



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

移动通信设备

(第2版)

彭利标 主编 陈子聪 副主编

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

电子与信息
技术专业



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

本书配有电子教学参考资料包

中等职业教育国家规划教材（电子与信息技术专业）

移动通信设备

（第2版）

彭利标 主编 陈子聪 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书内容主要包括移动通信概述、数字蜂窝移动电话系统、数字手机以及其他移动通信系统(无线寻呼、无绳电话、小灵通电话、集群移动通信、无中心多信道选址移动通信和移动卫星通信系统等),最后在移动通信接收机实践与训练章节中,对寻呼机和数字手机的各种常见设备故障和维修技巧做出了详细说明。本书旨在将学生培养成能够在通信设备的生产管理、技术服务等岗位工作的高素质劳动者。本书内容新颖,实践性强,密切结合当前移动通信设备的市场和学生的现状,加强了对学生动手能力的培养。

本书可作为中等职业学校电子技术应用、通信技术、电子与信息技术等专业的教材和从事电子技术行业的工程技术人员的参考用书。

本书还配有电子教学参考资料包,包括教学指南、电子教案及习题答案,详见前言。

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

移动通信设备 / 彭利标主编. —2版. —北京: 电子工业出版社, 2006.1

中等职业教育国家规划教材. 电子与信息技术专业

ISBN 7-121-00585-9

I. 移… II. 彭… III. 移动通信—通信设备—专业学校—教材 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 000956 号

责任编辑: 李影 杨宏利

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 12.5 字数: 315.2 千字

印 次: 2006 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 16.80 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。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。

前言



本教材(修订版)是根据教育部2001年7月颁发的中等职业学校《移动通信设备》教学大纲的指导思想和具体要求编写的。

根据教学经验和通信技术的发展实际情况,为使本教材结构更合理,更具有实用性和先进性,在第1版的基础上对该教材进行了修编。将原书的第2章移动通信的组网技术和第5章数字蜂窝移动电话系统合并为修改后的第2章数字蜂窝移动电话系统,由于无线寻呼系统目前几乎不再使用,所以将原书中的第3章无线寻呼系统和第4章无线寻呼接收机删除,为不失教材的完整性,将无线寻呼的内容列为现第5章其他移动通信系统中的一节,在第5章其他移动通信系统中增加了小灵通电话系统的内容。在第2版中加强了实践性环节,介绍了移动通信接收机实践与训练的具体方案、数字手机的具体维修方法以及维修仪及维修软件的使用等。每章后都附有习题,以巩固所学内容。书中加*的部分为选学内容,各学校可根据自己的实际情况灵活掌握。

本教材针对当前职业教育的生源特点和培养目标,遵循因材施教的原则,主要考虑学生的基础和兴趣,突出职业的需求。注重理论与技能的有机结合,注重实训环节。其特色可以归结为:针对手机这种最常见的移动通信设备,一是列出大量主要元器件的外形并讲解其特点和检测方法;二是设计大量紧贴实际的实训,如典型手机整机拆装、手机主要元器件识别、手机电路元器件拆焊、手机电路的信号测试、手机指令秘诀的使用和手机故障检修仪的使用等;三是在实训的设计上为指导教师留下较大的空间,教师可根据本校实际情况灵活安排。这些特色能极大地调动学生的学习积极性,使教与学不再枯燥。本教材中的部分资料已在教学活动中多次使用,易学易懂,效果良好。

本教材由天津电子信息职业技术学院彭利标任主编,河南信息工程学校陈子聪任副主编。在本教材的编写过程中,参考了其他作者的资料和移动通信设备生产厂家的资料,在此一并表示感谢。由于电子信息技术发展迅速,产品更新快,加之编者水平有限,难免存在不当之处,请读者批评指正。

为了方便教师教学,本书还配有教学指南、电子教案及习题答案(电子版),请有此需要的教师登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)下载或与电子工业出版社联系,我们将免费提供。E-mail: ve@phei.com.cn。

编者

2005年1月



目 录



第 1 章 移动通信概述	1
1.1 移动通信的发展概况	1
1.1.1 移动通信的发展	2
1.1.2 我国移动通信的发展	3
1.1.3 移动通信的发展趋势	4
1.2 移动通信的特点及分类	4
1.2.1 移动通信的特点	4
1.2.2 移动通信的分类	5
1.3 移动通信的工作方式	6
1.3.1 单工制	6
1.3.2 半双工制	7
1.3.3 双工制	7
1.4 移动通信系统的频段使用	8
习题 1	8
第 2 章 数字蜂窝移动通信系统	10
2.1 数字蜂窝移动通信系统服务区域的组成形式	10
2.1.1 大区制与小区制	10
2.1.2 面状服务区	12
2.1.3 小区激励方式和小区分裂	12
2.1.4 小区模型	13
2.2 数字蜂窝移动通信系统主要特点	15
2.2.1 数字蜂窝移动通信系统的组成	15
2.2.2 无线信道	18
2.2.3 多址接入技术	19
2.3 数字蜂窝移动通信系统的体制与主要技术指标	22
2.3.1 数字蜂窝移动通信系统的体制	22
2.3.2 GSM 数字蜂窝移动通信系统的主要技术指标	22
2.3.3 通用分组无线业务 (GPRS) 技术	23
2.3.4 码分多址 (CDMA) 通信系统的特点与主要技术指标	24
2.3.5 第三代移动通信系统	25
习题 2	27

