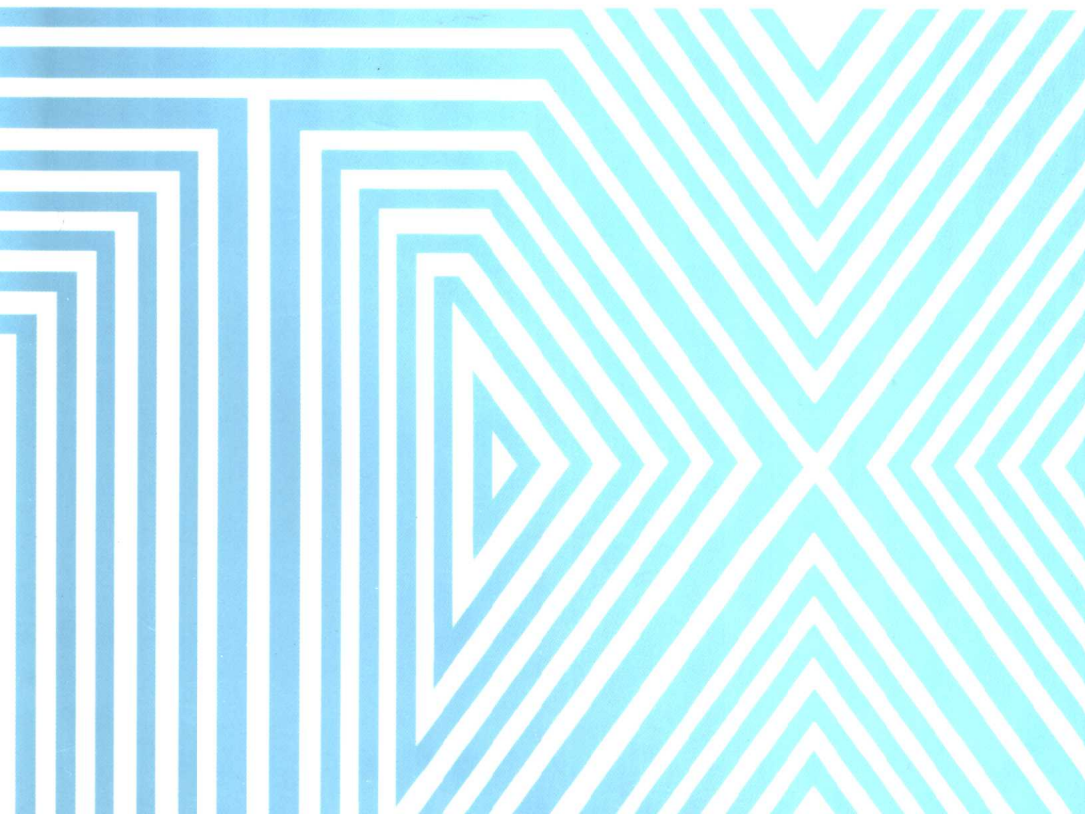


胡捍英 杨峰义 编著

中国通信学会主编 人民邮电出版社

第三代移动通信系统

通信工程丛书



通信工程丛书

第三代移动通信系统

胡捍英 杨峰义 编著

中国通信学会主编·人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

第三代移动通信系统/胡捍英,杨峰义编著. - 北京:人民邮电出版社,2001.8

(通信工程丛书)

ISBN 7-115-09294-X

I. 第 ... II. ①胡 ... ②杨 ... III. 移动通信 - 通信系统
IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 24556 号

通信工程丛书

第三代移动通信系统

◆ 编 著 胡捍英 杨峰义
责任编辑 陈万寿

◆ 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>
读者热线 010-67129212 010-67129211(传真)
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:850×1168 1/32

印张:19.125

字数:501 千字

印数:1-5 000 册

插图:1

2001 年 8 月第 1 版

2001 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09294-X/TN·1715

定价:39.00 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

本书全面讨论了第三代移动通信系统的无线传输技术等新技术,内容涵盖了第三代移动通信的基本概念、CDMA 技术的基本原理、无线传播环境的相关知识、UTRA FDD、UTRA TDD、cdma2000 等几种多址方式的无线接口规范以及 UTRAN Iu 系列接口标准的基本内容。

