



面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

教育部面向21世纪信息管理与信息系统系列教材

计算机网络基础

(第2版)

张基温 编著



中国人民大学出版社
CHINA RENMIN UNIVERSITY PRESS



面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

TP393/635

2008

教育部面向21世纪信息管理与信息系统系列教材

计算机网络基础

(第2版)

张基温 编著

中国人民大学出版社
CHINA RENMIN UNIVERSITY PRESS

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络基础/张基温编著. 2版
北京: 中国人民大学出版社, 2008
(面向 21 世纪课程教材. 教育部面向 21 世纪信息管理与信息系统系列教材)
ISBN 978-7-300-09483-0

- I. 计…
- II. 张…
- 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 (2008) 第 103838 号

面向 21 世纪课程教材
教育部面向 21 世纪信息管理与信息系统系列教材
计算机网络基础 (第 2 版)
张基温 编著

出版发行	中国人民大学出版社	社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242(总编室)		010-82501766(邮购部)		010-62514148(门市部)
			010-62515195(发行公司)		010-62515275(盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn http://www.ttrnet.com (人大教研网)				
经 销	新华书店				
印 刷	北京宏伟双华印刷有限公司				
规 格	170 mm×228 mm	16 开本	版 次	2002 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 2 版	
印 张	26 插页 1		印 次	2008 年 7 月第 1 次印刷	
字 数	449 000		定 价	38.00 元	

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

内容提要

计算机网络的核心技术是数据传输、数据交换、体系结构、应用层模式和安全。本书以这些核心内容进行组织。这样,可以使概念清晰而简洁,一方面凸显了计算机网络的本质,一方面又容易建立起计算机网络系统的整体概念,非常适合教学。书中在讲述基本原理的同时,还增加了实践参考和知识库,大大扩大了学习范围,使学习贴近现实,更有趣味。

本书适合作计算机专业、信息类专业的本、专科教材,也可作为自动控制、管理工程等专业的研究生教材,以及供有关工程技术人员学习参考。



再版前言

本教材作为教育部面向 21 世纪课程教材，最先于 2002 年 7 月出版。当初的宗旨是希望写出一本适合学习的计算机网络教材，解决如下问题：

- 计算机网络涉及许多概念，要帮助学习者梳理这些概念。
- 要帮助学习者掌握最关键的技术和知识。
- 要帮助学习者很快地建立起计算机网络的整体概念。

5 年多的实践证明，当初的目标部分实现。这次修订的宗旨是进一步实现上述目标。并增加一些工程实践的内容。修订时，删去了对于学习计算机网络不太本质的接入技术部分，并对其他更本质部分进一步充实。同时扩展了习题的数量和类型，特别是增加了相当数量的实践题。这些实践题没有像其他教材一样，给出实践步骤让学习者照做，而是在正文中给出的实践参考的基础上，希望学习者自己设计实践环境和步骤。

在这次修订中参加了部分工作的有罗拥军、孙如祥、张展为、张秋菊、戴璐。中国人民大学出版社的潘旭燕编辑也为本书的出版付出了辛勤劳动。

本人希望进一步得到有关专家和使用者的批评建议。

张基温

2008 年 5 月



前 言

20 世纪人类有许多伟大的创造和发明，其中意义最为深远的当属计算机技术、通信技术以及它们相结合的计算机网络技术。电子商务、电子政务、虚拟图书馆、远程教育、网络制造、数字社区、数字地球……这些建立在计算机网络基础上的“社会”，从根本上改变了人们的时空观念和生活方式。

计算机网络诞生于 20 世纪 60 年代。然而直到 1983 年著名的开放系统互联参考模型 OSI/RM 的出现，才使计算机网络走上了快速发展的轨道。从此计算机网络的科学体系也开始建立，并逐渐形成相关专业的一门独立课程，这门课程的核心就是国际标准化组织制定的 OSI/RM 的七层协议。

20 多年过去了。在这 20 多年里，计算机技术和通信技术在各自的迅速发展中进行进一步融合，出现了通信技术计算机化、计算机技术网络化的新局面；Internet 的迅速扩张和渗透，形成了 TCP/IP 一统天下的现实；激烈的市场竞争，造就了技术的多元化，一些新的、有前途的技术正在浮出水面：

- 宽带、高速、高可靠性的光传输系统；
- 方便、简单的无线连接技术；
- 以三网合一为目标的宽带网络技术及其接入技术；
- 已经广泛应用的 ATM 交换和 IP 交换技术；
- 基于客户机/服务器模式的应用架构以及其他新的应用技术；
- 安全技术“在‘魔高一尺，道高一丈’的拉锯战中发展；

.....

