

宽带CDMA： 第三代移动通信技术

Tero Ojanperä Ramjee Prasad 著

朱旭红 卢学军 卓天真 郎保真 译



人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

73.4616
208

宽带 CDMA : 第三代移动通信技术

7644/10

Tero Ojanperä Ramjee Prasad 著

朱旭红 卢学军 译
卓天真 郎保真

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书全面介绍了宽带 CDMA 和第三代移动通信网的技术知识,内容涵盖了 CDMA 的基本原理、IMT-2000 业务目标和应用、宽带 CDMA 空中接口设计、主要的宽带 CDMA 空中接口、宽带 CDMA 的无线性能、分级的小区结构、时分双工、宽带 CDMA 移动台和基站的实现、CDMA 网络规划、不同核心网的解决方案、一般无线接入网概念以及第二代网如 GSM 和 IS-41 的进展、宽带 CDMA 和 TDMA 以及其他第三代空中接口的比较、标准化组织以及宽带 CDMA 未来的发展方向。

本书主要面向所有对移动无线系统感兴趣的人士。它提供了不同层次的材料,适合于管理者、科研人员、系统设计者以及大学毕业生阅读参考。

宽带 CDMA:第三代移动通信技术

- ◆ 著 Tero Ojanperä Ramjee Prasad
译 朱旭红 卢学军 卓天真 郎保真
责任编辑 靳文娟
 - ◆ 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@pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:24.75
字数:450 千字 2000 年 6 月第 1 版
印数:4 001—8 000 册 2000 年 9 月北京第 2 次印刷
著作权合同登记 图字:01—1999—3330 号
ISBN 7-115-08515-3/TP·1599
-

定价:39.00 元

版 权 声 明

本书为 Tero Ojanperä 和 Ramjee Prasad 授权的中文译本。本书的专有出版权属人民邮电出版社所有。未经原版出版者和本书出版者的书面许可,任何单位和个人不得擅自摘抄、复制(包括资料和出版物)本书的部分或全部,以任何形式进行传播。

版权所有,侵权必究

© 1998

本书原版版权属 Tero Ojanperä 和 Ramjee Prasad

本书原版书名 Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications

作者 Tero Ojanperä, Ramjee Prasad

前 言

目前,第三代移动无线网(简称 3G)处于深入的研究和热烈的讨论阶段,并将在 2000 年左右建成。在国际电信联盟中,称第三代网络为国际移动通信-2000 (IMT-2000),在欧洲称其为个人移动通信系统(UMTS)。IMT-2000 将提供多种业务,尤其是多媒体和高比特率分组数据业务。第三代网络的主流空中接口解决方案——宽带码分多址(宽带 CDMA)已经形成。目前,在欧洲、日本、韩国和美国,宽带 CDMA 系统正在标准化。

本书全面地介绍了宽带 CDMA 和第三代移动无线网。从系统的要求、应用和无线环境开始,结合扩频码、编码、调制、RAKE 接收机和软切换等技术解决方案的详细介绍,提供了了解宽带 CDMA 空中接口设计所必须的技术背景。本书还回顾了宽带 CDMA 空中接口建议,包括欧洲和日本的 WCDMA、美国的 CDMA 2000、韩国的宽带 CDMA。无线网络规划对网络运营者而言是至关重要的。本书针对 CDMA 的特殊问题和解决方案,介绍了网络规划的技术。第三代网络的发展、标准化和规则环境是十分复杂的。本书提供了不同的标准化组织、工业界机构和协调性的实体的结构和运作。

图 1 示出了本书所包含的内容。第一章介绍了基本定义和第三代系统发展的背景。第二章解释了 CDMA 的基本原理。第三章介绍了 IMT-2000 业务目标和应用。第四章介绍了无线环境及其特性。第五章涵盖了宽带 CDMA 空中接口设计的所有主要方面,从帧结构和物理信道设计开始,包括扩频编码及其特性,到无线资源管理方面,例如切换和功率控制。第六章回顾了主要的宽带 CDMA 空中接口:欧洲和日本的 WCDMA、美国的 CDMA 2000、韩国的宽带 CDMA 方案、CODIT 和 IS-655。第七章讨论了宽带 CDMA 的无线性能,包括频谱效率和范围。分级的小区结构在第八章中介绍。第九章提供了时分双工的概念。第十章描述了宽带 CDMA 移动台和基站的实现。CDMA 网络规划在第十一章中介绍。第十二章提供了网络方面、不同核心网解决方案、一般无线接入网概念以及第二代网如 GSM 和 IS-41 的进展。第十三章对宽带 CDMA 和时分多址(TDMA)以及其他第三代空中接口进行了比较。最后,在第十四章中讨论了标准化组织以及宽带 CDMA 未来的发展方向。

