

EMC 整改案例

电源产品传导发射整改案例



深 圳 市 恒 创 技 术 有 限 公 司

05

电源传导发射整改案例分享

1. 现象描述

此款电源产品在 CE 认证时，冷机测试传导发射符合 EN55022 对传导发射的要求，但热机半小时后，传导发射超标严重；



图 1 产品示意图

2. 原始测试数据

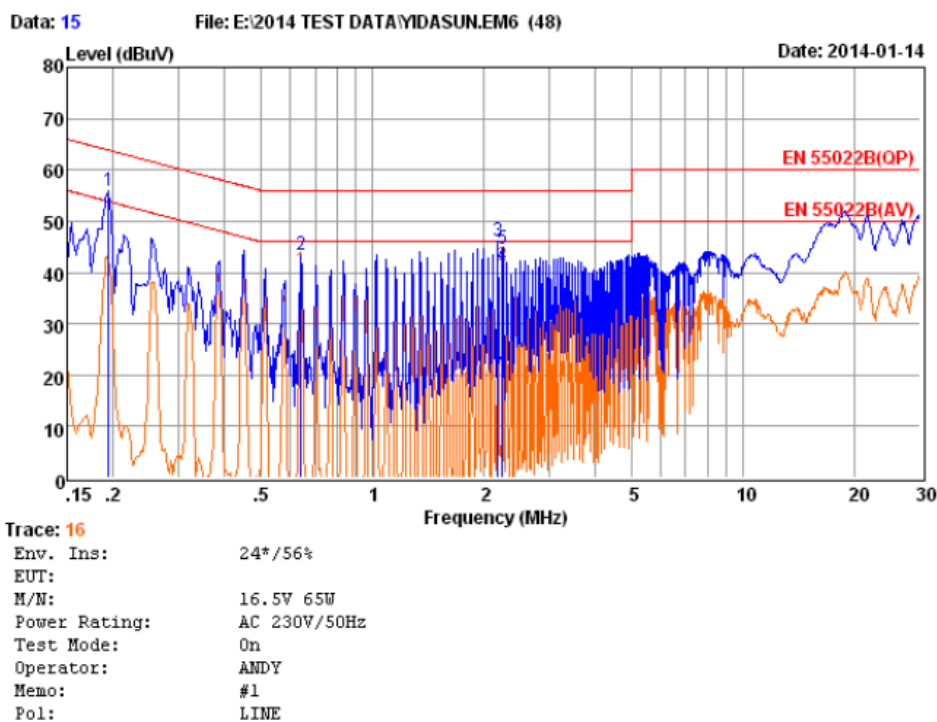


图 2 冷机测试数据

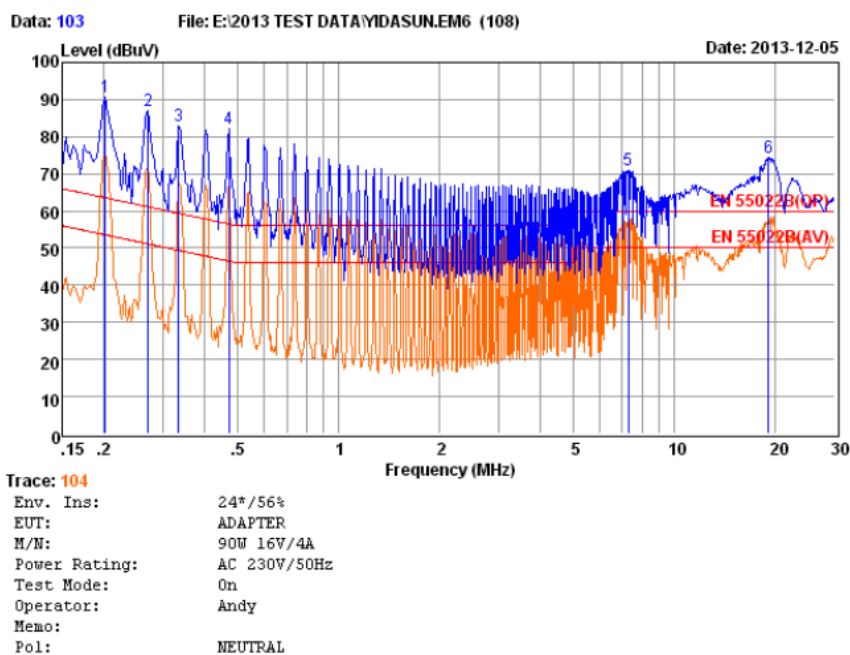


图3 热机测试数据

3. 测试数据分析

从产品冷机和热机数据差异性来分析，虽然冷机时没有超标，但开关频率的倍频点还是存在，同时热机超标是整体数据向上 10DB 左右，由于开关电源内部的变压器，共模电感在热机后会产生磁饱和现象也容易引起传导发射数据有差异，再由于电源内部的电容，特别是吸收电路电容在热机后可能产生失效，也有可能导导致传导发射冷热机测试差异

