

【高速先生原创|学习笔记系列】S 参数入门及实战案例汇总

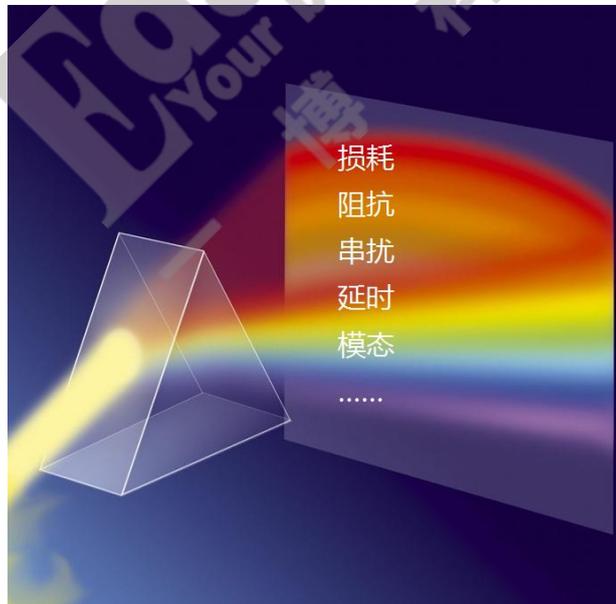
作者：姜杰 一博科技高速先生团队成员

摘要：S 参数是什么？有什么用？怎么用？高速先生学习笔记来告诉你。

关键词：S 参数插入损耗回波损耗实战案例

对于信号完整性理论的初学者而言，S 参数（Scattering parameters，散射参数）是绕不开的一座大山。不比夏日海滩上曼妙的 S 曲线，令人赏心悦目，瞬间治愈；新手上路，S 参数曲线却总让人望而却步，刹那“致郁”。

S 参数最初应用于射频领域，后来逐渐在信号完整性研究尤其是高速串行链路的分析中得到广泛使用。作为一种行为模型，S 参数用于描述线性、无源互连通道如何与入射波相互作用，包含了互连通道的损耗、阻抗连续性、反射、延时、串扰等丰富信息，在每个频点可通过 S 参数得到各端口的输出信号，而将互连通道视为一个黑盒子，不用了解其内部结构。

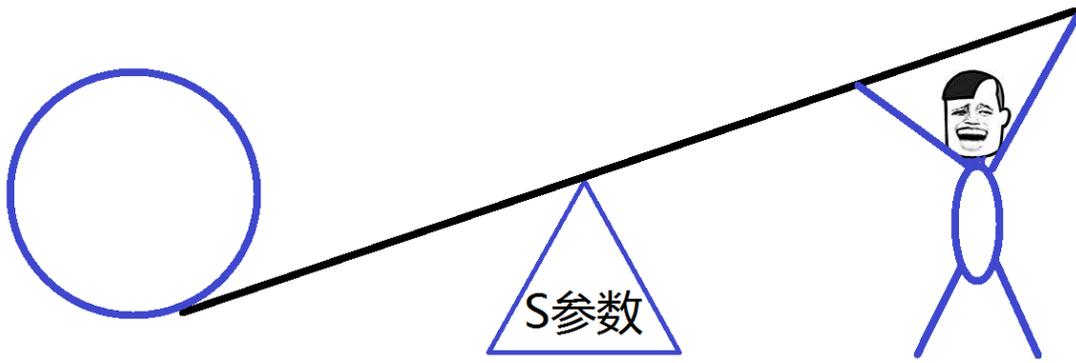


在设计阶段，S 参数可通过仿真软件提取，在产品调试阶段可通过矢量网络分析仪（VNA）直接测得，因此，S 参数为研究互连通道的幅频和相频特性、以及信号如何有效的传输提供了极大便利。港真，给我一个 S 参数，我可以撬动地球。

