



深圳市恒创技术有限公司

# EMC 期刊分享 (2020年)

五月第1期 EMC设计分享-PCB板地设计

## PCB 板地设计

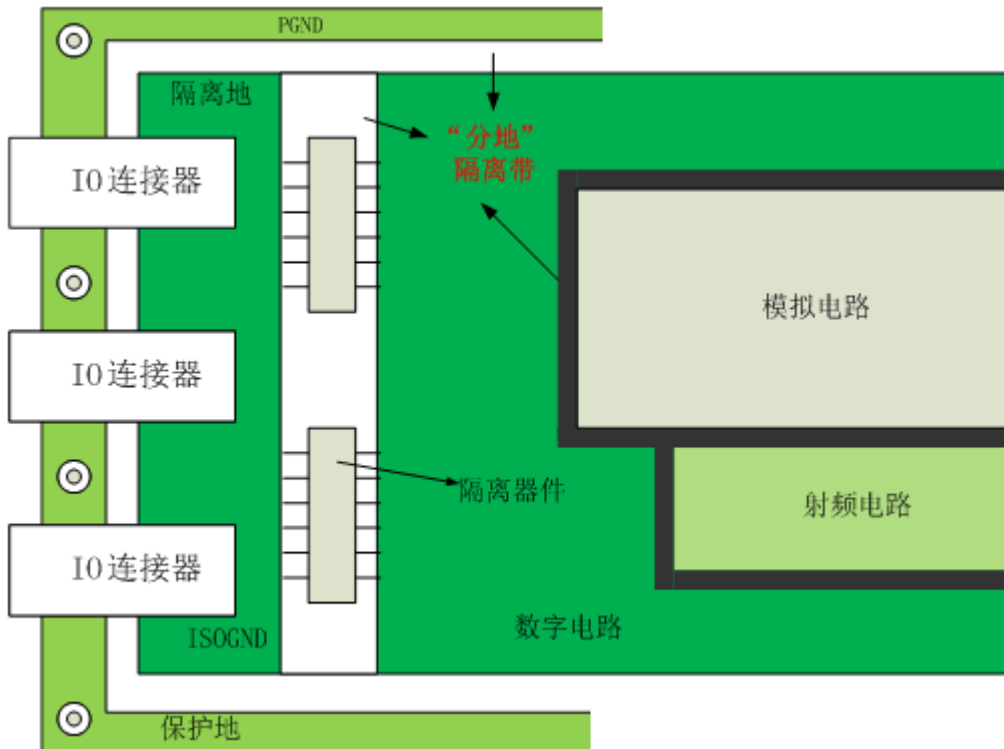
### 一、 地的定义

“地”一般定义为电路、系统的零电位参考点，或者直流电压的零电位点或零电位面。它不一定为实际的大地，还可以是设备的外壳或其他金属板。

1. 模拟地 (AGND) ——连接模拟元器件接地引出端形成的地线;
2. 数字地 (GND) ——连接数字元器件接地引出端形成的地线;
3. 隔离地 (ISOGND) ——连接隔离变压器或隔离期间前后级的地线，即理解为接口地;
4. 保护地 (PGND) ——连接设备外壳的地，确保机壳上无电压, 通常接大地;
5. 射频地 ——连接射频元器件接地引出端形成的地线。

### 二、 PCB 分地设计

当 PCB 板上存在不相容电路时，需要进行“分地”处理，即根据不同的电源电压、电平信号来分别设置地线, 比如：模拟地、数字地、保护地等。“分地”，可以防止不相容电路的回流信号的叠加，防止公共地线阻抗耦合。



