

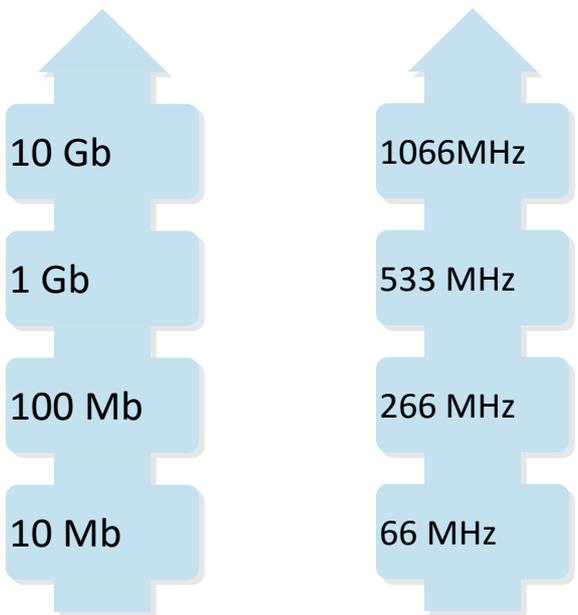
Tektronix

高速串行信号及嵌入式系统
先进测试技术



当前的技术发展趋势

持续增长的性能



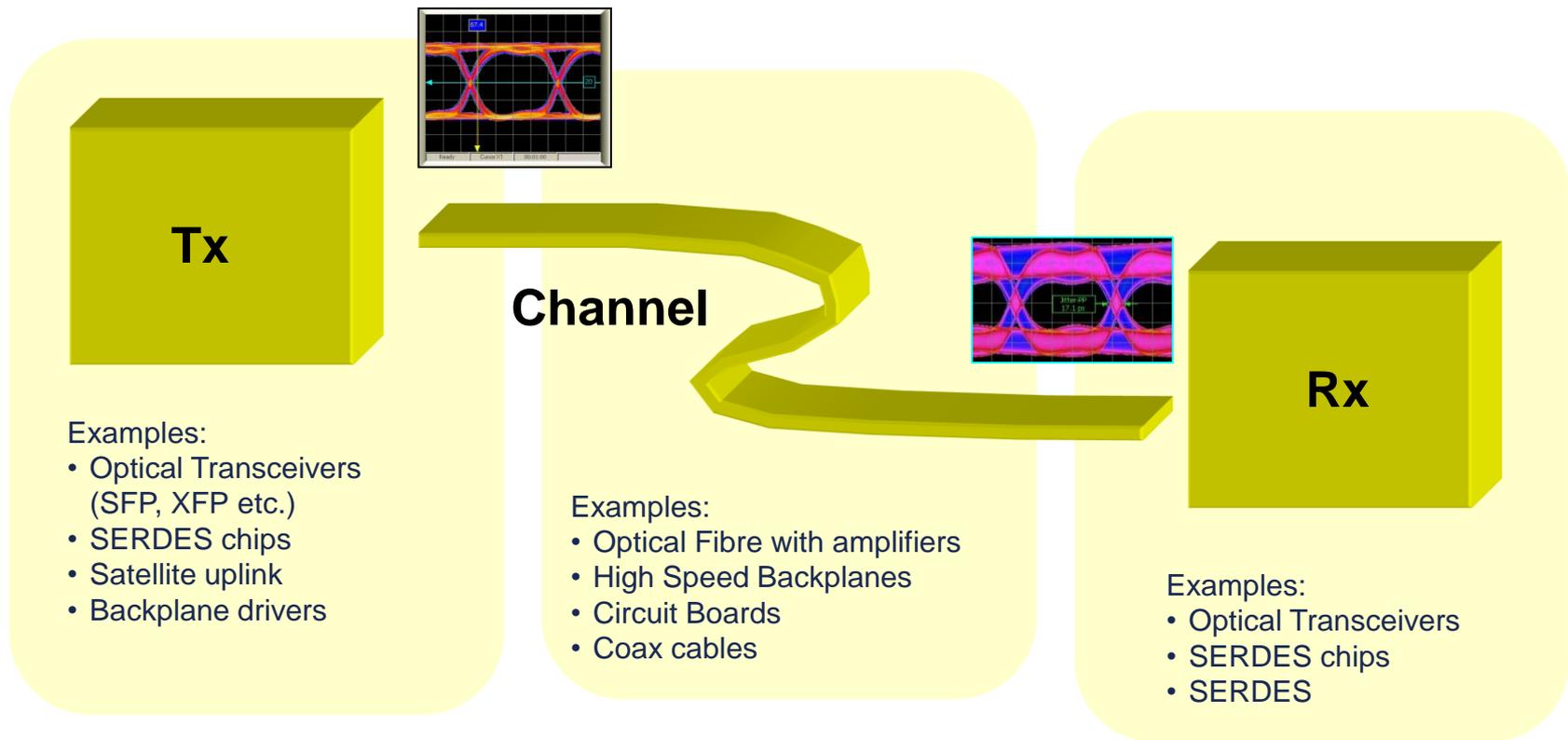
Ethernet

DRAM

不断出现的新技术、新标准



高速串行HSS系统

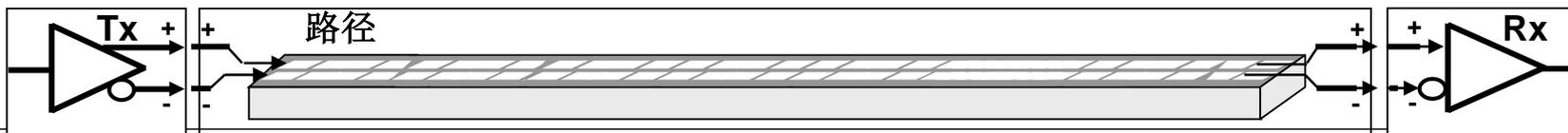


高速串行HSS测试系统

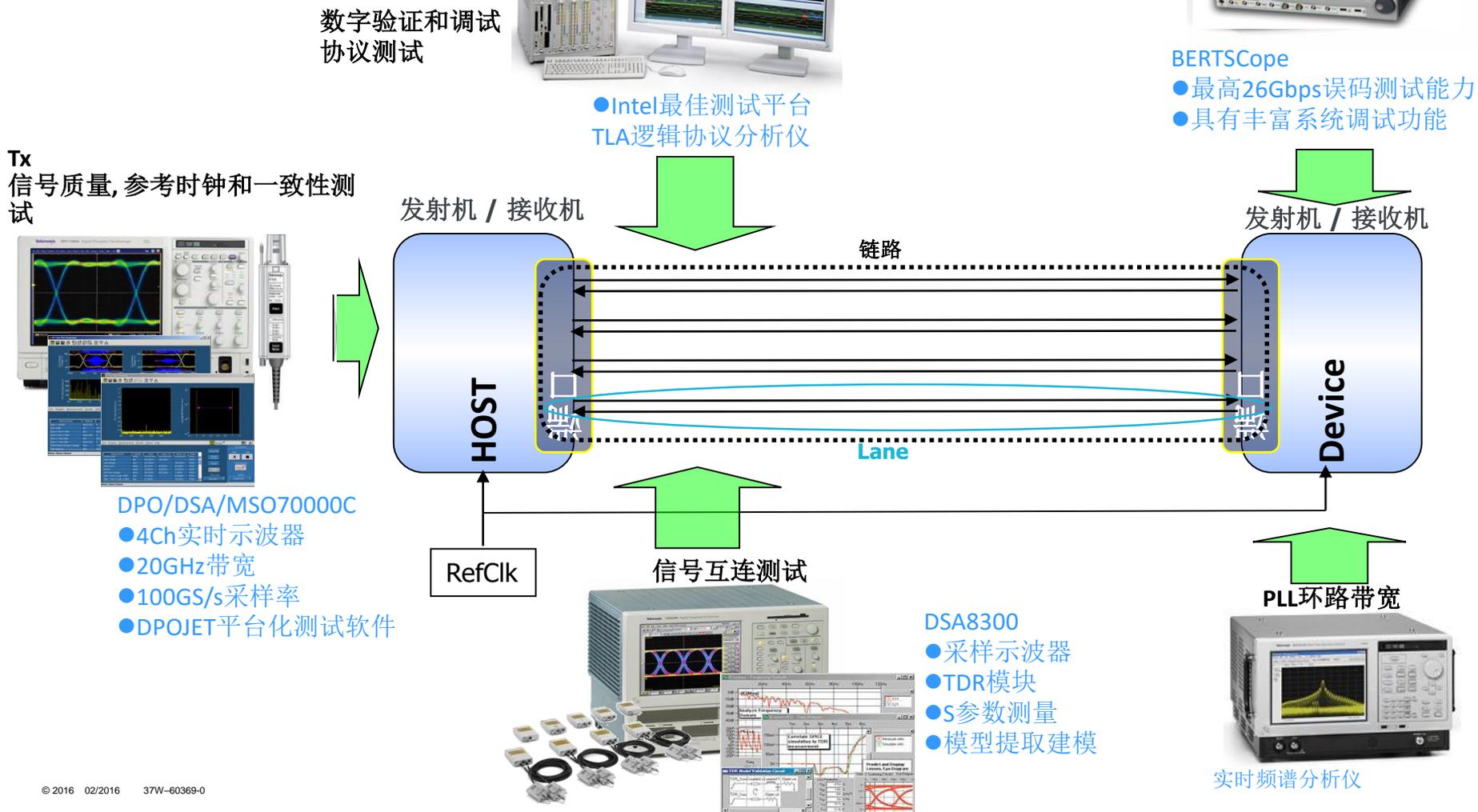
设计

检验

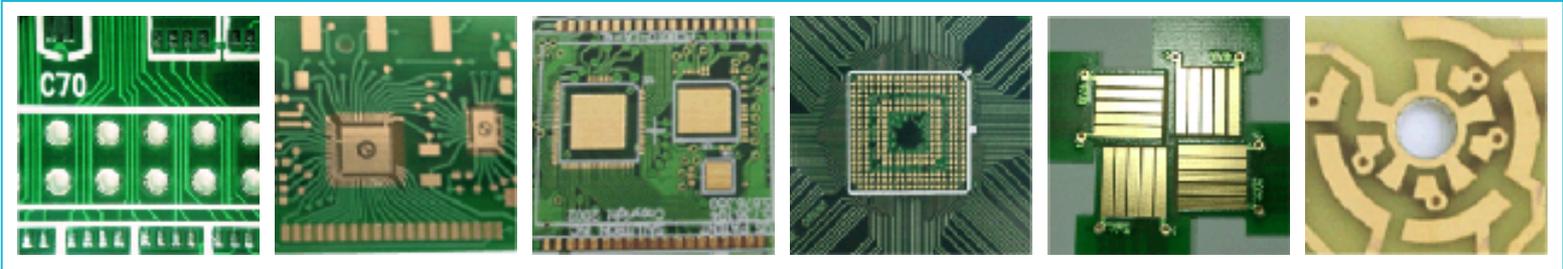
一致性测试



完善的泰克串行数据HSS测试解决方案



第一部分：高速互连的测试和验证

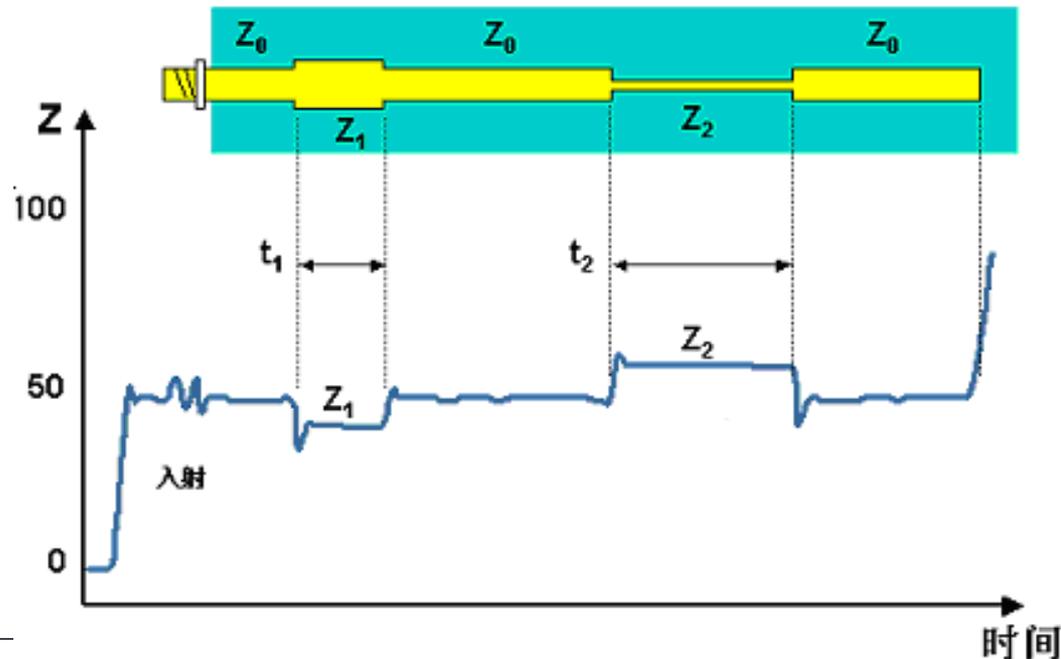


PCB验证

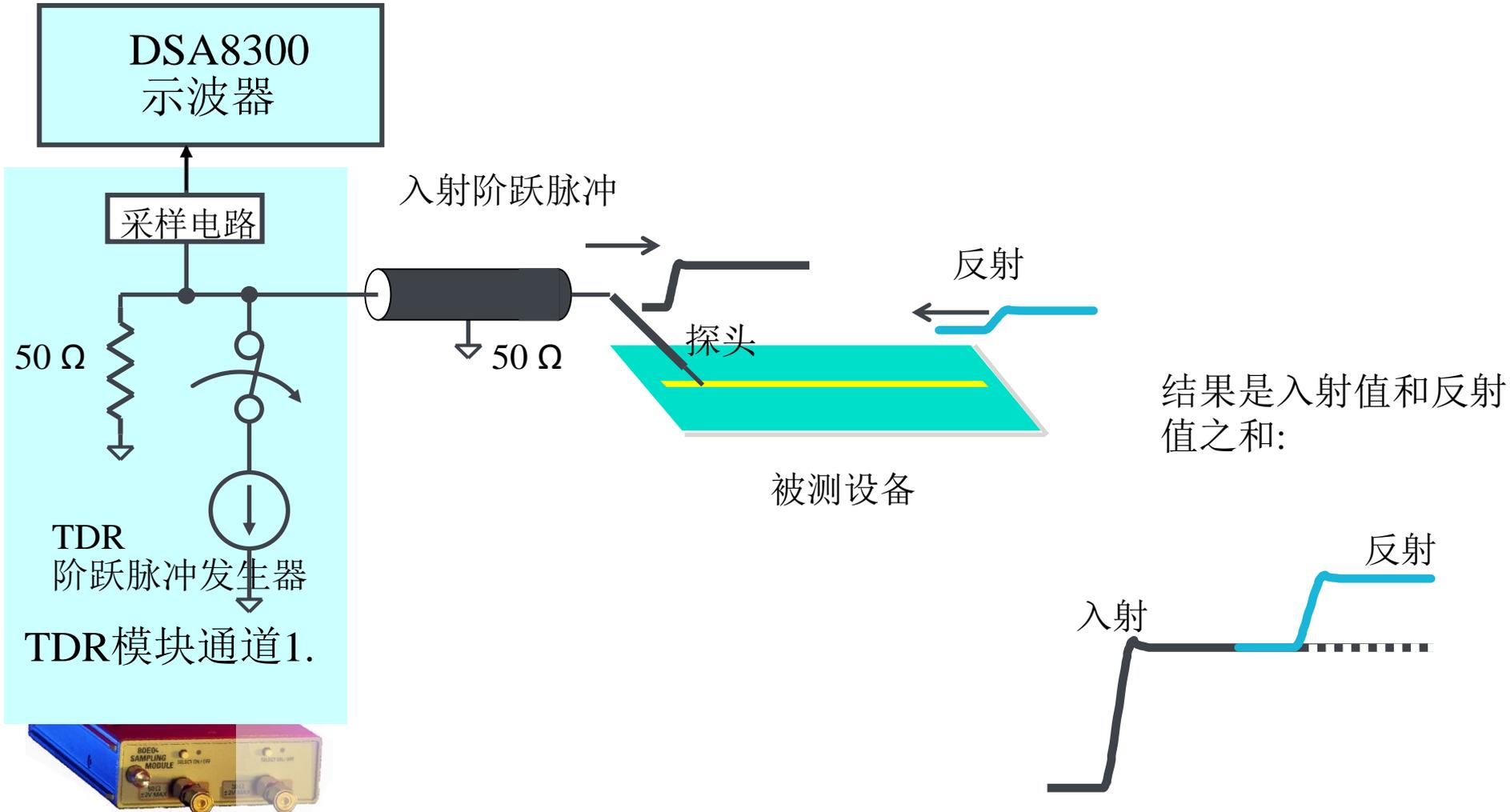
- 仿真布线是关键
- 实测也必不可少
 - 简单的短路测试