本书可供有一定移动通信技术基础的专业技术人员或管理人员阅读,也可作为通信院校相关专业师生的参考读物。

丛 书 前 言

为了帮助我国通信工程技术人员有系统地掌握有关专业的基础理论知识,更好地解决专业科技问题,提高实际工作的能力,了解通信技术的新知识和发展趋势,以便为加快我国通信建设,实现通信现代化作出应有的贡献。为此,我学会与人民邮电出版社协作,组织编写这套“通信工程丛书”,并陆续出版。

这套丛书的主要读者是工作不久的大专院校通信学科各专业毕业生、各通信部门的助理工程师、工程师和其他通信工程技术人员。希望丛书能够有助于他们较快地达到通信各专业工程师所应有的理论水平和技术水平。

这套丛书的特点是力求具有理论性、实用性、系统性和方向性。丛书内容从我国实际出发,密切结合当前通信科技工程和未来发展的需要,阐述通信各专业工程师应当掌握的专业知识,包括有关的系统、体制、技术标准、规格、指标、要求,以及技术更新等方面。力求做到资料比较丰富完备,深浅适宜,条理清楚,对专业技术发展有一定的预见性。这套丛书不同于高深专著或一般教材,不仅介绍有关的物理概念和基本原理,而且着重于引导读者把这些概念和原理应用于实际;论证简明扼要,避免繁琐的数学推导。

对于支持编辑出版这套丛书的各个通信部门和专家们,我们表示衷心感谢。殷切希望广大读者和各有关方面提出宝贵的意见和建议,使这套丛书日臻完善。

中国通信学会

前 言

蜂窝移动通信系统自 20 世纪 70 年代问世以来,经历了从模拟到数字,从多个不同的国家标准到区域性国际标准,从单一话音业务到可提供话音与中低速数据业务的变迁,系统的每一次改变都伴随着技术上的重大突破。

70 年代,频率重用和小区切换技术的发明,使得移动通信系统得以大规模使用,此时的移动通信系统即为我们今天所谓的第一代移动通信系统(其典型代表为 AMPS、TACS 等)。限于当时的技术条件,第一代移动通信多址方式均采用 FDMA,话音调制为模拟调频,信令调制为 FSK 一类的简单数字调制技术。由于模拟调制的频谱利用率低,抗干扰性能差,因而系统容量有限,业务质量远逊于有线通信系统。各个国家空中接口均采用不同的标准,跨国漫游很难实现;同时也没有明确的网络结构和统一的接口标准,各个厂家自行其是,不同厂商的设备根本无法互连。

第二代移动通信系统出现于通信数字化的 80 年代末和 90 年代初,它基本采用了当时通信和信号处理领域的最新技术。多址方式采用 TDMA(GSM 系统)或窄带 CDMA(IS-95)技术,空中接口采用数字调制技术和先进的自适应均衡(TDMA)、Rake 接收技术(CDMA),从而使系统容量远高于第一代移动通信系统,业务质量与有线通信系统相当,业务种类上也从单一话音转变到可以提供话音、中低速数据业务。在接口规范的制定上充分考虑了国际漫游的需要,形成了统一的区域性的国际标准,同时也规定了明确的网络结构和系统接口标准,使不同厂商间设备的互连变得简单易行。

第三代移动通信系统是工作于 2GHz 频段的宽带移动通信系统,它区别于第一代和第二代移动通信系统的主要特点可以简单概括为:全球无缝漫游;具有支持信息速率高达 2Mbit/s 的多媒体业务

的能力,特别是支持 Internet 业务;便于过渡、演进;更高的频谱效率、更低的电磁辐射、更好的服务质量等。

第三代移动通信系统多址方式的主流为宽带 CDMA 技术,在空中接口和核心网上又几乎集中了当今通信与信息处理领域的所有最新技术。在核心网上使用了电信网络和计算机网络的最新技术——ATM 和移动 IP,实现了话音、电路交换和分组交换数据的多媒体传输,使移动用户可以方便灵活地接入到电信网和 Internet;在终端和无线接入网上使用了信息处理领域最近几年发展的智能天线、多用户检测、Turbo 编码、软件无线电等新技术。这些新技术的使用极大地增加了系统容量,改善了传输质量,降低了功耗和干扰,使第三代移动通信系统可以在复杂的传输环境中提供比第二代移动通信系统更大的系统容量和更高的服务质量。

