

TELECOMMUNICATIONS



世纪高职高专通信规划教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN
TONGXIN GUIHUA JIAOCAI

移动通信技术

(第2版)



魏红 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



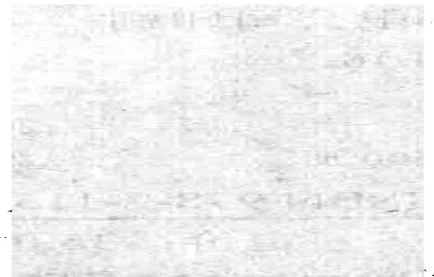
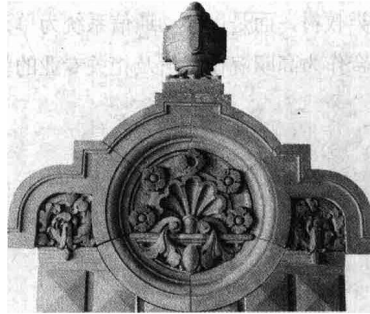
世纪高职高专通信规划教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN
TONGXIN GUIHUA JIAOCAI

移动通信技术

(第2版)

魏红 编著



人民邮电出版社

北京

TELECOMMUNICATIONS

图书在版编目 (CIP) 数据

移动通信技术 / 魏红编著. —2版. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 9
21世纪高职高专通信规划教材
ISBN 978-7-115-19974-4

I. 移… II. 魏… 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 (2009) 第137489号

内 容 提 要

本书作为通信类专业“移动通信技术”课程配套教材, 全面、系统地阐述了现代移动通信的基本原理、基本技术和当今商用的各类移动通信系统的发展及技术。全书分为4部分, 共9章。第一部分为移动通信概述, 包括移动通信概念, 移动通信中的主要技术; 第二部分为移动通信系统的发展及技术应用, 包括IS-95 CDMA到cdma2000的发展及技术应用, GSM、GPRS到WCDMA的发展及技术应用, TD-SCDMA的发展及技术应用, PAS到iPAS的发展及技术应用, 其他移动通信系统; 第三部分为无线电波的传播, 包括电波的传播特性, 移动通信中的噪声和干扰; 第四部分为实训, 包括GSM (WCDMA) 基站系统的认识, GSM手机的认识, TD-SCDMA基站系统的认识, PAS基站系统的认识。

本书不同于一般的技术类教材, 而是以移动通信系统为单元, 介绍各类移动通信系统的发展及技术应用, 突出系统间的差别。本书适合作为高职院校通信及相关专业的教材, 也可作为相关专业技术人员的参考书。

21世纪高职高专通信规划教材 移动通信技术 (第2版)

-
- ◆ 编 著 魏 红
责任编辑 蒋 亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.25
字数: 543千字 2009年9月第2版
印数 19501—22500册 2009年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-19974-4

定价: 35.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着移动通信技术的发展和第三代移动通信系统在我国商用规模的不断扩大, 社会对通信专业技术人才的需求也迅速增加, 对通信人才的要求也越来越高。作为新一代的通信人才, 必须对移动通信系统的发展及技术应用有着充分的了解, 必须具有全程全网的概念。因此, 本书在 2005 年第 1 版的基础上做了修订, 充分反映了移动通信系统的发展进程及技术应用, 以帮助学生建立全面、系统的移动通信网络及技术应用发展的概念。

开设移动通信技术课程的目的是增加学生对移动通信技术的了解, 为后续专业技能课程的学习、技能鉴定和日后的求职做好铺垫。因此, 课程教学内容应覆盖目前广泛商用的移动通信系统, 并体现系统的发展进程及技术应用。目前, 我国的移动通信网络正处在 3G 商用建设阶段, 3G 采用了从 2G 平滑演进方案, 而且在很长时间内 2G 和 3G 将共存。移动通信系统的区别主要在于其采用的无线接口不同, 因此采用的相关技术在各系统中也会有所区别。基于这一考虑, 本书编写以各运营商开通的系统为单元, 充分体现系统的发展、演进过程, 以及技术在各类系统中应用的区别, 主要介绍 IS-95 CDMA 到 cdma2000、GSM 和 GPRS 到 WCDMA、TD-SCDMA、PAS (小灵通) 到 iPAS 的发展中无线接口技术的发展和演进, 以及其他为保证高质量的各类通信业务的提供而采取的一系列关键技术的基本知识。

