



普通高等教育“十二五”规划教材

高等学校电子信息类教材

现代移动通信 技术及应用

Mobile Communications: Technologies and Applications

◎ 杨东凯 修春娣 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十二五”规划教材
高等学校电子信息类教材

现代移动通信技术及应用

Mobile Communications: Technologies and Applications

杨东凯 修春娣 编著



NLIC2970931294

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统讲述了移动通信的基本概念、信道特性、传输技术以及移动通信在典型实用系统中的应用。全书共分10章。其中,第1~6章属于移动通信原理部分,具体内容包括移动通信概论、移动通信信道、移动组网技术,以及移动通信中的信源编码、信道编码和调制技术;第7章介绍了移动通信中的定位技术;第8、9章介绍了典型的移动通信系统——卫星移动通信系统和深空通信系统;第10章对未来移动通信系统及关键技术进行了展望。

本书内容丰富,结构完整,特色鲜明,实用性强,可作为高校理工科信息与通信工程专业及相关专业的本科生教材或参考书,也可供从事移动通信相关研究的专业人员阅读。

本书的配套教学课件可从华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)注册后免费下载。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代移动通信技术及应用/杨东凯,修春娣编著. —北京:电子工业出版社,2013.7

高等学校电子信息类教材

ISBN 978-7-121-20283-4

I. ①现… II. ①杨… ②修… III. ①移动通信—通信技术—高等学校—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 089941 号

责任编辑:张来盛(zhangls@phei.com.cn)

印 刷:北京市李史山胶印厂

装 订:北京市李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:13.25 字数:339 千字

印 次:2013 年 7 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:29.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

移动通信是指通信双方中的一方或者两方处于移动状态时的通信。随着电子技术、计算机技术的发展,移动通信已经迅速发展了三十余年,目前更是呈现了快速成长的势头。第三代移动通信(3G)、第四代移动通信(4G)、卫星移动通信等正纷纷进入人们的日常生活。移动通信系统也正在逐步融合定位导航功能,其中包括卫星定位系统的融合。移动通信系统自身的增值定位业务扩展,呈现出通信导航一体化的发展趋势。对于卫星移动通信,更是在国内出现了像 CAPS(中国区域定位系统)这样的创新型应用,它是将通信卫星中传输的数据加以二次开发,以获得用户的位置信息。我国开发的第一代北斗系统,也是充分利用了导航卫星的数据传输功能从而能够为移动用户提供短信息服务,在抗震救灾中发挥了重要的作用。可以说,现代移动通信系统的概念,其内涵和外延均已经发生了根本性的变化。

作为针对通信与信息系统学科的发展而进行通信理论学习和实践应用的课程体系,考虑到要体现工程应用与理论知识结合的特色,本书在现有移动通信教材的基础上,综合考虑了通信中的基础理论和移动通信系统的结合。在讲解调制、编码等基础理论知识时,就融合了实际工程中对这些基础知识的运用,并通过对实际系统的介绍使学生更好地理解调制、编码等知识。为了更好地体现航空航天特色,本书特别介绍了卫星移动通信并将其作为独立的一章,重点介绍航空移动卫星通信、海事移动卫星通信,以及陆地移动卫星通信和通信导航融合的北斗系统和 CAPS 系统。深空移动通信是近年来发展迅速的方向,书中也专门对其做了详细的介绍,包括编码调制和链路预算等内容。移动通信系统中的定位导航是最近几年发展起来的新兴业务,本书专门安排了一章,以丰富的实例内容讨论了当前已经应用或者正在开发的新技术,包括信号强度、到达时间和到达角度等。总之,本书将提供给读者一个清晰完整的概念,当今的移动通信系统以及未来的移动通信系统,不管是基于空间卫星的,还是基于地面基站的,都将离不开位置信息以及基于位置的服务。

本书共分 10 章,具体结构安排如下:

第 1 章主要介绍移动通信的基本概念和发展历史,以及几个典型的移动通信系统。

第 2 章主要介绍移动通信的信道特点,包括空间传播的损耗、衰落,以及由此涉及的信号参数,如时延扩展、相关带宽等;分析宽带无线通信的信道模型以及信道中的噪声和干扰。

第 3 章主要介绍移动通信组网技术,包括多址接入、网络结构、信道配置和覆盖,以及移动网络管理。

第 4 章至第 6 章主要介绍移动通信中的信源编码、信道编码和调制技术,分别针对不同类型的移动通信系统进行介绍。

第 7 章介绍移动通信系统中的无线定位技术及算法,以及定位信息在实用移动通信网络的功能和应用。

第 8 章介绍卫星移动通信系统,通过对其应用领域的划分分别进行讨论,包括海事、航空和陆地应用,其中也包含了所用到的编码、调制等技术内容;另外,还介绍卫星移动通信的新兴应用,以及集通信、导航功能于一身的北斗一代系统和区域导航定位系统。

