



21世纪 高等职业教育通用教材

移动通信 原理与设备

● 华永平 钟 苏 赵桂钦 编
● 杨秀英 主审

交通大学出版社

21 世纪高等职业教育通用教材

移动通信原理与设备

华永平 钟 苏 赵桂钦 编
杨秀英 主审

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是根据现代移动通信系统对高职高专人才的要求和高职移动通信课程教学的需要而编写的,内容深入浅出,通俗易懂,并具有较强的实践性和先进性。

本书的主要内容为:移动通信系统的基本组成、特点和类型;移动通信系统的调制技术;移动通信系统的传输信道以及干扰和噪声;移动通信系统的组网技术;模拟移动通信系统的基本组成和基本原理;GSM 数字移动通信系统;第三代移动通信系统和个人通信网;移动通信设备,包括基站的组成、各部分的功能以及手机的组成方框图和手机维修的基础知识等。

本书可作为高职高专通信、电子类专业“移动通信原理与设备”课程的教材,亦可供从事移动通信技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信原理与设备/华永平,钟苏,赵桂钦编. —上海:
上海交通大学出版社,2003(2004 重印)
21 世纪高等职业教育通用教材
ISBN 7-313-03301-X

I. 移… II. ①华…②钟…③赵… III. ①移动通信-通信
理论-高等学校:技术学校-教材 ②移动通信-通信设备-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(2003)第 006478 号

移动通信原理与设备

华永平 钟 苏 赵桂钦 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

立信会计出版社常熟市印刷联营厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.5 字数:331 千字

2003 年 7 月第 1 版 2004 年 6 月第 2 次印刷

印数:2 051~4 100

ISBN 7-313-03301-X/TN·092 定价:22.00 元

版权所有 侵权必究

21 世纪高等职业教育通用教材

编 审 委 员 会

主 任 名 单

(以姓氏笔划为序)

编审委员会顾问

白同朔 詹平华

编审委员会名誉主任

王式正 叶春生

编审委员会主任

闵光太 潘立本

编审委员会常务副主任

东鲁红

编审委员会副主任

王永祥	王俊堂	王继东	牛宝林
东鲁红	冯伟国	朱家建	朱懿心
吴惠荣	房世荣	郑桂富	赵祥大
秦士嘉	黄 斌	黄永刚	常立学
薛志信			

序

发展高等职业教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

近年来,年轻的高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育界传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献。从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国改革开放不久,从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央、国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1996年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上规定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇:职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决定,设立工程硕士、医疗专业硕士、教育专业硕士等学位,并指出,上述学位与工程学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和需求的教材却还不多。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城职业大学、沙洲职业工学院、上海交通高等职业技术学校、上海交通大学技术学院、上海汽车工业总公司职工大学、立信会计高等专科学校、江阴职工大学、江南学院、常州技术师范学院、苏州职业大学、锡山职业教育中心、上海商业职业技术学院、潍坊学院、上海工程技术大学等百余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的资深教师共同编写的《21世纪高等职业教育通用教材》,将由上海交通大学出版社等陆续向读者朋友推出,这是一件值得庆贺的大好事,在此,我们表示衷心的祝贺。并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大,花色品种甚多,是一项浩繁而艰巨的工程,除了高职院校和出版社的继续努力外,还要靠国家教育部和省(市)教委加强领导,并设立高等职业教育教材基金,以资助教材编写工作,促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心,理论教学与实践训练并重,二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时,有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划,加以灵活运用,并随着教学改革的深入,进行必要的充实、修改,使之日臻完善。

阳春三月,莺歌燕舞,百花齐放,愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园,群芳争妍,为我国的经济建设和社会发展作出应有的贡献!

