



深圳市恒创技术有限公司

EMC 期刊分享 (2020年)

三月第4期 喉镜产品电磁兼容整改

喉镜产品静电放电整改案例

1. 本期简介

本期介绍从产品的结构入手，解决喉镜在静电放电测试中存在的问题。



2. 现象描述

放电类型	测试等级	放电点	测试现象	判断结果
接触放电	±4KV	SENSOR、金属外壳	画面卡死或复位	Fail
	±6KV	SENSOR、金属外壳	画面卡死或复位	Fail
	±8KV	SENSOR、金属外壳	画面卡死或复位	Fail
空气放电	±6KV	屏幕、按钮、缝隙	画面卡死或复位	Fail
	±8KV	屏幕、按钮、缝隙	画面卡死或复位	Fail
	±15KV	屏幕、按钮、缝隙	画面卡死或复位	Fail

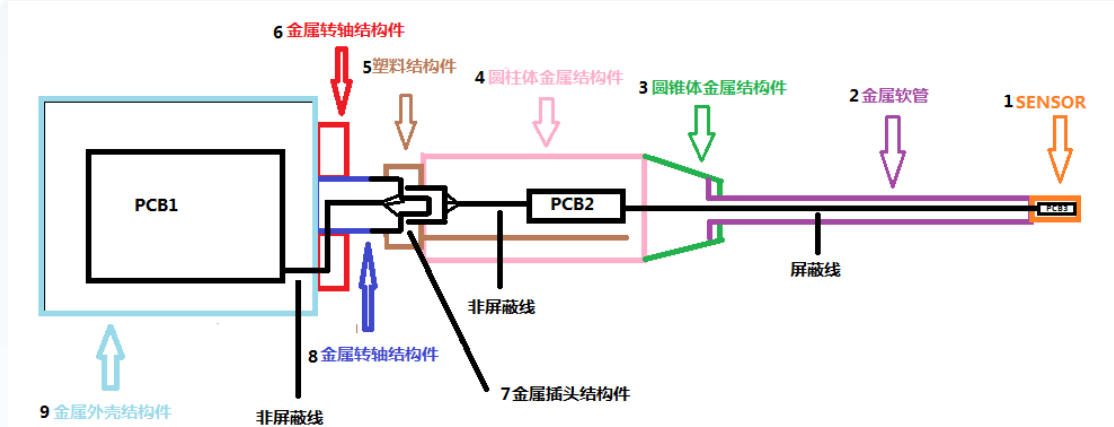
注：最终要求通过 IEC60601-1-2 2014，接触±8KV，空气±15KV

3. 分析过程

由于客户要求，静电放电需要把原本套在 SENSOR 部分的塑料拿走，对 SENSOR 进行测试；另外核心的 PCB 板不允许改动；在这样的条件下，需要完成产品接触±8KV，空气±15KV 的整改工作，无疑大大提高了此次整改的难度。尽管如此，我们仍需完成使命。于是我们对产品进行分析评估后，虽然定位出 PCB2 和 PCB3 受到了干扰，导致静电问题，但

是无法对 PCB2 和 PCB3 进行改版工作，另外我们也发现了产品结构存在这很大缺陷，我们抓住了产品结构这个突破口，最终完成了此次具有挑战性的整改工作。

3.1. 产品结构图



3.2. 结构分析

- 1) 3 块 PCB 板，PCB3 为 SENSOR 采集信号板，通过点胶固定，为浮地；PCB2 为摄像头信号转换板，通过螺丝固定在塑料结构件 5 上，也为浮地；PCB1 为主板，通过螺丝固定，PCBGND 与螺丝的 layout 为电容连接。其中 PCB1 可以微改，PCB2 和 PCB3 不允许更改；
- 2) 结构件 1 为 SENSOR；
- 3) 结构件 2 内部为金属，外部为塑料包裹的软管；
- 4) 结构件 3、4、6、8、9 内外都做了阳极化处理，因此内外都绝缘；
- 5) 结构件 6 和结构件 8 为转轴件，因此存在不能完全搭接的问题；
- 6) 结构件 7 为一公一母的金属插头，PCB1 和 PCB2 的通讯走线通过金属插头实现；
- 7) 结构件 5 为塑料件，一方面固定金属母插头，一方面固定 PCB2。

3.3. 搭接分析

- 1) 结构 1-2 搭接为点焊，此处搭接不良；
- 2) 结构 2-3 为圆环螺丝固定，由于结构 3 阳极化处理，此处搭接不良；
- 3) 结构 3-4，由结构 3 的内陷螺纹固定，由于结构 3 和 4 阳极化处理，此处搭接不良；
- 4) 结构 4-5-8，由于结构 5 为塑料，此搭接不良；
- 5) 结构 7 为配套件，搭接良好；

