



国际信息工程先进技术译丛

WILEY

# 无线通信工程技术应用

Fundamentals of Wireless Communication  
Engineering Technologies

[美] K.丹尼尔·黄 (K. Daniel Wong) 著  
白文乐 肖宇 姜武希 译

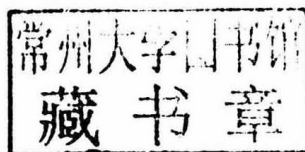
 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



国际信息工程先进技术译丛

# 无线通信工程技术应用

[美] K. 丹尼尔·黄 (K. Daniel Wong) 著  
白文乐 肖宇 姜武希 译



机械工业出版社

Copyright © 2012 by John Wiley & Son, Inc.

All Rights Reserved. This translation published under license. Authorized translation from the English language edition, entitled Fundamentals of Wireless Communication Engineering Technologies, ISBN: 978-0-470-56544-5, by K. Daniel Wong. Published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder. Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本书中文简体字版由 Wiley 授权机械工业出版社独家出版。未经出版者允许, 本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。版权所有, 翻印必究。

北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2014-3683 号。

### 图书在版编目(CIP)数据

无线通信工程技术应用/ (美) K. 丹尼尔·黄 (K. Daniel Wong) 著; 白文乐, 肖宇, 姜武希译. —北京: 机械工业出版社, 2019. 9

(国际信息工程先进技术译丛)

书名原文: Fundamentals of Wireless Communication Engineering Technologies  
ISBN 978-7-111-63205-4

I. ①无… II. ①K…②白…③肖…④姜… III. ①无线电通信-通信工程 IV. ①TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 143026 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 江婧婧 责任编辑: 朱 林

责任校对: 樊钟英 封面设计: 马精明

责任印制: 李 昂

唐山三艺印务有限公司印刷

2019 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 27.5 印张 · 537 千字

0 001—2 500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-63205-4

定价: 159.00 元

电话服务

网络服务

客服电话: 010-88361066

机 工 官 网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

010-88379833

机 工 官 博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

010-68326294

金 书 网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

封底无防伪标均为盗版

机工教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

本书涵盖的内容与 IEEE 无线通信工程技术 (WCET) 认证计划大纲紧密相关, 分五篇, 主要讨论无线通信工程应用中涉及的射频、天线和传播算法到无线接入技术、网络和服务架构等系统主要技术, 网络管理、安全、协议、标准、政策法规, 以及设备基础设施等相关问题, 每一篇前面都有基础知识讲解, 方便读者自学, 每章后都附有大量的工程应用习题及解答, 可以帮助读者巩固所学内容。

本书适合作为无线通信工程行业就业认证考试及电子信息类新工科建设工程系列教材, 适合从事无线通信工程技术的研究以及相关工作人员阅读, 也可作为通信工程及相关专业高年级本科生、研究生和教师的参考用书。

# 译者序

无线通信已经成为当代人们对信息多样化需求的重要工具，以大家都在迫切期待的 5G 通信为例，应用规模的扩大、领域的多向延伸，对无线通信的要求会越来越高，会有越来越多的新工程问题需要解决，也会促使相应的工程理论不断发展，这些都是解决无线通信工程广泛应用的根本所在。因此，对无线通信工程技术及工程理论的不断研究、积累、发展变得越来越重要。

本书主要从工程应用的角度，对基础理论、射频工程、无线接入、网络架构及标准形成等相关原理及应用进行讨论。全书共分为五篇，第一篇介绍了电子、电路、信号与系统等无线通信工程应用的基础理论知识；第二篇介绍了射频、天线和传播工程，主要包括电磁数学基础、无线电工程、天线及传播模型等；第三篇介绍了数字通信信号处理基础、无线接入技术、组件技术、空中接口实例等内容；第四篇介绍了网络与服务架构，主要包括网络架构、融合、核心网方向及服务架构等网络工程问题；第五篇介绍了工程应用相关问题，主要包括网络管理、安全、内构设施及标准与政策等。

