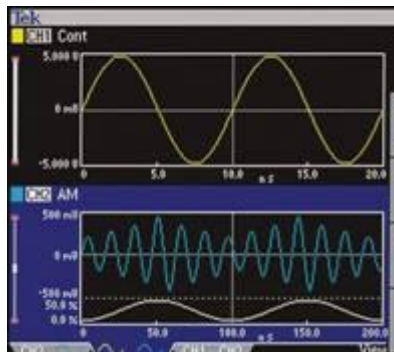


TDR阻抗测试和高速串行链路分析

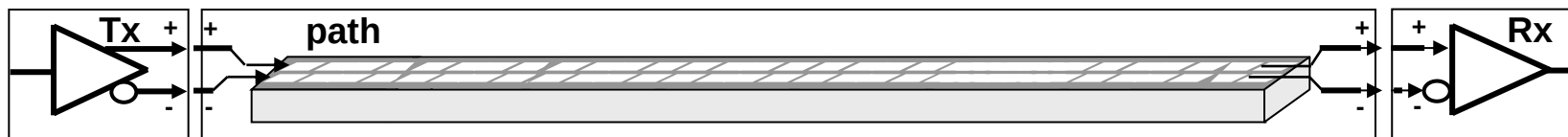
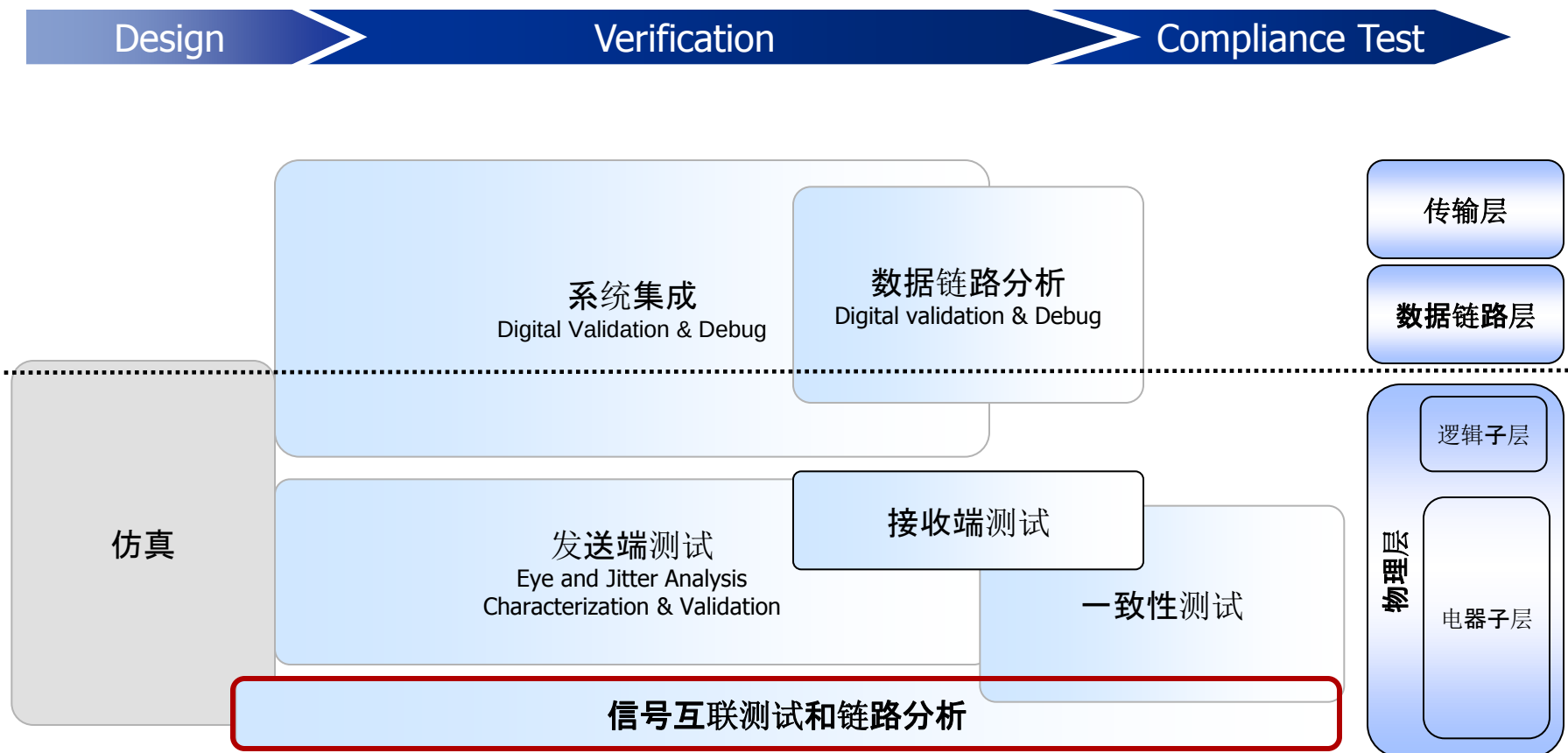


泰克应用工程师
李志斌
Nello.Li@tektronix.com

目录

- 高速串行数据链路挑战
- 高速串行数据链路时域分析-TDR
- 高速串行数据链路频域分析-S参数: IConnect
- 泰克TDR与S参数解决方案
- 结束

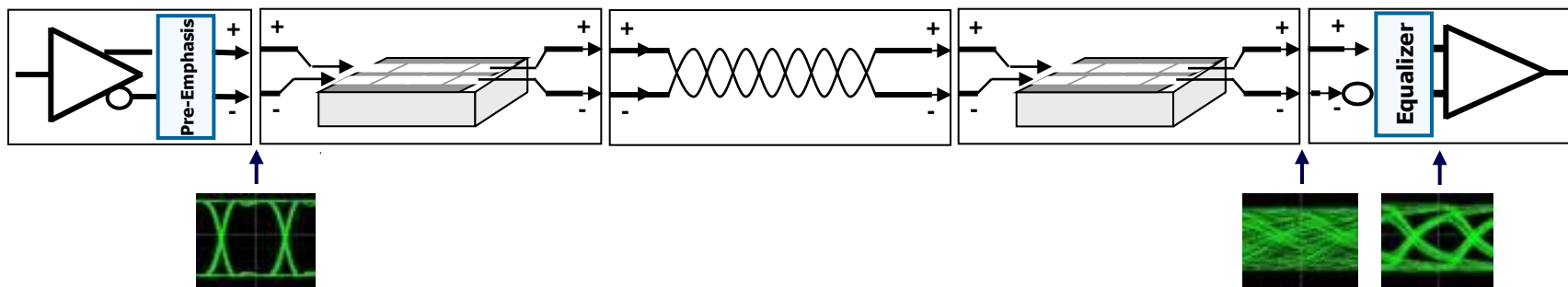
高速串行数据挑战



市场动态

- 更快的高速差分总线正在研发中
- 更快的速度更低的信号电平
- 理解链路对信号高频衰减是至关重要的

Standard	Data Rate
SATA Gen III	6 Gb/s
USB3.0	5 Gb/s
PCI Express 2.0	5 Gb/s
PCI Express 3.0	8 Gb/s
DisplayPort 1.2	5.6 Gb/s
HDMI 1.4	2.9 Gb/s
FC 1, 2, 4 Gb/s	1 Gb/s to 4.25 Gb/s
FB-DIMM II	4.8-9.6 Gb/s
FibreChannel	4.25-8.5 Gb/s
10GE Ethernet	10.3125 Gb/s



高速串行数据链路分析

- 从1Gbps到10Gbps甚至以上, 对于不同的互连要求进行时域和频域的分析
- 通常时域测试
 - 阻抗
 - 传输延时
 - Intra-pair skew
 - Inter-pair skew
 - 其他
- 频域测试
 - 差分回波损耗
 - 差分插入损耗
 - 串扰
 - 近端串扰
 - 远端串扰



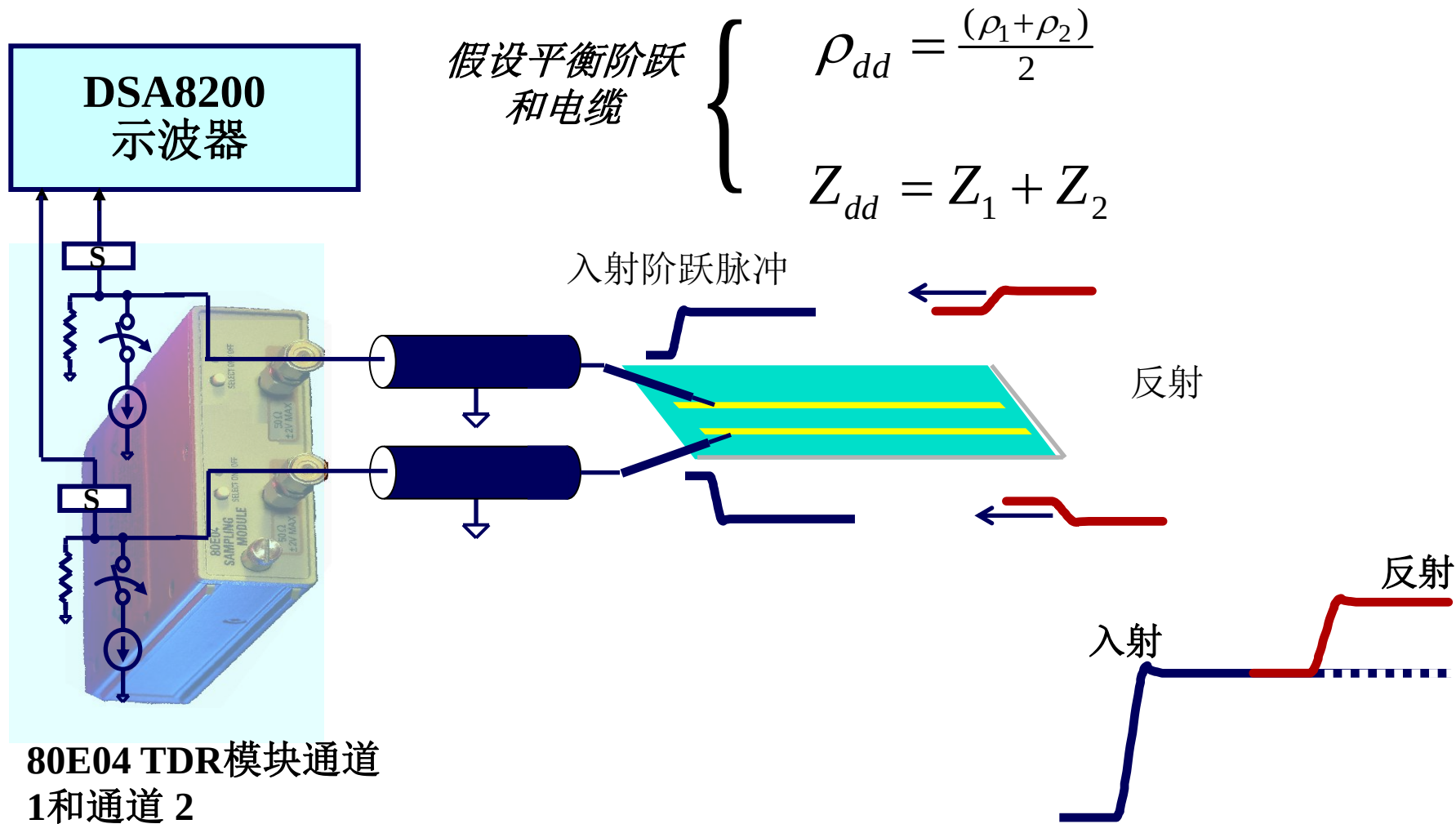
目录

- 高速串行数据链路挑战
- 高速串行数据链路时域分析-TDR
- 高速串行数据链路频域分析-S参数: IConnect
- 泰克TDR与S参数解决方案
- 结束

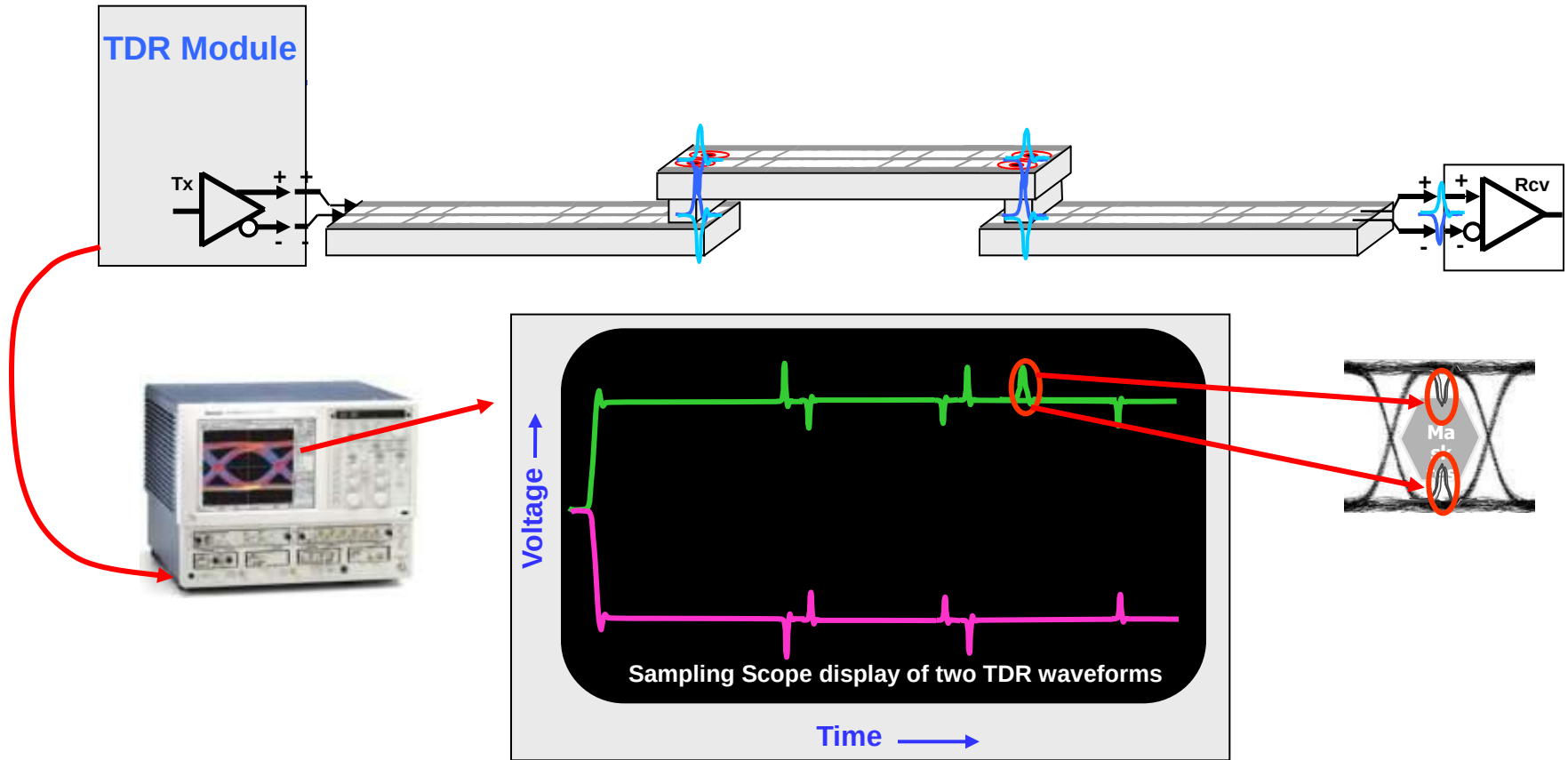
TDR应用

- TDR: Time Domain Reflector, 时域反射计; 测量特性阻抗最简明的方式
 - PCB 线路
 - 电缆
 - 多芯片模块
- 发现和测量阻抗不连续点或变化
 - 在连接器中
 - PCB上的拐角和过孔
 - 从连接器转到电路板, 或从电路板转到IC封装

TDR原理及其它——差分TDR



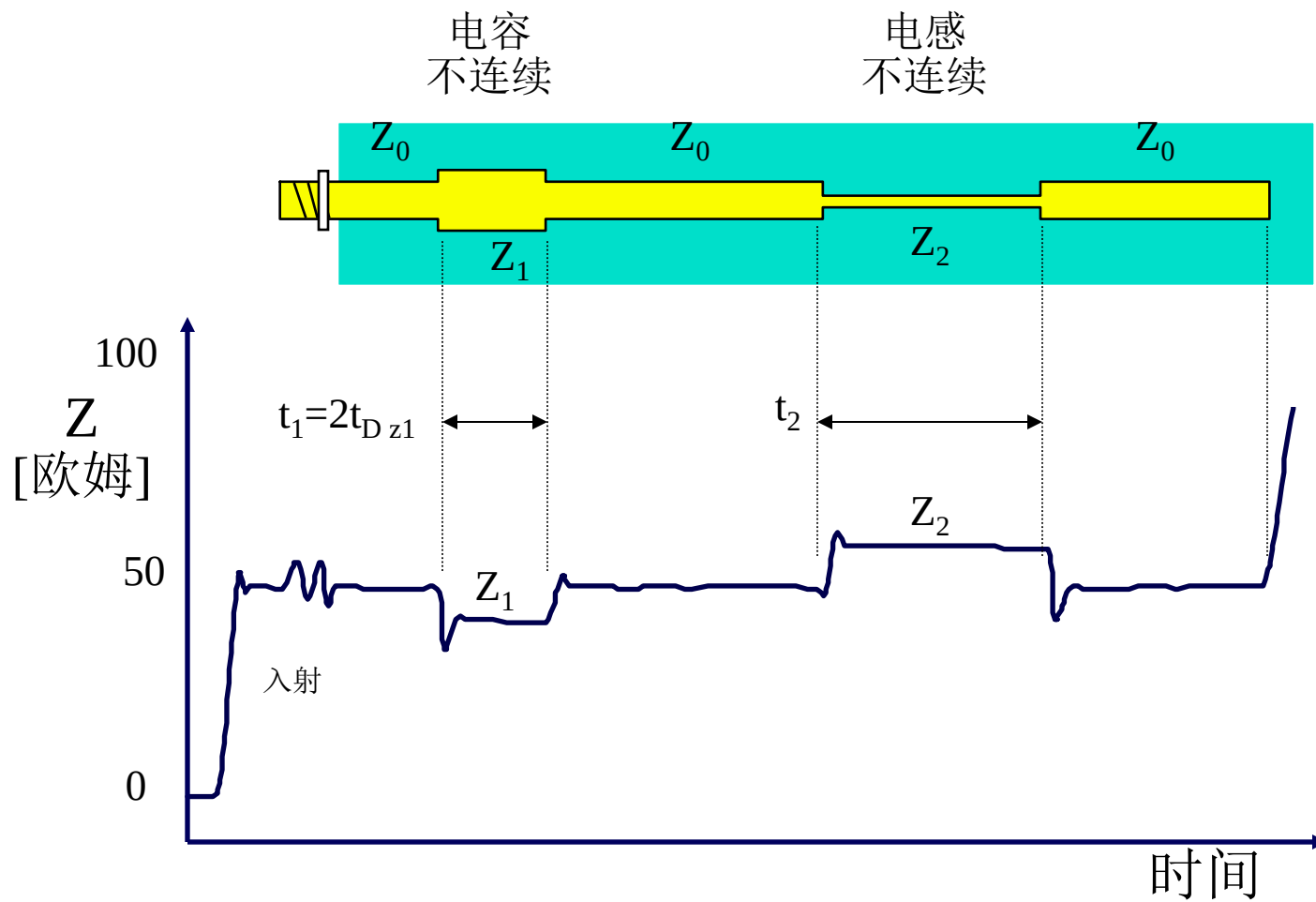
TDR在信号完整性SI(Signal Integrity)中的应用——Reflection(反射)



Transition points involve combinations of **solder joints**, **circuit board vias**, and **connectors**:
these all can have substantial effect on the total link performance.

