

The Collection of
Household Electric Appliance Maintenance

家用电器维修丛书

最新 GSM手机

电路分析与故障检修

(摩托罗拉系列)

徐乐喜 李勇帆 编著



Appliance

Electric

Household

532

人民邮电出版社

www.pptph.com.cn

7N929.532

X75

家用电器维修丛书

最新 GSM 手机电路分析与故障检修

(摩托罗拉系列)

徐乐喜 李勇帆 编著



A0875795

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

最新 GSM 手机电路分析与故障检修. 摩托罗拉系列/徐乐喜, 李勇帆编著. —北京:
人民邮电出版社, 2001.2
(家用电器维修丛书)
ISBN 7-115-08979-5

I. 最… II. ①徐…②李… III. ①时分多址—携带电话机, 摩托罗拉—电路分析②时分多址—携带电话机, 摩托罗拉—检修 IV. TN929.532

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 78717 号

内 容 提 要

本书从维修角度出发, 通俗而细致地讲解了 GSM 手机的维修技巧。重点介绍了摩托罗拉系列几个主要型号手机的电路原理及故障检修。

本书内容新颖、系统、实用, 可供手机维修人员尤其是初学维修人员阅读。

家用电器维修丛书

最新 GSM 手机电路分析与故障检修 (摩托罗拉系列)

-
- ◆ 编 著 徐乐喜 李勇帆
责任编辑 刘文铎
 - ◆ 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@pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787 × 1092 1/16
印张: 18.75 插页: 2
字数: 458 千字 2001 年 2 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2001 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-08979-5/TN·1678

定价: 26.00 元

前 言

随着人们生活水平的提高及通信技术的飞速发展,手机也像其它家用电器一样迅速得到普及。据专家预测,2000年我国手机将超过4200万台,到2002年将达到9000万台。也就是说在我国每五个家庭几乎就有一台。特别是GSM手机发展速度更快。为了帮助广大维修人员快速“跑通”GSM手机电路,掌握GSM手机的维修技巧,我们特编写此套《最新GSM手机电路分析与故障检修》奉献给读者。

《最新GSM手机电路分析与故障检修》共分四册:第一册为摩托罗拉系列;第二册为爱立信系列;第三册为诺基亚系列;第四册为其它系列。本书为第一册,共分六章:第一章主要从维修角度介绍GSM手机的结构特点、工作过程及检修方法。第二章为摩托罗拉GC87型GSM手机电路分析与故障检修。第三章为摩托罗拉308/328型GSM手机电路分析与故障检修。第四章为摩托罗拉338型GSM手机电路分析与故障检修。第五章为摩托罗拉cd928/cd938型GSM双频手机电路分析与故障检修。第六章为摩托罗拉V998型GSM双频手机电路分析与故障检修。

此套书的主要特点是:

① 从维修的角度将GSM手机电路分为五大部分:即接收部分、发射部分、逻辑控制部分、电源部分及其它部分。使复杂、抽象的手机结构变得简单、具体,便于读者理解与掌握。

② 对各部分电路的分析均按照电路组成、信号流程、检修中的关键点这一思路进行。使电路分析全面、透彻,有利于读者快速“跑通”GSM手机电路。

③ 在电路分析之后,介绍GSM手机常见故障的分析方法、检修技巧及检修实例。巧妙地将理论分析与实际维修技巧融于一体,使读者既巩固了所学的知识,又学会了检修方法与技巧。

④ 将一个系列的手机编写在一起,可便于读者进行比较、归纳、总结,提高维修水平。

总之,实用性、启发性、系统性与新颖性是本书的突出特点。广大读者循着该书提供的思路和维修技巧,可收到事半功倍之效果。

在本书的编写过程中得到了人民邮电出版社电子图书编辑部刘文铎老师的大力支持,同时也参阅了许多维修专家的专著与资料,尤其是摩托罗拉生产厂家为编写本书提供了大量帮助,在此一并表示衷心感谢。参加编写工作的还有张保华、徐颖、徐鹏、徐鑫、颜小红、李里程、李里达、张媛、马驰亚、张网、徐梦颖、徐彦等。

由于GSM手机电路结构复杂,加之编者水平有限,书中若有疏漏和错误之处,敬请同行和读者指正,以期再版时修正。

徐乐喜 李勇帆

2000年9月

第一章 最新 GSM 手机的结构特点、工作过程及检修方法

第一节 GSM 手机的电路组成及结构特点

GSM 手机也称数字手机，是当代先进的移动通信终端设备。目前市场上大量销售和社会上拥有较多的 GSM 手机，主要有摩托罗拉系列、爱立信系列以及诺基亚系列，另外还有其它一些厂家生产的手机。它们的基本组成与结构是一致的，主要由接收部分(包括高频、中频及音频等单元)、发射部分(包括音频、中频及高频等单元)、逻辑控制部分、电源部分等组成。具体见图 1-1 所示。

下面从维修的角度来介绍各单元的电路组成及结构特点。

一、接收部分

GSM 手机接收部分的电路框图如图 1-2 所示。主要由天线开关电路、高频放大电路、一混频电路、一本振电路、中频放大电路、二混频电路、二本振电路、正交解调电路、GMSK 解调电路、信道解码电路、RPE-LTP 解码电路、PCM 解码电路及音频放大电路等组成。其中天线开关电路的主要作用是对手机的收、发进行切换以及对外置天线和内置天线进行切换。高频放大电路的主要作用是对经天线及阻抗匹配网络、滤波器之后的微弱信号进行低噪声放大，放大量一般为 12dB~20dB，以保证 GSM 手机的灵敏度。混频电路的主要作用是对接收信号与本机振荡信号进行混频，以产生所需的中频信号。手机中多采用三极管混频，在高频混频电路中，混频管的工作电压及外围谐振网络是相当重要的，工作电压改变了，可能改变管子的非线性状态，造成谐波多，混频增益下降。外围谐振电路失谐，则不能正确选出基波信号，GSM 手机中采用声表面滤波器来滤除谐波，选出基波。在 GSM 手机中，除摩托罗拉手机外，多采用超外差方式，二次变频，而摩托罗拉手机则多是超内差接收，一次变频。本振电路的主要作用是受控产生相应的 GSM 本振频率。而 GSM 系统，由于采用了时分多址(TDMA)方式，对其频率稳定度要求很高，为 $\pm 10^{-7}$ 。为了满足这么高的频率稳定要求，GSM 手机中的本振电路均采

