



新一代高职教育信息通信规划教材

# 移动通信技术

YIDONG TONGXIN JISHU

李蔷薇 主编



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

新一代高职教育信息通信规划教材

# 移动通信技术

李蔷薇 主编

北京邮电大学出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书是面向高职、高专通信类专业的教材,在编写上力求深入浅出、图文并茂且理论联系实际,没有繁琐的理论推导,注重结论的理解与应用。与普通高校其他移动通信原理类教材相比,增加了介绍移动通信设备及其维护的内容。

全书分为3个部分,共9章。第1部分包括第1章至第5章,主要阐述移动通信的基本原理,包括移动通信的特点、工作方式、分类、系统组成和频段使用;无线电波传播特性、移动信道特征、场强的估算和无线链路的预算;干扰和噪声产生的原因及分类,克服干扰和噪声的方法;数字移动通信的相关技术——调制技术、多址接入技术、话音编码技术、信道编码技术、交织技术和抗干扰技术;移动通信的网络体制、服务区划分、信道配置、网络结构。第2部分包括第6章至第8章,介绍几种典型的数字移动通信系统的原理,包括GSM系统的组成、编号、空中接口原理、移动性管理和呼叫控制;CDMA系统中的关键技术——扩频技术、功率控制技术、RAKE接收技术、软切换技术;还介绍了3种宽带CDMA的无线传输技术。第3部分包括第9章,主要介绍常用移动通信设备的原理和使用,介绍了爱立信数字基站BRS2000的原理和维护;天线的基本原理、性能参数,以及常用天线的选用原则;直放站的作用、分类及性能参数,不同类型直放站的使用场合;手机的工作原理及常用型号手机的维修。

本书还可作为从事移动通信工作的工程师、工程管理人员、网络运营人员、规划设计人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

移动通信技术/李蔷薇主编. —北京:北京邮电大学出版社,2005

ISBN 7-5635-0873-2

I. 移... II. 李... III. 移动通信—通信技术 IV. TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第046840号

---

出 版 者 : 北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路10号) 邮编:100876

发行部电话:(010)62282185 62283578(传真)

电子信箱: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京忠信诚胶印厂

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张: 19.25

字 数: 473千字

印 数: 3001—6000册

版 次: 2005年8月第1版 2006年10月第2次印刷

---

ISBN 7-5635-0873-2 / TN·368

定价: 28.00元

·如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系·

# 新一代高职教育信息通信规划教材 编委会

主任：肖传统

副主任：张孝强 张干生 严潮斌

委员：(以姓氏笔画为序)

王立平 王巧明 王晓军 王颖 宁帆

刘翠霞 李飞 李文海 苏开荣 吴正书

李转年 迟学芬 吴瑞萍 张一鸣 张敏华

张献居 张新璞 杨泉 顾生华 孟祥真

徐淳宁 曹晓川 蒋青泉 傅德月

秘书：王琴秋

# 前 言

目前,移动通信技术飞速发展,社会上对各类移动通信人才的需求不断增加。根据高等教育高职、高专的培养目标,我们编写了这本面向通信类高校学生的教材。在编写过程中,力求做到以下几点:

(1) 着重阐述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) 紧跟移动通信发展步伐,着重介绍了 CDMA 系统。

(3) 根据高职、高专学生的特点,在第 9 章中介绍了常用移动设备的原理和维护。

全书共分为 9 章。第 1 章介绍移动通信的基本概念、主要特点、工作方式、分类和系统组成,使学生对移动通信系统有一个整体的认识;第 2 章介绍无线电波的传播特性和传播模型、场强的估算,为从事无线工程设计打下基础;第 3 章介绍移动通信系统的干扰和噪声及避免干扰的方法;第 4 章介绍数字移动通信的相关技术,包括调制技术、多址技术、语音编码技术、信道编码技术和抗干扰技术,为后面介绍各类数字移动通信系统打下基础;第 5 章介绍移动通信的组网技术,包括网络体制、服务区划分、信道配置、网络结构和信令;第 6 章介绍 TDMA 数字移动通信系统——GSM 系统,包括 GSM 的系统结构和网络结构、空中接口原理、系统控制和管理,还增加了有关 GPRS 的内容;第 7 章介绍 CDMA 数字移动通信系统,首先介绍了基于 IS-95 的窄带 CDMA 系统,其次分别介绍了三种宽带 CDMA 系统——WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA;第 8 章介绍了其他移动通信系统,包括寻呼系统、集群系统、无绳电话系统、卫星移动通信系统;第 9 章介绍常用的移动通信设备,包括广泛使用的爱立信数字基站的原理和维护、天馈线系统、直放站和移动台。第 1、2、3、4、5 章是移动通信系统的基本原理;第 6、7、8 章是几种典型的移动通信系统;第 9 章是常用移动通信设备。

