

深圳市赛盛技术有限公司

EMC 技术期刊

(2006 年下半年度第二期)

编辑：深圳市赛盛技术有限公司期刊编辑部

主编：吴卫兵

本期责任编辑：杨志奇 蒋万良

支持网站：华夏电磁兼容网（网址：www.51emc.com）

地址：广东省深圳市南山区科技园汇景豪苑海欣阁 27G 邮编：518057

电话：0755-26966005 传真：0755-26966817

E-mail：51emc@163.com

如果需要订阅《EMC 技术期刊》，请填写真实的公司名称，姓名，联系电话，E-mail 等信息，发送邮件到：51emc@163.com

※期刊摘要

◇ [行业动态](#)

◇ [整改案例](#)

◇ [技术文章](#)

◇ [知识点滴](#)

◇ [问题解答](#)

● 行业动态

一. 赛盛技术将于2006年10月27-29日(两天半)在深圳, 11月10-12日在上海两地举办<<EMC工程设计高级务实研修班>>

在前面六期成功举办的EMC工程设计研修班的基础上, 应广大企业研发工程师的要求, 深圳市赛盛技术有限公司将于2006年10月27-29日在深圳, 11月10-12日在上海两地举办<<EMC工程设计高级务实研修班>>, 详情请登陆深圳市赛盛技术有限公司网站(www.ses-tech.com), 诚邀各研发人员报名参加……



7月21-23日深圳成功举办<<EMC工程设计高级研修班>>合影

● 整改案例

案例一

网络电话辐射整改案例

该产品为网络电话机，可以当作普通电话使用。有 2 个电话口，一个百兆网口，支持无线局域网，使用电池、电源双路供电。该产品出口欧洲，在实验室认证过程中出现多项测试不通过，主要的难关为辐射发射测试难以通过。在实验室测试发现无改动单板测试，超标严重；其中 200MHz 超标幅度最高达 15dB。

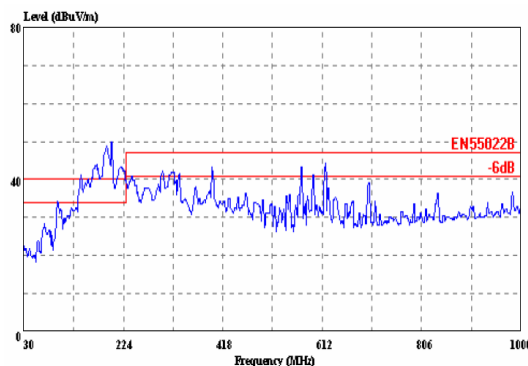
一. 试验目的

在现有的单板，不使用屏蔽方案、成本要求控制在一元内，测试要求能在至少 3 家以上实验室通过。

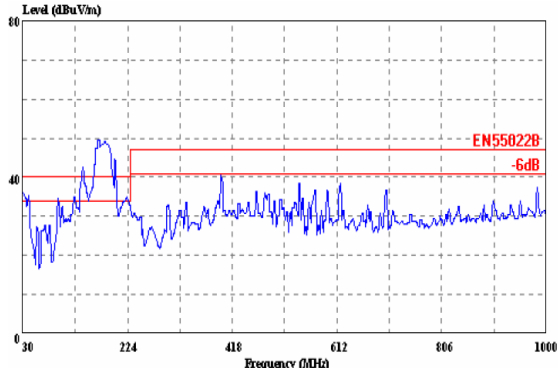
二. 定位测试

1、带上全部电缆测试，200MHz 水平超标 10dB，垂直超标 9.5dB。

水平测试

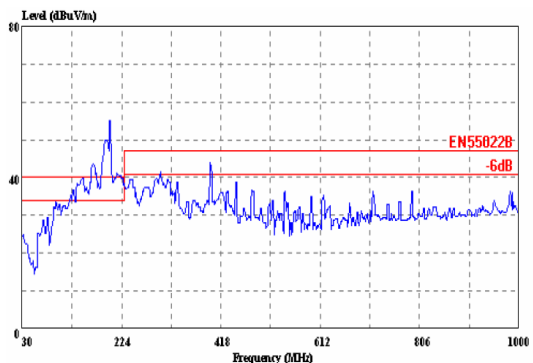


垂直测试

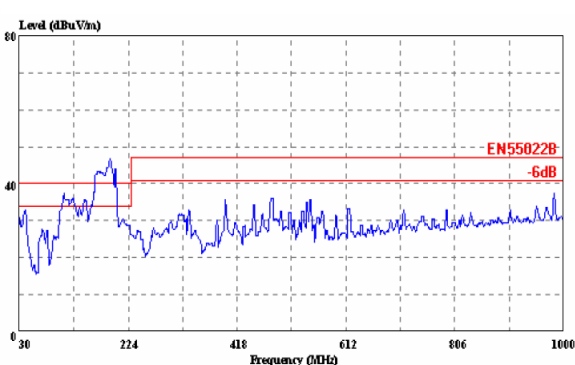


2、只带二个电话口测试, 看其效果;

