



中等职业教育示范专业规划教材（电子信息类）

移动通信系统 及手机维修技术

陈子聪 李中显 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





中国职业技术教育学会团体标准 中国大学出版社

移动通信系统 及手机维修技术

周平峰 李中星 主编



中等职业教育示范专业规划教材（电子信息类）

移动通信系统及 手机维修技术

主 编 陈子聪 李中显



机械工业出版社

本书是中等职业学校电子信息类专业的专业课教材，其主要内容包括移动通信系统构成、数字手机（包括 GSM、CDMA 和 PAS）的工作原理、手机主要元器件及电路的识别与检测、常见故障现象及维修方法等。本书内容新颖，密切结合当前移动通信设备的市场和学生理论知识水平的现状。为加强对学生动手能力的培养，本书安排了大量的实训内容，旨在将学生培养成为能够在移动通信网络优化和手机的生产、维修等技术服务岗位工作的高素质劳动者。

本书既可作为各类职业院校电子技术应用、通信技术、电子与信息技术、家电维修及相关专业的教材，也可作为从事电子技术行业的工程技术人员参考用书。

本书配有免费电子教案，凡选用本书作为授课用书的学校均可来电索取，咨询电话：010-88379195，电子邮箱：gaoqianspring@163.com。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信系统及手机维修技术/陈子聪，李中显主编. 北京：机械工业出版社，2008.9

中等职业教育示范专业规划教材·电子信息类

ISBN 978-7-111-24457-8

I. 移… II. ①陈…②李… III. ①移动通信-通信系统-专业学校-教材②移动通信-携带电话机-维修-专业学校-教材 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 117259 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：高倩 版式设计：霍永明

责任校对：李秋荣 责任印制：乔宇

北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)

2008 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 14 印张 · 346 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-24457-8

定价：23.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：(010) 68326294

购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010) 88379195

封面无防伪标均为盗版

前 言

目前,我国移动通信技术发展迅速,手机用户数量已达5.6亿,这就要求中等职业学校相关专业学生必需学习和掌握移动通信网络和手机的原理、结构及维修技术。

本书是作者根据多年来从事移动通信课程的教学经验和参加实践活动获得的技能,集合了多位一线教师和一线维修人员的智慧编写而成的。本书针对当前中职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,注重理论学习与技能学习的有机结合,理论内容的取舍把握“必需”和“够用”,注重对学生职业能力和实践能力的培养,注重实训环节,旨在将学生培养成能够在移动通信网络优化和移动通信终端设备的生产、维修等技术服务岗位工作的高素质劳动者。

本书的特色在于对移动通信网络结构的阐述简洁明了,针对手机这种最常见的移动通信终端设备,一是列出大量手机主要元器件的外形实物图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:手机电路识图、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、手机指令秘笈的使用、手机软件故障检修仪的使用和手机典型故障检修等;三是在实训的设计上为指导教师预留了较大的空间,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。

本书中的部分资料已在教学活动中多次使用,好教易学,效果良好。由于在实际维修中接触的大多是厂商提供的电路图,本书为了使讲授与实际维修衔接,对电路图不予变动(有些与国家标准不一致),特此说明。

本书由河南信息工程学校陈子聪、李中显任主编。参与编写的还有河南省项城市中等专业学校吕操和苏玉莲、河南省南阳农业学校蔡永超、贵州省电子工业学校杨清山、河南省南阳市张衡中等职业学校皇甫全理、河南省南阳现代信息技术学校赵永杰,河南省新乡工业贸易学校胡国喜,郑州统一科技(手机维修)公司王绍辉和宋江伟、山东金石集团有限公司滑安民、河南信息工程学校纪莉莉、河南电信技术有限公司彭博博。在编写过程中,我们参考了其他作者的资料和移动通信设备生产厂家提供的资料(部分已列入参考文献中),在此一并表示感谢。

由于电子信息技术发展迅速,产品更新换代较快,加之编者水平有限,书中定有不足之处,恳请读者批评指正。联系邮箱:hnczc@163.com。

编 者



目 录

前言

第 1 章 移动通信概论	1
1.1 移动通信的发展概况	1
1.1.1 移动通信的发展与趋势	2
1.1.2 我国移动通信的发展	3
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	6
1.3.3 双工制	6
1.4 多址接入技术	7
1.4.1 频分多址方式	7
1.4.2 时分多址方式	8
1.4.3 码分多址方式	9
1.5 数字调制与解调技术	9
1.5.1 幅度键控	10
1.5.2 频移键控	10
1.5.3 移相键控	11
习题 1	12
第 2 章 数字蜂窝移动通信系统	13
2.1 数字蜂窝移动通信系统服务区域的划分	13
2.1.1 大区制与小区制	13
2.1.2 面状服务区	14
2.1.3 小区激励方式和小区分裂	15
2.1.4 频率复用	16
2.1.5 直放站	17
2.2 数字蜂窝移动通信系统	18
2.2.1 数字蜂窝移动通信系统的组成	18
2.2.2 无线信道	20
2.2.3 越区切换	21
2.3 数字蜂窝移动通信系统工作过程	21
2.3.1 手机开机初始工作流程	21
2.3.2 手机通话过程	22
习题 2	23

