

## 射频指标

**1) 频率误差定义:**发射机的频率误差是指测得的实际频率与理论期望的频率之差。它是通过测量手机的 I/Q 信号并通过相位误差做线性回归,计算该回归线的斜率即可得到频率误差。频率误差是唯一要求在衰落条件下也要进行测试的发射机指标。**测试目的:**通过测量发射信号的频率误差可以检验发射机调制信号的质量和频率稳定度。频率误差小,则表示频率合成器能很快地切换频率,并且产生出来的信号足够稳定。只有信号频率稳定,手机才能与基站保持同步。若频率稳定达不到要求( $\pm 0.1\text{ppm}$ ),手机将出现信号弱甚至无信号的故障,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不能正常通话的故障。

**条件参数:**GSM 频段选 1、62、124 三个信道,功率级别选最大 LEVEL5;DCS 频段选 512、698、885 三个信道,功率级别选最大 LEVEL0 进行测试。GSM 频段的频率误差范围为+90HZ——-90HZ,频率误差小于 40HZ 时为最好,大于 40HZ 小于 60HZ 时为良好,大于 60HZ 小于 90HZ 时为一般,大于 90HZ 时为不合格;DCS 频段的频率误差范围为+180HZ——-180HZ,频率误差小于 80HZ 时为最好,大于 80HZ 小于 100HZ 时为良好,大于 100HZ 小于 180HZ 时为一般,大于 180HZ 时为不合格。

**2) 相位误差定义:**发射机的相位误差是指测得的实际相位与理论期望的相位之差。理论上的相位轨迹可根据一个已知的伪随机比特流通过 0.3 GMSK 脉冲成形滤波器得到。相位轨迹可看作与载波相位相比较的相位变化曲线。连续的 1 将引起连续的 90 度相位的递减,而连续的 0 将引起连续的 90 度相位的递增。峰值相位误差表示的是单个抽样点相位误差中最恶略的情况,而均方根误差表示的是所有点相位误差的恶略程度,是一个整体性的衡量。

**测试目的:**通过测试相位误差了解手机发射通路的信号调制准确度及其噪声特性。可以看出调制器是否正常工作,功率放大器是否产生失真,相位误差的大小显示了 I、Q 数位类比特转换器和低通滤波器性能的好坏。发射机的调制信号质量必须保持一定的指标,才能当存在着各种外界干扰源时保持无线链路上的低误码率。**测试方法:**在业务信道(TCH)激活 PHASE ERROR 即可观测到相位误差值。测试时通过综合测试仪 MU200 产生比特流进行调制后送给手机,并指令手机处于环回模式。然后去捕捉手机的一个突发信号,对其进行均匀相位抽样,抽样周期为调制信号周期的 1/2,最后根据抽样的正常突发中的样点计算出相位轨迹和误差。**测试条件:**GSM 频段选 1、62、124 三个信道,功率级别选最大 LEVEL5;DCS 频段选 512、698、885 三个信道,功率级别选最大 LEVEL0 进行测试。GSM 和 DCS 的相位峰值误差均小于 20 度,平均误差均小于 5 度。实际测试中相位峰值误差小于 7 度时为最好,大于 7 度小于 10 度时为良好,大于 10 度小于 20 度时为一般,大于 20 度时为不合格;相位平均误差小于 2.5 度时为最好,大于 2.5 度小于 4 度时为良好,大于 4 度小于 5 度时为一般,大于 5 度时为不合格。

**3) 载波(发射)功率(1)定义:**发射机载波功率是指在一个突发脉冲的有用信息比特时间上内,基站传送到手机天线或收集及其天线发射的功率的平均值。在测试中发射机输出功率是有用比特(对常规信道为 147 比特,对允许接入信道为 87 比特)功率作平均计算得出。这一点与测量其他类型设备时的输出功率(无论是平均功率还是峰值功率)定义都是不同的。(非专业仪器无法辨别有用比特)