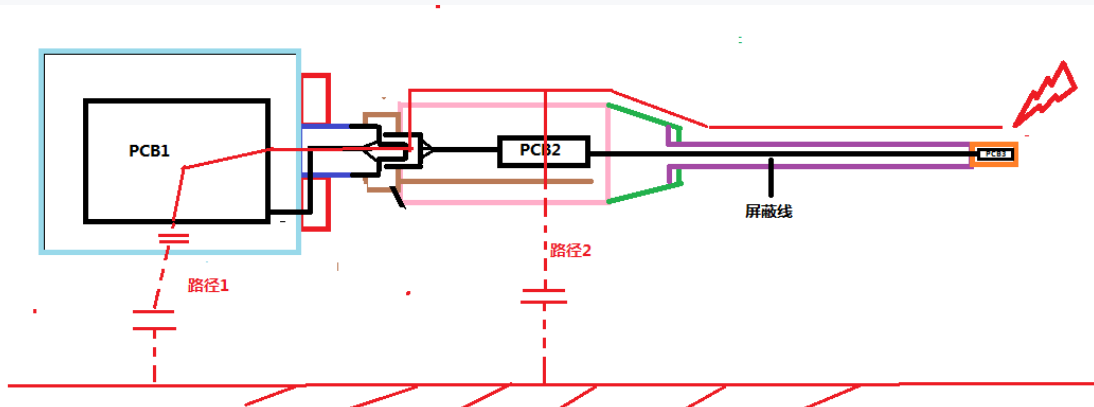
- 6) 结构 8-6, 由于结构阳极化处理, 且为转轴, 此处搭接不良;
- 7) 结构 6-9, 由于结构阳极化处理, 此处搭接不良。

