

21 CENTURY

全国高职高专一体化教学(信息与通信专业)通用教材

QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN

YITIHUA JIAOXUE XINXIYUTONGXINZHUANYE TONGYONGJIAOCAI

移动通信技术

YIDONGTONGXINJISHU

陈 岗 杨现德 单永磊 主编



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

21
CENTURY

全国高职高专一体化教学(信息与通信专业)通用教材


QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN

YITIHUA JIAOXUE XINXIYU TONGXINZHUANYE TONGYONGJIAOCAI

移动通信技术

YIDONGTONGXINJISHU

陈 岗 杨现德 单永磊 主编

 山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

移动通信技术/陈岗,杨现德,单永磊主编. —济南:山东科学技术出版社,2007.9

全国高职高专一体化教学(信息与通信专业)通用教材
ISBN 978 - 7 - 5331 - 4801 - 0

I. 移... II. ①陈... ②杨... ③单... III. 移动通信—通信技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 129938 号

全国高职高专一体化教学(信息与通信专业)通用教材

移动通信技术

主编 陈 岗 杨现德 单永磊

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路16号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路16号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:临清万方印务有限公司

地址:临清市先锋路159号

邮编:252600 电话:(0635)2323683

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:13.75

版次:2007年9月第1版第1次印刷

ISBN 978 - 7 - 5331 - 4801 - 0

定价:22.00 元

编 委 会

主 任：杨现德

编 委：黄振轩 王 平 祝瑞花
董学仁 陈 岗 朱纪聪

《移动通信技术》编者

主 编：陈 岗 杨现德 单永磊
副主编：付 晨 田淑众 张慧香 尹丛丛
参 编：房曙光 宋卫海 李 鹏 于丽萍
主 审：李仁杰



QIANYAN

移动通信技术是通信专业的一门专业课，也是一门实践性和应用性比较强的课程。本书根据教育部高职高专培养目标，与高职高专的“一体化教学”相适应，立足于“一体化教学”并按照“一体化教学”的要求编写。

本书本着“理论够用为度，重在培养技能，重在应用”的原则，力求遵循理论与实践的紧密结合，突出应用性和针对性，加强实践能力的培养，注重培养学生的应用能力和解决现场实际问题的能力。在内容安排上，从工程应用的角度出发，介绍了移动通信网的基本技术和理论，删除了复杂的运算与推导，充分注重了移动通信技术的先进性和实用性；增加了实训的比例，突出了对生活中常用移动台检测、调试和维修能力的培养。将课堂理论讲授、课后作业与技能训练有机结合融为一体，每章都有本章要点、本章小结、习题，全书最后安排应用性很强的实训。

全书共分九章。第一章主要对移动通信的发展历史、特点、分类、主要技术及发展趋势做一概括性的介绍。第二章介绍移动网的规划，主要内容包括区域覆盖方式，频道共用，网络控制和交换等。第三章系统地介绍了 GSM 数字蜂窝移动通信系统的基本原理、系统组成和主要设备原理。第四章系统地介绍了 CDMA 蜂窝移动通信系统的基本原理、系统组成和主要技术。第五章简要介绍了无线分组业务 GPRS 的功能和结构。第六章系统地介绍了无线市话系统的基本原理、系统组成和小灵通的原理。第七章讲述了其他移动通信系统，主要有寻呼系统、集群系统及卫星移动通信系统。第八章对移动通信新技术作了简要的介绍，重点对未来的个人通信网作了阐述。第九章对手机和小灵通的检测、维修工具使用、基本维修技术等集中介绍，并安排了详细的实训。

本书由山东警察学院陈岗、山东省农业管理干部学院杨

现德、济南大学单永磊任主编并统稿，山东省农业管理干部学院付晨、田淑众、莱阳市委党校张慧香、山东省工会管理干部学院尹丛丛任副主编，参加编写人员有临沂师范学院房曙光、山东省农业管理干部学院宋卫海、李鹏和山东警察学院于丽萍。