书中还根据学生的就业岗位群及移动通信现网状态, 安排了适量的实训项目, 如: GSM 基站系统的认识以 NOKIA 的 UltraSite 设备为例, 考虑到了 2G 和 3G 共用基站设备; GSM 手机的认识可帮助学生了解信号处理过程; TD-SCDMA 基站系统的认识可帮助学生认识分离的 BBU+RRU 设备。各院校可根据实训设备的配置情况开设, 使学生对所学理论知识有一定的感性认识, 并可增强学生的动手能力。由于受到书稿篇幅的限制, 本书将实训的主要内容放置在人民邮电出版社教学服务与资源网 (www.ptpedu.com.cn) 上, 有需要的教师和学生可从该网站免费下载。

本书在编写过程中力求简单、全面地阐述各类移动通信系统的基本概念和主要技术, 突出系统的发展及技术应用的不同, 以方便学生掌握各系统的主要技术特点。

学习本课程需要有一定的通信网基础知识, 了解网络构成。书中各章节具有一定的独立性, 不同院校可视具体情况节选, 不会影响教学的完整性。

在本书的编写过程中, 得到了很多老师的帮助, 编者在此一并表示感谢。

由于编者水平有限, 时间仓促, 书中难免存在不足之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 7 月于绍兴

目 录

第一部分 移动通信概述

第 1 章 移动通信概念	2	第 2 章 移动通信主要技术	20
1.1 移动通信的基本概念	2	2.1 无线区域覆盖结构	20
1.1.1 移动通信概念	2	2.1.1 组网制式	21
1.1.2 移动通信的特点	3	2.1.2 正六边形无线区群结构	22
1.1.3 移动通信的发展概述	5	2.1.3 移动通信网络结构和信道	24
1.1.4 移动通信的工作方式	6	2.2 频率利用	28
1.2 移动通信系统的组成	8	2.2.1 频谱管理	28
1.3 移动通信中的编号计划	8	2.2.2 同频复用	30
1.3.1 移动用户的 ISDN 号码	9	2.2.3 多信道共用	31
1.3.2 国际移动用户识别码	10	2.2.4 多址技术	34
1.3.3 临时移动用户识别码	10	2.2.5 信道自动选择方式	41
1.3.4 移动用户漫游号码	10	2.2.6 载波干扰保护比	43
1.3.5 区域识别	10	2.3 移动通信中的控制与交换	44
1.3.6 国际移动设备识别码	11	2.3.1 移动交换系统的特殊要求	44
1.3.7 其他编号	11	2.3.2 位置登记	45
1.4 移动通信中信号的基本处理过程	12	2.3.3 越区切换	46
1.4.1 发射信号处理	12	2.3.4 漫游	46
1.4.2 接收信号处理	15	2.4 路由及接续	47
1.5 移动通信系统的业务	16	2.4.1 电路群的设置	47
1.5.1 基本业务	16	2.4.2 路由选择	47
1.5.2 补充业务	17	2.4.3 用户的激活与分离	52
1.5.3 增值业务	18	2.4.4 呼叫接续	52
小结	19	2.5 移动网络的抗衰落、抗干扰技术	53
思考与练习	19		

2.5.1 跳频.....	54	2.5.5 扩频.....	60
2.5.2 间断传输.....	55	小结.....	62
2.5.3 分集.....	56	思考与练习.....	63
2.5.4 功率控制.....	59		

第二部分 移动通信系统的发展及技术应用

第3章 IS-95 CDMA 到 cdma2000 的发展及技术应用.....

3.1 IS-95 CDMA (CMS).....	66
3.1.1 CDMA 系统组成及网络结构.....	67
3.1.2 码分多址技术基本原理.....	70
3.1.3 CDMA 和扩频通信系统的结合.....	71
3.1.4 CDMA 中地址码和扩频码的选择.....	74
3.1.5 上、下行链路工作原理.....	78
3.1.6 CDMA 中的关键技术.....	82
3.1.7 无线接口.....	93
3.1.8 CMS 的移动功能结构.....	97
3.2 cdma2000.....	98
3.2.1 3G 概述.....	98
3.2.2 cdma2000 标准的演进.....	100
3.2.3 cdma2000 无线接入技术.....	103
3.2.4 cdma2000 关键技术.....	117
3.2.5 cdma2000 1xEV-DO.....	123
小结.....	132
思考与练习.....	132

第4章 GSM、GPRS 到 WCDMA 的发展及技术应用.....

4.1 GSM.....	134
--------------	-----

4.1.1 GSM 系统组成及网络

结构.....	136
---------	-----

4.1.2 GSM 数字信号的处理.....

4.1.3 GSM 中的频率利用.....

4.1.4 无线接口.....

