

【高速先生原创|高速串行系列】S 参数浅析

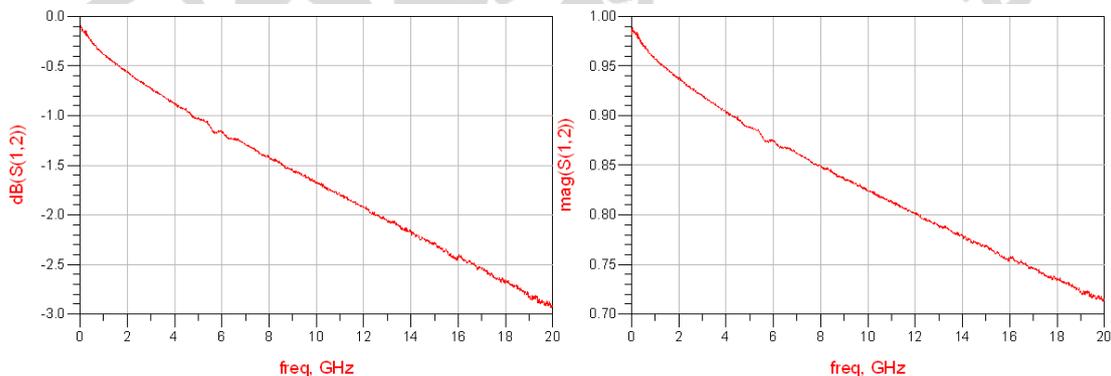
作者：陈德恒 一博科技高速先生团队成员

S 参数是 SI 工程师解决问题的重要工具，对于一个有经验的 SI 工程师来说，从一个 S 参数中可以看出通道中几乎所有的特性（阻抗不匹配，stub，损耗，串扰等等等等），并且针对该特性对通道提出相应的优化方案。

可是对于许多硬件工程师来说，看到 S 参数的感受就不是这样的了。“我这么高的信号速率，这么大的系统，最后你就给了我两条线然后告诉我这个通道 pass 还是 fail，坑爹呢！”

到底是不是坑爹，让我们来看看一条简单的线时如何描述我们的信号的。

假设我们的通道是就是一根传输线，这条传输线有两个端口，分别是端口 1 与端口 2，通常我们看到的 S 参数是一个这样的图：



这是一条 S12 插损曲线，他的横轴是频率，单位是 XHz；纵轴是常数，代表的是两个电压之间比值，是没有单位的。端口 2 输入幅值为 B 的信号，在端口 1 会接收到幅值为 A 的信号，则 S21 的纵轴就是 A/B。

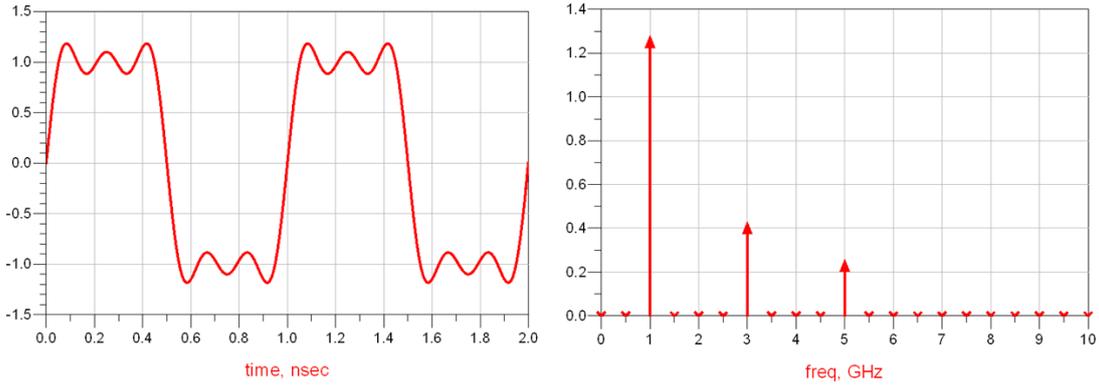
左右两边两幅图代表的是同一个东西，右边是直接给出了 A/B 等于多少，而左边是用 dB 来表示比例。由于是幅值的比，所以 $\text{dB}=20\lg(A/B)$ 。大家可以看算一下看看左右两边是否是同一个东西，这里有几个参考值， $-1\text{dB}\approx 90\%$ ， $-3\text{dB}\approx 70\%$ 。

