

祁玉生 邵世祥 编著

中国通信学会主编 人民邮电出版社

现代移动通信系统

通信工程丛书



TN929.5

Q24.-2

通信工程丛书

现代移动通信系统

祁玉生 邵世祥 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

现代移动通信系统/祁玉生,邵世祥编著. -北京:
人民邮电出版社,1999.10
(通信工程丛书)
ISBN 7-115-08038-0

I. 现… II. ①祁…②邵… III. 移动通信-通信系统 IV
.TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 47705 号

0644/15

通信工程丛书

现代移动通信系统

- ◆ 主 编 中国通信学会
编 著 祁玉生 邵世祥
责任编辑 王晓明
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
北京朝阳隆昌印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本:850×1168 1/32
印张:19.625
字数:514 千字
印数:1-5 000 册
- 1999 年 10 月第 1 版
1999 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-08038-0/TN·1530

定价:43.00 元

内 容 提 要

本书是一本专门介绍现代移动通信系统的图书,除了介绍移动通信的一般原理,还着重介绍了 TACS、GSM、CDMA 等各种移动通信系统的构成及特点。另外,还对个人通信的发展作了简要的介绍。

本书共 10 章,内容分别为:移动通信概述、模拟移动通信的调制和解调、外部噪声和干扰、移动通信组网原理、900MHz 蜂窝式模拟移动电话网、数字移动通信主要技术、GSM 数字移动通信系统、CDMA 数字移动通信系统、数字无绳电话、个人通信。

本书内容丰富、新颖,系统性强,并具有较强的实用性,可供从事移动通信工作的工程技术人员和管理人员参考阅读,也可供相关院校和各类培训班作为教材使用。

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,提高解决专业科技问题、做好实际工作的能力,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,我会与人民邮电出版社协作,组织编写这套“通信工程丛书”,陆续出版。

这套丛书的主要读者对象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。希望能够有助于他们较快地实际达到通信各专业工程师所应用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

移动通信是未来个人通信的重要组成部分,其灵活、机动、高效的特点非常适合信息社会发展的需求。80年代以来,蜂窝移动通信由第一代模拟系统发展到第二代数字系统,并正在向传输宽带数据和多媒体信息为目的的第三代系统演进。在这种移动通信技术发展日新月异的形势下,为了结合我国移动通信的应用实际,并向广大读者介绍目前的最新技术,我们专门编写这本《现代移动通信系统》。

本书阐述了蜂窝移动通信的基本原理,并对 TACS、GSM900/DCS/800、CDMA 等现代移动通信系统作了全面详细的介绍。在编写过程中,我们力求使本书内容既符合技术规范,又密切结合我国技术体制的要求,使系统原理与应用尽可能完美结合。此外,本书还以一定的篇幅介绍了第三代移动通信以及若干最新制式数字无绳电话系统,重点是突出其无线传输方式等核心技术的方向性发展趋势。我们希望本书能对我国第三代移动通信和个人通信系统研究及 21 世纪移动通信的发展有新裨益。

本书的第一、二、三、四、五、六、八章由祁玉生编写,第九、十章由邵世祥编写,第七章由祁玉生和邵世祥联合编写。

移动通信是电信领域研究和开发的热点,由于作者水平有限,书中难免有疏漏和错误,恳望读者指正和谅解。

作者

目 录

第一章 移动通信概述

1.1 移动通信的发展及蜂窝组网理论	1
1.2 移动通信的特点	4
1.3 移动通信系统组成	7
1.4 移动通信工作频段	10
1.5 无线电路工作方式	13
1.6 移动通信网性能指标	15
1.7 几种典型的蜂窝移动通信系统	18
1.8 移动通信发展趋向	24
1.9 第三代移动通信与个人通信	31
参考文献	34

第二章 模拟移动通信的调制和解调

2.1 引言	36
2.2 角度调制	37
2.2.1 角度调制信号特性	37
2.2.2 角度调制信号频谱	39
2.2.3 有效带宽、发射带宽和接收带宽	41
2.2.4 频率调制系统的抗干扰能力	43
2.2.5 25kHz 调频频道的利用	49
2.2.6 发送和接收信号处理电路	51
2.3 2FSK 调制	54
参考文献	57

