

---

# 深圳市赛盛技术有限公司

## EMC 技术期刊

(2008 年第八期)

---

编辑：深圳市赛盛技术有限公司期刊编辑部

主编：蒋万良

本期责任编辑：阮鹏

支持网站：赛盛技术（网址：[www.ses-tech.com](http://www.ses-tech.com)）

技术论坛：中国电磁兼容在线 [www.emc-online.cn](http://www.emc-online.cn)

地址：广东省深圳市南山区科技园科发路 2 号朗峰大厦 606A 邮编：518057

电话：0755-26532650 传真：0755-26532652

E-mail：[customer@ses-tech.com](mailto:customer@ses-tech.com)

如果需要订阅《EMC 安规技术期刊》，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：[catton.yang@ses-tech.com](mailto:catton.yang@ses-tech.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

据协会从欧洲自行车网了解到的信息，新电动助力自行车（EPAC）安全标准 EN15194 的制定工作在 2008 年 11 月中旬基本完成。该标准范围包括：直流电压不得高于 48V；最高持续额定功率为 250W；当速度达到每小时 25 公里时，输出逐步降低最后切断。乐观估计，新标准将会在 2009 年年初生效。

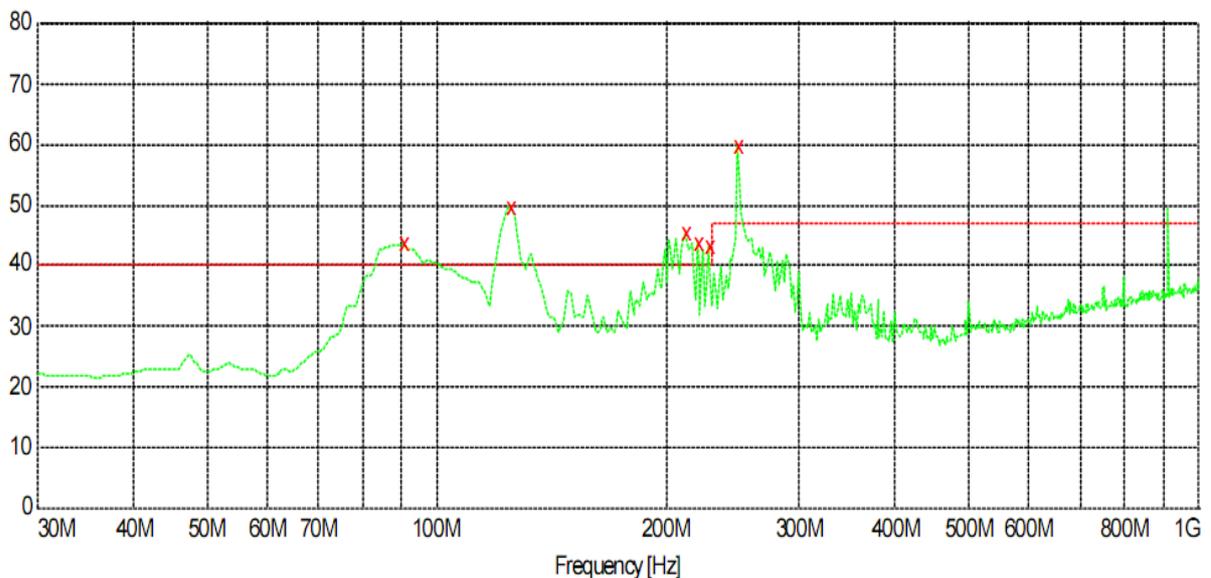
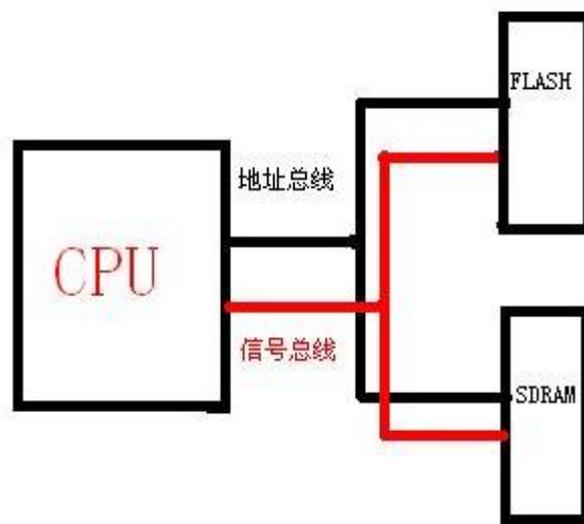
新电动助力自行车（EPAC）安全标准远比当前适用于传统自行车的 CEN 标准复杂。新标准的诞生与电磁兼容性（EMC）标准较为密切。