第 3 章 手机电路结构分析	24
3.1 手机整机电路结构概述	24
3.2 手机射频电路分析	25
3.2.1 接收电路部分	25
3.2.2 发射电路部分	28
3.2.3 频率合成器	29
3.3 手机逻辑/音频电路及输入/输出接口电路分析	30
3.3.1 音频信号处理部分	30
3.3.2 系统逻辑控制部分	32
3.3.3 输入/输出接口部分	35
3.4 手机电源电路分析	36
3.4.1 手机电源的基本电路	36
3.4.2 手机开机的基本工作过程	38
3.5 手机电路结构综述	39
3.5.1 手机电路板结构	39
3.5.2 手机电路结构	41
习题 3	41
第 4 章 手机电路原理分析	43
4.1 典型 GSM (GPRS) 手机电路原理分析	43
4.1.1 GSM (GPRS) 移动通信系统概述	43
4.1.2 射频接收电路原理分析	43
4.1.3 频率合成器电路原理分析	49
4.1.4 射频发射电路原理分析	51
4.1.5 音频/逻辑控制电路原理分析	55
4.1.6 输入/输出接口电路原理分析	57
4.1.7 电源电路原理分析	60
4.2 典型 CDMA 手机电路原理分析	63
4.2.1 窄带 CDMA 移动通信系统概述	63
4.2.2 窄带 CDMA 手机芯片组简介	64
4.2.3 CDMA 手机接收与发射流程及电路原理概述	66
4.2.4 CDMA 手机接收电路原理分析	67
4.2.5 CDMA 手机发射电路原理分析	71
4.2.6 CDMA 手机开关机原理分析	76

4.3 手机电路图的识图方法	78	具	146
4.3.1 常见手机图纸类型	78	6.6.2 手机电路关键点的波形测试方 法	148
4.3.2 手机识图方法	78	6.6.3 手机电路关键点的波形测试实 训	152
4.3.3 手机电路识别	79	6.7 手机指令秘笈的使用	153
4.3.4 手机电路图的识图实训	81	6.7.1 手机指令秘笈简介	153
习题4	82	6.7.2 手机指令秘笈维修软件故障举 例	154
第5章 无绳电话系统和“小灵通” 电话系统	83	6.7.3 手机指令秘笈使用实训	156
5.1 无绳电话系统	83	6.8 免拆机手机软件故障维修仪的使用	157
5.1.1 无绳电话机系统概述	83	6.8.1 免拆机手机软件故障维修仪简 介	157
5.1.2 无绳电话机基本组成和信号流 程	84	6.8.2 天尔软件通的应用举例	158
5.2 “小灵通”电话系统	87	6.8.3 免拆机手机软件故障维修仪的 使用实训	160
5.2.1 “小灵通”电话系统概述	87	6.9 多功能编程器的使用	161
5.2.2 “小灵通”手机与 GSM 手机的 比较	87	6.9.1 多功能编程器简介	161
5.2.3 “小灵通”手机基本组成和工作 流程	88	6.9.2 LT-48 多功能编程器的应用举 例	162
习题5	89	6.9.3 多功能编程器使用实训	164
第6章 手机故障基本维修方法	90	习题6	164
6.1 手机故障基本维修知识	90	第7章 手机常见故障维修技术	166
6.1.1 手机故障分类	90	7.1 手机不开机故障的分析与检修	166
6.1.2 手机维修基本名词术语	92	7.1.1 手机不开机故障的分析	166
6.1.3 手机故障检修基本原则和注意 事项	94	7.1.2 手机不开机故障的检修实例	168
6.1.4 手机故障检修的基本方法	96	7.1.3 手机不开机故障的检修实训	173
6.2 手机故障维修准备	101	7.2 手机不入网故障的分析与检修	174
6.2.1 维修专用工具、仪器和用品	101	7.2.1 手机不入网故障的分析	174
6.2.2 建立良好的维修环境	102	7.2.2 手机不入网故障的检修实例	176
6.3 手机拆装	102	7.2.3 手机不入网故障的检修实训	182
6.3.1 手机拆装方法	102	7.3 手机无发射信号故障的分析与检修	183
6.3.2 手机拆装实例	104	7.3.1 手机无发射信号故障的分析	183
6.3.3 手机拆装实训	108	7.3.2 手机无发射信号故障的检修实 例	183
6.4 手机元器件的识别与检测	109	7.3.3 手机无发射信号故障的检修实 训	188
6.4.1 手机元器件的识别与检测方法	109	7.4 手机显示电路故障的分析与检修	188
6.4.2 手机元器件的识别与检测实训	136	7.4.1 手机显示电路故障的分析	188
6.5 手机电路元器件的焊接	140	7.4.2 手机显示电路故障的检修实例	190
6.5.1 手机电路元器件的焊接工具及 方法	140	7.4.3 手机显示电路故障的检修实训	191
6.5.2 手机电路元器件的焊接实训	144	7.5 手机卡电路故障的分析与检修	192
6.6 手机电路关键点的波形测试	145	7.5.1 手机卡电路故障的分析	192
6.6.1 手机电路关键点的波形测试工			

