

【高速先生原创|高速串行系列】紧耦合还是松耦合

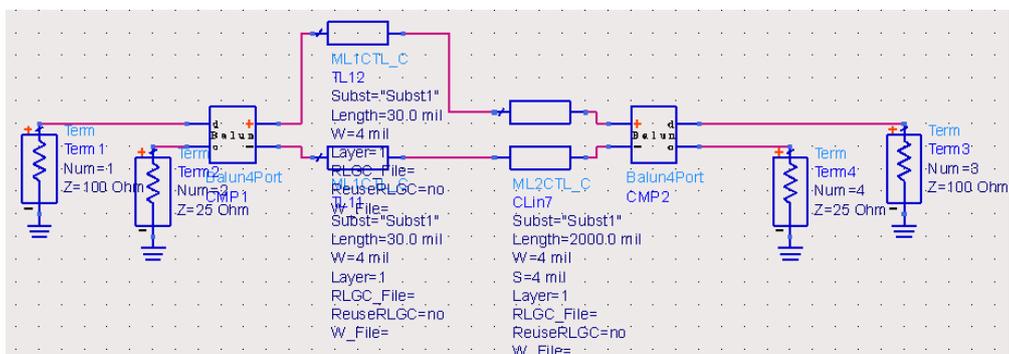
作者：王萍 一博科技高速先生团队成员

在设计初期，确定差分信号线宽间距时，我们会面对这么个选择：相同的阻抗管控，对应着不同的线宽间距，4mil/4mil，5mil/8mil 或 6mil/16mil.....其中间距大的我们叫松耦合，间距小的就叫紧耦合。遇到这种情况我们该如何选择呢？如果我是设计工程师我就选紧耦合，因为占用的空间小啊，布线容易啊。作为高速先生我就要分析一下松紧耦合的优缺点了，因为凡事有利就有弊呀。

首先从反射的角度来分析，反射最主要的切入点就是阻抗。耦合的松紧会影响传输线的各种阻抗参数，下表显示了介质厚度为3.8mil，介电系数为4.5，铜厚1.2mil时，差分阻抗保持在100欧姆，不同线间距对传输线阻抗的影响。其中Zquiet为当其中一条线保持静态，另一条线上单端信号感受到的阻抗，Zse为附近没有其他传输线时的单端阻抗。

Case	线宽/间距	Zdiff	Zcomm	Zeven	Zodd	Zquiet	Zse
1	4/4	100.49	36.13	72.26	50.24	60.06	61.93
2	5.28/8	100.2	29.38	58.76	50.1	54.26	54.53
3	5.7/12	100.22	27.46	54.91	50.11	52.46	52.51
4	5.9/16	100.24	26.62	53.23	50.12	51.65	51.65

从表中可以看到虽然差分阻抗都相同，但共模阻抗相差较大，耦合越紧共模阻抗越大，我们知道理想的共模端接是25欧姆，所以紧耦合的共模反射肯定要比松耦合大。还有信号出pin时，是从无耦合区域进入耦合区域，先感受到单根阻抗，再耦合阻抗，在这种情况下，紧耦合两部分阻抗差也比松耦合大，反射也会越严重。下面我们就仿真验证一下，我们用case1, case2, case4的线宽间距来搭建链路，无耦合区域长度为30mil，耦合区域为2000mil。