鉴于这些,多年来本人一直期望能编写出一本有突破性的计算机网络教材,2001年终于在人民邮电出版社出版了《现代计算机网络教程》一书。

我们生活在市场之中。市场给予我们生活的条件,也推动着社会前进。摩尔法则描述了信息时代市场发展的重要规则。一本小小的教材也难于逃脱。一年来,由于计算机网络技术的新进展,以及当初写作上的不足,使我深感这样的教材实在有每年都需修订的必要。值得庆幸的是,中国人民大学出版社又给了我这个机会,让我献给读者的作品不至于偏离摩尔法则太远。

诚然如此,作为试图建立一种新的计算机网络教材体系的尝试,本书必定还会有许多不足。本人殷切地期望得到更多的批评和改进意见,以便能把本书修订得越来越好。

最后还要说明的是,本书有关信息网络的法律和道德规范部分,是张展为的劳动成果,李淑琴、夏伯成也参加了本书部分章节的编写。

张基温

2002年春节



目 录

第 1 章 计算机网络概述	(1)
1.1 计算机网络的基本概念	(1)
1.1.1 计算机网络概貌	(1)
1.1.2 计算机网络分类	(3)
1.1.3 计算机网络的主要技术指标	(6)
1.2 计算机网络的通信介质	(8)
1.2.1 有线传输介质	(8)
1.2.2 无线传输介质	(12)
1.3 计算机网络终端结点结构	(14)
1.3.1 计算机在计算机网络中的作用	(14)
1.3.2 网络操作系统	(16)
1.3.3 网卡	(16)
1.3.4 计算机网络用户	(18)
1.4 计算机网络中间结点结构	(18)
1.4.1 中继器和集线器	(19)
1.4.2 交换机	(20)
1.4.3 路由器	(23)

1.5	网络协议	(25)
1.5.1	协议及其内涵	(25)
1.5.2	计算机网络协议的内容与层次性	(26)
1.6	计算机网络体系结构	(28)
1.6.1	OSI 参考模型	(28)
1.6.2	TCP/IP 模型	(32)
1.6.3	局域网参考模型	(35)
1.6.4	三种模型之间的对应关系	(37)
1.6.5	几种中间结点设备的工作层次	(37)
	习题	(38)
第 2 章	数据传输技术	(41)
2.1	数据信号及其传输	(41)
2.1.1	数据信号的频率特性	(41)
2.1.2	数字信号的模拟调制	(44)
2.1.3	模拟信号的数字编码——脉冲编码调制技术	(46)
2.1.4	数字信号的数字编码	(47)
2.2	信道特性与基本传输模式	(49)
2.2.1	信道及其基本传输参数	(49)
2.2.2	信道的交互方式	(53)
2.2.3	并行传输与串行传输	(54)
2.3	串行通信中的同步控制技术	(54)
2.3.1	问题的提出	(54)
2.3.2	异步传输方式	(55)
2.3.3	同步传输方式	(56)
2.4	信道的多路复用技术	(58)
2.4.1	频分多路复用技术	(58)
2.4.2	时分多路复用技术	(59)
2.4.3	光波分多路复用技术	(68)
2.4.4	码分多路复用技术	(68)
2.5	多点共享信道的访问控制	(69)
2.5.1	令牌访问技术	(70)
2.5.2	CSMA/CD 技术	(72)

