

# 局域网与城域网

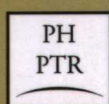
(第六版)

Local & Metropolitan Area Networks  
Sixth Edition

[美] William Stallings 著

毛迪林 张琦 楚春波 译

高传善 审校



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry  
URL: <http://www.phei.com.cn>

国外计算机科学教材系列

# 局域网与城域网

(第六版)

Local & Metropolitan Area Networks  
Sixth Edition

[美] William Stallings 著

毛迪林 张 琦 楚春波 译

高传善 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

全新改版的《局域网与城域网（第六版）》对局域网/城域网技术作了全面的探讨，既强调了基础原理，也注重在设计局域网/城域网时性能的重要性。本书还涉及了各种高速和无线局域网、与 QoS 相关的技术以及网络之间的互联和广域网。

本书包括四个部分。第一部分提供必要的技术背景，内容包括对数据通信和网络中的一些论题的简要回顾以及对协议与 TCP/IP 协议栈的介绍。第二部分讨论局域网的一般性问题，内容包括局域网实现过程中常用的拓扑结构和传输介质、局域网协议体系结构以及 LLC 的详细内容。第三部分是本书的重点，主要介绍五种相关类型的局域网，内容包括以太网、令牌环网、光纤信道（Fiber Channel）局域网与无线局域网以及异步传输模式（ATM）局域网。第四部分讨论有关局域网设计的一些问题，包括用网桥进行局域网互联、网际互联、网络管理及性能考虑等问题。本书适用于高等院校的师生和专业技术人员。

Authorized translation from the English language edition published by Prentice-Hall, Inc. Copyright © 2000.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Simplified Chinese language edition published by Publishing House of Electronics Industry. Copyright © 2001.

本书中文简体专有翻译出版权由 Pearson 教育集团所属的 Prentice-Hall, Inc 授予电子工业出版社。其原文版权及中文翻译出版权受法律保护。未经许可，不得以任何形式或手段复制或抄袭本书内容。

### 图书在版编目(CIP)数据

局域网与城域网（第六版） / （美）斯大林斯著；毛迪林等译. —北京：电子工业出版社，2001.4  
（国外计算机科学教材系列）

书名原文：Local & Metropolitan Area Networks, Sixth Edition

ISBN 7-5053-6592-4

I.局... II.①斯...②毛... III.局部网络-教材 IV.TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 16715 号

丛 书 名：国外计算机科学教材系列

书 名：局域网与城域网（第六版）

原 书 名：Local & Metropolitan Area Networks, Sixth Edition

著 者：[美] William Stallings

译 者：毛迪林 张 琦 楚春波

审 校 者：高传善

责任编辑：周宏敏

排版制作：今日电子公司制作部

印 刷 者：北京天竺颖华印刷厂

出版发行：电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036 电话：68279077

经 销：各地新华书店

开 本：787 × 1092 1/16 印张：22.5 字数：560 千字

版 次：2001 年 4 月第 1 版 2001 年 4 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-5053-6592-4

TP · 3654

定 价：38.00 元

版权贸易合同登记号 图字：01-2000-3475

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请向购买书店调换；若书店售缺，请与本社发行部联系调换。

## 出版说明

随着 21 世纪的到来, 计算机技术的发展更加迅猛, 在各行各业的应用更加广泛, 越来越多的高等院校增设了有关计算机科学的课程内容, 或对现有计算机课程设置进行了适当调整, 以紧跟前沿技术。在这个教学体系和学科结构变革的大环境下, 对适合不同院系、不同专业、不同层次的教材的需求量与日俱增。此时, 如果能够借鉴、学习国外一流大学的先进教学体系, 引进具有先进性、实用性和权威性的国外一流大学计算机教材, 汲取其精华, 必能更好地促进中国高等院校教学的全面改革。

美国 Prentice Hall 出版公司是享誉世界的高校教材出版商, 自 1913 年成立以来, 一直致力于教材的出版, 所出版的计算机教材为美国众多大学采用, 其中有不少是专业领域中的经典名著, 已翻译成多种文字在世界各地的大学中使用, 成为全人类的共同财富。许多蜚声世界的教授、学者都是该公司的资深作者, 如道格拉斯·科默 (Douglas E. Comer)、威廉·斯大林 (William Stallings) 等。早在 1997 年, 电子工业出版社就从 Prentice Hall 引进了一套计算机英文版专业教材, 并将其翻译出版, 同时定名为《国外计算机科学教材系列》(下称: 第一轮教材)。截至 2000 年 12 月, 该系列教材已出版 23 种, 深受读者欢迎, 被许多大学选为高年级学生和研究生教材或参考书。

