



全国高等职业教育规划教材

移动通信技术 第2版

高 健 刘良华 王鲜芳 编著



子课件下载网址 www.cmpea.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

移动通信技术

第2版

高 健 刘良华 王鲜芳 编著



机械工业出版社

移动通信已成为现代综合业务通信网中不可缺少的一环,它和卫星通信、光纤通信一起被列为三大新兴通信手段。目前,移动通信已从模拟技术发展到了数字技术阶段,并且正朝着个人通信这一更高阶段发展。本书全面介绍了现代移动通信系统的组成,既讲述了基本知识和基本原理,又介绍了新技术、新发展和新成果。全书共分为7章,第1章是移动通信简介,第2章是移动通信的传输信道,第3章是GSM移动通信系统,第4章是CDMA移动通信系统,第5章是移动通信基站的工程建设,第6章是第三代移动通信,第7章是直放站与室内覆盖系统。

本书既可作为高职高专院校电子信息和通信技术专业的教材,也可供通信工程技术人员学习使用。

本书配套授课电子教案,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ:1239258369,电话:010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信技术/高健,刘良华,王鲜芳编著.—2版.—北京:机械工业出版社,2012.4

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-37069-7

I. ①移… II. ①高…②刘…③王… III. ①移动通信-通信技术-高等职业教育-教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第004384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:王颖 版式设计:石冉

责任校对:张媛 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012年3月第2版第1次印刷

184mm×260mm·12印张·296千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-37069-7

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649 教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材 电子类专业编委会成员名单

主 任 曹建林

副 主 任 张中洲 张福强 董维佳 俞 宁 杨元挺 任德齐
华永平 吴元凯 蒋蒙安 祖 炬 梁永生

委 员 (按姓氏笔画排序)

尹立贤 王用伦 王树忠 王新新 邓 红 任艳君
刘 松 刘 勇 华天京 吉雪峰 孙学耕 孙津平
朱咏梅 朱晓红 齐 虹 张静之 李菊芳 杨打生
杨国华 汪赵强 陈子聪 陈必群 陈晓文 季顺宁
罗厚军 姚建永 钮文良 聂开俊 袁 勇 袁启昌
郭 勇 郭 兵 郭雄艺 高 健 崔金辉 曹 毅
章大钧 黄永定 曾晓宏 蔡建军 谭克清

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 戴红霞

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

随着科学技术的不断发展,发达国家和发展中国家都在致力于现代综合业务通信网的建设,而现代综合业务通信网中不可缺少的一环就是移动通信。由于移动通信集中了有线和无线通信的最新技术成就,不仅可以传送语音信息,而且还能够传送数据信号,使用户随时随地快速而可靠地进行多种信息交换,因此,它和卫星通信、光纤通信一起被列为现代通信领域中的三大新兴通信手段。移动通信从模拟技术起步,经历了数字技术阶段,现代已经发展到宽带技术阶段即 3G 时代。未来移动通信的目标是,能在任何时间、任何地点、为任何个人提供快速可靠的通信服务。

移动通信在我国的发展特别快,自 20 世纪 80 年代后期投入运行以来,得到广泛使用,越来越被人们所重视,现在移动用户的数量已经超过固定电话数量,它对经济和社会的发展正在发挥日益显著的作用。

所谓移动通信,系指通信双方或至少一方是在运动中进行信息交换的。例如移动体(车辆、船舶、飞机)与固定点之间、或移动体之间的通信等。移动通信采用的是无线通信方式,可以应用于任何条件下,特别是常用在有线通信不可及的场合(如无法架线、埋电缆等)。由于是无线方式,而且是在移动中进行通信,所以移动通信方式具有许多特点。

为了使学生在有限的学时内了解现代移动通信技术的原理和系统、建立完整的移动通信概念、掌握移动通信网的组成,我们将各类移动通信系统(如 GSM 系统、CDMA 系统、3G 系统)以及有关工程建设内容浓缩在一门课程中,本书就是专门为这门课程编写的教材。