因此产品虽然为金属件, 但是各结构件之间的连接基本绝缘。

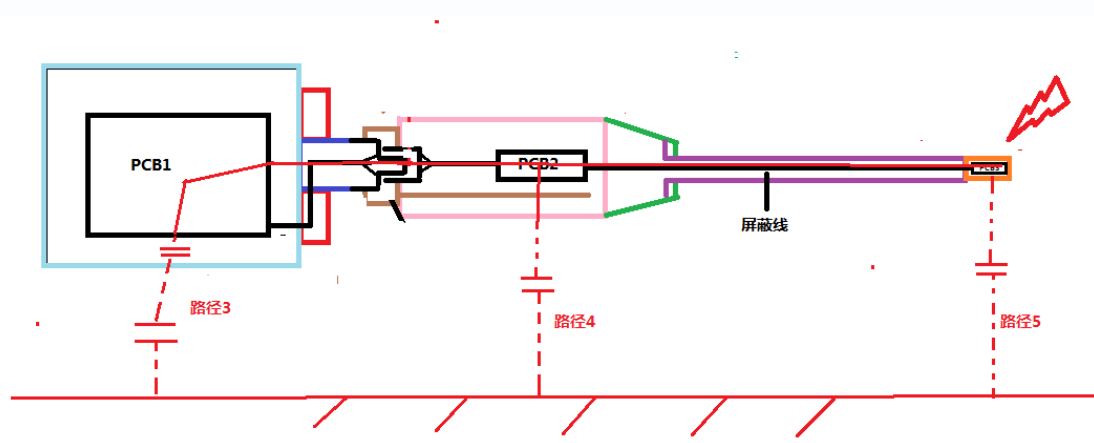
3.4. 产品静电放电路径模型分析

简单模拟了静电枪对 SENSOR 进行静电放电的放电部分路径, 如下图

1) 路径 1、路径 2



2) 路径 3、路径 4、路径 5



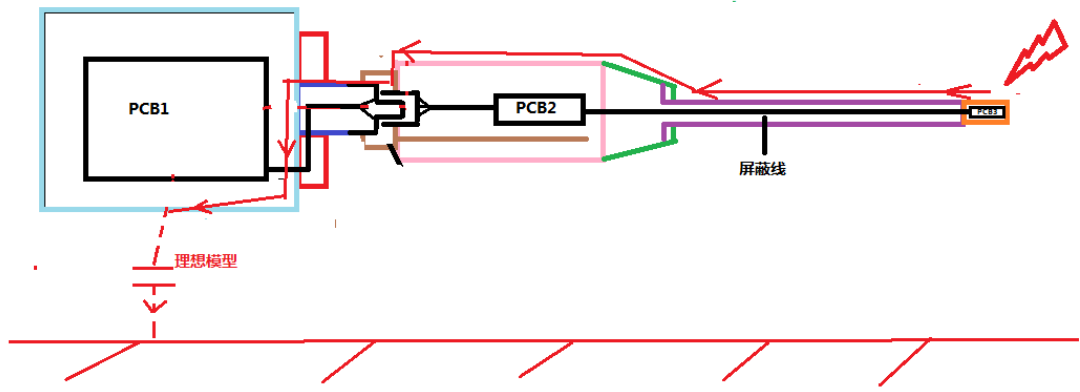
- 路径 1: 放电路径为结构件 1-2-3-4-7-8-6-9-PCB1-大地, 由于前面提到各结构搭接不良, 因此搭接阻抗很高, 静电必然会往阻抗低的路径流回大地, 所以路径 1 可以不考虑;
- 路径 2: 放电路径为结构 1-2-3-4-PCB2-大地, 结构件 1-2-3-4 搭接不良, 所以路径 2 也可以不考虑;
- 路径 3: 放电路径为结构 1-PCB3-线束-PCB2-线束-7-线束-PCB1-9-大地, 此路径能够给

静电提供了比路径 1 和路径 2 都低的阻抗，此路径应该列入产品放电模型；

- 路径 4：放电路径为结构 1-PCB3-线束-PCB2-大地，此路径也能够提供较低阻抗，也列入产品放电模型；
- 路径 5：放电模型为结构 1-PCB3-大地，此路径静电经过 PCB1 后，直接返回大地，但是由于结构 1 对大地的寄生电容的路径必然大于 PCB1 后级的线束，此路径不考虑。

3.5. 产品静电问题分析

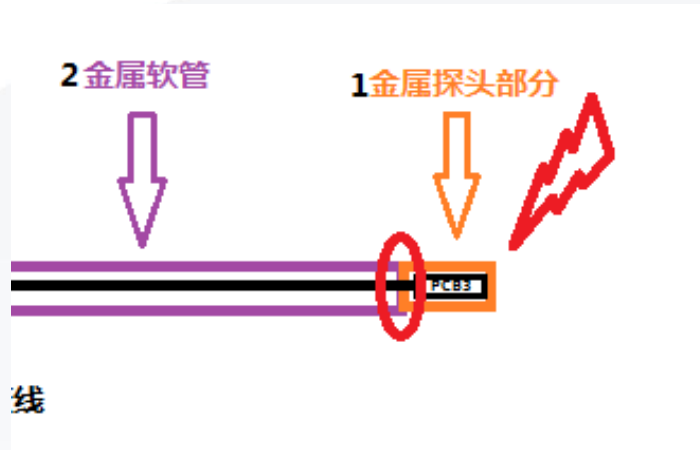
以路径 3 和路径 4 作为放电模型，静电流入 PCB1、PCB2、PCB3，由于 PCB2、PCB3 为浮地产品，PCB 受到的静电必然会流过整个 PCB，PCB 抗扰度能力不足时，必然导致了产品采集数据出现了异常，整个系统也随着异常。由于 PCB2 和 PCB3 不允许更改，鉴于上述问题与限制，我们提出了一个理想放电路径模型（如下图，大部分静电干扰电流流入产品金属外壳，少部分静电干扰电流流入 PCB，最后流回大地的一个模型），我们以这个理想放电路径模型作为整改思路，设计这个模型来进行产品结构的整改。