4 年过去了, 已出版的教材中多数已经有了后续版本。因此, 我们开始设计新一轮教材 (第二轮教材) 的出版, 成立了由我国计算机界著名专家和教授组成的“教材出版委员会”, 并结合第一轮教材的使用情况和师生反馈意见, 组织了第二轮《国外计算机科学教材系列》出版工作。

第二轮教材的出版原则为:

1. 引进 Prentice Hall 出版公司 2000 年和 2001 年推出的新版教材, 作为替换版本。
2. 在著名高校教授的建议下, 除了从 Prentice Hall 新选了一些教材之外, 还从 McGraw-Hill 和 Addison Wesley Longman 等著名专业教材出版社、麻省理工学院出版社和剑桥大学出版社等著名大学出版社引进了一些经典教材, 作为增补版本。
3. 对于第一轮中无新版本的优秀教材, 我们将其作为延用版本, 直接进入第二轮使用。
4. 对于第一轮中翻译质量较好且无新版本的教材, 我们将其进行了修订, 也作为延用版本, 进入第二轮使用。

这次推出的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。

按照计划, 本轮教材规划出版 37 种, 其中替换版本 8 种, 新增版本 14 种, 延用版本 15 种。教材内容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。本轮教材计划于 2001 年 7 月前全部出版。教材的使用年限平均为 3 年。我们还将陆续推出一些教材的参考课件, 希望能为授课老师提供帮助。

为了保证本轮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轮教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师和博士,也有积累了几十年教学经验的教授和博士生导师。

在本轮教材的选题、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:

1. 对于新选题和新版本进行了全面论证。
2. 对于延用版本,认真审查了前一版本教材,修改了其中的印刷错误。
3. 对于译者和编辑的选择,达到了专业对口。
4. 对于从英文原书中发现的错误,我们通过与作者联络、从网上下载勘误表等方式,一一做了修改。
5. 对于翻译、审校、编辑、排版、印刷质量进行了严格的审查把关。

通过这些工作,保证了本轮教材的质量较前一轮有明显的提高。相信读者一定能够从字里行间体会到我们的这些努力。

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。

由于我们对国际计算机科学、我国高校计算机教育的发展存在认识上的不足,在选题、翻译、出版等方面的工作中还有许多有待提高之处,恳请广大师生和读者提出批评和建议。

电子工业出版社  
2001年春

## 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 | 中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长<br>上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授     |
|     | 邹 鹏 | 国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师<br>教育部计算机基础教学课程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

本书译自 William Stallings 所著《Local & Metropolitan Area Networks, Sixth Edition》(Prentice-Hall, Inc, 2000)。该书第一版出版于 1984 年, 原名为《Local Networks》, 后来在 1987 年、1990 年、1993 年和 1997 年又分别出版了第二版、第三版、第四版和第五版, 第四版已经改用现在的书名。本书译自新出的第六版。从以上情况可见: 这本书讲述的基本内容受到广泛欢迎, 从而可以历经十几年并不断再版; 其次, 计算机网络技术的变化和发展非常迅速, 从而每隔三四年就要更新版本。第六版较第五版又做了较大的改动, 主要体现在, 在本版中涉及了各种高速和无线局域网、与 QoS 相关的技术以及网络之间的互联和广域网。本书的特点包括: 对主流局域网和城域网技术的完整讨论; 对高速局域网的详细介绍: 千兆位以太网、百兆令牌环网、光纤信道以及 ATM 局域网; 对下列标准的完整讨论: IEEE 802、ANSI 标准、ATM 论坛和光通道协会的标准、TCP/IP 以及结构化布线系统和电缆类型等。

作者 William Stallings 在美国麻省理工学院 (MIT) 获得计算机科学博士学位, 目前是该领域中著名的多产作者之一。他仅在计算机网络和计算机体系结构方面就出版了 15 本书, 而且大多数书籍一版再版, 若按不同的版本计算可高达三十余本, 其中较为著名的还有《Data and Computer Communication》(第六版), 《Computer Organization and Architecture》(第五版)。他的著作之所以受到普遍欢迎, 除了得益于作者知识渊博、取材丰富外, 其行文流畅、条理清晰也是重要原因。

