

一种组合式电磁兼容测试方法

史娜 张旭锋 杨景凯 王路兴 霍智伟
(甘肃电器科学研究院)

摘要: 本文讨论以往在进行电磁兼容骚扰测试时,测试人员通常在进行发射类试验时,会将辐射骚扰测试和传导骚扰测试分别进行测试,然后得出相应的结果判定。但在实际工作中,受制于试验室数量、场地和测试方法的限制,导致检验检测效率不高。针对测试中存在的效率和时间效率和测试数据准确性的平衡问题,考虑采用并行测试方法,这种方法可以同时进行辐射骚扰测试和传导骚扰测试,并且在保证测试准确性的同时大大提高测试效率,满足客户对测试时效性的要求,为电磁兼容骚扰测试提供更好的解决方案。

关键词: 骚扰测试; 辐射骚扰测试; 传导骚扰测试

0 引言

随着国家和市场对电子产品电磁兼容性的认识逐步加强,电磁兼容测试在电工电气产品检验检测中的比重逐渐加大,现已成为相关产品生产上市前常做的试验项目之一,作为衡量电器产品质量是否符合国家要求的重要指标。在实验室实际进行电磁兼容试验时,鉴于辐射骚扰试验^[1]和传导骚扰试验^[2]的测试方法复杂,试验布置要求较多,分开进行时通常耗时较长,对于时效性要求较高的厂家,在保证试验数据准确性的前提下,提升服务质量,缩短试验时间就变得尤为重要,为了解决这一矛盾,更好地提高试验效率,在符合相关试验标准要求的前提下,故探讨对电器产品的骚扰试验方式进行创新和改进。

1 方案原理

在进行辐射骚扰试验和传导骚扰试验前,需先按照标准具体要求连接试验所用全部仪器设备,利用相关测试系统对仪器设备进行自检,确保仪器设备准确连接后再进行测量。如若测量结果在辐射骚扰试验标准和传导骚扰试验标准要求的限值内,则可判定受试设备是符合标准要求的。当测试结果超出试验限值时,可将受试设备关闭或撤出再次开始辐射骚扰测试和传导骚扰测试,此时得到测试结果与限值以下6dB^[3]进行比对,如测量值低于限值要求6dB,则认为组合测试结果有效,最后根据不同频段测试值进行相应整改。

2 方案流程

2.1 测试步骤

为了更好地提升测试效率,本文提出一种新的测试

方式，将两项试验组合进行试验，具体测试步骤如下：

在进行试验时先对试验用测量接收机、人工电源网络、衰减器、前置放大器、接收天线（符合测量要求频率范围）进行试验前功能验证并使设备进入预工作状态。辐射骚扰测试所用设备为接收天线、前置放大器和测量接收机的组合：接收天线主要用于电器产品骚扰电平的接收；前置放大器主要用于对接收天线接收到的骚扰信号进行过滤和放大；测量接收机用于测量不同频率下接收到的骚扰电平值。

传导骚扰测试所用设备为人工电源网络、衰减器、测量接收机的组合：人工电源网络本质是一种耦合去耦网络，为被测试电子产品提供一个稳定的阻抗，在试验过程中隔绝电网中的高频骚扰信号、纹波等干扰信号，持续为电器产品提供更加干净的电源，同时能够测量电器产品输入输出线路的骚扰电平；衰减器用于测量电平的衰减；测量接收机用于测量具体线路的骚扰电平具体值。

选择工科医类设备作为 EUT 按照组合的方式进行试验，试验前的布置按照试验标准 GB 4824—2019《工业科学和医疗设备 射频骚扰特性限值和测量方法》^[4] 中的要求分别进行布置：

1) 按照图 1 所示，用 50Ω 同轴电缆将接收天线与前置放大器输入端进行连接，再将前置放大器的输出端与测量接收机进行连接，测试过程中天线安装在能够自动调节高度的（最高高度为 4m）的天线塔上，受试品放置在能够自动调节旋转角度（旋转角度由 0°至 360°）转台的中心位置上。



