

陈学平 等编著



- GSM单卡单待手机的元器件识别和检测仪器使用与故障维修
- MTK双卡双待手机的电路原理分析和操作技能训练与维修实例
- 3G智能手机的工作原理和信号流程

ISBN 9787121004700

新型手机 原理与维修



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新型手机原理与维修

陈学平 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从手机故障维修的基本知识、常用测试维修设备的使用、手机的工作原理、手机的焊接训练与写码训练入手,重点讲解 GSM 单卡单待手机、MTK 双卡双待手机、3G 智能手机的工作原理与手机故障的分析、检测方法及维修技巧。本书的内容全面涵盖了市面上流行的手机类型,涉及摩托罗拉、诺基亚、天语等品牌手机,并提供了相关的手机电路图等技术资料,使对手机的维修工作达到事半功倍的效果。

本书注重实用性,注重理论与维修实践的结合,注重使读者掌握手机维修的特点和规律性的内容,注重检修方法与维修技巧的介绍,使读者能看得懂,学得会,用得上,快速成为手机的维修高手。

本书可作为通信和电子信息类职业技术学院教学的专业教材,也可作为手机维修人员的培训教材,还可以供广大手机维修人员和电子爱好者学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

新型手机原理与维修 / 陈学平等编著. —北京: 电子工业出版社, 2011.2

ISBN 978-7-121-12782-3

I. ①新… II. ①陈… III. ①移动通信—携带电话机—理论②移动通信—携带电话机—维修
IV. ①TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 008909 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19 字数: 462 千字

印 次: 2011 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

近几年来,国产品牌 GSM 手机发展迅速,出现了很多双卡双待平台的手机,占据了国内大部分手机市场,同时,随着 3G 网络的发展,出现了很多的 3G 智能手机。庞大的手机用户群带来了手机维修市场的繁荣。但是,手机的维修参考资料比较少,大多是前几年的 GSM 单卡手机的维修资料,使很多维修人员不能从容应对日益增多的国产手机维修工作,也制约了维修人员的维修技能和维修水平的提高。为满足维修人员的需要和各级各类培训学校和职业学校对于手机维修人员培训的需求,我们编写了本书。

本书共分 GSM 单卡单待手机、MTK 平台双卡双待手机、3G 智能手机三个部分,由浅入深地讲解了国内这三种类型手机的电路原理及故障特点,维修的方法与技巧,力求做到由浅入深、循序渐进,理论和实践相结合,以指导读者成为手机修理的行家里手。

在 GSM 单卡单待手机部分,首先以通俗易懂的语言介绍了 GSM 手机的开机电路信号流程及电路图的识读方法;然后对单元电路进行分析,使读者从整体上了解 GSM 手机的工作原理与电路特点、手机的常用电子元件和结构部件的功能,以及维修仪器的性能及使用方法和技巧。

在 MTK 双卡双待手机部分,首先介绍了 MTK 平台的双芯片和单芯片的双卡双待手机电路工作原理及维修操作技巧和常用检修方法,然后,给出了典型手机平台维修的实例方案,为修理实战打好基础。

在 3G 智能手机部分,重点结合典型的 3G 智能手机,如诺基亚、摩托罗拉等机型介绍了智能手机的整机电路原理与各种常见故障维修方法,对于其他的 3G 智能手机的整机电路原理与各种常见故障维修方法也可以此为借鉴,举一反三。

本书由重庆电子工程职业学院的陈学平编写,参加编写的还有文雯、祝焕萍、王必春、

蔡晓娟、李金晶、张成庆、杨超、刘星、刘颖、王英、邹开耀、张小毅、章方学、高葵等同志。在编写过程中，参考了广州易安电子科技公司的 MTK 平台和 3G 智能手机的电路原理图册和电路手册，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中疏漏在所难免，对书中不足之处，敬请广大读者批评指正。如遇相关问题可以与作者及时联系，联系 QQ: 41800543。

