

电子通信工程专业本科系列教材

DIANZI XINXI GONGCHENG ZHUANYE BENKE XILIE JIAOCAI

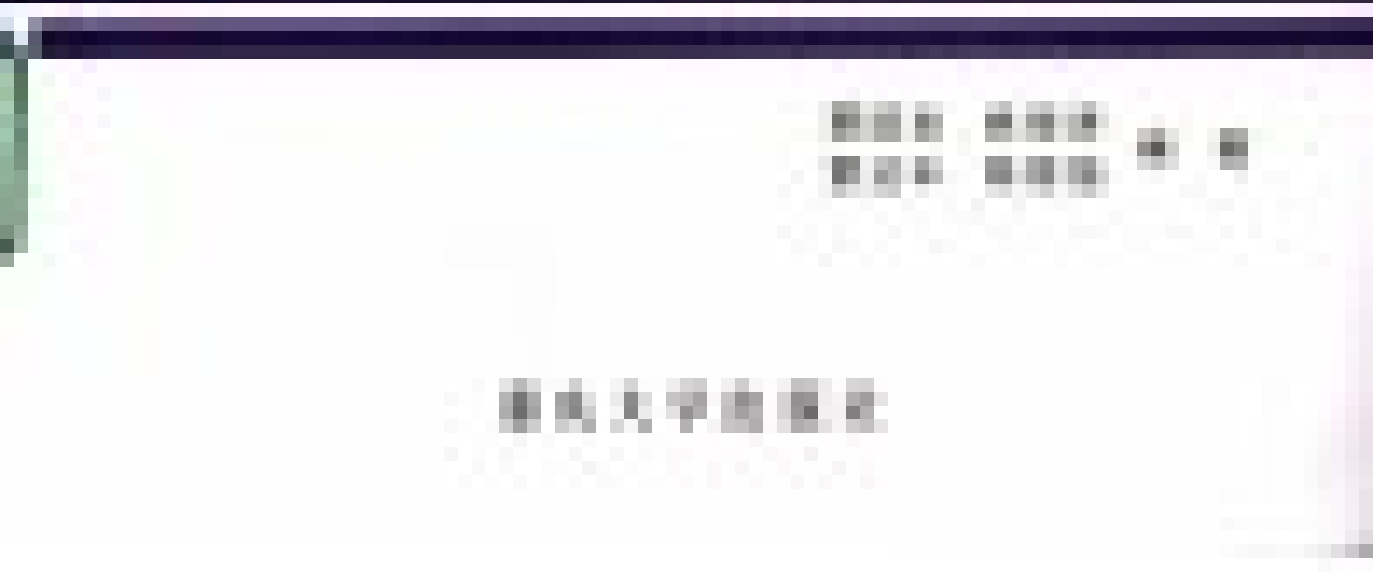
移动通信

YI DONG TONG XIN



覃团发 姚海涛 编 著
覃远年 陈海强

重庆大学出版社



移动通信

覃团发 姚海涛 覃远年 陈海强 编著

重庆大学出版社

内容提要

本书系统地阐述了现代移动通信的基本原理、基本技术和当前已得到广泛应用和将要被应用的典型移动通信系统,较充分反映了移动通信发展的新技术。

全书共十章,内容包括:概论、蜂窝的概念、移动无线信号环境与传播、移动无线通信的调制技术、均衡和分集技术、信道编码与交织技术、语音编码技术、多址技术、移动无线通信系统和标准、移动通信的未来。每章后附有习题。

本书可用作高等院校通信工程、电子信息工程、电子科学与技术等高年级的教科书,也可作为移动通信工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信/覃团发,姚海涛,覃远年,陈海强编著. —重庆:重庆大学出版社,2004. 12

(电子信息工程专业本科系列教材)

ISBN 7-5624-3288-0

I. 移... II. 覃... III. 移动通信—高等学校—教材 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 116059 号

移动通信

覃团发 姚海涛 覃远年 陈海强 编著

责任编辑:彭 宁 胡道全 白育红 版式设计:彭 宁

责任校对:蓝安梅

责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆华林印务有限公司印刷

*

开本:787 × 1092 1/16 印张:15.25 字数:381 千

2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5624-3288-0

定价:22.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

前言

通信技术的发展日新月异,移动通信更是如此,从1978年第一代模拟蜂窝电话系统的诞生至今,短短数十年间,人们在享用第二代全数字蜂窝通信系统的便利之时,又将跨入第三代移动通信的全新时代。随后的第四代移动通信系统标准也提上了日程。在这种情况下,通信工程等专业的学生需要一本能反映当前技术的移动通信教材。本书是广泛参考国内外最新的专著、教材和文献资料,经过多次修订后写成的。