图 1 辐射骚扰测试连接

2) 按照图 2 所示，测试用的接收天线与受试品的边界的距离为 10m（需要时也可 3m）。

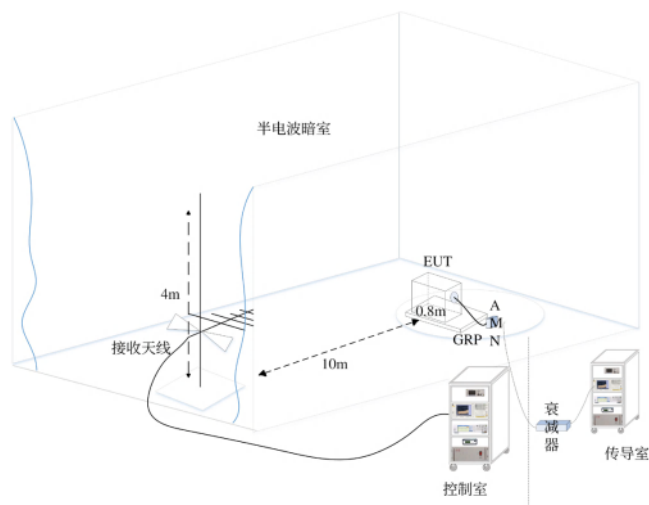


图 2 整体测试布置

3) 在布置完辐射骚扰测试后，按照图 3 完成传导骚扰测试所需设备的连接，并依照标准中的要求对电器产品进行布置，确保试品受试状态是正常工作或生产商要求的工作状态。

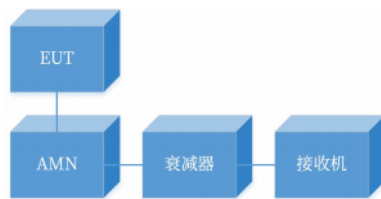


图 3 传导骚扰测试连接

4) 待样品工作状态稳定后运行测试软件，在测试项浏览器中选择 30MHz~1GHz 电场辐射发射测试流程，在流程中修改扫描表及参数选择：选择频率范围为 30MHz~1GHz，设置分辨率带宽为 120kHz，驻留时间为 15ms，检波方式为准峰值检波，极限线选择对应检测的标准限值。

5) 在对应流程中继续设置天线初始和终止位置、转台初始和终止位置及转台和天线运动步进等测试设备配置内容。

6) 在完成辐射骚扰测试配置内容的设置后打开传导骚扰测试软件，进入电源端子传导骚扰测试流程，设置修改扫描表及参数选择：选择频率范围为 150kHz~30MHz，设置分辨率带宽为 9kHz，驻留时间为 15ms，检波方式为准峰值和平均值检波，极限线

选择对应检测的标准限值。

7) 同时开始辐射骚扰测试流程和传导骚扰测试流程开始测量，软件自动调节天线高度和转台角度，测量接收机对要求的位置完成辐射骚扰的测量，手动选择人工电源网络的 L 线和 N 线（或其他信号线）完成传导电源线骚扰量的测量。

8) 测试流程会控制测量设备完成全频段的扫描和测量，并生成频率和骚扰电平值的曲线，并确认扫描频点，如超出设定限值可以进行固定频率的再次测量。

9) 测试完成后生成测试曲线通过与限值进行比较后得出试验结果是否合格及试验结束的提示。

10) 在这种新的测试方式中测量完成后的具体数据分析内容是关键内容：测量完成后按照图 4 的流程将测量结果与规定的限值进行比较。

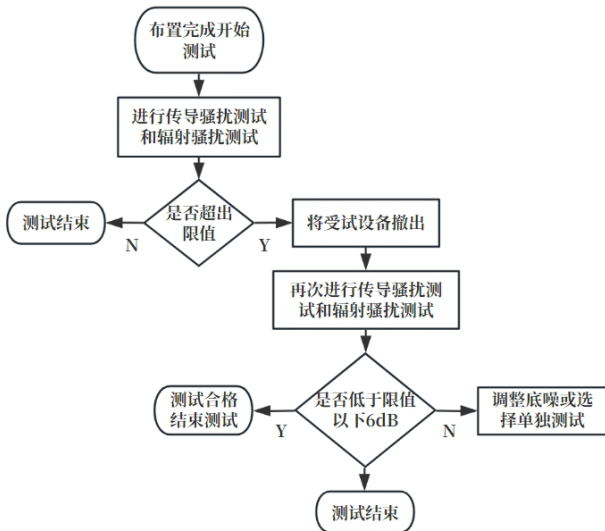


图 4 试验流程框图

2.2 数据分析

测量完成后按照图 4 的流程将测量结果与规定的限值进行比较，如果测试结果均比要求的限值低，则可认为受试设备符合要求，测试结束。如果其中一项试验超出限值要求可单独再次试验进行判断，如果两项试验均不符合限值要求，可将受试设备断电撤出

