



北京劳动保障职业学院国家骨干校建设资助项目

移动通信系统



杨爱敏◎主编 韩彦芳 鲁韶华◎副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



北京劳动保障职业学院国家骨干校建设资助项目

移动通信系统

杨爱敏 主 编
韩彦芳 鲁韶华 副主编



机械工业出版社

近年来, 通信技术发展越来越迅速, 投资也越来越大, 社会需要越来越多的具有通信专业知识的技术人才。为满足需要, 本书汇集了移动信道电波传播、噪声和干扰及抗干扰措施、组网技术、信息有效传输技术, 且对各 GSM、CDMA 系统等进行了详细阐述, 并介绍了目前如火如荼建设的 3G 系统。

本书主要用于移动通信专业的教学使用, 可以作为通信技术、电子技术等专业教学用书, 也可以供从事通信网络建设的工程设计、施工、运营与维护的技术人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

移动通信系统/杨爱敏主编. —北京: 机械工业出版社, 2014. 7

北京劳动保障职业学院国家骨干校建设资助项目

ISBN 978-7-111-47988-8

I. ①移… II. ①杨… III. ①移动通信—通信系统—高等职业教育—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 214577 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 罗 莉 责任编辑: 罗 莉

版式设计: 赵颖喆 责任校对: 陈延翔

封面设计: 陈 沛 责任印制: 李 洋

中国农业出版社印刷厂印刷

2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19. 75 印张·479 千字

0001—2000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-47988-8

定价: 59.90 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面防伪标均为盗版

前 言

21 世纪是信息化的时代,信息业和电信业的发展日新月异,经历了从模拟网到数字网,通信的发展目标即为个人通信,要达到任何时候、任何地点都可以和另外的任何地方的任何一个人进行任何形式的通信,为了达到这样的目标,移动通信是一个有效的方式,其发展具有非常大的潜力,2G、3G 甚至 4G 都发展得如火如荼,社会对通信专业的技术人才的需求也迅速增长。

本书注重介绍新知识、新技术,以当前广泛应用的 2G 及 3G 蜂窝移动通信系统及其相关技术为主要讲解对象,不侧重于理论的介绍,而是着重于实际的需要,以理论够用即可作为编写准则,本书分为两篇,即技术篇和系统篇,技术篇主要讲述所使用的技术,而系统篇主要介绍 GSM、IS-95、GPRS 及 3G 系统,各个项目的内容编写有轻有重。

每个模块都有模块的介绍及总结,并且有些模块有相应的扩展项目,是新的技术及实际的使用情况,这样在原有的知识基础上又对最新的数据及前沿技术有所了解。

本书在编写中力求概念清晰、结构合理、简繁得当,教材编写时参阅了大量最新资料,吸收了同类教材之精华。

本书由杨爱敏任主编,韩彦芳、鲁韶华任副主编。除此之外,徐嵩、杨爱华、陈曦、何福贵、姚越、王亚楠、张力展、王强、赵俊岭、张宪金、宋合志、孟霞也参与了编写工作。

本书在编写过程中,得到许多朋友及同行的热心帮助,在此表示衷心的感谢!对本书参阅和引用的有关文献资料的作者也一并表示诚挚的感谢!

由于作者学识所限,时间仓促,书中难免有欠妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

技 术 篇

模块一 概述	1	任务五 反射波	32
项目一 移动通信概念及其特点	2	项目二 移动信道的特征	33
任务一 移动通信的概念、特点	2	任务一 多径传播与信号衰落	33
任务二 移动通信的分类	3	任务二 多普勒效应	35
项目二 移动通信的工作方式	3	项目三 移动信道损耗估算	36
任务一 移动通信的传输方式	3	任务一 地形、地物分类	36
任务二 模拟网和数字网	5	任务二 传播模式的分类	37
项目三 移动通信的基本技术	6	任务三 Okumura - Hata 模型曲线法	38
任务一 调制、解调技术	6	任务四 COST - 231 - Walfish - Ikegami	
任务二 语音编码技术	7	模型	47
任务三 移动信道中电磁波传播特性	8	任务五 IMT - 2000 模型	48
任务四 多址技术	8	扩展项目 认识天线	49
任务五 抗干扰措施	10	模块三 噪声、干扰及抗干扰措施	54
任务六 组网技术	10	项目一 噪声	54
项目四 移动通信发展历程及未来发展		任务一 噪声的分类与特性	54
趋势	12	任务二 环境噪声和多径传播对语音质量	
项目五 常用移动通信系统	15	的综合影响	56
任务一 蜂窝移动通信系统	15	项目二 干扰	57
任务二 集群移动通信系统	16	任务一 邻道干扰	57
任务三 卫星移动通信系统	18	任务二 互调干扰	58
任务四 无绳电话通信系统	19	任务三 同道干扰	62
扩展项目 我国移动通信发展史	20	任务四 近端对远端的干扰	64
模块二 移动信道电波传播	24	项目三 分集接收原理	64
知识前顾	24	任务一 分集技术的基本概念及方法	65
任务一 认识电磁波	24	任务二 合并技术	67
任务二 无线电波的波段划分	26	项目四 其他抗衰落、抗干扰技术	69
任务三 极化波	26	任务一 自适应均衡	69
任务四 通信中常用度量方式	27	任务二 扩频技术	75
任务五 电磁辐射对人体的伤害	27	任务三 抗干扰技术的应用实例	76
项目一 电波传播方式及特点	28	模块四 组网技术	78
任务一 电磁波传播方式	28	知识前顾 网络拓扑结构	78
任务二 直射波	28	项目一 多址方式	81
任务三 电磁波在大气中的传播	30	任务一 概述	81
任务四 菲涅耳余隙与绕射损耗	31	任务二 FDMA	82

