



## ● 行业动态

### 中国电磁兼容在线论坛诞生 ([www.emc-online.cn](http://www.emc-online.cn))

赛盛技术一直以来以提供专业 EMC 技术解决方案为核心，其中包含研发工程师 EMC 培训、企业产品 EMC 设计整改、企业研发 EMC 设计流程平台建立、产品测试认证等服务，致力于为广大电子研发人员提供专业的 EMC 技术咨询平台。现在我们根据广大电子工程师的要求，结合我们公司自身的优势，创办了中国电磁兼容在线 ([www.emc-online.cn](http://www.emc-online.cn)) 论坛，目的为广大电子工程师提供在线 EMC 技术问题交流的平台以及更好地为合作企业和研发设计人员提供好的售后服务。

本论坛所具有的特点和能够提供的服务如下：

- 1、汇聚行业众多 EMC 专业人才提供技术服务；
- 2、赛盛技术吴卫兵专家在线定期答疑；
- 3、赛盛技术专业技术人员实时在线提供技术援助；
- 4、赛盛技术专业期刊共享下载；
- 5、赛盛技术专业案例共享；
- 6、相关标准的免费共享下载；

欢迎光大电子工程师能够光临并能够沟通交流！

## ● 整改案例

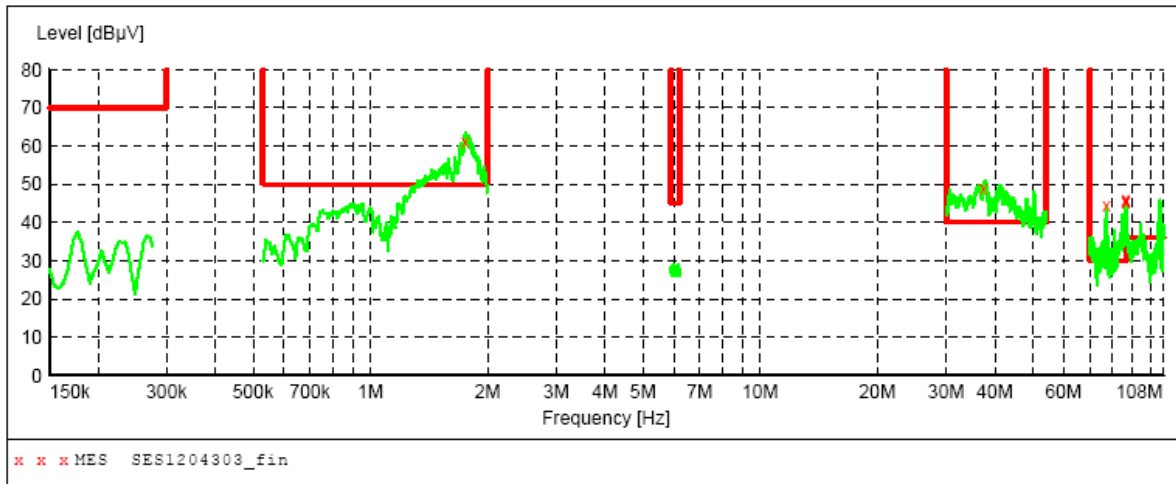
### 车载摄像头传导发射整改分析



前言:

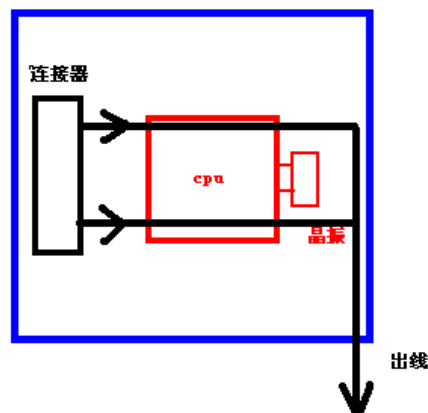
车载摄像头要通过福特汽车的标准要求, 由于前期未作任何 EMC 考虑, 导致辐射发射超标:

整改前测试数据:



分析:

