

【高速先生原创|EMC 系列】SI 与 EMI

作者：周伟 一博科技高速先生团队队员

SI 与 EMI（一）

Mark 为期两天的 EMC 培训中大概分成四个时间差不多的部分，简单来说分别是 SI、PI、回流、屏蔽。而在信号完整性的书籍中，也会把信号完整性分为：1.信号自身传输的问题（反射，损耗）；2.信号与信号之间的问题（串扰）；3.电源问题；4.EMC 问题。看来 EMC 跟 SI 重叠度很高啊，确实做久了之后，发现其实他们都是在解决一个电磁场往哪儿去的问题，解决的思路与手段都有非常大的相似性。

在 PCB 板上的电磁场，更多的还是储存在电容电感中，任何一个导体都是电感，而任何两个导体的组合都是电容。储存在信号路径与回流路径之中的电磁场是我们的有效信号，储存在信号路径与其他路径之间的是我们的串扰，还有一部分能量会散逸出去（可以理解为跑去信号路径与 PCB 板外的金属所构成的电容中了），这一部分能量就是我们的 EMI 能量。

而电磁场也是有惰性的，哪里电容大它就呆在那里，哪里阻抗小它就往哪去，哪里的互感大就会分到更多的能量。信号发送出来，其总能量可以认为是一定的，信号路径与回流路径之间分到的能量变多了，串扰和 EMI 也就变小了。