PCB “分地” 示意图

### 三、 PCB 地设计原则

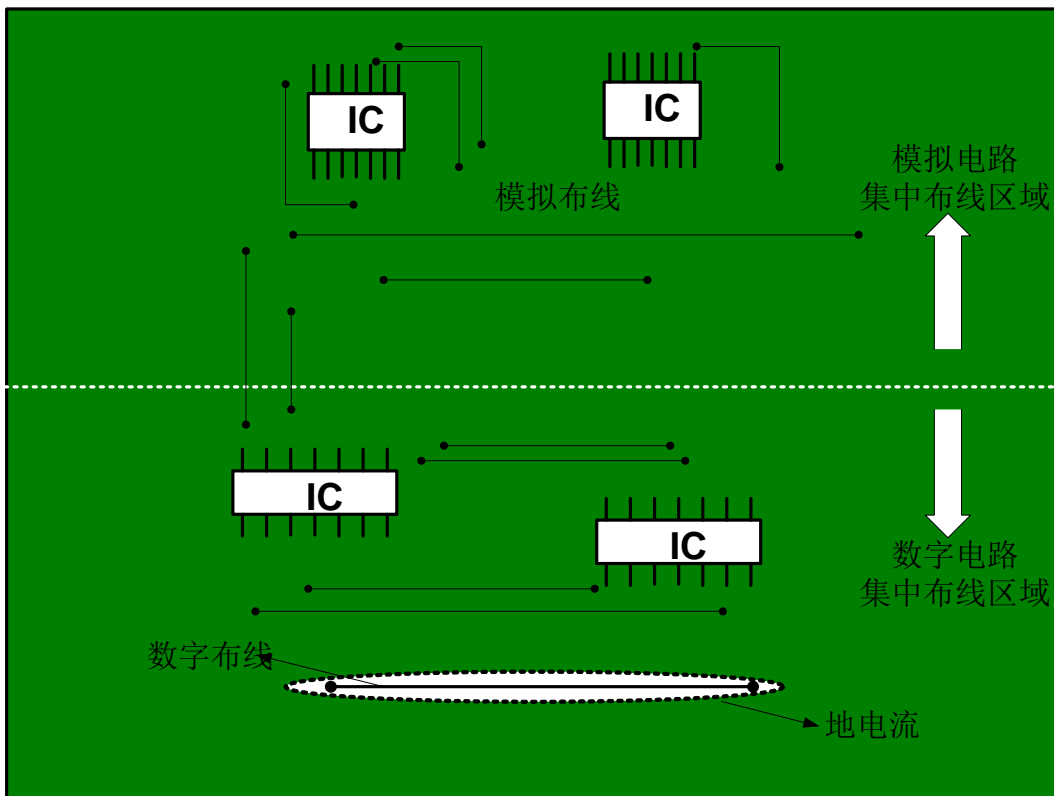
PCB “分地” 设计需要注意以下三点:

1. “分地” 只是根据不同种类的信号或者单板电气功能分别设置地线（或平面）；如：数字地、模拟地、射频地、隔离地、保护地；
2. “分地” 并不是将各种地完全隔离，没有任何电气连接，分地后的各种地还会在适当的位置连接起来，但要考虑不同地、不同模块的公共地阻抗；
3. “PCB 接地” 要保证整个信号回流的连续性；PCB 连接点位置需要考虑信号的回流路径短，信号与地之间的环路面积小。

### 四、 PCB 地连接设计

#### 1. 数模混合地连接设计

- 1) 如果单板中数字电路与模拟电路联系复杂，或者 AD/DA 芯片内部数字地与模拟地是同一个参考点；建议采“分区但不分割地”的方法。即：布局和布线时严格区分数字与模拟区域，但地平面并不分割开。

