



深圳市恒创技术有限公司

EMC整改案例

智能电表系统静电整改案例第九期

智能电表静电整改案例分享

1. 现象描述

此款智能电表静电需要通过接触放电 $\pm 15\text{Kv}$ 、空气放电 $\pm 25\text{Kv}$ 的等级 A 要求,目前现象为产品在测试空气放电死机,导致测试失败.



图 1 产品示意图

2. 测试注意事项

进行空气放电测试时,放电电极的圆形放电头应尽可能快地接近并触及受试设备,每次放电之后,应将静电放电发生器的放电电极从受试设备移开,然后重新触发发生器,进行新的单次放电,这个程序应当重复到放电完成为止。

3. 原因分析

静电放电干扰原理可以从两个方面来考虑,首先,当静电放电现象发生在被测设备(EUT)中被测部位时,伴随着静电放电电流也将产生,分析这些静电放电电流的路径和电流大小具有极其重要意义,值得注意的是,接触放电电流波形的上升沿时间会在 1ns 以下,这就意味着静电是一种高频现象,静电放电电流路径与大小不但由 EUT 的内部实际连接关系决定,而且还会受分布参数的影响。

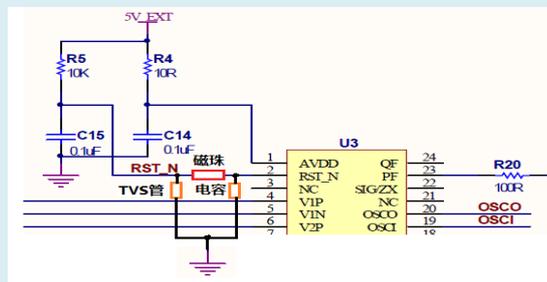
对于空气放电测试来说,其实质是一个带电物体接近一个电位不相等的导体或接地导体时,带电物体上的电荷会通过另一个导体或接地导体泄放,这就是空气静电放电现象,当放

电现象发生时，由于静电放电波形具有很高的幅度和很短上升沿，这样就会产生强度大、频谱宽的电磁场，对被放电的电子设备、线路或器件造成电磁干扰。上升沿的长度取决于放电路径的电感，根据傅里叶变换，上升沿为 1ns 的脉冲，带宽可达到 300MHz。

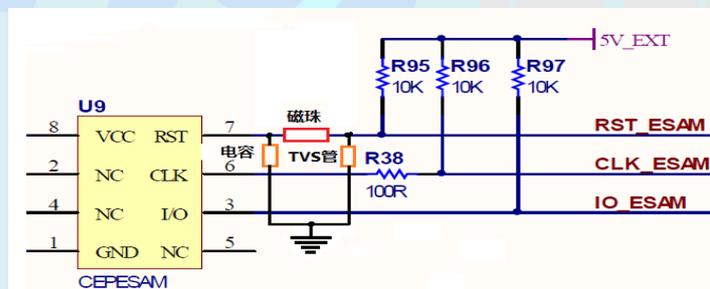
4. 整改方案

4.1. 原理图整改方案

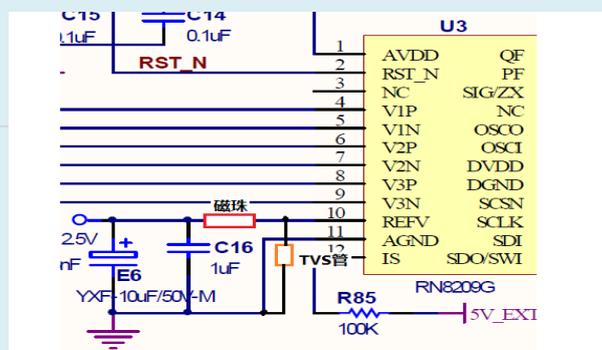
- 1、U3 复位信号串入磁珠+电容+对地防护 TVS 管，磁珠预选值为 600ohm@100MHz,TVS 管建议选值为：BV05C，电容建议用值为 1uF，电容靠芯片位置摆放；



- 2、U9 复位信号串入磁珠+电容+对地防护 TVS 管，磁珠预选值为 600ohm@100MHz,TVS 管建议选值为：BV05C，电容建议用值为 1uF，电容靠芯片位置摆放；