 - 阻抗验证
 - 接插件选择
 - 串扰情况
 -
- 测试PCB、Cable、Connector等传输线特性阻抗的最常用方法是TDR方法。

TDR时域反射的原理

- TDR = **T**ime **D**omain **R**eflectometry 时域反射计
- 原理：当传输路径中发生阻抗变化，部分能量会被反射，剩余的能量会继续传输。只要知道发射波的幅度及测量反射波的幅度，就可以计算阻抗的变化。同时只要测量由发射到反射波再到达发射点的时间差就可以计算阻抗变化的位置。

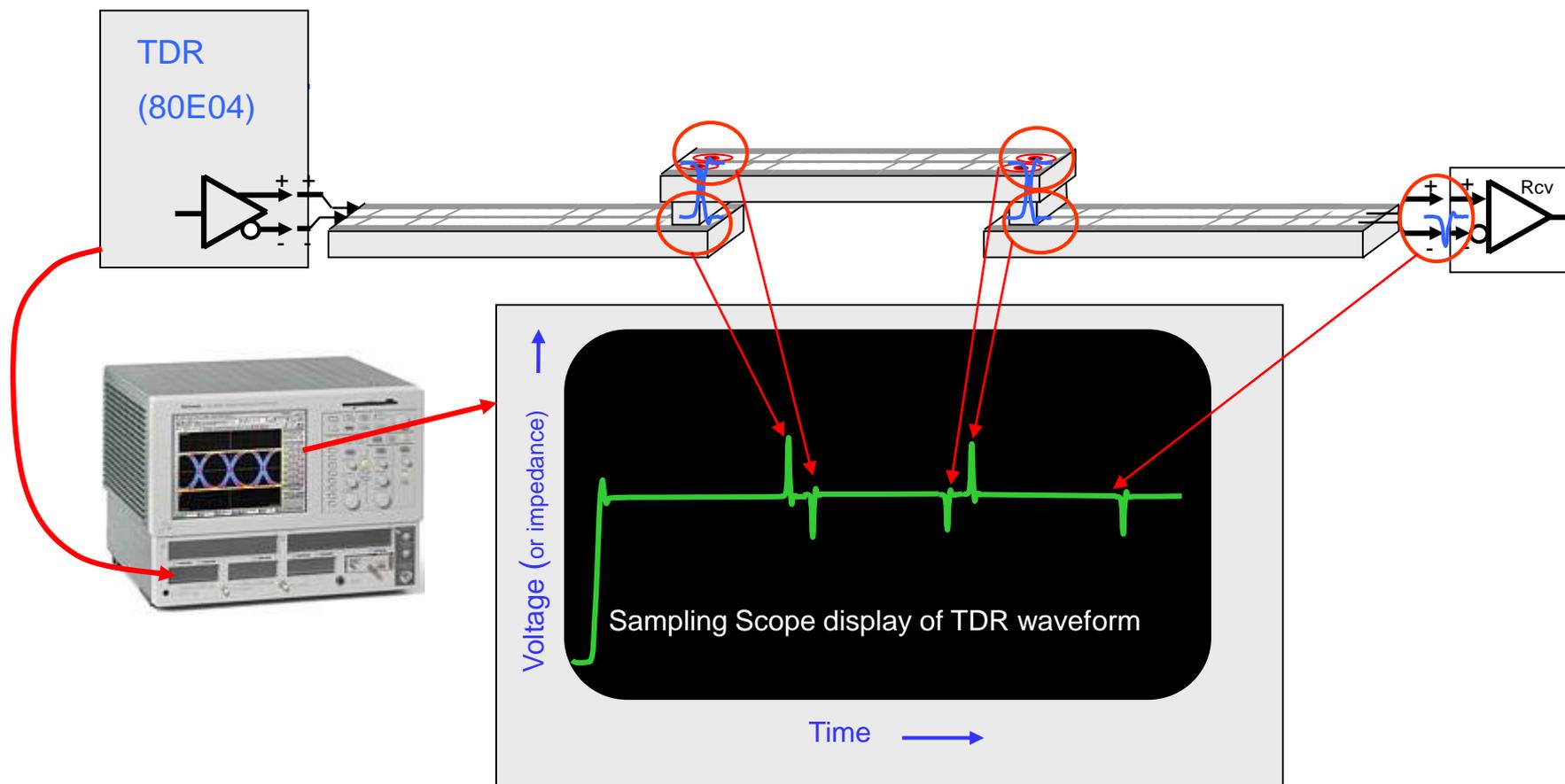


TDR概述及原理——典型系统



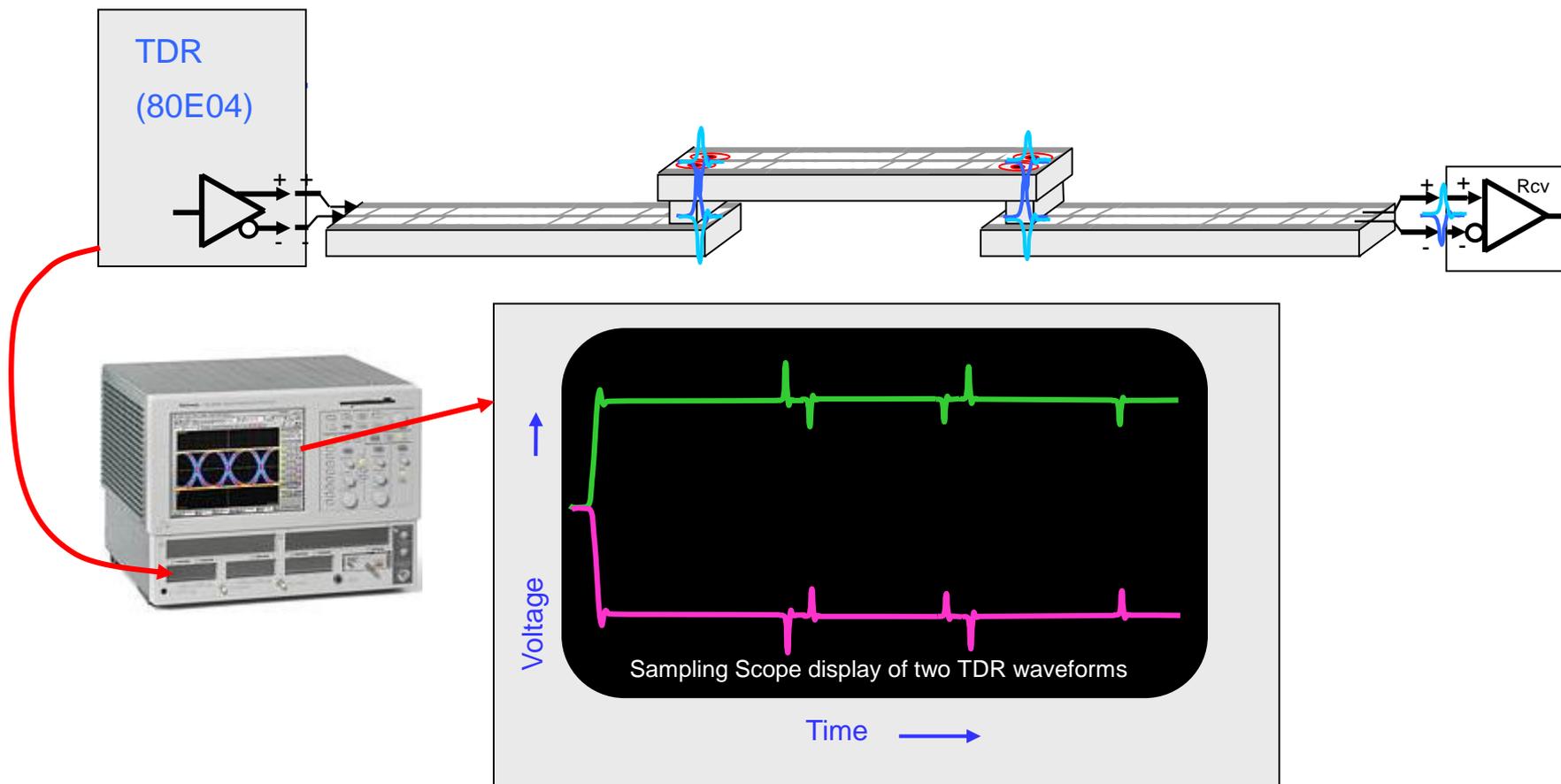
© 2016 02/2016 37W-60369-0

TDR (时域反射) 是高速互连的测试和验证的基本工具



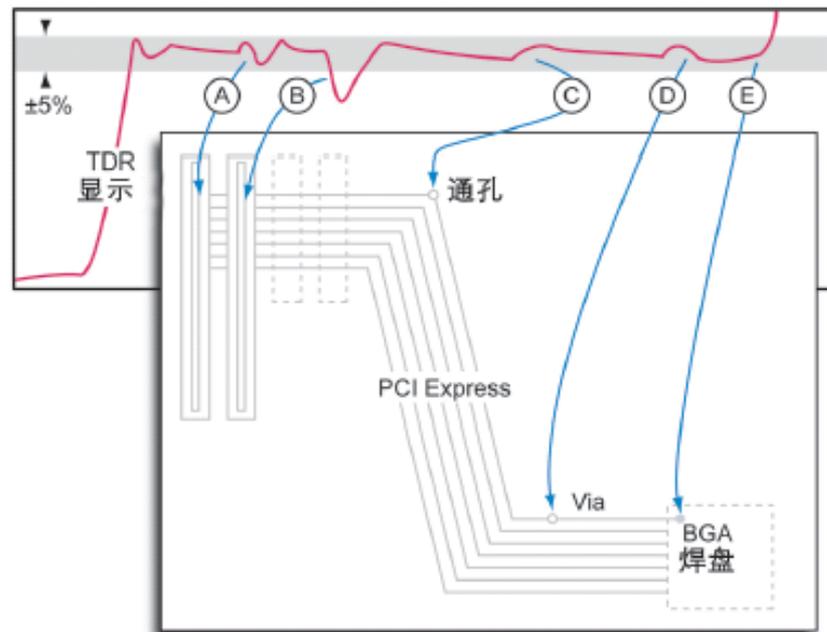
▶ 利用80E04高速TDR模块产生高速脉冲, 同时采集反射波, 得到阻抗的变化