还是用我们的在反射详解中使用的那个由 1GHz、3GHz、5GHz 正弦波叠加而成的信号作为例子：

如何关注

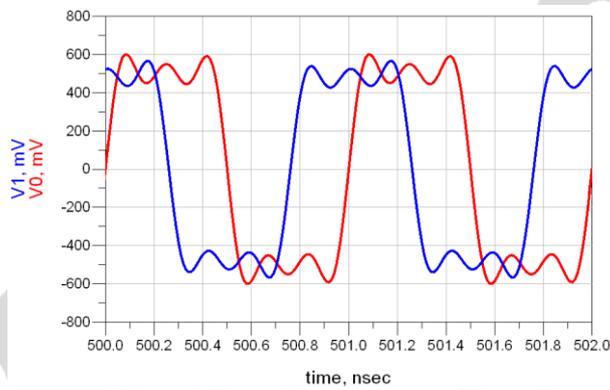
- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



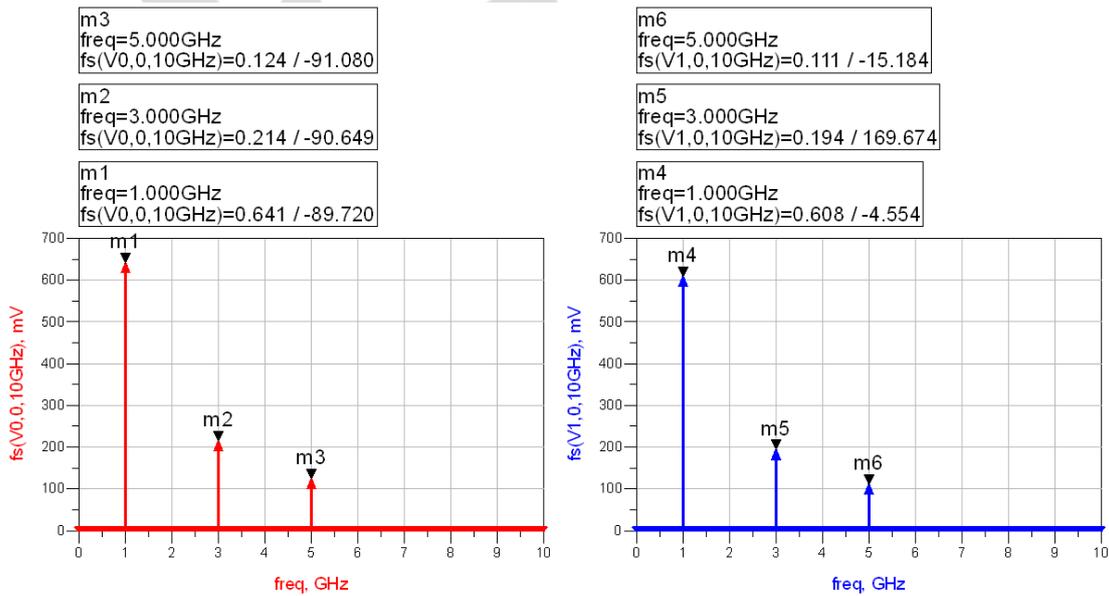


当一个这样的信号经过上方演示的通道之后会变成什么样子呢？

变成了这个样子：



我们将发送端波形与接收端波形同时做傅里叶变换，变成频域曲线之后，如下图：



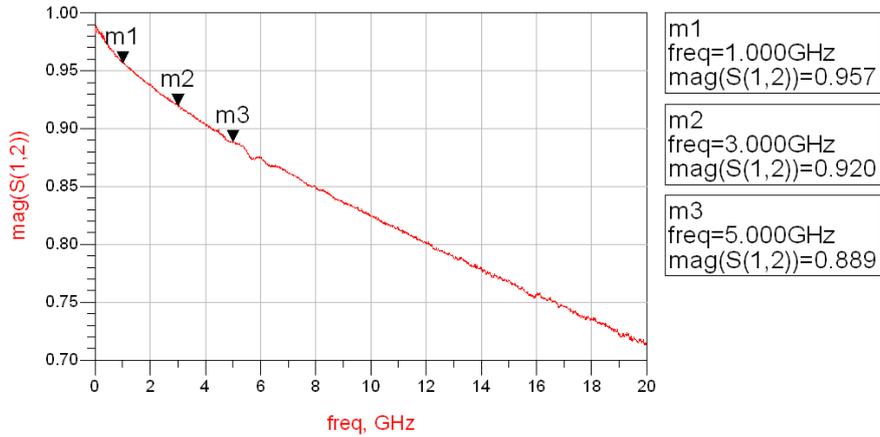
如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