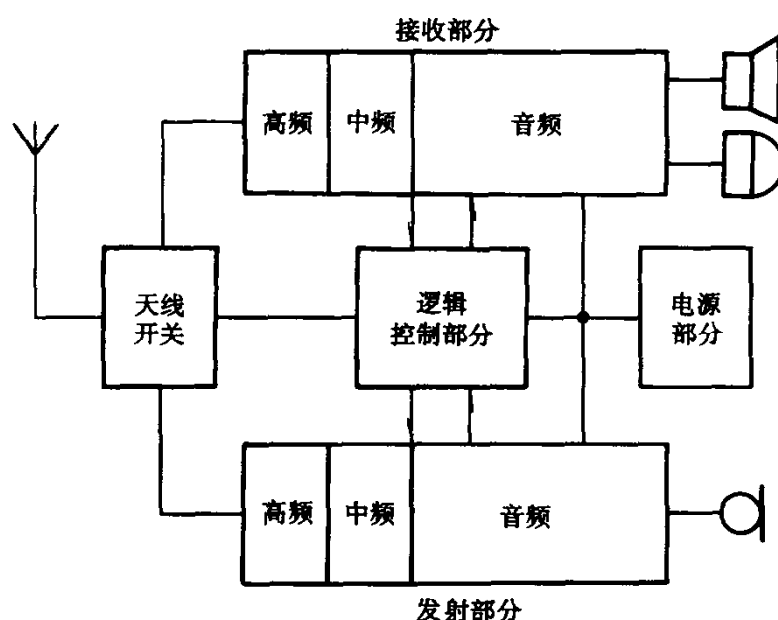


图 1-1 GSM 手机电路框图

用锁相环的稳频方式，其工作原理简述如下：GSM 手机的振荡电路多采用“考毕兹”振荡电路(电容三点式)。电路中有一变容二极管作为振荡频率调节元件(即 VCO 电路形式)，将产生的振荡频率与手机中的频率基准源(其频率视为稳定不变)分频后相比较，即鉴相。鉴相后产生出频率误差控制电压，这个电压经过环路滤波器滤除高频成分后加到变容二极管上，改变变容二极管的电容量，从而改变振荡频率。当振荡频率增加时，频率误差控制电压将频率拉低；当振荡频率降低时，控制电压又将其升高，使振荡频率处于一种动态的稳定中，使其稳定度达到系统要求。锁相环电路框图如图 1-3 所示。其中分频电路的分频值应满足：当 F_{out} 稳定不变时， $F'_{out} = F_{ref}$ 。环路滤波器是一个低通滤波器，目的是滤除鉴相后产生的频率误差控制电压中的高频纹波。另外有一点需强调，在 GSM 系统中，频率稳定度要求为 $\pm 10^{-7}$ ，要使所有的 GSM 基站系统和手机都达到这一要求，其技术实现很难，即使实现，电路成本也非常高。所以 GSM 采用了一种变通的方式，考虑到频率稳定的目的是使手机与基站间的通信保持同步，只要使手机与当前所处基站的频率稳定度满足要求就行了。一般采用主从同步法，当前的基站发出自身的频率基准信息(同步信息)，手机接收后调节自身的基准频率，使其与当前基站的基准频率同频、同相，从而使手机与当前基站的通信同步。当手机移动到另一基站时，再去接收另一基站发出的同步信息，并调节基准频率与另一基站一致。下面举一个具体的例子来说明。如有两个基站，其基准频率分别为 13.0005MHz 和 12.9995MHz，而手机的基准频率调节电路(AFC 电路)要有能力将自身的基准频率调节到 13.0005MHz 或 12.9995MHz，这样才能与不同的基站保持同步通信。在基准频率保持“相对”

