

基于 RE102 的军用设备 电磁发射应用测量方法的实现

牛岩

(63895 部队)

摘要: 电磁兼容性 (EMC) 是指设备或系统在电磁环境中符合要求运行并不对其环境中的其它设备产生影响的电磁干扰的能力。本文分析了符合《GJB152A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量》要求的“RE102 10kHz~40GHz 电场辐射发射”实现方法, 给出具体实现方案, 通过比较测量得到的电磁辐射数据与场强极限值来验证测量方法的可行性。

关键词: 电磁兼容测试; 电场辐射发射测量; RE102

0 引言

电磁兼容性 (EMC) 是指设备或系统在电磁环境中符合要求运行并不对其环境中的其它设备产生影响的电磁干扰的能力。因此, EMC 包括两个方面的要求: 一方面是指设备在正常运行过程中对所在环境产生的电磁干扰不能超过一定的限值, 即电磁干扰度 (EMI); 另一方面是指设备对所在环境中存在的电磁干扰具有一定程度的抗扰度, 即电磁敏感度 (EMS)。《GJB 152A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量》由国防科学技术工业委员会于 1997 年 5 月发布, 引用了美国国防部 1993 年发布的 MIL-STD-462D。在《GJB 152A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量》中定义的测试项目包括: 传导发射测试项 (CE101、CE102、CE106、CE107); 传导敏感度测试项 (CE101、CE103、CE104、CE105、CE106、CE109、CS114、CS115、CS116); 辐射发射测试项 (RE101、RE102、RE103); 辐射敏感度测试项 (RS101、RS103、RS105)。其中 RE102 是用来检验军用设备及其有关电线、电缆的电场发射是否超过规定的要求。本文通过研究分析“RE102 电场辐射发射”的实现方法, 并在电波暗室中测量某一军用设备的电场辐射值, 已知该军用设备满足 RE102 的要求, 将测量值与场强极限值对比来验证测量方法的可行性。

1 测试布置与实现

1.1 测试方法

根据《GJB 152A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量》要求, 杆天线距离测试配置边界 1 米, 所有天线距离屏蔽室的壁面不小于 1 米, 距离顶板不小于 0.5 米。因为 RE102 测量频率范围宽, 标准要求测试范围为 10kHz 至 18GHz, 需要在不同的频率范围内使用不同的接收天线。

1.2 测试布置

RE102 测试布置如图 1 所示, 在电波暗室中放置被测件与接收天线, 控制室中放置计算机, 计算机上运行电磁兼容测量软件, 控制接收机采集指定频率范围内的信号电平值, 经过数据修正后, 与《GJB 151A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求》中规定的极限值曲线进行比对, 如果所有频率点的测量值在极限值曲线范围内, 则该军用设备符合军用标准要求。

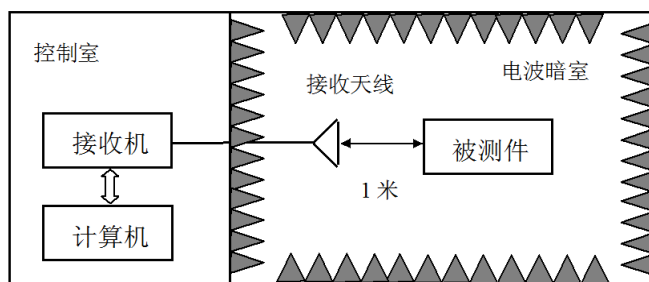


图 1 RE102 测试布置

1.3 天线选择与布置

在 10kHz~3 MHz 频段的 RE102 测试，使用拉杆天线。对拉杆天线地网的搭接有如下规定：“对屏蔽室内的测量，使用一个与地网同宽的实芯金属带将拉杆天线地网搭接到接地平板上，地网与接地平板之间最大直流搭接电阻为 2.5mΩ。使用金属接地板的测试工作台，搭接该地网到金属接地平板上，否则将地网搭接到地面接地平板上。对在屏蔽室外的测量，要将地网搭接到大地接地点上”，如图 2 所示。

