

无源通道性能及测试案例分享

一博经典案例2020



目录

CONTENTS

1

通道&性能描述

2

阻抗&反射的影响

3

矢量测阻抗

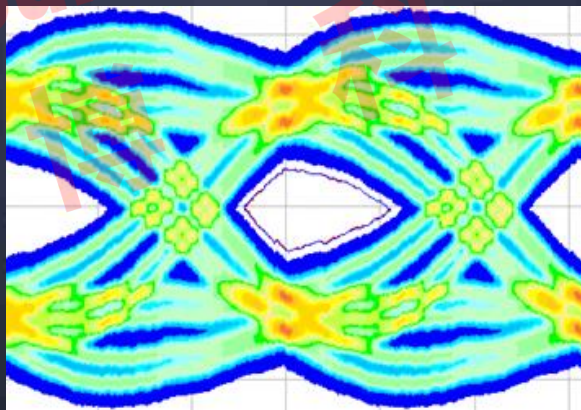
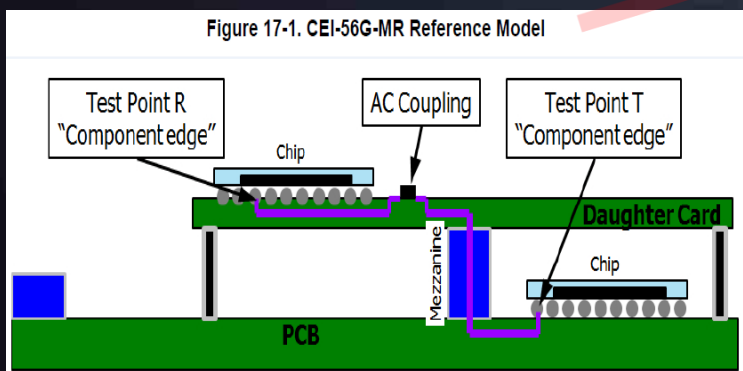
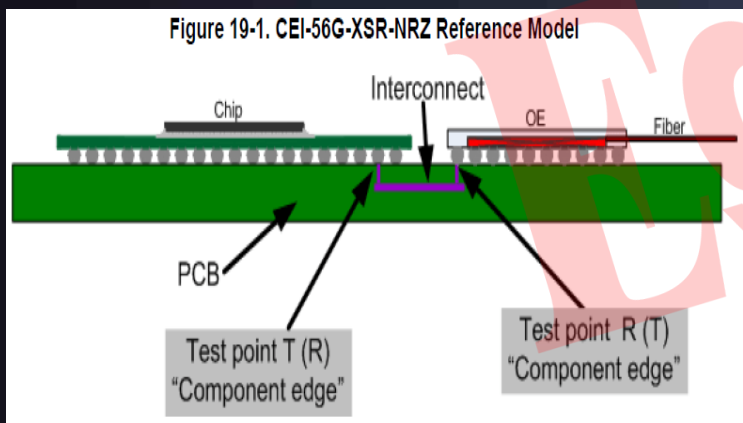
4

由阻抗反推S参数

1

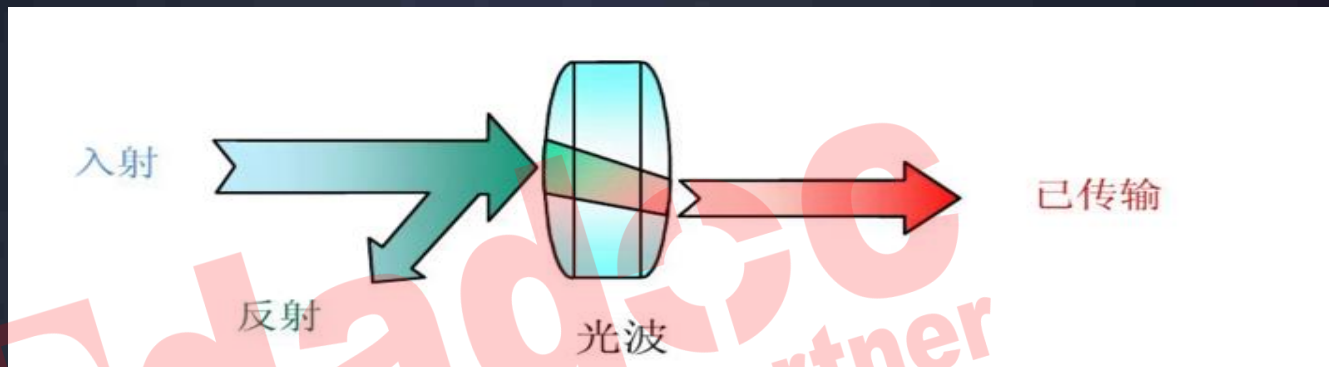
通道&性能描述

- TX芯片+ PCB+RX芯片
- TX芯片+ PCB+ 连接器+PCB+RX芯片
- TX芯片+ PCB+ 连接器+背板/铜缆/光纤+连接器+PCB+RX芯片
- TX芯片+ PCB+FPC (软板) + PCB+RX芯片



信号在通道中的传输

光:



信号:



量化：Interconnect/Channel与一个**标准的入射波**相互作用，产生一个响应信号





- 在时域描述：**阶跃信号**
- 在频域描述：**正弦波**

时域 vs 频域

- 时域：随着时间变化
- 频域：静止、更直观、更好分析



博科

													
0.5	1.	3 5.	1	7.	3 5	0.5	6.	7 1	6	5	—	—	3 2
你	问	我爱	你	有	多深	我	爱	你	有	几	分		我的

通道在时域的量化：阻抗



0ps → 200ps → 400ps → 600ps →

时域与频域变换

- 时域：是真实世界，是唯一实际存在的域
- 频域：不是真实的，只是一个遵循特定规则的数学构造



在激励-响应波形中，每一种通道都可以用S参数来描述，比如R/C/L、trace、PKG、Connector、cable

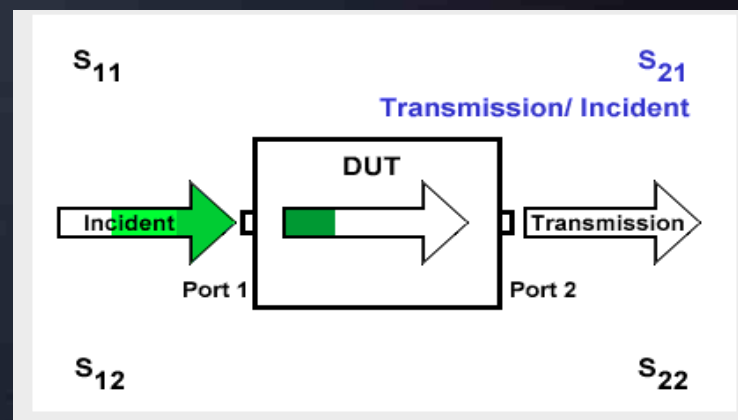
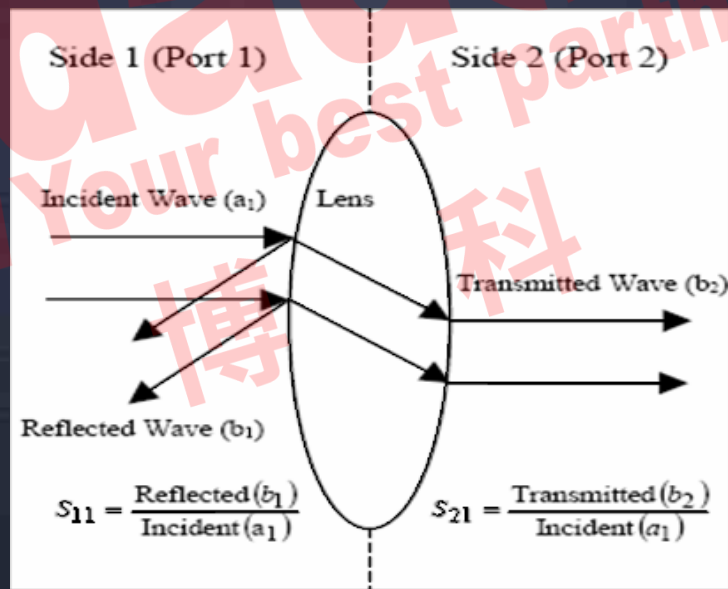
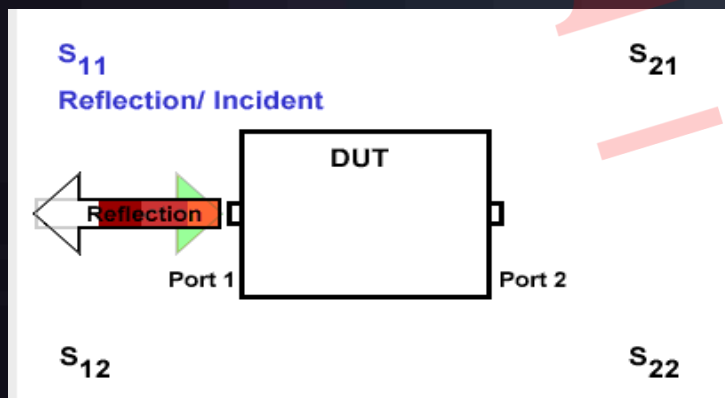
在S参数中包含了通道的特性：阻抗、串扰、衰减

➤ 端口



S参数的定义

- S_{ij} = 输出端口*i*的正弦波/输入端口*j*的正弦波
 - 幅度 $S(\text{dB}) = 20 \log(\text{输出端口的正弦波幅值} / \text{输入端口的正弦波幅值})$
 - 相位 $S = \text{输出正弦波相位} - \text{输入正弦波相位}$