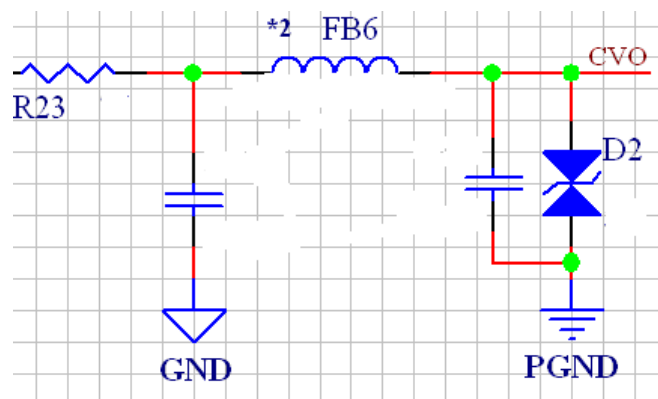
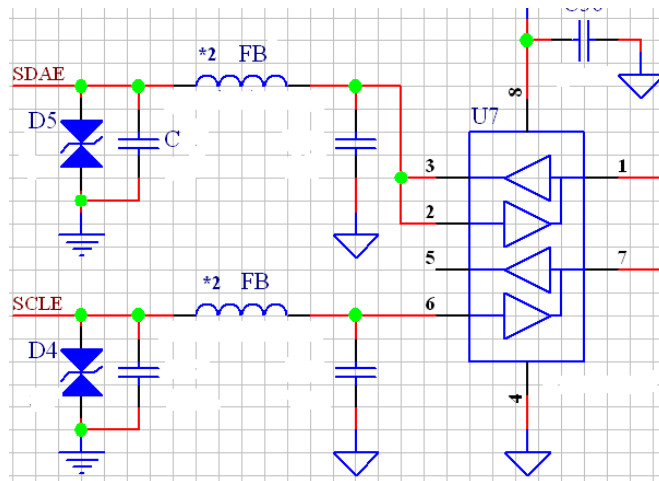
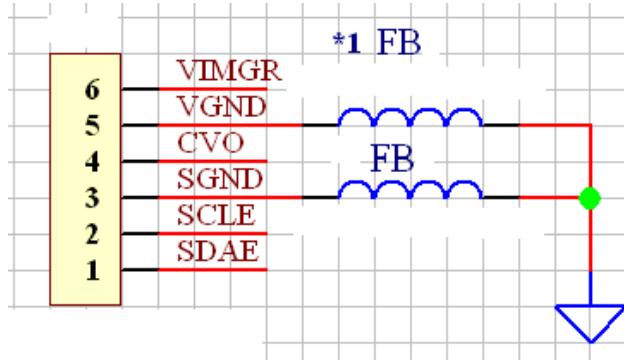
- 1、对外走线跨过强辐射干扰源区;



