

世界著名计算机教材精选

PEARSON  
Prentice  
Hall

# 无线通信 与网络

(第2版)

William Stallings 著  
何军 等 译



# WIRELESS COMMUNICATIONS AND NETWORKS

(Second Edition)

清华大学出版社



世界著名计算机教材精选

# 无线通信与网络

(第2版)

[美] William Stallings 著

何军等译

清华大学出版社

北京

Simplified Chinese edition copyright ©2005 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English language title: Wireless Communications and Networks, 2E by William Stallings, Copyright © 2005

All Rights Reserved.

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

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

本书中文简体翻译版由 Pearson Education (培生教育出版集团) 授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图字 01-2005-3428 号

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

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。

#### 图书在版编目(CIP)数据

无线通信与网络 / (美) 斯托林斯 (Stallings, W.) 著; 何军等译. —2 版. —北京: 清华大学出版社, 2005.10

(世界著名计算机教材精选)

书名原文: Wireless Communications and Networks

ISBN 7-302-11768-3

I. 无… II. ①斯… ②何… III. 无线电通信-通信网 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 102337 号

出版者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦  
http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084  
社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 龙敬铭

印刷者: 北京市清华园胶印厂

装订者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 260 印 张: 30 字 数: 735 千 字

版 次: 2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11768-3/TP · 7656

印 数: 1 ~ 3000

定 价: 53.00 元

# 译者的话

无线通信已成为全球通信和 IT 界共同关注的热门技术。如果说数字通信和互联网是信息技术的革命性演进，那么人们现在会真真切切地为无线通信与互联网的融合，直至未来宽带传输多媒体信息的巨变所震撼。近几年中，包括 UWB、蓝牙、WLAN、WiMAX、Mobile-Fi、ZigBee 等各种无线新技术的出现，随时、随地、随心所欲地连接到 Internet，让网络无处不在的梦想几乎触手可及。在企业、家庭内部，无线应用将彻底改变人们日常工作、生活的方式。

随着 802.11 标准的发展，无线局域网技术也已日臻成熟，而且其传输速率、通信距离也在不断增加，能够满足诸多场合的应用需求。除了组网以外，无线网络在下一步的发展中还可以结合自身的技术特点，开发出各种增值性应用，例如语音、视频应用等。这种技术已经具有足够的可靠性和速度，可以提供可靠的移动企业计算服务。

截至 2005 年 3 月底，仅在我国的上网人数已达到 9880 万，以移动通信为代表的无线通信业务增长迅速，达到 3.35 亿用户。“无线技术成为下一代网络通信技术的最大推动力”这一观点已在业界达成了共识。近十几年来，第二代移动系统得到了迅猛发展，同时也推动了第三代移动通信技术的发展和运用。第三代移动通信系统主要解决系统应用中的便易性、多媒体业务、个性化、综合服务等问题，使用户能够在任何地点、任何时间使用移动终端，在不同无线网络系统间实现个人通信。除具备传统的语音服务外，第三代移动通信系统应提供基于高速数据传输能力的多媒体服务业务，能够为不同职业、不同环境和消费层次的用户提供满足需求的个性化服务，方便地获取所需的信息。

2004 年，第三代移动通信应用进入活跃期，但由于采用的标准以及缺乏真正的“杀手”级应用等多方因素的制约，其发展一直坎坷。但第三代移动通信系统代表着未来的无线通信发展趋势却是毋庸置疑的。像一切技术的应用一样，第三代移动通信服务走向成熟还需要时间，以及更成熟和可靠的技术。第三代移动通信技术无论是在市场规模还是发展空间方面，都将远远超越于其他无线技术。

William Stallings 是国际上著名的计算机专家，早年获得麻省理工学院计算机博士学位。他先后出版了 17 种不同的教材，各种版本加起来多达 41 本。作者先后 7 次获得 TAA（美国计算机科学及工程教材与学术著作作者协会）的年度最佳教材奖。另外，他还连续 3 年获得了 TAA 颁发的优秀教材奖。他的多本著作已在我国翻译并出版，且被许多高校选作教材或重要的参考书。本书是作者编写的关于无线通信和网络的第一本专著。书中全面介绍了无线通信和无线网络方面的内容，覆盖了无线通信和网络中有关技术和体系结构、网络设计方法、网络类型和应用等关键的论题。