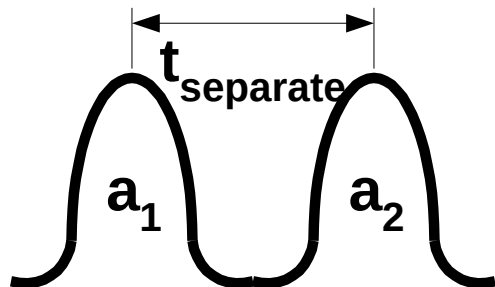
TDR also is capable of producing **S-parameters**

TDR原理及其它——更加复杂的走线



TDR 上升沿时间和分辨率

- 解析两段不连续的主要规则:



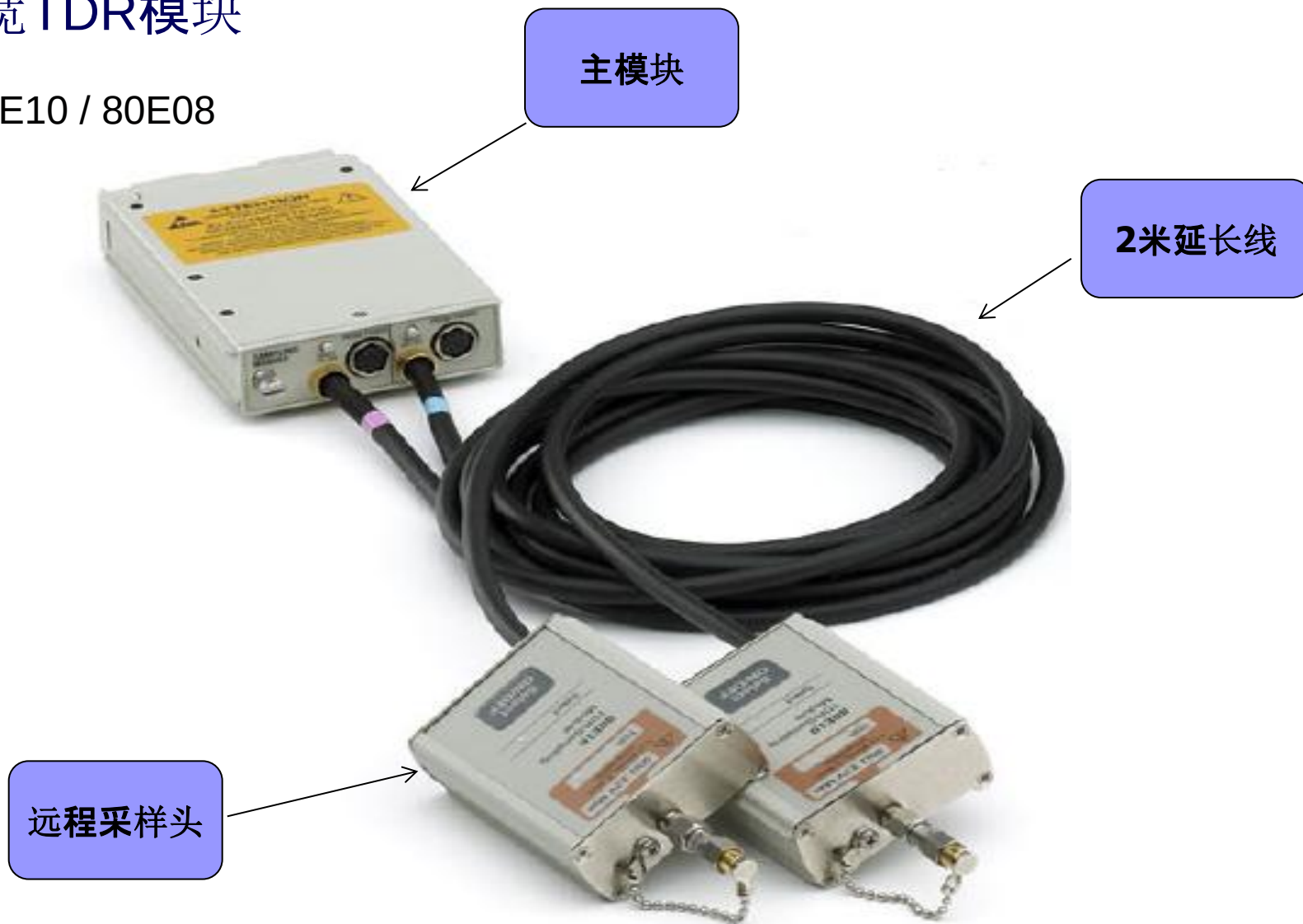
To resolve a_1 and a_2 as separate discontinuities:

$$t_{\text{separate}} > t_{\text{TDR_risetime}} / 2$$

- 80E04 TDR 上升沿时间:测量夹具,探头,电缆末端典型值为 30-40ps
 - $1/2t_{\text{rise}}$ 分辨率: 15-20ps
 - 0.1"-0.12" in FR4

高带宽TDR模块

- 80E10 / 80E08



分辨率

- TDR的分辨率:

$$T_{(resolution)} = \frac{1}{2} T_{R(system)}$$

TDR Response Resolution (Rr) per Step Rise Time

$R_r = 0.5 \times T_r \times C \times \frac{1}{\sqrt{E_r}}$	Tr (ps)	C	Er	TDR Resolution (mm)
80E04	30	3.0E+08	4.5	~2.1
80E08	23	3.0E+08	4.5	~1.5
80E10	15	3.0E+08	4.5	~1.1

- Er: relative dielectric constant of the dielectric material. 4.5 is a nominal value for FR4.

IPC TM-650, TDR分辨率

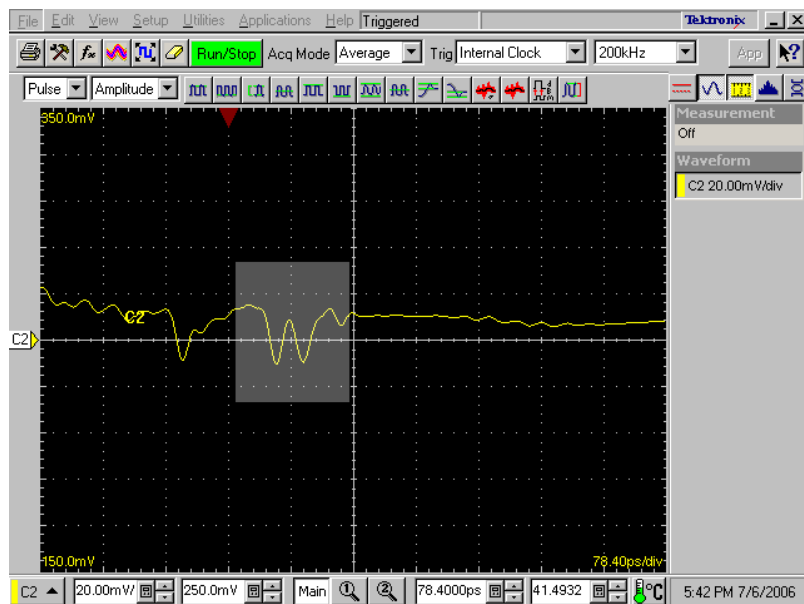
TABLE 2 RESOLUTION DATA

Rise time (psec)	Resolution in air (mm)	Resolution in FR4, buried run (mm)	
10	1.5	0.67	80E10
15	2.25	1	
20	3	1.34	
28	4.2	1.87	80E08
40	6	2.68	80E04
150	22.5	10.04	

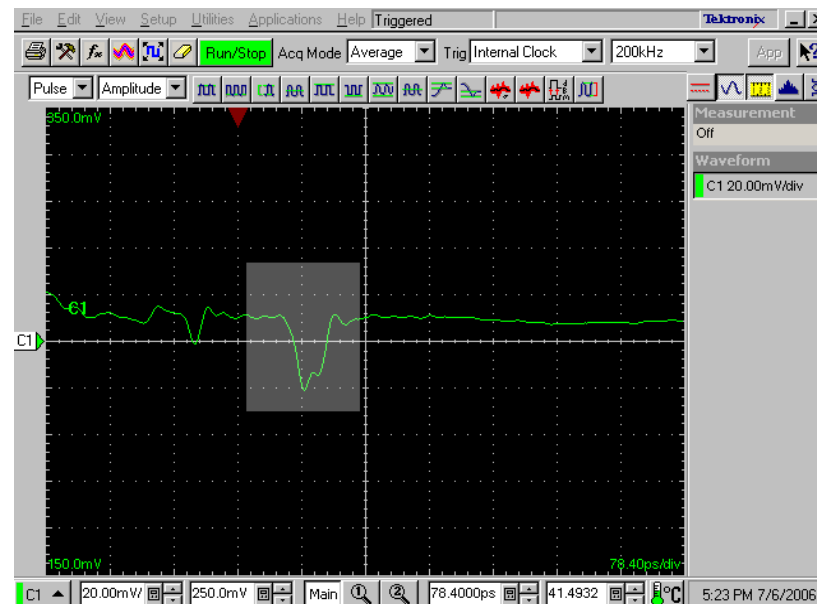
80E10实测分辨率



- 15ps反射上升时间, 2.5mm间隔



- 15ps反射上升时间, 1.25mm间隔



► **80E10 高带宽TDR模块所见, 15ps上升沿, 50G带宽**

更高的TDR分辨率，更精确的验证

	Standards characteristics				10 to 90% reflected-TDR-rise-time needs/20 to 80% reflected-rise-time needs (psec)	
	Data rate (Gbps)	Bit width (psec)	Specified 10 to 80% rise time (psec)	Estimated 20 to 80% rise time (psec)		
InfiniBand	2.5	400	100	60	40/30	80E04
PCI Express	2.5	400	50	60	40/30	
SATA II	3	333	67	50	34/25	
XAUI	3.125	320	60	48	32/24	
4-Gbps Fibre Channel	4.25	235	60	47	32/24	80E08
Sata III	6	167	NA	33	22/17	
Double-speed XAUI	6.25	160	NA	32	21/16	
8-Gbps Fibre Channel	8.5	118	NA	29	20/15	80E10
100G Base-R	10.31	97	24	24	16/12	
10G Base-R FEC	11.1	90	24	23	15/11	

高带宽TDR模块

- 80E10 / 80E08
 - 如果需要进行毫米级别阻抗波动的验证,
 - 如果需要进行元器件内部布线的验证, 如芯片内
 - 如果PCB板上有8Gbps以上的信号,
 - 如果需要进行高带宽高动态范围的S参数测试
- 小巧而高品质的前端采样头
- 1.85/2.92mm 高带宽SMA口接入



TDR Modules: 80E10 / 80E08

- 高达15 ps TDR反射上升时间
 - ~ 12ps 入射上升时间
- 高达50 GHz 带宽
- 真实的一对差分TDR输出, 精细量测差分器件, 隔离故障
- 2米的远程采样头, 方便灵活
- 超低的噪底, 卓越的信号保真度
- 未雨绸缪, 满足未来更高速信号等的前瞻性设计需求



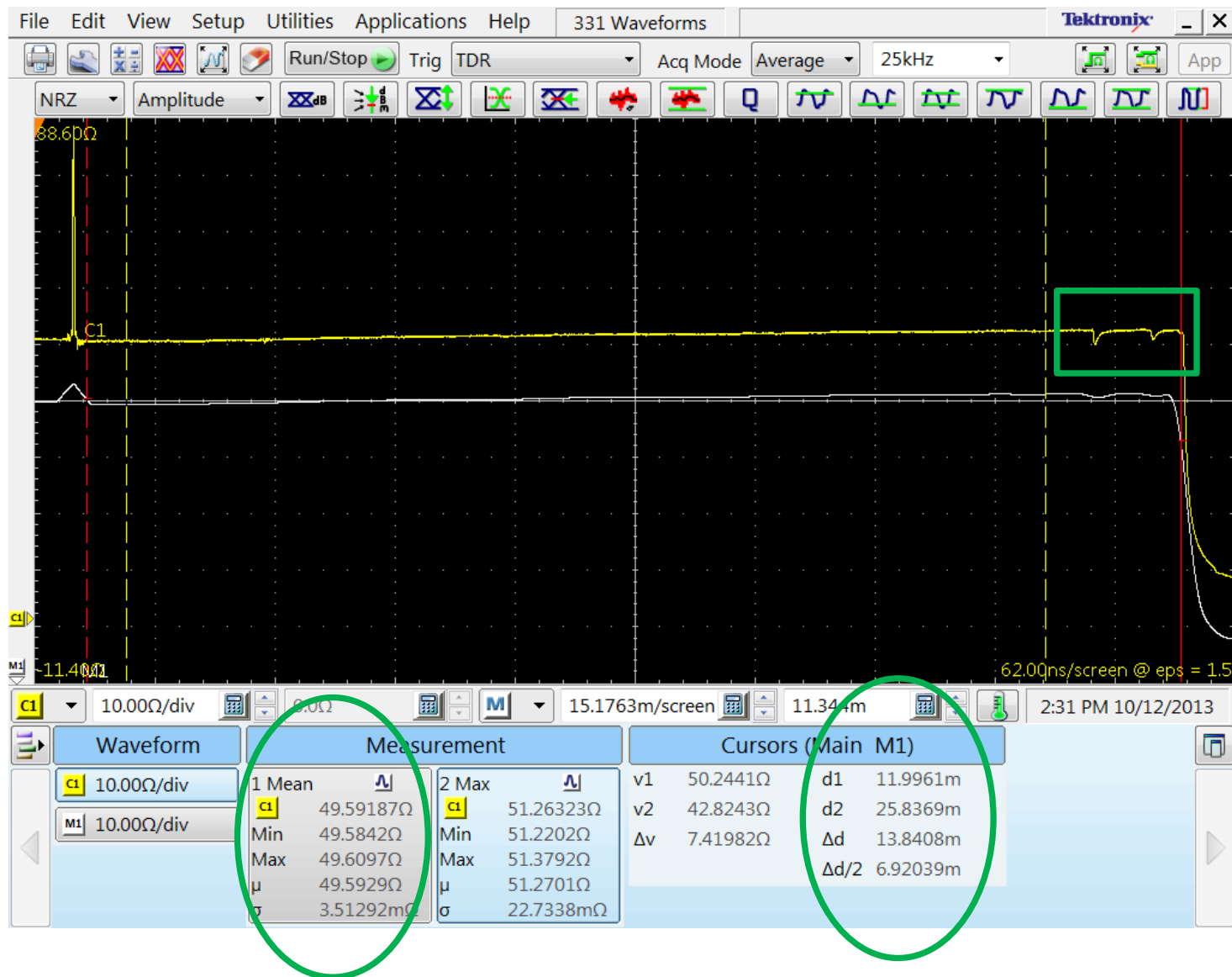
小结

- 分辨率要求:
 - 80E10提供了IPC TM-650 2.5.5.7规定的1mm分辨率
 - 对单个不连续点可以实现亚毫米分辨率
- 上升时间要求: 泰克TDR模块为串行数据应用提供了明确的上升时间选择策略
- 动态范围和带宽要求: 泰克TDR模块为串行数据网络S参数测量提供了适当的性能

除了阻抗测试外，TDR还可以

- 上升下降时间
- 传输时延
- TDT – 发送测量，而不是反射测量
- 时域串扰 (差分, 单端)
- 频域串扰 (FEXT, NEXT)
- S参数测量

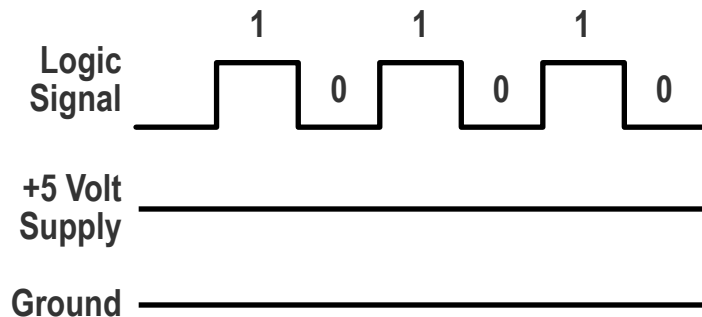
线长测试:断点识别



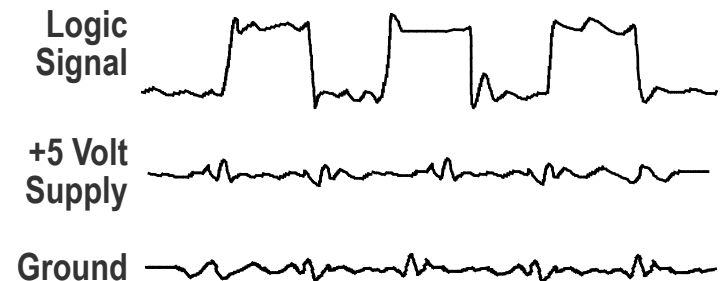
TDR在信号完整性SI(Signal Integrity)中的应用——信号完整性的定义

- 信号完整性SI(Signal Integrity):信号在信号传输线上的质量, 在**要求的时间**内, 信号能**不失真**地从源端传送到接收端, 我们就称该信号是完整的
- SI解决的是信号传输过程中的质量问题, 尤其是在高速领域, 数字信号的传输不能只考虑逻辑上的实现, 物理实现中数字器件开关行为的模拟效果往往成为设计成败的关键

Text-Book View of Digital Signals

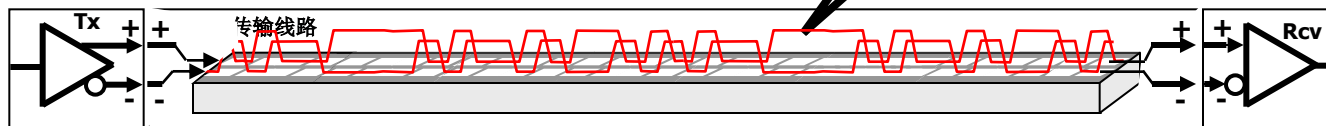


Real View of Digital Signals (analog)

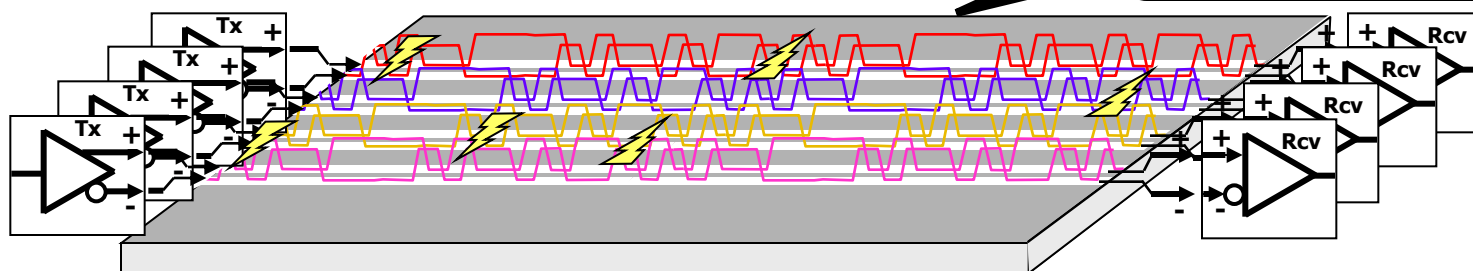


多条通路导致串扰

串行数据 可以是一路差分信号...



