

# 电磁兼容EMC测试整改技术工程篇：对于交流供电被测件进行CS101测试时所施加纹波干扰信号的监测

产品名称	电磁兼容EMC测试整改技术工程篇：对于交流供电被测件进行CS101测试时所施加纹波干扰信号的监测
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/件
规格参数	测试周期:5-7天 寄样地址:深圳宝安 价格费用:电话详谈
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

## 产品详情

### 交流供电被测件进行CS101测试时所施加纹波干扰信号的监测

#### 摘要

交流供电被测件进行CS101测试时所施加纹波干扰信号如何监测，一直是该项目的一个测试难点。文章介绍了几种不同的监测方法，主要有：1、差分探头+示波器的方法，2、带阻或高通滤波器的方法，3、高压探头+浮地示波器的方法，4、传感器+频谱仪的方法，5、按校验值直接施加纹波干扰信号的方法。\*后介绍了一款纹波监测器，该产品同时采用了带阻或高通滤波器的方法、传感器+频谱仪的方法。

#### 1、引言

交流供电被测件（EUT）进行GJB151B-2013《军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量》中CS101项目（25Hz～150kHz电源线传导敏感度）测试过程中，监测所施加纹波干扰信号时，无法直接采用普通高压探头+接地的示波器进行测量。示波器机壳通过使用交流电源设备电源线中的第三根导线地线，将探头地线连到一个测试点上。如果这时使用单端探头测量，那么单端探头的地线与供电线直接相连，后果必然是短路。针对上述情况可以采用以下方法（以50Hz/220V交流供电EUT为例进行说明）。

## 2、差分探头+示波器

采用GJB151B-2013标准中建议的差分探头。在标准GJB151B-2013的5.8.3.3测试步骤条目c)步骤有描述：允许使用差分探头进行测试，此时示波器既可以不通过隔离变压器供电，又可以继续保持地线连接，避免电击危害。

差分探头，Differential Probes，是探头的一种，是利用差分放大原理设计出来的示波器探头，主要用于观测差分信号，差分信号是相互参考、而不是以地作为参考点的信号。差分放大原理是指一对信号同时输入到放大电路中，然后相减，得到原始信号。差分放大器是由两个参数特性相同的晶体管用直接耦合方式构成的放大器。若两个输入端上分别输入大小相同且相位相同的信号时，输出为零，从而克服零点漂移。差分探头如下图所示。

图1 差分探头

## 3、带阻或高通滤波器

GJB151B在5.8.3.2测试配置c)条目中提出了：对于AC电源，必要时可采用带阻或高通滤波器抑制电源基波信号。但应使用滤波器的插入损耗系数对示波器的测量数据进行修正。

## 4、相移网络

采用相移网络进行测量，相移网络采用将输入电源波形反相后叠加到EUT电源输入端波形上的原理，使输出近似仅为纹波电压波形。相移网络如图2所示（7021-1，Phase Shift Network，美国Solar公司），采用相移网络测量时的连线示意图如图3所示。

图2 相移网络

图3 采用相移网络测量时的连线示意图

采用相移网络测量纹波，由于纹波电压在输入电源阻抗部分上的压降改变了输入波形，而且会再与EUT电源输入端纹波电压组合，从而导致纹波电压测量值不够准确，新版的GJB151和MIL-STD-461系列标准不建议使用。但是，如果在不监测和不够准确监测之间选择，同时又有相移网络的情况下，个人认为采用相移网络实现交流供电被测件进行CS101测试时所施加纹波干扰信号的监测是一种可采用的方法。

## 5、高压探头+浮地示波器

在示波器浮地情况下（通过切断标准三头AC插座地线的方法或使用一个隔离变压器，切断中线与地线的连接），高阻耦合，采用高压探头+浮地示波器的方法直接测量，施加的干扰信号会叠加在50Hz上，通过光标来卡，可以测量出峰峰值幅度（转换成有效值，即峰峰值=有效值 $\times 2\sqrt{2}$ ）。由于浮地，操作要小心，避免电击，注意人身安全。

## 6、传感器+频谱仪

采用电流探头等传感器加频谱仪的方式来测试，虽然有50Hz信号，但利用频谱仪的选频功能可以测试得到CS101所加频率的信号，动态也可以满足。MIL-STD-461G标准中也描述了可以使用带有传感器的测量接收机来进行监测，如图4所示，电流探头是非接触式测量，电流探头使得接收机与EUT的电源得到隔离，使得测量安全、便捷。