本书可作为高职高专通信技术专业的专业课教材,也可作为高职高专电子信息技术的选修课教材,教学计划为 60 课时。

本书的第 1 章和第 3 章由刘良华编写,第 2 章和第 4 章由王鲜芳编写,其余各章及实验部分由高健编写。高健负责全书的统稿工作。考虑到移动通信技术的发展状况,再版修订过程中,将原来的第 5 章“小灵通个人通信接入系统”改为“移动通信基站的工程建设”,原来的第 7 章“手机与直放站”改为“直放站与室内覆盖系统”。

在本书的再版修订过程中,得到了中国移动珠海分公司、珠海银邮光电有限公司、珠海世纪鼎利通信科技股份有限公司等多家企业的大力支持,在此深表感谢。同时,也对高健的两位同事魏东和邱小群表示感谢,他们在工作中给予编者大力帮助。

鉴于编者水平有限,加上编写时间紧迫,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 移动通信简介	1
1.1 移动通信的特点和分类	1
1.1.1 移动通信的特点	1
1.1.2 移动通信的分类	2
1.2 移动通信的工作方式	2
1.2.1 单向通信方式	3
1.2.2 双向通信方式	3
1.3 移动通信系统的组成	4
1.4 移动通信系统的多址方式	5
1.4.1 频分多址	6
1.4.2 时分多址	6
1.4.3 码分多址	7
1.5 组网技术	8
1.5.1 频率管理与有效利用技术	8
1.5.2 区域覆盖	9
1.6 蜂窝网的应用	11
1.6.1 小区形状	11
1.6.2 区群的组成	12
1.6.3 同信道小区的距离	13
1.6.4 中心激励与顶点激励	13
1.6.5 小区的分裂	13
1.7 信道配置	14
1.7.1 分区分组配置法	14
1.7.2 等频距配置法	15
1.7.3 多信道共用	16
1.7.4 空闲信道的选取	18
1.8 信令	19
1.8.1 数字信令	20
1.8.2 音频信令	21
1.9 越区切换和位置管理	23
1.9.1 越区切换	23
1.9.2 位置管理	25
1.10 小结	27
1.11 习题	28

第2章 移动通信的传输信道	29
2.1 移动通信的电波传播特性	29
2.1.1 表征衰落特性的数字特征	29
2.1.2 自由空间的传播衰耗	30
2.1.3 地形地物对电波传播的影响	31
2.2 移动信道的特征	31
2.3 电波传播的路径损耗预测简介	32
2.4 分集接收技术	34
2.4.1 分集方式	34
2.4.2 合并方式	35
2.5 噪声与干扰	37
2.5.1 噪声	37
2.5.2 干扰	38
2.6 小结	45
2.7 习题	46
第3章 GSM 移动通信系统	47
3.1 GSM 系统组成	47
3.1.1 交换子系统	47
3.1.2 基站子系统	48
3.1.3 操作维护子系统	49
3.2 GSM 网络接口及信道类型	49
3.2.1 网络接口介绍	49
3.2.2 无线接口	50
3.2.3 信道类型	51
3.3 GSM 系统的控制与管理	52
3.3.1 位置登记	52
3.3.2 鉴权与加密	54
3.3.3 越区切换	56
3.4 呼叫接续与接续流程	59
3.4.1 移动用户主呼	59
3.4.2 移动用户被呼	60
3.4.3 主要接续流程	61
3.5 编号方式	64
3.6 GPRS 系统	66
3.6.1 GPRS 系统设备	67
3.6.2 GPRS 网络的分层结构	68
3.6.3 用户鉴权与数据加密	69
3.6.4 GPRS 网络的登录与注销	70
3.6.5 分组数据协议描述图	71
3.6.6 无线通信协议	73
3.7 数字移动通信中的语音处理技术	76
3.7.1 语音信号的模-数转换	76
3.7.2 语音编码	77