本书内容大致可分成四个部分。第一个部分包括第1章和第2章,对移动通信系统的一些基本概念进行概述性的介绍,可作为进入移动通信具体理论和系统学习的入门,让读者对移动通信系统有一个大致的了解。第二部分是本书第3章,重点介绍移动通信信道特征。移动通信与其他通信系统相比,最大的特点就是能够实现在运动中进行通信,所以移动通信不可避免地存在无线接口,这一空中接口的引入,使得移动通信信道环境十分复杂,为此有必要事先掌握移动通信道的特性,如无线信号衰落特性、相关带宽、频率选择性衰落、信道噪声特性等,这些都在第3章中详细讲述。第三部分内容包括第4章到第8章构成移动通信的关键技术。针对移动通信信道特性和移动通信的特点,各个移动通信系统采用不同的通信技术,以期提高通信质量和频谱利用率,虽然目前存在的各式各样的移动通信系统无论从结构上和具体技术上不尽相同,但每个移动通信系统都使用调制解调技术、均衡技术、分集技术、信道编码与交织技术、语音编码技术、多址技术等。第4章描述移动无线通信的各种调制技术。第5章阐述均衡和分集技术,重点介绍均衡的基本概念、自适应均衡器、分集技术分类和分集合并方式、RACK接收机。第6章讲述信道编码原理、分组码、卷积码、Turbo码和交织编码等。第7章内容是移动通信中的语音编码技术和语音压缩技术在当前移动通信系统中的应用。第8章讲解多址技术是解决众多用户如何高效共享给定频率资源的问题。包括:FDMA、TDMA、CDMA、SDMA。第四部分包括

第9章和第10章,第9章对GSM系统和CDMA系统作详细介绍,第10章分析和介绍移动通信的未来,包括:市场走势、IMT—2000/UMTS地面无线接入、cdma2000、4G的关键技术。

本书可用作高等院校通信工程、电子信息工程、电子科学与技术等高年级的教科书,也可作为移动通信工程技术人员的参考书。

本书由覃团发编写第1,7,8,10章,姚海涛编写第2,3,5,9章,陈海强编写第4章,覃远年编写第6章。全书由覃团发统稿。

在本书的编写过程中,得到重庆大学出版社的彭宁编辑、胡道全先生等的指导和帮助,在此表示感谢;感谢英国皇家工程院院士、南安普敦大学 Lajos Hanzo 教授给予的帮助和提供的资料;我们更要感谢我们的家人,他(她)们对本书的写作给予了充分的理解、鼓励和支持。

鉴于编者水平有限,不妥之处在所难免,欢迎同行专家和读者批评指正。

编 者
2004年8月

目 录

第1章 概 论	1
1.1 移动通信发展简介	1
1.2 移动通信的主要特点	4
1.3 移动通信系统的分类	5
1.4 移动通信系统的主要技术	5
1.5 移动通信系统实例	7
1.5.1 无线寻呼系统	7
1.5.2 无绳电话系统	9
1.5.3 蜂窝电话系统	13
1.6 移动通信的发展趋势	13
习 题	14
第2章 蜂窝的概念	16
2.1 蜂窝的概念	16
2.2 服务小区的形状	17
2.2.1 带状网	17
2.2.2 蜂窝网	18
2.3 频率复用	19
2.4 信道分配策略	22
2.4.1 频率复用方案	22
2.4.2 信道配置	22
2.5 切换策略	25
2.5.1 优先切换	28
2.5.2 实际切换中需要注意的事项	28
2.6 干扰和系统容量	29
2.6.1 同频干扰和系统容量	30
2.6.2 邻频干扰	32
2.6.3 功率控制减小干扰	32
2.7 中继和服务等级	33
2.8 提高蜂窝系统容量	35
2.8.1 小区分裂	36