7.5.2 手机卡电路故障的检修实例	193	7.8.1 浸水手机的电路板的处理技巧 ...	205
7.5.3 手机卡电路故障的检修实训	196	7.8.2 电路板铜箔脱落的处理技巧	205
7.6 手机音频电路故障的分析与检修	196	7.8.3 手机电路板两种常见故障处理实 训	206
7.6.1 手机音频电路故障的分析	196	习题 7	206
7.6.2 手机音频电路故障的检修实例 ...	198	附录	208
7.6.3 手机音频电路故障的检修实训 ...	201	附录 A 手机系统常见英文缩写解释	208
7.7 手机键盘电路故障的分析与检修	201	附录 B 常见手机指令秘笈	212
7.7.1 手机键盘电路故障的分析	202	附录 C 使用免拆机检修仪解决手机常见 软件故障举例	216
7.7.2 手机键盘电路故障的检修实例 ...	203	参考文献	218
7.7.3 手机键盘电路故障的检修实训 ...	204		
7.8 手机电路板两种常见故障处理技巧 ...	205		



第 1 章 移动通信概论

本章要点

- * 移动通信的特点及分类
- * 移动通信的工作方式
- * 多址接入技术

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，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，图 1-1 所示为移动通信系统的组成示意图。

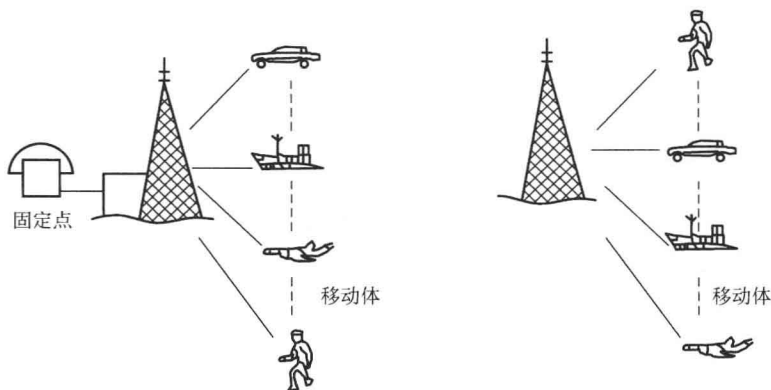


图 1-1 移动通信示意图

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、光缆等通信媒质进行传输）和无线通信（信息经无线电波传输）。移动体之间的通信联系只能通过无线电波来实现。

现代移动通信技术是一门复杂的高科技技术，不仅集中了无线通信和有线通信的最新技术成就，而且集中了网络技术和计算机技术等许多成果。它是由发射系统、中继设备、接收设备等系统构成了庞大的移动通信网络。目前，移动通信已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 移动通信的发展与趋势

20 世纪早期（20 年代至 40 年代），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，其使用频率为短波频段，典型代表是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。

20 世纪 40 年代中期至 60 年代，公用移动通信业务问世，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，德国、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。此阶段可用的信道数很少，因而通信网的容量也较小。

进入 20 世纪 70 年代以后，经济较发达的国家对移动通信的需求猛增，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、发信机，滤波技术，微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基础。1983 年，美国贝尔实验室研制成功的高级模拟移动电话系统（AMPS）首次在芝加哥投入使用，建成了蜂窝状移动通信网，大大提高了系统容量，之后，服务区域在美国逐渐扩大并且发展到许多国家。英国在 1985 年推出了全址通信系统（TACS），北欧、德国、日本等也都相继推出了模拟移动通信系统。这些系统均采用频分多址（FDMA）方式，属于第一代移动通信系统，大多数采用 800MHz 和 900MHz 的工作频段。虽然以 AMPS 和 TACS 系统为代表的模拟蜂窝网取得了很大成功，但是，模拟蜂窝系统也暴露出频谱利用率低、系统容量小、不能提供数据服务、保密性差、不同制式的系统之间不兼容等弱点。

