

高等职业学校教材

GAODENG ZHIYE XUEXIAO
JIAOCAI

手机电路

原 理 与 维 修

SHOUJI DIANLU
YUANLI YU WEIXIU

→ 张兴伟 主编

高等职业学校教材

手机电路原理与维修

张兴伟 主编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

手机电路原理与维修/张兴伟主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.1
高等职业学校教材

ISBN 978-7-115-15392-0

I. 手... II. 张... III. ①移动通信—携带电话机—电路—高等学校: 技术学校—教材
②移动通信—携带电话机—维修—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 119244 号

内 容 提 要

本书为适应职业教育培养高素质应用型人才的需要, 根据高等职业教育的特点, 突出了实用性要求, 并紧跟移动通信技术的发展, 从快速培养实用技能的角度出发, 对移动电话维修技术的各个方面作了较全面的描述。

本书共分为 7 章: 第 1 章讲述与实际工作相关的一些关于移动通信系统的基础知识; 第 2 章讲述信号与测试基础; 第 3 章讲述手机的射频电路结构与射频单元电路; 第 4 章讲述手机的基带电路; 第 5 章讲述手机故障的维修分析技巧; 第 6 章讲述分析新型手机电路的技巧; 第 7 章针对职业教育的特殊情况, 专门安排了维修技术的实际操作训练, 使得本教材能真正做到理论联系实际。

本书内容准确精辟, 讲解循序渐进, 极具实用性, 可作为高等职业学校通信技术、电子信息类专业与手机相关课程的教材, 也可作为手机维修技术培训班、手机专业维修人员及广大电子爱好者的教材与自学读本。

高等职业学校教材

手机电路原理与维修

◆ 主 编 张兴伟
责任编辑 梁 凝

◆ 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>

北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12

插页: 8

字数: 293 千字

2007 年 1 月第 1 版

印数: 1 - 4 000 册

2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-15392-0/TN · 2879

定价: 23.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

声 明

我们致力于移动通信设备（手机）维修技术书籍的编辑出版，任何时候都不反对参考、引用我们书中的内容（但请标明出处）。但是，我们发现一些以赢利为目的的大范围肆意抄袭本工作室图书的行为；有些网站也不加以声明，将我们的作品当作自己的原创。

对此，我们特声明如下：

凡未经出版者书面允许，对本工作室图书的一部分或全部（包括信号图片、分解电路图）进行转载、复制或在其他出版物引用等行为，均属侵权行为。我们将委托律师事务所通过司法途径追究相关的侵权行为。

张兴伟工作室 www.zxwlab.com

前 言

为适应当前移动通信技术的发展,满足高等职业技术人才培养和素质教育的需要,满足高等职业技术学校对专业教材的需要,我们组织编写了这本《手机电路原理与维修》教材。

本书的编写从实用及快速技能培训的角度出发,注意基础知识与技能方面的训练,对移动电话维修的基础知识、移动电话电路原理以及移动电话维修中的一些通用方法以崭新的视角予以讲述。

本书的内容包括一般电子基础、移动通信设备电路的电路结构、各单元电路的维修分析以及通用的各种检测方法、分析方法等。本书是一本理论与实践并重的基础教材,其主要的参考资料来自手机厂家的资料和作者本人近10年来在移动通信行业进行培训所积累的讲稿。

具体来说,本书具有以下特点:

(1) 本书与以往手机维修教材的结构编排方式不同,基本上按手机电路结构的流程来进行介绍,以利于学员掌握和理解。

(2) 书中没有复杂的理论与数学推导,结合维修实际进行讲解,学员易于理解。

(3) 与绝大多数基础书所不同的是,本书对单元电路的不同检测方法作了详细的描述,其中经验技巧的指导性和实用性强,在实际的维修工作中,读者基本上都可为针对性地在本书中寻求帮助。