3.7.3	信道编码	77
3.7.4	交织编码	78
3.7.5	数字调制	79
3.8	实验	79
3.8.1	GSM 移动通信实验箱的基本操作	79
3.8.2	移动信号的接续	90
3.9	小结	96
3.10	习题	97
第4章	CDMA 移动通信系统	99
4.1	CDMA 系统概述	99
4.1.1	CDMA 系统的基本原理	99
4.1.2	CDMA 系统的主要优点	101
4.2	CDMA 系统构成	102
4.2.1	网络结构	102
4.2.2	接口标准	103
4.2.3	主要性能指标	104
4.3	CDMA 系统的无线信道	104
4.3.1	无线信道	104
4.3.2	空中接口协议层	106
4.4	CDMA 系统的功能结构	107
4.4.1	服务资源功能	107
4.4.2	服务控制功能	109
4.4.3	服务管理功能	110
4.5	CDMA 系统的关键技术	111
4.5.1	可变速率声码器	111
4.5.2	功率控制	113
4.5.3	Rake 接收	113
4.5.4	软切换	115
4.6	实验	116
4.6.1	扩频与解扩	116
4.6.2	CDMA 移动通信系统	119
4.7	小结	122
4.8	习题	123
第5章	移动通信基站的工程建设	124
5.1	站址选择及机房建设	124
5.1.1	站址选择	124
5.1.2	机房要求	125
5.1.3	基站土建要求	129
5.2	基站防雷与接地	134
5.2.1	机房地网	134
5.2.2	铁塔的防雷与接地	135
5.2.3	基站的防雷系统	136
5.3	交流引入与电源系统	137

5.3.1	交流引入	137
5.3.2	电源系统	138
5.4	设备安装与工程优化	139
5.4.1	开工前准备	139
5.4.2	工艺要求	139
5.4.3	设备安装	141
5.4.4	工程优化	142
5.5	小结	142
5.6	习题	144
第6章	第三代移动通信	145
6.1	3G 的标准	145
6.1.1	3G 的发展	145
6.1.2	3G 的标准化过程	146
6.1.3	3G 的目标和要求	147
6.2	三大主流标准介绍	148
6.2.1	CDMA2000 标准	148
6.2.2	WCDMA 标准	149
6.2.3	TD-SCDMA 标准	150
6.2.4	3 种主流标准的性能比较	153
6.3	3G 涉及的若干技术	154
6.3.1	信道编码和交织	154
6.3.2	智能天线	154
6.3.3	软件无线电	155
6.3.4	多用户检测	156
6.3.5	动态信道分配	156
6.3.6	高速下行分组接入	157
6.4	我国 3G 系统的发展	157
6.5	小结	158
6.6	习题	159
第7章	直放站与室内覆盖系统	160
7.1	直放站的原理、类型与应用	160
7.1.1	直放站的原理	160
7.1.2	直放站的类型	161
7.1.3	直放站的应用	162
7.2	直放站的调试与优化	163
7.2.1	直放站的技术指标	164
7.2.2	直放站的干扰	165
7.2.3	直放站的优化	166
7.3	直放站集中监控系统	167
7.3.1	总体要求	167
7.3.2	网管系统平台的特点	168
7.3.3	系统整体方案	168
7.3.4	软件功能	170

7.4 室内覆盖系统..... 171

7.4.1 概述..... 171

7.4.2 信号源..... 172

7.4.3 信号分布系统..... 175

7.4.4 功率分配设计..... 176

7.5 小结..... 180

7.6 习题..... 181

参考文献 182

第 1 章 移动通信简介

移动通信是现代通信技术中非常重要的一部分。顾名思义，移动通信就是通信双方至少有一方在运动状态中进行信息交换。例如，移动体（车辆、船舶、飞机或行人）与固定点之间或者移动体与移动体之间的通信都属于移动通信范畴。

现代移动通信技术是一门复杂的高新技术。它不但集中了无线通信和有线通信的最新技术成果，而且集中了网络技术和计算机技术的许多成果。目前，移动通信已从模拟技术发展到了数字技术阶段，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、任何地点为任何人提供快速可靠的通信服务。

1.1 移动通信的特点和分类

1.1.1 移动通信的特点

移动通信采用的是无线通信方式，可以应用于任何条件下，特别是常用在有线通信无法实现的场合（如无法架线、埋电缆等）。移动通信具有以下特点。

1. 电波衰落现象

由于电波受到城市高大建筑物的阻挡等原因，移动台接收到的是多径信号，即同一信号通过多种途径到达接收天线。这种信号的幅度和相位都是随机的，其幅度是瑞利分布的，相位在 $0 \sim 2\pi$ 范围内均匀分布。因此，当信号出现严重的衰落现象时，其衰落深度可达 30dB 左右。此时，就要求移动台要具有良好的抗衰落的技术指标。