本书主要面向所有对移动无线系统感兴趣的人士。它提供了不同层次的材料,适合于管理者、科研人员、系统设计者以及大学毕业生阅读。本书的结构有助于两种阅读途径,一种是通过阅读第一章、第二章、第三章的 3.1~3.6、第四章的

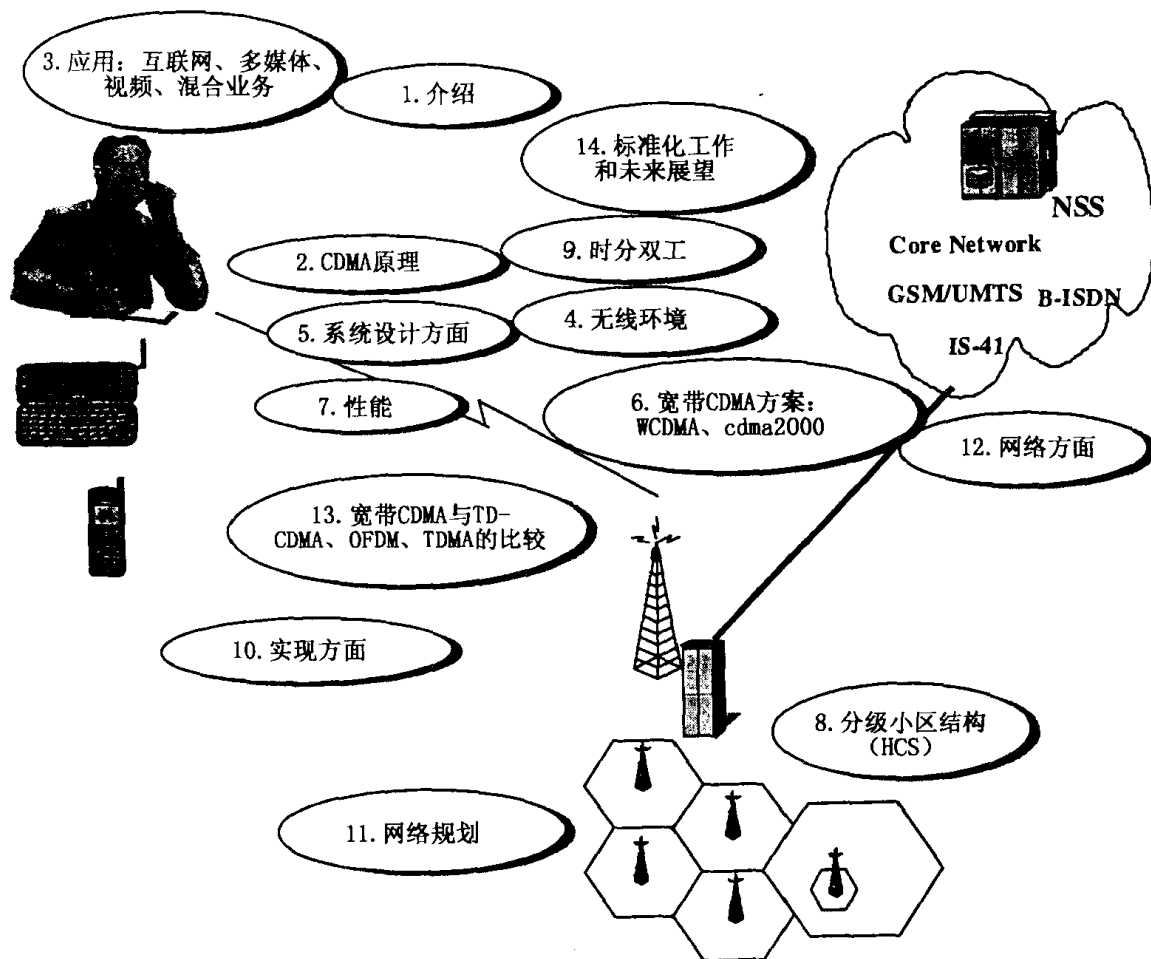


图1 本书覆盖范围图

4.1 ~ 4.3、第六章(概述部分)、第十二章(有选择的)以及第十四章,获得对宽带CDMA和第三代系统的一般性了解,这种方式适合于管理者。如果阅读者对技术细节感兴趣就应通读所有的章节。3.7节提供了对应用覆盖业务量模型较为精确的观点。第4.4 ~ 4.7节提供了传播和移动性模型。第五章深入地讨论了宽带CDMA系统设计方面的问题。

最后要说明的是本书所代表的观点仅是作者个人观点。

译者注:由于第三代移动通信系统发展很快,近几年各种技术及融合方式也有很大变化,因此本书的观点及某些结论是作者当时编著此书时第三代移动系统在全球的发展状况,不排除在该译本发行时,某些情况已发生了变化。对该系统感兴趣的读者可以去查阅3GPP,3GPPz的最新资料。

背景知识

本书中的材料源自诺基亚和戴尔福特技术大学(DUT)的几个以定义第三代移动通信为共同目标的方案。诺基亚关于制定宽带 CDMA 规范的研究过程可以追溯到 90 年代初,当时一个实验性的宽带 CDMA 测试床(testbed)计划已开始实施。Tero 在 1993 年集中精力开始 CDMA 系统的研究。在这些研究的基础上,一种被称为 CSS2000 的计划在 1994 年开始启动。充满信心的 Tero 荣幸地成为这一计划的领导者,那时,几乎所有的活动都是以为 UMTS 制定宽带 CDMA 空中接口为目标。此后研究范围得到扩展,如 2Mbit/s 传输、无线资源管理和 UMTS 的分组等等。Ramjee 的另一本书《CDMA for Wireless Personal Communication》(阿尔泰克出版社,1996)是本书的一个好的开始。Ramjee 于 1989 年在 DUT 中开始 CDMA 的研究活动,目前 DUT 的无线个人通信中心在研究和发展宽带 CDMA 方面非常活跃。