水平测试

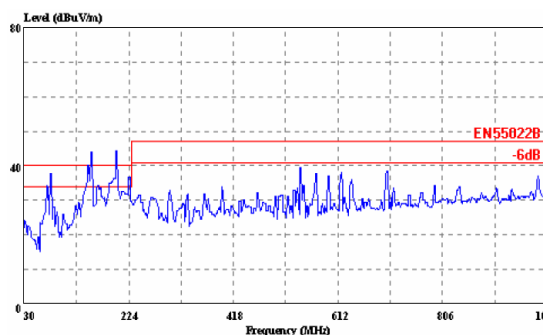


垂直测试

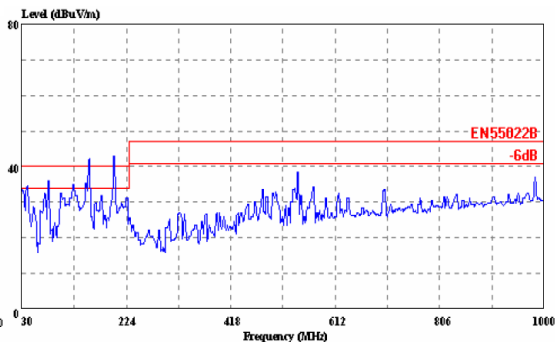


3、只带网口测试, 看其效果

水平测试

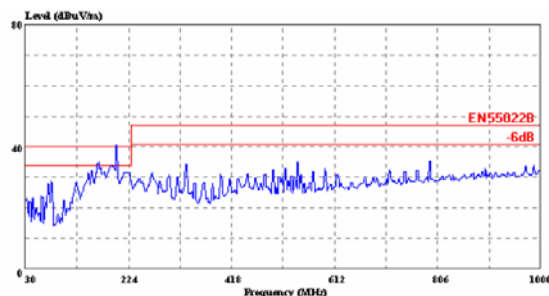


垂直测试

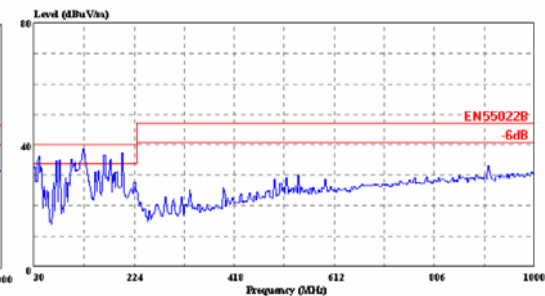


4、单机裸板测试（不带其它线缆） 200MHz 超标 0.45dB

水平测试



垂直测试

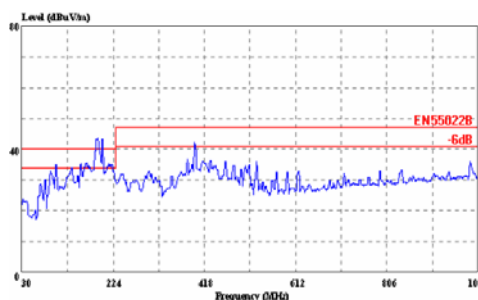


上面的测试结果发现，主要的辐射源为电话口以及网口。后续整改的主要方向为接口滤波，裸板测试 200MHz 超标，说明本身单板地设计不是很好，单板滤波也需要处理；

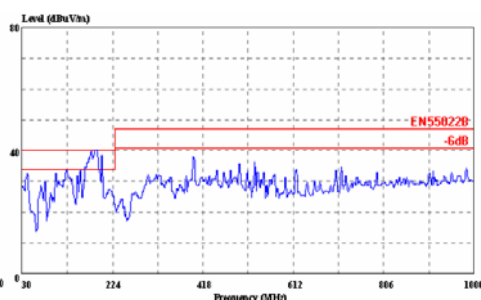
三、整改测试

1、单板 CPU、SDRAM 电源管脚增加 1000pF 高频滤波电容全配置测试。

水平测试

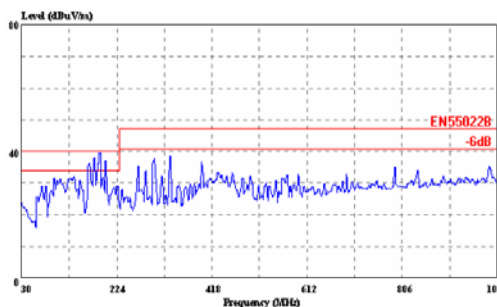


垂直测试

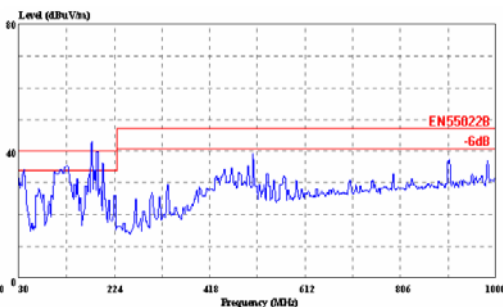


2、单板地分割的地方连接起来全配置测试。

水平测试



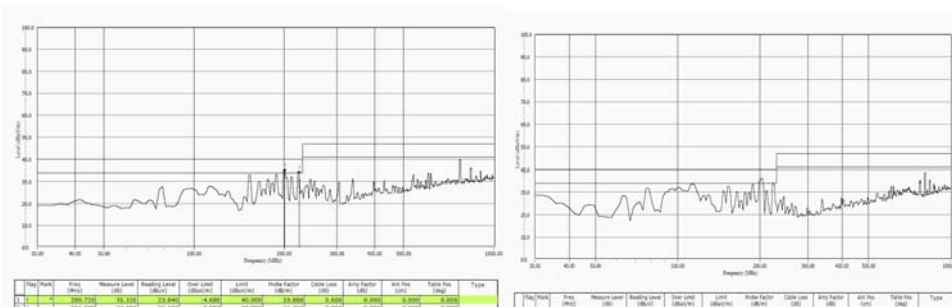
垂直测试



3、单板地连接，CPU 增加高频滤波电容的单板全配置测试。

水平测试

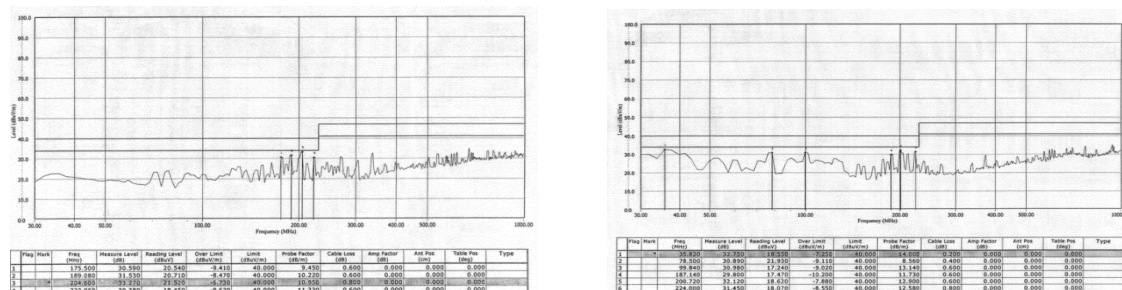
垂直测试



4、单板地连接，CPU 增加高频滤波电容，网口变压器中差分线对地加电容，电话口信号线串磁珠的单板全配置测试。

水平测试

垂直测试



四 最终整改方案

- 1、在主芯片的上面增加高频滤波电容，有效抑止芯片对电源的干扰；
- 2、将单板上所有地分割的地方连接起来，以减小跨分割信号的回流面积；
- 3、在网口变压器的差分信号线对地加高频滤波电容位置，以减少差分线对外的辐射；
- 4、电话口中的信号上分别串上高频滤波磁珠，能有效抑止电话线对外的辐射；