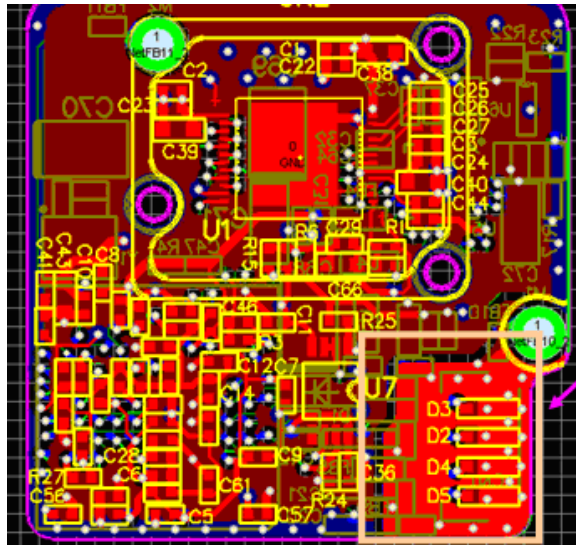
2、对外接口没有进行滤波处理；

设计方案：

1. 接口做滤波处理

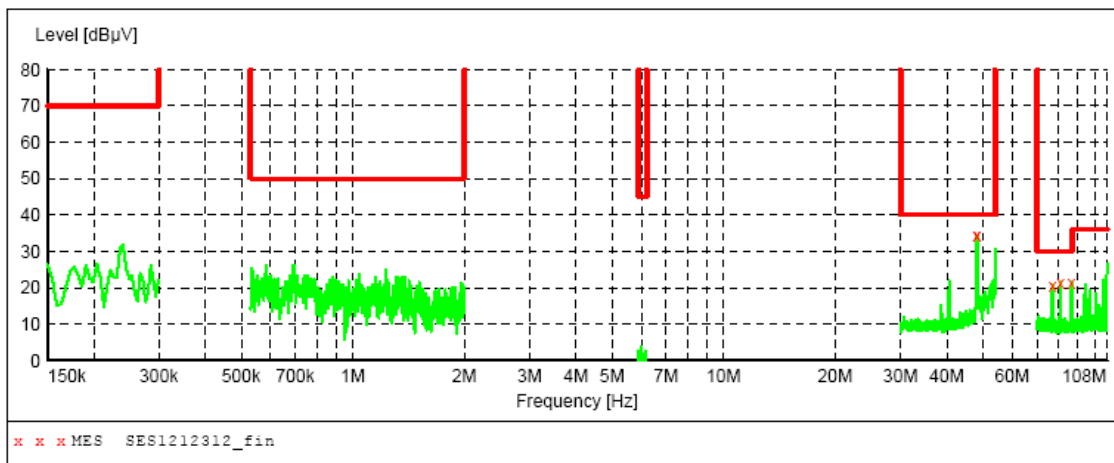


3. 对外走线调整位置，避免在芯片上方跨过



对外连接器位置调整以后直接输出, 走线不用经过芯片上方, 并且在壳体内部走线非常短

最终测试结果:



案例总结:

- 1 设备的出线一定要远离强干扰源, 避免干扰直接耦合到电缆上, 造成接口滤波电路失效;
- 2 接口一定要预留设计滤波电路;

## ● 技术文章

### 浅谈电磁兼容设计（转）

**摘要:**随着电子工业的发展,电磁波技术在国民经济建设中得到了广泛的应用,但同时也对人类生存的环境以及电子产品的安全与可靠性产生了危害。因此要重视电磁兼容设计与测试,确保产品质量

**关键词:**电磁兼容;电磁干扰;EMC设计;测试

#### 0 前言

什么是电磁兼容?

大家可能都有过这样的经历:当你在电脑前工作时,旁边的手机响了,此时电脑屏幕开始闪烁抖动;接电话时收到短信,听筒里出现嗡嗡的声音,这就是电磁干扰。

自从麦克斯韦建立电磁理论,赫芝发现电磁波百余年来,电磁能得到充分的利用,给人类创造了巨大的物质财富。然而,伴随电磁能的利用,也带来了电磁干扰的产生。无用的电磁场,通过辐射和传导的途径,以场和电流(电压)的形式,侵入工作着的敏感的电子设备,使其无法正常工作,它不仅对电子产品的安全与可靠性产生危害,还会对人类及生态产生不良影响。

电磁环境的不断恶化,引起了世界各工业发达国家的重视,特别是20世纪70年代以来,进行了大量的理论研究及实验工作,进而提出了如何使电子设备或系统在其所处的电磁环境中,能够正常的运行,而对在该环境中工作的其它设备或系统也不引入不能承受的电磁干扰的新课题。这就是所谓的电磁兼容。

电磁兼容学是一门新兴的跨学科的综合应用学科。作为边缘技术,它以电气和无线电技术的基本理论为基础,并涉及许多新的技术领域,如微波技术、微电子技术、计算机技术、通信和网络技术以及新材料等等。电磁兼容技术研究范围很广,几乎所有现代化工业领域,如电力、通信、交通、航天、军工、计算机和医疗等都必须解决电磁兼容问题。国际标准化组织已经和正在制定EMC的有关标准和规范。随着市场经济的发展,我国要参与世界技术市场的竞争,进出口的电子产品都必须通过EMC检验。因此,我国政府和相关部门越来越关注EMC问题,不断制定并贯彻有关的强制性标准,各有关部门都开始研究并建立不同规模的EMC实验室和检测中心。各种形式的技术研讨和交流,促进了EMC技术的普及、推广和应用。我国1998年已立法强制对六类进口电子产品(计算机、显示器、打印机、开关电源、电视机和音响)及通信终端产品施行EMC检测,1999年国家质量技术监督局发布了《EMC认证管理办法》。

产品的EMC检测是实现电磁兼容不可缺少的技术手段,强制贯彻电磁兼容标准,则是保证产品质量和提高市场竞争力的先决条件。

#### 1 电磁兼容基本概念

##### 1.1 电磁环境(Electromagnetic Environment)

指存在于给定场所的所有电磁现象的总和,给定场所即空间,所有电磁现象包括全部时间与全部频谱。

##### 1.2 电磁兼容性(Electromagnetic Compatibility EMC)

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受

的电磁骚扰的能力。

对于EMC这一概念，作为一门学科，可译为“电磁兼容”，而作为一个设备或系统的电磁兼容能力，可称为“电磁兼容性”。由定义可以看出，EMC包括两个方面的含义，即设备或系统产生的电磁发射，不致影响其它设备或系统的功能；而本设备或系统的抗干扰能力，又足以使本设备或系统的功能不受其它干扰的影响。这就又引出了另外两个概念—电磁干扰和电磁敏感度。