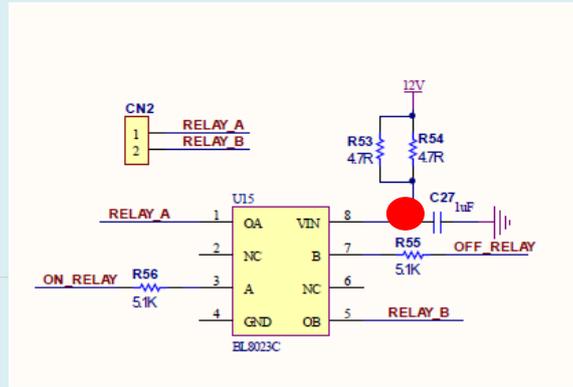


- 3、在 U3 计量参考信号上串入磁珠和对地增加 TVS 防护，磁珠建议选值为 600ohm@100MHz,TVS 管建议选值为：BV05C；

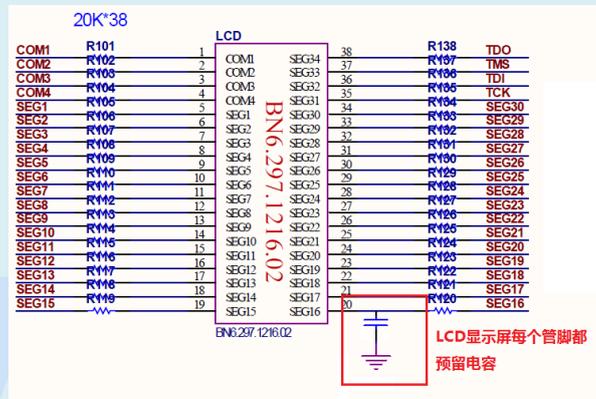


- 4、继电器驱动芯片 U15 电源增加 LCCπ 型滤波防护电路，L 选用磁珠，预选值为

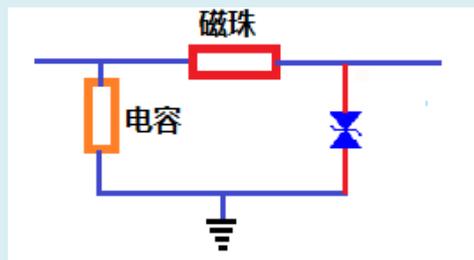
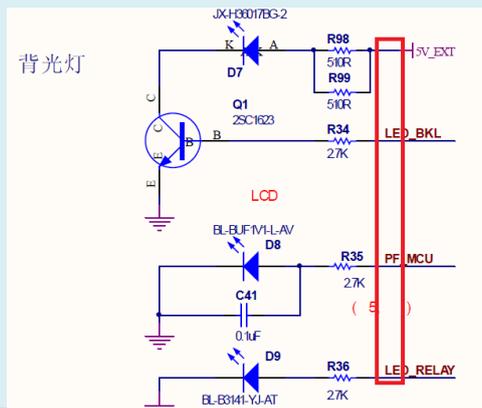
600ohm@100MHz, 电容选用 10uF 和 0.01uF 匹配 (与 U8 电源管脚滤波一样);



5、在 LCD 显示屏引脚对地增加 100PF 电容 (每一个管脚都需要预留);



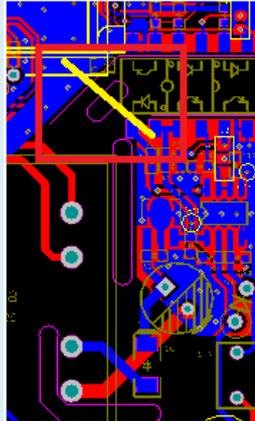
6、在 LCD 背光电源增加 LC 型滤波+TVS 防护电路,L 选用磁珠, 预选值为 600ohm@100MHz, 电容值预选为 1000PF,TVS 预选 BV05C;



4.2. PCB 整改方案

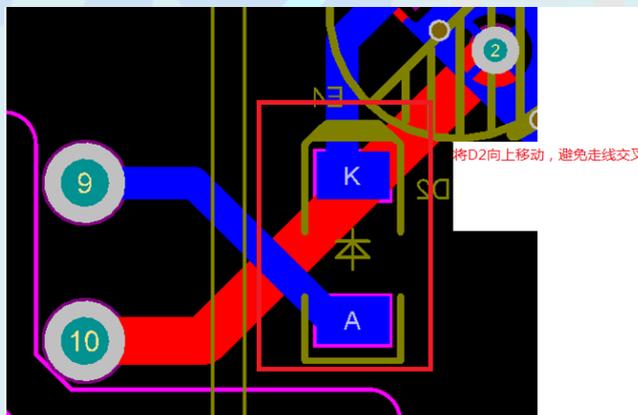
1、【问题描述】由于 485 的通讯地和数字地无跨接处理，导致 485 的地为浮地，受到干扰后无法泄放干扰；