任务三 TDMA	83	任务三 信源编码分类	104
任务四 CDMA	85	项目二 差错控制编码	105
项目二 区域覆盖	87	任务一 差错控制方式	105
任务一 大区制与小区制	87	任务二 信道编码目的及分类	106
任务二 服务区域的划分	89	任务三 恒比码	108
项目三 信道分配技术	93	任务四 奇偶校验码	109
任务一 多信道共用技术	93	任务五 线性分组码	110
任务二 话务量和呼损率	94	任务六 循环码	117
任务三 信道的自动选择方式	96	任务七 卷积码	118
扩展项目 频率利用	98	项目三 交织	121
模块五 信息有效传输技术	102	项目四 GSM 系统实际所用编码	122
项目一 信源编码	103	任务一 GSM 系统所用信源编码	122
任务一 信源编码的目的	103	任务二 GSM 语音信道的编码	123
任务二 数据速率压缩的可行性	104	任务三 GSM 语音信道的交织	124

系 统 篇

模块一 GSM	127	项目七 频率分配	159
项目一 认识 GSM	127	任务一 GSM 网络 900MHz/1800MHz 频段	159
任务一 GSM 发展过程	127	任务二 频率复用方式	162
任务二 GSM 系统特点	129	任务三 载波干扰保护比	162
项目二 GSM 系统组成及网络结构	130	项目八 GSM 系统的安全	163
任务一 系统组成	130	任务一 用户识别模块 (SIM 卡)	163
任务二 移动信令网结构	133	任务二 GSM 系统的安全	165
任务三 网络接口	134	项目九 呼叫流程	167
项目三 区域划分和编号	138	任务一 出局呼叫	167
任务一 区域划分	138	任务二 入局呼叫	168
任务二 编号	139	扩展项目 天线选择原则及天线安装	169
项目四 GSM 信道配置	141	任务一 天线选择原则	169
任务一 帧和信道	141	任务二 天线安装	171
任务二 信道类型和组合	143	模块二 GPRS	173
项目五 漫游与位置更新	147	知识前顾 交换技术	173
任务一 移动台的状态	147	任务一 电路交换	174
任务二 周期性登记	148	任务二 分组交换	174
任务三 位置更新	148	任务三 ATM 交换	175
任务四 越区切换	150	项目一 认识 GPRS	178
项目六 有关技术	152	任务一 GPRS 概念	178
任务一 语音编码	152	任务二 GPRS 特点	179
任务二 信道编码	153	任务三 GPRS 技术参数	180
任务三 交织	154	项目二 GPRS 系统结构	181
任务四 调制技术	156	任务一 系统组成	181
任务五 跳频	156	任务二 骨干网络	183
任务六 语音间断传输技术	157	任务三 GPRS 接口	183
任务七 时序调整	158		

项目三 GPRS 服务	185	任务一 认识 3G	228
任务一 GPRS 服务描述	185	任务二 3G 发展及标准化情况	230
任务二 GPRS 安全保证	187	任务三 3G 频谱分配情况	234
任务三 GPRS 移动终端	187	项目二 WCDMA 移动通信系统	236
任务四 GPRS 业务及应用	187	任务一 3GPP R99 标准	237
任务五 计费	188	任务二 3GPP R4	239
任务六 GPRS 的局限性	189	任务三 3GPP R5	241
扩展项目 EDGE	189	任务四 3GPP R6	243
任务一 概述	190	任务五 3GPP R7	245
任务二 技术特点	191	项目三 cdma2000 移动通信技术	245
任务三 承载业务	194	任务一 标准发展历程	245
模块三 CDMA 系统	196	任务二 信道结构	247
项目一 CDMA 基本原理	196	任务三 cdma2000 1x 基本工作过程	251
任务一 CDMA 及扩频技术	196	项目四 TD-SCDMA 移动通信技术	252
任务二 扩频通信	199	任务一 SDMA	252
任务三 扩频码和地址码	205	任务二 时隙帧结构	253
项目二 CDMA 数字蜂窝通信系统	209	任务三 物理层程序	255
任务一 总体要求和标准	209	项目五 WiMax	258
任务二 IS-95 标准	210	任务一 WiMax 介绍	258
任务三 CDMA 基本原理	210	任务二 WiMax 的技术	260
任务四 无线信道	214	项目六 3G 业务	263
任务五 CDMA 网络结构	219	任务一 3G 业务介绍	263
项目三 CDMA 关键技术	220	任务二 3G 业务特点	268
任务一 功率控制技术	220	任务三 3G 业务发展模式探讨	270
任务二 软切换技术	222	扩展项目 移动互联网技术	272
任务三 CDMA 系统的分集、合并 技术	224	附录	294
任务四 语音编码技术	225	附录 A 英文缩写表	294
模块四 3G 系统	228	附录 B 爱尔兰呼损表	305
项目一 3G 概述	228	参考文献	307

