



面向21世纪

高职高专系列教材

移动通信 技术

◎孙青卉 主编

◎王钧铭 审



机械工业出版社
China Machine Press

面向 21 世纪高职高专系列教材

移动通信技术

孙青卉 主编

王钧铭 审



机械工业出版社

本教材系高职高专电子技术专业系列教材编委会, 根据当前高等职业教育特点组织编写的系列教材之一。

本书系统地介绍现代移动通信的基本原理、主要技术、典型系统及发展趋势。全书共六章, 内容包括移动通信的组网技术、数字蜂窝系统及设备、通用分组无线业务技术、其他移动通信系统、移动信道中的电波传播及干扰、个人通信网等。文中避免了繁琐的数学推导, 力求论证简明, 条理清楚, 文字简练, 通俗易懂。每章均附有习题。

本书可作为高职高专院校通信、电子技术应用类的专业课配套教材, 也可作为其他院校相关专业的教材, 同时也可作为从事移动通信管理、使用和维护人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

移动通信技术/孙青卉主编. —北京: 机械工业出版社, 2001.8

面向 21 世纪高职高专系列教材

ISBN 7-111-08303-2

I. 移... II. 孙... 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 (2001) 第 051464 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 周艳娟

责任印制: 路 琳

MAU 56101

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5·5.625 印张·257 千字

0000—5000 册

定价: 17.00 元

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68993821、68326677 - 2527

面向 21 世纪高职高专

电子技术专业系列教材编委会成员名单

顾问	王文斌	陈瑞藻	李 奇	杨 杰	
主任委员	曹建林				
副主任委员	穆天保	张中洲	张福强	巩志强	董维佳
	祖 炬	华永平	任德齐		
委员	张锡平	刘美玲	杨元挺	刘 涛	马 彪
	华天京	冯满顺	周卫华	崔金辉	曹 毅
	朱华贵	孙吉云	孙津平	吴元凯	孙心义
	张红斌	饶庆和	苟爱梅		
秘书长	胡毓坚				
副秘书长	邓 红				

出版说明

积极发展高职高专教育,完善职业教育体系,是我国职业教育改革和发展的一项重要任务。为了深化职业教育的改革,推进高职高专教育的发展,培养 21 世纪与我国现代化建设要求相适应的,并在生产、管理、服务第一线从事技术应用、经营管理、高新技术设备运作的高级职业技术应用型人才,尽快组织一批适应高职高专教学特色的教材,已成为各高职高专院校的迫切要求。为此,机械工业出版社与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联合组织了全国 40 多所院校的骨干教师,共同研究开发了一批计算机专业、电子技术专业和机电专业的高职高专系列教材。

各编委会确立了“根据高职高专学生的培养目标,强化实践能力和创新意识的培养,反映现代职业教育思想、教育方法和教育手段,造就技术实用型人才为立足点”的编写原则。力求使教材体现“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。

本套系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业、机电专业教材编委会分别会同各院校第一线专业教师针对高职高专计算机、电子技术和机电各专业的教学现状和教材存在的问题开展研讨,尤其针对目前高职高专教学改革的新情况,分别拟定各专业的课程计划计划和教材选题计划。在教材的编制中,将教学改革力度比较大、内容新颖、有创新精神、比较适合教学、需要修编的教材以及院校急需、适合社会经济发展的新选题优先列入选题规划。在广泛征集意见及充分讨论的基础上,由各编委会确定每个选题的编写大纲和编审人员,实行主编负责制,编委会通过责任编委和主审对教材进行质量监控。

担任本套教材编写的老师们都是来自各高职高专院校教育第一线的教师,他们以高度的责任感和使命感,经过近一年的努力,终于将本套教材呈现在广大读者面前。由于高职高专教育还处于起步阶段,加上我们的水平和经验有限,在教材的选题和编审中可能出现这样那样的问题,希望使用这套教材的教师和学生提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进,为我国的高职高专教育事业的繁荣而共同努力。