本书原作者是 IEEE 通信学会组建的实践分析工作组的一员，内容与 IEEE 无线通信工程技术 (WCET) 认证计划大纲紧密相关，一个最显著的特点是工程性强，涵盖了无线通信工程应用的各个方面，配套了许多有趣的工程应用习题并附有解答，非常适合电子信息类专业的高年级本科生、研究生及相关工程技术人员提升学习及作为行业资格认证考试参考用书，也可作为通信工程专业的工程技术系列教材。

全书主要由北方工业大学的白文乐老师翻译并统校全稿，另有肖宇、姜武希做初期整理及校对，并对原著中的部分公式做了校正，北京工商大学王晓庆博士也对后期部分翻译做了校对。

本书的翻译及出版得到了 2019 年北京市高校电子信息类专业群建设项目的资助。

由于译者水平有限，加之时间仓促及经验不足，书中难免存在不妥之处，请读者谅解，并提出宝贵意见与建议。

译者  
2019 年 4 月

# 原书序

无线通信是当今最先进、发展最快的技术之一。现代无线领域产生了一系列新技术，例如，移动电话和 Wi-Fi 网络，具有巨大的社会和经济价值，而且渗透到市场中的各个角落。这些发展反过来又为那些了解无线技术基本原理的工程师们提供了大量需求，他们可以帮助推动这一领域的发展，以满足未来对无线服务和容量的更高要求。这些理解需要几个不同领域无线技术的基础知识：射频物理学及设备，通信系统与工程和通信网络结构。

本书由 IEEE 通信学会无线通信工程技术认证计划牵头倡导，对广泛的基本原理提供了优秀的论述。本书进一步对基础学科进行了回顾，如电路、信号与系统等，同时也覆盖了几门深层次课程，例如网络管理、安全性和监管。这种覆盖的广度和深度组合使本书成为一本适合学生及工程师的参考书籍，同时本书也可以作为想在某个特定领域深入学习的研究人员的启蒙书。本书是无线通信技术领域教材的一个非常受欢迎的补充。

**H. Vincent Poor**

新泽西，普林斯顿

# 原书前言

本书对无线通信工程技术应用进行了广泛的介绍，涉及的领域从射频、天线和传播算法到无线接入技术、网络服务架构，再到其他的主题，比如网络管理和网络安全、网络协议、网络标准、网络政策法规以及设备基础设施。

每位作者都要回答两个主要问题：①本书涵盖的范围是什么？包括主题的广度以及每个主题、重点、观点所探讨的深度，和读者对先验知识的假设等；②本书的受益群体是谁？本书作者很荣幸成为 IEEE 通信学会组建的实践分析工作组的一员，负责起草 IEEE 通信学会的无线通信工程技术 (WCET) 认证计划的大纲和考试规范。本书内容是与 WCET 认证计划的大纲紧密相关的。

本书的读者主要包括以下三类：

1) 希望了解更广泛并且更实用的无线通信工程技术的读者，包括从理论知识到实际应用层面。例如，有几年工作经验的无线通信技术工程师发现自己的知识储备虽然已经较深地涉及无线通信系统的一个或两个方面，但是却没有学习到最前沿的无线通信系统的其他方面。本书可以帮助这些工程师了解如何让他们的工作适应更宽泛的场景，以及如何让他们将研究的整个系统中特定的部分和其他部分相联系。

2) 电气工程师或者对无线通信感兴趣的计算机科学专业的学生，他们可能有兴趣去了解如何把课上学习的看似枯燥、抽象的理论知识应用到现实的无线通信系统中去。

3) 正在考虑通过参加 WCET 考试成为无线通信认证专家的读者。这些读者包括那些不确定是否参加考试，在了解过考试范围之后再做决定的读者。

我希望本书能够成为对以上三类读者有用的参考资料。对于上述第三类读者，即参加 WCET 考试的读者可以关注几个可能有用的附录，包括本书中讨论的一系列 WCET 专业术语表中的公式。但是，本书中的其他内容对于上述读者群体同样有益。

本书分为五篇，第一篇是预备知识，接下来的三篇涵盖了无线通信系统的重要领域：①射频、天线和传播；②无线接入技术；③网络与服务架构。第四、五篇介绍了其他主题。本书的第二、三、四篇均以介绍性的一章开头，包含了必要的基本知识，接下来的三章更为深入地探讨了特定的主题。作者尽量更好地安排这些材料，以便在这一领域介绍章节中所涵盖内容的基础上，更为深入