叶春生

前 言

从1978年美国芝加哥开通第一台模拟移动电话以来,世界移动通信事业蓬勃发展,截止2001年7月底,全球移动电话用户数已超过8亿户。1987年11月18日,中国移动在广州开通了我国第一台模拟移动电话,经过14年的迅猛发展,我国移动电话用户数已超过1.2亿户,约占世界移动电话用户总量的七分之一,超过美国跃居世界第一位。

移动通信在高速发展的过程中,跨越了第一代模拟移动通信,并达到了今天的第二代数字移动通信发展的高峰。目前,移动通信正向着可提供高速数据传输的2.5代数字移动通信方向发展,在不远的将来,我们还将享受到第三代多媒体移动通信带来的惊喜。

移动通信新技术的广泛应用,使移动通信数据传输速率越来越快,功能越来越多,业务更加丰富多彩,移动电话正日益成为集电话、笔记本电脑和多媒体于一身的万能终端。可以说,“未来信息社会,谁拥有了移动通信,谁就把整个世界握在了手中。”

根据现代移动通信系统对人才的要求和移动通信课程教学的需要,我们编写了这本主要面向高职高专学生的教材。根据教材所适用的对象的特点,在编写过程中努力做到以下两点:

(1)着重阐明各种移动通信系统的基本原理和基本技术,尽量避免繁琐的数学推导和多种相似系统的罗列。

(2)根据移动通信系统的发展趋势精选编写内容,重点在于数字通信技术、GPRS移动通信系统、第三代移动通信系统的介绍,使教材内容能紧跟移动通信的发展。

全书分为8章。第1章全面概述移动通信系统的特点、类型、主要技术及发展趋势;第2章对移动通信系统的调制技术作进一步介绍,在学习过高频电子线路的基础上介绍调制技术、频率调制、数字相位调制、正交振幅调制;第3章主要介绍移动通信系统信号的传输信道的特征、传播损耗以及干扰和噪声的影响;第4章介绍组网技术,主要包括覆盖方式、频道共用选择和分配方法,网络的控制和交换、信令等;第5章介绍第一代移动通信系统的基本组成和基本原理,目的是帮助学生建立系统的概念,加强学生对系统的认识;第6章专门介绍数字移动通信系统,主要介绍第二代移动通信系统;第7章介绍未来移动通信系统的展望,特别是对第三代移动通信系统和个人通信网作必要的说明;第8章对移动通信设备作简要介绍,包括基站的组成和各部分的功能、手机的组成方框图、手机维修的基础知识等。

本书由华永平同志担任主编,钟苏、赵桂钦同志担任副主编,王亚莉同志参加了部分内容的编写。杨秀英同志担任本书的主审。

编 者

2002年9月28日

目 录

1 移动通信概述	1
1.1 移动通信的主要特点	1
1.2 移动通信系统	2
1.2.1 移动通信系统的基本组成	2
1.2.2 移动通信系统的工作频段	4
1.2.3 移动通信系统的性能指标	4
1.2.4 几种典型的移动通信系统	5
1.3 移动通信的发展历程和发展方向	6
1.3.1 移动通信的发展历程	6
1.3.2 移动通信的发展趋势	8
1.3.3 我国移动通信的发展历程	9
2 移动通信中的调制技术	11
2.1 概述	11
2.1.1 数字传输的基本理论	11
2.1.2 载波信号的调制方式	11
2.2 数字频率调制技术	12
2.2.1 最小频移键控(MSK)	12
2.2.2 高斯滤波最小频移键控(GMSK)	17
2.3 数字相位调制技术	20
2.3.1 四相相移键控(QPSK)和正交四相相移键控(OQPSK)	20
2.3.2 $\pi/4$ -QPSK	22
2.4 正交振幅调制技术	25
2.4.1 QAM 信号的产生	25
2.4.2 QAM 信号的解调	26
2.4.3 QAM 信号的性能	27
习 题	27
3 移动通信的传播信道及干扰和噪声	28
3.1 电波的传播特性	28
3.1.1 直射波	28
3.1.2 视线传播的极限距离	29
3.1.3 绕射损耗	29