2

阻抗&反射的影响

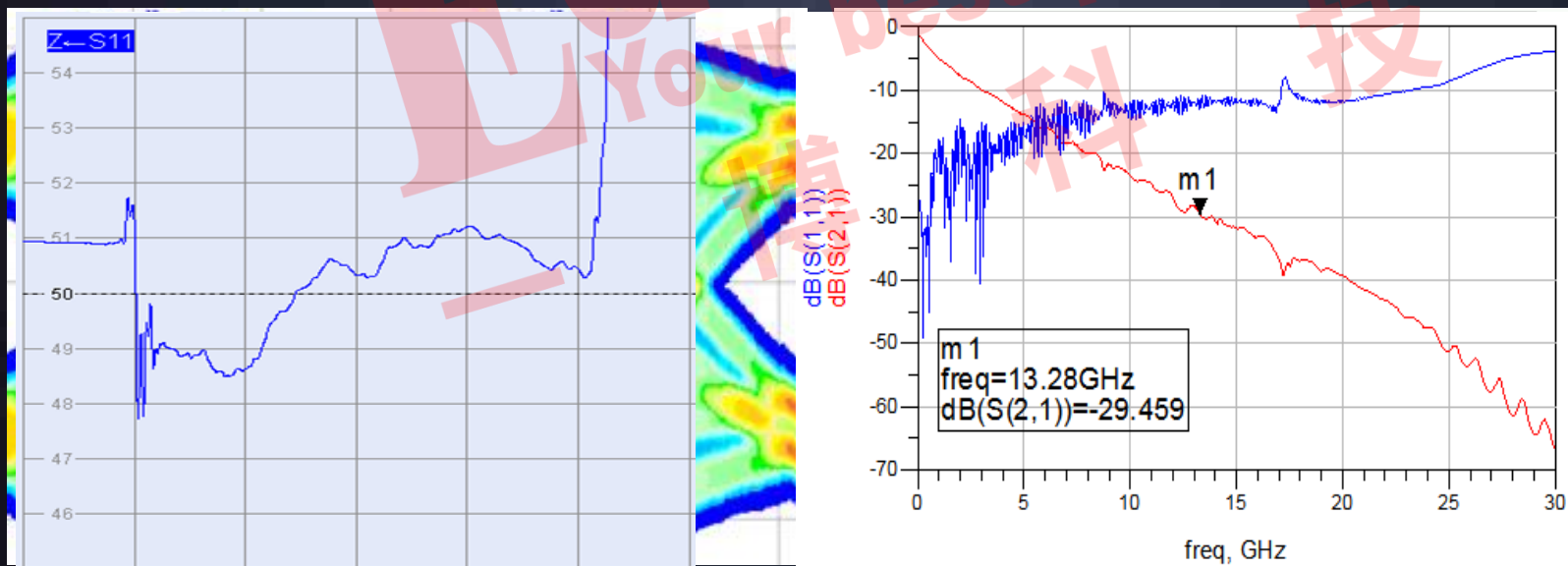
- 有源测试：芯片+通道（PCB、连接器、cable）

 - 单板上电带芯片，眼图、波形、时序、误码率、抖动容限……

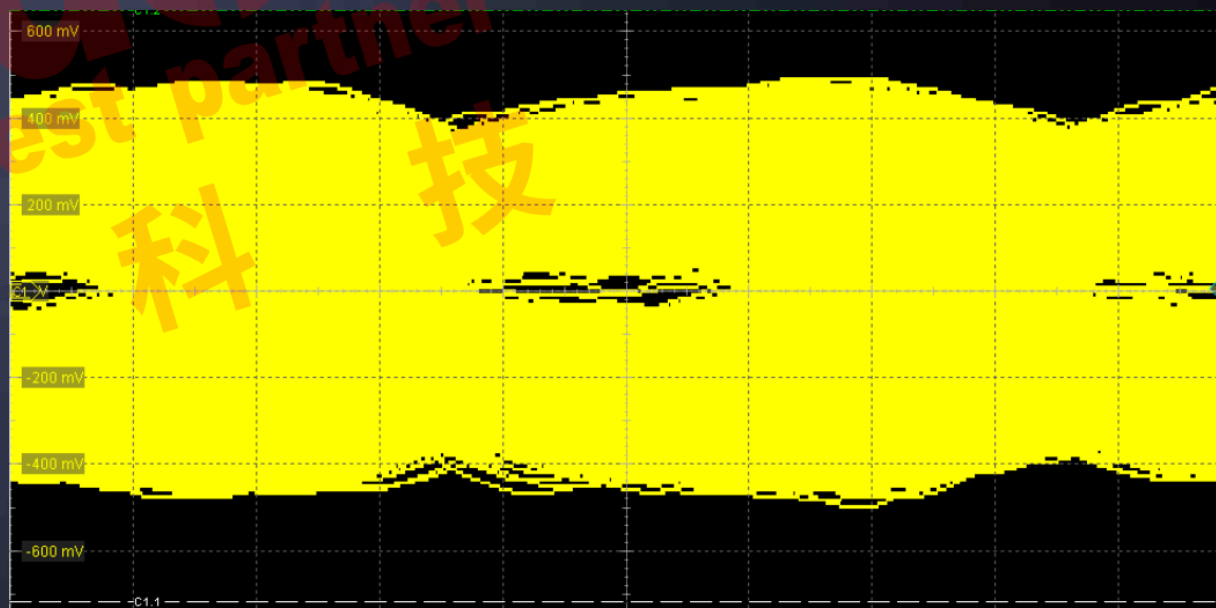
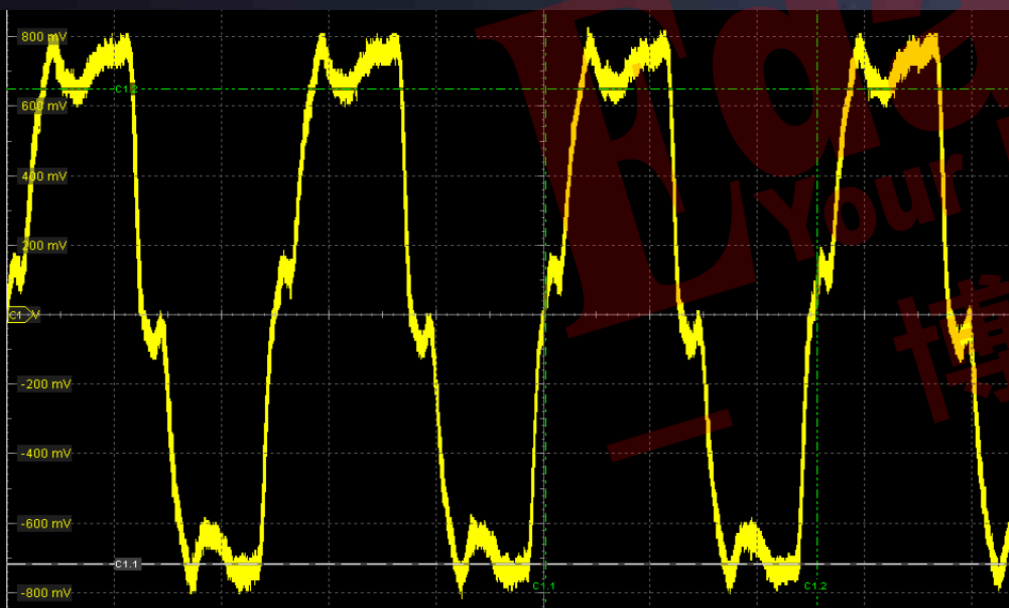
- 无源测试：通道