为了建立一个全欧洲统一的数字式蜂窝移动通信系统（第二代移动通信系统），欧洲邮电主管部门成立的移动通信特别小组（GSM）于 1988 年推出了欧洲移动通信系统标准，到 1992 年，采用时分多址（TDMA）方式的 GSM 标准数字蜂窝移动通信系统投入运营，之后，其在世界许多地区发展非常迅速。GSM 标准的工作频段最初设定在 900MHz，目前，已将 GSM 标准推广到 1800MHz 频段和 1900MHz 频段，基本结构不变，分别称为 DCS1800 和 PCS1900。

DAMPS 是美国数字蜂窝移动通信系统（TDMA 方式），是在 AMPS 系统上发展而来的，系统频谱利用率和信道数大大提高。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。

同属第二代移动通信系统的窄带 CDMA（码分多址方式）技术，是第二次世界大战期间因在战争中需要防止敌方对己方通信的干扰而开发的。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-95，1995 年 11 月 1 日，香港和记黄埔有限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。随后，在美国、南美和亚洲等地得到了迅速推广和应用。

虽然第二代数字移动通信系统的容量和功能与第一代相比有了很大的提高，但话音业务仍然是其主要的承载业务，并且，随着各种增值业务的不断发展，远不能满足新业务种类和高传输速率的需要，用户的高速增长与有限的系统容量和有限的业务之间的矛盾渐趋明显。

第三代移动通信系统简称 3G 系统，它属于宽带系统，主要有欧洲的 WCDMA、北美的 CDMA2000 和中国的 TD-SCDMA 等三种第三代移动通信的无线传输技术，该系统工作在 2000MHz 频段，最高业务速率可达 2000kbit/s，支持话音、数据和多媒体业务。第三代移动

电话机将高速多媒体无线通信、掌上电脑和互联网三者的优势集成到一起。

2001年10月1日,第三代移动通信跨过层层叠垒的技术白皮书,揭开了神秘的面纱,以一种可亲的姿态出现在消费者面前,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。在移动互联服务基础较好的欧洲、韩国和美国,纷纷将自己的移动通信网络升级为第三代网络,使用户得到更好的互联网服务,手机也能接收到更高品质的图像。我国在2008年4月1日,开始为用户提供3G商用服务。

第三代移动通信的主要特征是:①全球漫游,以低成本的多模手机来实现。全球具有公用频段,用户不再限制于一个地区和一个网络,而能在整个系统和全球漫游,是一个覆盖全球的、具有高度智能和个人服务特色的移动通信系统。②适应多种环境,将地面移动通信系统和卫星移动通信系统结合在一起,与不同网络互通提供无缝漫游。网络终端具有多样性,并能与第二代系统共存和互通,结构开放,易于引入新技术。③能提供高质量的多媒体业务,包括高质量的话音、可变速率的数据、高分辨率的图像等多种业务,实现多种信息一体化。④足够的系统容量、强大的多用户管理能力、高保密性能和服务质量。⑤智能化,引入智能网络,优化网络结构,实现收、发信机的软件无线电。软件无线电主要是利用现代数字信号处理技术、微电子技术及软件技术,基于同样的硬件平台,通过加载不同的软件,来获得不同的业务特性。

虽然3G移动通信系统基本能满足人们对快速传输数据业务的需求,但是许多专家学者已把目光投入到了4G(第四代)移动通信系统的研究。严格地说,目前人们对4G还没有一个权威的定义,它还处于研发阶段。然而,通过近些年来的不断研究,人们已对4G的基本需求、技术支撑、网络体系等有了一些明确的概念。各国、各大通信公司的学者都在积极研究新技术的网络,力争在下一代移动通信领域取得领先地位。

目前,移动通信正朝着数字化、宽带化、小型化、可视化的方向发展,未来移动通信网会向综合化、智能化、全球化、个人化的方向发展,各种移动通信系统将以全球通用、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。借助于各种高、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,用户可以使用全球唯一的个人电信号码,在任何终端上获取所需要的电信业务,这就超越了传统的终端移动性,真正实现个人移动性(个人通信),全球为一村,这是人类通信的最高境界。