2.8.2 划分扇区	37
2.8.3 一种新的微小区概念	38
习 题	40
第3章 移动无线信号环境与传播	41
3.1 无线电波传播简介	41
3.2 自由空间传播方式	41
3.3 三种基本传播机制(反射、绕射、散射)	43
3.4 路径损耗模型对数正态衰落模型	43
3.5 室外传播模式宏蜂窝的传播模型	44
3.6 室内传播模式	48
3.6.1 分隔损耗(同楼层)	48
3.6.2 楼层间分隔损耗	49
3.6.3 对数距离路径损耗模型	49
3.6.4 建筑物信号穿透	49
3.7 小范围多径传播	49
3.7.1 影响小范围衰落的因素	49
3.7.2 多普勒效应	50
3.8 移动多径信道的参数	50
3.8.1 时间色散参数	50
3.8.2 相干带宽	50
3.8.3 多普勒频移和相干时间	51
3.9 小范围衰落的类型	52
3.9.1 有多径时延传播引起的衰落效应	52
3.9.2 多普勒频移引起的衰落效应	52
3.10 瑞利分布和莱斯分布	52
3.10.1 瑞利(Rayleigh)分布	52
3.10.2 莱斯(Ricean)分布	53
3.11 多径衰落信道的统计模型	55
3.12 任意地形的信号中值的预测	57
习 题	58
第4章 移动无线通信的调制技术	59
4.1 角度调制与幅度调制的比较	60
4.2 脉冲成型技术	60
4.2.1 对码间干扰补偿的奈奎斯特标准	60
4.2.2 升余弦滚降滤波器	61
4.2.3 高斯滤波器	62
4.3 线性调制技术	62

4.3.1	绝对相移键控(BPSK)	62
4.3.2	相对相移键控(DPSK)	63
4.3.3	四相相移键控(QPSK)	64
4.3.4	交错正交相移键控(OQPSK)	65
4.3.5	$\pi/4$ 偏移差分相移键控($\pi/4$ -DQPSK)	66
4.4	恒包络调制	67
4.4.1	二进制频移键控(FSK)	67
4.4.2	最小频移键控(MSK)	68
4.4.3	高斯滤波最小频移键控(GMSK)	70
4.5	混合线性和恒包络调制技术	72
4.5.1	M 相相移键控(MPSK)	72
4.5.2	多进制正交幅度调制(QAM)	73
4.5.3	多进制频移键控(MFSK)	74
4.6	扩频调制技术	75
4.6.1	伪随机(PN)序列	76
4.6.2	直接序列扩频(DS-SS)	76
4.6.3	跳频扩频(FH-SS)	78
4.6.4	直接序列扩频的性能	79
4.6.5	跳频扩频的性能	80
4.7	衰落和多径信道中的调制性能	81
4.7.1	在慢速、平坦衰落信道中数字调制的性能	81
4.7.2	频率选择性衰落信道中数字调制性能	83
4.7.3	衰落和干扰条件下 $\pi/4$ DQPSK 的调制性能的分析	83
	习 题	84
	第 5 章 均衡和分集技术	85
5.1	简介	85
5.2	均衡基本概念	85
5.3	自适应均衡器	88
5.3.1	自适应均衡器介绍	88
5.3.2	均衡器算法	89
5.4	分集技术	92
5.4.1	分集技术分类	93
5.4.2	分集合并方式	94
5.5	PACK 接收机	96
	习 题	101
	第 6 章 信道编码与交织技术	102
6.1	信道编码原理	102

6.2	分组码	103
6.2.1	编码效率、冗余度、码重与码距	103
6.2.2	BCH 码	104
6.2.3	RS 码	104
6.3	卷积码	106
6.3.1	卷积码的基本特性	106
6.3.2	卷积码的解码	107
6.3.3	卷积码最大似然解码	109
6.4	编码增益	110
6.5	其他信道编码方法	111
6.5.1	Turbo 码	111
6.5.2	Turbo 码的原理	112
6.5.3	Turbo 码在实际通信系统(3GPP)中的应用	114
6.6	交织编码	115
6.6.1	交织码的基本原理	116
6.6.2	交织器性质的改进	117
	习 题	119
第7章	语音编码技术	120
7.1	简介	120
7.2	语音信号特性	120
7.3	量化技术	122
7.4	APCM	124
7.5	子带编码	126
7.6	声码器	127
7.7	线性预测编码器	128
7.8	移动通信中语音编码器的选择要求	131
7.9	GSM 语音编解码器和 IS—95 编解码器	132
7.9.1	GSM 语音编解码器	132
7.9.2	IS—95 编解码器	140
7.9.3	数据速率的选择	142
	习 题	143
第8章	多址技术	145
8.1	简介	145
8.2	FDMA	146
8.2.1	FDMA 系统特性	147
8.2.2	FDMA 空闲信道的选择	147
8.3	TDMA	148

