

21
世纪

高等院校规划教材

移动通信基础

注重学科体系的完整性，
兼顾考研学生需要



强调理论与实践相结合，注重培养专业技能

张殿富 主 编

胡记文 副主编

张秦峰 陈 军 张书霞 等编著

周鸣放 主 审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

移动通信基础

张殿富 主 编

胡记文 副主编

张秦峰 陈 军 张书霞 等编著

周鸣放 主 审

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了移动通信的基本原理、各种技术的基础知识以及我国广泛使用的 GSM 系统和 CDMA 系统,详细地阐述了移动通信网络的工程问题。

全书共有 11 章:概述、调制技术、电波传播与干扰、组网技术、GSM 移动通信系统、CDMA 移动通信系统、集群移动通信、移动通信网络规划优化、移动通信天线原理与安装、机房设计、移动通信设备指标及测试。

本书可作为高等院校工科通信工程专业及相关专业学生的教材,也可作为通信工程技术人员进行施工的技术参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信基础 / 张殿富主编. —北京:中国水利水电出版社, 2004

(21 世纪高等院校规划教材)

ISBN 7-5084-2509-X

I. 移… II. 张… 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 120585 号

书 名	移动通信基础
作 者	张殿富 主 编 胡记文 副主编 张秦峰 陈 军 张书霞 等编著 周鸣放 主 审
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 23.75 印张 530 千字
版 次	2004 年 11 月第 1 版 2005 年 8 月第 2 次印刷
印 数	3101—6100 册
定 价	34.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才工作的实际需要,努力实践,大胆创新,教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了3个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:背靠计算机学科的科学体系,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现学科

发展的内在规律；教材内容循序渐进，保证学术深度，减少知识重复，前后相互呼应，内容编排合理，整体结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不断深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会

2004 年 8 月

前 言

在我国,随着人民生活水平的提高和社会经济的发展,移动通信事业得到了空前迅猛的发展,我国已成为世界上移动通信用户数量最多的国家,而且移动用户数还在以 15%~20% 的速度增长。

在移动通信发展日新月异的今天,通信工程专业的学生和工程技术人员迫切需要一本既讲述移动通信基础又介绍移动通信工程的实用教材。本教材根据学生和工程技术人员的要求,参考国内外最新资料、教材,并以作者在移动通信工程施工的经验为基础,经过多次修改编写而成。

全书共分为 11 章,主要讲述移动通信基本概念、基本组成、基本原理、基本技术,移动通信系统的网络规划、天线安装、机房设计和日常维护等,内容以当前广泛应用的 GSM 移动通信系统和 CDMA 移动通信系统为主。前 7 章为移动通信基础,其中:第 1 章概述了移动通信的特点、分类和工作方式;第 2 章讲述了移动通信和调制技术,主要有数字频率调制、数字相位调制、平滑调频和正交振幅调制;第 3 章讲述了移动通信的电波传播与干扰,主要内容有电波传播、噪声对话音的影响、各种干扰及抗衰落技术——分集接收;第 4 章讲述了组网方法,内容有各种多址技术、大区制、小区制、信令、信道复用、信道选择方式和天线共用器;第 5 章和第 6 章分别介绍了 GSM 移动通信系统和 CDMA 移动通信系统;第 7 章讲述了集群移动通信。第 8 章讲述了网络规划流程、天线网络设计、基站勘察、频率计划、小区参数配置原则和网络问题的定位等;第 9 章介绍了各种天线的选择原则、安装方法及注意事项;第 10 章介绍了机房设计要求,有供电、照明采光、通风、消防、防雷与接地等要求;第 11 章讲述了移动通信设备的指标及测试,主要有标准测试条件、发射机和接收机的各种性能指标及测试方法。

本书由张殿富编写第 1 章和第 7 章,胡记文编写第 4 章~第 6 章,张秦峰编写第 2 章和第 9 章,陈军编写第 8 章和第 10 章,张书霞编写第 3 章,王耀海编写第 11 章。