本书第 1、3、8 章由王彬编写,第 2、6 章由王俊编写,第 4、5 章由沈乐编写,第 7、9 章由李蔷薇编写,全书由李蔷薇统稿。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2005 年 3 月

# 目 录

## 第1章 概述

1.1 移动通信的基本概念和主要特点	1
1.1.1 移动通信的概念	1
1.1.2 移动通信的主要特点	1
1.2 移动通信的工作方式	1
1.2.1 单工制	2
1.2.2 半双工制	3
1.2.3 双工制	3
1.3 移动通信的分类	4
1.3.1 按设备的使用环境分类	4
1.3.2 按服务对象分类	4
1.3.3 移动通信系统的分类	4
1.4 移动通信的系统组成	5
1.4.1 公众蜂窝数字移动通信系统	6
1.4.2 其他移动通信系统	6
1.5 移动通信系统频段的使用	8
1.6 移动通信的发展历程及趋势	9
1.6.1 移动通信的发展历程	9
1.6.2 移动通信的发展趋势	10
1.6.3 我国移动通信的发展状况	12
本章小结	15
习题	15

## 第2章 移动通信的电波传播

2.1 引言	16
2.2 移动通信电波传播特性	18
2.2.1 电波传播的方式	18
2.2.2 电波衰落	19
2.3 陆地信道的场强计算	23
2.3.1 地形、地物分类	24
2.3.2 平滑地形电波传播特性及场强中值的计算	25
2.3.3 各种不规则地形、地物的传播特性及计算	29
2.3.4 场强中值的计算	33

2.3.5 建筑物穿透衰减的预测	34
2.4 无线链路计算	34
本章小结	41
习题	41

## 第3章 干扰和噪声

3.1 概述	42
3.2 噪声	42
3.3 邻道干扰和同频干扰	43
3.3.1 邻道干扰	43
3.3.2 同频干扰	47
3.4 互调干扰	50
3.4.1 互调干扰的基本概念	50
3.4.2 发信机互调干扰	54
3.4.3 接收机互调干扰	58
3.5 远近效应	59
本章小结	59
习题	60

## 第4章 数字移动通信的基本技术

4.1 数字调制解调的基本方式	61
4.1.1 数字传输的基本理论	61
4.1.2 振幅与角度调制方法	64
4.1.3 最小频移键控	65
4.1.4 数字相位调制技术	67
4.1.5 正交振幅调制技术	71
4.2 多址接入技术	72
4.2.1 频分多址	72
4.2.2 时分多址	73
4.2.3 码分多址	73
4.3 移动通信系统的语音编码技术	75
4.4 信道编码和交织技术	80
4.4.1 概述	80
4.4.2 线性编码技术	82
4.4.3 卷积编码技术	84
4.4.4 交织编码技术	85