### 1.3 电磁干扰(Electromagnetic Interference—EMI)

电磁骚扰引起的设备、传输通道或系统性能的下降。所谓电磁骚扰( Electromagnetic Disturbance)是指任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

它可能是电磁噪声、无用信号或传播媒介自身的变化，它可能引起设备或系统降级或损害，但不一定会形成后果，而电磁干扰则是由电磁骚扰引起的后果。

### 1.4 电磁敏感度(Electromagnetic Susceptibility EMS)

在存在电磁骚扰的情况下，装置、设备或系统不能避免性能降低的能力，敏感度高，抗扰度低。其实二者是一个问题的两个方面，即从不同角度反映装置、设备或系统的抗干扰能力。以电平来表示，敏感度电平(刚刚开始出现性能降低时的电平)越小，说明敏感度越高，抗扰度就越低；而抗扰度电平越高，说明抗扰度也越高，敏感度就越低。

## 2 电磁干扰的危害

人们常说的射频干扰(Radio Frequency Interference—RFI)是指无线电广播范围的干扰。在人类进入信息化社会的今天，电磁波作为一种资源已在0 Hz—400 GHz宽频范围内，广泛地用于信息技术产品中，如汽车、通信、计算机、家电等产品，大量地拥入社会和家庭。伴之而来的电磁干扰也就从甚低频到微波波段，无孔不入地辐射或传导至运行中的电子设备或系统以及周围的环境。给设备或系统以及生态带来各种各样的危害。现就几个领域的电磁骚扰现象作简要介绍。

### 2.1 信息技术设备的电磁干扰不容忽视

信息技术设备(Information Technologic Equipment—ITE)是指用于以下目的的设备：接收来自外部源的数据(如通过键盘、数据线输入)；对接收到的数据进行某些处理；提供数据输出。过去，人们往往认为，计算机是以逻辑为特征的数字系统，受自身和外来电磁干扰影响不会很大。尽管在系统设计和工程实现中，也自觉或不自觉地进行着防止和消除各种干扰的工作，然而，提到掌握和运用EMC技术上来认识和研究，其意识性还欠缺。然而，随着微电子技术的发展，计算机已朝高速度、高灵敏度、高集成和多功能方向发展，系统已是含有多种元器件和许多分系统的低压传输信息的复杂设备。高速和高密，会使系统的辐射加重，低压、高灵敏度会使系统的抗扰度降低，因此，由于电磁环境的干扰和系统内部的相互窜扰，严重地威胁着计算机和数字系统工作的稳定性、可靠性和安全性。如兼容机经常出现死机的现象就是典型一例。

### 2.2 信息技术设备的电磁泄漏威胁着信息安全

计算机的键盘、显示屏等都会使信息辐射泄漏出去，如果泄漏的是有用信息，一旦被敌方截获，将会造成巨大损失。美国是最早利用电磁辐射泄漏获取情报和重视防信息泄漏的国家。据资料介绍，当今的截获技术相当先进，可在1 km之内，获



取清晰的屏幕图像。在通信方面，则往往是以传导波的方式泄漏和截获，因为，通信领域的信号传播方式主要是电缆、光缆和无线电波。所以，网络时代，传导形式的泄密更加严重。美国国家安全局和美国国防部从20世纪60年代就开始研究制定和逐步完善的防电磁泄漏标准，就是用于计算机及信息设备防信息泄漏的研究被称作 Tempest 技术。IBM 开发的 Tempest 个人计算机、打印机、显示器等产品，就有明显的市场竞争力。在网络时代，信息泄漏被认为是对网络安全的最大威胁，所以，防信息泄漏已不再只是对军事领域才有意义，而在经济领域及各行各业都应引起足够的重视。