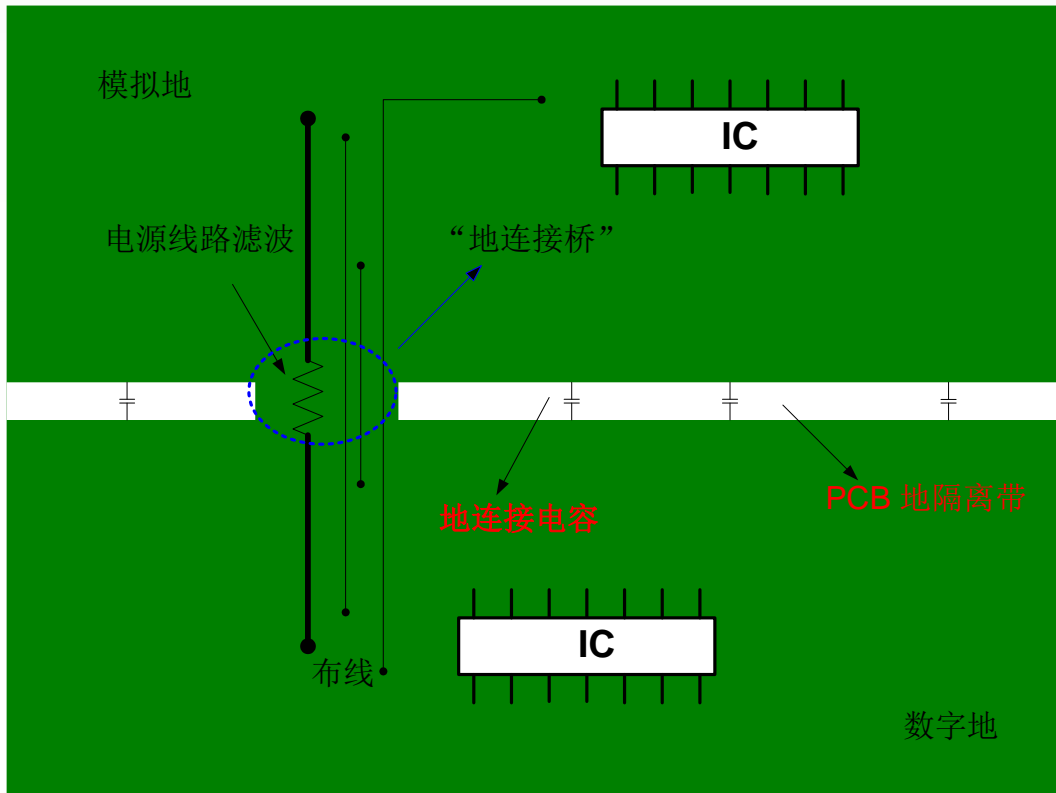


数模“分区不分割地”示意图

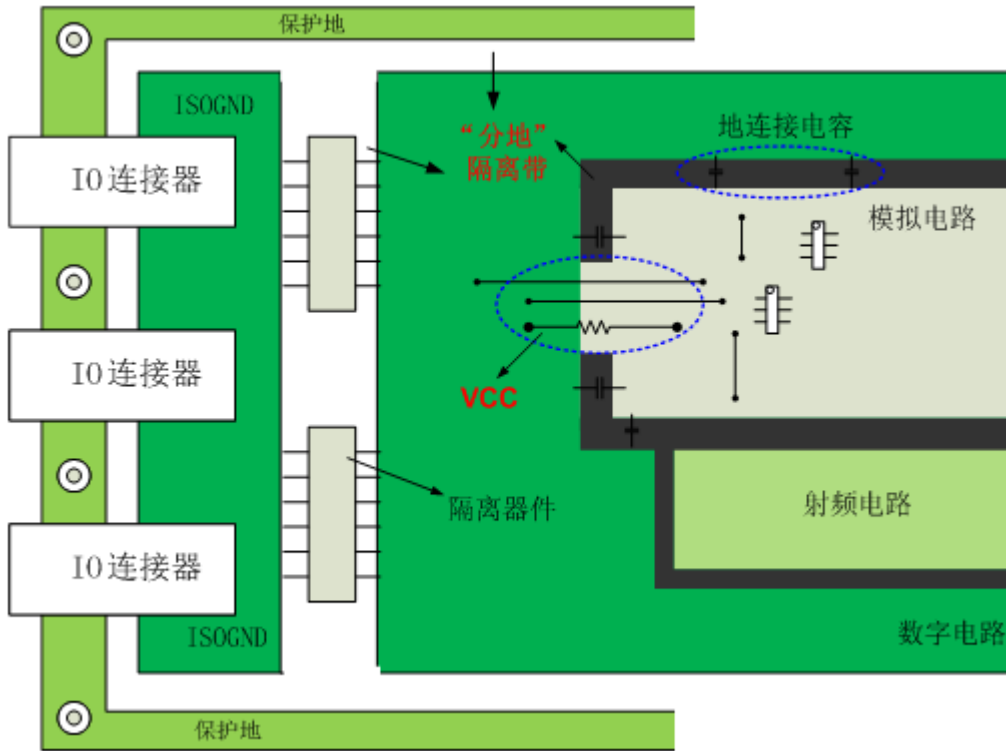
数字电路与模拟电路“分区不分割”设计，主要是为了避免信号跨越分隔带而形成大的信号回路。数字电路集中布局布线在数字区域，模拟电路集中布局布线在模拟区域。只有将数字信号布线在电路板的模拟部分之上，或者将模拟信号布线在电路板的数字部分之上时，才会出现数字信号对模拟信号的干扰。出现这种问题并不是因为没有分割地，真正的原因是数字信号的布线不适当，形成了信号间的串扰导致的。

数字电路与模拟电路都有独立的电源，每个 AD/DA 芯片的电源要有相对应的滤波处理。

- 2) 如果单板中数字电路与模拟电路较为简单、电路连接集中，或者 AD/DA 芯片内部数字地与模拟地完全隔离，建议采“分区且分割地”的方法。为了保证两者之间的信号回流通畅，可以在被分割的地之间进行单点连接，形成两个地之间的连接桥，然后通过该连接桥布线。这样，在每一个信号线的下方都能够提供一个直接的电流回流路径，从而使形成的环路面积很小。