高职高专系列教材编委会
机械工业出版社

前 言

自 20 世纪 90 年代以来,人类社会已进入信息时代的高速发展时期。其中一个主要标志就是通信技术、计算机技术的飞速发展和广泛应用。

改革开放以来,我国通信事业经历了一个从逐渐完善到迅猛发展的过程。尤其是近几年来,无线通信技术的变化,更是让人目不暇接。第 3 代移动通信技术不久将在世界范围内广泛应用,人们憧憬的通信最高境界——个人通信离我们已不是很遥远的事情了。

随着国家教育体制的改革,高职高专教育在全国范围内迅速发展,而相应的高职高专教材却比较匮乏。本书正是在这种前提下诞生的。全书力求用图文并茂的形式,较详细地介绍移动通信原理和系统;以简洁的语言,最大程度地涉猎移动通信发展的前沿技术。本书在论述基本原理和系统的同时,充分注重了移动通信技术的先进性和实用性,以适应高职高专教育的需要。

全书共分六章。第 1 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 2 章介绍组网技术,主要内容包括区域覆盖方式,频道共用,网络控制和交换,信令等。第 3 章系统地介绍了数字蜂窝移动通信系统,包括数字蜂窝系统中的 GSM 系统及码分多址系统的基本原理、系统组成和主要设备举例,对通用分组无线业务(GPRS)做了较详细的介绍,同时对第 3 代移动通信系统的关键技术和现状及未来也做了概要叙述。第 4 章讲述了其他移动通信系统,主要包括寻呼系统、无绳电话系统、集群系统及卫星移动通信系统。第 5 章讨论了移动通信信道,较详细地介绍了移动通信信道的特征、传播损耗的估算,在对噪声、干扰分类的基础上着重对移动通信影响较大的邻道干扰、同频干扰和互调干扰进行了分析。本书的第 6 章对未来的个人通信网作了简要阐述。

在教材编写过程中,除参阅书后所列文献外,尚参阅了杨松、王君的《全国邮电无线寻呼联网》,信息产业部数据通信科学技术研究所祝侃的《通用分组无线业务(GPRS)》等有关资料。中国联通常州分公司钱方敏工程师对第 3 章许多内容提出了宝贵意见,在此一并表示感谢。

本书第 1 章、第 3 章中的第 3 节、第 4 章及第 6 章由孙青卉编写,第 2 章和第 5 章由孙小红编写,第 3 章中的第 1 节、第 2 节、第 4 节由吴青萍编写,全书由孙青卉统稿。

本书由王钧铭校长审,王校长在百忙之中不辞劳苦,仔细审阅了全部书稿,并提出了一些相当有价值的意见。

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。同时向所有关心和帮助本书编写、出版的同志一并表示谢意。