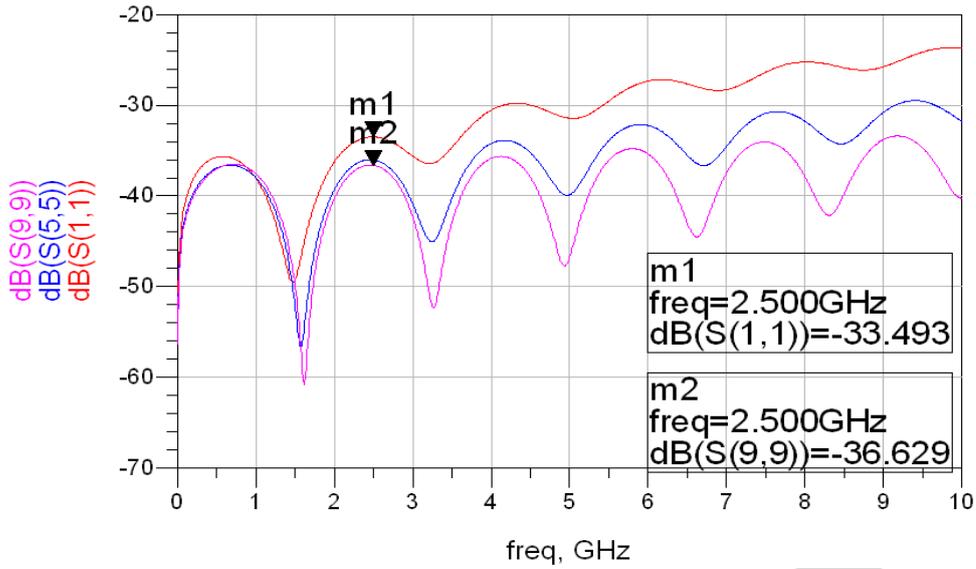


差分回波损耗对比（红：case1；蓝色：case2；玫红：case4）：

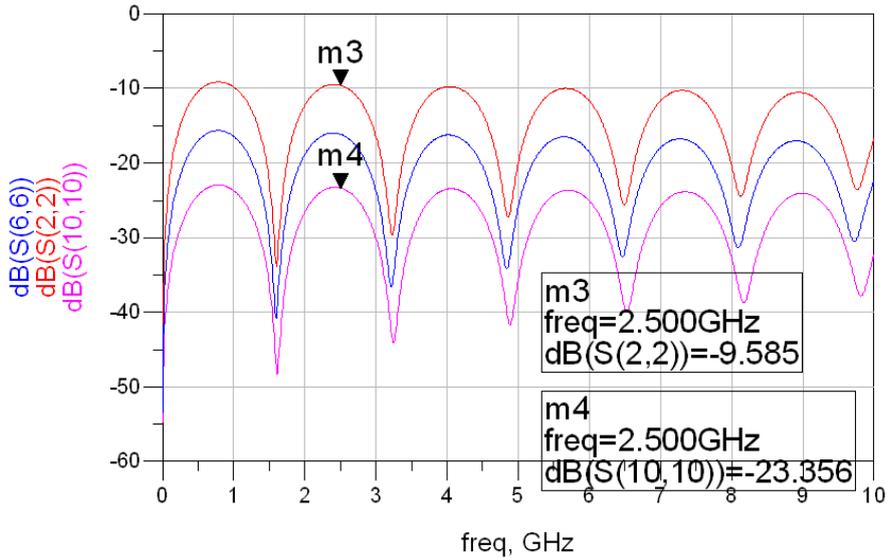
如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





共模回波损耗对比（红：case1；蓝色：case2；玫红：case4）：



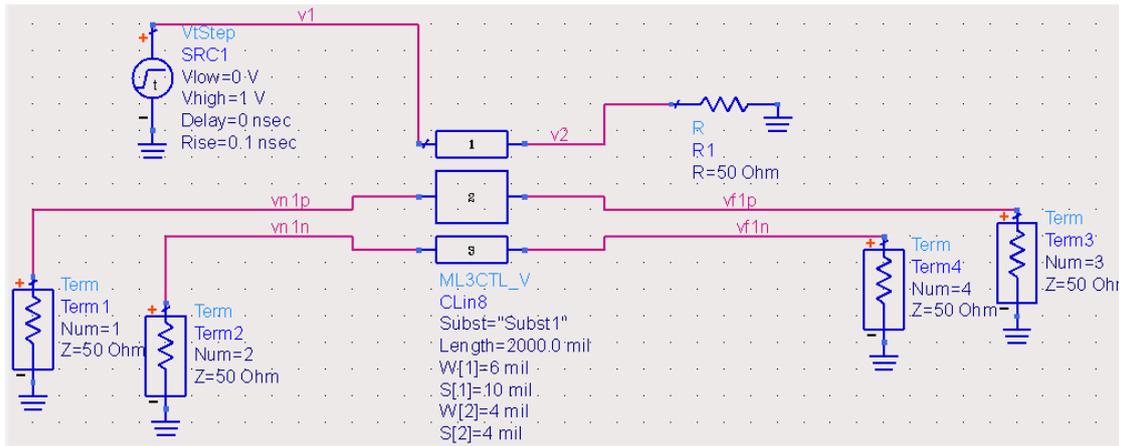
仿真结果证明了紧耦合的反射确实比松耦合严重哦。

再从串扰来分析一下。都说紧耦合抗干扰能力强，事实是否如此呢？同样用 case1, case2, case4 的线宽间距来搭建链路，攻击线是单根信号，距离差分对 10mil，阻抗 50ohm，加了上升沿是 100ps 的 1v 阶跃信号。