...但一般来说，会有多“路”串行数据
并排运行；它们会相互产生串扰

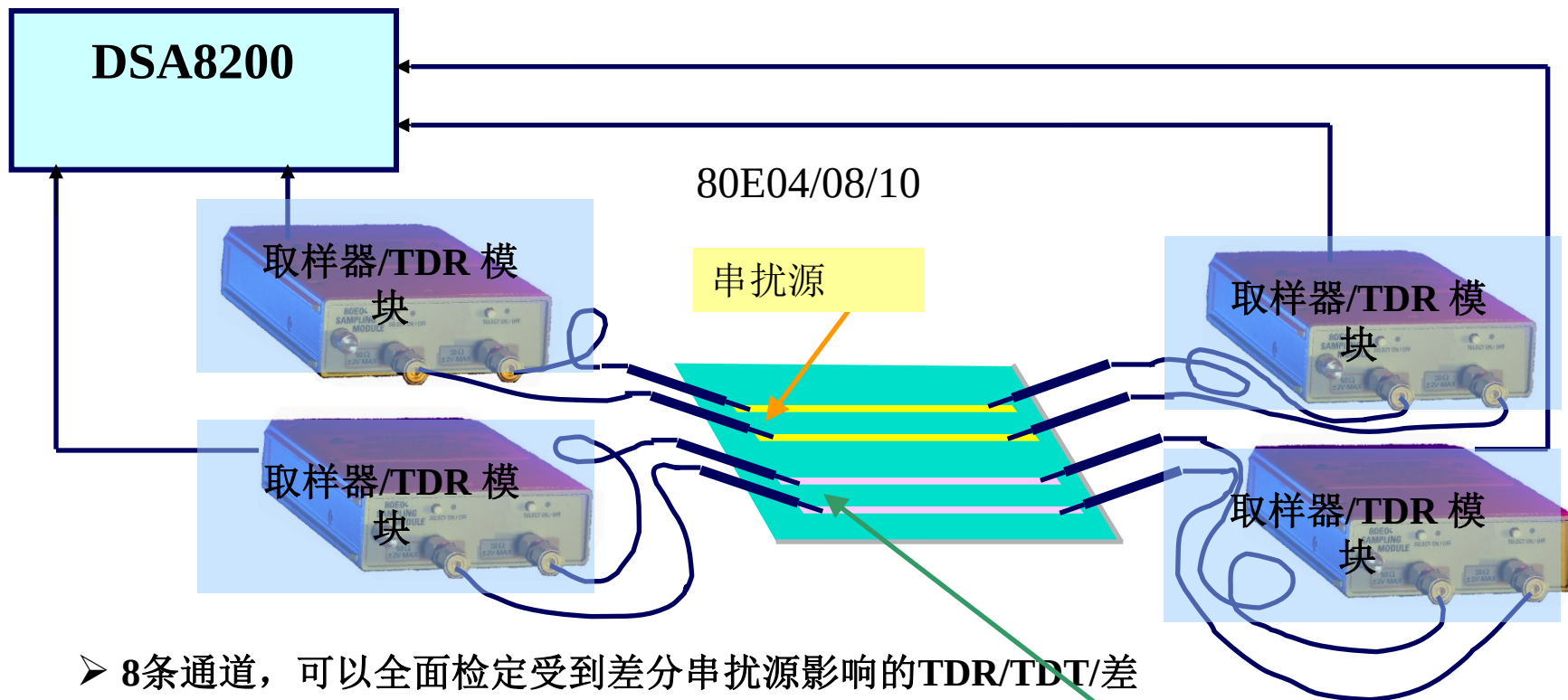


TDR在信号完整性SI(Signal Integrity)中的应用一

Effect of CrossTalk

- 会产生何种后果视如下因素:
 - 前向还是后向
 - 源端阻抗
 - 终端阻抗匹配
- 可能产生的后果:
 - 产生意料之外的毛刺和尖冲
 - 信号边沿产生失真和抖动
 - 噪声电平增大
 - 如果没有正确端接将产生来回反射

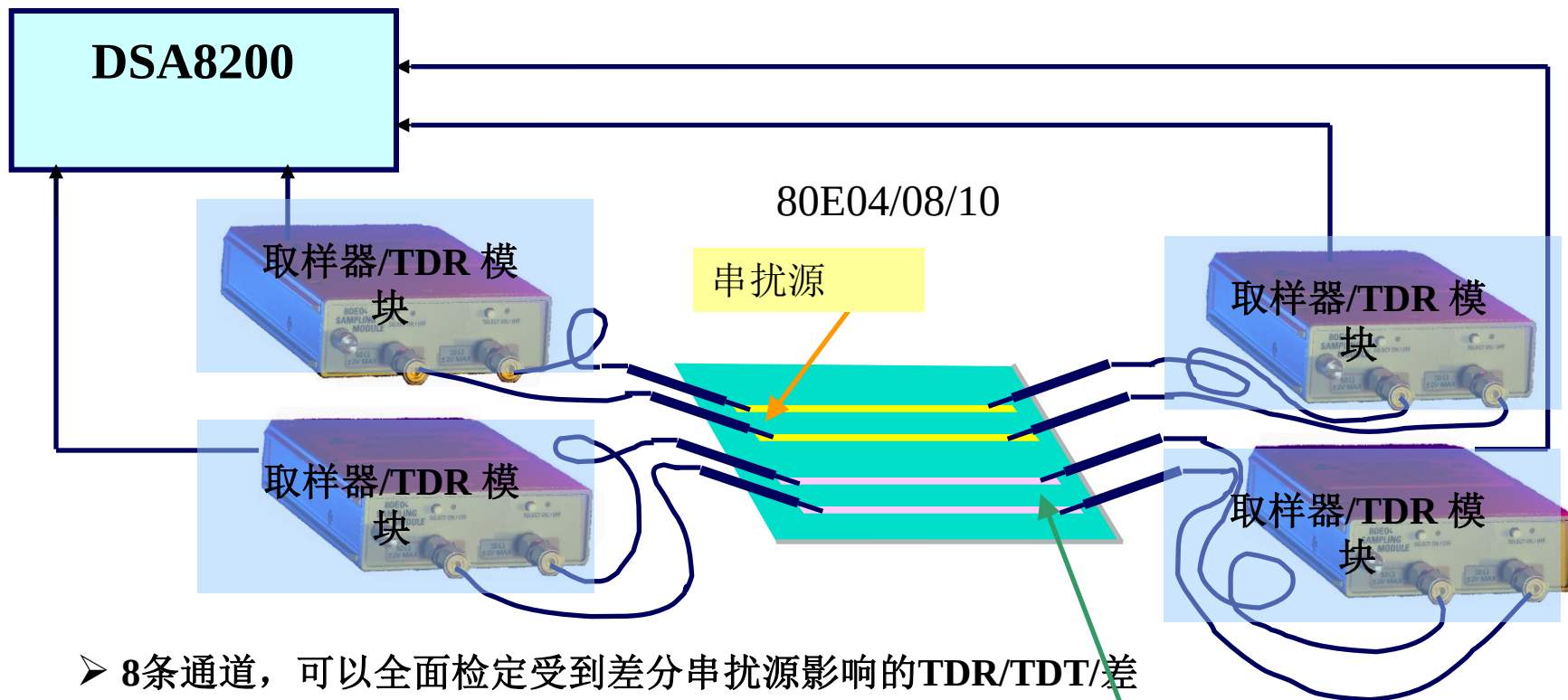
串扰测试



- 8条通道，可以全面检定受到差分串扰源影响的TDR/TDT/差分器件
- 真正的差分同步TDR脉冲，即使在存在非线性度时仍提供了精确的结果 (部分材料, 封装中的保护二极管, ...)

被干扰
NEXT (近端串扰)

串扰测试



- **8条通道**，可以全面检定受到差分串扰源影响的**TDR/TDT/差分器件**
- 真正的差分同步**TDR**脉冲，即使在存在非线性度时仍提供了精确的结果 (部分材料, 封装中的保护二极管, ...)

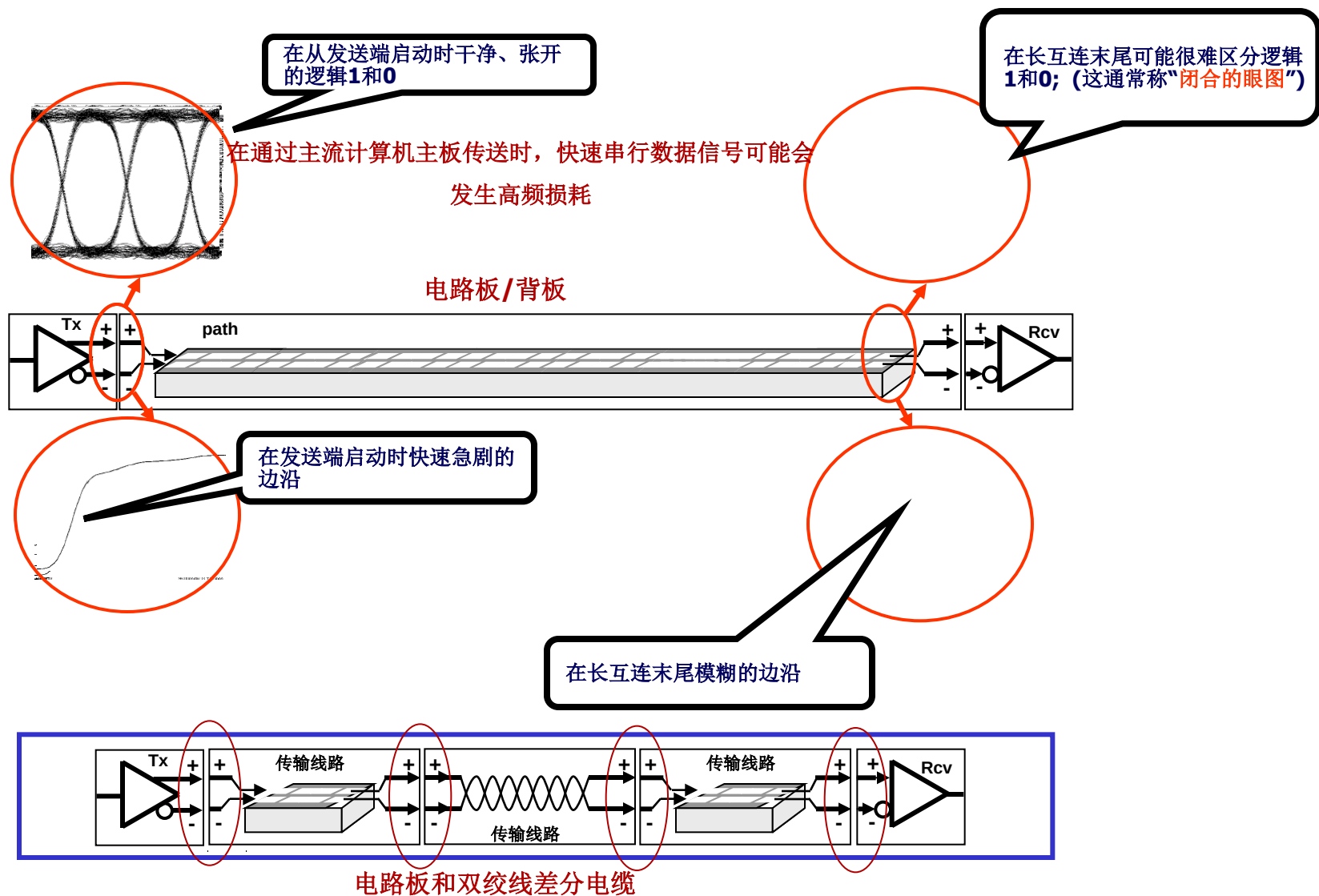
被干扰

FEXT (远端串扰)

目录

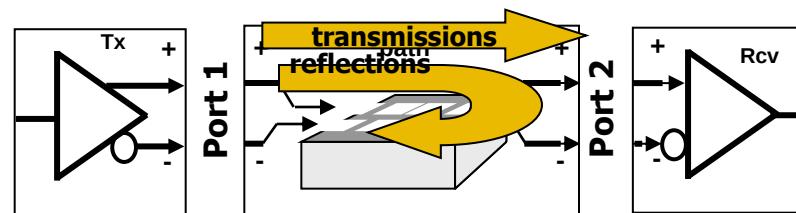
- 高速串行数据链路挑战
- 高速串行数据链路时域分析-TDR
- 高速串行数据链路频域分析-S参数: IConnect
- 泰克TDR与S参数解决方案
- 结束

串行数据网络中的挑战



高速串行链路频域特性: S-Parameters

- ▶ 在频域中检定网络的反射与损耗
- ▶ 定量分析探究信号完整性问题的根源

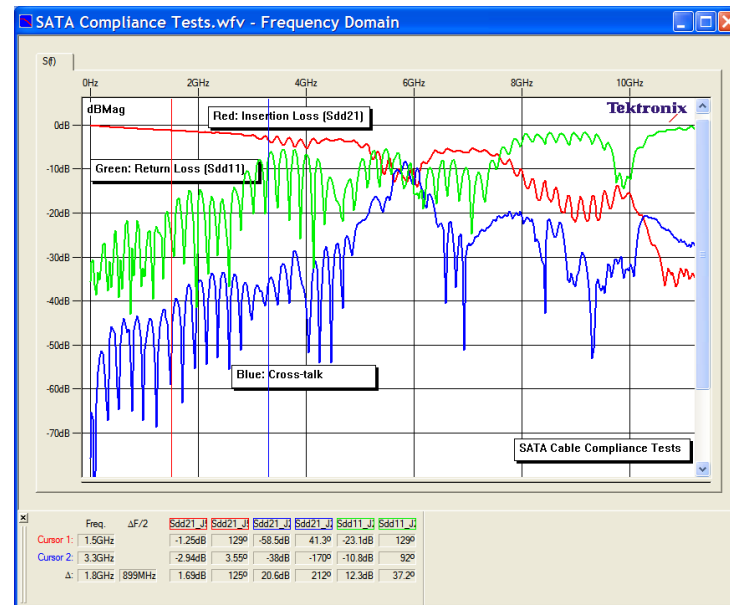


常用S参数测试项

- ▶ 差分回波损耗
- ▶ 差分插入损耗
- ▶ 串扰

数据采集与输出

- ▶ 单端测试
- ▶ 差分与多端口的测试
- ▶ S参数文件输出



各种标准规定了要求

不管是在设计中还是在制造中，互连测试要求都是由标准推动的

许多标准要求在一致性测试中进行**S**参数测量

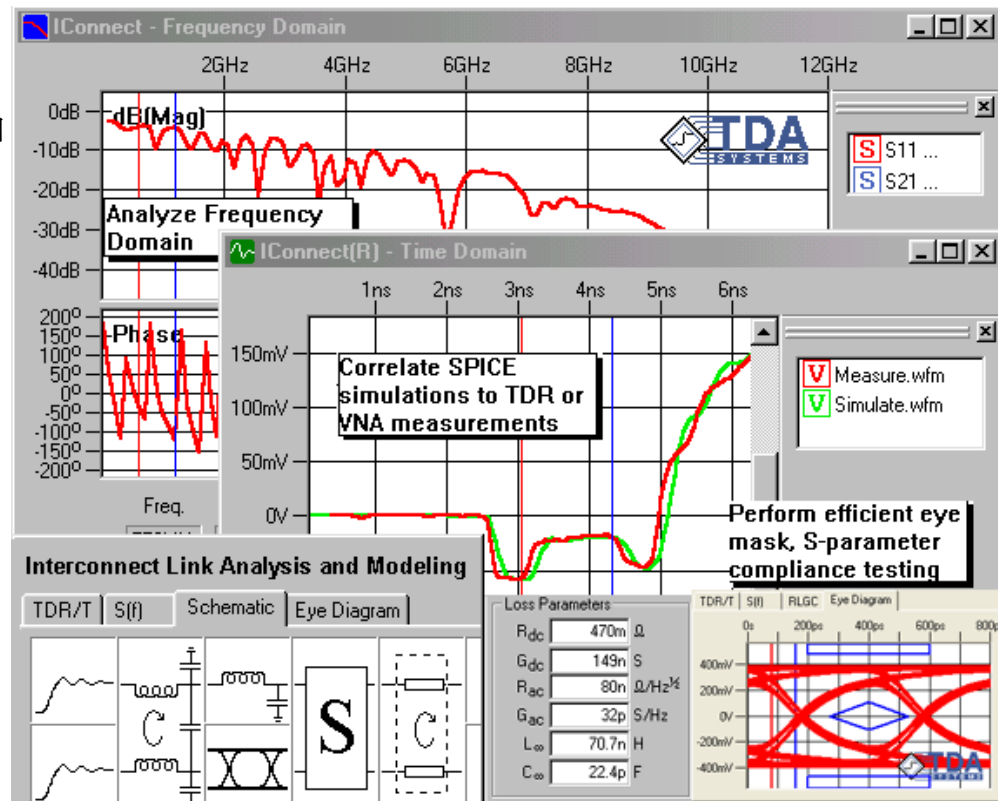
测试的设备类型：

- ▶ **PCBs**
- ▶ 电缆组件
- ▶ 连接器
- ▶ 插座和其它小型设备
- ▶ **Tx/Rx**输入

标准	数据速率	TDR	要求的频域测量		
			差分回波损耗	差分插入损耗	差分串扰
SATA II	3 Gb/s	★	★	★	★
PCI Express 1.0	2.5 Gb/s	★	★	★	-
PCI Express II	5 Gb/s	★	★	★	★
HDMI 1.3	.75 Gb/s - 2.25 Gb/s	★	-	★	★
FC 1, 2, 4 Gb/s	1 Gb/s - 4.25 Gb/s	★	★	★	-
FB-DIMM II	4.25 Gb/s	★	★	-	-
Infiniband	2.5 Gb/s	★	★	★	-
XUAI	3.125 Gb/s	★	★	★	★