本书的内容丰富且新颖，包括基本的无线通信原理，以及各种无线网络的协议和应用。每章均配有数量一定的复习题和习题。一些较深入的内容还放在有些章或全书的附录中，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网址，以便读者可以从网上查找更多的技术资料。

概括地说,本书的最大特点是对于技术的论述非常清晰。除了保留系统性和严谨性外,还具有如下特点:

- 书中全面地介绍了蜂窝网络,包括蜂窝技术,以及第一、二、三代无线通信系统。在无线通信和网络中蜂窝技术或许是最重要的,而且也是最复杂的技术之一。作者对这一部分的内容做了精心的安排并详细介绍了相关的技术。
- 扩频是无线通信中被广泛采用的技术,本书全面地介绍了扩频的原理和技术。
- 介绍了关于天线和传播的一些基本概念,包括传输的模式、传播的效果以及衰落现象。为理解各种无线通信和网络模式中有关的设计问题,读者需要对天线和传播领域的技术有一个基本的掌握。
- 全面介绍了前向纠错技术(FEC),包括传统的编码技术和加速编码技术。FEC是所有无线通信系统中的一个基本技术,本书为读者做了易于理解的讲述。

本书自第1版出版后,无线技术领域经历了很多新的变化,作者力图在新的版本中能够反映这些变化。本书的技术内容完全做了更新,每一章都做了修订,同时增加了很多新的内容,包括最小移频键控、CDMA2000、WiMAX和IEEE 802.16a、正交频分多路复用、Wi-Fi、不规则编码、Wi-Fi保护接入、IEEE 802.15和个人区域网、栅格编码调制(TCM)等。

本书适用于高年级的本科生和研究生使用,对于从事无线通信和网络研究的工程技术人员,本书也是很好的基础性参考书。

本书由中国人民大学信息学院何军副教授负责翻译。

译者在对新版本的翻译中仍发现了书中的一些错误,这些错误已在翻译过程中改正,同时译者还对本书第1版译本中一些术语的翻译做了修正,以使这些术语的译文尽量符合我国学术及工业界的使用。限于水平,翻译不妥或错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

何 军

2005年6月于 University of Illinois at Urbana-Champaign

# 前 言

## 宗旨

无线技术已成为电信和网络界最激动人心的领域。移动电话使用的迅猛增长、各种卫星服务，以及现在的无线因特网和无线局域网正对电信和网络产生巨大的改变。本书分为以下几个部分讨论了这一领域中的关键内容。

- 技术和体系结构：汇集了用来表征和区分无线通信和网络的一些概念和知识，包括频带、信号编码技术、差错校验技术以及网络体系结构等。
- 网络类型：本书介绍了无线网络的重要类型，包括卫星、蜂窝、固定无线接入和无线局域网。
- 设计方法：本书探讨了不同的设计选择方案，并评述了它们的优点。
- 应用：在无线基础结构之上已经开发出了许多关键的技术和应用，特别是移动 IP 和无线 Web 接入。

整本书中都强调了技术和标准两个方面。为理解特定的无线标准(诸如 ITU 和 IEEE802 所发布的那些标准，以及由一些其他组织开发的标准)，本书提供了一个综合的指南。在确定可获得的产品和该领域的未来研究方向上，这种强调反映了这类标准的重要性。

## 读者对象

本书的读者范围很广，这些读者将从理解无线通信和网络以及相关技术中受益。这包括学生以及在数据处理和数据通信领域的专业人员、设计人员和实施人员、数据通信和网络客户以及经理人员。对于对这一领域感兴趣的专业人士来说，本书可作为一本基本的参考读物且适宜自学。

作为教材，本书适于用于高年级大学生或研究生的课程。本书覆盖了由 ACM 与 IEEE 共同制定的计算机课程体系 2001 中《无线和移动计算》高级课程 CS332 的内容。本书的各章和附加的内容是非常模块化的，因而可以为本课程的讲授设计提供极大的灵活性。

