

EMI 快速诊断与对策

EMI FAST DIAGNOSIS AND COUNTERMEASURE

深圳电子产品检测中心 邓志新 李思雄

摘要 文章主要介绍 EMI 快速诊断与对策，指出 EMI 改进的关键是 EMI 问题诊断，解决电磁兼容问题的根本办法，是进行电磁兼容设计。EMI 设计核心是紧紧围绕降低骚扰源频率 f 和减小高频电流环面积两大措施。文章倡导人性化工作态度，作者认为，只要不断的学习和总结，EMC 是逐渐“看得见和摸得着”的，是有规可循的。

关键词 认证 EMI 规律 诊断 对策 设计

Abstract In this article, EMI fast diagnosis and countermeasure is introduced. EMI diagnosis is the key of

EMI improvement, EMC design is the fundamentals of solving EMC problem. The core of EMC design is to take two measures—to reduce EMI source frequency and to reduce the acreage of high frequency current loop . Author sparkplug humanistic attitude to EMC, and author think that EMC will come into view and can be found out, a rule shall be there to be useable.

Keywords certification, EMI, rule, diagnosis, countermeasure, design

电磁辐射骚扰的远场测量是指在半电波暗室或者 EMC 开阔场进行的测量，测量天线与被测物的距离一般为 3 米或 3 米以上，给出的结果是一张频谱图，即各个频率点的电磁辐射骚扰强度。标准 GB13837-1997(CISPR13) 和 GB4343-1995 (CISPR14) 规定，应分别测试 EUT 外接连线，如电源线、AV 线、耳机线、话筒线等线缆的骚扰功率。传导骚扰是测试 EUT 运行过程中端口骚扰电压，包括电源端口、射频端口、天线端口、电信端口等。如果被测设备有一个或者几个频率点的电磁骚扰超过了标准的限值，被测设备就不符合 EMC 标准要求。

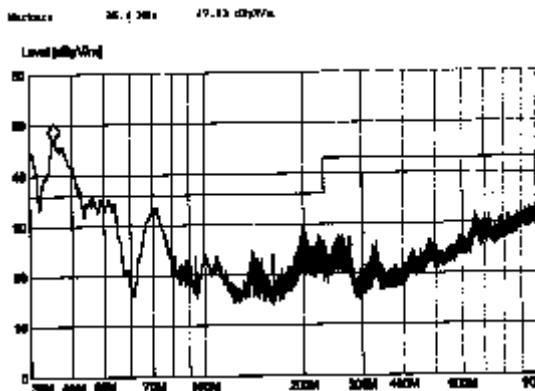
如果设备没有通过 EMC 测试，我们从测量结果中，只能知道哪些频率点“超标”了，而这些频率的电磁骚扰是从哪里出来的，往往是工程师们最不容易发现、最难解决的问题。

EMI 快速诊断方法就是针对 EUT 的原理，先推断引起 EMI 的原因和内部骚扰源可能是什么，再根据 EMI 产生的途径和机理，透过测试图，分析超差原因；必要时，辅以高频示波器或频谱仪，从频域到时域，寻找产生

您有任何产品认证技术上的问题，都可以直接联系我们！

地址：深圳市福田区竹子林益华大厦北 710 Web: www.rohscn.com www.emclab.net

电话：0755-83187996, 0755-81939926, 13824328299, 13684989951 传真:0755-83709189 Mail: ebo@emclab.net



EMI 问题的对应电路和器件；从而制定 EMI 對策。

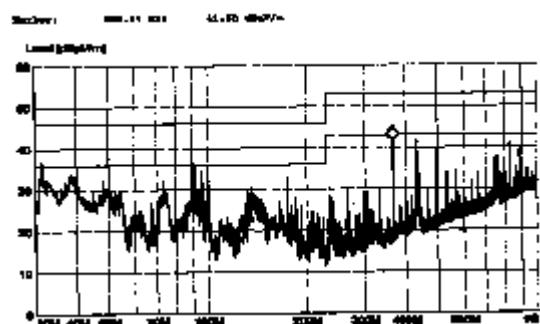
在这里提供一些案例，通过解读测试图，把看不见、摸不着的 EMI 变得直观易懂，供大家参考。

