

【高速先生原创|生产与高速系列】当完美的双带线设计遇到不完美的加工误差

作者：黄刚 一博科技高速先生团队队员

【关键词 keyword】

双带线层偏串扰

【摘要】

城市建设中多车道，立交桥的设计增加了汽车水平和垂直方向的密度；PCB 领域中同层多对走线，多层走线的设计也能提高两个方向的走线密度。现在看着楼下密密麻麻的车辆，小编心中却在评估着双带走线的方案是否 ok。。。

【正文】

最近小编去外面的世界走了一圈，和大家进行了不少场面对面的技术交流会。粉丝们很热情，水平也很高，虽然时间匆忙，但是也获益良多；回来后决定重拾“荒废”一段时间的学业，结合不少朋友的问题和最近高速先生的文章主题继续讲讲 PCB 设计与加工误差的这些事。

如果让你叠一个 8 层板，最常规的会叠成下图左边这样：有两个内层走线，其中有一个走线层上下都参考地，属于比较好的走线层，另外一个需要有一面参考电源，很多人总是会觉得差一丢丢的感觉（问他们差在哪，他们又不一定说得出来，关于参考电源的差异，这里不展开讨论）。那如果发现 2 个内层不够，需要 3 个内层走线的话，你可能只能像下图右边这么叠，在同样层数的情况下，多一个内层就只能少一个地层，那就会出现两个平面层夹 2 个信号层，这就是我们所说的双带线结构，下图右边红色框框所示。

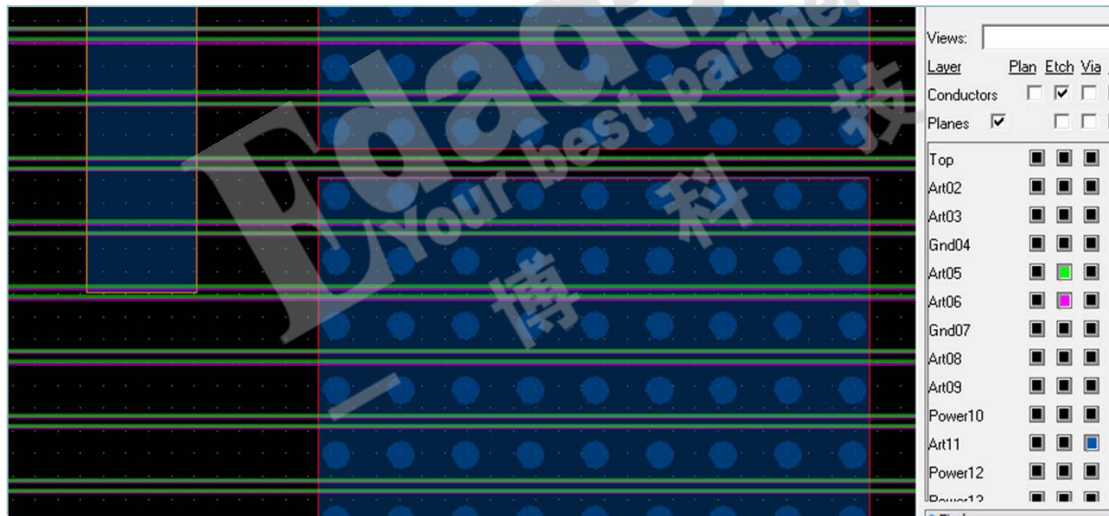
如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



Layers		Layers	
	SILKTOP		SILKTOP
	SOLDMASKTOP		SOLDMASKTOP
TOP01		TOP01	
	PP		PP
GND02		GND02	
	CORE		CORE
ART03		ART03	
	PP		PP
PWR04		ART04	
	CORE		CORE
GND05		PWR05	
	PP		PP
ART06		ART06	
	CORE		CORE
GND07		GND07	
	PP		PP
BOT08		BOT08	
	SOLDMASKBOTTOM		SOLDMASKBOTTOM
	SILKBOTTOM		SILKBOTTOM