 - 单板不上电，阻抗、S参数（插入损耗、回波损耗/驻波比、串扰）、skew……

通道是影响信号性能最重要的因素，所以各种高速接口协议对无源通道有明确的要求



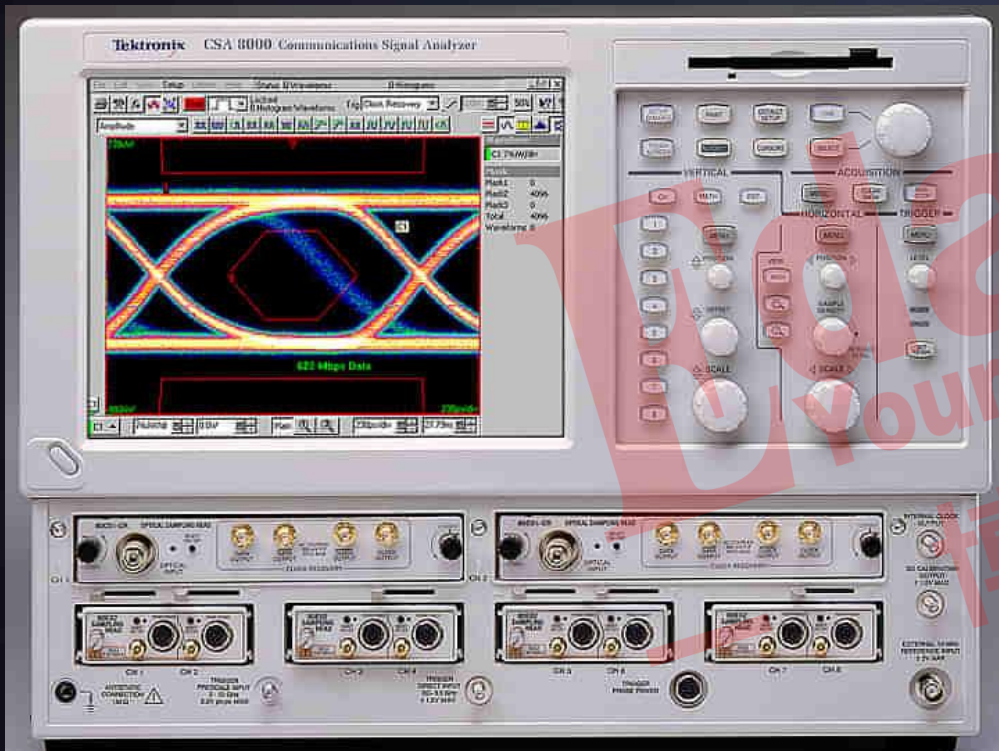
- 波形上过冲、非单调（台阶、回沟）、噪声、纹波、眼图闭合、误码率过高……



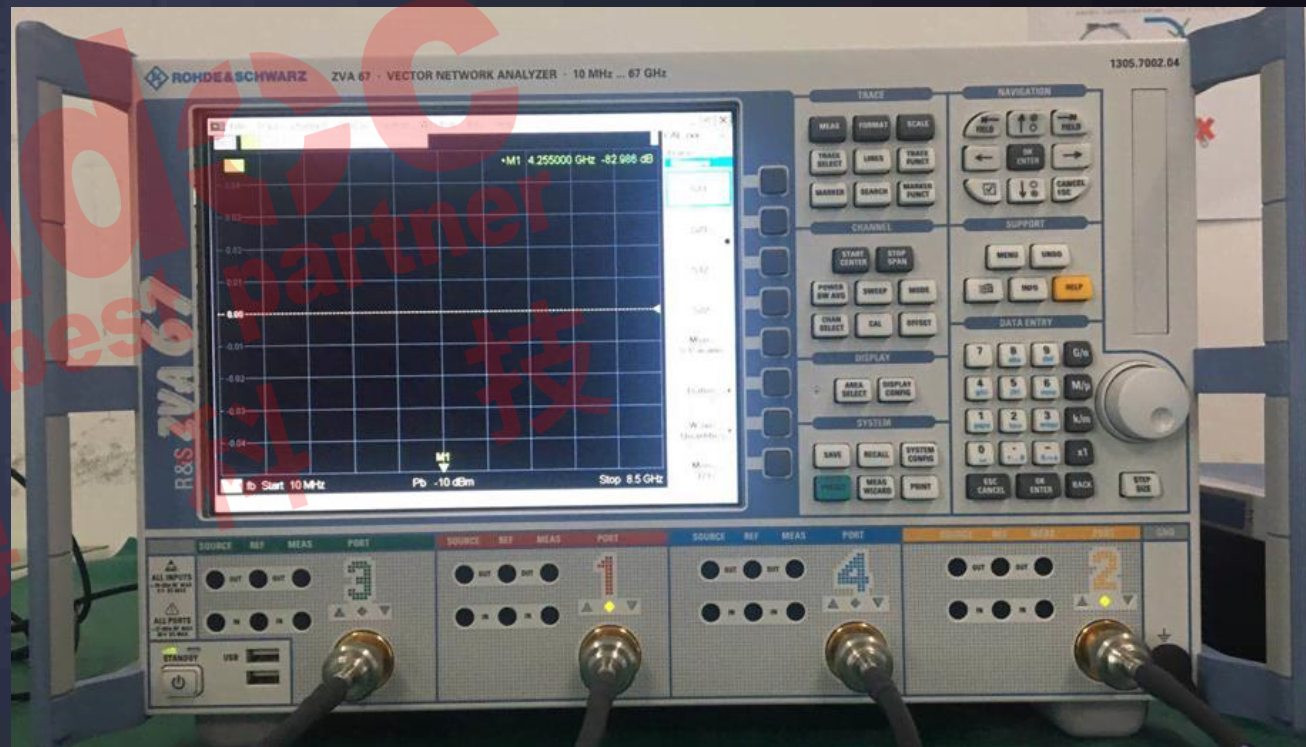
3

用矢量测阻抗

为什么可以用矢量网测阻抗

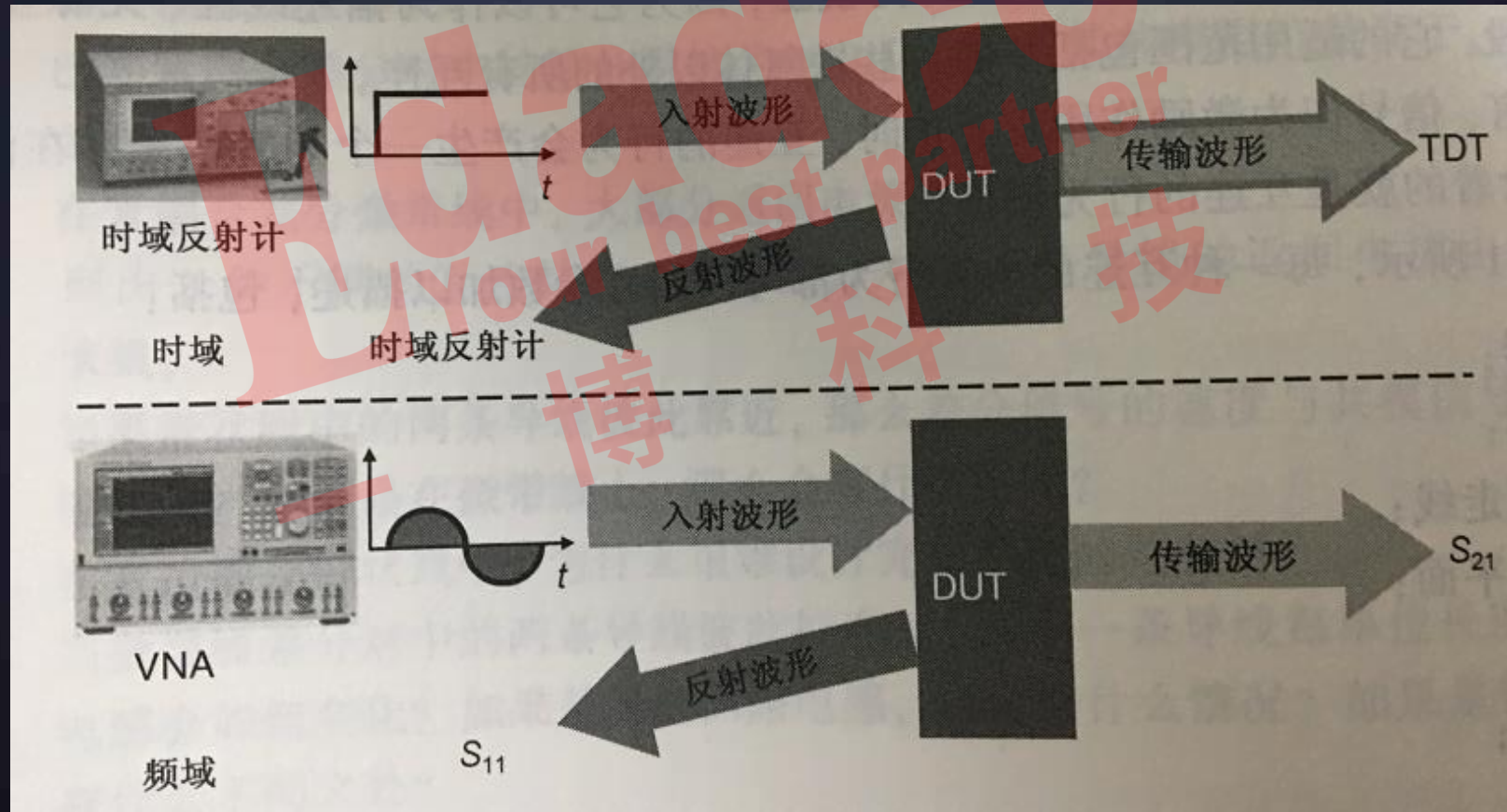


采样示波器+ TDR模块

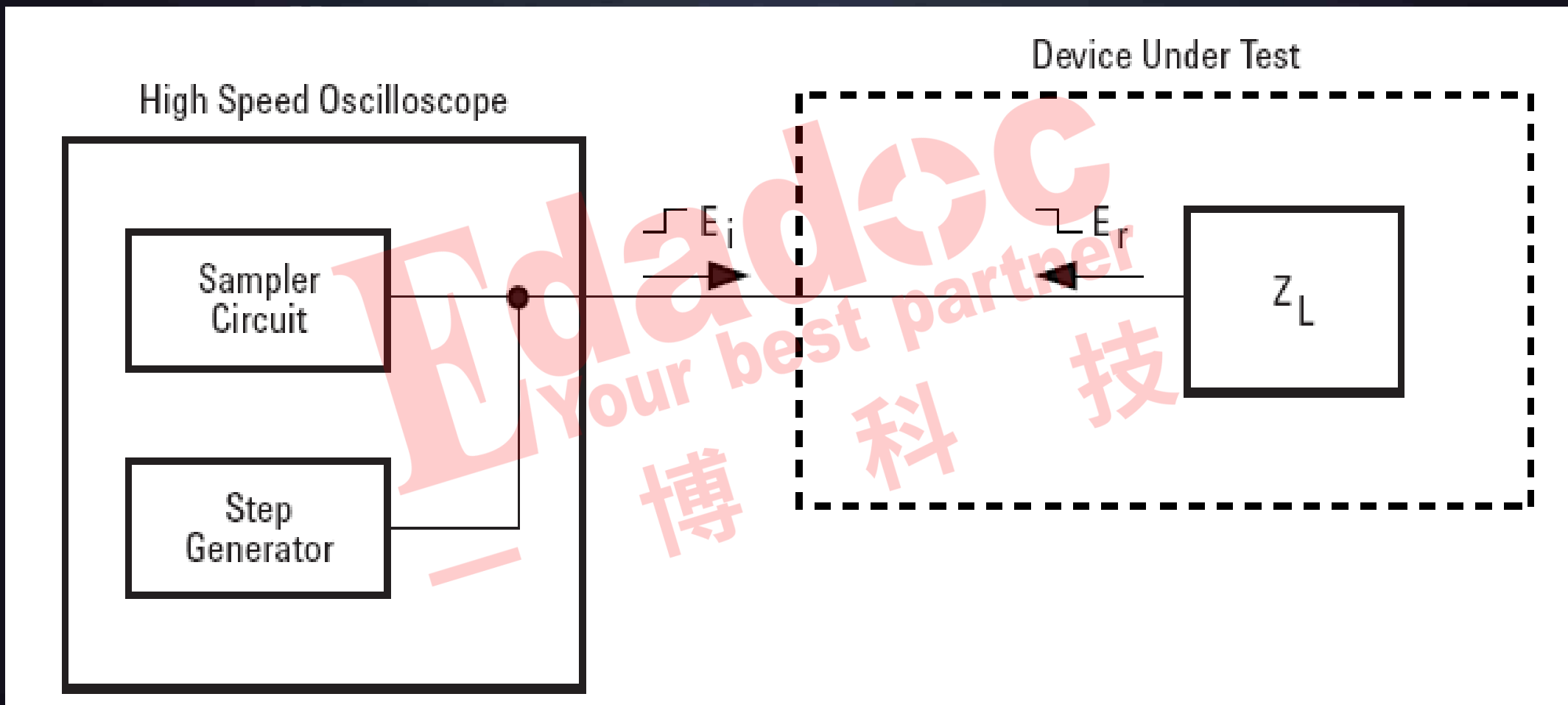


矢量网络分析仪

- **TDR: Time Domain Reflect**, 一个阶跃波
 - **VNA: Vector Network Analyzer**, 各种频率的正弦波
- 矢量: 正弦波的幅度和相位都要被测量



- **TDR: Time Domain Reflection** 时域反射仪