1995 年,FRAMES 计划将来自若干公司、实验室、大学的有才干的人结合到一起,这些公司、实验室、大学分别是:CNRT、CSEM、切尔门斯技术大学、爱立信、ETHZ、高级技术协会、诺基亚、西门子、让克庄园研究会、皇家技术学会、DUT、凯斯拉腾大学和奥鲁大学。我们决定把各种 CDMA 的结果以及与第三代相关的方案列入本书。

在研究和编写本书期间,一些个人对本书的成功作出了贡献。尤其深切感谢下列贡献者的努力——Timo Eriksson、Harri Holma、Seppo Hämäläinen、Harri Lilja 和 Antti Toskala。来自 DUT 的安东尼奥·垂达蒂帮助准备了完整的原稿,还对本书的改进和重大错误的修正提供了建设性的意见。没有他的努力工作就不可能完成本书。

我们将感谢诺基亚公司的 Ari Hottinen、Chi Zhun Honkasalo、Hannu Häkkinen、Kari Kalliojärvi、Ilkka Keskitalo、Jorma Lilleberg、Peter Muszynski、Kari Pehkonen 和 Kari Rikkinen,这些人在有关的几个 CDMA 方案中具有技术影响力。我们深深地感谢 Kwang – Cheng Chen、Stefano Faccin、George Fry、Steven Gray、Pertti “Bertil” Huuskonen、Markku Juntti、Matti Latva – aho、Tom Leskinen、Khiem Le、Pertti Lukander、Janne Parantainen、Riku Pirhonen、Harri Posti、Gordon Povey、Rauno Ruismäki、Tom Sexton、Alan Shu 和 Markku Verkama 等人,他们为本书提供了有益的内容和改进。我们还将感谢诺基亚的管理层,尤其是 Heikki Huomo 博士,给了编写本书的机会。同时我们还将感谢 DUT 管理层的支持。FRAMES 方案是缔造 UMT 的关键方案之一。我们将感谢参加

