

深圳市赛盛技术有限公司

EMC 技术期刊

(2008 年第 1 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: 税丽英 许勇 蒋万良

支持网站: www.ses-tech.com

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: 0755-26532653 **传真:** 0755-26532652

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

国内资深安规专家加入赛盛技术

共同打造“电磁兼容与安规”国内第一技术咨询品牌

赛盛技术在原先电磁兼容EMC全流程技术咨询的基础上引进了安规技术服务，资深安规专家陶明绪老师为我司首席安规专家。

讲师介绍



陶明绪 (Luke Tao)

任赛盛技术首席安规专家

曾任UL苏州实验室CNAS,CBTL授权签字人,
报告审核人

UL美华资深项目工程师

TUV/UL机构培训辅导讲师

TUV实验室高级工程师

Luke Tao, 致力于材料科学, 电子电器产品测试与研究二十余年, 其中十余年安规测试认证经验。对小家电、信息技术设备、音视频、灯具及

光源、电源类产品, 安规关键零部件等的国际 (IEC, EN, UL) 国内 (GB) 安规标准以及测试方法有深入的理解与研究。

先后在多家大型实验室担任安规测试与认证技术主管。其中在德国莱茵TUV集团广州实验室任高级工程师, 负责该实验室的测试技术培训, 测试报告审核。 曾任UL美华资深项目工程师, 苏州实验室CNAS, CBTL授权签字人, 报告审核人。

多次负责建立大型的国内外知名的安规实验室。 在多年的安规测试与认证实践中, 积累了丰富的理论和实际经验, 熟悉安规认证要求及流程, 培训辅导过大批业界安规测试认证工程师, 解决了大量产品CB/CE/GS/TUV//UL/ETL等安规测试与认证难题。

首场《产品安规测试认证与设计》课程已经于3月28, 29日在深圳隆重召开, 下面是培训现场照片。



2008 年电磁兼容 (EMC) 与安规系列培训计划表

课程类型	培训内容	日期	地点	时间	类型	培训对象
电磁兼容课程	板级电磁兼容 (EMC) 设计	2008 年 1 月	深圳	2 天	公开	电磁兼容培训对象 开发部门主管、EMC 工程师、硬件开发工程师、PCB LAYOUT 工程师、结构设计工程师、测试工程师、品管工程师，系统工程师
		2008 年 3 月	北京	2 天	公开	
		2008 年 4 月	上海	2 天	公开	
	电磁兼容 (EMC) 测试与整改	2008 年 5 月	深圳、成都	2 天	公开	
		2008 年 6 月	北京	2 天	公开	
		2008 年 7 月	上海、西安	2 天	公开	
	板级电磁兼容 (EMC) 设计	2008 年 8 月	深圳	2 天	公开	
		2008 年 9 月	北京、成都	2 天	公开	
		2008 年 10 月	上海、西安	2 天	公开	
	电磁兼容 (EMC) 测试与整改	2008 年 11 月	深圳	2 天	公开	
		2008 年 12 月	北京	2 天	公开	
	安规课程	产品安规认证与设计	2008 年 3 月	深圳	2 天	
2008 年 4 月			上海	2 天	公开	
2008 年 5 月			北京	2 天	公开	
2008 年 6 月			深圳、成都	2 天	公开	
2008 年 7 月			上海	2 天	公开	
2008 年 9 月			深圳	2 天	公开	
2008 年 10 月			上海	2 天	公开	
2008 年 11 月			北京、西安	2 天	公开	
2008 年 12 月			深圳	2 天	公开	
企业内训部分	电磁兼容 (EMC) 测试与整改	企业自定		2 天	内训	
	板级电磁兼容 (EMC) 设计	企业自定		2 天	内训	
	EMC 工程设计高级培训	企业自定		2 天	内训	
	产品安规认证与设计	企业自定		2 天	内训	