案例二

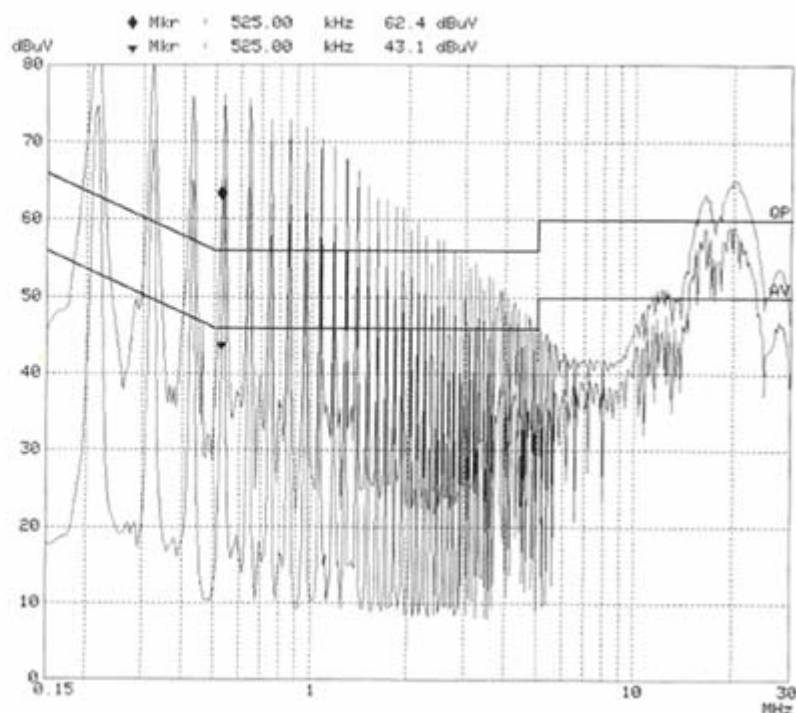
安防摄像头产品传导发射整改案例

背景

某公司摄像头产品进行 FCC 认证，EMC 测试时传导发射超标。电源输入是直流 24V，设备没有接地线。

定位整改测试

原始状态



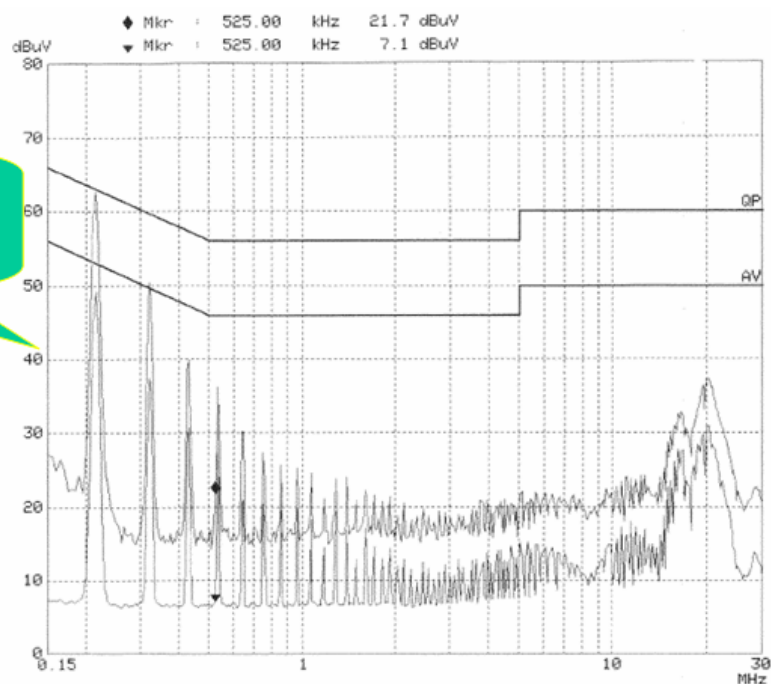
原因初步分析

- 1、低频两百多 KHZ 以及 1—6 MHz 频段超标；说明差模滤波与共模滤波有问题；
- 2、结合电源接口电路分析发现，接口根本就没有做滤波设计；

改进措施一

改进措施1测试

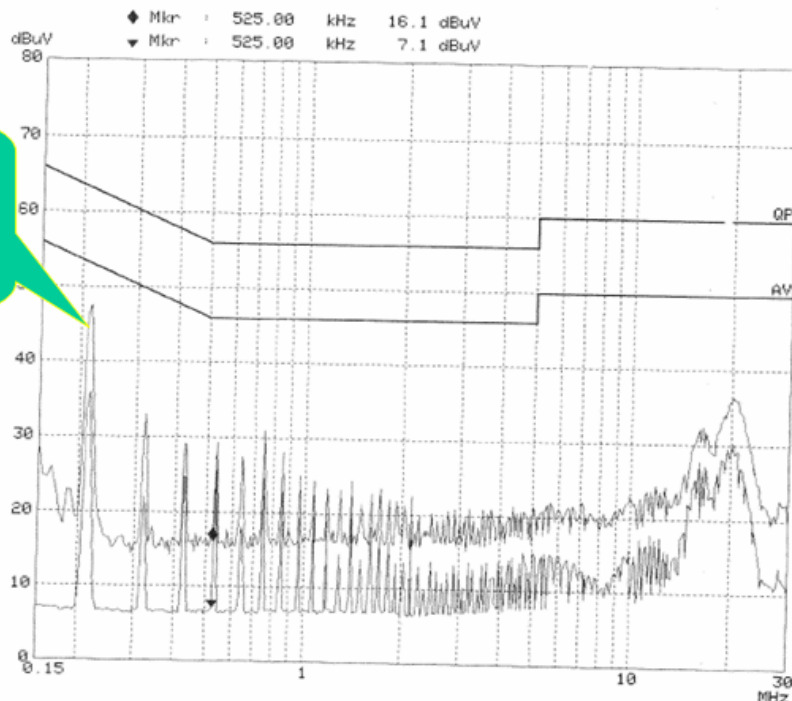
2.2mH+100uH(差模电感) × 2 + 1mH+1uF



改进措施二

改进措施2测试

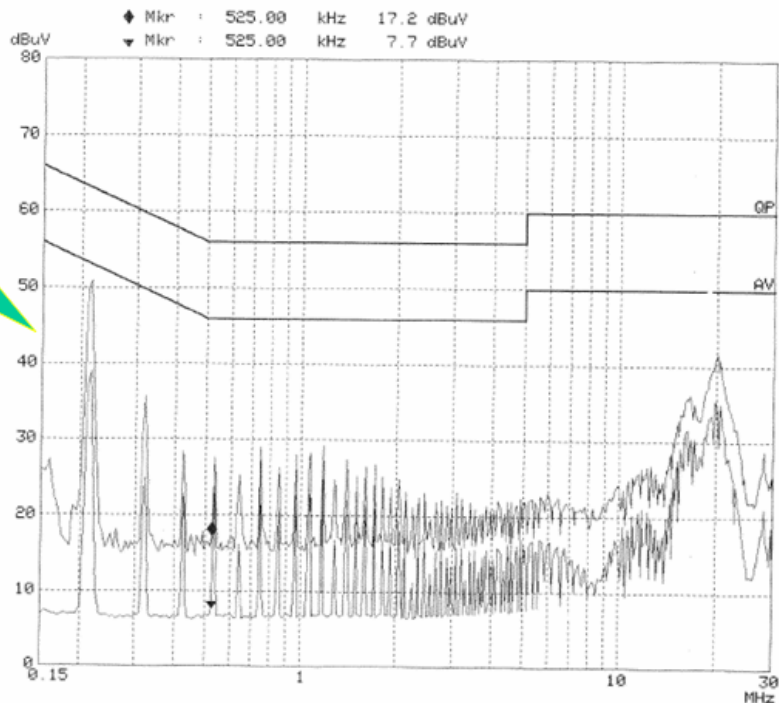
2.2mH+100uH(差模电感) × 2 + 1mH+1uF+3.3uf



改进措施三

改进措施3测试