技术篇

模块一

概述

【移动通信现状解读】

2003年8月,中国移动用户数首次超过了固定电话用户数,从模拟到数字,从2G到3G、4G,移动通信技术发展极为迅速,目前全球手机用户已超60亿,移动互联网流量已达互联网总流量的10%,移动通信和移动互联网的快速发展,正在给我们的生产和生活方式带来深刻变化。据统计,我国3G用户的普及程度在2013年得到了进一步的提升。最新数据显示,2013年全国移动电话用户净增11695.8万户,达到12.29亿户,同比增长10.5%;全国3G移动电话用户净增16880.8万户,总数达到4.02亿户,3G移动电话用户在移动用户中的渗透率达到32.7%,比上一年提高了11.8个百分点。手机网民规模达到5亿人,比上一年增加了8009万人。随着移动互联网的发展,宽带移动通信技术已经渗透到百姓生活的方方面面,为我们展示了移动信息社会的美好未来。

【知识回顾】

通信按照传统的理解就是信息的传输与交换。在当今信息社会,通信则与传感、计算技术紧密结合,成为社会的高级“神经中枢”。

【模块说明】

本模块主要介绍移动通信的一些基本概念,以及目前常见的无线通信系统。

【教学要求】

掌握

✓ 移动通信系统的特点和分类、基本概念、基本技术

理解

✓ 移动通信的工作方式、多址方式及其应用系统

了解

✓ 移动通信系统的发展历程及目前正在受到广泛关注、深入研究和大规模商用的第三代移动通信系统(3G)

项目一 移动通信概念及其特点

随着社会的发展,人们对于通信的需求越来越高。由于先进技术的发展,人类的政治和经济活动范围日趋扩大,同时效率也在不断提高,要求实现通信的终极目标,即个人通信——任何人(Whoever)在任何时候(Whenever)都可以与世界上任何地方(Wherever)的任何人(Whomever)进行任何形式(Whatever)的通信。即5个W。不难想象,没有移动通信是无法实现此目标的。

任务一 移动通信的概念、特点

所谓移动通信,顾名思义,是指通信的一方或双方在移动中实现的通信,是通信的一种特殊形式。也就是说通信的双方至少有一方在运动中或暂时停留在某一非预定的位置上,其中可以包括固定台与移动台之间的通信、移动台与移动台之间通信。移动通信不受时间和空间的限制,其信息交流机动、灵活、迅速、可靠,是达到人类通信的最高目标——个人通信的必经阶段。

移动通信技术是一门融合了当代微电子技术、计算机技术、无线通信技术、有线通信技术及交换和网络技术的综合性技术。由于大规模集成电路和微处理器、声表面波器件以及数字信号处理技术、程控交换技术的进步,移动通信已经趋于完善,也大大促进了移动通信设备的小型化、自动化,并使系统向大容量和多功能方向发展,因此移动通信业务必将有更大发展,在整个通信业务中将占据重要地位。

移动通信是通信条件比较差的一种通信方式,在陆地上受地形、地物和环境干扰等因素的影响较严重,其主要特点如下:

1. 电波传播环境恶劣

在移动通信特别是陆上移动通信中,由于移动台的不断运动导致接收信号强度和相位随时间、地点变化而不断变化,电波传播条件十分恶劣。移动台处于快速运动中,多径传播造成瑞利衰落,使接收场强的振幅和相位快速变化。移动台还经常处于建筑物与障碍物之间,局部场强值随地形环境而变动,气象条件的变化同样会使场强值随时间变动。另外,多径传播产生的多径时延扩展,等效为移动信道传输特性的畸变,对数字移动通信影响较大。移动通信电波传播的理论基本模型是超短波在平面大地上直射波与反射波的矢量合成。

2. 具有多普勒效应

移动使电波传播产生多普勒效应,由于移动台处于运动状态中,接收信号有附加频率变化,即多普勒频移,当运动速度较高时,必须考虑多普勒频移的影响,而且工作频率越高,频移越大。移动速度越快,入射角越小,则多普勒效应就越严重。

3. 复杂的干扰环境

移动通信网是多频道、多电台同时工作的通信系统。通信除受到城市噪声(主要是车辆噪声干扰)外,当移动工作时,往往受到来自其他电台的干扰(同频干扰、互调干扰),同时,还可能受到天电干扰、工业干扰和各种噪声的影响。鉴于上述各种干扰,在设计移动通信系统时,应根据不同形式的干扰,采取相应的抗干扰措施。