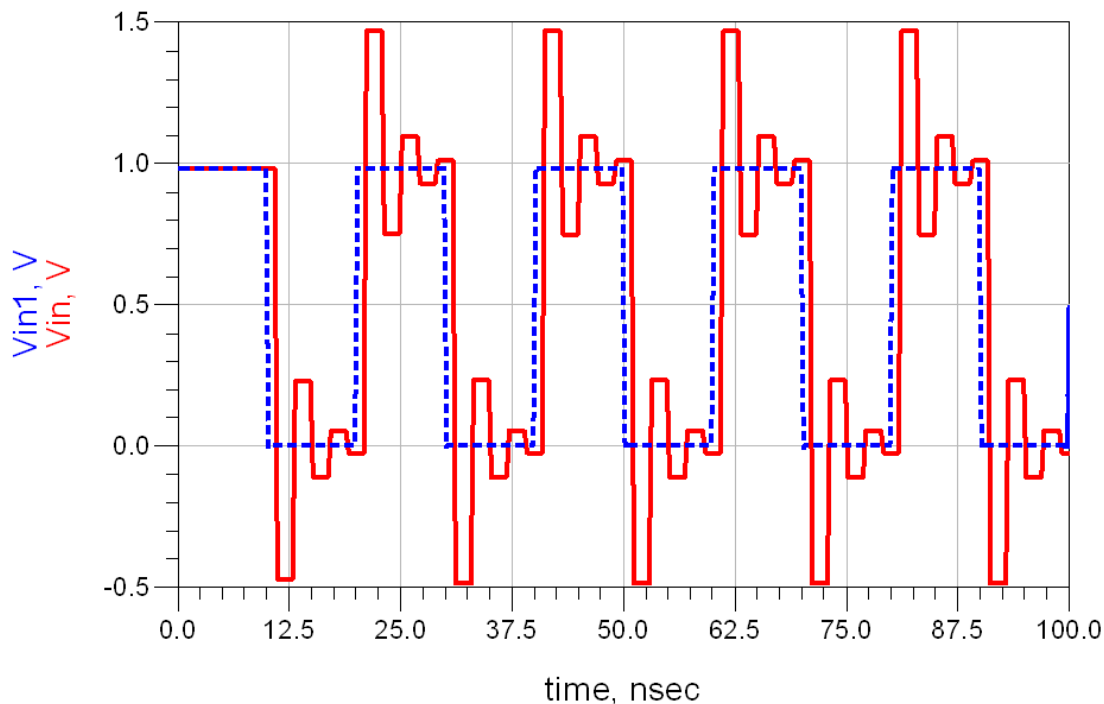
下面看看我们反射是怎样影响 EMI 的。

如大家平时看到的图片一样，反射会让信号产生振铃：

如何关注

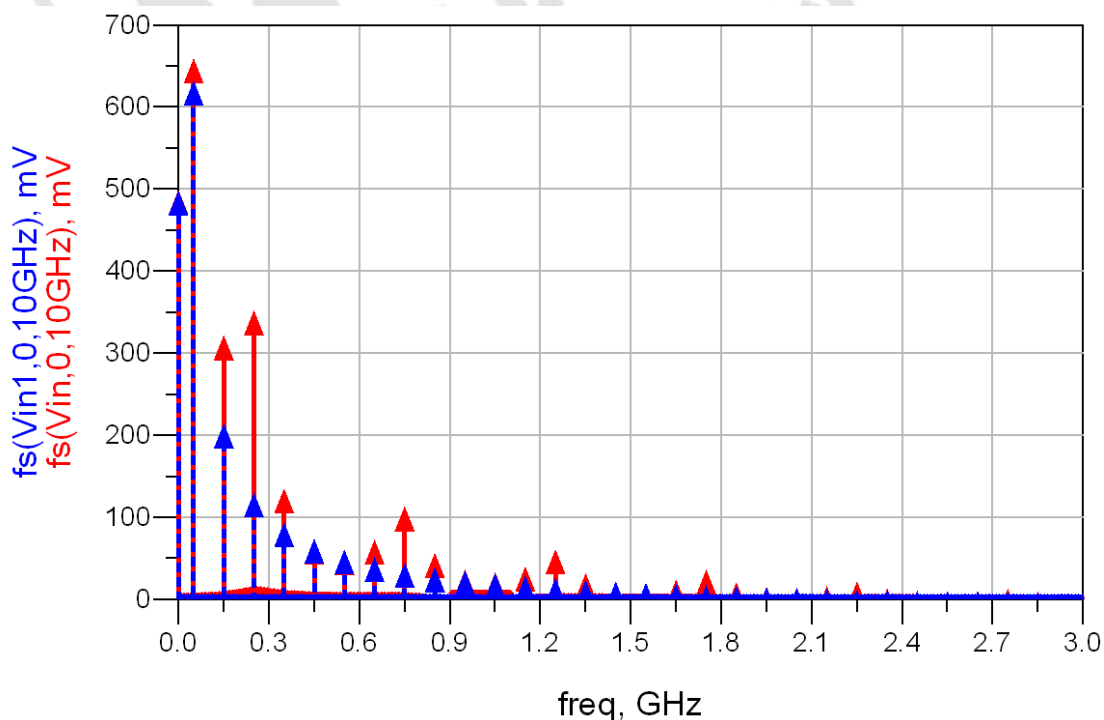
- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





(图一)

大家平时通常说这个波形的信号质量不好，但其实这样的信号的 EMI 也更严重，反射的过冲使得 di/dt 变得更大了，有振铃信号的频谱如下图所示红色所示：



(图二)

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习

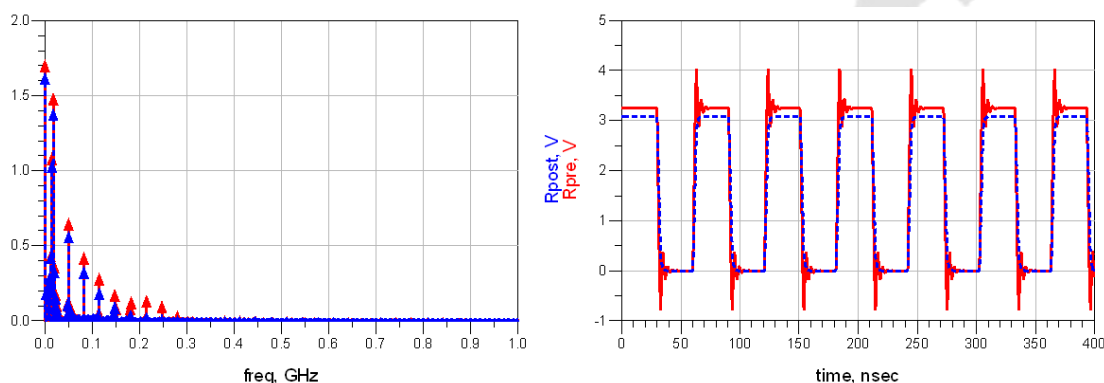


信号传输的物理结构没有变化，信号某一些频率的幅度变强了，辐射的能量自然也就变强了。

可能有的朋友会问了：不是说好了能量守恒吗？这些莫名其妙多出来的能量是从哪里来的？

其实只是反射之后某一部分的电磁场在时间和空间上进行了叠加，看起来增加了而已。

事实上，小陈同学确实有通过加匹配电阻成功的解决了一个医疗仪器项目 EMI 超标的问题，在源端加上一个 50 欧姆的匹配电阻之后，信号从红色波形变成了蓝色的波形：



(图三)

