



面向

21世纪

高级应用型人才

中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专系列规划教材

移动通信技术

崔雁松 编著
张重阳 主审

西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

☐ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专系列规划教材

移动通信技术

崔雁松 编著

张重阳 主审

西安电子科技大学出版社

2005

内 容 简 介

本书主要介绍了现代移动通信领域中涵盖的各种技术,既包括已经成熟的移动通信技术,也包括最新研究出来,甚至是正在探讨中的各种新技术。主要内容包括:移动通信综述、GSM 数字蜂窝移动通信系统、CDMA 数字蜂窝移动通信、移动数据通信及第三代移动通信等。

全书在构建上遵循移动通信的发展历程,内容安排以基本概念和基本理论起始,以现代实际应用的几种典型移动通信系统为主体,以移动通信的最新发展和最新应用收尾。全书整体逻辑严谨,前后联系紧密,在论述上尽量避免了抽象的理论表述和复杂的公式推导,力求做到由浅入深、由易到难、深入浅出、言简意赅。

本书主要针对高职、高专院校相关专业的学生而编写,同时也适用于各种更高层次的非相关专业人员使用,亦可作为相关理论研究人员和工程技术人员的参考书。

☆ 本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信技术/崔雁松编著.

高职高专系列规划教材

—西安:西安电子科技大学出版社,2005.1

ISBN 7-5606-1469-8

I. 移… II. 崔… 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(2004)第 117181 号

策 划 马乐惠

责任编辑 杨宗周 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2005年1月第1版 2005年1月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 16.875

字 数 397千字

印 数 1~4 000册

定 价 18.00元

ISBN 7-5606-1469-8/TN·0287(课)

XDUP 1740001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

1999 年以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业技术教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业技术教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求,培养一批具有“双师素质”的中青年骨干教师;编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材;创建一批教学工作优秀学校、特色专业和实训基地。

为解决当前信息及机电类精品高职教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会分两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材二等奖。第二轮教材预计在 2004 年全部出齐。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一,是教学内容改革的重要基础。为此,有关高职院校都十分重视教材建设,组织教师积极参加教材编写,为高职教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,编写出一批高职教材的精品,为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李宗尧

IT 类专业系列高职高专教材编审专家委员会名单

主 任：高 林 （北京联合大学副校长，教授）

副主任：温希东 （深圳职业技术学院电子通信工程系主任，教授）

李卓玲 （沈阳电力高等专科学校信息工程系主任，教授）

李荣才 （西安电子科技大学出版社总编辑，教授）

计 算 机 组：组长：李卓玲(兼) （成员按姓氏笔画排列）

丁桂芝 （天津职业大学计算机工程系主任，教授）

王海春 （成都航空职业技术学院电子工程系副教授）

文益民 （湖南工业职业技术学院信息工程系主任，副教授）

朱乃立 （洛阳大学电子工程系主任，教授）

李 虹 （南京工业职业技术学院电气工程系副教授）

陈 晴 （武汉职业技术学院计算机科学系主任，副教授）

范剑波 （宁波高等专科学校电子技术工程系副主任，副教授）

陶 霖 （上海第二工业大学计算机学院教授）

徐人凤 （深圳职业技术学院计算机应用工程系副主任，高工）

章海鸥 （金陵科技学院计算机系副教授）

鲍有文 （北京联合大学信息学院副院长，副教授）

电子通信组：组长：温希东(兼) （成员按姓氏笔画排列）

马晓明 （深圳职业技术学院电子通信工程系副主任，副教授）

于 冰 （宁波高等专科学校电子技术工程系副教授）

孙建京 （北京联合大学教务长，教授）

苏家健 （上海第二工业大学电子电气工程学院副院长，高工）

狄建雄 （南京工业职业技术学院电气工程系主任，副教授）

陈 方 （湖南工业职业技术学院电气工程系主任，副教授）

李建月 （洛阳大学电子工程系副主任，副教授）

李 川 （沈阳电力高等专科学校自动控制系副教授）

林训超 （成都航空职业技术学院电子工程系主任，副教授）

姚建永 （武汉职业技术学院电子信息系主任，副教授）

韩伟忠 （金陵科技学院龙蟠学院院长，高工）

项目总策划：梁家新

项 目 策 划：马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电 子 教 案：马武装

前 言

近年来,移动通信技术的发展可谓日新月异,新标准、新技术的出现周期越来越短,因而,急需一批介绍现代移动通信新知识和新技术的教材,以培养适应现代化要求的通信技术人才。本书主要面向广大的在校师生及工程技术人员,介绍了正在应用和发展的移动通信新技术,使读者对现代移动通信领域中的关键技术、发展概貌及趋势有一个基本的了解。