高速信号 = 差分信号： 差分互连的测试和验证需要差分TDR方法（2个通道）



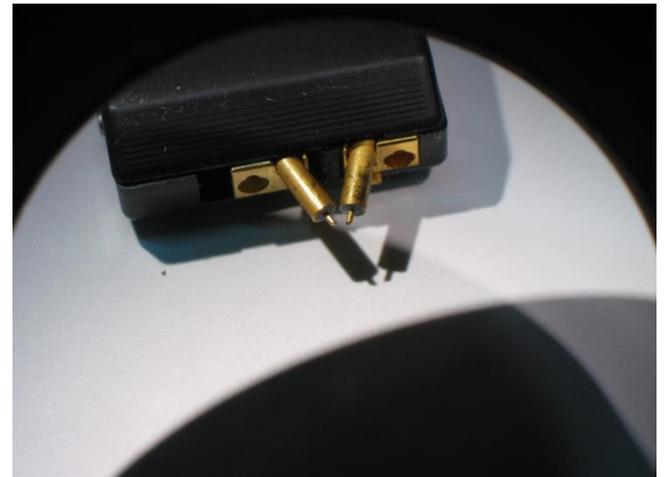
▶ 2个独立的TDR通道同时产生幅度相同，极性相反的高速脉冲信号，同时采集反射波，得到差分阻抗的变化

TDR用以评估物理链路——比如接插件

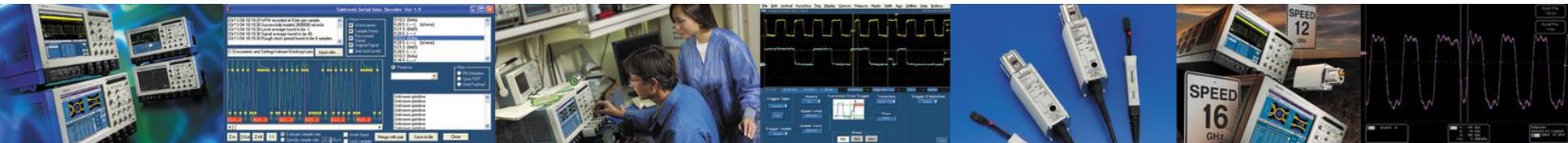


高带宽差分TDR探头是测试关键

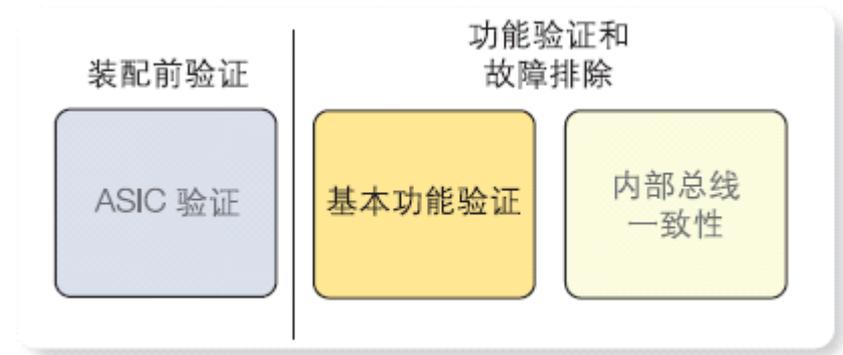
- ▶ P80318 – 18GHz 100 Ω 手持式TDR阻抗测量探头
 - 0.5mm to 4.2mm可调间距探头尖
 - FR4材质PCB最小2.5 mm (0.1 in.) 间距分辨
 - 与80A09模块一起使用时提供EOS/ESD 保护功能
- ▶ 专门优化用于差分TDR/TDT测量
- ▶ P80318X – 18GHz 100 Ω 手持式TDR差分阻抗测量附加探头
 - 用于主要探头需要维护时的替代品,确保生产时间



第二部分：基本功能验证



基本功能验证



- 完成**PCB** 阻抗测量和元器件验证后，开始装配原型并开始“实际”测量了。功能问题主要在设计过程的下几步显现，并且这些问题必须得到解决。其中的大多数问题都源自于信号完整性问题。将主板上的部件装配到位并协同工作之后，才可能检测到这些问题。
- **DPO**（数字荧光示波器）是基本功能验证的首选工具。
 - **DPO** 可用于数字系统故障排除、查找间歇性信号，还可用于许多类型的眼图和模板测试。
 - 选择合适的探头系统

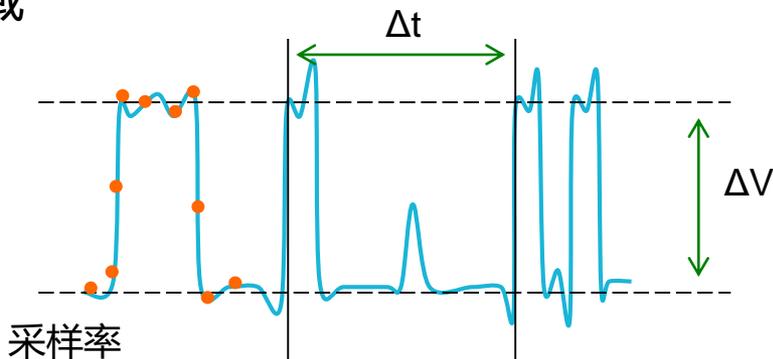
模拟测量和数字测量的差别

波形

采样点

分析

模拟域



8-bit voltage values

..0, 0.1, 0.5, 1.1,1.0 ...

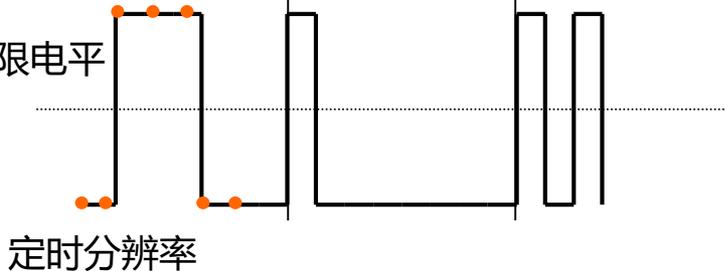
物理层

参数测量

↔ 幅度 & 时间

数字域

逻辑门限电平



1-bit values

...0011100...

协议层

总线状态

↔ 系统状态

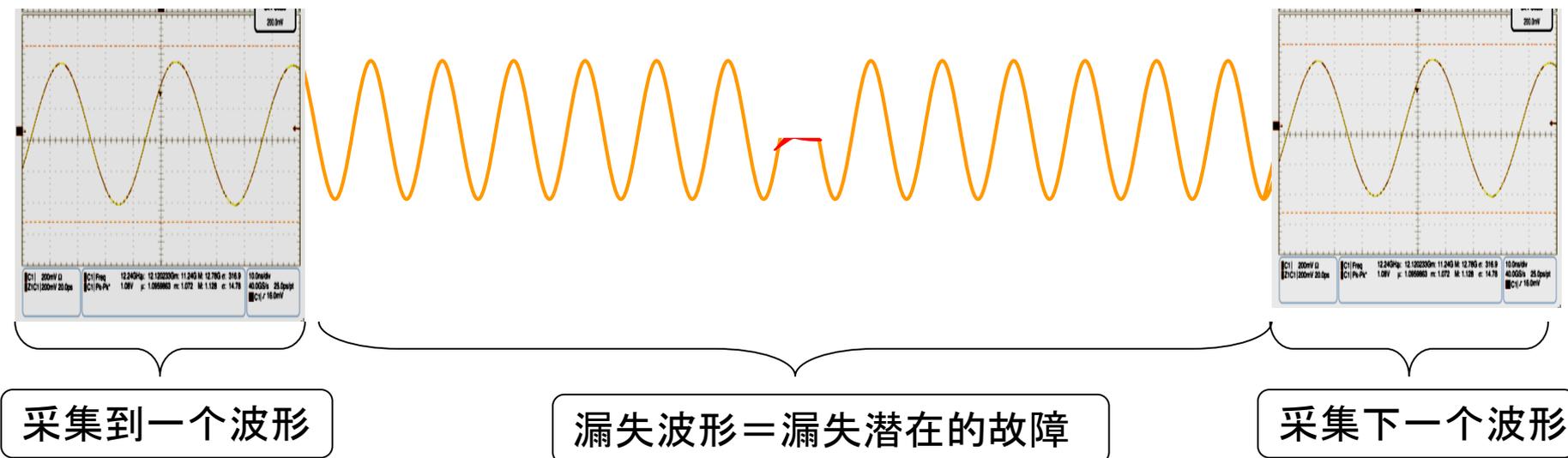
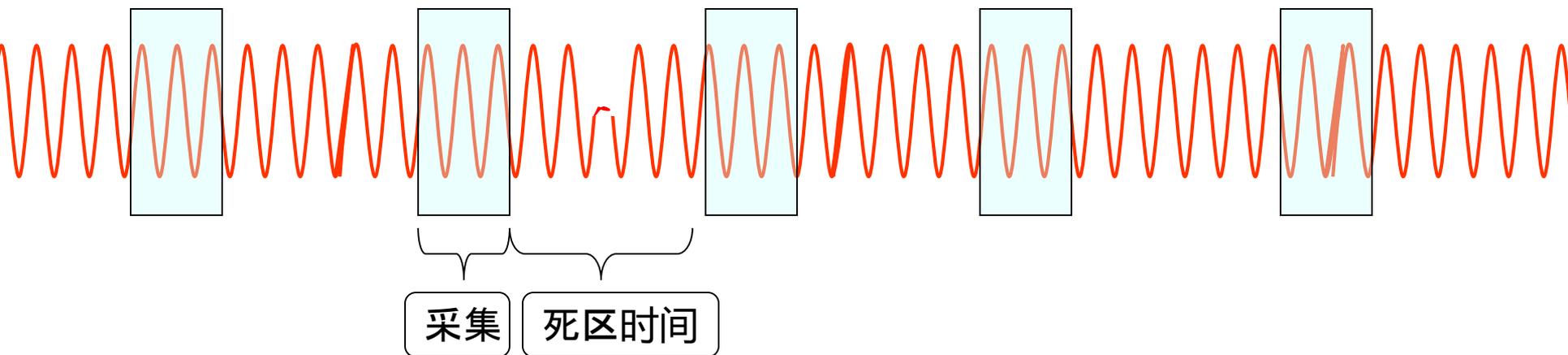
定时分析