第 3 章 数字手机	28
3.1 GSM 型数字手机的组成及工作原理	28
3.1.1 GSM 型数字手机的组成	28
3.1.2 GSM 型数字手机的射频电路	28
3.1.3 GSM 型数字手机的音频/逻辑电路及 I/O 接口	32
3.1.4 GSM 型数字手机的电源电路	35
3.2 GSM 型数字手机电路分析	37
3.2.1 诺基亚 3210 型数字手机的主要技术指标	37
3.2.2 射频部分电路分析	38
3.2.3 逻辑/音频电路及 I/O 接口电路分析	46
3.2.4 电源电路分析	48
3.3 CDMA 型数字手机芯片组合与电路简介	50
3.3.1 CDMA 型数字手机芯片组合与手机系统简介	50
3.3.2 CDMA 型数字手机电路简介	53
3.3.3 CDMA 型数字手机技术参数	54
3.4 数字手机的 SIM 卡	54
3.4.1 SIM 卡的内容	54
3.4.2 SIM 卡的构造	56
3.5 数字手机的电池	57
3.5.1 数字手机电池种类和特点	57
3.5.2 数字手机电池的主要指标	58
3.5.3 正确使用数字手机电池	58
3.5.4 辨别数字手机电池的真伪	59
3.5.5 数字手机电池使用注意事项	59
习题 3	60
*第 4 章 数字手机的基本维修方法	61
4.1 数字手机故障分类	61
4.2 数字手机维修基本名词	63
4.3 数字手机维修基本原则	65
4.4 数字手机维修的基本方法	67
4.5 数字手机维修时的几种供电方式	73
4.6 数字手机电路图的识图	74
4.6.1 常见数字手机图纸类型	74
4.6.2 读图方法	75
4.6.3 电路识别	76
4.7 数字手机维修的规律性	78
4.7.1 数字手机的易损部位	78
4.7.2 数字手机结构的薄弱点	80
4.8 数字手机几种故障处理技巧	81
4.8.1 进水数字手机的处理技巧	81

4.8.2 摔过的数字手机的处理技巧	82
4.8.3 线路板铜箔脱落的处理技巧	82
习题 4	83
第 5 章 其他移动通信系统	84
5.1 无线寻呼系统	84
5.1.1 无线寻呼网的结构	84
5.1.2 寻呼接收机的组成及电路分析	85
5.2 无绳电话系统	94
5.2.1 无绳电话机的技术指标	94
5.2.2 无绳电话机基本组成和信号流程	95
5.3 小灵通电话系统	98
5.3.1 小灵通电话系统主要技术指标	98
5.3.2 小灵通手机与数字手机的比较	98
5.3.3 小灵通手机基本组成和工作流程	99
5.4 集群移动通信系统和无中心多信道选址移动通信系统	100
5.4.1 集群移动通信系统	100
5.4.2 无中心多信道选址移动通信系统	101
5.5 移动卫星通信系统	101
5.5.1 移动卫星通信的分类	102
5.5.2 海事移动卫星通信系统	102
5.5.3 陆地移动卫星通信系统	103
5.5.4 低轨道移动卫星通信系统	104
5.6 个人通信网	105
5.6.1 个人通信基本概念	105
5.6.2 个人通信网的组成要素	105
5.6.3 个人通信的发展趋势	106
习题 5	107
*第 6 章 移动通信的信道传输特性	108
6.1 电波传播	108
6.1.1 电波传播方式	108
6.1.2 电波传播特性	108
6.1.3 信号的传输衰落	110
6.1.4 电波传播的路径衰落预测	110
6.2 噪声与干扰	115
6.2.1 噪声	115
6.2.2 干扰	116
习题 6	119
第 7 章 移动通信接收机实践与训练	120
7.1 实训前的准备工作	120