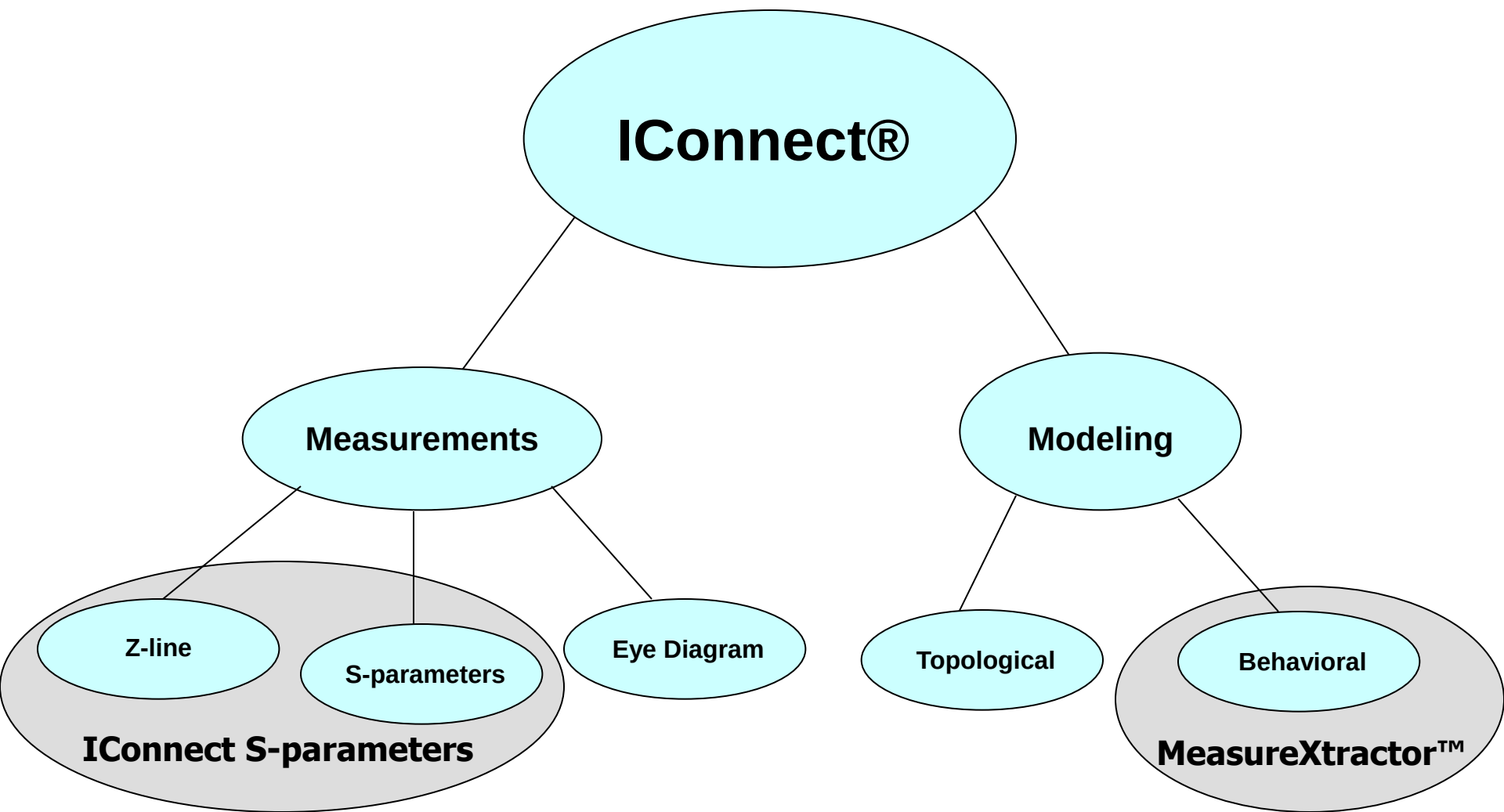
什么是 IConnect®?

- IConnect TDR and VNA software 针对 Gigabit级数字高速链路:
 - 为信号完整性分析提供快速SPICE 建模和分析
 - 简单、准确的 S-parameter 和 Eye diagram 测量
 - 广泛用于电气规范一致性测试
 - 更准确的阻抗测量
 - 有效的故障隔离和失效分析
- MeasureXtractor™
 - 自动将TDR/T测量结果或S-parameter数据转化为精确的频率相关模型
 - 易于确保SPICE / IBIS 仿真准确度



- Efficient, easy-to-use and cost-effective!
- Works with DSA8300 TDR scope

IConnect 软件架构



IConnect软件的选件以及功能

- IConnect 80SSPAR

Z-Line 真实阻抗测试;S参数测试

- IConnect 80SICON

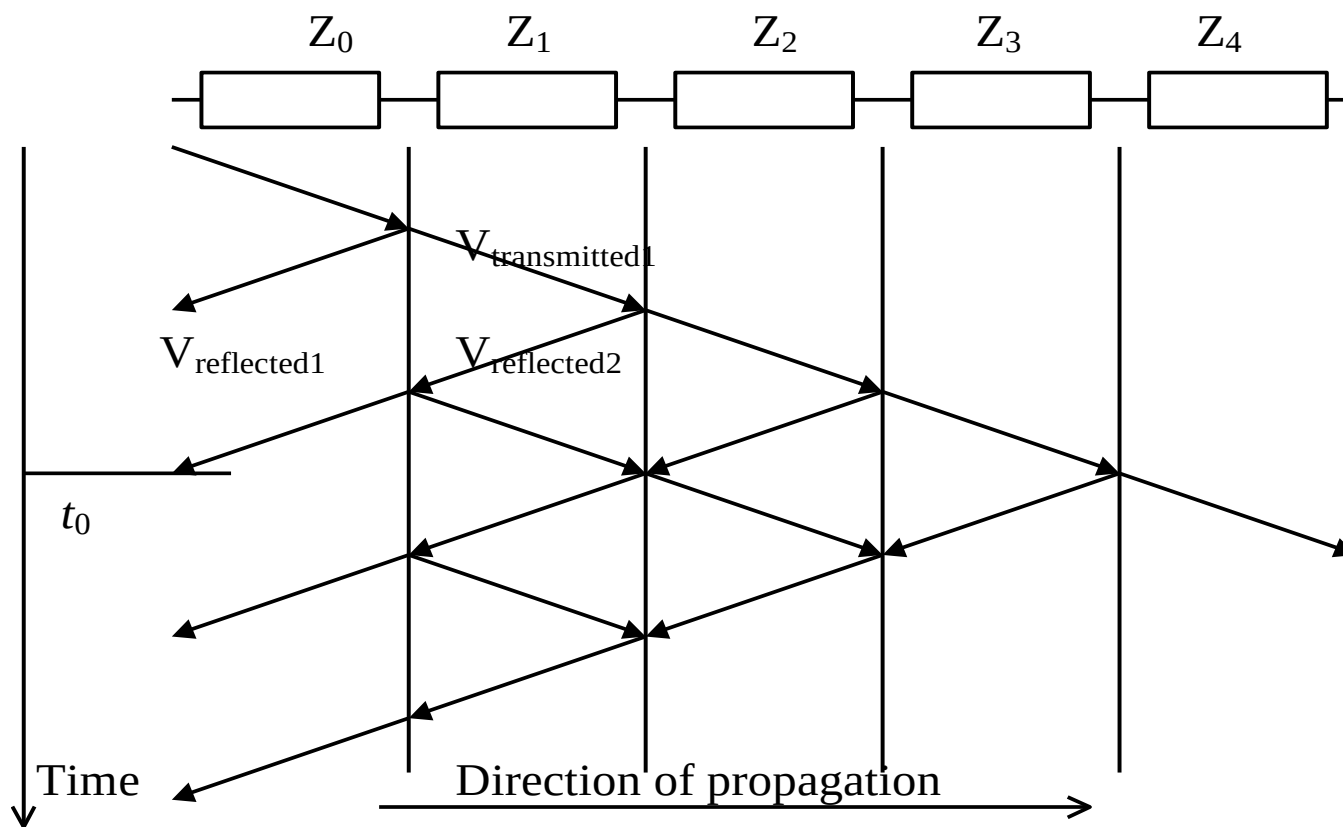
Z-Line 真实阻抗测试;S参数测试;眼图测试

- IConnect 80SICMX

Z-Line 真实阻抗测试;S参数测试;眼图测试;电路模型提取

TDR原理及其它-Multi Reflection

- 问题: 在DUT内部由于信号再反射阻抗测量准确性受到极大困扰



ICoConnect® 软件 Z-line 算法

- Z-line可以做什么？
 - 修正在DUT中的由于多重反射造成的阻抗测量错误
 - 对TDR没有限制,在频域VNA中也有限制
- ICoConnect 可以消除多重反射
 - 确保在多阻抗值DUT中阻抗测量的准确性
 - 直接准确的读出阻抗(Z),延时(t_d), L, C
 - 相对直接从示波器读取阻抗值有所不同也更加准确
- 应用:
 - 提高PCB阻抗测量准确度
 - 包括PCB生产制造和研发
 - 提高故障隔离和失效分析的分辨率
 - 封装,电路板, 连接器
 - 直接从修正阻抗线读出阻抗(Z),延时(t_d), 电感和电容

Computation of the True Impedance Profile

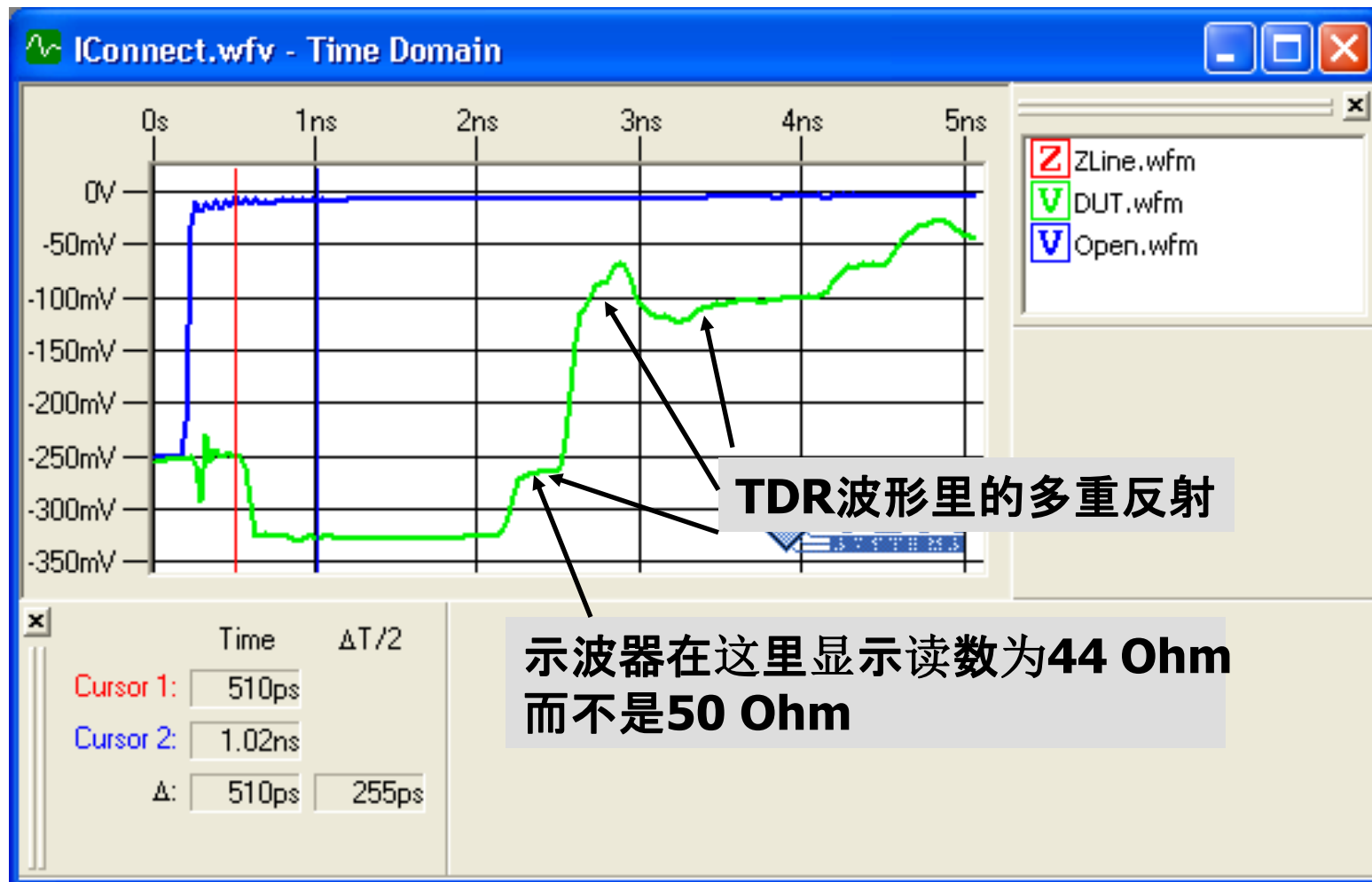
$$V_{reflected\ 1} = \rho_1 V_{incident\ 1}$$

$$V_{reflected\ 2} = t_1^2 \rho_2 V_{incident\ 1} + \rho_1 V_{incident\ 2}$$

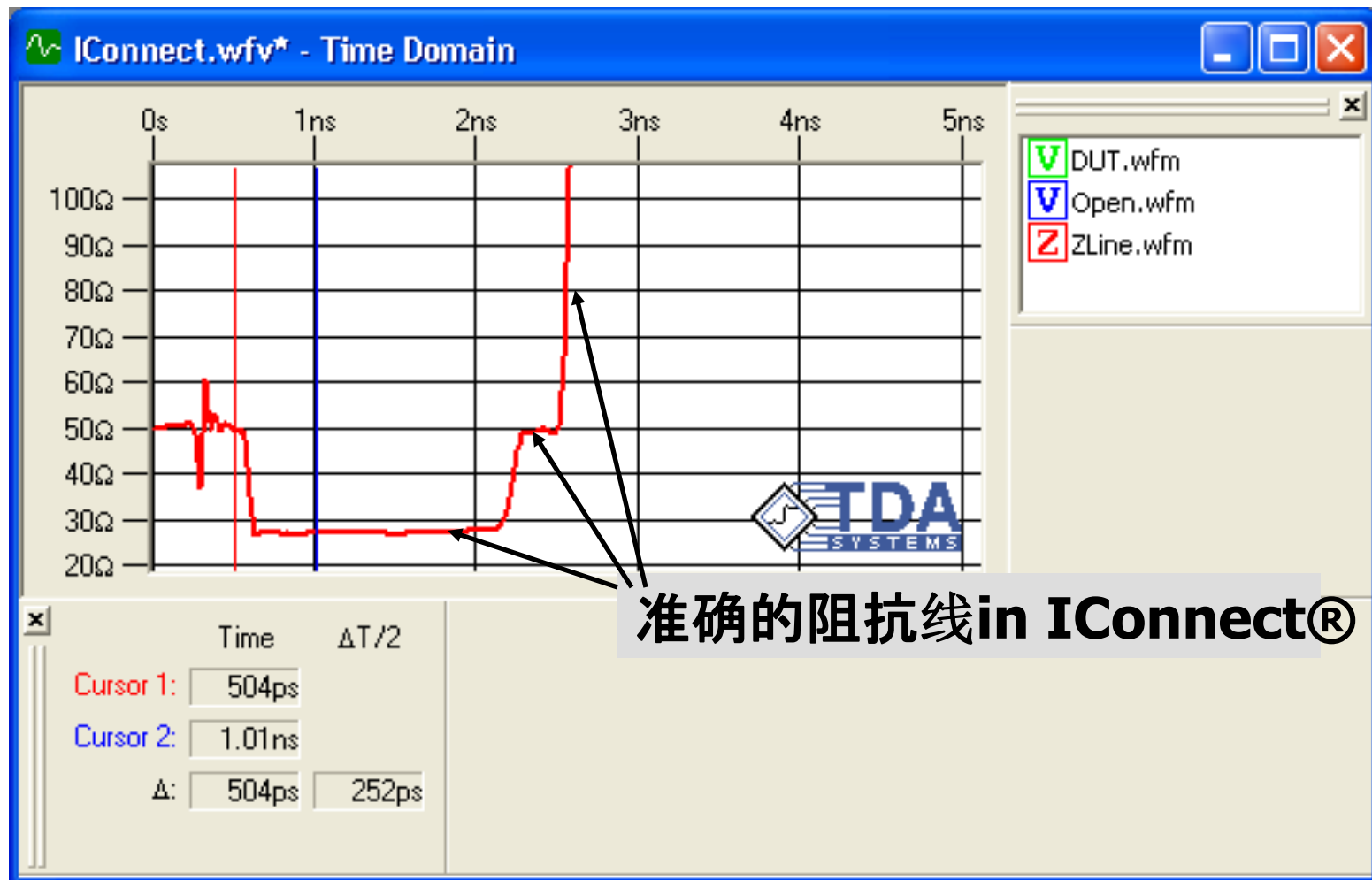
$$V_{reflected\ 3} = (t_1^2 t_2^2 \rho_3 - t_1^2 \rho_2^2 \rho_1) V_{incident\ 1} + t_1^2 \rho_2 V_{incident\ 2} + \rho_1 V_{incident\ 3}$$

$$\begin{bmatrix} V_{reflected1} \\ V_{reflected2} \\ V_{reflected3} \\ \vdots \\ V_{reflectedn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ k_2 & k_1 & 0 & 0 & 0 \\ k_3 & k_2 & k_1 & 0 & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \ddots & 0 \\ k_n & k_{n-1} & k_{n-2} & \cdots & k_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{incident1} \\ V_{incident2} \\ V_{incident3} \\ \vdots \\ V_{incidentn} \end{bmatrix}$$