3.1.4	反射波	30
3.1.5	多径效应与瑞利型衰落特性	31
3.1.6	传播性能的指标	32
3.2	移动通信信道的特征	33
3.3	陆地移动信道的场强计算	34
3.3.1	地形地物的分类及天线有效高度	34
3.3.2	准平滑地形市区场强中值——基准场强中值	35
3.3.3	不同情况下场强中值的修正	36
3.4	分集接收	38
3.4.1	空间分集	39
3.4.2	极化分集	39
3.4.3	角度分集	39
3.4.4	频率分集	40
3.4.5	时间分集	40
3.4.6	路径分集	40
3.4.7	隐分集	40
3.5	噪声	41
3.6	干扰	43
3.6.1	邻道干扰	43
3.6.2	同信道干扰	44
3.6.3	互调干扰	46
3.6.4	近端对远端的干扰	48
	习 题	48
4	组网技术	50
4.1	多址技术及系统容量	50
4.1.1	多址技术的原理	50
4.1.2	系统容量	54
4.2	区域覆盖和信道配置	54
4.2.1	区域覆盖	54
4.2.2	信道(频率)配置	58
4.3	网络结构	59
4.3.1	基本网络结构	59
4.3.2	数字蜂窝移动通信网的网络结构	61
4.4	信令	64
4.4.1	接入信令(移动台到基站的信令)	64
4.4.2	网络信令	67
4.4.3	信令应用	68
4.5	越区切换和位置管理	70

4.5.1	越区切换	70
4.5.2	位置管理	72
习 题		75
5	频分多址(FDMA)模拟移动通信系统	76
5.1	概述	76
5.1.1	发展概况	76
5.1.2	主要功能	77
5.2	网路结构和系统组成	77
5.3	系统控制及其信令	78
5.3.1	系统的控制结构	78
5.3.2	控制信号及其功能	79
5.3.2	数字信令	82
5.4	呼叫流程	83
5.4.1	移动台被呼	83
5.4.2	移动台主叫	83
习 题		84
6	时分多址(TDMA)数字移动通信系统	85
6.1	GSM 系统概述	85
6.1.1	GSM 系统发展过程	85
6.1.2	GSM 系统的特点和基本参数	86
6.1.3	GSM 通信网的系统结构	87
6.1.4	GSM 的区域和号码	91
6.1.5	主要业务	93
6.2	GSM 系统的无线接口	95
6.2.1	GSM 系统无线传输的特征	95
6.2.2	信道类型	96
6.2.3	话音和信道编码	101
6.2.4	跳频和间断传输技术	102
6.3	GSM 系统的控制与管理	103
6.3.1	鉴权与加密	103
6.3.2	位置登记	105
6.3.3	呼叫接续	106
6.3.4	越区切换	109
6.4	通用分组无线业务(GPRS)技术	110
6.4.1	概述	110
6.4.2	GPRS 网络结构	112
6.4.3	GPRS 移动性管理	113

6.4.4	GPRS 无线资源管理	114
6.4.5	GPRS 的局限性	117
6.4.6	GPRS 的发展	117
习 题		119
7	码分多址(CDMA)移动通信系统	121
7.1	CDMA 移动通信系统概述	121
7.1.1	总述	121
7.1.2	CDMA 移动通信系统组成	122
7.1.3	CDMA 承载的业务	125
7.1.4	CDMA 的常用术语	126
7.2	第三代移动通信的主要技术	127
7.2.1	CDMA 的一般技术	127
7.2.2	CDMA 的关键技术	128
7.3	宽带 CDMA 蜂窝移动通信系统	129
7.3.1	W-CDMA 无线传输技术	129
7.3.2	cdma2000 的无线传输技术	135
7.4	个人通信	138
7.4.1	个人通信概述	140
7.4.2	个人通信网	142
习 题		146
8	移动通信设备及其维修	147
8.1	GSM 手机的基本组成和基本原理	147
8.1.1	GSM 手机的工作原理	147
8.1.2	手机常用电路	150
8.1.3	手机常用电路及读图技巧	154
8.2	手机常用的测试维修设备与使用	156
8.2.1	GSM 手机测试仪的原理及使用	156
8.2.2	数码检修仪及频谱分析仪的使用	159
8.2.3	维修工具的使用	164
8.3	手机维修实例	164
8.3.1	手机维修的基本方法	164
8.3.2	检修手机故障前的准备工作	166
8.3.3	诺基亚 5110 手机维修实例	170
8.4	GSM 基站原理	180
8.4.1	GSM 基站简介	181
8.4.2	移动通信基站的测试和维护	189
8.4.3	移动通信基站维修实例	193