本书共分5章。第1章移动通信综述,主要介绍移动通信的发展历程,移动通信的分类,移动通信系统的组成及特点和移动通信中的基本技术;第2章 GSM 数字蜂窝移动通信系统,主要介绍 GSM 的系统组成、主要业务、编号计划、接续和移动性管理以及体制的优缺点等;第3章 CDMA 数字蜂窝移动通信,主要介绍了码分多址的基本原理、扩频通信系统、CDMA 的系统规划、CDMA 的地址码和扩频码、CDMA 技术的优缺点和主要业务;第4章移动数据通信,主要介绍移动数据通信的基本概念、各种典型的承载技术(如 CDPD、MMS、GPRS、EDGE 等)以及两种典型的应用开发平台(SAT 和 WAP);第5章第三代移动通信,主要介绍 IMT-2000 组成、三大技术标准(WCDMA、CDMA 2000 和 TD-SCDMA)以及各种 3G 关键技术(高效率编译码技术、功率控制、多用户检测、多载波调制、智能天线、软件无线电等)。为了巩固所学知识,本书在每章后还附有若干思考与练习题。

本书在编写过程中得到了张乃栋工程师的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于移动通信技术发展非常迅猛,加上作者水平有限,书中难免存在错误和不当之处,敬请广大读者来函赐教,联系 E-mail: yansong.cui@126.com。

编 者

2004 年 11 月

目 录

第 1 章 移动通信综述	1	2.4 GSM 系统的编号	71
1.1 引言	1	2.5 GSM 的接续和移动性管理	75
1.2 移动通信的发展	1	2.5.1 呼叫处理	75
1.2.1 简史回顾	2	2.5.2 位置登记和删除	78
1.2.2 现状纵览	2	2.5.3 切换功能	82
1.2.3 趋势预测	3	2.5.4 漫游功能	86
1.3 移动通信的分类	4	2.6 GSM 的安全性管理	86
1.3.1 移动通信的服务区域	4	2.7 GSM 体制的特点	92
1.3.2 移动通信的传输方式	6	2.7.1 GSM 体制的优点	92
1.3.3 移动通信系统的分类	7	2.7.2 GSM 体制的缺陷	93
1.4 移动通信系统的组成及特点	12	思考与练习题	93
1.5 移动通信的频率分配	13	第 3 章 CDMA 数字蜂窝移动通信	95
1.5.1 频率资源简介	13	3.1 概述	95
1.5.2 频率分配现状及发展趋势	14	3.2 码分多址的基本原理	96
1.6 移动通信中的基本技术	15	3.3 扩频通信系统	96
1.6.1 电波传播	15	3.3.1 扩频通信的基本概念	96
1.6.2 编码与解码	20	3.3.2 扩频通信的理论基础	99
1.6.3 调制与解调	25	3.3.3 扩频通信的性能指标	100
1.6.4 多址技术	31	3.3.4 扩频通信的实现方法	101
1.6.5 抗噪声和干扰技术	35	3.4 CDMA 系统规划	115
1.6.6 自适应均衡技术	38	3.4.1 系统组成	115
1.6.7 交织技术	40	3.4.2 网络参考模型	115
1.6.8 分集技术	42	3.4.3 各级网络组织	116
思考与练习题	44	3.4.4 用户识别卡	117
第 2 章 GSM 数字蜂窝移动通信		3.4.5 编号计划	117
系统	46	3.5 CDMA 地址码和扩频码	118
2.1 概述	46	3.5.1 设计原则	118
2.2 GSM 系统组成	46	3.5.2 各种编码	120
2.2.1 GSM 系统结构	46	3.5.3 实际应用	124
2.2.2 GSM 系统主体部分	48	3.6 CDMA 技术的特点	126
2.2.3 GSM 系统的接口	54	3.6.1 CDMA 技术的优点	126
2.2.4 GSM 系统的信道	56	3.6.2 CDMA 技术实施中出现的	
2.2.5 GSM 系统的帧	59	问题	127
2.3 GSM 系统的业务	63	3.7 CDMA 提供的业务	127
2.3.1 主要承担业务	63	思考与练习题	129
2.3.2 业务接入方式	70		