本书编写过程中承蒙山东省农业管理干部学院李仁杰老师出了许多指导意见并仔细审阅全稿，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在缺点和疏漏，恳请广大读者批评指正。

本书在编写过程中，得到了部分领导、高职高专院校老师的大力支持与热情帮助，谨在此表示感谢。同时向参考文献、关心和帮助本书编写出版的山东科学技术出版社一并表示谢意。

由于编写时间仓促和水平有限，书中错误与不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者



第一章 移动通信概述	1
第一节 移动通信的发展史.....	1
第二节 移动通信的特点、分类及工作方式	6
第三节 移动通信系统组成及相关技术	10
第四节 移动通信的发展趋势	15
习题	16
第二章 移动通信网络规划	17
第一节 移动通信网的体制	17
第二节 移动通信网服务区域的划分方法	19
第三节 移动通信网无线小区的构成	22
第四节 移动通信网的网络结构	27
习题	31
第三章 GSM 数字蜂窝移动通信系统	32
第一节 GSM 移动通信系统概述	33
第二节 GSM 系统结构	35
第三节 GSM 系统的编号	40
第四节 GSM 系统的接口协议	45
第五节 GSM 系统的频率配置与业务	50
第六节 GSM 系统信道的类型与组织	53
第七节 数字移动通信系统的通信过程	56
第八节 GSM 移动台	62
习题	66
第四章 CDMA 数字蜂窝移动通信系统	67
第一节 CDMA 数字通信系统的基本原理	68
第二节 CDMA 数字蜂窝网的组成	71
第三节 CDMA 系统的关键技术	74
第四节 第三代移动通信系统概述	77
习题	83
第五章 通用分组无线业务(GPRS)	84
第一节 GPRS 概述	84



第二节	GPRS 的组成	87
第三节	GPRS 的工作过程	90
习题	.....	92
第六章	无线市话系统	93
第一节	PAS 系统的结构组成	94
第二节	PAS 系统的通信技术	97
第三节	PAS 系统的通信用过程	100
第四节	小灵通手机	102
习题	.....	107
第七章	其他移动通信系统	108
第一节	无线寻呼系统	108
第二节	集群移动通信系统	112
第三节	移动卫星通信系统	115
习题	.....	120
第八章	移动通信新技术	121
第一节	移动互联技术	121
第二节	移动智能网	124
第三节	移动定位技术	127
第四节	个人通信网	131
习题	.....	137
第九章	综合实训	138
实训一	识读手机电路图	138
实训二	手机的拆卸	145
实训三	手机的焊接	150
实训四	手机信号的测试	151
实训五	手机常见故障的维修	153
实训六	小灵通手机电路图的识图	156
实训七	直观法检测小灵通手机故障	167
实训八	小灵通手机常用信号的测试	168
实训九	小灵通常见故障的维修	170
附 录	.....	173
参考文献	.....	212



第一章 移动通信概述

本章要点

- 移动通信的发展史。
- 移动通信的组成、特点及分类。
- 移动通信的工作方式及使用的频段。
- 数字移动通信的相关技术。
- 移动通信中的电波传播及干扰。

第一节 移动通信的发展史

当今社会,随着科学技术的不断进步,社会活动的日益频繁,人们需要随时、随地、可靠地进行信息的交换。信息交换已经不再仅仅局限在双方的通话及书信交流中,而且还要包括数据、传真、图像等通信业务,无疑,离开移动通信这些就无法实现,并且无线通信的技术手段不可或缺。

所谓移动通信,就是指通信的双方,至少有一方是在移动(或暂时静止)中进行信息交换的。其中,包括移动台(汽车、火车、飞机、舰船等移动体上)与固定台之间通信,移动台与移动台之间通信。

当移动体与固定体之间进行通信时,除依靠无线通信技术之外,还有赖于有线通信网络技术及计算机技术的许多成果,它可以与公众电话网(PSTN)、公众数据网(PDN)、和综合业务数据网(ISDN)相连,实现任何种类的信息交换。因此移动通信是一个有线与无线结合的通信网络,也是一种非常理想的通信方式。