关于电磁辐射骚扰场强或功率测试分析案例：

辐射骚扰图 1 如右：样品为 CRT 显示器

频率点 35.4 MHz 附近，30~45MHz 之间大部分隆起超出限值，通常只有两个原因-开关电源电路或地线处置不良引起。

对策- 显示器使用带磁环类型的信号电缆和电源电缆，电源输入端串接差模线圈，电源地线剪短就近接地。



辐射骚扰图 2 如右：样品为微型计算机（改进后）

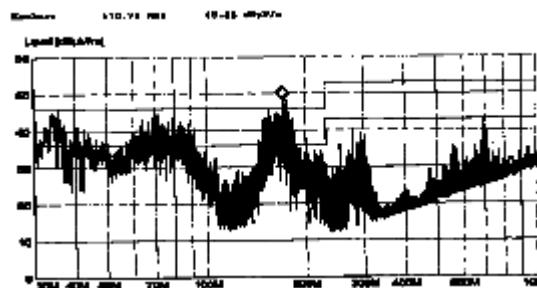
频率点 100 MHz、366.24MHz 等刚好符合 GB9254-1998B 级要求。这是测试超差 6dB 后，机箱经过金属胶带密封处理后获得的测试结果。

象这种曲线底部未明显抬高，30~1000MHz 频段有频率点超差现象，应该选择屏蔽较好的电缆和机箱。使用带滤波器类型或带磁环的信号电缆和电源电缆，电源输入端串接差模线圈，会有益处。

您有任何产品认证技术上的问题，都可以直接联系我们！

地址：深圳市福田区竹子林益华大厦北 710 Web: www.rohscn.com www.emclab.net

电话：0755-83187996, 0755-81939926, 13824328299, 13684989951 传真:0755-83709189 Mail: ebo@emclab.net

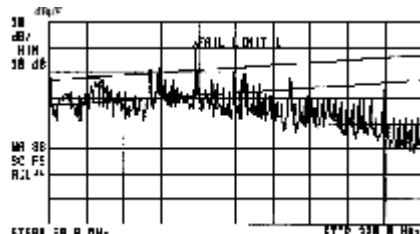


辐射骚扰图 3 如右：样品为微型计算机

频率点 35 MHz、70MHz、170.76 MHz 等附近超差，既有频率低端隆起超出限值现象，由地线问题；也有 30~1000MHz 频段频率点超差现象，有屏蔽问题。应该综合处理，选择屏蔽较好的电缆和机箱，使用带滤波器类型或带磁环类型的信号电缆和电源电缆，电源输入端串接差模线圈。值得一提的是，对于如果带电机的 EUT，图 3 如果频谱图和时域波形图都带有较多毛刺，须怀疑电机骚扰。

辐射骚扰图 4 如右：样品为 CRT 显示器（改进后）

频率点 45 MHz 附近、70MHz-100 MHz 频段等超差严重，分别超出限值 8dB、12dB；既有频率低端隆起超出限值现象，也有 30~1000MHz 频段频率点超差现象，经检查，所有措施都已做足够，不得不怀疑 CRT 有问题，拆换后测试结果很好，如图 4。



骚扰功率图 5 如右：样品为 VCD 播放机/AV 电缆

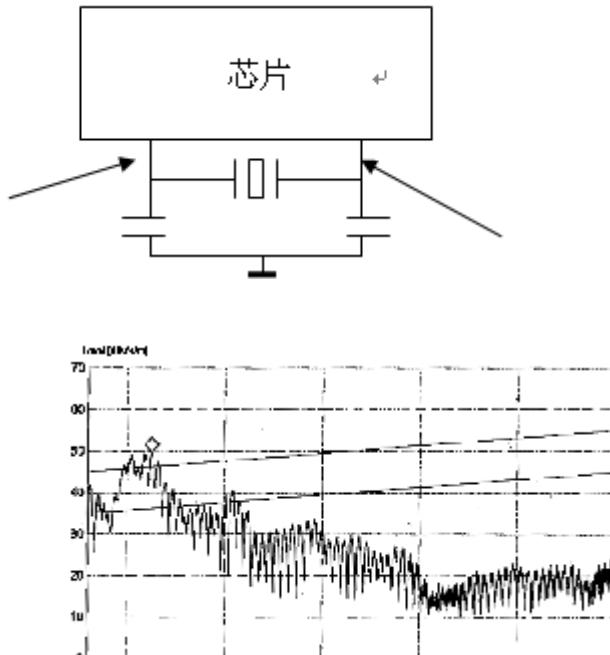
频率 30~300MHz 之间大部分频段隆起贴近或超出限值，曲线底部明显抬高，通常只有一个原因-地线处置不良引起。此外，频率点 135MHz 测试超差较大，图中可见每隔 27MHz 就有一个高点，该 VCD 播放机解码芯片正好使用 27MHz 晶振，135MHz 是 27MHz 的 5 倍频。如果地线改善后，该频点仍然超差，应减小晶振谐波辐射。