2. 远近效应

当基站同时接收两个距离不同的移动台发来的信号时，距基站近的移动台 B 到达基站的功率明显要大于距离基站远的移动台 A 的到达功率，若二者频率相近，则移动台 B 的信号就会对移动台 A 的信号产生干扰或抑制，甚至将移动台 A 的有用信号淹没，这种现象称为远近效应。克服远近效应的措施主要有两个：一是使两个移动台所用频道拉开必要间隔，二是在移动台端增加自动（发射）功率控制（APC），使所有工作的移动台到达基站的功率基本一致。由于频率资源紧张，所以几乎所有的移动通信系统对基站和移动终端都采用 APC 工作方式。

3. 干扰大

移动台通信环境的变化是很大的，经常处于强干扰区进行通信。例如，移动台附近的发射机可能对正在通信的移动台形成强干扰。又如，汽车在公路上行驶，本车和其他车辆的噪声所形成的干扰也相当严重。移动通信的质量取决于设备本身的性能和外界的噪声、干扰。噪声主要是由电磁设备（如工厂的高频热合机、高频炉等电磁设备及汽车的点火系统等）引起的；干扰主要有互调干扰、邻道干扰、同频干扰等。

4. 多普勒效应

运动中的移动台所接收到的载频将随运动速度变化而变化，产生不同频移（称为多普

勒效应)，从而造成接收点的信号场强也在不断变化，其变化范围可达 20 ~ 30dB。

5. 环境条件差

移动台长期处于运动中，尘土、振动、日晒、雨淋的情况时常遇到，这就要求它必须有防振、防尘、防潮、抗冲击等能力。此外，还要求性能稳定可靠、携带方便、低功耗等。同时，为便于用户使用，还要求移动台操作方便、坚固耐用，这都给移动台的设计和制造带来很多困难。

1.1.2 移动通信的分类

随着移动通信应用范围的不断扩大，移动通信系统的类型越来越多，其分类方法也多种多样。

1. 按设备的使用环境分类

按设备的使用环境分类主要有 3 种类型，即陆地移动通信、海上移动通信、航空移动通信。作为特殊使用环境，还有地下隧道矿井、水下和太空等移动通信。

2. 按服务对象分类

按服务对象分类可分为公用移动通信和专用移动通信。在公用移动通信中，目前我国有中国移动、中国联通、中国电信经营的移动电话业务，由于它是面向社会各阶层人士的，所以称为公用网。专用移动通信是为了保证某些特殊部门需要所建立的通信系统，由于各个部门的性质和环境有很大区别，所以各个部门（例如：公安、消防、急救、防汛、交通管理、机场调度等）。对使用的移动通信网的技术要求有很大差异。

3. 按系统组成结构分类

1) 蜂窝移动电话系统。蜂窝移动电话是移动通信的主体，它是具有全球性用户容量最大的移动电话网。

2) 集群调度移动电话。它可将各个部门所需的调度业务进行统一规划建设，集中管理，每个部门都可建立自己的调度中心台。它的特点是共享频率资源，共享通信设施，共享通信业务，共同分担费用。

3) 无中心个人无线电话系统。它没有中心控制设备，这是与蜂窝网和集群网的主要区别。它将中心集中控制转化为电台分散控制。由于不设置中心控制，所以可以节约建网投资，并且频率利用率最高。系统采用数字选呼方式，并采用共用信道传送信令，接续速度快。由于系统没有蜂窝移动通信系统和集群系统那样复杂，建网简易，投资低，所以性能价格比最高，适用于个人业务和小企业的单区组网分散小系统。

4) 公用无绳电话系统。公用无绳电话是公共场所使用的无绳电话系统，例如商场、机场、火车站等。通过无绳电话可以呼入市话网，也可以实现双向呼叫。它的特点是不适用于乘车使用，只适用于步行。

本书将着重介绍公用移动通信系统，它主要采用了蜂窝移动通信技术。

1.2 移动通信的工作方式

移动通信的工作方式可分为单向通信方式和双向通信方式两大类，而双向通信方式又可分为单工通信方式、双工通信方式和半双工通信方式 3 种类型。

1.2.1 单向通信方式

所谓单向通信方式就是通信双方中的一方只能接收信号，而另一方只能发送信号，不能互逆。单向通信方式中收信号方不能对发信号方直接进行信息反馈。移动通信中的无线寻呼系统就是采用这种工作方式，寻呼机只能收信而不能发信，反馈信息只能通过打电话间接地完成。