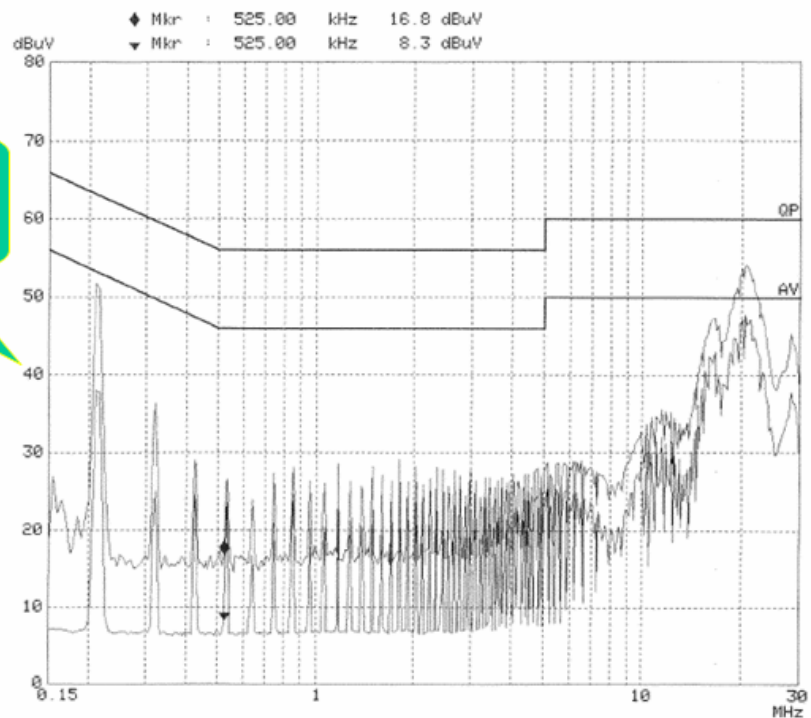
2.2mH+100uH(差模电感) × 2 + 1uF+3.3uf



改进措施四

改进措施4测试

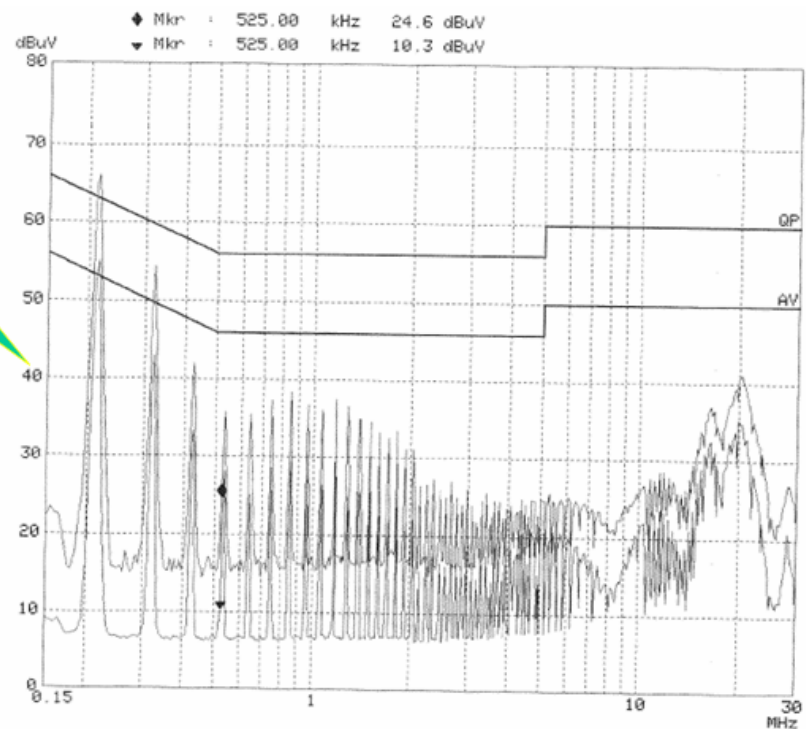
100uH(差模电感) $\times 2 + 3.3\mu\text{f}$



改进措施五

改进措施5测试

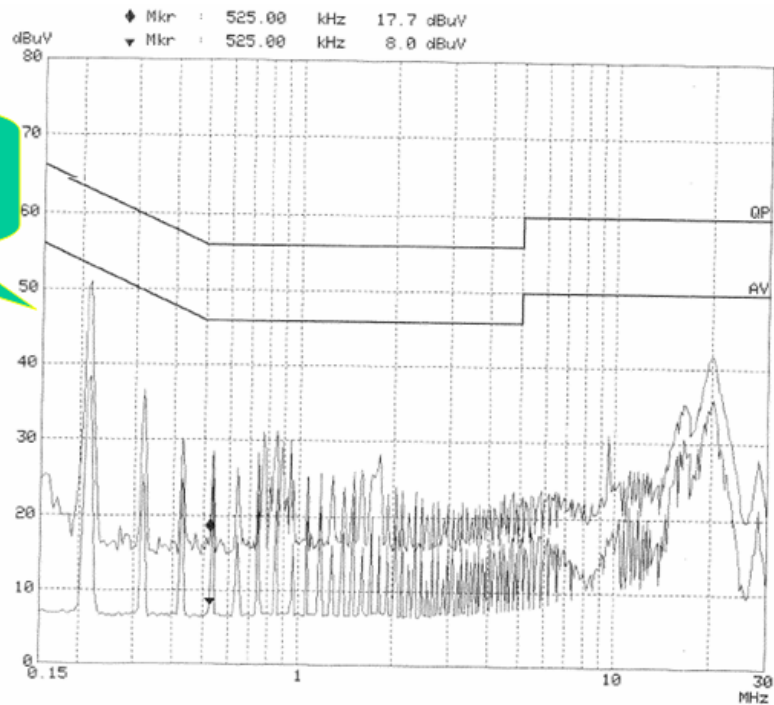
1mH+3.3uF



改进措施六

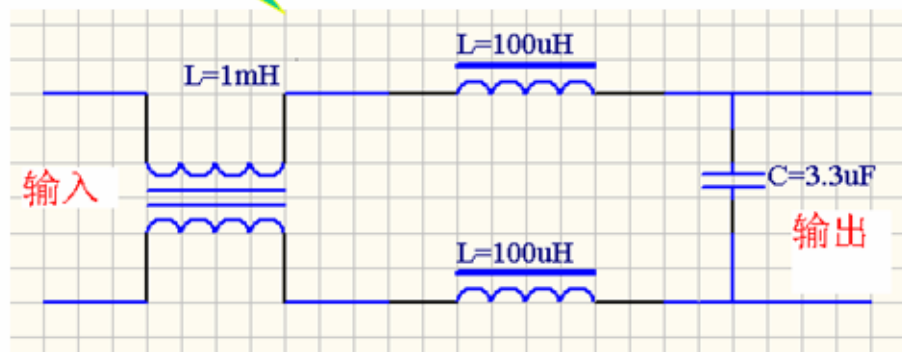
改进措施6测试

1mH+100uH(差模电感) × 2 + 3.3uF



根据以上整改定位测试情况, 可以得出产品要满足标准要求, 最少需要的元器件电路方案如下:

差模、共模措施需要到位!



案例总结

- 电源接口设计需要进行差模共模滤波；
- 测试超标时需要根据相应的频段进行有针对性的改进；
- 改进EMC问题需要了解器件的特性；

● 技术文章

2006 绿色工程专题报道—电磁兼容篇--

中国电子企业的电磁兼容设计挑战及应对策略分析

作者：蒋万良，工程部经理；吴卫兵，首席 [EMC](#) 专家 深圳市赛盛技术有限公司

(此文章已经发表于电子工程专辑，版权所有，请勿随便转载!)

How To Meet EMC Challenges Facing Chinese Electronics Manufactures

Contents: This article mainly introduces the recent international and domestic requirements of electromagnetic compatibility, describes the current situation of domestic enterprises, and gives some solutions about how to solve the electromagnetic compatibility problems.