**测试目的:**测量发射机的载波输出功率是否符合 GSM 规范的指标。如果发射功率在相应的级别达不到指标要求,会造成很难打出电话的毛病,即离基站近时容易打出而离基站远时打出困难,往往表现出发射时总是提示用户重拨号码。如果发射功率在相应的级别超出指标的要求,则会造成邻道干扰。**测试方法:**手机发射部分由发射信号形成电路、功率放大电路、功率控制电路三个单元组成。GSM 频段分为 124 个信道,功率级别为 5----33dBm,即 LEVEL5----LEVEL19 共 15 个级别;DCS 频段分为 373 个信道(512----885),功率级别为 0----30dBm,即 LEVEL0----LEVEL15 共 15 个级别;每个信道有 15 个功率等级,测试时选上、中、下三个信道对每个功率等级进行测试,每个功率等级以 2dBm 增减。对于同一测试频率,在两个相邻功率控制等级上测量的功率值,他们之间的差应不大于 3.5dB 小于 0.5dB。手机的发射功率是如何控制的呢?

由于手机不断移动,手机和基站之间的距离不断变化,因此手机的发射功率不是固定不变的,基站根据距离远近的不同向手机发出功率级别信号,手机收到功率级别信号后会自动调整自身的功率,离基站远时发射功率大,离基站近时发射功率小。具体过程如下:手机中的数据存储器存放有功率级别表,当手机收到基站发出的功率级别要求时,在 CPU 的控制下,从功率表中调出相应的功率级别数据,经数/模转换后变成标准的功率电平值,而手机的实际发射功率经取样后也转换成一个相应的电平值,两个电平比较产生出功率误差控制电压,去调节发射机激励放大电路、预放、功放电路的放大量,从而使手机的发射功率调整到要求的功率级别上。

**(2) 发射功率/时间特性定义:**发射功率时间特性是指发射功率与发射时间之间的关系。由于 GSM 系统是一个 TDMA 的系统,八个用户共用一个频点,手机只在分配给它的时间内打开,然后必须及时关闭,以免影响相邻时隙的用户。由于这一原因,GSM 规范对一个时隙中的 RF 突发的幅度包络作了规定,对于时隙中间有用信号的平坦度也作了相应的规定,这个幅度包络在 577us 的一个时隙内,其动态范围大于 70dB,而时隙有用部分平坦度应小于  $\pm 1\text{dB}$ 。

**测试目的:** 用于检查手机的 TDMA 突发脉冲的上升、下降及平坦部分与模板的吻合程度。手机发射突发信号的上升与下降部分应在 +4dB——-30dB 模板范围之内, 顶部起伏部分应在  $\pm 1$ dB 模板范围之内。若突发信号超出模板范围, 将会对临近时隙的用户产生干扰。**测量方法:** 对功率/时间关系的测量可以看作两部分。一部分是对上升、下降沿的测量, 对上升、下降沿的要求是为了保证两个相邻突发之间不产生干扰。因为前一个突发的下降沿和后一个突发的上升沿各有一部分处于一个相同的时段, 即前一个突发最后的 8.25 比特时间的保护段。另一部分是对突发有用部分的幅度平坦度的测量, 对幅度平坦度的要求是为了保证不出现有用部分的某个或几个比特的码元功率过大, 从而造成对其它比特的干扰。

**4) 调制频谱定义:** 调制频谱指数字比特流信息经 GMSK 调变后在临近频带上所产生的频谱。由于 GSM 调制信号的突发特性, 因此输出射频频谱应考虑由于调制和射频功率电平切换而引起的对相邻信道的干扰。在时间上, 连续调制频谱和功率切换频谱不是同时发生的, 因而输出射频频谱可分为连续调制频谱和切换瞬态频谱。连续调制频谱是由 GSM 调制而产生的在其标称载频的不同频偏处 (主要是在相邻频道) 的射频功率。**测试目的:** 防止带外频谱辐射, 以免引起邻道干扰 (指本频道对邻频道产生的干扰)。**测试方法及测试原理**