(4) 本教材对手机电路信号进行了详细、形象的讲述,使学员易于记忆与理解。本书所述内容是其他大中专教材或其他相关技术书籍中所没有的。

(5) 与传统的教科书相比,本书除了在形式编排、语言组织上新颖外,还充分利用了移动电话厂商的原始技术资料,使得本书的内容更进一步贴近现实。

本书可用于高等职业技术学校作相关专业的教材,也可用做手机维修人员的自学教材。

经过长时间的整理和编著,几易其稿,这本教材终于能够面世。我们衷心希望本书能满足读者的需要。但由于条件所限,书中错误在所难免,恳请读者予以批评指正。

为了教学方便,我们为本书配备了电子教学指南、自动系统与考试系统。同时,还为选用本书做教材的学校与教师准备了16项教学参考VCD、多媒体课件与PDF电子文档。有关的学校和教师可以与人民邮电出版社联系索取相关的资料,并寻求更多的教学技术支持(联系电话:010-67132717)。其他购买本书的读者也可登录我们的网站 www.zxwlab.com,免费下载相关的PDF文档与部分多媒体教学课件。

最后,感谢广东科学技术职业学院电子工程系的涂用军教授,以及电子工程师郭小军先生为本教材的编写提出了宝贵的意见。

作 者

2006年8月6日

目 录

第 1 章 蜂窝系统基础知识	1
1.1 蜂窝移动系统	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 频率复用	2
1.1.3 GSM 系统	3
1.2 无线数字通信流程	4
1.2.1 话音信号	4
1.2.2 模拟信号到数字信号的转换	5
1.2.3 将数字信号转换成射频信号	7
1.3 多址技术	7
1.3.1 频分多址 (FDMA)	8
1.3.2 时分多址 (TDMA)	8
1.3.3 码分多址 (CDMA)	9
1.4 移动台的功率控制	9
1.5 呼叫处理的阶段	11
1.5.1 GSM 手机一般工作流程	11
1.5.2 CDMA 手机的呼叫处理阶段	12
1.6 UMTS 简介	13
1.6.1 WCDMA 简介	13
1.6.2 TD-SCDMA	15
第 2 章 信号与测试基础	17
2.1 信号	17
2.1.1 连续波射频与不连续波射频信号	17
2.1.2 信号的频率	17
2.1.3 信号的幅度	18
2.1.4 信号的相位	19
2.1.5 信号的频谱	19
2.1.6 信号的功率及强度	20
2.2 损耗及增益	20
2.2.1 有源与无源元件	21
2.2.2 损耗与增益	21
2.3 测试设备	22
2.3.1 频谱分析仪的操作	22
2.3.2 频率计	27

2.3.3	信号源	28
2.4	手机的测试	28
2.4.1	手机接收发射性能测试	29
2.4.2	发射信号参数	30
2.4.3	维修工作后的测试	34
2.4.4	测试指令与软件	35
第3章	手机电路原理	41
3.1	手机电路结构	41
3.1.1	接收机电路结构	41
3.1.2	发射机电路结构	43
3.1.3	手机的射频系统	45
3.2	接收机射频电路	49
3.2.1	天线电路	49
3.2.2	低噪声放大器	51
3.2.3	混频电路	53
3.2.4	中频放大器	59
3.2.5	解调电路	60
3.3	频率合成电路	62
3.3.1	参考振荡	63
3.3.2	锁相环 PLL	65
3.3.3	压控振荡器	67
3.3.4	频率合成的综述	69
3.3.5	射频 VCO	71
3.3.6	射频 VCO 组件	73
3.3.7	信号特点	73
3.3.8	实际的 PLL 电路	74
3.4	发射机射频电路	75
3.4.1	TXI/Q 调制	75
3.4.2	发射上变频	76
3.4.3	发射偏移锁相环	76
3.4.4	发射 VCO	79
3.4.5	发射功率放大器	81
3.4.6	功率控制	86
第4章	手机基带电路	89
4.1	电源管理电路	89
4.1.1	供电系统	89
4.1.2	实时时钟	91
4.1.3	参考电源电路	91