4. 频谱资源紧缺

移动通信特别是陆地上移动通信的用户数量大,为缓和用户数量大与可利用的频道数有限的矛盾,除开发新频段之外,还应采取各种有效利用频谱的措施,如压缩频带、缩小频道间隔、多频道共用等,即采用频谱和无线频道有效利用技术。

5. 需要采用复杂的网络管理技术

由于在广大区域内的移动台是不规则运动的,而且某些系统中不通话的移动台发射机是关闭的,它与交换中心没有固定的联系。因此,要实现通信并保证质量,移动通信必须发展自己的交换技术,必须具有很强的控制功能,如通信的建立和拆除、频道的控制和分配、用户的登记和定位,以及过境切换和漫游控制等。

6. 对设备要求苛刻

移动台或用户常在户外,环境条件较差,因此对其设备尤其是基站等要求相对苛刻。

任务二 移动通信的分类

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。但也有部分移动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。

按使用对象分:军用、民用移动通信系统。

按用途和区域分:陆上、海上、空中移动通信系统。

按经营方式分:专用移动通信系统、公用移动通信系统。

按信号性质分:模拟制、数字制移动通信系统。

按无线频段工作方式分:单工制、半双工制、双工制移动通信系统。

按网络形式分:单区制、多区制、蜂窝制移动通信系统。

按多址方式分:FDMA (Frequency Division Multiple Access, 频分多址接入)、TDMA (Time Division Multiple Access, 时分多址接入)、CDMA (Code Division Multiple Access, 码分多址接入) 移动通信系统。

项目二 移动通信的工作方式

任务一 移动通信的传输方式

按照通话的状态和占用的频道分类,无线通信的传输方式可分为单向传输(例如广播式)和双向传输。其中,单向传输只用于无线电寻呼系统。双向传输则包括单工通信、半双工通信和双工通信。

1. 单工通信

单工通信是指双方设备交替地进行收信和发信,同一时刻,信号只能沿着一个方向传输,即发送方发送时不能接收,接收方接收时不能发送。根据收、发频率的异同,又可分为同频单工和异频单工。单工通信如图 1-1-1 所示。

(1) 同频单工

同频单工是指通信的双方(如图 1-1-1 中的 A 方和 B 方)收发使用同一工作频率 f_1 ,

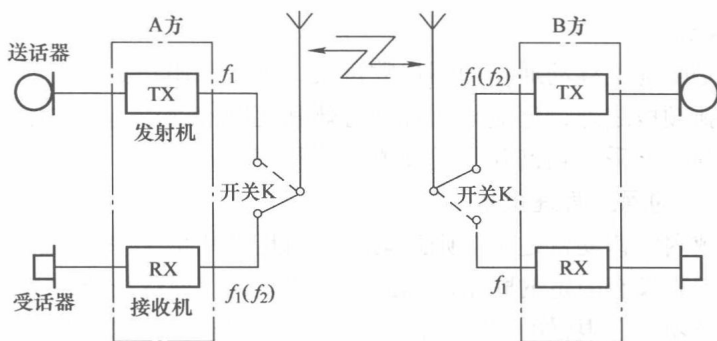


图 1-1-1 单工通信

TX—Transmit (发射机) RX—Receiver (接收机)

通信双方的操作采用“按—讲”方式。平时，双方的送/受话器均处于守候状态，如果 A 方需要讲话，可按下“按—讲”开关，关掉 A 方接收机，使发射机工作，这时由于 B 方接收机处于守候状态，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，一方（如 A 方）的送/受话器是交替工作的。

(2) 异频（双频）单工

异频单工是指通信的双方收发使用两个频率 f_1 和 f_2 ，操作仍采用“按—讲”方式。一方（如 A 方）的送/受话器也是交替工作的，只是收发频率不同。

单工方式设备简单、功耗小，但操作不便。通信双方如果配合不好，通话就会出现断断续续的现象。在同一地区的电台，必须使用不同频率，否则将产生严重的干扰。

2. 双工通信

双工通信，有时也称全双工通信，一般使用一对信道，如图 1-1-2 所示，通信的双方送/受话器同时工作，这种方式，符合人们的习惯，使用方法与普通有线电话类似，在移动通信系统中获得了广泛的应用。

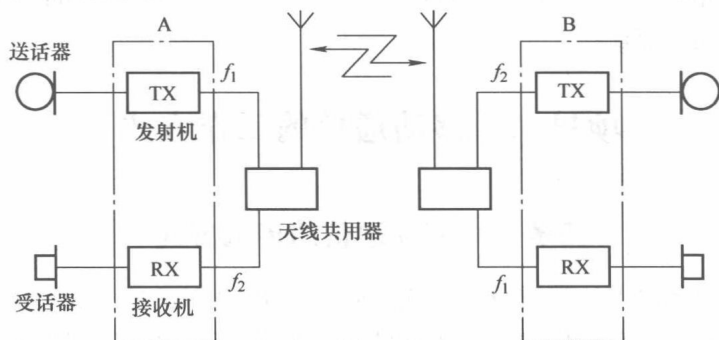


图 1-1-2 双工通信

在移动通信系统中，广泛采用准双工方式，准双工通信是双工通信的改进。移动电话的发射机仅在发话时才工作，而移动电话的接收机总是时刻在工作，通常称这种系统为准双工系统。

