



手机原理

及维修教程

主 编 冯国丽 陈子聪

第2版



免费提供电子教案

<http://www.cmpedu.com>



本书是高等职业学校电子技术应用、通信技术、电子与信息技术专业的一门主干专业课教材。全书共分5章,内容主要包括手机(GSM与CD-MA)的电路结构及工作原理分析、手机主要元器件及电路识别与检测、常见故障及维修方法。本书内容新颖、实践性强,密切结合当前手机维修的市场和学生的现状,特别注重学生的实践教学环节,加强了对学生动手能力的培养,安排了大量的实训内容,旨在将学生培养成能够在手机的生产管理、维修技术服务等岗位工作的高素质劳动者。为了方便教学,本书还配有电子教案。

本书既可作为各类职业学校电子技术应用、通信技术、电子与信息技术专业及相关专业的教材,也可作为从事电子技术行业的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

手机原理及维修教程/冯国丽,陈子聪主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2009.11

(21世纪高职高专规划教材系列)

ISBN 978-7-111-28605-9

I. 手… II. ①冯…②陈… III. ①移动通信-携带电话机-理论-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(2009)第196233号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:董欣 王琪

责任校对:张媛 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)

2010年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·11.75印张·285千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-28605-9

定价:20.00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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专 通信类专业规划教材编委会

主 任	周祥瑜				
副 主 任	伍湘彬	张中洲	杨元挺	张黎明	
	安志鹏	俞 宁	董维佳	任德齐	
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	丁龙刚	冯国莉	余 周	杜志勇	张红兵
	易 谷	周雪利	彭利标	陈立万	梁德厚
秘 书 长	胡毓坚				
副秘书长	陈 良				

出版说明

为了贯彻国务院发〔2002〕16号文件《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的精神,进一步落实《中华人民共和国职业教育法》和《中华人民共和国劳动法》,实施科教兴国战略,大力推进高等职业教育改革与发展,我们组织力量,对实现高等职业教育培养目标和保证基本教学规格的文化基础课程、专业技术基础课程和重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写。

本套教材内容涵盖了高职高专院校计算机类、电子信息类、通信类、自动化类、市场营销类专业的专业基础课、专业课及选修课。其中,通信类专业规划教材由“21世纪高职高专通信类专业规划教材编委会”组织编写。该套教材从实际应用的角度出发,结合工程实际需要,为高职高专通信类专业的学生提供了学习通信技术基础和现代通信技术的教科书。

通信类专业规划教材的指导思想及编写原则如下:

1. 课程整合,精简课程

在充分调研IT行业对通信专业学生能力结构具体要求的基础上,根据高职高专培养高新技术人才的定位,以社会实际需要为目标,加强基本知识、基础理论和基本技能的教学。同时,考虑理论对实践的指导性,以“必须够用”为原则,将通信类专业课程进行全面整合,精简课程,强调知识技能的直接应用。

2. 教材内容统一规划

规划教材从通信技术必须具备的基本知识和应掌握的基本技能出发,合理安排每一门课程的知识点、技能点。将从程控交换到基站建设、光纤通信、终端设备等专业技术,恰当衔接,避免不必要的课程重复。技术基础课突出“新”的教学法——一体化教学模块(单元);专业基础与专业技能课突出“新”的知识、“新”的技术,力求与行业需要相适应。

3. 结合行业资格证书

课程设置、教材编写与通信行业紧密结合。参照通信行业职业资格证书的要求,结合专业应用,用深入浅出的物理概念来替代那些难理解的理论推导。

4. 注重实训环节

注重理论与技能技术的有机结合,注重实训环节,将技能培训贯穿于整套教材。将电子基础理论与通信专业技术紧密结合,让学生在理论指导下进行技术实践,学好专业技术。

5. 编写模式合理先进

教材具体编写模式借鉴国外职教先进经验,技术基础课以能力模块(单元)来设计,每一模块(单元)设教学目标、正文、应知测试、应会测试等环节,强调案例分析,并加强实训实验环节的考核,体现以能力为本位,以学生为中心的职教理念。

通信类专业规划教材以技能培养为主,技能的设定由各主编结合企业要求组织讨论决定。技术基础课程的教材分单元展开,专业基础课程及专业技能课程的教材突出先进实用技术,强化技能训练和可操作性,同时注意设备、实训环境的大众化。

本套教材可作为各类高职高专院校的教材,也可作为各类培训班的教材。

前 言

《手机原理及维修教程》(第1版)于2007年1月出版,在两年多的使用过程中,各院校的教师与学生们提出了许多问题和修改意见,在大家的帮助下,作者的认知水平有了很大提高。另外,手机技术在飞速发展,所以有必要在第一版的基础上对本书进行修编,删去过时的内容(甚至整小节删除),重画(或新拍摄)一些图示(图片),补充新内容、修订错误、调整行文顺序,使知识结构更趋合理,符合教学规律,更加贴近手机维修实践的需要。

本书针对当前职业教育的特点和培养目标,遵循“因材施教”的原则,主要考虑学生的基础和兴趣,突出职业的需求,并注重理论学习与技能学习的有机结合,理论内容的取舍把握“必须”和“够用”,注重对学生职业能力和实践能力的培养,注重实训环节,旨在将学生培养成能够在手机的生产管理、维修技术服务等岗位工作的高素质劳动者。本书是职业院校电子技术应用、通信技术、电子与信息技术等专业的学生不能忽略的工程技术专业课。

本书的特色:一是列出大量手机主要元器件的外形实物图并讲解其特点和检测方法;二是设计大量紧贴实际的实训,如手机电路识图、手机整机拆装、手机主要元器件识别、手机电路元器件焊接工艺、手机电路关键点信号测试、手机指令秘笈的使用、手机软件故障检修仪的使用和手机常见故障检修等;三是在实训的设计上为指导教师预留较大的空间,教师可根据本校实际情况,灵活安排。这些特色能极大地调动学生的学习积极性。另外,为了便于教学,本书配有电子教案,读者可到机械工业出版社网站(www.cmpedu.com)免费下载。