1.1.2 我国移动通信的发展

我国民用移动通信起步较晚,1984年,我国上海市推出无线寻呼业务,直到1987年年底才在广州市开通了第一个模拟蜂窝移动通信系统(TACS体制、900MHz频段),但其发展速度却是非常快。由于模拟网的通信容量小、业务类型少、信号质量差、防盗打性能差等,在2001年12月31日,我国第一代模拟蜂窝移动通信系统被淘汰出局。

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制和窄带CDMA制,分别采用时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)方式。1994年,我国在广州、深圳、珠海、惠州四个城市相继引入GSM系统,至今,我国GSM系统仍然呈现很好的发展势头,我国拥有全球最大的GSM制移动通信网;2002年,我国开始大规模推广CDMA制系统,并且很快普及,现在发展势头依然强劲,我国拥有全球最大的CDMA制移动通信网;

到 2008 年年初,我国手机用户已达 5.5 亿。在我国,移动通信已从当初固定通信的一种补充和延伸手段,逐渐发展成一个独立承载业务的主要网络。在未来的发展中,移动通信市场竞争将更加精彩纷呈,普通用户将得到更多实惠。

2000 年 5 月,我国提交的 TD-SCDMA (时分同步码分多址) 第三代移动通信标准被国际电信联盟 (ITU) 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,也为民族移动通信产业扭转被动局面,为迅速发展提供了难得机遇。2008 年 4 月 1 日,3G 系统 (TD-SCDMA) 在我国的北京、上海、天津、秦皇岛、广州、深圳、沈阳和厦门 8 个城市率先放号。

1.2 移动通信的特点及分类

移动通信与固定通信不同,由于周围地理环境不断变化,移动台所处的位置极易受外界环境因素的影响,因此,具有与其他通信方式不同的特点和分类角度。

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,由于移动台的不断运动,城市地形起伏,高层建筑林立,且形状各异,到达接收点的信号是由直射波和各反射波叠加而成,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,其合成信号的强度时强时弱,产生所谓的衰落现象,严重影响通信质量。因此,要充分研究电波传播的规律,在移动通信设备中采用自动功率控制电路 (APC 电路)。

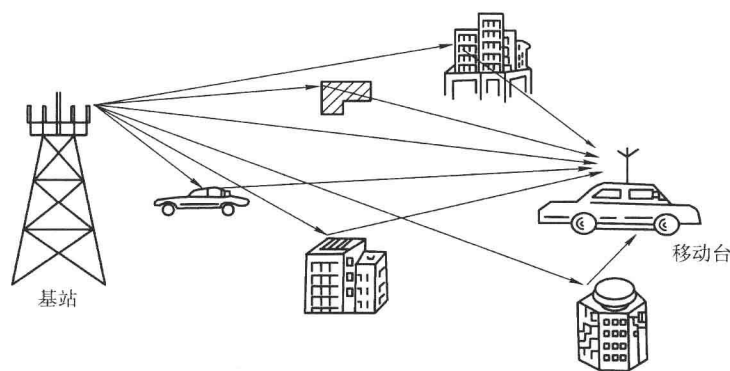


图 1-2 电波的多径传播

2. 强干扰情况下工作

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。接收机附近的发射机、汽车的点火系统、工厂的高频热合机、高频炉等电磁设备对通信质量的影响也很严重。因此,要采取相应的抗干扰措施,就应在移动通信设备中采用各种混频器电路和滤波电路等。

3. 多普勒效应

当移动台的载体运动达到一定速度时，如在高速行驶的汽车、火车和飞机上，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，如图 1-3 所示。移动产生的多普勒频移为

$$f_d = \frac{v \cos \theta}{\lambda}$$

式中 v ——移动速度；
 λ ——信号波长；
 θ ——电波入射角。

上式表明，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频率变化也越大，因此，移动通信设备都毫无例外的采用了锁相技术。

4. 跟踪交换技术

由于移动台经常处于运动状态，而且移动台在不通信时发射机总是处于关机状态。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，经常会遇到震动、碰撞、灰尘、日晒雨淋的情况，故要求它有较强的抗冲击和防尘防震防水能力，能适应室外温度变化，在高、低温等恶劣的环境条件下，保持设备性能稳定可靠。由于移动台在基站覆盖区内可全方位运动，故移动台天线在水平面应无方向性。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。

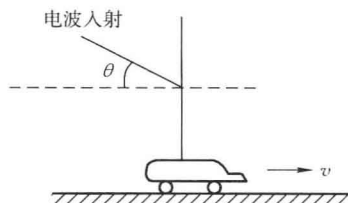


图 1-3 多普勒效应

1.2.2 移动通信的分类

移动通信系统类型很多，可按不同角度进行划分。

按使用环境分，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。

按其服务对象分，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，可分汽车、坦克、火车、船舶、飞机和航天飞行器等移动通信，还有个人便携移动通信等。