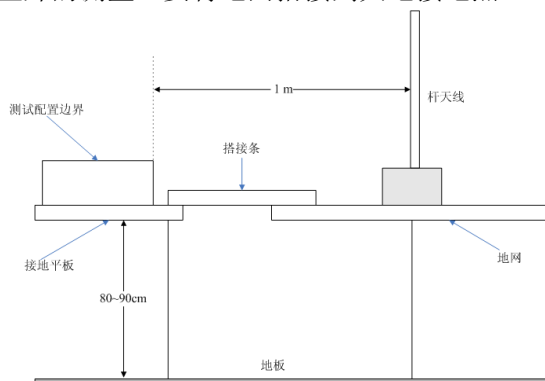


图 2 拉杆天线定位图

在 30~200MHz 频率范围内使用双锥天线，标准要求，双锥天线的尺寸为 1370 毫米。如下图 3 所示。在 200 MHz ~ 18GHz 频率范围内使用双脊喇叭天线，标准未定义该频率段的的天线尺寸，可以参考 MIL-STD-461F 的要求，在 200 MHz~1GHz，使用开口为 69.0cm×94.5cm 的双脊喇叭天线；在 1~18GHz，使用开口为 24.2cm×13.6cm 的双脊喇叭天线。如下图 4 所示。

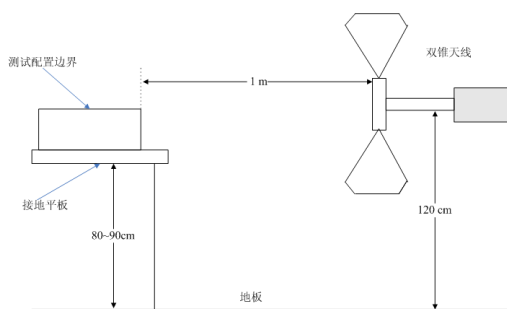


图 3 双锥天线定位图

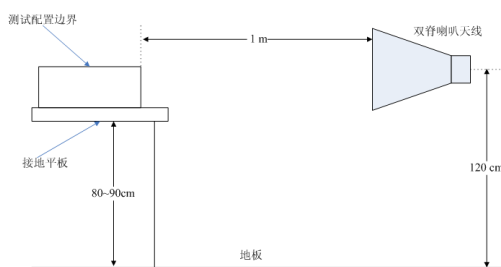


图 4 双脊喇叭天线定位图

1.4 测试设备

测试设备主要包括：电源阻抗稳定网络（LISN）、传感器、接收机（或频谱仪）、预放和衰减器、线缆等。

各设备的主要用途是：

LISN：连接在电源与 EUT 之间，用于给 EUT 提供稳定的电源阻抗（一般 50ohms）；

天线：用于采集电磁信号，根据测量频段的不同又可采用（频段由低到高）拉杆天线、双锥对数天线和双脊喇叭天线等；

接收机（或频谱仪）：主要接收传感器所测得的电磁信号，并进行场强或者频谱分析；

衰减器和预放：为了保护接收机免受强电信号的损害，在接收机前应该加衰减器，而对弱小信号则应加预放，一般情况下，使用接收机（或频谱仪）自带的衰减器和预放，可以通过程序来控制；

