

移动通信系统

田万成
编著



北京邮电学院出版社

73.4828
169

移动通信系统

田 万 成

北京邮电学院出版社

9210082

DA39/15
(京)新登字162号

内 容 提 要

本教材具有一定的理论性、实用性、系统性,侧重于讲清移动通信系统的基本原理和基本概念,同时,阐述了移动通信工程所涉及的技术及系统设计,并着重于引导读者把移动通信的基本概念和原理应用于实际。论证简明扼要,概念清楚。

其主要内容有移动通信电波传播;移动通信干扰;移动通信组网;系统设计;移动通信系统——大、中容量公用通信系统、专业通信系统、寻呼系统、无绳电话系统等;数字移动通信基本知识。

该教材可作为通信专业的专科及同等水平的函授教学用书,或本专业的各类培训班用书。也可作为通信专业本科生及工程技术人员学习参考。

移动通信系统

编 著 田 万 成

责任编辑 郑 捷

*

北京邮电学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京通县向阳印刷厂印刷

*

850×1168毫米 1/32 印张7.75 字数 202千字

1991年12月第一版 1991年12月第一次印刷

印数:1—1400册

ISBN 7-5635-0073-1/TN·21 定价:2.05元

前 言

随着工业社会向信息社会发展, 世界各国都在不同程度地致力于现代化综合业务数字通信网(ISDN)的建设, 而 ISDN 中不可缺少的内容之一是移动通信。

移动通信是80年代三大新兴通信技术(移动通信、光纤通信、卫星通信)之一。它使人类实现了随时随地快速可靠地进行各种信息的交换。移动通信集各种通信最新技术之大成, 是一种较为理想的通信方式。

随着微电子技术、自动控制技术、计算机技术和数字通信技术的发展, 数字移动通信在90年代问世并投入使用, 同时, 卫星移动通信也得到了大力的发展。新的通信体制、跨国的通信网将很快建立。

本教材是根据本人多年从事移动通信教学和工程设计的经验, 并参考了国内外有关文献和资料的基础上编著而成, 经邮电高等院校无线电通信类专业教学指导委员会审批通过。

本课程参考教学时数为60学时左右。

全书共七章。第一章着重叙述陆地移动通信各种通信系统的构成及陆地移动通信的特点, 移动通信主要新技术的发展趋势。第二章内容是移动通信电磁环境、电波传播。重点讲述移动通信中的多径效应、阴影效应的概念, 各种地形、地物的电波中值衰减及利用图表计算, 同时也着重人为噪声、多径效应、阴影效应对语音质量综合影响的分析。为指导读者能够将理论应用于实际, 本章特加进设计内容, 其目的是便于加深和掌握基本概念和原理, 掌握和建立有关参数的数量概念。第三章内容是移动通信的干扰。本章从系统设计的角度来选择和安排有关的内容, 着重

讲述基本概念,并侧重于工程实用性,每项内容都有计算实例。第四章内容是移动通信组网。重点讲述组网技术,即通信网的结构形式、交换、跟踪技术等概念、原理,通信容量和信道数目的确定、信令形式等。本章入网接口内容可作为自学内容。第五章内容是系统设计。为了建立完整的系统概念,掌握系统的设计方法及有关技术参数,达到理论联系实际,特别安排了系统设计这一章。第六章内容是移动通信系统。介绍大容量、中容量的公用通信系统,专业通信系统、寻呼通信系统、无绳电话系统(模拟和数字系统)等典型系统。其目的是帮助了解、掌握通信系统的构成、设备功能、交换跟踪技术,所有这些都有助于加深理解前面所讲的内容。本章还有无线寻呼系统的设计,可作为自学内容。第七章内容是数字移动通信。重点讲述移动通信应用的低速高效编码方法,窄带数字调制方法和数字信令的空间传输特性等。

本书附录中给出了移动通信系统中所涉及到术语的定义和解释。

全稿由应杰协助外文资料翻译和整理工作。

由于本人水平所限,书中难免有缺点和不妥之处,望读者批评指正。

编著者 田万成

1990年3月

目 录

前 言

第一章 概述

- 第一节 引言 (1)
- 第二节 移动通信的划分 (2)
- 第三节 移动通信发展过程 (10)
- 第四节 陆地移动通信的特点 (11)
- 第五节 主要技术发展方向和趋势 (12)
 - 一、采用数字传输、开发多种业务 (12)
 - 二、提高频率利用率, 开发新的频段 (12)
 - 三、扩充基本功能, 不断满足用户需求 (13)

小 结 (14)

思考题和练习题 (15)