4.1.4	开机触发	92
4.1.5	电压调节器	94
4.1.6	开机序列	94
4.2	数字基带电路	98
4.2.1	基带电路概述	100
4.2.2	移动电话中的存储器	100
4.2.3	存储器接口	102
4.2.4	系统主时钟	103
4.2.5	接口电路	104
4.2.6	射频控制	108
4.3	模拟基带电路	110
4.3.1	基带信号处理单元	112
4.3.2	话音处理单元	113
4.3.3	辅助变换单元	115
第 5 章	手机故障维修	117
5.1	分析方法	117
5.1.1	黑盒子分析法	117
5.1.2	电路与信号相关性的利用	119
5.1.3	故障分析的要点	119
5.2	手机的工作状态	120
5.2.1	开机 30s 内	120
5.2.2	待机状态	120
5.2.3	接收测试状态	121
5.2.4	发射测试状态	121
5.2.5	拨打 112	121
5.3	快速故障定位	122
5.3.1	快速故障定位的思路	122
5.3.2	频谱法一次检测快速判断 VCO	124
5.3.3	用示波器快速判断 RXVCO 的工作	124
5.3.4	不拆机一次检测快速判断发射机	125
5.3.5	不拆机快速判断接收机	126
5.4	不开机故障	127
5.4.1	故障简述	127
5.4.2	检修重点	127
5.4.3	检修分析及方法	127
5.4.4	用充电器能开机, 按键不能开机	130
5.4.5	自动开关机	131
5.5	手机不能上网或不能打电话	131
5.5.1	检修接收机故障	131

5.5.2	无发射	134
5.5.3	接收差与发射功率低	135
5.5.4	按发射键关机	135
5.6	音频故障	135
5.6.1	接收音频故障	135
5.6.2	发射音频故障	136
5.6.3	无接收发射音频	136
5.6.4	杂音大	136
5.7	其他功能故障	136
第 6 章	分析实际电路的技巧	140
6.1	根据芯片分析	140
6.1.1	概述	140
6.1.2	根据射频芯片分析	141
6.1.3	根据基带芯片分析	148
6.2	根据特殊器件分析	148
6.2.1	双工器	148
6.2.2	中频滤波器	149
6.2.3	参考振荡组件	150
6.2.4	射频 VCO 或发射 VCO	151
6.2.5	I/Q 线路	152
6.2.6	功率放大器	152
6.3	根据接口终端器件分析	153
6.3.1	送话器	153
6.3.2	接收音频	153
6.3.3	其他器件	154
第 7 章	实践教学	157
7.1	实训 1 识别手机电子元器件	157
7.2	实训 2 焊接技术	157
7.3	实训 3 拆机技巧	158
7.4	实训 4 识别分析诺基亚 3310 电路	159
7.5	实训 5 识别分析松下 X100 电路	160
7.6	实训 6 识别分析摩托罗拉 C550 电路	160
7.7	实训 7 用示波器测信号	161
7.8	实训 8 用频谱仪测信号	162
7.9	实训 9 使用 CDMA 测试指令	163
7.10	实训 10 利用 Wintesta 测试 3310 手机	164
7.11	实训 11 使用三星的 WinTgvTest	165
7.12	不开机故障实训	165

7.13 接收故障.....	166
7.14 无发射故障.....	166
7.15 其他故障.....	166
7.16 软件维修.....	167
附录：缩略语.....	172

第1章 蜂窝系统基础知识

本章简单地介绍一些与实际维护工作有关的蜂窝无线通信系统及通信原理方面的内容，这将有助于读者对实际工作中遇到的一些问题的分析和理解。这里将不涉及任何数学公式，哪是专业研究领域的内容，并且在许多书籍和教材中可以找到。

1.1 蜂窝移动系统

1.1.1 概述

20世纪80年代至90年代初这段时期，世界上出现了几种典型的模拟蜂窝移动电话系统，如美国的AMPS、英国的ETACS、日本的MCMTS和HCMTS、北欧的NMT系统等。所有的这些蜂窝系统都是以频率调制的模拟话音传输为基础的，它们使用450MHz或900MHz附近的频带。

传统的移动电话系统用单一的基站覆盖一个服务区。其通常用单一的基站发射机，发射功率很大，且其发射天线架设得很高。由于发射信号相当强，使得附近的服务区无法复用该服务区的信道，严重地限制了信道数目。当其系统在全负荷情况下，增长容量是不可能的。

