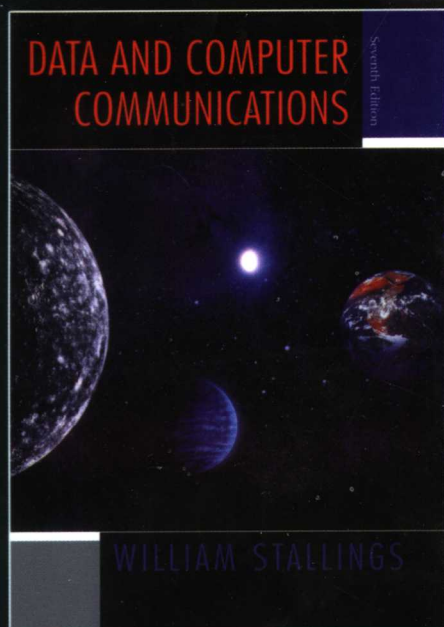


# 数据与计算机通信

(第七版)

Data and Computer Communications

Seventh Edition



[美] William Stallings 著

王海 张娟 蒋慧 等译

谢希仁 审校

国外计算机科学教材系列

# 数据与计算机通信

( 第七版 )

Data and Computer Communications

Seventh Edition

[ 美 ] William Stallings 著

王 海 张 娟 蒋 慧 等译  
谢希仁 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书是著名计算机专业作家 William Stallings 的经典著作之一, 内容涉及最基本的数据通信原理、各种类型的计算机网络及多种网络协议和应用。这一版对原有内容做了彻底的修订和重组, 使新版对通信各专题的阐述更全面、更清晰。同时, 新版加强了无线通信和组网、吉比特以太网、区分服务、MPLS 和 TCP/IP 实现细节等内容。此外, 本书还包括词汇表、参考文献、缩写词对照表。每章都附有习题和建议, 以便读者进一步阅读。

本书可供通信或计算机、信息技术专业的本科生或研究生使用, 同时也可供广大通信或计算机领域的技术人员参考。

Simplified Chinese edition Copyright © 2004 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

Data and Computer Communications, Seventh Edition, ISBN: 0131006819 by William Stallings, Kurtis D. Fink. Copyright © 2004. All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和 Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司合作出版。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2003-4490

### 图书在版编目 (CIP) 数据

数据与计算机通信: 第七版 / (美) 斯托林斯 (Stallings, W.) 著; 王海等译.

-北京: 电子工业出版社, 2004.5

(国外计算机科学教材系列)

书名原文: Data and Computer Communications, Seventh Edition

ISBN 7-5053-9842-3

I. 数... II. ①斯... ②王... III. ①数据通信-教材 ②计算机通信-教材 IV. TN919

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 033004 号

责任编辑: 谭海平 特约编辑: 李玉龙

印 刷: 北京兴华印刷厂

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: 41.5 字数: 1062 千字

印 次: 2004 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 59.00 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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

## 出版说明

21 世纪初的 5 至 10 年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入 WTO 后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流 IT 人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择和自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如 Pearson Education 培生教育出版集团、麦格劳-希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过与作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

电子工业出版社

## 教材出版委员会

- |    |     |                                                     |
|----|-----|-----------------------------------------------------|
| 主任 | 杨芙清 | 北京大学教授<br>中国科学院院士<br>北京大学信息与工程学部主任<br>北京大学软件工程研究所所长 |
| 委员 | 王 珊 | 中国人民大学信息学院院长、教授                                     |
|    | 胡道元 | 清华大学计算机科学与技术系教授<br>国际信息处理联合会通信系统中国代表                |
|    | 钟玉琢 | 清华大学计算机科学与技术系教授<br>中国计算机学会多媒体专业委员会主任                |
|    | 谢希仁 | 中国人民解放军理工大学教授<br>全军网络技术研究中心主任、博士生导师                 |
|    | 尤晋元 | 上海交通大学计算机科学与工程系教授<br>上海分布计算技术中心主任                   |
|    | 施伯乐 | 上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授<br>中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长     |
|    | 邹 鹏 | 国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师<br>教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员     |
|    | 张昆藏 | 青岛大学信息工程学院教授                                        |