由于在实际维修中接触到的大多是厂商提供的电路图,本书为了使授课与实际维修衔接,对电路原图的文字符号不予变动(有些与国家标准不一致),特此说明。

本书是作者根据多年来从事手机课程的教学经验和参加实践活动获得的技能,集合了多位一线教师和一线维修人员的智慧编写而成的,由黑龙江信息技术职业学院冯国丽和河南信息工程学校陈子聪担任主编,参加编写的有河南信息工程学校纪莉莉和纪萃、重庆电子工程职业学院邓雪萍、昆明冶金高等专科学校尹卓华和段波、四川电力职业技术学院毛源、郑州统一科技(手机维修)公司王绍辉和宋江伟、山东金石集团有限公司滑安民、中国联通河南省分公司区域维修中心彭博博,广州市张兴伟工作室的张兴伟担任主审。在编写过程中,参考了手机生产厂家的资料和其他作者的资料,在此一并表示感谢。

由于电子信息技术发展迅速,手机更新快,加之编者水平有限,书中不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第1章 手机电路结构	1
本章要点	1
1.1 手机整机电路结构	1
1.2 手机射频电路	3
1.3 手机逻辑/音频电路及输入/输出 接口电路	8
1.4 手机电源电路	13
1.5 手机电路结构综述	16
1.6 习题	21
第2章 手机电路原理	22
本章要点	22
2.1 GSM (GPRS) 手机电路原理	22
2.2 窄带 CDMA 手机电路原理	42
2.3 手机电路识图	50
2.4 习题	54
第3章 手机电路识别与检测	56
本章要点	56
3.1 手机整机拆装	56
3.2 手机元器件识别与检测	62
3.3 手机电路元器件焊接工艺	92
3.4 手机电路关键点信号测试	98
3.5 习题	105

第4章 手机维修基础	106
本章要点	106
4.1 手机故障分类	106
4.2 手机维修基本名词术语	108
4.3 手机故障检修基本原则和注意事项	110
4.4 手机故障检修的基本方法	112
4.5 手机结构的薄弱点和易损部位	117
4.6 手机指令秘笈的使用	119
4.7 免拆机手机软件故障维修仪的使用	126
4.8 多功能编程器的使用	131
4.9 习题	134
第5章 手机常见故障分析与检修	135
本章要点	135
5.1 手机不开机故障的分析与检修	135
5.2 手机不入网故障的分析与检修	142
5.3 手机无发射故障的分析与检修	150
5.4 手机显示故障的分析与检修	155
5.5 手机卡故障的分析与检修	159
5.6 手机音频故障的分析与检修	163
5.7 手机键盘故障的分析与检修	168
5.8 手机电路板两种常见故障的处理 技巧	171
5.9 习题	173
附录 手机维修常见英文缩写词	174
参考文献	179

第 1 章 手机电路结构

本章要点

- 手机整机电路结构概述
- 手机各部分电路基础知识

1.1 手机整机电路结构

手机是数字通信、单片机控制、贴片元器件安装、元器件材料与工艺、集成电路多层印制电路板和柔性电路板等综合技术的产物。手机整机的电路结构分析，有助于学生对手机的故障进行准确的判断，并进行简单的维修。

目前，无论是 GSM（含 GPRS）手机、CDMA 手机，还是小灵通（PAS）手机，从一般原理框图和印制电路板的结构上讲，有其相似之处。故本章以 GSM 型手机为例，分析手机电路的结构与工作原理。

1.1.1 手机整机电路结构

GSM 手机由软件和硬件组成。软件是整机的灵魂，指挥硬件工作；硬件运行正常是软件工作的基础。手机的软件和硬件就如同乐谱与钢琴的关系，融为一体才能奏出美妙的音乐。手机的软件保存在手机的存储器中，由 CPU（中央处理器）调用；手机的硬件是指手机的电路及其壳体。

GSM 手机电路一般可分为 4 个部分——射频部分、逻辑/音频部分、输入/输出接口部分（也称界面部分）和电源部分，4 个部分相互联系，是一个有机的整体。其中，逻辑/音频部分、输入/输出接口部分和电源部分的电路紧密融合，电路分析时常常把它们作为一个整体，也称为基带电路部分。手机电路原理框图如图 1-1、图 1-2 所示。