图书联系方式: tan_peixiang@phei.com.cn

2010 年 10 月

编著者

目 录

第 1 章 GSM 手机通信原理	1
1.1 GSM 蜂窝移动通信原理	1
1.2 GSM 网络基础	2
1.2.1 数字移动通信的现状与发展	2
1.2.2 蜂窝移动通信	3
1.2.3 数字蜂窝移动通信系统采用的技术	3
1.2.4 GSM 系统	11
1.3 GSM 手机的工作流程	13
1.4 GSM 手机的基本结构	14
1.5 GSM 手机电路图的识读	15
1.5.1 手机常用电路图介绍	15
1.5.2 手机电路图的识读技巧	16
1.5.3 手机电路识读技巧示例	25
1.6 GSM 手机基本工作原理	28
1.6.1 发射机 (TX)	28
1.6.2 接收机 (RX)	32
1.6.3 频率合成器 (SYN)	37
1.6.4 逻辑控制系统	41
1.6.5 逻辑音频处理电路	47
1.6.6 手机电源电路	48
1.6.7 手机的开机条件分析	50
本章小结	52
思考与练习	52

第2章 手机的常用元器件与部件及维修器具..... 53

2.1 手机的常用元器件.....	53
2.1.1 电阻器.....	53
2.1.2 电容器.....	54
2.1.3 电感器.....	56
2.1.4 二极管和三极管.....	57
2.1.5 场效应管.....	62
2.2 手机的常用结构部件.....	62
2.2.1 手机的集成电路.....	63
2.2.2 送话器与受话器.....	64
2.2.3 键盘显示部件.....	65
2.2.4 SIM卡.....	68
2.2.5 滤波器.....	69
2.2.6 手机翻盖开关.....	71
2.2.7 滑盖开关.....	72
2.3 手机维修仪表与工具.....	72
2.3.1 直流稳压电源的使用.....	72
2.3.2 万用表的使用.....	73
2.3.3 示波器的使用.....	75
2.3.4 频谱分析仪的使用.....	79
2.3.5 热风枪和电烙铁的使用.....	82
2.3.6 万用编程器(UP—128)的使用.....	83
本章小结.....	91
思考与练习.....	92

第3章 GSM手机常见故障维修..... 93

3.1 手机常见故障维修方法.....	93
3.1.1 手机故障维修的基本知识.....	93
3.1.2 手机故障原因与分类.....	97

3.1.3	手机常见故障现象	97
3.1.4	手机故障查找与排除	102
3.2	手机常见故障分析与维修	106
3.2.1	手机供电方式	106
3.2.2	手机电源电路特点	107
3.2.3	手机单板开机	108
3.2.4	手机不开机故障分析与维修	109
3.2.5	自动关机故障分析与维修	112
3.2.6	电源供电异常故障的维修	113
3.2.7	手机不入网故障的维修	114
3.2.8	手机界面故障的维修	118
	本章小结	120
	思考与练习	120
第 4 章	MTK 双卡双待手机电路原理与检测	121
4.1	MTK6226+MTK6205 双卡双待手机电路原理与检测	121
4.1.1	MTK6226+MTK6205 双卡双待手机供电及开关机电路原理与检测	121
4.1.2	MTK6226+MTK6205 双卡双待手机射频电路原理与检测	138
4.1.3	MTK6226+MTK6205 双卡双待手机附属电路原理与检测	148
4.2	MTK6226+MTK6225 双卡双待手机电路原理	162
	本章小结	170
	思考与练习	170
第 5 章	MTK 芯片手机故障维修实例	171
5.1	CECT 手机故障维修实例	171
5.2	长虹手机故障维修实例	180
5.3	金立手机故障维修实例	184
5.4	金鹏手机故障维修实例	189
5.5	天语手机故障维修实例	196
	本章小结	206

思考与练习	206
第 6 章 新型诺基亚手机原理与维修	207
6.1 诺基亚 N95 型手机电路原理与故障维修	207
6.1.1 供电及开关机电路原理与维修	207
6.1.2 射频电路原理与维修	216
6.1.3 界面电路原理与维修	227
6.1.4 诺基亚 N95 型手机故障维修	247
6.2 诺基亚 N96 型手机电路原理与故障维修	257
6.2.1 开关机电路原理与维修	257
6.2.2 接收及发射电路原理与维修	269
本章小结	276
思考与练习	276
第 7 章 新型摩托罗拉 V8 型手机电路原理与维修	277
7.1 摩托罗拉 V8 型手机电路原理	277
7.2 摩托罗拉 V8 型手机 CPU 电路原理	282
7.3 摩托罗拉 V8 型手机射频电路原理	288
7.3.1 功放模块芯片	288
7.3.2 GSM/EDGE 发射模块芯片	290
7.4 摩托罗拉 V8 型手机接收及发射电路原理	292
7.4.1 V8 型手机的接收流程	292
7.4.2 V8 型手机的发射流程	292
7.4.3 V8 型手机无信号故障的维修实例	293
本章小结	295
思考与练习	296