全书由张殿富负责统稿。

武警工程学院训练部副部长周鸣放副教授主审了本教材。

本书在编写过程中得到了武警工程学院有关部系领导的大力支持,在此一并表示感谢。

本教材的主要特点是以介绍移动通信概念、原理、组成为主,回避烦琐的数学推导,通俗易懂,理论联系实际。书中有数百幅插图,内容翔实,可作为高等院校工科通信工程专业及相关专业学生的教材,也可作为通信工程技术人员进行施工的技术参考资料。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月

目 录

序

前言

第 1 章 移动通信系统概述	1
1.1 移动通信发展史	1
1.2 移动通信的主要特点	2
1.3 移动通信的工作方式	2
1.3.1 单向单工方式	3
1.3.2 双向同频单工方式	3
1.3.3 双向异频单工方式	3
1.3.4 双向异频（双频）半双工方式	4
1.3.5 双向异频（双频）双工方式	4
1.4 移动通信的分类	5
1.4.1 无线电寻呼系统	6
1.4.2 公用移动电话通信系统	6
1.4.3 无绳电话系统	8
1.4.4 集群移动通信系统	9
1.5 无线电频谱管理与使用	10
1.5.1 无线电频谱管理	10
1.5.2 移动通信的频谱特性和管理	12
习题	14
第 2 章 移动通信中的调制技术	16
2.1 概述	16
2.2 数字频率调制	17
2.2.1 移频键控（FSK）调制	17
2.2.2 最小频移键控（MSK）调制	19
2.2.3 高斯最小移频键控（GMSK）调制	21
2.2.4 MSK 类调制的性能比较	23
2.3 数字相位调制	24
2.3.1 绝对移相键控（BPSK）和相对移相键控（DPSK）调制	24
2.3.2 QPSK、OQPSK、 $\pi/4$ -QPSK 和 $\pi/4$ -DQPSK 调制	27
2.4 平滑调频（TFM）和通用平滑调频（GTFM）	31
2.4.1 平滑调频（TFM）	31

2.4.2 通用平滑调频 (GTFM)	32
2.5 正交振幅调制 (QAM)	34
习题	37
第3章 移动通信的电波传播与干扰	38
3.1 移动通信的电波传播	38
3.1.1 电波传播方式及特点	38
3.1.2 几个常用名词的含义	40
3.1.3 移动环境中电波传播特点	44
3.1.4 陆地移动通信的场强计算	46
3.1.5 限定空间的电波传播	54
3.1.6 海上、航空移动通信的电波传播	56
3.2 噪声	57
3.2.1 噪声的分类与特性	57
3.2.2 人为噪声	58
3.2.3 噪声对话音质量的影响	60
3.3 干扰	61
3.3.1 邻道干扰	62
3.3.2 共道干扰	62
3.3.3 互调干扰	64
3.3.4 其他干扰	68
3.4 分集技术	70
3.4.1 分集技术的基本概念及方法	70
3.4.2 分集信号的合并技术	71
习题	75
第4章 组网技术	77
4.1 多址技术	77
4.1.1 FDMA 方式	78
4.1.2 TDMA 方式	79
4.1.3 CDMA 方式	81
4.1.4 SDMA 方式	82
4.2 区域覆盖和信道分配	83
4.2.1 大区制	83
4.2.2 小区制	85
4.2.3 分区分组分配法	89
4.2.4 等频距分配法	89
4.3 越区切换和位置管理	91
4.3.1 越区切换	91

4.3.2	位置管理	93
4.4	信令	95
4.4.1	信令概述	95
4.4.2	信令的分类	96
4.4.3	信令技术的发展趋势	101
4.5	信道共用	102
4.5.1	什么是多信道共用	102
4.5.2	多信道共用的特点	103
4.6	信道选择方式	110
4.6.1	专用呼叫信道方式	111
4.6.2	循环定位方式	112
4.6.3	循环不定位方式	112
4.6.4	循环分散定位方式	112
4.6.5	搜索载波	113
4.6.6	无中心专用呼叫信道方式	113
4.7	天线共用器	113
4.7.1	发射天线共用器	113
4.7.2	接收天线共用器	117
4.7.3	收、发天线共用问题	118
	习题	119
第 5 章	GSM 移动通信系统	120
5.1	从模拟网到数字网	120
5.1.1	数字化的原因	120
5.1.2	数字化的内容与效果	120
5.1.3	移动信道的数字信号传输	122
5.2	GSM 系统结构与业务功能	122
5.2.1	GSM 系统结构	122
5.2.2	接口	127
5.2.3	业务功能介绍	131
5.2.4	GSM 的区域、号码、地址与识别	131
5.3	GSM 信道配置	135
5.3.1	物理信道与逻辑信道	135
5.3.2	GSM 的时隙帧结构	139
5.4	GSM 系统采用的有关技术	143
5.4.1	话音编码	143
5.4.2	交织技术	144
5.4.3	跳频技术	146