• Vector Network Analyzer



$$TDR: \rho = \frac{V_{reflected}}{V_{incident}} = \frac{Z_{load} - Z_0}{Z_{load} + Z_0}$$

$$Z_{DUT} = Z_0 \cdot \frac{1 + \rho}{1 - \rho}$$

$$VNA: S_{11} = \frac{V_{reflected1}}{V_{incident1}} = \frac{Z_{input(DUT)} - Z_0}{Z_{input(DUT)} + Z_0}$$

$$Z_{input(DUT)} = Z_0 \cdot \frac{1 + S_{11}}{1 - S_{11}}$$

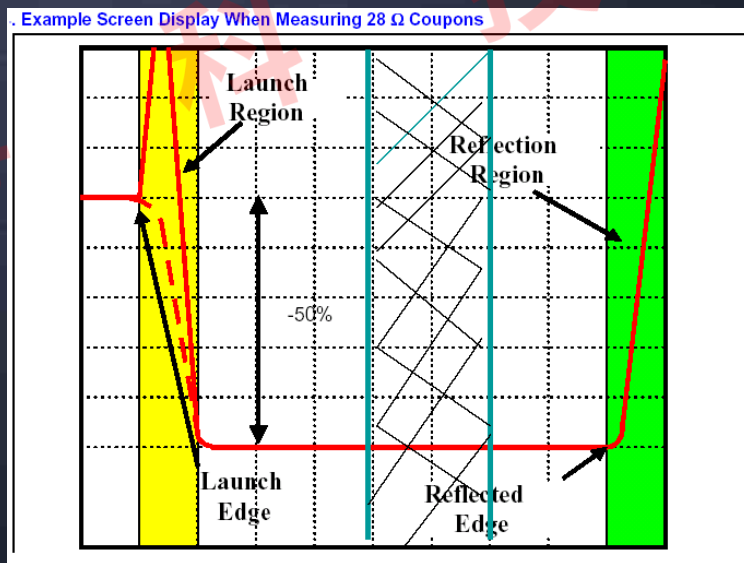
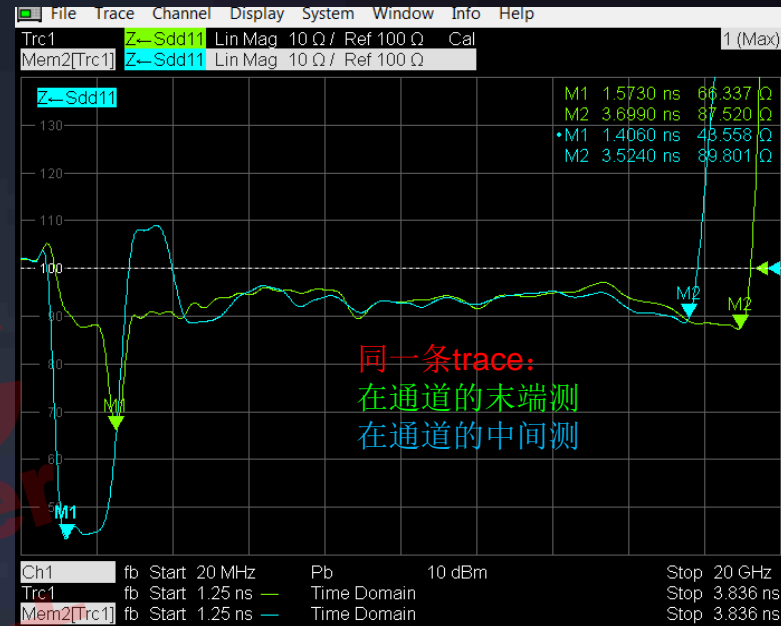
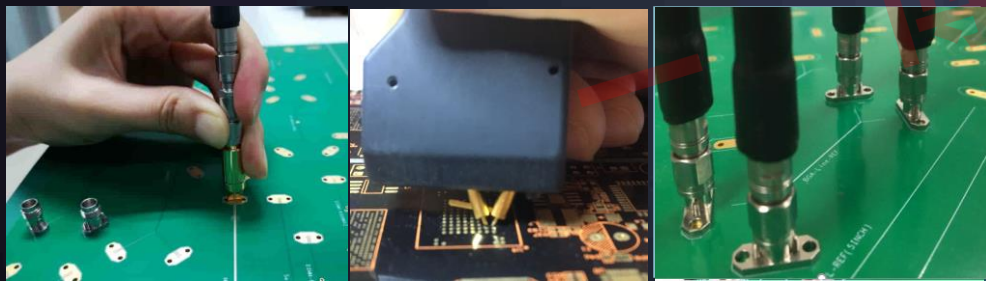
矢网的阻抗测试结果