按移动通信基站的覆盖区域分，可分为大区制、小区制。

按通信状态和频率使用方法分，可分为单工、半双工和全双工工作方式。

按使用的多址接入技术分，可分为频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）、码分多址（CDMA）以及它们的混合应用方式等。

按采用的数字调制方法分，可分为振幅键控（ASK）调制、频移键控（FSK）调制和相移键控（PSK）调制等类型。

按组网方式及业务性质分，可分为公用蜂窝移动电话系统、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。

同频单工制是指双方均使用相同的工作频率，如图 1-4a 所示，收、发频率均为 f_1 。通常通信双方的天线开关接通接收机，接收机均处在“守听状态”，当 A 方需要发话时，按下发话按钮，从而关断自己的接收机，使发射机工作，此时，由于 B 方的接收机仍处在守听状态，B 方接收到 A 方的信号，从而可实现单向通信。这时 A 方不能接收信号，通信的双方只能交替进行收信和发信的工作。这种操作通常称为“按-讲”方式。

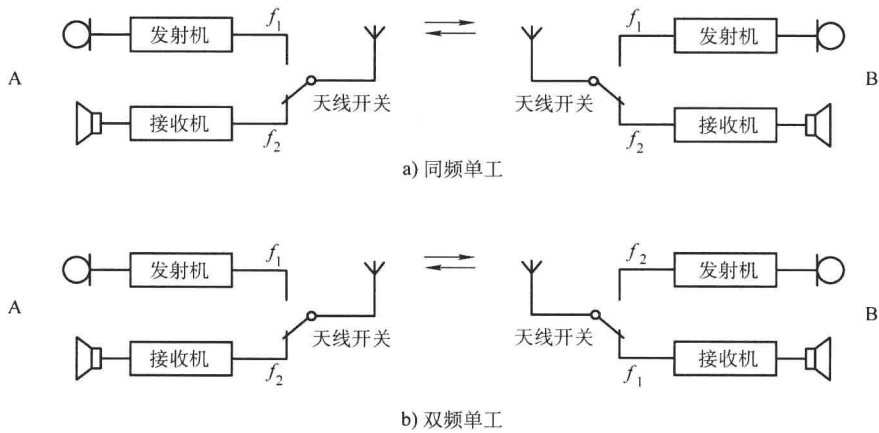


图 1-4 单工制

双频单工制是指通信双方使用两个频率，例如 A 以频率 f_1 发射，以频率 f_2 接收；而 B 以频率 f_2 发射，以频率 f_1 接收，如图 1-4b 所示，同样使用“按-讲”方式工作。双频单工制是为了避免接收机和发射机产生同频干扰。

通常使用的手持对讲机就是单工方式。单工制设备简单、功耗小，但操作不便，通话时易产生断续现象。

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，而另一方只能是单工制工作。如图 1-5 所示，此时 A 使用天线双工器，以双工方式工作，即收、发信机自动交替工作，既能发话，也能收话。例如以频率 f_1 发射、 f_2 接收，而 B 采用“按-讲”的方式工作，以频率 f_1 接收、 f_2 发射。目前的集群移动通信系统（如出租车电台总台与每个出租车电台之间）大多采用半双工方式工作，但操作仍不大方便。

1.3.3 双工制

双工制是指通信双方均使用天线双工器而不需采用“按-讲”方式，通信的任一方在发

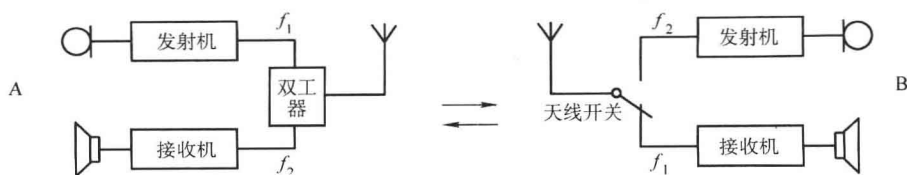


图 1-5 半双工制

话的同时也能收听对方讲话。这当然也要采用两个频率，每个频率形成一个单方向的通信，如图 1-6 所示。双工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。这对于以电池为电源的移动台不利，因此，在一些移动通信系统中，移动台只是在发射时才打开发射机，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。

