

IT 先锋系列丛书

第3代无线通信网络

3G WIRELESS NETWORKS

Clint Smith Daniel Collins 著
李波 卢树军 张志龙 孙敏琪 等 译
余东峰 审校

Mc
Graw
Hill

Education

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

IT 先锋系列丛书

第 3 代无线网络

Clint Smith

著

Daniel Collins

李 波 卢树军

等译

张志龙 孙敏琪

余东峰 审校

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

第 3 代无线通信网络 / (美) 史密斯 (Smith, C.) 著; 李波等译.

—北京: 人民邮电出版社, 2003. 2

(IT 先锋系列丛书)

ISBN 7-115-10831-5

I. 第... II. ①史... ②李... III. 无线电通信—通信网 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 000467 号

IT 先锋系列丛书

第 3 代无线通信网络

-
- ◆ 著 Clint Smith Daniel Collins
译 李 波 卢树军 张志龙 孙敏琪 等
审 校 余东峰
责任编辑 梁 凝
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129258
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 30.5
字数: 659 千字 2003 年 2 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2003 年 2 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记 图字: 01-2002-2448 号

SBN 7-115-10831-5/TN • 1964

定价: 48.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

本书重点介绍第 3 代 (3G) 移动通信技术中 UMTS 和 CDMA2000 两个标准的技术体制和系统集成原则。书中内容分为三大部分。第一部分包括第 1 章到第 5 章, 概略介绍 1G 系统、2G 系统、2.5G 系统和 3G 系统的技术体制; 第二部分包括第 6 章到第 9 章, 详细介绍了 UMTS 和 CDMA2000 的技术细节, 并专门介绍 VoIP 技术和无线传输信道模型; 第三部分包括第 10 章到第 14 章, 讨论了设计建设 UMTS 系统和 CDMA2000 系统的方法和原则。

本书的主要读者对象是从事通信设备研制和通信系统集成的广大工程技术人员, 也可作为高等院校通信、计算机等专业在校师生的参考书籍。

17400-10

版 权 声 明

Clint Smith

Daniel Collins

3G WIRELESS NETWORKS

ISBN:0-07-136381-5

Copyright©2002 by the McGraw-Hill Companies,Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies,Inc.All Rights reserved.No part of this publication may be reproduced or distributed in any means,or stored in a database or retrieval system,without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education(Asia) Co.and Posts and Telecommunications Press.

本书中文简体字翻译版由人民邮电出版社和美国麦格劳-希尔教育（亚洲）出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司激光防伪标签，无标签者不得销售。
北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2002-2448

译者序

移动通信从 20 世纪 80 年代初开始商用,至今已有 20 多年的历史。经历了 80 年代的第 1 代模拟移动通信技术,90 年代第 2 代数字移动通信技术(主要为 GSM 和窄带 CDMA 技术),在新世纪之初,以支持移动多媒体业务为特征的第 3 代移动通信即将投入商用。

第 3 代移动通信系统最早于 1985 年由国际电信联盟(ITU)提出,当时称为未来公众陆地移动通信系统(FPLMTS),1996 年更名为 IMT-2000(国际移动通信-2000)。与前两代系统相比,第 3 代移动通信系统的主要特征是可提供移动多媒体业务,其中高速移动环境支持 144 kbit/s 速率、步行慢速移动环境支持 384 kbit/s 速率、室内环境支持 2 Mbit/s 速率的数据传输。其设计目标是为了提供比第 2 代系统更大的业务容量、更好的通信质量,能在全球范围内更好地实现无缝漫游,并为用户提供包括话音、数据及多媒体等在内的多种业务。

在经过几年的技术评估、研究分析及大量的协调和融合工作之后,1999 年 11 月,ITU TG8/1 最后一次会议通过了 IMT-2000 的无线接口技术规范,最终确定了第 3 代移动通信技术的格局,它分为 CDMA 和 TDMA 两大类共 5 种技术,其中主流技术为以下 3 种 CDMA 技术:

