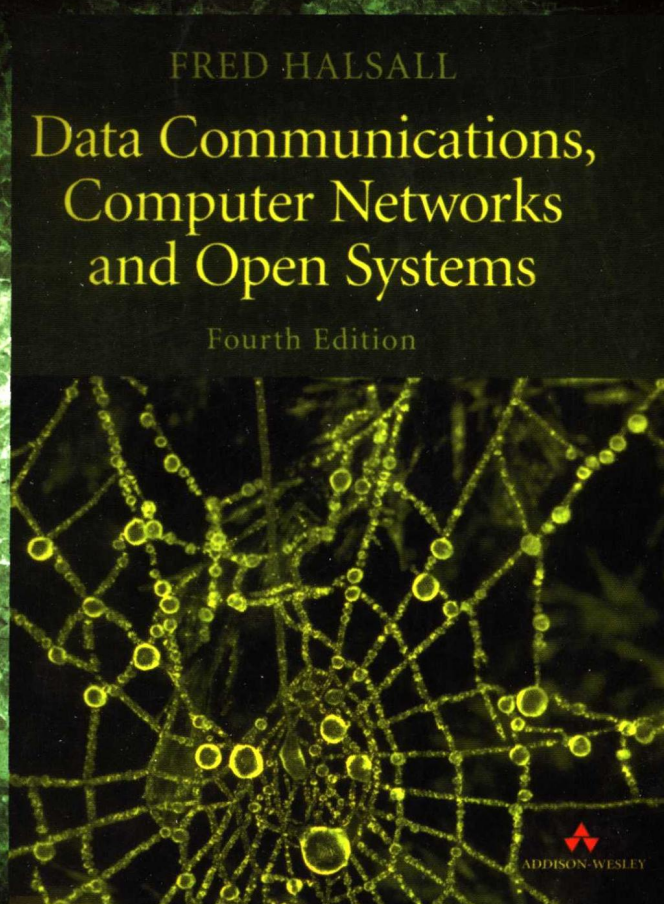


数据通信、计算机网络 与开放系统

(英) Fred Halsall 著 吴时霖 吴永辉 魏霖 等译



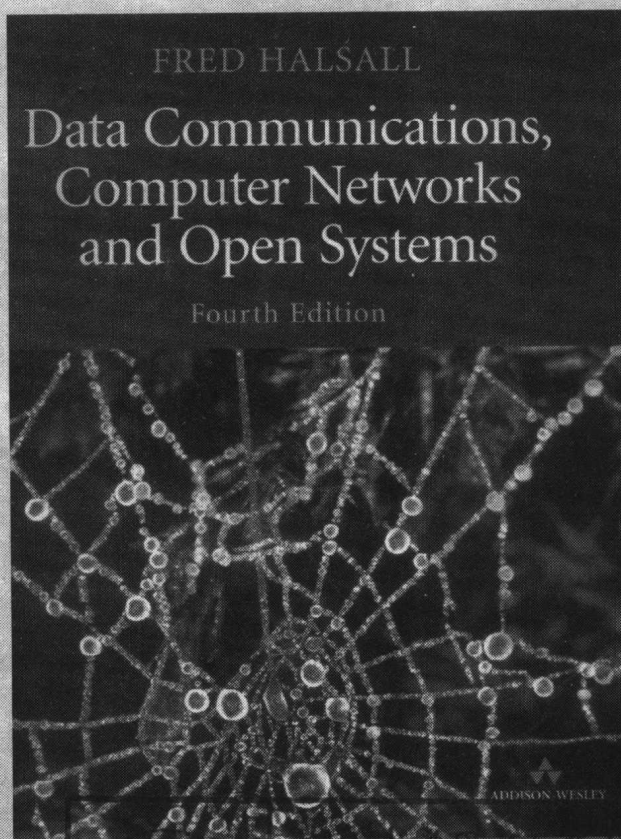
Data Communications, Computer
Networks and Open Systems Fourth Edition

计 算 机 科 学 丛 书

原书第4版

数据通信、计算机网络 与开放系统

(英) Fred Halsall 著 吴时霖 吴永辉 魏霖 等译



燕山大学图书馆藏书
**Data Communications, Computer
Networks and Open Systems**
Fourth Edition



机械工业出版社
China Machine Press



0775006

-10

05
12
02

本书是一本颇有影响的计算机通信与网络教材,它全面地介绍了近些年来数据通信领域,特别是计算机网络领域的一些重大进展。全书由三个相对独立的部分组成:数据通信、计算机网络与开放系统。第一部分主要讨论在串行数据链路中数据转换的基本问题;第二部分讨论计算机网络并描述不同类型的计算机网络的操作系统;第三部分介绍了附加协议的操作。

本书适合作为计算机、通信、电子工程等专业本科生、研究生的教材,也适合相关专业的技术人员参考。

Authorized translation from the English language edition entitled *Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Fourth Edition* by Fred Halsall, published by Pearson Education, Inc, publishing as Addison-Wesley, Copyright © 1996 Addison-Wesley Publishers Ltd. (ISBN 0-201-42293-X)

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanic, including photocopying, recording, or by any information storage retrieval system, without permission of Pearson Education, Inc.

