



深圳市恒创技术有限公司

EMC 期刊分享 (2022年)

六月第1期 防褥疮垫整改案例分享

防褥疮垫 ESD 整改案例分享

一. 现象描述

1. 产品信息

防褥疮垫产品功能：1、定期对两个气囊轮换充气 and 放气，从而使卧床人身体的着床部位不断变化；2、既起到了人工按摩的作用，又能促进血液循环、防止肌肉萎缩；3、工作起来连续不断，不需人工干预；适用于：1、因年长而长期卧床的老人；2、因意外事故或疾病而卧床的病人；3、因其它原因导致活动少、卧床时间长的任何人。



2. 实验现象

测试位置	放电电压	异常现象
前面板	$\pm 15\text{KV}$	按键灯复位、按键功能失效，需断电重启
缝隙	$\pm 15\text{KV}$	按键灯复位、按键功能失效，需断电重启
耦合板放电	$\pm 8\text{KV}$	按键灯复位、按键功能失效，需断电重启

二、定位过程及整改

1. 原因分析

静电放电时，通常有以下几种方式影响到产品功能：

- 1) 初始的电场能容性耦合到表面积较大的网络上，并在离 ESD 电弧 100mm 处产生高达 KV/m 的电场；
- 2) 电弧注入的电荷、电流可以产生以下损坏和故障：
 - a、穿透元器件的内部薄的绝缘层，损毁 MOSFET 和 CMOS 的元器件栅极；
 - b、CMOS 器件中的触发器锁死；

- c、短路反偏的 PN 结；
- d、短路正向偏置的 PN 结；
- e、熔化有源器件内部焊接线或铝线；
- 3) 静电放电电流导致导体上产生的电压脉冲 ($U=L \cdot di/dt$) , 这些导体可能是电源或地、信号线, 这些电压脉冲将进入与这些网络相连的每一个元器件；
- 4) 电弧会产生一个频率范围在 1-500MHz 的强磁场, 并感性耦合到邻近的每个布线环路中, 在离 ESD 电弧 100mm 远的地方产生高达数十安每米的磁场；
- 5) 电弧辐射的电磁场会耦合到长的信号线上, 这些信号线起到了接收天线的作用；

三、产品整改

1、试验布置



2、定位分析与整改

现象分析：

理论上本案例出现的问题存在几种可能, 那就是以上几种静电放电对于设备影响中的 2、5 点；

为了有助于分析，假设经过接地装置的静电放电的峰值 电流为 20A（实际上应该大于该值，路径由虚线表示），再假设接地路径 A 与 B 之间存在 10nH 的寄生电感，那么：

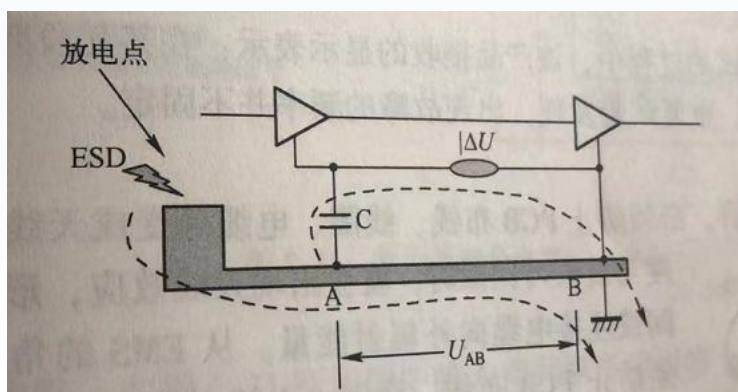
$$U_{AB} = L \cdot di/dt = 10 \times 10^{-6} \times 20 / 1 \times 10^{-9} = 200 (V)$$

式中：dt 为静电放电电流的上升沿时间 1ns

当 U_{ab} 存在 200V 的峰值电压时，流过工作地的电流为：

$$I = C \cdot dv/dt = 2 \times 10^{-12} \times 200 / 1 \times 10^{-9} = 0.4 A$$

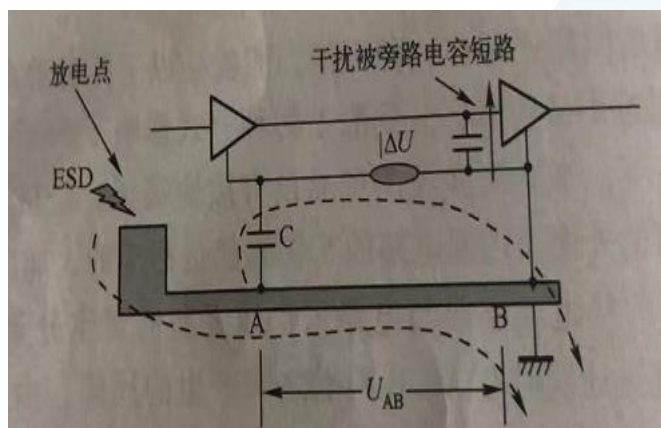
当有 0.4A 以上的电流流过工作地时，如果工作地平面不是很完整，存在一定的阻抗，如存在过孔造成的缝隙，假设存在 1cm 长的缝隙，则大概有 10nH 的寄生电感 L_1