地介绍特定的主题。这是为了帮助那些在这一领域是新手或者不太熟悉相关知识的学生，通过仔细阅读介绍性的内容及随后章节，可以更加顺利地自学。例如，在书中存在大量和其他学科交叉的参考注释，以便于让那些在阅读过程中依赖于某些基础知识的学生可以在相关的介绍性章节中看到基础知识的涵盖范围。此外，参考文献可能是来自于相关的介绍性章节，其中更为详细地介绍了特定主题的部分，当看到这些内容在后面如何应用时，有助于学生对介绍性章节材料的理解。

无线通信工程师应该掌握的技术知识是很广泛的，实际上掌握一本书中的所有知识是很困难的，更不用说涵盖让所有读者满意的并且有深度的内容。在本书中，我们试图选出一些重要的主题，这些主题可以整合成连贯的而且引人入胜的开发主题，而不仅仅是简单地呈现。例如，一些示例的结果将在本书后续的部分和章节中使用。我们也提出了多个概念，这些概念是与自相关函数和正交性有关的，在后续的章节中讨论了这些概念如何帮助解释 CDMA 的基础。

在此感谢 Wiley 出版社的 Diana Gialo、Simone Taylor、Sanchari Sil、Angiolino Loreda、Michael Christian 和 George Telecki，他们在我撰写稿件时给予了帮助和指导；感谢编辑 Vincent Lau 博士和 T. Russell Hsing 博士的支持，他们提出了许多有帮助的建议。还要感谢 Wee Lum Tan 博士、Toong Khuan Chan 博士、Choi Look Law 博士、Yuen Chau 博士、HS Wong、Lian Pin Tee、Ir. Imran Mohd Ibrahim 和 Jimson Tseng，他们为本书的某些章节提供了他们深刻且有益的见解。

**K. Daniel Wong**

斯坦福大学博士、思科认证网络工程师、  
思科认证网络高级工程师、WCP (IEEE)

于加利福尼亚州帕洛阿尔托

# 目 录

译者序	
原书序	
原书前言	

## 第一篇 预备知识

第1章 简介	1
1.1 符号	1
1.2 基础知识	2
1.2.1 基本电路	2
1.2.2 电容和电感	3
1.2.3 电路分析基础	4
1.2.4 电压或电流信号	4
1.2.5 交变电流	6
1.2.6 相量	7
1.2.7 阻抗	8
1.2.8 匹配负载	8
1.3 信号与系统	8
1.3.1 冲激响应、卷积和滤波	9
1.3.2 傅里叶分析	10
1.3.3 频域概念	12
1.3.4 带通信号及相关概念	14
1.3.5 随机信号	16
1.4 通信系统中的发送信号	22
1.4.1 模拟调制	22
1.4.2 数字调制	23
1.4.3 同步	26
习题	27
参考文献	27

## 第二篇 射频、天线和传播

第2章 射频、天线和传播简介	28
2.1 数学预备知识	28

2.1.1 多维/多变量分析	28
2.2 静电场、电流和静磁学	31
2.2.1 真空中的静电场	31
2.2.2 电压	32
2.2.3 以电介质/绝缘体为例的静电场	33
2.2.4 静电场概要	33
2.2.5 电流	33
2.2.6 静磁学简介	34
2.2.7 真空中的静磁学	34
2.2.8 以磁性材料为例的静磁学	34
2.2.9 符号	34
2.3 时变情况下的电磁波和传输线	35
2.3.1 麦克斯韦方程组	35
2.3.2 电磁波	35
2.3.3 传输线基础知识	37
2.3.4 驻波比	39
2.3.5 S 参数	42
2.4 阻抗	43
2.5 试验和测量	44
2.5.1 函数发生器	44
2.5.2 测量仪器	45
2.5.3 手机测试设备	48
习题	48
参考文献	49
<b>第3章 射频工程</b>	<b>50</b>
3.1 简介和预备知识	51
3.1.1 超外差式接收机	51
3.1.2 小心处理射频	52
3.1.3 射频设备和系统：假设和限制	53
3.1.4 非线性效应	54
3.2 噪声	56
3.2.1 噪声类型	57
3.2.2 热噪声建模	57
3.2.3 转移的热噪声功率	58
3.2.4 等效噪声源模型	60
3.2.5 噪声图	61
3.3 有关非线性系统问题	64
3.3.1 增益压缩	65
3.3.2 互调积的大小	65
3.3.3 无激励动态范围	66