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

目 录

出版说明

前言

第1章 概述	1	2.4.1 网络结构	21
1.1 移动通信的发展概况	1	2.4.2 信道结构	23
1.1.1 移动通信的发展历史	1	2.5 移动通信网进入市话网	
1.1.2 我国移动通信的发展概况	3	的方式	25
1.2 移动通信的特点及分类	4	2.5.1 用户线接入方式	26
1.2.1 移动通信的特点	4	2.5.2 市话中继线接入方式	27
1.2.2 移动通信的分类	5	2.5.3 移动电话汇接中心方式	27
1.3 移动通信系统的组成	6	2.6 编号方式	28
1.4 移动通信的工作方式	6	2.6.1 编号原则	28
1.4.1 单工制	6	2.6.2 移动号码的组成	29
1.4.2 半双工制	7	2.6.3 拨号方式	30
1.4.3 双工制	7	2.7 信令	31
1.5 移动通信系统的频段使用	8	2.7.1 信令的功能	31
1.6 数字移动通信的相关技术	8	2.7.2 信令类型	31
1.6.1 多址技术	9	2.7.3 数字信令	31
1.6.2 调制技术	10	2.8 路由及接续	34
1.6.3 分集接收技术	11	2.8.1 移动用户呼叫固定用户	34
1.6.4 话音编码技术	12	2.8.2 固定用户呼叫移动用户	34
1.7 移动通信的发展趋势	13	2.8.3 移动用户呼叫移动用户	35
1.8 习题	13	2.8.4 位置登记及更新	35
第2章 移动通信的组网技术	14	2.8.5 移动用户的激活和分离	35
2.1 移动通信网的体制	14	2.8.6 呼叫过程	36
2.1.1 大区制	14	2.8.7 越区切换	37
2.1.2 小区制	15	2.9 多信道共用	38
2.2 服务区域的划分方法	16	2.9.1 多信道共用的概念	38
2.2.1 带状服务区	16	2.9.2 信道的自动选择方式	38
2.2.2 面状服务区	16	2.10 习题	40
2.3 正六边形无线区群的构成	17	第3章 蜂窝移动通信系统及设备	41
2.3.1 构成条件	17	3.1 GSM 数字蜂窝移动通信	
2.3.2 激励方式	18	系统	41
2.3.3 小区模型	19	3.1.1 GSM 系统结构	41
2.3.4 直放站	20	3.1.2 编号	44
2.4 移动通信网的组成	21	3.1.3 GSM 网络接口	50
		3.1.4 GSM 系统的无线接口	52
		3.1.5 数字移动通信系统的运行	61

3.1.6 GSM 移动台	63	4.3.1 集群系统的概念	123
3.2 CDMA 数字蜂窝移动通信	73	4.3.2 集群系统的主要特征	124
3.2.1 CDMA 系统的基本原理 及特点	73	4.3.3 集群系统的网络结构	125
3.2.2 信道划分	77	4.3.4 集群系统的分类	126
3.2.3 CDMA 数字蜂窝网的网络 结构	80	4.3.5 集群移动通信的现状与发展 趋势	127
3.2.4 CDMA 系统提高系统容量的 关键技术	82	4.4 移动卫星通信系统	128
3.2.5 CDMA 系统的发展趋势	84	4.4.1 移动卫星通信系统的分类	129
3.3 通用分组无线业务接入 技术	85	4.4.2 海事卫星通信系统	129
3.3.1 GPRS 的功能	86	4.4.3 陆地移动卫星通信系统	131
3.3.2 GPRS 的业务	87	4.4.4 低轨道移动卫星通信系统	132
3.3.3 GPRS 的网络结构	89	4.5 习题	134
3.3.4 GPRS 协议模型	90	第 5 章 移动通信中的电波传播及 干扰	135
3.3.5 GPRS 的路由管理	91	5.1 电波传播特性	135
3.3.6 空中接口的信道构成	92	5.1.1 表征衰落特性的常用数字 特征	135
3.4 第三代移动通信系统	93	5.1.2 自由空间的传播衰耗	136
3.4.1 概述	94	5.1.3 地形地物对电波传播的 影响	137
3.4.2 第三代移动通信的关键技术	95	5.1.4 电波传播的路径损耗预测	137
3.4.3 IMT-2000 移动通信系统中的 无线传输技术	97	5.2 噪声与干扰	146
3.5 习题	99	5.2.1 噪声	146
第 4 章 其他移动通信系统	101	5.2.2 干扰	147
4.1 无线寻呼系统	101	5.3 习题	155
4.1.1 无线寻呼网的结构和系统 组成	101	第 6 章 个人通信网	157
4.1.2 无线寻呼网所使用的频率	108	6.1 个人通信基本概念	157
4.1.3 编码	109	6.2 个人通信网的组成要素	157
4.1.4 无线寻呼业务	110	6.3 个人通信网的基础	158
4.1.5 寻呼机实例分析	111	6.3.1 以蜂窝网的微小化为基础	158
4.2 无绳电话系统	117	6.3.2 以无绳电话网为基础	158
4.2.1 CT-1 无绳电话系统	117	6.3.3 以移动卫星通信为基础	159
4.2.2 CT-2 无绳电话系统	118	6.4 个人通信的现状	161
4.2.3 DECT 系统	121	6.5 个人通信的发展趋势	161
4.2.4 CT-3 无绳电话系统	123	6.6 习题	162
4.3 集群系统	123	附录	163
		附录 A 诺基亚 6110 手机主板实 物图之一	163