同时,第三代移动通信系统又融入了先进的终端技术、多媒体传输技术、超大规模集成电路设计技术、嵌入式实时多任务软件技术、微波与电磁场技术等多种技术,充分体现了今后移动通信系统技术的发展趋势,即多种学科、多项技术的相互融合与渗透。

本书主要讨论 CDMA 技术的基本理论及第三代移动通信系统中相关的接口规范,主要内容可以分为两大部分:第一部分(第二章至第四章、第九、十章)是有关基本理论方面的内容,主要讨论了 CDMA 的基本原理、移动通信信道模型、CDMA 系统的同步技术、CDMA 系统性能以及在第三代移动通信系统中将要应用或可能应用的新技术;第二部分主要介绍第三代移动通信系统中典型接口的技术规范,第五章是关于 WCDMA 无线接口的较为详细的描述,第六章讨论 UMTS 地面接入网络(UTRAN),第七章介绍 TD - CDMA 无线接口的主要技术,第八章简述了 cdma2000 无线接口物理层的主要规范。

在技术规范介绍部分,由于 WCDMA、TD - CDMA 系统规范内容庞杂,要想在本书中体现所有内容,显然是不现实的,因此本书在每章的结尾均列出了相应的参考文献,感兴趣的读者可以在这些参考文献中找到更深入细致的描述。在 cdma2000 规范的介绍上,鉴于

cdma2000 与 IS-95 的密切关系,且国内已对 IS-95 系统进行了多年的研究开发工作,也有不少专著对其技术进行过详尽的介绍,因而在第八章中只是重点介绍了 cdma2000 中与 IS-95 不同的物理层的情况。

本书的第二、三、四、九、十章由胡捍英编写,第一、五、六、七、八章由杨峰义编写。在本书的完成过程中,邹溪、李立春、刘正军、程博、员艳容、李科祥、林青、杨长江、同军、李国柱、彭江岩、张宇航等同志作了大量的文字工作,在此深表谢意。

第三代移动通信系统涉及到多方面的技术和标准,不仅内容广泛,而且标准仍在不断修改和完善之中,加之作者学识有限,写作时间仓促,因而本书只能算是对第三代移动通信的概括描述,谬误之处,在所难免,敬请读者不吝赐教。

作者

目 录

第一章 绪论	1
1.1 第三代移动通信系统的发展	1
1.2 第三代移动通信系统 RTT 评估方法	4
1.3 第三代移动通信系统的基本特征	7
1.4 第三代移动通信系统关键技术	8
参考文献	12
第二章 CDMA 基本原理	13
2.1 码分多址基本概念	13
2.1.1 抗干扰能力	13
2.1.2 多径环境下的效果	15
2.1.3 码分多址(CDMA)	17
2.1.4 CDMA 网络的容量	18
2.2 二进制序列生成	19
2.2.1 相关函数	19
2.2.2 线性递归	20
2.2.3 利用 LFSR 长除生成序列	23
2.2.4 扩展伽罗瓦域表示的序列	24
2.2.5 m 序列	24
2.2.6 m 序列的迹表示	26
2.2.7 序列的抽样	27
2.2.8 二进制 m 序列的互相关	27
2.2.9 组合二进制序列	29

2.2.10 Gold 序列	30
2.3 四相序列	31
2.3.1 Kasami 序列	31
2.3.2 四相序列的 S(1)族结构	33
2.3.3 四相序列的 S(2)族结构	35
2.3.4 四相序列的构成	36
参考文献	36
第三章 IMT-2000 移动信道模型	38
3.1 多径传播	39
3.1.1 对于单音的衰落和多普勒频移	39
3.1.2 频率选择性衰落信道	42
3.1.3 宽带信道模型	44
3.2 IMT-2000 测试环境	49
3.2.1 测试环境	50
3.2.2 传播模型	53
3.2.3 链路预算样本和应用模型	57
3.3 传播模型	67
3.3.1 路径损耗模型	67
3.3.2 信道脉冲响应模型	71
参考文献	72
第四章 CDMA 同步技术	74
4.1 最大似然参量估计	74
4.2 码同步	77
4.2.1 问题定义	77
4.2.2 信号参量的不确定性区间	78
4.2.3 检测器结构	79
4.2.4 并行与串行实现	80