2.5.3 CSMA/CA 技术	(77)
2.6 数据传输中的差错控制	(78)
2.6.1 数据传输差错及其基本对策	(78)
2.6.2 数据传输中的差错检测方法	(79)
2.6.3 自动重传请求机制	(85)
2.6.4 ICMP 协议	(87)
2.7 数据传输中的流量与拥塞控制	(90)
2.7.1 流量与拥塞控制概述	(90)
2.7.2 滑动窗口协议	(92)
2.7.3 TCP 的滑动窗口协议关键技术	(94)
2.8 小结	(97)
2.8.1 数据传输技术的层次性	(97)
2.8.2 网卡的功能与结构	(98)
习题	(99)
第 3 章 数据交换技术	(101)
3.1 数据交换的基本概念	(101)
3.1.1 交换连接与交换网络	(101)
3.1.2 线路交换	(103)
3.1.3 存储转发交换	(104)
3.1.4 虚电路和数据报	(106)
3.1.5 TCP 的连接与释放	(110)
3.2 X.25 协议与帧中继	(114)
3.2.1 X.25 协议的提出	(114)
3.2.2 X.25 建议	(116)
3.2.3 帧中继	(121)
3.3 ATM 交换	(124)
3.3.1 ATM 网络与信元结构	(125)
3.3.2 VP 交换与 VC 交换	(127)
3.3.3 ATM 交换机	(129)
3.3.4 ATM 业务	(132)
3.4 局域网中的交换技术	(133)
3.4.1 冲突域划分与网桥	(133)

3.4.2	交换式局域网	(135)
3.4.3	虚拟局域网	(138)
3.4.4	生成树协议	(140)
3.5	路由器与 IP 技术	(142)
3.5.1	IPv4 地址系统	(142)
3.5.2	路由器及其原理	(146)
3.5.3	IP 地址解析	(155)
3.5.4	动态路由	(156)
3.5.5	路由器性能与分类	(163)
3.5.6	第三层交换技术	(166)
3.5.7	IPv6	(168)
3.5.8	基于光纤网络的 IP 技术	(176)
3.6	光交换	(178)
3.6.1	光交换系统的构成	(178)
3.6.2	光路交换与光分组交换	(179)
3.7	小结——网络连接设备综述	(181)
习题	(182)
第 4 章	传输服务与应用层协议	(186)
4.1	传输层模型与传输服务	(186)
4.1.1	传输层模型及其设计思想	(186)
4.1.2	传输服务原语	(188)
4.1.3	TCP/UDP 服务	(195)
4.1.4	TCP/UDP 端口	(199)
4.2	客户机/服务器计算模式	(201)
4.2.1	客户机/服务器计算模式的概念	(201)
4.2.2	客户机/服务器应用方式	(203)
4.2.3	TCP/UDP 服务器的并发处理	(204)
4.3	套接字编程	(210)
4.3.1	中间件	(210)
4.3.2	套接字 API	(212)
4.3.3	基本 socket 调用	(213)
4.3.4	客户机/服务器编程初步	(220)

4.4	域名服务系统	(225)
4.4.1	域名空间	(225)
4.4.2	域名规则	(229)
4.4.3	域名解析	(230)
4.4.4	在 Linux 环境中配置 DNS 服务器	(232)
4.4.5	在 Windows 2008 环境中配置 DNS 服务器	(234)
4.5	文件传输协议	(243)
4.5.1	FTP 模型	(244)
4.5.2	FTP 文件传输过程	(244)
4.5.3	简单文件传输协议	(249)
4.5.4	匿名 FTP 服务器及其配置	(250)
4.6	动态主机配置协议	(253)
4.6.1	DHCP 的基本概念	(253)
4.6.2	DHCP 工作原理	(253)
4.6.3	Linux 中 DHCP 服务器软件的安装	(256)
4.6.4	Windows Server 2008 中的 DHCP 服务器配置	(257)
4.7	远程登录	(270)
4.7.1	本地注册与远程登录	(270)
4.7.2	NVT 字符集	(271)
4.7.3	Telnet 工作方式和用户命令	(274)
4.8	电子邮件	(275)
4.8.1	电子邮件系统的基本原理	(275)
4.8.2	简单邮件传输协议	(276)
4.8.3	其他几个重要的电子邮件协议	(278)
4.9	超文本传输	(280)
4.9.1	超文本与 Web	(280)
4.9.2	B/S 计算模式与浏览器结构	(282)
4.9.3	HTTP 的工作机制	(284)
4.10	简单网络管理协议	(288)
4.10.1	网络管理功能	(288)
4.10.2	网络管理机构	(289)
4.10.3	SNMP 管理模型	(291)
	习题	(295)

