

【高速先生原创|高速串行系列】什么是仿真

作者：陈德恒 一博科技高速先生团队成员

什么是仿真（上）

鄙视链是一个很有趣的存在，英剧>美剧>日剧>韩剧>港剧>台剧>内地剧>泰剧，谷歌>百度>BING、搜搜、搜狗>人民，意甲>英超>西甲>德甲>法甲>中超>中甲，twitter / 饭否>新浪微博>腾讯微博>搜狐微博等其他微博·····各种各样的鄙视链不一而足，从其他同类身上寻找优越感好像是人类特别喜欢干的事情。确实，与其他生物茹毛饮血不同，人类这种大脑极其发达的生物是可以靠着这种精神上的快感活下去的。

在仿真界也会有这样的鄙视链，三维场仿真（HFSS,CST）被认为是精度最高的，所谓的 2.5D（SIwave, PowerSI）在低频段以及需要快速分析评估时使用，hyperlynx/SigXplorer 这样的就被认为只能做一做 MHz 级别的。之所以有这样的鄙视链，不止是因为仿真精度的问题，更是因为维数越多，需要涉及的知识越多，软件的设置也就越繁琐，端口、格点、边界条件的变化对仿真结果都会造成较大的影响。小陈就听过这样一句话“不是博士，不可能完全弄明白 HFSS”。

可是，在小陈的仿真生涯中，并不是一个从鄙视链的底端向上爬的过程，而是一个爬到半山腰然后又下山的过程。到现在，一些仿真甚至是用 excel 完成。于是这也给小陈引来了一些非议：“我这是 10G 的信号，不用三维场仿真仿的准吗？”

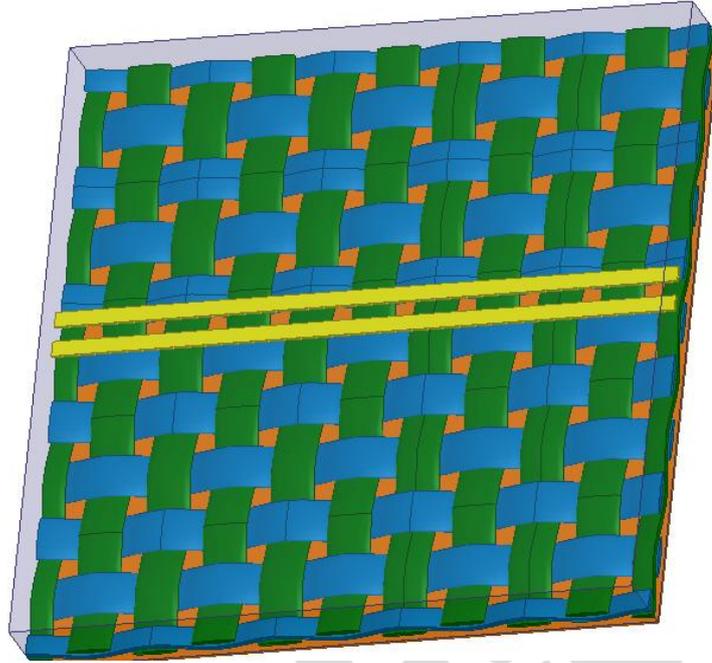
在小陈看来，所谓仿真，不过是字面上的意思，仿出一个与真实相近的东西。在现在的波长维度，麦克斯韦方程组足以解决所有问题。只要我们模型做的足够的精确，仿出来的和实际的结果一定是一样的。

问题就出在模型足够精确上，我们通常所认为的介质就是介质，一块介电常数为 X，损耗角为 Y 的空间，但实际上，是这样子的：

如何关注

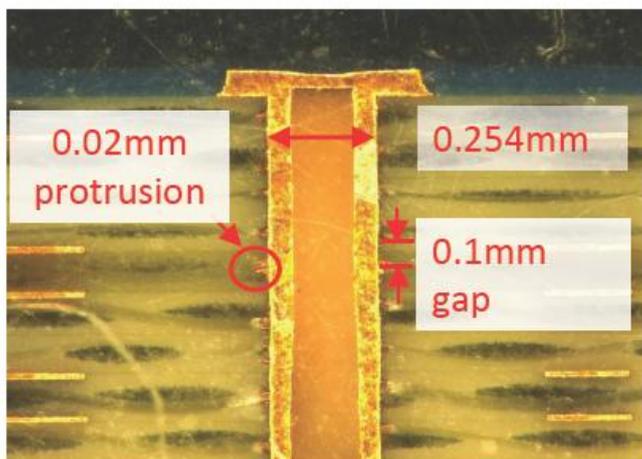
- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