第二章 移动通信的电磁环境和电波传播

- 第一节 概述 (16)
 - 一、快衰落 (17)
 - 二、慢衰落 (18)
 - 三、多径传播效应 (18)
- 第二节 移动通信的电波传播 (19)
 - 一、地形、地物分类 (19)
 - 二、电波传播路径衰耗中值的计算 (21)
 - 三、场强变动分布特性 (33)
- 第三节 环境噪声和多径传播对接收质量的影响 (36)
 - 一、环境噪声对移动通信的影响 (36)
 - 二、环境噪声和多径传播对话音质量的

综合影响	(38)
第四节 系统信号电平的设计及电波路由衰耗的计算	(42)
一、接收机允许最小输入信噪比 S_1/N_1	(42)
二、接收机最小输入功率中值 S	(44)
三、移动台和基地台之间允许最大传输衰耗中值 L_M 的设计	(44)
四、设计例	(44)
五、基地台天线有效高度 h_b 和覆盖区的计算 ..	(46)
第五节 Egli模型的应用	(46)
小 结	(52)
思考题和练习题	(52)
第三章 移动通信的干扰	
第一节 引言	(54)
第二节 同道干扰	(54)
第三节 互调干扰	(61)
一、互调干扰的基本概念	(61)
二、互调干扰的频率组合关系	(61)
三、产生互调的数目	(62)
四、无三阶互调的频率分配方法	(65)
五、发射机互调	(67)
六、接收机互调	(71)
第四节 邻道干扰及发射机边带噪声	(73)
第五节 发射机的杂散辐射和接收机的杂散响应 ..	(75)
小 结	(77)
思考题和计算题	(77)
第四章 移动通信组网	
第一节 移动通信业务区域组成	(79)
一、大区制	(79)

二、小区制	(80)
三、多信道共用技术	(82)
四、信道复用	(83)
五、基地台天线激励方式	(84)
六、根据用户分布密度划分无线区范围和信道 数目的分配	(84)
第二节 信道复用距离的计算	(85)
一、同频干扰概率	(86)
二、信道复用距离的计算	(89)
第三节 多信道指配	(92)
一、固定信道指配	(92)
二、动态信道分配	(92)
第四节 移动通信网络结构	(95)
第五节 信令	(102)
一、概述	(102)
二、模拟信令	(103)
三、数字信令	(108)
四、建立信道的信令内容	(109)
第六节 移动通信系统的控制与交换	(110)
一、移动台位置的测定	(110)
二、移动台位置登记、一齐呼叫	(111)
三、移动用户通话中信道转换	(111)
第七节 入网方式	(112)
一、移动电话网作为市话局的分局接入市话 网	(112)
二、移动通信系统通过移动交换机、中继线接 入市话网	(115)
三、移动通信系统通过用户线与市话局连接 ...	(117)
第八节 入网接口技术	(118)

一、单个MBS小容量公用陆地移动通信网 PLMN的接口技术要求	(119)
二、大、中容量小区制式 PLMN 接口技术要 求	(121)
小 结	(126)
思考题和练习题	(127)
第五章 系统设计	
第一节 概述	(128)
第二节 系统容量的预测	(129)
第三节 话务量、无线信道呼损率、信道利用率的设计	(131)
一、话务量、呼损率的定义	(131)
二、呼损率的计算	(132)
三、信道利用率	(135)
四、用户忙时话务量与用户数目	(135)
第四节 设计实例	(136)
小 结	(139)
思考题和练习题	(139)
第六章 移动通信系统	
第一节 公用移动通信系统	(140)
一、大容量公用移动通信系统	(140)
二、AMPS公共移动通信系统	(145)
三、中容量公用移动通信系统	(158)
第二节 专用无线移动通信系统	(166)
一、系统结构与特点	(166)
二、控制台设备	(168)
三、控制台无线控制设备、监控设备	(172)
四、控制信令的帧结构及数字信令格式	(175)
五、用户无线电话设备	(180)

六、控制信令格式	(182)
第三节 无线电寻呼系统	(183)
一、系统概述	(183)
二、系统设计	(184)
第四节 无绳电话系统	(190)
一、无绳电话系统的基本目标和技术特点	(191)
二、一种模拟无绳电话系统	(191)
三、一种数字无绳电话系统	(194)
四、系统传输特性	(195)
五、系统工作特性、指标、控制信号	(197)
小 结	(198)
思考题和练习题	(198)
第七章 数字移动通信	
第一节 引言	(200)
第二节 低速话音编码	(201)
一、时域编码	(201)
二、频域编码	(202)
三、声码器	(202)
第三节 窄带数字调制方式	(203)
一、TFM方式	(203)
二、GMSK方式	(206)
三、直接调频(DFM)	(209)
第四节 数字信号的传输	(212)
附 录	
附录一 移动通信中的术语定义及解释	(217)
附录二 发射机、接收机主要技术特性	(223)
(一) 发射机的主要技术特性	(223)
(二) 接收机的主要技术特性	(225)
附录三 发射的标志	(228)