后对环境底噪再次进行测试，环境底噪低于限值以下 6dB，则认为组合测试结果有效，完成测试。如超出限值以下 6dB，则认为测试环境需继续调整，直至满足要求后再次进行试验，并分析超出限值的频率点和骚扰的具体数值后进行对应整改。

3 具体实例及分析

按照这种测试方法进行实际试验，试验被测试品为温湿度显示器（供电为交流 220V，通电后可显示环境温度与湿度）。

按照 2.1 的测试步骤要求完成布置，按照测试方法要求进行测试后获得测试图如图 5~ 图 8 所示。

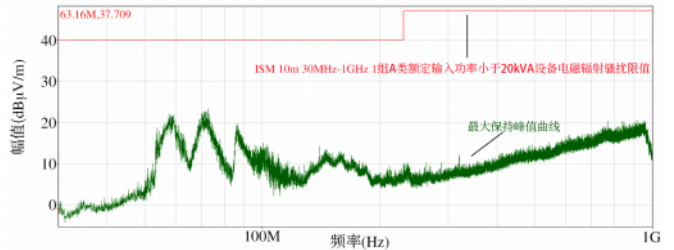


图 5 组合测试辐射骚扰水平测试曲线

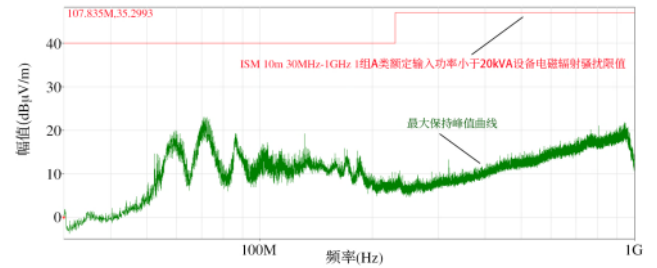


图 6 组合测试辐射骚扰垂直测试曲线

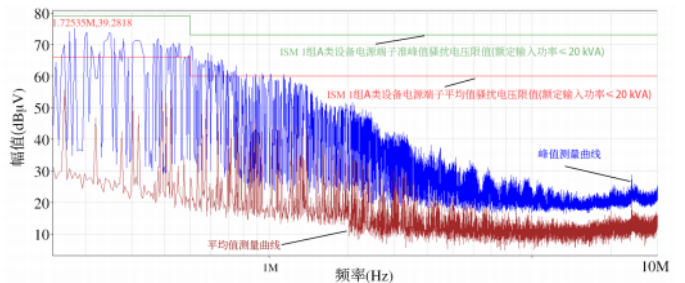


图 7 组合测试传导骚扰 L 线测试曲线

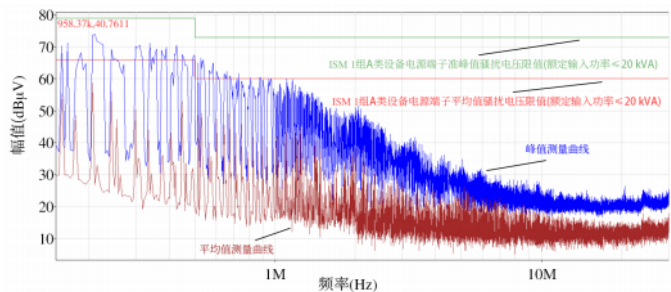


图 8 组合测试传导骚扰 N 线测试曲线

测试结果显示两项试验的骚扰值均低于限值，测试结果为合格。从上面的测试曲线（图 5 和图 6）中可以看到辐射发射测试曲线测量的频率为 30MHz 至 1GHz 的辐射发射值测量，50MHz 至 100MHz 频率范围内有较为明显的骚扰信号，幅值大概为 20dBμV/m 左右，其余频率没有较为明显的信号浮动。从传导骚扰测试曲线中（图 7 和图 8）可以看出在 150kHz 至 1MHz 频率范围内有 60dBμV 至 70dBμV 大小的信号。

为了更加详细验证试验数据的准确性，根据图 4 的测试流程针对组合式的测试方式进行两个试验的底噪测量，判断此次测试是否符合 GB 4824—2019 《工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性限值和测量方法》7.2、GB/T6113.201—2018 的 6.2.2^[5] 和 CISPR16-2-3：2010 的 6.2.2 中对于环境噪声的要求（低于限值 6dB 以上如：限值为 40dBμV/m 底噪应为 34dBμV/m 以下）。