7.1.1	维修专用工具、仪器和实验用品	120
7.1.2	建立良好的维修环境	121
7.2	寻呼机的拆装与自检测试	121
7.2.1	寻呼机的拆装	121
7.2.2	寻呼机的自检测试	122
7.3	寻呼机的编程	125
7.3.1	寻呼机编程硬件配置	125
7.3.2	寻呼机写码软件的使用	126
7.4	数字手机的拆装	127
7.4.1	数字手机的拆装方法	127
7.4.2	数字手机的拆装实例	128
7.4.3	数字手机的拆装实训	133
7.5	寻呼机、数字手机元器件识别与检测	133
7.5.1	元器件识别与检测方法介绍	133
7.5.2	元器件识别与检测实训	148
7.6	寻呼机、数字手机电路元器件拆焊	151
7.6.1	元器件拆焊工具	151
7.6.2	元器件拆焊实训	155
7.7	数字手机关键点的波形测试	156
7.7.1	波形测试工具	156
7.7.2	波形测试介绍	159
7.7.3	波形测试实训	162
7.8	数字手机指令秘诀使用	163
7.8.1	数字手机指令秘诀	163
7.8.2	数字手机指令秘诀使用实训	167
7.9	摩托罗拉维修卡的使用	167
7.9.1	使用方法	168
7.9.2	使用实训	171
7.10	数字手机免拆机软件维修仪的使用	171
7.10.1	使用方法	172
7.10.2	使用实训	174
7.11	数字手机多功能编程器的使用	175
7.11.1	使用方法	175
7.11.2	使用实训	177
习题 7		178
附表 A	GSM900 无线接口信道号与频率值对应表	179
附表 B	DCS1800 无线接口信道号与频率值对应表	181
附表 C	数字手机系统常见英文缩写解释	185

第1章 移动通信概述

用任何方法，以任何传输媒质将信息从一地传输到另一地，均可称为通信，即通信就是信息交换。信息交换不仅指双方的语言通话，还包括数据、传真、图像等通信业务。移动通信是指通信者双方至少有一方处在移动状态下(或暂时静止)而实现的通信。移动体（行人、车辆、船舶、飞机）与固定体之间，移动体与移动体之间的通信分别构成了陆地移动通信、海上移动通信和航空移动通信，如图 1.1 所示为移动通信系统的组成示意图。移动通信通常包括陆地蜂窝移动通信、卫星移动通信、无线寻呼、无绳电话和手持对讲机等。

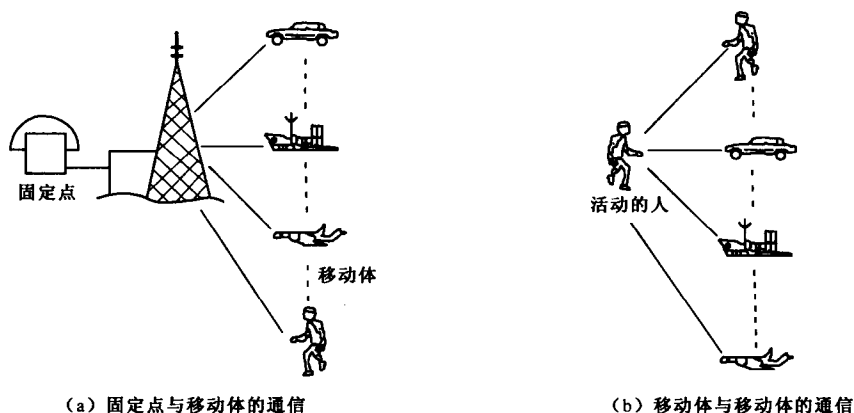


图 1.1 移动通信系统的组成示意图

1.1 移动通信的发展概况

根据信息的传输媒质不同，通信可分为有线通信（信息通过电缆、光缆等通信网络进行传输）和无线通信（信息经空间电波传输）。移动体之间的通信联系只能通过无线电波来实现，即移动通信应属于无线通信的范畴，但多数移动通信网又依赖于公用交换电话网（PSTN）、公用数据网（PDN）、综合业务数字网（ISDN）等有线通信网络技术。

现代移动通信技术是一门复杂的高科技新技术，不仅集中了无线通信和有线通信的最新技术成就，而且还集中了网络技术和计算机技术许多成果。它由发射系统、中继设备、接收设备等系统构成了庞大的移动通信网络设备。目前，移动通信已从模拟移动通信发展到了数字移动通信阶段，并且正朝着个人通信这一更高阶段发展。未来移动通信的目标是，能在任何时间、任何地点向任何个人提供快速可靠的通信服务。



1.1.1 移动通信的发展

从 20 世纪 20 年代至 40 年代为早期发展阶段,在此期间,移动通信主要用于船舶、航空、警车等专用无线通信及军事通信。其使用频率在短波频段,典型代表是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。该系统工作频率为 2MHz,到 40 年代时又提高到 40 MHz 左右。