当前的移动通信技术是一门复杂的高新技术,已经从模拟通信发展到了数字通信的阶段,并且正朝着个人通信这一更高的阶段发展。未来的通信,将要实现能在任何地方、任何地点向任何个人提供快速可靠的通信服务。



一、移动通信的发展概况

从1800年伏特(Volta)发明电源以来,人们就开始努力利用电来进行通信了。

1837年,莫尔斯(Morse)发明有线电报。这种电报通信通过导线中电流的有无来区别传号和空号,并利用传号和空号的长短进行电报符号的编码,这就使得远距离通信成为可能。

1876年,贝尔(A. G. Bell)利用电磁感应原理发明了电话机,直接利用导线上电流的强弱来传送语音信号。

1864年,麦克斯韦(Maxwell)预言了电磁波辐射的存在。1887年,赫兹(Hertz)通过实验加以验证,为现代无线通信提供了理论根据。

移动通信的历史可以追溯到19世纪末20初,在1859年无线电发明之后,莫尔斯电报首先应用于船舶通信,1899年11月美国“圣保罗”号邮船在向东行驶时,受到了从150km外的怀特岛发来的无线电报,这应该是最早的“移动通信”。1900年1月23日,在波罗的海的海霍格兰岛附近的一群遇难渔民通过无线电呼叫而得救,这是移动通信第一次在海上证明了它对人类的价值。紧接着,1901年英国蒸汽机车装载了第一部陆地移动电台。1903年底莱特驾驶的飞行器,开创了新的航空领域,飞机更需要通信来保证飞行安全,于是移动通信在20世纪初已在海、陆、空三大领域起步。

1. 移动通信的发展历史

结合移动通信的百年历史,其发展大约经历了六个阶段。

第一阶段:从20世纪20年代至40年代,为早期的发展阶段。这一阶段移动通信的主要使用对象是船舶、航空、警车等专用无线电通信及军事通信,主要使用短波频段,其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年代提高到30~40MHz。

第二阶段:从20世纪40年代中期至60年代初期,公用移动通信业务问世。在此期间,移动通信所使用的频率开始向更高的频段发展,并且移动通信业务进一步向民用方向发展,形成了公用汽车电话网。1946年,美国圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话网,此后西德(1950年)、法国(1956年)、英国(1959年)等一些国家先后建立了公用汽车电话系统。这个阶段的移动通信主要使用甚高频(VHF)150MHz和特高频(UHF)450MHz频段,东欧的一些国家采用330MHz频段,信道间隔为50~120kHz,通信方式为单工,接续方式仍为人工操作,而且网络结构大都属于二级结构,网络体制采用大区制,可用的信道数很少,因而网络的容量也较小。

第三阶段:从20世纪60年代中期至70年代中期,自动交换式的三级结构网产生。这个阶段推出的自动交换式的三级结构网,工作频率为150MHz和450MHz,信道间隔已缩小到20~30kHz,采用大区制、中小容量的结构方式,信道数目大大增加,实现了无线频道自动选择并且能够自动接续到公用电话网。典型系统是美国推出的改进型移动电话系统(IMTS),这一时期德国也推出了具有相同技术水平的B网。应该说这一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年代中期,模拟蜂窝移动通信系统问世,这一



时期是移动通信蓬勃发展的时期。这一阶段经济发达国家对移动通信的社会需求量迅速增长,同时由于电子和计算机技术的迅速发展,通信理论的不断发展和完善,对模拟蜂窝移动通信系统的诞生奠定了坚实的经济和技术基础。各工业化国家相继开发出模拟蜂窝式公用移动通信网,形成了几种典型的模拟蜂窝移动电话系统。其中有北美的 AMPS,日本的大容量移动电话系统 HCMTS,北欧的移动电话系统 NMT450 和 NMT900,英国的全接入通信系统 TACS,前西德的 C450 系统以及法国的 Radio Comm2000 系统,这些系统分别采用 400 MHz、450 MHz、800 MHz 和 900 MHz 频段,信道间隔为 12.5 ~ 30kHz。