## 译者序

我们非常高兴地向广大读者推荐 William Stallings 教授的“Data and Computer Communications”第七版的中译本。

很多阅读过计算机通信领域相关书籍的读者可能早已知道了 William Stallings 教授的名字。William Stallings 早年在麻省理工学院获计算机科学博士学位,是国际上颇有影响的计算机网络教授,同时也是著名的教科书作家。他曾先后出版了 17 部有关计算机网络和通信体系结构的专著,堪称计算机通信网领域的全才。本书先后订正 6 次之多,业已成为国际上计算机与通信相关专业的标准教科书。

本书的特点是内容丰富、涵盖面广,同时阐述条理清晰、举例生动、易于理解。第七版在前几版的基础上,吸取了众多授课专家的建议和意见,对内容进行了重新组织,条理性 and 可读性进一步增强。各章都有一定数量的习题。一些较深入的内容还放在有些章或全书后面的附录中,供读者进一步学习。在每章的后面还附上了作者推荐的一些有价值的参考文献及 Web 网址,读者可以按图索骥,深入研究所感兴趣的技术细节。

本书的第七版除了在内容组织上突出了条理性和可读性外,还针对近几年技术的发展特点,增加了一些新的章节和叙述。例如强化了无线相关概念的介绍,增加了蜂窝无线网和无线局域网的章节;对吉比特以太网的介绍做了改动,增加了 10 吉比特以太网的介绍;增加了对区分服务、ATM 保证帧速率(GFR)、多协议标签交换(MPLS)的介绍等。

本书的第 1 章到第 12 章、第 15 章到第 17 章由王海博士和张娟工程师翻译,第 13 章和第 14 章由蒋慧博士和林东博士翻译,第 18 章到第 22 章由张娟和张洁翻译。最后的词汇表由张兴元博士翻译。全书由谢希仁教授进行审校。

原书的一些错误已经在翻译过程中改正。对于在作者的勘误表中没有列出的错误,我们都曾用电子邮件和作者进行过联系。限于水平,翻译不妥和错误在所难免。敬请广大读者批评指正。来信请发至 [haiwang@ieee.org](mailto:haiwang@ieee.org)。

## 本书的万维网网站

地址为 [WilliamStallings.com/DCC/DCC7e.html](http://WilliamStallings.com/DCC/DCC7e.html) 的万维网网站为采用本书的教师及学生提供技术支持,这些技术支持包括以下内容。

### 教学相关的资料

教学相关的资料支持包括:

- PDF 格式的与本书对应的可下载图片。
- PDF 格式的一套详细的教学笔记,适合于用做学生的辅导材料或演示。
- 辅助教学用的一套 PowerPoint 幻灯片。
- 计算机科学学生技术支持网站(Computer Science Student Support Site):其中有很多链接与文档对那些正在接受计算机科学教育的学生们来说非常有用。这个网站的内容包括:相关基础数学的概述;对研究、撰写和完成课外作业的建议;一些与计算机科学研究相关的资源链接,如研究报告资料库及参考书目;以及其他一些非常有用的链接。
- 本书的勘误表,每月至少更新一次。

### DCC 课程

本网站中有一些链接与采用本书作为教材的网站相连。通过这些网站可以找到不少有关课程时间安排及讲授顺序的观点和看法,另外还有很多实用的讲义及其他素材。

### 可利用的万维网站

本网站中还有一些链接与其他相关网站相连,这些网站根据对应的章节组织在一起。这些链接涉及到的内容非常广泛,使学生们能够对最新的技术进行更深入的探讨。

### 补充文档

本网站中有很多文档是对本书所讨论的内容的进一步延伸,包括标准化组织、Socket、TCP/IP 检验和、ASCII 以及取样定理等。

### Internet 邮件发送清单

为了让采用本书的教师之间以及教师与作者之间能够相互交换教学信息、建议和问题,本网站还建有一个 Internet 邮件发送清单。相关的申请加入信息可以在本书的万维网站上找到。

### 仿真及模型工具

在本网站中可以找到与 cnet 万维网站和 modeling tools 万维网站的链接。在讨论协议及网络设计问题时就可以使用它们的工具包进行分析和实验。这两个网站各自有一些可下载的软件与背景资料。其中教师手册的内容则包括安装和使用这些软件的更多信息以及推荐的学生课题。想了解更多请参阅附录 D。