从 20 世纪 40 年代中期至 60 年代初,公用移动通信业务问世,为第二发展阶段,移动通信所使用的频率开始向更高的频段发展。1946 年,美国在圣路易斯城建立起世界上第一个“公用汽车电话网城市系统”。而后,西德、法国、英国等一些国家也相继组建了公用汽车电话系统,开通了汽车电话业务。此期间的数字手机之间的通信接续工作为人工操作,而且网络结构大都属于二级结构,这时的移动通信主要使用甚高频(VHF) 150 MHz 和特高频(UHF) 450 MHz 频段,东欧的一些国家采用 330 MHz 频段,信道间隔为 50 kHz~120 kHz,通信方式为单工方式。此阶段可用的信道数很少,因而通信网的容量也较小。

第三阶段是从 20 世纪 60 年代中期至 70 年代中期,推出了自动交换式的三级结构网。工作频率为 150 MHz 和 450 MHz,信道间隔已缩小到 20 kHz~30 kHz,信道数目大大增加,实现了无线频道自动选择,并能自动接续到公用电话网。其代表是美国推出的改进型移动电话系统(IMTS)。在这一时期,德国也推出了具有相同技术水平的 B 网。因此,该阶段是移动通信系统改进与完善的阶段。

第四阶段从 20 世纪 70 年代中期至 80 年代,是移动通信蓬勃发展的阶段。进入 70 年代以来,经济较发达的国家对移动电话的需求量迅速增加,同时由于微电子技术和计算机技术的迅速发展,以及人们对超高频收信机、发信机、滤波技术、小型天线等设备的研制有了新的突破,加之新理论、新体制也在不断发展和完善,为模拟蜂窝移动通信系统的诞生奠定了坚实的基础。1974 年美国联邦通信委员会(FCC)在 800 MHz 频段上为蜂窝移动通信分配了 40 MHz 的带宽。同时,北欧也推出了北欧移动电话系统(NMT),1978 年年底,美国贝尔实验室研制成功高级模拟移动电话系统(AMPS),建成了蜂窝状移动通信网,大大提高了系统容量。1983 年,AMPS 首次在芝加哥投入使用,之后,服务区域在美国逐渐扩大,并且发展到太平洋的许多国家。1979 年日本推出了日本自动移动电话系统(NAMTS),而英国在 1985 年推出了全址通信系统(TACS)。这些系统均采用频分多址(FDMA)方式。早期的蜂窝移动通信系统主要工作在 150 MHz 和 450 MHz 频段上,后来为了有效利用频率资源,增加移动通信的信道容量,大多数移动通信系统均采用 800 MHz 和 900 MHz 的工作频段,信道间隔为 12.5 kHz~30 kHz。

第五阶段从 20 世纪 80 年代中期开始,是数字蜂窝移动通信系统发展和成熟时期。模拟蜂窝移动通信系统自 80 年代推出以来,发展非常迅速,其中以 AMPS 和 TACS 系统为代表的模拟蜂窝网取得了很大成功。但是,模拟蜂窝移动通信系统暴露出频谱利用率低、不能提供数据服务、保密性差等弱点,主要原因还是在于其容量已不能满足日益增长的移动用户需求,所以到 80 年代中期,欧、美、日等国家都开始开发数字蜂窝移动通信系统。

为了建立一个全欧洲统一的数字蜂窝移动通信系统,欧洲邮电主管部门会议已于 1982 年成立了移动通信特别小组(GSM),1988 年推出了欧洲移动通信系统标准,于 1992 年投入运营时分多址(TDMA)方式的 GSM 标准数字蜂窝移动通信系统。GSM 标准的工作频段最初设定在 900 MHz,称为 GSM900。目前由于通信容量的需要,已将 GSM 标准推广到新的 1800MHz 频段和 1900MHz 频段,基本结构不变,分别称为 DCS1800 和 PCS1900。



由于美国的模拟蜂窝移动通信系统 (AMPS) 十分发达, 这就要求新的数字蜂窝移动通信系统可与模拟蜂窝移动通信系统兼容, 不仅能提供好的服务质量, 而且能扩大系统容量, 所以美国推出的数字蜂窝移动通信标准均是数字模拟兼容的双模体制。美国电信工业协会于 1989 年制定了模拟数字兼容的数字蜂窝移动通信标准 IS-54。DAMPS 是美国数字蜂窝移动通信系统 (TDMA 方式) 体制, 它是在 AMPS 系统上发展而来。DAMPS 系统是 AMPS 系统频谱利用率的 4.24 倍, 信道数是 AMPS 的 3.75 倍。

PDC 是日本数字蜂窝移动通信系统的标准, 与美国的 DAMPS 系统体制基本相同。

1993 年 7 月 16 日美国电信工业协会正式通过了美国 QUALCOMM 公司提出的世界上第一个 CDMA 蜂窝移动通信标准 IS-95 (码分多址方式)。1995 年 11 月 1 日, 香港和记黄埔公司采用摩托罗拉公司的 CDMA 系统正式开通了全球第一个 CDMA 商用网。韩国三星电子公司于 1996 年 4 月 1 日也正式开通了 CDMA 系统。2002 年中国联通公司在我国大规模推广 CDMA 系统, 并且很快使之普及。