附录四	第三区移动通信频率分配	(230)
附录五	农村地区移动无线电波传播曲线	(232)
● 考 资 料		(236)

第一章 概 述

本章着重叙述了陆地移动通信系统工作方式；各种通信系统的构成、特点；陆地移动通信电波传播的特点；主要新技术及其发展趋势；当前需要开发的研究项目等内容。

第一节 引 言

随着工业社会向信息社会的发展，世界各国都不同程度地致力于现代化综合业务数字通信网(ISDN)的建设，而 ISDN 中不可缺少的内容之一是移动通信。

通信就是信息交换。而移动通信则是指交换信息的双方或一方处于运动中，如车辆、船舶、飞机等移动体与固定点之间或移动体之间的通信。

移动通信使人类实现了随时随地、快速可靠地进行各种信息的交换，它集中了有线和无线通信的最新技术成就，是一种较为理想的通信方式。

当前，移动通信、卫星通信、光纤通信一起被列为现代通信领域中的三大新兴通信手段。

移动通信传递的信息种类有语音、数据、图像。移动通信中的移动设备有手持台、车载台、船载台、飞机台等。

移动通信的固定台即基地台(MBS)、移动台(MSS)的发射机功率有1W、5W、10W、15W、20W、50W等。

由于陆地移动通信是在移动用户与基地台之间建立的通信，通信距离即通信业务区的半径取决于发射天线有效高度和发射功

率，并与传输信道的频率有关。采用米波传输，通信距离可达数十公里，采用分米波传输，则通达半径只有一、二十公里甚至几公里。

根据国际电信联盟组织规定，划分陆地上移动通信的主要频率范围如下(单位为MHz)：

29.7~47	47~50	54~68	68~78.88
72.5~87	87~100	138~144	148~149.9
150.05~156.7625	156.8375~174		174~223
223~328.6	335.4~399.9		406.1~430
440~470	470~960		1427~1525
1668.4~1690	1700~2690		3500~4200
4400~5000			

1980年，我国进行了频率划分，规定移动通信的频率与国际相仿，其分配如下(单位为MHz)：

29.7~48.5	64.5~72.5	72.5~74.6
75.4~76	138~149.5	150.05~156.7625
156.8375~167	223~235	335.4~399.9
406~420	450~470	550~606
798~960	1427~1535	1668.4~2690
4400~4990		

移动通信使用的频段主要是60MHz, 150MHz, 450MHz, 900MHz, 1GHz, 2GHz。

第二节 移动通信的划分

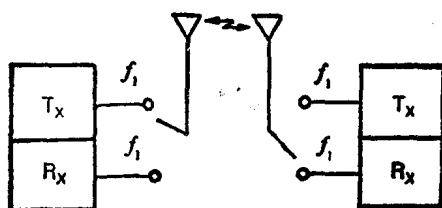
移动通信按移动范围划分为海、陆、空三类。

按工作方式划分为：(1)单工，(2)半双工，(3)双工。

(1) 单工分同频单工、异频单工二种工作方式。

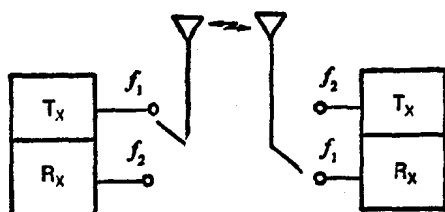
同频单工是指基地台和移动台同使用一个频率，双方通过按

键讲话，如图(1-1)。发射机 T_x 、接收机 R_x 交替地工作。这种方式的优点是收发机不用天线共用器，消耗功率小，设备简单。缺点是操作不便，易产生干扰。



图(1-1) 同频单工工作方式

双频单工是通话的双方使用两个频率，如图(1-2)。



图(1-2) 双频单工工作方式

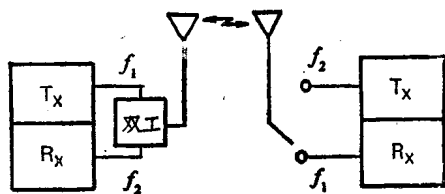
基地台 T_x 用 f_2 ，移动台 R_x 用 f_2 ，基地台 R_x 用 f_1 ，移动台 T_x 用 f_1 ，实现双频双向通信。

(2) 半双工方式

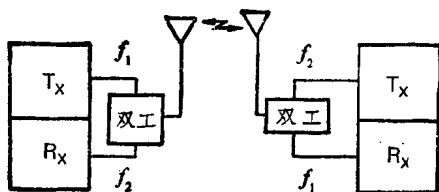
基地台 T_x 、 R_x 同时工作，采用双工、双频通话，而移动台采用键控、单工双频工作，如图(1-3)。