1.2.2 双向通信方式

所谓双向通信方式就是通信双方都可以接收信号和发送信号。双向通信又可分为单工、双工、半双工 3 种通信方式。

1. 单工通信方式

单工通信方式也叫按-讲方式，就是移动通信的双方只能交替地发送信号和接收信号，而不能同时发送信号和接收信号。常用的对讲机就是采用这种通信方式。平时天线与接收机相连接，发信机不工作。当一方用户需要讲话时，按下“按-讲”开关（简称 PTT 开关），天线与发信机相连，发信机同时开始工作；另一方的天线接至接收机，因而可收到对方发来的信号。

这种工作方式只允许一方发送时另一方接收。甲方发送期间，乙方只能接收而无法应答，这时即使乙方起动其发射机也无法通知甲方使其停止发送。此外，任何一方当发话完毕时，必须立即松开 PTT 开关，否则将收不到对方发来的信号。

根据收、发频率的异同，单工通信又可以分为同频单工和异频单工。

1) 同频单工。通信双方使用相同的频率 f_1 工作，发送时不接收，接收时不发送，只占用一个频点。其通信方式示意图如图 1-1 所示。

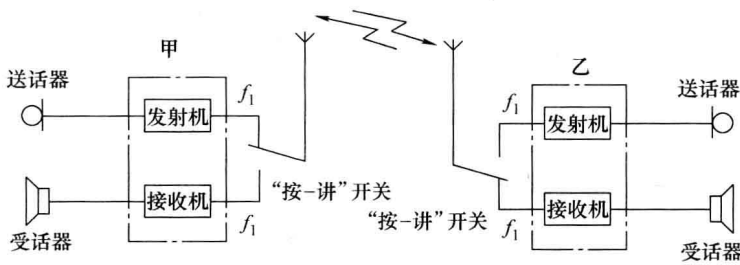


图 1-1 同频单工通信方式示意图

2) 异频单工。发信机和收信机分别使用两个不同的频率进行发送和接收。如甲的发射频率和乙的接收频率为 f_1 ，而乙的发射频率和甲的接收频率为 f_2 。同一部电台的发射机和接收机是轮换工作的，其通信方式示意图如图 1-2 所示。

2. 双工通信方式

双工通信方式是指通信的双方在通话时收、发信机均同时工作，即任意一方在发话的同时，也能收听到对方的信息，与普通有线电话的使用情况类似。双方一般通过双工器来完成这种功能，其示意图如图 1-3 所示。

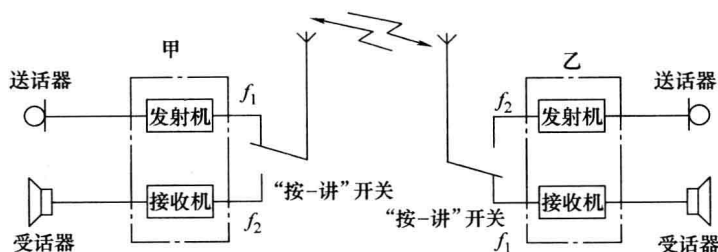


图 1-2 异频单工通信方式示意图

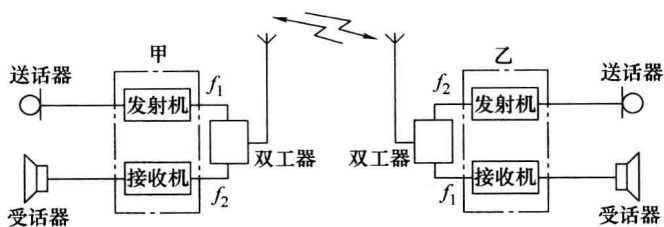


图 1-3 双工通信方式示意图

早期的双工方式，移动台在一次通话过程中，不管是否发话，发射机总是工作的，故电源损耗大。这一点对以电池作电源的移动台而言是不利的。目前，移动台一般采用激活方式工作，当确定有信号要发射时，发射机才工作，在间隙期间，发射机停止工作。