- WCDMA
- CDMA2000
- CDMA TDD 技术(包括 TD-SCDMA 和 TD-CDMA)。

在我国,由信息产业部领导的 CATT(电信科学技术研究院)于 1998 年 6 月向 ITU-R 提交 TD-SCDMA 标准,并已经成为 ITU-T 3G 标准和 3GPP 国际标准。同时,由信息产业部和科技部联合领导的第 3 代移动通信研究开发项目,也正在顺利进行。目前,我国第 3 代移动通信系统的商用已经拉开了帷幕。

本书重点介绍第 3 代(3G)移动通信技术中 UMTS 和 CDMA2000 两个标准的技术体制和系统集成原则。书中内容分为三大部分。第一部分包括第 1 章到第 5 章,概略介绍 1G 系统、2G 系统、2.5G 系统和 3G 系统的技术体制;第二部分包括第 6 章到第 9 章,详细介绍了 UMTS 和 CDMA2000 的技术细节,并专门介绍 VoIP 技术和无线传输信道模型;第三部分包括第 10 章到第 14 章,讨论了设计建设 UMTS 系统和 CDMA2000 系统的方法和原则。

本书的主要读者对象是从事通信设备研制和通信系统集成的广大工程技术人员,也可作为高等院校通信、计算机等专业在校师生的参考书籍。

书中涉及大量专业术语,大多数专业名词的译名均参照《英汉移动通信词典》(李进良编,人民邮电出版社,1999 年 12 月)一书;对于近两年随技术发展涌现出来的新术语,我们基本上采用国内新出版专著中的译名。为方便阅读,大多数术语均随译名在正文中一并列出。在本书最后部分给出了专业术语的中英文对照,供感兴趣的读者查阅。

本书序言、致谢和第 1、3、10 章由张志龙翻译，第 2、4、5 章由孙敏琪翻译，第 6、7、8、9 章由李波翻译，第 11、12、13、14 章和专业术语的中英文对照由卢树军翻译。卢树军和张志龙对全书专业术语进行了校对。最后，由余东峰统稿并审校。在翻译的过程中得到了阳效、高扬、魏鹏飞、卢晓军、杜小勇的帮助，在此表示衷心感谢。

限于译校者水平，特别是目前一些有关第 3 代移动通信的术语在国内尚无标准的译名，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

卢树军

2002 年 7 月于长沙

序 言

在无线通信产业的发展过程中，不断地出现新的机遇和挑战。无线通信设备需求量在不断增加，未来分组数据业务对于传输带宽的需求也在不断增加，这些因素正推动着多方面的力量不断努力，为解决这些问题而献计献策。正如任何投入市场使用的新技术或者新平台一样，没有一个真正的可以依循的基准，因为一切都是全新的，没有现实的案例或者先前的信息可以效仿。

我们撰写这部书，意在帮助读者消除可能的混乱，向读者讲解在已有的或者新建的无线通信系统中传输移动数据时涉及到的很多技术细节，所针对的通信系统可能使用 UMTS，也可能使用 CDMA2000。当前的无线通信系统运营商要么正忙于建设 2.5G 的无线通信平台，以实现高速分组数据业务；要么依然在思考是否以及何时进行这项技术投资。

通常情况下，无线通信系统从 2G 平台演进到 2.5G 甚至是 3G 平台时，系统运营商必须根据现有网络的具体情况做出大量的决定和选择。因为 3G 技术规范有好几个平台都称作 3G，但是它们针对的是不同的数据吞吐量需求，所以对于现有的网络运营商来说，做出这些决定非常重大也非常关键。选用哪一种 3G 技术平台基本上决定了这个无线通信运营商在特定市场的成败。有必要一提的是：根据市场情况、预期的业务，以及现有系统的具体情况，从 2G 平台向 3G 平台演进的时候可以采用几种不同的方法。

例如，CDMA2000 系统集成有多种方案（如 1XRTT 和 3XRTT），选择特定的一个 3G 技术平台只完成了工作的第一步。第二步，当然，是理解设备制造商如何实现这个系统。这本书的内容将涵盖存在于各种实现方案中的常见的功能，同时也会涉及到系统实现时依循的设计原则。不过，有关所需具体的仪器设备和电路板卡的讨论没有包括在本书中。

这本书意在建立设计的指导性原则，并使读者对 UMTS 和 CDMA2000 有一个基本的理解，引导工程师将注意力集中在与设计和实现密切相关的特定设备制造商和特定的领域。这并不是说每个设备制造商的具体实现方案之间的细微差别不重要；尽管系统运营商所面对的设备制造商数量众多，但它们在全部的设计原则中的基本共性是相同的，从工程的观点来说，正是这些共性将多个设备制造商的实现方案组合在一起。

Clint Smith, P.E.