他是由玻纤与胶组成，各个地方传输线感受到的电气性能是不一样的。

我们通常所认为的过孔，就是一个圆柱，但实际上，是这样子的：



Cross section



Copper wicking

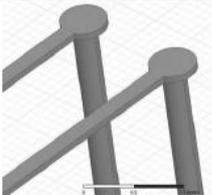
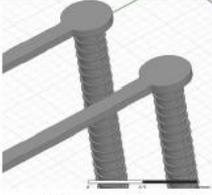
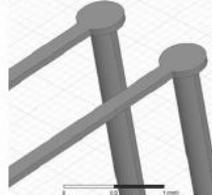
在电镀的时候孔壁会产生灯芯效应，使得有大量类似焊盘的突出存在。

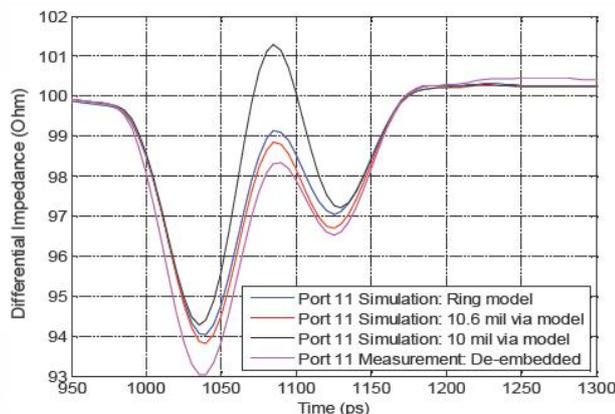
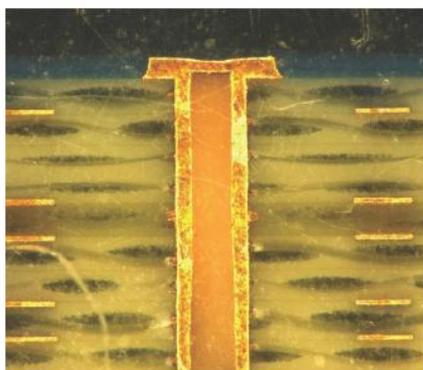
那我们是否就按照这样的情况建模呢？下面有一个对比：

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



Model	 Smooth 10.0 mil via	 Ring model	 Smooth 10.6 mil via
# of mesh	879212	3145934	881926
RAM	9.98 GB	40.1 GB	9.98 GB
Time	1:14:43	4:23:02	1:15:51



TDR* for via only

使用更接近实际的模型与使用整体加粗孔径去拟合的模型相比，时间是其四倍，但仿真精度并不一定有他高。

什么是仿真（下）

高速先生团队的待遇还是挺好的，这个看电脑配置就知道：

处理器: Intel(R) Core(TM) i7-3770 CPU @ 3.40GHz 3.40 GHz
安装内存(RAM): 32.0 GB

仿真很吃电脑硬件的事情。简简单单的一个传输线，如果模型越精确，也就意味着其越复杂，最后的结果可能会更准确，但我们可能需要为了这一条传输线去找一台服务器或者去租天河二号了。况且，生产加工时都会有误差，真实的模型理论上来说是不存在的。

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

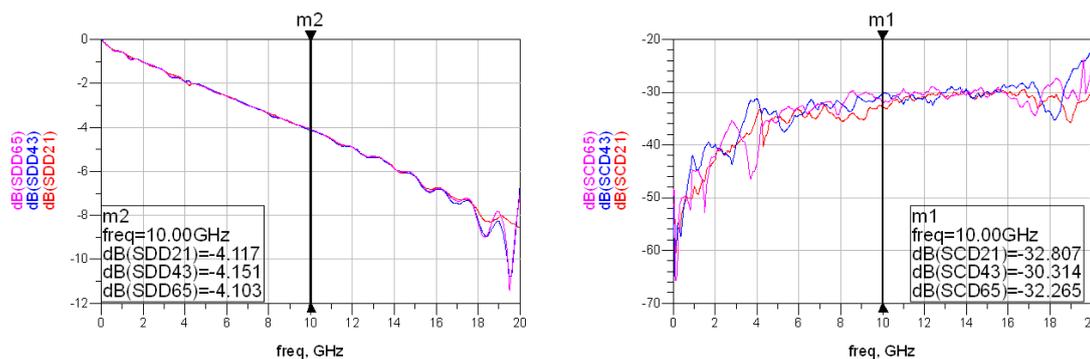


那通过使用更高端的软件、更接近实际的模型去达到仿真的准确性这个思路是不是可以换一下？不管这个过孔在我的仿真软件中是一个过孔或者只是一段传输线加几个分立器件，只要我们仿真的结果与实际相比是准确的，并且这个模型是有可重复性的，我们就认为这个模型是准确的。