4.5 抗衰落抗干扰技术·····	86	6.3 GSM系统的控制与管理·····	160
4.5.1 分集技术·····	86	6.3.1 GSM系统的安全性管理·····	160
4.5.2 跳频技术·····	91	6.3.2 GSM的移动性管理·····	162
4.5.3 自适应均衡技术及其应用·····	92	6.3.3 呼叫流程举例·····	165
本章小结·····	96	6.4 通用分组无线业务技术·····	166
习题·····	96	6.4.1 概述·····	166
<b>第5章 移动通信网组建技术</b>		6.4.2 GPRS的主要特点·····	167
5.1 移动通信网结构·····	97	6.4.3 GPRS的业务·····	168
5.1.1 移动通信网的组成·····	97	6.4.4 GPRS业务的具体应用·····	169
5.1.2 移动通信网的功能·····	99	6.4.5 GPRS的优势及存在问题·····	171
5.2 区域覆盖和小区设计·····	101	6.4.6 GPRS标准和业务的发展·····	172
5.2.1 服务区的体制·····	101	6.4.7 GPRS的网络结构·····	174
5.2.2 小区设计·····	103	6.4.8 移动性管理功能·····	178
5.3 频率的有效利用与信道配置·····	108	6.4.9 GPRS无线网络结构·····	182
5.3.1 移动通信中的频率利用·····	109	6.4.10 GPRS系统的组网·····	183
5.3.2 信道的配置·····	110	6.4.11 GPRS无线组网·····	184
5.3.3 频率利用率·····	111	6.4.12 GPRS骨干网组网·····	184
5.3.4 GSM数字移动通信的频率配置·····	112	本章小结·····	185
5.4 信令·····	113	习题·····	185
5.4.1 接入信令·····	113	<b>第7章 码分多址移动通信系统</b>	
5.4.2 网络信令·····	117	7.1 码分多址通信原理·····	186
5.4.3 信令应用·····	118	7.1.1 扩频通信系统·····	186
5.5 越区切换和位置管理·····	120	7.1.2 CDMA蜂窝网的关键技术·····	195
5.5.1 越区切换·····	120	7.1.3 码分系统的容量·····	203
5.5.2 位置管理·····	122	7.1.4 IS-95标准·····	204
本章小结·····	125	7.1.5 无线信道·····	205
习题·····	125	7.2 宽带CDMA蜂窝移动通信简介·····	210
<b>第6章 GSM数字移动通信系统</b>		7.2.1 概述·····	210
6.1 GSM系统概述·····	126	7.2.2 主要标准·····	211
6.1.1 GSM系统发展过程·····	126	7.2.3 WCDMA技术·····	218
6.1.2 GSM系统的技术特点·····	127	7.2.4 CDMA 2000技术·····	234
6.1.3 GSM系统的主要技术参数·····	128	7.2.5 TD-SCDMA技术·····	242
6.1.4 GSM的系统结构·····	128	本章小结·····	247
6.1.5 GSM网络的主要接口协议·····	134	习题·····	247
6.1.6 GSM系统的网络结构·····	138	<b>第8章 其他移动通信系统</b>	
6.1.7 GSM的编号计划·····	140	8.1 寻呼系统·····	248
6.1.8 GSM系统的业务功能·····	142	8.2 集群系统·····	249
6.2 GSM系统的无线接口·····	146	8.2.1 集群移动通信系统的概念·····	249
6.2.1 无线数字传输的特征·····	146	8.2.2 移动通信网的组网方式·····	250
6.2.2 信号的处理·····	150	8.3 小灵通无线市话系统·····	251
6.2.3 信道类型·····	156	8.4 卫星移动通信系统·····	253

---

本章小结·····	255	9.2.3 天线类型·····	272
习题·····	256	9.2.4 天线的选择方法·····	274
<b>第9章 移动通信设备</b>		9.3 直放站·····	275
9.1 基站系统·····	257	9.3.1 直放站概述·····	275
9.1.1 基站系统概述·····	257	9.3.2 直放站的主要性能指标·····	278
9.1.2 BSC/TRC的功能与实现·····	257	9.4 数字蜂窝系统移动台·····	281
9.1.3 无线基站RBS·····	260	9.4.1 GSM数字蜂窝系统移动台·····	281
9.1.4 基站的维护·····	264	9.4.2 CDMA移动台·····	291
9.1.5 移动通信基站的防雷·····	265	本章小结·····	294
9.2 天馈线系统·····	267	习题·····	295
9.2.1 天线的基本概念·····	267	<b>参考文献</b> ·····	296
9.2.2 天线的性能参数·····	268		



## 1.1 移动通信的基本概念和主要特点

### 1.1.1 移动通信的概念

移动通信是指通信的双方,至少有一方是在移动中进行的通信。例如,固定点与移动体(车辆、船舶、飞机)之间、移动体与移动体之间、活动的人与人之间以及人与移动体之间的通信,都属于移动通信的范畴。按照移动体所处的区域不同,移动通信可以分为陆地移动通信、海上移动通信和空中移动通信。而目前使用的移动通信系统有航空(航天)移动通信系统、航海移动通信系统、陆地移动通信系统和国际卫星移动通信系统(INMARSAT)。其中陆地移动通信系统又包括无线寻呼系统、无绳电话系统、集群移动通信系统和蜂窝移动通信系统。

### 1.1.2 移动通信的主要特点

将移动通信与固定物体之间的通信进行比较,具有一系列的特点,主要是:(1)移动性。要保持物体在移动状态中的通信,那么它必须是无线通信,或无线通信与有线通信的结合。(2)电波传播条件复杂。因移动体可能在各种环境中运动,电磁波在传播时会产生反射、折射、绕射、多普勒效应等现象,从而产生多径干扰、信号传播延迟和展宽等效应。(3)噪声和干扰严重。例如,在城市环境中的汽车火花噪声、各种工业噪声,移动用户之间的互调干扰、邻道干扰、同频干扰等。(4)系统和网络结构复杂。移动通信是一个多用户通信系统和网络,必须使用户之间互不干扰,能协调一致地工作。此外,移动通信系统还应与市话网、卫星通信网、数据网等互联,整个网络结构是很复杂的。(5)要求频带利用率高、设备性能好。