本书深入浅出地介绍了局域网和城域网的技术和体系结构, 包括拓扑结构、传输介质、介质访问控制、网络互联和网络管理等内容, 各章后面都附有习题和推荐的阅读文献。本书既可作为大专院校的教材和教学辅助资料, 亦可供从事计算机网络设计或应用的人员作为参考书或作为进修与培训之用。

本书由复旦大学高传善负责主持翻译并审校了全书。毛迪林、张琦和楚春波等三人分别翻译了书中第 1 章~第 6 章、第 7 章~第 11 章和第 12 章~第 15 章。由于时间和水平所限, 错误在所难免, 欢迎读者批评指正。

译者

复旦大学计算机系

# 前言

## 目标

本书主要讨论局域网与城域网领域的技术，内容既有广度和深度，而且也考虑了时效性。本书着重介绍与这些网络技术和体系结构有关的重要论题，对某些相关的关键问题（如性能、网络重建和网络管理等）做了较为详尽的描述。

书中讨论的关键论题有下述几个方面：

- **技术与体系结构：**可以用来区分和描述局域网和城域网的特性，包括传输介质、拓扑结构、通信协议和交换技术。
- **网络类型：**本书覆盖了重要的网络类型，包括在 IEEE 802 标准中定义的网络类型，还有 FDDI、光纤信道、ATM 局域网和无线局域网等。
- **设计方法：**本书讨论了各种可替代的设计选择，并比较了它们各自的优缺点。

## 内容安排

本书共分为四个部分：

- **第一部分——背景：**本部分包括概述以及对本书其余部分的简介，涉及了一些数据通信中的基本论题以及 TCP/IP。
- **第二部分——LAN/WAN 体系结构：**该部分讨论了所有 LAN（Local Area Network，局域网）和 MAN（Metropolitan Area Network，城域网）系统共有的技术内容，介绍了各种拓扑和传输介质，包括对电缆类型及布线的考虑。该部分还讨论了通信协议体系结构，LAN/MAN 协议也在其中定义。最后，该部分描述了与上层协议的公共接口，即逻辑链路控制（LLC, Logical Link Control）。
- **第三部分——LAN/MAN 系统：**介绍了 LAN 和 MAN 的主要类型，包括以太网、令牌环网、光纤信道、无线 LAN 和 ATM LAN。
- **第四部分——设计问题：**这部分介绍网络互联中网桥与路由器的用法，也讨论了网络管理与 SNMP 的使用。最后，第四部分探讨了与各种 LAN/MAN 性能有关的问题。

本书包括一个词汇表和一个参考文献列表。大多数章中包含有习题和进一步阅读的建议。

本书既重视技术也重视标准，并且提供了解特定 LAN 和 MAN 标准的综合指南，如 IEEE 802 和 FDDI 以及由 ATM 论坛（ATM Forum）和光纤信道协会（Fibre Channel Association）发布的规范。之所以如此强调标准，是因为这些标准反映了在产品选择以及在该领域中确定未来研究方向时的重要性。

## 面向教师和学生的 Internet 服务

本书在 Internet 上有一个相应的网页，可以为教师和学生提供支持。这个网页包括到相关站点的链接、本书插图的 PDF 格式的文件以及加入本书 Internet 电子邮件列表的注册信息。该网页的网址是 [WilliamStallings.com/LAN6e.html](http://WilliamStallings.com/LAN6e.html)，该网页已建立了一个 Internet 电子邮件列表，以便使用这本

书的教师能够在彼此之间或者与笔者之间交换信息、建议与问题。一旦发现错误,本书的勘误表也可以在 WilliamStallings.com 找到。

## 第六版中的新内容

在本书第五版出版以来的四年中,该领域中的革新与改进从未间断。在第六版中,笔者试图在涵盖整个技术领域的同时跟上这些新的变化。在开始修订本书时,许多讲授该课程的教授及本领域的专家仔细审阅了本书的第五版,因此使本书的叙述更清晰、更紧凑,此外,还加入了一些新的经过业界测试的问题。