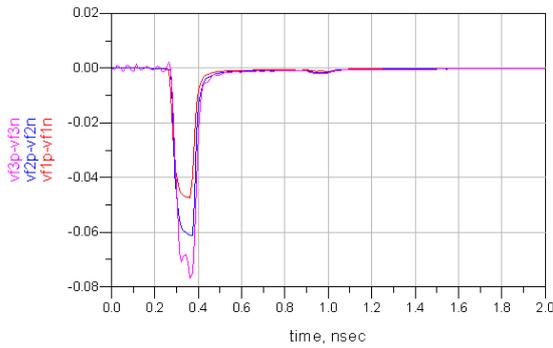
如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习

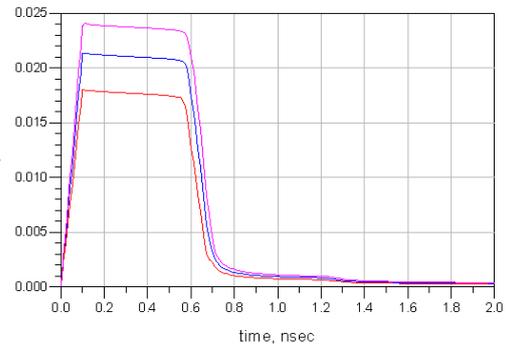




差分噪声（红：case1；蓝色：case2；玫红：case4）：



远端差分噪声



近端差分噪声

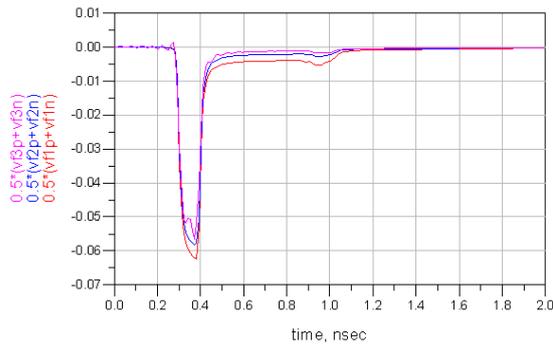
嘢，仿真结果显示紧耦合的差分噪声确实要小些哦，那共模噪声呢？

如何关注

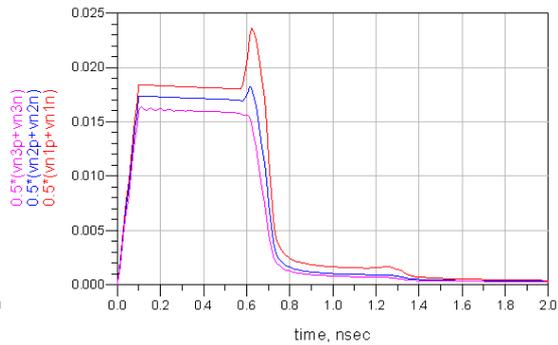
- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



共模噪声（红：case1；蓝色：case2；玫红：case4）：



远端共模噪声



近端共模噪声

结果相反哦，松耦合抗共模噪声的能力更强些。为什么呢？耦合越紧，干扰源对两根信号的串扰就越接近，我们知道差分信号是两信号相减，串扰越接近的话抵消的就越多，得到的差分串扰就越小。但共模信号是两根信号串扰电压的平均值，是相加，所以紧耦合比之松耦合会加剧共模串扰。

另外松耦合的线宽较紧耦合宽，导体损耗相对小，在长距离的高速信号传输时一般都会建议采用5mil以上的线宽。

综合空间，反射，串扰和损耗等因素，对于走线很长的高速差分互连最好使用相对松耦合。

问题来了

综合空间，反射，串扰和损耗等因素，对于走线很长的高速差分互连最好使用相对松耦合。亲们，有没有不同的意见啊？

高速先生欢迎您和我们一起进行交流，关注微信名（高速先生），直接将答案通过会话回复，参与互动答题即有机会获得奖品，回复关键词“奖品”查看更多。

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



【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