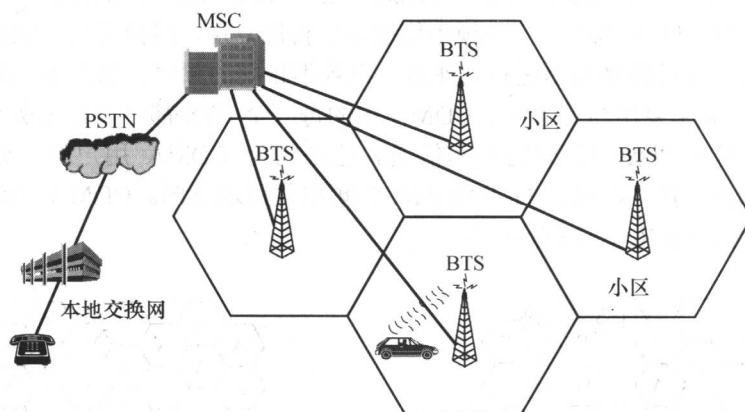


图 1-1 基本的蜂窝结构

蜂窝移动电话系统则不同，它把一个大的服务区划分为若干个小区，称作蜂窝小区，蜂窝系统由一系列六边形的蜂窝小区组成（理论上如此，在实际中根据地理环境形成不规则的

小区), 如图 1-1 所示。蜂窝系统并未试图提高移动台或基站的发射功率, 而是基于频率复用的概念——同一个频率可以被相距足够远的几个基站重复使用, 从而加大了系统的容量。在一个小区中使用的频率, 为了避免产生干扰, 只有在地理上相隔一定距离的另一个小区中才可以再用。

移动的用户可能在通话过程中使用一个或多个小区。每个小区都有一个中央控制基站, 包括分配给与此小区信道有关的各种控制设备。基站通过固网的光纤系统同中央控制器即交换系统连接。交换系统负责整个系统的控制, 同时也是蜂窝电话用户与陆地网的接口。

微蜂窝技术的出现使无线电话的技术进入一个新纪元, 它使移动用户在一个蜂窝小区的边缘可切换 (Handoff) 到另一个小区。

运营商在一定的地理区域内提供蜂窝系统。这可以减小对收发信机的功率要求, 并容纳更多的用户。

蜂窝系统的主要构成是公用电话交换网 (PSTN)、移动电话交换中心 (MTSO) 及基站 (BTS)。

一个基站 (BTS, Base Transceiver Station) 包含一个发信机和一个接收机 (或一个收发信机), 它将移动台连接到蜂窝系统。

移动电话交换中心对移动台提供控制和信令, 它也提供与 PSTN 之间的连接。PSTN 提供家庭有线电话和商用有线电话之间的连接。

移动电话被限定在一个被称为本地网的特殊网络覆盖区域内进行一般的操作。若一部电话在非本地网中进行操作, 就被称为漫游。漫游用户通常需要一些附加费用, 才能非本地网中操作。

1.1.2 频率复用

频谱是一个有限的资源。因此, 无线电话、广播电台等必须进行频率复用。例如, 广州有一个调频广播电台使用 93.3MHz 的频率, 成都也有一个广播电台使用 93.3MHz 的频率。但由于两个电台的发射功率有一定的限制, 且它们相隔足够远, 所以, 这两个电台之间不会产生干扰。

在 FDMA、TDMA 系统中, 一个频率信道可以再次复用, 但使用同一频率的蜂窝小区应间隔适当的距离。邻近的蜂窝小区必须使用一组各不相同的频率, 如图 1-2 所示。

而 CDMA 的频率复用与之不同。CDMA 中的每一个 BTS 都可以使用所有的可用频率, 邻近的蜂窝小区也可以使用相同的频率信道。这是因为 CDMA 用户的区分是依靠不同的 Code, 而不是频率。图 1-3 所示的是 CDMA 的频率复用示意图。CDMA 的这个特性被称为“频率再用 (Frequency Reuse of One)”。