4.1.5 SIM 及安全技术.....

4.2 GPRS.....

4.2.1 GPRS 概述.....

4.2.2 GPRS 的结构.....

4.2.3 无线接口.....

4.2.4 GPRS 功能及实现.....

4.3 WCDMA.....

4.3.1 WCDMA 标准的演进.....

4.3.2 WCDMA 无线接入技术.....

4.3.3 WCDMA 中的关键技术.....

小结.....

思考与练习.....

第5章 TD-SCDMA 的发展及技术应用.....

5.1 TD-SCDMA 的发展及特点.....

5.1.1 TD-SCDMA 的发展及特点.....

5.1.2 TD-SCDMA 标准的演进.....

5.2 TD-SCDMA 无线接入技术.....

5.2.1 系统结构.....

5.2.2 无线接口	218	6.2.2 PAS 的功能及特点	248
5.2.3 基本物理层过程	230	6.2.3 PAS 系统的组成	250
5.3 TD-SCDMA 的关键技术	234	6.2.4 PAS 的关键技术	251
5.3.1 智能天线技术	234	6.2.5 PAS 的通信过程	256
5.3.2 联合检测	236	6.3 iPAS	260
5.3.3 接力切换技术	237	6.3.1 WACOS iPAS	260
5.3.4 动态信道分配	239	6.3.2 mSwitch iPAS	264
5.3.5 软件无线电技术	242	小结	274
5.3.6 其他技术	244	思考与练习	275
小结	244	第 7 章 其他移动通信系统	276
思考与练习	244	7.1 无线寻呼系统	276
第 6 章 PAS 到 iPAS 的发展及技术应用	246	7.2 卫星移动通信系统	278
6.1 无绳电话系统的发展	246	7.3 集群移动通信系统	280
6.2 PAS	247	7.4 限定空间的移动通信系统	280
6.2.1 PAS 概念	247	小结	282
		思考与练习	282
第三部分 无线电波的传播			
第 8 章 电波的传播特性	284	小结	311
8.1 无线电波	284	思考与练习	311
8.1.1 无线电波的概念	284	第 9 章 移动通信中的噪声和干扰	312
8.1.2 电波的传播方式	286	9.1 移动通信中的噪声	312
8.2 电波传播中的衰落	289	9.1.1 噪声的类型	312
8.2.1 电波传播的衰落特性	289	9.1.2 噪声系数	314
8.2.2 场强估算模型	292	9.1.3 降低噪声的方法	315
8.3 电波传播特性预测	293	9.2 移动通信中的主要干扰	319
8.3.1 OM 模型	293	9.2.1 互调干扰	319
8.3.2 任意地形地物信号中值的预测	304	9.2.2 邻道干扰	332
8.3.3 场强中值变动分布及预测	305	9.2.3 同频道干扰	335
8.3.4 覆盖设计	309	小结	340
		思考与练习	340

第四部分 实训

实训 1 CSM 基站系统的认识.....	344	实训 4 PAS 基站系统的认识	344
实训 2 GSM 手机的认识.....	344	附录	345
实训 3 TD-SCDMA 基站系统的 认识	344	参考文献	347

第一部分 移动通信概述

本章内容

- 移动通信的基本概念、特点、工作方式、编号计划
- 移动通信系统中信号的基本处理过程
- 移动通信系统提供的业务

本章重点

- 移动通信的概念、特点
- 移动通信系统中信号的基本处理过程

本章难点

- 移动通信系统中信号的基本处理过程

本章学时数 6 学时

学习本章的目的和要求

- 掌握移动通信概念、特点
- 理解移动通信系统中信号的基本处理过程

1.1 移动通信的基本概念

随着商品经济的发展，人们物质、文化水平逐渐提高，社会活动日益频繁，社会已进入了信息时代，人们迫切要求采用现代化的科学技术实现信息的快速、及时传递。人们(whoever)越来越希望能够在任何时候(whenever)、任何地点(wherever)方便地与任何人(whomever)交换任何信息(whatever)，这5个任何简称为“5W”，即个人通信。移动通信的发展为其实现提供了条件和可能。本节主要介绍移动通信的概念、特点、发展、工作方式。

1.1.1 移动通信概念

所谓移动通信，是指通信双方或至少有一方在移动中进行信息交换的通信方式。例如移动体(车辆、船舶、飞机)与固定点之间的通信，活动的人与固定点、人与人和人与移动体之间的通信等。

