



国际信息工程先进技术译丛



WILEY
www.wiley.com

下一代 无线系统与网络

**Next Generation
Wireless Systems
and Networks**

(新加坡) Hsiao-Hwa Chen

著

(美) Mohsen Guizani

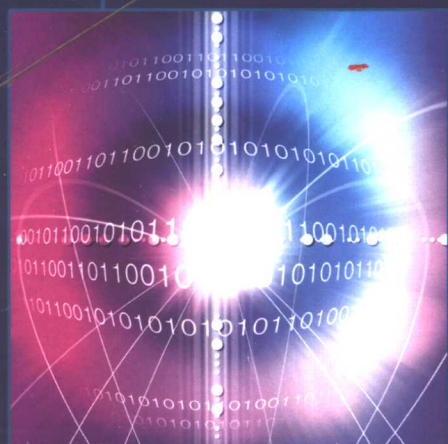
张 兴 吕召彪 秦 焱

译

徐凯旋 徐 波

张 兴 王文博 校

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS



TN92/74

2008

国际信息工程先进技术译丛

下一代无线系统与网络

(新加坡) Hsiao - Hwa Chen (中国台湾省孙逸仙大学)

(美) Mohsen Guizani (美国西密歇根大学)

张 兴 吕召彪 秦 焱

徐凯旋 徐 波

张 兴 王文博

著

译

校

机械工业出版社

本书是专门介绍下一代无线通信系统与网络的专著。全书共分 10 章, 主要介绍了未来无线系统与网络的演进趋势及其关键技术, 具体内容包括无线通信系统层和网络层的基本知识, 以及最近几年刚出现的新技术等。本书可供从事无线通信系统与网络, 特别是下一代移动通信系统和宽带网络的系统层及网络层的专业技术人员、研究人员、标准化工作者、网络设计和工程优化人员参考, 也可作为大专院校相关专业师生的参考书。

Original English language edition Copyright © 2006 by John Wiley Ltd.

The copyright notice exactly as it appears in the original Work.

All Rights Reserved. This translation published under license.

Simplified Chinese Translation Copyright © 2008 by China Machine Press.

Hsiao - Hwa Chen, Mohsen Guizani; Next Generation Wireless Systems
and Networks.

Authorized translation from the English language edition published by John
Wiley.

本书版权登记号: 图字 01 - 2006 - 4963 号

图书在版编目(CIP)数据

下一代无线系统与网络/ (新加坡) 陈晓华 (Chen, H. H.); (美) 吉扎尼 (Guizani, M.)
著; 张兴等译. —北京: 机械工业出版社, 2008.1

(国际信息工程先进技术译丛)

书名原文: Next Generation Wireless Systems and Networks

ISBN 978 - 7 - 111 - 22330 - 6

I. 下… II. ①陈…②吉…③张… III. 无线电通信—通信网—研究 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 140596 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: 张俊红

责任编辑: 顾 谦 版式设计: 张世琴 责任校对: 刘志文

封面设计: 马精明 责任印制: 洪汉军

北京汇林印务有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 15.875 印张 · 616 千字

0001 - 4000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 22330 - 6

定价: 50.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书来源于以下观点,即下一代无线通信系统的物理层(系统级)和上层(网络级)之间有着非常紧密的相互影响。

在过去十年中,移动和无线通信的爆炸性发展对无线系统和网络的设计带来了本质性的变革。对传统的以语音为主的业务的需求已经很快被以数据为主的应用所取代。以电路交换型端到端无线系统和网络的设计理念已经由全 IP 分组交换无连接体系所取代。传统的无线系统或网络分层的体系面临着跨层优化设计的巨大挑战。先前明确定义的七层开放系统接口(Open System Interface, OSI)各层之间的界限正在消失;另外,微电子技术的发展使得如同口袋大小或卡片大小的便携式复杂用户通信终端成为可能,甚至具备足够高的智能可以自适应工作环境的改变(例如,认知无线电)。同时,无线链路的数据速率已经极大的增加,从 1995 年(例如, GSM)的 9.6kbit/s 到 2005 年的 2Mbit/s(例如, WCDMA),在过去十年高速增长超过了 200 倍。国际研究机构瞄准了“超三代”(Super-3G、Beyond 3G)无线系统和网络的研究,峰值速率可以达到 500Mbit/s,在最近日本 NTT DoCoMo 公司的外场测试中证明了这一速率。甚至还有更多的 4G 无线系统和网络将提供大约为 1Gbit/s 的峰值速率。对无线链路容量和质量的巨大需求已经促使我们针对未来无线系统和网络努力研究开发新的设计方法和概念。