可以看到，信号整体的频谱分量明显变小了。

而且这样的串阻除了匹配阻抗消除反射，减小电磁场在某些地方的叠加，达到减小 EMI 能量之外，还可以从另一个方面去减小 EMI 能量，可以看到图三中低频的谐波也有较明显的改善，而图二中则没有。

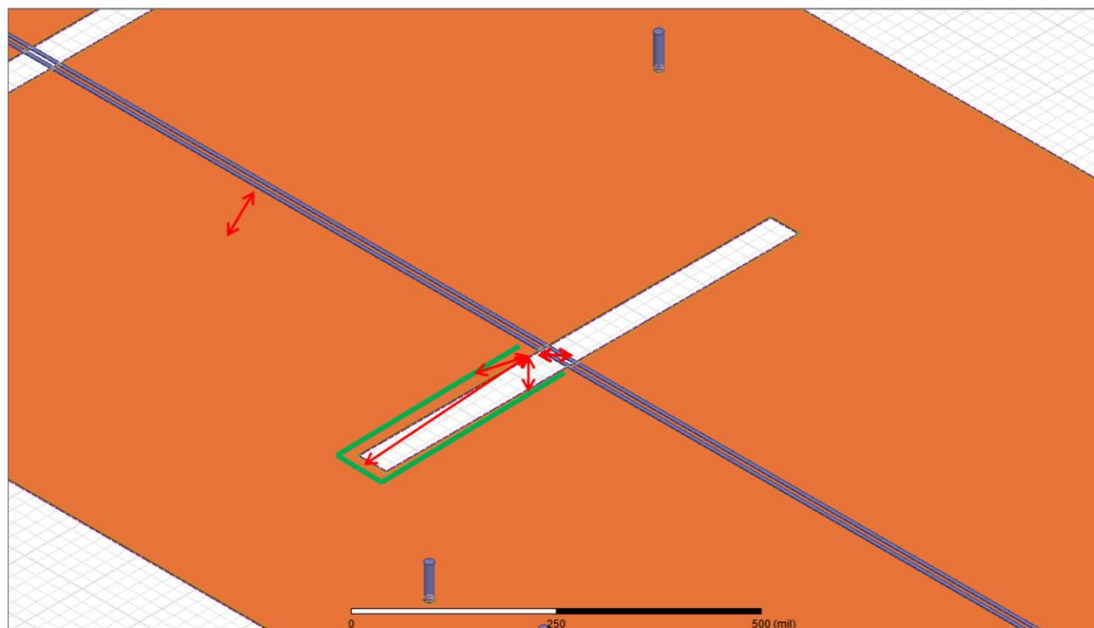
SI 与 EMI (二)

上一篇说了反射，这篇文章说说串扰。关于串扰本身大家可以移步之前写过《串扰系列》，这里讲一个跨分割时的案例，直接套用小陈同学串扰话题中某一页备注。

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





(图一)

这是一个被引用无数次的跨分割结构，信号本来好好的在由信号路径与回流路径所构成的大电容中呆着，突然这个电容不见了。

就像人们好好的睡在床上，突然有人把你的被子给抽走了。这时候，有一部分的人会选择在床上等着别人把被子还回来。有一部分人会选择起身把衣服穿上，这一部分人跨分割时突然变成严重的 EMI 能量。一部分人会去别的床上碰碰运气看看被子还在不在，就耦合到其他信号路径上变成了串扰了。

在跨分割之前，最大的电容是信号路径与地平面之间组成的电容。在跨分割的地方最大的电容变成了信号路径与旁边的信号路径所组成的这个电容。但同时，图中绿色部分的地也会与信号本身形成一个电容，并不会说所有能量都耦合到另一条线上变成串扰。

可能有人会问了，要是这个跨分割非常宽，那是不是主要能量就全部到另外一条线上面去了？这里的宽是一个相对的概念，宽不宽信号自己说了算，频率越低信号波长越长，这一点宽度对他来说并不算什么，这一部分信号比较迟钝，而频率较高的信号波长很短很灵敏，最容易当墙头草的就是他们了。