8.4	CDMA	150
8.4.1	跳频多址	151
8.4.2	码分多址	153
8.4.3	混合扩频多址	165
8.5	SDMA	166
8.6	多址方式与蜂窝系统容量	168
8.6.1	蜂窝移动通信系统容量的计算	168
8.6.2	频分 FDMA、时分 TDMA 及码分 CDMA 系统容量的比较	171
	习 题	172
第 9 章	移动无线通信系统和标准	173
9.1	GSM 系统	173
9.1.1	GSM 系统特点	173
9.1.2	GSM 系统构成	174
9.1.3	GSM 系统的主要参数	177
9.1.4	GSM 的网络结构	177
9.1.5	GSM 系统的网络接口	178
9.1.6	GSM 的无线接口	181
9.1.7	GSM 移动台信号的发射	185
9.1.8	GSM 的业务	186
9.1.9	GSM 的区域、号码、地址与识别	193
9.1.10	GSM 数据高速传送技术	196
9.2	CDMA (IS—95)	197
9.2.1	概述	197
9.2.2	CDMA 系统的网络结构	198
9.2.3	CDMA 系统的传输方式	201
9.2.4	CDMA 系统的控制功能	207
9.2.5	CDMA 系统提供的业务	210
	习 题	214
第 10 章	移动通信的未来	216
10.1	市场走势	216
10.2	IMT—2000/UMTS 地面无线接入	218
10.2.1	IMT—2000 概念的提出	218
10.2.2	IMT—2000 系统的主要特点	219
10.2.3	IMT—2000 系统提供的业务	219
10.2.4	第三代移动通信标准概况	220
10.2.5	第三代移动通信系统的组成	222

10.2.6 UMTS 无线接入网系统	222
10.3 cdma2000	225
10.3.1 从 IS—95 到 cdma2000	225
10.3.2 实现第三代移动通信系统的关键技术	227
10.4 4G 的关键技术	229
10.4.1 多样接入	229
10.4.2 软件无线电	229
10.4.3 智能天线	230
习 题	230
参考文献	231

第 1 章

概 论

1.1 移动通信发展简介

移动通信是指通信的双方至少有一方在移动中所进行的通信。移动通信使用无线电波进行信息的交换和传输。这个定义适合于通信双方是移动终端到移动终端的通信链路或者是移动终端到固定端的通信链路。我们常见的移动通信系统有蜂窝移动通信系统、寻呼系统、移动卫星通信系统,除此以外,还有移动海事卫星系统、移动集群通信系统和无绳电话系统等。

移动通信起源于海上救难,经过上个世纪的发展,目前移动通信已经成为与人们生活紧密相连的一部分,移动通信产业也已经成为信息产业的一个支柱产业。但是,在上世纪起初的几十年中,无线通信的研究发展还比较缓慢,这有着多方面的原因。下面简要回顾一下发生在移动通信发展史上的一些里程碑事件。

1880 年:赫兹—实用无线电通信的首次演示

1897 年:马可尼—在 29 km 距离实现地面站到拖船的无线电传输

1921 年:底特律警察局—无线电台装备警车,开创了陆地移动通信先河

1932 年:纽约警察局—警车无线调度系统使用

1933 年:美国联邦通信委员会(FCC)—在 30 MHz ~ 40 MHz 间批准了四个通信信道

1946 年:贝尔电话实验室—152 MHz 波段单工通信

1956 年:FCC—450 MHz 波段单工通信

1959 年:贝尔电话实验室—建议 32 MHz 带宽用于高容量的无线移动通信

1964 年:FCC—152 MHz 波段全双工通信

1964 年:贝尔电话实验室—积极研究 800 MHz 波段

1969 年:FCC—450 MHz 波段全双工通信

1981 年:FCC—在 800 MHz ~ 900 MHz 波段分配 40 MHz 的带宽开放用于商用陆地蜂窝移动通信业务

1981 年:美国电话电报公司(AT&T)和无线电通信公司(RCC)达成将 40 MHz 频谱分成两个 20 MHz 频带的协议。频带 A 属于非有线运营公司(RCC),频带 B 属于有线运营公司(电话