本书最初计划是对无线系统与网络的演进趋势进行深入阐述,并试图提供给读者一些参考,几乎涵盖了无线通信系统层和网络层的基本知识,包括了无线通信信道的基本原理、所有主流的 3G 蜂窝移动标准、如无线局域网(WLAN)、无线个域网(WPAN)、蓝牙、全 IP 无线网、超三代无线系统及其他新出现的技术,例如超宽带(UWB)、正交频分复用(OFDM)、多输入多输出(MIMO)、认知无线电、UTRAN 系统的演进(E-UTRAN)。为了能进行更深入和有效的阐述,我们不得不尽最大努力在覆盖面和有效篇幅之间做出一些折中。我们非常希望本书能够取得预期目标,并得到读者的欢迎。

本书包括十章内容,如前所述,本书的主要目标是给出最新的研究参考,涵盖了几乎所有重要的无线系统与网络在最近 20 年的技术进展。本书包括了所有主要的第三代蜂窝移动通信系统标准,例如 CDMA2000、WCDMA 和 TD-SCDMA。对这些 3G 蜂窝移动技术的讨论范围局限到一个程度,使得读者可以比较容易的理解它们的工作原理、设计理念和技术特色,而不需要参考本书后面给出的参考文献。然而,本书的重点则放在新出现的技术上,例如超宽带、MC-CDMA

(多载波 CDMA)、OFDM、MIMO、认知无线电和 (B3G) (超三代) 系统。

本书可以作为电子和计算机工程、计算机科学或通信系统相关专业的本科生、研究生的教学补充材料；如果作为本科生的教材，学生最好已经学习过诸如“信号与系统”和“数字通信”等课程。如果有工程数学的背景知识，也会有助于对本书相关讨论的深入理解。另外，通过合理安排，本书也可以作为职业教育课程的主要教材，内容可以持续一个学期。

我们也对本书作者的家庭对本书写作一贯的支持表示感激。Hsiao - Hwa Chen 对他的妻子 Tsuiping 在假期和周末花费在本书上的耐心表示感谢；同时，他也要感谢女儿 Cindy 和儿子 Peter，对他们给予父亲不能在周末和假期一起度过的理解表示感谢。Mohsen Guizani 在此感谢妻子 Saida 以及孩子 Nadra, Fatma, Maher, Zainab, Sara 和 Safa，对他们在本书写作过程中的理解和耐心表示感谢。

许多人士在本书准备编写过程中给予了帮助。Hsiao - Hwa Chen 特别感谢他的学生，En - Hung Chou、Ming - Jiun Liu、Yang - Wen Chen, Ho - Tai Lo、Bir - Rong Sue、Kuo - Bin Wang、Hsiang - Yi Shih、Wei - Cheng Huang、Yao - Lin Tsao, Cheng - Lung Wu、Juang - Wei Jang 和 Yu - Ming Kuo，对他们通过不同方式收集数据和参考资料等表示感谢，本书一些章节内容部分来自他们的研究工作。Mohsen Guizani 感谢他的许多学生，特别是 Joe Baird 先生。

Hsiao - Hwa Chen
中国台湾省孙逸仙大学
Mohsen Guizani
美国西密歇根大学

中文版前言

过去 20 年里，全球范围内的无线通信系统与网络得到了空前的发展。我国无线通信系统与网络的迅猛发展更为显著，我们非常高兴的看到本书被翻译成中文并将很快出现在中国市场上。本书作者之一，陈晓华（Hsiao-Hwa Chen）教授实际上就出生在中国，在他去芬兰攻读通信博士学位之前就在中国接受博士前的教育。因此，本书中文版的出版将更有意义，我们将非常高兴的与中国读者分享对这个领域知识的理解。

