


国外电子与通信教材系列


 CENGAGE
Learning

无线移动通信系统 (第四版)

Introduction to Wireless and Mobile Systems
Fourth Edition

[美] Dharma Prakash Agrawal 著
Qing-An Zeng (曾庆安)

谭明新 译

 中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

国外电子与通信教材系列

无线移动通信系统

(第四版)

Introduction to Wireless and Mobile Systems

Fourth Edition

[美] Dharma Prakash Agrawal 著
Qing-An Zeng (曾庆安)

谭明新 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统、全面地介绍了无线移动通信的基本理论。在阐述了概率论、数理统计、排队论与话务理论之后,逐步分析了无线移动通信所涉及的各个主题,包括无线移动信号的传输、信道编码技术、蜂窝的基本概念、多路无线接入、多址技术、调制技术、信道分配技术、通信系统的设计、网络协议、现有的蜂窝系统、IEEE 802 系列技术、Ad Hoc 网络与传感器网络、无线网络的安全性问题与隐私问题、卫星通信系统,并在最后一章介绍了近年来无线移动领域的最新进展。为了加强对书中概念的理解,各章都给出了开拓思维的实验与开放性项目。

本书可以作为高等院校通信工程、电子工程等电子信息类专业本科生、研究生的移动通信、无线通信的教材,也可以作为相关工程技术人员的参考用书。

Introduction to Wireless and Mobile Systems, Fourth Edition

Dharma P. Agrawal, Qing-An Zeng

Copyright © 2016 Cengage Learning.

Original edition published by Cengage Learning. All Rights reserved. 本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有,盗印必究。

Publishing House of Electronics Industry is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the people's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权电子工业出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

9781305087132

Cengage Learning Asia Pte Ltd 151 Lorong Chuan, #02-08 New Tech Park, Singapore 556741

本书封面贴有 Cengage Learning 防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2015-6368

图书在版编目(CIP)数据

无线移动通信系统:第4版/(美)阿格拉沃尔(Agrawal, D. P.), (美)曾庆安(Zeng, Q. A.)著;谭明新译.

北京:电子工业出版社,2017.1

书名原文:Introduction to Wireless and Mobile Systems, Fourth Edition

国外电子与通信教材系列

ISBN 978-7-121-28597-4

I. ①无… II. ①阿… ②曾… ③谭… III. ①无线电通信-移动通信-通信系统-高等学校-教材
IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 078892 号

策划编辑:杨 博

责任编辑:杨 博 特约编辑:张传福

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

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

开 本:787×1092 1/16 印张:29.75 字数:762 千字

版 次:2017 年 1 月第 1 版(原著第 4 版)

印 次:2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价:89.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: yangbo2@phei.com.cn。

译者序

击鼓传信是最早、最方便的通信方式，非洲人用圆木特制的大鼓所发出的声音可以传送3~4千米远，再通过“鼓声接力”和专门的“击鼓语言”，可在很短的时间内把消息准确地传送到50千米以外的另一个部落。这时利用的就是无线通信的基本原理：①信号的频率越低，衰减越小；②无线信号的中继与无失真传输；③通信信令；④无线传输存在明显的时延。电子通信出现以来，一直占据主导地位的有线通信如今让位于无线移动通信的根本原因在于：在寻常百姓完全能够支付通信费用的条件下，无线移动通信基本实现了在“任何时候”可以与“任何地方”的“任何人”进行可靠的通信。换言之，与有线通信相比，移动通信更简便、快捷。

移动通信的本质特征是：双方进行通信时，至少有一方(或双方)可以处于移动中。这时，通信过程中的两个核心问题，即带宽问题和噪声问题尤其突出，体现在：①在有限范围内，采用的频率资源为一次性资源；②无线多径传输导致接收端的载噪比迅速下降。1G至4G的历次演变都大大提高了这两项指标。如今即将面临的5G将如何持续提高这两项指标，我们拭目以待。