实际情况：AV 电缆梅花接口在金属后壳安装处，未直接就近与金属后壳相连接地。

图 5

对策：换用能够在安装处直接与金属后壳接地处理的 AV 梅花接口；频率点 135MHz 平均值仍然超差 5.6dB，在如下图

对应箭头所指位置使用磁珠，即晶振与解码芯片相连脚上，加串 100MHz/1500 Ω 磁珠，测试结果通过。



骚扰功率图 6 如右：开关电源/输入电源线

30~80MHz 之间大部分隆起超出限值，30~300MHz 之间

全是开关电源典型频谱图，表明开关电源电路或地线处置不良。经检查开关电源输入电源线地线只接了两个Y电容，并未与开关电源其它地相连；虽使用了共模线圈，但开关电源输入端电路排版不对称，L 布线较直，N 布线弯

曲得厉害，查电源端骚扰电压测试 L 端如图 7，N 端如图 8。

由图可见，L 端与 N 端电源端骚扰电压测试结果不对称。图 6

对策：开关电源输入电源线地线与初级其它地相连；电源输入端 N 端布线串接差模线圈，串接差模线圈前端电源输入 L 端与 N 端之间加接差模电容，差模线圈后 L 端与 N 端分别加一个到地共模电容。处理后测试合格。使用带磁环电源电缆测试效果更佳。骚扰功率重新测试图如下图 9。

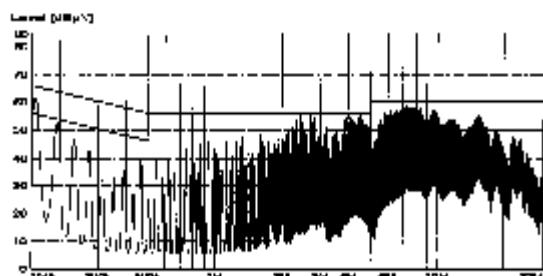


图 7

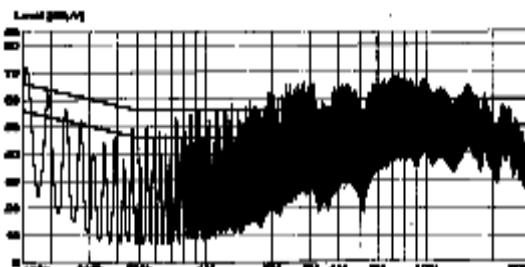


图 8

您有任何产品认证技术上的问题，都可以直接联系我们！

地址：深圳市福田区竹子林益华大厦北 710 Web: www.rohscn.com www.emclab.net

电话：0755-83187996, 0755-81939926, 13824328299, 13684989951 传真:0755-83709189 Mail: ebo@emclab.net

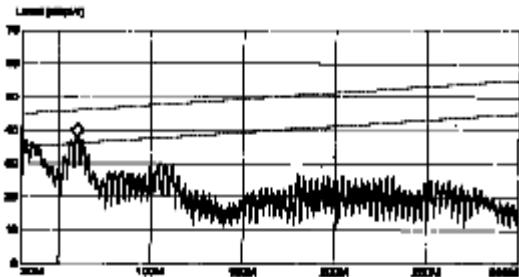


图 9

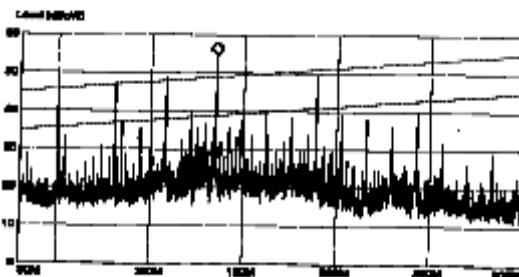


图 10

骚扰功率图 10 如右：样品为 DVD 播放机/AV 电缆

骚扰功率图 11 如右：样品为 VCD 播放机/AV 电缆

图 10：DVD 播放机在 30~300MHz 之间有部分频段隆起贴近限值, 应有接地处置方式可以改善。

图 11：VCD 播放机骚扰功率测试曲线底部无明显抬高, 表明地线处置良好。

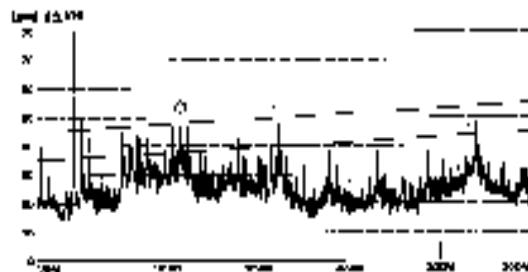


图 11

图 10、图 11 是明显的晶振谐波频谱，从骚扰功率图中看出较大的超差频率点为 135MHz、108MHz、50.8MHz、189MHz，以及谐波频谱间隔，结合样机时钟晶振频率为 16.9344MHz、27MHz，显然，要想通过测试，必须减小晶振谐波辐射。