PCB“桥连接”设计示意图



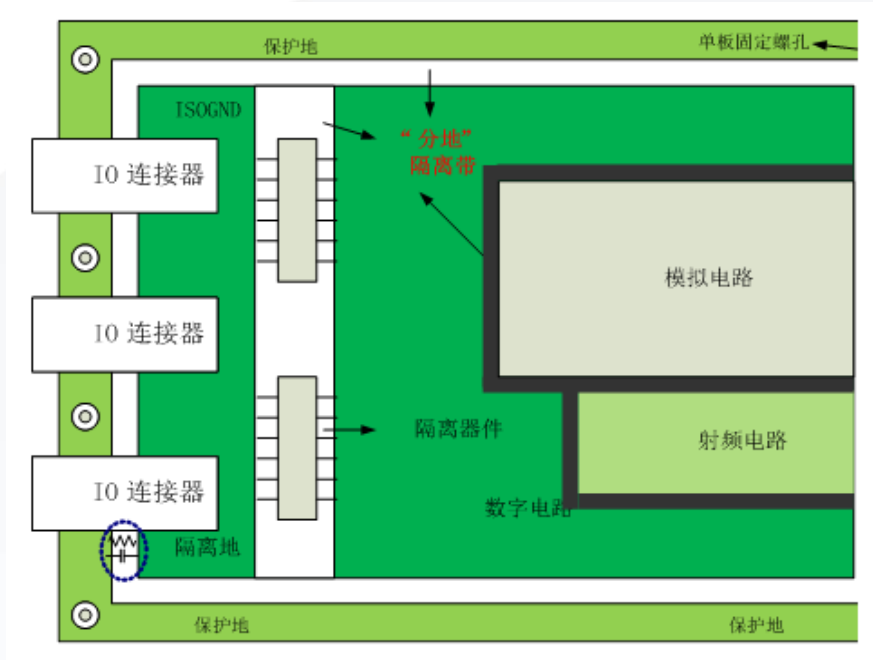
单板数模电路“桥连接”设计示意图

PCB“桥连接”设计中的隔离带是完全从地平面、电源层来分割数字电路与模拟电路。有时在隔离带上预留些地连接电容，可以起到隔离干扰，减小回流面积的作用。

在混合信号 PCB 板上，通常有独立的数字和模拟电源，建议该采用分割电源面。但是紧邻电源层的信号线不能跨越电源之间的间隙，而所有跨越该间隙的信号线都建议位于紧邻大面积地的电路层上。在有些情况下，将模拟电源用连接线而不是一个面来设计可以避免电源面的分割问题。同时也要注意数字与模拟电路各自独立电源的滤波，特别是 AD/DA 芯片电源不能共享，建议考虑滤波隔离。

## 2. 保护地连接设计

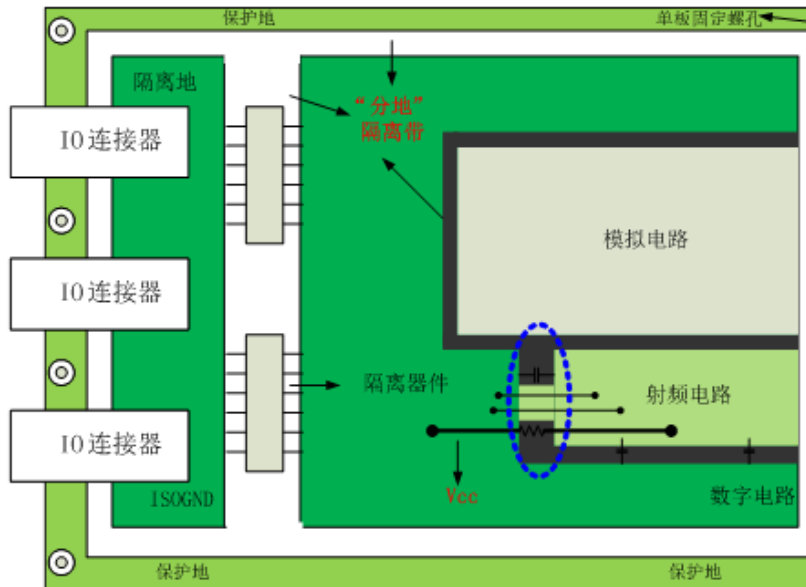
由于保护地是连接大地，泄放干扰能量的，故而任何与保护地连接的设计，都是不允许直接连接的。需要通过  $2M\Omega$  以上电阻和 Y 电容与被连接地进行单点连接；同时保护地的隔离带宽保持 3mm 以上。



PCB 保护地连接设计示意图

### 3. 射频地连接设计

射频电路与其他电路的连接设计中，为了更好的抑制射频电路带来的串扰，同时保证信号回流面积；一般推荐“桥连接”方式。射频电路的电源也要进行滤波处理，滤波器件放置于隔离带中。