典型电路板走线 IConnect® Z-line

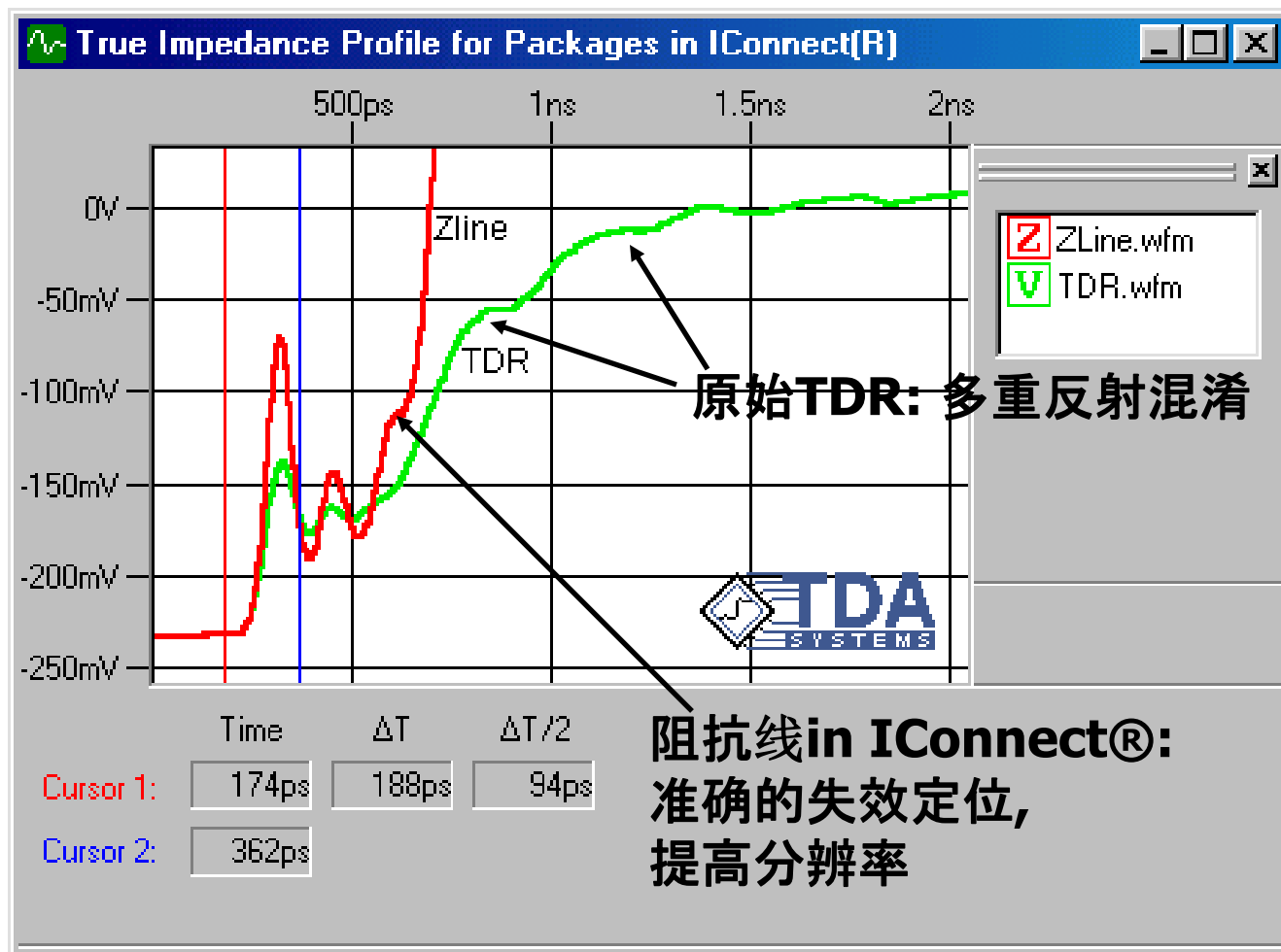


典型电路板走线 IConnect® Z-line



准确的阻抗线in IConnect®

典型封装走线 IConnect® Z-line



频率相关 S-parameters

IConnect S-parameter 计算

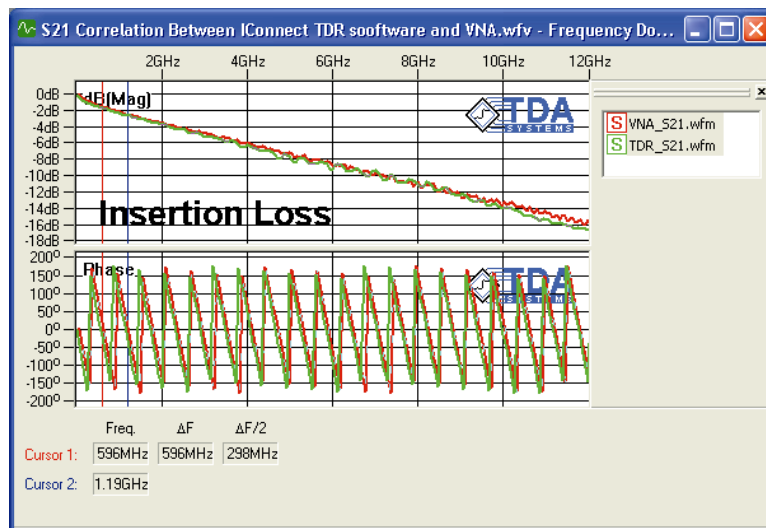
- IConnect S-parameters 可以做什么？
 - 针对数字互连的最容易的S-parameter测量
 - 差分,混合模式和单端测量
 - 简便的反嵌(de-embed)夹具效应
 - 基本的校准能力
- 应用:
 - 测量插入损耗,回波损耗,花最小的努力进行频域串扰测量
 - 包括有源器件输入回波损耗 – 常见指标!
 - 进行线缆装配和PCB电气一致性测试(SATA, PCI Xpress, Infiniband, Gigabit Ethernet)
 - 极小的成本,高效,快速!
 - 提供2和4端口S-parameter Touchstone文件可用于通道仿真

Frequency Dependent S-parameters

ICoconnect® S-parameters

最容易 的方法实现数字互联的S参数测试

- 真实的差分、混合模式、单端
- 一致性测试需求: PCI-Xpress, Serial ATA, Infiniband, Gigabit Ethernet and other standards
- 非常容易反嵌夹具带来的测试影响
- 只需执行简单的校准(一个开路或短路的TDR波形)
- 现有的TDR设备非常容易就可升级至ICoconnect



Compute: S-Parameter

TD Source Waveform Viewer: TD Waveform Viewer 1

FD Target Waveform Viewer: New Waveform Viewer

Waveforms

DUT: Odd.wfm

Ref: Step.wfm

Frequency content

☒ Set manually

Max Δf : 5M Hz

F_{max} : 10G Hz

Compute

Calibration

☒ Use 50 Ohms calibration

Ref type: Open/Short

DUT Type: Insertion loss/

Load 50 Ohms Waveform: Load.wfm

2端口S参数公式



$$\begin{bmatrix} V_1^- \\ V_2^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1^+ \\ V_2^+ \end{bmatrix}$$

$V_{1,2}^{+/-}$ are the waves incident and reflected from the DUT

👉 One single-ended line is a two-port device

单端TDR

**TDR stimulus on channel 1,
response on channel 1**

**TDR stimulus on channel 2,
response on channel 1**

$$\begin{bmatrix} S_{11} \leftrightarrow TDR_{11} \\ S_{21} \leftrightarrow TDR_{21} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} S_{12} \leftrightarrow TDR_{12} \\ S_{22} \leftrightarrow TDR_{22} \end{bmatrix}$$

**TDR stimulus on channel 1,
response on channel 2**

**TDR stimulus on channel 2,
response on channel 2**

4端口差分S参数



$$\begin{bmatrix} V_{d1}^- \\ V_{d2}^- \\ V_{c1}^- \\ V_{c2}^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{dd11} & S_{dd12} & S_{dc11} & S_{dc12} \\ S_{dd21} & S_{dd22} & S_{dc21} & S_{dc22} \\ S_{cd11} & S_{cd12} & S_{cc11} & S_{cc12} \\ S_{cd21} & S_{cd22} & S_{cc21} & S_{cc22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{d1}^+ \\ V_{d2}^+ \\ V_{c1}^+ \\ V_{c2}^+ \end{bmatrix}$$

差模和混模S-parameters

Differential TDR stimulus,
differential response
(most important)

$$\begin{bmatrix} S_{dd11} \leftrightarrow TDR_{dd11} & S_{dd12} \leftrightarrow TDT_{dd12} \\ S_{dd21} \leftrightarrow TDT_{dd21} & S_{dd22} \leftrightarrow TDR_{dd22} \\ S_{cd11} \leftrightarrow TDR_{cd11} & S_{cd12} \leftrightarrow TDT_{cd12} \\ S_{cd21} \leftrightarrow TDT_{cd21} & S_{cd22} \leftrightarrow TDT_{cd22} \end{bmatrix}$$

Differential TDR stimulus,
common mode response
(useful in time domain for
EMI troubleshooting)

Common mode TDR stimulus,
differential response
(useful in time domain for EMI
troubleshooting)

$$\begin{bmatrix} S_{dc11} \leftrightarrow TDR_{dc11} & S_{dc12} \leftrightarrow TDT_{dc12} \\ S_{dc21} \leftrightarrow TDR_{dc21} & S_{dc22} \leftrightarrow TDR_{dc22} \\ S_{cc11} \leftrightarrow TDR_{cc11} & S_{cc12} \leftrightarrow TDT_{cc12} \\ S_{cc21} \leftrightarrow TDT_{cc21} & S_{cc22} \leftrightarrow TDR_{cc22} \end{bmatrix}$$

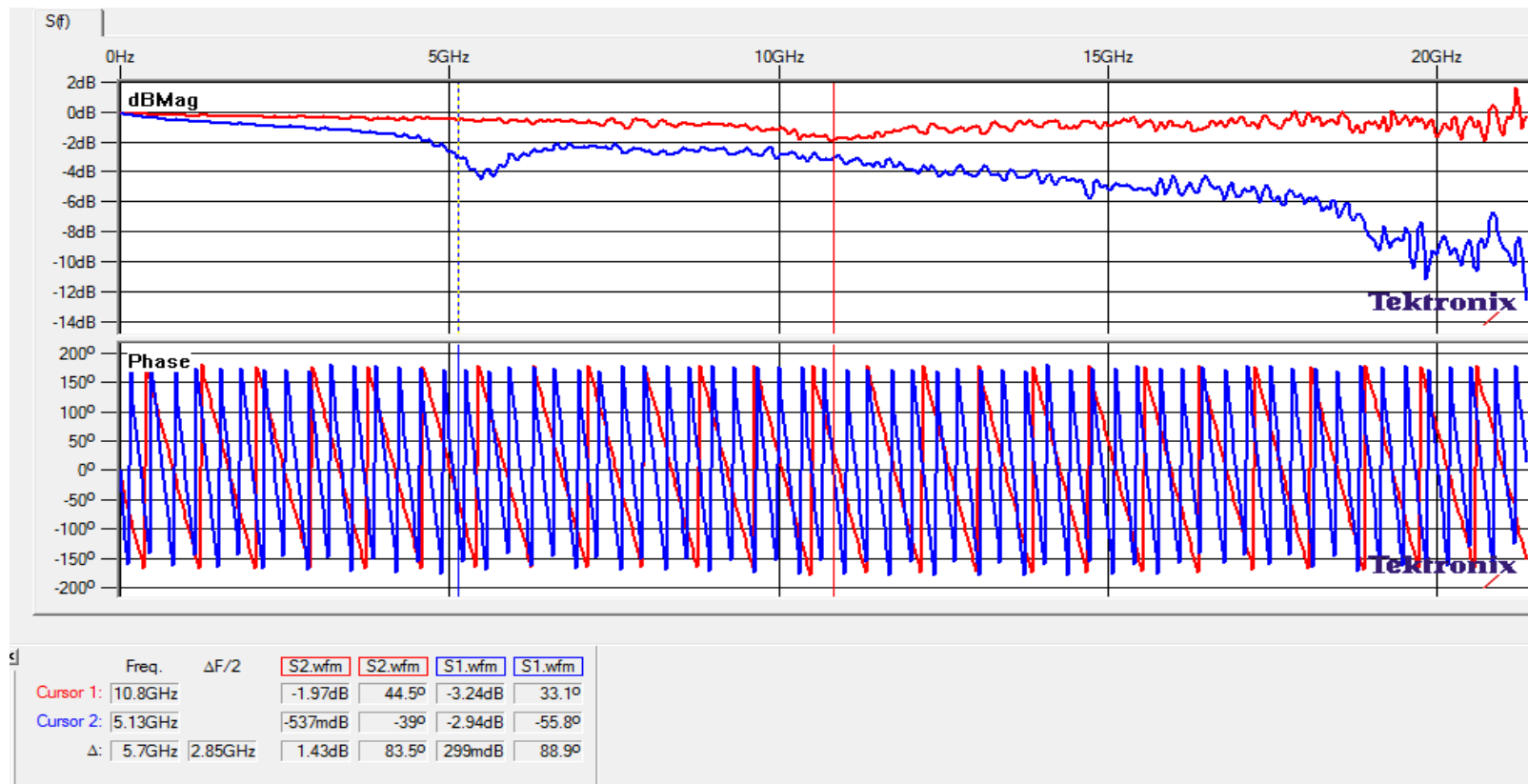
Common mode TDR stimulus,
common mode response
(less important)

为什么选择泰克串行数据解决方案？

- 业内最高分辨率 80E10 50GHz带宽真正差分TDR模块
- 采样示波器主机16位AD，业内精度最高
- 70dB动态范围，足够串行信号40dB的要求
- 比VNA更快、校准和使用更简便，加快研发生产周期
- 支持检定、标准一致性检验和制造测试
- 直观的多用途平台，除S参数外，提供了直观的时域结果
- 为满足串行数据要求专门设计的工具
- 对研发应用(使用80SICMX)，在满足通道分析要求中明显优于竞争对手

S参数测试实例

- 下图，共两根SMA线缆，带宽不同，红线带宽超过20G，而蓝线带宽只有5G左右，通过泰克Iconnect软件可以与验证和测试线缆的插入损耗等参数

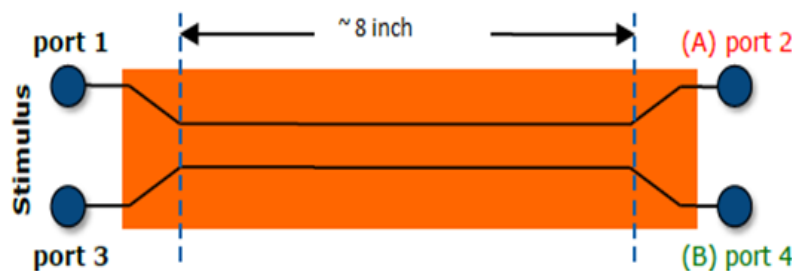


SET2DIL原理

SET2DIL主要衡量了一路差分信号传输高速串行数据时，该链路的表现情况；利用了差分线的对称性来做了一些近似设定，以此极大简化了这一测试项的方法：

1) $SDD21 = 0.5 * (S21 - S41 + S43 - S23)$

- S21: 链路1->2端口的插入损耗
- S41: 链路1在4端口引起的远端串扰
- S43: 链路3->4端口的插入损耗
- S23: 链路2在端口3引起的远端串扰



