

21世纪高职高专信息类专业系列教材

# 移动通信原理与系统



主 编 严常青  
主 审 任德齐

重庆大学出版社

21世纪高职高专信息类专业系列教材

# 移动通信原理与系统

主 编 严常青  
主 审 任德齐

重庆大学出版社

· 内 容 提 要 ·

本书共分8章,主要介绍移动通信的基本原理、网络结构和当前广泛应用的典型移动通信系统。内容包括移动通信概述、移动信道中的电波传播与分集接收、移动通信的噪声与干扰、基站、移动台、移动通信天线系统、移动通信的网络结构和数字移动通信系统。

本书在内容组织上注重体现高等职业教育的特色,注重基本概念和实用性,没有太多太深的理论研究。本书为高职高专信息类专业的专业教材,也可供相关专业的大中专学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信原理与系统/严常青主编. —重庆:重庆大学出版社,2000.2

21世纪高职高专信息类专业系列教材

ISBN 7-5624-2403-9

I. 移… II. 严… 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-通信系统-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094395号

21世纪高职高专信息类专业系列教材

移动通信原理与系统

主编 严常青 主审 任德齐

责任编辑:肖顺杰

版式设计:肖顺杰

责任校对:何建云

责任印制:张永洋

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鹤盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400044

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (市场营销部)

全国新华书店经销

自贡新华印刷厂印刷

\*

开本:787×960 1/16 印张:11.5 字数:228千

2002年7月第1版 2002年7月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-2403-9/TN·52

定价:15.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

## • 系列教材编委会 •

主任单位：

重庆电子职业技术学院

副主任单位：

武汉职业技术学院

邢台职业技术学院

陕西工业职业技术学院

贵州大学职业技术学院

编委(以姓氏笔画为序)：

才大颖  
刘真祥  
李传义  
张洪  
李永平  
涂湘循  
程迪祥

王晓敏  
刘业厚  
吕何新  
张中洲  
杨滨生  
唐德洲  
樊流梧

王兆其  
刘建华  
张学礼  
张国勋  
林训超  
徐民鹰  
黎省三

王柏林  
朱新才  
张明清  
张西怀  
赵月望  
曹建林

• 系列教材参编学校(排名不分先后) •

武汉职业技术学院  
重庆电子职业技术学院  
陕西工业职业技术学院  
邢台职业技术学院  
贵州大学职业技术学院  
河南职业技术学院  
三门峡职业技术学院  
湖南工业职业技术学院  
昆明大学  
广西机电职业技术学院  
成都电子机械高等专科学校  
昆明冶金高等专科学校  
珠海职业培训学院  
广东交通职业技术学院  
浙江省树人大学  
江西工业职业技术学院  
成都航空职业技术学院  
辽宁机电职业技术学院  
北京信息职业技术学院  
徐州交通职业技术学院  
重庆大学职业技术学院  
重庆邮电学院  
重庆工业高等专科学校  
重庆石油高等专科学校  
重庆职工大学  
西南农业大学  
长沙航空职业技术学院  
番禺职业技术学院  
江苏淮安信息职业技术学院

# 总序

当今世界，科学技术的发展日新月异。在这空前的技术发展进程中，电子信息技术以其独特的渗透力和亲和力，正在迅速地改变着我们周围的一切。利用现代电子信息技术来改变我们的生活与学习，改造传统的各行各业，已成为当今社会人们的共识。

教育在我国社会主义建设发展进程中所具有的战略地位和基础作用已被越来越多的人所认识。职业技术教育、特别是高等职业技术教育在近二十年来得到了长足的发展，“高等教育法”、“职业教育法”的颁布与实施，使我国高等职业教育步入了法制轨道，国家与社会的进步与发展，需要高等职业教育，技术的进步与发展，也需要高等职业教育，高等职业教育成为世界教育发展的共同趋势。