习 题..... 196

附录 1 线路图中中、英文缩写对照说明 197

附录 2 手机配件常识 199

参考文献..... 201

1 移动通信概述

现代社会已步入信息时代。在各种信息技术中,信息的传输起着支撑作用。由于人类社会对信息的传输要求越来越高,促使现代通信技术的发展日新月异。移动通信是现代通信技术中必不可少的一支生力军。移动通信是指通信双方至少有一方在运动状态中进行信息交换,例如移动的车辆、人、飞机与固定点之间的通信,或者移动体之间的通信等都属于移动通信范畴。现代移动通信技术是一门比较复杂的技术,它涉及无线和有线通信的最新技术,而且将网络技术、计算机技术与通信技术相结合。目前移动通信的发展已经到数字移动通信阶段,并进一步向数据处理发展。未来移动通信的发展目标是能在任何时间、任何地点、向任何人提供快速可靠的通信服务。

1.1 移动通信的主要特点

由于移动通信是在移动状态下进行实时通信的,与固定点通信比较有许多特殊的问题需要面对,这就决定了移动通信具有自己的特点。

(1) 移动通信的电波传播环境十分恶劣。移动台处在快速运动中,导致接收信号的强度和相位随时间、地点不断变化,同时地形、地物的影响会使电波多径传播而造成多径衰落(又称为瑞利衰落),这种衰落差达 40dB 以上;另外,多径传播产生的多径时延或时间展宽等效为移动信道的传输性畸变,对数字移动通信影响很大。

(2) 多普勒频移产生附加调频噪声。由于移动台处于移动中,接收到的信号会产生附加的频率变化,即会产生多普勒频移 f_D ,它的大小与移动速度有关。当移动台在电波主射线上运动时,有

$$f_D = f \frac{v}{c}$$

式中: f 为工作频率; c 为光速; v 为移动台运动的速度。运动方向面向基站, f_D 为正值;反之 f_D 为负值。

多普勒频移对信号的影响主要表现在以下几个方面:

① 多普勒频移产生的附加调频或寄生调相均为随机变量,对调频或调相信号都会有干扰伤害。

② 在高速移动的电话系统中,多普勒频移影响 300Hz 左右的话音信号,产生使人感到不舒服的失真。

③ 多普勒频移对低速数字信号不利,对于高速数字波形则影响不大。在数据通信中,为避免调制功率谱能量集中在随机调频的范围内,选择一种适当的波形是必要的。

(3) 移动台受干扰和噪声的骚扰。移动通信网是多频道、多电台同时工作的通信系统。当移动台工作时,往往受到来自其他电台的干扰,例如同频干扰、邻道干扰等;同时移动台还可能受到城市噪声、各种车辆发动机点火噪声等的影响,所以在系统设计时应该根据不同形式的

干扰,采取抗干扰措施。

(4) 移动接收设备应该有很大的动态范围。移动台的位置不断变化,接收机和发射机之间的距离经常变动,接收电平变化很大,要求接收设备有很大的动态范围。

(5) 频道拥挤。频道拥挤是制约移动通信发展的主要因素之一。在移动通信中,用户数和可以利用的波道数之间矛盾特别突出。为此除开发新频段以外,应该采取多种有效利用频率的技术,如缩小频道间隔、频分复用、时分复用和多波道共用等。

(6) 建网技术复杂。为了保证移动台在大范围内自由运动,实现实时通信,移动通信网络控制中心应该知道移动台的位置,以便确定由哪个基站与移动台建立联系,并相应地分配一个合适的信道,因此在建网过程中采用了位置登记技术、越区切换技术和跟踪交换技术等。