国内移动通信方面的教材所涉及的技术仅限于1G~3G系统与技术的完整介绍，要么就是OFDM技术的专著，引进的也至少是8~9年前的文献。可近些年来，无线移动通信的概念与范围进行了延伸，多项无线技术进入了或正在进入商业应用。而国内却没有相关背景与知识的书籍。电子工业出版社引进的 *Introduction to Wireless and Mobile Systems, Fourth Edition* 正好弥补了这一缺憾。该书在介绍常规无线移动通信(包括移动无线信道的传输特性、信道编码与差错控制、信道分配、多址技术、现有的无线系统)的基础上，还具有如下特点：

(1)与日益增长的应用相适应，增添了IEEE 802.11技术与接入点、自组织网络、传感器网络、安全性与隐私等的完整介绍，并且各自独立成章。以较详细的篇幅介绍了这些新型技术的基本原理与应用实例。

(2)目前在国内，该课程的实验器材基本上都是实验箱，完成简单的连接关系后接通电源即可观测到无线通信过程的基本指标，学生总像是局外人。与传统实验不同的是，本书每章给出的实验灵活多样，学生需要通过自己设计、编程、搭建模块等方式，才能观测到无线通信过程的各种现象与结果，这里的关键是，学生本人是实验的设计者、组织者、执行者。

(3)书中的每章都增加了开放性项目，让学生自己寻找解决问题的途径，其中有些问题是领域内悬而未决的问题。因此，只有几行字的开放性项目有可能激发学生的研究兴趣。

(4)书中还介绍了通信问题(如原子钟)的基本知识、一些较新的观点与应用(如无线对讲机正在融入无线通信网)等。

在翻译本书的过程中，得到了美国克利夫兰州立大学 Fuqing Xiong 教授的精心指点，深深感谢无线调制领域内世界知名学者 Fuqing Xiong 教授的帮助。十分感谢华中师范大学计算机学院郭亚军教授，在翻译“无线网络的安全性及隐私”一章时，得到了郭亚军教授的帮助。

在完成全书的翻译后，硕士研究生程佩、寇相礼、鲍晓琴、邹煜、刘艺，本科生朱宇芳、朱光夏天、潘美芳在文字的编辑和整理方面付出了艰辛的劳动，在此表示感谢。

尽管一再推敲和检查，仍难免有疏漏与不足，敬请广大读者批评指正。联系电子邮箱：tmingxin@qq.com。



于武汉

前 言

在这里很高兴也很荣幸地介绍本书。无线与移动通信技术正以出人意料的速度发展，为了让读者了解这方面的最新发展，出版社及时推出了第四版。

新增内容

根据读者对第三版广泛的评阅意见修订了第四版的内容。由于接入点快速地进入应用，所以专为该内容设计了一章。其他的主要变化包括：为传感器网络单设一章，并将各种无线技术的安全性处理单独安排一章。在将第三版的一些热点问题融入各章的同时，还新增了3GPP、WiMAX 和 LTE 的介绍。而且通过添加如下新概念的分析完全更新了最后一章：①两层可视化的传感器网络；②编码在多节点无线网络中的应用；③时延自适应网络与移动机会网络；④5G 技术及后续发展；⑤安卓系统；⑥iOS；⑦物联网。

本书的教辅包括原版习题解答和 PPT，采用本书作为教材的教师可通过邮箱 te_service@phei.com.cn 申请获得。

致谢

本书第四版的修订花费了大量的时间，这里要感谢帮助修订第四版的众多朋友。深深地感谢 Yang Chi、Vaibhav Pandit、Hailong Li、Peter Jun、Rupen Mitra 和 David Chung 博士，他们在本书再版的过程中提供了直接或间接的帮助。真诚地感谢第三版的所有评阅者，正是他们的意见和建议使得第四版比以往几版更令人满意。感谢的评阅者有 JunghwanKim、Hermann J. Helgert 和 Sarvesh Kulkarni。还要真诚地感谢 Cengage Learning 出版社的员工，包括 Hilda Gowans 和 Eavant Cully。