在我国国内，高等职业教育毕竟是一种新型的教育类型，发展历史还不太长，在教育观念、教育体制、教育结构、人才培养模式、教育内容、教学方法、教材、教法诸方面，有不少问题需要研究与探索。重庆大学出版社从促进高等职业教育发展战略的角度，于1999年邀请国内三十余所长期开办电子信息类专业的学校，开展对电子信息类高职、高专教材的开发研讨。与会学校有独立设置的职业技术学院、高等专科学校、职业大学、普通高校中的职业技术学院、多年试办高职班的重点中专学校。大家一致认为，我国高等职业教育的教材建设非常薄弱，基本上没有自己的教材，从而导致针对性、适应性差。从电子信息类专业角度看，缺乏成体系的系统教材，从而导致不同层次教材的交叉重复现象严重；再者，现行教材中缺乏对新技术、新工艺、新产品相关内容的介绍。因此，开发适应新世纪高等职业技术教育的教材就成为当务之急，它的总的原则应是：根据培养应用型、技能型人才的目标，从职业岗位对专业知识的需要来确定教材的知识深度及范围，坚持“必须、够用”的原则；同时注意知识的应用价值在教材中的科学体现，力求构筑具有高职特色的理论知识体系；基本概念、基本原理以讲明为

度,同时将一些内容相近的部分进行合并。另外,针对高职教育培养技能型、现场型人才的目标,把训练职业能力的实践技能体系方面的内容,与理论知识体系有机地结合起来,力求在这方面有所突破。根据教育部在高职、高专教材建设方面采用先解决有无问题,再解决提高与系统性问题的原则,我们在一开始就力求站在一个较高起点上,先从电子信息类教材开发做起,然后再进一步开发其他专业大类的应用型高职教材。

经过近一年的努力,电子信息类高职、高专系列教材就要与大家见面了。本系列教材的编写原则、编写体例均是根据教育部高职、高专培养目标并由参与系列教材编写的全国三十余所相关院校经过数次研讨、反复论证确定的。尽管我们对它报有较高的期望,但这毕竟是一个新生事物,是一种尝试,成功与否,还需要经过教学实践来检验。无论如何,既然已经起步,这条路我们会一直走下去。为了我们共同的高职教育事业,欢迎大家在使用过程中,指出它的不足,以利于我们今后的工作。

编委会

2000年7月

# 前 言

随着社会和经济的发展,移动通信得到了越来越广泛的应用。我国移动通信虽起步较晚,但发展极其迅速。移动通信到目前为止已发展到第二代,第三代移动通信系统的研究正在全世界范围内展开。目前,第三代移动通信系统的标准化工作正在进行中。在这种情况下,迫切需要一本适合于高等职业教育的移动通信教材。本书是根据教育部高职高专培养目标和对本课程的基本要求编写而成。

全书共分8章,第1章介绍移动通信系统的概念、系统的组成、工作方式、使用频段和多址连接方式。第2章介绍移动信道中的电波传播和分集接收。重点阐述移动信道中的几个比较突出的问题和解决的有效措施。第3章介绍移动信道的噪声和干扰,着重对移动通信影响大的邻道干扰、同频道干扰和互调干扰以及移动通信所特有的远近效应进行分析。第4章主要介绍基站的组成和工作原理。第5章介绍移动台,包括无线寻呼机、手机的基本结构和工作流程。第6章介绍移动通信天线。第7章介绍无线服务区的结构、移动通信网的结构、进网方式和号码方式。第8章介绍几种典型的数字移动通信系统,包括无线寻呼系统、无绳电话系统、集群移动通信系统、数字蜂窝移动通信系统。

本书的第1,2章由严常青编写,第3,7章由胡庆编写,第4章由秦梁涛编写,第5,6章由王龙海编写,第8章由张玉平编写。全书由严常青统稿,主审任德齐副教授在百忙中对全书进行了认真的审阅。

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

2001年6月



# 目录

1	第1章 概述
1	1.1 移动通信的概念
1	1.2 移动通信系统的组成
2	1.3 移动通信的工作方式
5	1.4 移动通信的频段使用
7	1.5 移动通信的多址连接方式
10	1.6 移动通信的特点
11	1.7 移动通信的发展概况
12	小结
13	思考题与习题
14	第2章 移动信道中的电波传播与分集接收
14	2.1 VHF 和 UHF 电波传播特性
19	2.2 移动信道的特征
22	2.3 分集接收技术
26	小结
27	思考题与习题
28	第3章 干扰与噪声
28	3.1 概述
29	3.2 噪声
32	3.3 邻道干扰和同频道干扰
39	3.4 互调干扰