1.2 移动通信系统

移动通信系统是移动体之间、移动体与固定用户之间,以及定点用户与移动用户之间实现信息传输的通信系统。要完成这些任务,移动通信系统必须具有无线传输、有线传输和信息的收集、处理、存储等功能,所需要的设备有无线电收发信机、交换控制设备和移动终端设备。

1.2.1 移动通信系统的基本组成

图 1.1 为典型蜂窝移动通信系统(GSM)的组成结构图。移动通信系统服务区域由许多正六边形组成,呈现蜂窝状,通过接口与公众通信网互联。

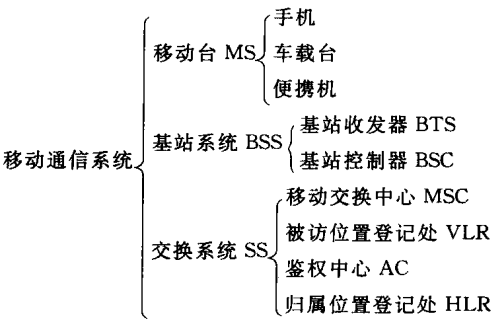


图 1.1 典型蜂窝移动通信系统组成结构图

图中 BTS、BSC、MSC、VLR、AC、HLR 是所对应的组成部分的英文缩写

移动通信网主要包括交换分系统、基站分系统以及大量的移动用户终端,是一个完整的信息传输实体。图 1.1 是移动通信系统中所包含的各个组成部分。

1.2.1.1 交换分系统(exchange system)

交换分系统包括移动交换中心(MSC=Mobile Swtich Center)、归属位置登记处(HLR=Hold Location Register)、被访位置登记处(VLR=Visit Location Register)、设备识别登记处(EIR=Equipment Identify Register)、鉴权中心(AC=Accesses Center)和操作管理中心(OMC=Oprater Management Center)等基本组成部分。它是移动通信系统的控制交换中心,也是公众通信网的接口。