移动通信使人们能够更有效地利用时间，这是它快速发展的原因之一。由于各种新技术的应用，移动通信成为现代通信网中一种不可缺少的手段，是用户随时随地快速可靠地进行多种形式信息（语音、数据等）交换的理想方式。

移动通信有多种方式，可以双向工作，如集群移动通信、无绳电话通信和蜂窝移动电话通信，但部分移动通信系统的工作是单向的，如无线寻呼系统。移动通信系统的类型很多，可按不同方法进行分类。

- (1) 按使用对象分：军用、民用移动通信系统。
- (2) 按用途和区域分：陆上、海上、空中移动通信系统。
- (3) 按经营方式分：专用移动通信系统、公用移动通信系统。
- (4) 按信号性质分：模拟制、数字制移动通信系统。
- (5) 按无线频段工作方式分：单工、半双工、双工制移动通信系统。
- (6) 按网络形式分：单区制、多区制、蜂窝制移动通信系统。
- (7) 按多址方式分：FDMA、TDMA、CDMA 移动通信系统。

1.1.2 移动通信的特点

移动通信可应用于任何条件下，一般用在有线不可及的情况，与有线通信相比较具有以下几个特点。

1. 移动通信是有线、无线相结合的通信方式

移动通信把无线通信技术、有线传输技术、计算机通信技术等有机地结合在一起，为用户提供一个较为理想、完善的现代通信网。无线通信主要在基站与移动台间采用；在基站与交换控制中心间可以用有线或无线方式实现信息传输。

移动台由用户直接操作，因此移动台必须体积小、重量要轻、操作使用要简便安全，另外其成本要低。

2. 电波传播条件恶劣，存在严重的多径衰落

陆地上，移动体往来于建筑群或障碍物之中，其接收信号的强度主要由直射波和反射波的叠加决定，如图 1-1 所示。

这些电波虽然都是从一个天线辐射出来的，但由于传播的途径不同，到达接收点时的幅度和相位都不一样，而移动台又在移动，因此移动台在不同位置时，其接收到的信号合成后的强度是不同的。这将造成移动台在行进途中接收信号的电平起伏不定，最大的可相差 30dB 以上，这种现象通常称为衰落，它严重地影响着通信质量。因为移动通信的一方或双方在运动中，位置经常变动，为了保证一定等级的通信质量，要求在进行移动通信系统的设计时，必须具有一定的抗衰落的能力和储备。

3. 强干扰条件下工作

通信质量的好坏不仅取决于设备性能，还与外部的噪声及干扰有关。发射功率再高，当噪声和干扰很大时，信号也会被淹没而使系统无法正常工作。

对于移动通信系统来说，其主要的噪声来源是人为噪声（如汽车的点火噪声等）。为保证通信质量，除选择抗干扰性强的调制方式（调频或调相）外，移动通信设备还必须有足够的抗人为噪声的能力及储备。

移动通信系统的主要干扰有互调干扰、邻道干扰和同频干扰。

互调干扰主要是由多个信号进入设备中的非线性器件产生大量的组合频率引起的。如接收机的混频部分,当输入回路的选择性不好时,就会使不少干扰信号随有用信号一起进入混频器,当叠加后的干扰信号达到一定幅度时即产生对有用信号的干扰。因此,要求移动通信设备必须具有良好的选择性。

邻道干扰是指相邻或邻近的信道(或频道)之间的干扰。如图 1-2 所示,用户 A 占用了 K 信道,用户 B 使用 $(K \pm 1)$ 信道,本来它们之间不应存在干扰问题,但当一个距基站很远(如用户 A),而另一个却很近时(如用户 B),由于信道间隔有限,就会出现基站接收信号中 $(K \pm 1)$ 信道的强信号干扰 K 信道弱信号的现象,这就是由远近效应引起的邻道干扰。为解决这个问题,在移动通信设备中,使用了自动功率控制电路。当移动台靠近基站时,根据所接收到的基站发来的功率控制信号自动降低发射功率,而远离基站时自动提高功率。

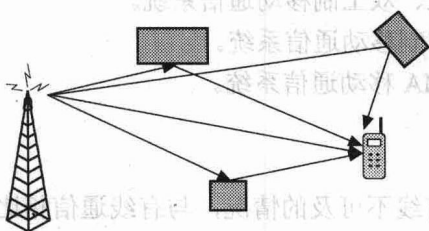


图 1-1 电波的多径传播



图 1-2 邻道干扰

同频干扰是指相同载频电台之间的干扰,它是蜂窝式移动通信所特有的。蜂窝移动通信系统为了提高频率的利用率,采用同频复用技术,间隔一定距离的不同小区可使用相同的频率,若使用相同频率的小区间隔距离不满足要求即会引起同频干扰。为此,要求移动通信系统在组网时,对解决同频干扰问题必须予以充分的重视。