第 9 章介绍深空通信技术的特点、所用到的编码调制技术、深空网络,以及深空通信的

发展趋势。

第 10 章对未来的移动通信系统进行展望,并分析其中的关键技术。

本书由北京航空航天大学杨东凯教授和修春娣老师编著。其中,第 1~4 章、第 6 章、第 9 章和第 10 章由杨东凯编写,第 5 章、第 7 章和第 8 章由修春娣编写,胡薇薇对第 4 章图像编码部分做了补充;全书由杨东凯进行了统稿。

在本书的编写过程中,北京航空航天大学的张其善教授给予了深切的关怀和鼓励,编著者所在教研室王力军老师和朱长怀老师提供了支持与帮助,研究生季刚、袁延荣、周练赤、苏兆安和何宇等参与了文字校对和习题收集整理工作,在此一并表示感谢。

尽管本教材积累了编著者多年教学和科研实践的经验和成果,但由于所涉及的知识面广,编著者水平有限,书中难免存在许多不足之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

2013 年 3 月

目 录

第 1 章 移动通信概论	1
1.1 移动通信的定义	1
1.2 移动通信的工作频段	1
1.3 移动通信的特点和分类	3
1.4 典型的移动通信应用系统	5
1.5 移动通信的发展简史	8
1.6 我国陆地移动通信的发展	10
习题	11
第 2 章 移动通信的信道	12
2.1 无线电波传播机制	12
2.2 移动环境下接收信号的 4 种效应	13
2.3 移动通信中信号的损耗	15
2.3.1 慢衰落(阴影衰落)	15
2.3.2 快衰落	16
2.3.3 衰落信道的区分	19
2.3.4 传播路径损耗	19
2.4 信号传播的路径损耗模型	19
2.4.1 自由空间的传播损耗	19
2.4.2 建筑物内的电波传播	22
2.4.3 IMT-2000 模型	24
2.4.4 时延扩展	25
2.5 移动信道中的噪声和干扰	25
习题	28
附录 A 地形环境的分类	28
附录 B 分贝的有关定义	29
第 3 章 移动组网技术	31
3.1 移动通信网络概述	31
3.2 大区制组网技术	31
3.2.1 大区制移动通信网的工作模式	31
3.2.2 区域覆盖	33
3.2.3 多信道共用技术	35
3.3 小区制组网技术	37
3.3.1 小区制的概念和特点	37
3.3.2 小区制网络的覆盖范围	38
3.3.3 蜂窝网的构成	39

3.3.4	小区制网络的信道分配	42
3.3.5	小区制蜂窝网的设计举例	44
3.4	多址接入技术	45
3.4.1	基本原理	45
3.4.2	FDMA 方式	45
3.4.3	TDMA 方式	47
3.4.4	CDMA 方式	49
3.4.5	SDMA 方式	51
3.4.6	OFDM 多址方式	51
3.4.7	随机多址方式	53
3.5	信令	58
3.5.1	模拟信令	59
3.5.2	数字信令	60
3.5.3	TACS 制式系统的信令	61
3.5.4	TACS 制的用户通话过程及控制	63
3.6	移动性管理	65
3.6.1	位置管理	66
3.6.2	越区切换	67
	习题	68
第 4 章	移动通信中的信源编码	69
4.1	语音编码概述	69
4.1.1	语音信号的特性	69
4.1.2	语音评价	70
4.1.3	语音编码分类	72
4.2	语音编码的基本原理	73
4.2.1	波形编码	73
4.2.2	参量编码	78
4.2.3	混合编码	80
4.3	移动通信系统中的语音编码	81
4.3.1	GSM 系统中的 RPE-LTP 编码	81
4.3.2	IS-95 系统中的语音编码	83
4.4	移动通信中的图像编码概述	84
4.5	静态图像编码	85
4.5.1	色彩空间	86
4.5.2	静止图像的编码方法	86
4.5.3	静止图像编码标准	88
4.6	视频图像编码	89
4.6.1	视频图像质量评价	89
4.6.2	视频图像编码标准	90