在我们日常的 PCB 设计中，对于双带线，我们除了要关心同层走线之间的串扰之外，还要关心相邻层走线的串扰。

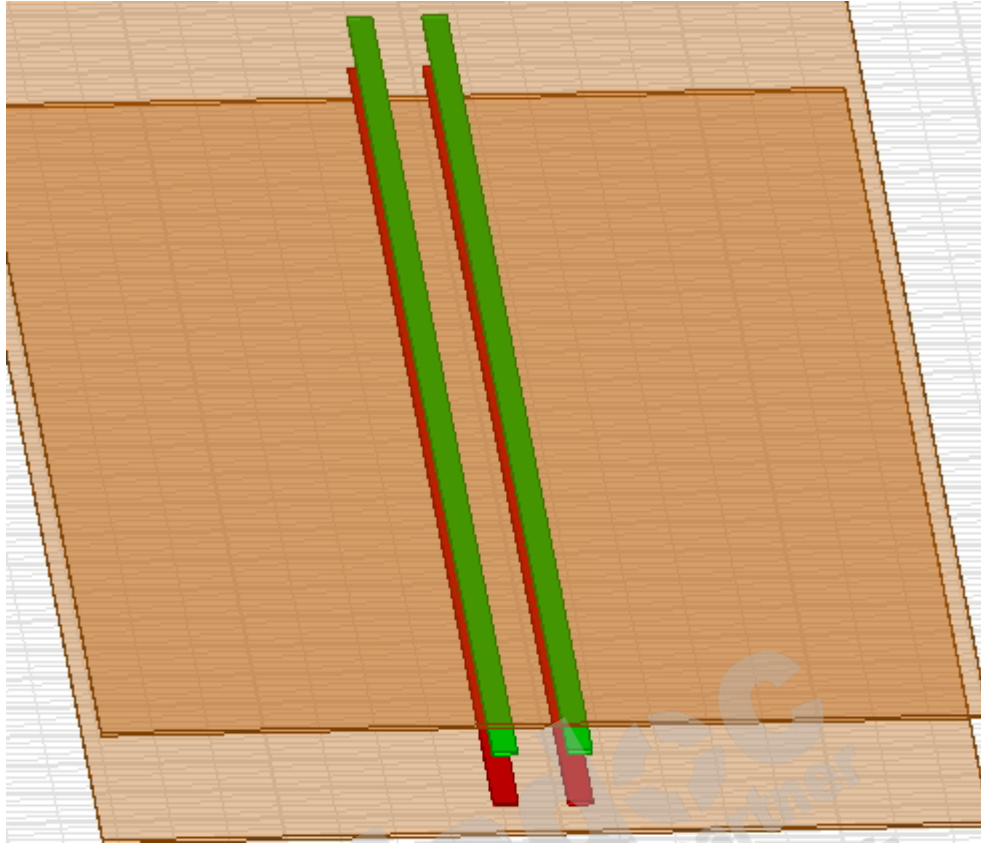


下面是两对线宽为 4.5mil，线间距为 9mil 的差分线，它们和参考平面共同组成了一组双带线的结构（下面红色和绿色的差分线，黄色是参考平面）。

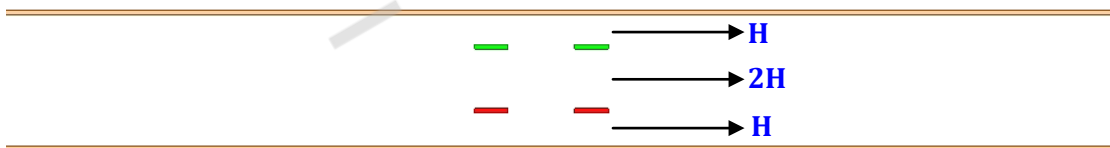
如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





一些基础的串扰理论告诉我们，如果双带线平行走线长度过长的话，串扰会比较严重，我们用这个双带线的模型做一下仿真，看看到底串扰能严重到什么程度哈。我们定义差分线到各自参考平面的距离为 H ，相邻层的距离为 $2H$ ，平行走线长度为 1000mil 。