3.4 混频和相关问题 .....	68
3.5 振荡器和相关问题 .....	70
3.5.1 相位噪声 .....	70
3.6 放大器和相关问题 .....	72
3.6.1 低噪声放大器 .....	72
3.6.2 功率放大器 .....	72
3.7 其他组件 .....	72
3.7.1 定向耦合器 .....	73
3.7.2 环路器 .....	73
习题 .....	74
参考文献 .....	74
<b>第4章 天线</b> .....	<b>75</b>
4.1 特征 .....	75
4.1.1 基本 3D 几何 .....	75
4.1.2 近场和远场 .....	77
4.1.3 极化 .....	78
4.1.4 辐射强度、模式和方向性 .....	79
4.1.5 波束面积 .....	81
4.1.6 天线增益 .....	82
4.1.7 孔径 .....	82
4.1.8 天线增益、方向性和孔径 .....	83
4.1.9 无定向辐射器和 EIRP .....	83
4.1.10 Friis 接收信号强度公式 .....	84
4.1.11 带宽 .....	84
4.2 举例 .....	85
4.2.1 偶极子天线 .....	85
4.2.2 接地垂直天线 .....	86
4.2.3 折叠偶极子 .....	86
4.2.4 旋转门 .....	87
4.2.5 环形天线 .....	87
4.2.6 抛物面天线 .....	88
4.2.7 移动设备天线 .....	89
4.3 天线阵列 .....	90
4.3.1 线性阵列 .....	91
4.3.2 八木天线 .....	93
4.3.3 对数周期偶极子阵列 .....	93
4.3.4 基站天线 .....	94
4.3.5 使用多天线的思想 .....	99
4.4 实际问题: 天线连接、调谐等 .....	100
4.4.1 平衡器 .....	100

4.4.2 馈线损耗 .....	100
习题 .....	101
参考文献 .....	101
<b>第5章 传播</b> .....	<b>102</b>
5.1 电磁波传播：常见效应 .....	102
5.1.1 路径损耗 .....	102
5.1.2 反射和折射 .....	103
5.1.3 绕射 .....	105
5.1.4 散射 .....	107
5.2 蜂窝系统中的大尺度效应 .....	108
5.2.1 地面反射模型 .....	108
5.2.2 Okumura 模型 .....	110
5.2.3 Hata 模型 .....	110
5.2.4 对数正态衰落 .....	111
5.3 蜂窝环境中的小尺度效应 .....	112
5.3.1 多径时延扩展 .....	112
5.3.2 平坦衰落 .....	113
5.3.3 频率选择性衰落 .....	116
5.3.4 时变：多普勒频移 .....	117
5.3.5 分集合并 .....	119
5.4 链路预算中融入衰落效应 .....	122
习题 .....	123
参考文献 .....	126

### 第三篇 无线接入技术

<b>第6章 无线接入技术简介</b> .....	<b>128</b>
6.1 数字信号处理回顾 .....	128
6.1.1 冲激响应与卷积 .....	129
6.1.2 频率响应 .....	129
6.1.3 抽样：离散时间和连续时间的连接 .....	130
6.1.4 傅里叶分析 .....	131
6.1.5 自相关函数与功率谱 .....	132
6.1.6 设计数字滤波器 .....	134
6.1.7 统计信号处理 .....	134
6.1.8 正交性 .....	135
6.2 无线接入系统的数字通信 .....	136
6.2.1 相干与非相干 .....	136
6.2.2 QPSK 及其变种形式 .....	137
6.2.3 非线性调制：MSK .....	139