41	3.5 远近效应
42	小结
43	思考题与习题
44	第4章 基站
44	4.1 基站系统概述
47	4.2 基站收发信机
51	4.3 基站控制器
56	小结
57	思考题与习题
58	第5章 移动台
58	5.1 无线寻呼接收机
61	5.2 数字蜂窝系统移动台
77	小结
77	思考题与习题
79	
	第6章 移动通信天线系统
79	6.1 天线的特性参数
84	6.2 基站天线
94	6.3 移动台天线
97	6.4 天线共用器
100	小结
101	思考题与习题
102	第7章 移动通信网的结构
102	7.1 移动通信网络体制
106	7.2 移动通信服务区域的划分
114	7.3 移动通信网的结构

118	7.4 进网方式
120	7.5 号码方式
124	小结
125	思考题与习题
126	第8章 数字移动通信系统
126	8.1 无线电寻呼系统
138	8.2 数字无绳电话系统
144	8.3 数字集群移动通信系统
154	8.4 数字蜂窝移动通信系统
167	小结
168	思考题与习题
170	参考文献

# 第1章 | 概述

- 移动通信的基本概念
- 移动通信系统的组成
- 相关基本知识

## 1.1 移动通信的概念

所谓移动通信就是指移动体之间、移动体与固定体之间的通信。按照移动体所处运动区域的不同,移动通信可分为陆地移动通信、海上移动通信和空中移动通信。而目前实际使用的移动通信系统有航空(航天)通信系统、航海通信系统、陆地移动通信系统和国际卫星移动通信系统(INMARSAT)。而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等。目前的移动通信系统以数字移动通信系统发展最为迅速,应用最为广泛。

## 1.2 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)以及与

市话网(PSTN)相连的中继线等组成。如图 1.1 所示。

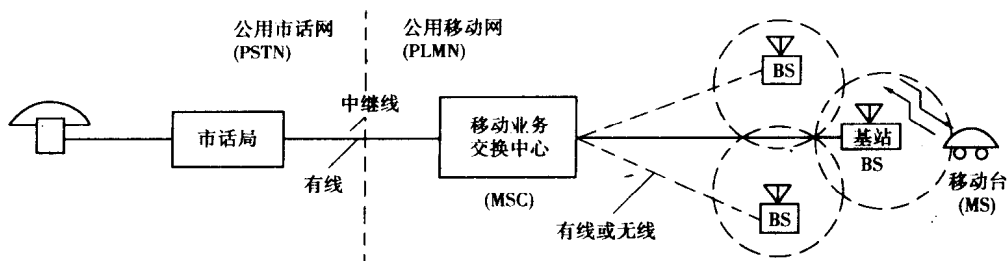


图 1.1 移动通信系统的组成

移动业务交换中心(MSC)主要用来处理信息的交换和整个系统的集中控制管理。负责交换移动台(MS)各种类型的呼叫,如本地呼叫、长途呼叫和国际呼叫,提供连接维护管理中心的接口,还可以通过标准接口与基站(BS)或其他 MSC 相连。

基站(BS)包括一个基站控制器(BSC)和由其控制的若干个基站收发信系统(BTS),负责管理无线资源,实现固定网与移动用户之间的通信连接,传送系统信号和用户信息。BS 与 MSC 之间采用有线中继电路传输信号,有时也可采用微波中继方式。

移动台(MS)是移动通信系统不可缺少的一部分,它有手持机和车载台等类型。在数字蜂窝移动通信系统中,移动台除基本的电话业务以外,还可为用户提供各种非话音业务。

基站和移动台都设有收发信机和天馈线等设备。每个基站都有一个可靠通信的服务范围,称为无线小区。无线小区的大小,主要由基站的发射功率和天线的高度以及接收机的接收灵敏度等条件决定。