从图 9~ 图 12 可以看出此次测试底噪测试幅值均低于限值要求的 6dB，此次测试结果是有效的。

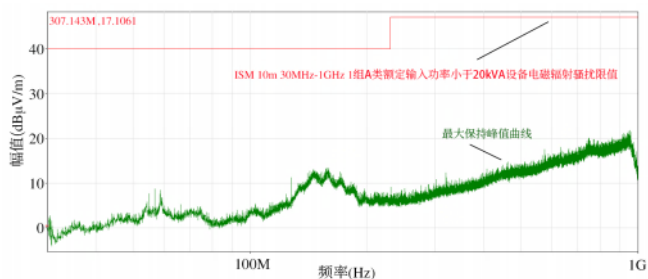


图 9 组合测试辐射骚扰水平底噪测试曲线

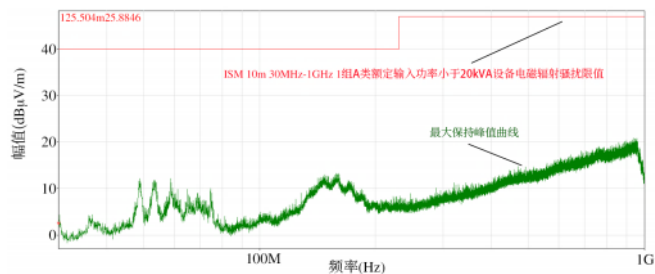


图 10 组合测试辐射骚扰垂直底噪测试曲线

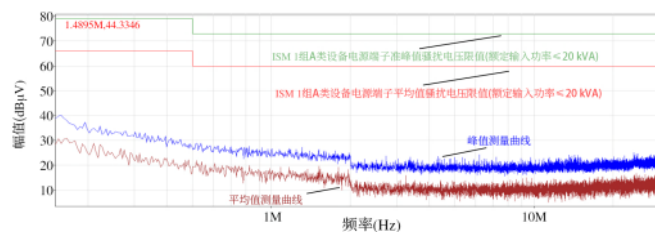


图 11 组合测试传导骚扰 L 线底噪测试曲线

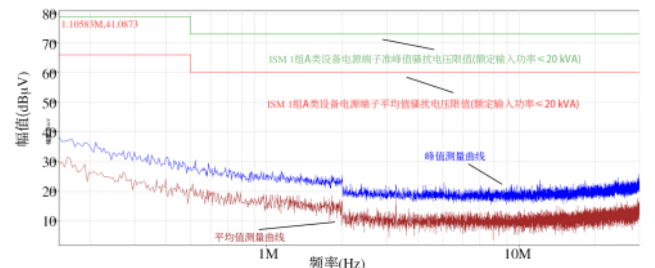


图 12 组合测试传导骚扰 N 线底噪测试曲线

4 结束语

通过此次对辐射骚扰测试和传导骚扰测试同时进行的组合式测试方法的探索，可以发现测试结果是准确有效的。同时通过对受试样在这两种干扰环境下的工作现象进行观察和记录，可以更全面地了解受试样在工作特性。总的来说，此种组合式测试方法是在模拟受试样实际工作时进行测试的，这就使得测试结果更加具有真实性，两项测试同时进行，在保证测试结果准确性的前提下，也将缩短测试时间，提高实验室工作效率。

PRODUCT AND TECHNIC

|| 产品与技术 ||

参考文献

- [1] 张峰, 戚露兴, 吴淑忠. 辐射发射全电波暗室测试方法分析 [J]. 电子产品可靠性与环境试验, 2022, 40(4): 101-106.
- [2] 韩玉坤, 王新才, 吴琼, 等. 不同型号人工电源网络传导骚扰测试比对研究 [J]. 安全与电磁兼容, 2022 (3): 57-60.
- [3] 杨烁宇. 半电波暗室场地确认的关键性能指标分析 [J]. 电子技术, 2023, 52(6): 158-159.
- [4] 全国电磁兼容标准化技术委员会. GB 4824—2019 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性限值和测量方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.
- 全国电磁兼容标准化技术委员会. GB/T 6113.201—2018 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.

(收稿日期: 2024-06-18)