5.4.4	语音激活与功率控制	147
5.4.5	保密措施	148
习题		153
第 6 章	CDMA 移动通信系统	154
6.1	CDMA 技术基础	154
6.1.1	扩频通信的基本概念	154
6.1.2	扩频通信的主要特性	156
6.1.3	直接序列扩频 (DS-SS) 原理	158
6.2	CDMA 数字蜂窝通信系统	161
6.2.1	总体要求与标准	161
6.2.2	无线信道	162
6.3	CDMA 网络结构与组成	165
6.3.1	网络子系统	165
6.3.2	基站子系统	167
6.3.3	移动台	169
6.4	CDMA 蜂窝网的关键技术	170
6.4.1	自动功率控制	170
6.4.2	CDMA 系统的分集技术	173
6.4.3	CDMA 切换技术	175
6.5	CDMA 的特点	178
习题		179
第 7 章	集群移动通信	180
7.1	集群通信概述	180
7.1.1	集群通信的基本概念	180
7.1.2	从专用通信到集群通信	181
7.1.3	集群通信的数字化	182
7.1.4	集群通信的特点	182
7.2	信道的按需分配和信道的动态分配	183
7.3	集群方式	185
7.3.1	消息集群	186
7.3.2	传输集群	187
7.3.3	准传输集群	188
7.4	集群通信系统	188
7.4.1	集群通信系统的分类和比较	188
7.4.2	集群通信系统的组网	191
7.5	集群通信系统的功能	196
7.5.1	使用功能	196

7.5.2	系统入网功能	196
7.5.3	系统维护管理功能	199
7.6	集群移动通信系统与其他移动通信系统的比较	199
7.6.1	集群移动通信系统与常规移动通信系统的比较	199
7.6.2	集群移动通信系统与自动拨号无线电系统的比较	202
7.6.3	集群移动通信系统与蜂窝移动通信系统的比较	204
7.7	集群通信的发展趋势	206
7.8	数字集群通信标准	207
7.8.1	数字集群移动通信系统体制电子行业推荐性标准	207
7.8.2	数字集群通信系统的体制	212
7.8.3	系统简要比较	215
	习题	216
第 8 章	移动通信网络规划优化	217
8.1	网络规划优化流程	217
8.1.1	网络规划流程	217
8.1.2	网络优化流程	218
8.2	无线网络设计	219
8.2.1	覆盖设计	219
8.2.2	容量设计	219
8.2.3	无线测量	220
8.2.4	话务理论	221
8.3	基站勘察	224
8.3.1	概述	224
8.3.2	基站勘察	225
8.4	频率计划与干扰分析	230
8.4.1	频率基本复用技术	230
8.4.2	频率紧密复用技术	231
8.4.3	抗干扰技术	233
8.5	小区参数分配原则	235
8.5.1	BSC 和位置区分配原则	235
8.5.2	信道分配原则	237
8.5.3	部分重要小区参数设计	240
8.6	无线网络问题的定位和解决	242
8.6.1	问题定位与测试方法	242
8.6.2	覆盖分析	243
8.6.3	容量分析	244
8.6.4	干扰分析	245