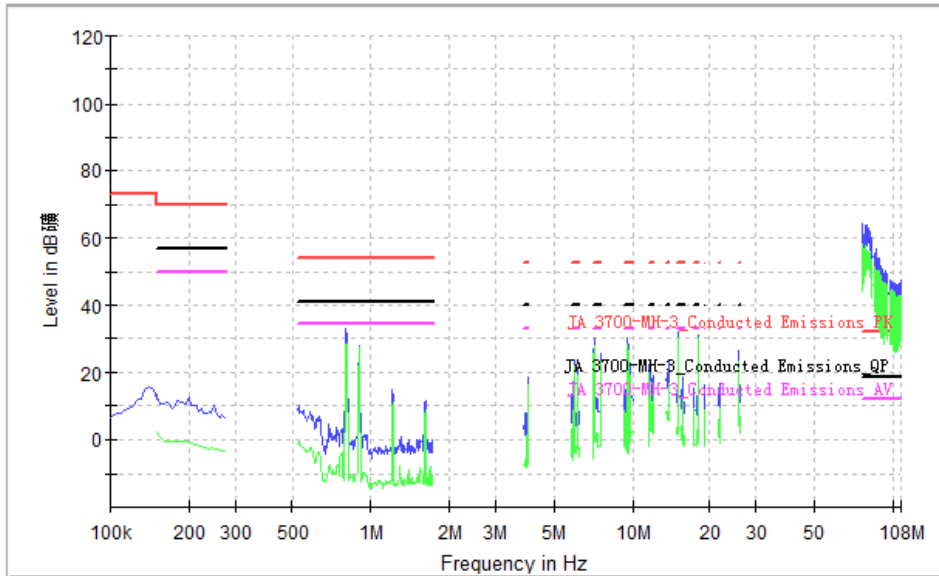


PCB 射频地连接设计示意图

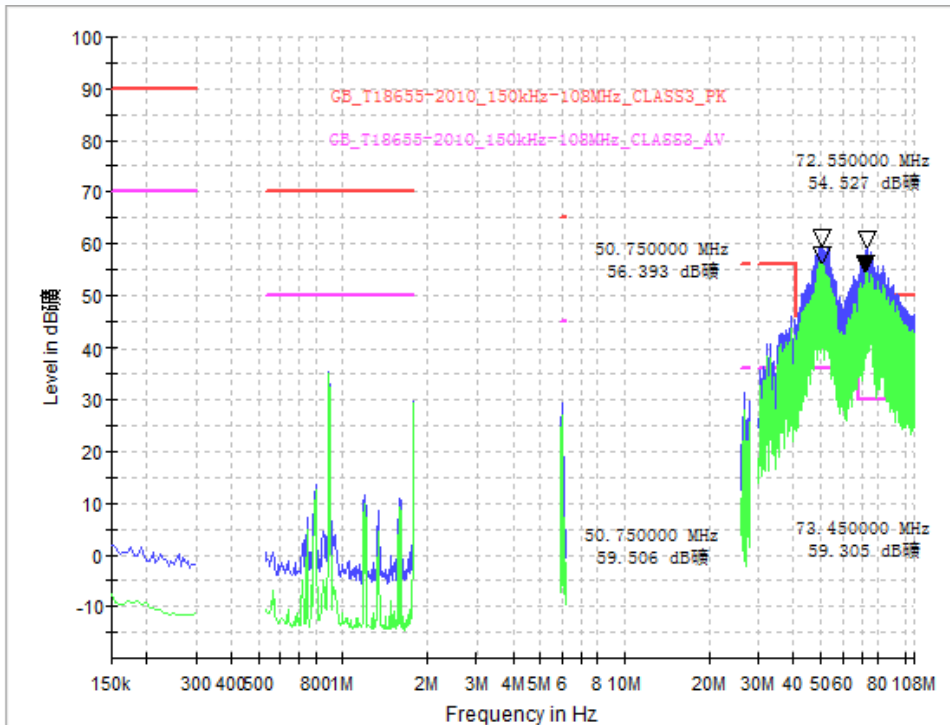
## 五、 环路引起的辐射发射超标案例

### 1. 现象描述

某汽车控制器产品按 GB18655 LV3 测试传导发射时 30MHz~108MHz 超标



正极



负极

### 2. 原因分析

该产品构架主要是由两块 PCB 组成，一个 PCB 互连连接器和一根通信电缆组成，产品

中的 PCB1 与 PCB2 之间采用连接器互连，连接器中所传输信号的最高频率为 25MHz，电平为 2.5V，工作电流约为 2.5mA，连接器中的针间距为 2mm，连接器长度约为 2cm；因此，连接器中的信号针与其回流针所组成的环路面积为 0.4cm<sup>2</sup>。对于高速信号来说，这似乎是一个不小的环路，根据电磁场的基本原理，电流流过环路就会产生一定的磁场，交变电流流过环路就会产生可变磁场，并引起磁场辐射。由此可见，此环路会产生一定的辐射，这种环路在自由空间中产生的辐射强度可以用  $E_{uv/m} = 1.3 * S_{cm^2} * I_A * F_{MHz}^2 / D_m$ 。