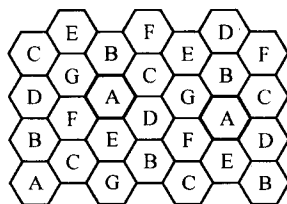


图 1-2 FDMA、TDMA 中的频率复用示意图

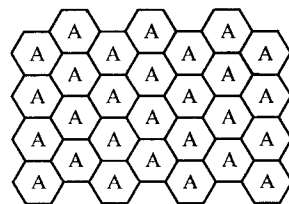


图 1-3 CDMA 频率复用的示意图

1.1.3 GSM 系统

图 1-4 所示的是 GSM 系统的示意图。移动台 (MS) 通过 RF (射频) 空中接口与基站子系统 (BSS) 通话。基站子系统由基站 (BTS) 收发信机和基站控制器 (BSC) 组成。通常在同一地点放置若干个 BTS, 围绕公共天线塔产生 2~4 个扇区。BSC 一般经微波链路连接到 BTS。

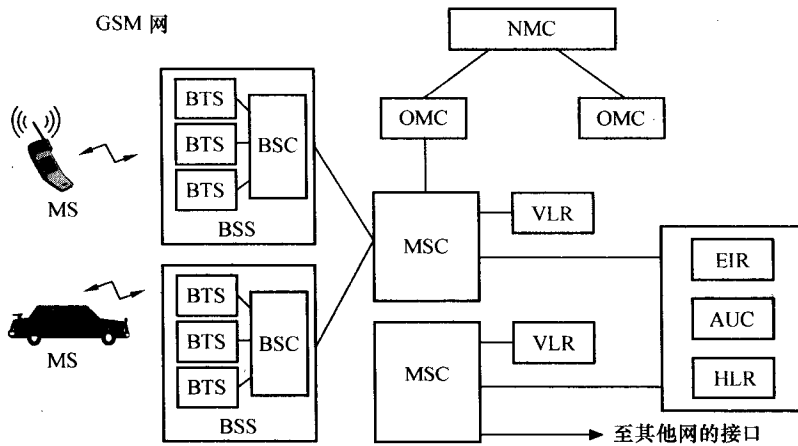


图 1-4 GSM 系统示意图

BSC 至 BTS 的连接称为 Abis 接口。通常一个 BSC 控制 20~30 个 BTS。MSC 控制不同小区间的业务。每一个移动交换中心 (MSC) 都有访问位置寄存器 (VLR), 以列出它们的归属小区, 因此网络知道能在何处找到移动台。MSC 还将连接到原籍位置寄存器 (HLR)、鉴权中心 (AUC) 和设备标志寄存器 (EIR), 因此系统能查证用户和设备是否为合法用户, 这能帮助避免窃用或欺诈的移动台。系统还有用于操作和维护中心 (OMC) 和网络管理 (NMC) 组织的设施。移动交换中心 (MSC) 也有至其他网络 (如专用陆地移动网 (PLMN)、公用电话交换网 (PSTN) 和 ISDN) 的接口。

每一个模块都有连接接口。移动台和 BTS 间的连接被称为 Um 接口, 或更简单地称为空中接口。Abis 接口连接 BSC 和 BTS, A 接口连接 MSC 和 BSC。该链接可以用光纤或微波链路实现。各种接口均在 GSM 标准中定义。

GSM 信号频率、双工间隔等参数如表 1-1 所示。

表 1-1 GSM 的频率等参数

	Phase 1 GSM900	Phase 2 GSM900	Phase 1 DCS1800	Phase 2 DCS1800	Phase 1 PCS1900
发射信号 (MHz)	890 ~ 915	880~915	1 710~1 785	1 710 ~1 785	1 850~1 910
接收信号 (MHz)	935~ 960	925~ 960	1 805~1 880	1805~1 880	1 930~1 990
信道数	1~124	0 ~124; 975~1 023	512 ~ 885	512 ~ 885	512 ~ 810
双工间隔 (MHz)	45	45	95	95	80
信道间隔 (kHz)	200	200	200	200	200

1.2 无线数字通信流程

无线数字通信包含以下几个步骤：

- 第 1 步，模拟的话音信号转换成数字信号；
- 第 2 步，数字信号转换成射频信号；
- 第 3 步，射频信号通过电磁波进行传输；
- 第 4 步，在接收端将射频信号转换成数字信号；
- 第 5 步，数字信号被还原出模拟的话音信号。