Daniel Collins

作者介绍

Clint Smith 是 **o2wireless** 公司系统工程部的副主任, 主管技术服务。他有非常丰富的工作经验, 他为蜂窝系统、PCS、LMDS、ESMR 等多种通信系统做过射频及网络方面的设计和优化, 这些通信系统使用的设备来自多家公司, 如 Lucent、Ericsson、Nortel、Motorola 和 Netro 等。他还负责过系统级的设计和优化、建筑物和隧道内的特殊应用、网络管理中心的设计和部署。作为无线通信运营者, 他还曾担任过工程负责人, 主持完成了纽约市的 NYNEX Mobile 工程。除此之外, 他还在摩托罗拉蜂窝基础设施组织 (Motorola Cellular Infrastructure Group) 做过设备销售商。他在产业期刊上发表过大量的文章, 并且是《LMDS: Local Multipoint Distribution Service, Wireless Telecom FAQs, Practical Cellular and PCS Design》的作者, 也是《Cellular System Design and Optimization》的作者之一。Clint 从 Stevens Institute of Technology (斯蒂文斯技术学院) 获得了学士学位, 从 Fairleigh Dickinson University 获得了商业管理专业的硕士学位。他具有注册工程师身份。

Daniel Collins 在电信工业领域工作了 14 年之久。在 Ericsson 公司工作的将近 9 年时间里, 他到过爱尔兰、澳大利亚、英国、美国等许多国家。在这段时间里, 他的工作范围涉及有线和无线网络技术。他帮助欧洲发展并部署了 2G 无线通信系统。他是最早倡议在美国开办 PCS 网络的专家之一, 并为推动 GSM 标准在美国的推广做出了重要的贡献。

离开 Ericsson 公司后, Collins 先生还曾为一家新的电信公司工作过。目前, 他的身份是独立顾问。他向北美和欧洲的很多用户提供了有关无线通信和 VoIP 工程的专业性的意见。近期, 作为第 3 代网络结构设计的首席设计师, 他正受雇于北美最大的一家电信公司, 负责设计一个新的 2.5G/3G 全国性网络。

Collins 先生是《Carrier Grade Voice Over IP》一书的作者, 该书已由 McGraw-Hill 公司出版。他在 National University of Ireland (爱尔兰国家大学) 获得电气与电子工程专业的学位。

感 谢

感谢 Sam、Rose、Mary 在写作本书的过程中给予我的帮助，没有他们的帮助，写作这本书几乎是不可能的。所以，我谨将此书献给他们，作为对他们为此书所付出的日夜辛劳的一点谢意。

我还要感谢帮助我完成此书的许许多多的人。虽然没有留下他们的名字，但是他们对于本书的出版仍然功不可没。

——Clint Smith, P.E

献给我可爱的妻子 Ann、感谢她给予我的灵感、支持和前进的力量。

——Daniel Collins

致 谢

我谨向 Qualcomm（高通）公司的技术人员表示诚挚的谢意，他们就 CDMA2000 向我们提供了技术性的帮助和指导。

——Clint Smith, P.E

感谢 Ericsson 的 Lass Nilsson 录入本书的稿件，感谢 TeleworX 公司的 Elleni Letta 审阅了本书中与 GSM 和 UMTS 有关的内容，并提出了非常有益的意见。