本文主要介绍目前国际和国内一些电磁兼容(EMC)要求，以及中国本土企业所处现状，并对如何从设计层面解决所面临的电 EMC 问题给出一些策略。只要企业改变过去的设计观念，提高工程师的设计水平，建立一套实践性强的设计流程，就可以很从容地解决 EMC 问题。

工业设备、医疗仪器、信息技术设备、汽车电子、电力自动化设备等产生的[电磁干扰](#)不仅会干扰公共安全和通信设备的工作，相互间干扰还可能造成性能下降乃至无法工作，甚至产生事故和损坏设备，而且对居民的日常生活甚身体健康会造成一定影响和危害。因此保护电磁环境、防止电磁干扰、解决电磁兼容的问题，已引起世界各国及相关国际组织的普遍关注。

上世纪 90 年代以来，许多国家都相继颁布相关法令、管理规范及标准，纷纷采取措施加强对产品的电磁兼容认证。如欧盟规定所有进入欧盟的电子、电器产品必须符合 CE 认证的要求；而进入北美地区的电子产品，必须满足 FCC 认证要求。从 2003 年 8 月 1 日开始，中国也对强制性产品认证进行执法监督，对于属于《第一批实施电磁兼容安全认证的产品目录》内的产品，没有通过 3C 认证的，则不得出厂销售、进口或在经营性活动中使用。后续这个强制认证目录还会不断地增加产品种类，最终达到所有的电子产品都需要进行强制认证。

目前所有发达地区都对电子产品的出口都有电磁兼容的强制要求，而且中国也正有计划地按步骤对电子产品实施强制认证。因此中国企业不论产品是出口还是内销，都会面临这样一个问题，即如何使自己的产品满足相应市场中的电磁兼容要求，快速取得相关认证，从而顺利进入目标市场。

电磁兼容设计是一门以电磁场理论为基础，包括信息、电工、电子、通信、材料、结构等学科的边缘科学，同时也是一门实践性比较强的学科，需要产品工程师掌握丰富的实践知识。而目前来讲，中国具有丰富电磁兼容理论与实践知识的硬件工程师相对较少。除了缺少专业的 EMC 设计人才，很多企业没有具体明确 EMC 责任人，没有具体负责的 EMC 工程师，企业没有产品 EMC 设计流程，于是在电磁兼容设计方面遇到不少的挑战。

产品类别	北美地区 FCC认证	欧盟地区 CE认证	中国 3C认证
信息技术设备	FCC PART15	EN55022 EN55024	GB9254 GB/T17618
音视频设备	FCC PART15	EN55013 EN55020	GB13837 GB/T9383
医疗设备	FCC PART18	EN55011	GB 4824

表：不同类别产品需要通过的电磁兼容标准与认证。

如何有效应对电磁兼容要求挑战？

产品不能通过电磁兼容要求的认证，就不能进入对应的市场，因此企业必须解决电磁兼容这个难题。从经验来看，以下是一些有效应对电磁兼容挑战的对策：

首先，在研发前期考虑电磁兼容设计。对于电磁兼容问题，大部分企业都在产品设计前期不考虑，都是寄希望在测试阶段解决，也就是串行设计：产品功能设计完成后再进行产品 EMC 设计。所以表现为许多企业招聘 EMC 整改工程师来解决设计成型产品的 EMC 问题，这样大量的人力和物力都投入在后期的测试/验证、整改阶段。即使产品整改成功，但大多情况下整改涉及电路原理、PCB 设计、结构模具的变更，研发费用会大大增加，周期会大大延长。其实整个电磁兼容问题产生的源头是单板的电路设计，解决问题的办法通常是在设计的过程中进行电路的滤波设计、接地设计、PCB 设计以及结构体屏蔽设计。只有在前期产品设计过程中考虑电磁兼容问题，才能从根本上解决。因此作为电子设备企业，公司整体需要有这样的意识：在研发前期考虑电磁兼容设计，并行和同步于产品功能设计，一次性把产品设计好。

其次，企业需要解决产品设计工程师的电磁兼容经验与意识问题。作为产品的硬件工程师，除了原先必须掌握的电路设计知识外，还必须掌握 EMI 辐射的设计知识以及一定的抗干扰设计方法，如 ESD 静电抗干扰。这样硬件工程师才能在设计过程中，如原理图设计、PCB 设计阶段考虑电磁兼容问题，保证后续产品验证时能通过测试。另外，PCB 设计工程师也需要掌握相应的器件布局、层叠设计、高速布线方面的 EMC 设计知识，保证不因为 PCB 设计不良产生 EMC 问题。结构工程师需要了解产品结构的屏蔽设计知识，了解开孔、缝隙处理方面的知识，保证不产生辐射泄露。但目前中国大部分企业硬件工程师、PCB 工程师、结构工程师、系统工程师等都缺乏相应的 EMC 经验。所以企

业内部需要通过一定专业技能培训学习，弥补经验的不足，同时在实践中加以应用，才能使公司的整体电磁兼容设计水平快速提升。

第三，建立一套规范的 EMC 设计体系。目前全球做的比较成功的企业通常采取一种系统的 EMC 设计流程，我们称之为“系统流程法”，即在研发流程中融入 EMC 设计理念，在产品设计的各个阶段进行 EMC 设计控制，把可能出现的 EMC 问题在研发前期进行考虑；设计过程中主要从产品的电路（原理图、PCB 设计）、结构与电缆、电源模块、接地等方面系统考虑 EMC 问题，针对可能出现的 EMC 问题进行前期充分考虑，从而确保产品样品出来后能够一次性通过测试与认证。如果能从设计流程的早期阶段就导入正确的 EMC 设计策略，同时研发工程师掌握正确的 EMC 设计方法，从产品设计源头解决 EMC 问题，将可以减少许多不必要的人力及研发成本，顺利地通过电磁兼容测试，同时也缩短产品上市周期。