备注： 1. 以上公开课程我们会提前 1 个月确定具体日期，我们会及时电话和邮件通知！

2. 每次课程实行小班制，名额有限，欲报从速，可预留座位！

3. 以上课程可提供内训，内训讲师时间紧张，如有意向请提前联系，联系电话：

0755-26532650/1/3/4/5/6/7/9

传真：0755-26532652

共 12 页 第 4 页

整改案例

电容在静电整改中的应用

产品名称：电脑一体机

功能特点描述：该设备将电脑的主机和显示器集成在了一起

问题描述：该设备为进入欧洲市场，作为单独的产品做静电测试时，标准要求满足 EN55024 要求，未能通过静电测试。

测试配置：过程记录：

1、原始数据。

静电抗干扰能力很差，只能达到 2kv 量级，超过 2kv，水平和垂直耦合板和前面触摸板接触放电都会造成机器重启。

2、测试结果分析：

仔细研究机器的结构，发现复位，开关，和音量信号都在前面触摸板控制，并且触摸板有一条比较长的排线和主板连接，并没有做滤波处理，据测试结果的分析，怀疑是静电产生的高频电磁干扰造成复位信号的误动作。经过现场定位，在靠近主板端拔掉排线，机器可以通过正负 4KV 的测试，在靠近触摸板端拔掉排线，则机器仍然只达到正负 2KV 的量级。由此可以证明前面的怀疑是正确的！

3、整改方法：

在主板上和触摸板连接的排线连接器各 pin 增加 100pF 的滤波电容，并在排线上增加一个磁环；

4、结论：

通过在主板上和触摸板连接的排线连接器各 pin 增加 100pF 的滤波电容，并在排线上增加一个磁环后可以满足 EN55024 标准的静电测试要求。

结论：在静电的测试中，有时是由于空间的高频干扰引起的机器误动作或死机，在遇到静电的问题时首先定位导致机器误动作或死机的原因，然后进行对策。

5、测试现场照片



继电保护装置电磁干扰的预防措施（转）

电磁兼容是一个比较热门的社会话题，继电保护装置抗电磁干扰能力的提高，更是我们全行业非常关注的目标。许多前辈和同行已作了大量的工作，制定了相关的标准和试验方法。在抗电磁干扰方面，也有许多专著和文章，见著于众多的书刊之上。他们从理论到实践提出了许多提高产品抗电磁干扰能力的真知灼见，一些厂家通过自己的努力，已经做出了许多抗干扰能力很强的产品。根据电力系统的运行环境和继电保护装置发展的实际情况，这次行业抽查，将四项抗电磁干扰检验列为检测项目，其中静电放电干扰、‘快速瞬变干扰和辐射电磁场干扰是首次作为行检项目。通过检验，发现我们的一些产品不能满足上述电磁干扰的检验要求，有些产品对电磁干扰还非常敏感，拒动、误动、死机、改变定值等现象都有发生。因此，电磁干扰仍应该引起我们足够的重视。全行业继电保护装置抗电磁干扰能力的提高，仍然任重道远，还需我们艰苦努力。以下是根据在电磁干扰中的试验情况，针对上述电磁干扰，我们应该采取的一些措施和方法，供大家参考，不当之处请批评指正。

一、抗静电放电干扰

静电放电干扰试验，主要是模拟人体带静电以后，操作继电保护装置时，将产生静电放电现象，对保护装置造成影响和破坏，其防护措施简述如下：

1、面板上尽量不放置或少放置开关、拨盘、防护较差的信号灯、按钮等。面板上的液晶显示屏一定要有较好的软、硬件防护措施。这些器件都有可能将静电放电干扰引入到装置内部，引起装置内部电路元器件的失效和损坏。面板上如必须放置这些器件一定要注意两点：a. 面板和器件都要可靠接地，使静电放电电流有一个良好的接地通道 n(注意，如果装置脆弱的话，静电放电过程中放电火花产生的高频辐射干扰，仍有可能引起装置的混乱和误动) b. 器件内部电路与金属外壳的电气间隙要足够大。使高压静电不至于由于间隙过小产生击穿现象，进入器件的内部电路 o