4.6.3 H.264/AVC 的关键技术	90
习题	99
第5章 移动通信中的信道编码	100
5.1 概述	100
5.1.1 信道编码的基本原理	100
5.1.2 信道编码的分类	102
5.2 几种典型的信道编码	102
5.2.1 线性分组码	102
5.2.2 循环码	104
5.2.3 BCH 码	105
5.2.4 RS 码	105
5.2.5 卷积码	105
5.2.6 交错(交织)编码	106
5.2.7 级联码	106
5.2.8 Turbo 码	107
5.2.9 LDPC 码	107
5.3 实际应用系统的信道编码	109
5.3.1 GSM 系统中的信道编码	109
5.3.2 IS-95 系统中的信道编码	110
5.3.3 cdma2000 系统中的信道编码	112
5.3.4 WCDMA 系统中的信道编码	113
5.3.5 TD-SCDMA 系统中的信道编码	113
习题	114
第6章 移动通信中的调制技术	116
6.1 数字调制技术基础	116
6.1.1 移动通信对数字调制的要求	116
6.1.2 数字调制的性能指标	117
6.1.3 数字调制的分类	117
6.1.4 扩频调制原理	118
6.2 GSM 中的调制方式	120
6.2.1 基本调制方法原理及性能分析	120
6.2.2 最小频移键控	123
6.2.3 高斯滤波最小频移键控	125
6.2.4 EDGE 中的 $3\pi/8$ -8PSK 调制	126
6.3 CDMA 中的调制方式	127
6.3.1 直扩系统中 BPSK 调制	128
6.3.2 平衡四相扩频调制	129
6.3.3 复四相扩频调制(CQPSK)	130
6.3.4 偏移 QPSK(OQPSK)	131

6.4	IEEE 802.11 中的扩频调制方式	132
6.4.1	Barker 码	132
6.4.2	互补码键控(CCK)扩频调制	133
6.4.3	Walsh 码	134
6.5	TD-SCDMA 中的调制	134
6.5.1	QPSK 调制	134
6.5.2	8PSK 调制	134
6.5.3	16QAM 调制	135
6.5.4	数据扩频	136
	习题	137
第 7 章	移动通信中的定位技术	138
7.1	无线电定位的分类和基本原理	138
7.1.1	陆基无线电导航系统	138
7.1.2	卫星定位系统	139
7.1.3	蜂窝无线定位系统	139
7.1.4	无线定位基本原理	139
7.2	蜂窝无线定位误差及其评价	142
7.2.1	蜂窝无线定位误差的来源及对策	142
7.2.2	定位准确率评价指标	142
7.3	具体应用网络实例	145
7.3.1	GSM 网络无线定位系统	145
7.3.2	3G 移动定位系统	147
7.3.3	LTE 网络中的定位应用	148
7.3.4	Wi-Fi 网络无线定位	149
	习题	150
第 8 章	卫星移动通信	151
8.1	卫星通信概述	151
8.1.1	卫星通信	152
8.1.2	卫星移动通信	152
8.1.3	卫星移动通信系统的发展动力	153
8.2	卫星移动通信系统的组成	153
8.3	卫星移动通信系统的特点	154
8.3.1	卫星	154
8.3.2	信道特性	155
8.3.3	信号传输及组网	156
8.4	卫星移动通信系统的分类	156
8.4.1	按技术手段划分	156
8.4.2	按应用领域划分	159
8.4.3	按通信覆盖区域划分	160

8.5	卫星移动通信系统的传输技术	160
8.6	卫星移动通信系统的发展趋势	161
8.6.1	卫星移动通信系统与蜂窝网系统的结合	161
8.6.2	卫星移动通信与导航定位的结合	162
	习题	165
第9章	深空通信技术概述	166
9.1	深空通信概述	166
9.1.1	深空通信	166
9.1.2	深空通信的特点	166
9.1.3	深空通信的难点	167
9.1.4	深空通信的技术指标	168
9.2	深空通信系统组成	170
9.3	深空通信调制技术	172
9.3.1	相位不连续的恒包络调制技术	173
9.3.2	相位连续的恒包络调制技术	175
9.4	深空通信编码技术	176
9.5	深空通信的链路性能评估	180
9.6	深空网络	182
9.6.1	深空网络的部署和运行	182
9.6.2	深空通信网络架构	182
9.6.3	深空网络路由	183
9.6.4	深空网络传输协议	183
9.7	深空通信发展趋势	184
9.7.1	深空通信技术发展	184
9.7.2	深空通信网络前景	185
	习题	186
第10章	移动通信的应用发展	187
10.1	移动通信的应用	187
10.2	移动通信的展望	189
10.2.1	宽带无线接入	190
10.2.2	3G 的长期演进	192
10.2.3	4G 的发展	192
10.3	未来移动通信技术	193
	习题	195
	参考文献	196