## 1.2 移动通信的工作方式

按照通话的状态和频率使用的方法,移动通信可分为三种工作方式:单工制、半双工制和双工制。

### 1.2.1 单工制

#### 1. 单频(同频)单工

单频是指通信的双方使用相同的工作频率  $f_1$ ; 单工是指通信双方的操作采用“按一讲”方式, 如图 1-1 所示。平时, 双方的接收机均处于守听状态。如果 A 方需要发话, 可按压“按一讲”开关, 关掉 A 方接收机, 使其发射机工作, 这时由于 B 方接收机处于守听状态, 即可实现由 A 至 B 的通话; 同理, 也可实现由 B 至 A 的通话。在该方式中, 同一部电台(如 A 方)的收发信机是交替工作的, 故收发信机可使用同一副天线, 而不需要使用天线共用器。

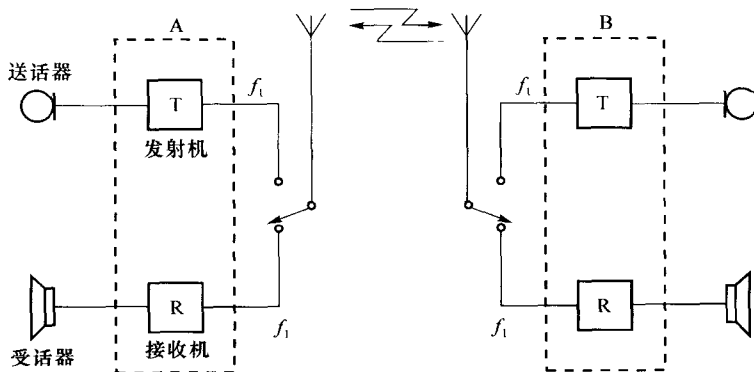


图 1-1 同频单工通信方式

这种工作方式, 设备简单, 功耗小, 但操作不便。如果配合不好, 双方的通话就会出现断断续续的现象。此外, 若在同一地区多部电台使用相邻的频率, 相距较近的电台间将产生严重的干扰。

#### 2. 双频单工

双频单工是指通信的双方使用两个频率  $f_1$  和  $f_2$ , 而操作仍采用“按一讲”方式。同一部电台(如 A 方)的收发信机也是交替工作的, 只是收发各用一个频率, 如图 1-2 所示。在移动通信中, 基站和移动台收、发使用两个频率实现双向通信, 这两个频率通常称为一个

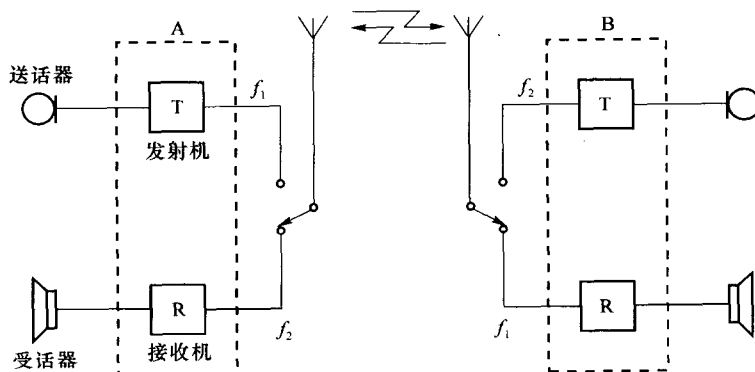


图 1-2 双频单工通信方式

信道。若基站设置多部发射机和多部接收机且同时工作,则可将接收机设在某一频率上,而将发射机设置在另一频率上,只要这两个频率有足够频差(或者称频距),借助于滤波器等选频器件就能排除发射机对接收机的干扰。

### 1.2.2 半双工制

半双工制是指通信的双方有一方(如A方)使用双工方式,即收发信机同时工作,且使用两个不同的频率 $f_1$ 和 $f_2$ ;而另一方(如B方)则采用双频单工方式,即收发信机交替工作,如图1-3所示。平时,B方是处于守听状态,仅在发话时才按压“按一讲”开关,切断收音机使发信机工作。其优点是:设备简单、功耗小、克服了通话断断续续的现象,但操作仍不太方便。所以半双工制主要用于专业移动通信系统中,如汽车调度等。