中国是一个伟大的国家，在各方面都具有巨大的潜能。我们已经目睹了在这个广袤的国家里电信基础建设的巨大成功。中国仅仅用了大约 20 年时间就在全中国范围内建设了复杂的全国固定电话网络，现在已经能够在所有省份内为人们提供电话接入服务；与之相比，美国却用了超过半个世纪才取得同样的成绩。另外，中国今天拥有用户数量占世界第一的移动电话用户，三年前就超过了美国。中国已经发展了本国自己研制开发的 3G 移动蜂窝标准——TD-SCDMA 系统，其必将在国内 3G 移动蜂窝网络中扮演极其重要的角色。实际上，不仅仅在中国国内 3G 市场，而且在世界 3G 市场上，TD-SCDMA 系统也是 WCDMA 和 CDMA2000 系统强有力的竞争者。

毫无疑问，对于全世界的电信设备制造商而言中国已经成为巨大而重要的市场，对固定和无线通信设备不断增长的巨大需求也在中国。此外，中国也完全有实力和潜力成为重要的电信设备制造商，可以成功的与任何其他电信制造商进行竞争。陈晓华教授最近访问了华为公司总部。华为公司是一家民营企业，提供各种先进的从固定电话交换机到无线和移动蜂窝系统的电信相关设备。这次访问留下的印象非常深刻，完全改变了以前的印象，他惊异于华为公司的规模，尤其是这个中国电信制造企业的雄心壮志。华为公司总部占地 1.4km²，包括了各种研发、制造和培训设施。一个更新、更大的公司基地正在建设中，并将在两年内完成。华为公司也在国内几乎所有重要城市设有区域中心，同时也包括世界上许多国家和地区。根据介绍，华为公司将收入中非常大的一部分用于研发，这方面与很多其他同行公司相比也处于领先地位。华为公司现在拥有数字电话交换设备非常大的市场份额，同时也获得了其他有线和无线设备不断增长的市场，包括 HSDPA（高速下行包接入）技术，它是基于 WCDMA 的高速数据接入的 3.5G 移动蜂窝技术。就在最近，中国台湾省的许多移动蜂窝运营商，包括台湾省最大的电信运营商——“中华电信”（Chung Hwa Telecomm）在内，已经为其客户引入了华

为公司的 3.5G 技术的 HSDPA 设备。

华为公司的成功具有重要意义，它表明中国加强了对世界上很多其他国家高科技电信设备的出口。华为公司的成功实际上得益于其引入大量国内年轻的研发工程师，他们非常聪明并且工作非常努力。可以预言，中国将很快成为世界上领先的电信出口国家。

因此，通过与中国读者共享我们在本书中所涉及的有限的知识，我们非常高兴成为中国电信产业快速发展的一部分。我们相信读者会发现本书是有意义的，并欢迎任何读者的批评建议。

在结束前言之前，我们也借此机会感谢北京邮电大学的张兴博士，他花费了大量的时间将本书翻译成中文。我们也感谢 Wiley 出版社努力将本书授权给中国机械工业出版社，同时也对机械工业出版社出版本书中文版表示感谢。