Chinese simplified language edition published by China Machine Press.

Copyright © 2003 by China Machine Press.

本书中文简体字版由美国Pearson Education培生教育出版集团授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号: 图字: 01-2002-1888

图书在版编目(CIP)数据

数据通信、计算机网络与开放系统(原书第4版)/(英)哈尔索尔(Halsall, F.)著;吴时霖等译.-北京:机械工业出版社,2004.1

(计算机科学丛书)

书名原文: *Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Fourth Edition*
ISBN 7-111-12212-7

I. 数… II. ①哈… ②吴… III. ①数据通信-教材 ②计算机网络-教材 IV. ①TN919 ②TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第039009号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:李炎

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年1月第1版第1次印刷

787mm×1092mm1/16·45.75印张

印数:0 001-5 000册

定价:69.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换
本社购书热线电话:(010) 68326294

出版者的话

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域中取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭橥了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短、从业人员较少的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章图文信息有限公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始，华章公司就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过几年的不懈努力，我们与Prentice Hall, Addison-Wesley, McGraw-Hill, Morgan Kaufmann等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从它们现有的数百种教材中甄选出Tanenbaum, Stroustrup, Kernighan, Jim Gray等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及收藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专诚为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍，为进一步推广与发展打下了坚实的基础。

随着学科建设的初步完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都步入一个新的阶段。为此，华章公司将加大引进教材的力度，在“华章教育”的总规划之下出版三个系列的计算机教材：除“计算机科学丛书”之外，对影印版的教材，则单独开辟出“经典原版书库”；同时，引进全美通行的教学辅导书“Schaum's Outlines”系列组成“全美经典学习指导系列”。为了保证这三套丛书的权威性，同时也为了更好地为学校和老师服务，华章公司聘请了中国科学院、北京大学、清华大学、国防科技大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、中国科技大学、哈尔滨工业大学、西安交通大学、中国人民大学、北京航空航天大学、北京邮电大学、中山大学、解放军理工大学、郑州大学、湖北工学院、中国国家信息安全测评认证中心等国内重点大学和科研机构在计算机的各个领域的著名学者组成“专家指导委员会”，为我们提供选题意见和出版监督。

这三套丛书是响应教育部提出的使用外版教材的号召，为国内高校的计算机及相关专业

的教学度身订造的。其中许多教材均已为M. I. T., Stanford, U.C. Berkeley, C. M. U. 等世界名牌大学所采用。不仅涵盖了程序设计、数据结构、操作系统、计算机体系结构、数据库、编译原理、软件工程、图形学、通信与网络、离散数学等国内大学计算机专业普遍开设的核心课程,而且各具特色——有的出自语言设计者之手、有的历经三十年而不衰、有的已被全世界的几百所高校采用。在这些圆熟通博的名师大作的指引之下,读者必将在计算机科学的宫殿中由登堂而入室。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑,这些因素使我们的图书有了质量的保证,但我们的目标是尽善尽美,而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。教材的出版只是我们的后续服务的起点。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正,我们的联系方法如下:

电子邮件: hzedu@hzbook.com

联系电话: (010) 68995264

联系地址: 北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码: 100037

专家指导委员会

(按姓氏笔画顺序)

尤晋元
石教英
张立昂
邵维忠
周克定
郑国梁
高传善
裘宗燕

王 珊
吕 建
李伟琴
陆丽娜
周傲英
施伯乐
梅 宏
戴 葵

冯博琴
孙玉芳
李师贤
陆鑫达
孟小峰
钟玉琢
程 旭

史忠植
吴世忠
李建中
陈向群
岳丽华
唐世渭
程时端

史美林
吴时霖
杨冬青
周伯生
范 明
袁崇义
谢希仁

译者序

本书是一本颇有影响的计算机通信与网络的教材，自1985年第1版问世后，经历1988年第2版，1992年第3版，1995年第4版不断的修订再版。本书是按第4版翻译，该书尽可能全面地介绍了这些年来数据通信领域，特别是计算机网络领域一些重大的进展。全书以三个相对独立部分组成：数据通信、计算机网络与开放系统，面向电子工程、计算机系统和计算机科学专业的本科生和研究生，也适用于开发数据和计算通信系统的工程技术人员。