第 5 章 计算机网络安全	(298)
5.1 计算机网络安全风险.....	(298)
5.1.1 风险=威胁+脆弱性.....	(298)
5.1.2 计算机网络的脆弱性.....	(299)
5.1.3 计算机网络安全威胁.....	(302)
5.1.4 OSI 安全体系的安全服务.....	(305)
5.1.5 OSI 安全体系安全机制.....	(307)
5.2 网络入侵与防御.....	(310)
5.2.1 恶意代码入侵.....	(310)
5.2.2 黑客入侵.....	(313)
5.2.3 防火墙.....	(316)
5.2.4 实践参考:使用组策略配置 Windows 防火墙设置.....	(320)
5.2.5 入侵检测系统.....	(330)
5.3 数据加密.....	(335)
5.3.1 加密/解密算法和密钥.....	(336)
5.3.2 对称密钥体制.....	(337)
5.3.3 非对称密钥体制.....	(338)
5.3.4 密钥分配.....	(340)
5.4 认证.....	(341)
5.4.1 数字签名和消息认证.....	(341)
5.4.2 身份识别技术概述.....	(344)
5.4.3 数字证书与 PKI.....	(346)
5.5 安全协议.....	(348)
5.5.1 SSH.....	(349)
5.5.2 安全电子交易协议.....	(350)
5.5.3 安全套接层协议.....	(352)
5.5.4 IPSec.....	(354)
5.5.5 虚拟专用网.....	(355)
5.5.6 实践参考:基于 Windows 2008 Server 的 VPN 配置.....	(357)
5.6 系统访问控制.....	(365)
5.6.1 访问控制的二元关系描述.....	(365)
5.6.2 自主访问控制与强制访问控制.....	(369)

5.6.3 基于角色的访问控制策略	(371)
5.6.4 实践参考：在 Windows 2008 中进行用户账户和 访问权限设置	(372)
5.6.5 实践参考：基于 Cisco 路由器的访问控制策略 设置	(378)
习题	(384)
附录 网络术语与缩略语英汉对照表	(387)
参考文献	(403)



第 1 章

计算机网络概述

1.1 计算机网络的基本概念

1.1.1 计算机网络概貌

1. 计算机网络的功能

简单地说，计算机网络就是用传输介质将多台计算机连接起来的系统，或者说，计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。计算机网络可以实现下列功能：

(1) 通信。通信即利用计算机网络传送数据。例如，文件传送 (FTP)、电子信箱 (E-mail)、IP 电话、WWW、电子布告栏等。

(2) 资源共享。资源共享即实现硬件资源、软件资源和信息资源的异地互用。“共享”是指可以互通有无，异地使用。例如，使用异地的大型计算机进行本地计算机无法进行的计算，使用浏览器从其他计算机中获取信息等。这样，除互通有无外，还能均衡负载，使网络中各资源的“忙”“闲”得到合理调整。

(3) 提高计算机系统的可靠性。在计算机网络中，各台计算机间可以互为后备，从而提高了计算机系统的可靠性。

(4) 提供信息服务。例如远程教育、远程医疗、网络会议、电子商务、电

子政务等。

2. 计算机网络的定义

关于计算机网络，目前还没有统一的定义。从计算机网络的功能来看，可以认为：计算机网络是用通信网络连接起来的自治计算机的集合。这个定义表达了如下思想：

(1) 计算机网络技术是计算机技术与通信技术相结合的产物，是现代通信技术在计算机技术中的应用。计算机技术与通信技术的集合还有一个方向，就是计算机技术在通信领域的应用，或者说是用计算机技术装备现代通信技术。目前，这两个方向正在融和。