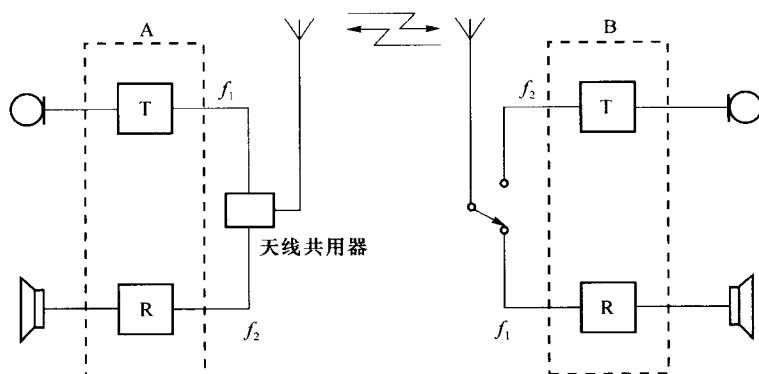


图 1-3 半双工通信方式

### 1.2.3 双工制

双工制指通信的双方、收发信机均同时工作,即任一方在发话的同时,也能收听到对方的话音,无需“按一讲”开关,与普通市内电话的使用情况类似,操作方便,如图1-4所示。但是采用这种方式,在使用过程中,不管是否发话,发射机总是工作的,故电能消耗大。这一

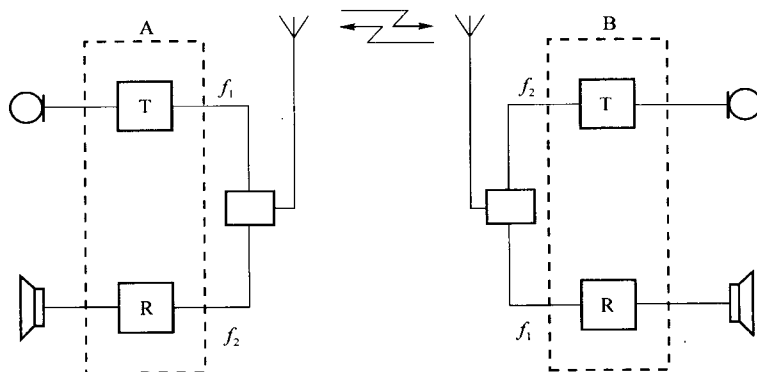


图 1-4 双工通信方式

点对以电池为能源的移动台是很不利的。为此,在某些系统中,移动台的发射机仅在发话时才工作,而移动台接收机总是工作的,通常称这种系统为准双工系统,它可以和双工系统相兼容。目前,这种工作方式在移动通信系统中获得了广泛的应用。

## 1.3 移动通信的分类

### 1.3.1 按设备的使用环境分类

按设备的使用环境,移动通信主要有三种类型:陆地移动通信、海上移动通信和航空移动通信。作为特殊使用环境,还有地下隧道矿井、水下潜艇和太空航天等移动通信。

### 1.3.2 按服务对象分类

按服务对象,移动通信可分为公用移动通信和专用移动通信。公用移动通信是目前我国由中国移动、中国联通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的通信所建立的通信系统。由于各个部门的性质和环境有很大区别,因而各个部门使用的移动通信网的技术要求有很大差异。例如:公共安全方面有公安、消防、急救、森林保护、银行运钞车的保安等;应急通信方面有地震,防汛等;交通运输方面有铁路、公路、汽车调度、交通管理、机场调度、海上及内河航运等。

### 1.3.3 移动通信系统的分类

#### 1. 蜂窝状移动电话系统

蜂窝状移动电话是移动通信的主体,它是具有全球性的用户容量最大的移动电话网。介绍蜂窝状移动电话系统是本书的重点。

#### 2. 专用调度电话

专用调度电话可以是单信道的,也可以是多信道的自动拨号移动电话系统。

#### 3. 集群调度移动电话

集群调度移动电话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。它是一种专用调度系统的高级发展阶段,具有高效、廉价的自动拨号系统,是共性与独立性共同存在的一种较好的结合。系统可由公益法人机构统一管理经营。它的频率利用率高。

#### 4. 无中心个人无线电话系统

无中心个人无线电话系统没有中心控制设备,这是它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,则可以节约建网投资,并且频率利用率最高。系统采用数字选呼方式;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,性能价格比高,所以适用于个人业务交谈和小企业单区组网的分散小系统。