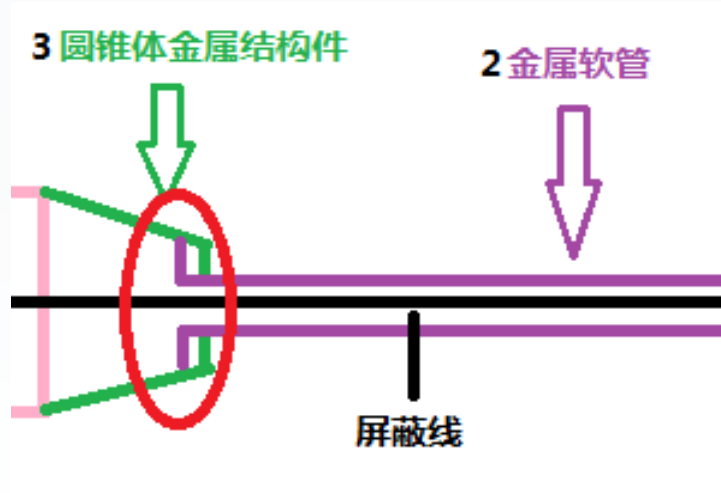
理想放电路径模型

4. 整改方案

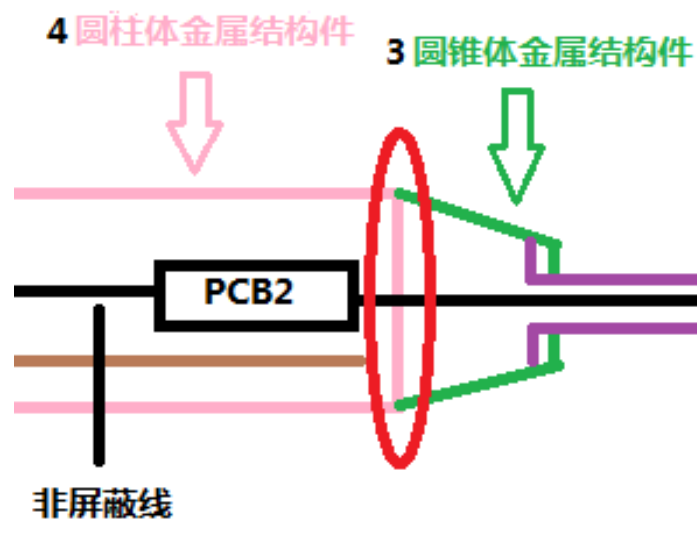
- 4.1. 结构 1 与结构 2 的搭接从点接改为 360° 焊接；



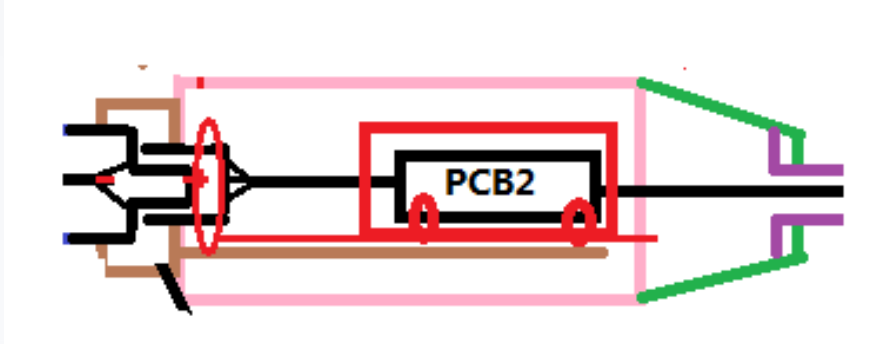
4.2. 结构 3 内部去掉防氧化漆，结构 2 圆环螺丝固定，满足 360° 搭接要求；



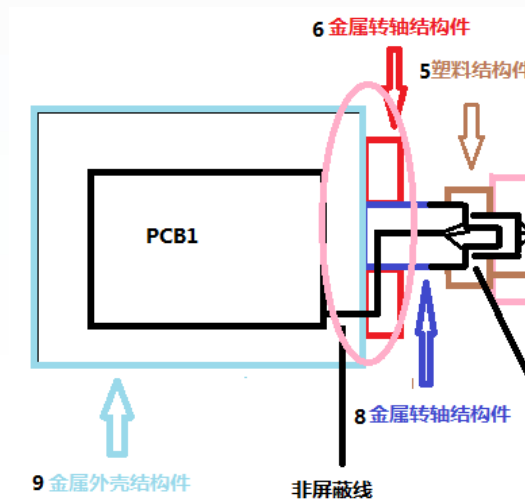
4.3. 结构 4 内部去掉防氧化漆，结构 3 通过内嵌结构与结构 4 搭接，满足 360° 搭接要求；



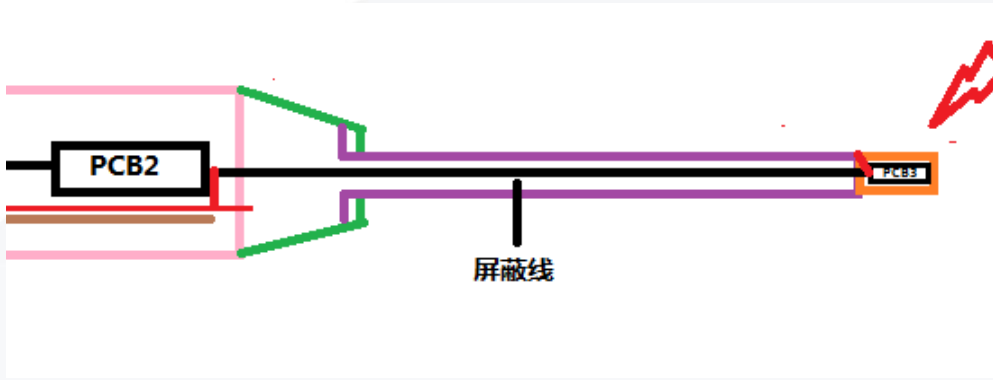
- 4.4. 增加一个新的结构件，此结构件为金属材质，一端与结构 7 搭接，采用螺丝满足 360° 搭接，一端满足 PCB2 的形状，将 PCB2 通过螺丝固定在此结构件上，同时增加屏蔽盖对 PCB2 进行屏蔽；



