



GSM手机射频电路的原理与维修



□ 刘彩霞 刘波粒

GSM 手机电路结构可分为射频处理部分、逻辑/音频部分以及电源部分,这三部分是相互联系的整体,任一部分有问题,都会使手机无法正常通信。不同品牌的 GSM 手机,其电路的具体形式虽千差万别,但基本功能都是一样的。一般情况下,射频部分的分立元件较多,因而故障率较高。下面仅对 GSM 手机的射频电路的原理与常见故障的检修作一阐述。

手机的射频部分实际上是一部无线接收机和发射机,负责接收 GSM 系统发送的信息和信令以及将用户的信息进行发射,通过 GSM 系统,实现用户与用户或用户与系统之间的无线对话或信息交换。当射频电路出现故障时,主要表现为无网络、不发射或发射关机等现象。下面仅对无网络故障的检修进行简要说明,至于不发射或发射关机现象的检修可以参考无网络故障的检修进行。

无网络故障就是显示屏上无网络号显示。故障原因既可能出现在接收通道,也可能出现在发射通道。当显示屏上既无运营商的名称,又无信号强度指示时,故障出在接收通道。若能够搜索到网络,则表明接收机基本正常,问题是在发射通道。

一、接收机电路

射频接收电路主要由天线开关、高频滤波放大、混频、中频滤波放大、中频处理电路等组成。天线将 GSM 或 DCS 系统信号接收下来,通过天线开关切换,分别从接收通道的 GSM 或 DCS 通道进入高频滤波器和放大器作前置处理后再分别与 GSM 或 DCS 频率合成器送来的本振信号进行混频,将高频信号变频为中频信号,经中频滤波、放大后,送入中频处理电路中完成第二次混频,并解调出频率为 100kHz 以内(一般为 67.708kHz)的模拟同相正交接收基带信号,然后进入逻辑/音频电路作进一步处理。

手机的接收机电路有直接变换接收机、一次变频接收机和二次变频接收机三种类型。在检修时要根据具体的机型进行。

1. 直接变换接收机

所谓直接变换接收机就是由本振信号和接收的高频信号混频后,直接把 RXI/Q 信号解调出来,而不再产

生接收中频信号。这样可以减小由于多次混频而造成的信号衰减。但是,对高频放大电路及混频电路的性能要求更高。对于这类接收机的检修,一般按照以下步骤进行。

①用示波器检查是否有 RXI/Q 信号。若能够观察到 RXI/Q 信号,说明故障在逻辑音频电路,应对逻辑音频电路进行处理。

②若不能观察到 RXI/Q 信号,用示波器观察射频模块的启动控制信号、频率合成控制信号是否正常。这些控制信号都是由中央处理器送来的,由它来控制频率合成电路进行分频和鉴相,如果信号不正常,则应检查逻辑电路。

③如果信号正常,检查射频电源、频率合成电源是否正常,没有合适的电源电压,电路不会正常工作。若电压不正常,按照电源线路检查电源模块。

④若电压正常,检查射频 VCO 工作是否正常。若 VCO 不正常,除检查压控振荡器的各元件外,还要检查 13MHz 时钟电路。因为 VCO 是以 13MHz 时钟信号作为基准频率,要求它的稳定度相当高,否则会使压控振荡器所产生的本振信号频偏很大,从而造成无网络故障。

⑤如果射频 VCO 工作正常,一般情况下,就是射频模块内部电路有问题。

2. 一次变频接收机

一次变频接收机就是将天线接收来的高频信号,经过高频放大器放大后,与本振信号混频产生接收中频信号。中频信号经过中频滤波、中频放大后,由中频模块解调出 RXI/Q 信号。检修此种类型手机,通常是先用示波器在接收中频滤波器观察是否有中频信号,从而判断故障所处位置。如果有周期性规则的脉冲信号,故障一般是在中频放大器、中频信号的解调电路,可按以下步骤进行。

①用示波器检查是否有 RXI/Q 信号,若有,故障在逻辑音频电路。

②若无 RXI/Q 信号,检查中频放大器。这种手机的中频放大器一般是由分立元件构成的分压式共发射极电路(多为摩托罗拉手机),工作电源由中频模块提供。检查与中频模块相连的管脚是否虚焊,有虚焊应补焊。