线缆：用于将所有参与测试的设备连接起来，不同设备之间所用的线缆是不同的。另外，为了降低系统成本，在满足测试精度要求的前提下，测试接收机可以用频谱仪来代替。

2 测试流程与数据处理

2.1 测试流程

RE102 的测试流程如下图 5 所示，一次扫描执行下述操作：

控制“测试接收机”，设置扫描参数，包括：起始频率、终止频率、步进幅度、分辨率带宽、驻留（测量）时间、输入衰减、预放设置、步进模式等参数；

启动扫描；

扫描结束后，从“测试接收机”中读取测试数据；

插值计算修正系数，进行测试数据修正；

将修正后的数据显示并存储到计算机中。

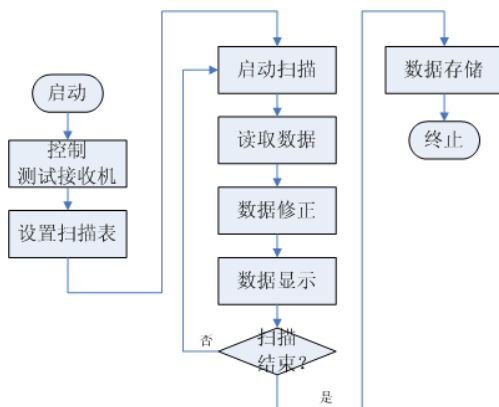


图 5 传导发射测试流程

RE102 的测试频段较宽，全频段测试需要更换至少 2 次天线，同时在 30MHz 以上频段需要分别取水平极化和垂直极化两个方向进行测试，上述流程不考虑到天线的切换操作，在实际的测试过程中，一般采用分段扫描，最后进行数据合成的方式完成，即：分段执行图 5 中定义的测试流程，得到整个频段的数据，合成后显示在同一张图上。

2.2 数据处理

输入数据：

测试接收机测量的信号电平值，值为 R，单位为 dBuV；

天线系数 AF (Antenna Factor)，随天线由生产厂商提供，或者通过暗室测试计算得出；

天线端口至接收机输入端口衰减 L；

通过下面的公式(1)计算出接收天线处的场强值：

$$E \text{ (V/m)} = R \text{ (dBuV)} + AF \text{ (dB/m)} + L \text{ (dB)} \quad (1)$$

依次将所有频点的信号电平值转换为场强值，绘制波形曲线，标记超出极限值的频率点。

《GJB 151A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求》按照设备的装载类型，定义了适用于水面舰船和潜艇、飞机和空间系统以及地面设备的不同电场辐射场强极限值类型，其中陆军地面 RE102 场强极限值曲线如图 6 所示，测量数据与场强极限值曲线对比图如图 7 所示。通过图 7 可以看出场强辐射发射测量

值在 RE102 规定的极限值范围内，可以得出该军用设备电磁辐射发射符合 RE102 的要求，得到的结论与已知该军用设备满足 RE102 要求一致，由此可得出该测量方法是正确有效的。

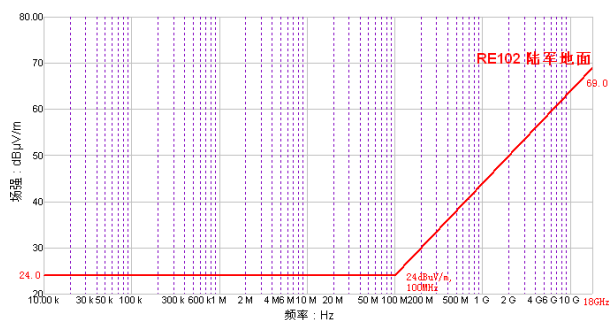


图 6 陆军地面 RE102 场强极限值曲线

图 7 场强辐射发射测量值与场强极限值对比图

3 结论

电子产品的电磁兼容测试越来越引起业界的普遍关注；产品的电磁兼容性（EMC）是一项非常重要的质量指标，它不仅关系到产品本身的工作可靠性和使用安全性，而且还可能影响到其他设备和系统的正常工作，关系到电磁环境的保护问题。文中对符合《GJB 152A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量》要求的“RE102 10kHz~40GHz 电场辐射发射”实现技术进行了详细研究并给出了完整的实现方案，测量结果数据经过与一级计量机构电磁兼容实验室比对，测量值在场强极限值范围内，则该测量设备满足 RE102 要求，由此可以验证该测量方法的可行性和有效性。

参考文献：

- [1] 陈淑凤, 马蔚宇, 马晓庆编著, 电磁兼容试验技术, 北京: 北京邮电大学出版社, 2001. 10
- [2] GJB151A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求, 国防科学技术委员会, 1997. 5
- [3] GJB152A-97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量, 国防科学技术委员会, 1997. 5
- [4] ETS-Lindgren, Zhong Chen, EMC Antenna Fundamentals, CONFORMITY 2004