自第1版、第2版以来，本书在国内也有较大的影响，一些高等院校与研究部门按照该书的内容与组织方式编写了通信、计算机等专业本科生和研究生的教材，以及各种研讨班、专业讲座的讲授内容，深受欢迎。本书有三个主要特点：第一，在协议描述方面使人们了解协议如何以程序代码实现；第二，不同协议之间如何相互作用和通信来完成特定分布式信息处理；第三，采用大量的图表配合文字说明，便于更直观地理解细节。

本书前言、第1~5章由复旦大学计算机科学与工程系吴永辉、吴时霖翻译，第6~10章由上海阿尔卡特网络资源系统有限公司魏霖与复旦大学计算机科学与工程系周正康翻译，第11~14章、附录、索引和缩略语由复旦大学计算机科学与工程系吴时霖、徐公权、胡绍鑫翻译。全书最后由吴时霖进行审校，本书涉及学科广，限于水平，翻译不妥或错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

吴时霖

2002年12月于复旦大学

前 言

目标

现在计算机可以说无处不在：在家庭里、在办公室里、在银行里、在中小学和大专院校里，等等。虽然在有些情况下，计算机能以单机的方式来完成的任务，但在许多情况下，计算机之间必须互相交换信息。这意味着，目前所安装的大多数形式的计算设备，设计时要考虑数据通信设施的类型，使得该设备能与其他计算机进行通信。在许多情况下，我们不仅要了解可以使用哪些类型的数据传输线路，而且要了解不同类型的计算机通信网络的接口需求。在目前有关计算机系统设计的过程中，数据通信和计算机网络已经成为重要的主题。

在计算机网络的大量应用中，提供在两个系统之间交换信息的方法只能解决部分问题。例如，异构的（即不同的）计算机组成的分布式系统要在网络上交换信息文件，就必须解决在系统间以不受约束的（开放的）方式进行通信的情况下，使用不同的操作系统（进而文件系统）和不同的字符集合和字长的问题。在计算机网络应用中了解各种面向应用的通信协议也是必要的，这些通信协议用于建立通信环境，在这样的通信环境中，来自不同制造商的计算机可以以开放的方式交换信息。本书的三个部分——数据通信、计算机网络和开放系统——涵盖了所有这些问题。

预期的读者

本书主要作为学生学习数据通信、计算机网络和计算机通信协议课程的教科书，供电子工程、计算机工程、计算机系统和计算机科学专业的学生使用。此外，也适合于希望获得相关内容的操作知识的工程师和计算机专业人员。

在大多数大专院校中，书中涉及的主题分设在教学过程中的不同课程，有些内容设在本科生课程中，而有些内容设在研究生课程中。因此，除了在基础课程中，课程安排不必过多地考虑背景知识。本书的先导课程是基本逻辑电路和计算机体系结构，并且有使用高级结构化程序设计语言进行实际项目开发的工作经验。

本书没有过多涉及数字通信理论，因为这部分内容主要属于电子工程领域。本书在开始部分简要介绍了用于传输数据的不同类型传输介质和确定最大数据传输速率的关键理论。然后描述了接口部件具有的功能，这些部件用在每个计算机上，通过基本数据传输设备在两个计算机间实现可靠的数据传送。这包括用于检测接收数据中出现差错的不同方法以及要求发送计算机再发送数据拷贝的规程。这些规程构成了数据链路协议，并且在许多不同的协议中使用。

本书首先阐述了通过物理数据链路连接在一起的计算机如何实现可靠数据传送。要实现多台计算机之间的数据传送，就要通过计算机网络。所以在后续的章节里，首先描述了不同类型的计算机网络，并讨论了与每种网络类型相关联的接口电路的操作及其相关通信协议；然后描述了使得两台或多台计算机连接到计算机网络中以完成特定的分布式应用功能的附加协议。

实际上,在数据传输层之上的通信协议主要是以软件来实现的。所以,在讨论各种通信协议的应用时,除了量化描述其操作外,还要描述协议是如何实现的。而且,对于读者,了解这些协议之间如何协作及互相通信,以完成整个通信功能也是同样重要的。本书将详细讨论这些问题。