FRAMES 的各公司、大学、实验室的同事。

Tero 还要感谢其亲爱的朋友——Pekka Koponen 和 Kari Pulli 对本书的支持,他们提供了很多建设性的意见。另外,他要感谢其岳母 Aila 和岳父 Markku Kesti 在他编写本书时所给予的支持。

在第一个 CDMA 空中接口方案 CSS2000 之后,又研究了几种多址接入技术。1998 年 1 月,为 UMTS 选择了宽带 CDMA。希望本书有助于解释 UMTS 的宽带 CDMA,以及其他宽带 CDMA 空中接口和第三代系统的总体情况。

Tero Ojanperä

Ramjee Prasad

1998 年 9 月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 多址接入	1
1.1.1 CDMA 的分类	2
1.2 CDMA: 过去、现在和将来	2
1.3 移动蜂窝时代	4
1.3.1 GSM	6
1.3.2 US-TDMA(IS-54/IS-136)	10
1.3.3 IS-95	10
1.3.4 个人数字蜂窝	11
1.4 第三代系统	11
1.4.1 目标和要求	11
1.4.2 IMT-2000 空中接口的选择	12
1.4.3 欧洲	13
1.4.4 日本	15
1.4.5 美国	16
1.4.6 韩国	17
1.5 第三代系统的频率分配	17
1.6 第三代空中接口技术	18
1.6.1 宽带 CDMA	18
1.6.2 TDMA	20
1.6.3 混合 CDMA/TDMA	22
1.6.4 正交频率分割复用	23
1.7 本书预览	24
参考文献	25
第二章 CDMA 的基本原理	31
2.1 概述	31
2.2 CDMA 定义	31

2.2.1 扩频多路接入	34
2.3 基本的 DS-CDMA 组成要素	41
2.3.1 RAKE 接收机	41
2.3.2 功率控制	42
2.3.3 软切换	43
2.3.4 频率间切换	43
2.3.5 多用户检测	44
2.4 IS-95 CDMA	45
2.4.1 下行链路的信道结构	46
2.4.2 上行链路的信道结构	49
2.4.3 功率控制	51
2.4.4 语音编码和不连续传输	54
参考文献	55
第三章 IMT-2000 的应用	57
3.1 概述	57
3.2 第三代的应用实例	57
3.3 国际互联网	58
3.4 无线视频	60
3.5 多媒体业务	61
3.6 IMT-2000 承载业务	62
3.7 业务模型	62
3.7.1 实时服务	63
3.7.2 非实时服务	63
参考文献	65
第四章 无线传播环境及其对系统设计的影响	67
4.1 概述	67
4.2 多径信道	68
4.3 无线环境	70
4.3.1 车载无线环境	70
4.3.2 室外到室内和步行者的无线环境	71
4.3.3 室内无线环境	71
4.4 分布函数	72
4.5 路径损耗和展开模型	73

4.5.1 车载无线环境	73
4.5.2 室外到室内和步行者的无线环境	73
4.5.3 室内无线环境	75
4.6 小幅度模型	76
4.6.1 车载无线环境	76
4.6.2 室外到室内和步行者的无线环境	78
4.6.3 室内无线环境	79
4.6.4 空间信道模型	80
4.7 移动性模型	81
4.7.1 车载无线环境	81
4.7.2 室外到室内和步行者的无线环境	81
4.7.3 室内无线环境	82
参考文献	84
第五章 CDMA 空中接口的设计	87
5.1 概述	87
5.2 需求的定义及总的设计处理	87
5.3 分层的空中接口结构	88
5.4 逻辑信道	89
5.5 物理信道	90
5.5.1 帧长度的设计	90
5.5.2 测量信令	91
5.5.3 导频信号	91
5.6 扩展码	92
5.6.1 扩展码的基本特性	93
5.6.2 伪随机噪声序列	94
5.6.3 正交码	96
5.6.4 选择准则	97
5.7 调制	99
5.7.1 数据调制	99
5.7.2 扩展电路	100
5.7.3 扩展调制	101
5.8 差错控制方案	102
5.8.1 差错控制方案的选择	102
5.8.2 卷积码	102