近 20 年来, 移动通信技术的发展非常迅速, 从第一代模拟移动通信系统应用, 到第二代数字移动通信系统普及。而今, 第三代移动通信系统已经面世, 它主要有 WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA 三种移动通信的无线传输技术。第三代数字手机款式的主要特点是有超大显示屏、触摸式键盘, 具有摄像头、微机接口等。总之, 第三代数字手机集通信、笔记本电脑、商务通三者的功能优势于一体。2001 年 10 月 1 日, 日本 NTT 下属的 DoCoMo 公司在世界同行的瞩目下正式推出全球第一个基于 WCDMA 标准的 3G 商用服务; 日本 KDDI 公司于 2002 年 4 月 1 日正式推出基于 CDMA 2000 1X 的 3G 服务与 DoCoMo 公司竞争, 使日本的 3G 通信被推向了一个小小的高潮。在移动互联服务基础较好的韩国, SK 电信和韩国电信公司的 3G 商用服务也已经出炉。此外, 美国 Sprint PCS 移动通信公司已将自己设在全国的移动通信网络升级为以 CDMA 2000 1X 为标准的第三代网络。这被认为是美国无线互联网产业的一个里程碑。欧洲近期推出 UMTS 的第三代数字手机, 这种数字手机将能使用户得到更好的互联网服务, 数字手机屏幕将能接收到更好的图像。目前第三代移动通信 (3G) 正在步入市场, 整个行业正在消化吸收第三代移动通信技术, 这是移动通信进程中的重要一步。

1.1.2 我国移动通信的发展

我国民用移动通信起步较晚, 直到 1987 年才采用了全址通信系统 (TACS) 体制 900 MHz 频段, 作为我国蜂窝移动通信系统标准。1987 年年底在广州开通了第一个模拟蜂窝移动通信系统, 之后其发展速度非常快。但由于模拟网的通信存在容量小、业务类型少、信号质量不好、防盗打性能差等问题, 在 2001 年 12 月 31 日, 模拟蜂窝移动通信系统被淘汰出局, 第一代移动通信设备在全国范围内停止使用。

第二代移动通信泛指数字蜂窝移动通信系统, 我国目前主要采用 GSM 制和 CDMA 制, 分别采用时分多址 (TDMA) 方式和码分多址 (CDMA) 方式。GSM 系统由中国移动通信公司和中国联通公司运营, CDMA 系统由中国联通公司运营。1994 年广州、深圳、珠海、惠州四个城市相继引入 GSM 系统, 至今我国 GSM 系统已运营二十多年, GSM 移动用户的数量接近 3 亿, 现在仍然呈现很好的发展势头。2002 年中国联通公司大规模推广 CDMA 系统, 并且很快使之普及。现在我国 CDMA 移动用户的数量超过 1000 万, 发展势头依然强劲。



在未来的发展中,中国移动与中国联通,一个主攻 GSM,一个主攻 CDMA,市场竞争将依然激烈。中国移动将着重发展以 GSM—GPRS—UMTS 为路径的演进之路,中国联通虽仍将努力耕耘 GSM 网络,但其投资重心和业务重心都将转移至 CDMA。由于 CDMA 2000 1X 在数据业务上的一定优势,所以中国联通将 CDMA 2000 1X 看做是今后在移动互联领域发展的首选。

2000 年 5 月,我国提交的 TD—SCDMA 第三代移动通信标准被国际电信联盟正式采纳,成为第三代移动通信无线接口技术规范之一。这是我国电信历史上的第一次,也为扭转民族移动通信产业被动局面,为我国移动通信的迅速发展提供了难得机遇。目前,中国正在加紧研究、完善 TD—SCDMA 第三代移动通信标准,并推进其应用。

在我国范围内,移动通信正从当初固定通信的一种补充和延伸手段,逐渐发展成为一个独立承载通信功能的主要网络。

1.1.3 移动通信的发展趋势

目前移动通信设备正朝着数字化、宽带化、小型化、可视化的方向发展。未来移动通信网也会向综合化、智能化、全球化、个人化的方向发展。蜂窝、无绳、寻呼和集群等各种移动通信系统将在第三代通信网中,以全球通用、系统综合为基本出发点逐步融合,力图建立一个全球性的移动综合业务数字网。借助各种高、中、低轨道卫星移动通信系统,解决全球覆盖,满足三维空间的个人移动性。移动通信网作为一种理想的智能接入网,将来必然要与固定通信网综合成全球一体网,实现人类通信的最高境界——个人通信。