4.2.5 二维搜索	80
4.2.6 串行搜索	81
4.3 性能测量	83
4.4 性能分析方法	85
4.4.1 变换域分析	86
4.4.2 直接方法	91
4.4.3 改进的搜索策略	94
4.5 自动判决门限电平控制(ADTLC)	106
4.5.1 瞬时门限设置算法	107
4.5.2 恒定误警率算法(CFAR 算法)	108
4.6 序贯检测	112
4.6.1 常用的序贯检测	112
4.6.2 序贯概率比检测	115
4.6.3 性能分析方法	116
4.6.4 应用	118
4.7 锁定检测器	122
4.8 码跟踪环	125
4.8.1 基带迟早跟踪环	125
4.8.2 非相干迟早跟踪环	126
4.8.3 抖动非相干迟早跟踪环	128
4.8.4 双抖动 DLL	130
4.9 WCDMA 时分导频信道的相干跟踪环	132
4.9.1 WMSA 信道估计	132
4.9.2 WMSA 信道估计滤波器	133
4.9.3 时分导频信道相干码跟踪环	139
4.10 衰落信道下的码片跟踪	146
4.10.1 信道模型	146
4.10.2 使用广义卡尔曼滤波器进行 PN 码延迟及多径的联合估计	147

参考文献	150
第五章 UTRA FDD(WCDMA)无线接口	163
5.1 概述	163
5.1.1 协议结构	163
5.1.2 Uu 接口各层的主要功能	165
5.1.3 Uu 接口的基本参数	168
5.2 物理信道结构	170
5.2.1 传输信道与物理信道	170
5.2.2 上行物理信道	171
5.2.3 下行物理信道	184
5.2.4 传输信道到物理信道的映射	197
5.2.5 物理信道间的定时关系	197
5.3 业务复接与信道编码	202
5.3.1 物理层数据传输格式和配置	202
5.3.2 信道编码与复接	208
5.3.3 传输格式检测	233
5.4 物理层过程	236
5.4.1 同步过程	236
5.4.2 功率控制	241
5.4.3 物理随机接入过程	247
5.5 MAC 子层	250
5.5.1 概述	250
5.5.2 MAC 子层功能描述	259
5.5.3 基本过程示例	262
5.6 RLC 子层	266
5.6.1 RLC 模型	266
5.6.2 RLC 功能与提供的业务	271
5.6.3 基本工作过程	272

5.7 RRC 子层	277
5.7.1 概述	277
5.7.2 RRC 层的功能	277
5.7.3 RRC 基本过程	280
参考文献	296
第六章 UMTS 地面接入网络 (UTRAN)	297
6.1 概述	297
6.1.1 UTRAN 结构	297
6.1.2 UTRAN 基本功能	299
6.1.3 UTRAN 接口的通用协议模型	299
6.2 Iu 接口	301
6.2.1 概述	301
6.2.2 使用传输网络用户平面作为信令承载——SCCP 的 使用	303
6.2.3 Iu 层 1	306
6.2.4 Iu 接口的信令传输 (RANAP 信令承载)	307
6.2.5 Iu 接口数据传输	309
6.2.6 RANAP 信令	310
6.2.7 用户平面 (UP) 协议	312
6.3 Iur 接口	314
6.3.1 概述	314
6.3.2 SCCP 的使用	317
6.3.3 Iur 接口上的 DRNS 逻辑模型	319
6.3.4 RNSAP 信令承载	321
6.3.5 RNSAP 信令	322
6.3.6 Iur 数据传输	323
6.4 Iub 接口	324
6.4.1 概述	324