除了在教学方法和用户友好性方面的改进外,第六版最显著的改变是对于高速网络的强调。以下几个趋势导致了 LAN/MAN 领域中高速技术的发展:计算机速度与容量的持续增长;更加强调图像与视频应用的发展;由于客户-服务器计算方式所产生的数据量的增长。这些趋势导致近几年来推出了一系列能够在局域网范围内高速传输大量数据的方案。这些方案既互补又相互竞争,所以外界很难评价它们各自的优点和应用范围。第六版将涉及这些不同的高速局域网方案,讨论如何将它们网络互联以及如何将它们与广域网相连。

下面给出了一些值得注意的改变:

- 加入了关于 TCP/IP 背景的一章,将分散在第五版中的相关资料收集在一起,并加入了 Ipv6 的内容。这些材料对理解局域网的设计是非常重要的。
- 第 7 章现在包含了千兆位以太网的内容。
- 第 8 章包括了百兆令牌环网和千兆令牌环网的内容。
- 第 10 章包含了越来越重要的无线局域网。这些材料已经经过更新,以便反映无线局域网标准 (802.11) 的进展。
- 第 12 章包含了局域网流量类型 (traffic classes) 中的一些基本论题的讨论,并且介绍了 802.1D 流量类型与第三层服务质量 (QoS) 的关系。
- 第 14 章描述了 SNMP 的一些更新信息,包括新的 SNMPv3 标准。

## 导读

第 1 章介绍了局域网 (LAN) 和城域网 (MAN),并且将两者放到一起考虑,同时还将它们与广域网 (WAN) 和 Internet 联系在一起。本章探讨了典型的 LAN 和 MAN 的应用,讨论了两者的整体架构。

本书的第一部分为其他章节的论题提供了必要的技术背景。第 2 章对数据通信和通信网络中的一些论题做了简要回顾。第 3 章讨论了协议及 TCP/IP 协议栈。读者如果已经具备数据通信的预备知识,则可以略过本章。

第二部分论述了有关局域网 (LAN) 的一些总体论题。

为简单起见,在本书中,LAN 通常既指 LAN,也指 MAN。如果需要加以区分,文中会加以指出。

第 4 章介绍了在局域网的实现中常用的一些拓扑结构和传输介质。第 5 章讨论了局域网的总体协议体系结构,包括物理层、介质访问控制层 (MAC) 以及逻辑链路层 (LLC)。本章也对 IEEE 802 标准的重要性做了概述。第 6 章介绍 LLC 的细节问题。

对于局域网设计,已经定义了许多不同的方法,并且/或者已经在基于公共标准或厂商自己的标准的基础上实现。它们中的很多方法已经过时,仅仅具有理论上的意义。第 3 章主要讨论五种相

关类型的局域网，其内容是从当前市场上的接受程度以及未来发展的角度来讲的。迄今为止，最重要的局域网种类是以太网族，其包括了不同的物理配置和从10Mb/s到1Gb/s的数据速率。我鼓励读者阅读第7章，该章深入讨论了这种类型的局域网。第三部分的其他章节讨论了相对来讲次要一些的局域网，读者可以略过或者将有限的时间放到感兴趣的章节中去。第8章探讨了各种令牌环网。虽然令牌环网从来没有像以太网那样普及，但是它仍然是重要的局域网，原因有二：首先，直到最近，它还是IBM惟一支持的局域网产品，这种支持使得令牌环网被大量安装。第二，基于光纤分布式数据接口（FDDI）的令牌环网至今仍被认为是建立高速局域网和MAN的最好方法。虽然FDDI的普遍性正在快速下降，但仍然有大量的基站被保留。

一种越来越重要的局域网是光纤信道（Fiber Channel），这将在第9章讨论。光纤信道提供在小范围内的非常高速的连接，是SAN（Storage Area Networks）的局域网实现。另外一种越来越重要的局域网是无线局域网，本书将在第10章中讨论。无线局域网无需安装线缆，而且具有可移动的便利性。最后，第11章讨论了异步传输模式（ATM）局域网。虽然ATM并没有像预期的那样完美，但它却是高速以太网最节省成本的解决方案，并且提供了与广域ATM网络的无缝集成。它们占领了一个很重要的位置，并使用了一种越来越重要的技术。