### 2.3 机载系统的EMI现象

我们都知道，在飞机上不允许使用笔记本电脑、手机和听CD片等。其原因就在于避免这些设备产生电磁骚扰，一旦电磁骚扰通过飞机上的电缆线耦合到机上的敏感设备，就可能形成干扰，使设备工作不稳，甚至失控。如果这些骚扰通过机舱的窗户向外辐射，使空间的电磁环境更加复杂，而机身上有大量的传感器和数十副天线，就会因干扰而增加飞机偏离航线或造成其它事故的可能性。现代交通工具越来越多的依赖于电子系统，对车载接收、监控和定位等电子控制系统来说，如果电磁抗扰度不够，就很容易受空间电磁环境干扰而不能正常工作，甚至失控造成事故。如气囊的保护失灵、定位错误等；铁路道岔的信号自动控制，如果因电磁干扰造成误控，将会给列车的行驶带来不堪设想的灾难。

### 2.4 微波领域的电磁干扰

卫星地面站和雷达装置都会受到诸如：特高频波段的电视信号、核电信号等干扰。如美国正在研制的新一代大功率微波武器，其频率在1~100GHz范围，可想而知，如此强的微波辐射将会给电子设备或系统以及生物带来多么严重的破坏和杀伤。

移动电话正在我国蓬勃发展，可是它所产生的电磁干扰手持手机的人们带来许多困扰和惊恐。目前，国家尚无关于移动电话的电磁辐射卫生标准，也无手机电磁辐射测试方法的标准。但据有关部门的初步检测和分析，认为手机的电磁辐射为点频微波辐射。手机在使用过程中，其电磁辐射以手机与基站(网)取得联系时最大，第一声铃响后，辐射逐渐减小，所以，在手机接通后的最初几秒之内，最好不要马上将手机贴耳接听，因为人的大脑和眼睛对辐射是比较敏感的，以免造成伤害。当然，在通话过程中，声调的高低、声音的大小和快慢也会使辐射有所不同。另外，手机的类型不同，天线的内置或外置，其辐射都会有些差别。

### 2.5 EMI对医疗卫生设备或系统的危害

当今，许多医疗设备都采用了先进的电子和信息技术，这些设备的抗扰度如何，直接关系到人们的生命安危。如心脏起搏器，往往就会受到来自计算机、手机等的电磁干扰，使其功能发生变化，所以医疗设备的电磁兼容性设计尤为重要，医疗单位的电磁环境值得关注。另外，雷电和静电放电的危害，也属电磁危害范畴。

## 3 坚持电磁兼容设计。确保产品质量

EMC 学科的建立和一系列电磁兼容标准的制定，为我们从理论与实践的结合上实现产品或系统的电磁兼容提供了指导。

EMC 设计的最终目的是为了使我们的设备或系统能在预定的电磁环境中正常、稳定的工作，并对该电磁环境中的任何事物不构成电磁骚扰，即实现电磁兼容。

EMC 设计涉及的内容很多。从原理上讲，要研究干扰的三要素(干扰源、干扰的



藕合通道和接收器1和抑制干扰措施等；从技术上来说，主要是如何运用滤波、接地和屏蔽三大技术。

电磁兼容设计的基本原则和方法，首先是根据产品设计对EMC提出的要求和相应的指标，然后，依据电磁兼容的有关标准和规范，将设计产品的电磁兼容性指标要求分解成元器件级、电路级、模块级和产品级的指标要求，再按照各级要实现的功能要求，逐级分层次地进行设计。

电磁兼容性设计应考虑的问题很多，但从根本上讲，就是如何提高设备的抗扰度和防止电磁泄漏。通常采取的措施是，一方面设备或系统本身应选用互相干扰最小的设备、电路和部件，并进行合理的布局；再就是通过接地、屏蔽及滤波技术，抑制与隔离电磁骚扰。对不同的设备或系统有不同的设计方法和措施。

另外，值得注意的是在进行EMC设计时，一定不能忽略对静电放电(ESD)的防护。ESD防护的关键，一是防止静电荷的产生和积累，再就是阻隔ESD效应的发生。

#### 4 掌握并运用EMC测试技术

EMC设计与EMC测试是相辅相成的，EMC设计的好坏是要通过EMC测试来衡量的。只有在产品的EMC设计和研制的全过程中，进行EMC的相容性预测和评估，才能及早发现可能存在的电磁干扰，并采取必要的抑制和防护措施，从而确保系统的电磁兼容性。否则，当产品定型或系统建成后再发现不兼容的问题，则需在人力、物力上花很大的代价去修改设计或采取补救的措施。然而，往往难以彻底的解决问题，而给系统的使用带来许多麻烦。

