



深圳市恒创技术有限公司

# EMC整改案例

数字设定电动机保护器辐射抗扰度整改案例第十期

## 数字设定电动保护器辐射抗扰度整改案例分享

### 1. 现象描述

此款数字设定电动保护器在测试辐射抗扰度 GB/T17626.3 10V/m 的等级 A 要求，目前测试 120MHz~300MHz 频率段时产品出现重启现象使马达误动作，导致测试失败。



图 1 产品示意图

### 2. 辐射抗扰度测试实质

辐射抗扰度测试实质上是与辐射发射测试相反的一个测试过程，在 PCB 中，信号从原驱动端出发，传输到负载端，再从负载端将信号回流传回至源端形成信号电流的闭环，即每个信号的传送都包含着一个环路，当外界的电磁场穿过此环路时，就会在这个环路中产生感应电压。他实质是单极天线或对称偶极子天线模型所对应的相反过程。

当产品处于辐射抗扰度测试环境中时，产品中的电缆或其他尺寸导体都会成为接收电磁场的天线，这些电缆或长尺寸导体端口都会感应出电压，同时电缆或长尺寸导体上会感应出电流，感应出的电压通常是共模电压，这种感应出的电流通常是共模电流。

### 3. 原因公析

从 EMC 的角度来分析，必须防止 PCB 布线，线圈，电缆等变成天线，当布线或电缆的长度与波长可比拟时，就会出现天线效应，接收到辐射通过自由空间或连接电缆对产品产生干扰，根据麦克斯韦方程，可变磁场通过闭环回路时，将产生感应电流，闭环感应电流

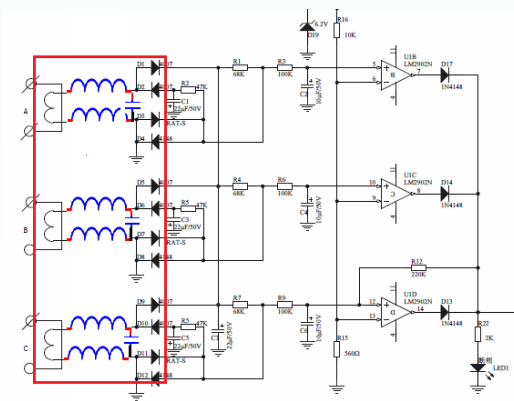
强度与磁场变化量有关。

该产品由电流感应器、处理单元及连接电缆三部分组成，由于电流感应器是由线圈形成，根据麦克斯韦方程原理，该线圈也将接收到辐射抗扰度测试时高频辐射场，并与有用信号相叠加，当辐射干扰所导致的感应电压与有用信号电压在幅度与宽度上可以比拟时，将对信号产生干扰，使电流采集芯片错误判断，从而使产品误动，因此要解决此问题，就必须在电流感应接口电路滤除无用的干扰信号。