最后，还要感谢我们各自的妻子在本书修订过程中的耐心与支持。

Dharma Prakash Agrawal

Qing-An Zeng

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 蜂窝系统的发展史	1
1.2 蜂窝系统的特点	9
1.3 蜂窝系统基础	12
1.4 蜂窝系统的基础设施	15
1.5 网络协议	17
1.6 IEEE 802.11	17
1.7 Ad Hoc 网络	18
1.8 传感器网络	19
1.9 无线 MAN、LAN、BAN 和 PAN	20
1.10 无线网络的安全性和隐私	20
1.11 卫星系统	21
1.12 近年来的研究进展	21
1.13 本书的章节安排	22
1.14 参考文献	22
1.15 习题	23
第 2 章 概率、统计与话务理论	25
2.1 引言	25
2.2 概率与统计的基本理论	25
2.2.1 随机变量	25
2.2.2 累积分布函数	26
2.2.3 概率密度函数	26
2.2.4 期望值、 n 阶矩、 n 阶中心矩、方差	27
2.2.5 一些重要的分布	28
2.2.6 多个随机变量	31
2.3 话务理论	34
2.3.1 泊松到达模型	34
2.4 基本排队系统	35
2.4.1 什么是排队论	35
2.4.2 排队论的基础	36
2.4.3 肯德尔记号	36
2.4.4 利特尔法则	36
2.4.5 马尔可夫过程	37
2.4.6 增消过程	37
2.4.7 $M/M/1/\infty$ 排队系统	37

2.4.8	$M/M/S/\infty$ 排队系统	41
2.4.9	$M/G/1/\infty$ 排队系统	43
2.5	小结	47
2.6	参考文献	47
2.7	习题	47
第3章	移动无线信道的传输特性	50
3.1	引言	50
3.2	无线电波的种类	50
3.3	传输机制	51
3.4	自由空间的传输特性	52
3.5	地面传输	53
3.6	路径损耗	54
3.7	慢衰落	57
3.8	快衰落	58
3.8.1	信号包络的统计特性	58
3.8.2	瞬时幅度的特性	60
3.9	多普勒效应	62
3.10	时延扩展	63
3.11	码间干扰	64
3.12	相干带宽	65
3.13	同频干扰	65
3.14	小结	66
3.15	参考文献	66
3.16	实验	66
3.17	开放性项目	67
3.18	习题	67
第4章	信道编码与差错控制	69
4.1	引言	69
4.2	线性分组码	69
4.3	循环码	74
4.4	循环冗余校验	75
4.5	卷积码	76
4.6	交织器	78
4.7	Turbo 码	79
4.8	ARQ 技术	80
4.8.1	停等式 ARQ 方案	80
4.8.2	返回 N 帧的 ARQ 方案	82
4.8.3	选择性重传 ARQ 方案	83
4.9	小结	84

4.10	参考文献	84
4.11	实验	85
4.12	开放性项目	86
4.13	习题	86
第5章	蜂窝系统的相关概念	89
5.1	引言	89
5.2	小区所属的范围	89
5.3	信号的强度与小区参数	90
5.4	小区的容量	93
5.5	频率复用	95
5.6	如何构成簇	96
5.7	同频干扰	99
5.8	小区分裂	100
5.9	小区扇形化	100
5.10	小结	102
5.11	参考文献	102
5.12	实验	103
5.13	开放性项目	104
5.14	习题	104
第6章	多路无线接入技术	107
6.1	引言	107
6.2	多路无线接入协议	108
6.3	竞争型协议	108
6.3.1	纯 ALOHA	109
6.3.2	时隙 ALOHA	110
6.3.3	CSMA	111
6.3.4	CSMA/CD	114
6.3.5	CSMA/CA	116
6.4	CSMA/CD 与 CSMA/CA 的比较	118
6.5	小结	119
6.6	参考文献	119
6.7	实验	120
6.8	开放性实验	121
6.9	习题	121
第7章	多址技术	123
7.1	引言	123
7.2	多址技术的概念与模型	123
7.2.1	FDMA	124
7.2.2	TDMA	125