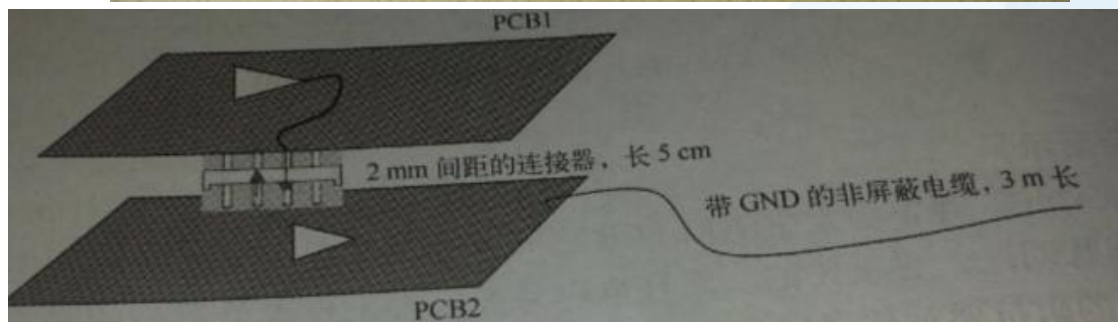
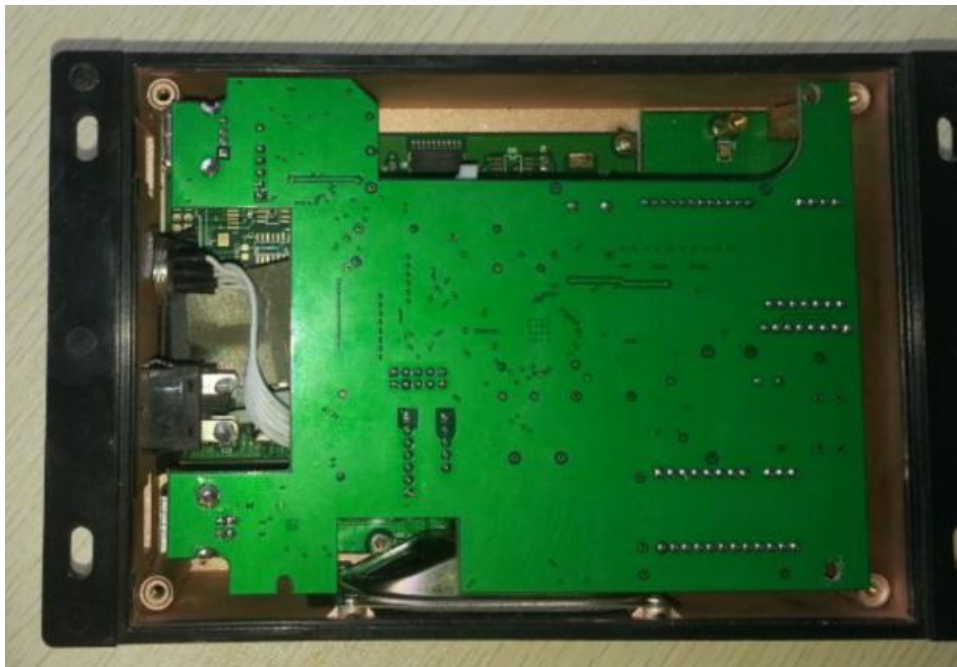
式中： $E_{uv/m}$  为自由空间中离环路距离为  $D_m$  处的电场强度，单位为 Uv/m；