5.8.3 瑞德-所罗门连接/卷积编码	103
5.8.4 Turbo 码	103
5.8.5 混合 ARQ 方案	103
5.8.6 交织方案	103
5.8.7 组合的信道编码和扩展	104
5.9 多速率方案	104
5.9.1 高数据速率的提供	104
5.9.2 数据速率的颗粒度	106
5.9.3 控制信息的传输	106
5.10 分组数据	107
5.10.1 分组接入程序	108
5.10.2 MAC 协议	108
5.10.3 分组数据的切换	108
5.11 收发信机	109
5.11.1 接收机	109
5.11.2 发射机	111
5.12 多用户检测	112
5.12.1 容量和覆盖的改进	113
5.12.2 多用户检测的发展	113
5.12.3 多用户检测算法	114
5.12.4 系统模型和 MUD 算法公式	116
5.12.5 多用户检测的设计方面	117
5.12.6 多用户检测算法的选择	118
5.13 随机接入程序	122
5.14 切换	123
5.14.1 定义	123
5.14.2 切换程序	124
5.14.3 软切换	124
5.14.4 更软切换	128
5.14.5 频率间切换	128
5.15 功率控制	129
5.15.1 功率控制准则	130
5.15.2 功率控制的步长大小	130
5.15.3 动态范围的需求	130
5.15.4 功率控制命令的速率	131

5.15.5 功率控制和多用户检测	131
5.16 许可与负载控制	131
5.16.1 负载因子	132
5.16.2 许可控制的原理	132
5.16.3 负载控制的原理	132
参考文献	133
第六章 宽带 CDMA 方案	139
6.1 概述	139
6.2 技术手段	140
6.3 WCDMA	141
6.3.1 载频间隔及部署	142
6.3.2 逻辑信道	142
6.3.3 物理信道	143
6.3.4 扩展	146
6.3.5 多速率	147
6.3.6 分组数据	148
6.3.7 切换	149
6.3.8 GSM 和 WCDMA 之间的互操作	149
6.4 Cdma2000	151
6.4.1 载频间隔及部署	152
6.4.2 逻辑信道	153
6.4.3 物理信道	153
6.4.4 扩展	154
6.4.5 多速率	155
6.4.6 分组数据	155
6.4.7 切换	156
6.4.8 发射分集	156
6.5 韩国的空中接口	156
6.5.1 TTA I 与 cdma2000 的区别	157
6.5.2 TTA II 与 WCDMA 的区别	157
6.6 CODIT	158
6.6.1 调制	159
6.6.2 扩展	159
6.6.3 多速率	159

6.6.4 切换	159
6.7 IS-665 WCDMA	159
参考文献	160
第七章 性能分析	165
7.1 概述	165
7.2 分集	166
7.2.1 多径分集增益	166
7.2.2 不同无线环境中的多径分集	167
7.2.3 天线分集	168
7.2.4 极化分集	169
7.2.5 宏分集	169
7.2.6 时分分集	170
7.3 WCDMA 仿真器	170
7.3.1 链路级仿真	171
7.3.2 系统级仿真	172
7.3.3 仿真参数	176
7.4 快速功率控制	177
7.4.1 快速功率控制对 E_b/N_0 的影响	178
7.4.2 采用了上行链路快速功率控制时的小区干扰	178
7.4.3 非理想的功率控制导致容量下降	184
7.5 频谱效率	185
7.5.1 WCDMA 上行链路的链路级性能	185
7.5.2 WCDMA 上行链路的频谱效率	188
7.5.3 WCDMA 下行链路的链路级性能	192
7.5.4 WCDMA 下行链路的频谱效率	195
7.5.5 上行链路和下行链路频谱效率的比较	197
7.6 覆盖	198
7.6.1 范围计算	198
7.6.2 无负荷和有负荷网络的范围	202
7.6.3 在有负荷网络中采用基站 MUD 时的范围扩展	204
7.6.4 利用基站 MUD 节约移动台发射功率	205
7.6.5 用户比特率对范围的影响	206
7.6.6 总结	207
参考文献	208