EMC测试包括测试方法、测量仪器和试验场所，测试方法以各类标准为依据，测量仪器以频域为基础，试验场地是进行EMC测试的先决条件，也是衡量EMC工作水平的重要因素。EMC检测受场地的影响很大，尤其以电磁辐射发射、辐射接收与辐射敏感度的测试对场地的要求最为严格。目前，国内外常用的试验场地有：开阔场、半电波暗室、屏蔽室和横电磁波小室等。

在测试仪器方面，以频谱分析仪为核心的自动检测系统，可以快捷、准确地提供EMC有关参数。新型的EMC扫描仪与频谱仪相结合，实现了电磁辐射的可视化，可对系统的单个元器件、PCB板、整机与电缆等进行全方位的三维测试，显示真实的电磁辐射状况。

EMC测试必须依据EMC标准和规范给出的测试方法进行，并以标准规定的极限值作为判据。对于预相容测试，尽管不可能保证产品通过所有项目的标准测试，但至少可以消除绝大部分的电磁干扰，从而提高产品的可信度，而且能够指导如何改进设计、抑制EMI发射。

#### 5 结束语

EMC作为一门多学科的高新技术，以其在质量保证体系中的重要作用而逐渐被人们所认识。坚持电磁兼容性设计，提高贯彻EMC标准的意识，消除电磁干扰，实现电磁兼容，从根本上提高产品的质量与可靠性。

## ● EMC 趣闻

1、为了处理不断增长的北海石油矿藏，苏格兰建立了两个6MW可变速感应电动泵抽油站，其中一个在Negherly，一个在Balbeggie，这两台设备一投入运行，本地电站和电话局收到的控诉便如洪水般的涌来，从区域看，投诉集中在距离这两台设备的高空供电线(33kV)12英里以内的范围。距离供电线4英里的付费电话非常嘈杂，几乎不能使用，然而仅隔一条街道，一住户的电话却不受影响，其他征兆还有：电视帧同步丢失(屏幕滚动)，辉光放电电路的振铃。尽管这两台装置的设计符合电力工业的G5/3谐波标准，这些现象证实它包含的更高次谐波，事实上可达100次(即5kHz)，这个问题成为所有些行业工作人员的一个共同头痛的问题。最终，这些问题引起政府部门的注意，因此迫切需要做些EMC补救工作。尽管这样极度困难，因为石油泵站停机的代价非常高，但最终还是完成了。

2、1992年，医务工作者在将一心脏病病人送往医院的途中，救护车上的监视器/电震发生器始终对她进行观察。不幸的是，当医务人员一打开无线电话机请求帮助时，心机就会关闭。结果这位病人死了。分析表明：因为救护车顶已由金属材料改为玻璃钢，使得监视器单元暴露在特别高的场内，同时车内又安装有远程无线天线。因此这证明：汽车屏蔽效能的降低与强辐射信号的结合对此设备干扰极大。

3、在伦敦地区，电源线上有过多的谐波成分，结果导致交流电源电缆(包括泰晤士河下的部分电缆)过热。造成这种后果的主要原因是个人计算机的迅速普及。在有计算机的办公用房里，与荧光灯配合使用的功率补偿电容破裂越来越常见(电工通常是取掉破裂的电容器)。电源线谐波污染的另一个后果是，零线过热甚至损坏的现象，电子开关设备损坏的现象越来越普遍。在美国，火险公司被提醒：如果没有检验投保公司所使用的零线尺寸和对谐波电流的热承受能力，则不要承接新的保单。

## ● 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：请问关于脉冲群的抑制，有哪些主要的方法？**

答：对于产品脉冲群问题，主要以下几个方面：

- 1、电源端口主要是增加共模滤波措施，主要是共模电感以及Y电容；
- 2、信号端口的主要是信号口的共模抑制，主要措施是增加共模电感，以及对地电容。
- 3、电缆端口增加磁环也可以提高抗干扰水平；
- 4、另外系统的原理图电源，PCB信号环路设计也是比较重要。

读者乙：请教一下什么是平衡线，什么是非平衡线？我现在有点迷糊了！

答：平衡线的一般定义是：两根信号线之间相互回流，不从公共地回流。即一根是正向，另外一根就是负向。比如电话线，以太网线，485信号线，耳机接口的两根线，CAN接口。220V输入的L与N线，信号接口的LVDS差分线，USB接口的差分线。  
非平衡线指多根信号线走公共地回流，相互之间没有辉流，如232串口通信。

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！