一博科技



影响阻抗测试结果的因素

- 合适的上升时间
- 合理的测试位置
- 合适的DUT长度
- 合适的测量区间
- 合适的测试手段



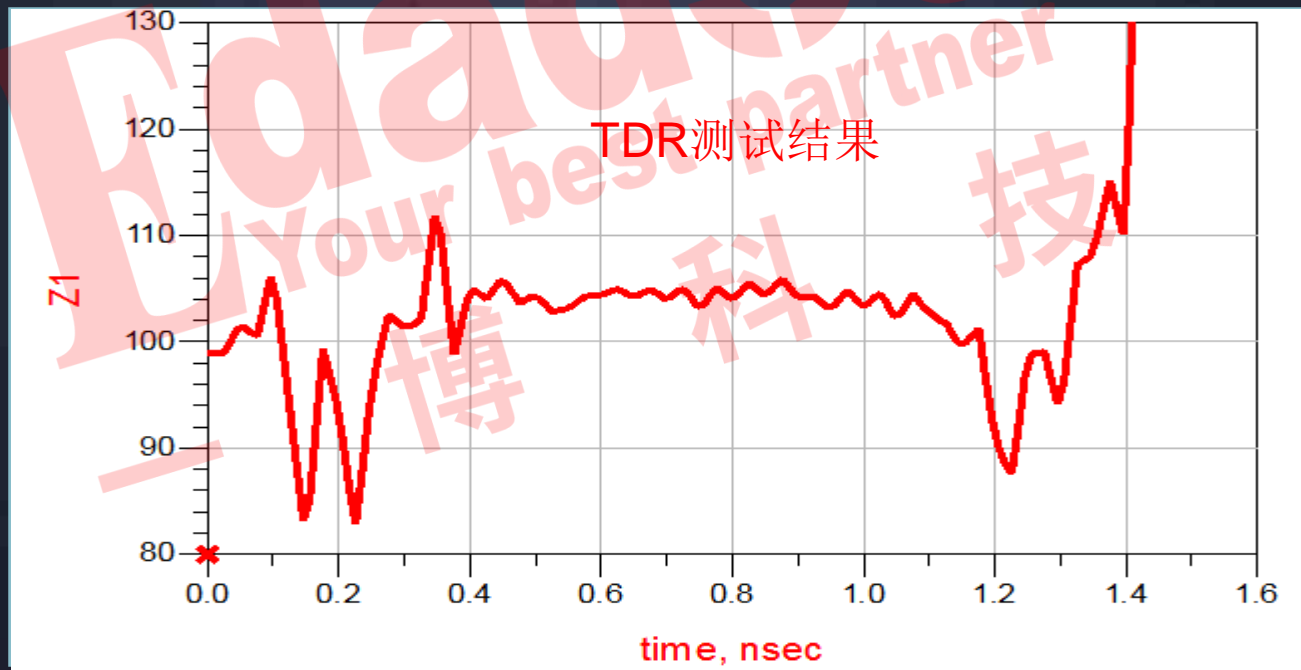
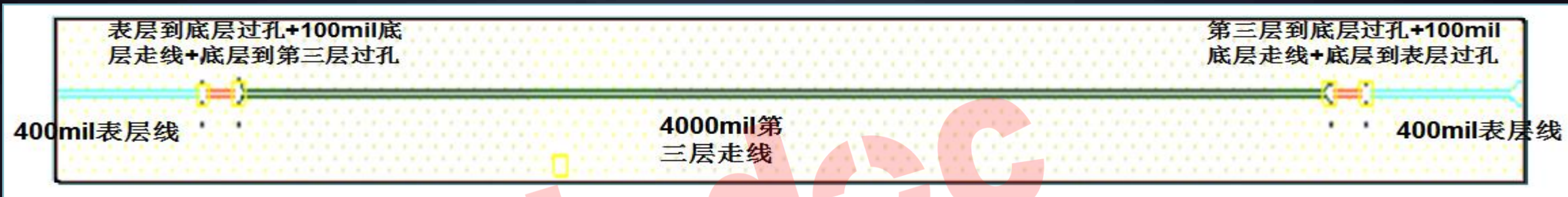
4

由阻抗反推S参数

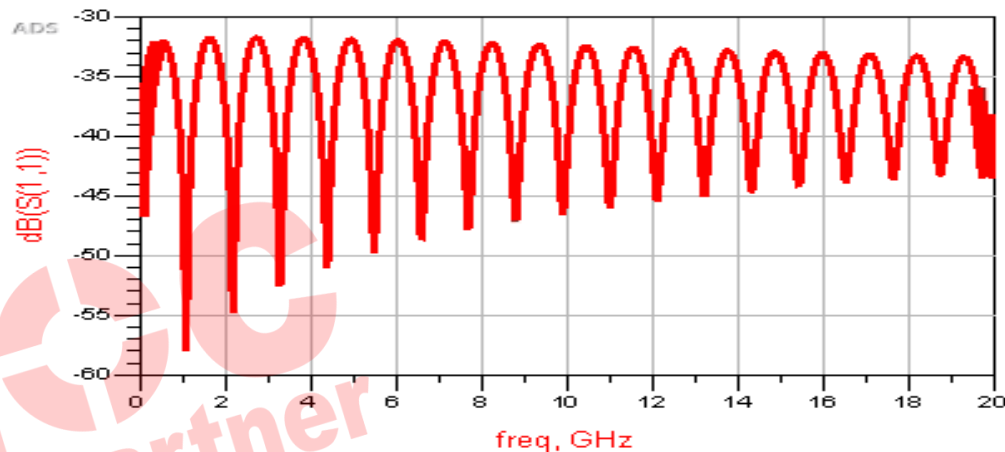
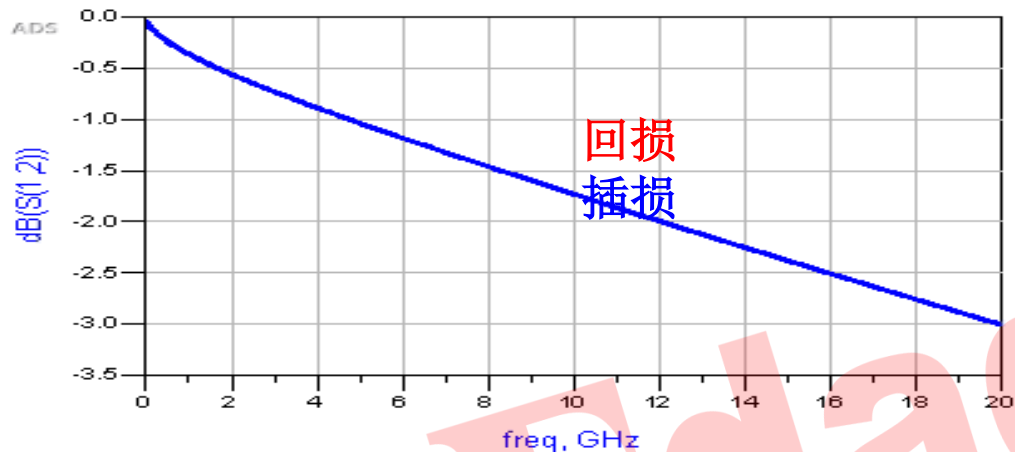
能不能通过阻抗反推出S参数?