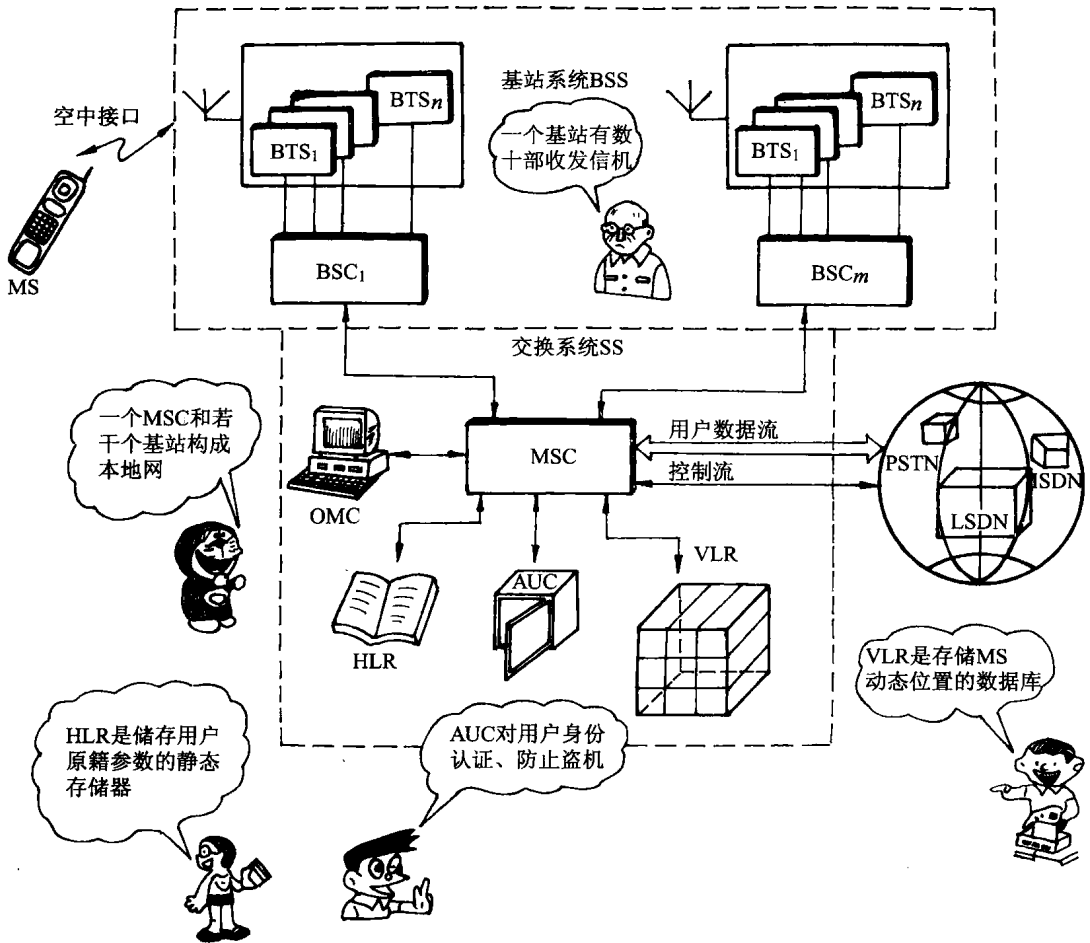


图 1.2 移动通信系统各部分之间的联系图

1.2.1.2 基站分系统(Base Station system)

基站分系统包括一个基站控制器(BSC=Base Station Control)和若干个由基站控制器控制的基站收发信系统(BTS=Base Transmitter System)。基站的主要作用是负责移动通信系统的无线资源的管理,实现固定用户与移动用户之间的通信连接,传送系统信号及用户信息。BSC 单元用来与 MSC 进行数据通信,与 MS 在无线信道上进行数据传输。基站(BS)的通话频道单元数量取决于需要同时通话的用户数,一般有几条或几十条,甚至多达几百条。BS 与 MSC 之间采用有线中继电路传输数据或模拟信号,有时也采用光缆传输或数字微波中继方式。BS 与 MS 以无线形式连接,BS 天线的覆盖范围称为无线区。

1.2.1.3 移动用户终端(Mobile Station)

移动用户终端又称为移动台(MS=Mobile Station)是移动通信中不可缺少的一部分,它的主要形式有车载台、手持机和便携式等。在数字蜂窝移动通信系统中,移动台除了电话业务外,还可以为用户提供各种非通话业务,如短消息、数据传输、手机上网等功能。移动台由收信机、发信机、频率合成器、数据逻辑单元、拨号按键和送话器、受话器等组成。

1.2.2 移动通信系统的工作频段

为了有效地使用有限的频率资源,对频率的使用和分配必须服从国际和国内的统一管理。否则会造成互相干扰或资源的浪费。确定移动通信的频段应主要从以下几个方面来考虑:

- (1) 电波传播特性,天线尺寸。
- (2) 环境噪声及干扰的影响。
- (3) 服务区域范围、地形、障碍物尺寸以及对建筑物的渗透性能。
- (4) 设备小型化的要求。
- (5) 与已开发的频段的兼容性。

根据国际电联(国际电信联盟,ITU)的规定,1979 年划分给陆地移动通信的主要频率范围如表 1.1 所示。

表 1.1 (ITU)陆地移动通信的主要频率范围(MHz)

29.7~47	47~50 (与广播共用)	54~68(与广播共用)
68~74.88	75.2~87	87~100(与广播共用)
138~144	148~149.9	150.05~156.7625
156.8375~174	174~223(与广播共用)	223~328.6
335.4~399.9	406.1~430(陆用为主)	440~470
470~960(与广播共用)	1427~1525	1668.4~1690
1700~2690	3500~4200	4400~5000