——Daniel Collins

目 录

第 1 章 无线通信概述	1
1.1 移动通信的飞速发展	1
1.2 一个简短的发展历史	1
1.2.1 第 1 代系统的发展历史	2
1.2.2 第 2 代系统的发展历史	2
1.2.3 通往第 3 代技术之路	7
1.3 移动通信基础	8
1.3.1 基本网络结构	10
1.3.2 空中接口接入技术	11
1.3.3 漫游	14
1.3.4 切换	15
1.4 无线通信的过渡	16
1.5 一致性过程	17
1.6 后续章节概述	17
参考文献	17
第 2 章 第 1 代 (1G) 移动通信系统	19
2.1 第 1 代 (1G)	19
2.2 1G 系统	20
2.3 1G 系统的体系结构	22
2.4 MTSO 的一般配置结构	23
2.5 小区站点的一般配置	24
2.6 呼叫建立过程	25
2.7 切换 (Handoff)	27
2.8 频率复用	28
2.9 频带分配	30
2.10 信道频带计划 (Channel Band Plan)	30
2.11 1G 系统	33
参考文献	33
第 3 章 第 2 代 (2G) 移动通信系统	34

3.1 概述	34
3.2 2G 系统对 1G 系统的增强	38
3.3 与现有 1G 系统的集成	38
3.3.1 GSM	38
3.3.2 TDMA (IS-54/IS-136)	39
3.3.3 CDMA	40
3.4 GSM 系统介绍	43
3.4.1 GSM 网络体系结构	43
3.4.2 GSM 空中接口	47
3.4.3 空中接口信道的类型	48
3.4.4 空中接口信道结构	49
3.4.5 GSM 业务情况	51
3.4.6 位置更新	51
3.4.7 移动台发起的语音呼叫	53
3.4.8 移动台接收的语音呼叫	55
3.4.9 切换	56
3.4.10 业务量计算方法	59
3.5 IS-136 系统介绍	59
3.5.1 IS-54 数字语音信道	60
3.5.2 控制信道	64
3.5.3 移动台协助切换 (MAHO)	65
3.5.4 频率复用	65
3.6 IS-95 系统介绍	66
3.6.1 CDMA 小区基站的标准配置	66
3.6.2 导频信道分配	68
3.6.3 前向 CDMA 信道	69
3.6.4 反向 CDMA 信道	71
3.6.5 呼叫处理	72
3.6.6 切换	73
3.6.7 导频信道 PN 指配	78
3.6.8 链路预算	81
3.6.9 传输模型	83
3.7 综合调度加强网 (iDEN)	85
3.8 数字分组数据网 (CDPD)	94
3.9 总结	97
参考文献	97

第4章 第3代(3G)概述	99
4.1 引言	99
4.2 通用移动通信业务系统(UMTS)	103
4.2.1 向 UMTS 的过渡路径和第3代无线通信伙伴项目组织	103
4.3 UMTS 业务	104
4.3.1 UMTS 语音业务(UMTS speech service)	105
4.4 UMTS 空中接口	106
4.4.1 WCDMA 基础	106
4.4.2 频带分配(spectrum allocation)	110
4.5 3GPP 协议 1999 版网络体系结构概述	110
4.6 3GPP 协议第4版网络体系结构概述	112
4.7 3GPP 协议第5版全 IP 网络体系结构概述	114
4.8 CDMA2000 概述	116
4.8.1 过渡路径	116
4.8.2 系统体系结构	118
4.8.3 频谱	119
4.9 WCDMA / CDMA2000 / CDMA 间的共同性	119
参考文献	120
第5章 过渡阶段: 2.5代(2.5G)	123
5.1 什么是 2.5 代(2.5 G)	123
5.2 在 2G 上的增强	124
5.3 技术平台	124
5.4 通用分组无线电业务(GPRS)	125
5.4.1 GPRS 业务	125
5.4.2 GPRS 用户装置	127
5.4.3 GPRS 空中接口	128
5.4.4 GPRS 控制信道	129
5.4.5 分组数据业务信道	130
5.4.6 GPRS 网络体系结构	130
5.4.7 GPRS 业务情况	134
5.4.8 SGSN 间路由区更新	143
5.4.9 业务量计算和 GPRS 网络规模确定	145
5.5 全球演进增强型数据率(EDGE)	147
5.5.1 EDGE 网络的体系结构	148
5.6 高速电路交换数据(HSCSD)	151