EMC 标准已经应用于欧洲所有类型的电子设备和交通工具上，如汽车、摩托车和机动脚踏两用车。EMC 电磁兼容性标准的目的是确保当使用助听器或者心脏起搏器的人在驾驶汽车或者骑电动自行车时的安全性，明确了从交通工具的电子元件中产生的电磁脉冲不能对他们使用的助听器及心脏起搏器造成干扰。一旦包含电子元件的交通工具通过了 EMC 测试，将被粘贴 CE 标识。当前所有在市场销售的电动自行车（带脚踏功能的）都要通过 EMC 测试。带脚踏功能的电动自行车整车和电子部件将按照新的 EN15194 EPACs 安全标准，和汽车、摩托车、机动脚踏两用车一样被测试。而 EPACs 测试与 CEN 测试有所不同。生产商可以自行做 CEN 检测，而为了达到 EPACs/EMC 标准，整个系统必须被测试，在每次小调整后还需要再次测试。

## ● 整改案例

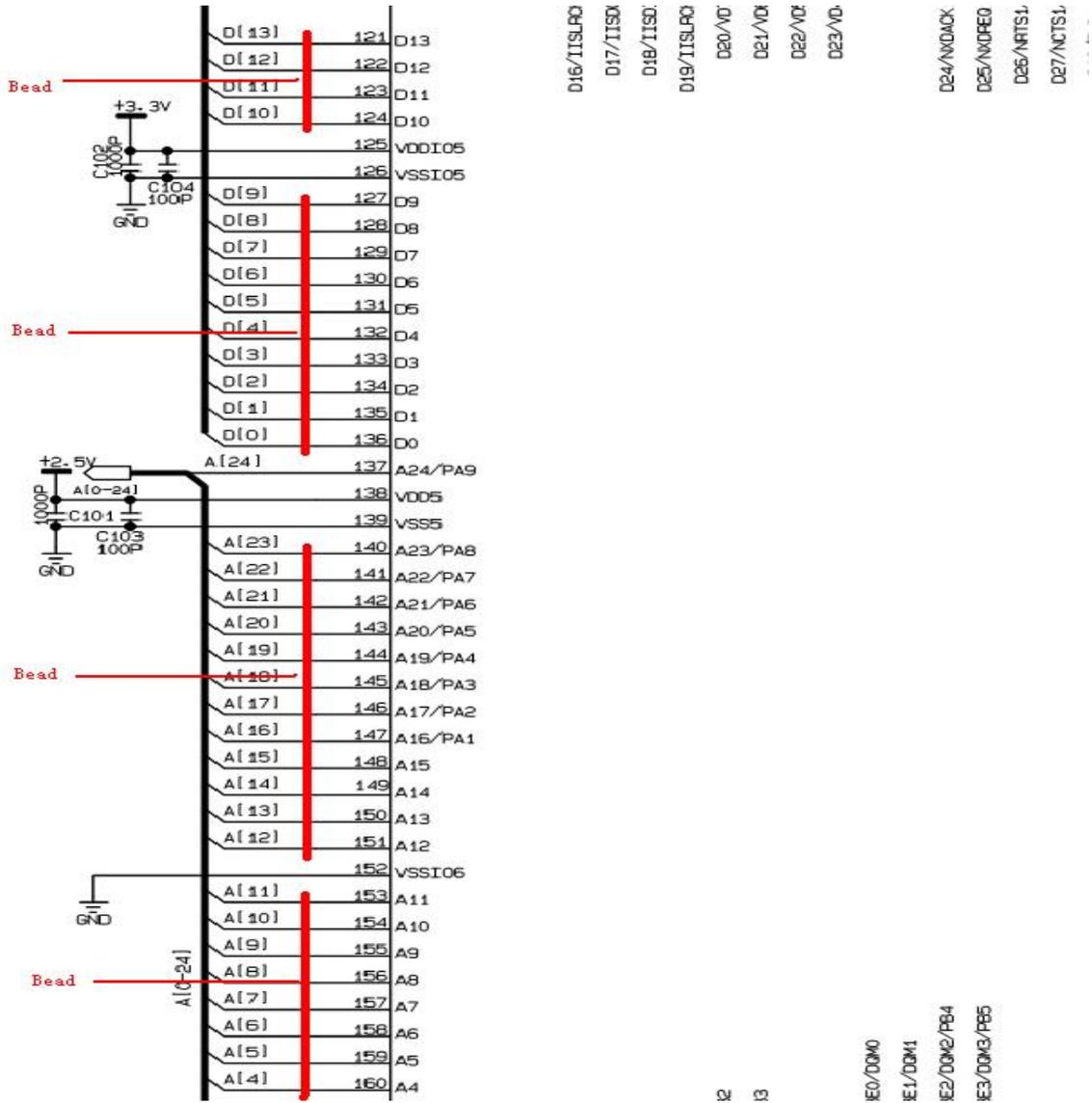
### 地址总线引起的 EMI 辐射问题

**电路架构描述：**在辐射超标的问题中，对于系统总线的关注，特别是时钟信号的关注，大家都非常重视；但是对于地址信号的关注也许就没有时钟信号那么重视了。然而在我司接触到的很多产品，引起超标的包络往往都是地址总线没有设计好。



产品描述分析:

以上是我司整改设计过的一个产品的频谱,裸板测试也是超标,并且有70-200M包络。该产品有一个25M时钟信号,起初我们只是从时钟信号方面入手;虽然结果有很大改善,但是其中的包络降下来的幅度不是很大。经过我们用近场探头分析,发现板子的CPU与SDRAM/FLASH地址总线处,在70M-200M的频谱很高。一般认为,地址信号不是周期信号,能量相对分散,辐射会很低。我们当时尝试将原排阻更换为排珠,结果测试通过。



结论:

通过以上简单的案例分析只是想告诉大家:在电子产品的设计过程中系统存在的地址信号、数据信号虽然它们不是周期信号,但是也要大家在设计时,象对待时钟信号那样关注。在PCB布局设计、原理图设计时,对地址总线及数据总线都要做好充分的EMC设计。