附录 B 诺基亚 6110 手机主板实	附录 E 摩托罗拉增强型数字寻呼机
物图之二 164	主板实物图之一(接收板) ... 167
附录 C 诺基亚 8110 手机主板实物	附录 F 摩托罗拉增强型数字寻呼机
图之一 165	主板实物图之二(解码板) ... 168
附录 D 诺基亚 8110 手机主板实物	附录 G 主要缩写字母英汉对照表 ... 169
图之二 166	参考文献 172

第1章 概述

当今社会,人们已离不开与外界进行信息交换,信息交换不仅指双方的通话,而且还包括数据、传真、图像等通信业务。随着经济的发展,人们要求无论何时何地都能及时可靠地将信息传递到所想要到达的地方。不难设想,没有移动通信就无法实现这一目标。

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。

现代移动通信技术是一门复杂的高新技术,不仅集中了无线通信和有线通信的最新技术成就,而且集中了网络技术和计算机技术许多成果。目前,移动通信已从模拟通信发展到数字移动通信阶段,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 移动通信的发展概况

移动通信的历史可以追溯到 19 世纪末 20 世纪初。在 1895 年无线电发明之后,莫尔斯电报首先用于船舶通信,1899 年 11 月美国“圣保罗”号邮船在向东行驶时,收到了从 150km 外的怀特岛发来的无线电报。莫尔斯电码的嘀嘀嗒嗒声就像新生婴儿的第一声啼哭,向世人宣告了一个新生事物——移动通信的诞生。1900 年 1 月 23 日在波罗的海霍格兰岛附近的一群遇难渔民,他们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 年底莱特驾驶自己的飞行器,开创了航空新的领域,飞机更需要通信来保证飞行安全,于是移动通信这个 20 世纪的新生事物便相继在海、陆、空三大领域起步了。

1.1.1 移动通信的发展历史

回顾移动通信的一百年发展历程,大致经历了五个发展阶段。

第一阶段:从 20 世纪 20 年代至 40 年代,为早期的发展阶段。在这期间,移动通信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,在此期间,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,称为“城市系统”。此后,西德(1950 年)、法国(1956 年)、英国(1959 年)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。但是,在此期间的电话接续为人工操作,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50~120kHz,通信方式为单工。此时的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。在这一阶段,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20~30kHz,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,并能够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),同时在这一时期德国也推出了具有相同技术水平的B网。可以说,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,这是移动通信蓬勃发展的时期。进入20世纪70年代以来,经济发达国家对移动电话的社会需求量迅速增长,同时由于微电子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,小型天线等设备的研制有了新的突破,加之新理论、新体制也在不断地发展和完善,为模拟蜂窝移动通信系统的诞生奠定了坚实的经济和技术基础。1978年底,美国贝尔实验室研制成功先进移动电话系统(AMPS),建成了蜂窝状移动通信网,大大提高了系统容量。1983年,AMPS首次在芝加哥投入商用。同年12月,在华盛顿也开始启用。之后,服务区域在美国逐渐扩大。到1985年3月已扩展到47个地区,约10万个移动用户。在此期间,其他工业化国家也相继开发出模拟蜂窝式公用移动通信网,在各国范围内基本上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年代中期开始。这是数字移动通信系统发展和成熟时期。蜂窝式模拟移动通信系统自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成功。但是,随着通信网的数字化,模拟蜂窝系统频谱利用率低、互不兼容、妨碍漫游、保密性差等各项弱点也暴露出来。最主要的问题是其容量已不能满足日益增长的移动用户需求。所以到20世纪80年代中期,欧、美、日等国都着手开发数字蜂窝系统,其中尤其以有希望成为世界性数字蜂窝移动电话系统技术标准的GSM系统为代表。它不但能克服上述弱点,还能提供话音、数字多种服务业务,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,容易占有市场;采用软切换的方式大大提高了话音传输质量等,优势较大。