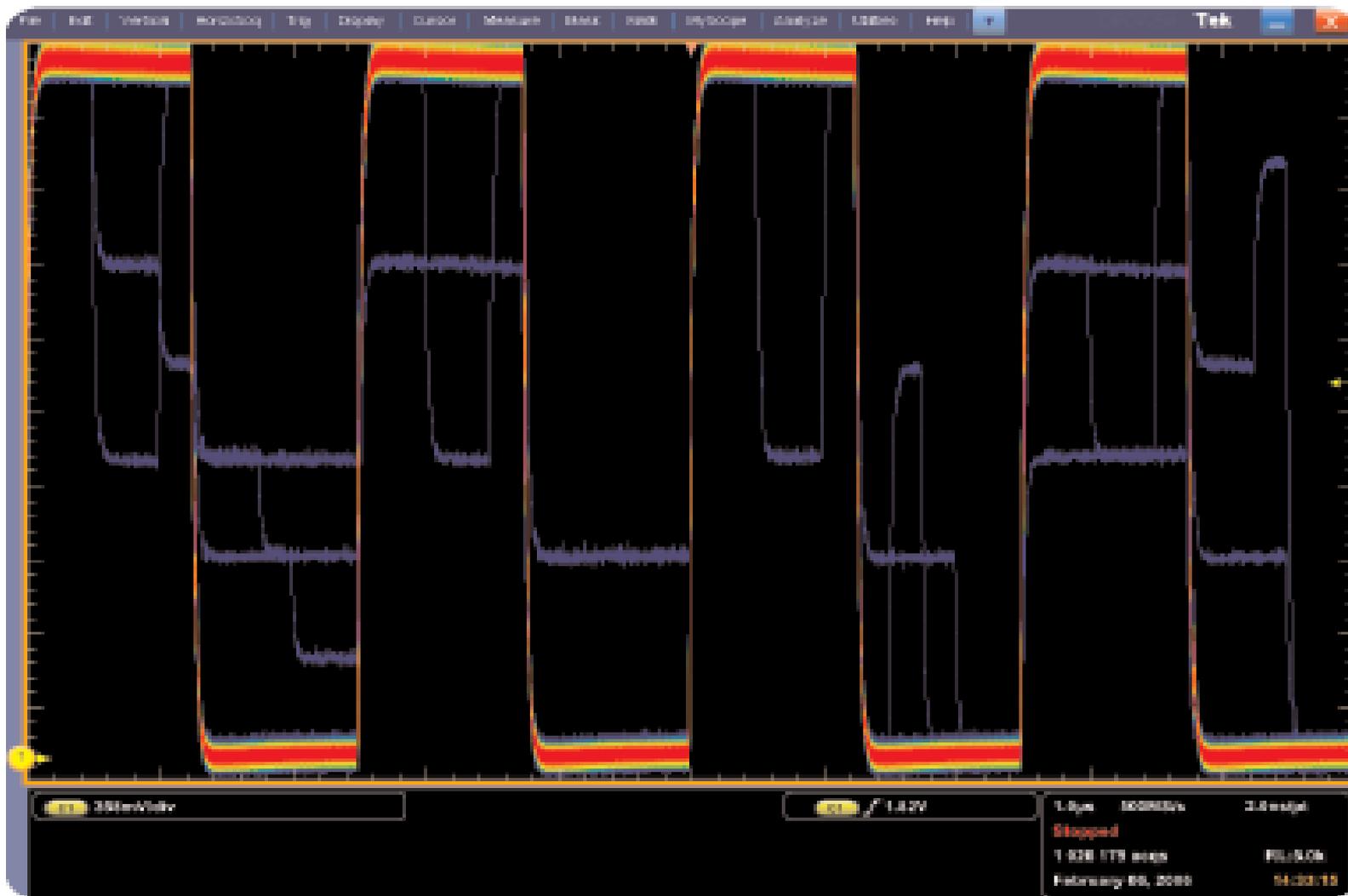
您的示波器在从事什么工作？

- 观察信号的有无，大致是否和期望相符
- 定量分析信号的特性，测量幅度、频率、上升时间、下降时间、脉冲宽度、脉冲个数、过冲等……
- 观测电路是否有偶发故障，并分析其重复性，研究其成因
- 信号完整性测试，是否有噪声、过冲、振铃、非单调、抖动等特性
- 射频信号频谱、调制分析
- 捕获信号，研究其和一些标准（自定义的或者标准化组织制订的）的对应情况，得到规范的测试报告
- 使用示波器采集和存储信号，并用其它自定义方法分析
- 电流 - 电压和瞬态功率测量
- 测试系统的组成部分
- ……

示波器波形捕获率：每一秒采集多少个波形



波形捕获率比较 (泰克示波器)



© 2016 0

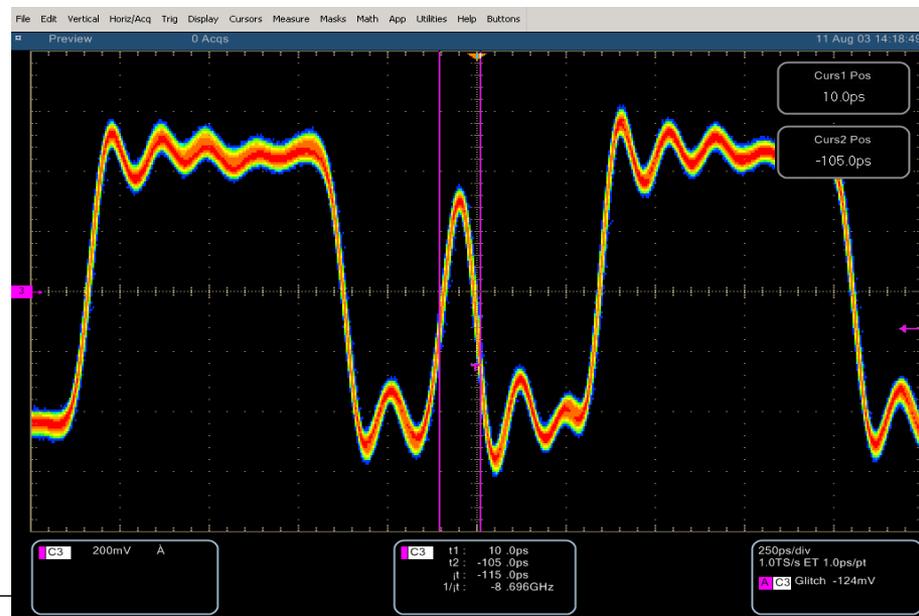


2016/11/8

20

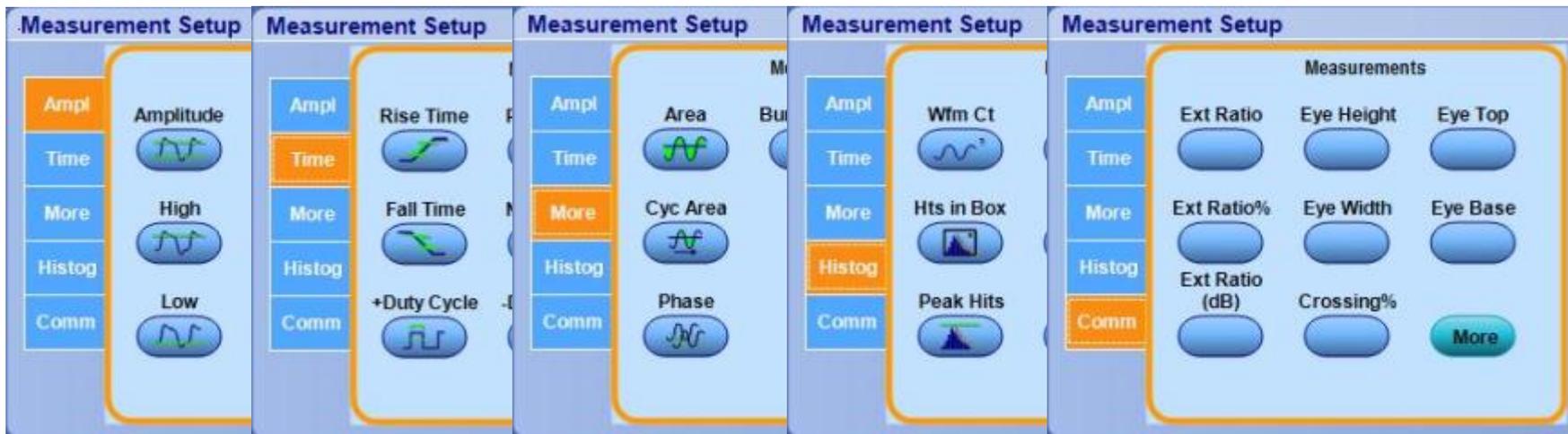
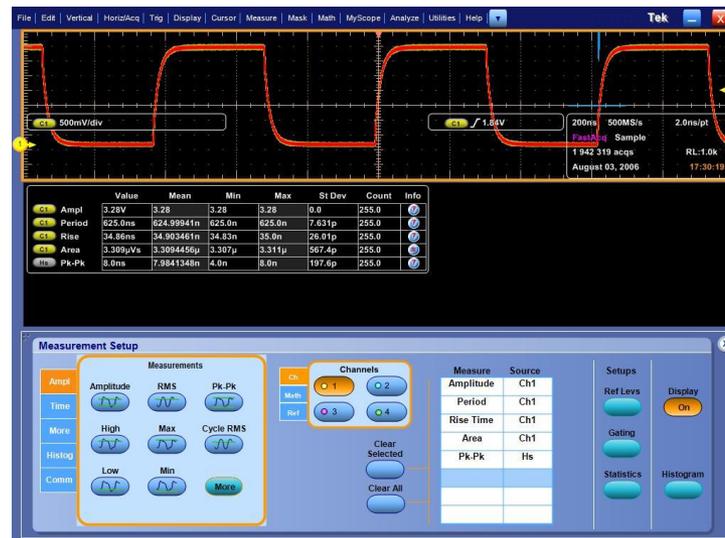
DPO的效率——触发系统

- 触发系统——最快定位电路特定行为的工具
 - 好的工程师使用长内存——DPO当然提供；聪明的工程师使用触发——泰克使您更聪明
- ▶ 完美的Pinpoint™触发系统，可以几乎没有限制地定义条件，捕获最快的瞬变信号



DPO的分析能力——自动测量

- 按照不同的角度，自动测量分为幅度、时间、综合、直方图和通信相关，总共多达53种选项
- 每种可以独立定义测试范围、参考电平和统计等参数
- 友好的用户界面，直观的设置
- 自动测试结果可作为数学运算功能的参数



DPO的分析能力——自定义数学表达式

- 标准配置的数学波形功能，能够绘制随时间变化的各种参数
- 可以对数学波形再做数学波形或者自动测量
- 多种运算符号，支持大量常用计算
- 数学运算自定义单位，方便观测和报告编辑

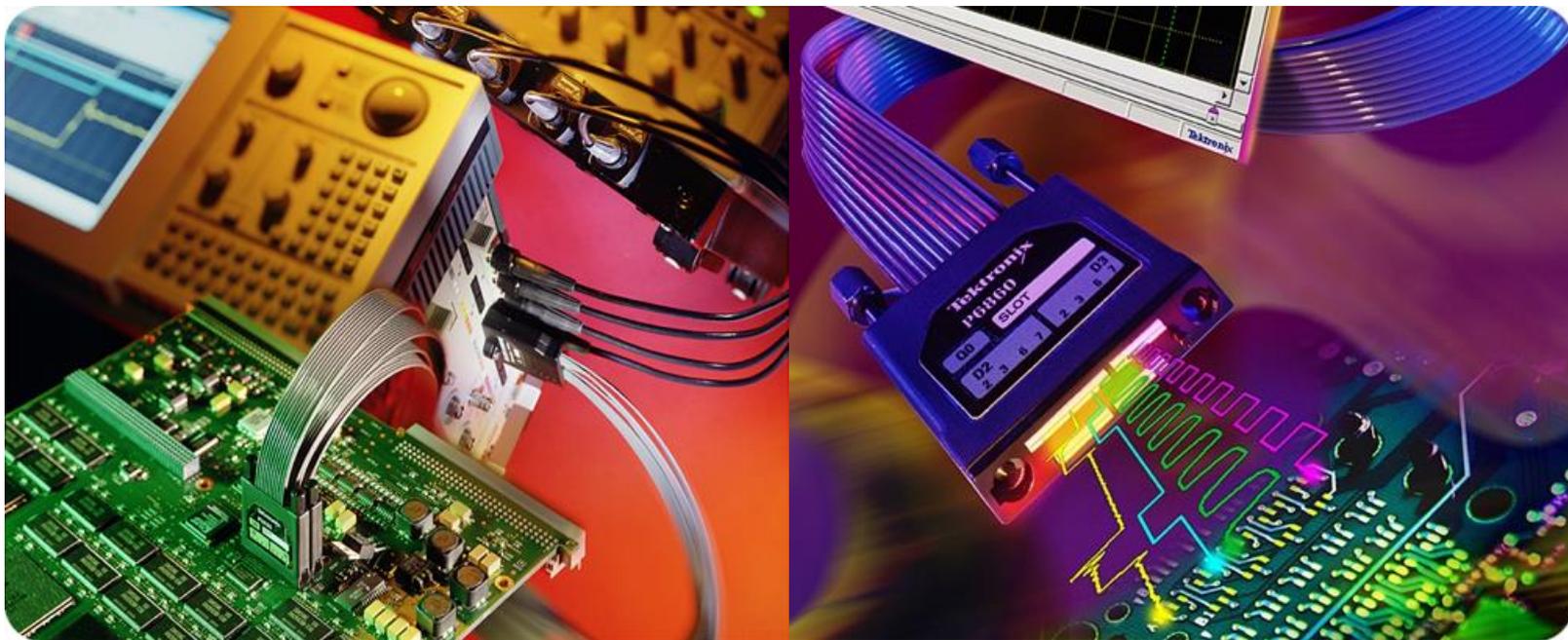


DPO的分析能力——频谱分析

- 泰克数字荧光示波器，提供业界最全面的频谱分析功能
- 根据需要，用户可选择基本频谱分析和高级频谱分析
 - 可分析幅频特性、相频特性，高级分析功能还可分离频谱的实部和虚部
 - 高级频谱分析可以设置span、centre freq和RBW，还可选择FFT窗口函数