1.2 移动通信的特点及分类

移动通信与固定通信不同,它是有着比较差的应用环境的一种通信方式,因为移动台所处的位置和周围地理环境不断变化,使通信极易受外界环境因素的影响,故具有与其他通信方式相比所独有的特点。

1.2.1 移动通信的特点

1. 信号衰落现象

在移动通信系统中,移动台不断运动,城市地形起伏,高层建筑林立且形状各异,使到达接收点的信号由直射波和各方向的反射波叠加而成,是电波的多径传播。如图 1.2 所示,这些电磁波都是从同一天线发射出来的,但到达接收点的途径不同,而且移动台是处于运动状态中,因此移动台接收的信号电平起伏不定,相位不断变化,其合成信号的强度不同,最大可相差 30 dB 以上,即产生所谓的衰落现象,严重影响通信质量。因此,只有充分研究电波传播的规律,才能进行合理的系统设计。解决方法是在移动通信设备中采用自动功率控制电路(APC 电路)。

2. 强干扰环境下工作

移动通信的质量不仅取决于设备本身的性能,还与外界噪声干扰有关。处于运动状态的移动台,外界环境变化很大,移动台很可能进入强干扰区进行通信。处于移动台接收机附近



的发射设备、汽车的点火系统、工厂的高频热合机、高频炉等电磁设备等,对移动通信的信号影响也很严重。最常见的干扰有互调干扰、邻道干扰及同频干扰等。因此,在系统设计时,应根据不同的外界环境和不同的干扰形式,采取不同的抗干扰措施。解决方法是在移动通信设备中采用各种变频电路和滤波电路等。

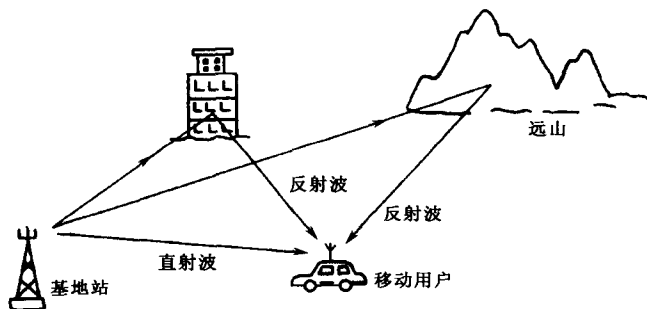


图 1.2 电波的多径传播

3. 多普勒效应

移动台的载体运动达到一定速度时,如高速行驶的汽车、火车、超音速飞机、卫星等,接收到的信号载波频率将随着载体的运动速度而改变,产生不同的频移,通常把这种现象称多普勒效应,其示意图如图 1.3 所示。移动设备产生的多普勒频移为:

$$f_d = v / \lambda \times \cos \theta$$

式中, v 为移动台载体的移动速度, λ 为工作波长, θ 为电波入射角。此式表明,移动速度越快,入射角 θ 越小,则多普勒效应就越严重,从而使到达接收机的电波载频发生变化,因此只有采用锁相技术,才能接收到信号,所以移动通信设备都毫无例外采用了锁相技术。

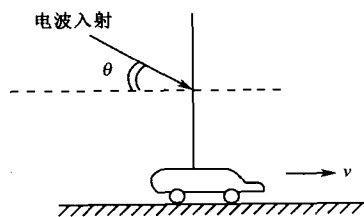


图 1.3 多普勒效应示意图

4. 跟踪交换技术

由于移动台经常处于运动状态,可能移动的范围很大,超出本地的服务区域,而且移动台处在不同区域时,随时可能开、关机。因此,为了实现实时可靠的通信,移动通信必须有自己的跟踪交换技术,例如位置登记、越区切换及漫游访问等跟踪交换技术。

5. 对移动台的要求

移动台长期处于运动中,经常会遇到碰撞、灰尘、日晒、雨淋等情况,故要求应有较强的抗冲击、防尘、防水等能力,才能适应室外环境的变化,保持设备性能稳定可靠。由于移动台在基站覆盖区内可以全方位运动,故移动台天线在水平方向应无方向性。另外,为便于携带,移动台应体积小、重量轻,还应省电和操作简便。

1.2.2 移动通信的分类

按使用环境,移动通信的形式主要有陆地移动通信、海上移动通信和航空移动通信三大



类。特殊的使用环境还有地下（如隧道、矿井、地铁等）、水下（如潜艇）和深空（如航天）移动通信；按其服务对象，可分为军事移动通信、专业移动通信和公众移动通信；按交通工具来分，有汽车、坦克、火车、船舶、飞机和航天飞行器等的移动通信，还有个人便携移动通信等；按工作方式可分为单工、半双工和全双工工作方式；按组网方式及业务性质，又分为公用蜂窝移动电话系统、无线寻呼系统、集群移动通信系统、无绳电话系统、卫星移动通信系统等。