本书结构

本书严格参照开放系统互连的ISO参考模型。第一部分“数据通信”主要讨论在串行数据链路中实现可靠数据传送的基本问题。

第二部分“计算机网络”讨论计算机网络并描述不同类型计算机网络的工作原理,这是分布式环境下计算机之间进行通信的基础。

第三部分“开放系统”介绍并描述了网络协议,这是计算机上运行的分布式应用进程能以开放的方式交换数据的基础。这使得在各种计算机提供的字符集、字的大小或者服务方式之间存在差异的情况下,能实现大量的分布式处理功能。

本版中的新内容

从本书的上一版问世以来,在数据通信领域,特别是计算机网络领域,取得了许多重大的进展。所以,本版的主要目的就是将这些进展结合进来,为读者带来最新的内容。并且,作者还给出了针对大学生和研究生的有关本书三个主题的讲座课程和许多用于实际工程师和计算机学者的自学课程。这些内容也在新版中。

在数据通信领域,许多公用通信公司开始提供新一代的数字化租用电路,这些电路构成部分新的同步光纤传送网(SONET)——也称为同步数字系列(SDH)。有关这些内容的阐述在数据传输的章节中。此外,数字传输的基本理论也在这一章中阐述,使读者更加充分地了解数据通过不同的介质类型时的速率限制因素。

在计算机网络领域,将无线电和光作为传输介质的局域网(LAN)已经在使用,也称为无线LAN。本书完整地阐述了无线LAN及其操作特性。对传输速率的更高需求导致高速LAN的产生。除了FDDI外,还有两种CSMA/CD(以太)LAN——100 Base 4T和100 Base X——和新的LAN类型(100 Base VG-AnyLAN)。

无论无线LAN还是各种高速LAN,现有的LAN提供的服务是相似的。然而,新一代的计算机网络不仅提供了数据服务,而且提供了对不同介质间数据传送的支持,例如音频和视频。这些网络称为宽带多业务网,本书专门有一章介绍这类网。这些网络使用不同于现有LAN的操作模式,称为异步传输模式(ATM)。这些网络包括ATM LAN和ATM城域网(MAN)。MAN现在已通过公用通信公司开发出来,用于城镇之间LAN的互连。

使用方法

对于教师

本书涉及三门相对独立的课程:电子工程、计算机系统和计算机科学专业的本科生和研究生课程,也适合于开发数据和计算机通信系统的工程技术人员。本书仅仅要求读者具备基本的知识:基本的逻辑电路和计算机体系结构,并且有用高级程序设计语言进行结构化设计的实践经验。

使用本书以前版本的读者将本书与其他同类书籍进行了比较,总结出三个主要优点。第

一，在协议的描述上，使学生了解协议如何以程序代码来实现；第二，本书解释了构成协议族的不同协议之间如何交互和通信以完成特定的分布式信息处理任务；第三，采用大量的图形解释细节，并减少备课时间。在新版中我们继续保持了这三个优点。

本书内容丰富，分别涉及数据通信、计算机网络和开放系统。数据通信的课程主要在第一部分，另外附录A介绍了正向差错控制的内容。如果学生具有必要的背景知识，也可以学习附录B中有关传输控制电路的内容。

计算机网络的完整课程在第二部分。如果单独讲授计算机网络课程，可以加上第11章中有关传输协议的内容。第三部分阐述开放系统的面向应用协议的主要内容，这些内容包括TCP/IP和OSI协议族。如果单独讲授开放系统，可加上第9章中有关网际互连的内容。第一部分和第二部分的内容加起来可以作为数据通信与计算机网络的课程；第二部分和第三部分的内容加起来可以作为计算机通信与开放系统的课程。