第四部分涉及的是有关局域网设计的一些问题。其中包括用网桥进行局域网的互联、网络互联的一些问题、网络管理及性能问题。读者可以专注于某个感兴趣的论题。

本书的附录用来将技术细节的讨论与文章的主线分隔开。如果读者对某个论题的技术细节不感兴趣，可阅读各章的主要内容；如果有必要，可参考附录。

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第1章 引言 .....           | 1  |
| 1.1 对局域网的需求 .....      | 1  |
| 1.2 局域网、城域网和广域网 .....  | 2  |
| 1.2.1 广域网 .....        | 2  |
| 1.2.2 局域网 .....        | 3  |
| 1.2.3 高速局域网 .....      | 4  |
| 1.2.4 城域网 .....        | 4  |
| 1.3 局域网和城域网的应用 .....   | 5  |
| 1.3.1 个人计算机局域网 .....   | 5  |
| 1.3.2 后端网络和存储区域网 ..... | 6  |
| 1.3.3 高速办公室网络 .....    | 8  |
| 1.3.4 主干局域网 .....      | 8  |
| 1.3.5 厂域网 .....        | 9  |
| 1.4 局域网结构 .....        | 9  |
| 1.4.1 信息分布 .....       | 9  |
| 1.4.2 分层局域网 .....      | 10 |
| 1.4.3 发展趋势 .....       | 10 |
| 1.5 局域网、广域网和因特网 .....  | 11 |
| 1.6 参考文献 .....         | 13 |
| 1.7 习题 .....           | 13 |
| 附录 1A 因特网资源 .....      | 13 |
| 第一部分 技术背景 .....        | 15 |
| 第2章 关于数据通信 .....       | 16 |
| 2.1 数据通信的概念 .....      | 16 |
| 2.1.1 模拟和数字数据通信 .....  | 16 |
| 2.1.2 数据编码技术 .....     | 18 |
| 2.1.3 多路复用 .....       | 23 |
| 2.2 传输介质 .....         | 25 |
| 2.2.1 双绞线 .....        | 25 |
| 2.2.2 同轴电缆 .....       | 28 |
| 2.2.3 光纤 .....         | 29 |
| 2.2.4 无线介质 .....       | 30 |
| 2.3 数据通信网络 .....       | 31 |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 2.3.1 电路交换 .....                  | 32        |
| 2.3.2 包交换 .....                   | 33        |
| 2.3.3 多速率电路交换 .....               | 36        |
| 2.3.4 帧中继 .....                   | 36        |
| 2.3.5 信元中继 .....                  | 37        |
| 2.4 参考文献及 Web 网站 .....            | 37        |
| 2.5 习题 .....                      | 37        |
| 附录 2A 分贝和信号强度 .....               | 39        |
| <b>第 3 章 协议与 TCP/IP 协议组 .....</b> | <b>41</b> |
| 3.1 对网络体系结构的需求 .....              | 41        |
| 3.2 TCP/IP 协议体系结构 .....           | 41        |
| 3.2.1 TCP/IP 层 .....              | 42        |
| 3.2.2 TCP/IP 的运作 .....            | 42        |
| 3.2.3 TCP/IP 应用 .....             | 44        |
| 3.3 OSI 模型 .....                  | 45        |
| 3.4 网络互联 .....                    | 47        |
| 3.4.1 路由器 .....                   | 47        |
| 3.4.2 网络互联的例子 .....               | 48        |
| 3.5 参考文献 .....                    | 51        |
| 3.6 习题 .....                      | 52        |
| 附录 3A 网际协议 .....                  | 53        |
| 附录 3B 传输控制协议 .....                | 54        |
| 附录 3C 用户数据报协议 .....               | 57        |
| <b>第二部分 LAN/MAN 体系结构 .....</b>    | <b>59</b> |
| <b>第 4 章 拓扑和传输介质 .....</b>        | <b>60</b> |
| 4.1 拓扑概述 .....                    | 60        |
| 4.1.1 总线 / 树型拓扑结构 .....           | 61        |
| 4.1.2 环型拓扑 .....                  | 62        |
| 4.1.3 星型拓扑 .....                  | 63        |
| 4.1.4 拓扑结构的选择 .....               | 63        |
| 4.1.5 传输介质的选择 .....               | 63        |
| 4.1.6 介质与拓扑结构的关系 .....            | 64        |
| 4.2 总线 / 树型拓扑 .....               | 65        |
| 4.2.1 总线 / 树型拓扑的特性 .....          | 65        |
| 4.2.2 基带同轴电缆 .....                | 65        |
| 4.2.3 宽带同轴电缆 .....                | 67        |
| 4.2.4 双配置和分配置 .....               | 68        |
| 4.3 环型拓扑 .....                    | 68        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 4.3.1 描述 .....            | 68         |
| 4.3.2 环的优点 .....          | 70         |
| 4.3.3 环的潜在问题 .....        | 70         |
| 4.3.4 时延抖动 .....          | 71         |