此时寄生电感两端的压为：

$$U = L_1 \cdot di/dt = 10 \times 10^{-9} \times 0.4 / 1 \times 10^{-9} = 4V$$

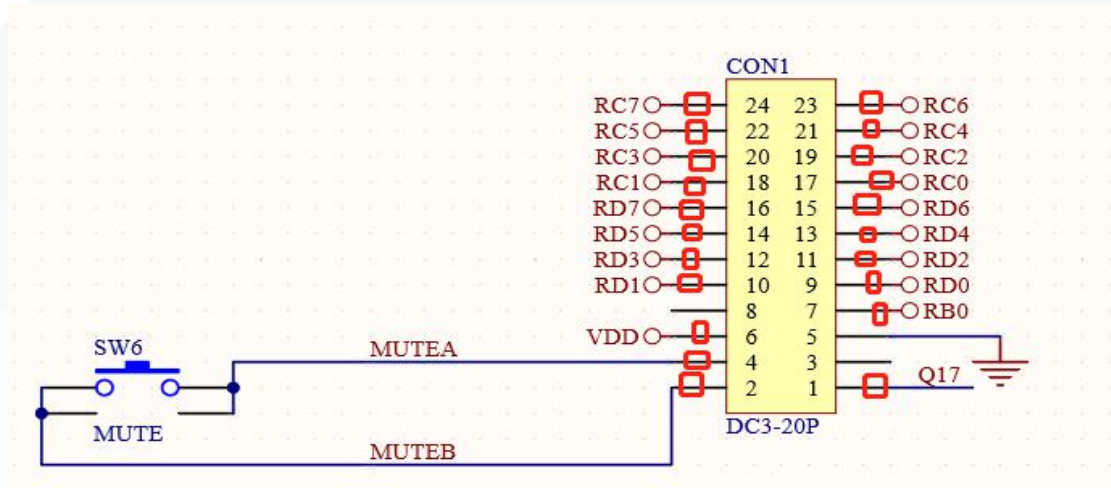
那么 4V 的电压对于 5V 供电的 TTL 电压器件来说是足够造成误动作，而此电压也仅是较低的估计值，实际情况下会产生更大的压降，在信号与地之间并旁路电路后，电容会将高频噪声在信号与地之间开成“短路”从而保护了器件接收信号；