可以看到，1GHz 的频域分量变成了 $0.608/0.641 \approx 0.95$ ，3GHz 的频域分量变成了 $0.194/0.214 \approx 0.91$ ，5GHz 的频域分量变成了 $0.111/0.124 \approx 0.89$ 。

再对应我们通道的 S 参数看一下：

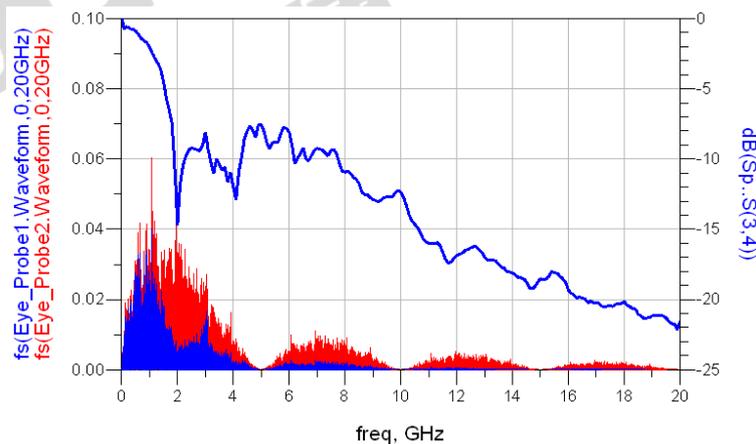


可以看到，每个频域分量的衰减基本上与 S 参数是对应的。不是完全相等的原因是因为我们信号上有多重反射的存在，而在 S 参数提取时，是将反射给剔除了。

0101 码型的频域分量只存在基频与倍频上，而随机码的频域分量则存在于全频段中。

S 参数这一条直线上的每一个点，对应的其实就是该频率的正弦波通过这个通道之后的衰减程度。

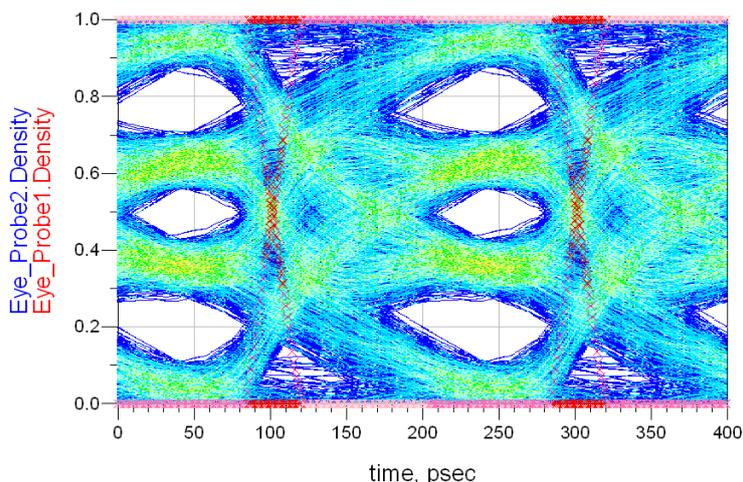
从下面这张图中我们可以更明显的看出：



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





红色是某发送端信号的频谱，蓝色曲线是通道的插损，蓝色频谱是接收端的频谱，可以看到各个频段的衰减比例跟插损是一一对应的。而在有源眼图中，发送端红色的理想眼图经过一个如此差的通道后变成了三个眼睛的怪物。

在链路中，输出芯片符合输出的要求，接收芯片符合接收的要求，那我们就可以通过规定通道对于输出信号各个频点的衰减（也就是 S 参数）来确定通道是否符合要求。

问题来了

S 参数中除了包含有 A/B 的比值之外，还有什么信息？有多少表示方法？

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。

【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、

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



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