Hsiao - Hwa Chen

陈晓华

中国台湾省孙逸仙大学

Mohsen Guizani

美国西密歇根大学

2007 年 3 月 25 日

作者简介

Hsiao-Hwa Chen (陈晓华) 目前是中国台湾省孙逸仙大学通信工程系的教授。他分别在1982年和1985年于浙江大学取得电子工程理学学士和理学硕士学位, 1990年于芬兰 Oulu 大学取得电子工程博士学位。1991~1993年他作为一名研究员工作于芬兰学院, 1992~1997年作为国立新加坡大学的讲师和高级讲师。1997年, 他加入中国台湾省中兴大学电子工程系, 任副教授, 并于2000年提升为教授。2001年, 他加入中国台湾省孙逸仙大学, 成为通信工程系的主任。在他的领导下, 该系2004年名列中国台湾省 SCI 杂志评选和台湾省自然科学基金排名的第二名。他作为访问教授, 于1999年访问德国 Kaiserslautern 大学, 2000年访问日本的 Tsukuba 大学应用物理系, 2002年访问德国 Essen 大学试验数学系, 2004年访问中国香港中文大学。目前他的研究兴趣包括无线网络、MIMO 系统、下一代 CDMA 技术和超三代系统。陈教授从中国台湾省自然科学基金委和台湾省相关教育部门获得了多项研究及教学奖。在通信领域, 他作为作者或共同作者在主要的国际期刊和会议上发表了超过140篇技术论文、三本书籍和另外两本书籍的部分章节。他是多个主要国际会议的 TPC (技术程序委员会) 成员和研讨会主席, 包括 IEEE VTC 2003 秋季会议、IEEE ICC 2004、IEEE Globecom 2004、IEEE ICC 2005、IEEE Globecom 2005、IEEE ICC 2006、IEEE Globecom 2006、IEEE VTC 2006 春季会议和 IEEE ICC 2007 等。他也是许多杂志的编辑或客座编辑, 例如 IEEE Communications Magazine、IEEE Wireless Communications Magazine、IEEE JSAC、IEEE Networks Magazine、IEEE Transactions on Wireless Communications、IEEE Vehicular Technology Magazine、Wireless Communications and Mobile Computing (WCMC) Journal 和 International Journal of Communication Systems 等。他关于 CDMA 无线网络、数字通信和雷达系统的原创性工作包括了5项美国专利、2项芬兰专利和5项中国专利 (其中3项在中国台湾省, 另两项在中国大陆), 其中一些已经授权给了商业应用。2003年和2005年他成为浙江大学和上海交通大学的荣誉客座教授。更多关于陈晓华教授的信息, 可以访问如下网站: <http://www.ice.nsysu.edu.tw/hsh-wchen.html>。

Mohsen Guizani 目前是美国西密歇根大学的教授和计算机科学系的主任。从1999~2003年他是西佛罗里达大学计算机科学系的主任。从1997~1999年, 他是密苏里 (哥伦比亚) 大学电子与计算机工程系的副教授, 同时也是从事研究生教育的主任。在加入密苏里大学之前, 他是科罗拉多 (Boulder) 大学的一名研究人员。从1989从事1996年, 他在沙特阿拉伯的石油与矿产大学的计算机工程系

拥有学院职务。他于 1988 ~ 1989 学年作为纽约 Syracuse 大学电子与计算机工程系的访问教授。他分别于 1984 年、1986 年和 1990 年获得纽约 Syracuse 大学电子工程学士、硕士、计算机工程博士学位。他的研究兴趣包括计算机网络、计算机系统的设计与分析、无线通信和计算以及光网络。他目前作为许多期刊的编辑委员会成员, 包括 IEEE Transaction on Wireless Communications、IEEE Transaction on Vehicular Technology、IEEE Communications Magazine、the Journal of parallel and Distributed Systems and Networks 和 International Journal of Computer Research 等。他作为许多杂志的客座编辑, 例如, IEEE Communication Magazine、IEEE Journal on Selected Areas in Communications、Journal of Communications and Networks、The Simulation Transaction、International Journal of Computer Systems and Networks、International Journal of Communication Systems、International Journal of Computing Research 和 Journal of Cluster Computing。Guizani 博士是 John Wiley 出版社 “Wireless Communications and Mobile Computing” 杂志的创始人和主编 (<http://www.interscience.wiley.com/jpages/1530-8669/>)。他是 4 本书籍的作者: McGraw - Hill 1999 年出版的《Designing ATM Switching Networks》(<http://www.pbg.mcgrawhill.com/computinglauthors/guizani.html>), Nova 科学出版社 (Nova Science Publishers) 2001 年出版的《Wireless Systems and Mobile Computing》, Marcel Dekker 2002 年 6 月出版的《Optical Networking and Computing for Multimedia Systems》, 以及 Kluwer 于 2004 年 6 月出版的《Wireless Communications Systems and Networks》。他进行了许多国际会议的主题演讲, 同样他还担任了许多会议的大会主席, 例如并行及分布式计算机系统 (PDCS 2002), IEEE 车辆技术会议 (VTC 2003), PDCS 2003 以及 IEEE WirelessCom 2005。他担任了许多会议的程序主席, 例如 Parallel and Distributed Computer Systems、Wireless Networking Symposium (VTC2000)、Annual Computer Simulation Systems Conference、Optical Networking Symposium (Globecom 2002)、Collaborative Technologies Symposium 2002 (in conjunction with Western Multi-conference on Simulation and Modeling), 以及 the General Conference of IEEE Globecom 2003。他在高速网络、光纤网络和无线网络与通信领域的期刊和会议上发表了超过 140 篇论文。Guizani 博士是很多组织的共同主席, 例如 IEEE Communications Society Technical Committee on Transmissions、Access and Optical Systems (IEEE TAOS), Conference Coordination of the IEEE Communications Society [technical Committee on Computer Communications (IEEE TCCC)], 他也是 Computer Network Security Sub-Committee 的成员。他被 IEEE 计算机协会委派为卓越的国家演讲者直至 2005 年 12 月。他是计算机科学和信息技术项目 ABET 委派的评估成员, 同时也是 IEEE 的高级会员, IEEE 通信协会、IEEE 计算机协会、ASEE、ACM、OSA、SCS 和 Tau Beta Pi 的会员。更多信息, 请访问 <http://www.cs.wmich.edu/mguizani/>。