### 5. 公用无绳电话系统

公用无绳电话是在公共场所使用的无绳电话系统,例如,商场、机场、火车站等。通过无绳电话的手机可以呼入市话网,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。

### 6. 移动卫星通信系统

21世纪通信的最大特点是卫星通信终端手持化,个人通信实现全球化。所谓个人通信是移动通信的进一步发展,是面向个人的通信,其实质是任何人在任何时间、任何地点可与其他任何人实现任何方式的通信。只有利用卫星通信覆盖全球的特点,通过卫星通信系统与地面移动通信系统的结合,才能实现名副其实的全球个人通信。近年来,移动卫星通信系统发展较好的有:通过48颗低轨卫星向全世界范围提供无线通信业务的全球卫星通信系统和通过国际海事卫星提供船与岸、船与船之间电话业务的国际海事卫星电话系统。

移动卫星业务的特点表现在以下几个方面:

- (1) 移动电话业务:把陆地上与船舶上或飞机上用的公用电话交换网互联。
- (2) 移动数据业务:将实现移动终端双向数据通信。
- (3) 移动终端可搬移的业务:在人口稀少地区的固定位置上使用可搬移的终端。
- (4) 寻呼业务:在无干扰的条件下实现全球寻呼。

### 7. 移动数据通信

移动数据业务包括电子信箱、传真、信息广播、局域网接入和无线环境下特有的业务,如计算机辅助调度、自动车辆定位、远程数据库接入等。移动数据通信应用分为事务处理应用、交互式应用和广播应用。

事务处理应用通常由两个信息组成,也可进行多次信息交换,如信用卡认证、出租车调度、电子邮件通知等。

交互式应用需要在移动工作站和提供业务的计算机之间进行多次信息交换,这些应用包括终端接入主机、数据库接入以及远程局域网接入;广播应用包括一般的信息服务、天气预报、交通报告及广告。

目前移动数据通信网主要有:

- (1) 蜂窝分组数据网络;
- (2) 电路交换的蜂窝数据网;
- (3) 数字蜂窝分组数据网。

数字蜂窝分组数据网的通信性能优于电路交换数据网,而成本和覆盖范围优于分组数据网。

## 1.4 移动通信的系统组成

随着移动通信技术的发展及应用范围的不断扩大,移动通信系统的类型愈来愈多,常用的有蜂窝移动电话系统、无线寻呼系统、无绳电话系统、集群移动通信系统、无中心多信道选址通信系统等(早期军事上用的报话机、对讲机或一机对多机群呼机只能看成移动通信的初级阶段,因为未构成系统,本书不作介绍)。

### 1.4.1 公众蜂窝数字移动通信系统

蜂窝移动电话系统是一种双向双工通信系统。该系统一般由移动台(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 1-5 所示。

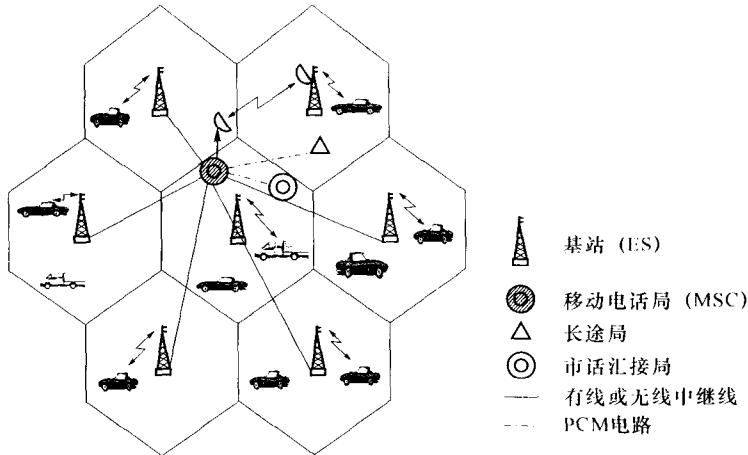


图 1-5 蜂窝移动电话系统的组成

移动业务交换中心的主要功能是信息的交换和整个系统的集中控制管理。基站和移动台含有收发信机和天馈线等设备,移动台可分为车载台、手机。每个基站都有一个可靠通信的服务范围,该范围的大小主要由发射机功率和基地站天线的有效高度等因素决定。服务面积可分为大区制、小区制两种。大区制是指一个城市由一个无线区覆盖,此时基地站发射功率很大,无线区覆盖半径可达 25 km 以上。小区制则是指由覆盖半径为 2~10 km 的多个无线小区组合后构成整个服务区的制式(见图 1-5)。