根据国际电联的分配规定,我国无线电管理委员会关于陆地移动通信使用频率的规定,将900MHz 频段中的 806~821MHz 和 851~866MHz 分配给集群移动通信;870~890MHz 与美国 AMPS 系统工作频段一致,分配给部队使用频率;大容量公用陆地移动通信系统频段为 890~915MHz 和 935~960MHz。为进一步发展公众陆地移动通信网,还要考虑到满足网络容量,1GHz 以下只有零散频段。因此未来移动通信系统的通信频段划分为 1710~2690 MHz,在世界范围内灵活运用,鼓励移动业务改革;1885~2025MHz 和2110~2200MHz 用于 IMT2000 系统和发展世界范围的移动通信。

卫星移动通信的频段划分主要为:137~138MHz、400.15~401MHz(均用于下行)和 148~149.9MHz(上行)用于小低轨道卫星移动业务;1610~1626.25MHz(上行)和 2483.5~2500MHz(下行)用于大低轨道卫星移动业务;1980~2010MHz(上行)和 2170~2200MHz (下行)用于第三移动通信的移动卫星通信业务。

1.2.3 移动通信系统的性能指标

移动通信系统作为一种实际应用系统,它的性能指标主要有以下几个方面:

(1) 移动电话话音质量和信噪比。移动电话网内的话音传输质量以接收机输出端音频频带内的信噪比 S/N 或者以信纳比 SINAD(信号+失真+噪声)/(失真+噪声)来表示,信噪比的大小反映的话音质量随移动业务种类和使用对象的不同而不同。

(2) 服务等级。在话务理论中,服务等级是用呼损率 B 表示的,定义为在一个正常运转的系统中,忙时呼叫被阻塞的概率。其决定于同时发出的呼叫数、总话务量、信道数量、系统设计

等。包括无线信道呼损和中继电路呼损。我国规定,无线信道呼损率应不大于5%,在话务密度高的地区等于2%;中继电路呼损率应更低。

(3) 呼叫中继概率。在一个小时内建立呼叫的 Q 次呼叫中,若有 N 次丢损, $(Q-N)$ 次完成,则中继概率为 N/Q 。它与系统设计、严重干扰、越区切换等有关。

(4) 通信概率。移动通信受系统服务区内地形不规则和无线信号传播衰落影响,覆盖面积不可能达到100%。有用信号和同频干扰对于一个确定覆盖点用户来说,都是概率地决定其通信质量的。通信概率是指移动用户在给定服务区域进行成功通话(达到规定的通话质量)的概率,它包括位置概率和时间概率。不同的系统在不同的地方对通信概率的要求是不同的。

1.2.4 几种典型的移动通信系统

自20世纪70年代末期到20世纪80年代初,一种将微处理机和移动通信技术相结合、以波道共用的蜂窝式移动通信系统在美国、日本和瑞典等国陆续投入使用。1983年,AMPS系统首次投入商用,极大地提高了频道的利用率,以有限的频率资源解决了大量用户的需求。这一系统可以全自动地接入公众电话网,代表了移动通信的新体制,被誉为移动通信史上的蜂窝革命。本节简单介绍几种常见的蜂窝移动通信系统。

1.2.4.1 模拟移动通信系统

模拟移动通信系统容量小,不能提供非话务业务,语音传输质量不高,保密性差,难以和综合业务数据网(ISDN)接口,而且设备不能实现小型化,制式不统一,但是它对我们了解移动通信系统的建立有很重要的作用,因此这里介绍几种常见的移动通信系统。

(1) AMPS高级移动电话系统(Advanced Mobile Phone System),美国贝尔实验室于1969年开始研究,1978年结束,1979年在芝加哥城组网试用,1983年投入使用。其工作频段为800MHz,频道间隔为30kHz,基站发射功率为45W。

(2) TACS全入网通信系统(Total Access Communication System),英国仿AMPS的一种系统,1982年底开始研究,1985年研制成功,当年10月英国的用户已达到3.2万,其使用频段为900MHz,频道间隔为25kHz,基站发射功率为50W。

(3) NMT北欧移动电话(Nordic Mobile Telephone),由丹麦、芬兰、挪威、瑞典于1970年开发,1981年研制成功并投入使用,是世界上第一个具有跨国漫游功能的蜂窝移动通信,其工作频段为450MHz,频道间隔为25kHz,基站发射功率25~50W。利用180个双向射频信道,容量很快被占满。1986年末引入新的系统NMT900,频道间隔为12.5kHz,有1200个双向射频信道。