有关噪声和干扰的问题,还将在第 9 章中作进一步介绍。

4. 具有多普勒效应

当运动的物体达到一定速度时,固定点接收到的载波频率将随相对运动速度 v 的不同产生不同的频率偏移,通常把这种现象称为多普勒效应。其频移值为

$$f_d = (v/\lambda)\cos\theta$$

其中, λ 为接收信号载波的波长; θ 为电波到达接收点时的入射角。

比如,人造卫星在发射前,其星上发射机的载频 f_1 是预知的。发射后,地面接收站收到的载波信号频率已不是 f_1 了,而是 $f_1 \pm f_d$ 。由于卫星运动的速度(径向速度)在变化,所以 f_d 也在变化,使到达接收机的电波载频也在变化,因而使用一般的接收机是无法接收卫星信息的,必须使用采用了“锁相技术”的接收机才行。实际上,卫星地面站就是一部大型锁相接收机。它所以能稳定地接收卫星信息,主要是由于“锁相技术”具有频率跟踪和低门限性能,即接收机在捕捉到卫星发来的载频信号之后,当发来的载频信号随速度 v 变化时,地面接收机本振信号频率跟着变,这样就可以不使信号丢失。另外,还可以利用其窄带性能,把淹没在噪声中的微弱信号提取出来。所以移动通信设备都毫无例外地采用了锁相技术。

5. 存在阴影区(盲区)

当移动台进入某些特定区域时,会因电波被吸收或被反射而接收不到信息,这一区域称为盲区。这个问题,在网络规划、设置基站时必须予以充分地考虑。

6. 用户经常移动，与基站无固定联系

由于移动台在通信区域内是随机运动的，而其发射机在不通话时，又处于关闭状态，因此，它与基站间无固定联系。为实现可靠有效的通信，要求移动通信设备必须具有位置登记、越区切换及漫游访问等跟踪交换技术。

1.1.3 移动通信的发展概述

1. 移动电话系统的发展

移动通信的历史可以追溯到 20 世纪初。在 1895 年无线电发明之后，莫尔斯电报就用于船舶通信。1921 年，美国底特律和密执安警察厅开始使用车载无线电台，其工作频段为 2MHz；1940 年，又增加了 30~40MHz 之间频段，由调幅方式改成调频方式，增加了通信信道。由于专用移动用户的增加，美国联邦通信委员会又分配了 300~500MHz 之间的 40MHz 带宽，供陆上无线通信使用。

移动通信，在 20 世纪 80 年代以前是指公用汽车电话系统。自美国贝尔实验室于 1946 年在圣路易斯建立了世界上第一个公用汽车电话系统以来，移动通信经历了从单工方式的人工选择空闲信道，到大区制、双工方式循环定位法自动选择空闲信道，再到蜂窝状大容量小区制的移动电话系统等几个阶段。移动通信系统从模拟制式进入了第二代数字制式，目前正处于 3G 商用建设阶段。现在，蜂窝移动电话系统主要使用 900MHz 和 1800MHz 频段。

第一代蜂窝移动通信网为模拟系统，以美国的 AMPS 和英国的 TACS 为代表，到 20 世纪 80 年代，移动通信已达到成熟阶段。第一代移动通信系统解决了系统要求容量大与频率资源有限的矛盾，成为公用移动通信网的主体，但该系统设备制式不统一，设备复杂，成本高且各厂家生产的设备不能兼容；体制过于混杂，不易于国际漫游；频率利用率低；业务种类单一，只提供语音业务；保密性差，通话易被窃听；安全性差，易被盗号；容量小，不能满足日益增长的需要。20 世纪 80 年代末，人们便着手研究数字蜂窝移动通信系统。

第二代数字蜂窝移动通信网采用与模拟系统不同的多址方式、调制技术、语音编码、信道编码、分集接收及数字无线传输技术，系统频谱利用率高、容量大，还能提供语音、数据等多种业务，并能与 ISDN 等其他网络进行互联。第二代数字移动通信系统的主要制式有泛欧标准的 GSM，美国的 DAMPS 和 CDMA，日本的 PDC 等。