第 4 章 移动数据通信	130	5.2 IMT-2000	193
4.1 概述	130	5.3 主要技术标准	198
4.2 主要的承载技术	138	5.3.1 WCDMA	198
4.2.1 蜂窝式数字分组数据(CDPD)	138	5.3.2 CDMA 2000	205
4.2.2 短信息业务(SMS)	143	5.3.3 TD-SCDMA	210
4.2.3 增强型短信业务(EMS)	147	5.3.4 三种主要技术标准的比较	216
4.2.4 多媒体短信业务(MMS)	149	5.4 关键技术	218
4.2.5 高速电路交换数据 业务(HSCSD)	159	5.4.1 高效率的编译码技术	218
4.2.6 通用分组无线业务(GPRS)	162	5.4.2 功率控制	219
4.2.7 GSM 演进的增强型数据 业务(EDGE)	171	5.4.3 多用户检测技术	222
4.3 主要应用开发平台	173	5.4.4 正交频分多路复用(OFDM)	225
4.3.1 SIM 卡应用工具箱(SAT)	175	5.4.5 多载波调制技术	232
4.3.2 无线应用协议(WAP)	182	5.4.6 智能天线	236
思考与练习题	190	5.4.7 切换技术	242
		5.4.8 软件无线电技术	248
		5.4.9 其他关键技术	259
		思考与练习题	259
第 5 章 第三代移动通信	191	参考文献	261
5.1 概述	191		

第 1 章 移动通信综述

1.1 引言

现代社会已步入信息时代，信息在经济发展、社会进步乃至人民生活等各个方面都起着日益重要的作用。人们对于信息的充裕性、及时性和便捷性的要求也越来越高。能够随时随地、方便而及时地获取所需要的信息是人们一直都在追求的梦想。电报、电话、广播、电视、人造卫星、国际互联网带领着人们一步步向这个梦想飞近，然而最终能够使人们美梦成真的却是移动通信。

移动通信指的是通信双方至少有一方处在运动状态中所进行的信息交换。移动体与固定点之间、移动体相互之间信息的交换都可以称为移动通信。其中移动体可以是人，也可以是车、船、飞机等处移动状态中的物体。

1.2 移动通信的发展

移动通信自产生以来便备受瞩目，它适应经济全球化的趋势和信息技术迅猛发展的需求，给人们的生活带来了翻天覆地的变化(图 1-1 所示为移动通信在城市公众通信网中的地位)。反过来，这一切变化又促进了移动通信技术的不断更新换代。

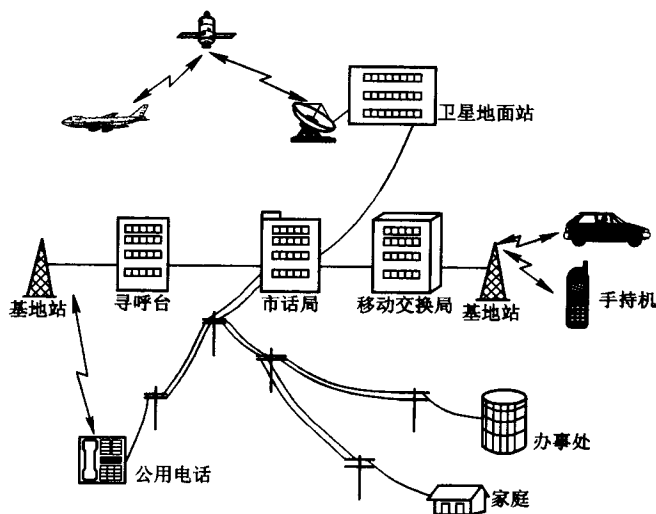


图 1-1 公众通信网

1.2.1 简史回顾

可以说从无线电通信发明之日移动通信就产生了。1897年, M. G. 马可尼完成的无线通信试验就是在固定站与一艘拖船之间进行的, 距离为18海里。

现代移动通信技术的发展历史可以追溯到20世纪20年代, 到目前为止, 大致经历了以下五个发展阶段:

第一阶段从20世纪20年代至40年代, 为现代移动通信的起步阶段。在此期间, 主要完成了通信实验和电波传播试验工作, 在短波频段(3~30 MHz)上实现了小容量专用移动通信系统, 其代表是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。这种系统话音质量差, 自动化程度低, 仅限于专用, 不能与公众网相连。

第二阶段是从20世纪40年代中期至60年代初期。在此期间, 各种公用移动通信系统相继建立。首先是1946年, 美国贝尔系统在圣路易斯城建立的称为“城市系统”的公用汽车电话网, 这是世界上第一个公用移动通信系统。继而, 西德、法国、英国等国也陆续研制出了公用移动电话系统。这一阶段的特点是开始从专用移动网向公用移动网过渡, 自动化程度有所提高。

第三阶段是从20世纪60年代中期至70年代中期。这一阶段是移动通信系统改进和完善的阶段。在此期间, 各国陆续推出了改进的移动通信系统, 其代表是美国的改进型移动电话系统——IMTS。这一阶段的特点是使用了新频段, 采用大区制, 实现了系统的中小容量, 自动化程度进一步提高。