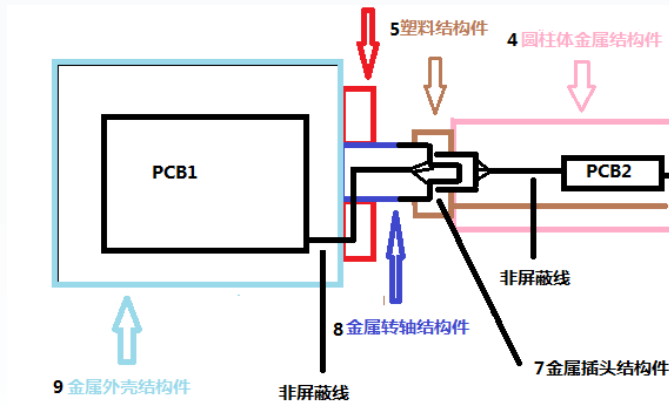
- 4.5. 结构件 6 和结构件 8 内部去掉防氧化漆，虽然不能满足 360° 搭接要求，但是可以满足多点搭接要求。结构件 6 与结构件 9 接触部分去掉防氧化漆，满足面与面的紧密搭接；



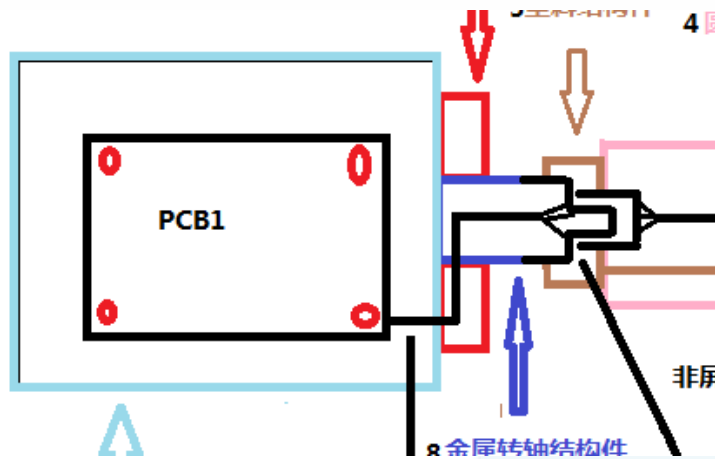
- 4.6. 线束靠近 PCB3 端的屏蔽层与结构 1 和结构 2 的搭接一起实施；线束 PCB2 端的屏蔽层与新增的结构件实施搭接；



- 4.7. PCB1 与结构件 7 的非屏蔽线更换为屏蔽线，结构件 9 内部去防氧化漆，屏蔽层的两端分别与结构件 9 和结构件 7 进行搭接；



- 4.8. 对 PCB1 的 GND 与外壳的电容搭接改为从 PCB 的四个角通过螺丝直接与外壳搭接；



小结：通过以上的整改措施，使得各结构件都尽可能 360° 搭接，提供一个低阻抗的放电路径，模拟理想放电路径模型。

5. 整改后测试情况

放电类型	测试等级	放电点	测试现象	判断结果
接触放电	±4KV	SENSOR、金属外壳	无异常	Pass
	±6KV	SENSOR、金属外壳	无异常	Pass
	±8KV	SENSOR、金属外壳	无异常	Pass
空气放电	±6KV	屏幕、按钮、缝隙	无异常	Pass
	±8KV	屏幕、按钮、缝隙	无异常	Pass
	±15KV	屏幕、按钮、缝隙	无异常	Pass

6. 总结与思考

- 6.1. 静电放电具体过程比较复杂，我们需要仔细分析放电路径模型，然后再进行分析其路径上的干扰可能对我们产品哪些部件造成影响，从而决定从哪方面入手处理问题；
- 6.2. 解决 EMC 的问题无非从干扰源、耦合路径、敏感设备三大方面入手，本期通过分析与改变耦合路径来解决问题。所以如何设计一个低阻抗的耦合路径，将值得大家去思考与实践。

感谢您对恒创技术的支持，敬请期待下一期；



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：flora@hc-emc.com
公司网址：www.hc-emc.com
电话：0755-27082789\27083789 转 808
传真：0755-27325566-804