第 1 章 GSM 手机通信原理

1.1 GSM 蜂窝移动通信原理

GSM 发源于欧洲，开始是作为欧洲邮政与电信管理联合移动通信特别小组（Group Special Mobile）的简称，俗称全球通。由于其技术成熟而被世界许多国家所采用。1995 年，我国首先在上海、广东等地投入使用，至今已成为拥有八亿多用户的 GSM 网络系统。现阶段，GSM 包括 2 个并行的系统，即 GSM900 MHz 和 1800 MHz 两个频段。中国联通一般只开通 GSM900 MHz 一个频段。

1. 双频 GSM 的产生

随着 GSM 移动通信网络用户数量的迅速增长，GSM900 MHz 频段的有限资源已明显难以满足需要。900 MHz 频段正式分配给 GSM 网络的只有上下行各 25 MHz，在 GSM 用户迅速增加情况下引入新的频段，而不是增加基站以满足 GSM 网络容量的增长，DCS1800 MHz 频段应运而生。

1800 MHz 与 900 MHz 频段的传播特性基本相似，利用 1800 MHz 频段比较宽松的频率资源，采用 GSM 900 MHz/DCS 1800 MHz 双频段操作，能极大地缓解 GSM900 MHz 频段的容量压力。同时，由于 1800 MHz 与 900 MHz 系统在网络组网、工程实施、网络维护及支持的业务等方面比较一致，因此，采用 GSM900 MHz/DCS 1800 MHz 双频段，不需要为它们分别分配单独的网络号码，可公用一个号码。

2. 双频切换

双频网络由于比单频网络增加了 DCS 1800 MHz 频段，所以其网络的实现、内部建设技术，也比原来单频 GSM 网络要复杂一些，特别在切换技术上，双频网络有了很多补充。

在单频（GSM 900 MHz）网络中，切换一般只发生在小区的边缘，这种切换称为小区切换。通过比较服务小区与邻近小区的信号强度，决定是否进行切换。而双频网络，除了小区切换之外，还会发生频带切换，它会在 GSM 900 MHz 频段与 DCS 1800 MHz 频段之间进行选择。这种切换不仅发生在开机过程中，在通话的任何时候都可以进行，而且经常与小区切换结合起来（在小区边缘时）。双频切换过程是自动的，不会影响通话的连续性。

当手机开机时，双频手机会将一个类码发送到基站，告诉基站该手机可以使用双频。在通话过程中，双频手机可以监听两种频段的信号，然后向基站作出响应，告诉基站某个或两个频段的信号强度，然后，基站就根据该信号的强度信息和代码，为用户选择适当的小区，并且切换到相应的频段上。

3. 单频、双频和三频手机

对应 GSM 网络系统，手机可分为单频手机、双频手机和三频手机。早期的摩托罗拉、诺基亚、三星等手机基本上为单频手机。而现在流行的 GSM 手机，绝大多数为双频或三

频手机。如美国, 不仅使用三频手机还使用了 PCS1900 MHz 的网络, 如果要漫游到美国, 必须使用三频手机。

4. 双模手机

双模手机是指可以任意选择使用两套截然不同的移动网络的手机, 这两套网络既可以是目前的 GSM 和 CDMA, 也可以是小灵通 PHS 和 GSM, 还可以是目前的 2G、2.5G 和 3G, 甚至可以是两种不同的 3G 标准, 如 TD—SCDMA 与 CDMA2000 或 WCDMA。它的优势可以同时兼顾两个网络, 用一台手机轻松实现转换。目前国内外手机生产厂家, 相继开发研制出双模手机, 既能在 GSM 工作, 也能在 CDMA 网络应用。如 LG W800、摩托罗拉 A860、三星 SCH—W109、诺基亚 7601、6650 等。摩托罗拉的 V1000 双模 3G 手机支持 WCDMA 2100 和 GSM 三频网络。要实现 3G 网络与现有的 GSM 网络兼容, 就必须让手机同时具有 GSM 的时分多址、CDMA 的码分多址和 WCDMA 宽带码分多址功能。这就需要手机提供这两种模式, 这两种模式的发射、接收和信号处理系统, 这就是双模手机。