2、装置采用整体式金属面板，比插件式金属面板要好。整体面板，容易可靠接地(有许多厂家采用了整体金属面板，但没有设计专门的接地线，仅仅依靠金属面板的固定螺钉或面板与机箱的金属铰链实现接地，这样很不可靠，很容易在静电放电干扰过程中出问题，希望各个厂家能够引起注意)，金属面板上要有专门的接地螺钉或其它措施通过专用接地线实现可靠接地。插件式面板、接地困难，常常只能靠面板背面与机箱框架的接触实现接地连结，面板上喷漆的漆膜或铝型材的氧化膜都不导电，且很难清除。无法保证面板与金属机箱框架之间形成良好的电接触。如果通过插件印制板布排专门的面板接地线，往往是得不偿失，很可能把静电放电过程中产生的高电压大电流直接引入到印制板上——形成“干扰地线”，使装置抗静电放电干扰的能力更加脆弱。同时该地线还有可能对一些导电回路的绝缘性能带来不利的影响 o

3、对整体面板最好能实行整体面膜覆盖。对整体面板实行面膜覆盖，可将面板上的显示器、信号灯、按键等等都保护起来，只要面膜的强度足够高(一般的绝缘面膜都能满足要求)，当把静电高压施加到面膜上时，根本就没有放电现象发生，也就不会有静电放电干扰了。

二、快速瞬变干扰的防护

快速瞬变干扰脉冲的主要特点是幅值高，前沿陡，脉冲尖，重复率高。干扰脉冲的前沿特别陡，只有 5 个纳秒，半峰宽度只有 50 纳秒，其频谱分布非常宽，理论计算达 70MHz(要用 200MHz 以上的示波器才能很好的观测)。且脉冲的幅值很高，国家标准规定 3 级为 2KV，4 级为 4KV。对频谱这样宽幅值又很高的干扰进行抑制并非易事，在我们这次抽查检验中，四项干扰试验，不能满足快速瞬变干扰要求的最多，这个结果与我们平时的试验结果也是一致的。可见这是一个普遍而又不轻松的难题。

由于快速瞬变脉冲的特点，其干扰传播方式虽以传导为主，但由于其频谱带宽所致利用分布电容耦合也是其重要传播方式之一，另外也有一部分通过空间辐射进行干扰，这就要求我们对装置进行全面考虑，整体防护。

1、元器件选用：元器件选择的要求、方法很多，就继电保护装置而言，在满足功能要求的前提下，CPU 最好选择自带队 RAM、EPROM、E' PROM，不用扩展，使地址总线、数据数总线都不出芯片。CPU 如不带 E' PROM，存放定值可选用 I' C 总线的 E' PROM 芯片，A/D 转换最好选用模数隔离的芯片，或用 V / F 转换后用光耦进行隔离，CPU 的 I / O 口线都用要光电耦合器进行隔离，CPU 回路要单独供电，并用 DC / DC 电源模块进行隔离。以保证外部进来的干扰与 CPU 回路最大限度的隔离。

2、印制板和电路布局

多层印制板的选用是抑制干扰的一个很好手段，其电源回路具有很大的板间电容，可抑制电源上的各种干扰脉冲，器件间的布线也更简洁、短少、方便，可大大减少各回路间的串扰耦合。

如选用双面板进行布线，则更要对整个电路进行仔细推敲，精心布置，其主要原则是易引进干扰的器件和布线，一定要远离易受干扰的器件和布线，在电路中起隔离作用器件的进线和出线要分开。如光电耦合器的输入和输出的布线一定要尽可能的分开，继电器线圈和接点的布线也要远离，PT、CT 的进出线更要严格分离”

3、装置输入、输出回路的配线和布线

继电保护装置的特点是有大量的输入、输出回路，如电源回路、电压回路、电流回路，开入回路、开出回路等，由于整屏布线时很难把他们一一分开，分别布置，它们常常都是捆扎在一起，由电缆通过各种沟、槽通道连到各个取样点或控制点，因此，通过分布电容的耦合，各个输入、输出回路，都可能会引入干扰。对这样的输入、输出线，在装置内部的布线一定要精心安排，进入装置后要尽快进入隔离器件，如 PT、CT、开关电源、光耦等，布线越短越好，不能与装置内插件间的连线捆扎在一起或混排交叉。对装置内一些必需的软引线也应采取措施，如各个回路采用

单独紧密绞合——双绞线。正确的布线也是一种很有效的抗干扰措施，它能大大降低干扰，不需增加加工、序和成本，却可收到满意的抗干扰效果，希望大家能够对此给予足够的关注。