2) 对于对称的差分线, $S21 \approx S43$, $S23 \approx S41$

3) $SDD21 \approx S21 - S41$

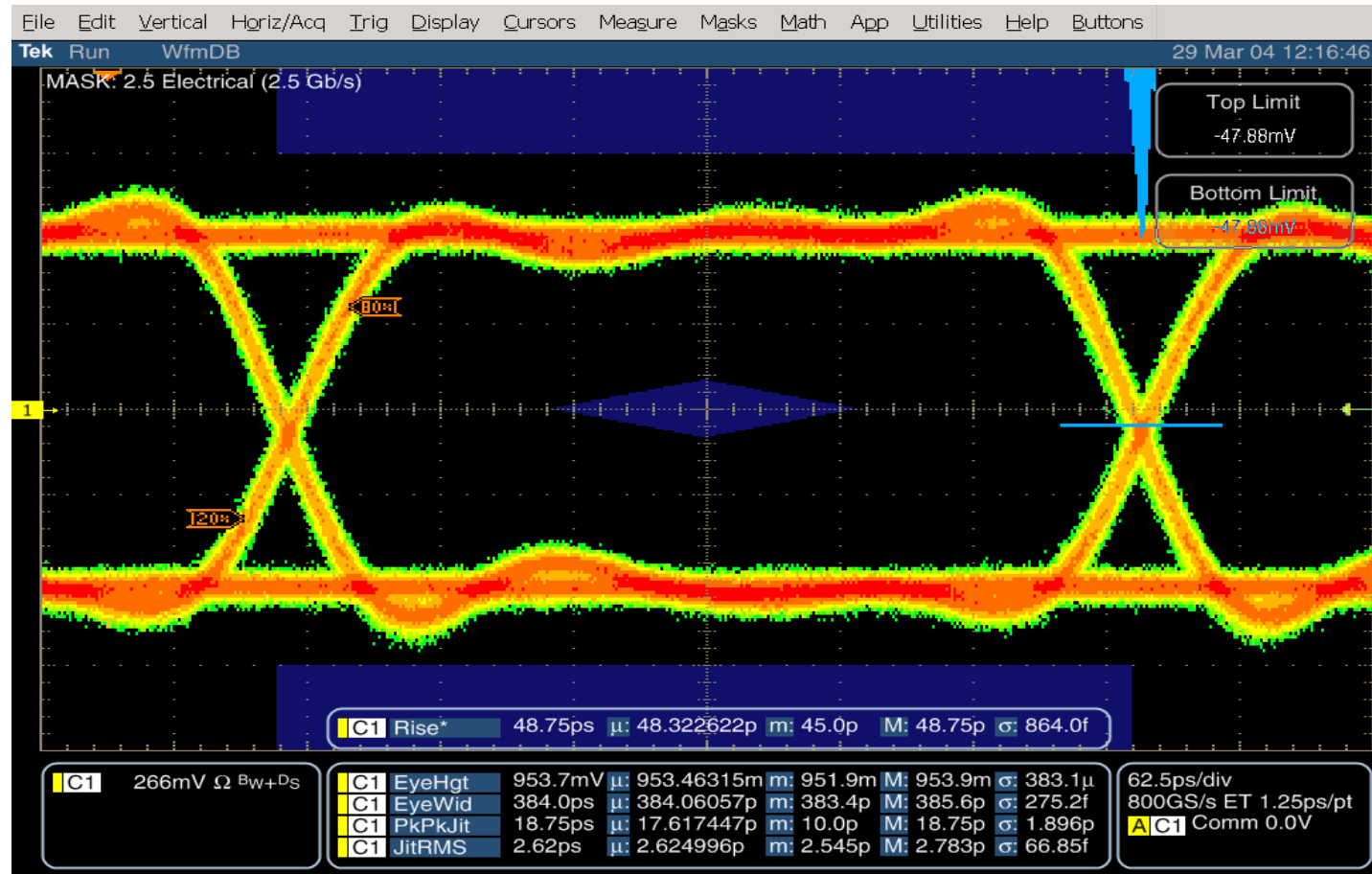
4) S21、S41可以方便地通过相应单端TDR/TDT的波形来计算

SDD21测试配置

- Intel SET2DIL 软件:控制80E04发出TDR, 采集波形计算S参数
- 泰克DSA8300 + 80E04 TDR采样模块

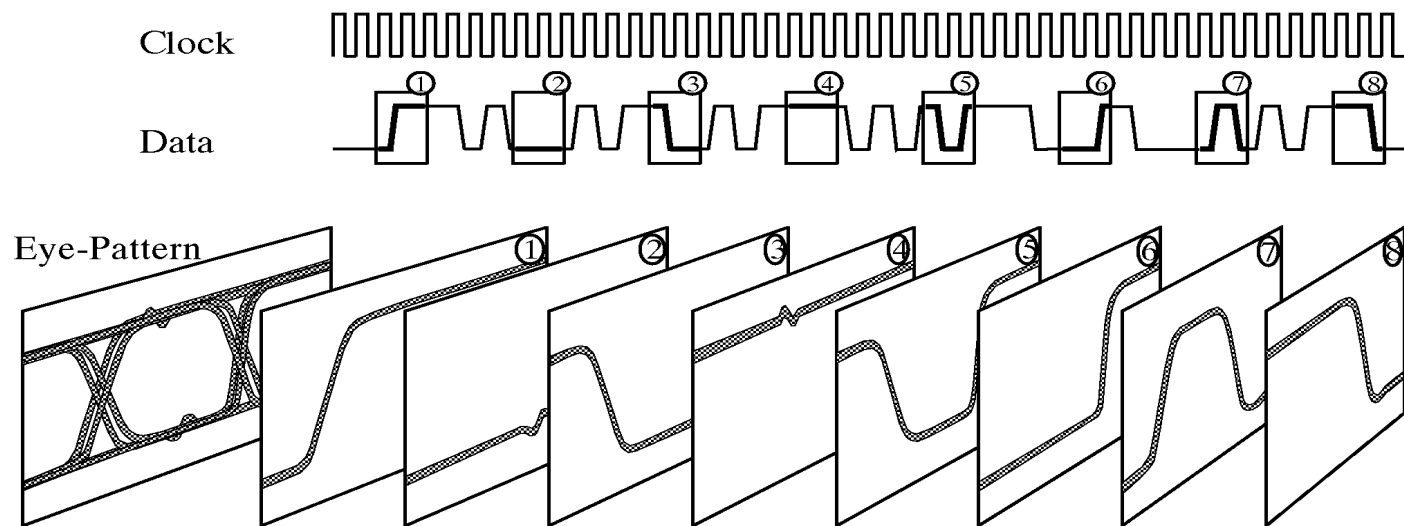


眼图 (Eye Diagram)

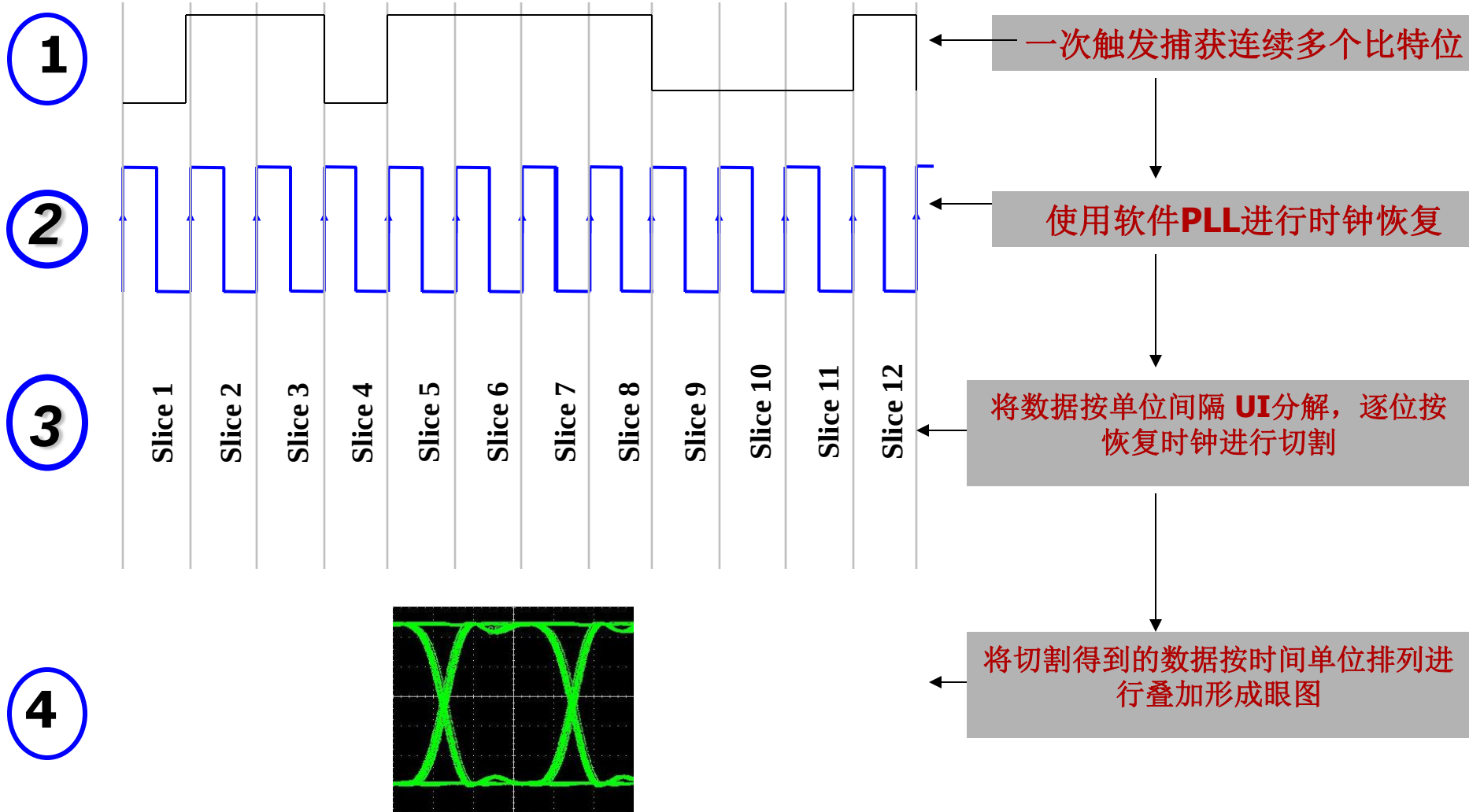


眼图

- 1、以时钟沿为触发条件捕获数据的各比特位的信息
- 2、以时钟沿为参考将所有的比特位叠加形成眼图



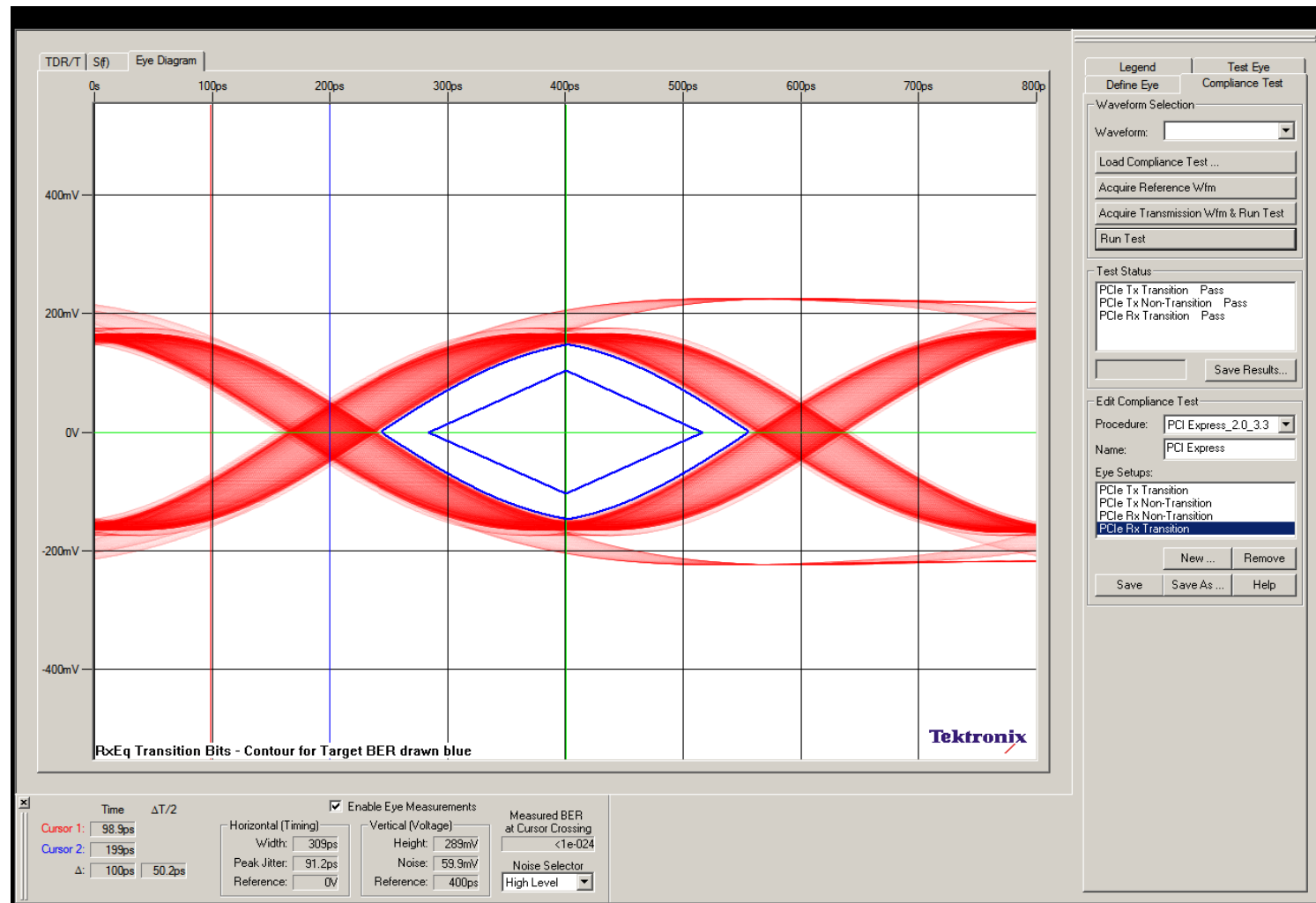
眼图



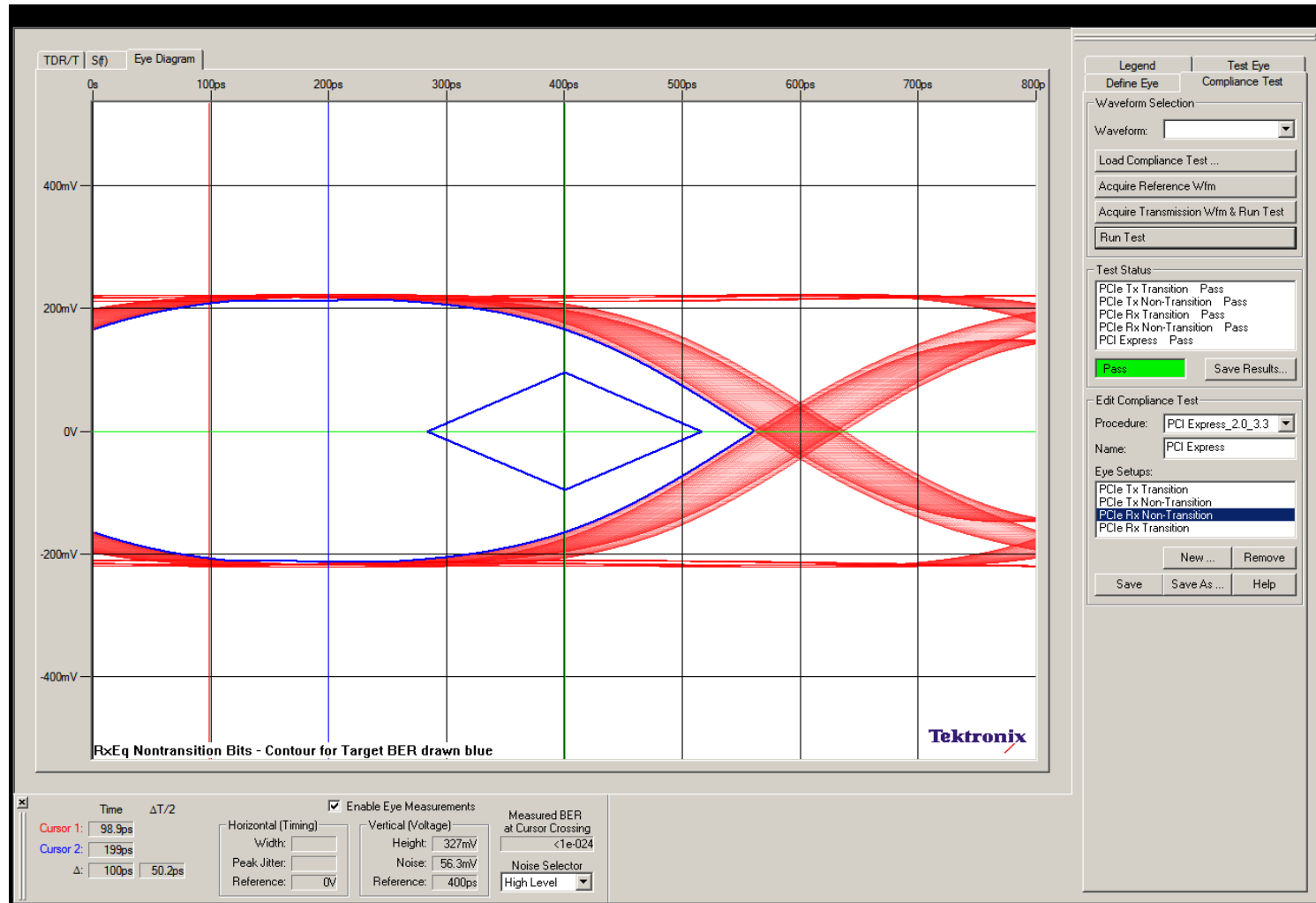
基于测量S参数生成眼图

- 除了S参数，IConnect 眼图可以做什么？
 - 针对无源互连链路产生眼图 – 包括串扰效应！
 - 不需要码型发生器,只需要含TDT功能的TDR – **省钱!**
 - 只对确定性抖动进行分析 – no active component jitter
 - 可加载标准模板, 可进行peak-to-peak抖动分析和眼睛张开宽度测量
- 应用:
 - 线缆装配和PCB电气标准一致性测试(SATA, PCI Xpress, Infiniband, Gigabit Ethernet) – 超值,高效,快速!
 - 判定系统性能恶化是否由于发送机或者互连链路 – 在几秒内!
 - 评估前期背板最大性能 – 在几秒内!