第 1 章 移动通信概论

1.1 移动通信的定义

移动通信是通信领域中最具活力、最具发展前途的一种通信方式,是当今信息社会中最具个性化的通信手段。它的发展与普及改变了社会,也改变了人类的生活方式,让人们领略到了现代化与信息化的气息。如今,手机已成为人们身边的必需品,并已经开始形成了与此相关的手机文化,如拇指文化等。

移动通信是指通信的双方或至少有一方处于移动状态时进行的通信,包括海、陆、空移动通信。例如,固定体(固定无线电台、有线用户等)与移动体(汽车、船舶、飞机或行人)之间,移动体与移动体之间的信息传递,都属于移动通信的范畴,如图 1.1 所示。

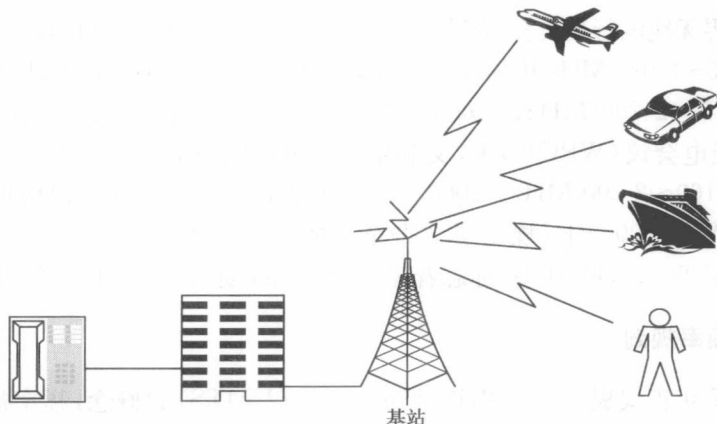


图 1.1 移动通信的范畴

图 1.1 中的基站可以是位于地面的陆地移动通信系统基站,也可以是位于空中的航空飞行器,或者是在天空轨道上运行的卫星。

1.2 移动通信的工作频段

频谱是宝贵的资源,为了有效使用有限的频率资源,对频率的分配和使用必须服从国际和国内的统一管理,否则将造成干扰或浪费。

国际电信联盟组织(ITU)规定,陆地移动通信的主要频段划分如表 1.1 所示。

表 1.1 陆地移动通信的主要频段划分

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
频段/MHz	29.7~47	47~50	54~68	68~78.88	72.5~87	90~100	138~144	148~149.9	150.5~156.762 5	156.837 5~174

续表

序号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
频段/MHz	223~ 328.6	335.4~ 339.9	406.1~ 430	444~ 470	470~ 960	1 427~ 1 525	1 668.4~ 1 690	1 700~ 2 690	3 500~ 4 200	4 400~ 5 000

我国也有相应的规定,现阶段主要有:

- 160 MHz 频段:138~149.9 MHz,150.05~167 MHz;
- 450 MHz 频段:403~420 MHz,450~470 MHz;
- 900 MHz 频段:890~915 MHz(移动台发),935~960 MHz(移动台收);

另外,900 MHz 频段中的 806~821 MHz、851~866 MHz 分配给了集群移动通信,825~845 MHz、870~890 MHz 分配给部队使用。

第三代移动通信系统(3G)的工作频段主要为 2 000 MHz 频段,频率规划在全球不同国家和地区略有不同。

1. ITU 的规划

1992 年,世界无线电行政大会(WARC)划分给未来公共陆地移动通信系统(FPLMTS)的频率范围是 1 885~2 025 MHz 和 2 110~2 200 MHz,共 230 MHz。其中,1 980~2 010 MHz(地对空)和 2 170~2 200 MHz(空对地)共 60 MHz 频率用于卫星移动业务(MSS)。在 1995 年世界无线电会议(WRC95)上,又确定了 2005 年以后的 MSS 划分范围是 1 980~2 025 MHz 和 2 160~2 200 MHz。2000 年国际电联代表在土耳其的伊斯坦布尔召开的世界无线电会议(WRC2000)上,规定了 3 个全新的全球频段——805~960 MHz、1 710~1 885 MHz 和 2 500~2 690 MHz,标志着建立全球无线通信系统新时代的到来。