第八章 分层的小区结构	211
8.1 概述	211
8.2 非线性功率放大器	212
8.2.1 功率放大器特性	212
8.2.2 功率放大器效率	213
8.3 微小区和宏小区在同一频率上	214
8.4 微小区和宏小区在不同频率上	215
8.4.1 邻信道干扰和链路级性能	215
8.4.2 HCS 网络的系统级仿真	216
8.4.3 频谱效率结果	218
参考文献	220
第九章 时分双工 DS-CDMA	221
9.1 概述	221
9.2 第二代 TDD 系统	222
9.3 使用 TDD 的原因	223
9.3.1 频谱分配	223
9.3.2 不对称业务	224
9.3.3 上下行链路中的对应(reciprocal)信道	224
9.4 TDD-CDMA 的问题	225
9.4.1 来自 TDD 功率脉动的干扰	225
9.4.2 上下行链路之间的小区内干扰和小区间干扰	225
9.4.3 连续覆盖时运营者间的干扰	226
9.4.4 基站的同步	227
9.5 TDD-CDMA 空中接口设计	227
9.5.1 TDD 帧长	227
9.5.2 硬件要求	228
9.6 FDD-CDMA 系统的 TDD-CDMA 扩展	228
9.6.1 TDD-CDMA 系统描述	229
9.6.2 采用 TDD 扩展的 WWW 浏览会话性能	231
9.7 宽带 TDD-CDMA 系统	233
9.7.1 用于 PCS 的 Cylink S-CDMA TDD	233
9.7.2 第三代宽带 CDMA TDD 方案	234
参考文献	236

第十章 实现方面	239
10.1 概述	239
10.2 优化标准	240
10.2.1 功耗、成本和尺寸	240
10.2.2 评估方法	241
10.3 模块化的考虑	242
10.4 基带部分	243
10.4.1 基带接收机	243
10.4.2 基带发射机	256
10.5 RF 部分	260
10.5.1 线性和功耗的考虑	260
10.5.2 接收机结构	262
10.5.3 发射机结构	264
10.6 可软件配置的无线电	266
10.7 典型的宽带 CDMA 移动终端的结构	267
10.8 多模终端	268
10.8.1 非扩频系统和扩频系统	269
10.8.2 时隙系统和连续系统	269
10.8.3 FDD 系统和 TDD 系统	270
参考文献	270
第十一章 网络规划	273
11.1 概述	273
11.2 业务量强度	274
11.3 性能测量	274
11.4 无线网络规划过程	277
11.4.1 准备阶段	277
11.4.2 小区估算	278
11.4.3 详细的网络规划	283
11.5 CDMA 中的微小区网络规划	287
11.5.1 拐角效应	287
11.5.2 微小区/宏小区在同一频率上	288
11.6 室内规划	288
11.7 分区和智能天线	289

11.8 网络策划	289
11.8.1 BTS 信道单元规划	289
11.8.2 BSC 和交换机数目、HLR 和 VLR 信令业务量	291
11.8.3 传输容量	291
11.8.4 传输网络优化	291
11.9 共存	291
11.9.1 互调(IM)	292
11.9.2 保护频段和保护带	293
11.10 频率共享	294
参考文献	295
第十二章 网络方面	297
12.1 概述	297
12.2 设计方法	298
12.2.1 OSI 和 ISDN 参考模型	298
12.2.2 参考结构	299
12.2.3 网络单元	299
12.2.4 功能平面	301
12.2.5 栈和协议结构	302
12.3 核心网和接入网	303
12.3.1 通用无线接入网的概念	304
12.3.2 ITU 的家族系统	305
12.4 网络技术	305
12.4.1 智能网	305
12.4.2 异步转移模式	305
12.4.3 7 号信令	306
12.4.4 移动应用部分	307
12.4.5 移动因特网协议	307
12.5 第二代网络的演化	307
12.5.1 第三代系统的新能力	308
12.6 GSM 向 UMTS 的演化	309
12.6.1 参考结构	309
12.6.2 协议栈	312
12.6.3 GSM 结构的演化	314
12.6.4 协议方面	316