6.4.2 Iub 接口协议的功能	326
6.4.3 Iub 上的节点 B 逻辑模型	330
6.4.4 Iub 接口信令传输——NBAP 信令承载	337
6.4.5 NBAP 功能	337
6.4.6 Iub 数据传输	338
6.5 无线资源管理	339
6.5.1 小区选择和重选择	339
6.5.2 切换	340
6.5.3 接入允许控制	348
6.5.4 码道资源动态分配	351
6.6 UTRAN 中的同步问题	355
6.6.1 同步计数器和参数	356
6.6.2 节点同步	361
6.6.3 传输信道同步	363
6.6.4 无线接口同步	374
6.6.5 支持传输信道和无线接口同步的计数器和参数的 用法	375
6.6.6 定时调整	377
参考文献	379
第七章 UTRA TDD(TD - CDMA)无线接口	381
7.1 概述	381
7.1.1 UTRA TDD 概述	381
7.1.2 ODMA	382
7.2 物理信道结构	384
7.2.1 传输信道	384
7.2.2 物理信道	384
7.2.3 传输信道到物理信道的映射	402
7.3 复接、信道编码和交织	402

7.3.1 传输信道编码/复接	403
7.3.2 层 1 控制编码	404
7.4 调制与扩频	407
7.4.1 数据调制	408
7.4.2 扩频调制	408
7.4.3 同步码	411
7.5 TDD 物理层基本过程	414
7.5.1 发射功率控制	414
7.5.2 定时超前	416
7.5.3 小区搜索过程	417
参考文献	418
第八章 cdma2000 无线接口	419
8.1 序言	419
8.1.1 cdma2000 系统的主要技术特点	420
8.1.2 cdma2000 空中接口的分层协议结构	421
8.2 反向 CDMA 信道物理结构	423
8.2.1 反向 CDMA 信道无线配置	423
8.2.2 码道指配	425
8.2.3 反向信道的正交扩频	425
8.2.4 反向信道结构	427
8.2.5 RC3、RC4 的 I、Q 映射	437
8.2.6 前向纠错	437
8.3 前向链路物理信道结构	444
8.3.1 前向 CDMA 信道的无线配置特性	444
8.3.2 码道指配	446
8.3.3 前向链路的正交和准正交扩频函数	448
8.3.4 前向纠错	452
8.3.5 前向链路 CDMA 信道结构	453

8.3.6 SR1 的 I、Q 映射	467
参考文献	472
第九章 蜂窝码分多址系统性能	473
9.1 蜂窝码分多址系统	473
9.2 高斯信道下的单小区 CDMA 解调	476
9.3 误码率	481
9.4 单小区 CDMA 系统的容量	484
9.5 Rake 接收	485
9.5.1 Rake 接收机的性能	486
9.5.2 基于匹配滤波器的 WCDMA 相干 Rake 合并	489
9.6 多小区 CDMA 系统的容量	492
9.6.1 传播损耗模型	493
9.6.2 功率控制	494
9.6.3 蜂窝 CDMA 系统的反向链路容量	497
9.6.4 单小区 CDMA 系统反向链路的厄朗容量	503
9.6.5 蜂窝 CDMA 系统反向链路的厄朗容量	507
9.6.6 非理想功率控制下蜂窝 CDMA 系统反向链路厄朗 容量	508
9.6.7 蜂窝 CDMA 系统前向链路的容量	510
参考文献	512
第十章 多用户检测与阵列天线的应用	514
10.1 多用户检测	515
10.1.1 多用户解调的系统模型	517
10.1.2 最优接收机	518
10.1.3 次最优 DS/CDMA 接收机	527
10.2 阵列天线的应用	540
10.2.1 天线阵模型	541

10.2.2 阵列的几何排列和阵元间隔	543
10.2.3 波束形成	544
10.2.4 自适应阵列算法的分类	559
10.2.5 DOA 估计方法	570
10.3 发送分集技术	574
10.3.1 传统的最大比接收合并(MRRC)方案	576
10.3.2 发送分集方案	578
10.3.3 误差性能仿真	583
10.3.4 实现问题	584
10.3.5 结论	587
参考文献	588