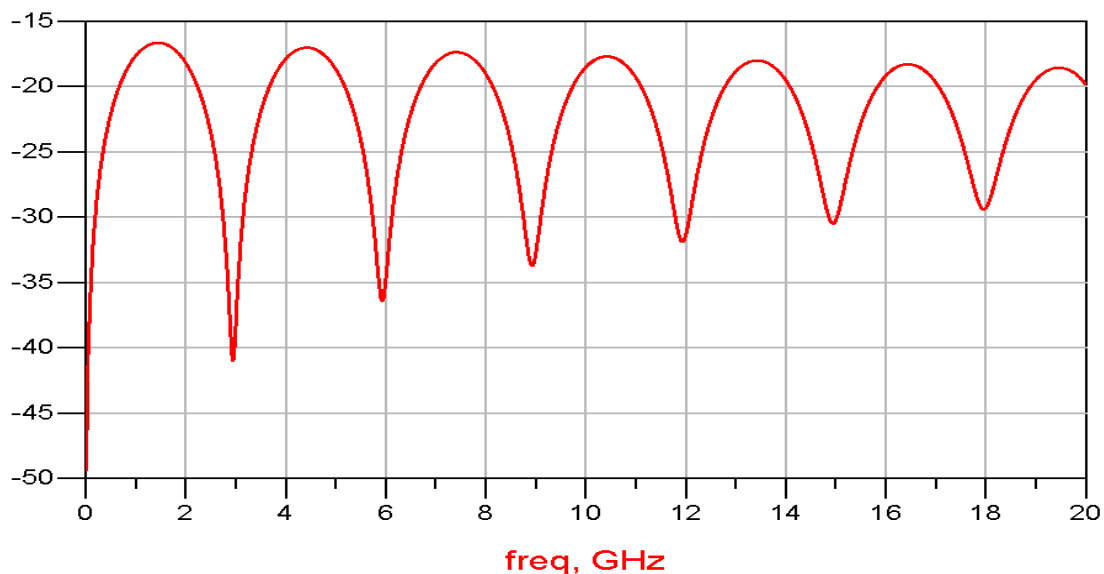


在上图的这种情况下，两对差分线的串扰（由于是内层走线，我们更关心近端串扰，下面的分析也都是指近端串扰）是这样的：我们可以看到，串扰是比较严重的，接近 15dB 了。