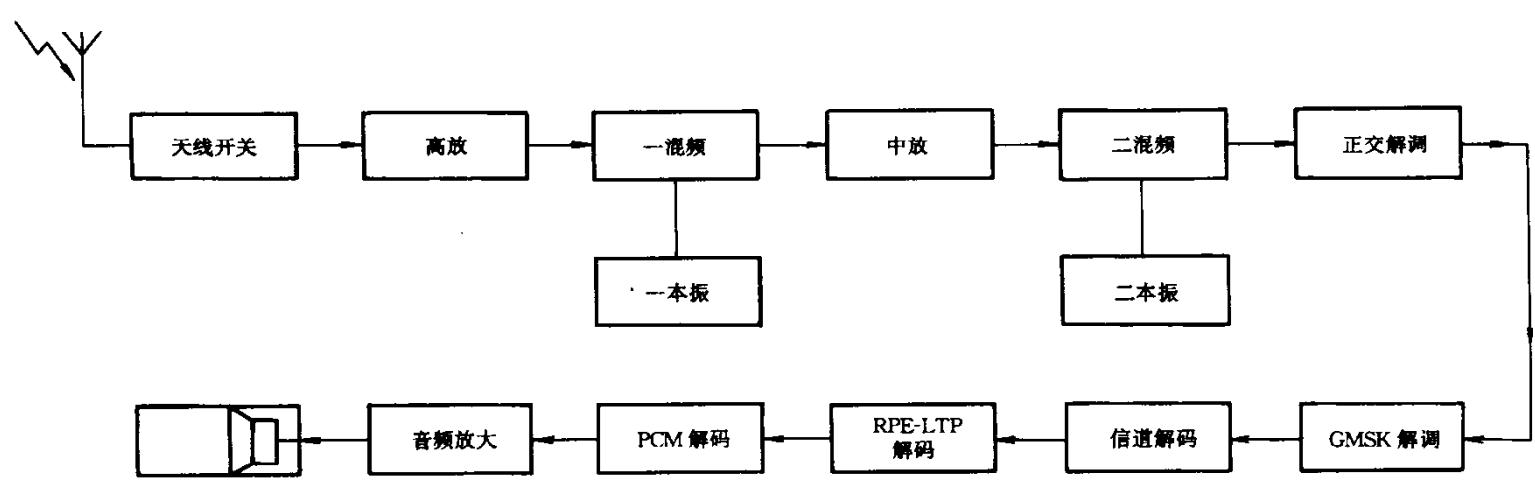


图 1-2 GSM 手机接收部分电路框图

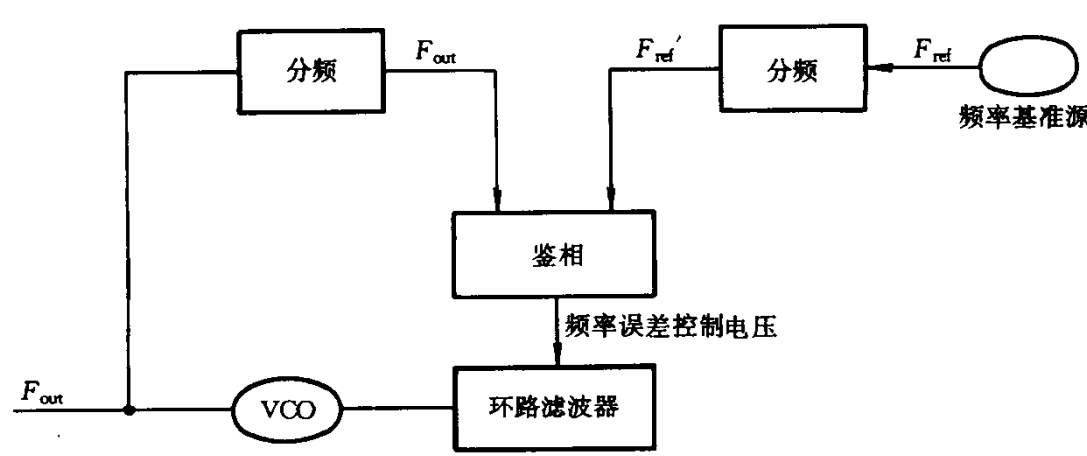


图 1-3 锁相环电路框图

稳定的前提下，采用锁相环电路，使手机电路中其它振荡频率与基准频率保持相同稳定度的要求。若频率稳定度达不到要求，手机将出现信号弱、无信号等故障；若基准频率调节范围不够，还会出现在某一地方可以通话，但在另一地方就不能通话等故障。中频放大电路的主要作用是对接收中频信号进行 10dB 左右的放大处理，以提高手机的接收灵敏度。二混频、二本振及正交解调等电路也称中频处理电路，其主要作用是对中频接收信号进行调频正交解调处理，以产生 67.708kHz RXI、RXQ 基带信号。GMSK 解调电路的主要作用是对接收模拟基带信号(RXI、RXQ)进行 GMSK 解调，形成 270.833kbit/s 的数字比特流。信道解码电路的主要作用是对接收的数字比特流进行信道解码，去掉纠错码元及取出控制信息，形成 13kbit/s 语音数据流。RPE - LTP 解码电路的主要作用是对语音数据流进行 RPE - LTP 混合解码，形成 64kbit/s 的语音数字信号。PCM 解码电路的主要作用是对接收语音数字信号进行 PCM 解码，把数字信号还原成模拟的语音信号。音频放大电路的主要作用是对模拟语音信号进行功率放大处理，推动听筒发出声音。

二、发射部分

GSM 手机发射部分的电路框图如图 1-4 所示。它主要由音频放大电路、PCM 编码电路、RPE-LTP 编码电路、信道编码电路、GMSK 调制电路、发射中频产生电路、发射二本振电路、发射转换电路、发射一本振电路、激励放大电路、预放电路、功放电路、功率控制电路及天线开关电路等组成。其中音频放大电路的主要作用是对经声电转换器输入的微弱信号进行音频放大。PCM 编码电路的主要作用是对发送的模拟音频信号进行 PCM 抽样、量化、编码，形成 64kbit/s 的音频数字信号。RPE-LTP 编码电路的主要作用是对发送的音频数字信号进行 RPE-LTP 混合编码，形成 13kbit/s 的语音数据流。信道编码的主要作用是对发送的语音数据流进行信道编码，加上 9.8kbit/s 的纠错码元及手机要传送给系统的控制指令，形成 270.833kbit/s 的数字比特流(数字基带信号)。GMSK 调制电路的主要作用是对发送的数字比特流进行加密、D/A 转换、GMSK 调制，产生 67.708kHz 的模拟 I、Q 发射基带信号。发射中频电路的主要作用是将发射基带信号 TXI、TXQ 调制到相应的载波上以产生发射中频，并对其进行放大。发射二本振电路的主要作用是产生发射中频载波。对于将发射基带信号直接变

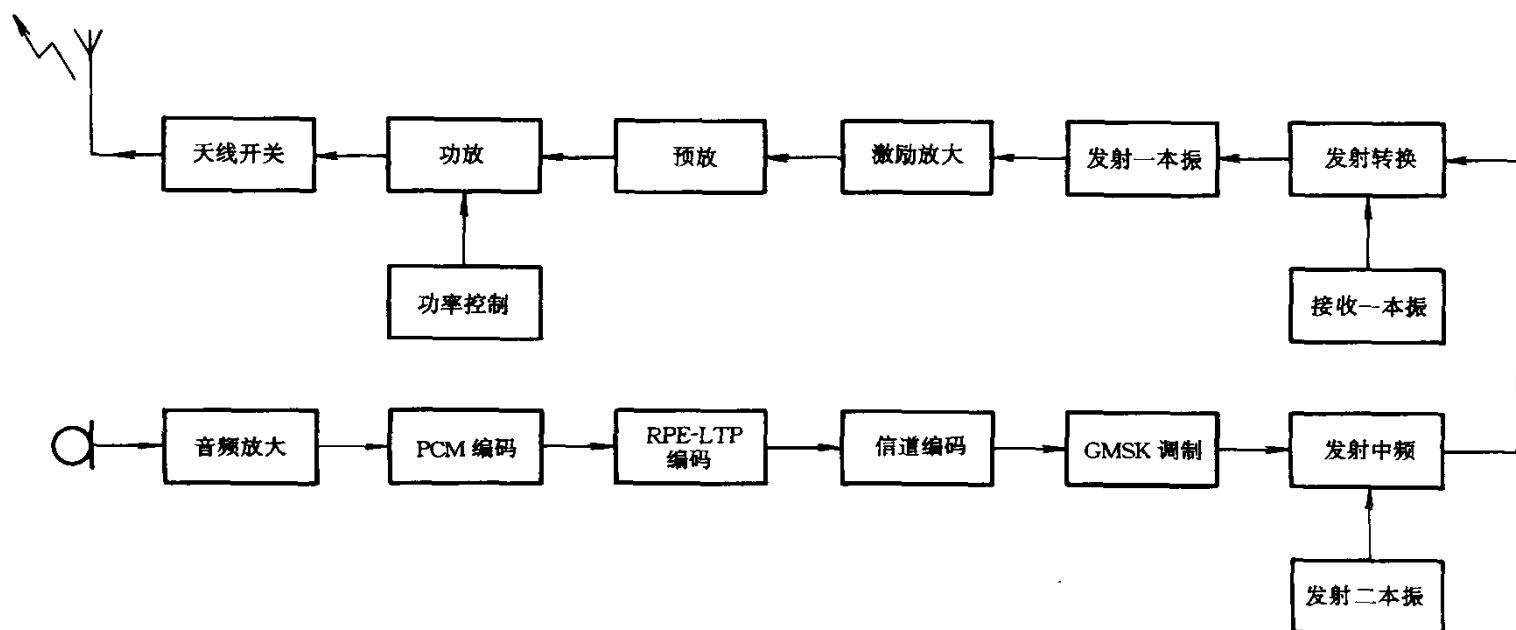


图 1-4 GSM 手机发射部分电路框图

到 GSM 射频频道上的手机，无此组成电路。发射转换的主要作用是将接收一本振信号、发射一本振信号、发射中频信号进行混频和鉴相，以产生相应的频率误差控制电压，去控制发射一本振振荡电路产生发射频率信号。激励放大电路、预放电路及功放电路的主要作用是对发射信号进行功率放大，以达到一定的功率电平。其中激励放大电路与预放电路还有减轻功率放大器负担的作用。功率控制电路的主要作用是按逻辑控制电路的要求，控制功率放大器按相应的功率级别进行发射，以保证发射功率满足手机与基站通信的要求。