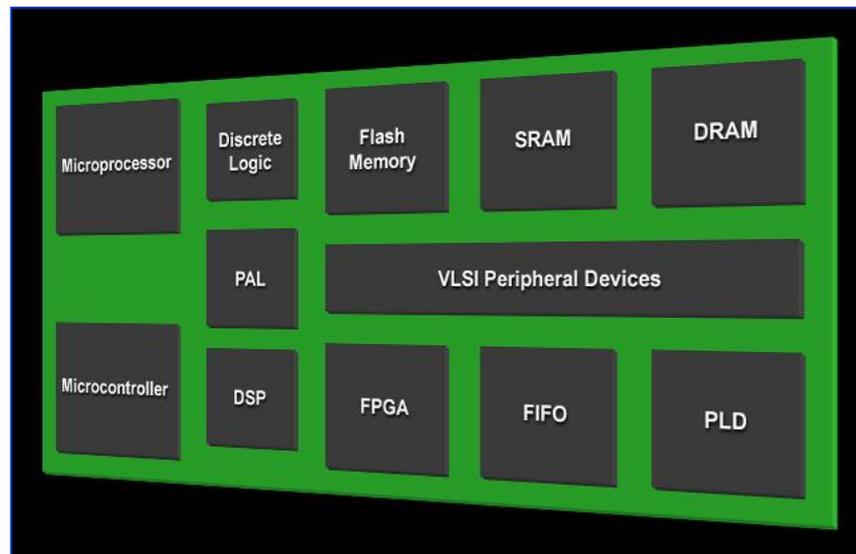


迎击数字系统测试的挑战



逻辑层分析需求

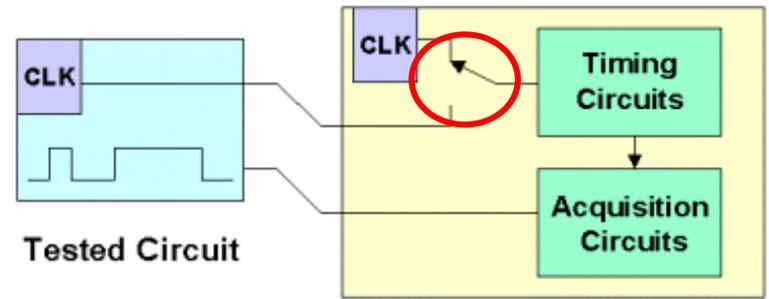
- 同时采集、分析超过4通道数据
- 以系统角度同步的采集、分析数据
- 复杂的逻辑状态触发
- 系统协议验证



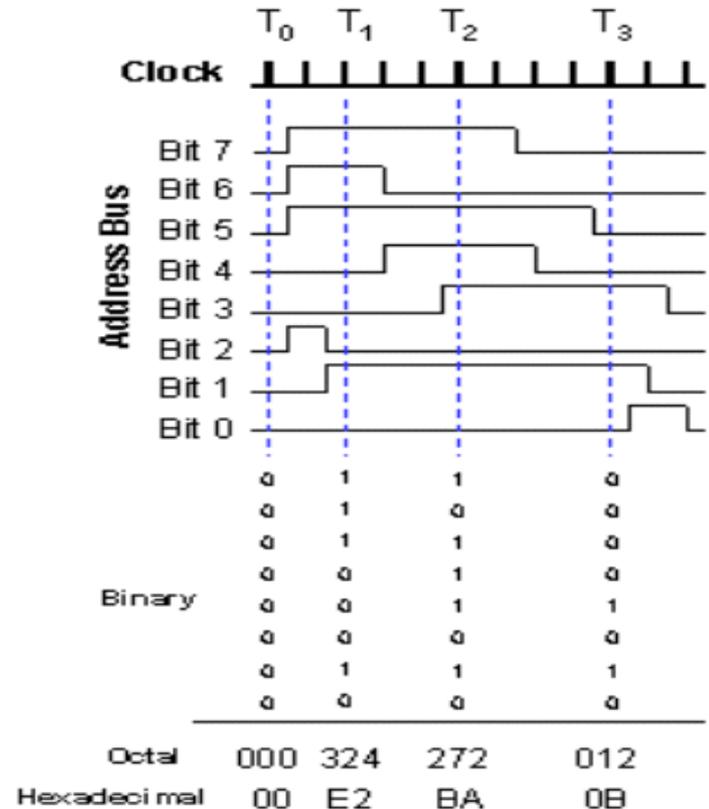
你的系统中有什么样的数字信号？

逻辑分析仪原理回顾

- 逻辑分析仪能够...
 - 同时观测许多路信号（例如32位数据，8位A/D）
 - 以数字电路的运行的方式观测信号，“看到”数字电路的真实运行情况
 - 能够逻辑组合触发，序列触发来精确定位系统的运行情况
 - 实时跟踪微处理器的代码流
 - 捕获间歇性系统故障
 - 系统崩溃的原因跟踪

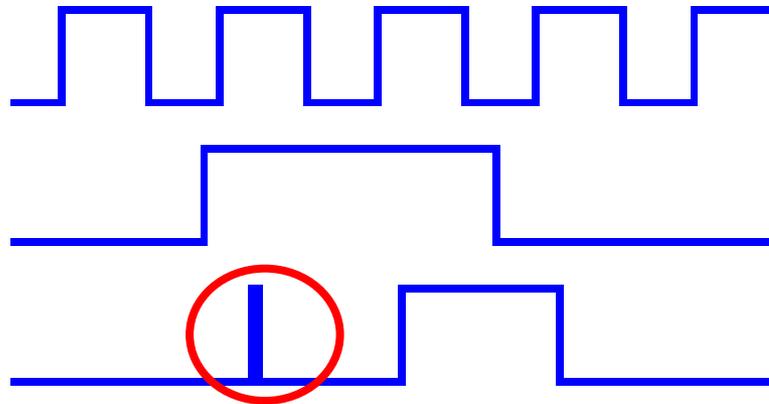


异步(定时)采集 Logic Analyzer



调试信号完整性问题

- 信号完整性问题可能导致：
 - 总线竞争
 - 端接错误
 - 驱动错误
 - 时序违规
 - 串扰
- 很难隔离一些偶发的信号完整性异常
- 信号完整性问题再逻辑上通常表现为毛刺



Glitch

定位问题 信号完整性调试方法

- 调试方法: 宏观 → 微观

◦ 首

Monitor Suspected

Identify Potential Problem

View Detailed Timing
of Problem Signals

View Analog
Characteristic of
Problem Signals

毛刺触发和毛刺捕获 监视可疑的总线

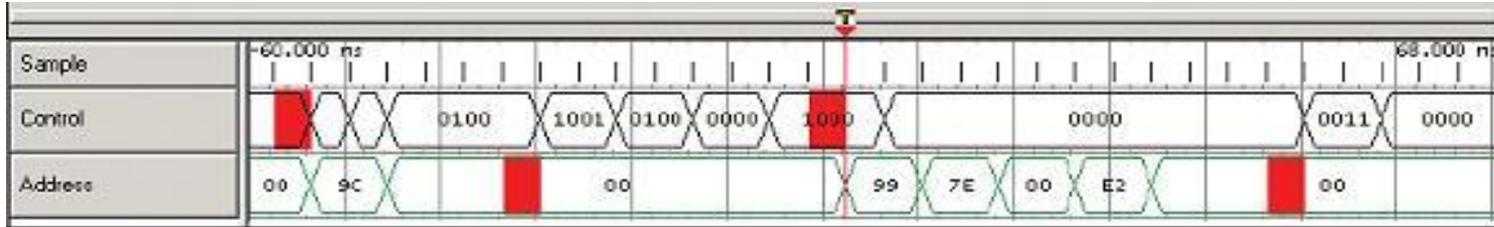
The screenshot shows the 'Trigger: LA' software interface. The top toolbar includes icons for 'D', 'L', 'S', 'T', 'State', '+If', '+Then', 'Storage', 'All', 'Force Main Prefill', and 'Trigger Pos' (set to 50%). Below the toolbar, the 'MagniVu' section shows '500ps' and 'MagniVu Trigger Pos' (set to 50%). The main area is divided into 'EasyTrigger' and 'PowerTrigger' tabs. Under 'EasyTrigger', a tree view shows 'Standard Programs' > 'Simple Events' > 'Trigger on glitch' selected. Below this, the configuration for 'Trigger on glitch' is shown, including a dropdown menu for 'Event A' set to 'Glitch' and a 'Define Glitches...' button. At the bottom, a description and note are provided, along with a waveform diagram showing a glitch detected in a sequence of 'XX' data points.

Select Trigger on glitch from Easy Trigger library

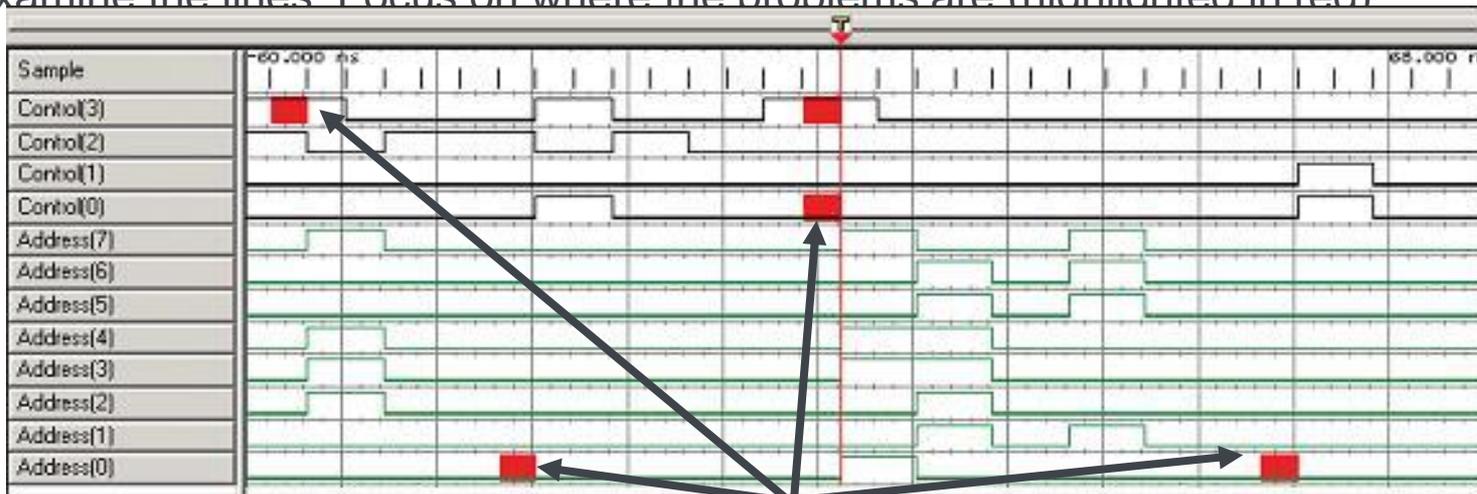
Define signals to monitor – you can monitor as many as you want!

确认是否是潜在的问题信号

- Glitches highlighted in red



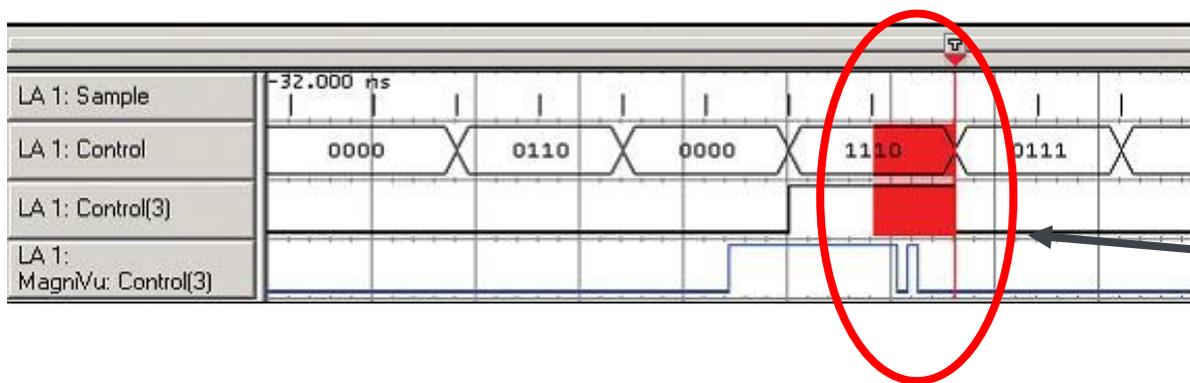
- Examine the lines: Focus on where the problems are (highlighted in red)



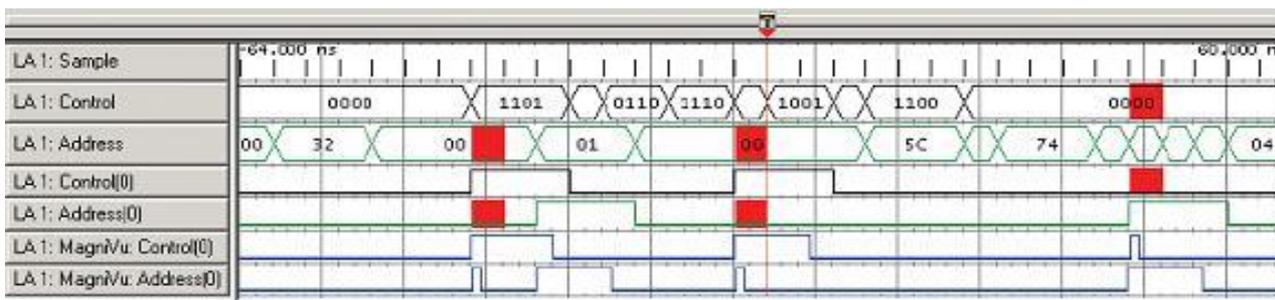
Red flags indicate potential areas of problem