仿真绝对不是建个模型然后软件跑个结果出来就行了。如果只是这样的话，那不需要任何的积累，只需要一个 SOP，任何人都可以做。要想仿得像真的一样，除了理论知识的灵活运用之外，还需要大量的项目经验去拓宽你的思路，大量的实际测试去完善你的手法，建立你的信心。

要定义“准确”，获得“真实”，我们需要关注三个误差，生产的误差，测试的误差，仿真的误差。

生产的误差通常不会很大，并且容易判别，只需要多生产一些，然后刨除最好与最差的看均值就好了。这个误差是客观存在并且无法避免的，只要在这个均值的范围内，我们就认为这是真实的，就像这样：



测试的误差就很难说了，涉及到仪器精度，测试套件精度，校准精度等等。通常的 SOLT 校准在 10GHz 的时候精度只能保证在 0.2dB 以内。如果为了能够测试在被测物上加上了夹具或者仅仅是一个过孔，在高频时这样的测试结果的误差会达到几个 dB 导致完全无用。高速先生团队使用 TRL 校准可以使测试精度在 20GHz 以内的误差达到 0.02dB 甚至更小。这样才能保证测试出来的数据接近真实。

最后是仿真的误差了，如果有人拿两条基本完全重合的参数告诉你这是仿真测试对比，那恭喜你，你可能碰上大神，但更大的概率是碰上大忽悠了。先不论这个完全重合的参数是如何得来的，如上所述，很可能换一块板子测试，换一个仪器，或者重新校准一次，测试出来的结果都不一样，那这个完全重合有什么意义呢？

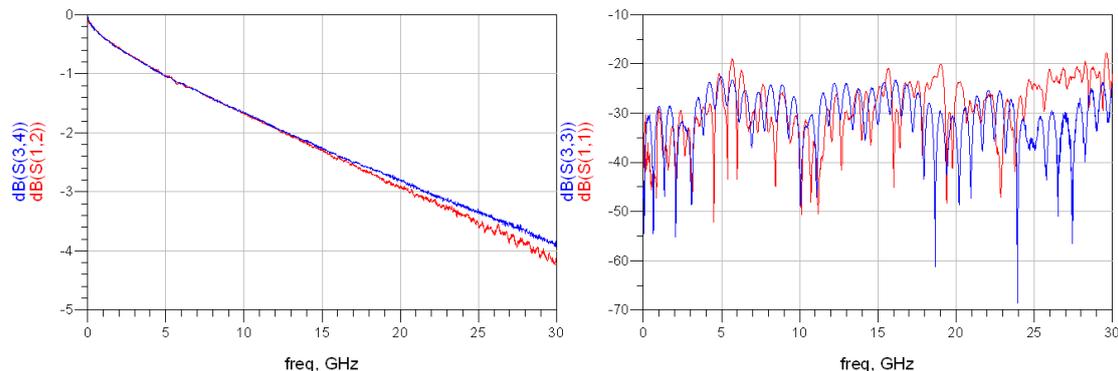
那什么叫做准确，小陈认为在需要的频段内，如果仿真的误差与测试、生产的误差在同一个量级，这就叫做准确，可以认为其是真实的。

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



就像下图这样，即使我们需要的频段到了 30GHz，同样不一定需要用到所谓三维场软件：



当然，站在鄙视链顶端的生物必然是有他的优势，在一些像连接器，机箱这样的结构你根本无法选择。但是在实际项目中，不谈时间与成本只谈质量这就是在耍流氓啊。

那仿真可信吗？如在《关于“裕量”》中所说：

并不是所有的医生都是好医生，我能做的只能是提高自己的一些医学常识，小病自己心里有底，大病的话，还是去找个信得过的医生好好听他的好了。

【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。

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