三、逻辑控制部分

GSM 手机逻辑控制部分电路框图如图 1-5 所示。它主要由中央处理器(CPU)、电可擦写存储器(EEPROM)、闪速(flash)存储器及静态存储器(SRAM)等组成。其主要作用是根据从射频收、发电路检测到的数据，按 GSM 规范监测，控制收、发电路的运作。同时接收收、发电路送来的数据及信号，并将用户需要发送到基站的信息送到收、发电路，从而实现手机与移动电话 GSM 系统的数据信息交换及通话。其中中央处理器(CPU)为该部分的核心单元，主要作用是执行程序，完成基本的收、发处理及其它特殊功能处理。电可擦写存储器(EEPROM)，常称为码片，其主要作用是存储手机的运行软件，如 IMEI 码、锁机码等。闪速存储器，常称为版本字库，其主要作用是存储手机的系统软件。静态存储器(SRAM)，又称随机存取存储器，其主要作用是为中央处理器提供数据运算的临时存储空间，关机后内容全部消失。

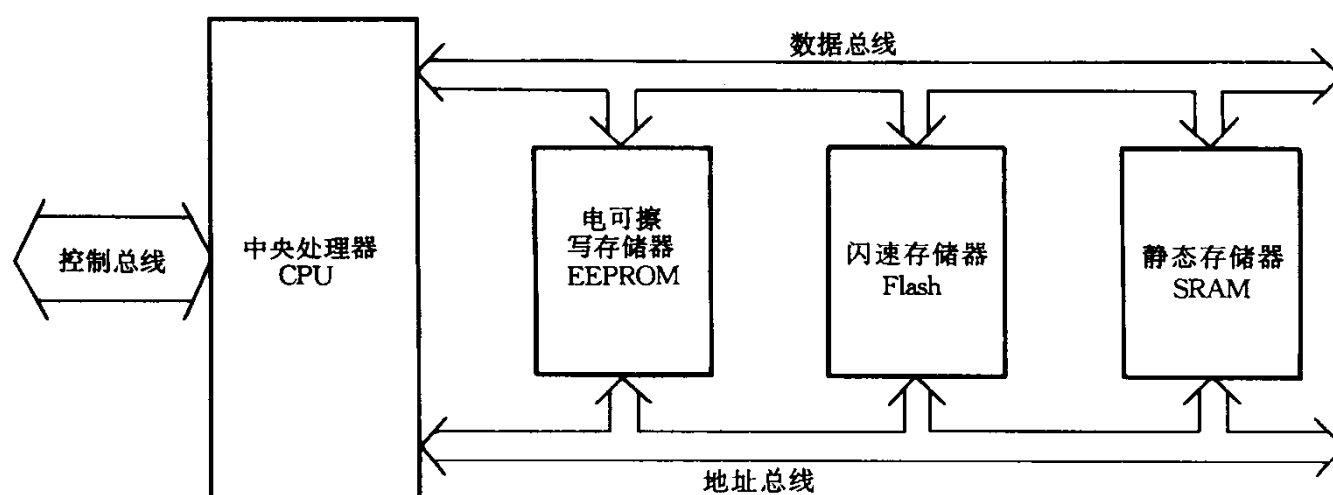


图 1-5 GSM 手机逻辑控制部分电路框图

四、电源部分

电源部分是 GSM 手机的能量供给中心，其主要作用是为手机内的各电路单元提供工作电压。手机内有很多不同种类的器件，如显示器、振动器、集成电路和晶体管等，不同的元器件需要不同的供电电压。另外，不同功能的单元电路对电压的稳定性的要求及电流的大小要求亦有很大的差别，因此，手机中的电源电路往往有多路电压输出。GSM 手机的电源电路因机型不同而有别，具体请参看后面实际机型电路分析。

第二节 GSM 手机的工作流程及通信过程

一、SIM 卡

SIM 卡是 GSM 手机的用户识别卡，它是一张符合 GSM 规范的“智慧”卡。SIM 卡上包含了所有属于本用户的信息。GSM 手机要想得到 GSM 系统的服务需要插入 SIM 卡，否则只能处理异常的紧急呼叫(如 112 等)。因此 SIM 卡在 GSM 系统中起着极其重要的作用。故在讲述 GSM 手机的工作流程及通信过程之前先对其进行介绍。

1. SIM 卡的种类

SIM 卡可分为“大卡”和“小卡”，大卡尺寸为 $54\text{mm} \times 84\text{mm}$ (约为名片大小)，小卡尺寸为 $25\text{mm} \times 15\text{mm}$ (比普通邮票还要小)。其实大卡上面真正起作用的还是小卡。在大卡的中间用镂空的方式切了几道细槽，只用 4 个小接点固定在小卡上，当使用小卡时只需用手指一拨，就能将中间部分掰下来，然后插入手机中当小卡使用。

2. SIM 卡的存储内容

SIM 卡是 GSM 系统的用户资料卡，它存储着用户的个人电话资料和保密算法、密钥等。下面就 SIM 卡中所存储的主要内容加以说明：

(1) 国际移动用户识别码(IMSI)

IMSI 是全球统一编码的唯一能识别移动用户的号码，一般由三个部分组成：移动台国家识别码 + 长途区号 + 移动用户号码。

IMSI 被存在 SIM 卡中，且 IMSI 与用户电话号码又一一对应地存储于网络的归属用户数据库里。当移动台用户在归属地或漫游进入系统时，网络系统均能首先从用户的 SIM 卡中获取用户识别码，从而识别用户归属于哪个国家、哪个电信部门，甚至可识别出归属于哪一个移动业务服务区。

(2) 用户密钥 Ki 和保密算法 A3/A8

在 SIM 卡中存储有用户的密钥和两种保密算法。用户密钥 Ki 在写卡时就已随机生成，通常是在此时就将 Ki 用一种叫 A4 的算法进行加密，以后在进入交换机后再解密，这样连写卡机和交换机的操作员都不会知道 Ki 的真实数据。移动网络经营者需加入谅解备忘录(MOU)组织，方可得到 GSM 的详细规范和拥有 A3/A8 算法文件的使用权。然后经营者再提供给制卡公司 A3/A8 算法文件的副本。这样制卡公司才可以向经营者提供带 A3/A8 算法的 SIM 卡。

用户密钥与用户识别号码一一对应，它们和保密算法一起被分别存在 SIM 卡 and 用户鉴别中心内。每次用户鉴别中心对用户进行鉴别时，都将产生一个随机数和用户的密钥一起经过 A3/A8 的加密运算，然后通过无线信道核对移动台和鉴别中心的计算结果是否一致，这样既鉴别了用户的身份，又可防止非法用户进入网络。

(3) 个人识别码(PIN)和 SIM 卡解锁密码(PUK)