第五阶段:从 20 世纪 80 年代中期至 20 世纪末。GSM 系统和 CDMA 码分多址问世,这是数字移动通信系统发展和成熟时期。模拟蜂窝移动通信系统自 20 世纪 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的成功,但模拟蜂窝系统频谱利用率低、互不兼容、保密性差等缺点体现的也很明显,而且其容量已不能满足大量增长的移动用户需求。到 80 年代中期,欧、美、日等国都着手开发数字蜂窝系统,其中以 GSM 系统为代表的数字蜂窝移动通信系统不但能克服模拟网的绝大部分缺点,还能提供语音、数字等多种业务服务,并与综合业务数字网(ISDN)相兼容。

与 GSM 系统几乎同时诞生的一项移动通信新成果,即美国的 CDMA 码分多址方式,与 GSM 相比具有许多优点,如每个信道所容纳的用户数比 GSM 多,大大提高了频谱的利用率,抗干扰能力也增强了,对设备指标的要求相对要低,降低了设备的难度和成本,采用软切换的方式大大提高了语音传输质量,保密性也有效提高等,优势较大。

第六阶段:从 21 世纪开始,移动通信向宽带多媒体方向发展。从 21 世纪开始,移动通信向宽带多媒体方向发展,具有业务集成、业务交互和可开发多方会议以及基于定位的业务等特点。

移动通信的发展规律,就像数据通信一样,都是从专业网开始,只有技术和规模都达到相当程度后,才开始发展公众网。在短短的近 20 年中,移动通信技术已经从第一代模拟移动通信过渡到第二代数字移动通信系统,第三代全球综合移动通信系统即将面世。预计到 2010 年,在所有的通信设备销售额中,移动通信设备将居于首位。

通信及移动通信的发展史可见表 1-1。

表 1-1 移动通信发展史一览表

1837 年	莫尔斯	有线电报
1876 年	贝尔	电话
1896 年	马克尼	无线电报
1901 年	英国	车载台
1973 年	马丁·库珀	第一部手机(摩托罗拉)
1978 年	贝尔实验室	AMPS 模拟蜂窝移动通信系统
1985 年	英国	TACS 模拟蜂窝移动通信系统
1985 年	欧洲	GSM 数字蜂窝移动通信系统
1985 年	美国	CDMA 数字蜂窝移动通信系统
2000 年	欧洲	UMTS、WCDMA 等 3G 数字蜂窝移动通信系统

2. 蜂窝移动通信的发展阶段

按照现代移动通信系统的发展,可以将移动通信系统分为三代,即第一代模拟移动通信系统、第二代数字移动通信系统和第三代数字移动通信系统。下面分别加以介绍。

(1)第一代模拟移动通信系统 移动通信的兴起可以从20世纪20年代算起,但真正的蓬勃发展是从70年代开始的。当时,大规模集成电路技术以及计算机技术的迅猛发展,解决了一直困扰移动通信的终端小型化和系统设计等关键技术问题。

由于移动用户数的急剧增加,大区制移动通信系统已无法满足用户的需要,达到了饱和状态。1978年,美国的贝尔实验室提出了小区制的蜂窝式移动通信系统的解决方案,研制出了AMPS(Advance Mobile Phone Service)系统。这是一个真正意义上的随时、随地通信的大容量蜂窝移动通信系统,它采用了频率重复使用技术(简称频率复用技术),极大地提高了频率利用率,实现了在整个服务区域内对公用电话网的自动接入,系统的容量和语音质量都有了很大的提高。这种蜂窝化的系统设计方案解决了公用移动通信系统的大容量要求和频率资源短缺的矛盾。到80年代中期,欧洲和日本也推出了自己的蜂窝移动通信系统,代表性的系统主要有:英国的TACS(Total Access Communication System)系统、北欧的NMI-450(Nordic Mobile Telephone System)系统等。这些系统均采用双工频分多址模拟通信系统,被称为第一代移动通信系统。我国第一代模拟移动通信系统采用的是英国的TACS系统。所谓模拟系统指的是在射频载波发送前的语音信号为模拟信号,即语音信号没有进行数字编码,但系统指令和控制信道可以是数字的。