8.6.5	切换分析	248
8.6.6	掉话分析	249
8.6.7	其他问题(上下行不平衡)	249
	习题	250
第9章	移动通信天线原理与安装	251
9.1	天线基础知识	251
9.1.1	天线增益	251
9.1.2	方向图	251
9.1.3	极化	253
9.1.4	天线的其他技术指标	253
9.1.5	天线的种类	254
9.2	天线技术	256
9.2.1	天线分集技术	256
9.2.2	波束赋形技术	257
9.2.3	智能天线	258
9.3	天线选型	259
9.3.1	各种天线的应⤵用原则	259
9.3.2	各种无线环境下的天线选择原则	263
9.4	天线倾角规划	266
9.4.1	天线倾角设计	266
9.4.2	实际运用	268
9.5	天馈系统的安装	269
9.5.1	天馈系统的结构与安装流程	270
9.5.2	安装准备	273
9.5.3	安装室外接地排	276
9.5.4	天线在铁塔平台上的安装	277
9.5.5	天线在屋顶的安装	283
9.5.6	安装塔顶放大器(塔放)	289
9.5.7	安装馈线密封窗	291
9.5.8	安装馈线	292
9.5.9	接头及馈线密封窗的防水密封处理	308
	习题	310
第10章	机房设计	311
10.1	简介	311
10.2	机房的建筑设计要求	311
10.2.1	机房面积	311
10.2.2	机房高度	311

10.2.3	机房的地板及承重	312
10.2.4	机房的门窗	312
10.2.5	机房的屋面及墙面处理	312
10.2.6	机房内防尘要求	312
10.2.7	机房的防震要求	312
10.3	机房的供电设计要求	313
10.3.1	电源	313
10.3.2	交流电源要求	313
10.3.3	直流配电要求	313
10.4	设备功耗估算	315
10.5	机房的照明采光设计要求	315
10.6	机房的空调通风设计要求	315
10.6.1	设备对湿度和温度的要求	315
10.6.2	设备发热量计算	316
10.6.3	空调容量的设计	316
10.6.4	防干扰保护设计	316
10.7	消防设计要求	317
10.8	防雷接地系统设计要求	318
10.8.1	防雷与接地	318
10.8.2	接地排	319
10.8.3	走线架	319
10.8.4	接地引线、接地极及接地电阻	319
10.8.5	移动通信基站的防雷与接地	321
10.9	机房环境控制系统的设计要求	323
	习题	324
第 11 章	移动通信设备指标及测试	325
11.1	标准测试条件	325
11.1.1	工作条件	325
11.1.2	对电源的要求	325
11.1.3	标准大气条件	327
11.1.4	标准日工作循环条件	327
11.1.5	发射机的输入信号配置、调制限制和预加重	327
11.1.6	配有连接天线端口的发射机的输出信号测量配置	328
11.1.7	配有整装天线的发射机的信号测量配置输出	328
11.1.8	音频频带的限制	329
11.2	发射机技术指标及测量方法	329
11.2.1	频率误差	329

11.2.2	输出载波功率	329
11.2.3	杂散射频分量	330
11.2.4	杂散噪声	332
11.2.5	邻道功率	335
11.2.6	发射机之间的互调	337
11.2.7	调制特性	339
11.2.8	高调制频率时的发射频偏	340
11.2.9	调制灵敏度	340
11.2.10	音频失真	340
11.2.11	相对音频互调产物电平	341
11.2.12	调制限制	342
11.2.13	由哼声和噪声引起的剩余调制	342
11.2.14	发射机启动时间	343
11.3	接收机电气性能及其测量方法	343
11.3.1	噪声系数与灵敏度	343
11.3.2	大信号信噪比	345
11.3.3	音频输出功率和谐波失真	346
11.3.4	音频响应	347
11.3.5	限幅特性	347
11.3.6	调制接收带宽	347
11.3.7	杂散辐射	348
11.3.8	邻道选择性 (S_A)	349
11.3.9	杂散响应抑制 (S_s)	350
11.3.10	阻塞 (S_B)	350
11.3.11	抗互调干扰性能 (S_I)	351
11.3.12	同频道抑制 (S_c)	352
	习题	352
附录 A	测量设备的推荐特性	354
附录 B	30m 辐射试验场地的设计指南	356
附录 C	3m 辐射试验场的设计指南	359
附录 D	输电线路阻抗稳定网络实例	362

第 1 章 移动通信系统概述

随着社会的发展，人们对通信的需求越来越高。由于人类的政治和经济活动范围日趋扩大及效率的不断提高，要求实现通信的最高目标——在任何时候、任何地方与任何人都能及时沟通联系、交流信息。不难设想，没有移动通信是无法实现这一目标的。