## 4. 整改方案

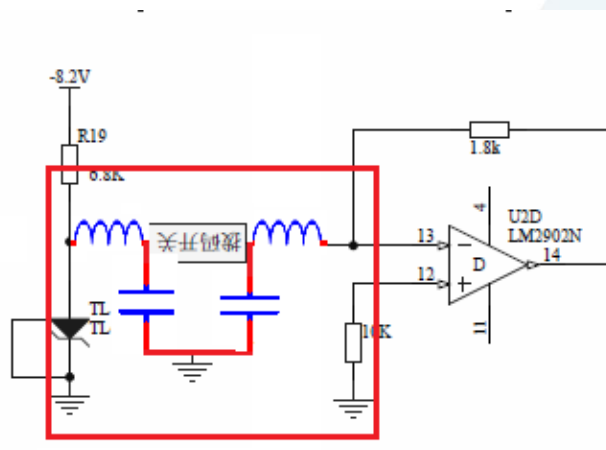
### 4.1. 原理图整改方案

- 1、为避免电流感流接口感应到干扰信号，所以在电流感应接口增加 LC 滤波电路，L 选用小孔珠型号为 R6H6\*10-3.0T，电容为 1000PF；

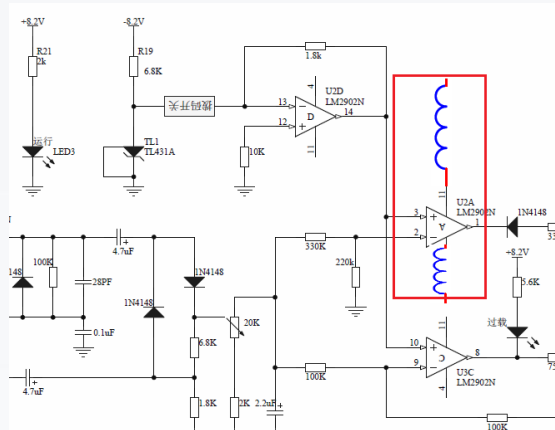


电感为小孔珠，型号R6H6\*10-3.0T,电容为1000PF

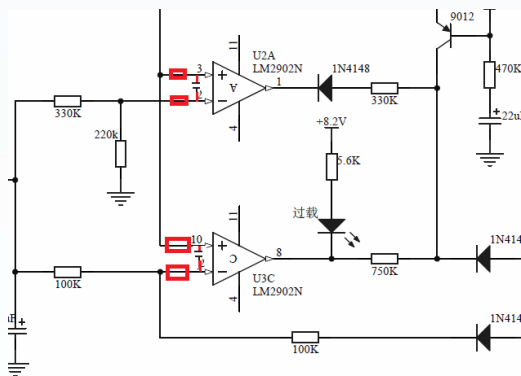
- 2、在拨码开关两引脚增加 LC 滤波电路，L 选用小孔珠型号为 R6H6\*10-3.0T，电容为 1000PF（规格同上面一致）



3、在 U2 第 11、4 引脚增加 L 滤波电路，L 预选为磁珠,型号为 600ohm@1000MHz



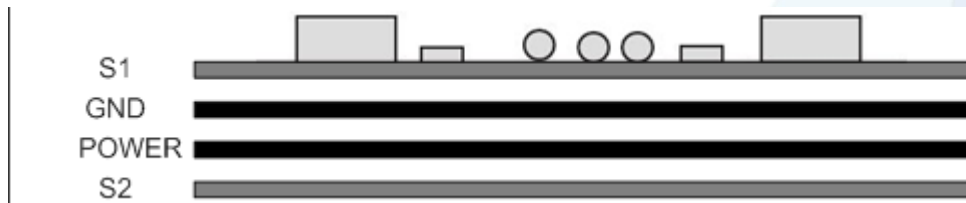
4、在 LM2902 每一个比较器增加 LC 滤波电路，L 选用磁珠，型号为 300ohm@100MHz,电容预选为 1000PF;（每一组比较器都要增加）



## 4.2. PCB 整改方案

### 层叠方案简介:

4 层单板层叠结构方案，一共 2 个布线层，单个地平面层，单个电源层。其中 S 层代表布线层，G 层代表地平面层，P 层代表电源层，另外 S1（TOP 层）代表布置主要的元器件层。此方案在 4 层板层叠设计中 EMC 性能最优



### 层叠方案优点:

(1) 2 个信号层，且每个信号层都有与之对应的完整平面参考层，保证信号有良好的低阻抗回流路径;

(2) 电源平面 P 靠近地平面 G，利用两者间的耦合电容，降低了电源平面的阻抗，同时电源层与地平面构成的平面电容可以为电源层提供很好的高频去耦路径；

(3) 整体板层结构对称，有利于提高单板的 EMC 整体性能。

### 层叠布线要点

- 1、重要关键信号布线首先选择布在 S1 层，其余重要信号布在 S2 层；
- 2、建议增大 POWER 层至 S2 的层间距，控制信号串扰；
- 3、芯板（地平面层到电源层的填充物）不宜过厚，以免增大电源层与地平面的分布阻抗，减弱了电源平面的去耦效果；
- 4、由于只有一个电源层，当分割成多个电源的时候，S2 层内的布线要注意避免跨分割；

## 5. 测试分析

经过以上整改，新产品设计后测试通过辐射抗扰度 10V/m 测试要求

## 6. 总结

根据以上整改总结以下基本原则：

- 1、电流感应线圈属于电磁场的敏感器件，很容易接收空间的电磁干扰信号，实际应用上要特别注意，禁止线圈的工作频率与测试的干扰频率同频；
- 2、对于传输距离较长或与电源线等易受干扰的线有平行布线的信号线，建议增加共模电感进行共模抑制，以增加共模抗干扰能力；
- 3、电感与电容都是滤波抑制器件，但特性各有不同，如何选用及配合取决于由电感与电容组成的 LC 电路两端的阻抗，即源阻抗与负载阻抗，总的一点，电感决与低阻抗部分串联，电容总与高阻抗部分并联。

感谢您对恒创技术的支持，敬请期待第 11 期

如需预定请发邮件至 [hanker@hc-emc.com](mailto:hanker@hc-emc.com)