1.2 GSM 网络基础

1.2.1 数字移动通信的现状与发展

20 世纪 80 年代中期, 欧洲首先推出 GSM 数字通信网络系统。随后, 美国 (ADC)、日本 (JDC) 也制定了各自的数字通信体系。由于数字通信系统有频率效率高、容量大、业务种类多、保密性好、话音质量好、网络管理能力强等优点, 使得数字通信网络迅猛发展。特别是 GSM 系列, 技术成熟、管理灵活、有完善的技术规范, 在欧洲取得很大的成功之后, 在世界上许多国家得到了广泛的应用, 已成为陆地公用移动通信的主要系统。

与其他现代技术的发展一样, 移动通信技术的发展呈现了加快趋势。在数字蜂窝网刚刚进入实用阶段时, 对未来通信的研究已经开展。不同厂家提出了不同的方案, 都想主导未来的个人通信。到底采用哪种技术、哪种方案, 目前不太清楚, 但有一点可以肯定, 未来的通信要求是真正可以实现, 在任何时间、任何地点、向任何人提供通信这一最高目标。

工作频段。

GSM: 发射 890~915 MHz, 接收 935~960 MHz;

EGSM (扩频 GSM): 发射 880~915 MHz, 接收 925~960 MHz;

DCS: 发射 1710~1785 MHz, 接收 1805~1880 MHz;

PCS: 发射 1850~1910 MHz, 接收 1930~1990 MHz。

频段宽度。

GSM.25 MHz (EGSM: 351 MHz), DCS: 75 MHz, PCS: 60 MHz。

多址方式。

FDMA、TDMA、CDMA (频分多址、时分多址、码分多址)

传输方式: FDD。

载频间隔: 200 MHz。

载频信道。

GSM: 124 个载波, 每个载波可供 8 个信道;

EGSM: 174 个载波, 每个载波可供 8 个信道;

DCS: 374 个载波, 每个载波可供 8 个信道。

调制方式: GSMK。

话音编码: 采用 LTP—RPE (规则脉冲激励长期预测编码)。

信道编码: 卷积码。

1.2.2 蜂窝移动通信

1. 大区制移动通信系统

早期移动通信系统都采用大区制场强覆盖区, 一个基站覆盖很大的服务区, 半径约 30~50 km。这使得基站、手机发射功率都要很大。基站的发射功率高达几十到几百瓦, 且要很高的天线塔。大区制系统的缺点是整体覆盖范围小、数目少 (容量小)、移动台体积大。特别是用户密度高, 业务量大时, 整个系统根本无法满足用户要求。

2. 蜂窝小区移动通信系统

为了提高系统容量, 有效利用频率资源, 现代移动通信在场强覆盖区的规划上, 多采用小区蜂窝结构。其特点是小区覆盖半径小, 一般为 1~20 km。所以可用较小的发射功率实现双向通信。若干个小区构成大面积的覆盖, 相距足够远 (即同频干扰足够小) 的小区可重复使用通信频率, 即频率复用。采用这种方法, 可以对无限广大的地域进行覆盖, 从而提高了频谱的利用率。

小区制蜂窝系统的最大优点是频率复用, 使系统容量大大提高, 有效地利用了频率资源。但伴随而来的是技术实现上的复杂性, 主要包括以下 4 个方面:

- ① 小区的规划。
- ② 越区切换技术。
- ③ 漫游技术。
- ④ 无线信道资料管理和网络管理。

1.2.3 数字蜂窝移动通信系统采用的技术

在通信理论中, 编码分为信源编码和信道编码, 所谓信源编码是指将信号源中多余的信息除去, 形成一个适合用来传输的信号。又为了抑制信道噪声对信号的干扰, 往往还需要对信号进行再编码, 编成在接收端不易为干扰所出错的形式, 这称为信道编码。为了对付干扰, 必须花费更多的时间, 传送一些多余的重复信号, 从而占用了更多频带, 这是通信理论中的一条基本原理。模拟通信图如图 1-1 所示, 数字通信图如图 1-2 所示。