3. 半双工通信

如图 1-1-3 所示，半双工通信是指通信的双方，有一方（如 A 方）使用双工方式，即

送/受话器同时工作，且使用两个不同的频率 f_1 和 f_2 ；而另一方（如 B 方）则采用异频单工方式，即送/受话器交替工作，信号可以沿两个方向传输，但两个方向不能同时传输。平时，B 方处于监听状态，仅在发话时才按压“按-讲”开关，使发射机工作。

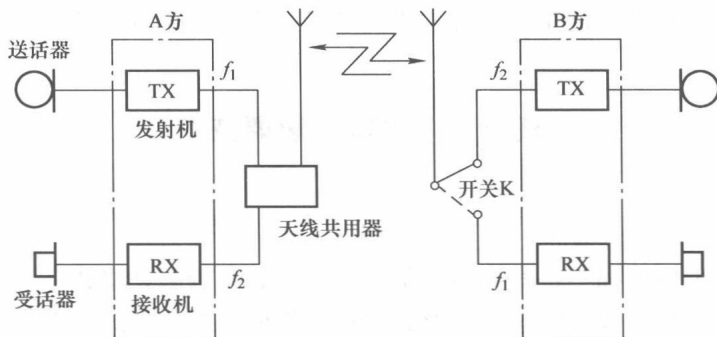


图 1-1-3 半双工通信

任务二 模拟网和数字网

模拟移动电话网（简称模拟网）系统主要采用模拟调制和频分多址（FDMA）技术，属于第一代移动通信技术。2001 年 6 月 30 日，我国完全停止公用模拟网。与模拟网相比，数字网语音清晰，技术扩展性强，具有如下优点：

1. 容量大，频谱利用率高

模拟网采用频分多址（FDMA）的多址方式，即一个载波话路传一路语音。模拟调频技术很难进一步压缩已调信号频谱，从而限制了频谱利用率的提高。而数字网的多址方式可采用时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA），还可采用其他技术，如低速语音编码技术、高效数字调制解调技术等，压缩信号带宽，提高频谱利用率。

对于移动通信来说，系统容量一直是网络的首要问题，所以不断提高系统容量以满足日益增长的移动用户需求是移动系统从模拟网向数字网发展的主要原因之一。

2. 数字信号抗衰落的能力高，通信质量好

在模拟无线传输中主要的抗衰落技术是分集接收，在数字系统中，抗衰落技术除采用分集接收外，还可采用扩频、跳频、交织、编码及各种数字信号处理技术，具有更强的抗衰落能力，通信质量较高。

3. 易于保密

无线电波的传播是开放的，很容易被窃听。在模拟移动通信系统中，保密问题难以解决。对数字系统来说，利用数字加密理论和实用技术，更易实现通信的安全保密。

4. 业务种类丰富

数字移动通信系统可提供多种业务服务，除了语音信号外，还可以传输数据、图像信息等，极大地提高了移动通信网的服务功能。

5. 网络管理和控制更加有效和灵活

在数字移动通信网中，便于实现多种可靠的控制功能。全数字系统能够实现更加有效、灵活和高质量的网络管理与控制。

6. 用户设备小巧轻便，成本低

数字移动电话小巧玲珑，重量轻。

项目三 移动通信的基本技术

现代移动通信系统的发展是以多种先进的通信技术为基础的。移动通信的主要基本技术如下:

任务一 调制、解调技术

【背景知识】

实际信道中不少信道都不是直接传送基带信号,数字调制是将数字符号转换成适合信道特性的波形的过程。基带调制中这些波形通常具有整形脉冲的形式,而在带通调制中则是利用整形脉冲去调制正弦信号,此正弦信号称为载波波形,或简称载波。将载波转换成电磁场传播的制定的地点就可以实现无线传输。之所以要进行调制的原因,可以理解为电磁场必须利用天线才能在空间传输,天线的尺寸主要取决于波长 λ 及应用的场合。对蜂窝电话来说,天线长度一般为 $\lambda/4$,式中波长 λ 等于 c/f , c 是光速。假设发送一基带信号($f=3000\text{Hz}$),如果不通过载波而直接耦合到天线发送,则天线的长度要大约为15mile(1mile=1.609km),过大。但如果把基带信号先调制到较高的载波上,假设 $f=900\text{MHz}$,则等效的天线尺寸为8cm,因此对于无线传输系统来说,利用载波进行带通调制是非常必要的。另外,调制还有以下特点:

(1) 如果一条信路要传输多路信号,则需要调制来区分不同的信号,此种技术成为多路复用。

(2) 利用调制还可以将干扰的影响减至最小,此种技术为扩展频谱调制(Spread Spectrum, SS),具体内容介绍见系统篇。

(3) 可以利用调制将信号置于设计滤波器或放大器时需要的频段上,在接收机中,射频信号到中频信号的转换,就是一个例子。

在数字蜂窝移动系统中,采用抗干扰性能强、误码性能好、频谱利用率高的线性调制和频谱泄漏小的恒定包络(连续相位)调制技术,尽可能地提高单位频带内传输数据的比特速率。

1. 线性调制技术

传输信号的幅度随着调制数字信号的变化而线性变化,一般来说都不是恒包络的。线性调制主要包括相移键控(Phase Shift Keying, PSK)、四相相移键控(Quaternary Phase Shift Keying, QPSK)、交错四相相移键控(Offset Quaternary Phase Shift Keying, OQPSK)、差分四相相移键控(DQPSK)、 $\pi/4$ QPSK和正交振幅调制(Quadrature Amplitude Modulation, QAM)等。线性调制技术频谱效率高,所以非常适合高速的移动通信系统。如美国的IS-54和日本的PDC(Personal Digital Communication, 个人数字蜂窝系统)蜂窝网络采用 $\pi/4$ QPSK调制解调技术,美国的IS-95蜂窝网络采用QPSK和二进制相移键控(Binary Phase Shift Keying, BPSK)调制解调技术。

2. 恒定包络调制技术

传输信号的幅度不随着调制数字信号的变化而变化,一般来说是恒定包络的。这类调制

的优点是已调信号具有相对窄的功率谱,对放大电路线性没有要求,可使用高功率 C 类放大器,但其频谱利用率通常低于线性调制技术。

此类调制方式包括最小频移键控 (Minimum Shift Keying, MSK)、高斯 (滤波) 最小频移键控 (Gauss - Minimum Shift Keying, GMSK)、高斯 (滤波) 频移键控 (Gauss Frequency Shift Keying, GFSK) 等。

GSM (全球移动通信系统) 蜂窝网络采用 GMSK, 第二代无绳电话系统 (Cordless Telephone - second Generation, CT2) 和增强型数字无绳通信 (Digital Enhanced Cordless Telecommunications, DECT) 采用 GFSK。

任务二 语音编码技术

在移动通信系统中,语音编码技术对减少信道误码率、提高语音质量、提高频道利用率和系统容量具有重大的影响。

语音编码的目的是将模拟的语音信号变为数字的语音信号,并在保持一定的算法复杂程度和通信时延的前提下,占用尽可能少的信道容量,传送尽可能高质量的语音。语音的编码技术通常分为 3 类:波形编码、参量编码和混合编码。其中,波形编码和参量编码是两种基本类型。

1. 波形编码

波形编码的基本原理是在时间轴上对模拟语音按一定的速率采样,然后将幅度样本分层量化,并用代码表示。解码是其反过程,将收到的数字序列经过解码和滤波恢复成模拟信号。波形编码具有适应能力强、语音质量好等优点,应用于对信号带宽要求不太严格的通信系统,但由于所用的编码速率高,因此不适用于频率资源相对紧张的移动通信系统。

脉冲编码调制 (Pulse Code Modulation, PCM) 和增量调制 (ΔM),以及它们的各种改进型自适应增量调制 (Adaptive Delta Modulation, ADM)、自适应差分脉码调制 (Adaptive Differential Pulse Code Modulation, ADPCM) 等,都属于波形编码技术。它们分别在 64kbit/s 和 16kbit/s 的速率上,编码质量都比较好。

2. 参量编码

参量编码又称为声源编码,是在频率域或其他正交变换域提取信源信号的特征参量,并将其转换成数字代码进行传输。解码为其反过程,将收到的数字序列经转换恢复特征参量,再根据特征参量重建语音信号,但重建信号的波形同原语音信号的波形可能会有相当大的差别。这种编码技术可实现低速率语音编码,比特率可压缩到 2 ~ 4.8kbit/s,甚至更低,但低速率下语音质量并不高,只能达到中等水平。另外,线性预测编码 (Linear Prediction Coding, LPC) 及其他各种改进型都属于参量编码。

3. 混合编码

混合编码是将波形编码和参量编码组合起来,既能克服波形编码和参量编码的弱点,又可结合各自的长处。混合编码保持了波形编码的高质量 and 参量编码的低速率,在 4 ~ 16kbit/s 速率上能够得到高质量的语音。多脉冲线性预测编码 (Multiple Pulse Linear Prediction Coding, MPLPC), 规则脉冲激励 - 长期线性预测编码 (Regular Pulse Excited - Long Term Prediction, RPE - LTP)、码激励线性预测编码 (Code Excited Linear Prediction, CELP) 等都是属于混合编码技术。GSM 采用规则脉冲激励 - 长期线性预测编码 (RPE - LTP) 方案,其编解

码器相对复杂, 每语音信道的净编码速率为 13kbit/s。

IS-95 (CDMA) 系统采用美国高通公司的 9.6kbit/s 码激励线性预测编码 (CELP) 方案, 每语音信道的净编解码速率可为 2.4kbit/s、4.8kbit/s 和 9.6kbit/s。