纵观移动通信的发展规律就象数据通信一样,都是从专业网开始,只有技术和规模都达到相当程度后,才发展公众网。近20年来,移动通信技术的发展非常迅速,短短的20年间,第一代模拟移动通信系统已广泛应用,第二代数字移动通信系统正日益普及,第三代全球综合移动通信系统即将面世。预计到2010年,在所有通信设备销售额中移动通信

设备将居于首位。

1.1.2 我国移动通信的发展概况

我国移动通信事业起步于军事移动通信即战术通信,它经历了电子管、晶体管和集成电路三个时代。民用移动通信虽然起步较晚,但从其发展速度看却是世界上最快的国家之一。邮电部于 1986 年开始组建,并相继引进美国 Motorola 公司、瑞典 Ericsson 公司的 900 MHz TACS 体制系统,开通了移动电话业务。自此以后,移动通信事业迅猛发展,用户增长迅速,到现在我国已经出现了 A、B、C、D、G 五种移动电话网共存的局面,这五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,是我国早期建设的移动电话网。各地区分别建设,时间先后不同,各自引进不同的爱立信和摩托罗拉两大移动电话系统,因工作频段的不同从而形成了 A 网和 B 网系统。A 网地区用户使用 A 网的手机,B 网地区的用户使用 B 网的手机。

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、山东等地;A 网的地区是北京、天津、上海以及除河北、山东以外的全国所有各省、地区。可见在大部分地区是共存的,但原来是互不兼容的。自 1996 年 1 月起,我国各省模拟移动电话系统实现了联网自动漫游,模拟移动电话已有可能在全国 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、话音质量低、信令干扰话音业务。

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。GSM 全球通移动通信系统具有通信质量好、安全保密及支持许多新的业务功能,特别是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,随着近年来移动电话用户迅猛增长,许多地区的 G 网已出现容量饱和的状态,为了满足日益增长的用户需求,一些地区又建设了 D 网。

3. D 网

D 网是指 DCS1800 系统的网,它的基本体制和现有的 GSM900 系统完全一致,但工作于 1800MHz 频段,需要用全球通 1800 的手机。如果使用双频手机,在 G 网中也能漫游、自动切换。现在有许多城市是 DCS1800 系统和 GSM900 系统同时覆盖一个地区,称为全球通双频系统,使全球通移动通信系统的容量成倍增长。

相对 G 网而言,D 网在通话时干扰小,接通率高,而且由于手机输出功率小,手机电池的待机时间较长,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 制式是接通率高、噪声小、发

射功率小的新型数字网,能实现移动电话的各种智能业务。我国目前在上海、北京、广州、西安等城市建设了 C 网,沿海的 10 省也在建设,已经建成的城市间已联网,使用 CDMA 手机可以在上述地区漫游。