大容量的移动通信系统可以由多个基站构成一个移动通信网。由图 1.1 可以看出,通过基站和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,也可以通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。

### 1.3 移动通信的工作方式

移动通信的工作方式可分为单向通信方式和双向通信方式两大类,而双向通信方式又分为单工、双工通信方式和半双工通信方式三种。

### 1.3.1 单向通信方式

所谓单向通信方式就是通信双方中的一方只能接收信号,而另一方只能发送信号,不能互逆。收音方不能对发信方直接进行信息反馈。陆地移动通信中的无线寻呼系统就采用这种工作方式。BP机(或BB机)只能收信而不能发信,反馈信息只能通过“打电话”间接地完成。

### 1.3.2 双向通信方式

所谓双向通信方式就是通信双方都可以接收信号和发送信号。

#### 1. 单工通信方式

单工通信就是移动通信的双方只能交替地进行发信和收信,而不能同时进行发信和收信。如图1.2,1.3所示。

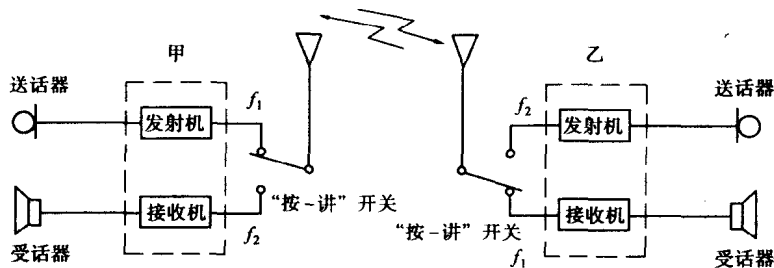


图 1.2 异频单工通信方式示意图

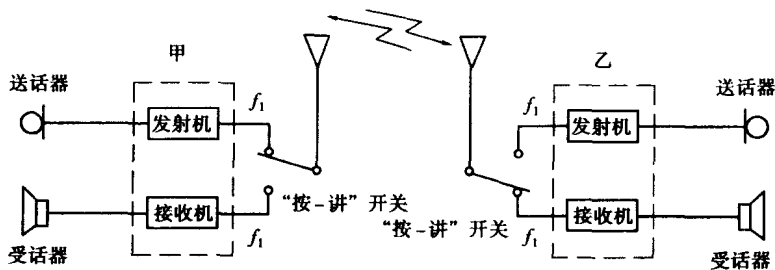


图 1.3 同频单工通信方式示意图

常用的对讲机就采用这种通信方式。平时天线与接收机相连接,发信机不工作。当一方用户需要讲话时,按下“按-讲”开关(PTT),天线与发信机相连(发信机开始工

作)。另一方的天线接至接收机,因而可收到对方发来的信号。

这种工作方式只允许一方发送时另一方进行接收。在图 1.2, 1.3 中, 甲方发送期间, 乙方只能接收而无法应答, 这时即使乙方启动其发射机也无法通知甲方使其停止发送。此外, 任何一方当发话完毕时, 必须立即松开“按-讲”开关(PIT), 否则将收不到对方发来的信号。

根据收、发频率的异同, 又可分为同频单工和异频单工。

### 1) 同频单工

通信双方使用相同的频率  $f_1$  工作, 发送时不接收, 接收时不发送。只占用一个频点。如图 1.3 所示。

### 2) 异频单工

发信机和收信机分别使用两个不同的频率进行发送和接收。如甲的发射频率和乙的接收频率为  $f_1$ , 乙的发射频率和甲的接收频率为  $f_2$ 。同一部电台的发射机和接收机是轮换工作的。如图 1.2 所示。

## 2. 双工通信方式(全双工通信方式)

所谓双工通信方式是指通信的双方在通话时收发信机均同时工作, 即任意一方在发话的同时, 也能收听到对方的信息, 与普通有线电话的使用情况类似。这时通信双方一般通过双工器来完成这种功能。如图 1.4 所示。