$F_{MHz}$  为环路中电流的频率；

$S_{cm^2}$  为环路面积

$I_A$  为环路中的电流大小

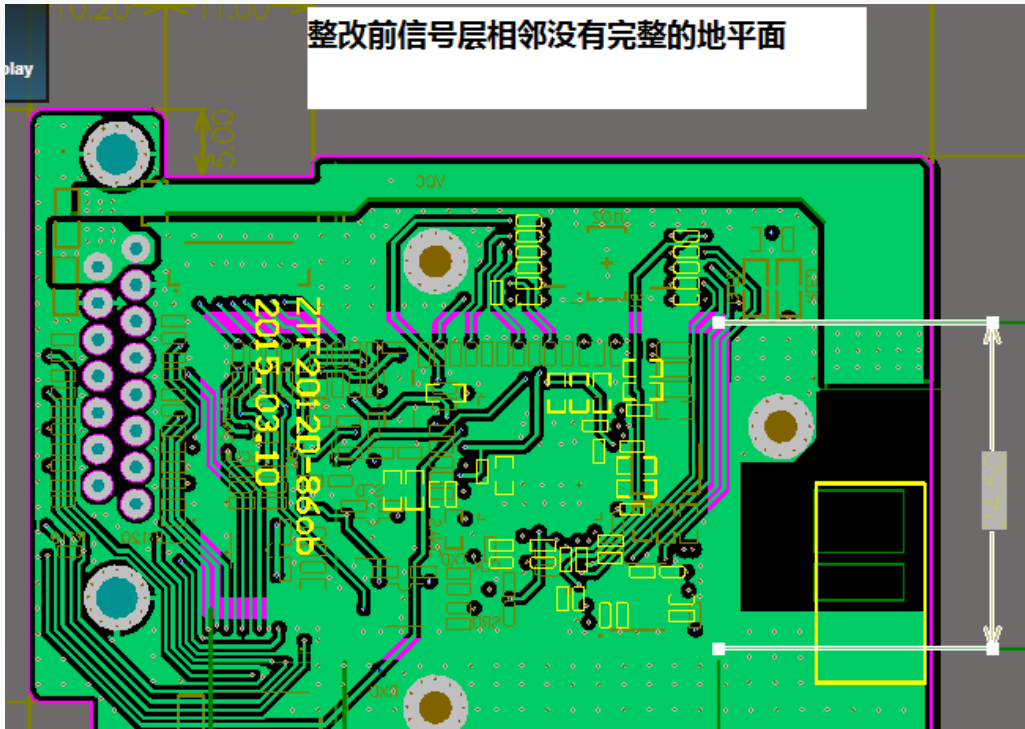
$D_m$  为距离环路的距离



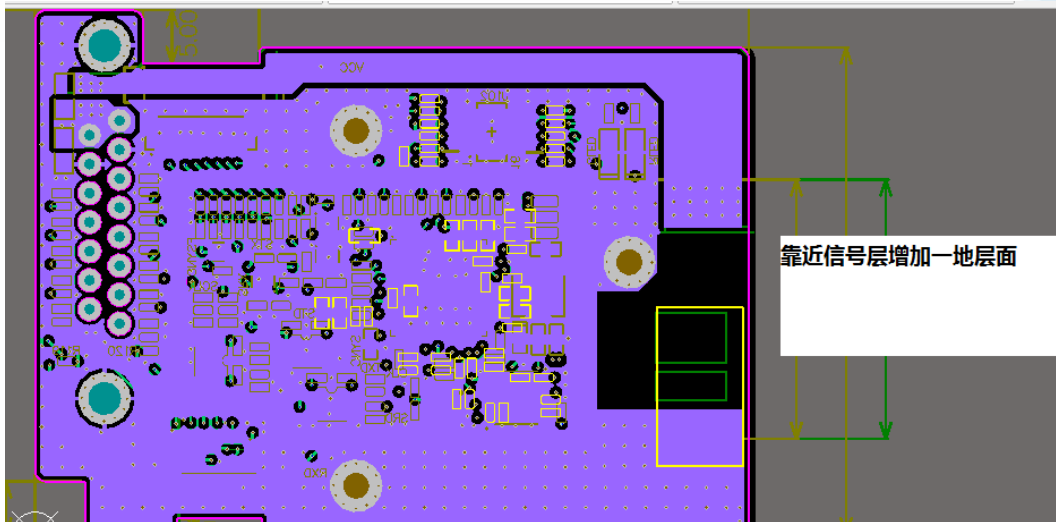


### 3. 处理措施

在实验室定位发现 PCB1 的干扰比较大，结合 PCB1 前期的叠层为四层分析，PCB1 没完整的地平面，使信号线环路面积增大，为减少 PCB1 环路面积，将 PCB1 叠层修改为 6 层，在信号层走线层增加一层完整的地平面层来减少环路面积。在减小环路面积的同时，也防止 PCB1 中串扰的存在。