7.2.3	CDMA	127
7.2.4	OFDM	131
7.2.5	SDMA	132
7.2.6	多址技术的比较	133
7.3	调制技术	134
7.3.1	幅度调制	134
7.3.2	调频	134
7.3.3	FSK	135
7.3.4	相移键控	136
7.3.5	四相相移键控	136
7.3.6	$\pi/4$ -QPSK	137
7.3.7	正交幅度调制	138
7.3.8	16QAM	138
7.4	小结	139
7.5	参考文献	140
7.6	实验	140
7.7	开放性项目	141
7.8	习题	141
第8章	信道的分配	143
8.1	引言	143
8.2	静态信道分配与动态信道分配	143
8.3	固定信道分配	144
8.3.1	简单的信道借用方案	145
8.3.2	复杂的信道借用方案	145
8.4	动态信道分配	147
8.4.1	集中式动态信道分配方案	147
8.4.2	分布式动态信道分配方案	147
8.5	信道的混合分配方案	148
8.5.1	信道的混合分配方案	148
8.5.2	信道弹性分配方案	149
8.6	特殊系统结构的信道分配	149
8.6.1	一维系统的信道分配	149
8.6.2	复用分区时的信道分配	150
8.6.3	各个小区重叠时的信道复用	151
8.7	系统的建模	152
8.7.1	基本建模	152
8.7.2	预留信道的建模	153
8.8	小结	155
8.9	参考文献	155
8.10	实验	156

8.11	开放性项目	157
8.12	习题	157
第9章	移动通信系统	160
9.1	引言	160
9.2	蜂窝系统的基础设施	160
9.3	注册	163
9.4	切换参数与基本支持	165
9.4.1	影响切换的参数	165
9.4.2	切换的基本支持技术	166
9.5	对漫游的支持	167
9.5.1	归属地代理、异地代理、移动 IP	169
9.5.2	骨干路由器中的路由变更	170
9.6	组播	171
9.7	超宽带技术	174
9.7.1	UWB 系统的特性	174
9.7.2	UWB 信号的传输	175
9.7.3	UWB 技术的现状及其应用	175
9.7.4	UWB 与扩频技术之间的区别	176
9.7.5	UWB 技术的优点	176
9.7.6	UWB 技术的缺点	176
9.7.7	UWB 技术面临的难题	176
9.7.8	未来的发展方向	177
9.8	毫微微蜂窝网络	177
9.8.1	技术特性	177
9.8.2	棘手的问题	179
9.9	小结	181
9.10	参考文献	181
9.11	实验	182
9.12	开放性项目	183
9.13	习题	184
第10章	网络协议	185
10.1	引言	185
10.1.1	第1层:物理层	185
10.1.2	第2层:数据链路层	186
10.1.3	第3层:网络层	186
10.1.4	第4层:传输层	187
10.1.5	第5层:会话层	187
10.1.6	第6层:表示层	187
10.1.7	第7层:应用层	187

10.2	TCP/IP 协议	187
10.2.1	物理层与数据链路层	188
10.2.2	网络层	188
10.2.3	TCP	190
10.2.4	应用层	190
10.2.5	采用贝尔曼-福德算法的路由选择	190
10.3	无线 TCP	191
10.3.1	对无线 TCP 的需求	191
10.3.2	有线 TCP 的局限性	191
10.3.3	无线环境的解决方案	192
10.3.4	链路层协议	193
10.4	第 6 版网际协议	194
10.4.1	从 IPv4 转换到 IPv6	194
10.4.2	IPv6 的头部格式	195
10.4.3	IPv6 的特性	195
10.4.4	IPv6 与 IPv4 之间的区别	196
10.5	小结	196
10.6	参考文献	196
10.7	实验	197
10.8	开放性项目	198
10.9	习题	198
第 11 章	现有的无线系统	200
11.1	引言	200
11.2	AMPS	200
11.2.1	AMPS 的特性	200
11.2.2	AMPS 系统的运行	201
11.2.3	AMPS 电话系统的一般流程	203
11.3	IS-41	204
11.3.1	简介	204
11.3.2	支持的各项处理过程	205
11.4	GSM	206
11.4.1	频带与信道	207
11.4.2	GSM 的帧结构	208
11.4.3	GSM 系统采用的识别号码	209
11.4.4	GSM 系统的接口、平面和层	211
11.4.5	切换	212
11.4.6	短信服务	213
11.5	IS-95	214
11.5.1	功率控制	218
11.6	IMT-2000	218