2. 欧洲的频率规划

欧洲于 1987 年正式提出了通用移动通信系统(UMTS)的概念,频率规划为 1 900~2 025 MHz 和 2 100~2 200 MHz。其中,1 900~1 920 MHz 用于单向 TDD 陆地业务;1 920~1 980 MHz 用于 FDD 上行陆地业务;2 110~2 170 MHz 和 2 010~2 025 MHz 用于 FDD 下行陆地业务;1 980~2 010 MHz 和 2 170~2 200 MHz 用于卫星业务(MSS)。

3. 日本的频率规划

日本的第二代移动通信(2G)未能与国际标准统一,但日本已明确表示其第三代移动通信(3G)要与国际标准相一致,并将 1 918~2 010 MHz 与 2 110~2200 MHz 分配给 3G 使用,1 895~1 918 MHz 划分给 PHS(个人手持式电话系统,TDD 方式)。

4. 美国的频率规划

美国将 IMT-2000 核心频段中的 1 850~1 990 MHz 频段划分给了 PCS(个人通信系统),可以用这些频段开展 3G 业务;将 1 900~2 025 MHz 频段划分给卫星移动业务,期望能部分满足 3G 业务的空间业务部分的需要;根据 1997 年平衡预算法(BBA-97)的要求,将 2 110~2 150 MHz 频段重新划分,供 3G 移动业务使用;将 2 165~2 200 MHz 频段划分给卫星移动业务,可供 IMT-2000 空间业务使用。同时,由于美国移动业务使用非常广泛、频

率资源紧张,所以不得不采取频带配对、频带转移等措施,这使得频率规划变得非常困难。例如,MMDS(多信道多点分配系统)和 ITFS(教育电视固定业务)共用 2 500~2 686 MHz 频段,FCC(联邦通信委员会)建议在此频段中划出 90 MHz 给 IMT-2000 业务,但所需成本包括频段重新划分、设备投资、营运费等费用将增加,由此将花费几百亿美元,同时产生的人力物力以及时间的代价也将非常巨大。

5. 中国的频率规划现状

中国的频率划分主要包括:1 700~2 300 MHz 用于移动、固定和空间业务,1 990~2 010 MHz 用于航空无线电导航业务,2 090~2 120 MHz 用于空间科学(气象辅助、地球探测、地对空方向),2 085~2 120 MHz 可用于无线电定位业务(不干扰固定业务的情况下),GSM1800 则主要包括 1 710~1 755 MHz 和 1 805~1 850 MHz 共 2×45 MHz。

而在 2007 年 WARC-07 上,IMT(第三代及第四代移动通信系统)的新频段也得以最终确定。地面 IMT 候选频段为:3.4~3.6 GHz 的 200 MHz 带宽、2.3~2.4 GHz 的 100 MHz 带宽、698~806 MHz 的 108 MHz 带宽和 450~470 MHz 的 20 MHz 带宽;卫星 IMT 候选频段为:1 518~1 525 MHz 的 7 MHz 带宽和 1 668~1 675 MHz 的 7 MHz 带宽。同时决定将 1 518~1 525 MHz 和 1 668~1 675 MHz 用于 IMT 卫星通信技术,原用于 IMT-2000 卫星通信的频段将可用于所有 IMT 系统。

在涉及我国 TD-SCDMA 未来在全球发展的频率问题的相关议题上,我国主持的 2.3~2.4 GHz 起草组修改的决议在第一天的全体大会上即得到通过,是 IMT 的 7 个地面候选频段中第一个经大会审议达成一致意见的频段。

对于新一代移动通信的频率规划,2008—2010 年后逐步显露的 3G+/4G 的频谱总需求可能会高达 1.5~2.0 GHz 之巨,需逐步有计划地规划其 6~8 GHz 以下传播条件依然较有利的频段,其中包括对 2 700~2 900 MHz 及 3.0~6 GHz 或 3.0~8 GHz 频段的进一步分析考虑,以作为 3G+/4G 移动通信的可能应用频段;如果 4G 的基本框架包括移动业务与宽带无线接入相互融合为通用无线接入,则目前正在积极考虑的 3.0~3.4 GHz、3.4~3.6 GHz、5.3 GHz、5.8 GHz 等宽带无线接入的频带也将会成为重要考虑对象。中国目前对 350~450 MHz、800~900 MHz 及 2.4~5.8 GHz 频段的频率再规划考虑,也将有助于将来在此传播条件很好的较低频段展开向新一代移动通信业务演进发展。到 2012 年,全球 60 个国家将完成 4G 频率发放。