观察问题信号具体的定时特征

- High Resolution magniVu channels show the exact details of glitch



See digital details with MagniVu acquisition



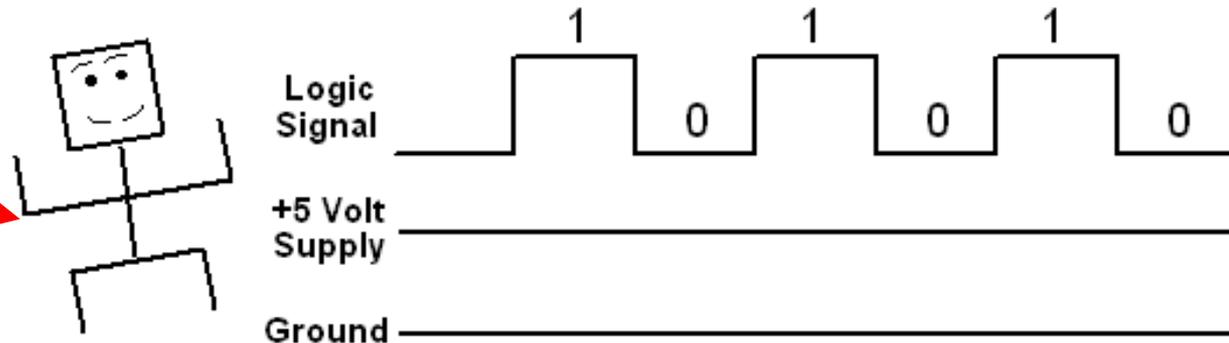
模拟和数字联合探测



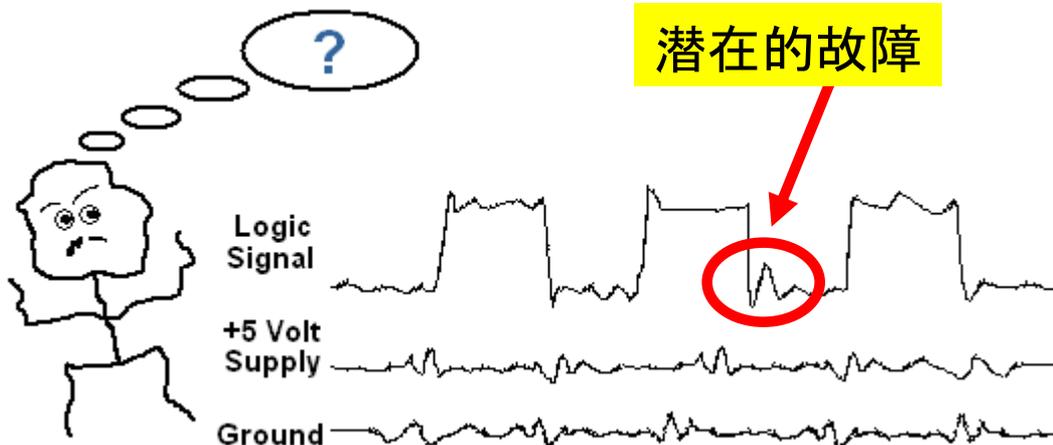
泰克DPO示波器+TLA逻辑分析仪

iView™ 技术：快速定位和分析硬件故障

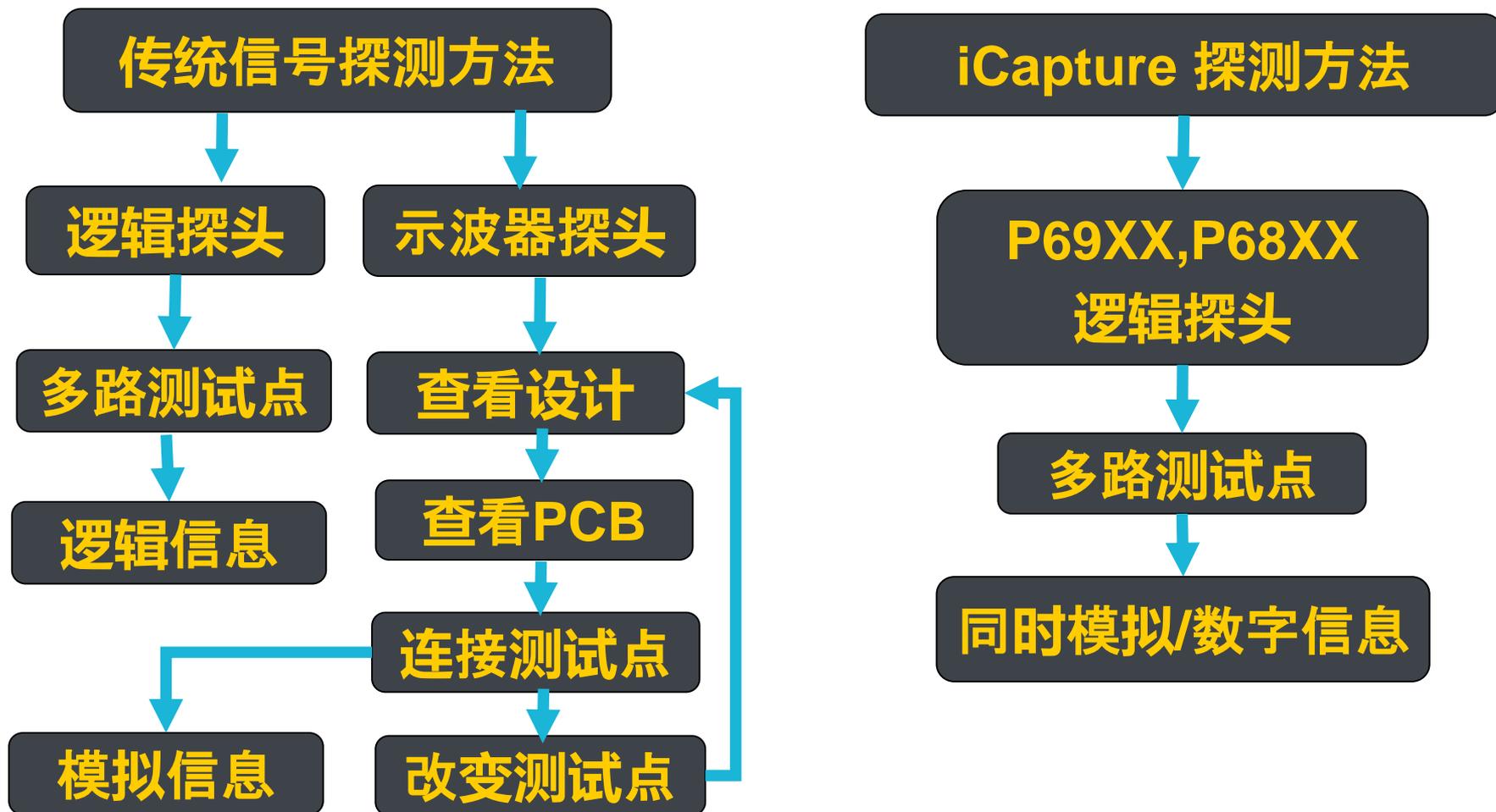
教科书上的
数字信号



示波器测量的
数字信号



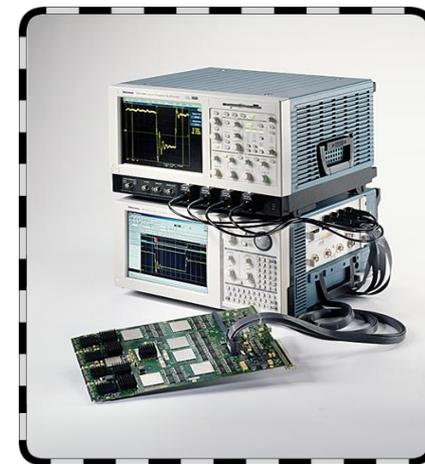
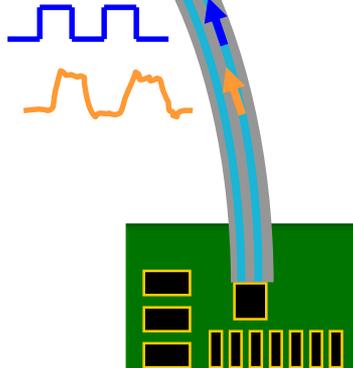
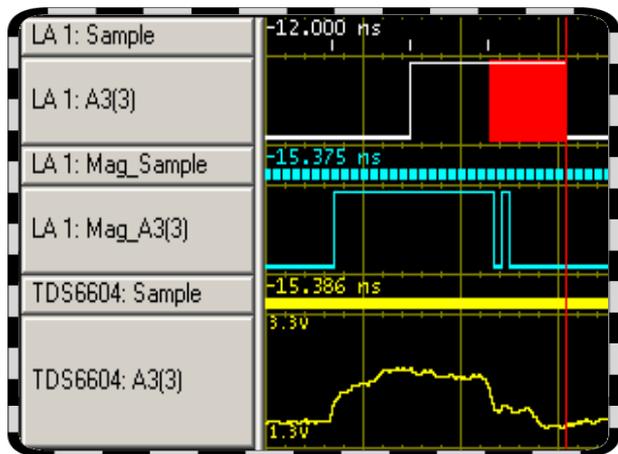
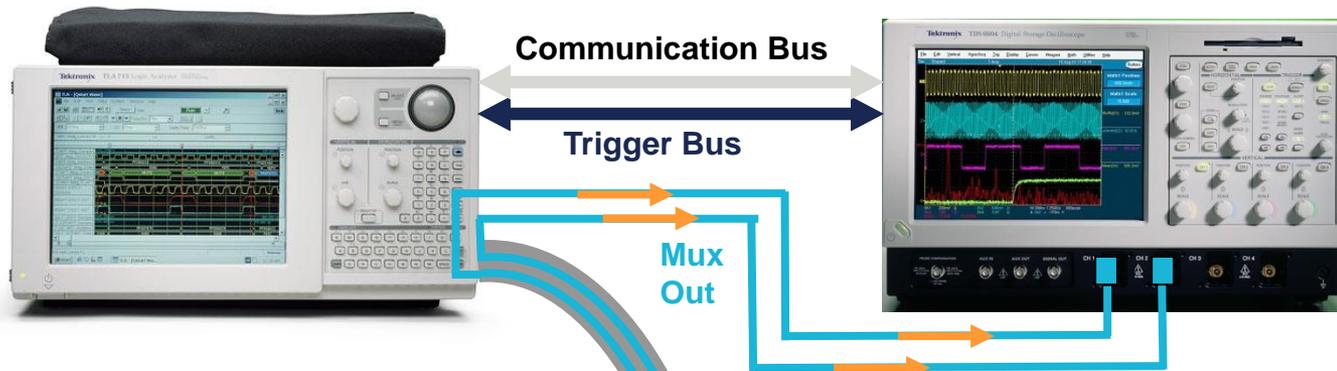
iCapture™ 技术提供最灵活的探测方案