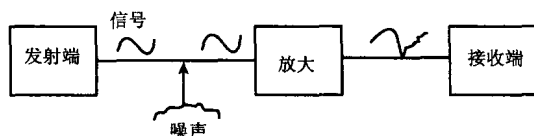


图 1-1 模拟通信图

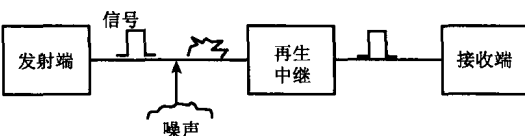


图 1-2 数字通信图

1. 信源编码技术

(1) 数字化

数字化是当代通信技术发展的总趋势。在数字通信中,信息的传输是以数字信号的形式进行的。在移动通信系统中,最基本的业务是传递话音。对于话音的传递来说,在发射端必须将模拟话音信号变为数字话音信号,通过射频电路调制后发射出去;在接收端通过相应的解调电路将数字话音信号还原成模拟话音信号。数字通信与模拟通信相比有许多显著优点:

- ① 数字信号传输性能好,能提供高质量服务。
- ② 用户信息保密好,抗干扰能力强。
- ③ 能提供多种服务,包括话音与排话音服务。

(2) 语音编码技术

模拟话音信号变为数字信号涉及到语音编码技术。众所周知,在数字移动通信系统中,频率资源非常有限。对 GSM 系统来说,收信频段在 935~960 MHz,若语音编码的数字信号速率太高,会占用过宽的频段,无疑会降低系统容量。但若语音编码的速率过低,又会使话音质量降低,所以采用一种高质量低速率的语音编码技术是非常关键的。对欧洲的 GSM 系统来说,采用的是一种称为规则脉冲激励长期预测的语音编码方案(RPE—LTP)。

语音编码技术有三种类型:波形编码、参量编码和混合编码。

波形编码:在时域上对模拟话音的电压波形按一定的速率抽样,再将幅度量化,对每个量化点用代码表示。解码是相反过程,将接收的数字序列经解码和滤波后恢复成模拟信号。波形编码能提供很好的话音质量,但编码信号的速率较高,一般应用在信号带宽要求不高的通信中。

脉冲编码:调制(PCM)和增量调制(ΔM)常见的波形编码,其编码速率在 16~64 Kbit/s。

参量编码:又称声源编码,是以发音模型作基础,从模拟话音提取各个特征参量并进行量化编码,可实现低速率语音编码,达到 2~4.8 Kbit/s,但话音质量只能达到中等。

混合编码:是将波形编码和参量编码结合起来,既有波形编码的高质量优点,又有参量编码的低速率优点。其压缩比达到 4~16 Kbit/s。泛欧 GSXI 系统的规则脉冲激励长期预测编码(RPE—LTP)就是混合编码方案。

模拟信号中的波形抽样图如图 1-3 所示。

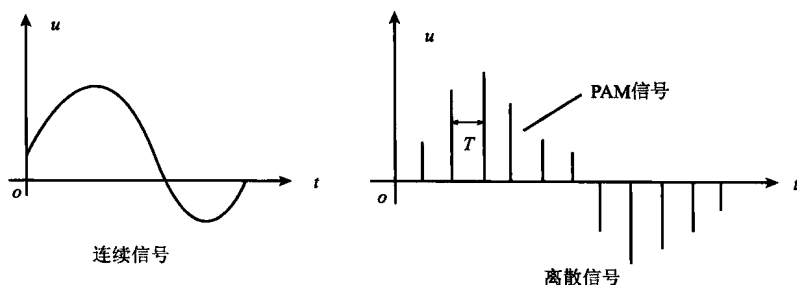


图 1-3 模拟信号的波形抽样图

① 脉冲编码调制 (PCM 编码)。

脉冲编码调制有如下三个步骤：

- 抽样。要使话音数字化，并实现时分多路复用，首先要在时间上对话音信号进行离散处理，这一过程叫抽样。所谓抽样就是每隔一定的时间 t ，抽样语音信号的一个瞬时幅度值（抽样值）。对一个时间上连续的信号，若频带限制在 f_m 内，要完全复原信号，必须以大于或等于 $2f_m$ 的频率进行抽样。话音抽样如图 1-4 所示。