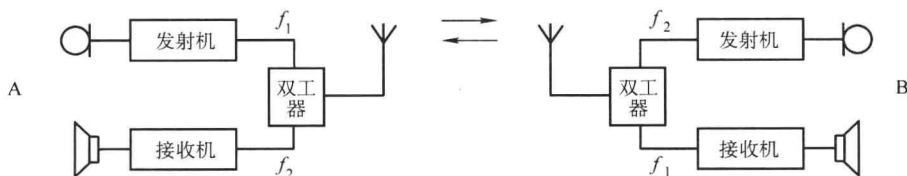


图 1-6 双工制

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，人们觉察不出来在切换。虽然本质是单工制，但感觉上像双工制一样。目前的数字式蜂窝电话系统采用此种准双工工作方式。

1.4 多址接入技术

多址接入技术就是要使众多的用户共用公共通信信道的一种技术。

在移动通信系统中，同一时刻可能有许多用户通过同一个基站与其他用户进行通信，因而必须对不同用户的移动台以及基站发出的信号赋予不同的特征，使基站能从众多移动台的信号中，区分出是哪一个用户移动台发来的信号，而各移动台又能识别基站发出的信号中，哪个是发给自己的信号。解决该问题的办法称为多址接入技术。实现多址接入的方法基本上有三种，即采用频率分割、时间分割或码元分割的方式，人们通常称它们为频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）。以传输信号的载波频率的不同来区分信道，称为频分多址方式（FDMA）；以传输信号出现时刻的不同来区分信道，称为时分多址方式（TDMA）；以传输信号码型的不同来区分信道，称为码分多址方式（CDMA）。在实际应用中，经常用到三种基本多址接入方式的混合应用方式，如 FDMA/TDMA、FDMA/CDMA、TDMA/CDMA 等。多址接入方式可使众多用户共用通信链路，扩大用户容量，这正是网络运营商所希望的。

1.4.1 频分多址方式

频分多址（FDMA）是把通信系统的总频段划分成若干个相等间隔的频道（信道），分

配给不同的用户使用，不同的移动用户占用不同的频率，依靠不同的频率来区分信道，即通信中的每一个用户占用一个信道（即发射和接收各一个频率）进行通话。信道宽度应能传输一路数字话音信息，在相邻信道之间无明显窜扰。图 1-7 所示是频分多址 FDMA 信道划分的示意图。在高、低频段之间留有一段收、发保护频带，其作用是防止同一部移动电话机的发射机对接收机产生干扰。

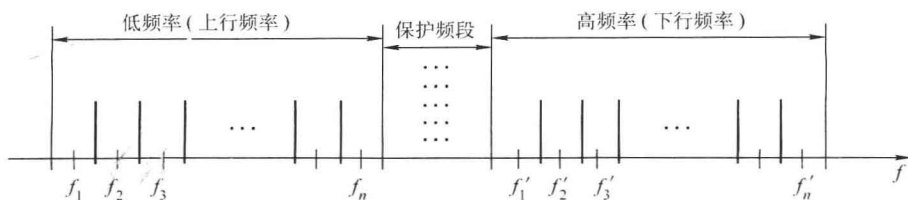


图 1-7 频分多址 FDMA 信道划分的示意图

图 1-8 所示为 FDMA 通信系统的工作示意图。该系统的基站能同时发射和接收多个不同频率的信号，任意两个移动用户之间进行通信都必须经过基站的中转，因而每个移动用户必须同时占用 1 对频率（即 1 个信道），两个移动用户必须同时占用 4 个频点才能实现双工通信。这些信道的分配都是临时的，一旦通信结束，信道就被释放，以供其他用户使用。

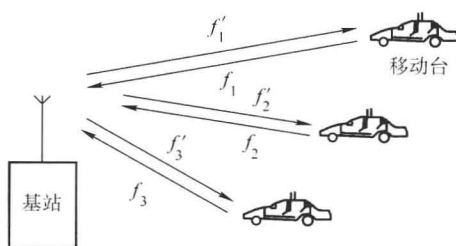


图 1-8 FDMA 通信系统的工作示意图

第一代模拟蜂窝移动通信系统采用的就是频分多址接入技术。为了在有限的频段中增加信道数量，希望系统中的信道间隔越窄越好，但是，信道带宽的压缩是有限度的，而移动用户的数量却不断增加，系统容量不足的缺点就很明显。

1.4.2 时分多址方式

时分多址（TDMA）是指把一个频率按相等时间间隔分成周期性的帧，每一帧再分割成若干个时隙，每个帧内的时隙是互不重叠的。根据一定的时隙分配原则，使各个移动用户在每帧内只能按指定的时隙向基站发送信号，在满足定时和同步的条件下，基站可以分别在各时隙中接收到各个移动用户的信号而不混扰。同时，基站发向多个移动用户的信号都按顺序安排在预定的时隙中传输，各个移动用户只要在指定的时隙内接收，就能把发给它的信号区分出来。一个时隙就是一个信道，可容纳一个用户，该信道是一个物理信道。每一个移动用户占用不同的时隙进行通信，即同一个信道可供若干个用户同时通信使用。在信道数相同的情况下，采用 TDMA 比 FDMA 通信方式能容纳更多的用户。图 1-9 所示为时分多址的信道划分示意图。图 1-10 所示为时分多址通信系统的工作示意图。