## 内容组织

本书论述了许多高级的课题并对所要求的一些基本知识提供了一个简要的回顾。对于在数据通信领域有很少或没有背景知识的读者来说，本书的第一篇及附录介绍了很多相关的基本内容。本书分为以下 4 篇：

- 技术背景
- 无线通信技术

- 无线网络
- 无线局域网

此外，本书包含一个庞大的词汇表、常用缩略语对照表和参考文献。每一章还设有一些练习题、建议进一步阅读的材料，以及相关的万维网站点。为便于复习，每一章还包括术语表和多个复习题。

## 向教师和学生提供的因特网服务

本书在因特网上有一个 Web 站点，为学生和教师提供服务。该站点包括了与其他相关站点的链接、用 PDF(Adobe Acrobat)格式表示的书中插图和表格的保真原本、PowerPoint 幻灯片，以及本书的因特网邮件列表(mailing list)的登记信息。这个 Web 页的地址为 <http://WilliamStallings.com/Wireless/Wireless2e.html>，1.8 节对此有更详细的说明。建立这个因特网邮件列表是为了让采用本书的教师彼此之间以及与作者之间能够交换信息、建议和问题。只要发现本书的排版错误或其他错误，就可以利用 WilliamStallings.com 下的本书的勘误表。我还维护了一个计算机科学学生资源站点，网址是 <http://WilliamStallings.com/StudentSupport.html>。

## 第 2 版中新的内容

自本书第 1 版出版后的 3 年中，这一领域经历了持续的创新和进步。在新的版本中，我设法捕获这些变化，同时保持本书对整个领域广泛且综合的覆盖。自开始本书的修订过程以来，书的第 1 版就广泛地得到讲授该内容的很多教授的评阅。因而，在很多地方，内容得到阐明和充实，且内容的说明得以改进。此外，还添加了很多新的“现场试验 (field-tested)”问题。

除了这些精细加工的地方，还改进了教学方法和对用户的友好性。为反映在这一激动人心的领域中正在发生的变化，本书的技术内容完全做了更新，每一章都做了修订。最主要的部分包括如下。

- 最小移频键控 (MSK)：MSK 是在某些移动通信系统中所采用的一种调制模式。现在包括了这部分内容。
- CDMA2000：要进行商业发布的第一个 3G（第三代）无线系统称为 CDMA2000 1xEV-DO。新版本包括了对这一重要标准的讨论。
- WiMAX 和 IEEE 802.16a：在无线本地环上所进行的工作，包括 WiMAX 规范的引入，以提供对 802.16 的互操作性规范。第 11 章包括了新的 802.16 方面的材料，还有最新的 802.16a 标准。
- 正交频分多路复用 (OFDM)：OFDM 正日益得到普及，它被用于很多局域和广域无线标准中。有关 OFDM 的内容做了更新和扩展。
- Wi-Fi 和 IEEE 802.11：对 802.11a 和 802.11b 的内容做了重大的扩展，并添加了 802.11g 的内容。
- 数据的不规则编码（扰码）：不规则编码是改进信号质量常用的一种技术。在第

14 章提供了有关数据不规则编码的概述。

- Wi-Fi 保护接入 (WPA)：WPA 替代了有线等效加密 (WEP) 作为在无线局域网中提供安全性的规范。第 14 章介绍了有关 WPA 的内容。
- IEEE 802.15 和个人区域网 (PAN)：最初的 802.15.1 标准提供了有关蓝牙的一个官方规范，这在本书的第 1 版和这一版中都做了介绍。新版本还介绍了两个新的标准：802.15.3 高速无线 PAN 标准和 802.15.4 低速无线 PAN 标准。
- 栅格编码调制 (TCM)：TCM 是为有效使用带宽有限的信道而提供的一种技术，第 15 章对此做了介绍。