## ● 技术文章

### EMI 整改步骤

(本文章转至网络)

#### 前言

电磁干扰的观念与防制，在国内已逐渐受到重视。虽然目前国内并无严格管制电子产品的电磁干扰（EMI），但由于欧美各国多已实施电磁干扰的要求，加上数字产品的普遍使用，对电磁干扰的要求已是刻不容缓的事情。笔者由于工作的关系，经常遇到许多产品已完成成品设计，因无法通过 EMI 测试，而使设计工程师花费许多时间和精力投入 EMI 的修改，由于属于事后的补救，往往投入许多时间与金钱，甚而影响了产品上市的时机。

#### 1. 正确的诊断

要解决产品上的 EMI 问题，若能在产品设计之初便加以考虑，则可以节省事后再投入许多时间与金钱。由于目前 EMI Design-in 的观念并不是十分普遍，而且由于事先的规划并不能保证其成品可以完全符合电磁干扰的测试在，所以如何正确的诊断 EMI 问题，对于设计工程师及 EMI 工程师是非常重要的。

事实上，我们如果把 EMI 当做一种疾病，当然平时的预防保养是很重要的，而一旦有疾病则正确的诊断，才能得到快速的痊愈，没有正确的诊断，找不到病症的源头，往往事倍功半而拖延费时。故在 EMI 的问题上，常常看到一个 EMI 有问题的产品，由于未能找到造成 EMI 问题的关键，花了许多时间，下了许多对策，却始终无法解决，其中亦不乏专业的 EMI 工程师。以往谈到 EMI 往往强调对策方法，甚而视许多对策秘诀或绝招，然而没有正确的诊断，而在产品上加了一大堆 EMI 抑制组件，其结果往往只会使 EMI 情况更糟。

笔者起初接触产品 EMI 对策修改时，会听到资深 EMI 工程师说把所有 EMI 对策拿掉，就可以通过测试。初听以为是句玩笑话，如今回想这是很宝贵的经验谈。而后亦听到许多 EMI 工程师谈到类似的经验。本文中举出实际的例子，让读者更加了解 EMI 的对策观念。