一博科技

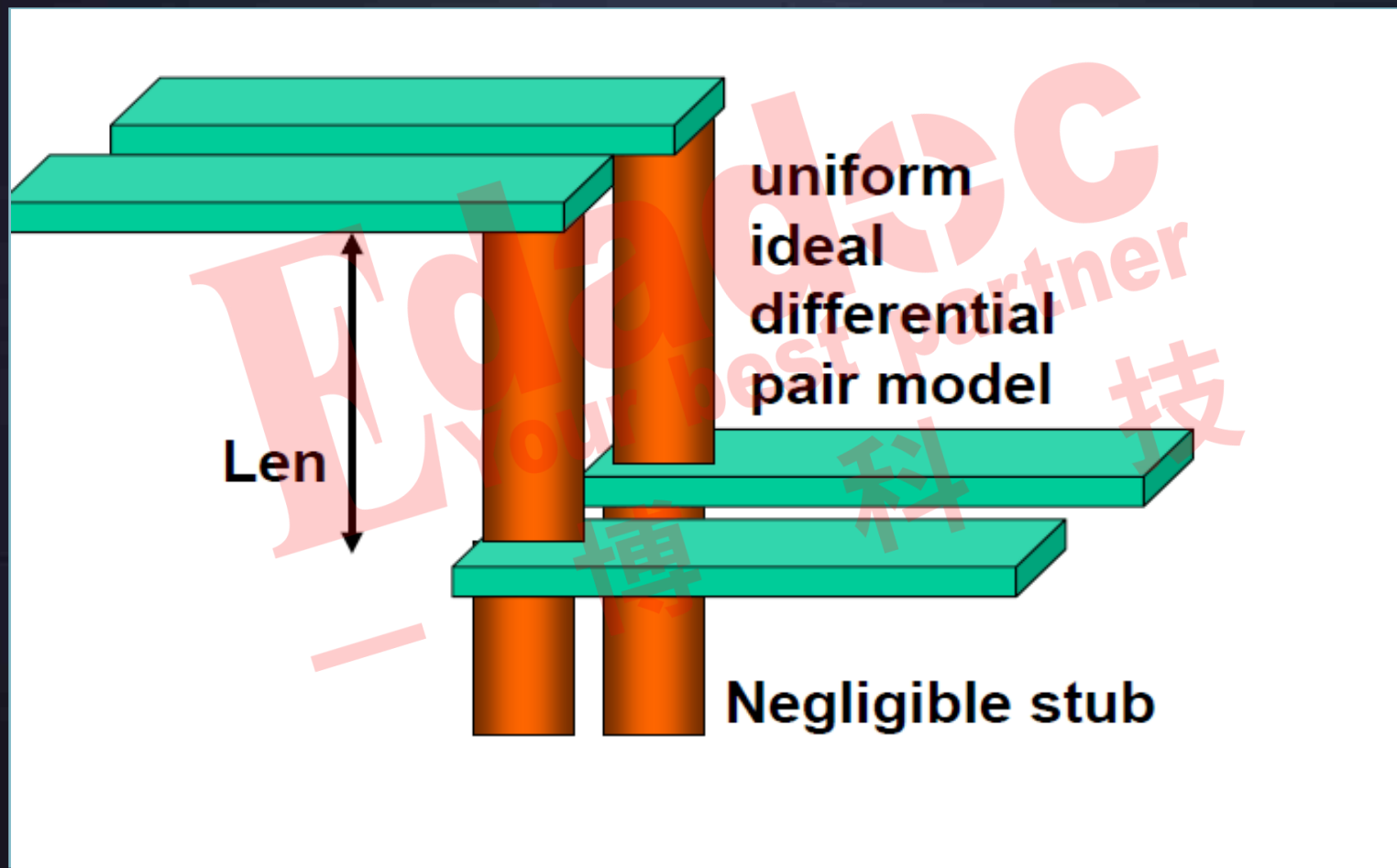
U-TURN的测试例子



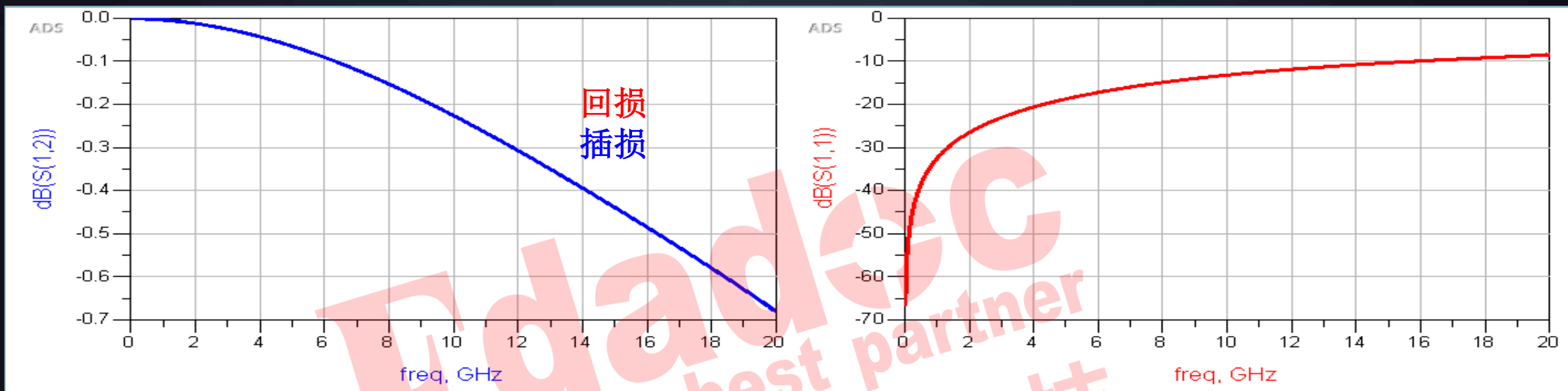
走线仿真拟合



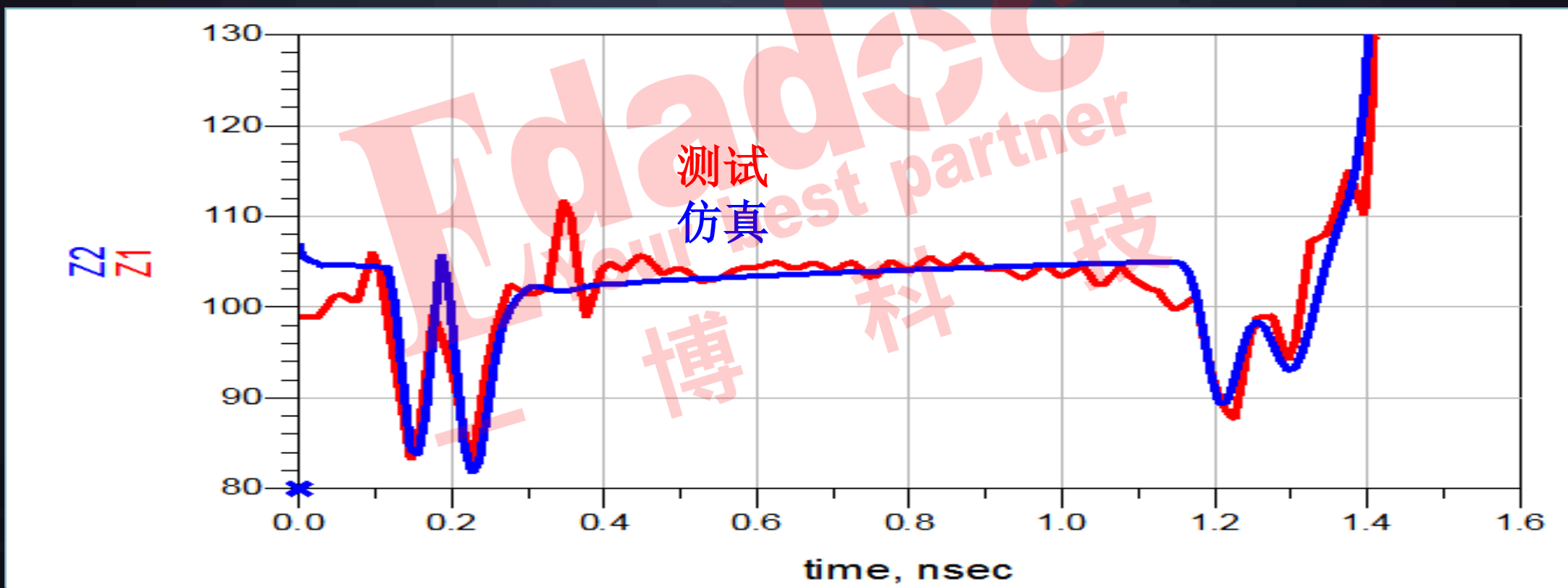
过孔仿真拟合