此外，为反映自第 1 版出版以来已产生的在标准和技术上的发展，事实上本书自始至终对每个课题都做了更新。

## 致谢

新版本得益于诸多专家学者的审阅，他们慷慨地付出了自己的时间和专长。下列专家审阅了本书的全部或绝大部分的手稿：Dr. Albert Cheng(University of Houston-University Park), Dale W. Callahan(University of Alabama, Birmingham), Ravi Sankar(University of South Florida, Tampa), Pei Zheng(Arcadia University, Pennsylvania)和 Anne Cox(Austin Community College, Texas)。

还要感谢为本书某一章进行了详细技术审阅的多名人士，他们是：Lars Poulsen, Howard Eisenhauer, D. E. Jennings, Paul Robichaux, John Adams, Jerry Huang, Andreas Kasenides, Munira Ahmed, Hossein Izadpanah, Aaron King, Benoit d'Udekem, Marco Casole, Kevin Peterson, Dinesh Lal Pradhan 和 Cathal Mc Daid。

Steven Kilby 撰写了第 1 章并审阅了多个章节，纽约布鲁克林 Polytechnic 大学的 Richard Van Slyke 为本书编写了很多的复习题，Tom Fronckowiak 为本书制作了 PowerPoint 教学幻灯片，在此一并表示谢意。

最后，我还要感谢负责本书出版的多位人士，他们为本书做了极为出色的工作。这包括 Prentice Hall 的工作人员，特别是我的编辑 Alan Apt 和 Toni Holm，他们的助理 Patrick Lindner，以及生产经理 Rose Kernen，负责补遗的经理 Sarah Parker，还有负责复阅的 Warde 出版部的 Jake Warde，以及进行复制编辑的 Patricia M. Daly。



# 目 录

第 1 章 引言 .....	1
1.1 无线通信时代的到来 .....	1
1.2 蜂窝革命 .....	2
1.3 全球蜂窝网络 .....	3
1.4 宽带 .....	4
1.5 未来趋势 .....	4
1.6 无线技术中的问题 .....	5
1.7 本书概要 .....	6
1.8 Internet 和 Web 资源 .....	8

## 第一篇 技术背景

第 2 章 传输基础 .....	12
2.1 传输信息的信号 .....	12
2.1.1 时域的概念 .....	12
2.1.2 频域的概念 .....	14
2.1.3 数据率与带宽的关系 .....	15
2.2 模拟数据和数字数据的传输 .....	17
2.2.1 模拟数据和数字数据 .....	17
2.2.2 模拟信号和数字信号 .....	18
2.2.3 模拟传输和数字传输 .....	20
2.3 信道容量 .....	21
2.3.1 尼奎斯特带宽 .....	21
2.3.2 香农容量公式 .....	22
2.4 传输媒体 .....	24
2.4.1 地面微波 .....	25
2.4.2 卫星微波 .....	26
2.4.3 广播无线电波 .....	27
2.4.4 红外线 .....	28
2.5 多路复用 .....	28
2.6 推荐读物和 Web 站点 .....	31
2.7 复习题与练习题 .....	32
2.7.1 复习题 .....	32
2.7.2 练习题 .....	32
附录 2A 分贝和信号强度 .....	33

<b>第3章 通信网络</b> .....	36
3.1 LAN、MAN 和 WAN .....	36
3.1.1 广域网 .....	36
3.1.2 局域网 .....	37
3.1.3 城域网 .....	37
3.2 交换技术 .....	38
3.3 电路交换 .....	39
3.4 分组交换 .....	41
3.4.1 基本操作 .....	44
3.4.2 分组大小 .....	45
3.5 异步传输模式 .....	46
3.5.1 ATM 逻辑连接 .....	47
3.5.2 ATM 信元 .....	47
3.5.3 ATM 服务种类 .....	49
3.6 推荐读物和 Web 站点 .....	51
3.7 复习题与练习题 .....	52
3.7.1 复习题 .....	52
3.7.2 练习题 .....	52
<b>第4章 协议和 TCP/IP 协议簇</b> .....	55
4.1 协议体系结构的必要性 .....	55
4.2 TCP/IP 协议的体系结构 .....	56
4.2.1 TCP/IP 的层次 .....	56
4.2.2 TCP 和 IP 的工作方式 .....	57
4.2.3 TCP/IP 应用程序 .....	59
4.3 OSI 模型 .....	59
4.4 网络互联 .....	61
4.4.1 路由器 .....	62
4.4.2 网络互联示例 .....	62
4.5 推荐读物和 Web 站点 .....	65
4.6 复习题与练习题 .....	65
4.6.1 复习题 .....	65
4.6.2 练习题 .....	65
附录 4A 网际协议 .....	67
附录 4B 传输控制协议 .....	69
附录 4C 用户数据报协议 .....	72