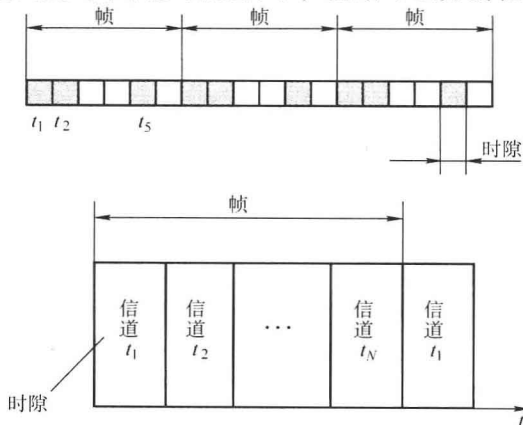


图 1-9 时分多址的信道划分

现在正广泛使用的 GSM 数字移动通信系统采用的就是 TDMA/FDMA 相结合的方式，即按频率将射频载波划分为若干个频点，再将每个频点按时间划分为若干个时隙（信道），每次通信，收、发各占用一个时隙（信道）。

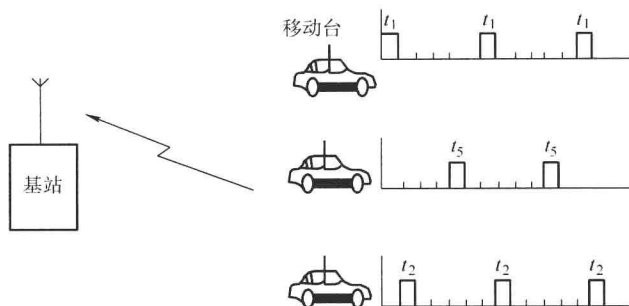


图 1-10 时分多址通信系统的工作示意图

1.4.3 码分多址方式

在码分多址（CDMA）通信系统中，不同用户传输信息所用的信号，不是靠频率不同，也不是靠时隙不同来区分，而是用各自不同的编码序列来区分，即靠信号的不同波形来区分。如果从频率和时间的角度来观察，多个 CDMA 信号可以是互相重叠的，如图 1-11 所示。

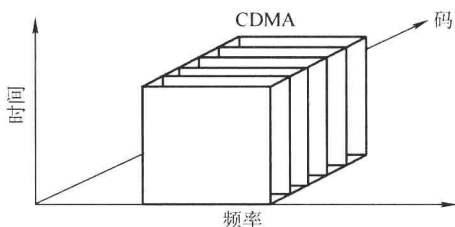


图 1-11 CDMA 码分多址示意图

在 FDMA 和 TDMA 系统中，为了扩大通信用户容量，都尽力压缩信道带宽，但这种压缩是有限度的，因为信道带宽的变窄将导致通话质量下降。而 CDMA 却相反，大幅度地增加信道宽度，这就是扩频通信技术。采用扩频通信，如何解决通信用户容量问题呢？办法是不同的移动台都分配一个独特的、随机的码序列来实现多址方式。对于不同用户的信号，用相互正交的不同扩频码序列（或称为伪随机码）来填充。这样的信号可在同一载波上发射，接收时只要采用与发送端相同的码序列进行相关接收，就可恢复信号。即接收机用相关器可以在多个 CDMA 信号中，选出其中使用预定码型的信号，而其他使用不同码型的信号，因为与接收机本身产生的码型不同而不能被解调。这可以用在同一房间说不同语言交谈的例子来类比，尽管环境嘈杂，但是用汉语交谈的双方能相互听见，也只能听懂汉语，而把其他的语言作为背景噪音，这时，不同的语言可以比作为不同的码型。

CDMA 的关键是所用扩频码有多少个不同的互相正交的码序列，就有多少个不同的地址码，也就有多少个码分信道。数量众多的用户可以共用一个频率，使系统的通信容量增加。这样，CDMA 系统可以使用同一个频率，即同频，而根据扩频码来区分用户。

1.5 数字调制与解调技术

通过某种方式，将声音和音乐等低频信号（基带信号，也称调制信号）搭载到高频电波上，目的是通过天线将信息以电波的形式发射出去，这个过程称为调制。而要从电波中取出该信息，则需要经过解调过程。图 1-12 所示为调制和解调过程示意图。