任务三 移动信道中电磁波传播特性

为了给通信系统的规划和设计提供依据, 人们通常通过理论分析或根据实测数据进行统计分析, 以及进行移动信道的计算机模拟 (或相互结合), 总结和建立有普遍性的数学模型, 利用这些模型, 估算一些传播环境中的传播损耗和其他有关的传播参数。

1. 理论分析方法

用电磁场理论或统计理论分析电磁波在移动环境中的传播特性, 并用各种数学模型来描述移动信道。在实际分析过程中, 往往会提出一些假设条件简化信道数学模型, 所以数学模型对信道的描述都是近似的。即使这样, 信道的理论模型对人们认识和研究移动信道仍具有指导作用。

2. 现场电磁波传播实测方法

在不同的传播环境中, 做现场电磁波传播实测试验。测试参数包括接收信号幅度、延时及其他反映信道特征的参数。对实测数据进行统计分析, 可以得出一些有用的结果。由于移动环境的多样性, 现场实测一直被作为研究移动信道的重要方法。

3. 移动信道的计算机模拟方法

如前所述, 任何理论分析, 都要假设一些简化条件, 而实际移动传播环境是千变万化的, 这就限制了理论结果的应用范围。现场实测, 费时、费力, 并且也是针对某个特定环境进行的。计算机具有很强的计算能力, 能灵活、快速地模拟各种移动环境。因而, 计算机模拟成为研究移动信道的重要手段。

在实际研究工作中, 这些方法用于研究过程的不同阶段。移动环境中电磁波传播特性研究的结果, 往往用下述两种方式给出:

(1) 对移动环境中电磁波传播特性给出某种统计描述。例如, 理论分析和实测试验结果表明, 在移动环境中接收信号的幅度在大多数情况下符合瑞利 (Rayleigh) 分布。在有些情况, 则更符合莱斯 (Rice) 分布。电磁波衰落特性的统计规律, 为研究移动信道抗衰落技术提供了基本依据。

(2) 建立电磁波传播模型。模型可包括图表、近似计算公式等。近年来, 在计算机上建模也越来越流行。应用电磁波传播模型可对无线电波在传播过程中的各种干扰和损耗进行预测, 直接为系统工程设计服务。由于移动环境的复杂性, 不可能建立单一的模型。不同的模型是从不同传播环境的实测数据中归纳而得出的, 且都有一定的适用范围。进行系统工程设计时, 模型的选择非常重要, 不同的模型会得出不同的结果。

任务四 多址技术

在移动通信系统中, 经常以信道来区分通信对象, 一个信道只容纳一个用户进行通话, 许多同时通话的用户, 以信道来区分, 这就是多址。多址方式的基本类型有频分多址 (FDMA)、时分多址 (TDMA) 和码分多址 (CDMA)。图 1-1-4 给出三种多址方式的图。

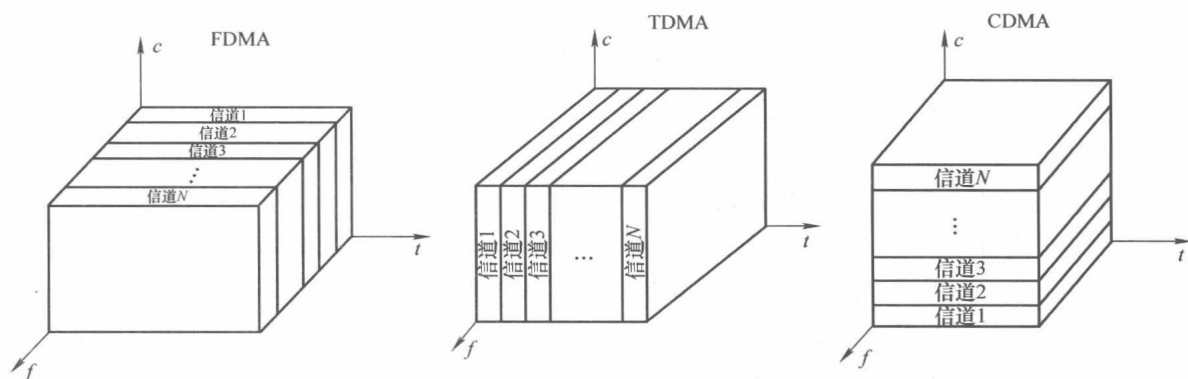


图 1-1-4 三种多址方式对比图

1. 频分多址 (FDMA)

基站接收、处理和转发移动台来的信号时，不同用户采用不同的载波频率传输信号建立多址，这种方式称为频分多址 (FDMA) 方式。FDMA 系统是基于频率划分信道的，每个用户在一对频道中通信，若有其他信号的成分落入一个用户接收机的频道带内时，将造成对有用信号的干扰。

模拟移动通信网采用频分多址方式，如：全接入通信系统 (Total Access Communication System, TACS)、高级移动电话系统 (Advanced Mobile Phone System, AMPS) 等。在数字移动通信网中，则很少单独采用频分多址的方式，比如现在用的 GSM，虽然也在频率上做了划分，但是更主要的是采用了时隙的概念，所以人们更愿意将其划入时分多址 (TDMA)。