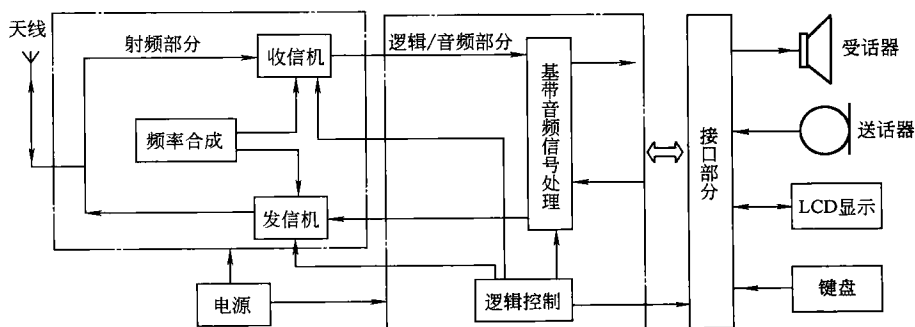


图 1-1 GSM 手机电路原理简略框图

手机接收信号时，来自基站的射频信号被手机天线接收，并经射频电路接收变换，由逻辑/音频电路处理后送到受话器发音；手机发射信号时，声音信号由送话器进行声电转换后，

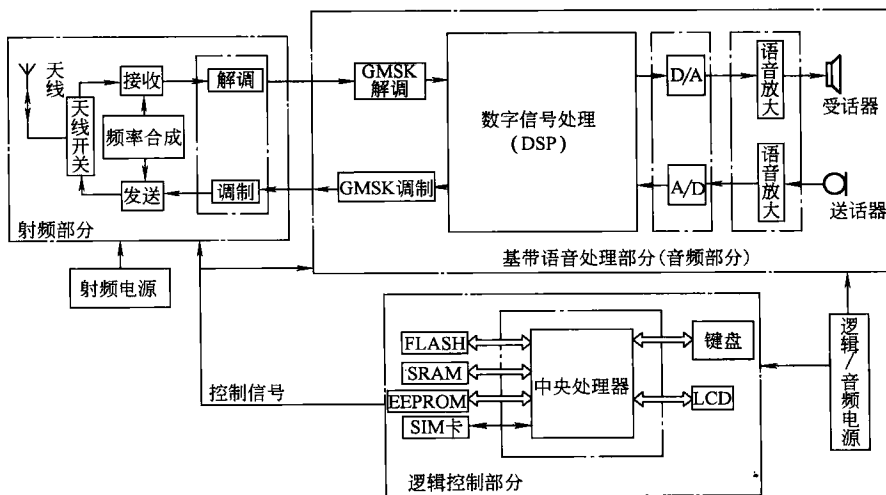


图 1-2 GSM 手机电路原理基本组成框图

经逻辑/音频电路处理，再经射频电路发射变换和功率放大，最后由手机天线向基站发射出去。

从图 1-1 中可以看到手机电路的 4 个组成部分；从图 1-2 中可以看到，逻辑/音频部分与输入/输出接口两部分电路密切相关，并且可以看出信号的接收和发送两个通道的脉络。两个通道中的信号变化过程是相反的，还共用数字信号处理电路（DSP）。电源电路为各个部分供电，逻辑控制部分对整机的工作进行协调和指挥。

1.1.2 手机整机工作过程

1. GSM 型手机开机初始工作流程

在正常情况下，手机开机后，手机中的 CPU 工作，并运行开机程序，对手机中各个芯片和整机电路进行自检。若自检通过，则手机开始搜索空中无线电信号。一旦发现了最强的信号，它就会自动调整内部电路的工作频率，使其在频率和时间上与最强信号所属的网络保持同

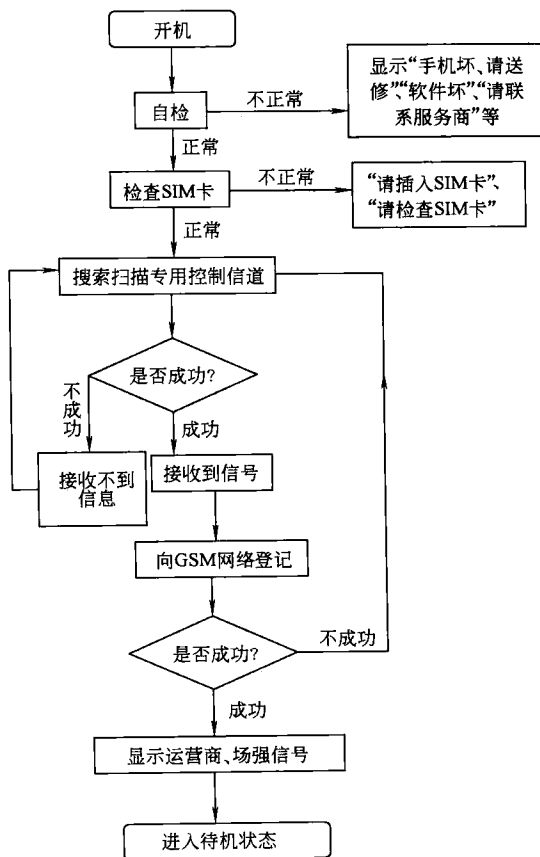


图 1-3 GSM 手机开机初始工作流程

步，然后检查该网络的运营商和本手机 SIM 卡上所记录的是否一致，即中国移动或中国联通，最后进入待机（守候）状态，如图 1-3 所示。

在手机开机的过程中，若出现自检不正常，显示“手机坏、请送修”、“软件坏”、“请联系服务商”等，一般是手机的软件故障；若找不到网络，说明手机射频电路有故障或手机不在网络覆盖区。由于手机入网时先要接收网络信号，然后再发射信号向网络登记，所以不入网故障可能发生在射频接收电路，也可能在射频发射电路。究竟发生在哪个部分，不同类型的手机有不同的判断方法，后面的章节将详细介绍。

2. GSM 手机通话过程

当手机通话时，GSM 系统为手机分配一个语音信道，手机电路调整频率，从守候信道进入语音信道，并开始通话状态。通话结束，手机返回到守候信道，进入待机（守候）状态。

1.2 手机射频电路

射频电路部分一般是指手机电路的模拟射频、中频处理部分，包括天线系统、接收通路、发射通路、模拟信号调制与解调，以及进行 GSM 信道调谐用的频率合成器。它的主要任务有两个：一是完成接收信号的下变频，得到模拟基带信号；二是完成发射模拟基带信号的上变频，得到发射射频信号。射频电路又可分为接收电路部分、发射电路部分和频率合成器部分。

1.2.1 接收电路部分

接收电路部分一般包括天线、天线开关、射频滤波、低噪声放大、变频（又称混频）、中频滤波、中频放大、解调电路等，如图 1-4 所示。它将 925 ~ 960MHz（GSM900 频段）或 1805 ~ 1880MHz（DCS1800 频段）的射频信号进行下变频，最后得到 67.707kHz 的接收模拟基带信号（RXI、RXQ）。接收信号的解调大都在中频处理集成电路（IC）内完成，解调后得到频率为 67.707kHz 的模拟的同相/正交信号（RXI/RXQ），然后进入逻辑/音频处理部分进行后级的处理。