(3) 双工工作方式

基地台、移动台都采用双工、双频，其工作方式如图(1-4)。这种工作方式操作简单、方便，但移动台的 T_x 总是工作的，



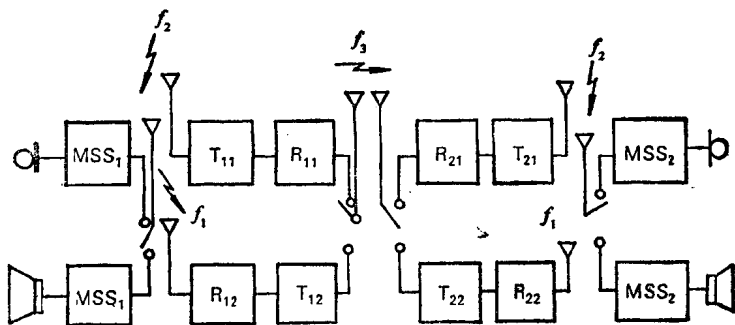
图(1-3) 半双工工作方式



图(1-4) 双工工作方式

电源消耗功率大。所以通常采用准双工方式，即基地台是双工工作，移动台的 T_x 只在发射时才工作，而移动台的 R_x 总是工作的。

另外，还有中继工作方式，如图(1-5)所示。它是一种用较少的载波频率达到中继的目的。特别是移动台之间的通信，中间



图(1-5) 中继工作方式

通过中继台 R_{S1} 和 R_{S2} 进行中继，如移动台 MSS_2 要同移动台 MSS_1 通话时，接收机 R_{22} 收到 MSS_2 发来的信号将镇噪继电器开启，使发射机 T_{22} 工作，中继 R_{S1} 的接收机 R_{11} 将收到的信号解调后，再由 T_{11} 发送至移动台 MSS_1 。当 MSS_1 同 MSS_2 通话时，其工作方式与上述类似。中继系统仅用 f_1 、 f_2 、 f_3 三个频率，收发频率间隔为4MHz。

移动通信按其规模的大小划分为大、中、小容量，见表(1-1)

表(1-1)

客 量	用 户 数	服务区半径
小 容 量	500以下	30km以上
中 容 量	500~1万	15~30km
大 容 量	1万以上	1.5~15km

按系统的不同可分为公用移动通信系统，调度通信系统，专业局部通信系统，无绳电话系统，无线寻呼系统，农村移动电话系统，各类系统的组成都有其各自的特点。

1. 公用移动通信系统

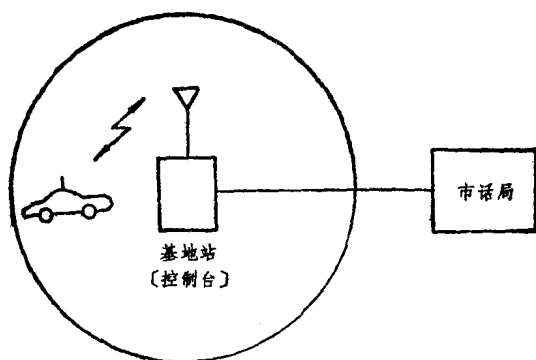
在这种系统中，固定用户和移动用户之间以及移动用户之间都通过基地台进行通话。它与公用电话网的连接方式由早期的人工接续发展为自动接续。该系统分为大区制、小区制、中区制三大类。

(1) 大区制

在其业务区内由一个或几个无线基地台覆盖，使用一个或多个无线信道并采用多信道共用，利用自动扫频搜索空闲信道进行选频或利用专用呼叫信道进行信道分配。大区制系统用户容量约几十个至数百个。随着频率合成技术和多信道共用技术的发展，在该系统中将可容纳几千至一万个用户。

大区制结构如图(1-6)所示。它是由基地台、移动台组成。

基地台包括控制交换设备、发射机和接收机。



图(1-6) 大区制结构

大区制为覆盖整个服务区、MBS天线架设高，发射功率大，而MSS天线低。这样，当MSS接收MBS(下行)信号效果较好时，MBS接收MSS(上行)信号效果不一定好。为此，往往采用分集接收技术。

(2) 小区制

该系统是将整个服务业务区划分成若干个有如蜂房一样的小区，即无线区。所谓无线区是指每个MBS所覆盖的区域。无线区的半径约为1.5~15km。每个正六边形的无线区中心或相互隔开的顶角处设立一个无线基地台，每个无线区指配一组信道作为该区的移动台共用。每隔2~3个无线区作为隔离区，信道还可以重复使用，提高了频率使用率。每个基地台通过中继线与移动电话局或无线交换局相连接。移动台在呼叫或在通话中从一个无线区到另一个无线区，即越区行驶中，由移动电话局发出指令，可自行转换无线信道。该系统属于大容量移动通信，最大容量可达100万户，其结构如图(1-7)所示。它是由若干个基地台和移动电话交换局MTSO，并通过中继线与市话局连接所组成的系统。