

GOTOP

完全针对移动与无线通信主题设计，广泛且深入地探讨核心内容，并结合最新应用与技术，如LTE、无线局域网的发展、软件定义的无线电、物联网、云计算、App、NFC、Femtocell、MIMO等



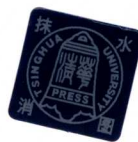
Mobile & Wireless Communications

移动与无线通信

结合最新应用与技术，广泛且深入地探讨核心内容

颜春煌 编著

清华大学出版社





移动与无线通信

颜春煌 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

移动与无线通信技术的迅猛发展深刻地影响每个人的生活,本书以通俗易懂的语言,结合最新应用与技术,广泛且深入地探讨核心内容。全书共分5篇20章,内容包括解析电磁波的秘密:正确认知电磁波的无线通信作用和生物效应;认识无线通信的术语:1G、2G、3G与4G,合作式通信与中继技术,无线宽带上网;了解无线通信的环境:详解基站、无线基站与天线塔台等无线通信设施;移动与无线通信的应用:SMS、MMS、MVPN、公共无线局域网、WiMAX、LTE、NFC、RFID以及移动商务等相关应用与开发技术;移动与无线通信技术:App、移动定位服务或云服务。

本书每章前有学习概念的提示,章末附常见问题和课后习题,适合作为移动与无线通信相关课程的教材,也可作为手机应用开发、云计算课程的教学参考书。

本书为碁峰资讯股份有限公司授权出版发行的中文简体字版本。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2016-8575

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

移动与无线通信 / 颜春煌编著. —北京:清华大学出版社, 2017

ISBN 978-7-302-46184-5

I. ①移… II. ①颜… III. ①移动通信②无线电通信 IV. ①TN929.5②TN92

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第019953号

责任编辑:夏毓彦

封面设计:王翔

责任校对:闫秀华

责任印制:宋林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm

印 张:30.75

字 数:795千字

版 次:2017年4月第1版

印 次:2017年4月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:79.00元

产品编号:070892-01

序

移动与无线通信对我们的生活影响非常大，经常低头玩智能手机的人都是移动与无线通信的用户，要以一本书的篇幅来仔细探讨这个领域是不容易的。本书试着从初学者的角度来看移动与无线通信技术，当我们赞赏移动通信带来的神奇应用时，不妨花点时间思考一下是什么造就了这一切？未来可以期待什么样的新用途？这些都是本书的内容希望带来的启发。

本书的起源与目的

中国（含港澳台地区）无线通信的产业与市场相当庞大，手机的数量、GSM 网络和 3G 网络的部署早已经是世界第一，现在 4G 以后的服务也开始迅速推广。无线通信的原理与无线通信网络的特征却少有书籍进行详细而完整的介绍。本书在内容上分成以下几个部分。

（1）解开电磁波的迷惑：无线通信带来的方便是大家所喜爱的，但是电磁波的生物效应却是个隐忧，所以建立正确的认知是很重要的。

（2）通信的原理：详细介绍通信的信号（signal）、调制（modulation）与多路访问（multiple access）技术，帮助读者建立在通信原理方面的专业背景知识。

（3）认识无线通信的术语：移动与无线通信的专业术语多且有分歧，如 1G、2G、3G 与 4G 代表什么？CDMA 与 TDMA 有什么不同？IMT 2000 与 UMTS 有什么关联？什么是无线宽带上网？在本书里均有相当直白而清楚的解说。

（4）了解无线通信的环境：天线在生活中经常看得到，但是我们可能很少去注意它。本书中有基站、无线基站与天线塔台等无线通信设施的照片与介绍，所谓百闻不如一见，引导大家发现这些生活中的邻居。

（5）想象移动与无线通信的应用：电视广告里已经开始有很多这类影片，非常有趣，本书将介绍相关的应用与开发技术，包括 SMS、MMS、MVPN、公共无线局域网（Public Wireless LAN）、WiMAX、LTE、NFC、RFID 与移动商务等主题。

（6）移动与无线通信的应用开发：大家一定听到过 App、基于位置的服务（也叫移动定位服务）和云服务，这些都跟移动与无线通信技术有关，要成为这类应用的开发者，同样需要该领域的基本背景知识。