一般提到如何解决 EMI 问题，大多说是 case by case, 当然从对策上而言，每一个产品的特性及电路板布线 (layout) 情况不同，故无法用几套方法而解决所有 EMI 的问题，但是长久以来，我们一直想要把处理 EMI 问题并做适当的对策，另外也提供专业的 EMI 工程师一种参考方法。在此我们把电磁干扰与对策的一些心得经验整理，希望能对读者有些帮助。

#### 2. EMI 初步诊断步骤

我们提出一套 EMI 诊断上的参考步骤，希望用有系统的方式，快速的找出 EMI 的问题。我们并不准备探讨一些理论计算或公式推演，将从实务上说明。

当一个产品无法通过 EMI 测试，首先就要有一个观念，找出无法通过的问题点，此时千万不能有主观的念头，要在那些地方下对策。常常有许多有经验的 EMI 工程师，由于修改过许多相关产品，对于产品可能造成 EMI 问题的地方也非常了解，而习惯直接就下药方，当然一般皆可能非常有效，但是偶而也会遇到很难修改下来，最后发现问题的关键都是起行认为不可能的地方，之所以会种疏失，就是由于太主观了。因此，不论产品特性熟不熟，我们都要逐一再确认一次，甚而多次确认。这是因为造成 EMI 的问题往往是错综复杂，并非单一点所造成。故反复的做确认及诊断是非常重要的。

我们将初步的诊断步骤详列于下，并加以说明其关键点，这些步骤看来似乎非常平凡简单，不像介绍对策方法各种理论秘籍绝招层出不穷，变化奥妙。其实，许多资深 EMI 工程师在其对策处理时，大部份的时间都在重复这些步骤与判断。笔者要再次强调，只有真正找到造成 EMI 问题的关键，才是解决 EMI 的最佳途径，若仅凭理论推测或经验判断，有时反而会花费更多的时间和精力。

### ■ 步骤一

将桌子转到待测 (EUT) 最大发射的位置, 初步诊断可能的原因, 并关掉 EUT 电源加以确认。

(说明) 由于 EMI 测试上, EUT 必须转 360 度而天线由 1m 到 4m 变化, 其目的是要记录辐射最大的情况。同样地, 当我们发现无法通过测试时, 首先我们先将天线位置移到噪声接收最大高度, 然后将桌子转到最差角度, 此时我们知道在 EUT 面对天线的这一面辐射最强, 故可以初步推测可能的原因, 如此处屏蔽不佳或靠近辐射源或有电线电缆经过等。。

### ■ 步骤二

将连接 EUT 的周边电缆逐一取下, 看干扰的噪声是否降低或消失。

(说明) 若取下某一电缆而干扰的频率减小或甚而消失, 则可知此电缆已成为天线将机板内的噪声辐射出来。事实上, 仔细分析造成 EMI 的关键, 我们可以用一个很简单的模式来表示。

任何 EMI 的 Source 必须要有天线的存在, 才能产生辐射的情形, 若仅单独存在噪声源而没有天线的条件, 此辐射量是很小的, 若将其连接到天线则由于天线效应便把能量辐射到空间。所以 EMI 的对策除了针对噪声源 (Source) 做处理外, 最重要的查破坏产生辐射的条件——天线。以往我们最常看到谈 EMI 对策离不开屏蔽 (Shielding), 滤波 (Filter), 接地 (Grounding), 对于接地往往一块电路板多已固定, 而无法再做处理, 因为这一部份在电路板布线 (Layout) 时就须仔细考虑, 若板子已完成则此时可变动的空间就非常小, 一般方式仅能找出噪声小的接地处用较粗的地线连接, 减低共模 (Common mode) 噪声。屏蔽所牵涉的材质与花费亦甚高, 滤波的方式则是常可见 Bead 电感等, 往往用了一大堆亦不甚见效, 何以如此, 许多时候是我们没有解决其辐射的天线效应。一般而言, 噪声的能量并不会因加一些对策组件便消失, 也就是能量不减, 我们所要做的工作是如何避免噪声辐射到空间 (辐射测试) 或由电源传出 (传导测试)。

在此我们整理了产生辐射常见的几种情形供读者参考。

#### (1) 机器外部连接之电缆成为辐射天线

由于机器本身外部所连接的电缆成为天线效应, 将噪声辐射到空间, 此时噪声的大小和电缆的长度有关, 因电缆的天线效应相对于噪声半波长时共振情形会最大, 也往往是造成 EMI 无法通过测试。在解决这个问题前必须要做一些判断, 否则很容易疏忽而浪费时间。