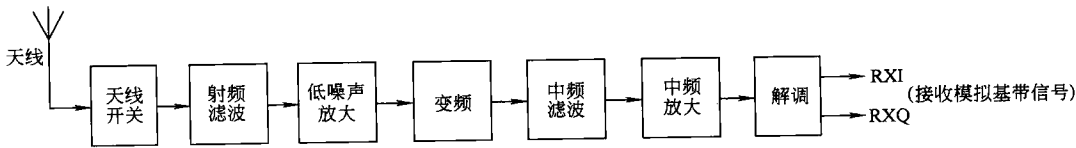


图 1-4 手机接收电路框图

手机接收电路一般有 4 种基本的电路结构：超外差一次变频接收电路、超外差二次变频接收电路、低中频接收电路和直接变频线性接收电路。

1. 超外差一次变频接收电路结构

超外差一次变频接收机的原理为：天线感应到的无线电信号经天线电路和射频滤波器进入接收机电路，首先由低噪声放大器进行放大，放大后的信号经射频滤波器后，被送到混频器。在混频器中，射频信号与接收本机振荡（以下简称本振）信号进行混频，得到接收中

频信号。接收中频信号经中频放大后，在中频处理模块内进行 I/Q 解调，得到 67.707kHz 接收模拟基带信号（RXI/RXQ）。I/Q 解调所用的本振信号通常由中频 VCO（IFVCO）信号处理得到。RXI/RXQ 信号在逻辑/音频电路（也称基带电路）中先经 DSP（数字信号处理）处理，然后经 PCM 解码还原出模拟的话音信号，推动受话器发声，如图 1-5 所示。例如，摩托罗拉早期的手机就常采用这种结构，CDMA 手机（如三星 A399）也采用这种结构。

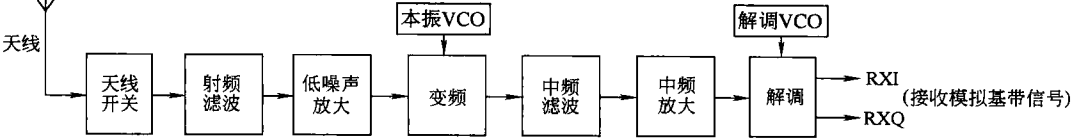


图 1-5 超外差一次变频接收电路框图

2. 超外差二次变频接收电路结构

与超外差一次变频接收电路结构相比，二次变频接收结构多用了一级混频器。第一中频信号与第二接收本机振荡信号（IFVCO 信号）混频，得到接收第二中频信号。IFVCO 电路产生的 IFVCO 信号经过分频，也作为参考信号送入中频处理模块用于对第二中频信号的解调，分离出 67.707kHz 的 RXI/RXQ 信号。例如，摩托罗拉 V998、L2000、V60、V70 型手机，诺基亚 6150、3210 型手机，三星 600、T108 型手机等的接收机电路大多数属于这种电路结构，如图 1-6 所示。

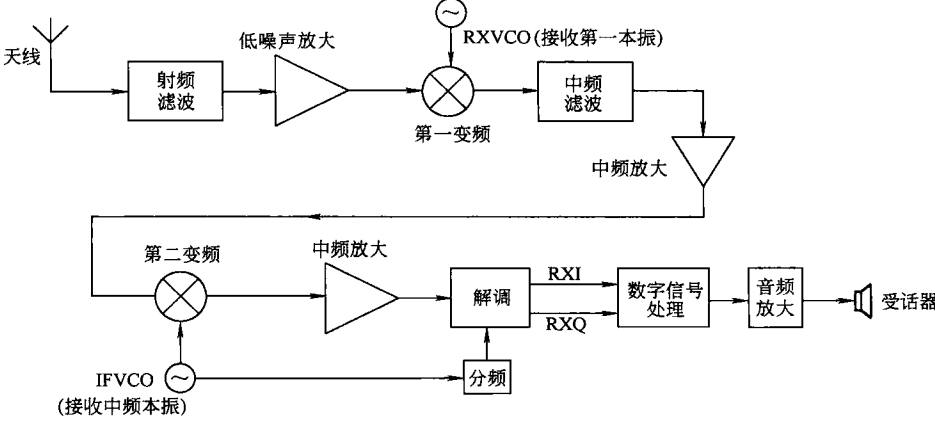


图 1-6 超外差二次变频接收电路框图

3. 低中频接收电路结构

图 1-7 为低中频接收电路结构的框图，与超外差一次变频接收电路结构相同的是都只进行了一次变频，不同的是超外差一次变频接收电路结构的中频信号频率通常是很高的（一般是兆赫兹的数量级），而低中频接收电路混频输出的中频信号频率通常很低，接近基带信号的频率，如三星 T408 型手机接收混频输出的中频信号的频率为 100kHz；并且，大多数低中频接收电路通常采用数字低中频方案，混频器输出的中频信号是模拟信号，该信号经 ADC 电路转换，转换为数字信号，然后才进行 I/Q 数字解调，还原出基带信号，该基带信号经滤波、放大后，再由 DAC 电路转换为模拟的接收基带信号（RXI/RXQ），送往基带电路。

4. 直接变频线性接收电路结构

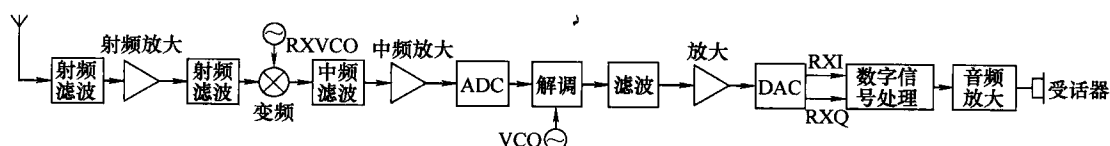


图 1-7 低中频接收电路

从图 1-5 及图 1-6 可以看到，RXI/RXQ 信号都是从解调电路输出的，但在直接变频线性接收机中，混频器输出不再是中频信号了，而直接就是 RXI/RXQ 信号。混频与解调两个功能合而为一，如诺基亚 8210、8250、3310 型手机等就属于这种电路结构，如图 1-8 所示。