建议哪些人阅读本书

移动与无线通信是相当专业却又十分贴近生活的科技，对于不同的读者来说，本书的作用也是不同的。

(1) “通信一族”增长见闻：对电信网络、计算机网络与无线通信感兴趣的人，可以在本书中发现很多有趣的介绍，加深对这些领域的了解。

(2) 进修的基础：移动与无线通信的人才需求目前依然十分看好，研究领域也相当宽广。如果有意在这个领域中发展，那么可以将本书当成入门的基础读本。

(3) 学校或从事职业培训的老师：在本书的编撰过程中审慎考虑了教学上的需求，所以在内容的编排上可对应约 36 小时的密集课程，或 54 小时的正规课程，教学时间的分配可参考教学幻灯片。

(4) 认识潜在的商机：移动与无线通信的潜在商机来自移动因特网（mobile Internet）与移动商务（mobile business），虽然目前尚难以看清前景，但是值得提前认识与观察。

涵盖的内容及建议的阅读方式

本书内容对于移动与无线通信领域的介绍相当完整，当然每个主题都深入研讨解说是不容易的，因此撰写时尽量加注参考文献与数据来源，读者对任何主题有意深入研究都可以从这些参考资料着手。在阅读时最好习惯在书上做笔记，加注自己的心得。很多有趣而重要的概念最好加深印象，如蜂窝概念、远近问题、多普勒效应、菲涅耳区、LBS、RFID 等，这些都是专业进修与沟通的基础。

本书撰写及标示方式

本书分为 5 篇 20 章，文中对图与表格都以编号分别标注，重点部分会以不同的方式呈现，表示该部分内容十分重要。部分重要的关键词会再加粗体，提醒读者注意。每章所附的“常见问题”单元针对理论或实际工作中的常见问题进行解析。书中经常看到的思考活动等小单元是为了增加读者阅读时的变化，让读书变成“动态思维”的活动。

本书习题

各章后面所附的课后习题着重于学习后加深记忆与深入钻研，读者可以自行练习，老师在课堂上可以适当地鼓励同学参与互动讨论或者当作分组的作业。另有 PowerPoint 教学幻灯片供老师参考使用。

致谢

本书在编写的时候正是我的父亲与帕金森症搏斗的时期，他于去年初安然辞世，虽然疾病是残酷的，但是也让我们在照顾的过程中感受到医护人员的慈悲大爱，以及至亲之间的疼惜与体贴。小时候父亲总是洋溢着让我们感到安全温馨的慈爱，虽然那是一段大多数人都贫困的年代，我们却总能得到成长所需要的幸福滋润。所以在本书付梓之际特别感谢父亲（颜旺灯）对我的照顾与母亲（颜陈玉）一直以来的呵护，当然也要感谢所有在编印过程中付出的朋友们。期望本书能将知识更有效地传播给读者们，也将所有的福报回馈给天上的父亲以及他所挚爱的现世的家人。

颜春煌

改编者序

在智能手机几乎人手一部的今天，作为计算设备和通信设备成功地融为一体的典型代表——智能手机，充分展现了“在移动中计算，在移动中无线通信，计算中伴随着通信，通信中蕴含着计算”，这背后隐含着支撑它们的“计算机网络”和“移动与无线通信网络”界限因为融合而越来越模糊了，曾经的“泾渭分明”，到现今的“不分你我，你中有我，我中有你”。本书所涉及的内容就是这个热门的领域“移动与无线通信”。

要想找一本“移动与无线通信”这个领域的初学者可以看得懂和读得下去的书不太容易。本书作者用4篇20章的内容做了一个很好的尝试。虽然是针对初学者，对于想自学本书的读者还是需要有一些“模拟和数字通信”和“计算机网络”方面的基础知识为好。本书适合计算机和通信类专业的本科高年级学生作为“移动和无线通信”的入门课程，也可以作为工程师和其他相关技术人员的培训教材或参考用书。

由于这个领域涉及的标准和技术种类繁多，而且还在不断地更新，不同标准组织针对类似的技术甚至有不同的用词，不少外来词也有不同的译法，原书还有很多直接引用英文的情况，因而原书中行文会有点专业词汇和英语词汇“泛滥”之嫌。为了便于读者的阅读和学习，改编者在这个简体中文版本中，尽量对所有专业词汇采用前后一致的中文译法，而且统一对所有英文缩写的专业词汇都加注中文。

作者为配合本书教学编写的PPT课件、题库和部分课后习题的解答，我们在改编的过程中都一并改写为简体中文版本，购买本书的读者或教师可以在注明出处后用于自学、教学或培训。