图 1-5 所示的就是数字通信流程的示意图。第 4、5 步实际上就是接收机对第 1、2 步的逆向处理。

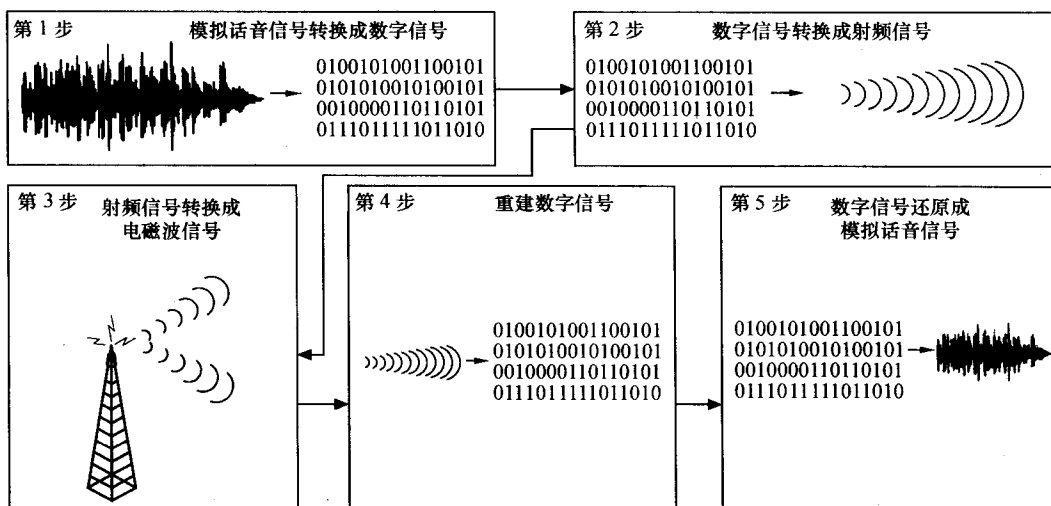


图 1-5 数字通信流程的示意图

对于 CDMA 手机、GSM 手机、GPRS 手机、WCDMA 手机来说，其基本流程都是如此，所不同的主要在于数字信号处理器与多址接入技术。下面以 CDMA 为例来简单讲述其信号处理过程。

1.2.1 话音信号

人的话音信号是一个模拟信号，对于蜂窝移动电话来说，基本上都是通过送话器将说话者发出的声音信号转换为话音电信号。人的声音信号的频率是非常丰富的，在 20Hz~20kHz 的频率范围内，而对于电话通信而言，话音信号被限制在 300~3400Hz 的频带内。

一个人在交谈中，通常有 40%的时间是说话，另 60%的时间是听别人说或处于停顿之中。数字通信利用了这一点及人类话音信号的其他一些特性。利用这一特性的技术是话音激活检测 (VAD, Voice Active Detect)，在 CDMA 手机中，可以明显地感受到这种技术的存在。

数字通信系统要求在传输前将人类的话音从模拟形式转换为数字形式，并在传输后从数

字形式再转换为模拟形式。这个过程通常使用 A/D 转换器，并在传输前进行数据压缩，然后，在接收机中进行解压缩和 D/A 转换。进行数据压缩和解压缩的设备是 CODEC（编码/解码器）。

1.2.2 模拟信号到数字信号的转换

1. A/D 转换

对于移动通信设备来说，产生发射信号的第一步是将模拟信号转换成数字信号。该处理过程采用的是一种被称为脉冲编码调制的技术（PCM）。这个过程也被称为 A/D 变换（模拟—数字变换）。