对于学生

本书可用于自学，许多章节包含实例，并用大量插图进行解释。在每一章的结尾有大量的练习，用于测试学生的理解程度。

本书在每章的结尾以图形的方式总结每章知识点及其顺序，这些图形不仅直观地展示了该章知识点之间的相互关系，也提供了该章内容与其他章节内容的关系。

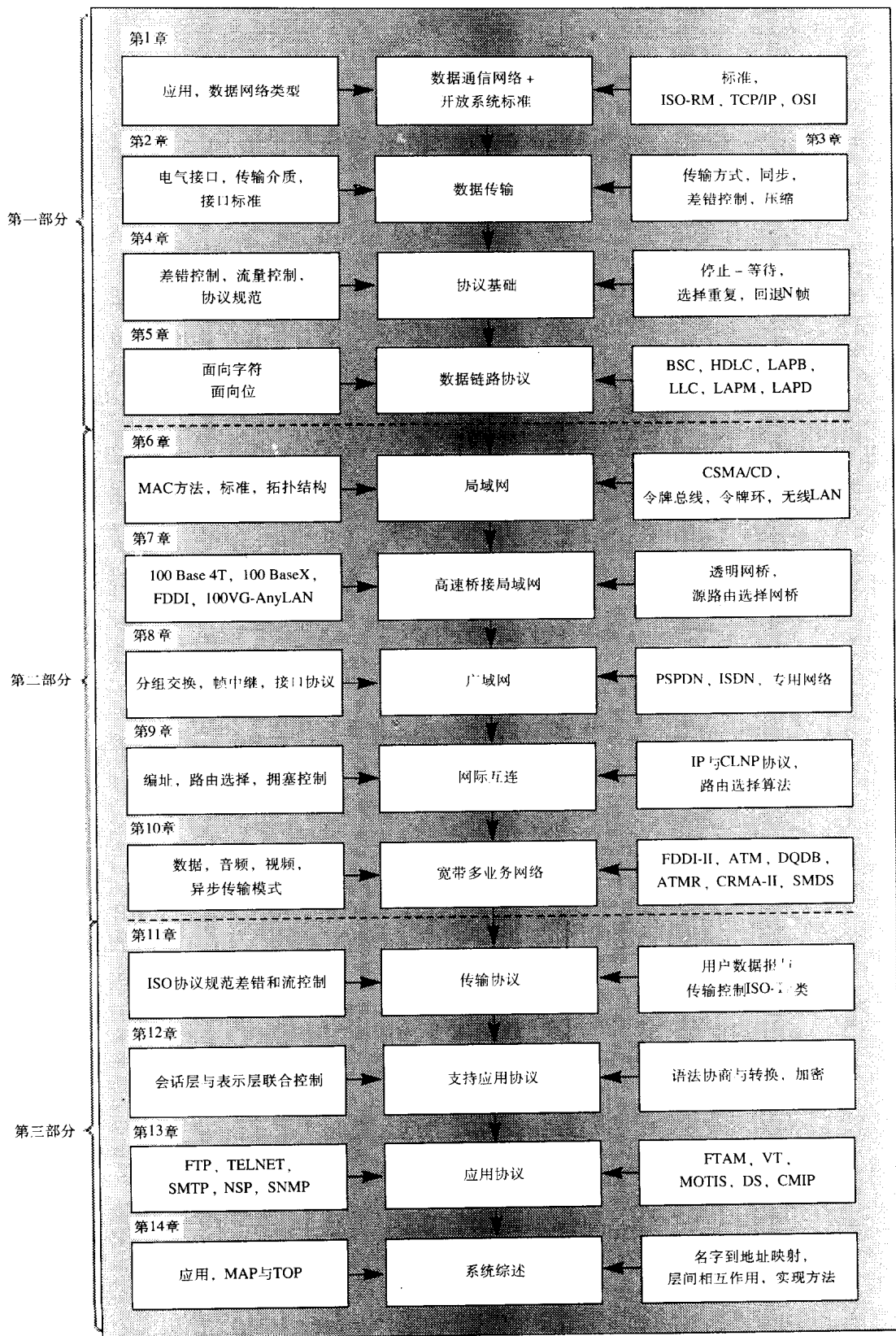
感谢

借此机会，我感谢对本书以前的版本提出意见和建议的同仁，他们使我在新版中对结构和内容进行改进：A. Houghton, Sheffield大学, 英国；G. Tagg, Oxford Brookes大学, 英国；A. Koelmans, Newcastle大学, 英国；L. MacKenzie, Glasgow大学, 英国；S. Benson, Staffordshire大学, 英国；R. Newman-Wolfe, Flordia大学, 美国；B. Veenendaal, Curtin大学, 美国；A. Ruighauer, Melbourne大学, 美国；J. Silvester, Southern California大学, 美国；A. Shaout, Michigan大学, 美国；D. Jacobson, Iowa州立大学, 美国；J. Jormakka, Helsinki技术大学, 芬兰；T. Karvi, Helsinki大学, 芬兰；T. Bellika, Finnmark学院, 芬兰；S. Knapskog, Trondheim大学, 挪威；P. Vestøl, Agder工程学院, 挪威；L. Christoff和T. Walasek, Uppsala大学, 瑞典。特别感谢Queen Mary and Westfield学院的S. Wilbur博士和她的学生（F. Ojuri, A. Killick, R. Payne, M. McDonald, T. Blomfield, A. Plewes, B. Robson）。我也感谢如下对新版书提出建设性意见的同仁：Allan Fisher, Carnegie Mellon大学, 美国；Gong Su, Columbia大学, 美国；Andrew Scott, Lancaster大学, 英国；Jon Crowcroft, College London大学, 英国；Ian Whitworth, Cranfield大学, 英国。