第三代为宽带移动通信系统，主要针对第二代不能提供的中高速数据业务提出的。最受关注的 3G 标准有：基于 GSM 的 WCDMA；基于 IS-95CDMA 的 cdma2000；中国自主知识产权的 TD-SCDMA。另外，为了能使第二代向第三代平滑过渡，在第二代的基础上采用了一些新的技术，我们称之为二代半技术，如在 GSM 基础上开通的通用分组无线业务（GPRS）。

尽管目前 3G 还在商用建设阶段，制定的标准与预期目标也有些距离，不能在 3G 中实现标准的全球统一，但 4G 和 5G 标准的研究已提上日程。未来移动通信网络在业务上将走向数据化和分组化，网络将是全 IP 网络。

4G 可称为宽带接入和分布网络，具有非对称的超过 2Mbit/s 的数据传输能力。包括宽带无线固定接入、宽带无线局域网、移动宽带系统和互操作的广播网络。4G 将在不同的固定和无线平台及跨越不同频带的网络运行中提供无线服务。4G 还是多功能集成的宽带移动通信系统，是宽带接入 IP 系统。4G 可定义为是具有宽带移动和无缝业务的移动通信系统。4G 技术应具备的基本特征为：多种业务的完整融合、移动中的高速切换和高度智能化的网络。

2. 我国移动电话通信系统的发展

我国蜂窝移动电话网始建于1986年。1989年原邮电部从美国 Motorola、瑞典 Ericsson 引进 900MHz 的 TACS 体制的设备,1995年我国公用 900MHz 模拟蜂窝移动电话全国联网投入运行。1994年9月,广州在全国率先建成特区及珠江三角洲数字移动电话网,同年10月试运营,随后各地相继引进设备建立 GSM 数字蜂窝移动电话网。1998年,模拟用户数量开始下降,2001年底模拟网关闭。同期,中国联通启用 CDMA 网络(简称“C网”),中国移动开通 GPRS。

2001年6月22日原信息产业部成立 3G 技术试验专家组(3GTEG),负责实施 3G 技术试验。截至 2003年年底,已对 WCDMA, TD-SCDMA, 2GHz cdma2000 1x 完成了第一阶段试验工作,结论是系统基本成熟,终端尚存在一定问题需要改进。2004年进行第二阶段试验。

2008年5月电信企业重组后,中国电信拥有了 C 网,中国移动和中国联通拥有 GSM/GPRS 网络(简称“G网”)。2009年1月,工业和信息化部颁发 3G 牌照,中国移动启用 TD-SCDMA,中国联通发展应用 WCDMA,而中国电信在原 C 网的基础上发展启用 cdma2000。

到 2001年3月,我国移动用户已跨越 1 亿户大关,同年7月达 1.206 亿,超过美国,成为世界上移动用户最多的国家。我国发展 1 000 万移动用户用了 10 年,而从 1 000 万到 1 亿仅用了 4 年时间。到 2004年6月,移动用户已增至 3 亿,普及率达到 23.7%,国产手机市场份额已达 17.7%,我国的移动通信依然有着巨大的发展潜力。

随着电信体制改革的顺利进展,电信企业重组的主要工作基本完成。中国移动、中国电信、中国联通都获得了移动和固话的综合业务运营权。TD-SCDMA 二期建设已全面启动,试商用业务成功服务奥运。目前工业和信息化部已完成第三代移动通信牌照发放工作。到 2008 年底,移动电话用户已达 6.41 亿户。

1.1.4 移动通信的工作方式

移动通信与固定通信一样,按照通话的状态、频率和使用方法可分为 3 种工作方式:单工、半双工和(全)双工。

1. 单工制

单工方式又可分为同频单工和异频单工,适用于用户少、专业性强的移动通信系统。

同频单工指通信的双方使用相同的频率工作,图 1-3 中当 A 侧与 B 侧的发射机、接收机均使用 f_1 频率时,即为同频单工方式。同频单工操作采用“按一讲”方式,在某一时刻一方在发话时,另一方只能收听,平时双方的接收机均处于守听状态。如果 A 方需要发话,可按下“按一讲”开关,关掉接收机将开关 K 拨至发射机,使其发射机工作,这时由于 B 方仍处于守听状态,即可实现由 A 到 B 的通话。在这种方式中,同一电台的发射和接收是交替工作的,故收发信机可使用同一副天线,而不需要使用天线共用器。这种方式设备简单、功耗小,但操作不便,如果配合不恰当,会出现通话断续。此外,若在同一地区有多个电台使用相同的频率,相距较近的电台之间将会产生严重的干扰。