● 知识点滴

1、dB

dB 是一个表征相对值的值，纯粹的比值，只表示两个量的相对大小关系，没有单位，当考虑甲的功率相比于乙功率大或小多少个 dB 时，按下面计算公式： $10\log(\text{甲功率}/\text{乙功率})$ ，如果采用两者的电压比计算，要用 $20\log(\text{甲电压}/\text{乙电压})$ 。

[例] 甲功率比乙功率大一倍，那么 $10\lg(\text{甲功率}/\text{乙功率})=10\lg 2=3\text{dB}$ 。也就是说，甲的功率比乙的功率大 3 dB。反之，如果甲的功率是乙的功率的一半，则甲的功率比乙的功率小 3 dB。

2、dBi 和 dBd

dBi 和 dBd 是表示天线功率增益的量，两者都是一个相对值，但参考基准不一样。dBi 的参考基准为全方向性天线，dBd 的参考基准为偶极子，所以两者略有不同。一般认为，表示同一个增益，用 dBi 表示出来比用 dBd 表示出来要大 2.15。

[例] 对于一面增益为 16dBd 的天线，其增益折算成单位为 dBi 时，则为 18.15dBi（一般忽略小数位，为 18dBi）。

[例] $0\text{dBd}=2.15\text{dBi}$ 。

3、dBc

dBc 也是一个表示功率相对值的单位，与 dB 的计算方法完全一样。一般来说，dBc 是相对于载波（Carrier）功率而言，在许多情况下，用来度量与载波功率的相对值，如用来度量干扰（同频干扰、互调干扰、交调干扰、带外干扰等）以及耦合、杂散等的相对量值。在采用 dBc 的地方，原则上也可以使用 dB 替代。

4、dBm

dBm 是一个表示功率绝对值的值（也可以认为是以 1mW 功率为基准的一个比值），计算公式为： $10\log(\text{功率值}/1\text{mW})$ 。

[例] 如果功率 P 为 1mW，折算为 dBm 后为 0dBm。

[例] 对于 40W 的功率，按 dBm 单位进行折算后的值应为：

$$10\log(40\text{W}/1\text{mw}) = 10\log(40000) = 10\log 4 + 10\log 10000 = 46\text{dBm}.$$

5、dBw

与 dBm 一样，dBw 是一个表示功率绝对值的单位（也可以认为是以 1W 功率为基准的一个比值），计算公式为： $10\log(\text{功率值}/1\text{w})$ 。dBw 与 dBm 之间的换算关系为： $0\text{ dBw} = 10\log 1\text{ W} = 10\log 1000\text{ mw} = 30\text{ dBm}$ 。

[例] 如果功率 P 为 1w，折算为 dBw 后为 0dBw。

总之，dB，dBi，dBd，dBc 是两个量之间的比值，表示两个量间的相对大小，而 dBm、dBw 则是表示功率绝对大小的值。在 dB，dBm，dBw 计算中，要注意基本概念，用一个 dBm（或 dBw）减另外一个 dBm（dBw）时，得到的结果是 dB，如： $30\text{dBm} - 0\text{dBm} = 30\text{dB}$ 。

一般来讲，在工程中，dBm（或 dBw）和 dBm（或 dBw）之间只有加减，没有乘除。而用得最多的是减法：dBm 减 dBm 实际上是两个功率相除，信号功率和噪声功率相除就是信噪比（SNR）。dBm 加 dBm 实际上是两个功率相乘。

（备注：以上文章摘自“中国 PCB 技术网”）

● 问题解答

问题 1:

吴先生，您好！

我们公司刚成立，在做一些嵌入式板卡方面的产品，关于 EMC 的问题，我们没有经验，现在也不能提出比较恰当的问题。不知吴先生可否提供或者推荐一些相关的资料。

答复问题 1:

对于你进行嵌入式板卡设计，那么从电磁兼容角度需要了解单板原理图设计阶段的 IC 芯片的滤波以及接口滤波，另外还有 PCB 设计过程中一些 EMC 问题实施。现在市场上这类书比较多，典型的有《产品设计中的 EMC 技术（EMC for Product Designers）》，还有就是一本《电磁兼容和印刷电路板 理论、设计和布线》介绍 PCB 设计的。我这边有些网上收集的 EMC 资料，到时发给你。

问题 2:

吴工：

你好！由于公司发展需要，现需要组建公司内部 EMC 实验室，但本人以前从未涉及过此类工作，不知吴工是否能给推荐些关于搭建公司内部 EMC 实验室方面的较为详细的资料？

答复问题 2:

你好！

关于搭建企业实验室，有以下几个方面需要明确：

- 1、首先需要了解你们具体验证什么产品的，是 ITE 类，还是 AV 类的，还是无线类别，不同产品测试标准不一样，最终对仪器要求也不一样；同时对实验室的供电系统也不一样；
- 2、实验室目的是做预测试还是做认证，这样对仪器和场地的要求是不一样的；

3、另外实验室是建 EMI 实验室，还是建 EMS 实验室呢，这个对投资有很大的不同；

4、目前建实验室方面我没有具体的资料推荐，建议你到深圳南山的几家实验室多看看了解一下。

以上只是我的一些初步建议，如有需要不明白，可以与我进一步交流。

问题 3:

吴工:

您好！我希望您能推荐一些 EMC 方面的仿真软件。谢谢！

答复问题 3:

我几年前使用过软件如 FLO/EMC，可以针对结构屏蔽效能进行仿真，主要针对简单的干扰源，如脉冲干扰源电路进行仿真，另外能够对结构的屏蔽效能可以初步分析。对于滤波电路的插损仿真可以用 PSPICE 软件，曾经香港有大学用来仿真开关电源的传导发射问题。