第四阶段是从20世纪70年代中期至80年代初期。在此期间, 由于微电子技术及计算机技术的长足发展和移动用户数量的急剧增加, 促使移动通信得到了蓬勃发展。首先是美国贝尔实验室研制成功了基于频分多址(FDMA)的先进移动电话系统——AMPS, 这是世界上第一个模拟蜂窝移动通信系统, 从而建立了蜂窝网(小区制)理论。继而, 各种体制的蜂窝式公用移动通信网不断被推出并逐渐得到广泛的应用。其他典型的系统包括日本的汽车电话系统——HAMTS和英国的全地址通信系统——TACS。这一阶段的特点是用户量增加, 业务范围扩大, 出现了多种新体制, 而且开发出了新频段, 频率资源得到了有效利用。

第五阶段是从20世纪80年代中期到现在。这是数字移动通信发展和成熟的时期。在此期间, 用户数量急剧增加, 频率资源相对紧缺, 第一代模拟蜂窝移动通信系统的缺陷日益暴露出来。针对这些问题, 新一代的数字蜂窝移动通信系统被开发出来并得以广泛应用。事实上, 早在20世纪70年代末期, 当模拟蜂窝系统还处于开发阶段之时, 一些发达国家就已着手数字蜂窝移动通信系统的研究。最典型的数字蜂窝移动通信系统是欧洲基于时分多址(TDMA)技术的全球通移动通信系统——GSM。另外还有北美的DAMPS(IS-54)和日本的PDC等。这一阶段的特点是用户数量急剧增加, 频率资源日益紧缺, 新体制、新技术、新业务层出不穷。

1.2.2 现状纵览

基于TDMA技术的GSM、DAMPS和PDC系统都属于第二代数字蜂窝移动通信系统(2G)。

在2G发展期间, 一方面, 移动通信用户数目突飞猛进, 通信产业日益成为各国经济

发展的支柱。另一方面,2G 移动通信系统及相应的移动通信技术面临诸多问题,比如:网络利用空间日益狭小;收益增幅减缓;话音业务和低速数据业务不能满足用户需求,急需开发各种新型业务来吸引用户;网络漫游只限于国内及部分区域等。

针对以上问题,窄带码分多址(CDMA)蜂窝移动通信系统日益成为关注的焦点。事实上,当数字蜂窝网刚刚进入实用阶段之时,美国 Qualcomm 公司就已推出了新的移动通信系统——CDMA。CDMA 系统采用了扩频通信技术,大幅度地提高了频率利用率,具有容量大、覆盖范围广、手机功耗小、话音质量高的突出优点,将移动通信技术推向新的发展阶段,被人们称之为第三代移动通信系统——3G。

目前,由于 2G 应用的广泛性以及 2G 与 3G 技术上的差异,3G 系统还未能真正的实现。因而,一些过渡性的体制和技术被不断推出,如美国的窄带 CDMA 系统——IS-95。

另外,高速移动数据业务日益呈现出强劲态势,成为仅次于话音业务的另一焦点。在移动数据业务领域中,多媒体信息服务(MMS)、通用分组无线业务(GPRS)和无线应用协议(WAP)等新技术正在大力推广之中。

此外,不断推出并已实用的移动通信系统还有移动卫星通信系统、同温层通信系统和无线用户环路等。移动通信呈现出多样化的趋势。

1.2.3 趋势预测

目前,第三代移动通信(3G)的各种标准和规范已达成协议,并且正处于商用化的前夕,它将解决目前存在的频率短缺问题,能够提供话音、数据、视频等多媒体业务,能真正实现全球漫游。但 3G 系统尚有很多需要改进的地方,如 3G 缺乏全球统一标准;3G 所采用的话音交换架构仍承袭了第二代(2G)的电路交换,而不是纯 IP 方式;流媒体(视频)的应用不尽如人意;数据传输速率也只接近于普通拨号接入的水平,更赶不上 xDSL 等。所以,在 3G 还没有完全铺开,距离完全实用化还有一段时间的时候,已经有不少国家开始了对下一代移动通信系统(4G)的研究。

国际电信联盟(ITU)早在 1999 年 9 月把“第三代之后”的移动通信系统下的标准化问题提上了日程,在 ITU-R 的工作计划中列入了“IMT-2000 及其以后的系统”,ITU 有关 4G 的提法是 Beyond IMT-2000(3G),并提议各会员国于 2010 年实现 4G 的商用。但到现在 4G 也仅是一个基本的框架而已,定义并不明晰。

目前对第四代移动通信系统主要有以下几方面的描述:

- (1) 建立在新的频段(比如 5~8 GHz 乃至更高)上的无线通信系统;
- (2) 基于分组数据的高速率传输(10 Mb/s 以上);
- (3) 真正的“全球一统”(包括卫星部分)系统;
- (4) 基于全新网络体制的系统,或者说其无线部分将是对新网络(智能的、支持多业务的、可进行移动管理)的“无线接入”;
- (5) 不再是单纯的(传统意义上)的“通信”系统,而是融合了数字通信、数字音/视频接收和因特网接入的崭新的系统。