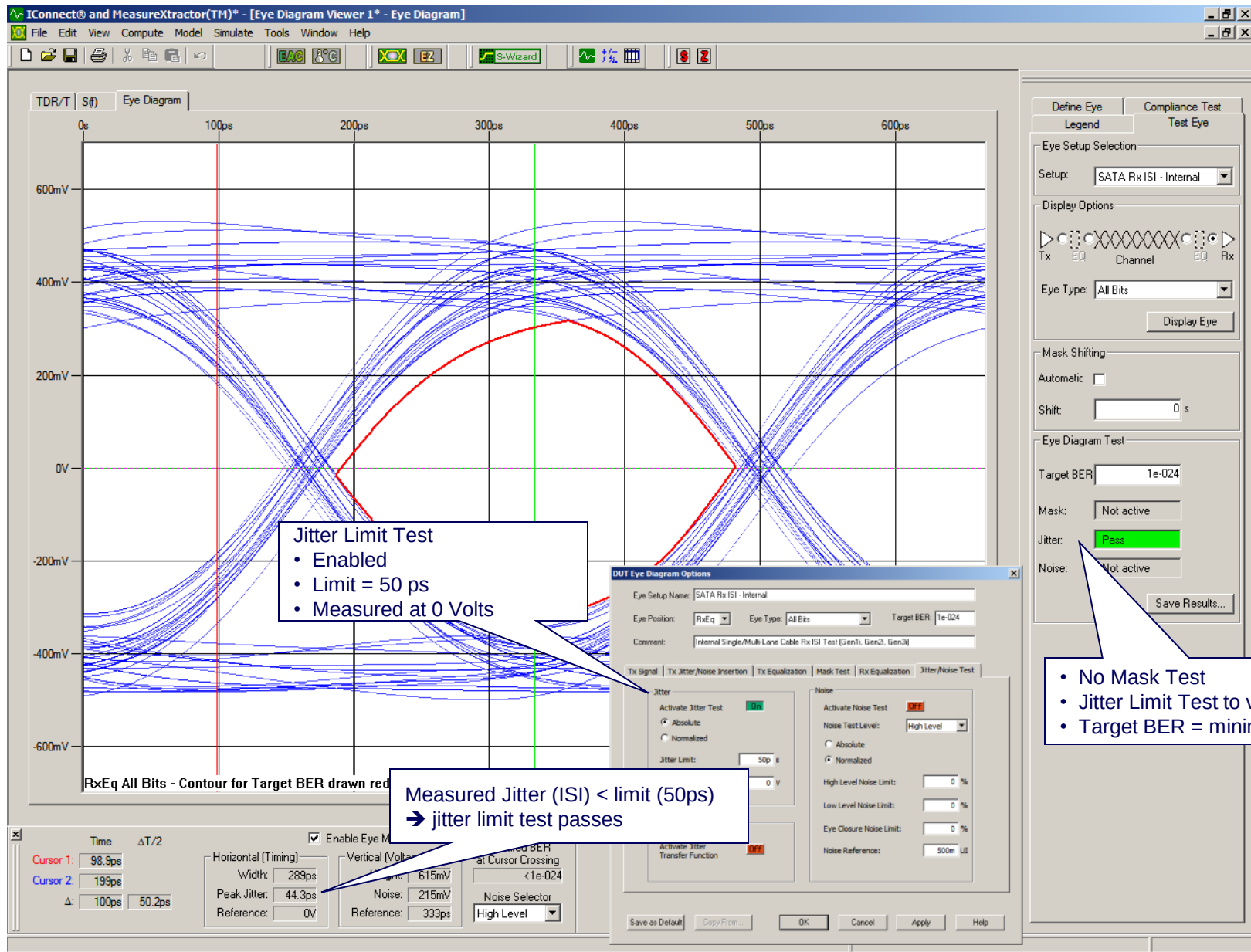
例1: PCI Express – Receive, Transition Eye



例1: PCI Express – Receive, Non-Transition Eye

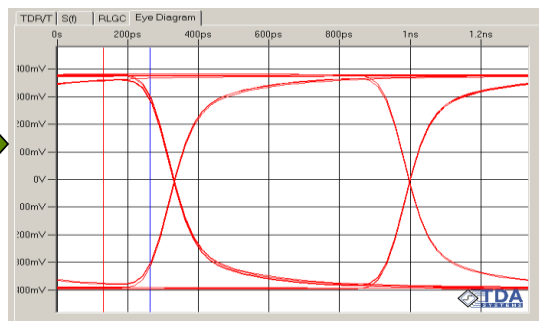


例2: SATA (Internal) ISI Test (Receive Eye)

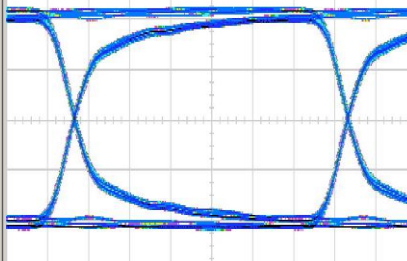


Iconnect眼图测量—预测眼图和实测眼图

1.5Gb/s
(Gen 1)

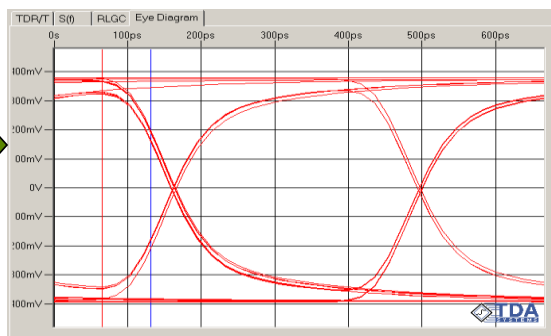


Simulated

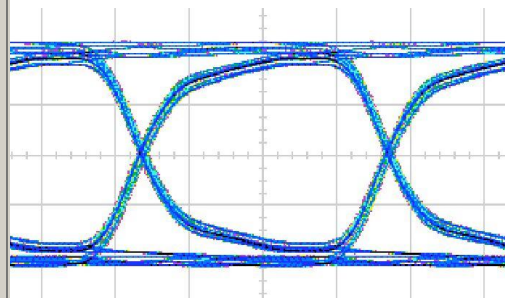


Measured

3.0Gb/s
(Gen 2)



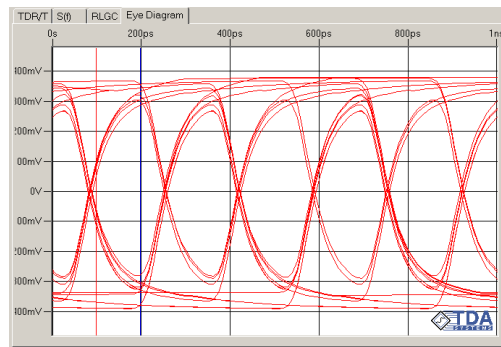
Simulated



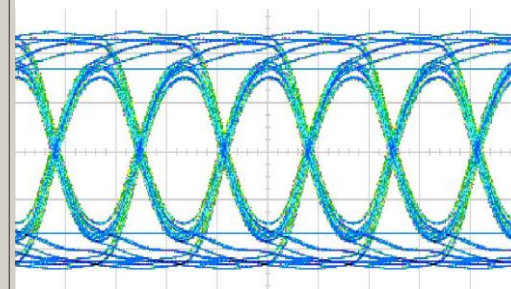
Measured

串行ATA数据, 来自 Molex公司-国际知名专业连接器及线缆制造公司

6.0Gb/s
(Gen 3)



Simulated



Measured

目录

- 高速串行数据链路挑战
- 高速串行数据链路时域分析-TDR
- 高速串行数据链路频域分析-S参数: IConnect
- 泰克TDR与S参数解决方案
- 结束

DSA8300取样示波器主机

改进了取样示波器主机

- ▶ **300KS/s**的采样和**TDR**速率
- ▶ 处理速度更快, **Win 7, 3G Intel Core CPU, 4G** 内存
- ▶ 内置码型同步功能

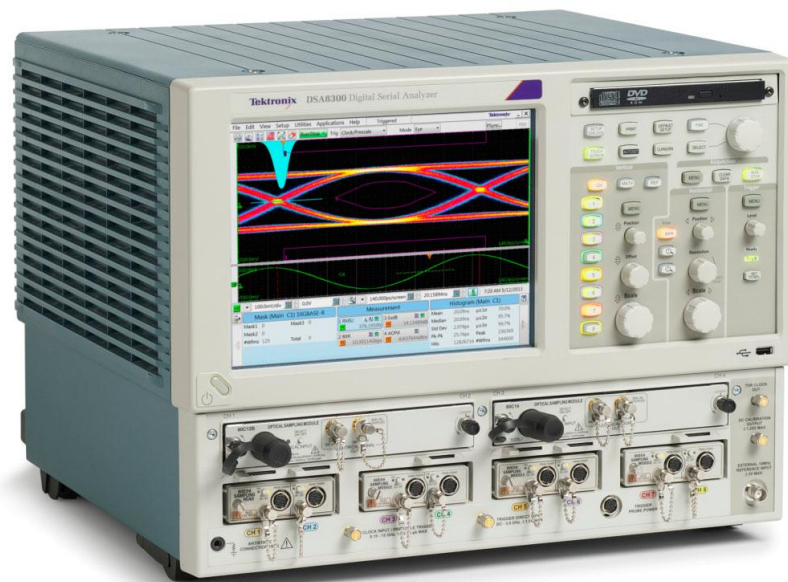
最好的信号保真度和杰出的取样精度

- ▶ **16位**模数转换
- ▶ **200fs**时基和**425mVrms @60 GHz**

用途最广泛、可扩展的模块化结构

- ▶ **6个**插槽, 用于光接口、电接口和时钟恢复

业内唯一支持抖动、噪声和**BER**分析的取样示波器解决方案

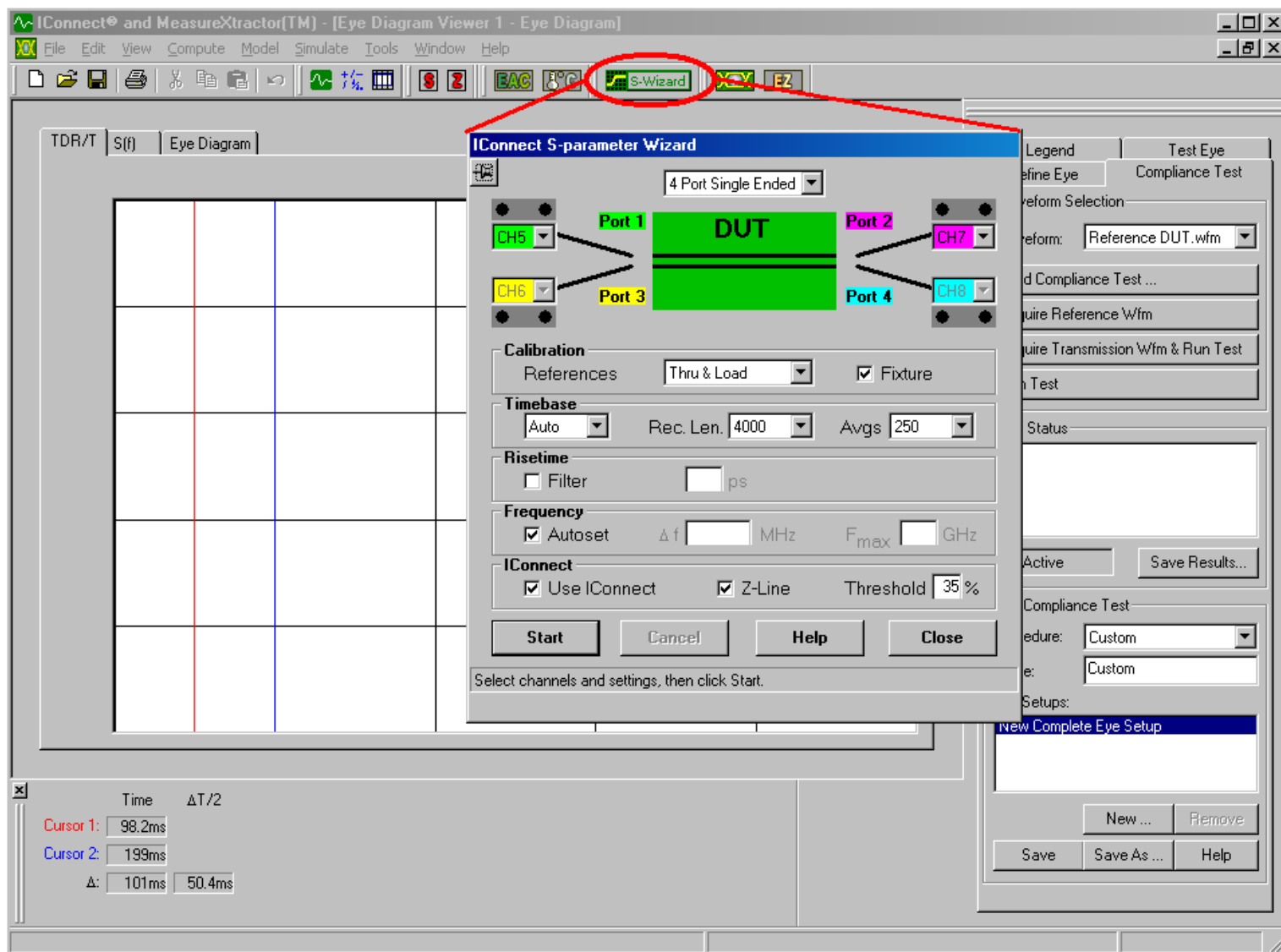


泰克公司TDR测试方案—TDR Modules

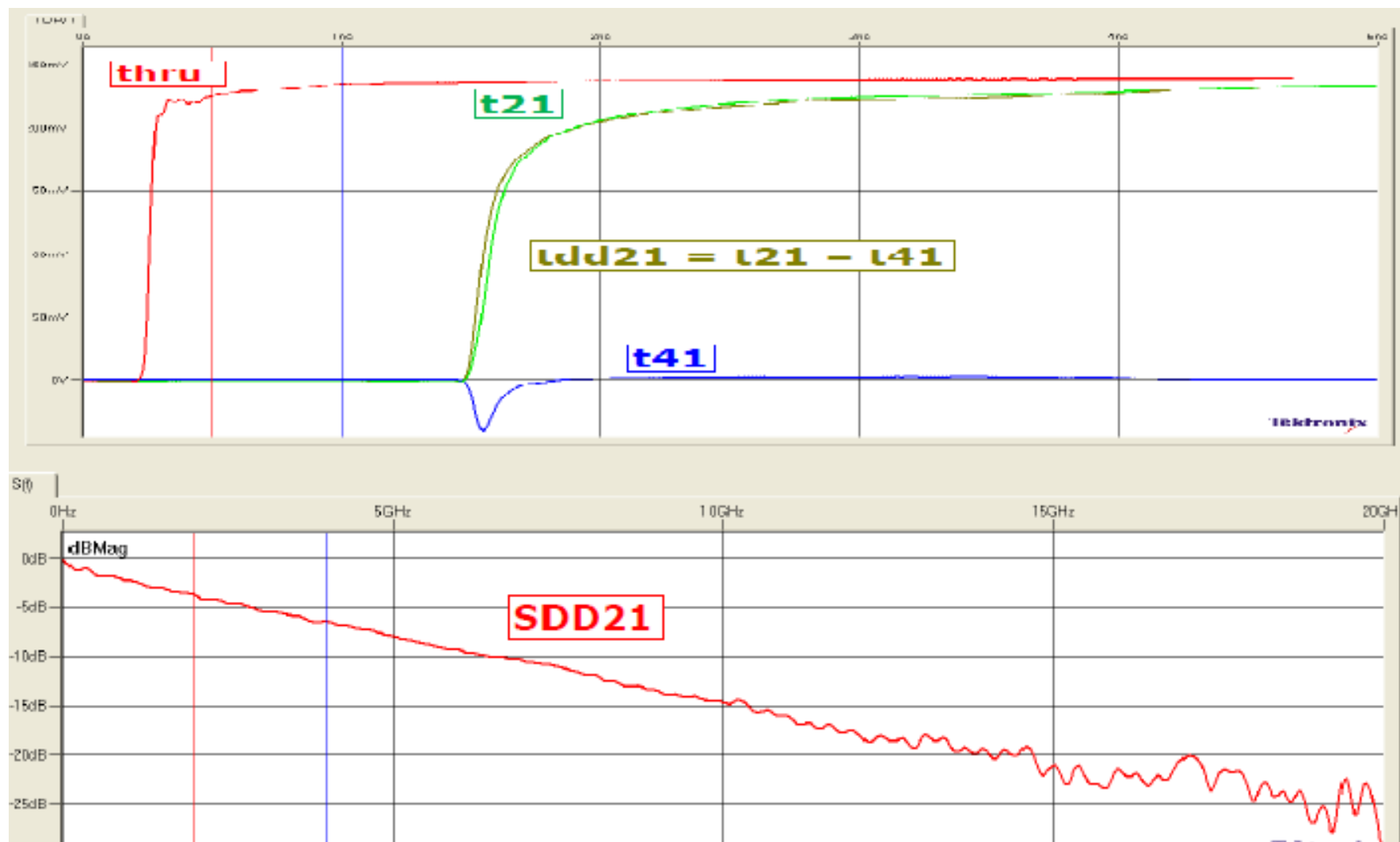
	Typical TDR Rise Time at Full Bandwidth		Bandwidth Performance* ⁴
	Incident* ³	Reflected* ³	
80E10	12 ps	15 ps	50 GHz, 40 GHz and 30 GHz (user-selectable)
80E08	18 ps	20 ps	30 GHz, 20 GHz (user-selectable)
80E04	23 ps	28 ps	20 GHz

TDR模块主要参数表

S参数测试方案: IConnect



S参数测试方案: IConnect



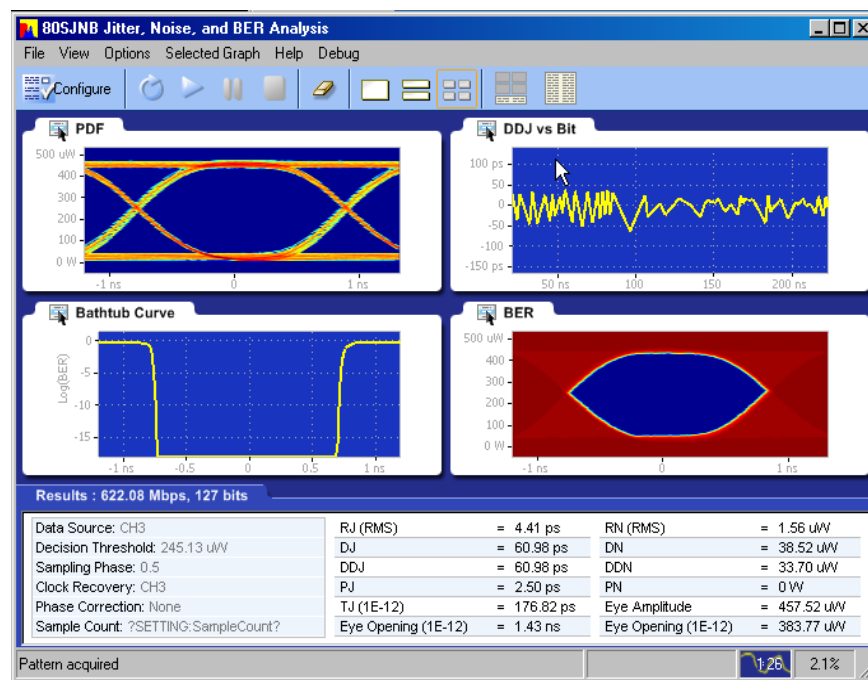
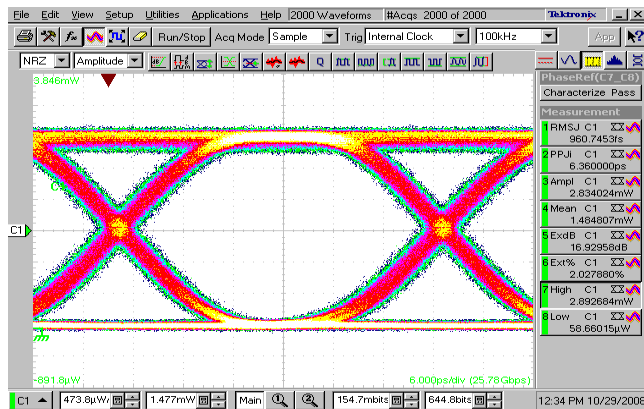
泰克公司TDR测试方案—Electrical Sampling Modules