# 序 言

## 宗旨

本书力图向读者全面完整地介绍数据与计算机通信这一广阔领域。从书中的章节结构组成可以看出作者试图将此庞大的主题细化,使之更易于理解,并逐步向读者揭示这一领域的新技术。本书的重点放在基本原理以及与该领域的技术和体系结构有关的重要问题上,同时也详细讨论了一些先进技术。

本书所讨论的内容始终围绕以下几条主线展开:

- **基本原理:**虽然本书所涉甚广,但有一些基本原理会作为主线反复出现,并以其统贯全领域内容。例如复用、流量控制和差错控制。书中反复强调这些基本原理,并将它们在各种不同技术范围内的应用进行了对比。
- **设计方法:**本书详细介绍了满足特定通信需求的可选设计方法。
- **标准:**在数据与计算机通信领域中,标准起着越来越重要的作用,甚至是决定性的作用。要想了解某一技术的现状和发展方向,就必须广泛深入地讨论其相关标准。

## 内容安排

本书内容共分五大部分。此外,还包括一个庞大的词汇表,常用缩写对照表和参考书目表。每一章都设有习题和建议,以便读者进一步阅读。

本书的阅读对象包括学术研究人员和专业技术人员。对数据和计算机通信领域有兴趣的专业技术人员可将本书视为基础入门教材,十分适合于自学。作为教材来说,它可用做一个学期或两个学期的课程。书中包括了 2001 年 ACM 与 IEEE 联合举办的计算机课程(ACM/IEEE Computing Curricula 2001)中通信与网络构成的核心教程。本书规范化的章节结构为课程安排提供了很大的灵活性。以下是对课程安排的几点建议:

- **数据通信基础:**第一部分(概述)、第二部分(数据通信)以及第 10 章和第 11 章(电路交换、分组交换和 ATM)。
- **通信网络:**如果学生已经掌握了数据通信的基础知识,那么课程应当包括第一部分(概述)、第三部分(广域网)和第四部分(局域网)。
- **计算机网络:**同样,假如学生已经掌握了数据通信的基础知识,则课程应当包括第一部分(概述)、第 6 章、第 7 章(数据通信技术和数据链路控制)以及第五部分(通信体系结构与协议)。

此外,如果略去某些对第一次阅读来说并不重要的章节,就能够以更连贯的方式讲授本书的所有内容。这些可选的章节包括:第 3 章(数据传输)、第 4 章(传输媒体),只要学生对这些章节有基本了解就可以了。还有第 8 章(复用)、第 9 章(扩频)、第 12 章到第 14 章(路由选择、拥塞控制、蜂窝无线网络)、第 18 章(网际互联)、第 21 章(网络安全)。

## 向教师和学生提供的因特网服务

本书有一个万维网网站专门为教师和学生提供技术支持。该网站包括相关站点的链接,与书中图片对应的可下载图片,以及该书的电子邮件发送清单的注册信息。该网站主页地址是 [WilliamStallings.com/DCC/DCC7e.html](http://WilliamStallings.com/DCC/DCC7e.html)。详情请参见本书目录之前的“本书的万维网网站”一节。为了让采用本书的教师相互之间以及教师与作者之间能够交换教学信息、建议和问题,还建有一个 Internet 电子邮件发送清单。一旦发现任何排版错误或其他错误,可以使用 [WilliamStallings.com](http://WilliamStallings.com) 地址下的勘误表。

## 用于数据与计算机通信教学的课题

对于许多教师来说,数据通信或者网络构成教学课程中的一个重点就是实现某个课题或一组课题。学生们可以通过亲自动手实践,从而加深对课本中的概念的了解。本书有侧重地 在一些课程中提供相关课题内容。教师手册不仅对如何分配和组织这些课题提供指导,而且还推荐了一组课题,这些课题覆盖了书中所讨论的大部分内容,包括研究课题、仿真课题、建模分析课题以及课外指定阅读/报告。详情参见附录 D。

## Sockets 编程

本书有对 Sockets 的简单描述(附录 C),而更详细的介绍可以在本书的万维网网站上找到,教师手册中有一组编程课题。Sockets 编程相对而言比较简单,可以成为非常适合学生们的动手课题。