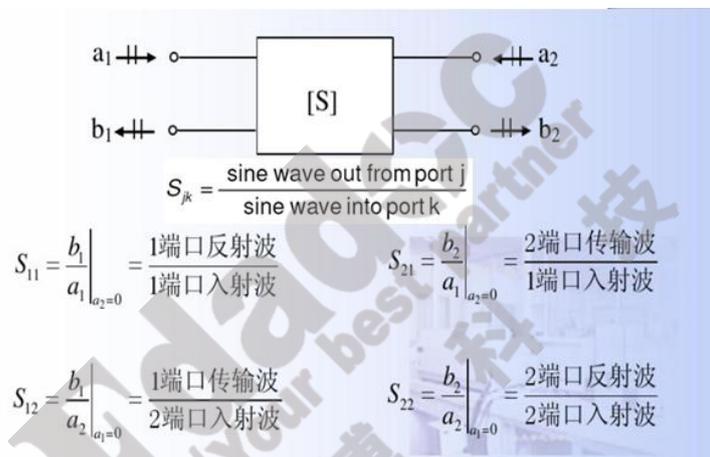
如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习

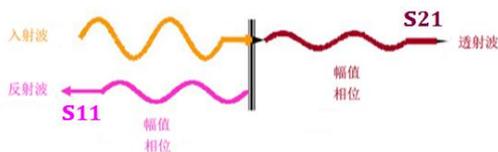




先以最简单的二端口网络（如下图示）为例介绍 S 参数中最重要的概念：回波损耗（Return Loss，对应 S11，也叫返回损耗）、插入损耗（Insertion Loss，对应 S21）。



假设 1 端口是信号输入端，2 端口是信号输出端，那么 S11 表示在信号在 1 端口的反射损失，值越接近 0 越好（当用 dB 表示时，回波损耗为负值，绝对值越大越好），表示信号传输过程反射越小。插入损耗 S21 表示信号从 1 端口传输到 2 端口过程中的损失，是对由导线损耗和介质损耗引起衰减的直接度量，值越接近 1（0dB）越好，表示信号在互连通道中传输时的损失越小，“插入损耗”的叫法容易让初学者误解，其实也可以理解成传输系数。



利用 S 参数继续研究两个互连通道之间的相互影响，比如两条单端线之间的串扰，需要用到四端口网络（如下图示）。对于多端口的排序，根据大神 Eric Bogatin 的建议，最好将奇数端口序号指派在通道左侧，右侧指派相邻的偶数序号，此时，S31 可以表示近端串扰（NEXT），S41 表示远端串扰（FEXT）。

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



1 _____ 2
3 _____ 4

S 参数分析技术不可谓不强大，前提是你要有双火眼金睛，篇幅所限，本文只介绍了 S 参数最基本的概念，各位如果意犹未尽，不妨猛戳如下链接，汇总了高速先生之前积累的相关文章（团队的力量是巨大的，小编在此表示心存感激，如果说这篇文章写得轻松案例丰富，只是因为站在巨人的肩膀上）以飨读者，看看 S 参数在实战中是如何发挥巨大威力的，同时，也可以加深对 S 参数的理解。

《S 参数在 SI 仿真中的应用_基础篇》（[链接](#)）通过 S 参数判断通道阻抗匹配程度及插损曲线的分析方法介绍；

《S 参数在 SI 仿真中的应用_进阶篇》（[链接](#)）如何通过 S 参数判断通道串扰及延时；

《从 S 参数能得到传输线阻抗吗？》（[链接](#)）从 S 参数的回损曲线推导出传输线阻抗的方法；

《S 参数的损耗曲线到底怎么来的？》（[链接](#)）如何推导得到 S 参数的损耗曲线；

《S 参数间的加减乘除》（[链接](#)）S 参数矩阵运算得到不同模态值的方法；

《S 参数震荡原因总结》（[链接](#)）S 参数插损曲线震荡原因简介；

《S 参数哪个频段最影响 TDR 阻抗》（[链接](#)）S 参数里的微小谐振影响 TDR 阻抗的案例分析；

《S 参数与信号协议》（[链接](#)）如何理解信号协议中的通道 S 参数要求。

问题：S 参数的幅度值与 dB 值的换算公式？

【关于一博】

深圳市一博科技股份有限公司（简称一博科技）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。

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、长沙设立分厂，厂房面积 23000 平米，现有 30 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，并提供全 BOM 元器件服务。

PCB 设计、制板、贴片、物料一站式硬件创新平台，缩短客户研发周期，方便省心。

EDADOC, Your Best Partner.

【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。



高速先生微信公众号



历届所有技术文章
持续更新中

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