公司)。每一个市场有两个运营公司。

1982年:抛开 AT&T 公司,组织七家 RBOC(地区贝尔运营公司)管理蜂窝系统的运行

1982年:由美国政府 DOJ 颁布 MFJ(修改的最终意见),禁止所有移动运营公司从事长途电话业务、信息服务及制造业务

1983年:Ameritech 系统在美国芝加哥投入运营

1988年:建议 TDMA 作为北美的数字蜂窝系统标准

1992年:GSM 在德国 D2 系统中运行

1993年:建议 CDMA 作为北美的另一个数字蜂窝系统标准

1994年:TDMA 系统在美国西雅图、华盛顿投入运营

1994年:PDC 系统在日本东京投入运行

1994年:拍卖六个宽带 PCS 许可频带中的两个

1995年:CDMA 系统在中国香港投入运行

1996年:美国国会通过电信改革行动议案,“显而易见,任何人都能从事其他任何人的商业活动”

1997年:宽带 CDMA 被 UMTS 作为第三代移动通信系统的技术中的一种

2000年:IMT-2000 无线接口技术规范建议成为国际电联建议

正是在赫兹的开创性工作的基础上,1897年意大利科学家马可尼(Marchese Guglielmo Marconi)利用无线电进行信息传输获得了成功,从此电报和话音通信不再为电线、电缆的羁绊,人类社会进入了无线移动通信的新纪元。最早的陆地移动通信开始于1921年,美国底特律首先将无线电台装于汽车上开创了移动通信的先河。当时使用的波段是2 MHz,而且是一个单向的通信,车载台仅仅是一个接收机,这个系统使人们对移动状态的通信有了更加直观的印象。此后在相当长的时间内所谓移动通信只是车载台和固定无线电台的通信,并主要为警察所用。1933年,美国新泽西警察局采用了双路的移动通信装置。二次世界大战结束后,微电子技术和大规模集成电路生产技术以及计算机技术的引入加上与二次世界大战中使用的军用通信技术相结合,极大推动了通信产业的发展;1946年,出现了工作在152 MHz波段以基地台为中心覆盖半径为70~80公里区域并且与市话网络相连的大区制移动电话网,调制方式也用更加适合移动环境的调幅制替代调频制,这时的系统都采用了大区制,选择的频段和用户容量都较以前有了很大的提高。从此移动通信真正进入了民用服务的阶段。可以概括地说:从上个世纪40年代中期到60年代初期,完成了从专用网到公用移动网的过渡,采用人工接续的方式解决了移动电话与公用市话之间的接续问题;从20世纪60年代中期到70年代后期,主要是改进和完善移动通信系统的性能,包括直接拨号、自动选择无线信道等,同时解决了自动接入公用电话网的问题,同时频段使用也由150 MHz的波段拓宽到450 MHz波段。这段时间欧洲国家如德国、法国等在移动通信技术上也达到了很高的水平。

由于无线资源和设备的限制,到20世纪70年代,整个移动通信并没有得到很大的发展,市场规模小,提供移动电话服务的系统分散且没有形成覆盖全国的统一网络。到1976年,纽约仅有12个频段为543个付费用户提供服务,而无数的用户却在排队等待服务,此显示了大区制系统用户容量的严重局限性。20世纪70年代在大规模集成电路技术和计算技术上取得的重大突破,解决了终端小型化和系统设计方面的问题,推动移动通信产业进入了蓬勃发展的阶段。