| 4.3.5 星-环结构 .....         | 72         |
| 4.4 星型拓扑 .....            | 75         |
| 4.4.1 双绞线和光纤星型局域网 .....   | 75         |
| 4.4.2 集线器和交换机 .....       | 77         |
| 4.5 结构化布线系统 .....         | 79         |
| 4.6 参考文献 .....            | 81         |
| 4.7 习题 .....              | 82         |
| 附录 4A 特性阻抗 .....          | 84         |
| <b>第 5 章 协议体系结构 .....</b> | <b>86</b>  |
| 5.1 协议参考模型 .....          | 86         |
| 5.2 逻辑链路控制 .....          | 87         |
| 5.2.1 原理 .....            | 87         |
| 5.2.2 编址 .....            | 88         |
| 5.3 介质访问控制 .....          | 91         |
| 5.3.1 介质访问控制技术 .....      | 91         |
| 5.3.2 MAC 帧格式 .....       | 92         |
| 5.4 网桥与路由器 .....          | 93         |
| 5.4.1 网桥 .....            | 93         |
| 5.4.2 路由器 .....           | 95         |
| 5.4.3 网络设备 .....          | 97         |
| 5.5 参考文献和推荐网站 .....       | 98         |
| 附录 5A IEEE 802 标准 .....   | 98         |
| 5.A.1 局域网实现模型 .....       | 99         |
| 5.A.2 IEEE 802 的组成 .....  | 99         |
| 附录 5B 循环校验码 .....         | 100        |
| <b>第 6 章 逻辑链路控制 .....</b> | <b>102</b> |
| 6.1 LLC 服务 .....          | 102        |
| 6.1.1 无确认无连接式服务 .....     | 102        |
| 6.1.2 连接式服务 .....         | 103        |
| 6.1.3 有确认无连接式服务 .....     | 105        |
| 6.2 LLC 协议 .....          | 105        |
| 6.2.1 LLC 类型与类 .....      | 106        |
| 6.2.2 LLC 协议数据单元 .....    | 106        |
| 6.2.3 1 类操作 .....         | 107        |
| 6.2.4 2 类操作 .....         | 108        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 6.2.5 3类操作 .....               | 110        |
| 6.3 习题 .....                   | 111        |
| 附录 6A 服务原语及其参数 .....           | 111        |
| 附录 6B 流量控制 .....               | 112        |
| 附录 6C 差错控制 .....               | 116        |
| <b>第三部分 LAN/MAN 系统 .....</b>   | <b>121</b> |
| <b>第 7 章 以太网 .....</b>         | <b>123</b> |
| 7.1 CSMA/CD .....              | 123        |
| 7.1.1 先驱 .....                 | 123        |
| 7.1.2 CSMA/CD .....            | 125        |
| 7.1.3 MAC 帧 .....              | 128        |
| 7.1.4 MAC 兼容性问题 .....          | 129        |
| 7.2 10Mb/s 以太网 .....           | 129        |
| 7.2.1 介质访问单元 .....             | 130        |
| 7.2.2 10BASE5 介质规范 .....       | 131        |
| 7.2.3 10BASE2 介质规范 .....       | 131        |
| 7.2.4 10BASE-T 介质规范 .....      | 131        |
| 7.2.5 10BASE-F 介质规范 .....      | 132        |
| 7.3 100Mb/s 以太网 .....          | 133        |
| 7.3.1 100BASE-X .....          | 134        |
| 7.3.2 100BASE-T4 .....         | 134        |
| 7.3.3 配置和操作 .....              | 134        |
| 7.3.4 自动协商 .....               | 137        |
| 7.4 千兆位以太网 .....               | 138        |
| 7.4.1 协议体系 .....               | 139        |
| 7.4.2 介质访问层 .....              | 140        |
| 7.4.3 物理层 .....                | 141        |
| 7.5 参考文献和 Web 网站 .....         | 141        |
| 7.6 习题 .....                   | 142        |
| 附录 7A 100BASE-T 的数字信号编码 .....  | 143        |
| 7.A.1 4B/5B-NRZI .....         | 143        |
| 7.A.2 MLT-3 .....              | 145        |
| 7.A.3 8B6T .....               | 146        |
| 附录 7B 千兆位以太网的数字信号编码 .....      | 147        |
| 7.B.1 8B/10B .....             | 147        |
| 7.B.2 4D-PAM5 .....            | 148        |
| 附录 7C 扰频 .....                 | 149        |
| <b>第 8 章 令牌环网和城域网 .....</b>    | <b>151</b> |
| 8.1 IEEE 802.5 令牌环介质访问控制 ..... | 151        |