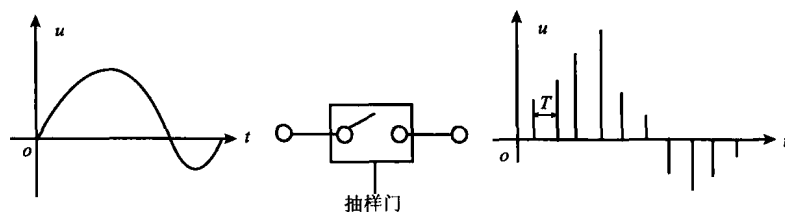


图 1-4 抽样图

例如，一般话音的频率为 300~3400 Hz，如要完全不失真恢复话音信号，抽样频率至少为 6800 Hz，为保险起见，一般取 8000 Hz。

- 量化。模拟信号经抽样后在时间上是离散的，但其幅度的取值仍是连续的，为了使模拟信号变成数字信号，还必须将幅度离散化，即将幅度用有限个电平来表示，实现样值幅度离散化的过程称为量化。量化有两种方式：一种是取整时只舍不入，另一种量化方式取整时有舍有入，犹如数学上的四舍五入，即将样值幅度用规定的量化电平表示。量化的表示方式如图 1-5 所示。

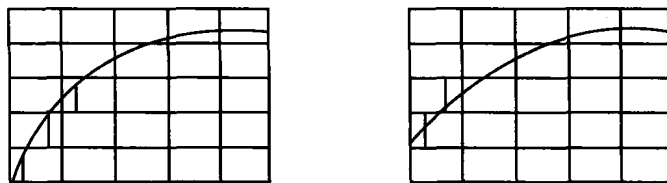


图 1-5 量化的两种方式

- 编码。将模拟信号抽样、量化、再转换成数字编码脉冲，称为脉冲编码调制 (PCM)。64 Kbit/s 的 PCM 是最成熟的数字语音系统，主要用于有线电话网，它的话音质量好，可与模拟语音相比，其抽样速率为 8 kHz，每个抽样脉冲用 8 位二进制代码表示，第一种标准话路的比特率为 $8000 \times 8 = 64$ Kbit/s。编码过程示意图如图 1-6 所示。

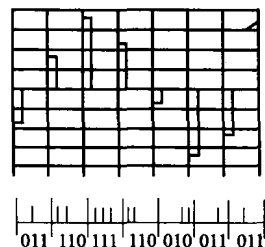


图 1-6 编码过程示意图

② 参量编码。

前面所述的波形编码的话音质量较高，技术实现上也较简单，但其速率较高。这意味着信号所占频带较宽，严重影响系统的容量，不能应用于频率资源有限的无线通信系统。为提高系统容量，必须采用低速高质的语音编码方法。

人们对语音的研究发现,提取出语音信号的特征参量进行编码,而不是对语音信号的时域波形本身编码,可以大大降低编码信号的速率,这种语音编码方式称为参量编码。

参量编码的基础是语音信号特征参量的提取与语音信号的恢复,这涉及到语音产生的物理模型。

为提取特征参量作为语音分析,利用了语音信号的平衡特征,即认为语音在 10~20 ms 的时间内其特征参数不变。这样,可将实际语音信号划分为 10~20 ms 的时间段,对每个段内分别进行参量提取。

参量编码可达到很低的速率,但其语音质量较差,主观评定等级较低。

这是近年来发展的一类新的语音编码技术。在这种编码信号中,既含有语音特征参量信息,又含有部分波形编码信息,其编码速率达 8~16 Kbit/s,语音质量可达到商用话音标准。

GSM 数字蜂窝移动系统中的语音编码技术采用混合编码,称之为规则脉冲激励长期预测(RPF—LTP)编码,其速率为 13 Kbit/s,语音质量较高。

进行混合编码器的器件称之为语音编码器。其输入信号是模拟信号的 PCM 信号,对移动台来讲,抽样速率为 8000 Hz,采用 13 比特均匀量化,则速率为 $8000 \times 13 = 104$ Kbit/s。