第三章 外部噪声和干扰

3.1 外部噪声	59
3.2 邻道干扰	62
3.2.1 发信边带扩展	63
3.2.2 发信机边带噪声	63
3.2.3 发信机的杂散辐射	64
3.2.4 来自蜂窝网的邻近频道干扰	65
3.2.5 载波邻道干扰比的计算	65
3.2.6 接收机邻道选择性的计算	67
3.2.7 接收机滤波器阻带衰减的计算	68
3.3 近端对远端比干扰	70
3.4 同频干扰	71
3.5 互调干扰	74
3.5.1 无互调信道组	77
3.5.2 发射机互调	79
3.5.3 接收机互调	80
3.6 移动台发射机的自动功率控制(APC)	82
3.7 干扰限制环境	84
参考文献	84

第四章 移动通信组网原理

4.1 大区制移动通信网	85
4.2 小区制移动通信网构成方式	88
4.2.1 条状服务区	88
4.2.2 面状服务区	92
4.3 频率复用模式	97
4.4 小区分裂	98
4.5 同频干扰防护	102

4.5.1	全向小区系统 C/I 的计算	102
4.5.2	定向小区系统 C/I 的计算	105
4.6	降低同频干扰的措施	105
4.7	蜂窝移动通信网的同频干扰概率和同频复用保护距离 的计算	107
4.7.1	同频干扰模式	107
4.7.2	同频干扰概率的计算	108
4.7.3	同频复用保护距离的计算	112
4.8	频率分配方法	114
4.8.1	固定波道分配	115
4.8.2	动态波道分配	119
4.9	多波道共用技术	120
4.9.1	多波道共用的概念	121
4.9.2	话务量、呼损率和波道利用率	121
4.9.3	系统用户数	124
4.9.4	波道的自动选择方式	125
	参考文献	129

第五章 900MHz 蜂窝式模拟移动电话网

5.1	网路结构和互联	130
5.1.1	900MHz 蜂窝式移动电话网的本地网结构	131
5.1.2	900MHz 蜂窝式区域联网的网路结构	131
5.1.3	小容量移动电话网的网路结构	133
5.2	移动电话局的设置原则	134
5.3	移动电话网与长途电话网、本地电话网的连接	136
5.3.1	900MHz 蜂窝移动电话网与长途电话网、 本地电话网的连接	136
5.3.2	小容量移动电话网与本地电话网连接	138
5.4	编号计划	138

5.4.1	编号方式	138
5.4.2	用户权利的认证	145
5.5	信令	145
5.5.1	信令分类	145
5.5.2	TACS 制式信令	149
5.6	呼叫流程	152
5.7	移动通信网中特有的交换接续技术	153
5.7.1	位置登记(Location Registration)	153
5.7.2	越区切换(Hand off)	154
5.7.3	漫游(Roaming)	156
5.8	模拟网的全国联网	160
5.8.1	省际联网	161
5.8.2	模拟网 A、B 系统互联	162
5.9	频率分配	163
5.9.1	频道配置	163
5.9.2	TACS 和 AMPS 的频道指配图案	165
5.9.3	蜂窝分裂后的频道分配	169
5.10	SAT 和 DCC 分配原则	169
	参考文献	174

第六章 数字移动通信主要技术

6.1	多址联接技术	175
6.1.1	频分多址(FDMA)方式	176
6.1.2	时分多址(TDMA)方式	177
6.1.3	码分多址(CDMA)方式	180
6.1.4	FDMA、TDMA 与 CDMA 系统容量比较	186
6.2	话音编码	191
6.2.1	波形编码器	192
6.2.2	声源编码器	193