最后，我要借此机会表达我对Irene Dendle的诚挚的感谢，她帮助我作了手稿的整理和大量的校对工作；我要感谢我的研究助手，他们帮助整理了大量与新内容有关的论文和文献；感谢我的妻子Rhiannon在我写书的时候给予我的支持与理解，谨以此书献给她。

Fred Halsall

1995年9月



目 录

出版者的话

专家指导委员会

译者序

前言

第一部分 数据通信

第1章 数据通信网络和开放系统标准2

1.1 数据通信网络3

1.2 标准5

1.3 ISO参考模型9

1.3.1 面向应用的层11

1.3.2 依赖网络的层13

1.4 开放系统标准13

第2章 电气接口17

2.1 传输介质18

2.1.1 双线开放线18

2.1.2 双绞线18

2.1.3 同轴电缆19

2.1.4 光纤20

2.1.5 卫星21

2.1.6 地面微波21

2.1.7 无线电波22

2.2 衰减与失真源23

2.2.1 衰减24

2.2.2 带宽限制25

2.2.3 时延失真28

2.2.4 噪声29

2.3 信号类型32

2.3.1 V.2832

2.3.2 20mA电流环路33

2.3.3 RS-422A/V.1134

2.3.4 同轴电缆信号34

2.3.5 光纤信号37

2.3.6 卫星与无线电38

2.4 信号传播延迟39

2.5 公用载波电路41

2.5.1 模拟PSTN电路41

2.5.2 数字租用线路49

2.6 物理层接口标准60

2.6.1 EIA-232D60

2.6.2 EIA-53064

2.6.3 V.3564

2.6.4 X.2164

2.6.5 ISDN接口64

2.6.6 标准综述65

习题67

第3章 数据传输72

3.1 数据传输基础72

3.1.1 位串行传输74

3.1.2 通信方式74

3.1.3 传输方式74

3.1.4 差错控制77

3.1.5 流量控制78

3.1.6 数据链路协议78

3.2 异步传输78

3.2.1 位同步79

3.2.2 字符同步81

3.2.3 帧同步81

3.3 同步传输81

3.3.1 位同步82

3.3.2 面向字符的同步传输89

3.3.3 面向位的同步传输90

3.4 差错检测方法92

3.4.1 奇偶校验93

3.4.2 块和校验95

3.4.3 循环冗余校验96

3.5 数据压缩	101
3.5.1 压缩十进制数	101
3.5.2 相对编码	102
3.5.3 字符压缩	102
3.5.4 霍夫曼编码	103
3.5.5 动态霍夫曼编码	107
3.5.6 传真压缩	110
3.6 传输控制电路	115
3.7 通信控制设备	116
3.7.1 时分多路复用器	117
3.7.2 统计多路复用器	119
3.7.3 块方式设备	120
习题	122
第4章 协议基础	126
4.1 差错控制	126
4.2 空闲RQ协议	127
4.2.1 层次结构	130
4.2.2 协议规范说明	132
4.2.3 空闲RQ协议规范	132
4.2.4 链路利用	138
4.3 连续RQ协议	141
4.3.1 选择重发协议	143
4.3.2 回退N帧协议	146
4.3.3 流量控制	149
4.3.4 序列号	150
4.3.5 协议规范说明	152
4.3.6 链路利用	156
4.4 链路管理	158
习题	160
第5章 数据链路控制协议	164
5.1 应用环境	164
5.2 面向字符协议	167
5.2.1 单工通信协议	167
5.2.2 半双工通信协议	169
5.2.3 全双工通信协议	177
5.3 面向位通信协议	179
5.3.1 高级数据链路控制	179
5.3.2 链路访问规程版本B	188
5.3.3 多链路规程	190