PIN 码是 SIM 卡上的个人密码，主要用来验证 SIM 卡使用者的身份是否有效。为了防止他人擅自使用 SIM 卡，在移动台接通电源、将 SIM 卡插入移动台时，就会被要求输入 4 位 ~ 8 位的 PIN 码，否则将不能正常通信。如果用户连续三次输入错误的 PIN 码，移动台(手机)就会提示用户卡已被锁住，这时用户需输入 PUK 码才能解开。如果连续十次输错 PUK 码，SIM

卡就将永久报废，无法再使用。因此，当移动台(手机)“要求 SIM 卡 PIN”一项置为“ON”时，输入 PIN 码虽然可防止 SIM 卡的非授权使用，但要注意我国电信部门没有将 PUK 码告诉用户，如果 SIM 卡被锁，一定要到电信部门解锁，以防止损坏 SIM 卡。

(4) 用户使用的存储空间

SIM 卡中大部分信息是经营者或制卡者输入的且不能更改。但 SIM 卡中也可存储部分个人信息，如固定的短消息、号码簿等，用户可以用移动台的键盘来完成个人信息的存储和读出。这就是所谓 SIM 卡中的个人存储空间。

3.SIM 卡的内部组成

SIM 卡是带有微处理器的芯片卡。内有 5 个模块，每个模块对应一个功能。这 5 个模块是：CPU（8 位）、程序存储器（3kbit ~ 8kbit）、工作存储器（6kbit ~ 16kbit）、数据存储器（128kbit ~ 256kbit）和串行通信单元。SIM 卡上有 8 个触点（C1 ~ C8），其功能分别为：C1：V_{CC}电源；C2：RESET 为复位端；C3：CLK 时钟端，SIM 卡支持的时钟频率为 1MHz ~ 5MHz，当它处于指定时间内运行鉴权时，时钟频率为 13/4MHz，其它情况下的最小频率为 13/8MHz，目的之一是为了省电；C4：无定义(备用)；C5：地；C6：V_{PP}编程电压，一般对于大卡，空闲时接手机的 V_{CC}电源，对于小卡一般手机未曾提供此触点，也不接地；C7：I/O 端，即用作输入/输出口，一般通信时的波特率为时钟频率的 1/372；C8：无定义(备用)。具体见图 1-6 所示。SIM 卡在与手机连接时，最少需要 5 根连接线，即：电源（V_{CC}）、时钟（CLK）、数据 I/O 端、复位(RESET)、接地端(GND)。SIM 卡上的 8 个触点是它的外部接口，当把它插入手机中时，正是通过这些触点与手机进行信息交换。

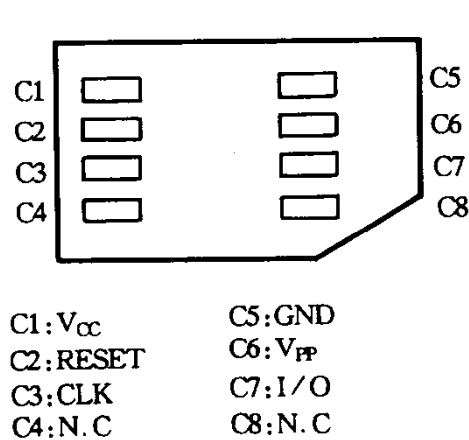


图 1-6 SIM 卡触点说明图

4. SIM 卡的工作状态

SIM 卡的工作状态有两种：即工作方式和空闲方式。当处于工作方式时，完成与手机之间的信息传输；当处于空闲方式时，将保持所有相关数据，并支持其内部处于全休眠、指令休眠或时钟休眠等方式，以有效地节省电能。

5. SIM 卡的应用

SIM 卡的产生，使手机不固定地“属于”一个用户。若你的手机将别人的“SIM”卡插进去打电话，电信部门只收该卡产权用户的话费，换句话说，就是插谁的卡打电话，就收谁的费。GSM 系统通过 SIM 卡识别 GSM 手机用户，实现了“认人不认机”的构想。

6. SIM 卡使用的注意事项

使用 SIM 卡时要特别小心，不要用手去摸上面的触点，以防止静电损坏，更不能折叠。如果 SIM 卡脏了，可用酒精棉球轻擦。

二、GSM 手机的工作流程

GSM 手机的工作流程图如图 1-7 所示。

① 当手机自检不正常时，显示“See Supplier (看销售商)”等字样时，一般为软件故障，或是相关硬件有电路故障。此时，可以将码片(EEPROM)或版本(FLASH)取下来用万用编程器(或数字手机软件检修仪)重写后装入即可。

② 当手机检查 SIM 卡以后出现“No Card”或“Check SIM Card”等字样时，一般为卡故

障。故障原因及维修方法在后面介绍。

③ GSM 手机入网条件是：既要接收到信号，同时又要向网络登记。所以不入网故障发生在接收和发射部分的可能性都有，究竟发生在哪部分，不同类型的手机有不同的判断方法，后面将详细介绍。

三、GSM 手机通信过程

1. 手机开机后的运作

手机开机后，它就在下行(基站发送给手机方向)的 124 个信道上搜索信号。根据接收到信号的强弱把 124 个信道排列成一张表，并检查它是不是广播信道(BCCH)。一旦手机发现了最强的广播信道(BCCH)，它会根据广播信道复帧中 FCCH 和 SCH 信号调整内部的频率和时序，使自己在频率和时间上与 BCCH 同步。然后检查这个 BCCH 信号是否来自该手机 SIM 卡运营商的公用陆地移动网(PLMN)，例如 139 或 130 就是分别属于不同公司的公用陆地移动网。这是手机通过比较事先存储在 SIM 卡上的网络号、国家号与 BCCH 信道发出的相应信息是否一致来实现的。其具体过程如下：

① 开机后，手机搜索并接收 BCCH 信道载波，找到最强的一个，通过读取广播控制信道(BCCH)中的频率校正信道(FCCH)，协调自己的频率合成器与载波完成同步。

② 手机在此频率上读取同步信道(SCH)中的信息，接收并解出基站收发信台(BTS)的识别码(BSIC)，并同步到超高速 TDMA 帧号上，此时手机就与系统在时间上同步了。

③ 手机在呼叫处理前必须知道大量的系统信息。例如：附近小区的频率、基站识别码、现在小区使用的频率及小区是否禁止使用移动网国家代号和网络号等等。手机可以通过接收 BCCH 信道的信息知道这些情况。

④ 登记接入。手机在请求接入信道(RACH)上发出接入请求的信息，然后系统通过准许接入信道(AGCH)使手机接入信道上，并为手机分配一个独立控制信道(SDCCH)。

⑤ 手机在独立控制信道(SDCCH)上完成登录，也就是位置更新。在慢速随机控制信道(SACCH)上发出控制指令。然后手机返回空闲状态，并监听广播信道(BCCH)和公共控制信道(CCCH)上的信息。至此手机已做好了寻呼的准备工作。