## 第二篇 无线通信技术

<b>第5章 天线和传播</b> .....	76
------------------------	----

5.1	天线	76
5.1.1	辐射模式	76
5.1.2	天线类型	77
5.1.3	天线增益	79
5.2	传播方式	79
5.2.1	地波传播	80
5.2.2	天波传播	81
5.2.3	直线传播	81
5.3	直线传输	83
5.3.1	衰减	83
5.3.2	自由空间损耗	84
5.3.3	噪声	86
5.3.4	表达式 $E_b/N_0$	87
5.3.5	大气吸收	89
5.3.6	多径	90
5.3.7	折射	90
5.4	移动环境中的衰退	91
5.4.1	多径传播	91
5.4.2	衰退类型	92
5.4.3	差错补偿机制	94
5.5	推荐读物和 Web 站点	97
5.6	复习题与练习题	97
5.6.1	复习题	97
5.6.2	练习题	97
<b>第 6 章</b>	<b>信号编码技术</b>	<b>100</b>
6.1	信号编码准则	101
6.2	数字数据与模拟信号	102
6.2.1	幅移键控	103
6.2.2	频移键控	104
6.2.3	相移键控	105
6.2.4	性能	108
6.2.5	最小频移键控	111
6.2.6	正交调幅	112
6.3	模拟数据与模拟信号	113
6.3.1	调幅	113
6.3.2	角度调制	115
6.4	模拟数据与数字信号	117
6.4.1	脉码调制	118

6.4.2	增量调制	120
6.4.3	性能	122
6.5	推荐读物	123
6.6	复习题与练习题	123
6.6.1	复习题	123
6.6.2	练习题	123
<b>第7章</b>	<b>扩频</b>	<b>126</b>
7.1	扩频的概念	126
7.2	跳频扩频	127
7.2.1	基本方法	127
7.2.2	采用多相频移键控的跳频扩频	129
7.2.3	跳频扩频的性能考虑	130
7.3	直接序列扩频	131
7.3.1	采用二相相移键控的直接序列扩频	132
7.3.2	直接序列扩频的性能考虑	132
7.4	码分多址	135
7.4.1	基本原理	135
7.4.2	直接序列扩频的 CDMA	137
7.5	扩展序列的生成	138
7.5.1	伪随机数序列	138
7.5.2	正交编码	146
7.5.3	多重扩展	148
7.6	推荐读物和 Web 站点	148
7.7	复习题与练习题	148
7.7.1	复习题	148
7.7.2	练习题	149
<b>第8章</b>	<b>编码和差错控制</b>	<b>153</b>
8.1	差错检测	153
8.1.1	奇偶校验	154
8.1.2	循环冗余校验	155
8.2	块纠错码	160
8.2.1	块码原理	162
8.2.2	海明码	165
8.2.3	循环码	168
8.2.4	BCH 码	171
8.2.5	里德-索洛蒙码	172
8.2.6	块交错	172

8.3	卷积码 .....	173
8.3.1	解码 .....	175
8.3.2	加速编码 .....	177
8.4	自动重发请求 .....	179
8.4.1	流量控制 .....	179
8.4.2	差错控制 .....	183
8.5	推荐读物 .....	185
8.6	复习题与练习题 .....	185
8.6.1	复习题 .....	185
8.6.2	练习题 .....	185