5.7	CDMA2000 (1XRTT)	152
5.7.1	部署问题	153
5.7.2	系统体系结构	155
5.7.3	频率规划	158
5.7.4	切换	158
5.7.5	业务量计算方法	159
5.7.6	部署	159
5.8	无线应用协议	161
5.9	由2G到2.5G再到3G的过渡路径	162
	参考文献	163
第6章	通用移动通信系统	166
6.1	介绍	166
6.2	UMTS的基本知识	166
6.3	WCDMA空中接口	167
6.3.1	上行链路扩频、加扰和调制	168
6.3.2	下行链路扩频、扰码和调制	173
6.3.3	WCDMA空中接口协议体系结构	176
6.3.4	WCDMA信道类型	178
6.3.5	WCDMA功率控制	184
6.3.6	用户数据传输	185
6.4	UTRAN结构	189
6.4.1	RNC的功能任务	191
6.4.2	UTRAN接口和协议	191
6.4.3	UMTS语音呼叫建立	197
6.4.4	UMTS分组数据会话	199
6.5	切换	201
6.6	UMTS核心网络演变	203
6.6.1	3GPP协议第4版网络结构	203
6.6.2	3GPP协议第5版, IP多媒体领域	205
	参考文献	206
第7章	CDMA2000	209
7.1	无线和网络组成部分	211
7.1.1	分组数据业务节点(PDSN)	213

7.1.2	认证、授权与计费 (AAA)	213
7.1.3	本地代理	213
7.1.4	路由器	213
7.1.5	原籍位置寄存器 (HLR)	214
7.1.6	基站收发信台 (BTS)	214
7.1.7	基站控制器 (BSC)	215
7.2	网络结构	215
7.2.1	分布式	216
7.2.2	区域式	217
7.2.3	集中式	217
7.3	分组数据传输处理流程	218
7.3.1	简单 IP	221
7.3.2	能实现虚拟专用网的简单 IP 协议	223
7.3.3	移动 IP (3G)	224
7.3.4	能实现虚拟专用网的移动 IP 协议	224
7.4	无线网络	226
7.4.1	CDMA 信道分配	227
7.4.2	前向链路信道	228
7.4.3	反向信道	230
7.4.4	SR 和 RC	232
7.4.5	功率控制	233
7.4.6	Walsh 码	233
	参考文献	235

第 8 章	IP 电话 (VoIP) 技术	238
8.1	绪论	238
8.2	为什么用 VoIP	238
8.3	IP 传输基础	239
8.4	VoIP 的挑战	240
8.5	H.323	241
8.5.1	H.323 网络结构	241
8.5.2	H.323 协议概述	242
8.5.3	H.323 呼叫建立	244
8.5.4	H.323 呼叫释放	246
8.5.5	H.323 快速连接程序	247
8.6	会议发起协议	248

8.6.1 SIP 网络结构	248
8.6.2 SIP 呼叫建立	250
8.6.3 SIP 消息中的信息	251
8.6.4 会话描述协议	251
8.7 分布式结构和媒体网关控制	254
8.7.1 MEGACO 协议	255
8.8 VoIP 和 SS7	261
8.8.1 Sigtran 协议组	263
8.8.2 Sigtran 应用举例	265
8.9 VoIP 业务质量	267
8.9.1 资源预留协议	267
8.9.2 区分业务模型	268
8.9.3 多协议标记交换 (MPLS)	268
参考文献	269
第9章 3G 系统射频设计需要考虑的事项	271
9.1 RF 系统设计过程	273
9.1.1 新的无线系统设计过程	274
9.1.2 2.5G 或 3G 升级 RF 设计过程	274
9.2 方法论	275
9.3 链路预算	276
9.4 传播模型	279
9.4.1 自由空间	281
9.4.2 Hata 模型	281
9.4.3 Cost231 Walfisch/Ikegami 模型	281
9.4.4 Cost231-Hata 模型	284
9.4.5 快速模型	284
9.5 塔顶放大器	284
9.6 RF 设计方针	285
9.7 小区基站的设计	287
9.7.1 搜索区域	287
9.7.2 站点性能认证	287
9.7.3 站点接受 (SA)	288
9.7.4 站点拒绝 (SR)	288
9.7.5 站点激活	289
9.7.6 FAA 方针	289