这些课件的下载网址为：<http://pan.baidu.com/s/1cmZjmm>（注意区分数字和字母大小写）。

如果下载有问题，请发送电子邮件至 booksaga@126.com，邮件主题设置为“求移动与无线通信素材”。

资深架构师 赵军

2017年1月

目 录

第一篇 认识电磁波

第 1 章 认识围绕我们的邻居——电磁波	1
1.1 简易电磁学	2
1.2 认识电磁波	4
1.2.1 电磁波的来源	4
1.2.2 电磁波的种类	5
1.2.3 电磁波的传播	5
1.3 从电磁波的应用开始认识无线通信	8
1.3.1 电磁波的应用——卫星与太空通信	8
1.3.2 电磁波的应用——数字电视的原理	10
1.3.3 与个人计算机有关的无线通信小常识	11
1.4 电磁波的生物效应	12
1.4.1 电磁波对人体可能产生的危害	12
1.4.2 如何保护自己免受电磁波的危害	13
1.5 科技新发展——电磁波屏蔽材料	13
常见问题	14
课后习题	14
第 2 章 承载信号的传输介质	15
2.1 传输介质的种类	16
2.2 导向介质	17
2.2.1 双绞线	17
2.2.2 同轴电缆	19
2.2.3 光纤	20
2.3 非导向介质	25
2.3.1 红外线	25
2.3.2 无线电微波	25



2.3.3 无线电波	26
2.4 可靠的通信方式	26
常见问题	27
课后习题	27

第二篇 通信的原理与技术

第3章 信号与通信	30
3.1 认识信号	30
3.1.1 信号的特征	31
3.1.2 数据与信号之间的转换	35
3.2 无线通信里使用的信号	36
3.2.1 无线电频谱	37
3.2.2 有线世界里的无限资源与无线世界里的有限资源	38
3.3 传输的减损	38
3.3.1 衰减	39
3.3.2 延迟失真	40
3.3.3 噪声	40
3.3.4 信道容量与奈奎斯特带宽	41
3.3.5 香农容量公式	41
3.4 无线电波传输的原理与特性	43
3.4.1 理论上预测的模型——大规模的传播模型	43
3.4.2 理论上预测的模型——小规模传播模型	47
3.5 无线电信号强度的迷惑	56
3.5.1 电压驻波比	56
3.5.2 EIRP 的定义	57
3.5.3 测量的单位	57
常见问题	59
课后习题	60
第4章 隐藏在信号中的信息	61
4.1 通信信道的特征	62
4.1.1 频域的特征	62
4.1.2 时域的特征	63
4.1.3 数字通信信道的基本限制	64
4.2 数据与信号的转换	65
4.2.1 数字数据转换成数字信号	65



4.2.2 数字数据转换成模拟信号	66
4.2.3 模拟数据转换成数字信号	67
4.2.4 模拟数据转换成模拟信号	68
4.3 调制技术简介	68
4.3.1 模拟调制技术	69
4.3.2 数字调制技术	70
4.3.3 数字调制技术的分类	75
常见问题	78
课后习题	79
第 5 章 通信工程：多路复用与交换	80
5.1 网络的形成	80
5.1.1 交换的起源	81
5.1.2 交换与多路复用在网络中扮演的角色	82
5.1.3 多路复用的起源	82
5.2 架构网络的通信技术	83
5.2.1 多路复用技术	84
5.2.2 通信的协调	85
5.2.3 交换技术	85
5.3 多路复用与交换的设备	87
5.3.1 多路复用器	87
5.3.2 交换机	89
5.3.3 网络接口	90
5.4 容量工程	91
5.5 移动交换中心	92
常见问题	93
课后习题	93
第 6 章 无线通信的多路访问技术	94
6.1 共享传输介质的原理	95
6.2 有趣的隐藏节点问题	97
6.3 无线访问技术简介	98
6.3.1 无线多路访问技术的简单分类	98
6.3.2 介质访问控制协议	99
6.4 各种多路访问技术	99
6.4.1 频分多址	100
6.4.2 时分多址	101



6.4.3 扩频多址	102
6.4.4 空分多址	104
6.4.5 正交频分多路复用	104
6.4.6 其他多路访问技术	107
6.4.7 多样性的概念	107
6.5 蜂窝系统的容量	108
常见问题	108
课后习题	108

第三篇 从有线通信网络到无线通信网络

第7章 电信网络	110
7.1 从我们自己家里的电话谈起	110
7.2 通信系统的架构	111
7.2.1 通信网络的由来	113
7.2.2 通信技术与计算机技术的结合	114
7.3 通信网络与电信服务	115
7.3.1 电信网络的服务与市场化	116
7.3.2 国际电信法规变革一览	117
7.4 无线网络与传统电话网络相连	118
7.4.1 互连的组成	119
7.4.2 互连的操作	119
7.4.3 互连的类型	119
7.5 通信运营商互连	120
7.6 展望电信网络的未来	120
7.6.1 PSTN 的发展	120
7.6.2 VoIP 的原理	121
7.6.3 无线智能网络	123
7.7 企业电话系统的规划	124
7.8 无线交换机	125
7.9 无线本地回路	126
7.9.1 无线本地回路的系统与架构	128
7.9.2 WLL 所采用的各种技术	129
7.9.3 市场上 WLL 的设备与系统	130
常见问题	130
课后习题	131