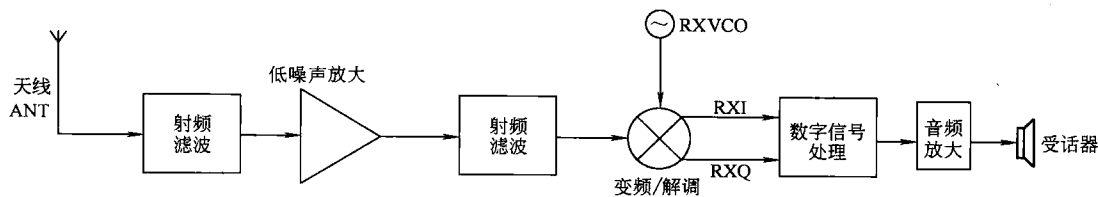


图 1-8 直接变频线性接收电路框图

不管接收电路结构怎样不同，它们总有相似之处：信号是从天线到低噪声放大器，经过频率变换，再解调输出 RXI/RXQ 信号，最后送到语音处理电路。区别是接收频率变换（降低）的方式不同。低中频电路结构和直接变频电路结构被越来越多地采用。

1.2.2 发射电路部分

发射电路部分一般包括带通滤波器、调制器、射频功率放大器、天线开关及天线等，它以 TXI/TXQ（同相/正交）信号被调制为更高的频率为起点。它将 67.707kHz 的 TXI/TXQ（发射模拟基带信号）上变频为 880 ~ 915MHz（GSM900 频段）或 1710 ~ 1785 MHz（DCS1800 频段）的射频信号，并且进行功率放大，使信号从天线发射出去，如图 1-9 所示。

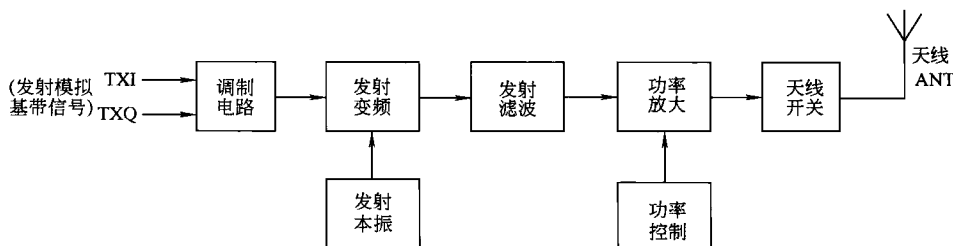


图 1-9 手机发射电路框图

手机发射电路一般有 3 种电路结构：带偏移锁相环的发射电路、带发射上变频器的发射电路、直接变频的发射电路。

1. 带偏移锁相环的发射电路结构

带偏移锁相环的发射电路框图如图 1-10 所示，其发送流程如下：送话器将声音信号转化为模拟的话音电信号，经 PCM 编码变换为数字信号，该数字信号经数字信号处理（DSP）、GMSK（高斯最小频移键控）调制得到发射模拟基带信号（TXI/TXQ），该基带信号被送到发射电路；信号在中频模块内完成 TXI/TXQ（同相/正交）调制和中放，该发射中

频信号经发射变频电路处理得到发射射频信号，经功率放大器放大后，由天线发射出去。发射变频电路主要采用了一个偏移锁相环路；其中，发射本振（TXVCO）输出的是已调发射信号，该信号经功率放大电路放大后，从天线发射出去；同时，将发射本振输出的取样信号与接收一本振频率信号混频得到一个差频信号，该差频信号送到鉴相器中与发射中频信号进行相位比较，用得到的差值去控制发射本振（TXVCO）的振荡频率，使 TXVCO 的输出频率保持稳定和准确，即保证手机的发射频率稳定和准确。例如，摩托罗拉 L2000、V60 型手机，三星 600、T108 型手机的发射电路基本上属于这种结构。

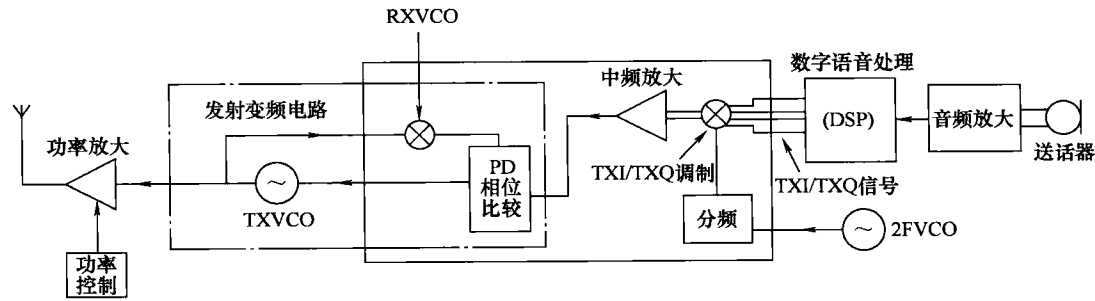


图 1-10 带偏移锁相环的发射电路框图

2. 带发射上变频器的发射电路结构

与带偏移锁相环的发射电路结构相比，图 1-11 所示的发射电路在发射中频信号输出之前是一样的，其不同之处在于 TXI/TXQ 调制后的发射已调中频信号在一个发射上变频器中与接收第一本振信号 RXVCO（或称 UHFVCO、RFVCO）混频，得到发射频率信号。例如，诺基亚 8110、8810、3810、6110、6150、7110、3210 型手机等的发射电路都是这种电路结构。

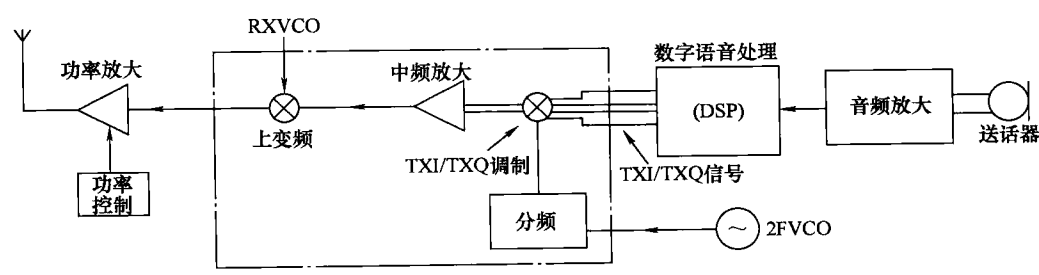


图 1-11 带发射上变频器的发射电路框图

3. 直接变频发射电路结构

直接变频发射电路框图如图 1-12 所示，发射基带信号（TXI/TXQ）送入发射调制与发射上变频器合为一体的电路，直接得到发射频率信号。例如，诺基亚 8210、8250、3310 等机型发射机的电路结构就属于这一种。