## 第七版中的新内容

本书的第七版在第六版发行后不到四年的时间内问世了。在此期间,数据和计算机通信领域中更新换代的步伐一点也没有减慢。在第七版中,我一方面坚持对整个领域做出广泛而全面的介绍,另一方面也在努力地跟上这些变化。在进行改版之前,有多位本专业内的教授对本书的第六版做了大量审阅工作。因此,这一版在很多地方的叙述比以往更清晰、更严谨,并且许多图表都有所改进,同时还增加了不少新的“现场试验”题目。

除了一些令本书更适用于教学和阅读的改进之外,还有一些实质性的改变贯穿全书。我们对每一章都做了修订,并增加了一些新的章节,全书的整体组织也发生了变化。值得注意的地方有:

- **无线通信和网络构成**: 由于近来有关无线通信、无线网络以及无线标准的素材大量增加,此次本书专门为扩频技术、蜂窝无线网络和无线局域网分别各设一章。
- **吉比特以太网**: 对吉比特以太网的讨论有所修改,并且增加了对 10 Gbps 以太网的介绍。
- **区分服务**: 自从本书第六版付梓以来,针对如何在因特网上提供增强性的服务,以支持各种多媒体通信量以及时间敏感通信量的研究获得了长足的发展。其中最重要的进展就是区分服务(DS),它也可能是实现在基于 IP 的网络中提供 QoS 的最重要的手段。这一版提供了对 DS 全方位的讨论。
- **保证帧速率(GFR)**: 自第六版出版以来,一种新的 ATM 服务被标准化:GFR。GFR 是为了支持 IP 干线网而专门设计的。第七版对 GFR 做了解释并探讨了 GFR 服务的底层机制。

- **多协议标签交换(MPLS)**: MPLS 出现后,即成为 Internet 的一个基础性的重要技术,因此在此版中对其也有所涉及。
- **TCP/IP 详解**:此次改版为介绍 TCP 和 IP 的背景专门增加了新的一章,从而将分散在第六版各章节中的相关内容整合为一体。这些内容对理解 QoS 和 IP 网络中的性能问题至关重要。

除此之外,事实上书中所有讨论的内容都被修改过,从而反映了自第五版发行以来这些标准和技术的发展。

## 致谢

此次新版得益于诸多人士的鼎力支持,他们慷慨地付出了自己的时间和专长。参与评审本书全部或大部分原稿的人员有:Michael J. Donahoo (Baylor University), Gary Harkin (Montana State University), Larry Owens (California State U. Fresno), S. Hossein Hosseini (U. of Wisconsin-Milwaukee), Charles Baker 博士 (Southern Methodist University)。

同时也要感谢为单独的章节提供了详细技术审阅的以下各位:Dave Tweed, Bruce Lane, Denis McMahon, Charles Freund, Paul Hoadley, Stephen Ma, Sandeep Subramaniam, Dragan Cvetkovic, Fernando Gont, Neil Giles, Rajesh Thundil, Rick Jones。

最后我要感谢为本书的出版而付出努力的人们,他们的工作一如既往地出色。其中包括 Prentice Hall 的工作人员,特别是编辑 Alan Apt 和他的助手 Patrick Lindner,以及制作人 Rose Kernan。另外,Warde Publisher 的 Jake Warde 负责补遗和审核,Patricia M. Daly 负责排版工作。

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第0章 导读 .....                | 1  |
| 0.1 本书概要 .....              | 1  |
| 0.2 Internet 和万维网上的资源 ..... | 1  |
| 0.3 标准 .....                | 3  |
| 第一部分 概述 .....               | 5  |
| 第1章 数据通信和网络构成概述 .....       | 6  |
| 1.1 通信模型 .....              | 6  |
| 1.2 数据通信 .....              | 9  |
| 1.3 数据通信网络的构成 .....         | 10 |
| 1.4 网络配置举例 .....            | 12 |
| 第2章 协议体系结构 .....            | 14 |
| 2.1 协议体系结构的必要性 .....        | 14 |
| 2.2 简单的协议体系结构 .....         | 15 |
| 2.3 OSI .....               | 20 |
| 2.4 TCP/IP 协议体系结构 .....     | 28 |
| 2.5 推荐读物与网站 .....           | 33 |
| 2.6 关键术语、复习题及习题 .....       | 33 |
| 附录 2A 简单文件传送协议 .....        | 35 |
| 第二部分 数据通信 .....             | 39 |
| 第3章 数据传输 .....              | 41 |
| 3.1 概念和术语 .....             | 41 |
| 3.2 模拟和数字数据传输 .....         | 50 |
| 3.3 传输损伤 .....              | 57 |
| 3.4 信道容量 .....              | 61 |
| 3.5 推荐读物 .....              | 65 |
| 3.6 关键术语、复习题及习题 .....       | 65 |
| 附录 3A 分贝和信号强度 .....         | 68 |
| 第4章 传输媒体 .....              | 70 |
| 4.1 导向传输媒体 .....            | 71 |
| 4.2 无线传输 .....              | 81 |
| 4.3 无线传播 .....              | 87 |
| 4.4 视距传输 .....              | 91 |