第 8 章 计算机网络	132
8.1 数据通信与网络模型	132
8.1.1 通信网络模型	133
8.1.2 标准化	138
8.2 常见的分类法	138
8.3 局域网	139
8.3.1 局域网协议与标准化	139
8.3.2 共享传输介质的原理	140
8.3.3 局域网的未来发展	141
8.4 广域网	141
8.5 网络软件系统	143
8.6 鸟瞰计算机网络世界	144
8.7 网络的规划	145
8.7.1 需求分析与环境评估	147
8.7.2 规划方法	149
常见问题	150
课后习题	151
第 9 章 无线通信网络	152
9.1 无线通信的定义与简单的分类	152
9.1.1 无线通信网络简介	153
9.1.2 从覆盖范围来看无线通信网络	154
9.1.3 无线网络的架构	155
9.1.4 无线网络的主要介质	156
9.2 无线通信网络的历史	157
9.3 无线通信的产品	159
9.4 无线通信的网络模型	159
9.5 无线通信的服务与覆盖的范围	164
9.6 与无线通信相关的标准	165
9.7 无线通信应用的分类	167
9.8 无线网络中的隐私与安全问题	167
9.8.1 隐私与安全问题	168
9.8.2 无线病毒的作用	168
9.8.3 蜂窝手机的危机	168
9.8.4 与网络安全相关的协议	168
9.9 建立无线通信的背景知识	170
常见问题	170



课后习题	170
第 10 章 无线通信系统的工程实践	172
10.1 电路与元件设计的层次	172
10.1.1 元件	173
10.1.2 电路	174
10.2 无线通信系统的设计	174
10.3 无线通信网络的工程	175
10.3.1 无线通信系统的塔台	175
10.3.2 基站	177
10.3.3 天线的作用与种类	179
10.3.4 天线与基站的外观	184
10.3.5 无线通信工程的设计工具	186
10.4 客户端设备的演进	187
10.4.1 手机	187
10.4.2 个人数字助理	189
10.4.3 智能手机与平板电脑	189
10.5 无线通信网络的设计实例	189
10.5.1 网络设计与构建的实例	190
10.5.2 无线网桥	191
10.5.3 无线通信改造工程的实例	193
常见问题	195
课后习题	195

第四篇 无线通信的代次发展

第 11 章 无线通信的代次	198
11.1 移动通信系统的发展	198
11.2 第一代	199
11.3 第二代	199
11.4 第 2.5 代	201
11.5 第三代	202
11.5.1 各种已经发展出来的 3G 标准	203
11.5.2 开发 3G 标准的组织	205
11.6 3.5G	206
11.7 3.75G	207
11.8 什么是 4G	208



11.9 各代次特征的整理	209
11.10 无线生活的起源	210
11.10.1 3G/4G 网卡上网	210
11.10.2 如何申请移动宽带的服务	211
11.10.3 移动网卡的外观与安装	211
11.11 建立无线通信系统的常识	212
11.11.1 无线电广播的原理	212
11.11.2 电视广播的原理	213
11.11.3 家庭无线电服务是什么	213
11.12 网络规划的实例	214
11.13 网络的设计	216
11.13.1 计算机网络的设计	216
11.13.2 网络设计的方法	217
11.14 计算机网络的构建	221
11.14.1 计算机网络构建工程	221
11.14.2 网络部署以后的工作	222
常见问题	222
课后习题	223
 第 12 章 无线广域网	 224
12.1 个人通信服务	224
12.1.1 个人通信服务简介	225
12.1.2 常见的 PCS	226
12.2 寻呼网	228
12.3 GSM	229
12.3.1 GSM 的架构	229
12.3.2 GSM 网络的基本特性	231
12.3.3 GSM 提供的服务	232
12.3.4 GSM 的网络信令机制	233
12.3.5 GSM 的移动性管理	234
12.3.6 GSM 的漫游机制	235
12.3.7 GSM 网络的管理与应用	236
12.3.8 GSM 构建的实践	237
12.4 CDMA2000	239
12.5 UMTS 网络	240
12.6 无线数据通信简介	243
12.6.1 早期的发展	245