6.2.3	混合编码器	196
6.2.4	RPE-LTP 语音编码器	196
6.2.5	QCELP 语音编码技术	200
6.3	数字信号不失真传输	200
6.3.1	理想低通滤波器和奈奎斯特第一准则	202
6.3.2	余弦滚降传输特性	205
6.3.3	数字传输系统的码间干扰	207
6.3.4	自适应均衡	209
6.4	窄带数字调制	211
6.4.1	4PSK(QPSK)与 OQPSK	213
6.4.2	MSK	220
6.4.3	GMSK	225
6.4.4	平滑调频(TFM)	229
6.4.5	$\pi/4$ -QPSK	229
6.4.6	GMSK 与 $\pi/4$ -QPSK 的比较	239
6.4.7	单边带调制	240
6.5	移动无线信道	242
6.5.1	窄带移动信道的瑞利衰落	243
6.5.2	具有频率选择性的瑞利衰落模型	244
6.5.3	阴影效应	244
6.6	信道编码	245
6.6.1	卷积编码的基本概念	247
6.6.2	卷积码译码	249
6.6.3	卷积码的误码性能	252
6.7	交织技术	254
6.8	分集接收	256
6.8.1	分集种类	256
6.8.2	合并方法	258
	参考文献	260

第七章 GSM 数字移动通信系统

7.1 概述	262
7.2 GSM 数字移动通信系统组成原理	265
7.2.1 移动台(MS)	267
7.2.2 基站子系统(BSS)	271
7.2.3 网络子系统(NSS)	280
7.2.4 操作子系统(OSS)	286
7.3 GSM 数字蜂窝移动通信网	286
7.3.1 数字蜂窝网的区域结构	286
7.3.2 网络结构	287
7.3.3 信令网的网络结构和信令编码	289
7.4 编号方式	292
7.5 频率配置	298
7.6 GSM 网络接口和信令	301
7.6.1 7号信令移动应用	302
7.6.2 GSM 接口信令	304
7.7 GSM 无线接口	306
7.7.1 信道的定义	306
7.7.2 帧结构	308
7.7.3 逻辑信道与物理信道之间的对应关系	308
7.7.4 信道组合的例子	315
7.7.5 突发脉冲序列和时间超前量调节(TA)	317
7.7.6 话音信号间断发送(DTX)和间断接收(DRX)	319
7.7.7 跳频	321
7.8 安全管理和接续流程	323
7.8.1 鉴权、设备识别、加密和识别号保密管理	324
7.8.2 接续流程	328
7.9 移动性管理	330

7.9.1	位置更新	330
7.9.2	切换	330
7.9.3	漫游	332
7.10	DCS1800 系统	334
7.10.1	概述	334
7.10.2	DCS1800 PCN 的组成	335
7.10.3	基于 DCS1800 的典型 PCN 设备	337
	参考文献	340

第八章 CDMA 数字移动通信系统

8.1	概述	341
8.2	扩频通信	342
8.2.1	基本原理	342
8.2.2	直接序列扩频 CDMA 系统	344
8.2.3	跳频系统	348
8.3	地址码的选择	349
8.3.1	m 序列	350
8.3.2	Gold 序列	355
8.3.3	沃尔什(Walsh)码	358
8.4	直接序列扩频系统的同步	359
8.4.1	PN 码的捕获	359
8.4.2	PN 码的跟踪	361
8.5	Q-CDMA(IS-95)数字移动通信系统	362
8.5.1	概述	362
8.5.2	正向信道及其信号设计	363
8.5.3	正向链路	372
8.5.4	反向信道及其信号设计	375
8.5.5	反向链路	383
8.5.6	CDMA 系统误码性能分析	387

8.5.7	功率控制	396
8.5.8	系统组成原理	398
8.5.9	网络结构	406
8.6	编号计划	412
8.7	频率配置	418
8.8	网络移动管理功能	420
8.8.1	位置登记	420
8.8.2	鉴权与加密	422
8.8.3	越区切换	425
8.8.4	漫游	428
8.9	呼叫处理	429
8.9.1	移动台呼叫处理	429
8.9.2	基站呼叫处理	433
	参考文献	434