5.3.4 调制解调链路访问规程	191
5.3.5 D信道链路访问规程	193
5.3.6 逻辑链路控制	195
习题	200

第二部分 计算机网络

第6章 局域网	204
6.1 有线局域网	204
6.1.1 拓扑	205
6.1.2 传输介质	207
6.1.3 介质访问控制方式	211
6.1.4 标准	214
6.2 有线局域网类型	214
6.2.1 CSMA/CD总线型	214
6.2.2 令牌环	220
6.2.3 令牌总线	231
6.3 性能	236
6.4 无线局域网	237
6.4.1 无线传输介质	239
6.4.2 传输方案	243
6.4.3 介质访问控制方式	250
6.4.4 标准	255
6.5 协议	256
6.5.1 MAC子层服务	256
6.5.2 LLC子层	257
6.5.3 网络层	258
习题	260
第7章 高速桥接局域网	265
7.1 交换以太网	266
7.2 快速以太网	268
7.2.1 100 Base 4T	270
7.2.2 100 Base X	275
7.3 IEEE 802.12	275
7.3.1 拓扑结构	276
7.3.2 MAC协议	277
7.3.3 物理层	281
7.3.4 性能	282
7.4 FDDI	283
7.4.1 网络配置	283

7.4.2 物理接口	285	8.5 专用网络	360
7.4.3 帧传输和帧接收	287	习题	362
7.4.4 计时令牌循环协议	287	第9章 网际互连	365
7.4.5 性能	289	9.1 网际互连体系结构	366
7.4.6 同步数据	291	9.2 网际互连问题	367
7.5 网桥	293	9.3 网络层结构	372
7.6 透明网桥	295	9.4 互联网协议标准	373
7.6.1 生成树算法	298	9.5 因特网IP	374
7.6.2 拓扑调整	306	9.5.1 地址结构	374
7.6.3 远端网桥	306	9.5.2 数据报	376
7.7 源路由选择网桥	307	9.5.3 协议功能	377
7.7.1 路由选择算法	308	9.5.4 分段/重装	378
7.7.2 与透明网桥的比较	311	9.5.5 路由选择	380
7.7.3 与不同LAN类型网际互连	313	9.5.6 因特网控制报文协议	388
习题	315	9.6 IPv6	390
第8章 广域网	319	9.6.1 数据报结构	390
8.1 公共数据网的特征	319	9.6.2 多播支持	392
8.1.1 电路交换和分组交换	320	9.7 ISO网际协议	392
8.1.2 数据报和虚拟电路	322	9.7.1 用户服务	392
8.2 分组交换数据网络	323	9.7.2 使用的服务	394
8.2.1 物理层	324	9.7.3 协议功能	396
8.2.2 链路层	324	9.8 ISO 路由选择协议	409
8.2.3 分组(网络)层	325	9.8.1 ES 到IS协议	409
8.2.4 终端访问	337	9.8.2 路由选择算法	410
8.2.5 X.25网络的互连	339	9.8.3 IS 到IS协议	415
8.2.6 LAN上的X.25PLP	344	习题	418
8.3 电路交换数据网	345	第10章 宽带多业务网络	422
8.3.1 X.21接口协议	345	10.1 网络需求	422
8.3.2 X.21bis	347	10.2 FDDI-II	425
8.3.3 链路层和网络层	347	10.2.1 周期结构	425
8.4 综合业务数字网	348	10.2.2 初始化过程	427
8.4.1 用户接口	348	10.2.3 带宽分配	427
8.4.2 网络访问点	349	10.3 信元网络	429
8.4.3 信道类型	350	10.4 ATM LAN	429
8.4.4 用户-网络接口	351	10.4.1 信元格式和交换原理	431
8.4.5 用户接口协议	351	10.4.2 交换机体系结构	435
8.4.6 信令协议	353	10.4.3 协议体系结构	440
8.4.7 帧中继服务	354	10.4.4 ATM适配层	441
8.4.8 反多路复用	358	10.4.5 ATM层	444

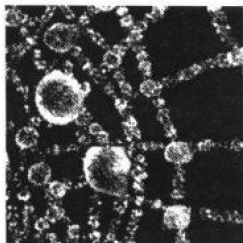
10.4.6 呼叫处理	445
10.5 DQDB	450
10.5.1 子网体系结构	453
10.5.2 协议体系结构	453
10.5.3 队列仲裁访问协议	456
10.5.4 带宽平衡	457
10.5.5 优先级分布队列	459
10.5.6 时隙和段格式	461
10.5.7 SMDS	462
10.6 ATMR	465
10.6.1 访问控制协议	466
10.6.2 多优先级协议	469
10.7 CRMA-II	470
10.7.1 帧传输	471
10.7.2 访问控制机制	472
习题	477