在 4G 之后,个人通信系统将成为未来移动通信系统的大趋势。“个人通信系统”的概念在 20 世纪 80 年代后期就已出现,当时便引起了世界范围内的巨大兴趣。个人通信系统是一个要求任何人能在任何时间、任何地点与任何人进行各种业务通信的通信系统。这里

指的个人通信是既能提供终端移动性,又能提供个人移动性的通信方式。终端移动性指用户携带终端连续移动时也能进行通信,个人移动性指用户能在网中任何地理位置上根据他的通信要求选择或配置任一移动的或固定的终端进行通信。可见个人通信的实现将使人类彻底摆脱现有通信网的束缚,达到无约束自由通信的最高境界。

总之,当今世界电信的发展体现出四大趋势,即无线、多媒体、宽带和 IP(因特网电话)。最终,上述技术会融合在一起,形成宽带多媒体移动电话系统。

1.3 移动通信的分类

在移动通信中有多种分类方法:

- (1) 按信号形式,通信网络可分为模拟网和数字网;
- (2) 按服务范围,通信网络可分为专用网和公用网;
- (3) 按区域规划,通信系统可分为大区制和小区制;
- (4) 按数据传输方式可分为单工、双工和半双工;
- (5) 按移动台的使用形式可分为便携式、手提式和车载式;
- (6) 按多址方式可分为频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA);
- (7) 按实际应用可分为无线寻呼系统、蜂窝移动通信系统、无绳电话系统、集群移动通信系统和移动卫星通信系统等。

1.3.1 移动通信的服务区域

在公用移动通信系统中,大部分服务区是宽阔的面状区域,根据服务区域的规划及用户数目的不同可分为大区制和小区制两种制式。

1. 大区制

大区制概念的提出早于小区制,主要为早期的通信系统所采用,满足了当时系统中小容量的需求。

大区制是指把一个通信服务区域仅规划为一个或少数几个无线覆盖区,简称无线区。所谓无线区是指当基站采用全向天线时,在无障碍物的开阔地,以通信距离为半径所形成的圆形覆盖区。每个无线区的半径在 25~45 km 左右,用户容量为几十至数百个。每个无线区仅为一个基站所覆盖,基站基本上是相互独立的。

大区制的特点是:网络结构简单、设备少、成本低,可借助市话交换局设备,如图 1-2 所示。为了保证大的区域覆盖范围,基站天线架设很高,可达几十米至百余米;基站天线发射功率也很大,一般为 50~200 W。

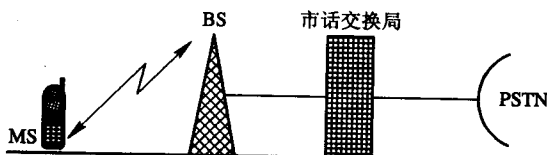


图 1-2 借助市话交换局的大区制移动通信示意图

大区制的缺点是：由于一个基站所能提供的信道数有限，因而系统容量不高，不能满足用户数目日益增加的需要，这是由制式本身决定的，无法克服。移动台的天线低，发射功率受限，在大的覆盖区内，上行链路(由移动台到基站)的通信就无法保证了，为此，常采用分集接收技术。即在服务区内设置若干个分集接收点 R_d 与基站相连(如图 1-3 所示)，以保证上行链路的通信质量。

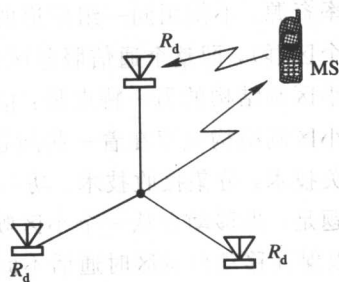


图 1-3 采用分集接收台的示意图

大区制只适合于在中小城市或专用移动网等业务量不大的情况下使用。

为了适应大城市或更大区域的服务要求，必须采用小区制组网方式，以在有限的频谱条件下，达到扩大容量的目的。

2. 小区制

根据服务区域的形状不同，小区制又可分为带状区和面状区(蜂窝网)等。面状区的蜂窝网结构又可分为宏蜂窝结构、微蜂窝结构以及智能蜂窝结构三种。

小区制是指把一个通信服务区域分为若干个小无线覆盖区，每个小区的半径在 2~20 km 左右，用户容量可达上千个。每个小区设置一个基站，负责本区移动台的联系和控制，各个基站通过移动业务交换中心相互联系，并与市话局连接。每个小区只需提供较少的几个无线电信道(一个信道组)就可满足通信的要求，邻近的小区使用不同的信道组。