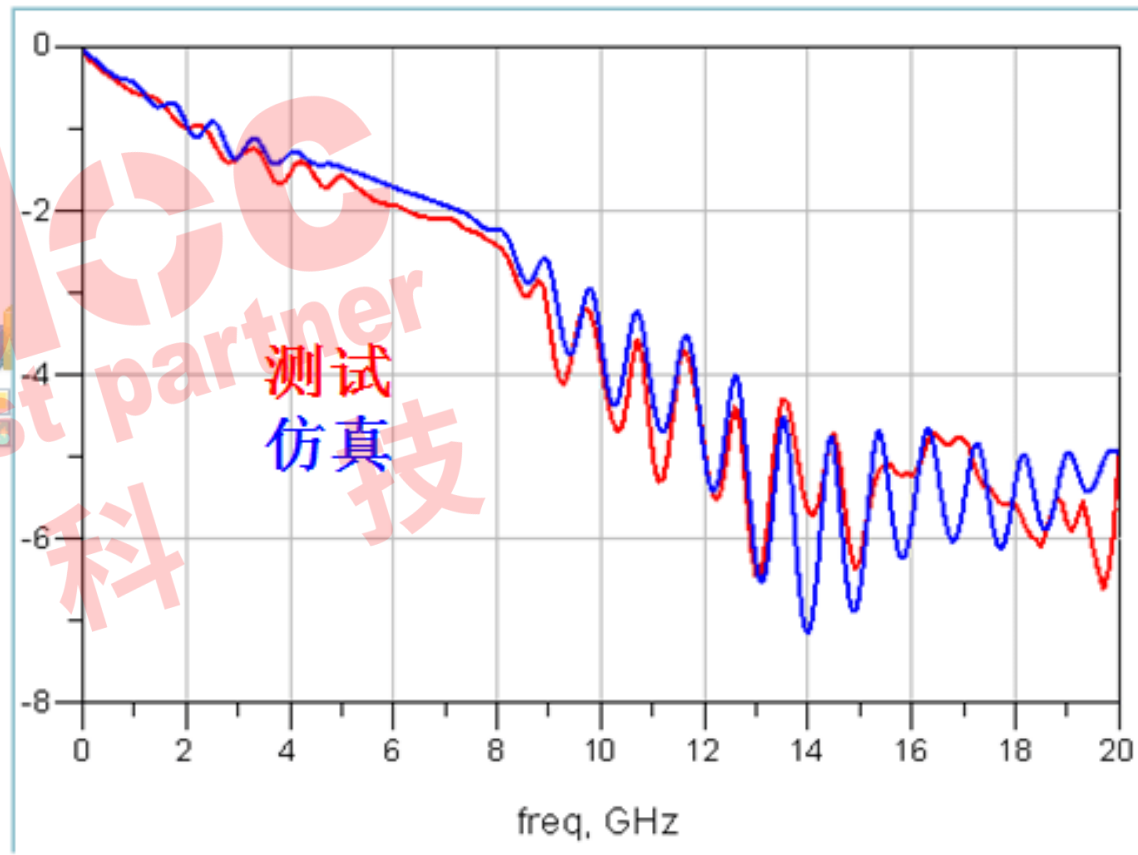
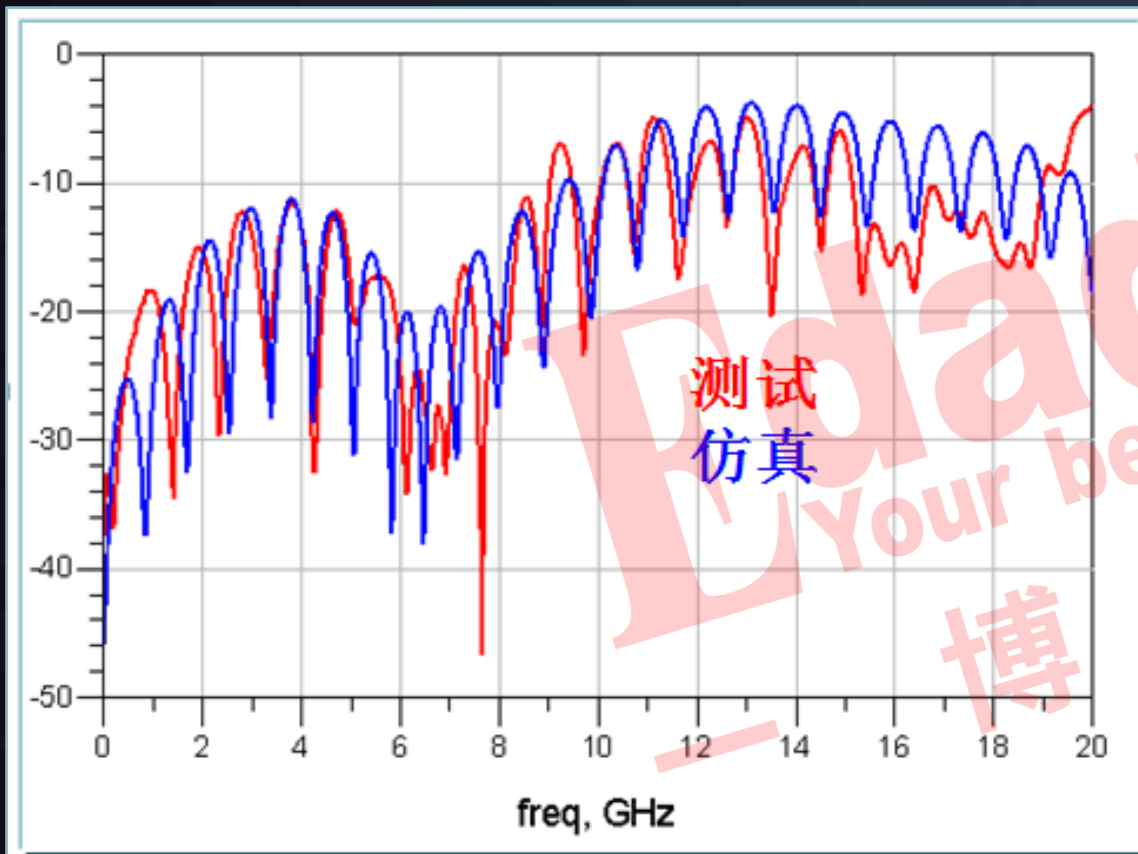
过孔仿真拟合



U-turn 仿真拟合TDR结果



- 这时候我们阻抗基本能拟合上的话，S参数也能拟合的很好。



Thank You!

EDADOC, Your Best Partner!