第三部分 开放系统

第11章 传输层协议	482
11.1 用户数据报协议	482
11.2 传输控制协议	485
11.2.1 可靠流传输服务	485
11.2.2 协议操作	488
11.3 OSI协议	492
11.4 服务定义	494
11.4.1 名称	494
11.4.2 地址	495
11.4.3 服务原语	495
11.4.4 服务参数和层间交互	496
11.4.5 原语顺序	499
11.5 协议规范说明	499
11.5.1 PDU定义	499
11.5.2 协议操作概述	501
11.5.3 协议规范说明方法	502
11.6 传输层	503
11.6.1 概述	503
11.6.2 用户服务	504
11.6.3 协议操作	507
11.6.4 网络服务	512

11.6.5 协议规范	512
11.6.6 协议的实现	516
习题	520
第12章 面向应用的协议	523
12.1 会话层	525
12.1.1 令牌概念	526
12.1.2 用户服务	527
12.1.3 会话协议	528
12.1.4 协议规范	530
12.2 表示层	531
12.3 ASN.1	534
12.3.1 编码	538
12.3.2 解码	542
12.4 数据加密	542
12.4.1 术语	542
12.4.2 基础技术	542
12.4.3 数据加密标准	545
12.4.4 RSA算法	548
12.4.5 消息认证	549
12.5 表示层协议	553
12.5.1 表示层服务	553
12.5.2 协议规范	555
12.6 联系控制服务元素	555
12.7 远程操作服务元素	558
12.8 委托、并发和恢复	561
12.9 可靠的传输服务元素	567
习题	568
第13章 特定应用协议	571
13.1 TCP/IP应用协议	572
13.1.1 建立一个传输连接	573
13.1.2 TELNET	574
13.1.3 FTP	576
13.1.4 SMTP	578
13.1.5 SNMP	580
13.2 ISO应用协议	584
13.2.1 VT	585
13.2.2 FTAM	589
13.2.3 MOTIS	593
13.2.4 SAME	599

13.2.5 MMS	605	14.4.2 用户元素的实现	646
13.2.6 作业传送和处理	606	14.4.3 层管理	649
13.2.7 DTP	609	14.5 相关标准	651
习题	610	14.5.1 EDI	652
第14章 系统综述	614	14.5.2 ODA	652
14.1 目录服务	614	习题	653
14.1.1 域名系统	616	附录A 正向差错控制	657
14.1.2 X.500目录	620	附录B 传输控制电路	664
14.2 OSI环境实例	627	附录C 标准化组织简介	669
14.3 层间交互	629	术语表	670
14.3.1 TCP/IP	629	参考文献	679
14.3.2 OSI	632	缩略语	685
14.4 协议实现方法	642	索引	695
14.4.1 层间通信	645		



第一部分 数据通信

数据通信和早期的计算技术几乎是一起发展起来的。然而，虽然我们对与计算机相关的基本术语和设备，诸如二进制位和字节，门和干线，BASIC和Pascal等等已经有所了解；但是，对于与数据通信相关的基本技术和术语可能并不了解。因此在描述不同类型的计算机网络之前，本书的第一部分概述了作为计算机网络所有形式基础的数据通信的基本概念和术语，讨论了数字传输的基本理论和在两台计算机之间实现可靠数据传输所采取的技术。物理上分离的两台计算机之间的距离可以从几十米，如一个办公室或实验室中的两台计算机，到上百公里，如通过电话网传输通路连接的两台计算机。

第1章阐述了由技术的发展导致的分布式计算系统的演化历史；并能够识别分布式计算系统中应用的数据通信网络，然后阐述了每类网络的应用领域和已经定义并在网络中应用的标准。该章奠定了全书的基础。

第2章论述了各类物理传输介质的电气特性以及确定其用途的规则和理论，并且，该章描述了为数据编码和设备与不同类型的介质进行交互而定义的各种国际标准。

众所周知，在两个设备之间的数据传输是按块进行的按位串行传输，这些块包含不同数目的二进制位。第3章首先讨论接收方如何确定传输过来的块从何处开始，又在何处结束；以及在传输过程中发生差错（位受损）时的各种处理技术。该章也讨论数据压缩的问题和不同类型的多路转换设备。

第4章给出已经采用的各种技术。首先，总结了为解决传输差错的影响而做的工作；其次，讨论如何控制通过数据链路的数据流速率。这两种功能是数据链路层相关联的协议的组成部分。这一章也阐述了协议是如何说明的，以及用程序代码实现协议的方法。

第5章是在第4章介绍的一般原理的基础上，阐述标准的数据链路层协议，这些数据链路协议已经广泛地使用，对基于分布式计算机系统的部门之间的数据交换进行控制。

⊖ 本书边栏号码为该书原书页码，与书末索引中的页码相呼应。