译者序

不论何时、何地都能与任何人实现信息交流的全球化个人通信，是人类追求的美好理想。无线通信具有跨越时空进行信息沟通的灵活性，以及连接全球的无缝隙覆盖特性，这个特性使它成为了最具吸引力的通信方式；而无线通信的快速发展，也将把人类实现个人通信的梦想一步步变为现实。从全球范围来看，无线通信用户的年增量和增速都在持续逐年大幅度增长，无线通信已经进入了规模化发展的阶段。如今，快速发展的无线通信已成为信息产业中最为耀眼的“亮点”，并已成为推动社会经济发展的强劲动力。

过去十年中，移动和无线通信的迅速发展对无线系统和网络的设计带来了根本性的变革。基于电路交换型端到端无线系统和网络的设计理念已经被全 IP 分组交换无连接体系所取代。传统的无线系统或网络分层的体系面临着从无线传输到网络架构在内整个系统变革的巨大挑战。无线链路的数据速率已经得到极大的增加，在过去十年中增加了超过 200 倍。国际研究机构已经瞄准了“超三代”（Super-3G、Beyond 3G）无线系统和网络的研究，与此同时，ITU 已经决定在 2008 年面向全球征集 4G（IMT Advanced）的技术标准提案。对无线链路所提供的容量和质量的巨大需求已经促使人们针对未来无线系统和网络，努力研究开发新的设计方法和概念。

本书主要将讨论下一代无线通信系统与网络，内容涵盖了无线通信系统层和网络层的基本背景知识，包括无线通信信道的基本原理、所有主流的 3G 蜂窝移动通信标准、无线局域网（LAN）、无线个域网（PAN）、蓝牙、全 IP 无线网、超三代无线系统以及其他技术，例如超宽带（UWB）、正交频分复用（OFDM）、多输入多输出（MIMO）、认知无线电和 UTRAN 系统的演进（E-UTRAN）等。

全书共分 10 章。其中，张兴负责翻译第 2~3 章、第 7~9 章，吕召彪负责翻译第 4 章、第 5 章，秦焱、徐凯旋、徐波共同负责翻译第 1 章、第 6 章、第 10 章及附录部分。全书由张兴、王文博进行审校。参加本书翻译整理工作的还有无线信号处理与网络实验室的部分同仁，在此表示衷心的感谢。

本书的翻译得到国家重点基础研究发展计划（973 项目，课题编号：2007CB310600）的资助，在此特别表示感谢。下一代移动通信技术的研究方兴未艾，由于译者水平有限以及时间仓促等原因，书中疏漏和错误之处在所难免，敬请读者和同行专家批评指正。需要指出的是，本书的内容是译者在尽量忠实于原书的基础上翻译的，但并不代表译者及其所在单位的观点，这点请广大读者注意。