整改时，减小 VCD/DVD 播放机晶振谐波辐射的主要措施有：检查解码芯片供电电压是否合适、有无过高，过高则调低；解码芯片供电连脚上是否有小容量电容就近到地，无则加一个，另加一个电抗较小、阻抗较大的磁珠，磁珠的阻抗在 50 MHz 以上越大越好；通过高頻示波器观察晶振波形是否接近正弦波，否则调整晶振下地电容；晶振与解码芯片相连脚上，加串电抗较小、阻抗较大的磁珠，电抗增加不多情况下，磁珠的阻抗在 50 MHz 以上越大越好；检查解码芯片供电回路、解码芯片晶振时钟回路以及高速信号回路面积是否过大，晶振旁边布线回路面积是否过大，如果是，则须设法解决。如果以上措施本来已落实部分，其余措施难以实施，这只能在输出线上串磁珠，套磁环。这些措施可说都是权宜之计，生产工艺上会有困难，唯一办法只有作设计改动。如果工程师设计时能考虑到以上问题，就不会有这些麻烦，就可以省时省力通

您有任何产品认证技术上的问题，都可以直接联系我们！

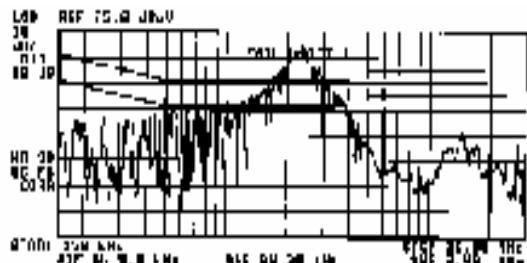
地址：深圳市福田区竹子林益华大厦北 710 Web: www.rohscn.com www.emclab.net

电话：0755-83187996, 0755-81939926, 13824328299, 13684989951 传真:0755-83709189 Mail: ebo@emclab.net

过测试。

本案例足以说明，EMC 工作的重点、重中之重就是 EMC 设计。EMC 设计就是在产品的设计过程中仔细预测各种可能发生的电磁兼容问题，从设计的一开始就采取各种措施，尽量采用电磁兼容设计规范，目标是使得样机完成后满足电磁兼容性要求。稍后介绍 EMC 设计内容。

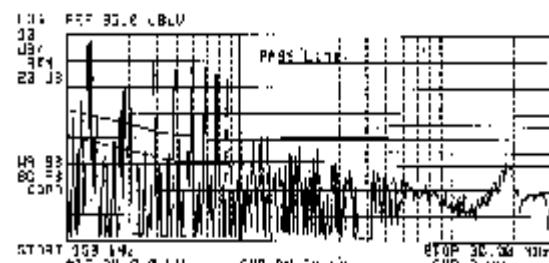
处理注入电源骚扰电压测试图要诀：先看 L/N 两端是



否对称，如对称，直接采用共摸电流抑制；如不对称，先给较大骚扰的一端先串接差模线圈，加接共模电容，再采用共摸电流抑制；根据产品电路原理和频谱图形，判明超差原因，是开关电源引起，还是晶振时钟（或其谐波）耦合引起，抑或是视频等高频电路泄漏引起，接地不良引起？再对症下药。如果由于晶振时钟（或其谐波）和视频等高频电路泄漏引起注入电源骚扰电压超差，大多数情况可以推断其辐射骚扰也会超差。

注入电源骚扰电压案例：

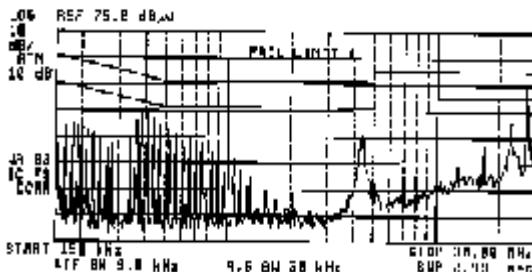
注入电源骚扰电压测试图 12 如右上，2.36 MHz 附近隆起，L/N 两端非常相似。