【问题改善建议】建议两地之间电容跨接设计，电容值建议为 10nF，485 通讯出线做伴地处理，AB 通讯线建议走在同一层；



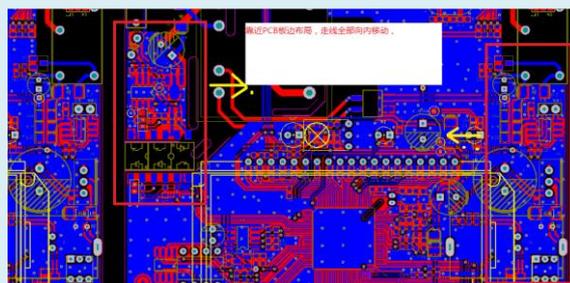
2、【问题描述】由于 D2 布局不合理，导致信号交叉耦合；

【问题改善建议】将 D2 器件布局向上调整，避免信号交叉耦合；



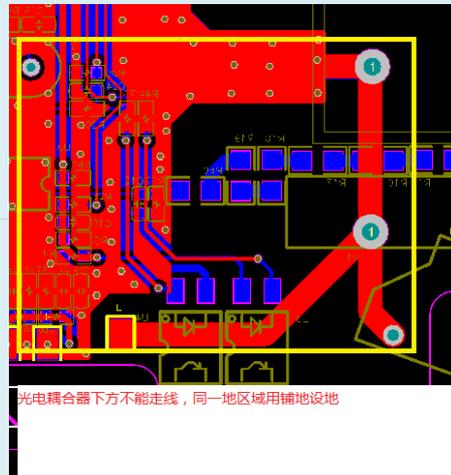
3、【问题描述】部分器件摆放靠近 PCB 边缘，容易形成边缘爬电现象；

【问题改善建议】PCB 连缘 3-5mm 范围内不能走线和元器件摆放，PCB 边缘尽量铺地处理；



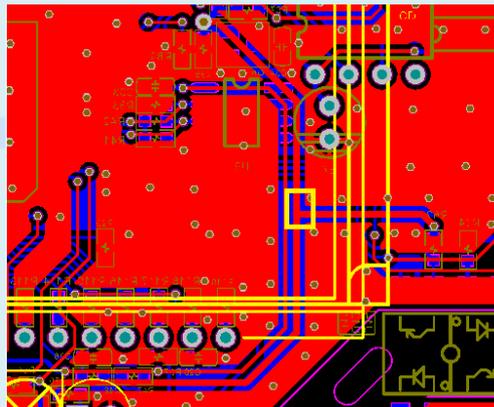
4、【问题描述】光电耦合器走线不合理，容易形成信号串扰；

【问题改善建议】光电耦合器下面不能有任何走线，同一地网络尽量做铺地设计；



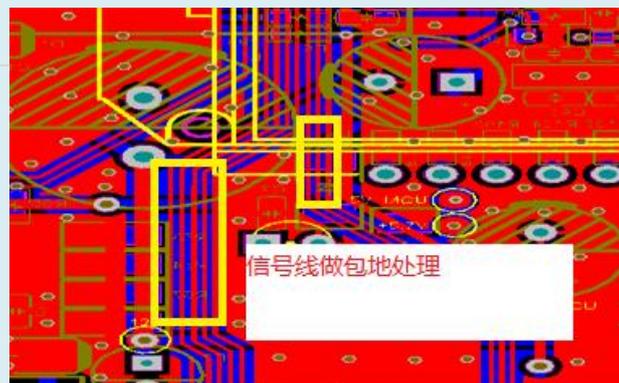
5、【问题描述】PCB 走线用 90 度转角走线容易导致电流过冲信号外泄

【问题改善建议】将 PCB 内 90 度转角信号走线全部更换为 45 度角走线



6、【问题描述】由于二层板原因，信号线走线没有完整参考地平面，而且走线跨切割严重，使信号回流面积增大，从而形成信号串扰

【问题改善建议】每 3 条或 5 条信号走线为一组走线做包地处理，且每一组包地要从信号的始端到终端全部包地；



5. 测试分析

经过以上整改，新产品设计后测试通过静电抗扰度测试

6. 总结

根据以上整改总结以下基本原则：

- 1、 在多层板中，信号线通过地平面作为信号线的回流平面，不能跨地分割布线，以免增加信号环路的面积，使电路对外界干扰变得更加敏感；
- 2、 复位等敏感信号不能布在 PCB 的边缘，应远离 PCB 边缘 1cm 以上；
- 3、 确保产品接缝、通风口和安装孔在内任何用户能够接触到的点，在电压一定情况下，电弧通过介质的表面比通过空气传播更远；
- 4、 在选择钳位保护器件时，峰值脉冲功率、通流能力、钳位电压均要考虑，通常通流能力越大，同时钳位电压越低效果越好，通常有信号回路中时，TVS 的钳位电压应当是 1.2~1.5 倍的最大信号正常工作电压。