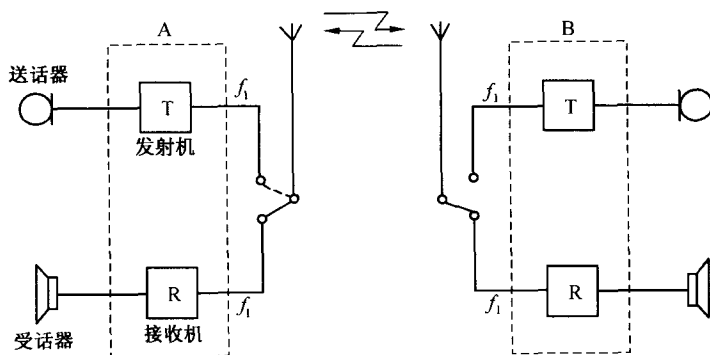
1.3 移动通信的工作方式

按通信状态和频率使用方法划分，移动通信系统有单工制、半双工制和双工制三种工作方式。

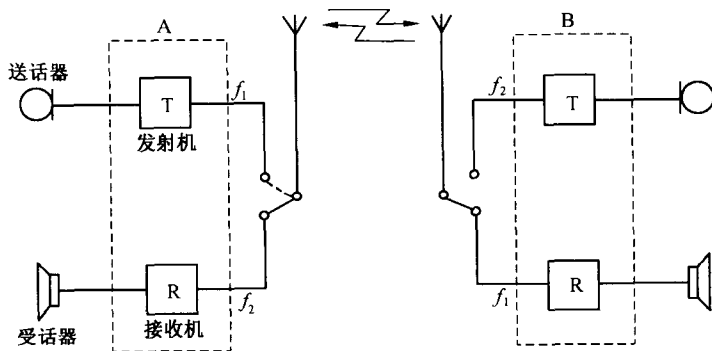
1.3.1 单工制

所谓单工制，是指通信的双方在同一时间只能有一方发送信号，而另一方接收信号。单工制又分为同频单工和双频单工（异频单工）两种。

同频单工制是指基站和移动台均使用相同的工作频率，如图 1.4（a）所示。收、发频率均为 f_1 。通常通信双方的接收机均处在“守听状态”。当某方需要发话时，按下发话按钮，从而关掉自己的接收机，使发射机工作。此时由于对方的接收机仍处在守听状态，故可实现通信，这种操作通常称为“按一讲”方式。



(a) 同频单工通信方式



(b) 双频单工通信方式

图 1.4 单工通信方式

双频单工制是指通信双方使用两个频率，例如 A 以 f_1 发射，B 以 f_1 接收；而 B 以 f_2 发射，A 以 f_2 接收，如图 1.4 (b) 所示，同样使用“按一讲”方式工作，通常人们使用的手持对讲机就是以单工制方式工作的。

1.3.2 半双工制

半双工制是指通信的双方有一方在通信的过程中，既能发射信号也能接收信号，以双工制方式工作，而另一方只能是以单工制方式工作，如图 1.5 所示。此时 A 使用天线共用器，以双工制方式工作，收发信机交替工作，既能发话，也能收话，例如以 f_1 发射、 f_2 接收。而 B 采用“按一讲”的方式工作，例如以 f_1 接收、 f_2 发射，目前的集群移动通信系统大多采用半双工制方式工作。

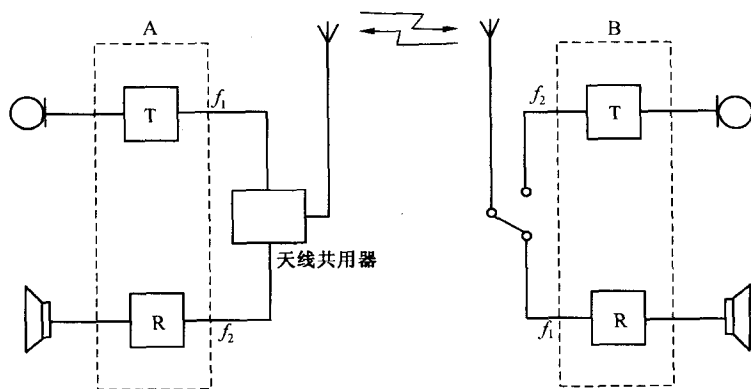


图 1.5 半双工通信方式

1.3.3 双工制

双工制通信的任一方在发话的同时也能收听对方讲话，均使用天线共用器而不采用“按一讲”方式。这当然也需要采用两个频率，每个频率形成一个方向的通信，如图 1.6 所示。双工制通信的特点是不管是否发话，发射机总是在工作，故电能消耗大，对以电池为电源的移动台不利。因此，在一些移动通信系统中，移动台只是在工作时才打开发射机，而接收机总是工作的，通常称这种工作方式为准双工制方式。目前数字蜂窝移动电话系统采用准双工制工作方式。