2. 手机的寻呼

(1) 手机用户被呼

系统通过寻呼信道(PCH)呼叫手机用户，手机用户通过在 RACH 上发出响应信息来应答。然后系统通过 AGCH 为手机分配一个 SDCCH，最后系统与手机交换必要的信息，如鉴权、加密等信息，系统在逐一识别处理

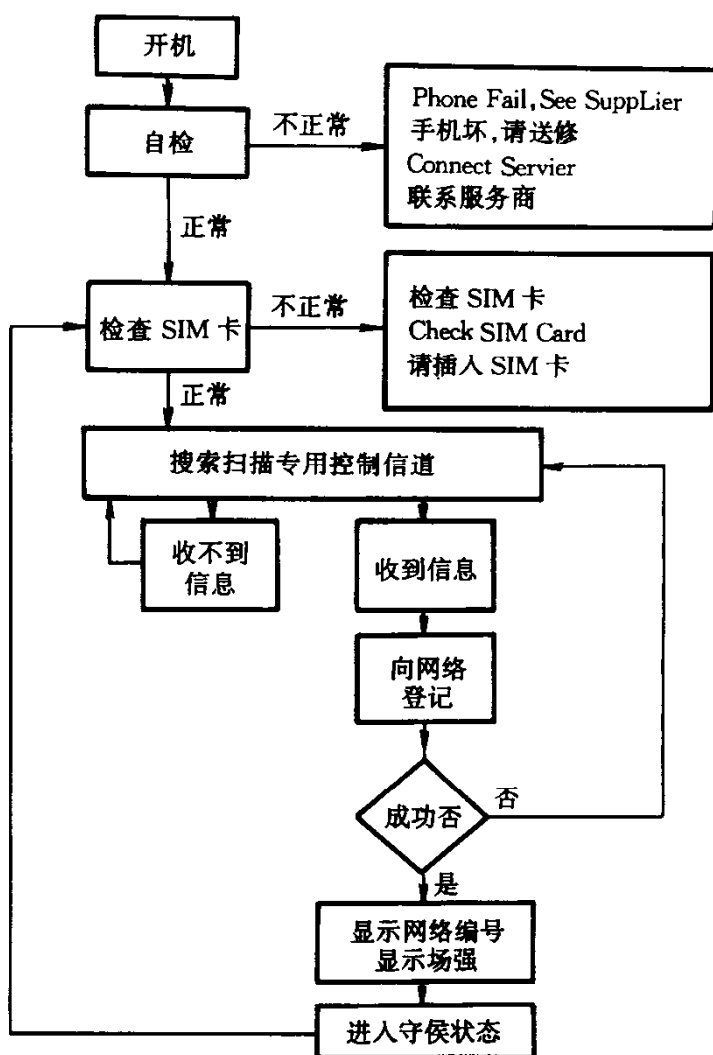


图 1-7 GSM 手机工作流程图

后,便给手机分配一个业务信道(TCH),这时就可以在 TCH 上进行通话。

(2) 手机用户主呼

手机在 RACH 上发送寻呼请求信息,系统接收到手机的呼叫请求信息后,通过 AGCH 为手机分配一个 SDCCH,在 SDCCH 上建立交换的信息(同被呼过程一样)。接着在 SACCH 上交换控制信息,最后手机在分配的 TCH 上开始通话。

3. 手机信号强度的测量

手机之所以要进行信号强度的测量,是为了使手机工作在稳定可靠的状态,不会因信号变弱而引起手机不能通话或通话质量差。手机测量信号强度的过程通常有如下两种状态:

(1) 空闲状态

手机开机,在空闲状态时,首先应进行小区选择,手机扫描 GSM 系统中所有的射频(RF)信号,调整到最强的一个载波(通过 FCCH 实现),并判断该载波是否是 BCCH。如果是,手机则读取 BCCH 的数据,并判断是否可以锁定在此小区上,如果是自己的系统移动网且系统允许使用该小区,手机就调谐到次强的一个载波上再重复上述判断过程。手机可以选择一个 BCCH 的载波存储器,这样它只需要搜索这些载波,如果不成功,再按上述过程进行搜索。在 BCCH 上,为了完成小区的重选,手机被通知监视哪个 BCCH 载波。手机随时不断地更新由六个最强的载波组成的频率表。

(2) 呼叫持续状态(或称工作状态)

在呼叫过程中,手机不断地向系统报告自己的情况(通过 BCCH 得到它周围 BTS 收到的信号强度),当需要切换时,BTS 也可以根据这些测试报告很快选出自己的目标小区。手机的呼叫过程是在没有任何操作的情况下进行的,即在分配的发送时隙或接收间隔外进行测量,手机在分配给它的时隙内监视服务小区的信号强度。为了切换,从慢速随机控制信道(SACCH)上通知手机它应该监视哪些 BCCH,这些信号的强度是一个接一个地进行测量的,其工作过程是:发射→测试→接收→发射→测试→接收。最后把确定的每个载波测量值的平均结果报告给基站(BTS),必须保证测试的数值对应一个特定的 BTS,因而必须确定对 BTS 的识别(由基站识别码 BSIC 来决定),因此 TCH 上的空闲帧期间检查邻近 BTS 的基站识别码 BSIC。手机通过 SACCH 将附近六个具有最强平均信号强度和有关的 BSIC 的小区报告给 BTS。手机有时可能与它要确认的邻近小区不同步,因为手机不知道在邻近 BCCH 载波上的 TSO 何时会出现,因此必须至少在 8 个时隙(TS)的时间间隔测试(8.25bit,30μs),以确保会出现 TSO,这是用空闲帧来实现的。

第三节 GSM 手机检修方法

通过前面两节的介绍,我们对 GSM 手机的电路组成、结构特点以及它的工作流程和通信过程有了比较全面的了解。在这一节里,我们将进一步介绍 GSM 手机的一般检修方法。

一、检修手机的仪器、仪表与工具

在修理手机时,必须配备一些常用的仪表和工具,否则就无法工作。但是有了仪表和工具,如果不会使用或不按规则使用,就不能达到修复手机的目的。

在手机的维修工作中,经常使用的工具是:螺丝刀(改锥)、镊子、电烙铁、热风枪、助焊剂、洗板水、吸锡带、防静电设备等。使用的仪表有:万用表、稳压电源、频谱仪、示波

器、射频信号发生器、摩托罗拉测试卡、摩托罗拉转移卡、GSM 逻辑故障检修仪等。

1. 螺丝刀(改锥)

在修理手机时,要把机壳打开,就要用到螺丝刀。而手机大多采用内六角螺丝钉,不同的手机有不同的规格,一般有 T5、T6、T7、T8 等几种,有些机型还装有特殊的螺丝钉,需要专用的螺丝刀。另外还需要准备小“一”字、小梅花螺丝刀。在选配此类维修工具时,可选用 SANLT 的 A、B 套批,它几乎包括了所有手机的开壳工具。