##### (a) 噪声是由机器内部电路板或接地所产生

此情形为将电缆取下, 或加一个磁环则噪声减低或消失。此时必须做的一个步骤是将线靠近机器 (不须直接连接) 看噪声是否会存在, 若噪声并没有升高, 则可确实判定由机器内部产生, 若将电缆靠近而干扰噪声马上升高, 由此时请参考 (b) 的说明。

##### (b) 噪声是由机器内部耦合到电缆线上, 而使电缆成为辐射天线。

这一点是许多测试工程师容易忽略的。此情形如 (a) 中所提到的, 只要将一条电缆靠近, 则可从频谱上看到噪声立刻升高, 此表示噪声已不单纯是由线上所辐射出, 而是机器本身的噪声能量相当大, 一旦有天线靠近则立刻会耦合至天线而辐射出来。在实际测试中, 我们发现许多通讯产品有这类情形发生, 此时若单纯用 Core 或 Bead 去处理, 并不能真正的解决问题。

#### (2) 机器内部的引线, 连接线成为辐射天线

由于许多产品内部常有一些电线彼此连接工作厅, 当这些线靠近噪声源很容易成为天线, 将噪声辐射出去。针对此点的判断, 在 200MHz 以下之噪声, 我们可以在线上加一 Core 来判断噪声是否减低, 而对于 200MHz 以上之高频噪声, 我们可以将线的位置做前后左右的移动, 看噪声是否会增大或减小。

#### (3) 电路板上的布线成为辐射天线

由于走线太长或靠近噪声源而本身被耦合成为发射天线, 此种情形当外部电缆都取下, 而仅剩电路板时, 在频谱仪上可看见噪声依然存在, 此时可用探棒测量电路板噪声最强的地方, 找到辐射的问题加以解决。关于探测的工具及方法, 将于后详细说明。

#### (4) 电路板上的组件成为辐射来源

由于所使用的 IC 或 CPU 本身在运作时产生很大的辐射, 使得 EMI 测试无法通过, 这种情形往往在

经过(1)、(2)、(3)的分析后噪声依然存在,通常解决的方法不外换一个类似的组件,看EMI特性是否会好一些。另外就是电路板重新布线时,将其摆放于影响最小的位置,也就是附近没有I/O Port及连接线等经过,当然若情况允许,将整个组件用金属外壳包覆(Shielding)也是一种快速有效的方法。

由以上的分析介绍我们可以了解,造成电磁干扰辐射最关键的地方就是电线的问题,当有了适当的天线条件存在很容易就产生干扰,另外电源线往往亦是造成天线效应的主因,这是在许多EMI对策中最容易疏忽的。

#### ■ 步骤三

电源线无法移去,可在其上夹Core或水平垂直摆动,看噪声是否有减小或变化。若产品有电池设备则可取下电源线判断,如Notebook PC等。

(说明)如前所述电源线往往是会成为辐射天线,尤其是Desktop PC类产品,往往300MHz以上的噪声会由空间耦合到电源线上,所以判断产品的电源线是否受到感染是必须的步骤。由于噪声频带的影响,对200MHz以下可用加Core的方式(可一次多加数个)判断,对于200MHz以上的噪声,由于此时Core的作用不大,可将电源线水平摆放和垂直摆放,看干扰噪声是否有差别,若水平和垂直有很明显的差别,则可一边摆动电源线一边看频谱仪(Spectrum)上噪声之大小有否变化,如此便可知道电源线有否干扰。

至于若发现电源线会产生辐射时如何解决,一般皆不好处理,通常先想办法使机器内的噪声减小,以避免电源线的二次辐射,而使用Shielded线一般对辐射的影响并不大,故换一条不同长度的电源线,有时也会有很好的效果。

由这一点我们可知道,除了要使可产生辐射噪声的组件远离I/O Port外,其也须尽量远离电源线及Switching power supply的板子,以免耦合到电源线上使得辐射及传导皆无法通过测试。