4、开关电源

开关电源对电源回路的干扰有一定的隔离作用。但开关电源的进出线一定要分开布线，有的装置装有电源开关，并把电源开关布置在面板上，对这样的设计一定要小心安排，首先开关连线要取在电源滤波器(开关电源的内部滤波器)的后面即弓 1 向面板开关的线一定要相对“干净”一些，最好选用屏蔽线，其次，开关引线不能+5V、+-15V、+24V 面板指示灯线捆扎或布排在一起，以减少输入/输出间的干扰耦合。

许多开关电源中的输入回路、输出回路与接地线间都接有抗干扰电容，其中输出回路的对地电容有时可能会对装置的抗干扰效果带来不利的影响，因为接地线并非“纯净”，输入回路上的干扰信号会通过输入对地电容进入地线，再经过输出电容进入输出回路。从而引入干扰，必要时可拆除输出回路的对地电容，使内部电路与“地”彻底隔离，真正浮起来。

5、滤波器的选用：

有的滤波器对快速瞬变干扰有明显的抑制作用，它是提高装置抗干扰水平最简单，最有效的方法之一。但是滤波器的最终效果与滤波器的选用和安装关系密切。一个好的滤波器很可能因为安装不当而起不到应有的作用。滤波器应直接安装在装置上，并按滤波器的使用要求进行安装布线，这样才能使滤波器发挥应有的作用，如只能将滤波器安装在屏架上，则需设计人员和安装人员认真安排，精心施工，滤波器的输入线和输出线一定要分开，输出线和其它可能产生干扰的回路一定要远离，输出线越短越好，防止在外暴露过长，重新接收或耦合干扰，滤波器的外壳要良好接地，以保证其滤波效果。另一方面，前面提到继电保护装置的特点是输入、输出回路特别多，常常捆扎在一起，任一回路防护不当都有可能使干扰窜入装置内部，所以在滤波器的选择上应选用有较多回路的组合滤波器对众多回路同时进行防护，也可通过试验只对一些敏感回路进行滤波防护。当然如能通过元器件的选用，印制板电路、元器件的布局，各个接地回路的安排处理，以及软件上的各种措施等，使装置的各个回路对干扰都不敏感。我们也就无需使用外挂滤波器，这是一个皆大欢喜的最好的结局。在这次抽查检验中就有一些这样的产品，可见，电磁干扰也并非十分神秘可怕，只要我们认真、细心，对电磁干扰的特性、传播方式和途径有所了解，在产品的设计过程中对各种干扰给予充分考虑，我们还是能够通过各种技术手段对其进行衰减、分离、隔断，使装置最终不受或少受其影响。

三、辐射电磁场干扰的防护

辐射电磁场干扰的防护相对来说要轻松一些，特别是有金属外壳的微机型产品更容易通过，其防护要点就是屏蔽接地。只要静电放电和快速瞬变干扰能够通过，辐射电磁场干扰就很少出问题，如果静电放电和快速瞬变干扰不能通过，说明装置本身对电磁干扰十分敏感，常常在辐

射电磁场干扰检验中也会有问题所以抗干扰设计的重点是抗速瞬变干扰和静电放电干扰。抗辐射电磁干扰所要做的就是选择金属机箱，保证机箱整体电气连结良好并可靠接地。装置面板上的开孔不能够太大。机箱上的散热孔应开成圆形小孔(圆孔比长孔屏蔽效果好)这样才能使机箱起到应有的屏蔽效果。

结束语：

电磁干扰的种类较多，传播方式、干扰途径不尽相同，对静态继电保护装置的可靠运行危害极大，应当引起我们足够的重视。虽然电磁干扰看不见，摸不着，但还是有一定规律可循，我们应该在产品的设计过程中，对装置的元器件、电路、印制板、机箱、配线等等的选用和设计都给予充分的考虑，在各个可能引入干扰的回路，设置各种滤波，隔离措施，对干扰信号进行有效的衰减、分离，直至减弱和消除其影响，