|              |                       |            |
|--------------|-----------------------|------------|
| 4.5          | 推荐读物与网站 .....         | 94         |
| 4.6          | 关键术语、复习题及习题 .....     | 95         |
| <b>第 5 章</b> | <b>信号编码技术 .....</b>   | <b>99</b>  |
| 5.1          | 数字数据,数字信号 .....       | 100        |
| 5.2          | 数字数据,模拟信号 .....       | 109        |
| 5.3          | 模拟数据,数字信号 .....       | 118        |
| 5.4          | 模拟数据,模拟信号 .....       | 123        |
| 5.5          | 推荐读物 .....            | 128        |
| 5.6          | 关键术语、复习题及习题 .....     | 129        |
| <b>第 6 章</b> | <b>数字数据通信技术 .....</b> | <b>133</b> |
| 6.1          | 异步和同步传输 .....         | 134        |
| 6.2          | 差错类型 .....            | 136        |
| 6.3          | 差错检测 .....            | 137        |
| 6.4          | 差错纠正 .....            | 145        |
| 6.5          | 线路配置 .....            | 149        |
| 6.6          | 接口 .....              | 151        |
| 6.7          | 推荐读物 .....            | 159        |
| 6.8          | 关键术语、复习题及习题 .....     | 159        |
| <b>第 7 章</b> | <b>数据链路控制 .....</b>   | <b>163</b> |
| 7.1          | 流量控制 .....            | 164        |
| 7.2          | 差错控制 .....            | 169        |
| 7.3          | 高级数据链路控制(HDLC) .....  | 173        |
| 7.4          | 推荐读物 .....            | 179        |
| 7.5          | 关键术语、复习题及习题 .....     | 180        |
| 附录 7A        | 性能问题 .....            | 183        |
| <b>第 8 章</b> | <b>复用 .....</b>       | <b>189</b> |
| 8.1          | 频分复用 .....            | 190        |
| 8.2          | 同步时分复用 .....          | 195        |
| 8.3          | 统计时分复用 .....          | 203        |
| 8.4          | 非对称数字用户线路 .....       | 209        |
| 8.5          | xDSL .....            | 212        |
| 8.6          | 推荐读物与网站 .....         | 213        |
| 8.7          | 关键术语、复习题及习题 .....     | 214        |
| <b>第 9 章</b> | <b>扩频 .....</b>       | <b>217</b> |
| 9.1          | 扩频的概念 .....           | 217        |
| 9.2          | 跳频扩频 .....            | 218        |
| 9.3          | 直接序列扩频 .....          | 222        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 9.4 码分多址 .....                 | 226        |
| 9.5 推荐读物 .....                 | 229        |
| 9.6 关键术语、复习题及习题 .....          | 230        |
| <b>第三部分 广域网 .....</b>          | <b>235</b> |
| <b>第 10 章 电路交换和分组交换 .....</b>  | <b>237</b> |
| 10.1 交换式通信网 .....              | 238        |
| 10.2 电路交换网 .....               | 239        |
| 10.3 电路交换的概念 .....             | 241        |
| 10.4 控制信令 .....                | 244        |
| 10.5 软交换体系结构 .....             | 251        |
| 10.6 分组交换原理 .....              | 252        |
| 10.7 X.25 .....                | 259        |
| 10.8 帧中继 .....                 | 260        |
| 10.9 推荐读物与网站 .....             | 263        |
| 10.10 关键术语、复习题及习题 .....        | 264        |
| <b>第 11 章 异步传递方式 .....</b>     | <b>267</b> |
| 11.1 协议体系结构 .....              | 267        |
| 11.2 ATM 逻辑连接 .....            | 268        |
| 11.3 ATM 信元 .....              | 272        |
| 11.4 ATM 信元传输 .....            | 276        |
| 11.5 ATM 服务种类 .....            | 278        |
| 11.6 ATM 适配层 .....             | 281        |
| 11.7 推荐读物与网站 .....             | 286        |
| 11.8 关键术语、复习题及习题 .....         | 287        |
| <b>第 12 章 交换网络中的路由选择 .....</b> | <b>290</b> |
| 12.1 电路交换网中的路由选择 .....         | 290        |
| 12.2 分组交换网中的路由选择 .....         | 292        |
| 12.3 最小代价算法 .....              | 303        |
| 12.4 推荐读物 .....                | 307        |
| 12.5 关键术语、复习题及习题 .....         | 307        |
| <b>第 13 章 数据网中的拥塞 .....</b>    | <b>311</b> |
| 13.1 拥塞的后果 .....               | 312        |
| 13.2 拥塞控制 .....                | 315        |
| 13.3 通信量管理 .....               | 317        |
| 13.4 分组交换网络中的拥塞控制 .....        | 318        |
| 13.5 帧中继拥塞控制 .....             | 319        |
| 13.6 ATM 通信量管理 .....           | 323        |