3、问题整改：

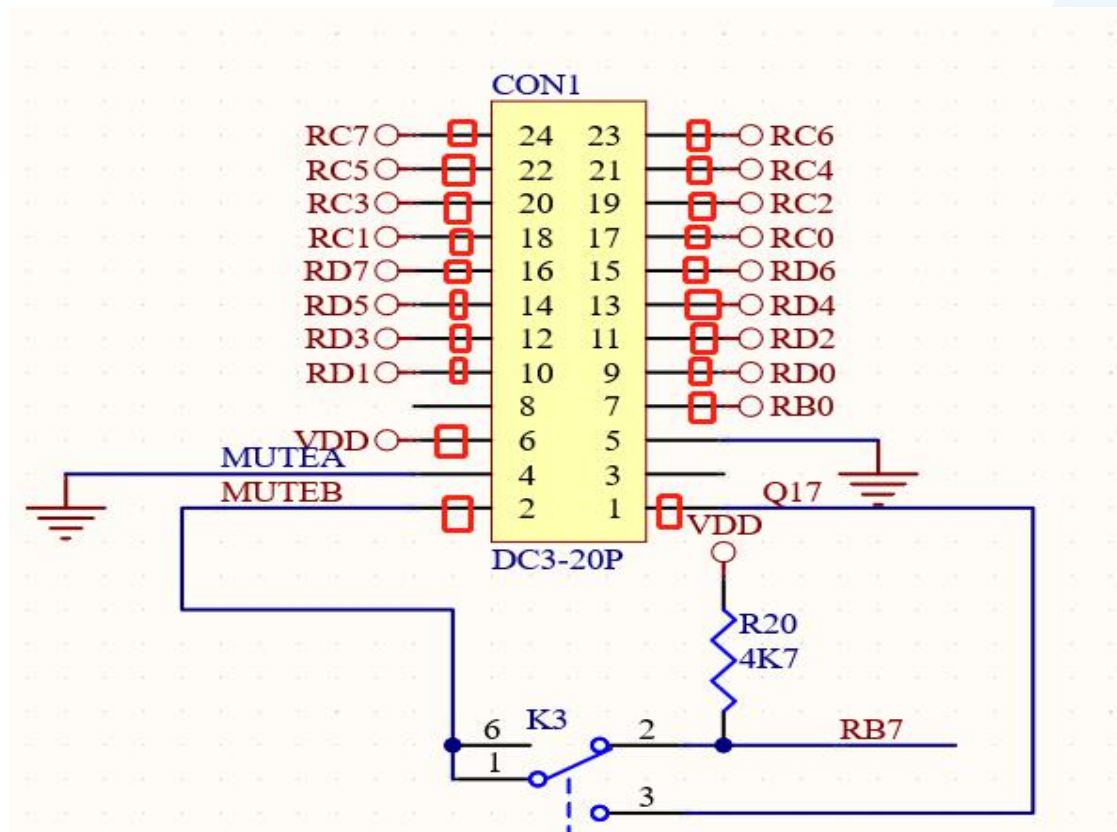
【问题描述一】按键板 CON1 无旁路电容进行滤波；

【问题改善建议】如下图红框，建议对按键板端 CON1 增加旁路滤波电容，电容组合为：1000PF+10pF 电容；



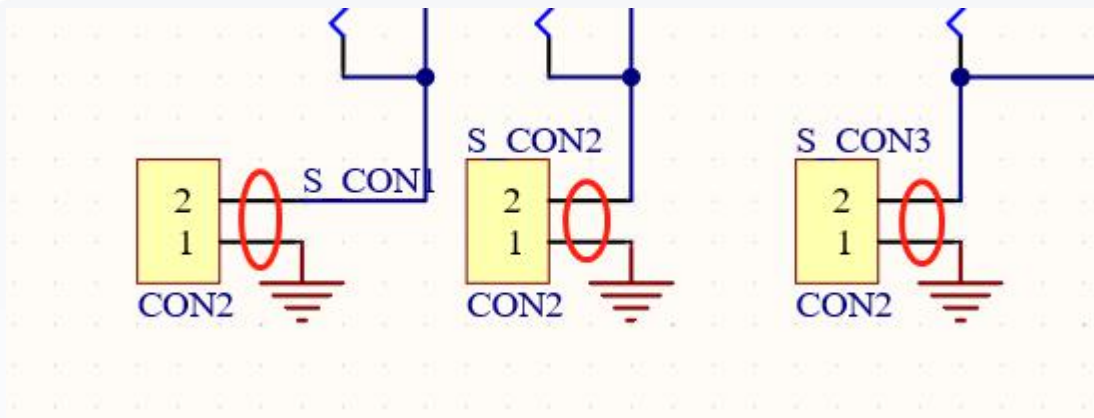
【问题描述二】主控板 CON1 处 ESD 防护设计存在隐患；

【问题改善建议】如下图红框，建议对主控板端除 GND 引脚外都加并编号为 DCE5V5D 的 ESD 放电管；加 1nF+22pF 滤波电容；



【问题描述三】主控板的电机供电 S_CON1、S_CON2、S_CON3 端口滤波设计存在隐患；

【问题改善建议】如下图红框，建议对主控板 S_CON1、S_CON2、S_CON3 端口之间加并 1nF+0.1uF 电容；



四、整改后结果

测试位置	放电电压	测试结果
前面板	±15KV	符合 A 等级要求
缝隙	±15KV	符合 A 等级要求
耦合板放电	±8KV	符合 A 等级要求

五、案例总结

- 1、对于长距离传输并且离静电放电点在空间距离上比较近的敏感信号线，建议进行旁路滤波，或者考虑信号线走内层；
- 2、产品结构设计时，要避免干扰共模电流流过电路板的工作地平面，如果不能避免共模电流流过，那么要保证工作地平面尽量完整，一般没有过孔，没有缝隙的完整地平面只有 3 毫欧的阻抗；

感谢您对恒创技术的支持，敬请期待下一期；



恒创公众号



恒创网站

深圳市恒创技术有限公司——您的电磁兼容伙伴
公司地址:深圳市宝安区黄田工业城中信宝光电产业园 A5 栋 102

联系邮箱: yangdi@hc-emc.com

公司网址: www.hc-emc.com

电话: 0755-27082789\27083789 转 816

传真: 0755-27325566-804