不管发射电路结构怎样不同，发射前端（从送话器到 TXI/TXQ 输出）和末端（功率放大至天线发射）均相似，区别在于发射频率变换（提高）的方式不同。带发射上变频器的发射电路结构和直接变频发射电路结构被越来越多地采用。

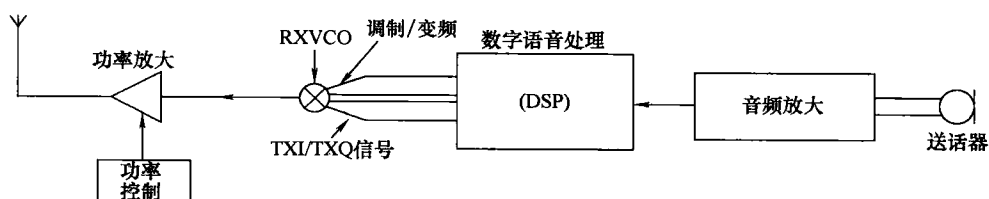


图 1-12 直接变频发射电路框图

1.2.3 频率合成器

频率合成器是手机中一个非常重要的基本电路。频率合成电路需要为接收通路的混频电路和解调电路提供振荡频率信号，同时，也需要为发射通路的发射信号频率变换电路和调制电路提供振荡频率信号，并且不同电路要求的振荡频率也是不同的。

在移动通信中，手机需要根据基站的控制信号（指定话音信道命令）变换自己的工作频率，即变换手机的接收本振频率和发射载频频率，所以，手机接收本振频率和发射载频频率的可调性与精确性是手机入网的前提条件之一。在实际中，通常使用频率合成器来提供有足够精度、稳定性高的多种不同的工作频率。

目前，手机电路中常以晶体振荡器输出为基准频率，采用 VCO 电路的锁相环频率合成器，它受逻辑/音频部分的中央处理器（CPU）控制，自动完成频率变换，如图 1-13 所示。

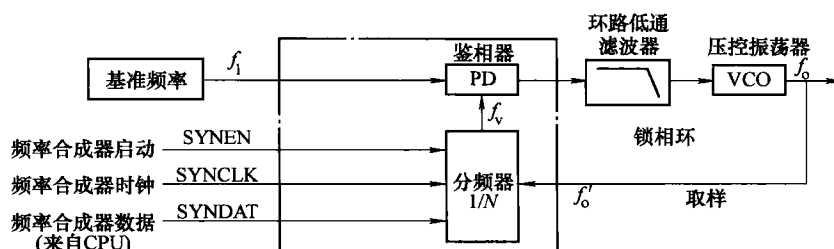


图 1-13 频率合成电路原理框图

带锁相环的频率合成器由基准频率（如 13MHz）、鉴相器（PD）、环路低通滤波器（LPF）、压控振荡器（VCO）、分频器等组成一个闭环的自动频率控制系统。鉴相器是一个相位比较器，它对输入的基准频率信号与压控振荡器（VCO）输出的振荡信号的取样信号进行相位比较，得到的差值电压信号反映了 VCO 输出振荡信号的相位变化，这个差值信号经环路低通滤波器滤除高频成分后去控制压控振荡器，保持频率合成电路（实际是 VCO 电路）输出振荡信号的稳定和准确。来自逻辑电路的三路控制信号通过对分频器分频倍数的控制，使频率合成电路输出相应的不同频率。

在旧款手机中，频率合成器主要以接收第一本机振荡器（简称第一本振）、接收第二本机振荡器（简称第二本振）、发射本机振荡器（简称发射本振（TXVCO））和发射中频调制振荡器等形式出现。随着手机电路集成度的提高，现在多数机型采用一个频率合成器模块（有时简称 VCO）就能够同时提供多个频率信号，作为接收第一、第二本振频率信号、发射本机载频信号和发射中频调制载频信号等，即把第一本振、第二本振、发射本振和发射中频调制载频等电路均集成在一个频率合成器模块中，如三星 R208、S308、T408、S105、TCL618 和海尔 P5 等机型。

1.3 手机逻辑/音频电路及输入/输出接口电路

逻辑/音频电路的主要功能是以中央处理器为中心，完成对话音等数字信号的处理、传输及对整机工作的管理和控制，它包括音频信号处理（也称基带语音处理电路）和系统逻辑控制电路两个部分，如图 1-2 所示。实际的手机电路中，音频信号处理和系统逻辑控制两部分电路紧密融合在一起。

1.3.1 音频信号处理部分

音频信号处理分为接收音频信号处理和发送音频信号处理，一般包括数字音频信号处理电路和模拟音频放大电路等，如图 1-14 所示。

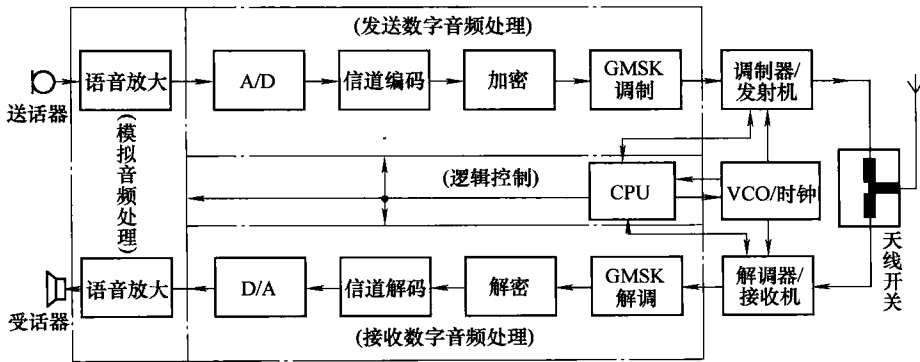


图 1-14 音频信号处理部分框图

1. 接收音频信号处理

接收信号时，先对射频部分送来的模拟基带信号（RXI/RXQ）进行 GMSK 解调（即模/数转换），接着进行解密、去交织、信道解码等处理，得到的数据流经过语音解码、D/A 转换（即 PCM 解码）转化为模拟语音信号，此声音信号经放大后驱动受话器发声。图 1-15 为接收信号处理变化流程示意图。