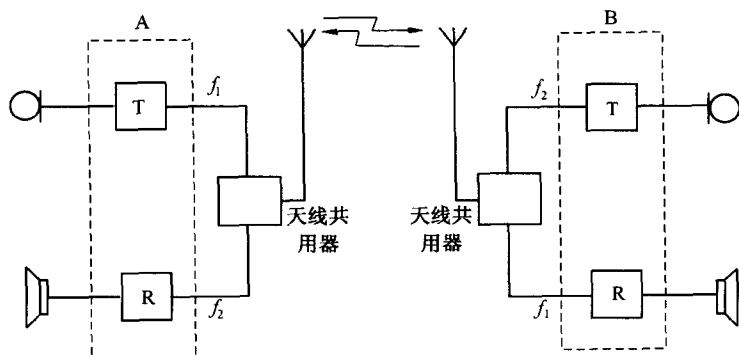


图 1.6 双工通信方式



另外,在数字化通信设备中,常常采用时分双工制(TDD),其工作原理为一个时隙是由A发B收,另一个时隙由B发A收;由于采用了数字技术,收发切换速度极快,人们感觉不到在切换,使得虽然本质是单工制,但感觉上达到了和双工制一样的效果。

1.4 移动通信系统的频段使用

频率作为一种资源并非取之不尽,在同一时间、同一场所、同一方向不能使用相同的频率,否则将形成干扰,无法进行通信。因而频率的利用必须按一定的规则有序地进行,这个规则就是国际电信联盟(ITU)召开的世界无线电管理大会上制定的国际频率分配表。国际频率分配表按照大区域和业务种类,共将全球划分为三大区域,大致如下:第一区域是欧洲、非洲和原苏联及蒙古和部分亚洲地区;第二区域是南美洲和北美洲;第三区域是亚洲和大洋洲地区。业务类型划分为固定业务、移动业务、广播业务、卫星业务及遇险呼叫等。各国可根据具体国情适当调整。

目前移动通信主要使用甚高频(VHF)的130 MHz~300 MHz、特高频(UHF)的450 MHz、800 MHz、900 MHz和1800 MHz频段。其主要原因是首先这些频段电波的传输特性是在视距范围内,一般为几千米;而大部分车辆等移动体的日常运动半径也在这个范围内,因此这些频段适合于移动通信。其次由于天线长度决定于电波的波长,而移动台中使用最多的是四分之一波长的鞭状天线,故在这些频段,移动台的天线很短,便于携带。再者这些频段可以用较小的发射功率,获得较好的信噪比,抗干扰能力强。不同业务的移动通信系统所使用的频段如下所列。

(1) 无线寻呼系统。常用的频段是130 MHz~300 MHz,频率间隔为25 kHz。

(2) 数字蜂窝移动电话系统。我国采用GSM制式,其工作频率范围是:移动台(MS)→基站(BS)之上行频率为890 MHz~915 MHz;基站(BS)→移动台(MS)下行频率为935 MHz~960 MHz,信道间隔为200 kHz。

双频GSM制式蜂窝移动电话系统在1800 MHz频段使用的频率为:上行频率为1710 MHz~1785 MHz,下行频率为1805 MHz~1880 MHz。GSM900和DCS1800无线接口信道号与发信、收信频率值分别见附录A和附录B。

采用CDMA制式的数字蜂窝移动电话系统使用的频率为:中国联通公司的上行频率为825 MHz~839 MHz,下行频率为870 MHz~884 MHz。

第三代蜂窝移动电话系统(IMT-2000)使用的频率为2 GHz左右,即在1700 MHz~2300 MHz的范围内。

(3) 无绳电话系统。第一代无绳电话系统(CT1)的工作频段45/48 MHz,信道间隔为25 kHz。第二代无绳电话系统(CT2)的工作频段为时分复用(TDM):1900 MHz~1920 MHz;频分复用(FDM):1880 MHz~1900 MHz和1960 MHz~1980 MHz。

(4) 集群移动通信系统。常使用的频段为:380 MHz、450 MHz和800 MHz左右。

(5) 无中心多信道选址系统。我国规定该系统使用915 MHz~917 MHz频段。



习题 1

1. 什么叫移动通信?如何分类?



2. 移动通信有何特点?
3. 移动通信设备的工作方式有哪几种? 它们的主要区别在哪里?
4. 现行蜂窝移动电话系统分几代? 主要制式分别是什么? 复用方式分别是什么? 我国主要采用什么制式? 分别由哪几家运营公司经营?
5. 试述移动通信的发展过程与发展趋势。