### 第三篇 无线网络

第 9 章	卫星通信 .....	192
9.1	卫星参数和配置 .....	192
9.1.1	卫星轨道 .....	193
9.1.2	频带 .....	197
9.1.3	传输损伤 .....	198
9.1.4	卫星网络配置 .....	201
9.2	容量分配——分频 .....	201
9.2.1	频分复用 .....	202
9.2.2	频分多址 .....	203
9.3	容量分配——分时 .....	206
9.4	推荐读物和 Web 站点 .....	211
9.5	复习题与练习题 .....	211
9.5.1	复习题 .....	211
9.5.2	练习题 .....	211
第 10 章	蜂窝式无线网络 .....	213
10.1	蜂窝式网络的原理 .....	213
10.1.1	蜂窝式网络组织 .....	213
10.1.2	蜂窝式系统的运行 .....	217
10.1.3	移动无线电的传播效果 .....	219
10.1.4	越区切换 .....	220
10.1.5	功率控制 .....	222
10.1.6	流量工程 .....	223
10.2	第一代模拟系统 .....	226
10.2.1	频谱分配 .....	227
10.2.2	工作方式 .....	227
10.2.3	AMPS 控制信道 .....	228

10.3	第二代 TDMA 系统	229
10.3.1	第一代和第二代蜂窝系统	229
10.3.2	时分多址	230
10.3.3	移动无线 TDMA 的设计考虑	230
10.3.4	全球移动通信系统	233
10.3.5	GSM 的网络结构	233
10.3.6	无线电链路的几个方面	235
10.3.7	GSM 信令协议体系	238
10.4	第二代 CDMA 系统	239
10.4.1	码分多址	239
10.4.2	移动无线 CDMA 的设计考虑	240
10.4.3	IS-95	241
10.5	第三代系统	245
10.5.1	替代接口	246
10.5.2	CDMA 的设计考虑	247
10.5.3	CDMA2000 1x EV-DO	248
10.6	推荐读物和 Web 站点	250
10.7	复习题与练习题	251
10.7.1	复习题	251
10.7.2	练习题	251
<b>第 11 章</b>	<b>无绳系统和无线本地环</b>	<b>254</b>
11.1	无绳系统	254
11.1.1	时分双工	255
11.1.2	DECT 的操作	257
11.1.3	自适应差分脉码调制	258
11.2	无线本地环	263
11.2.1	WLL 的作用	264
11.2.2	WLL 的传送考虑	265
11.2.3	正交频分多路复用	269
11.2.4	多信道多点分布服务	271
11.2.5	本地多点分布服务	272
11.3	WIMAX 和 IEEE 802.16 宽带无线接入标准	272
11.3.1	IEEE 802.16 体系结构	273
11.3.2	服务	276
11.3.3	IEEE 802.16 MAC 层	277
11.3.4	IEEE 802.16 物理层	281
11.3.5	IEEE 802.16a	282
11.4	推荐读物和 Web 站点	283

推荐的 Web 站点 .....	283
11.5 复习题与练习题 .....	283
11.5.1 复习题 .....	283
11.5.2 练习题 .....	284
附录 11A 线性预测过滤器 .....	284
<b>第 12 章 移动 IP 和无线应用协议 .....</b>	<b>285</b>
12.1 移动 IP .....	285
12.1.1 移动 IP 的运作 .....	285
12.1.2 发现 .....	288
12.1.3 注册 .....	290
12.1.4 隧道 .....	293
12.2 无线应用协议 .....	295
12.2.1 体系结构概述 .....	296
12.2.2 无线置标语言 .....	298
12.2.3 WMLScript .....	299
12.2.4 无线应用环境 .....	300
12.2.5 无线会话协议 .....	301
12.2.6 无线事务协议 .....	304
12.2.7 无线传输层安全 .....	307
12.2.8 无线数据报协议 .....	312
12.3 推荐读物和 Web 站点 .....	314
12.4 复习题与练习题 .....	314
12.4.1 复习题 .....	314
12.4.2 练习题 .....	314
附录 12A Internet 控制报文协议 .....	315
附录 12B 报文认证 .....	318
附录 12C 服务原语和参数 .....	320