本书可供从事无线通信系统与网络，特别是下一代移动通信系统和宽带网络的系统层及网络层的专业技术人员、研究人员、标准化工作者、网络设计和工程优化人员，以及大专院校相关专业师生阅读参考。

译 者

于北京邮电大学

2007 年 11 月

关于本书

《下一代无线系统与网络》一书从专业的角度介绍了超三代(B3G)无线系统的最新技术。本书自身所包含的参考文献给出了无线通信的基础知识,例如3G标准、扩频和CDMA系统等,以及更高层面上面向研究的关于B3G通信系统的方法,从而降低了对其他相关材料的依赖。

该书为读者提供了无线通信系统/网络领域几乎最新的技术发展,介绍了主要的3G标准,例如WCDMA、CDMA2000和TD-SCDMA。它也包括了对认知无线电和3GPP E-UTRA等技术以及其他相关书籍所没有涉及到的领域。

关键的参考文献将为高年级本科生和研究生、学者和研究员提供非常宝贵的帮助。该书也会对希望进一步提高自己知识水平的电信工程师提供有益参考。



下一代移动系统

- 本书从作者自己的研究角度出发，涵盖了下一代无线领域的许多热点技术，包括蓝牙技术、全IP无线网络、功率有效和带宽有效的空中链路技术以及B3G无线系统中的多用户信号处理技术；
- 在学习更先进的技术之前，本书清晰明了，逐步地展开，将为读者提供最基本的通信概念；
- 给出了刚刚出现的无线通信系统和网络领域的许多重要的研究课题，例如B3G技术、4G无线系统、UWB、OFDMA和MIMO；
- 包括了大量详细解释的图表。

目 录

前言

中文版前言

作者简介

译者序

第1章 概述	1
1.1 第一部分：背景知识	3
1.2 第二部分：3G 移动蜂窝标准	5
1.3 第三部分：无线网络	10
1.4 第四部分：B3G 和新兴的无线技术	11
1.5 使用本书的建议	17
第2章 无线通信基本原理	19
2.1 无线通信信道理论	19
2.1.1 无线信号传播	20
2.1.2 衰落信道模型	22
2.1.3 窄带和频域特征	26
2.1.4 宽带和时域特征	29
2.2 扩频技术	36
2.2.1 直接序列扩频技术	41
2.2.2 跳频扩频技术	55
2.2.3 跳时扩频和超宽带技术	60
2.3 多址接入技术	62
2.3.1 FDMA	63
2.3.2 TDMA	64
2.3.3 CDMA	67
2.3.4 随机多址接入技术	82
2.4 多用户信号处理	93
2.4.1 抑制 MAI 的多用户联合检测	93
2.4.2 导频辅助 CDMA 信号检测	99
2.4.3 抑制共信道干扰的波束成型	104
2.5 OSI 参考模型	106
2.6 交换技术	109
2.6.1 电路交换网络	110

2.6.2 分组交换网络	111
2.7 基于 IP 的网络	113
第 3 章 3G 移动蜂窝技术	116
3.1 CDMA2000	121
3.1.1 CDMA2000 的优势	123
3.1.2 总体构架	129
3.1.3 无线链路设计	131
3.1.4 数据吞吐量	132
3.1.5 Turbo 编码	134
3.1.6 前向链路	135
3.1.7 调度	141
3.1.8 反向链路	142
3.1.9 CDMA2000 1xEV 的信令	145
3.1.10 切换	149
3.1.11 CDMA2000 1x EV 的小结	150
3.1.12 CDMA2000 1xEV - DO	151
3.1.13 CDMA2000 1xEV - DV	152
3.2 WCDMA	155
3.2.1 UMTS WCDMA 的历史	162
3.2.2 ETSI UMTS 标准与 ARIB WCDMA 标准	166
3.2.3 UMTS 小区和网络结构	168
3.2.4 UMTS 无线接口	170
3.2.5 UMTS 协议栈	173
3.2.6 UTRA 信道	175
3.2.7 UTRA 复用和帧结构	180
3.2.8 扩频和调制	181
3.2.9 分组数据	186
3.2.10 功率控制	187
3.2.11 切换	189
3.3 TD - SCDMA	191
3.3.1 TD - SCDMA 概述	191
3.3.2 帧结构	193
3.3.3 智能天线	194
3.3.4 自适应波束图	195
3.3.5 上行链路同步控制	196
3.3.6 小区间同步	198
3.3.7 接力切换	200
3.3.8 小区间的动态信道分配	200
3.3.9 网络部署的灵活性	201