|               |                     |            |
|---------------|---------------------|------------|
| 13.7          | ATM-GFR 通信量管理       | 332        |
| 13.8          | 推荐读物                | 335        |
| 13.9          | 关键术语、复习题及习题         | 336        |
| <b>第 14 章</b> | <b>蜂窝无线网络</b>       | <b>338</b> |
| 14.1          | 蜂窝网络的概念             | 338        |
| 14.2          | 第一代模拟               | 349        |
| 14.3          | 第二代 CDMA            | 350        |
| 14.4          | 第三代系统               | 357        |
| 14.5          | 推荐读物与网站             | 360        |
| 14.6          | 关键术语、复习题及习题         | 361        |
| <b>第四部分</b>   | <b>局域网</b>          | <b>363</b> |
| <b>第 15 章</b> | <b>局域网概述</b>        | <b>364</b> |
| 15.1          | 背景                  | 364        |
| 15.2          | 拓扑结构和传输媒体           | 367        |
| 15.3          | 局域网协议体系结构           | 371        |
| 15.4          | 网桥                  | 377        |
| 15.5          | 第二层和第三层交换机          | 382        |
| 15.6          | 推荐读物与网站             | 387        |
| 15.7          | 关键术语、复习题及习题         | 387        |
| <b>第 16 章</b> | <b>高速局域网</b>        | <b>390</b> |
| 16.1          | 高速局域网的出现            | 390        |
| 16.2          | 以太网                 | 391        |
| 16.3          | 令牌环                 | 402        |
| 16.4          | 光纤通道                | 406        |
| 16.5          | 推荐读物与网站             | 410        |
| 16.6          | 关键术语、复习题及习题         | 410        |
| 附录 16A        | 局域网的数字信号编码          | 412        |
| 附录 16B        | 性能问题                | 417        |
| <b>第 17 章</b> | <b>无线局域网</b>        | <b>423</b> |
| 17.1          | 概述                  | 423        |
| 17.2          | 无线局域网技术             | 427        |
| 17.3          | IEEE 802.11 体系结构和服务 | 430        |
| 17.4          | IEEE 802.11 媒体接入控制  | 434        |
| 17.5          | IEEE 802.11 物理层     | 439        |
| 17.6          | 推荐读物与网站             | 441        |
| 17.7          | 关键术语和复习题            | 442        |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第五部分 通信体系结构与协议</b> .....  | 443 |
| <b>第 18 章 网际互联协议</b> .....   | 445 |
| 18.1 协议的基本功能 .....           | 445 |
| 18.2 网际互联的基本原理 .....         | 451 |
| 18.3 无连接的网际互联 .....          | 455 |
| 18.4 网际协议 .....              | 460 |
| 18.5 IPv6 .....              | 467 |
| 18.6 推荐读物与网站 .....           | 475 |
| 18.7 关键术语、复习题及习题 .....       | 476 |
| <b>第 19 章 互联网的操作</b> .....   | 479 |
| 19.1 组播 .....                | 480 |
| 19.2 路由选择协议 .....            | 486 |
| 19.3 综合服务体系结构 .....          | 496 |
| 19.4 区分服务 .....              | 504 |
| 19.5 推荐读物与网站 .....           | 511 |
| 19.6 关键术语、复习题及习题 .....       | 512 |
| <b>第 20 章 运输协议</b> .....     | 515 |
| 20.1 面向连接的运输协议机制 .....       | 515 |
| 20.2 TCP .....               | 530 |
| 20.3 TCP 拥塞控制 .....          | 536 |
| 20.4 UDP .....               | 544 |
| 20.5 推荐读物 .....              | 545 |
| 20.6 关键术语、复习题及习题 .....       | 545 |
| <b>第 21 章 网络安全</b> .....     | 549 |
| 21.1 安全需求及攻击 .....           | 550 |
| 21.2 对称加密技术的保密性 .....        | 551 |
| 21.3 报文鉴别及散列函数 .....         | 558 |
| 21.4 公开密钥加密和数字签名 .....       | 563 |
| 21.5 安全套接字层和运输层安全性 .....     | 569 |
| 21.6 IPv4 和 IPv6 的安全性 .....  | 573 |
| 21.7 推荐读物与网站 .....           | 577 |
| 21.8 关键术语、复习题及习题 .....       | 577 |
| <b>第 22 章 分布式应用</b> .....    | 581 |
| 22.1 电子邮件——SMTP 和 MIME ..... | 581 |
| 22.2 超文本传送协议 .....           | 594 |
| 22.3 网络管理——SNMP .....        | 605 |
| 22.4 推荐读物与网站 .....           | 614 |