**条件参数:** GSM 频段选 1、62、124 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL5, 频点选  $\pm 100$ KHZ、 $\pm 200$ KHZ、 $\pm 250$ KHZ、 $\pm 400$ KHZ; DCS 频段选 512、698、885 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL0, 频点选  $\pm 100$ KHZ、 $\pm 200$ KHZ、 $\pm 250$ KHZ、 $\pm 400$ KHZ 进行测试。

**5) 开关频谱定义:** 开关频谱是指由于功率切换而在标称载频的临近频带上产生的射频频谱。即由于调制突发的上升和下降沿而产生的在其标称载频的不同频偏处 (主要是在相邻频道) 的射频功率。**测试目的:** 防止频段切换时的开关脉冲对邻频道产生干扰 (指本频道对邻频道产生的干扰)。**条件参数:** GSM 频段选 1、62、124 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL5, 频点选  $\pm 400$ KHZ、 $\pm 600$ KHZ、 $\pm 1200$ KHZ、 $\pm 1800$ KHZ; DCS 频段选 512、698、885 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL0, 频点选  $\pm 400$ KHZ、 $\pm 600$ KHZ、 $\pm 1200$ KHZ、 $\pm 1800$ KHZ 进行测试。

**6) 接收误码率 (参考灵敏度电平) 定义:** 接收误码率是指基站发送给手机一定电平的数据信号, 手机接收到这个数据信号后对它进行解调还原, 然后再发送给基站, 基站接收解调后的数据和原来的比较, 两者之差即为误码, 用百分比表示为误码率。衡量接收误码性能主要有帧擦除率 (FER)、残余比特误码率 (RBER)、比特误码率 (BER) 三个参数。**测试目的:** 测量接收机的接收灵敏度是为了检验接收机射频电路, 中频电路及解调、解码电路的性能。

**测试方法:** 在综合测试仪 CMU200 屏幕设置 BCCH AND TCH 信道, 选择 RECEIVER QUALITY 菜单并激活它, 即可观测到误码率。测试时选择高、中、低三个频点, 只对 类比特进行测试。且只在全速率语音信道 (TCH/FS) 进行。

**测试原理:** 在 GSM 系统中, 语音是经过数字编码和纠错处理的, 因此很难通过测量解调以后的语音信号来准确地评价接收机的性能, 一般而言解调以后的数据是无法从手机外部进行测试的, 因为它在芯片的内部, 无法去检测它, 为使解调以后的比特可以被测试, GSM 规范要求所有的手机都工作在回环模式中, GSM 综合测试仪会在其下行的 SACCH 信道中发出相应的控制命令来指定手机进入回环模式。一旦解调的数据被回环, 综合测试仪便可计算出比特误码率。即综合测试仪生成一组数据送给手机, 手机重新将这组数据返回给综合测试仪。综合测试仪对收发的数据进行比较后得出的结果即为误码率。**条件参数:** GSM 频段选 1、62、124 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL5, RX Amplitude 设置为 -102dBm; DCS 频段选 512、698、885 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL0, RX Amplitude 设置为 -100dBm 进行测试。类残余比特误码率指标为小于 2.4%。**7) 接收可用输入电平 (调幅抑制) 定义:** 指满足一定误码率要求 (RBER=0.1%) 时接收机的最小信号电平。

**测试目的:** 测试基站仿真器给出较大信号电平时检查手机的接收机误码性能。它要求手机在输入电平为 -15dBm 时, 类残余比特误码率指标为 0.1%。(当输入端有大信号时, 接收机检测有用信号的能力)

**8) 接收报告电平和接受质量定义:** 接收报告电平和接收报告质量是指手机在业务信道 (TCH) 上不同功率级别时接收信号的强度。它是由移动台产生的对接收信号质量的评价, 在移动通信中作为射频功率控制和切换依据。**测试目的:** 检验手机的接收性能。当手机在小区移动时, 由于传播路径衰耗的影响, 手机接收下行 连链路的信号电平也将发生变化, 基站将利用手机的 RX Lev 报告了解手机接收信号的强度。如果报告显示 TCH 信道的 RXLeV (接收信号功率) 偏低, 基站就会在相应时隙中加大功率进行补偿。如果临近小区的 RXLEV 比当前的 RXLEV 高, 则预示着手机将越区切换到另一个信号更强的相邻小区, 以便得到更好的通信质量。如果 RXQUAL 很低, 但 RXLEV 却不低的话, 则预示着可能存在着一个外来干扰信号影响正常通信。此时基站需要给手机分配一个新的频点或启用跳频模式。