---

|               |                      |            |
|---------------|----------------------|------------|
| 8.1.1         | 介质访问控制协议 .....       | 151        |
| 8.1.2         | MAC 帧 .....          | 152        |
| 8.1.3         | 令牌环网优先级 .....        | 154        |
| 8.1.4         | 令牌维护 .....           | 157        |
| 8.1.5         | 早释令牌 .....           | 157        |
| 8.1.6         | 专用令牌环 .....          | 157        |
| 8.2           | IEEE 802.5 物理层 ..... | 158        |
| 8.3           | 光纤分布式数据接口 .....      | 159        |
| 8.3.1         | MAC 帧 .....          | 160        |
| 8.3.2         | MAC 协议 .....         | 161        |
| 8.3.3         | 容量分配 .....           | 163        |
| 8.3.4         | FDDI 物理层规范 .....     | 166        |
| 8.4           | 参考文献和 Web 网站 .....   | 166        |
| 8.5           | 习题 .....             | 167        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>光纤信道 .....</b>    | <b>168</b> |
| 9.1           | 光纤信道结构 .....         | 169        |
| 9.1.1         | 光纤信道元素 .....         | 170        |
| 9.1.2         | 光纤信道协议结构 .....       | 171        |
| 9.2           | 物理介质和拓扑 .....        | 173        |
| 9.2.1         | 传输介质 .....           | 173        |
| 9.2.2         | 拓扑结构 .....           | 174        |
| 9.3           | 帧协议 .....            | 176        |
| 9.3.1         | 服务类型 .....           | 176        |
| 9.3.2         | 帧、段和交换 .....         | 177        |
| 9.3.3         | 流量控制 .....           | 180        |
| 9.3.4         | 帧格式 .....            | 182        |
| 9.4           | 参考文献和 Web 网站 .....   | 185        |
| 9.5           | 习题 .....             | 186        |
| <b>第 10 章</b> | <b>无线局域网 .....</b>   | <b>187</b> |
| 10.1          | 概况 .....             | 187        |
| 10.1.1        | 无线局域网的应用 .....       | 187        |
| 10.1.2        | 无线网要求 .....          | 189        |
| 10.1.3        | 无线局域网技术 .....        | 191        |
| 10.2          | 红外线局域网 .....         | 191        |
| 10.2.1        | 红外线局域网的优缺点 .....     | 192        |
| 10.2.2        | 传输技术 .....           | 192        |
| 10.3          | 扩展频谱局域网 .....        | 194        |
| 10.3.1        | 扩展频谱通信 .....         | 194        |
| 10.3.2        | 扩展频谱局域网的设计 .....     | 197        |