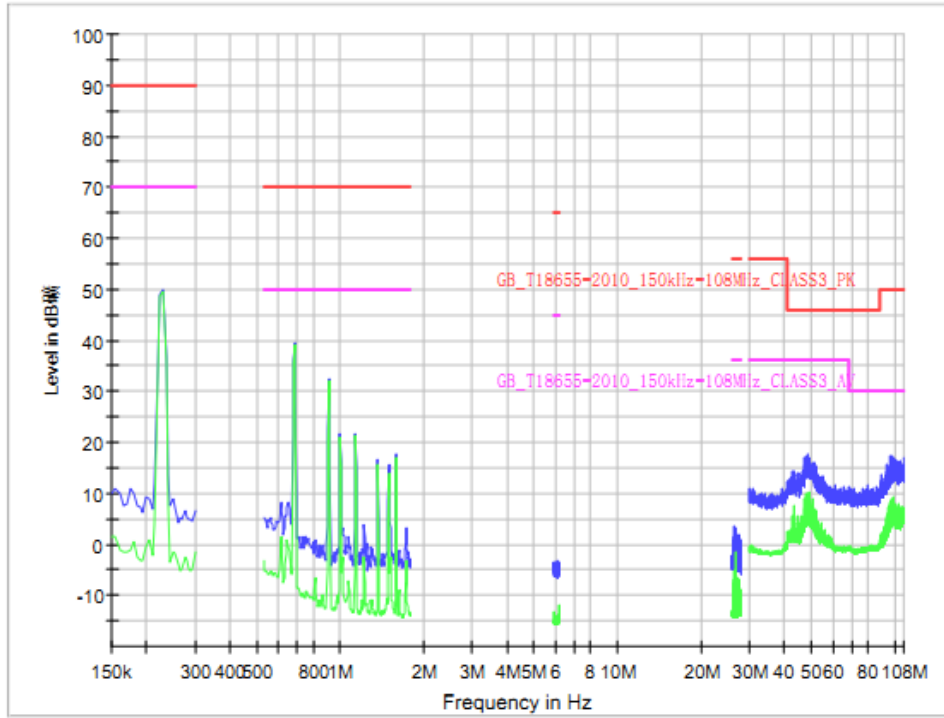


整改前

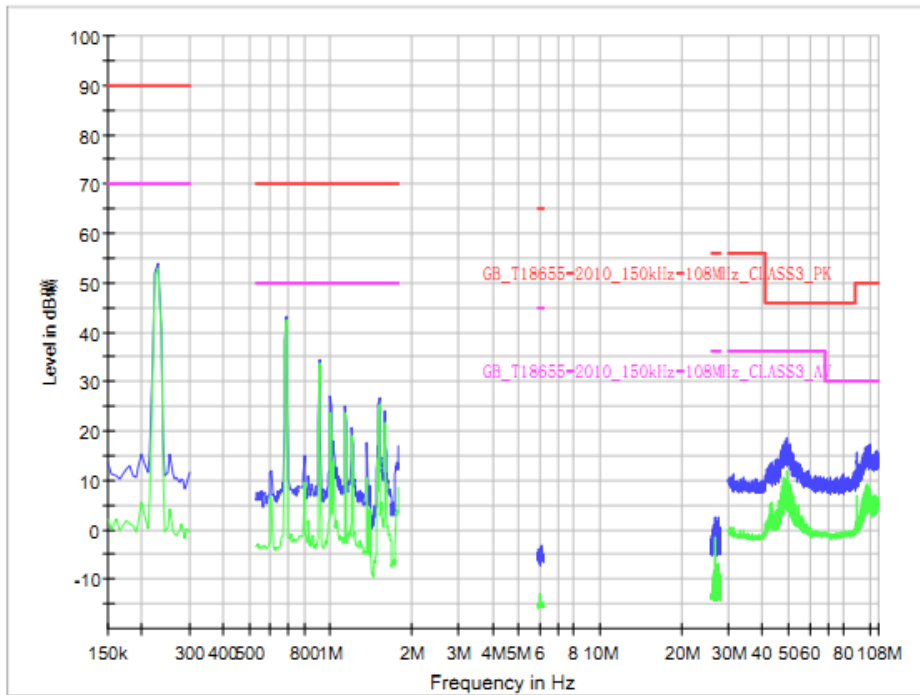


整改后

#### 4. 整改后的测试



正极



负极

## 5. 案例总结

信号环路面积比那些电源干扰系统可产生 EMC 问题会更多，所以为了减少干扰地带来的有害干扰，减小环路面积是最重要的手段，PCB 上的环路面积如果足够大，则不但会由于环路的接收天线作用使 PCB 工作电路抗干扰能力降低，同时环路也会成为发射天线，向自由空间辐射电磁能量，产生 EMI 问题。

感谢您对恒创技术的支持，敬请期待下一期；



恒创公众号



恒创订阅号

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](mailto:flora@hc-emc.com)  
公司网址：[www.hc-emc.com](http://www.hc-emc.com)  
电话：0755-27082789\27083789 转 808  
传真：0755-27325566-804