22.5 关键术语、复习题及习题 ..... 614

附录 A 本书所引用的 RFC ..... 616

附录 B 傅里叶分析 ..... 618

附录 C Sockets 编程 ..... 622

附录 D 数据与计算机通信教学用项目 ..... 623

词汇表 ..... 625

参考文献 ..... 638

# 第0章 导 读

本书及相应的万维网网站涵盖大量的信息资料。在此我们首先为读者提供一些基本的背景信息。

## 0.1 本书概要

这本书的内容共分五大部分:

**第一部分——概述:**介绍全书所要讲述的内容范围。这部分包括对数据通信和网络构成的概述,以及对协议、OSI、TCP/IP 协议族的讨论。

**第二部分——数据通信:**第二部分主要关心的是两个直接连接的设备之间的数据交换。在这个大前提下,对传输、接口、链路控制和复用技术这些关键点进行了探讨。

**第三部分——广域网:**第三部分研究的是为了在远距离网络上进行话音、数据及多媒体通信而发展起来的技术内部实现机制及用户与网络接口。在探讨早期分组交换和电路交换技术的同时,还会介绍晚一些出现的 ATM 和无线广域网。其中有一章专门讨论拥塞控制问题。

**第四部分——局域网:**第四部分探讨的是为短距离组网而发展起来的各种技术和体系结构。传输媒体、拓扑结构以及媒体接入控制协议这些局域网设计要素是我们将要讨论的重点,同时还要介绍几个具体的标准化的局域网系统。

**第五部分——通信体系结构与协议:**在第五部分中介绍的体系构造原理和机制是计算机、工作站、服务器及其他数据处理设备相互之间进行数据交换所必需的。这些内容大部分取材于相关的 TCP/IP 协议族。

我们把更详细的逐章内容介绍放在各部分的篇首。

## 0.2 Internet 和万维网上的资源

在 Internet 和万维网上可以找到很多与本书相关的有用资源,它们能够帮读者紧跟这一领域的发展。

### 0.2.1 本书的万维网网站

本书专门建有一个万维网主页,地址是 [WilliamStallings.com/DCC/DCC7e.html](http://WilliamStallings.com/DCC/DCC7e.html)。要了解该网站的详情,请参阅本书的前两页。

一旦发现任何排版错误或其他错误,可以使用该网站上的勘误表。敬请将你发现的任何错误告知于我。在 [WilliamStallings.com](http://WilliamStallings.com) 网站上还有我其他一些著作的勘误表,以及这些书籍的折扣定购信息。

同时我还维护着一个计算机科学学生资源网站(Computer Science Student Resource Site),地