在打开机壳时,要根据机壳上固定螺丝钉的种类和规格选用合适的螺丝刀。如果选用不适当,就可能把螺丝钉的槽拧平,产生打滑的现象。

2. 镊子

镊子是手机维修中经常使用的工具,常常用它夹持导线、元件及集成电路引脚等。不同的场合需要不同的镊子,一般要准备直头、平头、弯头镊子各一把。

3. 电烙铁

手机维修中,经常要更换电路板上的元件,需要使用电烙铁,且对它的要求也很高。这是因为手机的元件采用表面贴装工艺,元器件体积小,集成化很高,印制电路精细,焊盘小。若烙铁选择不当,在焊接过程中很容易造成人为故障,如虚焊、短路甚至焊坏电路板,所以要尽可能采用高档一些的电烙铁,有时还要使用防静电电烙铁。另外,一些大器件,如屏蔽罩的焊接,需采用大功率电烙铁,所以还要准备一把普通的 60W 以上的粗头电烙铁。

4. 热风枪

热风枪是手机维修中用得最多的工具之一,使用的工艺要求也很高。从取下或安装小元件到大片的集成电路都要用到热风枪。在不同的场合,对热风枪的温度和风量都有特殊要求,温度过低会造成元件虚焊,温度过高会吹坏元件及电路板。风量过大会吹跑小元件。同时,对热风枪的选择也很重要,不要因为价格问题去选择低档次的热风枪。

5. 助焊剂

手机焊接时需要使用助焊剂,以避免出现虚焊或焊点表面有毛刺。一般低档的焊膏腐蚀性较强,不能用于手机维修。松香水很实用,且价格低,但焊后需要清洗。美国 AMTECH 的 RAM-233 焊膏是较高档的助焊剂,其助焊效果好且不需要清洗。

6. 洗板水

手机的使用环境较为恶劣,易受潮、进尘,甚至进水霉变,特别是焊接时使用非免洗助焊剂,因此必须对手机进行清洗。对印制电路板要使用洗板水(一种乙烯、乙烷的混合物)进行清洗,若没有洗板水也可直接使用乙烷直接清洗,要注意这些有机溶剂不能用于清洗显示屏、机壳等有机材料。

7. 吸锡带

吸锡带在手机维修中很重要,它对焊锡有很强的吸附能力,机板上的焊锡过多或焊点短路,用吸锡带很容易处理。手机维修中一般选用 1.5mm~2mm 宽度的吸锡带。

8. 防静电设备

为防止静电对手机元器件的损坏,可使用防静电桌垫、防静电腕带及防静电焊台,这些设备都要妥善接地。

9. 万用表

万用表是一种可以测量电流、电压、电阻、晶体二极管和晶体三极管参数的多用电表,也是制造和修理各种通信产品或其它机电产品时必需的一种仪表。在手机修理中也是一种最

常用的维修仪表，主要用它测试各部分关键点的电压、线路的通断以及判断元件的好坏。

现在市场上出售的万用表种类很多，但可以分成两种，一种是指针式万用表，另一种是数字式万用表。这两种万用表在手机维修中各有各的用途，但数字式万用表以其高精确度且直观而得到广泛使用。

10. 稳压电源

在手机维修中，为了测试方便，需准备一台稳压电源，要求其输出电压 0~20V 可调，输出电流 2A，应带短路保护电路和限流调节，具有机械式表头，用来观察手机工作中的电流变化情况。

11. 频谱分析仪

频谱分析仪是手机维修中经常使用的测量仪器，可测手机的各种射频、中频频谱。其使用的基本要点有：

① 显示屏亮度要适宜。

② 频点设置要准确。如测 1 号信道的发射频率(为 890.2MHz)，应将频谱分析仪的频点设为 890.2MHz。

③ 探头要插到所需测点上，且外壳一定要接地。

④ 被测波形的主要部分要移到显示屏的中间。

12. 示波器

示波器是一种观察和测量各种时域信号波形的电子测量仪器。它利用电子束在屏幕上描绘出被测信号变化的波形，使维修人员不但能观测到电信号的动态过程，而且还能定量地测量电信号的各种参数，如幅度、直流电位，频率、周期等。

从示波器的面板上看，左面有一个显示屏，是观察信号的窗口。右面是显示幅度调节旋钮，通过改变显示的幅度，可以把小信号放大观察，也可把大信号缩小观察。再向右面是时间基准调节旋钮，调节它可以改变示波器的显示时间，如果调到最小挡，会看到一个亮点慢慢地从左移至右，再重复这样的过程。如果把它调到最高挡，看到的就是电信号的一部分，只有在合适的时间基准选择下，才会看到信号的全貌。信号的输入方式，一般有 AC/DC 两种，选择 AC 耦合方式是将信号用电容耦合输入示波器，而不提取直流信息。DC 耦合方式是把直流信息也显示在屏幕上。

示波器可用能观测的信号频率范围来区别，常用的示波器为 20MHz 或 100MHz，可以观测射频部分中的模拟中频信号和逻辑/音频部分的数字信号。高频段的示波器有 400MHz 与 1GHz 等种类。观测寻呼机射频部分的信号很容易，但是信号频率高了，测量时的注意事项也就多了。使用示波器的基本要点如下：

① 机壳必须接地。

② 显示屏亮点的辉度要适中。

③ 测量信号的频率要在示波器的量程之内，否则会出现较大的测量误差。

④ 被测波形的主要部分要移动到显示屏的中间。

13. 射频信号发生器

在手机维修中，射频信号发生器一般与频谱分析仪配合使用。即用射频信号发生器产生某个信道的射频信号注入给手机，再用频谱分析仪观察射频信号的频谱来查找故障。

14. 摩托罗拉测试卡

摩托罗拉测试卡是摩托罗拉数字机专用测试 SIM 卡，可以使手机进入测试状态，通过键

入各种测试指令，对手机进行各项测试。如使手机锁定在任何一个信道、开启发射、调整发射功率等级、测试音频环回及手机自检等。另外，测试卡还具有解锁、读安全码等多种功能。

使用测试卡时，先将摩托罗拉测试卡插入手机中，开机，然后按下“#”字键保持3s时间，手机会进入测试状态，此时手机显示屏上会显示“TEST”字样。进入测试状态后，通过在键盘上键入各种测试指令可对手机进行多种测试。常用的测试指令如下：

01 # (即依次按下“0”、“1”、“#”键，“#”键相当于“确认”键，下同。)退出测试状态。

37 # 停止测试。

11 × × × # 设置手机信道，× × ×的范围为001~124，代表信道号。这是一个很重要也是很常用的指令，比如键入11062 #，则手机内部电路全部锁定62信道(即接收频率为947.4MHz)。GSM900信道号与频率对照表如表1-1所示。