6.3 蜂窝的概念 .....	140
6.3.1 与 $S/I$ 关联的频率复用 .....	141
6.3.2 容量问题 .....	142
6.4 扩展频谱 .....	143
6.4.1 PN 序列 .....	144
6.4.2 直接序列 .....	147
6.5 OFDM .....	150
6.5.1 频谱成形与保护子载波 .....	153
6.5.2 峰均功率比值 .....	154
习题 .....	156
参考文献 .....	156
<b>第7章 组件技术</b> .....	<b>157</b>
7.1 媒体访问控制 .....	157
7.1.1 分布式控制 MAC 方案 .....	158
7.1.2 中心控制多路接入方案 .....	159
7.1.3 双工 .....	164
7.1.4 多小区 .....	165
7.2 切换 .....	165
7.2.1 代价 .....	165
7.2.2 切换的种类 .....	166
7.2.3 切换判决的挑战 .....	167
7.2.4 例子: AMPS 中的切换 .....	168
7.2.5 其他例子 .....	170
7.3 功率控制 .....	170
7.3.1 远-近问题 .....	170
7.3.2 上行链路与下行链路 .....	170
7.3.3 开环和闭环功率控制 .....	171
7.4 纠错编码 .....	172
7.4.1 分组码 .....	173
7.4.2 卷积码 .....	175
7.4.3 级联 .....	177
7.4.4 Turbo 码 .....	177
7.4.5 LDPC 码 .....	178
7.4.6 ARQ .....	178
习题 .....	178
参考文献 .....	179
<b>第8章 空中接口标准的例子: GSM、IS-95、Wi-Fi</b> .....	<b>180</b>
8.1 GSM .....	180
8.1.1 访问控制 .....	183
8.1.2 切换和功率控制 .....	185

8.1.3 物理层方面 .....	186
8.2 IS-95 CDMA .....	186
8.2.1 基站下行链路分离 .....	187
8.2.2 单个基站到多个移动站的下行链路 .....	187
8.2.3 下行链路信道 .....	189
8.2.4 移动站的上行链路分离 .....	190
8.2.5 上行链路业务信道 .....	191
8.2.6 多径的分离 .....	191
8.2.7 访问控制 .....	191
8.2.8 软切换和功率控制 .....	193
8.3 IEEE 802.11 Wi-Fi .....	194
8.3.1 局域网概念 .....	195
8.3.2 IEEE 802.11 MAC .....	197
8.3.3 大量物理层 .....	203
习题 .....	204
参考文献 .....	204
<b>第9章 最近的趋势和发展</b> .....	<b>205</b>
9.1 第三代 CDMA 系统 .....	205
9.1.1 WCDMA .....	205
9.1.2 CDMA2000 .....	207
9.1.3 小结 .....	209
9.2 无线接入新兴技术 .....	209
9.2.1 HARQ .....	209
9.2.2 多天线技术 .....	211
9.3 HSPA 与 HRPD .....	213
9.3.1 HSDPA .....	213
9.3.2 HSUPA .....	215
9.3.3 1×EV-DO .....	215
9.3.4 增强演进 .....	216
9.4 IEEE 802.16 WiMAX .....	216
9.4.1 HARQ 的应用 .....	217
9.4.2 OFDMA 的应用 .....	217
9.4.3 其他方面 .....	223
9.5 LTE .....	223
9.5.1 HARQ 的应用 .....	224
9.5.2 OFDMA 在下行链路的应用 .....	224
9.5.3 上行链路中的 SC-FDMA 或 DFTS-OFDM .....	224
9.5.4 其他方面 .....	226
9.6 下一步的发展 .....	226
习题 .....	226

参考文献 .....	227
<b>第四篇 网络与服务架构</b>	
<b>第 10 章 网络与服务架构简介 .....</b>	<b>228</b>
10.1 网络基础概念回顾 .....	228
10.1.1 分层 .....	229
10.1.2 分组交换与电路交换 .....	231
10.1.3 可靠性 .....	233
10.2 架构 .....	234
10.2.1 网络规模 .....	235
10.2.2 核心、分布和接入 .....	235
10.2.3 拓扑结构 .....	236
10.2.4 通信模式 .....	236
10.2.5 “傻瓜”网和智能网 .....	237
10.2.6 分层访问 .....	237
10.2.7 网络融合 .....	237
10.3 IP 网 .....	239
10.3.1 IP 特点 .....	239
10.3.2 传输协议 .....	241
10.3.3 相关协议和系统 .....	243
10.3.4 模式 .....	243
10.3.5 低层交互 .....	244
10.3.6 IPv6 .....	245
10.4 通信流量分析 .....	249
10.4.1 旧电话网络起源 .....	249
10.4.2 排队理论前景 .....	250
习题 .....	252
参考文献 .....	253
<b>第 11 章 GSM 和 IP: 融合要素 .....</b>	<b>254</b>
11.1 GSM .....	254
11.1.1 基本概念 .....	254
11.1.2 网络元素 .....	256
11.1.3 过程 .....	257
11.1.4 位置管理 .....	258
11.2 VoIP .....	261
11.2.1 VoIP 解决方案的其他部分 .....	262
11.2.2 会话控制: SIP .....	262
11.3 QoS .....	267
11.3.1 框架 .....	268
11.3.2 QoS 机制 .....	270