但注意仿真软件只能针对某些特定的电路或单个结构仿真，而 EMC 问题比较复杂，涉及单板元器件、原理图、PCB 设计、结构设计、电缆设计等方面，是系统问题。特别是空间辐射发射问题，目前任何软件仿真结果都不能很好与产品实际测试结果接近。产品的数值只能靠实验室仪器测试得出！这也是目前 EMC 实验室比较紧张比较忙的原因。EMC 空间辐射仿真是进行三维仿真，但以下几个方面使得仿真软件所面临的难题，1、单板本身干扰源的复杂性，给高频建模带来难题；2、实际产品单板分布参数的提取，由于单板布局，层叠结构的复杂，给单板分布参数提出带来困难。3、产品内部、外部电缆的高频仿真模型建立；4、在已有电路的基础上还要叠加产品结构。

问题 4:

吴先生：你好！

感谢上次的回复！

就上次问题，我查过 GB4824.1-2-2004《工业、科学和医疗（ISM）射频设备电磁骚扰特性 限值 and 测量方法》，该标准是否适用我公司的自动化控制与传动设备？

另外，在设计中要考虑哪些，才能使产品达到 EMC 的要求？这个问题可能太大，如能作出指点或介绍要点即可。

谢谢！

答复问题 4:

就上次问题，我查过 GB4824.1-2-2004《工业、科学和医疗（ISM）射频设备电磁骚扰特性 限值和测量方法》，该标准是否适用我公司的自动化控制与传动设备？——》只要你们公司设备属于工业用设备此标准就使用，曾有客户是工业生产线包装设备业采用此标准。

另外，在设计中要考虑哪些，才能使产品达到 EMC 的要求？这个问题可能太大，如能作出指点或介绍要点即可。

——》由于你没有具体说明你的产品，也没有针对具体问题，确实只能从 EMC 设计层面的进行答复。

从整体设备的 EMI 角度来讲，一般开关电源的开关频率、数字电路的晶振属于干扰源，那么需要对系统的电源、高速时钟数字走线进行滤波以及 PCB 设计控制，同时要采取滤波措施（电容、电感、磁珠等）、接地（通过 PCB 设计）、屏蔽（通过结构、电缆设计实现）。

EMS 角度来讲主要是设备的接口设计增加瞬态抑制以及高频抑制器件，同时注意系统电源接口滤波措施已经系统地的分割处理。

如果可以建议你把你的设备电路组成详细描述，这样好给你具体建议。

谢谢！

问题5:

自动化与传动设备的EMC，其限值与试验方法如何确定？

答复问题5:

如果是产品出口所遇到的 EMC 认证要求，一般参照相应地区的认证标准。如果是欧洲, 属于工业设备的话, EMI 部分需要满足 **CISPR 11**（工业、科学、医疗、射频设备电磁干扰测量方法和极限值），

具体的限值与试验方法在标准里有详细描述。EMS 方面可以参照 EN50082-1（电磁兼容 通用抗扰度标准 居住、商业、轻工业环境）。如果有客户特别指定的话，那就按照客户制定要求。

如果是产品实际应用过程中的抗干扰问题，那就需要模拟重现，试验方法可以参照 iec61000-4 系列的具体项目进行，具体等级可以以不出现问题为准。

问题6:

你好，我是一名 05 年刚毕业的本科生，专业是 CS，现所在的公司研发领域很广，在经过几个月的彷徨期后，决定向硬件方面发展，虽然这需要很长的积累期，但主管愿意给我这个机会。在硬件浩瀚的海洋中，我偶然接触到了电感，对此比较感兴趣，在网上搜了一下，发现 EMC 工程师也比较火，觉得应该是个不错的发展方向！现在刚刚开始学，在看一本叫《trilogy of inductors》的书。

您是这方面的大牛，是否可以给我一些向 EMC 工程师方向发展的方法，建议和意见，分享一下您的经验，谢谢!!!

答复问题6:

现在企业无论电子产品出口还是销售国内，都需要 EMC 认证，都需要解决 EMC 问题，因此 EMC 工程师是一个比较有前途与发展的职业。但要成为合格的 EMC 工程师，需要具备以下几个方面知识，1、电磁兼容的标准知识，如产品测试项目参照那些标准，如何测试的；2、对于产品的电路需要了解，对一个产品电路都不了解的工程师根本无法进行整改，更无从进行设计；如对一些电源接口电路，信号接口电路了解。3、具有电磁兼容整改知识，了解产品出现问题如何定位，如何整改的思路；4、具有 EMC 元器件的知识，知道如何使用这些器件，就像你目前所学习电感知识。其他还有电容、磁珠、瞬态抑制器件方面等方面。5、一定的产品接地、PCB 设计知识。

根据你目前具体情况，可以先熟悉 EMC 元器件，然后一定要结合你们设计产品的设计与测试问题进行，从解决问题方面进步与体会是最大的，另外注意学习使用一些 PCB 设计软件、熟悉一些产品常用接口电路，最终向 EMC 整改、EMC 设计方面发展。我想只要你多实践、多思考分析，在 EMC 方面一定会大有收获，同时自己也会有一条比较好的职业发展之路！

欢迎各位读者对我们的期刊提出改进意见和建议，
对想了解的知识问题提出来，以便我们后续改进。

如有什么技术问题也欢迎给我们回复邮件或者在我们的技术支持网站——华夏电磁兼容论坛 (www.51emc.com) 提出，我们会有技术工程师专门解答，对于问题问的比较多的，我们将在下一期中罗列出来统一解答！

欢迎你的来电和邮件垂询，希望“我们的努力，值得你期待！”

我们将竭诚为您服务，打造一流的EMC技术服务！