3. 半双工通信方式

这种方式指通信双方中的一方使用双工方式，收发信机同时工作，且使用两个不同频率 f_1 和 f_2 ；另一方则采用异频单工方式，即收发信机交替工作。半双工通信方式示意图如图 1-4 所示。平时，乙方处于守候状态，仅当需要发送信息时，才按下 PTT 开关，这时发射机才工作，而接收机总是工作的。这种方式主要用于专用移动通信系统中，如汽车调度等。

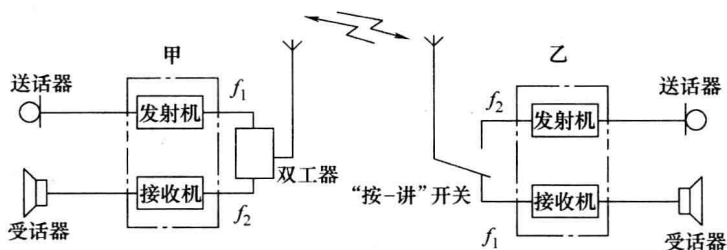


图 1-4 半双工通信方式示意图

1.3 移动通信系统的组成

移动通信系统一般由移动台（MS）、基站（BS）、移动业务交换中心（MSC）组成，其示意图如图 1-5 所示。

移动业务交换中心主要用来处理信息的交换和整个系统的集中控制管理，负责交换移动

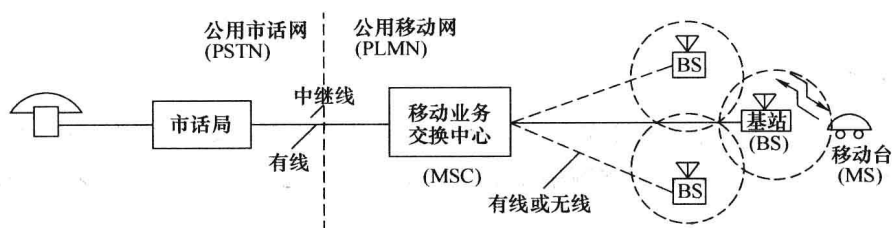


图 1-5 移动通信系统的组成示意图

台各种类型的呼叫，如本地呼叫、长途呼叫和国际呼叫，提供连接维护管理中心的接口，还可以通过标准接口与基站或其他 MSC 相连。

基站包括一个基站控制器（BSC）和由其控制的若干个基站收发信系统（BTS），负责管理无线资源，实现固定网与移动用户之间的通信连接，传送系统信号和用户信息。BSC 与 MSC 之间采用有线中继电路传输信号，有时也可采用微波中继方式传输信号。

移动台是移动通信系统不可缺少的一部分，它有手持机和车载台等类型。在数字蜂窝移动通信系统中，移动台除基本的电话业务以外，还可为用户提供各种非语音业务。

基站和移动台都有收发信机和天线等设备。每个基站都有一个可靠的通信服务范围，称为无线小区。无线小区的大小，主要由基站的发射功率、天线的高度以及接收机的接收灵敏度等条件决定。

大容量的移动通信系统可以由多个基站构成，从而形成一个移动通信网。由图 1-5 所示可以看出，通过基站和移动业务交换中心就可以实现在整个服务区内任意两个移动用户之间的通信，也可以通过中继线与市话局连接，实现移动用户和市话用户之间的通话，从而构成一个有线与无线相结合的移动通信系统。

1.4 移动通信系统的多址方式

从移动通信网的构成可以看出，移动通信具有广播和大面积覆盖的特点。大部分移动通信系统都有一个或几个基站。基站要和许多移动台同时通信，因此基站通常是多路同时工作的，有多个信道；而每个移动台只为一个移动用户使用，是单路工作的。这样，基站的多路工作和移动台的单路工作形成了移动通信的一大特点。在移动通信业务区内，移动台之间或移动台与市话用户之间，通过基站同时建立各自的信道，以实现双向通信的连接，这称为多址连接。

基站以怎样的信号传输方式接收、处理和转发由各移动台发射出来的信号呢？又以怎样的信号结构发出对各种移动台的寻呼信号，并且使移动台从这些信号中识别出发给本台的信号呢？这就是多址连接方式问题。