③若无虚焊,测量中频放大器管的集电极是否有电源电压,有电压,则检查中频放大管是否良好。若不良,更换。

④中频放大器管的集电极无电压,检测中频模块的供电电路是否正常,若不正常,检查电源电路。

⑤中频模块内部损坏,更换。

如果无周期性规则的脉冲信号,说明故障在中频滤波器或之前的电路,包括天线开关、高频滤波放大器、混频电路以及压控振荡器。在确认天线开关良好的情况下,按照以下步骤进行。

①高频滤波放大器的作用是将天线开关接收到的信号经过滤波器滤除高频干扰信号,送入高频放大器放大,以增大高频信号的强度。高频放大器一般采用的是共发射极电路,检查该电路的直流通路和交流通路。若不正常,检查相应的电路。

②如果高频放大器正常,用频率计检查接收压控振荡器是否有本振信号的输出,若无 RXVCO 信号的输出,首先检查电源是否正常,若不正常,检查中频模块提供电源的引脚是否虚焊。

③若电压正常,检查接收压控振荡器的控制信号是否正常。若不正常,检查信道切换控制电路及频段切换控制电路。若控制信号正常,检查构成接收压控振荡器的元件。

④若接收压控振荡器有本振信号输出,那么问题在混频电路,应检查混频电路及其电源。

3. 二次变频接收机

二次变频接收机就是将天线接收来的高频信号经过高频放大后与本振信号混频,产生第一接收中频信号,再经过中频滤波放大后与第二本振信号混频产生第二接收中频信号,然后经滤波放大由解调电路产生 RXI/Q 信号。此类型手机集成度较高,第一、二混频通常是被集成在两个中频模块内,所以对故障的检修只能测量相应管脚的电位或波形是否正常,通常按以下步骤进行。

①用示波器观察 RXI/Q 信号是否正常。若正常,则属于逻辑音频电路的故障,应对逻辑音频电路进行检修。

②若观察不到 RXI/Q 信号,用示波器观察第一中频是否正常,若正常,执行第六步。

③若第一中频信号不正常,检查接收压控振荡器是否正常工作,若正常工作,执行第五步;若不正常,检查电源电压是否正常。正常则检查是否有 13MHz 时钟信号,若无 13MHz 时钟信号,检查该部分电路。

④若压控振荡器的电源电压正常,而且有 13MHz 时钟信号,则应检查接收压控振荡电路的元件。

⑤检查接收第一混频电路。若混频电路集成在模块内,检查与相应管脚相连的外围元件及管脚是否有虚焊或损坏,否则就是该模块内部电路不正常,更换该模块。

⑥检查第二接收中频信号是否正常。若正常,则应检查 RXI/Q 解调电路。

⑦若第二中频信号不正常,检查第二本振电路是否正常工作,若不正常,检查第二本振电路相应的元件。

⑧若第二本振电路正常工作,问题在第二混频电路,若二混频电路被集成在模块内,应检查相应的管脚和元件是否正常,均正常,则更换该模块。

二、发射机电路

射频发射电路主要由发射信号产生电路、功率放大及功放供电电路和功率控制电路等组成。从逻辑/音频处理电路送来的发射基带信号(即 TXI/Q 信号,一般为 67.708kHz)被送入射频电路,首先在中频处理电路中被调制到 GSM 或 DCS 射频上,或先调制到某一发射中频,再经发射 VCO 上变频到 GSM 或 DCS 射频频段上,形成发射信号,然后经前置放大、功率放大、带通滤波等处理后,从天线开关的发射通道经天线发射到基站。

在确认接收机电路正常的情况下出现无网络现象,故障在发射机电路。判断发射通道是否有问题,可以在打开的电视机旁用手机拨号,如果电视屏幕上看不到干扰波纹,则说明发射通道不工作,原因多为功放电路引脚虚焊或损坏、压控振荡器 TXVCO 损坏、功率控制电路损坏或供电不正常等。

发射机电路有直接变换发射机、带发射上变频发射机和带发射变换发射机三种结构,我们分别对这三种结构加以说明。

1. 直接变换发射机

直接变换发射机就是将逻辑电路送来的 TXI/Q 信号直接调制到发射载波上,而不再产生发射中频信号。这样可减少由于多次混频而造成的衰减,使电路简化。这类发射机的检修可以按以下步骤进行。