如图 1-5 所示,通过基站、移动业务交换中心和中继线转接传输信号,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联系,从而构成一个自成体系的移动电话网。移动业务交换中心再经过中继线与市话局连接,就能实现移动用户与市话用户之间的通话,从而构成一个有线与无线相结合的复杂的移动通信网。

根据无线信道上传输的话音信号是模拟信号还是数字信号,蜂窝移动电话系统又可以分为模拟蜂窝移动电话系统和数字蜂窝移动电话系统。我国的模拟蜂窝移动电话系统使用英国的 TACS 制,数字蜂窝移动电话系统使用欧洲的 GSM 制。

### 1.4.2 其他移动通信系统

#### 1. 无线寻呼系统

无线寻呼系统是一种传送简单信息的单向呼叫系统。它由寻呼控制中心、基站和寻呼接收机三部分组成,如图 1-6 所示。

这里所说的简单信息,是指可以由液晶显示器所显示的数字、字母或文字,用来表示主呼用户的电话号码、姓名和与呼叫内容有关的代码或文字,其中,代码通常由寻呼控制中心统一编制,用户一看就知道是什么内容。所谓“单向”,是指该系统只能由市话用户呼叫寻呼机机主,寻呼机机主如欲回话,需另找电话。

由于寻呼机体积小、重量轻、价格便宜,所以无线寻呼系统得到了广泛应用。

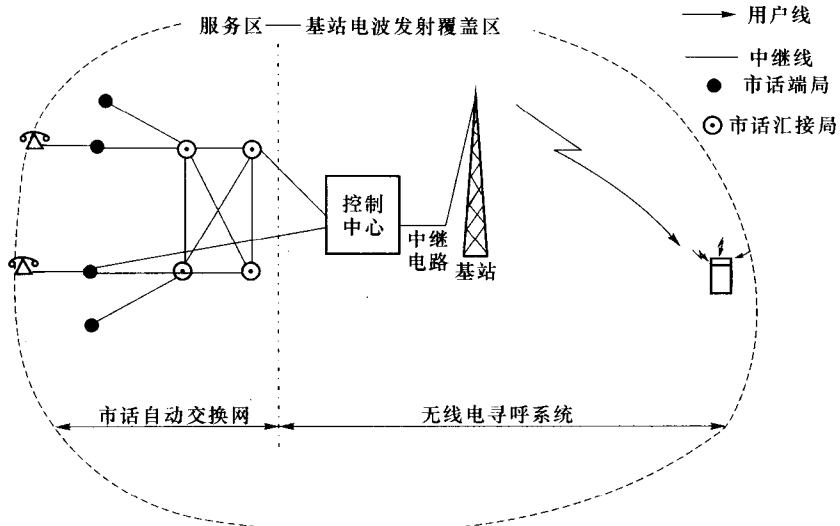


图 1-6 无线寻呼系统的组成

### 2. UTSTARCOM 公司小灵通无线市话系统

IPAS 系统是 UTSTARCOM 公司的无线市话系统的名称,俗称“小灵通”。它通过用户与本地交换局之间的无线方式接入,为本地环路或用户接入网服务。它的突出优点是能为用户快速提供高质量、低成本的数字无线通信业务。

### 3. 集群移动通信系统

集群移动通信系统是传统的专用无线电调度系统的高级发展阶段。所谓集群即多个无线信道为众多用户共用,以便在最大程度上利用整个系统的信道和频率资源。集群移动通信系统主要由中央控制器、电话互连终端、集群信道机、收发天线共用器、天线、系统管理终端、动态重组终端、系统监视终端以及调度台、移动台和手机等设备组成,如图 1-7 所示。

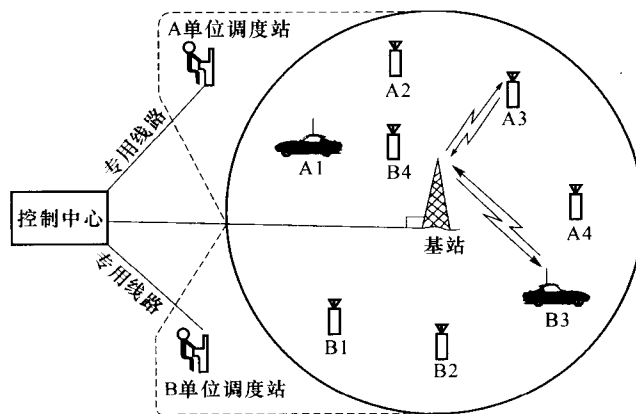


图 1-7 集群移动通信系统的组成

在集群系统中,当用户开机要求通话时,系统就会自动分配一个空闲信道。若要求无线对无线,则基站起到多信道转发器作用;若要求无线转有线,则经过一个交换矩阵将有线线路与无线信道连接起来。通信完毕后,此信道又被系统收回,这样每个用户都可以使用系统全部的通信信道,大大提高了频率的利用率。通话全过程由计算机控制,使网络的功能很容易根据实际情况调整,更好地为用户服务,因而该系统具有实用性。