#### 第四篇 无线局域网

<b>第 13 章 无线局域网技术 .....</b>	<b>324</b>
13.1 概述 .....	324
13.1.1 无线 LAN 应用 .....	324
13.1.2 无线 LAN 需求 .....	327
13.1.3 无线 LAN 技术 .....	328
13.2 红外 LAN .....	329
13.2.1 优点和缺点 .....	329
13.2.2 传输技术 .....	329
13.3 扩频 LAN .....	331

13.3.1	配置 .....	331
13.3.2	传输发出 .....	331
13.4	窄带微波 LAN .....	332
13.4.1	许可的窄带 RF .....	332
13.4.2	非许可的窄带 RF .....	332
13.5	推荐读物和 Web 站点 .....	333
13.6	复习题与练习题 .....	333
13.6.1	复习题 .....	333
13.6.2	练习题 .....	333
<b>第 14 章</b>	<b>Wi-Fi 和 IEEE 802.11 无线局域网标准 .....</b>	<b>335</b>
14.1	IEEE 802 体系结构 .....	335
14.1.1	协议体系结构 .....	335
14.1.2	MAC 帧的格式 .....	337
14.1.3	逻辑链路控制 .....	338
14.2	IEEE 802.11 体系结构和服务 .....	340
14.2.1	Wi-Fi 联盟 .....	341
14.2.2	IEEE 802.11 体系结构 .....	341
14.2.3	IEEE 802.11 服务 .....	342
14.3	IEEE 802.11 媒体接入控制 .....	345
14.3.1	可靠的数据传送 .....	345
14.3.2	接入控制 .....	345
14.3.3	MAC 帧 .....	349
14.4	IEEE 802.11 物理层 .....	352
14.4.1	初始的 IEEE 802.11 物理层 .....	353
14.4.2	IEEE 802.11a .....	356
14.4.3	IEEE 802.11b .....	358
14.4.4	IEEE 802.11g .....	359
14.5	其他的 802.11 标准 .....	360
14.6	Wi-Fi 保护接入 .....	362
14.6.1	接入控制 .....	363
14.6.2	具有报文完整性的保密性 .....	364
14.7	推荐读物和 Web 站点 .....	366
14.8	复习题与练习题 .....	366
14.8.1	复习题 .....	366
14.8.2	练习题 .....	367
附录 14A	不规则(扰码)编码 .....	368
<b>第 15 章</b>	<b>蓝牙 .....</b>	<b>370</b>



15.1	概述 .....	370
15.1.1	蓝牙应用 .....	370
15.1.2	蓝牙标准文档 .....	371
15.1.3	协议体系结构 .....	372
15.1.4	应用模型 .....	373
15.1.5	微微网和散布式网络 .....	375
15.2	无线电规范 .....	376
15.3	基带规范 .....	377
15.3.1	跳频 .....	377
15.3.2	物理链路 .....	378
15.3.3	分组 .....	379
15.3.4	纠错 .....	382
15.3.5	逻辑信道 .....	385
15.3.6	信道控制 .....	385
15.3.7	蓝牙音频 .....	387
15.4	链路管理器规范 .....	389
15.5	逻辑链路控制和自适应协议 .....	392
15.5.1	L2CAP 信道 .....	393
15.5.2	L2CAP 分组 .....	393
15.5.3	信令命令 .....	394
15.5.4	服务质量 .....	396
15.6	IEEE 802.15 .....	397
15.6.1	IEEE 802.15.3 .....	399
15.6.2	IEEE 802.15.3a .....	402
15.6.3	IEEE 802.15.4 .....	403
15.7	推荐读物和 Web 站点 .....	403
15.8	复习题与练习题 .....	404
15.8.1	复习题 .....	404
15.8.2	练习题 .....	404

## 附 录

附录 A	流量分析 .....	408
A.1	流量的基本概念 .....	408
A.2	多服务器模型 .....	409
A.2.1	无限源、丢失清除的呼叫 .....	410
A.2.2	有限源, 丢失清除的呼叫 .....	410
A.2.3	丢失延迟的呼叫 .....	412
A.2.4	小结 .....	412
A.3	推荐读物 .....	413