12 × × # 设置发射功率等级，× ×的范围为05~15，代表功率级。

19 # 显示中央处理器(CPU)的版本号。

20 # 显示调制解调器(MODEM)的版本号。

22 # 显示语音编解码器(SPEECH CODER)的版本号。

26 × × × × # 设置连续 AFC，× × × ×的范围为0000~4095。通过键入不同的数值，可手动调节手机的频率基准(一般为13MHz)，在第一节已讲过，若手机的频率基准调节范围不够，会造成收、发方面的故障。要观察频率基准的调节范围，一般可键入260000 # 和264095 #，看频率基准是否达到12.9995MHz(低端频率)和13.0005MHz(高端频率)。另外，进入测试后，频率基准并不是刚好处于准确的13MHz，此时若观察手机中的振荡频率，如锁定在62信道的TXVCO，会发现并不在准确的902.40MHz。这时，也需要用26 × × × × # 作调节，但一般需配46 # 测试指令使用。46 # 显示自动频率控制 AFC 当前值，即显示频率基准锁定于准确的13MHz时的数值。键入46 # 时，手机上会显示一个4位数值，再用26 × × × × # 键入这个4位数值，手机的频率基准就会处于精确的13.0MHz。

45 × × × # 显示接收信号强度，× × ×表示信道号。

57 # 主清除。

58 # 显示保密码。

58 × × × × × × # 修改保密码，× × × × × ×表示可输入任何一个6位保密码。比如原来的保密码为000000，如果想改为111111，则键入58111111 #。

59 # 显示锁机码。

59 × × × × # 修改锁机码，× × × ×表示可输入任何一个4位锁机码。

60 # 显示IMEI(国际移动设备识别码)。

另外，有一个组合指令也很重要，可用于测试手机的音频环回，依次键入：

08 # 打开接收音频通路。

10 # 打开发射音频通路。

434 # 改变音频路径，此指令在GC87以后的手机中使用。

36 # 启动音频回路。

键入上面的测试指令后，对手机说话，能在听筒里听到回音，这个回音通路仅仅是手机音频逻辑部分的通路，而没有经过射频电路，可以通过这组指令测试音频逻辑器件的好坏。如MIC、扬声器、音频放大器、PCM编码器、语音编解码器等。对手机噪声故障，也可以通

过音频环回测试，判断噪声出现在音频部分还是在射频部分，从而缩小故障查找范围。

7100 # 显示故障代码，具体见表 1-2 所示。

表 1-1 GSM900 信道号与频率对照表

载频序号	收信频率 (上行 MHz)	发信频率 (下行 MHz)	载频序号	收信频率 (上行 MHz)	发信频率 (下行 MHz)	载频序号	收信频率 (上行 MHz)	发信频率 (下行 MHz)
001	935.20	890.20	043	943.60	898.60	085	952.00	907.00
002	935.40	890.40	044	943.80	898.80	086	952.20	907.20
003	935.60	890.60	045	944.00	899.00	087	952.40	907.40
004	935.80	890.80	046	944.20	899.20	088	952.60	907.60
005	936.00	891.00	047	944.40	899.40	089	952.80	907.80
006	936.20	891.20	048	944.60	899.60	090	953.00	908.00
007	936.40	891.40	049	944.80	899.80	091	953.20	908.20
008	936.60	891.60	050	945.00	900.00	092	953.40	908.40
009	936.80	891.80	051	945.20	900.20	093	953.60	908.60
010	937.00	892.00	052	945.40	900.40	094	953.80	908.80
011	937.20	892.20	053	945.60	900.60	095	954.00	909.00
012	937.40	892.40	054	945.80	900.80	096	954.20	909.20
013	937.60	892.60	055	946.00	901.00	097	954.40	909.40
014	937.80	892.80	056	946.20	901.20	098	954.60	909.60
015	938.00	893.00	057	946.40	901.40	099	954.80	909.80
016	938.20	893.20	058	946.60	901.60	100	955.00	910.00
017	938.40	893.40	059	946.80	901.80	101	955.20	910.20
018	938.60	893.60	060	947.00	902.00	102	955.40	910.40
019	938.80	893.80	061	947.20	902.20	103	955.60	910.60
020	939.00	894.00	062	947.40	902.40	104	955.80	910.80
021	939.20	894.20	063	947.60	902.60	105	956.00	911.00
022	939.40	894.40	064	947.80	902.80	106	956.20	911.20
023	939.60	894.60	065	948.00	903.00	107	956.40	911.40
024	939.80	894.80	066	948.20	903.20	108	956.60	911.60
025	940.00	895.00	067	948.40	903.40	109	956.80	911.80
026	940.20	895.20	068	948.60	903.60	110	957.00	912.00
027	940.40	895.40	069	948.80	903.80	111	957.20	912.20
028	940.60	895.60	070	949.00	904.00	112	957.40	912.40
029	940.80	895.80	071	949.20	904.20	113	957.60	912.60
030	941.00	896.00	072	949.40	904.40	114	957.80	912.80
031	941.20	896.20	073	949.60	904.60	115	958.00	913.00
032	941.40	896.40	074	949.80	904.80	116	958.20	913.20
033	941.60	896.60	075	950.00	905.00	117	958.40	913.40
034	941.80	896.80	076	950.20	905.20	118	958.60	913.60
035	942.00	897.00	077	950.40	905.40	119	958.80	913.80
036	942.20	897.20	078	950.60	905.60	120	959.00	914.00
037	942.40	897.40	079	950.80	905.80	121	959.20	914.20
038	942.60	897.60	080	951.00	906.00	122	959.40	914.40
039	942.80	897.80	081	951.20	906.20	123	959.60	914.60
040	943.00	898.00	082	951.40	906.40	124	959.80	914.80
041	943.20	898.20	083	951.60	906.60			
042	943.40	898.40	084	951.80	906.80			

表 1-2

故障代码表

代 码	含 义
00	软件故障
01	正常
02	检查 RAM
03	调换调制解调器 U501
04	检查数字信号处理回路
05	调换语音编码器 U801, 做主清除 57 #
06	软件故障
07	重写“码片”或用“转移卡”做一次好数据转入
08	正常

其它测试指令见表 1-3 所示。

表 1-3

摩托罗拉测试卡的其它测试指令

键 入	功 能
02 × × YY #	显示和修改发射功率电平 DA 转换表, 装载功放标准值表
03 × #	DAI
05 × #	启动 EXEC 错误处理程序测试
07 #	关闭接收音频通路
08 #	开启接收音频通路
09 #	关闭发射音频通路
10 #	开启发射音频通路
13 × #	显示存储使用法
14 × #	启动内存不足条件
15 × #	产生音调
16 #	关闭音调发生器
24 × #	设置步进自动增益控制 AGC
25 × × × #	设置连续自动增益控制 AGC
31 × #	开发射机, 并设定间隙值 $X = 0 \sim 7$
32 × #	启动随机接入脉冲序列
33 × × × #	× × ×: APFCN 与 BCH 载波同步
38 #	启动 SIM