与此同时,贝尔实验室提出了小区制的蜂窝式移动通信系统的解决方案,在开发了 AMPS (Advanced Mobile Phone Service) 系统,这是第一种真正意义上的具有随时随地通信的大容量的蜂窝移动通信系统。它结合频率重用技术,可以在整个服务区域内实现自动接入自动公用电话网,与以前的系统相比具有更大的容量和更好的话音质量,可以说,蜂窝化的系统设计方案解决了公用移动通信的大容量要求和频谱资源受限的矛盾。该系统优异的技术方案使这个系统的市场开拓得到了巨大的成功。到 20 世纪 80 年代中期,欧洲和日本也纷纷建立了自己的蜂窝移动通信网,如英国的 ETACS (European Total Access Communication System) 系统,法国的 450 系统等。它们都是双工的 FDMA 模拟制式系统,被称为第一代蜂窝移动通信系统。尽管模拟蜂窝系统取得了巨大的成功,但是在实际的使用过程中也暴露出一些问题:频谱资源较低,有限的频谱资源和无限的用户容量的矛盾十分突出;业务种类比较单一;存在同频干扰和互调干扰和保密性能差以及容量与日益增长的市场需求之间的矛盾。曾经辉煌一时的系统很快面临着被下一代蜂窝系统取代的命运。

在低速语音编码和超大规模集成电路技术发展的推动下,为了解决模拟系统的固有问题,现代移动通信开始由模拟方式向数字化处理方式转变。1988 年,CEPT 提出了 GSM 系统的建议和标准。1991 年多址方式为 TDMA 的 GSM 数字蜂窝系统开始投入商用,由于该系统的优越性能,所以该系统在全球范围占有了超过 60% 的蜂窝系统用户,成为全球最大的蜂窝通信网络。在这之后,美国的 DAMPS 和日本的 JDC 等系统也相继投入使用。这些系统的空中接口都采用了时分多址 (TDMA) 的接入方式。1995 年,采用码分多址接入方式的美国高通公司的 Q-CDMA 系统推出。第二代数字蜂窝系统比第一代蜂窝系统有许多优势:频谱效率高、系统容量大、保密性能好和语音质量好等等。TDMA 系统在频谱利用上仍旧采用了频率重用技术。第二代数字蜂窝系统只能提供话音和低速数据业务的服务,在当今信息时代,人们对语音、图像、数据相结合的多媒体业务和高速数据业务的需求将会大大增加。而目前的第一、第二代蜂窝系统不仅远远不能满足未来用户的业务多样化需求,随着用户数的迅猛增加,现在的系统也远不能满足用户容量发展需要。新一代移动通信系统(第三代移动通信系统)的研究和发展成为人们关注的一个新热点。

为了满足高速率数据业务和多样化业务以及更高频谱利用率的要求,同时减少目前存在的各大网络之间的不兼容性,国际电联 (ITU) 提出了第三代移动通信系统的概念 (ITU-R 的正式名称为 IMT-2000,其前身是 FPLMTS——未来公共陆地移动通信系统)。其主要特点:全球无缝漫游;具有支持信息速率高达 2 Mb/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。

今后移动通信技术还会进一步发展和演进,随着第三代移动通信技术的实现和移动通信与互联网的融合,全球正在迅速向着移动信息时代迈进。未来的移动通信将为无处不在的互联网提供全方位的、无缝的移动性接入,并最终实现任何人在任何地方任何时间与其他人进行任何方式的通信的目的。

1.2 移动通信的主要特点

(1) 移动通信系统具有空中接口,利用无线电波进行信息传输

为了实现在移动条件下进行有效通信,移动通信系统必须使用无线电波作为信息载体,这种传播媒质允许通信中的用户可以在一定范围内自由移动,其位置不受束缚。与有线通信系统相比,在移动通信系统中引入了无线接口,即空中接口。

(2) 移动通信的信道复杂,干扰和噪声影响大

首先,移动通信的运行环境十分复杂,电磁波不仅会随着传播距离的增加而发生弥散损耗,而且会受到地形、地物的遮蔽而产生“阴影效应”,而且信号经过多点反射,会从多条路径到达接收地点,这种多径信号的幅度、相位和到达时间都不一样,它们相互叠加会产生电平衰落和时延扩展;其次,移动通信常常在快速移动中进行,这不仅会引起多普勒频移,产生随机调频,而且会使得电波传播特性发生快速的随机起伏,严重影响通信质量。另外,移动通信所使用的通信频段内存在着许多的干扰和信道噪声。除了一些常见的外部干扰,如天电干扰、工业干扰和信道噪声外,系统本身和不同系统之间,还会产生这样或那样的干扰。因为在移动通信系统中,常常有多部用户电台在同一地区工作,基站还会有多部收发信机在同一地点上工作,这些电台之间会产生干扰。随着移动通信网所采用的制式不同,所产生的干扰会有不同。归纳起来,这些干扰有邻道干扰、互调干扰、共道干扰、多址干扰以及近地无用强信号压制远地有用弱信号的现象(称为远近效应)等等。因此,在移动通信系统中,如何对抗和减少这些有害干扰和影响是至关重要的。