所谓移动通信，顾名思义：是指通信的一方或双方在移动中实现通信的，也就是说，通信的双方至少有一方处在运动中或暂时停留在某一非预定的位置上。其中，包括移动台（汽车、火车、飞机、船舰等移动体上）与固定台之间通信、移动台与移动台之间通信、移动台通过基站与有线用户之间的通信等。

1.1 移动通信发展史

早在 1897 年，马可尼在陆地和一只拖船之间，用无线电进行了消息传输，这是移动通信的开端。至今，移动通信已有 100 多年的历史。近十几年来，移动通信的发展极为迅速，已广泛应用于国民经济的各个部门和人民生活的各个领域之中。建国后我国移动通信最早应用于军事部门。从 20 世纪 70 年代开始，民用移动通信在我国开始发展。1974 年制定了民用无线电话机的技术条件，简称 74 系列标准。20 世纪 80 年代初，又制定了 80 系列标准。目前，在我国，各种移动通信系统如蜂窝网、无线电寻呼、无绳电话和集群系统都在以极快的速度发展。

移动通信的发展过程及趋势可概括如下：

- (1) 工作频段由短波、超短波、微波到毫米波。
- (2) 频道间隔由 100kHz、50kHz、25kHz、到 12.5kHz 和宽带扩频信道。
- (3) 调制方式由振幅压扩单边带、模拟调频到数字调制。
- (4) 多址方式由频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）、码分多址（CDMA）到混合多址，以及固定多址和随机多址的结合。
- (5) 网络覆盖由蜂窝到微蜂窝、微微蜂窝和混合蜂窝。
- (6) 网络服务范围由局部地区、大中城市到全国、全世界，并由陆地、水上、空中发展到陆海空一体化。
- (7) 业务类型由通话为主，到传送数据、传真、静止图像，直到传送综合业务。

移动通信从产生到现在的历史并不长，然而移动通信的发展却层出不穷，正当第二代数字移动通信系统处于研究和开发的高潮时，人们已经把目光和注意力投向新一代移动通信系统的发展上。

新一代移动通信是个人通信，也叫作第三代移动通信。实现个人通信的网络称为个人通信网（PCN），或称为个人通信系统（PCS）（在美国还称作个人通信服务）。其目标是实

现：无论任何人（Whoever）在任何时候（whenever）和在任何地方（Wherever），都能够和另一个人（Whomever）进行任何类型（Whatever）的信息交换。目前，在第二代数字移动通信步入市场并获得广泛应用的同时，有关个人通信的研究（包括标准制定、技术开发和各种试验）也开展得如火如荼。

1.2 移动通信的主要特点

移动通信与固定点间通信相比，具有下列主要特点：

（1）移动通信的传输信道必须使用无线电波传播。在固定通信中，传输信道可以是无线电波，也可以是有线电，但移动通信中，由于至少有一方处于运动状态，显然必须使用无线电波传播。

（2）电波传播特性复杂。在移动通信系统中由于移动台不断运动，不仅有多普勒效应，而且信号的传播受地形、地物的影响也将随时发生变化。例如，受建筑物阻挡造成的阴影效应，会使信号发生慢衰落；多径传播会使信号发生快衰落，即信号幅度出现快速、深度衰落，致使接收信号场强的瞬间变化达 30dB 以上。因此，只有充分研究移动信道的特征，才能合理设计各种移动通信系统。

（3）干扰多而复杂。移动通信系统除去受天电干扰、工业干扰和各种电器件的干扰外，基站常有多部收、发信机同时工作，服务区内的移动台分布不匀且时时在变化，故干扰信号的场强可能比有用信号高达几十分贝（如 70~80dB）。通常会出现近处无用信号压制远处有用信号的现象，称为远近效应，这是移动通信系统的一种特殊干扰。此外，还有多部电台之间发生的邻道干扰、互调干扰以及使用相同频道而产生的同频道干扰等。

