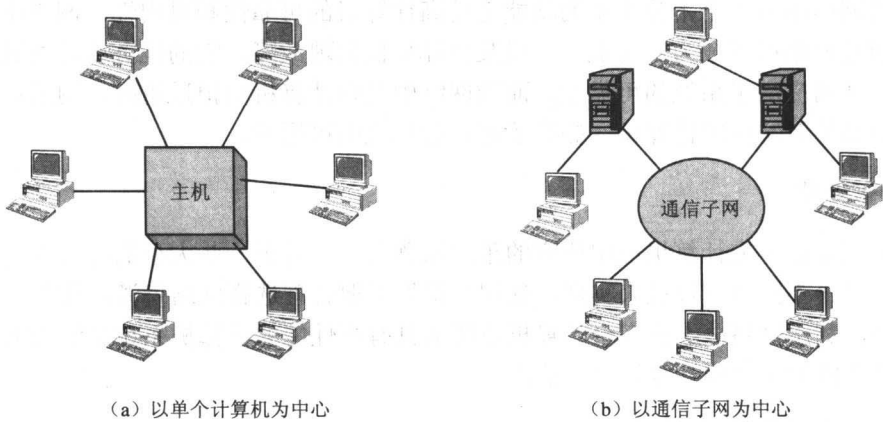


图 1.2 从以单个计算机为中心演变到以通信子网为中心的计算机—计算机通信网络

第三代：遵循网络体系结构标准建成的计算机网络。在计算机网络中，相互通信的计算机之间必须高度协调地工作，而这种“协调”是相当复杂的。为了降低网络设计的复杂性，继 1974 年 IBM 公司率先推出其研制的系统网络体系结构 SNA 后，其他公司也相继推出了各自的网络体系结构。为了使不同体系结构的计算机网络都能互联，ISO 于 1977 年成立了专门研究小组来研究该问题，并提出了著名的开放系统互联参考模型（OSI/RM）。

OSI/RM 的提出，使网络发展走向标准化，意味着计算机网络发展到了第三代。因此，依据标准化水平可将此阶段的计算机网络分为两个阶段：各计算机制造厂商网络结构标准化阶段和遵循国际网络体系结构标准 ISO/OSI 构建的网络阶段。

第四代：Internet 时代。进入 20 世纪 80 年代末以来，Internet 飞速发展，它采用目前在分布式网络中最为流行的客户-服务器方式，把网络技术、多媒体技术和超文本技术融合为一体，体现了当今多种信息技术互相融合的发展趋势。

现在，依托丰富的信息服务功能和友好的用户接口，Internet 已经发展成为世界上最大的、功能最强的国际性计算机互联网络。

1.1.3 计算机网络的功能

计算机网络主要有 4 种功能。

1. 数据传送

数据传送是计算机网络最基本的功能。它使终端与计算机、计算机与计算机之间能够相互传送数据和交换信息。通过计算机网络，分散在不同地点的生产部门和业务部门就可进行集中的控制和管理，还可以为分布在各地的人们及时传递信息。

2. 资源共享

资源共享是计算机网络最具吸引力的功能。它包括了计算机软件、硬件和数据的共享。用户能在自己的位置上部分或全部地使用网络中的软件、硬件或数据。专门的贵重硬件设备供全网使用，以减少投资，提高设备利用率。

3. 提高计算机的可靠性和可用性

计算机网络的另一个十分重要的功能是提高计算机的可靠性和可用性。网络中的每台计算机都可通过网络相互成为后备机。一旦某台计算机出现故障，它的任务就可由其他计算机代为完成，从而提高了系统的可靠性。而当网络中某台计算机负担过重时，网络可以将任务交给网络中其他较空闲的计算机，提高了每台计算机的可用性。

4. 分布处理

分布处理是近年来计算机应用研究的重点课题之一。对于一些大型的综合性问题，通过一些算法交付给不同的计算机来实现，使用户根据需要合理选择网络资源，就近、快速进行处理。另外，利用网络技术将多台计算机连接成具有高性能的计算机系统来解决大型问题，也比用同样性能的大中型计算机节省费用。

1.1.4 计算机网络服务

网络提供的应用常称为网络服务。例如，电子邮件就是最常见的网络服务。

1. 文件和打印服务

文件服务是指使用文件服务器提供数据文件、应用（如文字处理或电子表格）和磁盘空间共享的功能。文件服务是网络最初的应用要求，并且至今仍是网络的基础应用要求。使用打印服务来共享网络上的打印机可以节省时间和资金。

2. 通信服务

借助于网络通信服务，远程用户可以通过电话线和调制解调器连接到网络上。用户可以从一个远程地点在共享打印机上打印文件，登录到主机，从内部邮件系统接收邮件，或者对内部数据库进行查询。由于内部资源可以被内部网以外的用户访问，所以主机上必须加强安全措施。

3. 邮件服务

对于用户来讲，邮件服务是网络上最常见的服务之一。邮件服务可以保证网络上的用户间的电子邮件的保存和传送。用户借助于电子邮件可以实现组织内外的快捷、安全、可靠的信息通信。由于电子邮件服务是目前计算机网络上应用最为广泛的应用服务，因而需要有足够的技术支持和资源管理保证。

4. Internet 服务

Internet 服务包括 Web 服务器和浏览器、文件传输功能、远程登录、安全过滤和 Internet 编址模式等广泛的网络功能，其重要性日益增加。

5. 管理服务

随着计算机网络日益普遍的应用，计算机网络无论从物理结构上还是从逻辑功能结构上都变得越来越庞大和复杂，其管理也变得越发困难。为了跟踪大型网络的运行情况，保证网络的安全运行，有必要对网络实施特殊的管理服务。网络管理服务可以集中管理网络，简化网络管理的复杂性。

1.1.5 Internet 和计算机网络的发展趋势

目前，计算机网络的发展正处于第四代。在这一阶段中，计算机网络发展的特点是，Internet 的广泛应用与 ATM 技术的迅速发展。

进入 20 世纪 80 年代末期以来，在计算机网络领域最引人注目的就是 Internet（因特网）的飞速发展。自 1969 年 ARPANET 问世后，其规模一直增长很快。1984 年，ARPANET 上的主机已超过 1 000 台。美国国家科学基金会认识到计算机网络对科学研究的重要性，因此从 1985 年起，美国国家科学基金会就围绕其 6 个大型计算机中心建设计算机网络。1986 年，NSF 建立了国家科学基金网（NSFNET），它是一个三级计算机网络，分为主干网、地区网和校园网，覆盖了全美国主要的大学和研究所。NSFNET 后来接管了 ARPANET，并将网络改名为 Internet。

1987 年，Internet 上的主机超过 1 万台，NSFNET 的主干网的数据传输速率仅为 56kbps。1989 年，NSFNET 主干网的数据传输速率提高到 1.544Mbps，即 T1 的速率，并且成为 Internet