1.3 移动通信的特点和分类

移动通信因其移动性,必须使用无线通信方式。无线通信与有线通信相比,其信道是时变的和随机的,从而大大降低了通信容量和质量。同时,由于移动通信在无线通信的基础上引入了用户的移动性,从而在信道动态性的基础上又增加了用户的动态性,实现起来更加复杂,性能也更差。

在移动通信中,终端是移动的,传输线路随着终端的移动而分配动态无线链路,这两重动态性实现了人类对移动通信的梦想。其代价是沉重的,但也是值得的,这二重动态性正是指导移动通信技术发展的原动力。可以说,移动通信技术的发展就是围绕如何适应信道和

用户二重动态性来进行的。3G 中进一步引入了业务类型动态选择特性——三重动态性。

以上三重动态特性,导致移动通信具有如下主要特点:

1) 无线电波传播复杂。目前移动通信的频率范围在 VHF(30~300 MHz)和 UHF(300~3 000 MHz)范围内。该频段的特点是:传播距离在视距范围内,通常为几十千米;天线短,抗干扰能力强;以直射波、反射波、散射波等方式传播,受地形地物影响很大。如,在城市中高楼林立、高低不平、疏密不同以及形状各异,进一步加剧了移动通信传播路径的复杂化,并导致其传输特性变化十分剧烈。无线电波传播示意图如图 1.2 所示。

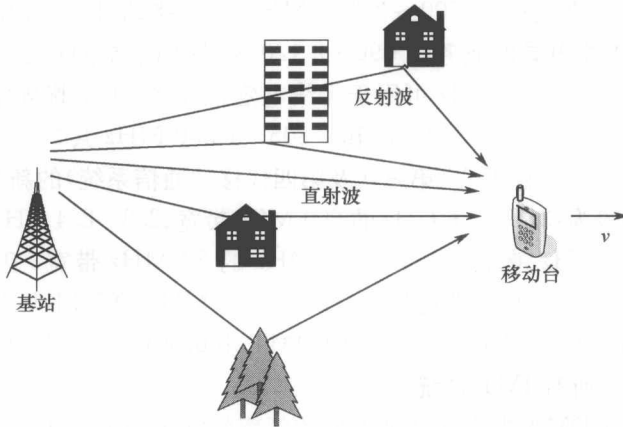


图 1.2 无线电波传播示意图

2) 移动台受干扰严重。移动台在工作过程中受到的噪声影响主要包括城市环境噪声、各种车辆发动机点火噪声、微波炉干扰噪声等。移动通信网是多频段、多终端同时工作的系统,移动终端工作时往往受到来自其他方的干扰,包括共道干扰、邻道干扰、互调干扰、多址干扰,以及近地无用信号压制远地有用信号等。

3) 无线频率资源有限。无线电频谱是一种特殊的自然资源,尽管电磁波频谱相当宽,但作为无线通信使用的资源很有限,ITU 定义 3 000 GHz 以下为无线电频谱。由于受到频率划分使用政策、划分技术和可以使用的无线电设备等的限制,ITU 当前频段主要在 9 kHz~400 GHz 频率范围内。实际上,目前使用的较高频段只有几十 GHz,商用移动通信系统一般工作在 3 GHz 以下,可用的信道容量是极其有限的。

4) 对移动设备要求高。移动设备工作于一种不固定的状态,外界影响(如震动、日晒、雨淋、碰撞等)很难预料,因此要求移动设备具有很强的适应能力,性能稳定可靠,携带方便,功耗低,适应不同的人群应用。

5) 通信系统复杂。移动设备在整个通信服务区内自由、随机地运动,需要系统对其频率和功率进行控制,并完成位置登记、越区切换、漫游等跟踪,其信令种类较固定网要复杂得多,入网和计费方式也有特殊要求。

关于移动通信的分类,按信号形式可分为模拟网和数字网;按服务范围可分为专用网和公用网;按业务类型可分为电话网、数据网和综合业务网;按覆盖范围可分为广域网、城域网、局域网和个域网;按使用环境可分为陆地通信、海上通信、空中通信;按制式可分为 FDMA、TDMA 和 CDMA;按工作方式可分为同频单工、同频双工、异频单工、异频双工、半双工;按适用对象可分为民用设备和军用设备。

1.4 典型的移动通信应用系统

1. 无绳电话系统

无绳电话最初是为满足有线电话用户的需求而诞生的,初期主要用于家庭,由一个与有线电话用户线相连的基站和手持机构成,基站与一部手持机之间利用无线电沟通。无绳电话自诞生之后很快得到了商业应用,并由室内走向室外,其基站通过用户线与公用电话网的交换机相连而进入本地电话交换系统,其系统构成如图 1.3 所示。通常在办公楼、居民楼群之间、火车站、机场、繁华街道、商业中心及交通要道设立基站,形成一种微蜂窝或微微蜂窝结构形式。无绳电话用户只要看到这种基站的标志,即可使用手持机呼叫,这就是所谓的“Telepoint(公用无绳电话)”。