（4）组网方式灵活多样。移动通信系统组网方式可分为小容量大区制和大容量小区制两大类。前者采用一个基站（或称基地台）管辖和控制所属移动台，并通过基站与公用电话网（PSTN）相连接，以进行无线用户与有线用户相互之间的通信。小区制根据服务区域，可组成线状网（如铁路、公路沿线）或面状的蜂窝网。在蜂窝网中由若干小区组成一个区群，每个小区均设基站，区群内的用户使用不同信道（在频分多址中即为使用不同的频道）。移动台从一个小区驶入另一个小区时，需进行频道切换，亦称过境切换。此外，移动台从一个蜂窝网业务区驶入另一个蜂窝网业务区时，被访蜂窝网亦能为外来用户提供服务，这种过程称为漫游。移动通信网为满足这些要求，必须具有很强的控制功能，如通信（呼叫）的建立和拆除、频道的控制和分配、用户的登记和定位、以及过境切换和漫游的控制等。

（5）移动通信设备必须适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、操作简单携带方便。车载台和机载台除要求操作简单和便于维修外，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 移动通信的工作方式

移动通信的工作方式有很多，有单向信道的单工方式，双向信道的单工、半双工和双

工方式。

1.3.1 单向单工方式

单向单工方式即单方向工作,如图 1.1 (a) 所示。最典型的是无线寻呼系统,即寻呼发射台用单频发出信息,用户则以此频率接收信息,这是一种单工工作方式;另外一种报警系统,如无线电报警系统,大功率发射机发出报警信息,各用户接收机接收;而火警、盗警等报警系统则刚好相反,用户告警发射机分设在一些服务点上,由基站接收告警信息(带有编码的信息,解码后可知道告警的用户情况)。

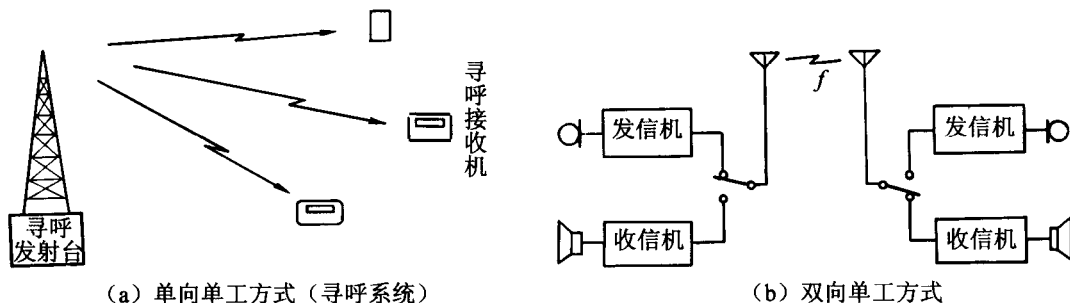


图 1.1 单向、双向同频单工方式

1.3.2 双向同频单工方式

双向同频(单频)单工方式是指通信双方(如基地台与移动台之间,移动台与移动台之间)使用同一个工作频率,但各方收发设备不能同时工作的通信方式,如图 1.1 (b) 所示。通常双方都处于此频率点上的接收守候状态。当甲方讲话时,按下发送讲话(PTT)键,此时发射机工作、接收机关闭,乙方处于守候接收状态;甲方讲完后,甲方松开 PTT 键变成接收状态,乙方按下 PTT 键,仍在此频率上发送讲话,甲方接收。如此反复交替工作,直到双方信息交换完毕。

同频单工方式的优点是:①设备简单,不需要天线共用装置,价格便宜;②组网方便,在场强覆盖范围内,本系统任意两个移动台都可使用同一频率通话,且第三方也能插入通话,故通播和电话会议方式较易实现,由于收发信机是交替工作的,因此不会造成发射对接收的干扰;③不发话时发射机不工作,功耗小。所以这种方式是最经济的,但也有其缺点,如果两个以上移动台同时用同一频率发射,则会有同频干扰;由于是按键发话,松键收话,有些人员或初次使用人员不习惯,往往造成通话断续,当发话方发送完毕仍未松开键,不仅收不到对方语音,还干扰别人等。另外,频谱利用也不经济。当系统中需要几个频率组成不同子网时,为避免互调频率点,往往把工作频点与相邻频点的间隔定得很宽,造成频谱利用浪费。同频单工方式一般用于调度系统,目前城市出租汽车或铁路无线调度用得较多。

1.3.3 双向异频单工方式

通信双方使用两个频率(一对频率),两频率有一定的间隔(根据频段而定,可以是