尽管模拟移动系统取得了很大的成果,但是随着移动用户数量的大幅度增加,它还是暴露出了它的缺点。模拟移动通信系统的主要缺点是:

- ①频谱利用率不高,使得有限的频率资源和无限的用户容量之间的矛盾日益突出。
- ②业务种类比较单一,主要是语音业务。
- ③保密性差。

所以,模拟移动系统在经历了20世纪80年代的辉煌后,很快就被20世纪90年代出现的第二代数字移动通信系统所取代。

(2)第二代数字移动通信系统 随着大规模集成电路、低速语音编码及计算机等技术的发展,数字化处理技术的优势愈加体现了出来,也促使移动通信由模拟系统向数字系统转化,进入了我们所说的现代移动通信阶段。

1992年,欧洲推出了第一个数字蜂窝移动通信系统——GSM(Global System for Mobile Communications)系统。很快该系统在全球范围内以令人吃惊的速度发展,目前该系统的用户数已超过世界蜂窝移动通信系统用户的60%,成为全球最大的蜂窝移动通信网络。随后,美国的DAMPS系统和日本的JDC系统等也相继投入使用,这些系统均采用时分多址方式。1995年,美国高通公司推出了采用码分多址接入方式的Q-CDMA系统。第二代数字移动通信系统与第一代模拟移动通信系统相比具有很多优势,主要体现在频谱利用率高、系统容量大、通话质量高及保密性能好等方面。

第二代数字蜂窝移动通信系统的业务主要集中在提供语音和低速数据业务的服务上。在信息时代,图像、语音和数据相结合的多媒体业务将会不断增加,高速率数据的业务量会不断加大。要不断满足移动用户质量上和数量上的需求,新一代即第三代移动通



信系统的研究和发展已成为移动通信领域里一个新的研究热点。

需要指出的是由于第二代 GSM 的数字蜂窝移动通信系统已拥有了大量的用户,因此出现了由第二代向第三代过渡的第 2.5 代数字蜂窝移动通信系统——GPRS 系统。

GPRS(General Packet Radio Service)是通用分组无线业务的简称,是基于分组交换高效传输数据的移动数据通信业务。GPRS 系统是在 GSM 系统的基站子系统中定义出了专用的分组信道,采用了新的编码方式,提高了空中接口数据传输速率。

(3)第三代数字移动通信系统 第二代移动通信系统一般为区域性或国家标准,国际电联希望在新一代的移动通信系统中能够实现全球范围内的统一,实现全球普及和全球无缝漫游。所以研究第三代数字移动通信系统,首要的问题是要先制定一个统一的标准。各个国家、地区、组织和企业都渴望在新的标准中体现自己的技术特点,扩展各自的影响,第三代移动通信系统的标准化工作得到了大家的充分重视。从 1996 年开始,第三代移动通信系统的研究进入了实质性阶段,ITU(CCIR)在 1997 年向全世界发出了征集国际移动通信 2000 系统 IMT-2000 无线传输技术规范的通函,并制定了详细的完成 IMT-2000RTT 的时间表。日本、欧洲、美国、中国以及韩国都在规定的时间内提交了自己的方案。经过国际标准化组织的多次融合,通过了第三代无线接口技术规范协议“IMT-2000 无线接口技术规范协议”(IMT-RSPC)。第三代无线接口技术规范协议主要有 COMA 和 TDMA 两种体制。我国提交的方案也被列为 IMT-2000 CDMA TDD 的两种方案之一。

与现有的第二代数字移动通信系统相比,第三代数字移动通信系统的主要特点可以概括如下:

①它将是一个在全球范围内覆盖的系统,它将使用共同的频段,全球采用统一的标准。

②具有支持多媒体业务的能力,特别是支持 Internet 业务。第二代数字移动通信系统主要以语音业务为主,提供较低速率的数据业务,GSM 演进到最高阶段的速率为 384 kb/s。第三代数字移动通信系统的业务能力将比第二代有明显的改进,它将不仅支持语音业务和分组数据业务,还支持多媒体业务,它应根据需要提供带宽。国际电信联盟(ITU)规定,第三代移动通信无线传输技术的最低要求中,速率必须满足以下要求:快速移动环境,最高速率应达到 144 kb/s;室外到室内或步行环境,最高速率应达 384 kb/s;室内环境,最高速率应达 2 Mb/s。