|               |                      |            |
|---------------|----------------------|------------|
| 10.4          | 窄带微波局域网 .....        | 199        |
| 10.4.1        | 申请执照的窄带 RF .....     | 199        |
| 10.4.2        | 免申请执照的窄带 RF .....    | 199        |
| 10.5          | 无线局域网标准 .....        | 200        |
| 10.5.1        | IEEE 802.11 服务 ..... | 200        |
| 10.5.2        | 物理介质规范 .....         | 201        |
| 10.5.3        | 介质访问控制 .....         | 201        |
| 10.6          | 参考文献和 Web 网站 .....   | 205        |
| 10.7          | 习题 .....             | 206        |
| <b>第 11 章</b> | <b>ATM 局域网 .....</b> | <b>207</b> |
| 11.1          | ATM 局域网的结构 .....     | 207        |
| 11.2          | ATM 局域网仿真 .....      | 210        |
| 11.2.1        | 协议结构 .....           | 211        |
| 11.2.2        | 仿真局域网 .....          | 213        |
| 11.2.3        | 局域网仿真客户机和服务器 .....   | 213        |
| 11.2.4        | 局域网仿真方案 .....        | 215        |
| 11.2.5        | 局域网仿真帧的格式 .....      | 216        |
| 11.3          | 参考文献和 Web 网站 .....   | 218        |
| 11.4          | 习题 .....             | 219        |
| 附录 11A        | 异步传输模式 .....         | 220        |
| 11.A.1        | ATM 协议结构 .....       | 220        |
| 11.A.2        | ATM 逻辑连接 .....       | 221        |
| 11.A.3        | ATM 信元 .....         | 224        |
| 附录 11B        | ATM 适配层 .....        | 227        |
| 11.B.1        | ATM 服务类 .....        | 227        |
| <b>第四部分</b>   | <b>设计问题 .....</b>    | <b>235</b> |
| <b>第 12 章</b> | <b>网桥 .....</b>      | <b>236</b> |
| 12.1          | 网桥的操作 .....          | 236        |
| 12.1.1        | 网桥的功能 .....          | 236        |
| 12.1.2        | 网桥协议结构 .....         | 236        |
| 12.2          | 网桥的路由 .....          | 238        |
| 12.3          | 生成树路由 .....          | 240        |
| 12.3.1        | 基本操作 .....           | 241        |
| 12.3.2        | 帧转发 .....            | 244        |
| 12.3.3        | 地址学习 .....           | 246        |
| 12.3.4        | 生成树算法 .....          | 246        |
| 12.3.5        | 网桥协议数据单元 .....       | 251        |
| 12.4          | 源路由 .....            | 253        |

|        |                     |     |
|--------|---------------------|-----|
| 12.4.1 | 基本操作 .....          | 253 |
| 12.4.2 | 路由指令和地址模式 .....     | 254 |
| 12.4.3 | 路由发现和选择 .....       | 255 |
| 12.4.4 | 帧格式 .....           | 256 |
| 12.4.5 | 生成树和源路由的比较 .....    | 257 |
| 12.4.6 | 源路由透明 .....         | 258 |
| 12.5   | 负荷类别和服务质量 .....     | 259 |
| 12.5.1 | 负荷类别的使用 .....       | 260 |
| 12.5.2 | 用户优先级和负荷类别的映射 ..... | 261 |
| 12.5.3 | 互联网负荷的服务质量 .....    | 263 |
| 12.6   | 参考文献 .....          | 263 |
| 12.7   | 习题 .....            | 264 |
| 第 13 章 | 网络互联和路由器 .....      | 265 |
| 13.1   | 网络互联 .....          | 265 |
| 13.1.1 | 协议结构 .....          | 265 |
| 13.1.2 | 设计问题 .....          | 267 |
| 13.2   | 路由 .....            | 270 |
| 13.2.1 | 自治系统 .....          | 271 |
| 13.2.2 | 边界网关协议 .....        | 272 |
| 13.2.3 | 开放最短路径优先协议 .....    | 276 |
| 13.3   | 参考文献 .....          | 281 |
| 13.4   | 习题 .....            | 281 |
| 第 14 章 | 网络管理 .....          | 283 |
| 14.1   | 网络管理需求 .....        | 283 |
| 14.1.1 | 故障管理 .....          | 284 |
| 14.1.2 | 记账管理 .....          | 284 |
| 14.1.3 | 配置和名字管理 .....       | 285 |
| 14.1.4 | 性能管理 .....          | 285 |
| 14.1.5 | 安全管理 .....          | 286 |
| 14.2   | 网络管理系统 .....        | 286 |
| 14.3   | 简单网络管理协议 .....      | 288 |
| 14.3.1 | 基本概念 .....          | 288 |
| 14.3.2 | 协议规范 .....          | 291 |
| 14.3.3 | SNMPv2 .....        | 293 |
| 14.3.4 | SNMPv3 .....        | 296 |
| 14.4   | 局域网的管理 .....        | 297 |
| 14.4.1 | 局域网管理的重要性 .....     | 297 |
| 14.4.2 | 局域网网络控制中心 .....     | 298 |
| 14.5   | 参考文献和 Web 站点 .....  | 300 |