在模拟信号到数字信号的转换中，有两个重要的过程，即取样与量化。

取样是指在确定的时间间隔对话音信号的幅度进行测量；量化则是用数字式的值来表示这些取样值。

精确的转换取决于取样率和信号幅度值的数目。一个常用的模拟—数字信号转换方法是脉冲编码调制（PCM）。图 1-6 所示的就是一个模拟信号取样说明示意图。

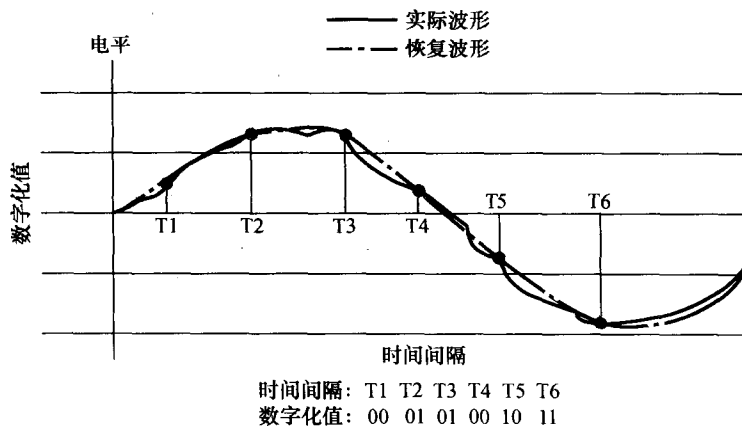


图 1-6 模拟信号取样及恢复示意图

最常用的话音编码技术是 PCM 技术。话音编码器通常使用集成的 DSP 实现。经过这一步处理后得到的信号即为数字式的话音信号。

2. 声码器

CDMA 信号产生的第二步是对话音信号进行压缩。CDMA 用一个被称为声码器的装置来完成这个处理过程。对于无线通信来说，进一步地压缩数据流是非常有用的，这样可以更有效地使用无线电频谱。

CDMA 系统可使用 8kbit/s 或 13kbit/s 的声码器。早期的 CDMA 系统使用 8kbit/s 的声码器。13kbit/s 声码器的出现使 CDMA 可以提供同陆线电话媲美的话音质量。但这种话音质量的提升会导致容量方面的小小损失。CDMA 还采用一种新的 8kbit/s 的声码器。这种声码器使用一种新的编码方式——扩展的可变速率编码（EVRC，Extended Variable Rate Coding）。它可以以 8kbit/s 的数据速率提供 13kbit/s 声码器的话音质量。

CDMA 具有利用通话期间的静寂时间提高容量的优势。它采用可变速率声码器，即当用户通话时信道速率为 9 600bit/s，当用户暂停或在聆听时，数据速率降为 1 200bit/s。

当声码器速率不足 9 600bit/s 时，移动台通过关掉发射机来降低其数据速率。在速率为 1 200bit/s 时，其任务周期只有全速率的 1/8。该任务周期时间的选择是随机的，以伪随机算法为基础。这样可达到将每个移动台的传输次数随机化的效果。当很多用户平均以后，平均发射功率降低了。移动台降低发射功率，即减少了对所有其他用户的干扰电平。

3. 前向纠错

将模拟信号转换为数字信号的第三步是进行一些抗干扰处理。这个过程包括编码与分间插入，它们的目的是在信号中建立冗余信息，以使信息在传输出错时能被恢复。

这一级编码被称为“卷积编码”(Convolutional Encoding)。图 1-7 所示为一个简单的编码示意图。

声码器数据中的一个数字信息包含 4bit。每个比特重复 3 次。这些已编码的比特被称为码元。

接收机中的解码器使用多数逻辑规则 (Majority Logic Rule)。因此，如果有错误发生 (见图 1-7 中的“?”)，那些冗余码元能帮助恢复原来的信息。

脉冲差错是接收到的数字电话信号中误差的一种。脉冲差错通常出现在邻近码元的块中。这种差错通常是由于衰落和干扰产生的。编码和交织能减小脉冲差错所带来的影响。交织是用来减小脉冲差错的影响并恢复丢失比特的一种简单却非常有效的方法。在图 1-8 所示的简单的交织示例中，每一组中的码元都插入或混入到接收机所能识别的帧面中。接收机中的去交织 (De-interleaving) 恢复这些比特，展宽传输中的任何一个脉冲差错。