③频谱效率高。

④服务质量高。

⑤保密性好。

另外,还要便于过渡。因为当第三代移动通信系统引进时,第二代网络已具有相当的规模,所以第三代网络必须考虑在第二代网络基础上的平滑过渡问题。

3. 我国移动通信的发展概况

我国移动通信起步于军事移动通信,经历了电子管、晶体管和集成电路三个时代。民用移动通信起步晚但发展速度很快。邮电部于 1986 年开始组建并引进美国 Motorola 公司、瑞典 Ericsson 公司的 900MHzTACS 体制系统,开通了移动电话业务,使移动通信事业迅猛发展,用户增长迅速,目前我国已出现 A、B、C、D、G5 种移动电话网共存的局面,这 5

种网各有不同的通话范围和不同的业务功能。

(1) A 网和 B 网 A 网和 B 网也称模拟网(TACS),是我国早期建设的移动电话网。由各地区分别建设,时间先后不同,各自引进了不同的爱立信和摩托罗拉两大移动电话系统,因工作频段不同,形成了 A 网和 B 网系统。A 网地区和 B 网地区分别使用 A 网、B 网两种手机。

A 网地区主要是在北京、天津、上海以及除河北、山东以外的全国所有各省及地区;而 B 网的地区主要是在北京、天津、上海、河北、辽宁、江苏、浙江、四川、黑龙江和山东等地。可见大部分地区是并存的,但是互不兼容。从 1996 年起,全国各省的模拟移动电话系统实现了联网自动漫游,模拟移动电话已经有可能在 30 个省市实现自动漫游。A 网和 B 网系统采用的是 FDMA 频分多址模拟调制方式,TACS 体制,这种系统的主要缺点是频谱利用率低、容量小、保密性差、语音质量低、信令(语音外的信号)干扰语音业务。

(2) G 网 20 世纪 90 年代中期,我国开始建设“全球通”(GSM)数字移动电话网,这就是 G 网。G 网除具有通信质量好、安全保密性强及支持许多新的业务功能等优点,还特别具有漫游范围最为广泛的特点,因而被称为“全球通”。G 网工作于 900MHz 频段,频带比较窄,随着移动电话用户数量的迅猛增长,G 网达到了饱和状态,为了满足日益增长的用户需求,一些地区继而建设了 D 网。

(3) D 网 D 网是指 DCS1800 系统的网,它的基本体制与 GSM900 完全一致,不同的是工作于 1800MHz 频段,需要用全球通 1800 的手机。若使用双频手机,即可在 G 网中漫游、自动切换。在许多城市 DCS1800 系统和 GSM900 系统同时覆盖一个地区,称为全球通双频系统,这就使全球通移动通信系统的容量成倍增长。

与 G 网相比,D 网的接通率高,通话干扰小,而且由于手机输出功率小,手机待机时间长,这些是 D 网的优势。

(4) C 网 C 网是指 CDMA(码分多址)制式的移动电话网。CDMA 具有当前移动通信网所要求的大容量、高质量、软切换、综合业务及各种智能业务等特点。

在 20 世纪末,我国已取消了模拟网业务,只有 GSM、CDMA 及 GPRS 服务业务。在 2004 年出现了 GSM\CDMA 双模式手机,这种手机在 GSM 和 CDMA 两种网络覆盖的范围内,用户可以通过功能选择键自由选择使用任何一种网络,使用户有了更多的网络选择自由度,从而满足更高的商务要求。