异频单工指通信双方使用两个频率工作,图 1-3 中,当 A 侧发射机与 B 侧接收机使用频率 f_1 ,而 B 侧发射机与 A 侧接收机使用频率 f_2 时,即为异频单工。异频单工操作仍为“按一讲”方式。同一电台的发射机和接收机也是交替工作的,只是收发各用一个频率,其优缺点与同频单工类似。

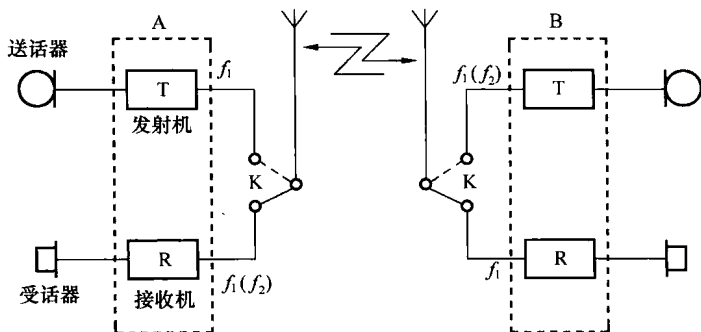


图 1-3 单工通信方式

2. 双工制

双工制指通信双方的收发信机均同时工作，即任一方在发话的同时，也能收听到对方的语音，无需“按一讲”，与普通市内电话的使用情况类似，操作方便。双工通信方式如图 1-4 所示。

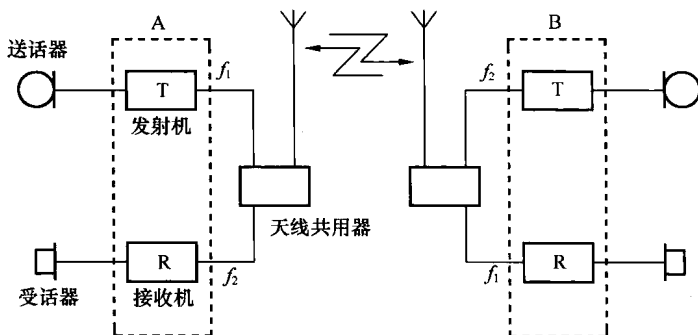


图 1-4 双工通信方式

3. 半双工制

半双工通信指通信双方中有一方（如 A 方）使用双工方式，即收发信机同时工作，而且使用两个不同的频率；而另一方（如 B 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 B 方处于守听状态，仅在发话时才按下“按一讲”开关，切断收信机使发信机工作。它的优点是设备简单、功耗小，克服了通话断续的现象，但操作仍不便。所以半双工制主要用于专用移动通信系统，例如汽车调度等。

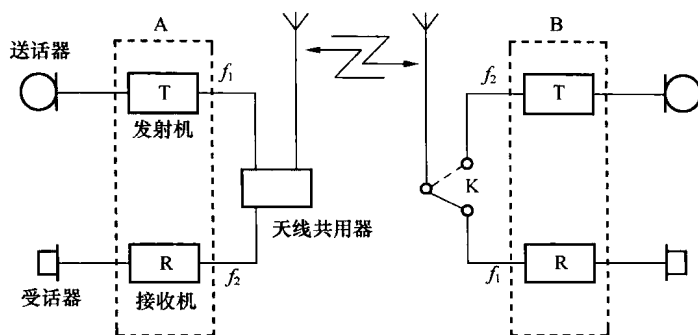


图 1-5 半双工通信方式

4. 准双工制

准双工方式实际是一种特殊的双工方式。在采用双工方式通信时, 不管是否发话, 发射机总是工作的, 故电能消耗大, 这一点对以电池为能源的移动台是不利的。为此, 在蜂窝移动通信系统中, 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, 它可以和双工系统兼容。目前, 这种工作方式在移动通信系统中获得了广泛地应用。

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) 及与市话网 (PSTN) 相连接的中继线等组成, 图 1-6 所示给出了组成一个移动通信系统的最基本的结构。