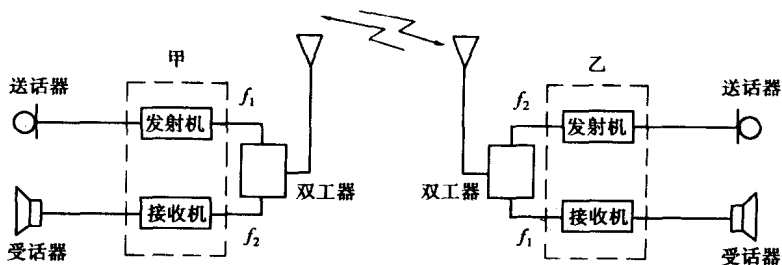


图 1.4 双工通信方式

早期的这种方式, 移动台在一次通话过程中, 不管是否发话, 发射机总是工作的, 故电源损耗大。这一点以对电池作电源的移动台而言是不利的。

现在, 移动台一般采用激活方式工作, 确有信号要发射时, 发射机才工作; 在间隙期间, 发射机停止工作。

在一些简易的通信设备中, 有时还采用半双工通信方式。

### 3. 半双工通信方式

这种方式指通信的双方, 一方使用双工方式, 收发信机同时工作, 且使用两个不

同的频率 $f_1$ 和 $f_2$ ;而另一方则采用异频单工方式,即收发信机交替工作。如图1.5所示。平时,乙方处于守候状态,仅在需要发话时,才按下“按-讲”开关(PTT),这时发射机才工作,而接收机总是工作的。这种方式主要用于专用移动通信系统中,如汽车调度等。

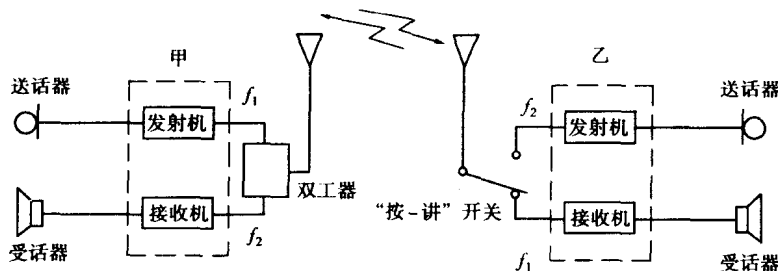


图 1.5 半双工通信方式示意图

## 1.4 移动通信的频段使用

频谱是宝贵的资源。为了有效使用有限频率,对频率的分配和使用必须服从国际和国内的统一管理,否则就会造成互相干扰或资源浪费。

确定移动通信工作频段主要考虑以下几个方面的因素:

- (1) 电波传播特性。
- (2) 环境噪声及干扰情况。
- (3) 服务区域范围、地形和障碍物尺寸。
- (4) 设备小型化。
- (5) 与已经开发的频段的协调和兼容性。

根据国际电信联盟(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。

按照国际频率分配规定,1980年我国国家无线电管理委员会规定供陆地移动通信使用的频段如表1.2所示。

我国无线电管理委员会关于陆地移动通信使用频段的规定,基本上与国际上的规定是一致的。原邮电部根据国家无线电管理委员会规定的频段,在《移动电话网路技术体制》中规定取150MHz频段、450MHz频段、900MHz频段作为移动通信工作频段,即



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(同工)
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

表 1.2 我国陆地移动通信使用的频段

频段名称	频率/MHz
35MHz 频段	27.5 ~ 48.5
80MHz 频段	72.5 ~ 74.6
150MHz 频段	138 ~ 149.9 150.05 ~ 167
450MHz 频段	403 ~ 420 450 ~ 470
900MHz 频段	798 ~ 960

150 MHz 频段 138 ~ 149.9 MHz  
150.05 ~ 167 MHz

450 MHz 频段 403 ~ 420 MHz  
450 ~ 470 MHz

900 MHz 频段 890 ~ 915 MHz (移动台发、基站收)  
935 ~ 960 MHz (基站发、移动台收)

较早的移动通信主要使用甚高频 VHF(150MHz)和特高频 UHF(450MHz)频段。目前大容量移动通信一般使用 900MHz 频段和后来开发的 1 800MHz 频段。