(4) HCMTS高容量移动电话系统(High Capacity Mobile Telephone System),由日本电报电话公司于1979年开通的系统,工作频段采用800~900MHz,信道间隔25kHz,发射带宽仅为16kHz,相邻频道可在同一基站区和相邻基站区使用。

1.2.4.2 数字移动通信系统

自从1982年以来,人们开始制定数字蜂窝系统标准,开发实用系统,很快就得到了人们的认可,并在世界范围内使用。下面介绍几种常见的数字蜂窝式移动通信系统。

(1) GSM/DCS全球移动通信系统(Global System for Mobile Communication)。这是欧

洲国家为了创造一个统一的、完整的泛欧蜂窝移动通信系统,联合了欧洲二十多个国家的电信营运部门、研究所和生产厂家组成的标准委员会设计的。它从1982年开始提出,到1992年欧洲各大GSM900运营者开始商业服务,整整经历了10年时间。在欧洲、亚洲、非洲、大洋洲、拉丁美洲,已有104个国家和地区得到195个GSM运营执照,用户已达几千万。我国于1993年在浙江嘉兴开始建立GSM实验网。1995年中国电信开始在全国大规模建设GSM网,即G网。到1997年底,全国的31个省市自治区均开通了GSM网,用户人数超过1200万。GSM网的发展非常快,据资料统计,1985年世界使用蜂窝系统的用户约为53.3万,而到了1990年,用户已超过882万,约为1985年的15倍。当前,随着世界经济重心东移,亚太地区已成为世界上最大的电信设备与服务市场,中国更是第一大市场。据中国电信提供的数据表明,到1997年10月底,我国移动电话用户为1213.45万用户,2000年已达到4000万用户,而GSM网用户在2500万以上,年增长率为200%,居世界第一。GSM主要具有以下的特点:

- ① 具有开放的接口和通用的接口标准。
- ② 用户权利的保护和传输信息的加密。
- ③ 支持电信业务、承载业务和补充业务。
- ④ 具有跨国漫游能力。
- ⑤ 容量大。

(2) 北美ADC及CDMA数字移动通信系统。北美800MHz频段的模拟蜂窝移动通信系统已拥有全球一半的用户,但仍不能满足用户数量的继续增加,因此就开发了ADC系统。ADC系统采用和AMPS相同的频段,一个30kHz带宽的信道内分为6个时隙,一个语音信道占2个时隙,相当于3个数字语音信道,提高了频率的利用率,增大了系统的容量,同时ADC还可以与模拟通信系统兼容,实现双模式运行。它的缺点是不能与ISDN接口兼容。QUAL-COM的CDMA系统是美国提出的第二个数字移动通信标准,利用码分方法建立移动信道,提高系统容量,空间接口标准IS-95支持与AMPS模拟系统双模式工作。

(3) 日本PDC数字移动通信系统。日本无线系统的研究和开发中心(RCR)在1991年基本完成了PDC数字移动通信系统的标准,由于PDC在900MHz频段内使用了与原模拟系统完全不同的频谱区域,并在1.5GHz频段内不连续地取了两个频谱段,其总的频谱为 $2 \times 24\text{MHz}$,它不能与当前的模拟系统兼容。

1.3 移动通信的发展历程和发展方向

1.3.1 移动通信的发展历程

1899年11月,美国“圣保罗”号邮船在向东行驶时,收到了从150公里外的怀特岛发来的无线电报,莫尔斯电码的嘀嘀嗒嗒声像婴儿呱呱落地的第一声啼声,向世人宣告一个新生事物——移动通信诞生了。1900年1月23日,波罗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,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,开创了航空新领域。飞机更需要通信来保证飞行,于是移动通信这个20世纪的同龄人便相继在海、陆、空起步了。移动通信一百年的发展历程,大体经历了三个阶段:初期的军政机要移动通信阶段;进而发展至民