3.3.10 TD-SCDMA 的技术局限	201
第 4 章 无线数据网络	203
4.1 IEEE 802.11 无线网络标准	203
4.1.1 IEEE 802.11 标准的基本原理	206
4.1.2 MAC 子层的结构和功能	214
4.1.3 IEEE 802.11 跳频扩频	217
4.1.4 IEEE 802.11 直接序列扩频	218
4.1.5 采用 DSSS 的原因	218
4.1.6 IEEE 802.11 红外规范	219
4.1.7 IEEE 802.11b 标准	219
4.1.8 IEEE 802.11g 标准	220
4.2 IEEE 802.11a 标准	221
4.3 IEEE 802.11 的安全性	222
4.3.1 鉴权	223
4.3.2 WEP	224
4.4 IEEE 802.15 WPAN 标准	231
4.4.1 IEEE 802.15.3a 标准	232
4.4.2 IEEE 802.15.4 标准	232
4.5 IEEE 802.16 WMAN 标准	232
4.6 ETSI HIPERLAN 和 ETSI HIPERLAN/2 标准	232
4.7 日本的 MMAC	233
4.8 蓝牙技术	234
4.8.1 蓝牙协议栈	235
4.8.2 蓝牙安全性	235
第 5 章 全 IP 无线网络	237
5.1 对 1G/2G/3G/4G 术语的说明	237
5.2 移动 IP	239
5.3 IPv6 与 IPv4	241
5.4 移动 IPv6	242
5.5 无线应用协议	243
5.6 移动 Ad hoc 网络的 IP	245
5.7 全 IP 路由协议	246
第 6 章 B3G 无线系统的体系结构	250
6.1 频谱分配和无线传输策略	251
6.1.1 调制接入技术: OFDM 及其延伸	252
6.1.2 非常规接入结构	252
6.1.3 多天线技术	253
6.1.4 自适应调制编码	254

6.1.5 软件无线电	254
6.2 WMAN/WLAN/WPAN 和移动蜂窝系统的融合	255
6.3 高速数据	256
6.4 多模和重构平台	258
6.5 Ad hoc 移动网络	259
6.6 网络规划	263
6.7 B3G 无线系统中的卫星系统	265
6.8 其他方面的挑战	266
第 7 章 B3G 无线系统的多址接入技术	268
7.1 B3G 无线系统的需求	269
7.2 B3G 无线系统专刊	270
7.3 下一代 CDMA 技术	272
7.3.1 使用良好 CDMA 码字的重要性	272
7.3.2 系统模型和假设	273
7.3.3 扩频和载波调制	273
7.3.4 REAL 方法	275
7.3.5 DS-CDMA 系统的 REAL 方法	277
7.3.6 OS-CDMA 系统的 REAL 方法	280
7.3.7 实现与性能	281
7.4 多载波 CDMA 技术	285
7.4.1 时间复制的扩频 MC-CDMA	286
7.4.2 频率复制的扩频 MC-CDMA	287
7.4.3 复用时间扩频 MC-CDMA	288
7.4.4 复用频率扩频 MC-CDMA	289
7.5 OFDM 技术	290
7.5.1 从多载波系统到 OFDM	291
7.5.2 循环前缀	293
7.5.3 PAPR 问题	295
7.5.4 OFDMA 技术	296
7.6 超宽带技术	297
7.6.1 主要的 UWB 技术	300
7.6.2 DS-CDMA UWB 系统模型	304
7.6.3 平坦衰落信道	307
7.6.4 频率选择性衰落信道	313
7.6.5 DS-CDMA UWB 系统性能	324
第 8 章 MIMO 系统	331
8.1 SIMO、MISO 和 MIMO 系统	331
8.2 MIMO 系统的空间分集	333