如果手机汇报的 RXLEV 和 RX QUAL 不准确, 则网络有可能会对手机发出一些错误的指令。过低的 RXLEV 值将产生不必要的越区切换, 而过高的 RX LEV 值则会推迟越区切换的时间, 造成通话中断。测试方法及原理与接收误码率测试相同。**条件参数:** GSM 频段选 1、62、124 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL5, RX Amplitude 分别设置为 -102dBm, -80dBm, -60dBm; DCS 频段选 512、698、885 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL0, RX Amplitude 分别设置为 -100dBm, -80dBm, -60dBm 进行测试。**9) 多径衰落定义:** 在城市和丘陵地区, 基站和手机之间的无线传播路径通常不是直达的。手机接收到的信号往往经过了建筑物或其它障碍物的多次反射, 反射信号形成了三维空间驻波, 被称为瑞利衰落。当手机从同相干涉区域进入到反相干涉区域时, 信号强度的变化可能达到 40dB。手机的速度决定了手机穿越

驻波衰落区域的速度。手机在移动时还会引起多普勒频移。瑞利衰落和多普勒效应可以用多径信道衰落模拟器来仿真真实的传播路径来测量。每条路径的传输延迟、传输衰落都可以根据 GSM 规范的衰落模型来进行单独的设置。

**测试目的:**在 GSM 规范中,定义了一系列的传播模型,用以仿真手机在城市地区,农村地区和丘陵地区以及在不同运动速度下的工作情况。对每一种传播模型,都要求手机满足一定的误码率指标。多径衰落灵敏度只在全速率话音信道 (TCH/FS) 进行。**测试方法:**a)在绝对射频频道号 ARFCN 为 62 的频道,按一般的呼叫建立过程在 TCH/FS 信道上建立一个呼叫。系统模拟器命令手机功率控制电平为最大功率,且使用业务信道环回模式,并采用信令帧删除 (FER)。设置系统模拟器中手机周围 6 个相邻小区广播控制信道,且 6 个相邻小区的 BCCH 载频至少有一个载频靠近 GSM 边缘频段,载频的信号强度应在 -98DBM 至 -78DBM 范围内。任何 BCCH 载频都不能与被测业务信道的频率为同频道或邻频道,且相互之间无干扰。b)将衰落模拟器的功能分别设置为以下衰落特性:A)城市地区 (TU),车速 50KM/H,(即 TU50 条件);B)农村地区 (RA),车速 250KM/H(即 RA250 条件);C)丘陵地区 (HT),车速 100KM/H(即 HT100 条件)。

c)系统模拟器在被测业务信道 TCH/FS 上发送标准测试信号 C1,其信号幅度电平为 -102dBm;在被测信道时隙的相邻时隙上发送标准测试信号 C1,其信号幅度电平为 -85dBm。系统模拟器检查帧删除指示,并将发送给手机的信号数据与从手机接收到的经手机环回的数据相比较,分别计算出各条件下的帧删除率,以判断手机接收机在多径环境下的接收性能。

**条件参数:**GSM 频段选 1、62、124 三个信道,功率级别选最大 LEVEL5;DCS 频段选 512、698、885 三个信道,功率级别选最大 LEVEL0 进行测试。多径条件分别为 A)城市地区 (TU),车速 50KM/H;B)农村地区 (RA),车速 250KM/H;C)丘陵地区 (HT),车速 100KM/H。

## 射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训([www.edatop.com](http://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](http://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。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



### 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>

### 手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



### WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习! ...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.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 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>

## 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>



### 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>