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习

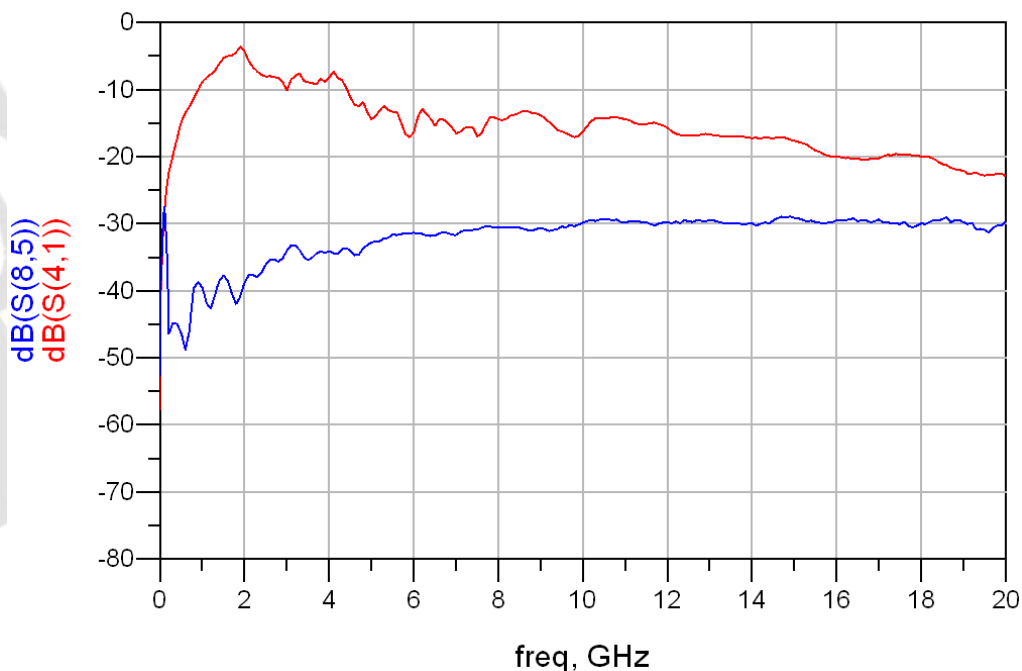




(图二)

大家可以看到，图二红色曲线是被子没有被抽走时在本来床上睡觉的朋友，蓝色曲线是被子被抽走后还愿意老老实实呆在床上等的人。看来确实是跑了不少啊。

跑掉的能量变成了图三中的串扰，蓝色为没跨分割的串扰，红色为跨分割后的串扰。同时还有一部分变成了 EMI 能量散逸出去。



(图三)

同时可以看到，2GHz 出现了一个极值。我们应该都听过一个故事，在一个窗口排了很长的队，突然开了一个新窗口，最惨的是哪些人？是在中间的那些人。对于信号来说，也有一个这样最惨的群体，那就是大家经常会听到的“四分之一波长”，在这个模型中，2GHz 的四分之一波长差不多就是图中绿框的长度。同样的这个频率的 EMI 能量也将会是最严重的。

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



所以，我们还会通过破坏一些结构去达到减小某个频点 EMI 超标的目的。

【关于一博】

一博科技专注于高速 PCB 设计、PCB 制板、焊接加工、物料供应等服务。作为全球最大的高速 PCB 设计公司，我司在中国、美国、日本设立研发机构，全球研发工程师 500 余人。超大规模的高速 PCB 设计团队，引领技术前沿，贴近客户需求。

一博旗下 PCB 板厂成立于 2009 年，位于广东四会（广州北 50KM），采用来自日本、德国的一流加工设备，TPS 精益生产管理以及品质管控体系的引入，致力为广大客户提供高品质、高多层的制板服务。

一博旗下 PCBA 总厂位于深圳，并在上海设立分厂，现有 12 条 SMT 产线，配备全新进口富士 XPF、NXT3、全自动锡膏印刷机、十温区回流炉等高端设备，并配有波峰焊、AOI、XRAY、BGA 返修台等配套设备，专注研发打样、中小批量的 SMT 贴片、组装等服务。

【关于高速先生】

高速先生由深圳市一博科技有限公司 R&D 技术研究部创办，用浅显易懂的方式讲述高速设计，成立至今保持每周发布两篇原创技术文章，已和大家分享了百余篇呕心沥血之作，深受业内专业人士欢迎，是中国高速电路第一自媒体品牌。



扫一扫，即可关注

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习