4. 样机分析

- a、 传导冷机和热机的差异主要原因是由于初级 BULK 电容的 DF 值过大造成，冷机时 ESR 较大，热机时 ESR 较小，开关电流在 ESR 上形成开关电压；
- b、 开关电源的 LC 滤波电路中的插入损耗直接影响滤波效果，当频率 F 等于滤波电路的谐振频率 F0 时，实际插入损耗为正，说明这里传导骚扰不便没有被衰减而且还被放大；
- c、 开关电源共模电感线圈间的寄生电容也直接影响传导发

射；

5. 处理措施

经过以上分析，在原样机上做如下整改对策

- 5.1. 在不减少总共模电感量的情况下，将共模电感修改为两级滤波，这样有助于减小电容电感的寄生参数，同时防止共模电感热饱和，同时提高高频滤波效果；



图 5 整改图示 1

- 5.2. 为减小开关电源电路中的 du/dt 所产生的共模传导骚扰，在电源输入线 L、N 对地增加 Y 电容；

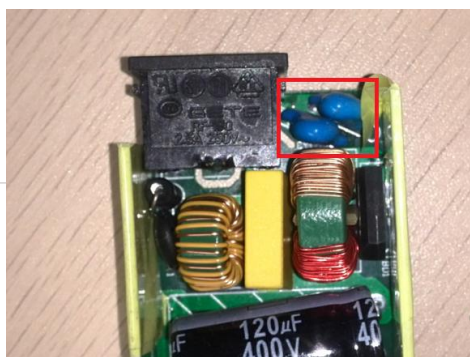


图 6 整改图示 2

5.3. 为减少变压器初、次级线圈间的寄生电感（未屏蔽的中等功率电源变压器的初、次级间电容大约是 100~1000PF，将变压器初、次级屏蔽，并接入相应的初级地；

绕 线 结 构	线包	匝数(T)	线径(mm)	线材	起线	收线	绕线形式	胶带(T)
	N1	20	∅0.40*2	2UEW	3	4	密绕	2
	N2	1.1	铜箔9	--	6(套管)	N/A	居中	2
	N3	5	∅0.40*3	三层绝缘线	11、12	9、10	密绕	2
	N4	1.1	铜箔9	--	6(套管)	N/A	居中	2
	N5	10	∅0.40*2	2UEW	4	2	居中密绕	2
	N6	5	∅0.40*3	三层绝缘线	11、12	9、10	居中密绕	2
	N7	4	∅0.25*2	2UEW	5	6(套管)	居中密绕	2
骨 架		PQ3220		磁 芯		PQ3220 (TP4, PC40, SSP-4, JPP-4) 单边开气隙		