使用多址方式旨在使许多移动用户同时分享有限的无线信道资源，即将可用的资源（如可用的信道数）同时分配给众多的用户共同使用，以达到较高的系统容量。多址系统的设计主要有两个问题：一是多路复用，也就是将一条通路变成多个物理信道；二是信道分配，即将单个用户分配到某一具体信道上。

在移动通信系统中，常用的 3 种多址方式是频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）

和码分多址（CDMA）。

1.4.1 频分多址

频分多址（FDMA）是将给定的频谱资源划分为若干个等间隔的频道（或称信道），供不同的用户使用。接收方根据载波频率的不同来识别发射地址，从而完成多址连接。FDMA示意图如图 1-6 所示。

从信道分配角度来看，可以认为 FDMA 方式是按照频率的不同给每个用户分配单独的物理信道，这些信道根据用户的需求进行分配。在用户通话期间，其他用户不能使用该物理信道。在频分全双工（FDD）情形下分配给用户的物理信道是一对信道（占用两段频率），一段频率用于前向信道（即基站向移动台传输的信道），另一段频率用于反向信道（即移动台向基站传输的信道）。

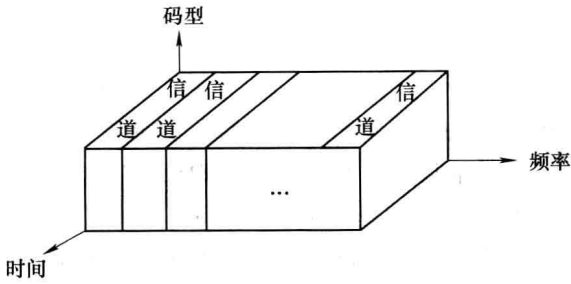


图 1-6 FDMA 示意图

1.4.2 时分多址

时分多址（TDMA）是把时间分割成周期的帧，每一帧再分割成若干个时隙（无论帧或时隙都是互不重叠的），然后根据一定的时隙分配原则，使各个移动台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移动台的信号而不混淆。同时，基站发向多个移动台的信号都按顺序安排在预定的时隙中传输，各移动台只要在指定的时隙内接收，就能在合路的信号中把发给它的信号区分出来。TDMA 示意图如图 1-7 所示。每个用户占用一个周期性重复的时隙。

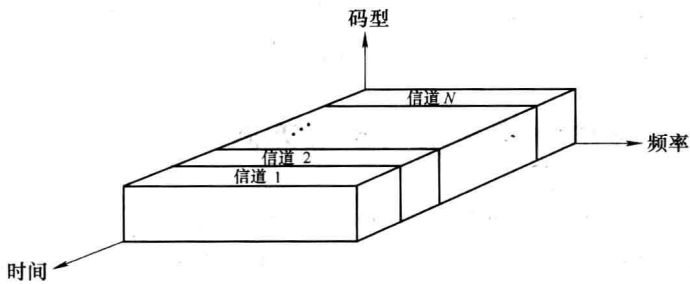


图 1-7 TDMA 示意图

图 1-8 所示是 TDMA 的帧结构。每条物理信道可以看做是每一帧中的特定时隙。在 TDMA 系统中，8 个时隙组成一帧，每帧由前置码、信息码和尾比特组成。在 TDMA/FDD 系统中相同或相似的帧结构单独用于前向或反向。在一个 TDMA 的帧的前置码中，包括地址和同步信息，以便基站和用户都能彼此识别对方的信号。

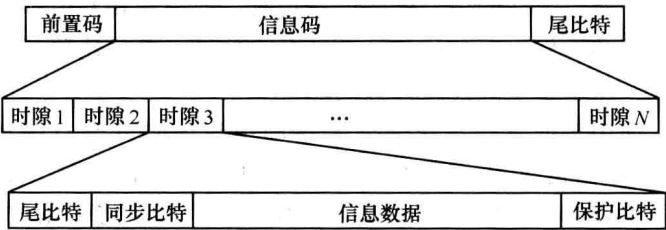


图 1-8 TDMA 帧结构

TDMA 有如下一些特点。

1) TDMA 系统中几个用户共享单一的载频，其中，每个用