2. 时分多址 (TDMA)

以传输信号存在的时间不同来区分用户，建立多址接入的方式称为时分多址 (TDMA) 方式。时分多址是把一个宽带的无线载波，在时间上分成周期性的帧，每一帧再分割成若干时隙，每个时隙就是一个通信信道，分配给某个用户使用。系统根据一定的时隙分配原则，使各个移动台在每帧的指定时隙向基站发射信号，基站可以在各相应时隙中接收各移动台的信号，互不干扰。同样，基站发向各个移动台的信号都按顺序安排在预定的时隙中，各移动台在指定的时隙内接收，把发给它的信号区分出来。TDMA 系统发射数据采用缓存 - 突发法，对任何一个用户而言发射都是不连续的。

时分多址技术要求严格的同步和定时，否则无法正常接收信息。采用时分多址方式的系统有 GSM、DAMPS (Digital AMPS, 数字先进移动电话) 等。

3. 码分多址 (CDMA)

以传输不同的正交码字来区分用户建立多址接入时，称为码分多址 (CDMA) 方式。码分多址系统为每个用户分配了特定的地址码，这个地址码用于区别用户。所有用户可以使用相同的频率，且允许时间和空间上的重叠。

系统的接收端必须使用与发送端完全一致的地址码，用来对接收的信号进行相关检测。码分多址通信系统中无论传送何种信息的信道都是靠采用不同的地址码来区分的。采用码分多址方式的系统有 IS-95、cdma2000、WCDMA (Wideband CDMA, 宽带 CDMA) 等。

实际中常用到三种基本多址方式的混合多址方式，比如，频分多址/时分多址 (FDMA/TDMA)、频分多址/码分多址 (FDMA/CDMA)、时分多址/码分多址 (TDMA/CDMA) 等。

任务五 抗干扰措施

移动通信系统中采用的抗干扰措施是多种多样的，主要有：

- (1) 用信道编码进行检错和纠错，降低通信传输的差错率，改善传输质量。
- (2) 采用扩频或跳频技术提高通信系统的综合抗干扰能力。
- (3) 采用分集技术（包括空间分集、频率分集、时间分集以及 Rake 接收技术等）、自适应均衡技术、选用具有抗码间干扰和时延扩展能力的调制技术（如多载波调制等），克服由多径干扰所引起的多径衰落。
- (4) 采用扇区天线、多波束天线和自适应天线阵列等减少蜂窝网络中的同道干扰。
- (5) 提高接收机的中频选择性，优选接收机指标降低邻道干扰。
- (6) 采用语音激活与功率控制减少同道干扰。
- (7) 使用干扰抵消和多用户信号检测器技术减少 CDMA 通信系统的多址干扰。
- (8) 功率控制能保证每个用户的信号功率都处于最小必要功率，克服远近效应。

任务六 组网技术

移动通信的组网技术可以分为网络结构、网络接口和控制与管理等几个方面。

1. 网络结构

如图 1-1-5 所示，蜂窝移动通信系统主要由交换网络子系统〔简称网络子系统（Network Subsystem, NSS）〕、无线基站子系统〔简称基站子系统（Base Station Subsystem, BSS）〕和移动台（Mobile Station, MS）三大部分组成。在模拟移动通信系统中，全接入通信系统（Total Access Communication System, TACS）规范只对 Um 接口进行了规定，而未对 A 接口做任何的限制，其 NSS 和 BSS 只能采用同一个厂家的设备，而 MS 可用不同厂家的设备。在数字移动通信系统中，系统的各个接口都有明确的规定。也就是说，各接口都是开放式接口，NSS 和 BSS 可以采用不同厂家的设备。

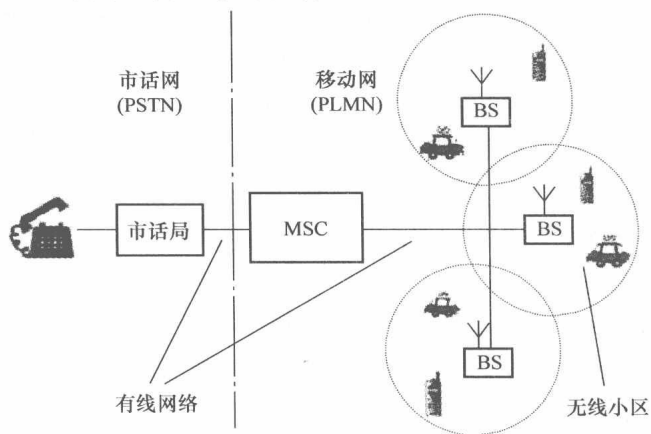


图 1-1-5 蜂窝移动通信系统组成

2. 网络结构

数字蜂窝移动系统所用的各种实体结构与接口如图 1-1-6 所示。

- (1) 人机接口——Sm 接口：指用户与网络间的接口。主要包括用户对移动终端（Mo-