图4 采用接收机+传感器测量

## 7、按校验值直接施加纹波干扰信号

在实际测试过程中，220V供电的被测件做CS101测试时出现问题的概率很低，直接按校验的功率曲线加，不监测，一般也不会有问题，但这种方法毕竟和标准所规定的测试方法有出入，仅供参考。

## 8、Pearson公司的纹波监测器

\*后，介绍一下美国Pearson公司的纹波监测器PRD-120（如图5所示，120V AC或DC）和PRD-240（如图6所示，240V AC或270V DC）。根据个人的理解，该纹波监测器采用的是带阻或高通滤波器方法，同时采用电流探头+接收机的方法来实现纹波监测。纹波监测器测试连线示意图如图7所示。纹波监测器的修正系数（插入损耗）如图8所示，在10Hz~1kHz频段纹波监测器插入损耗约为80dB，在150kHz频率点纹波监测器插入损耗约为52dB。这样的插入损耗曲线非常有利于采用接收机来监测CS101的电压限值（如图9所示）。例如，在交流供电被测件（50Hz/220V AC为例）进行CS101测试时所施加纹波干扰信号的监测时，以起始频率点——100Hz频率点为例（对于交流电源线，测试频率范围为EUT电源频率二次谐波至150kHz，50Hz的电源工作频率的二次谐波为100Hz），100Hz频率点CS101要求的电压限值为136dBuV，Pearson公司的纹波监测器的插入损耗为80dB，即接收机端口接收到的电压为56dBuV；而在150kHz频率点，该频率点的电压限值为106.5dBuV，Pearson公司的纹波监测器的插入损耗为52dB，即接收机端口接收到的电压为54.5dBuV。整个100Hz~150kHz频段内都是五十多dBuV的电压电平，这样的幅度对于接收机测量来说很合适。如果在150kHz频率点插入损耗也为80dB，那么接收机端口接收到的电压为26.5dBuV，CS101的纹波电压是缓慢的加到电压限值106.5dBuV，那么接收机接收二十左右电压电平幅度的信号，信噪比较小，测试速度会比较慢。Pearson公司的纹波监测器本身也有插入损耗整个频段都是80dB的，如图10所示，两个不同的插入损耗通过纹波监测器上的切换开关来实现，这也是该型产品设计的巧妙之处。

为了阅读方便，将CS101的相关内容附后。

## 9、CS101目的

CS101 ( 25Hz ~ 150kHz电源线传导敏感度 ) 项目用于检验EUT承受耦合到输入电源线上的信号的能力，主要目的是在允许电源电压波形失真的脉动电压条件下确保设备性能不降低。

## 10、CS101适用范围

适用于设备和分系统的交流电源线 ( 每相电流 100A ) 和直流输入电源线，不包括回线。对于交流电源线，测试频率范围为EUT电源频率二次谐波至150kHz；对于直流输入电源线，测试频率范围为25Hz ~ 150 kHz。

## 11、CS101测量方法

CS101 ( 25Hz ~ 150kHz电源线传导敏感度 ) 测试系统主要由信号发生器、功率放大器、示波器 ( 高阻输入阻抗 )、耦合变压器、电容，10F、隔离变压器、0.5欧姆电阻、LISN等组成。首先进行系统校验。按照图11连接测试设备，将0.5欧姆电阻连接到耦合变压器次级的两端进行校验。由信号发生器和音频功率放大器产生的敏感度信号 ( 正弦信号 ) 经耦合变压器施加到0.5欧姆电阻上，示波器读取输入信号的电压电平，当此功率值小于标准规定的功率极限值 ( 如图15所示 ) 时，增加信号源输出幅度，直到示波器监测的值达到标准极限值。

图11 系统校验配置示意图

其次，进行敏感度测试。对于DC或单相AC电源，按图12布置测试配置；对三相 型连接电源，按图13布置测试配置；对三相Y型连接电源 ( 四根电源线 )，按照图14布置测试配置。以DC电源线信号注入配置为例，由信号发生器和音频功率放大器产生的敏感度信号，经耦合变压器施加到受试设备的电源线上，由监测监测输出的信号，观察受试设备是否敏感。此项测试中，施加的敏感度信号有两种情况，一种是示波器监测的电压值达到图9中的电压限值，但功率值未达到校验值；另一种是示波器监测的电压值未达到限值要求，但功率值达到了校验值。