在编码器中,编码处理是按帧进行的,每帧为 20ms,即对 104 Kbit/s 语音数据流取 20ms 一段,然后分析并编码,编码后形成 260 比特的净语音数据块,编码后的速率为 $260/20\text{ms} = 13$ Kbit/s。

2. 信道编码技术

我们知道,无线信道的环境是很恶劣的,如果语音编码之后的 13 Kbit/s 净语音数据流,直接调制后送入无线信道,那么会受到各种干扰而丢失许多有用的信息。因为,这些净语音数据本身对干扰不具有纠错能力。

而信道编码可以解决这一问题。信道编码是一门专门的技术,其作用在于改善传输质量,克服无线信道上的各种干扰因素对有用信号产生的不良影响。

具体来讲,是对有用信号(原始数据)附加一些冗余信息,这些增加的数据位是通过从原始数据计算产生的,这个过程称为信道编码;而接收端利用这些冗余位检测出误码并尽可能予以纠正,这个过程称为信道解码。

信道编码的方式有以下 3 种。

卷积码:主要用于纠错,具有十分有效的纠错能力。

纠错循环码:主要用于检测和纠正成组出现的误码,常与前一种方法混合使用。

奇偶码:最简单的、普遍使用的检测误码的方法。

我们来看一下 GSM 移动台信道编码。

前面讲到的语音编码后的语音数据流为 13 Kbit/s,即每 20 ms 为 260 bit 的数据块,每个数据块的 260 位中,根据重要性不同,分成 3 类,其中:50 位称为 Ia 类语音数据;132 位称为 Ib 类语音数据;78 位称 II 类语音数据。图 1-7 所示是 GSM 数字语音的信道编码示意图。

对 Ia 类数据采用循环冗余码(CRC)来保护,形成 53 位数据,这 53 位数据和 132 位 Ib 类数据一起采用 1/2 卷积码来保护,形成 378 位数据,而 78 位 II 类数据不加保护,则经信道编码后的数据扩展到 $378+78=456$ bit,亦即编码后的语音数据速率变为 $456 \text{ bit}/20 \text{ ms} = 22.8$ Kbit/s。

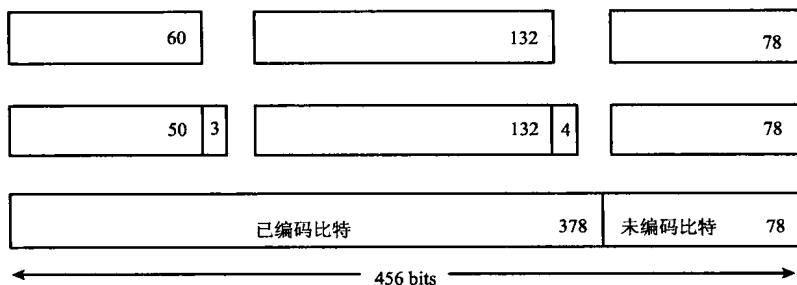


图 1-7 GSM 数字语音的信道编码示意图

3. 交织

我们知道，在无线信道中，差错（干扰）出现的概率是突发性的，且带有一定的持续性，并不是随机的。而目前还没有一种有效地编码方法可以克服几个相邻位的连续误码，只有误码随机出现时，才能较好地执行纠错功能。

解决方法是把连续的语音比特流交错排列形成新的比特流，在传输信道中，即使出现突发性连续差错，在接收端将受到干扰的比特流恢复排列后，这些突发差错会分散形成随机差错，从而得以纠正。

GSM 交织编码器的输入码是 20 ms 一帧，每帧含 456 位，每两帧（40 ms）共 912 位，按每行 8 位写入，共写入 114 行，输出时按列进行，第次读出 114 位。若在传输中受到突发性干扰，经去交织译码后，则将突发差错变成随机差错。图 1-8 所示是 GSM 20 ms 语音编码交织示意图。