在产品的设计阶段同时进行综合的抗干扰设计，在相同的抗干扰水平下，可以做到成本最低，效果最好，可谓事半功倍，如有一些疏漏，补救起来也容易的多，如果在设计阶段没有进行抗干扰设计或对其考虑的很少，产品完成后发现问题时再进行补救，就困难的多，效果也很差。

电磁干扰的形式和种类很多，抗电磁干扰的方法和手段也很多。许多厂家通过实践有更多、更好的高招妙计，上面所谈都是在试验 2 户所遇到的一些常见措施和方法，会有许多不当之处，仅希望能够抛砖引玉，使大家能够把更多、更好的抗电磁干扰的方法和手段彼此互相交流讨论，加深我们对电磁干扰的认识，以及对抗电磁干扰的方法和手段的理解，提高全行业继电保护装置抗电磁干扰的能力，为电力系统提供优质、安全、可靠的继电保护产品。

知识点滴

1、一台设备,原来的电磁辐射发射强度是 **300V/m**,加上屏蔽箱后,辐射发射降为 **3V/m**,这个机箱的屏蔽效能是多少 **dB**?

答: 这个机箱的屏蔽效能应为 **40dB**。

2、设计屏蔽机箱时,根据哪些因素选择屏蔽材料?

答: 从电磁屏蔽的角度考虑,主要要考虑所屏蔽的电场波的种类。对于电场波、平面波或频率较高的磁场波,一般金属都可以满足要求,对于低频磁场波,要使用导磁率较高的材料。

3、机箱的屏蔽效能除了受屏蔽材料的影响以外,还受什么因素的影响?

答: 受两个因素的影响,一是机箱上的导电不连续点,例如孔洞、缝隙等;另一个是穿过屏蔽箱的导线,如信号电缆、电源线等。

4、屏蔽磁场辐射源时要注意什么问题?

答: 由于磁场波的波阻抗很低,因此反射损耗很小,而主要靠吸收损耗达到屏蔽的目的。因此要选择导磁率较高的屏蔽材料。另外,在做结构设计时,要使屏蔽层尽量远离辐射源(以增加反射损耗),尽量避免孔洞、缝隙等靠近辐射源。

5、在设计屏蔽结构时,有一个原则是:尽量使机箱内的电缆远离缝隙和孔洞,为什么?

答: 由于电缆近旁总是存在磁场,而磁场很容易从孔洞泄漏(与磁场的频率无关)。因此,当电缆距离缝隙和孔洞很近时,就会发生磁场泄漏,降低总体屏蔽效能。

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：最近我们在做一款机器的静电实验，因为端口要求分别可以配置并口、串口或 USB 口，所以要分别实验配备各种端口时的情况。同一台机器，同一块主控板，在使用并口和串口时都可以通过静电实验，但更换为 USB 接口时，静电打到 500V 就死机了。我想问的是：USB 接口在布线方面有什么特殊要求？（比如机壳地的处理等等），还请吴老师能在百忙之中能予以解惑，谢谢！

答复： 由于对你的产品不了解，主要建议一下两点：

- 1、设备外壳是金属的，USB 外壳注意可靠接外壳，与数字地分开，如果不是金属壳，就直接接数字地，多点接；这一点最关键；
- 2、USB 接口需要做一定的 ESD 措施，首先电源端口加压敏电阻或 TVS 管，差分线需要加共模电感。
- 3、布线主要是差分线等长，并排，尽量短；

读者乙：如果是网口开放式的，需要打-/+6kv 直接接触的，我们应该怎样来防止 esd,我们的外壳是塑料的，电源是不带大地。

答复： 很少遇到你这样的测试。

如果这样的话，建议你增加专用网口 ESD 保护器件，然后接到网口接口地，网口接口地增加 1000PF 电容到单板数字地。注意数字地需要大面积铺，保证地阻抗比较小。

读者丙：上次参加了你在上海举办的 emc 培训，我们想问一下，如果网口防 esd，应该使用什么样器件比较好。

答复： 一般网络接口不需要直接加器件就能防止 ESD，主要依靠金属连接器与金属外壳良好搭接。如果是通过差分线耦合进入 ESD 干扰，可以采用专用的 ESD 保护器件。

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，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！