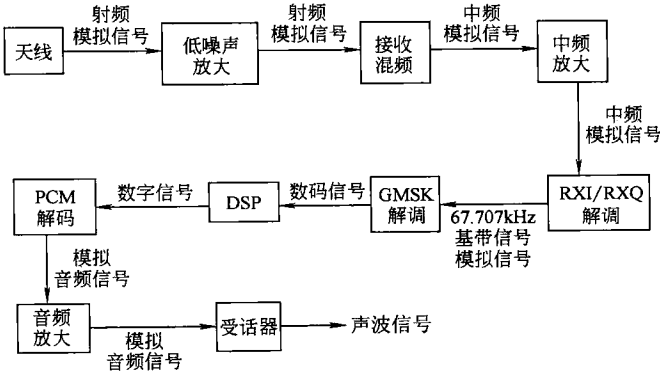


图 1-15 接收信号处理变化示意图

注意：图 1-15 中 DSP 前后的数码信号和数字信号。GMSK（高斯最小频移键控）解调

输出的数码信号包含加密信息、抗干扰和纠错的冗余码及语音信息等，而 DSP 输出的数字信号则是去掉冗余码信息后的数字语音信息。

2. 发送音频信号处理

发送信号时，送话器送来的模拟语音信号经过 PCM 编码（即 A/D 转换）得到数字语音信号，该信号先后进行信道编码、交织、加密、GMSK 调制等处理，最后得到 67.707kHz 的发射模拟基带信号（TXI/TXQ），送到射频电路部分进行调制和变频处理。图 1-16 为发送音频信号处理变化流程示意图。

注意：图 1-16 中，信号 1 是送话器拾取的模拟话音信号；信号 2 是 PCM 编码后的数字话音信号；信号 3 是数码信号；信号 4 是经数字电路一系列处理后输出的 TXI/TXQ 信号，信号 5 是已调中频发射信号；信号 6 是发射频率信号；信号 7 是已经功率放大的最终发射信号。

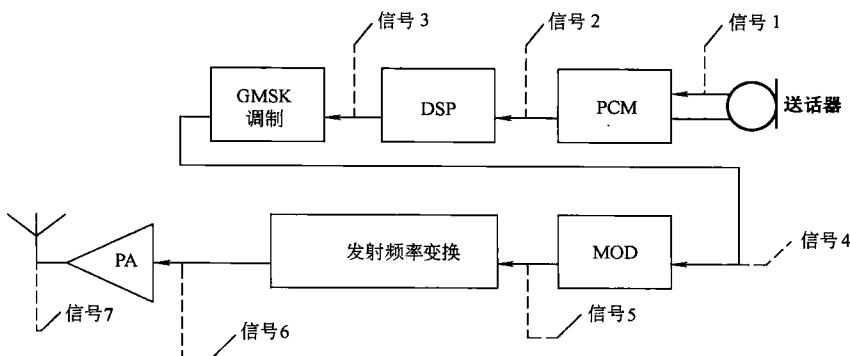


图 1-16 发送音频信号处理变化流程示意图

目前，大多数机型把 GMSK 调制/解调、加密/解密、交织/去交织、信道编/解码、语音编/解码、PCM 编/解码等，甚至语音放大处理都集成到了中央处理器（CPU）内部，大大简化了基带电路结构。每种机型的模块应用和集成方式不同，则电路结构也不尽相同，这是读图中值得注意的地方。

1.3.2 系统逻辑控制部分

在手机电路中，以中央处理器（CPU）为核心的控制电路称为系统逻辑电路，它由中央处理器、存储器、总线和时钟等组成，其基本组成如图 1-17 所示。系统逻辑控制部分负责对整个手机的工作进行控制和管理，包括开机操作、定时控制、音频部分控制、射频部分控制，以及外部接口、键盘、显示屏的控制等。

1. 中央处理器（CPU）

系统逻辑电路是整部手机的指挥中心，CPU 就是总指挥，它相当于人的大脑。在工作中，CPU 发出各种指令，使整个手机的工作能自动、协调地进行。

CPU 的功能包括程序控制、操作控制、时间控制和数据处理等。CPU 正常工作的三要素为供电、时钟和复位。

2. 存储器

存储器一般有两种不同类型：程序存储器和数据存储器。程序存储器多数由两类芯片组成，包括 Flash ROM（闪速只读存储器，俗称字库或版本）和 EEPROM（电可擦写可编程只

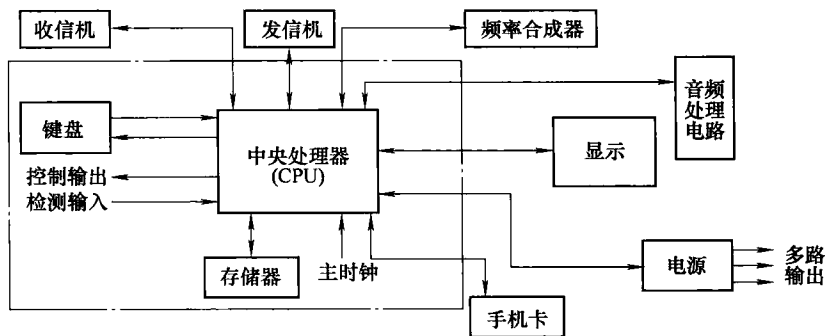


图 1-17 系统逻辑控制电路基本组成方框图

读存储器，俗称码片)；数据存储单元即 SRAM（静态随机存储器，又称暂存器）。

(1) Flash ROM 它以代码的形式存放手机的基本程序和各种功能程序，即存储手机出厂设置的整机运行系统软件控制指令程序，如开机和关机程序、LCD 字符调出程序、系统网络通信控制程序、监控程序等，它存储的是手机工作的主程序；一般 Flash ROM 的容量大，所以它也存放中文字库和固定参数等大容量数据。手机在工作时，只能读取其中的资料。