1.2 移动通信的特点及分类

1.2.1 移动通信的特点

移动通信是应用环境条件比较差的一种通信方式,极易受外界环境因素的影响,这就形成了有别于其他通信方式所独有的特点。

1. 衰落现象

在移动通信系统中,由于移动台的不断运动,到达接收点的信号是由直射波和各反射波叠加而成,如图 1-1 所示。

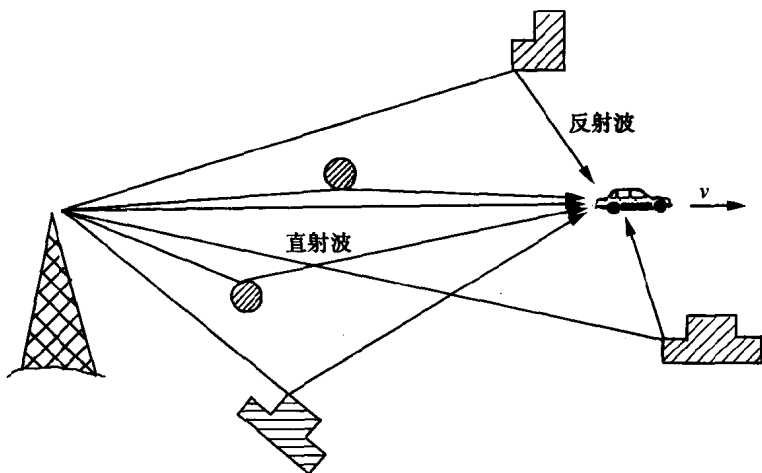


图 1-1 电波的多径传播

这些电波都是从同一个天线发射出来的,到达接收点的途径不同,且移动台经常处于运动状态中,因而移动台接收各信号的强度和相位随时间、地点而不断变化,所以其接收信号合成的强度是不同的,据分析最大的可相差 30dB 以上,这就是所谓的衰落现象,它将严重地影响通信的质量。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。

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,而且还与外界的干扰和噪声有关。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. 多卜勒效应

当载体的运动速度达到一定程度时,如超音速飞机、卫星等,则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卜勒效应,如图 1-2 所示。

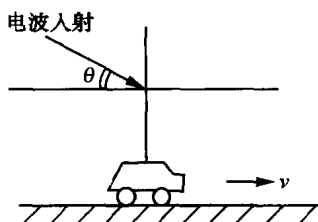


图 1-2 多卜勒效应

因移动而产生的频移值为

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

式中 v ——移动体的运动速度;

λ ——接收信号载波的波长;

θ ——电波到达时的入射角。

从式中我们可以看出,移动速度越快,入射角越小,则多卜勒效应就越严重,此时只有采用锁相技术才能接收到信号,所以移动通信设备都采用了锁相技术。

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。

1.2.2 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。

按使用环境来分,主要有陆地移动通信、水上移动通信和航空移动通信三大类,作为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。按其服务对象来分,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,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。关于工作方式在第四节将详细介绍。按组网方式及业务性质来分,又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、无绳电话系统、卫星移动通信系统等等。

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)及与市话网(PSTN)相连的中继线等组成,如图 1-3 所示。

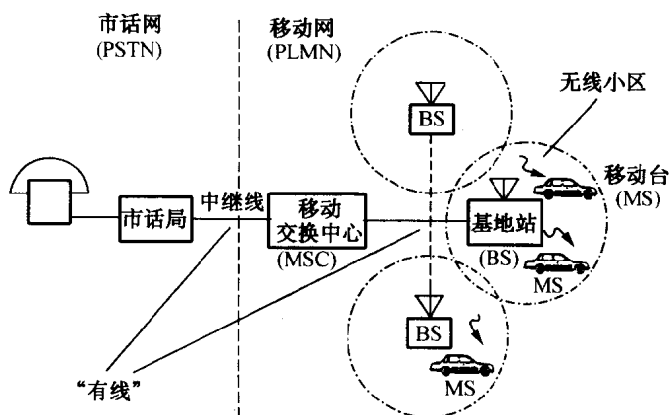


图 1-3 移动通信系统的组成

基站和移动台设有收、发信机和天线等设备。基站主要作用是为移动台提供一个双向的无线链路。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,主要由基站天线的高度和发射功率决定。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。从图中我们不难看出,通过基站、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;也可以经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信,从而构成一个有线、无线相结合的移动通信系统。

1.4 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。

1.4.1 单工制

所谓的单工制就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。单工制又分为同频单工和双频单工两种。

同频单工是指基站和移动台均使用相同的工作频率,如图 1-4 所示。通常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,关掉自己的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,这种操作通常称为“按-讲”方式。