第二节 移动通信的特点、分类及工作方式

一、移动通信的特点

由于移动通信是一种应用环境比较差的通信方式,极易受到外界的影响,所以形成了有别于其他通信方式的独有的特点。

1. 衰落现象

在移动通信中,各接收点的信号是由直射波和各反射波叠加而成,如图 1-1 所示。这些电波都是从同一个天线发出来。由于到达接受点的途径不同,且移动台经常处于运动状态中,因而移动台接受各信号的强度和相位随时间、地点不断变化,所以其接收信号合成的强度是不同的,据实际信号的电场强度分析,最大可能相差 30dB 以上,这就是衰落现象,它严重影响了通信的质量。因此,充分研究电波的传播规律是进行合理的系统设计所必需的。

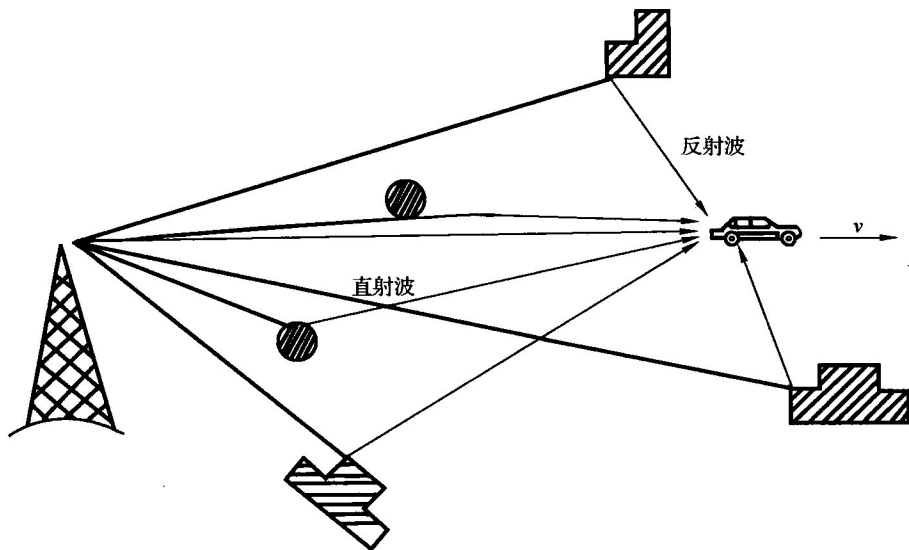


图 1-1 电波的多途径传播

2. 强干扰情况下工作

由于移动台经常处于运动状态中,外界环境变化很大,移动台很可能进入强干扰区进行通信。另外,接收机附近的发射机对通信质量的影响也很严重。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,不同的干扰形式,采取不同的抗干扰措施。

3. 多普勒效应

当载体的运动速度达到一定程度时,固定点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,通常把这种现象叫做多普勒效应。因移动产生的频移值为

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

其中: v ——移动体的运动速度;

λ ——接受信号载波的波长;

θ ——电波到达时的入射角。

从式中可以看出,移动速度越快,入射角越小,则多普勒效应越严重,此时只有通过锁相技术才能收到信号,因此移动通信设备都采用锁相技术。

4. 跟踪交换技术

由于移动台经常处于移动状态,而且移动台在不通信的时候发射机又总是处于关机状态,因此,为了实现实时可靠的通信,移动通信必须发展自己的交换技术,如位置登记,越区切换及漫游访问等跟踪交换技术。

二、移动通信的分类

移动通信的分类方法有很多种,按不同方式有不同的分类方法。

1. 按使用环境来分

主要有陆地、水上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)、水下(如潜艇)和深空(如航天)移动通信。

2. 按服务对象来分

分为军事、专业和公众移动通信。

3. 按工作方式分

分为单工、半双工和全双工工作方式。这方面的知识将在下面详细介绍。

4. 按交通工具来分

分为汽车、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等。

5. 按组网方式及业务性质分

可分为公用自动拨号移动电话系统,无线电寻呼系统,专用调度系统,无线市话系统,卫星移动通信系统等。

三、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. 单工制

所谓单工制,是指通信的双方同时只能有一方发送信号,而另一方接收信号,如图 1-2 所示。单工制又分为同频单工和双频单工两种。

同频单工指基站和移动台均使用相同的工作频率。通信双方的接收机均处于守听状态,当某方需要发话时,按下发话按钮,关掉自己接收机而使发射机工作,此时由于对方的接收机仍处于守听状态,故可实现通信,这种操作通常成为“按-讲”方式。双频单工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,同样使用“按-讲”方式工作。