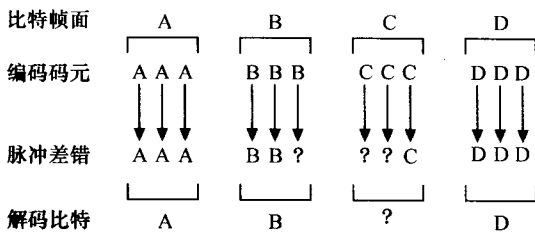


图 1-7 一个简单的编码示意图

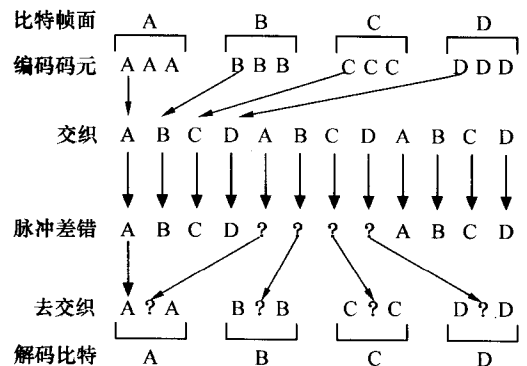


图 1-8 交织示意图

4. 信道化

已编码的话音数据还需进一步进行编码，这个再编码后的码元覆盖整个 CDMA 信道带宽 (扩频)。这样的处理被称为信道化 (Channelizing)。接收机知道信道化的 CODE，并利用它恢复话音信号。

1.2.3 将数字信号转换成射频信号

数字信号需转换成射频信号，才能以无线电波的形式发送出去。射频信号可携带需传送信号的相位、频率或幅度信息。图 1-9 中上部所示的是用射频信号的相位变化来表示数字信号。下部则用射频信号的频率变化来表示数字信号。

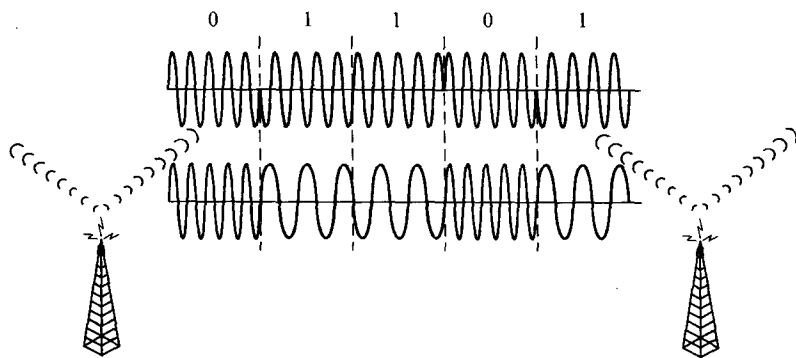


图 1-9 用射频信号的不同参数表示数字信号的示意图

信道化部分所产生的数码信号首先进行的是一个 D/A 转换，这实际上是一级调制。无论是 CDMA 手机还是 GSM 手机、WCDMA 手机，都有整个调制功能，只不过它们所采用的技术不同而已。CDMA 采用的是 QPSK 调制，而 GSM 所采用的是 GMSK 调制。

QPSK 与 GMSK 调制输出的信号都称为 I/Q 信号。CDMA 手机的 I/Q 信号的频率是 615kHz（其信道带宽为 1.25MHz）；GSM 手机的 I/Q 信号频率则是 67.707kHz（其信道带宽为 200kHz）。

对于 CDMA 来说，基站中的调制是过滤的 QPSK，移动电话中是过滤的偏置 QPSK。

I/Q 信号（模拟信号）被送到射频电路中，经 I/Q 调制后，将包含数据信息的低频模拟 I/Q 信号转换为包含数据信息的高频率射频信号。

射频信号经功率放大后，再由天线将它转换为高频电磁波辐射出去。

在接收方面，接收天线将高频电磁波转换为高频信号电流，然后在接收机中对信号进行一系列的逆向处理，还原出模拟的话音信号（参见图 1-5）。

1.3 多址技术

无线通信的飞跃发展表现在多个用户共享同一频率的技术方面，这个技术被称为多址接入。这里有 3 种多址接入方式：频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）。

在无线通信系统中，需允许用户在接收基站信息的同时能够向基站发送信息。例如，传统的电话系统可以同时听、说，这种方式就被称为双工。

双工的实现可以通过频分复用（Frequency Division Duplexing）与时分复用（Time Division Duplexing）实现。分别被称为频分双工（FDD）与时分双工（TDD）。

频分双工为每个用户提供两个不同频段频率的信道。前向信道提供基站到移动用户的通