#### ■ 步骤四

检查电缆接头端的接地螺丝是否旋紧及外端接地是否良好。

(说明)依前三项方式大略找了一下问题后,我们必须再做一些检查,因为透过这些检查,也许无须做任何修改,便可通过EMI测试。例如检查电缆端的螺丝是否锁紧,有时将松掉的螺丝上紧,可加强电缆线的屏蔽效果。另外可检查看看机器外接的Connector的接地是否良好,若外壳为金属而有喷漆,则可考虑将Connector处的喷漆刮掉,使其接地效果较佳。另外若使用Shielded的电缆线,必须检查接头端处外覆的金属网是否和其铁盖密合,许多不佳的屏蔽线(RS232)多因线接头的外覆屏蔽金属网未和连接端的地密合,以致无法充份达到屏蔽的效果。

各种接头如Keyboard及Power supply常常由于接头的插头与机器上的插座间的密合度不好,影响了干扰噪声的辐射。检查的方式可将接头拔掉看噪声是否减小,减小表示两种可能,一为线上本身辐射干扰,另一为接头间接触不好,此时插上接头,用手稍微将接头端左右摇动,看噪声是否会减小或消失,若会减小可将Keyboard或Power supply的连接头,用铜箔胶带贴一圈,以增加其和机器接头的密合度,这一点也是实测上很容易被疏忽,而会误判机器的EMI为何每次测时好时坏,或花许多时间在其它的对策上面。

## ● 知识点滴

### 准峰值、平均值和峰值的区别

采用准峰值检波是民用电磁骚扰发射测试特点，由于民用的电磁兼容产品族标准都是从 CISPR 标准转化过来的，这些标准都是为了保证通信和广播的畅通而编制的，因此骚扰对通信和广播的影响最终是有人的主观听觉效果来判断，平均值检波和峰值检波都不足以描述脉冲的幅度，宽度和频度对视觉造成的影响，而必须用准峰值检波，只有准峰值检波才比较符合人耳对声音的反应规律。

几种检波方式的各自特点：

1. 平均值检波：其最大特点是检波器的充放电时间常数相同，特别适用于对连续波的测量。
2. 峰值检波：它的充电时间常数很小，即使是很窄的脉冲也能很快充电到稳定值，当中频信号消失后，由于电路的放电时间常数很大，检波器的输出电压可在很长时间内保持在峰值上。峰值检波的特点首先在军用设备的骚扰发射试验中被优先采用，因为好多军用装备只要单次脉冲的激励就可以造成爆炸或数字设备的误动作，而无需像音响设备那样讲究时间的积累。
3. 准峰值检波：这种检波器的冲放点时间常数介于平均值于峰值之间，在测量周期内的检波器输出既与脉冲幅度有关，又与脉冲重复频率有关，其输出与干扰对听觉造成的效果相一致。
4. 准峰值测试的主要问题与改进措施

用准峰值检波方式进行测试的主要问题是测量时间长。下面是准峰值检波和峰值检波的测试时间比较。

采用准峰值检波测量 50Hz 干扰信号的最小扫描时间（测量周期为 1s）

频率范围	150kHz~30MHz	30MHz~1000MHz
带宽	9kHz	120kHz
步长	5kHz	50kHz
步数	5970	19400
最小扫描时间	5970s=1b40min	19400s=5b23min

采用峰值检波法正确测量 50Hz 干扰信号的最小扫描时间（测量周期为 20ms）

频率范围	150kHz~30MHz	30MHz~1000MHz
带宽	9kHz	120kHz
步长	5kHz	50kHz
步数	5970	19400
最小扫描时间	119.4s=2min	388s=6min

由于准峰值测量占用的时间比较长，测试的效率比较低，作为改进，实用中常用峰值检波作第一轮测试，因为三种检波当中，用峰值检波得到的测值应当最高，如果首轮测值比标准给定的准峰值和平均值都要来得低的话，则以后的试验不用进行，便能判定试验已经通过。如果峰值测试中有部分测值高于标准规定准峰值和平均值，则就取超过部分的频段补做准峰值和平均值的测试，即使这样，整个测试时间也短于全部用准峰值和平均值检波的测试。