#### 4. 无中心多信道选址移动通信系统

无中心多信道选址移动通信系统是一种简易的移动通信系统,它由手机、固定台、车载台、有/无线转接器、中继转发器、数话兼容器、电波监视管理系统、编程器、天馈系统、电源等组成。它与蜂窝移动电话系统、集群移动通信系统这两种有中心系统相比,不需结构复杂的交换控制中心,故节省了投资,建网费用只有蜂窝系统的 1/5、集群系统的 1/4 左右。无中心多信道选址移动通信系统并非不要控制,而是将有中心系统的集中控制转化为各移动台的分散控制,充分发挥移动台内单片微机的功能,只要每个进网移动台配备有自动信道选择、自动发射识别、选择呼叫与自动接续等功能就可以进网。这些功能用单片机是易于实现的,例如在 5 km 半径范围内,80 个信道可为 20 000 个用户服务。显然,这种系统多信道共用能力强。在日本,这种系统多用于个人业务。

## 1.5 移动通信系统频段的使用

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,否则会造成相互干扰或资源的浪费。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)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 规定陆地移动通信的主要频率范围 MHz

表 1-1 ITU 规定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	150.05~156.762 5
156.837 5~174	174~223(与广播共用)	223~328.6
335.4~399.9	406.1~430(陆地用为主)	440~470
470~960(与广播共用)	1 427~1 525	1 668.4~1 690
1 700~2 690	3 500~4 200	4 400~5 000



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是:将 900 MHz 频段中的 806~821 MHz 和 851~866 MHz 分配给集群移动通信;870~890 MHz 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 890~915 MHz 和 935~960 MHz。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,1 GHz 以下只有零散频段,鼓励移动业务改革;1 885~2 025 MHz 和 2 110~2 200 MHz 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:137~138 MHz、400.15~401 MHz(均用于下行)和 148~149.9 MHz(上行)用于小低轨道卫星移动业务;1 610~1 626.25 MHz(上行)和 2 483.5~2 500 MHz(下行)用于大低轨道卫星移动业务;1 980~2 010 MHz(上行)和 2 170~2 200 MHz(下行)用于第三代移动通信的移动卫星通信业务。

## 1.6 移动通信的发展历程及趋势

### 1.6.1 移动通信的发展历程

移动通信可以说从无线电通信发明之日就产生了。1897年,M. G. 马可尼所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始于 20 世纪 20 年代,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,为早期发展阶段。在这期间,首先在短波几个频段上开发出专用移动通信系统,其代表是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。该系统工作频率为 2 MHz;到 40 年代提高到 30~40 MHz。可以认为这个阶段是现代移动通信的起步阶段,特点是专用系统开发,工作频率较低。

第二阶段从 20 世纪 40 年代中期至 60 年代初期。在此期间内,公用移动通信业务问世。1946年,根据美国联邦通信委员会(FCC)的计划,贝尔系统在圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话网,称为“城市系统”。当时使用三个频道,间隔为 120 kHz,通信方式为单工;随后,原西德(1950年)、法国(1956年)、英国(1959年)等国相继研制了公用移动电话系统。美国贝尔实验室完成了人工交换系统的接续问题。这一阶段的特点是从专用移动网向公用移动网过渡,接续方式为人工,网的容量较小。

第三阶段从 20 世纪 60 年代中期至 70 年代中期。在此期间,美国推出了改进型移动电话系统(IMTS),使用 150 MHz 和 450 MHz 频段,采用大区制、中小容量,实现了无线频道自动选择,并能够自动接续到公用电话网。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,其特点是采用大区制、中小容量,使用 450 MHz 频段,实现了自动选频与自动接续。

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时期。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 年首次在芝加哥投入商用。同年 12 月,也在华盛顿启用。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 万移动用户。其他工业化国家也相继开发出蜂窝式公用移动通信网。日本于 1979 年推出 800 MHz 汽车电话系