Electrical Module	Step Response at Full Bandwidth 10% to 90%	Number of Channels	Bandwidth ^{*5} ^{*6}
80E09	5.8 ps	2	60 GHz/40 GHz/30 GHz (user-selectable)
80E07	11.7 ps	2	30 GHz/20 GHz (user-selectable)
80E06	5.0 ps	1	70+ GHz
80E03	17.5 ps	2	20 GHz
80E02	28 ps	2	12.5 GHz
80E01	7 ps	1	50 GHz

各电采样模块参数比较表

电采样模块能帮您做什么

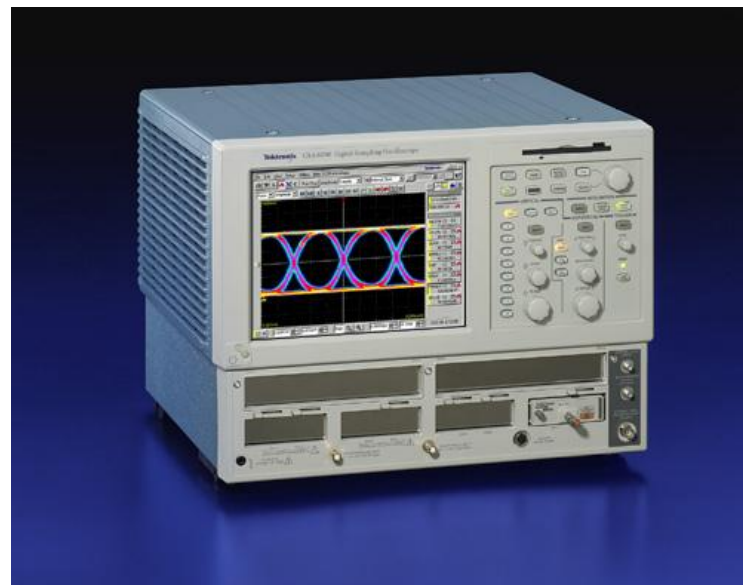
- 70G单端带宽, 60G差分带宽, 覆盖所有高速串行信号速率需求:
- 高速脉冲的上升下降沿;
- 电眼图
- 抖动、噪声、BER误码分析等 *
 - 配合80SJNB/JARB软件



DSA8300光通信信号测试

- 核心测试

- 光眼图测试
- 抖动、抖动分离
- 幅度域
 - 平均光功率 (AOP)
 - 消光比 (ER)
 - 光调制幅度 (OMA)



TDR静电保护方案-80A02 ESD/EOS Module



Single-channel Electro-static Discharge (ESD) and Electrooverstress (EOS) Damage Protection for Tektronix Electrical Sampling Modules.

Plugs into and is Powered from Sampling Mainframe.

Compatible with Tektronix Extender Cables <37 ps Reflected Rise Time When Used with 80E04 or SD24 Electrical Sampling TDR Modules

泰克公司TDR测试方案-P8018/P6150



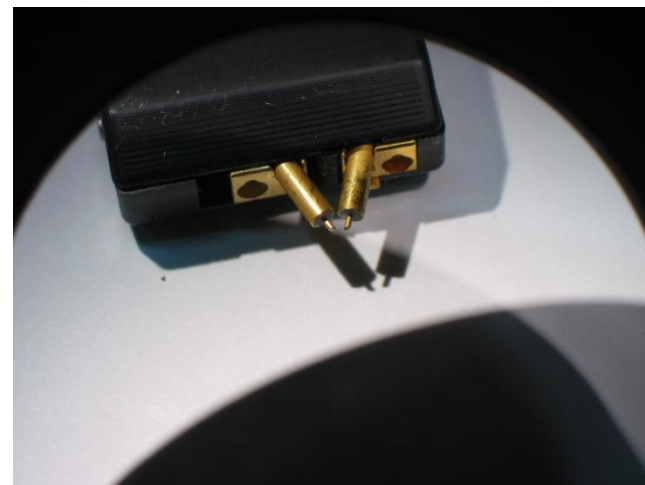
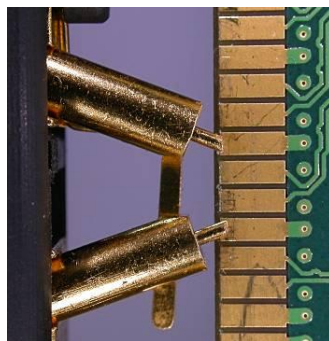
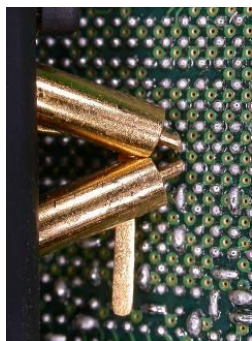
20 GHz Probe Tip Bandwidth
50 Ω Impedance TDR Passive Probe



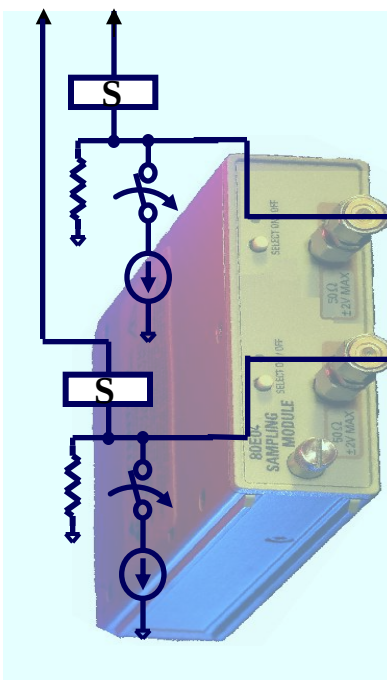
>9GHz带宽
1X, 10X 衰减探针
可调距离宽度的接地线
<38.8ps上升时间
<0.15pF 输入电容

泰克公司TDR测试方案-P80318-业界独一无二的 18GHz 差分TDR探头

- **P80318 – 18GHz 100 Ω 手持式TDR阻抗测量探头**
 - 0.5mm to 4.2mm可调间距探头尖
 - FR4材质PCB最小2.5 mm (0.1 in.) 间距分辨
 - 与80A02模块一起使用时提供EOS/ESD 保护功能
- 专门优化用于差分TDR/TDT测量(不支持共模和单端测量)
 - 单端测量请使用P8018 !
- **P80318X – 18GHz 100 Ω 手持式TDR差分阻抗测量附加探头**
 - 用于主要探头需要维护时的替代品,确保生产时间

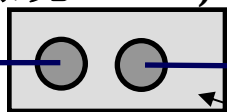


泰克公司TDR测试方案——TDR静电保护——解决方案

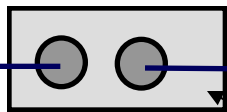


80E04 TDR模块通道 1和
通道 2

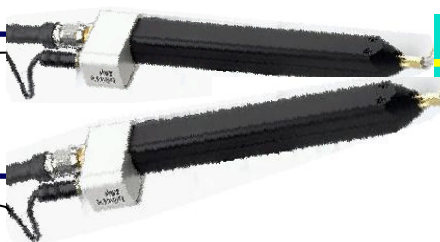
保护模块
(泰克 80A02)



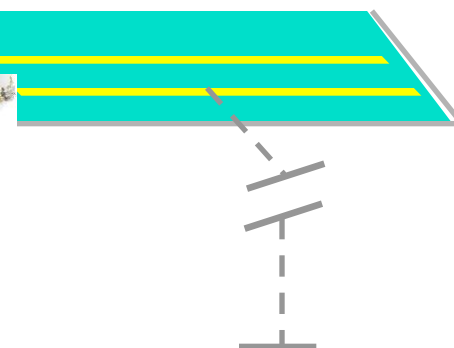
保护模块
(泰克80A02)



两支P8018或一
支P80318



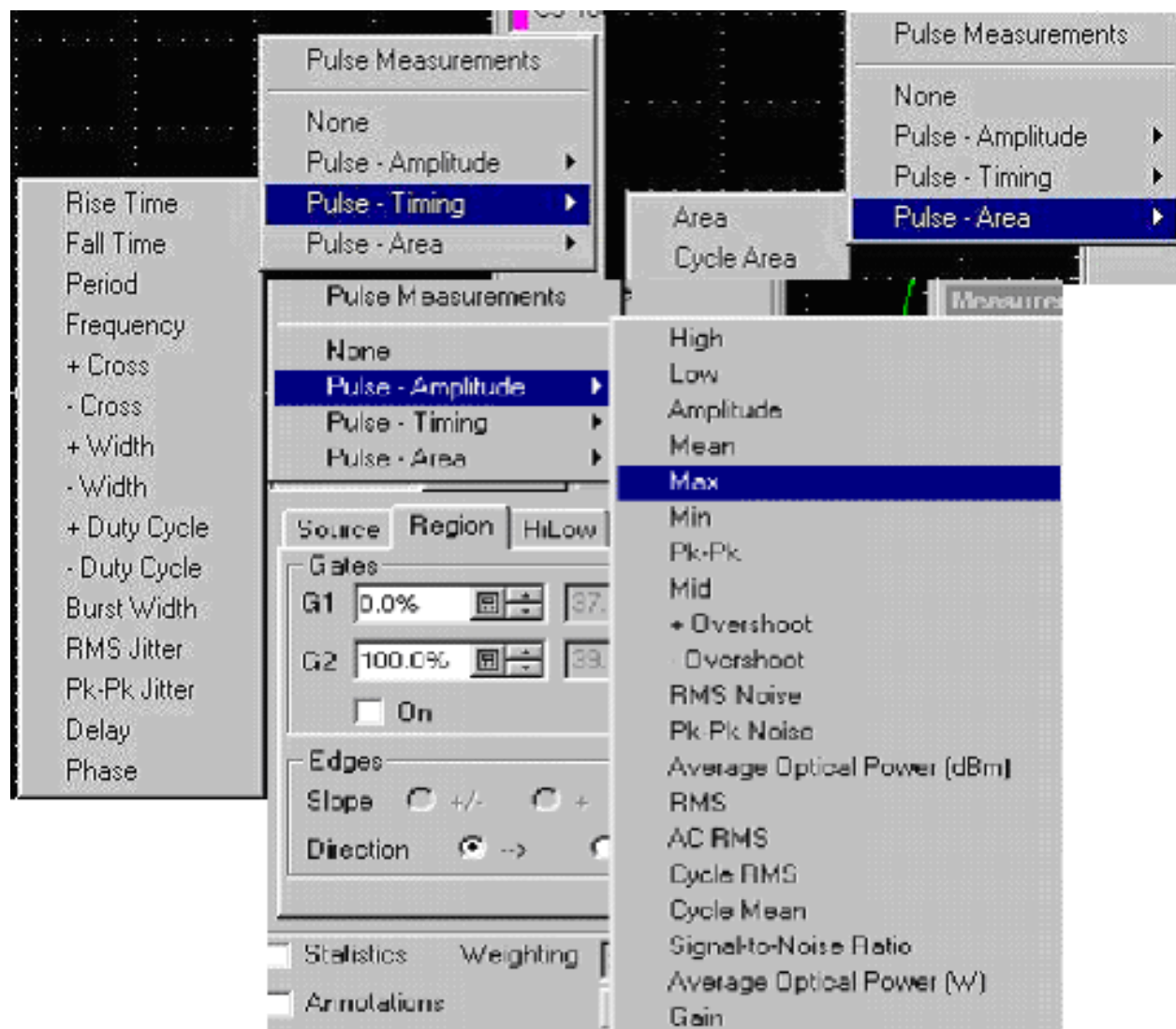
保护模块
泰克80A02



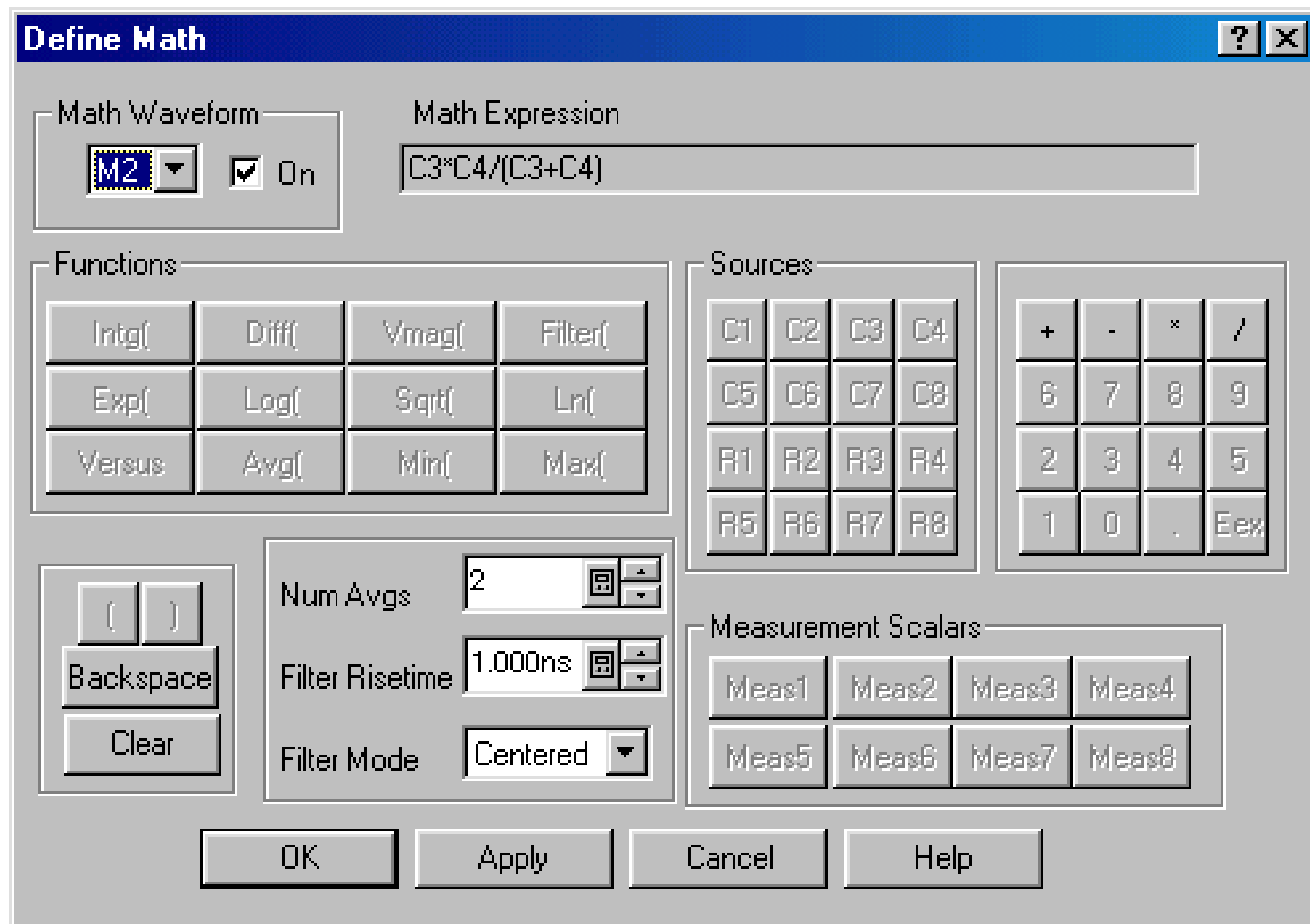
保护模块(如泰克80A02)在测量前对DUT印刷线路放电。
保护模块可以通过TTL信号控制，或通过PCB探头P8018/P80318的信号控制。

DSA8300丰富的测量参数和项目

- 同时支持8个参数的测量和更多的测量项目.支持保存8个参考波形,8个数学运算波形.



DSA8000 支持强大的数学运算定义



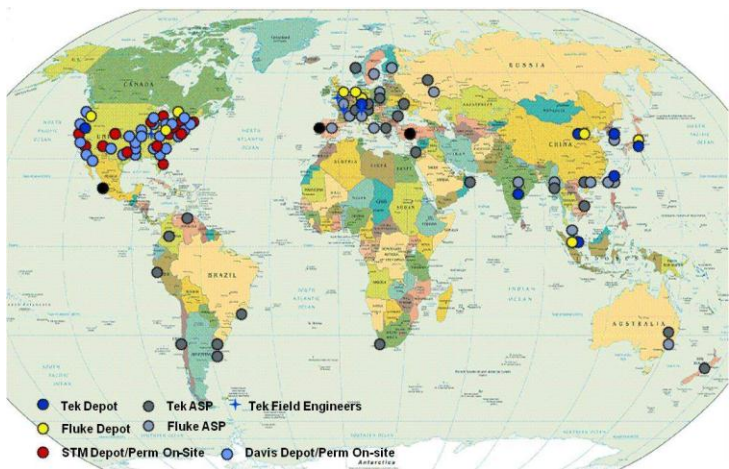
校准、维修和资产管理服务

为所有测试、测量和控制设备提供全方位服务



校准和维修任何型号的泰克设备

- 多年服务合同，黄金保障计划、白银保障计划和青铜保障计划可供选择
- 泰克工厂的专业知识、部件和校准程序



全方位多厂商校准解决方案

- 无可比拟的服务能力 – **9,000**多家厂商生产的**133,000**多种型号
- 方便的本地机构，在北美设有**35**家服务中心
- 灵活的交货模式 – 维修中心交货，临时现场校准，全面外包解决方案
- 杰出的质量 – 认证范围广 – **181**种**ISO/IEC 17025**认证参数
- 定制解决方案，包括基于**web**的资产管理工具

目录

- 小结
- 休息10分钟
- 接下来：高速串行接口的最新测试方法