近年来,基于无绳概念发展起来的无线用户交换 (WPABX)受到了很高的重视,作为无绳数据通信的无线局域网(WLAN)也得到了相应的发展;无绳通信是发展个人通信网(PCN) 的基础之一。

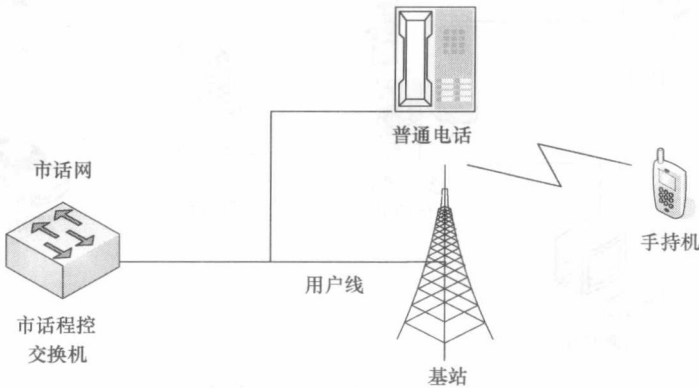


图 1.3 公用无绳电话系统构成

2. 无线电寻呼系统

无线电寻呼系统是一种单向通信系统,既可作为公用系统,也可作为专用系统,仅是规模大小不同而已。其用户设备俗称“BP 机”,因其振铃声近似于“BP…BP…”声而得名。图 1.4 示出了无线电寻呼系统的组成。其中,寻呼控制中心与市话网相连,当市话用户要呼叫某一移动用户时,可拨打寻呼中心的专用号码,话务员记录所要寻找的用户号码及需要传递的消息,并自动在无线信道上发出呼叫,此时用户“BP 机”上显示呼叫的号码及相关信息。