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





如果在垂直方向的距离 $2H$ 固定的情况下，我们可以通过拉开它们的水平距离达到减小串扰的目的，例如可以拉开到下面的这两种情况。

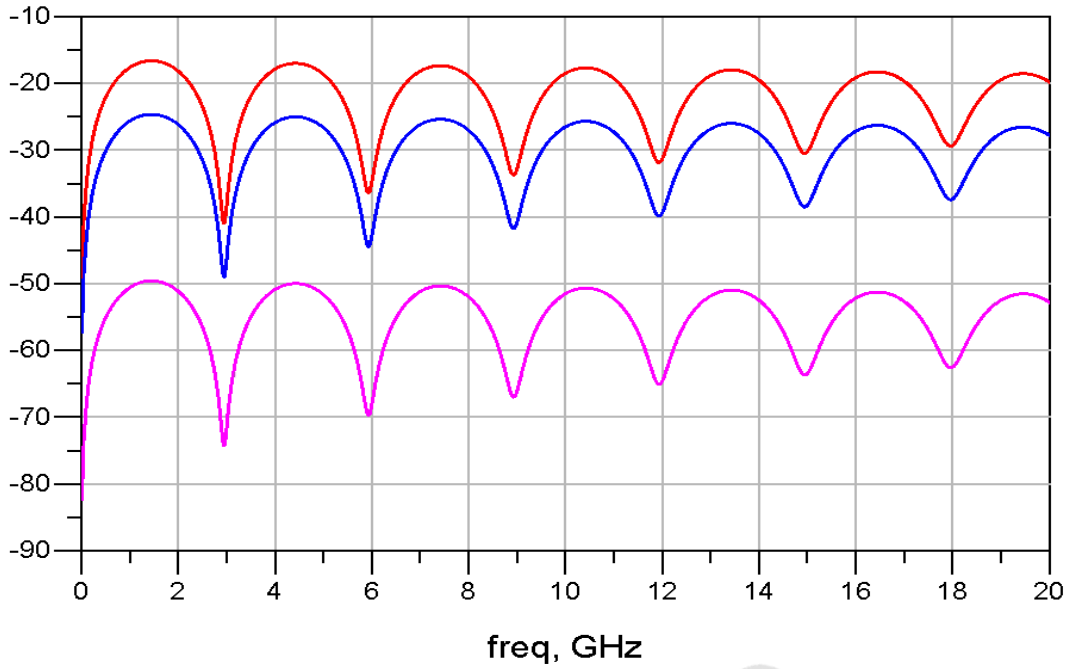


从仿真结果上看，拉开到相切到一倍线宽的距离时对串扰就会有明显的改善效果，串扰可以从 -15dB 到非常好的 -50dB 。

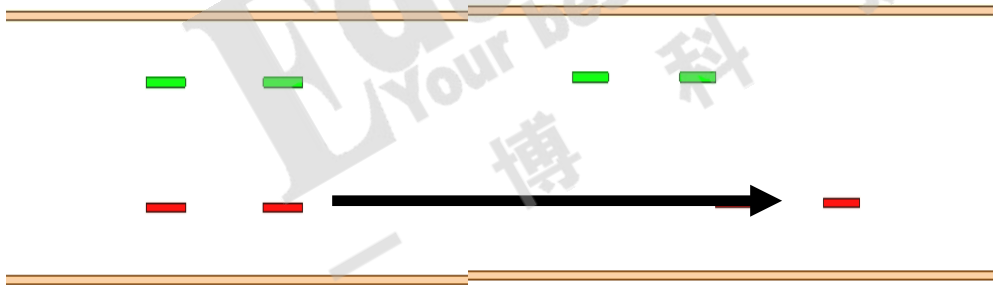
如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



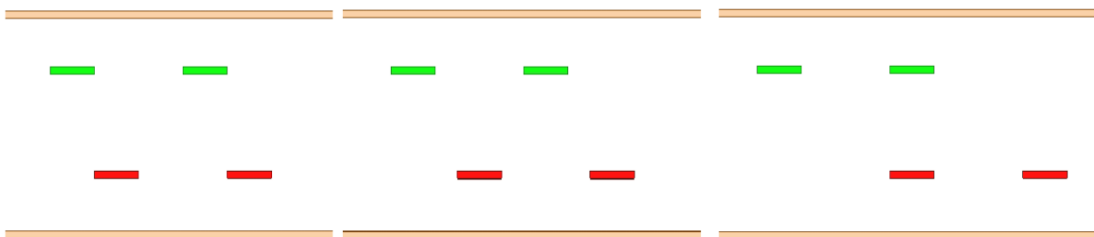


但是拉开到一倍线宽线距对布线来说会很浪费空间，降低布线的密度。另外大家有没有想过，按从下图左边完全重合到右边相切逐渐拉开的话，串扰会是一个怎样的一个变化过程呢？是不是从左到右越错开串扰越小呢？