第九章 数字无绳电话

9.1	概述	436
9.2	第二代无绳电话(CT2)	438
9.2.1	系统结构	438
9.2.2	CT2的空中接口技术特性	439
9.2.3	CT2帧结构与信道结构	440
9.2.4	CT2网络操作	442
9.3	欧洲数字无绳电话	443
9.3.1	系统结构	443
9.3.2	DECT的应用及业务范围	445
9.3.3	DECT的技术特性	446
9.3.4	DECT标准的分层结构	448
9.3.5	DECT无线用户交换系统	455
9.3.6	DECT基站与手机	457

9.4	个人便携式电话系统(PHS)	458
9.4.1	PHS系统的概念	458
9.4.2	PHS空中接口	463
9.4.3	PHS系统的网络协议	469
9.4.4	PHS网络技术	473
9.5	个人接入通信系统(PACS)	476
9.5.1	系统概述	476
9.5.2	PACS网络结构	479
9.5.3	PACS网络单元功能	481
9.5.4	PACS空中接口	488
9.5.5	PACS频率规划	492
9.5.6	PACS系统工作原理	494
9.5.6	呼叫流程	500
	参考文献	504

第十章 个人通信

10.1	个人通信概述	506
10.1.1	基本概念	506
10.1.2	个人通信的基本特点及技术特征	507
10.1.3	个人通信系统的发展	508
10.2	个人通信的频谱分配	511
10.2.1	美国个人通信业务(PCS)频谱分配	511
10.2.2	UMTS和IMT2000个人通信频率规划	512
10.2.3	卫星移动通信频谱分配	515
10.2.4	我国现有系统的工作频段	516
10.3	个人通信网	518
10.3.1	个人通信网的构架	518
10.3.2	个人通信网与智能网技术	521
10.3.3	个人通信网的网络基本功能	523

10.3.4	UPT 原理	525
10.3.5	个人通信号码与寻址	530
10.4	无线个人通信网与无线个人通信系统	534
10.4.1	概述	534
10.4.2	卫星移动个人通信系统	535
10.4.3	IMT-2000 移动通信系统	543
10.5	第三代移动通信无线传输技术	564
10.5.1	概述	564
10.5.2	无线传输技术基本要求	569
10.5.3	无线传输的基本构成	571
10.5.4	第三代 CDMA 无线传输技术的能力与特点	574
10.5.5	扩频码设计	581
10.5.6	W-CDMA 空中接口技术	587
10.5.7	TD-CDMA 空中接口技术	603
	参考文献	608

第一章 移动通信概述

1.1 移动通信的发展及蜂窝组网理论

移动通信是指通信双方或至少其中一方在运动状态中进行信息传递的通信方式。移动通信不受时间和空间的限制,交流信息机动灵活、迅速可靠。它被认为是实现通信理想目标的重要手段,是信息产业的重要物理基础。由于移动通信适应信息基础设施发展的要求,因而具有广阔的发展前景。

移动通信的发展,可以追溯到本世纪 20 年代。这个时期主要完成通信实验和电波传输试验工作,在短波频段上实现了小容量专用移动通信系统,其话音质量差,自动化程度低,一般不能与公众网连接。从 40 年代到 60 年代,各种移动通信系统相继建立,在技术上实现了移动电话系统和公众电话网的连接。例如美国建立的 IMTS 系统,实现了自动拨号和移动台信道的自动选择。70 年代中期以后,民用移动通信用户数量增加,业务范围扩大,频率资源和可用频道数之间矛盾日益尖锐。这个时期的移动通信发展,重点在于开发新频段、论证新方案和有效利用频谱等方面的研究工作。

蜂窝组网理论由美国贝尔实验室提出,是移动通信发展引发的构想,代表一种构造移动通信网的完全不同的方法。蜂窝组网的目的是解决常规移动通信系统频谱匮乏、容量小、服务质量差及频谱利用率低等问题。蜂窝组网理论为移动通信技术的发展和新一代多功能设备的产生奠定了基础。蜂窝组网思想的要点如下:

1. 蜂窝小区覆盖和小功率发射。蜂窝组网放弃了点对点传输