12.6.2 分组无线网络	245
12.7 蜂窝数字分组数据	246
12.8 GSM 通用分组无线业务	247
12.8.1 GPRS 网络的架构	248
12.8.2 GPRS 手机	250
12.8.3 连上网络	251
12.8.4 GPRS 的面面观	252
12.9 从 CDMA 来看无线数据通信	253
12.10 其他无线数据通信系统	254
12.11 与应用系统相关的协议	255
12.12 移动性管理	256
12.12.1 转接	257
12.12.2 漫游管理	260
常见问题	261
课后习题	262
第 13 章 无线局域网	263
13.1 认识各种与我们切身相关的无线网络	264
13.2 IEEE 802 网络技术概观	266
13.3 802.11 网络的架构	268
13.3.1 802.11 网络的基本结构	269
13.3.2 802.11 网络的类型	270
13.4 802.11 网络的工作方式	275
13.4.1 802.11 的网络服务	275
13.4.2 移动性的支持	277
13.5 无线局域网的应用	278
13.5.1 应用的分类	278
13.5.2 Wi-Fi 是什么	279
13.6 802.11 WLAN 标准的比较	280
13.7 组成部件	281
13.7.1 PoE 设备	281
13.7.2 其他常见的附件	282
13.8 基础设施设备	287
13.8.1 无线接入点	287
13.8.2 无线网桥	289
13.8.3 无线工作组网桥	290
13.8.3 无线家庭网关	291



13.8.5 企业无线网关	292
13.9 客户端设备	293
13.9.1 薄形卡片	293
13.9.2 无线网络的转换器	294
13.9.3 支持 USB 接口的客户端	294
13.9.4 传统的 PCI 与 ISA 扩展卡	295
13.9.5 安装与设置	295
13.10 认识 Wi-Fi	296
13.10.1 让 Wi-Fi 成为简易的上网方式	297
13.10.2 让 Wi-Fi 成为安全的网络通道	299
13.10.3 移动性的支持	300
13.10.4 网络的管理问题	301
13.10.5 Wi-Fi 的商业模式	301
13.10.6 认识 WISP	302
13.10.7 企业对于 Wi-Fi 的运用	302
13.11 下一代无线局域网	303
13.11.1 无线局域网与 Wi-Fi 的普及	303
13.11.2 IEEE 802.11 的发展经过：回顾与整理	303
13.11.3 进入下一代无线局域网的关键技术	304
13.11.4 延伸学习	306
常见问题	306
课后习题	306
第 14 章 短距离无线通信	307
14.1 自组网络	308
14.2 红外线	309
14.3 蓝牙的起源	311
14.3.1 蓝牙协议栈	313
14.3.2 蓝牙技术的使用与管理	318
14.3.3 蓝牙的市场与未来发展	320
14.4 认识 ZigBee	322
14.5 专属短距离通信	323
常见问题	323
课后习题	324
第 15 章 无线宽带技术	325
15.1 从固网的概念谈起	326



15.2	固定式的无线通信技术	327
15.2.1	本地多点分配业务	327
15.2.2	多路多点分配业务	330
15.3	无线城域网	332
15.4	无线宽带技术简介	333
15.4.1	无线宽带技术的发展	334
15.4.2	无线宽带技术的历史	335
15.4.3	无线宽带的市场与应用	336
15.5	WiMAX 与其他无线宽带技术的比较	337
15.5.1	蜂窝系统	337
15.5.2	Wi-Fi 系统	337
15.5.3	其他相关的技术	338
15.6	无线宽带系统与 WiMAX 面临的挑战	338
15.6.1	商业发展上的挑战	338
15.6.2	技术发展上的挑战	338
15.7	长期演进	338
15.7.1	4G 发展的关键角色	340
15.7.2	从 UMTS 到 LTE	340
15.7.3	从 LTE 到 LTE-Advanced	341
15.7.4	技术的特征	341
15.8	协同通信与中继技术	343
15.8.1	协同通信	343
15.8.2	中继技术	343
	常见问题	347
	课后习题	347

第五篇 移动与无线通信的应用

第 16 章	移动因特网和移动 IP	350
16.1	因特网的由来与简介	350
16.1.1	从网络到因特网	351
16.1.2	IP 地址与域名	352
16.1.3	TCP/IP 网络协议	353
16.1.4	因特网的架构	355
16.2	因特网的重要协议与原理	356
16.2.1	MAC 层上的寻址	357
16.2.2	较高层上的寻址	359