一个逻辑探头完成模拟/数字信号联合观测

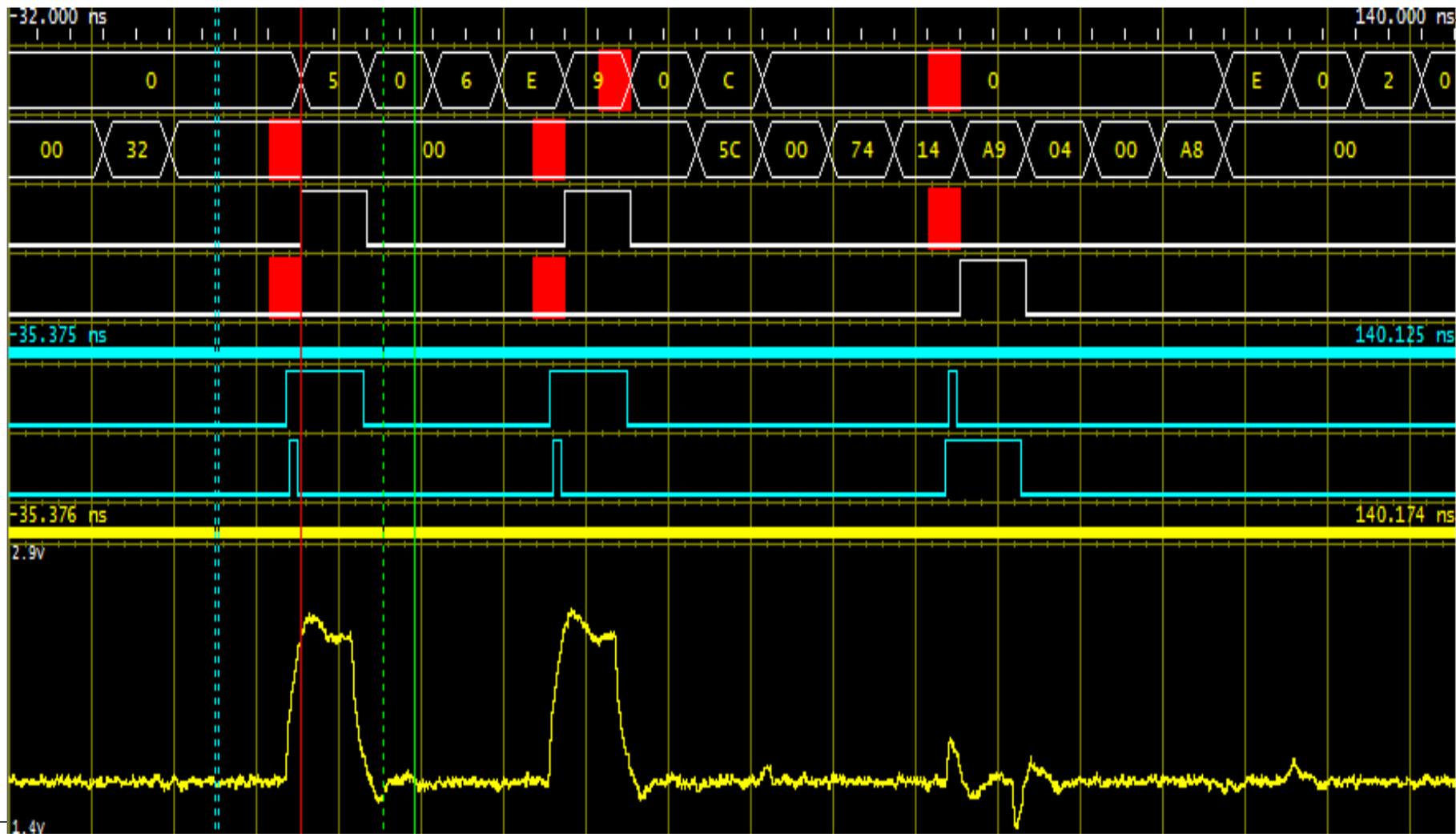
TLA

TDS



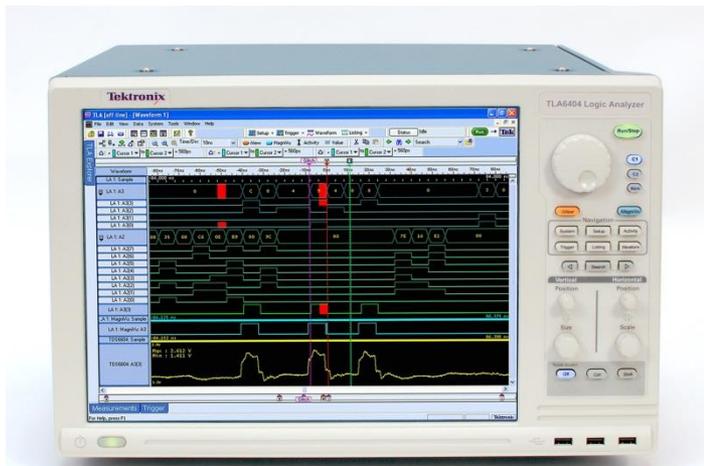
iLink™ 逻辑分析仪工具包

iView™ 技术：模拟参数/逻辑时序联合观测



TLA6400——新一代逻辑分析仪

| 状态时钟速率 | 存储深度 (全通道) | 异步采样速率 | MagniVu™ 采样速率 |
|--------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------|
| 333 MHz (std) 667 MHz (opt) | 2Mb, 4Mb, 8Mb, 16Mb, 32Mb, 64Mb | 1.6 GS/s (all ch) 3.2 GS/s (1/2 ch) | 40 ps (25 GS/s) 128 Kb |

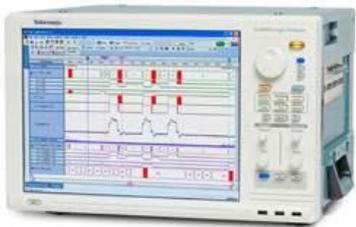


TLA6401/6402/6403/6404 四款机型

34/68/102/136通道可供选择，满足各种需求

TLA6000和TLA7000系列

业内最高的采集状态速度及为特定应用设计的配套软件包，验证微处理器、FPGA或存储器设计性能



TLA6000系列

完善的信号完整性系列工具，前所未有的低廉价格

- 调试、验证和优化数字系统的功能
- 完善的一系列信号完整性调试工具，迅速隔离、识别和检定难检问题
- 广泛的应用支持

新



TLA7000系列

突破性的实时数字系统分析解决方案

- 捕获当前最快速的微处理器和存储器设计中的逻辑细节
- 确定难检错误的根源
- 易读的大型显示器及模拟信号和数字信号时间相关视图

20ps



TLA7SA00系列逻辑协议分析仪

从物理层到协议层完整的调试解决方案

- 速度快，捕获难问题的来源
- 杰出的洞察力，大显示器和快速系统数据吞吐量
- 兼容所有其它TLA模块，实现跨总线定时关联

新

MSO70000 高性能混合信号示波器



Real Time
20 GHz on



Logic Analyzer
iCapture

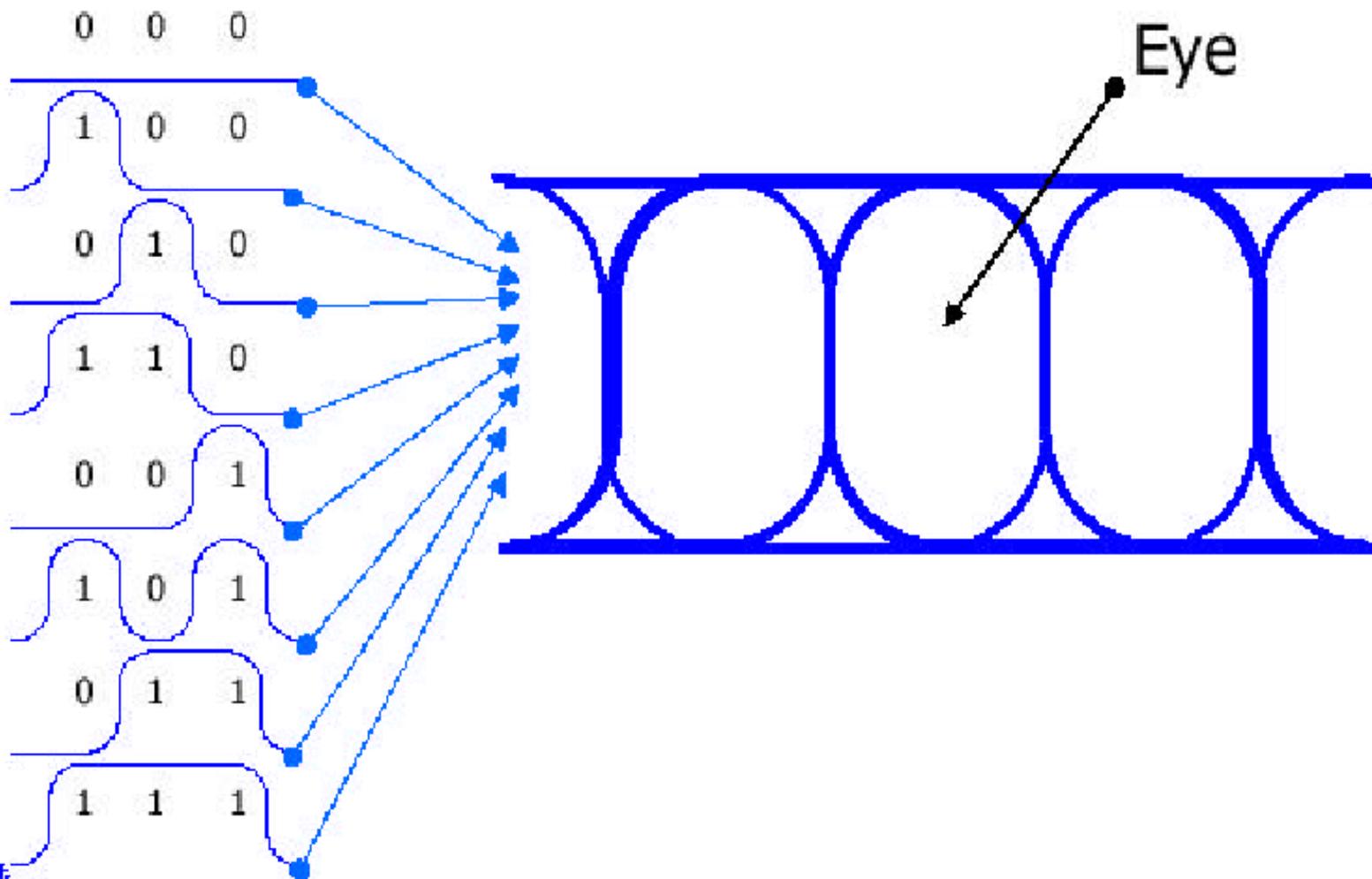
MSO70000
目前世界上唯一的高性能混合信号示波器

第三部分：抖动和眼图分析

串行数据的抖动——今天最热的测试

- 为什么要测抖动
 - 抖动会带来误码，干扰时钟恢复、降低系统性能.....
 - 抖动也有用处
 - **SSC**降低了干扰
- 测试抖动之前要注意哪些问题
 - 找好测试点
 - 确定使用工具
 - 确定测试项目
 - 按标准要求操作（结果才有互参考性）
- 抖动测试的作用
 - 一致性验证
 - 调试
 - 修改**PCB**
 - 替换原件、接插件
 - 修改芯片参数，**SSC**、预加重/去加重、均衡
 - 修改软件

眼图产生图示

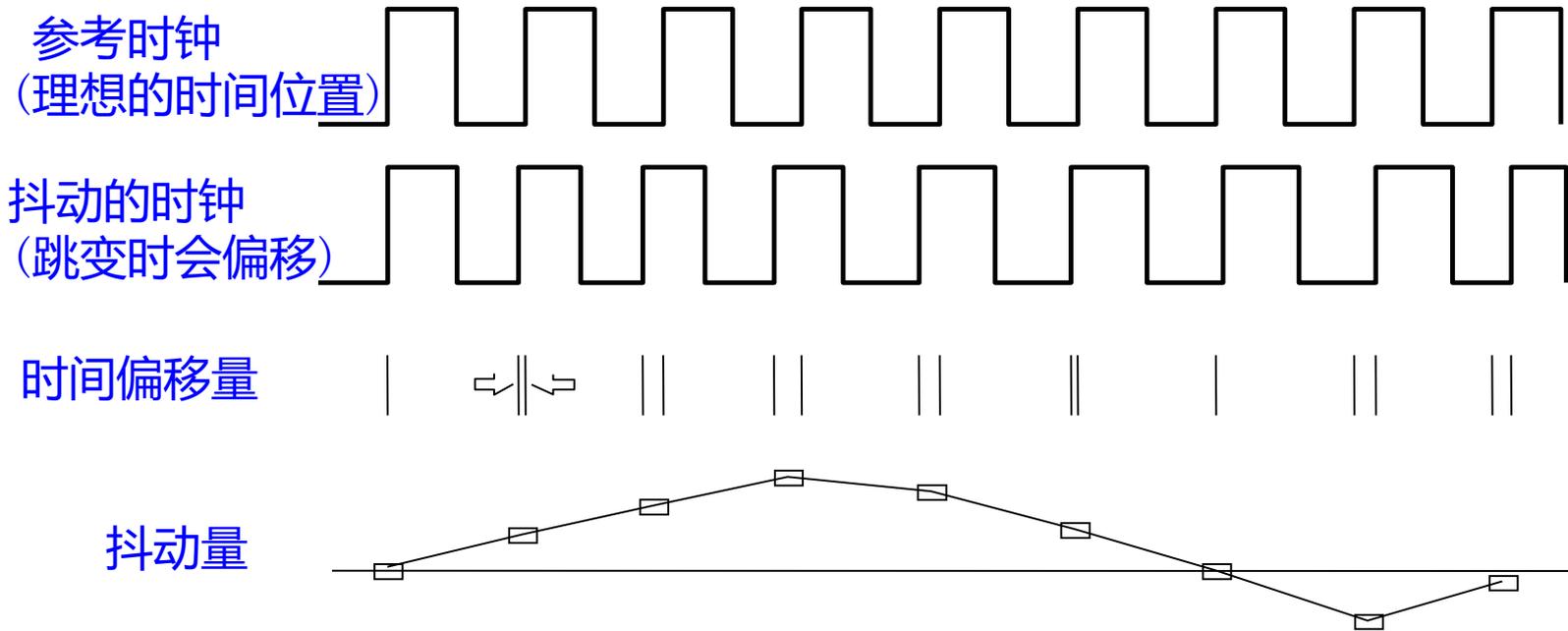


抖动测量

- 哪些领域关心抖动？
- 抖动的定义
- 抖动的分类
- 抖动测量对示波器的要求
- 如何测量抖动

抖动的定义

抖动可以定义为
“一个信号在跳变时，相对其理想时间位置的偏移量”