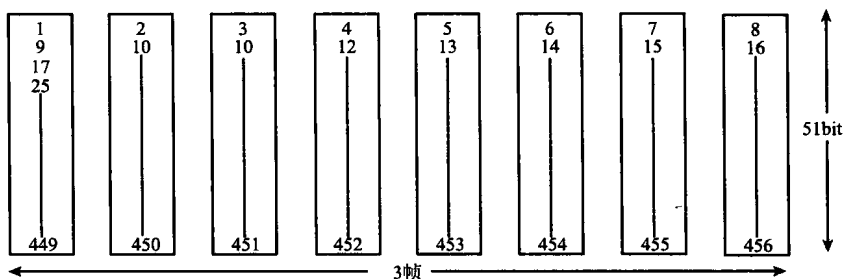


图 1-8 GSM 20 ms 语音编码交织示意图

4. 加密

GSM 的数据传输有一个很大的优点，就是对传输的数据加密，从而保护数据不被第三方窃听。一个简单的加密过程是通过一个伪随机比特序列与普通突发脉冲的 114 个有用比特作“异或”操作实现的，伪随机列由突发脉冲信号和事先通过信令方式建立的会话密钥得到。解密通过相同的操作，因为与相同的数据“异或”两次又得到原始值。这里给出一个简单的例子如下。

原始数据: 01001011010...

密 钥: 10010110101...

加密数据: 11011101111...

解密数据: 01001011010...



图 1-9 所示是突发脉冲序列图。

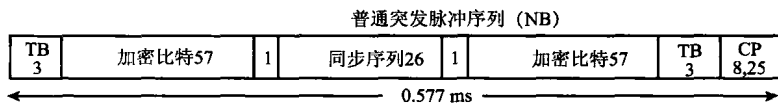


图 1-9 突发脉冲序列图

5. 多址方式

在蜂窝移动通信系统中，有许多用户要同时通过一个基站和其他用户进行通信。因此存在这样的问题：怎样从众多用户中区分出是哪一个用户发出的信号，用户怎样识别出基站发出的信号中哪一个是给自己的。这个问题的解决方法就是多址技术。

我们设想，不论是用户发出的信号，还是基站发出的信号，若每个信号都具有不同的特征，则根据不同的特征我们就能区分出不同的信号来。

信号的特征表现在这样几个方面：信号的工作频率、信号出现的时间、信号具有的波形。根据这三种特征，相对应的有三种多址方式，即：频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)、码分多址(CDMA)。

在实际应用中，还包括这三种基本多址方式的混合方式，如 GSM 系统采用的就是 FDMA/TDMA 多址方式。

(1) 频分多址

频分多址是用信号的不同频率来区分信号。对一个通信系统，对给定的一个总的频段，划分成若干个等间隔的频道（又叫信道），每个不同频道分配给不同的用户使用。信道的划分要注意几点相邻频道之间无明显串扰、每个频道宽度能传输一路信息、收发信息之间要留一段保护频带，防止收发频率干扰。图 1-10 (a) 所示是频分多址示意图。

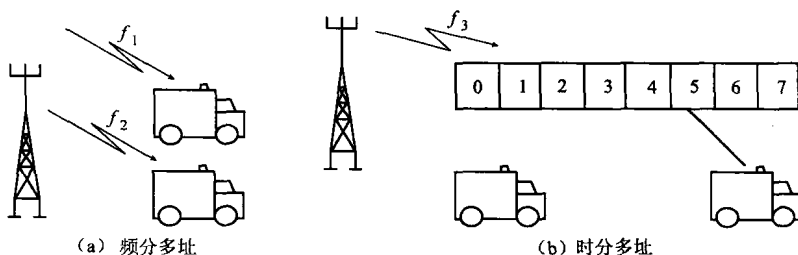


图 1-10 多址示意图

一般情况下，将高频段作为移动台的接收频段，因为信号方向是从基站到移动台，接收信道又称前向信道。将低频段作为移动台的发射频段，信号方向是从移动台到基站，所以发射信道又称反向信道。

(2) 时分多址

时分多址示意图如图 1-10 (b) 所示。

时分多址是基于时间分割信道，即把时间分割成周期性的时间段（时帧），对一个时帧再分割成更小的时间段（时隙），使每个用户在每个时隙只能按照指定的时隙收发信号，