(2) 这个定义强调“自治计算机”，其中含有两层意思：

● 所连接的计算机应当具有独立工作的能力。例如，一台多终端计算机系统就不是计算机网络，一台计算机与远程打印机连接也不构成计算机网络。

● 计算机之间没有明显的主从关系，即组成计算机网络的计算机具有独立运行功能，不受控于其他计算机。例如，在控制系统中，一台中心控制计算机与多个从动计算机所连接的系统不构成计算机网络。因为它们之间能资源共享。

3. 计算机网络的简单模型

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物，从功能上说，计算机网络系统可以分为通信子网和资源子网两大部分，如图 1—1 所示。通信子网提供通信，即数据传输的能力。资源子网提供网络上的资源（主计算机——涉及软硬件处理能力和数据）以及访问能力（终端及其终端控制器）。

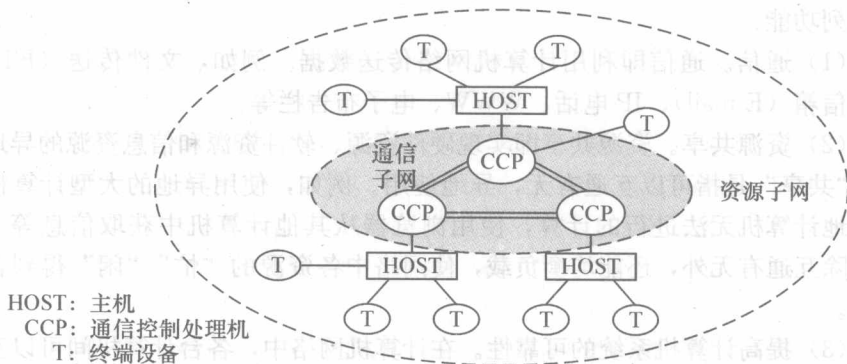


图 1—1 通信子网与资源子网

(1) 资源 (用户) 子网

资源子网 (也称用户子网) 负责全网的数据处理业务, 向全网用户提供所需的网络资源和网络服务。它由一些资源单元组成。每个资源单元包括一台主机 (HOST)、若干终端设备 (terminal, T) 以及相关软件资源和数据资源。

主机在网络中负责数据处理、网络控制并执行网络协议。为了能在网络上工作, 主机中必须安装如下三类软件:

- 主机操作系统: 管理计算机本身的资源。
- 网络操作系统 (network operating system, NOS), 支持不同主机系统之间的用户通信、实现网络中资源共享, 向用户提供统一、方便的网络接口。

终端是用户对网络进行操作时所使用的设备, 也可以看成是计算机系统组成部分。它的种类很多, 如显示终端 (display terminal, DT)、交互终端 CRT、智能终端 (intelligent terminal, IT)、图形终端 (graphic terminal, GT)、批作业或远程终端 (batch or remote job entry terminal, RJE) 等。

(2) 通信子网

通信子网由通信处理机 (communication control processor, CCP)、通信链路以及信号变换器等组成, 承担全网的数据传输、转接、加工和变换等通信处理工作。

1.1.2 计算机网络分类

1. 按拓扑结构分类

从几何关系上看, 计算机网络只有两种要素: 结点和信道。信道是传输信号的通路。结点有多个端口, 可以连接不同的信道。信号传输到一个结点, 结点就要接收信号, 然后将信号交换到另外的一个或几个端口, 再发送到相应的信道去。一个计算机网络中结点的地理分布和互联关系上的几何排序 (几何构形) 称为计算机网络的拓扑结构。它与计算机网络的技术性能密切相关。常见的计算机网络拓扑结构有几种, 如图 1—2 所示。

(1) 星型结构

如图 1—2 (a) 所示, 星型结构是一种以中央结点为中心、把若干外围结点连接起来的辐射式互联结构, 中央结点实施对全网的控制, 并分别通过单独的线路与各个外围结点相连接, 因而比较容易扩充。但是, 线路的利用率低, 并且中央结点会成为系统的“瓶颈”和可靠工作的最薄弱环节, 中央结点出现故障将会殃及全网。