实际上很多事情真的不能靠感觉来判断哈，我们通过仿真，串扰结果是这样的：

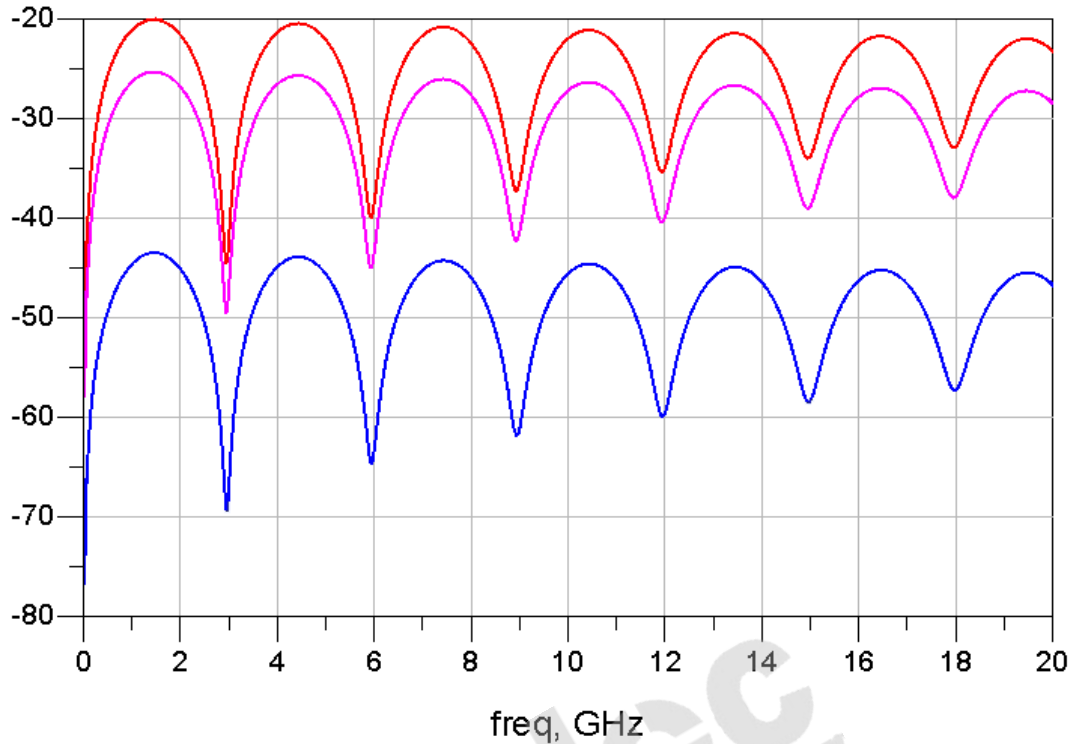
除了上面说的重合和相切的串扰外，如果细致分析下面三种情况，分别往右边拉开水平距离时，它们的串扰结果是这样的：



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

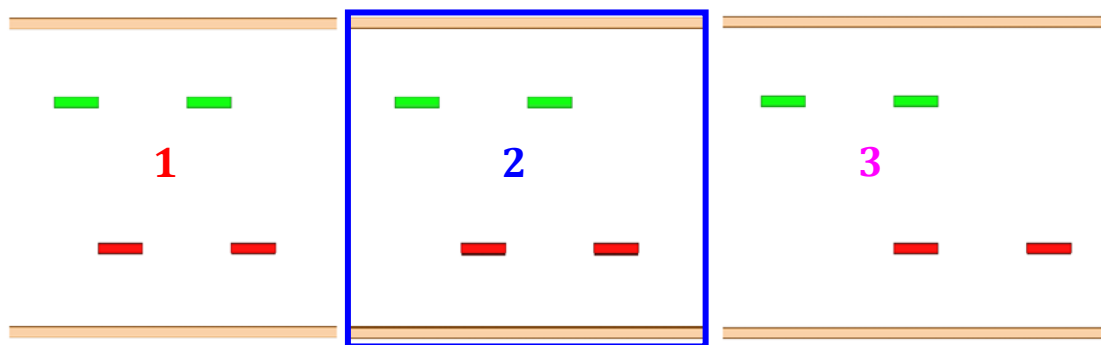




大家觉得上图的串扰结果从高到低分别是上图的从左到右，是不是越往右边拉开，串扰越小呢？

但是事情的真相是这样的：当走线移到接近互相错开的时候，这时的串扰是极小的，甚至接近拉开一倍线宽线距的设计。

至于原理，简单来说是这样：当攻击差分线和受害差分线互相错开到一定距离的时候，两根单端的攻击线对每根单端的受害线的串扰都有最大程度的抵消，因此总会在一个错开的位置有串扰的最低值，再向左向右的过程，抵消的比例都会逐渐减小，因此串扰又会大起来了，当然到拉开出相切以上的距离，就肯定是越来越小了。