11.6.1	国际上的频谱分配方案	218
11.6.2	第三代蜂窝系统提供的业务	218
11.6.3	统一的第三代系统无线移动通信	219
11.6.4	多媒体信息服务	220
11.6.5	通用移动通信系统	221
11.7	小结	225
11.8	参考文献	225
11.9	习题	226
第 12 章	IEEE 802.11 技术与无线接入点	227
12.1	引言	227
12.2	信息的下行传输	228
12.3	上行链路的信息传输	230
12.3.1	上行链路上含有 RTS/CTS 的信息传输	231
12.4	802.11 系列协议的变体	233
12.4.1	IEEE 802.11b	234
12.4.2	IEEE 802.11g	234
12.4.3	IEEE 802.11n	234
12.4.4	IEEE 802.11ac	236
12.5	飞机上的 WiFi 接入	238
12.6	小结	238
12.7	参考文献	238
12.8	实验	239
12.9	开放性项目	239
12.10	习题	239
第 13 章	Ad Hoc 网络	241
13.1	引言	241
13.2	MANET 的特性	242
13.3	应用	243
13.4	路由选择	244
13.4.1	路由选择的要求	244
13.4.2	路由选择的分类	245
13.5	表驱动式路由选择协议	245
13.5.1	目的节点序列距离矢量路由	245
13.5.2	MANET 中簇的构成	246
13.5.3	簇首的选择	246
13.5.4	簇首网关交换路由	247
13.5.5	无线路由协议	248
13.6	按需路由选择	248
13.6.1	Ad Hoc 按需距离矢量路由选择	249

13.6.2	动态源路由协议	250
13.6.3	临时排序路由算法	251
13.6.4	基于联合的路由选择协议	253
13.6.5	基于信号稳定性的路由选择	254
13.7	混合式的路由协议	255
13.7.1	区域路由选择协议	255
13.7.2	鱼眼状态路由协议	255
13.7.3	具有组移动性的 MANET 的路标路由选择	256
13.7.4	位置辅助路由选择	256
13.7.5	方位辅助定向泛洪	257
13.7.6	相对距离微发现 Ad Hoc 路由选择	258
13.7.7	能量感知路由协议	258
13.8	多径路由选择协议	259
13.8.1	移动 Ad Hoc 网络中的按需多径路由协议	259
13.8.2	Ad Hoc 按需距离矢量-备份路由	260
13.8.3	分离多径路由	262
13.8.4	缓存和多径路由协议	262
13.8.5	邻接表多径路由	264
13.9	车域网	265
13.10	网络仿真器	267
13.10.1	ns-2 和 ns-3	267
13.10.2	其他的网络仿真器	269
13.11	小结	269
13.12	参考文献	270
13.13	实验	273
13.14	开放性项目	274
13.15	习题	274
第 14 章	传感器网络	277
14.1	引言	277
14.2	无线传感器网络固有的自适应动态特性	280
14.2.1	美国国防部高级研究计划局所做的 WSN 工作	280
14.2.2	WSN 的其他应用	281
14.3	WSN 的功能单元	281
14.4	感应区、通信范围和传感器的配置	283
14.5	随机部署的传感器网络	285
14.6	在固定位置安放传感器	285
14.6.1	定期部署的传感器网络	287
14.7	网络特性	289
14.7.1	传感器网络的分类	289
14.7.2	WSN 中 MAC 协议的基本原理	290