①通过按键盘启动发射机,检测手机电流,若是很大,则应检查功率放大电路。

②若电流很小,应检查功率放大电路的启动控制信号线路和功率放大器的控制电路。因为功率控制电

路控制功率放大电路的放大倍数使之符合基站的要求。

③若手机电流在正常范围内,检测 TXI/Q 信号是否正常。若不正常,检测逻辑音频电路。

④若 TXI/Q 信号正常,更换功率放大器。若故障仍不能排除,则检查射频模块电路。

2.带发射上变频的发射机

带发射上变频的发射机先将逻辑/音频电路送来的 TXI/Q 信号,经过调制器的调制,形成已调中频信号后,再与压控振荡器产生的本振信号混频,形成发射信号。与直接变换相比较,它多了一个发射中频信号,所以在参考上述发射机检修的基础上,需注意以下几个方面。

①若 TXI/Q 信号正常,检查发射中频已调信号是否正常。若不正常,检查发射中频处理电路。

②若发射中频已调信号正常,检查发射射频信号是否正常。不正常的话,故障在发射上变频电路,应对相应的电路进行检修。

③若发射射频信号正常,说明问题在功率放大器或是功率控制器,应检查发射信号参数。若发射功率过小,手机就不能与基站之间建立通信。

3.带发射变换的发射机

带发射变换的发射机,就是将逻辑/音频电路送来的 TXI/Q 信号,经过发射中频电路处理后,由发射中频处理电路输出发射振荡控制电压,经过环路滤波,送到压控振荡器,推动压控振荡器产生所需频段的发射射频频率。在频率变换的过程中,也不产生发射中频信号。所以对这种类型的发射机的检修,若通过直接变换发射机的检修方法仍不能消除故障,还应进行以下几步。

①若 TXI/Q 信号正常,应检查由发射中频处理电路输出的控制压控振荡器的信号是否正常。若不正常,检查发射中频处理电路。

②若控制信号正常,用频率计检测发射信号是否正常。不正常,故障在压控振荡器。

③若发射射频信号正常,检查功率放大器及发射信号的参数。

以上仅对双频手机出现无网络故障的检修进行了说明。若手机出现无发射或发射关机的现象,我们可根据手机发射机类型按上述步骤完成。当然,对于经验丰富的维修人员,可根据具体电路采用一些简单的方法而不必按部就班地进行,但无论如何都应在了解手机工作原理的基础上进行维修。



不用仪表快修电话机多故障

1.验证电话机故障的简法。

如果手头上有正常的电话机,用它代换一下就知道了。如果手头上没有电话机,可将电话机与外线断开,用邻居家的电话拨自己的号码,如果听到回铃音,说明线路正常,肯定是电话机有故障。如果有电话分机,那就更好判断了,分机好用,无疑是主话机有故障。另外,当验证电话机和线路都没有故障时,应检查室内布线是否有断线和混线故障。

2.送受话正常而不能拨号。

若拨号全部失效,可查叉簧接点是否氧化或沉积污垢造成接触不良;是否有的按键被卡住没有弹起而造成常发号,使别的按键全被锁住。若某一按键接触不好而失灵,可用酒精轻擦按键导电橡胶与印刷板的触点(也可用 B 号铅笔或炭精墨水涂抹)即可解决。导电橡胶磨损严重的,可将易拉罐铝片剪成与导电橡胶等大的干净铝片,粘在导电橡胶触点上,即可保持按键与电路板间的接触良好。

3.拨号通话失效先查叉簧。

叉簧故障不但不能拨号,还影响通话。如何判断叉簧故障?只要反复拍一下叉簧,正常应听到清脆“啪哒”声;按下后如果明显弹

不起来,或者听不到任何动静,则故障就出在叉簧,这时挂机后指示灯仍然常亮。叉簧故障一般多为接触不良,可用酒精轻擦和调整簧片的位置,使之接触良好。

4.通话时有“咯吱”声杂音。此故障多为电话机引线、话机绳、接线盒等器件氧化发霉或锈蚀造成接触不良所致,特别是在潮湿环境中更容易出现此故障。查找故障时,可分别摇动话机引入线、话机绳,如杂音加大,可能是线绳有断裂和接触不良,也可能是连接插卡、连接螺丝等器件松动。这时可用砂纸将氧化污物清除和用酒精擦试。另外,引入线绳、连接插卡、连接螺钉等紧固件要拧紧,卡插件确保牢固可靠。话机绳、接线盒、卡插件等破损严重的器件,应即时更换。

□ 郝高麟

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装



套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>