11.3.3 无线 QoS .....	274
习题 .....	275
参考文献 .....	275
<b>第 12 章 全 IP 核心网</b> .....	276
12.1 IP 工作无线化 .....	276
12.1.1 移动 IP .....	277
12.1.2 报头压缩 .....	281
12.2 GPRS .....	283
12.2.1 GPRS 附着和 PDP 上下文激活 .....	285
12.2.2 GPRS 移动性管理状态 .....	287
12.3 从 GSM 到 UMTS 再到 IMS 的演进 .....	287
12.3.1 第一代 UMTS: Release '99 (R99) .....	288
12.3.2 从 Release '99 到 Release 4 .....	289
12.3.3 从 Release 4 到 Release 5 .....	291
12.3.4 从 Release 5 到 Release 6 .....	292
12.3.5 从 Release 6 到 Release 7 .....	292
12.3.6 从 Release 7 到 Release 8: LTE .....	293
12.3.7 LTE 的演进分组系统 .....	293
12.4 IP 多媒体子系统 .....	295
12.4.1 网络功能 .....	296
12.4.2 过程 .....	299
12.5 其他网络 .....	303
12.5.1 CDMA2000 .....	303
12.5.2 WiMAX .....	304
习题 .....	305
参考文献 .....	305
<b>第 13 章 服务架构、可选架构与展望</b> .....	307
13.1 服务 .....	307
13.1.1 服务例子 .....	308
13.2 服务架构 .....	310
13.2.1 例子: 存在 .....	311
13.2.2 例子: 消息传送 .....	311
13.2.3 例子: 定位服务 .....	311
13.2.4 例子: MBMS .....	312
13.2.5 智能网络的兴起 .....	312
13.2.6 开放服务接入 .....	313
13.2.7 开放移动联盟 .....	315
13.2.8 服务和 IMS .....	316
13.3 移动 Ad Hoc 网 .....	317
13.3.1 例子: AODV .....	319

13.4 网状网、传感器网络和车载网络 .....	322
13.4.1 网状网 .....	323
13.4.2 传感器网络 .....	325
13.4.3 车载网络 .....	326
习题 .....	327
参考文献 .....	328
<b>第五篇 杂 论</b>	
<b>第 14 章 网络管理</b> .....	329
14.1 需求和概念 .....	329
14.2 网络管理模型 .....	330
14.3 SNMP .....	332
14.3.1 消息 .....	333
14.3.2 被管理对象 .....	335
14.3.3 MIB .....	337
14.3.4 安全 .....	344
14.3.5 Trap .....	344
14.3.6 远程监控 .....	345
14.3.7 其他问题 .....	346
14.3.8 建议活动 .....	346
习题 .....	346
参考文献 .....	347
<b>第 15 章 安全</b> .....	348
15.1 基本概念 .....	348
15.1.1 攻击 .....	349
15.1.2 防御 .....	351
15.2 密码学 .....	351
15.2.1 对称方案 .....	352
15.2.2 非对称方案 .....	352
15.2.3 密钥分配 .....	352
15.2.4 算法 .....	353
15.3 网络安全协议 .....	354
15.3.1 IPSec .....	355
15.3.2 接入控制和 AAA .....	361
15.4 无线安全 .....	363
15.4.1 蜂窝系统 .....	363
15.4.2 802.11 WLAN .....	366
15.4.3 移动 IP 安全性 .....	370
习题 .....	372
参考文献 .....	372