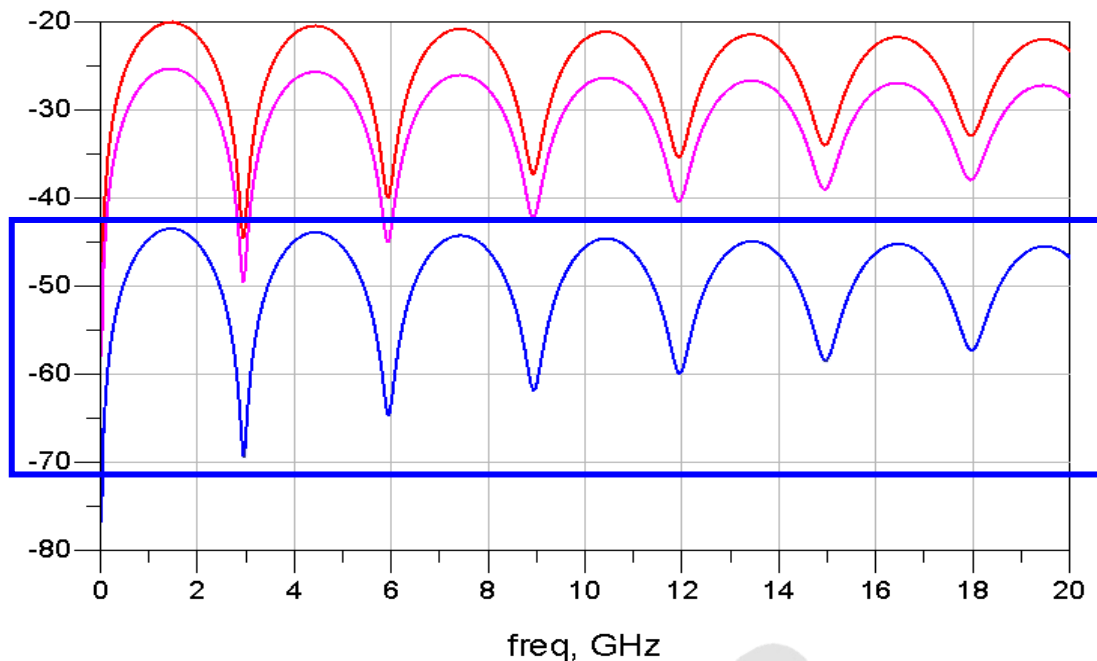


上图几个情况的串扰值如下所示：

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





单从理想的设计层面，如果把两对差分线互相错开，大概错开到中间的位置，串扰的效果就会非常的好，然后也会很节省布线的空间，看起来真是一个很不错的设计。



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】

一博科技成立于 2003 年 3 月，专注于高速 PCB 设计、PCB 制板、SMT 焊接加工和供应链服务。我司在中国、美国、日本设立研发机构，全球研发工程师 600 余人。

一博旗下 PCB 板厂位于深圳松岗，采用来自日本、德国等一流加工设备，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、成都设立分厂，厂房面积 15000 平米，现有 20 条 SMT 产线，配备全新进口富士 XPF、NXT3、AIMEX III、全自动锡膏印刷机、十温区回流炉、波峰焊等高端设备，并配有 AOI、XRAY、SPI、智能首件测试仪、全自动分板机、BGA 返修台、三防漆等设备，专注研发打样、中小批量的 SMT 贴片、组装等服务。作为国内 SMT 快件厂商，48 小时准交率超过 95%。常备一万余种 YAGEO、MURATA、AVX、KEMET 等全系列阻容以及常用电感、磁珠、连接器、晶振、二三极管，源自原厂或一级代理，现货在库，并提供全 BOM 元器件供应。

【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