(3) 移动通信可以利用的频谱资源有限,而移动通信业务量的需求却与日俱增

分配给移动通信系统所使用的频率资源有限,但移动通信用户却与日俱增。如何提高移动通信系统的通信容量,始终是移动通信发展中的焦点问题。为了解决这一矛盾,一方面要给移动通信系统开辟和启用新的频谱;另一方面要研究新技术和新措施,以压缩信号所占频带宽度和提高频谱利用效率。可以说,移动通信无论是从模拟向数字过渡,还是再向新一代发展,都离不开这些新技术和新措施的支撑。

(4) 移动通信系统的网络结构多种多样,网络管理和控制必须有效

根据通信地区的不同需要,移动通信网络可以组成带状(如铁路公路沿线)、面状(如覆盖一座城市或地区)或立体状(如地面通信设施与中、低轨道卫星通信网络的综合系统)等。可以单网运行,也可以多网并行运行并实现互联互通。为此,移动通信网络必须具备很强的管理和控制功能,诸如用户的登记和定位,通信链路的建立和拆除,信道的分配和管理,通信的计费、鉴权、保密管理等以及过境切换和移动漫游的控制等等。

(5) 移动通信设备(主要是移动台)必须适合于在移动环境中使用

对手机的主要要求是体积小、重量轻、省电、操作简单和携带方便。车载台和机载台除要求操作简单和维修方便外,还应保证在震动、冲击、高低温变化等恶劣环境中正常工作。

1.3 移动通信系统的分类

移动通信系统常用的分类方式有以下几种:

- 1) 按使用环境可分为陆地通信、海上通信和空中通信;
- 2) 按多址方式可分为频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA);
- 3) 按信号形式可分为模拟网和数字网;
- 4) 按覆盖范围可分为宽域网和局域网;
- 5) 按工作方式可分为同频单工、异频单工、异频双工和半双工;
- 6) 按照出现时间可分为第一代移动通信系统(1G)、第二代移动通信系统(2G)、第三代移动通信系统(3G)等。

从第二代移动通信系统开始,已由第一代的模拟体制发展到数字体制,数字体制相对于模拟体制的主要优点有:

- 1) 频谱利用率高,系统容量大;
- 2) 业务种类多,系统的通用性较强;
- 3) 抗干扰、抗噪声和抗多径衰落的能力强;
- 4) 网络管理和控制灵活有效;
- 5) 便于实现通信的安全和保密;
- 6) 用户终端设备体积和重量等方面性能得到大幅度改善。

1.4 移动通信系统的主要技术

(1) 调制技术

调频技术的应用曾经对模拟移动通信的发展产生过极大的推动作用,第二代移动通信系统是数字移动通信系统,其中的关键技术之一是数字调制技术。对数字调制技术的主要要求是:已调信号的频谱窄、带外衰减快(即所占用的频带窄,或者说是频谱利用率高);易于采用相干或非相干解调;抗噪声和抗干扰的能力强;适宜在衰落信道中传输。

目前使用的数字信号调制技术主要是对ASK、PSK和FSK基本数字调制技术的改进或综合,实际应用中,常常使用以下两类数字调制方式。

1) 线性调制技术

主要包括了PSK、QPSK、DQPSK和多电平PSK等。这里所谓的线性是指这类调制技术要求通信设备从频率变换到放大和发射过程中保持充分的线性。显然,这种要求在制造移动设备中会增大难度和成本,但是这类调制方式可获得较高的频谱利用率。

2) 恒包络调制技术(连续相位调制)

主要包括MSK、GMSK、GFSK和TFM等。这类调制技术的优点是已调信号具有相对窄的功率谱和对放大设备没有线性要求,其不足之处是频谱利用率通常低于线性调制技术。

提高频谱利用率是提高通信容量的重要措施,是人们规划和设计通信系统的焦点。在20