图 7 整改图示 3

5.4. 为减小开关电源的电源输出部分干扰，在输出端口增加共模电感；



图 8 整改图示 4

5.5. 经过整改后的测试数据

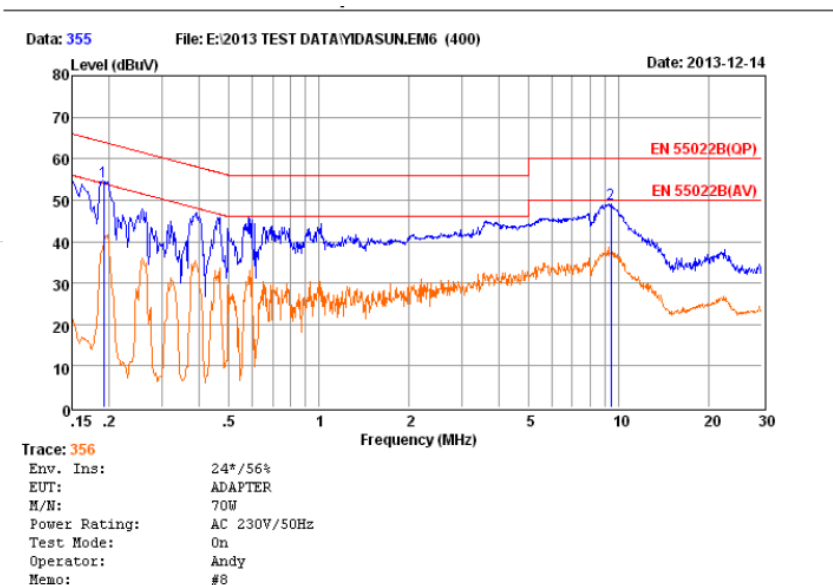


图 10 整改后 L 线测试数据

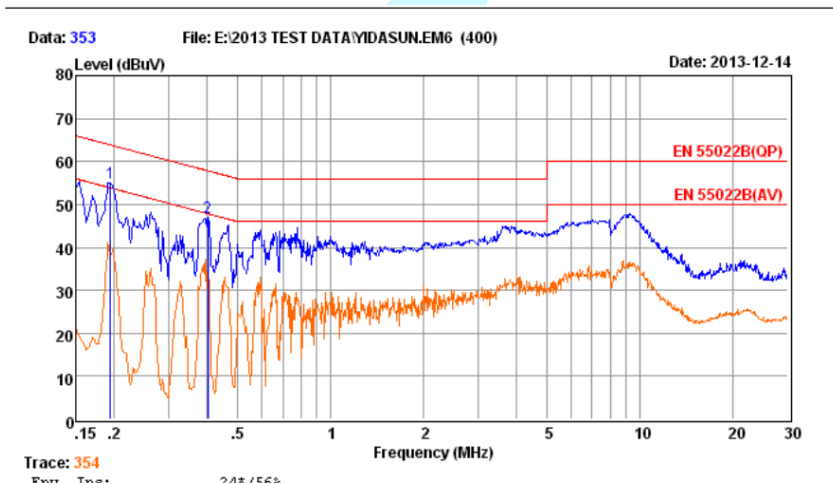


图 11 整改后 N 线测试数据

6. 总结

- 6.1. 冷机与热机差异应考虑到滤波电路的感性元件寄生电容和磁饱和；
- 6.2. 传导骚扰不一定是电源输入端口所影响，EMC 问题要从整体的角度去考虑，特别是在频率较高的场合，耦合通道千变万化，系统分析才能找到问题根源；
- 6.3. 变压器采用屏蔽技术，可以有效的抑制开关电源中共模噪声向后一级电路传输，这种屏蔽并非一般意义上的电磁屏蔽，而是一种静电屏蔽，屏蔽层要求接地；



EMC 知识

波阻抗

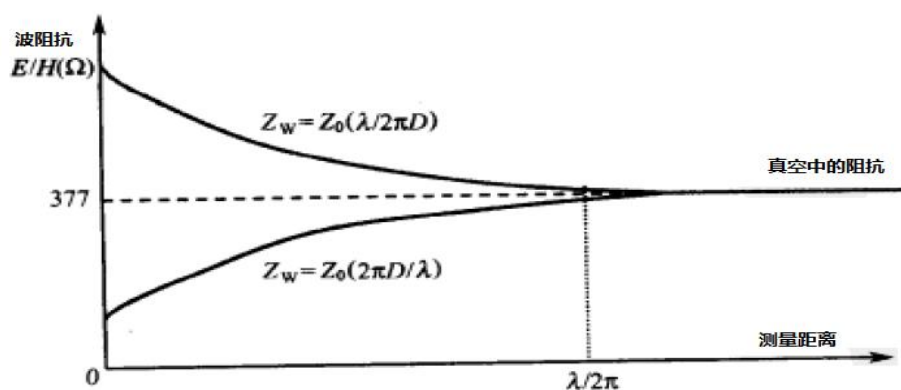
波阻抗的概念在电磁兼容设计中十分重要，不同的波阻抗对屏蔽设计要求不一样，比如不同的波阻抗穿透同一个屏蔽金属时衰减幅度不一样。

波阻抗定义的前提：必须是在近场区域，在远场区域波阻抗等于传播介质的阻抗，真空中约为 $120\pi \approx 377\Omega$ ；如何区分近场和远场，需要根据波长来定，一般大于 $\lambda/2\pi$ 就定义为远场区域，小于 $\lambda/2\pi$ 则为近场；

在实际的电磁兼容设计中，辐射源一般离壳体较近，都是处于近场区域，因此在设计时需要重点考虑波阻抗；

波阻抗定义： $Z=E/H$ （ Z 波阻抗 Ω ， E 电磁波中的电场分量 V/m ， H 电磁波中的磁场分量 A/m ）由公式得出结论：电磁波中磁场分量越大波阻抗越小，称为磁场波或低阻抗波，电场分量越大波阻抗越大，称为电场波或高阻抗波；

下图为环形天线和偶极天线的波阻抗曲线图



电磁波在穿透屏蔽体时，会发生衰减，一部分为反射损耗，一部分为吸收损耗；反射损耗与波阻抗关系密切。吸收损耗与屏蔽材料的趋肤深度有很大的关系。本知识点不重点介绍吸收损耗（下次介绍吸收损耗），重点介绍反射损耗，反射损耗的计算公式为：

$R=1g(Z_w/4Z_s)$ (R 为反射损耗 dB, Z_w 为波阻抗 Ω , Z_s 为材料的特征阻抗)；

由上述公式我们得出，当波阻抗越大时，反射损耗越大，反之反射损耗越小。既同一频率的电磁波穿透同一金属屏蔽体时，其反射损耗与波阻抗有很大的关系，电场波（高阻抗波）比较容易被反射，磁场波（低阻抗波）不容易被反射；这就是我们在进行 E M C 整改时为什么低频（磁场波）不容易被反射的原因；

根据这个结论我们可以推断，当被屏蔽的信号为低阻抗波（低频 \ 磁场波等）时应该尽量加大屏蔽体与发射源的距离（增加距离增大波阻抗），当被屏蔽的信号为高阻抗波（高频电场波）时，应尽量减小屏蔽体与发射源的距离（减小距离增大波阻抗），这样做的目的就是增大反射损耗，增加屏蔽体的屏蔽效能；