随着集成度越来越高，字库的容量越来越大（如 4MB、8MB、16MB、32MB、64MB、128MB 等），数据交换从 8 位发展到 16 位，但体积却越来越小；芯片封装方式也从小外形封装（SOP）发展到现在的球形阵列内引脚封装（BGA），并且常采用字库与码片二合一的程序存储器，如诺基亚 3310 型手机、摩托罗拉 L2000 型及以后的手机等。

(2) EEPROM（码片） 码片容量较小（几百字节至几百千字节），它存储的手机资料有：手机的机身码（IMEI 码）；检测程序如电池检测、显示电压检测等；各种表格如功率控制（APC）、数模转换（DAC）、自动增益控制（AGC）、自动频率控制（AFC）等；一些可以修改的系统参数，其数据会通过本机工作运行时自动更新；一些可以让用户通过本机键盘，使用手机菜单进行修改的数据，如电话号码簿、锁机码、用户设定值等用户个人信息。手机在工作时，不仅能读取其中的数据资料，还能往码片内写入资料。

目前，随着芯片集成度的提高，码片一般不再单独出现，如摩托罗拉 V998 + 型手机的码片被集成到 CPU 内，V998 ++ 及 L2000 以后的机型被集成到字库内。

手机工作对软件的运行要求非常严格，CPU 通过从程序存储器中读取资料来指挥整机工作，这就要求程序存储器中的软件资料正确。即使同一款手机，由于生产时间和产地等不同，其软件资料也有差异，所以对手机软件故障维修时要注意 CPU 版本号、手机的机板号与字库（Flash ROM）及码片（EEPROM）资料的一致性。手机的软件故障主要是程序存储器数据丢失或者出现逻辑混乱，表现出来的现象如锁机、显示“联系服务商”、不开机等。这时，使用各种软件故障维修仪，通过向程序存储器内部重新写入资料，就能达到修复手机的目的。各种类型的手机所采用的字库集成块和码片集成块虽然不同，但其功能是类似的。

(3) SRAM（暂存器） 作为数据缓冲的 SRAM（暂存器），其内部存放手机当前运行程序时产生的中间数据，为数据和信息在传输过程中提供一个暂时存放的空间。如果手机关

机，其中的内容会全部消失；而程序存储器内的资料能长期存放，即使断电也不会丢失。

随着手机功能的不断增强，需要运行的软件容量越来越大，从而暂存器的容量要求也越来越大，从早期的几十千字节到几百千字节，再到现在的十几兆字节。例如，摩托罗拉 V60 型手机中用到两个暂存芯片，共计容量为 $4\text{MB} + 2\text{MB} = 6\text{MB}$ 。

在早期的手机中，CPU、字库、码片和暂存器等芯片都是独立存在的，维修时，打开手机机壳，一看机板就知道哪个是 CPU、哪个是字库、哪个是码片、哪个是暂存器，如诺基亚 8810、3210，三星 S600、800 型手机等。随着手机趋于小型化，现在手机内通常采用复合结构的芯片，就存储器而言，复合结构的存储芯片形式上有以下几种：

- 1) 字库 + 暂存器形式：如三星 N628、A408、…、T508 系列手机等，摩托罗拉 V70 等。
- 2) 字库 + 码片形式：如摩托罗拉 V998 ++、L2000、V60 型手机，诺基亚 3310 型手机，西门子 2588 型手机等。
- 3) 字库 + 码片 + 暂存器形式：如三星 S308、V208 型手机，诺基亚 8310、8910、6500、3510 型手机等。这种结构应用越来越广泛，但由于程序的繁杂及程序设计的不完善，往往很容易引起各种软件故障。
- 4) CPU + 暂存器形式：如西门子 1118、摩托罗拉 T190、诺基亚 8310 型手机等。
- 5) CPU + 码片形式：如摩托罗拉 V998 + 型手机等。

3. 总线

CPU 常用一组线路，并配置适当的接口电路，与存储器、各个芯片及外围设备连接，这组共用的连接线被称为总线 BUS。总线结构如图 1-18 所示，它包括地址总线（AB）、数据总线（DB）、控制总线（CB）。总线共用，但分时使用。

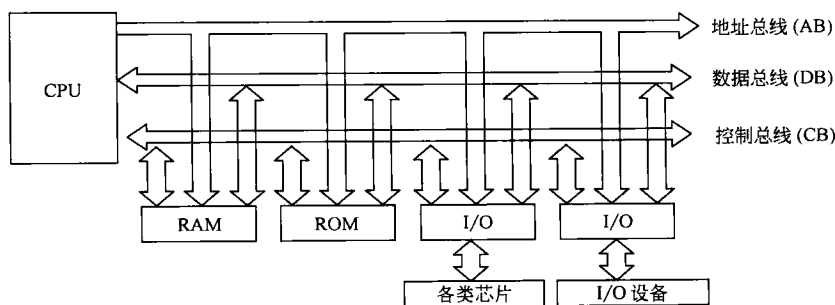


图 1-18 总线结构示意图

(1) 地址总线 地址总线用来传输 CPU 向外发出的寻址信息，即要读取数据的具体地址。地址总线是单向传输的总线。

(2) 数据总线 数据总线用于 CPU、存储器、各个芯片及外围设备之间相互传输数据，是双向传输的总线。

(3) 控制总线 控制总线是双向传输的，用来传输各种控制信号。CPU 对整机的控制处理是通过控制总线完成的，这些控制信号有 CPU 发出的，也有发给 CPU 的，如片选、复位、看门狗、读写、MUTE（静音）、LCDEN（显示屏使能）、LIGHT（发光控制）、CHARGE（充电控制）、AFC（自动频率控制）、RXEN（接收使能）、TXEN（发送使能）、