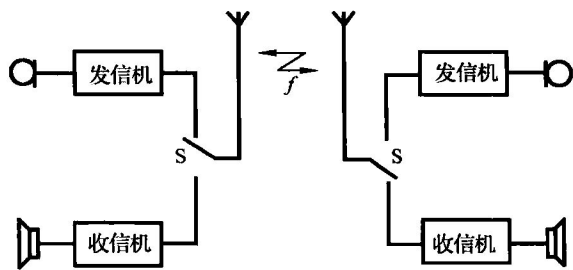


图 1-2 单工通信方式

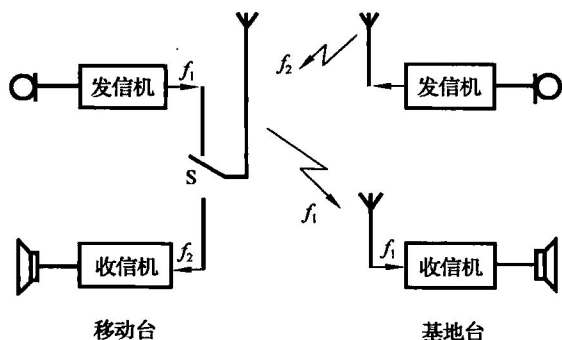


图 1-3 半双工通信方式

双工通信的任一方在发话的同时也能收听到对方讲话,而且不需采用“按-讲”的方式,但是要采用两个频率,每个频率形成一个方向的通信,如图 1-4 所示。双工通信的特点是不管是否发话,发射机总是工作的,故电能消耗大,这对以电池为电源的移动台很不利。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工作方式。无论是模拟的或数字式的蜂窝电话系统均采用了准双工方式工作。

2. 半双工制

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工作。如图 1-3 所示,此时 A 以双工方式工作,既能发话也能收话,例如,以 f_1 发射 f_2 接收,而 B 采用“按-讲”方式工作,例如,以 f_1 接收 f_2 发射,目前,集群移动通信系统大多采用这种方式工作。

3. 双工制

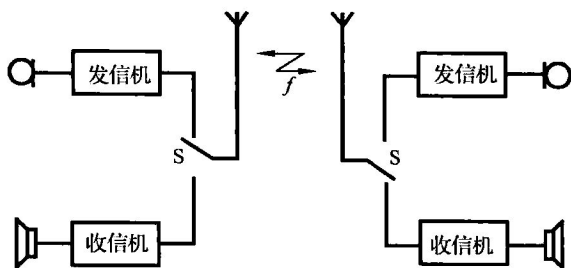


图 1-4 双工通信方式

四、移动通信系统的频段使用

频率作为一种资源并不是取之不竭的,而且在同一时间、同一场合、同一方向上不能使用相同的频率,否则将形成干扰无法进行通信,因而频率的利用就必须以一定的规则而有序的进行。这个原则就是国际电信联盟 (ITU) 召开的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给定。全球划分为三大区域:

第一区域:欧洲、非洲和前苏联及蒙古的部分亚洲地区;

第二区域:南北美洲(包括夏威夷);

第三区域:亚洲(除前苏联和蒙古)和大洋洲。

业务类型划分为固定业务、移动业务(分海、陆、空)、广播业务、卫星业务和遇险呼叫等。各国可根据具体国情做不同的调整。

我国位于第三区,分配给我国的民用移动通信的频段为(单位为 MHz)

29.7 ~ 48.5	64.5 ~ 72.5	72.5 ~ 74.6	75.4 ~ 76
138 ~ 149.9	150.05 ~ 156.725	156.875 ~ 167	
223 ~ 235	335.4 ~ 399.9		
406 ~ 420	450 ~ 470	550 ~ 606	798 ~ 960
1427 ~ 1535	1668.4 ~ 2690	4400 ~ 4990	