14.7.3	传感器网络中的平面路由选择协议	291
14.7.4	定向扩散	291
14.7.5	信息协商传感器协议	292
14.7.6	COUGAR	292
14.8	传感器网络中的分层路由选择	293
14.8.1	分簇式路由协议	294
14.8.2	低能量自适应分簇层次结构	294
14.8.3	门限敏感能量有效网络	295
14.8.4	周期性门限敏感、能量有效传感器网络的自适应协议	295
14.9	设计传感器网络时碰到的问题	297
14.9.1	传感器的数据库	298
14.9.2	协同信息处理	298
14.9.3	传感器信息系统中的低功耗采集	298
14.9.4	传感器网络中的多径路由	299
14.9.5	服务差异化	300
14.9.6	多径路由差异化服务	301
14.9.7	能源洞问题	302
14.9.8	数据汇聚	303
14.9.9	操作系统的设计	305
14.10	小结	305
14.11	参考文献	305
14.12	实验	309
14.13	开放性项目	310
14.14	习题	310
第 15 章	无线 LAN、PAN、BAN 和 MAN	314
15.1	引言	314
15.2	ETSI 高性能局域网	314
15.3	家庭无线网络	316
15.4	Ricochet	317
15.5	无线个人局域网	318
15.6	IEEE 802.15.1(蓝牙)	319
15.6.1	蓝牙系统的结构	321
15.6.2	IEEE 802.15.3	324
15.6.3	IEEE 802.15.4	326
15.7	ZigBee	330
15.8	无线体域网	331
15.9	微波接入全球互通	332
15.9.1	MAC 层	332
15.9.2	MAC 层细节	333
15.9.3	特定业务会聚子层	333

15.9.4	公共部分子层	333
15.9.5	物理层	336
15.9.6	物理层细节	337
15.10	采用网状网络的 WMAN	338
15.11	采用 3GPP 与长期演进(Long Term Evolution, LTE)的 WMAN	340
15.12	采用长期演进和长期演进增强系统的 WMAN	342
15.13	小结	345
15.14	参考文献	345
15.15	实验	347
15.16	开放性项目	348
15.17	习题	348
第 16 章	无线网络的安全性与隐私	351
16.1	引言	351
16.2	加密技术与解密技术	351
16.2.1	加密技术	351
16.3	无线通信系统的安全性	354
16.3.1	蜂窝电话的安全性	355
16.3.2	LTE 网络的安全性	356
16.3.3	基于 WiFi 的 AP 网络的鉴权	356
16.3.4	Diffie-Hellman 协议	359
16.3.5	椭圆曲线加密算法	359
16.4	防火墙与系统的安全性	361
16.5	移动自组网的安全性问题	362
16.5.1	安全性方法	363
16.5.2	入侵检测	363
16.5.3	MANET 中 IDS 的指标	363
16.5.4	MANET 中入侵检测与响应的移动代理	365
16.5.5	基于静态数据库的入侵检测体系结构	366
16.5.6	MANET 中的簇入侵检测系统	367
16.5.7	记录模块	369
16.5.8	MANET 中的自私	369
16.6	无线传感器网络的安全通信	370
16.6.1	随机配置的 WSN 中两个传感器节点之间建立共享对称密钥	371
16.6.2	用二元多项式在两个传感器之间创建共享密钥	372
16.6.3	入侵检测方案	374
16.7	分布式 DoS 攻击检测	377
16.7.1	协方差分析法	378
16.8	小结	381
16.9	参考文献	381
16.10	实验	384

16.11	开放性项目	385
16.12	习题	385
第 17 章	卫星系统	388
17.1	引言	388
17.2	卫星系统的类型	388
17.3	卫星系统的特性	392
17.4	卫星系统的基础设施	394
17.5	呼叫的建立过程	396
17.6	全球定位系统	397
17.6.1	GPS 的局限性	400
17.6.2	GPS 的受益者	401
17.7	高级 GPS 与增强型 911	402
17.8	利用卫星接入因特网	403
17.9	小结	403
17.10	参考文献	403
17.11	实验	404
17.12	开放性项目	404
17.13	习题	405
第 18 章	无线技术的最新进展	406
18.1	引言	406
18.2	SIM 卡	406
18.3	按键通话技术	407
18.3.1	PTT 的网络技术	407
18.3.2	iDEN 蜂窝网络中的 PTT	408
18.3.3	非 iDEN 蜂窝网中的 PTT; PoC	408
18.3.4	目前业务的局限性	408
18.4	RFID	409
18.5	认知无线电	410
18.6	综合业务系统的移动性与资源的管理	412
18.6.1	移动性管理	412
18.6.2	资源管理	413
18.6.3	资源管理的最新进展	415
18.7	双层可视化传感器网络	415
18.8	多媒体业务的各项要求	417
18.8.1	媒体编解码器	418
18.8.2	文件格式	419
18.8.3	超文本传输协议	419
18.8.4	媒体控制协议	419
18.8.5	会话发起协议	419