小区中的基站天线采用全向天线，在理想情况下，它覆盖的面积可视为一个以基站为中心，以最大可通信距离为半径的圆。为了不留空隙地覆盖整个面状服务区，各个圆形覆盖区之间一定存在很多重叠区。通过理论分析，通信系统现在大都采用与圆形较接近的正六边形作为小区的形状结构，因为这种结构既避免了相邻覆盖区间的重叠，又不会产生空隙，区域衔接更紧密，产生的相互干扰更小。又由于该结构看上去像是蜂窝，所以称其为“蜂窝式移动通信”。蜂窝结构示意图如图 1-4 所示。

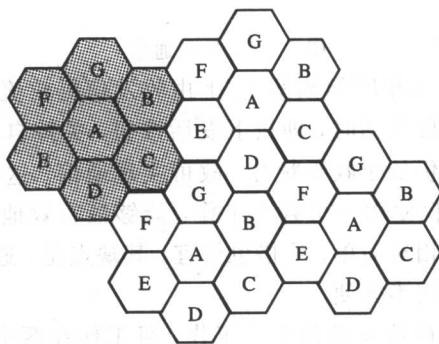


图 1-4 蜂窝结构示意图

小区制结构的最大特点是：采用信道复用技术，大大缓解了频率资源紧缺的问题，提高了频率利用率，增加了用户数目和系统容量。所谓信道复用技术指的是：相邻小区不使用相同的信道组，但相隔几个小区间隔的不相邻小区可以重复使用同一组信道，以充分利

用频率资源。不使用同一组信道的若干个相邻小区就组成了一个区群(图中的阴影区域即为一个区群),即整个通信服务区也可看成是由若干个区群构成的。

小区制结构的另一特点是:信道距离缩短,发射机功率降低,于是互调干扰亦减小。

小区制结构也存在着一些问题:由于信道复用,可能产生同信道干扰,这就涉及到一些相关技术:分集接收技术、功率控制技术、小区半径最优化技术等。信道复用带来的另一问题是:当移动台从一个小区驶入另一个无线区时,即越区过程中必须进行信道自动切换,以保证移动台越区时通话不间断,这又涉及到了越区切换技术。为此,还要及时掌握移动台动态位置——位置登记技术。另外,为进一步提高信道的利用率和通信的质量,可以采用码分多址(CDMA)方式和信道动态分配方法等。

1.3.2 移动通信的传输方式

移动通信的传输方式分单向传输(广播式)和双向传输(应答式)两种。单向传输是指信息的流动方向始终向一个方向,它只适用于无线寻呼系统。双向传输有单工、双工和半双工三种工作方式,能够应用于更多的移动通信系统。

1. 单工通信

所谓单工通信是指通信双方交替进行收信和发信的通信方式,发送时不接收,接收时不发送。单工通信常用于点到点的通信,如图 1-5 所示。根据收发频率的异同,单工通信可分为同频单工和异频单工。

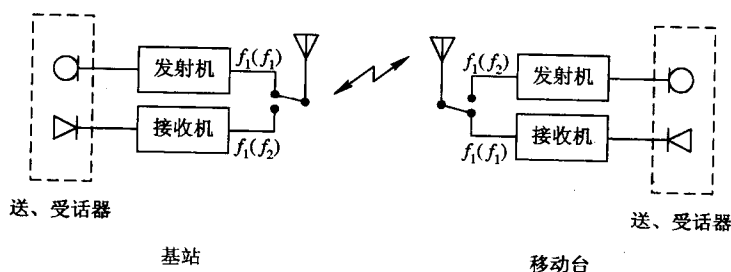


图 1-5 单工通信

同频单工是指通信双方在相同的频率 f_1 上由收发信机轮流工作。平时双方的接收机均处于收听状态,当某方需要发话时,即按下发话按钮,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收听状态,故可实现通信。这种操作通常称为“按一讲”方式。同频单工的优点是:仅使用一个频率工作,能够最有效地使用频率资源;由于是收发信机间断工作,线路设计相对简单,价格也便宜。其缺点是:通信双方要轮流说话,即对方讲完后我方才能讲话,使用不方便。

异频单工是指通信双方的收发信机轮流工作,且工作在两个不同的频率 f_1 和 f_2 上。例如基站以 f_1 发射,移动台以 f_1 接收,而移动台以 f_2 发射,基站以 f_2 接收。异频单工只是在有中转台的无线电通信系统中才使用。