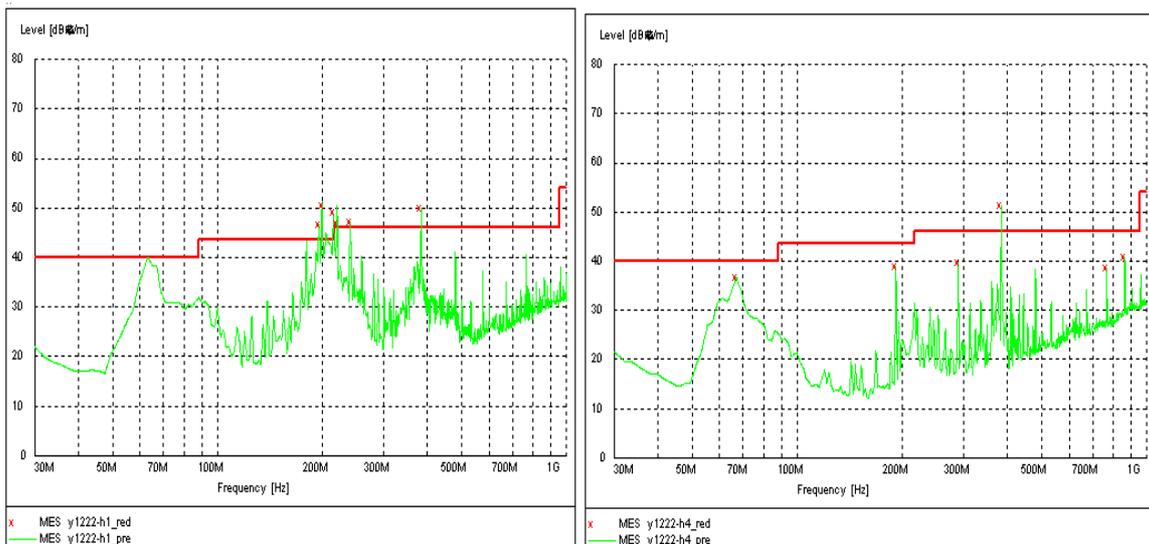
## ● 问题解答

我们在广大读者的提问中选取具有代表性的问题，作为后期（问题解答）栏目中的问题。欢迎各位读者踊跃提出自己的问题，我们将有专家为您解答。

读者甲：吴老师你好：我是×××公司，前两天我们公司的一款产品 FCC 测试时部分频段超标，附件为产品测试时的测试曲线，标注 **without screen** 的为去掉 TFT 彩屏时的测试结果，不另外标注的为整机测试结果，我们产品的 CPU 主频为 192MHz，外部时钟为 24MHz，请贵司专家帮助分析一下超标原因，如能提出整改建议更不胜感激，谢谢。

全配置测试

去掉 TFT 显示器



解答：从数据可以看出主要超标频点为 64MHz、192MHz 以及附近的频点，383MHz，其中 191.288.383. 为一个规律的时钟所产生，大约为 95MHz 左右，请查找单板是否有此时钟源并处理；根据去掉 TFT 显示屏测试结果来看，383MHz 没有下降，说明 383MHz 与 TFT 无明显的关系非常有可能在主板上；192MHz 附件的一些毛刺在拔掉 TFT 的情况下，下降很多，说明与 TFT 关系很大，要重点关注 TFT 或者接口的相关信号；64MHz 在拔掉 TFT 的情况下有所下降，但是余量不大，根据经验来看，可能是电源的干扰，在减小电源负载的情况下有所改善；由于不知道是什么设备，没有详细的电原理图以及 PCB 图 所以不好提供一些针对性的措施。

读者乙:

1. 我公司的产品均为直流供电的模块(不涉及 220V 电源方面), 针对这种 DC 供电的模块, 一般进行 EMC 摸底测试, 需要测试哪些的 EMC 项目(传导方面测试什么, 辐射方面测试什么等)?

答: 测什么项目要看做什么认证, CE 认证中最容易出现问题是: 辐射、传导、ESD、SURGE; 辐射针对整机测试, 传导针对电源口以及信号口, ESD 针对整机、浪涌主要针对电源口测试。

2. 我司打算采购一些能在实验室进行简单摸底和 EMC 故障排查的设备, 比如频谱仪能胜任吗? 可以的话使用哪些型号(我司的频率范围均在 3G 以下)比较好?

答: 频谱仪在没有屏蔽室以及天线的情况下只能作近场分析以及故障排查, 一般 3G 以下的仪器有 HP8591 系列、安利的 MS-8604A、爱德万 R3463。

**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——赛盛技术 ([www.ses-tech.com](http://www.ses-tech.com)) 提出, 我们会有技术工程师专门在线解答, 对于问题的比较多的, 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!**