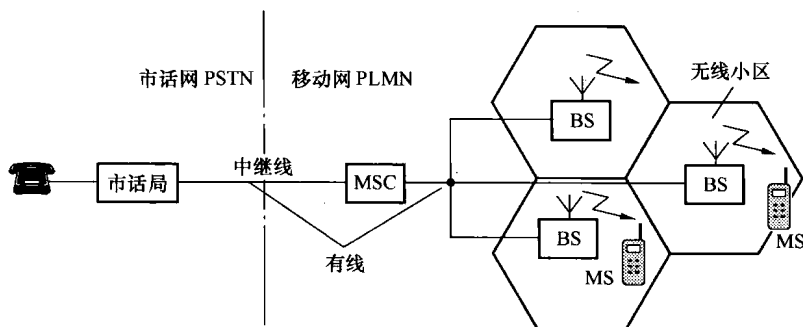


图 1-6 移动通信系统的组成

基站与移动台都设有收、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, 主要由发射功率和基站天线的高度决定, 基站天线越高, 发射功率越大, 则无线覆盖区也越大。移动业务交换中心主要用来处理信息的交换和整个系统的集中控制管理。

大容量移动电话系统可以由多个基站构成一个移动通信网, 如图 1-6 所示。由图可以看出, 通过 BS、MSC 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; 也可以经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。但是, 移动用户间不能直接进行通信, 必须通过 BS、MSC 转接。

随着网络的发展, 各组成部分都以子系统的形式存在, 这将在后面各系统中具体介绍。

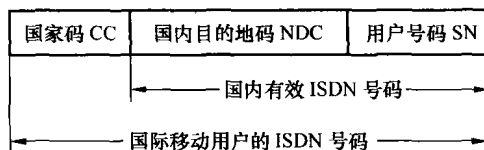
1.3 移动通信中的编号计划

移动通信系统网路很复杂, 它包括交换子系统和基站子系统, 以及交换子系统 (包括 MSC、HLR、VLR、AUC 和 EIR 等) 与基站子系统及其他网路 (如 PSTN、ISDN, 数据网、其他 PLMN 等) 间的接口。为了将一个呼叫接至某个移动用户, 需要正确寻址, 因此编号计划非常重要, 而且, 系统中的编号直接影响到网络的性能、容量。在 CDMA 中主要的编号为

移动用户号码 (MDN)、国际移动用户识别码 (IMSI)、移动台识别码 (MIN)、临时本地用户号 (TLDN)、电子序列号 (ESN)、系统识别码 (SID)、网络识别码 (NID)、MSC 号、HLR 号等, 与 GSM 网络的编号计划基本一致。本节以 GSM 网络中的应用为例介绍编号计划。

1.3.1 移动用户的 ISDN 号码

移动用户的 ISDN 号码 (MSISDN) 是指主叫用户为呼叫移动用户所需的拨叫号码, 号码基本组成如下。



其中, 国家码 (CC), 我国为 86。国内有效 ISDN 号码为一个 11 位数字的等长号码 ($N_1N_2N_3H_0H_1H_2H_3ABCD$), 由以下 3 部分组成。

移动业务接入号 NDC ($N_1N_2N_3$): 13S (S = 9~4 属于中国移动; S = 0~2 属于中国联通; S = 3 属于中国电信); 15S 和 18S (不同的 S 分属不同的运营商)。

HLR 识别号: $H_0H_1H_2H_3$ 。

移动用户号: ABCD。

其中前两部分构成国内目的地码。

1. HLR 识别号的分配

$H_0H_1H_2$ 由全国统一分配, H_3 各省自行分配。网号不同或 H_0 不同时, 分配也不同。以中国移动的编号为例, 当网号为 139、 $H_0=0$ 时, 分配方式如表 1-1 所示。

表 1-1 139 网 ($H_0=0$) 的 H_1H_2 分配表

$H_1 \backslash H_2$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	北京	北京	北京	北京	江苏	江苏	上海	上海	上海	上海
2	天津	天津	广东	广东	广东	广东	广东	广东	广东	广东
3	广东	河北	河北	河北	山西	山西	黑龙江	河南	河南	河南
4	辽宁	辽宁	辽宁	吉林	吉林	黑龙江	黑龙江	内蒙古	黑龙江	辽宁
5	福建	江苏	江苏	山东	山东	安徽	安徽	浙江	浙江	福建
6	福建	江苏	江苏	山东	山东	浙江	浙江	浙江	浙江	福建
7	江西	湖北	湖北	湖南	湖南	海南	海南	广西	广西	广西
8	四川	四川	四川	四川	湖南	贵州	湖北	云南	云南	西藏
9	四川	陕西	广东	甘肃	甘肃	宁夏	安徽	青海	辽宁	新疆

2. 拨号程序

移动→本地固定: PQRABCD;

移动→外地固定: 0XYZPQRABCD;

移动→移动: 13SH₀H₁H₂H₃ABCD;

固定→本地移动: 13SH₀H₁H₂H₃ABCD;