2. 双工通信

所谓双工通信是指通信双方可同时向对方传输信息的通信方式,即发送和接收可同时进行,故亦称全双工通信。如图 1-6 所示,基站的发射机和接收机分别使用一副天线,而

移动台通过双工器共用一副天线。

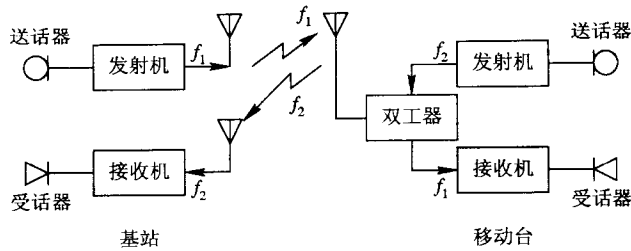


图 1-6 双工通信

双工通信的特点是：同普通有线电话很相似，使用方便。其缺点是：在使用过程中，不管是否发话，发射机总是工作的，故电能消耗很大，这对以电池为能源的移动台是很不利的。针对此问题的解决办法是：要求移动台接收机始终保持在工作状态，而令发射机仅在发话时才工作。这样构成的系统称为准双工系统，也可以和双工系统兼容。这种准双工系统目前在移动通信系统中获得了广泛的应用。

3. 半双工通信

半双工通信是介于单工通信和全双工通信之间的一种通信方式，如图 1-7 所示。其中，移动台的工作情况与单工通信时相似：采用“按一讲”方式，即按下按讲开关，发射机才工作，而接收机总是在工作。基站的工作情况与全双工通信时相似，只是可以采用双工器，使收发信机共用一副天线。

半双工通信的特点是：设备简单，功耗小，克服了单工通信断断续续的现象，但操作仍不太方便。所以半双工方式主要用于专业移动通信系统中，如汽车调度等。

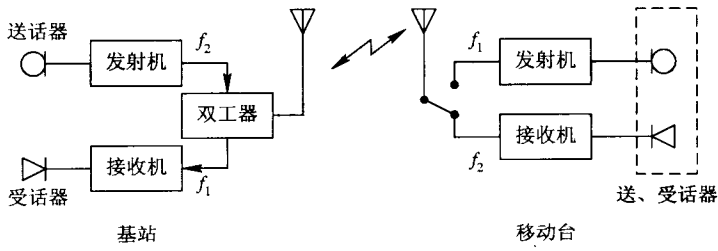


图 1-7 半双工通信

1.3.3 移动通信系统的分类

移动通信系统按照使用要求和工作场合的不同，可以分为以下几类：

1. 无线寻呼系统

据 CCIR 的建议，无线寻呼系统可定义为一种非语言单向告警个人选择呼叫系统。即通过此系统，通信的一方借助于市话电话机能够向特定的寻呼接收机持有者传递一些简单的个人信息。在无线寻呼系统中应用的寻呼接收机称为袖珍铃，俗称“BB 机”。当接收到信息时，袖珍铃以告警的形式通知其持有者。告警方式包括声音、视觉、振动或是这几种方式的结合。每个袖珍机都有其特定的“地址编码”，只有真正发送给它的信息，持有者才能

接收到；同样，只有知道了特定的“地址编码”，才能向特定的袖珍机发送信息。

无线寻呼系统按其服务范围可分专用和公用两种。图 1 - 8 中所示为一种典型的公用无线寻呼系统的网络结构。

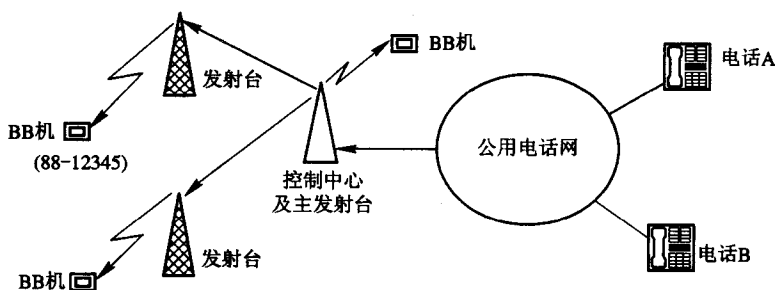


图 1 - 8 无线寻呼系统网络结构

下面举例说明无线寻呼系统的工作过程：某用户现要向号码为 88 - 12345 的袖珍机持有者发送信息。他使用固定电话 A 拨打了此号码，通过公用电话网联系到无线寻呼控制中心(88 分局)，该中心将以人工或自动的方式(这取决于用户的选择)将该用户的号码及要传递的信息记录下来，并进行编码，然后通过发射台发送出去，其他的发射台及该分局内的所有袖珍机都可能收到此信息编码，但只有号码为 12345 的袖珍机经过解码后，认定与自己的地址相符，则该袖珍机会以其持有者设定的方式发出告警。获知告警的持有者可以在袖珍机的屏幕上查看到相关信息，如有必要，也可使用就近的电话机与主呼用户通话联系。

无线寻呼系统的特点是系统结构简单，寻呼机价廉、小巧、携带方便。用户可获得除了个人信息以外的一些公共信息，如新闻、股票信息等，是价格最低、使用方便且有效的数据通信手段。