当然,无线电寻呼系统也可以自动寻呼,不需要话务员操作。受蜂窝移动通信网短信业务的冲击,公用无线电寻呼业务目前已停止。

3. 集群移动通信系统

集群移动通信系统属于调度系统的专用通信网。这种系统一般由控制中心总调度台、分调度台、基地台及移动台组成,如图 1.5 所示。

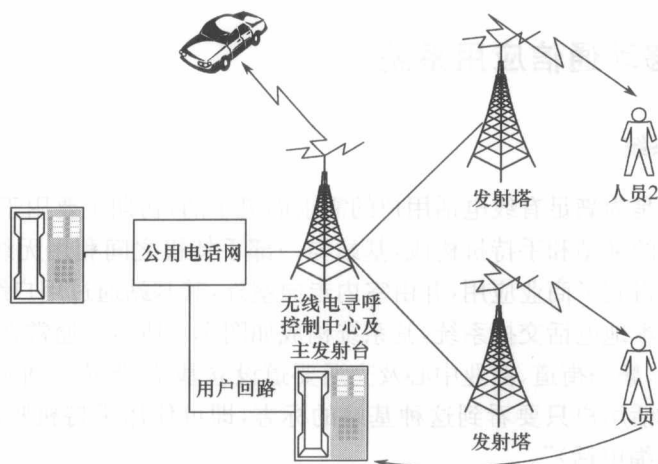


图 1.4 无线电寻呼系统的组成

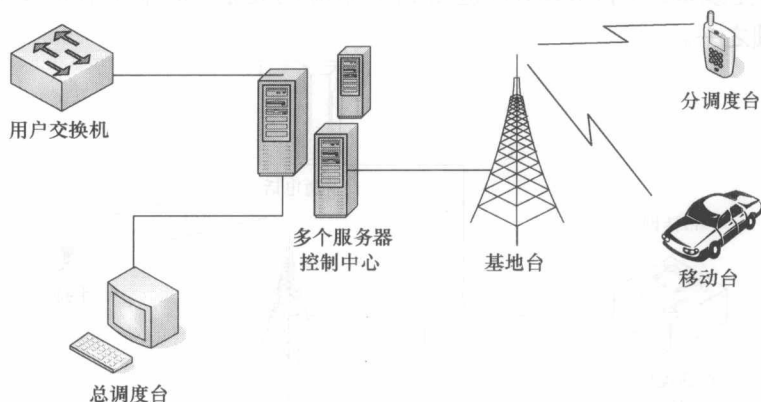


图 1.5 集群移动通信系统

集群移动通信系统可以实现将几个部门所需的基地台和控制中心统一规划建设,集中管理,共用频率资源及覆盖区,实现资源共享和费用分担,从而获得最大的社会效益。

这种系统支持单呼、组呼、全呼、紧急告警/呼叫、多级优先及私密电话等多种适于调度的功能,也可与有线用户通过本部门的交换机进行通话,但这仅是辅助业务并受到一定限制。

最早的集群通信系统是出现于 20 世纪 70 年代的模拟系统,20 世纪 90 年代中期数字集群技术在全球范围内兴起。我国于 90 年代末期引入数字集群技术,其应用遍及铁道、交通、公安、民航等部门以及应对突发事件、重大事件的各行各业。在我国应用较成熟的数字集群系统有 TETRA、iDEN 等多种制式。

4. 蜂窝移动通信系统

蜂窝移动通信系统是当今世界主流的移动通信系统,它集语音、数据等多种业务于一体,可与公用电话网相连接,实现移动用户与本地电话网用户、长途电话网用户及国际电话网用户的通话接续,也可实现数据业务的接续。

这类通信系统利用“蜂窝”的概念对有限的频谱资源进行重复利用,从而大大提高了用户容量。它的迅猛发展以及用户数量的日益增多,奠定了移动通信乃至无线通信在当今通信领域中的重要地位。

5. 卫星移动通信系统

卫星移动通信是指利用卫星中继,在海上、空中和地形复杂而人口稀疏的地区实现移动通信。最早的卫星移动通信主要应用于海上,又称为海事通信。1976年国际海事卫星组织(INMARSAT)在太平洋、大西洋、印度洋上空发射了3颗地球同步轨道卫星,称为Inmarsat-A卫星。模拟话音以调频方式进行通信,每路话音占用50 kHz的射频带宽,在L波段(1.5~1.6 GHz)工作,一般使用1 m以上的抛物面天线。后又发展出Inmarsat航空、Inmarsat-C、Inmarsat-M、Inmarsat-B四类业务,既有数据业务,也有话音业务。

最近10年,以手持机为终端的非同步卫星作为移动通信的载体也已涌现,如铱星系统(6轨道66颗星,765 km)、Global Star系统(8轨道48颗星,1 400 km)、奥德赛系统(3轨道12颗星,10 000 km)、白羊系统(4轨道48颗星,1 000 km)等。

卫星移动通信系统已有商用系统问世,并处于各方争取投资、争取运营者和争取用户的关键时刻。在21世纪,以手持机为中心的中低轨卫星移动通信必将在全球的“个人通信网”中成为重要的组成部分。我国也已经正式立项,在“十二五”规划中实现卫星移动通信业务的突破及产业化发展。

6. 分组无线网

分组无线网是利用无线信道进行分组交换的通信网络,即网络中传输的信息要以“分组”为基本单位,其中含有源地址、宿地址、路由信息以及正文。由于各个分组中额外的信息占用了时间,故而此网特别适用于实时性要求不严、短消息比较多的数据通信。若要用于传输语音,则必须保证时间延迟不大于规定值。

分组传输适用于有中心的星形网络结构,也适用于无中心的分布式网络结构,每个节点均可作为中继节点使用,保持通信不中断。

随着数据业务的增长,世界各国均致力于移动数据通信网络的研究,且大都以分组传输为基础。例如,ARDIS(先进的无线电数据信息服务)系统由IBM和Motorola公司于1983年提出;Mobitex(全国性互连的集群无线网络)由Ericsson公司和瑞典电信公司联合开发,1986年在瑞典首次运行,1991年为美国所采用;CDPD(蜂窝数字分组数据)由IBM联合9家运营商联合开发;TETRA(全欧集群无线电)是ETSI(欧洲电信标准化协会)为集群无线电和移动数据系统制定的标准,1995年被确定,1997年得到全面推广。

7. 平流层通信系统

平流层一般指距地表高度为18~50 km的空域,其中气流主要表现为水平方向运动,对流现象弱,也称“同温层”。平流层通信平台既不同于卫星,也不属于ITU定义的空间站,其所处的空间在各种通信卫星和地面站之间,目前是地球上空尚未开发完全的空间资源,它对未来移动通信的发展具有十分重要的战略意义。

平流层通信系统利用定点的准静止的长驻空飞艇,携带通信有效载荷与地面设施和卫