对策：电源输入端串接共模线圈，L/N 两端加接到地共模电容。

注入电源骚扰电压测试图 13 如右，0.15~1MHz 开关电源引起超差。

对策：加大共模线圈磁环或加多共模线圈的线圈匝数，共模线圈两端都加上落地 Y 电容即共模电容，Y 电容容量适当加大。图 13



注入电源骚扰电压测试图 14 如右，

非常明显，27MHz 时钟信号耦合进

电源网络，引起注入电源骚扰电压超差；可以推断其谐波辐射骚扰一般也会超差。

对策：把电源线及电源电路避开时钟信号产生和传输电路；使用带磁环的电源电缆；最主要的是采用减小 VCD/DVD 播放机晶振谐波辐射一样的主要措施。

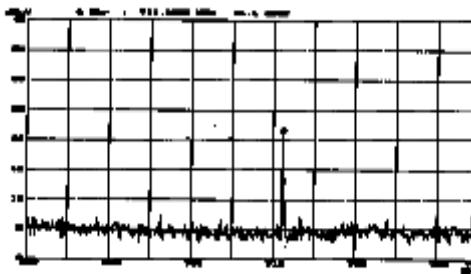


图 15 为电视干线放大器电源线

的骚扰功率测试图，

输入信号 711.25MHz/70dBuv，电视干线放大器输出信号

711.25MHz/100dBuv，端接屏蔽 75Ω 屏蔽标准负载。标

准限值为 20dBpw，图中限值为 21.1 dBpw，加上吸收钳校

准因子和电缆损耗，超差达 10 dBpw。高频信号放大和传输设备最基本要求就是壳体和接口屏蔽以及输入、输出信号 电缆和电源电缆的屏蔽和滤波措施。检查 EUT 发现，壳体和接口屏蔽较好，电源电缆的滤波器安装在电路板，不是安装在输入孔上，更未使用效果较佳的穿孔滤波器。对于 700 MHz 高频信号，出入电缆滤波措施不佳，屏蔽效能可损失 30dB。

对策：使用效果较佳的输入电源滤波器，安装在输入口金属壳上。

关于 FM 收音天线端骚扰电压和辐射骚扰超出限值，只要考虑改善天线端和本振电路间的隔离以及减小本振信号强度即可；其它天线端和射频端骚扰电压是否超出限值，只取决于高频头、射频调制器的性能，与别的部分无关。只要选购经过 CCC 或 CQC 认证的产品即可。

非间断性工作的样品，处于平稳常态时，测试中发现存在间隙性骚扰时，如果样品电源断开间隙性骚扰就消失，则该样品电路设计或连接可能存在故障。先检查电路可能存在的故障。

前面提到，必要时可以用频谱分析仪和近场探头做近场测量，进行 EMC 溯源诊断：大电流低电压的源（电流源）主要与磁场关联，而高电压小电流的源（电压源）则主要与电场关联。数字电路使用低电压的逻辑器件；近场

您有任何产品认证技术上的问题，都可以直接联系我们！

地址：深圳市福田区竹子林益华大厦北 710 Web: www.rohscn.com www.emclab.net

电话：0755-83187996, 0755-81939926, 13824328299, 13684989951 传真:0755-83709189 Mail: ebo@emclab.net



EBO(亿博)--为您提供一体化的产品认证服务！EMC 检测, 安规检测, ROHS 检测, 技术咨询, CE 认证, CCC 认证, FCC 认证, UL 认证, ROHS 认证等各国产品认证！
EBO 技术期刊—《EMI 快速诊断与对策》

区域内的磁场的波阻抗远小于电场的波阻抗。大部分 PCB 的近场区域中的能量被包含在近磁场中。比较大的骚扰频率点利用磁场探头进行诊断，探头尽量靠近被测区域，距离最好小于 2.5cm，可以定位骚扰源以及关键的辐射电流环、判明传播途径。

工程师可以用电场或磁场探头探测被测设备泄漏区域：箱体接缝，C R T 前面、接口线缆、键盘线缆、键盘、电源线和箱体开口部位等。

您有任何产品认证技术上的问题，都可以直接联系我们！

地址: 深圳市福田区竹子林益华大厦北 710 Web: www.rohscn.com www.emclab.net

地址: 深圳市南山区月亮湾大道1013号A座 1603室 www.emclab.com www.emclab.net
传真: 0755-83709189 Mail: ebo@emclab.net