但无线寻呼系统是一种单向的通信系统，通信缺乏直接对话的相互性。袖珍机从数字显示机发展到汉字显示机，曾经在移动通信史上发挥过重要作用，但现在已经用得越来越少了。

2. 集群移动通信系统

集群移动通信系统也称大区制移动通信系统。CCIR 最初称之为 Trunking System(中继系统)，为了避免与无线中继系统混淆，后又改称集群系统。

集群系统是一种高级移动调度系统，是指挥调度最重要和最有效的通信方式之一，代表着专用移动通信网的发展方向。CCIR 对它的定义为“系统所具有的全部可用信道可为系统的全体用户共用”。即系统内的任一用户想要和系统内另一用户通话，只要有空闲信道，就可以在中心控制台的控制下，利用空闲信道沟通联络，进行通话。从某种意义上讲，集群通话系统是一个自动共享若干个信道的多信道中继(转发)通信系统。它与普通多信道共用的通信系统并无本质的区别，只是更适用于对指挥调度功能要求较高的专门部门或企事业单位。其特点是：资源共享、费用分担、服务优良、效率高、造价低。

按照控制方式，集群移动通信系统可分为集中式控制和分布式控制两种，但是两种方式的基本系统组成都是一样的。根据系统规模及用户数量，又可分单区和多区两种。多区系统只是若干个单区系统的叠加。图 1 - 9 中所示为集中式控制方式的单区系统。

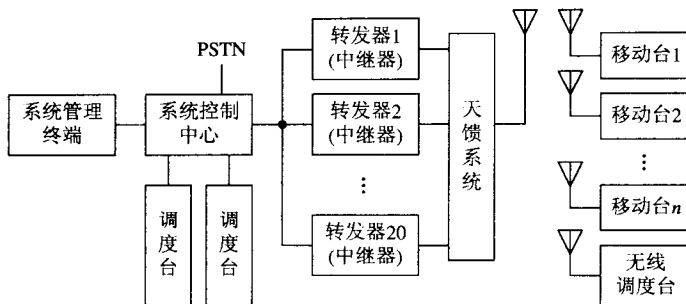


图 1-9 集中式控制方式的单区系统

典型的数字集群移动通信系统有欧洲电信标准协会(ETSI)推出的 TETRA 和 Motorola 公司的 iDEN 等。

3. 陆地蜂窝移动通信系统

陆地蜂窝移动通信系统也称小区制移动通信系统，在移动通信中处于统治地位，是目前应用最广泛、用户数量最多、与人们生活最紧密的移动通信系统。本书内容将以介绍陆地蜂窝移动通信为主。

陆地蜂窝移动通信系统的特点是把整个大范围的无线服务区划分成许多小区，每个小区设置一个基站，负责本小区各个移动台的联络与控制，各个基站通过移动业务交换中心相互联系，并与市话局连接。陆地蜂窝移动通信系统利用超短波电波传播距离有限的特性及蜂窝状结构，可有效实现信道复用，在提高频率利用率的同时，可保证通信的质量。陆地蜂窝移动通信系统的网络结构图如图 1-10 所示。

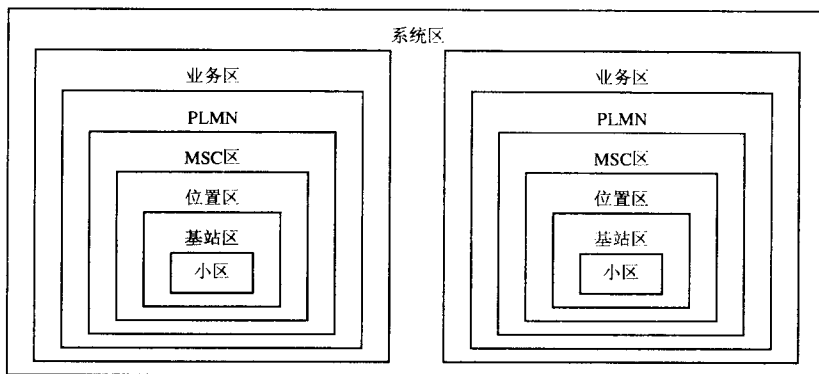


图 1-10 陆地蜂窝移动通信系统网络结构

小区是采用基站识别码(BSIC)或全球小区识别码(CGIC)进行标识的无线覆盖区域。在采用全向天线结构的模拟网中，小区即为基站区；在采用 120° 角天线结构的 GSM 数字蜂窝移动网中，小区是每个 120° 角的天线所覆盖的正六边形区域的三分之一。

基站区指的是一个基站所覆盖的区域。一个基站区可包含一个或多个小区，故不是所有的小区都设有一个专有的基站，但必须为一个特定的基站所覆盖。

位置区指的是一个移动台可以自动移动而不必重新“登记”其位置(位置更新)的区域，一个位置区由一个或若干个小区(或基站区)组成。要想向一个位置区中的某个移动台发出