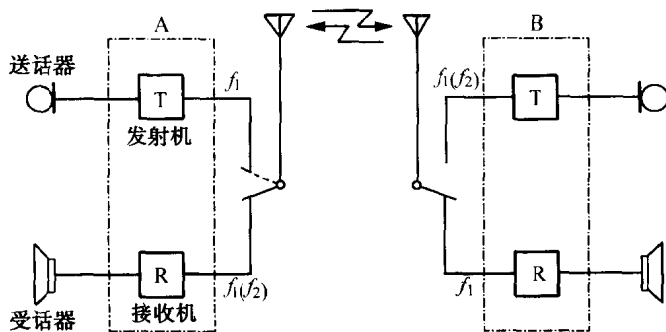


图 1-4 单工通信方式

双频单工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,同样使用“按 - 讲”的方式工作。

1.4.2 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工作。如图 1-5 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”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方式工作。

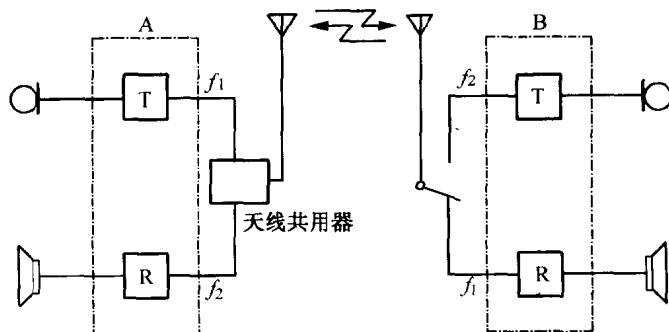


图 1-5 半双工通信方式

1.4.3 双工制

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,这当然要采用两个频率,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双工方式。无论是模拟的或数字式的蜂窝电话系统均采用了双工工作方式。

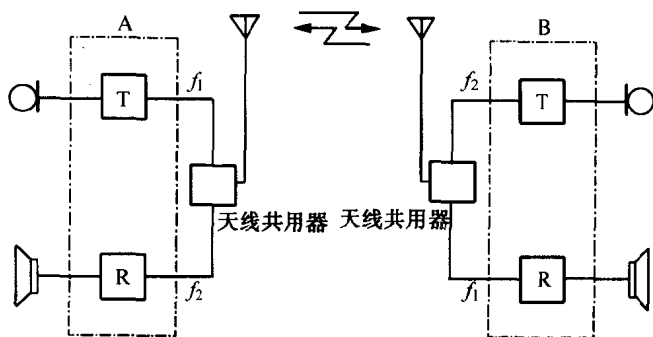


图 1-6 双工通信方式

1.5 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尽的,且在同一时间、同一场所、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地进行。这个原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给定。全球划分为三大区域:第一区域是欧洲、非洲和原苏联及蒙古的部分亚洲地区;第二区是南北美洲(包括夏威夷);第三区是亚洲(除原苏联和蒙古)和大洋洲。业务类型划分为固定业务、移动业务(分陆、海、空)、广播业务、卫星业务和遇险呼叫等。各国可根据具体国情作些调整。

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	

目前移动通信使用的频段主要在 150MHz、450MHz、900MHz 和 2000MHz 频段。各项具体业务如专业对讲机、无线电寻呼、无绳电话、蜂窝移动通信系统等的使用频率都有明确的规定。

双工移动通信网规定工作在各频段的收发频率间隔:VHF 频段为 5.7MHz、UHF450 频段为 10MHz、UHF900MHz 频段为 45MHz、2000MHz 频段为 45MHz,并规定基站对移动台(下行)的无线链路为发射频率高、接收频率低;反之,移动台对基站(上行)的无线链路为发射频率低、接收频率高。

1.6 数字移动通信的相关技术

数字移动通信涉及很多技术问题,如多址技术、调制技术、分集接收、话音编码技术