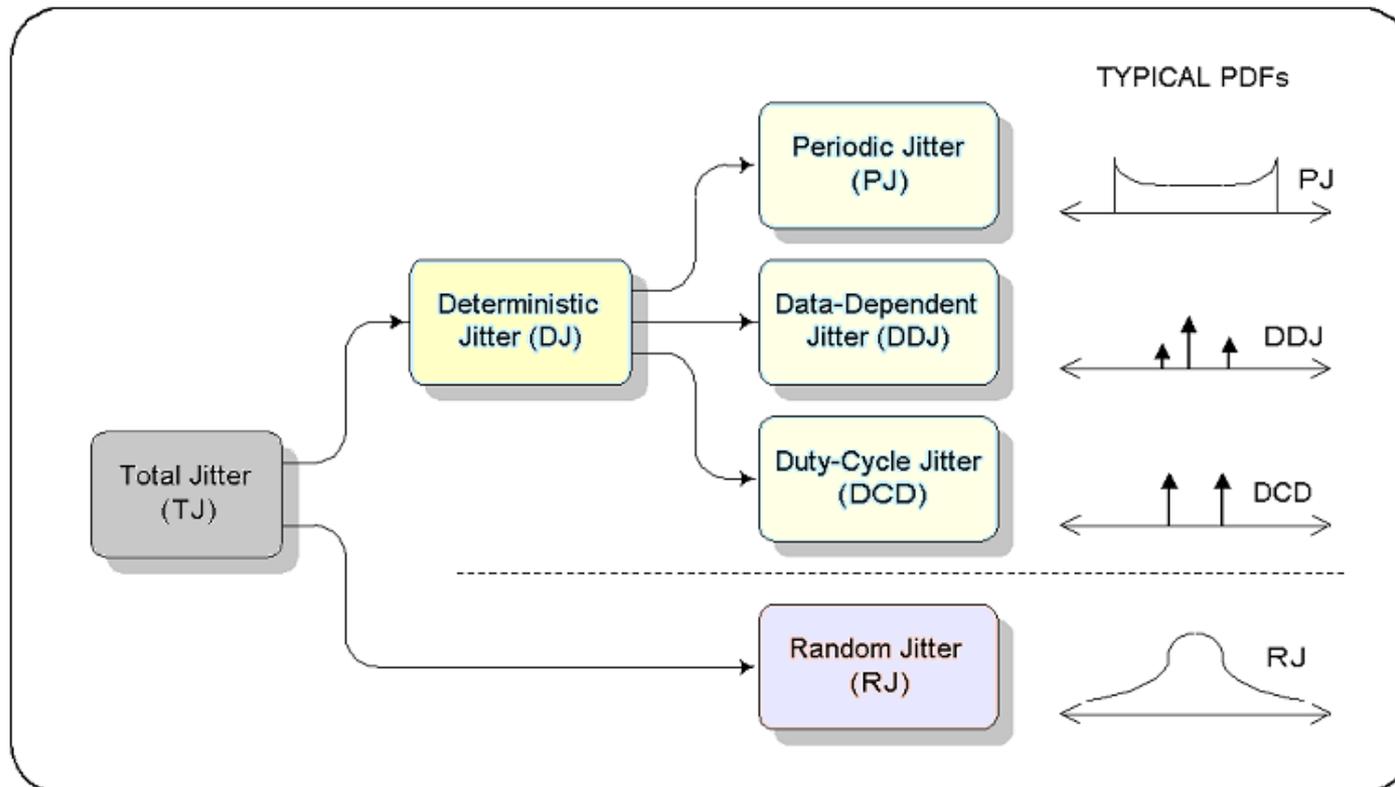


抖动的测量分类

- 时钟抖动：
period jitter , cycle-cycle jitter , N-cycle jitter等
- 高速串行数据的抖动测试：TIE (time interval error) 等
- 并行总线中数据与时钟相关的抖动：setup-hold time jitter等

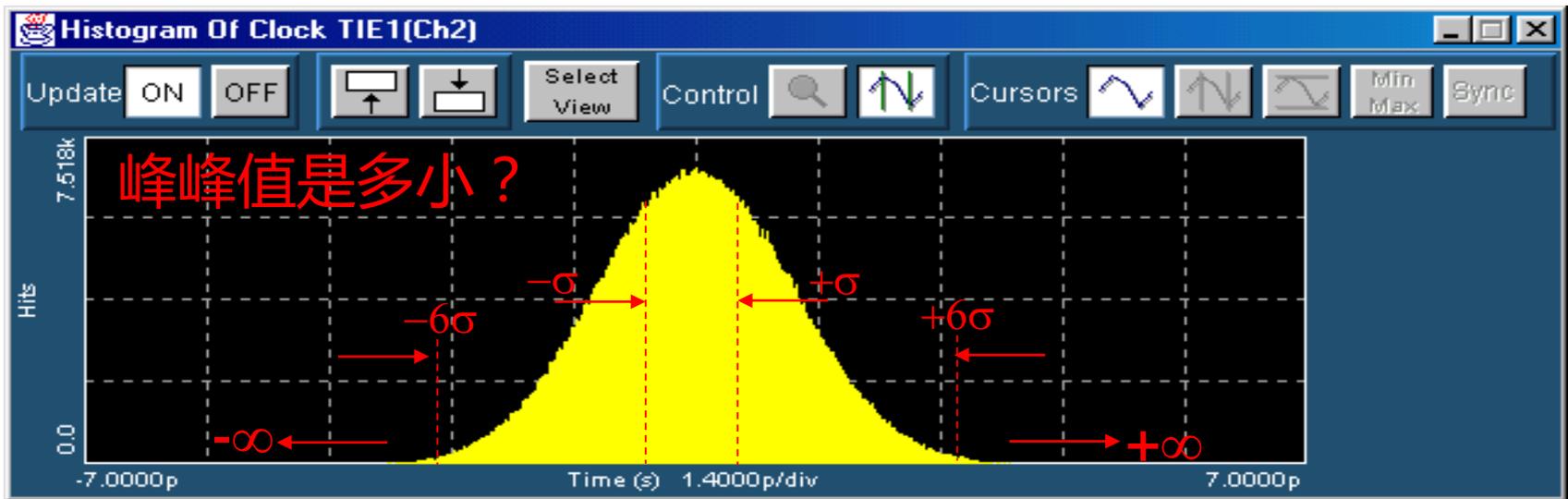
Tj : Total Jitter

- Total Jitter
 - 评估大量数据时的抖动：例如 10^{12} bits



Rj : Random Jitter– 随机抖动

- ▶ 随机抖动的统计分布是正态高斯分布
- ▶ 直方图（有限的采样数） ↔ 概率密度函数呈现高斯分布（数学的模型）
- ▶ 因为随机抖动是高斯分布，所以是无边际的。按理论，随机抖动的峰峰值随测量时间变长而增加。



抖动 ABC – 随机抖动

- ▶ 所以随机抖动的峰峰值必须伴同误码率BER表示出来
- ▶ $R_{j_{RMS}}$ = 概率密度函数 (pdf) 的标准偏差 : σ
- ▶ $R_{j_{pk-pk}} = N * \sigma$, 按不同的BER , N不同

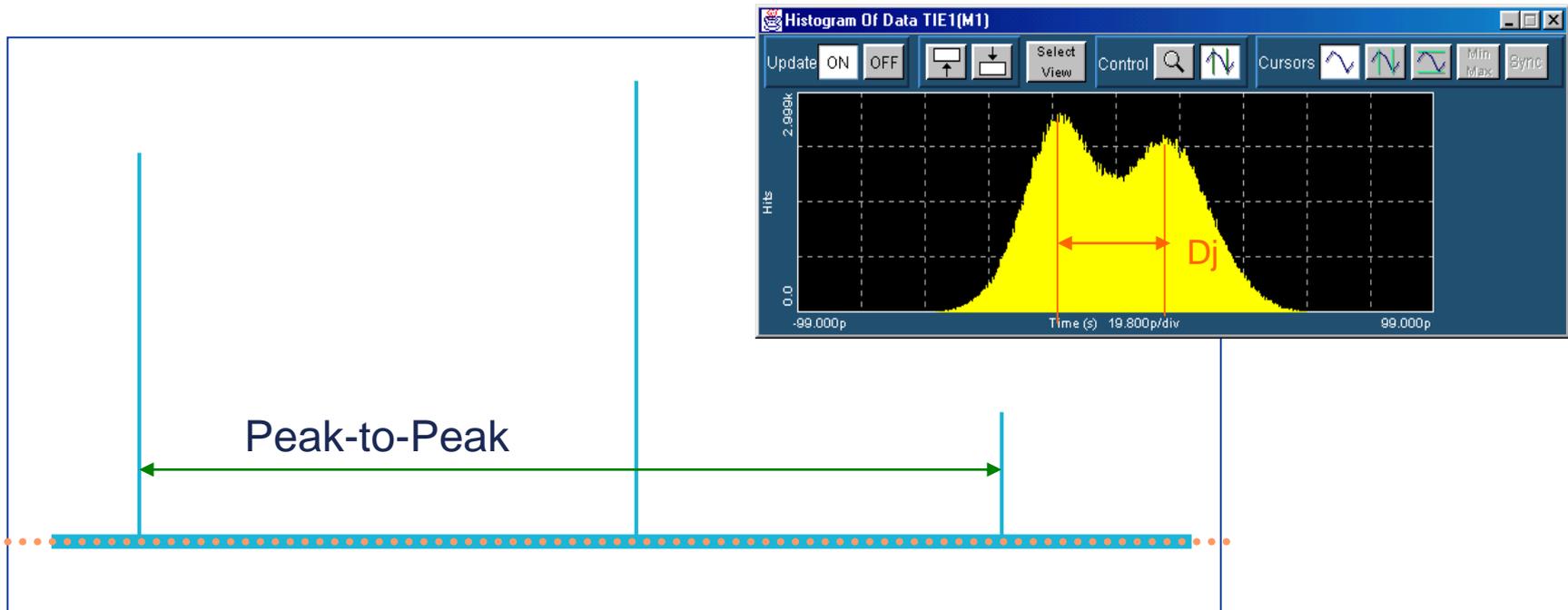
| BER | Ratio of peak deviation to standard deviation |
|---------------------|---|
| 1×10^{-4} | 3.891 |
| 1×10^{-5} | 4.417 |
| 1×10^{-6} | 4.892 |
| 1×10^{-7} | 5.327 |
| 1×10^{-8} | 5.731 |
| 1×10^{-9} | 6.109 |
| 1×10^{-10} | 6.467 |
| 1×10^{-11} | 6.807 |
| 1×10^{-12} | 7.131 |
| 1×10^{-13} | 7.441 |
| 1×10^{-14} | 7.739 |

BER = 10^{-9} , N = 12

BER = 10^{-12} , N = 14

Dj : Deterministic Jitter– 确定性抖动

- ▶ 确定性抖动不是高斯分布，通常是有边界的。
- ▶ 确定性抖动的PDF函数呈现离散分布。



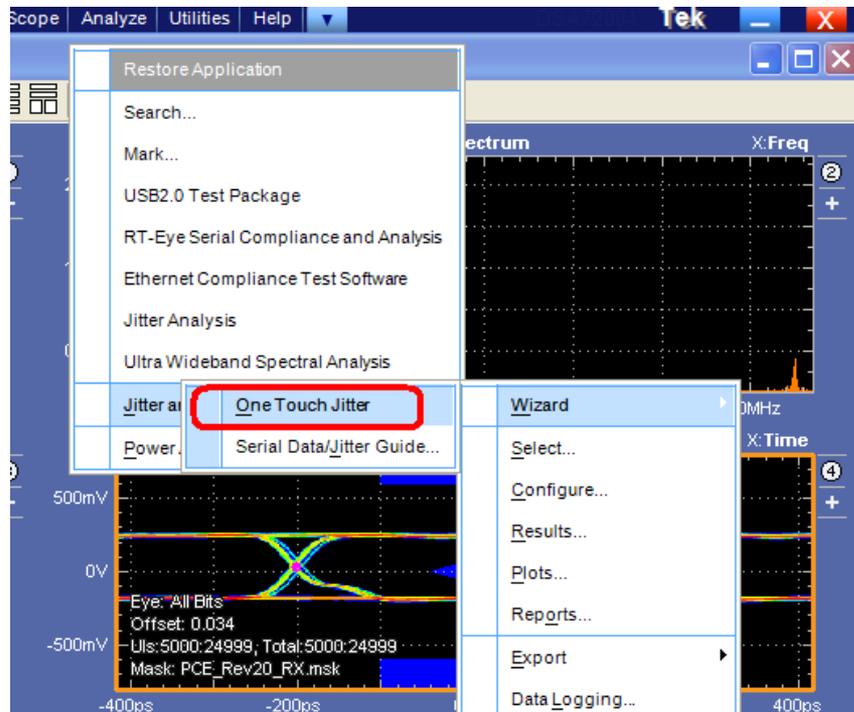
DPOJET® : 一种全新的、易用的、快速的、完整和准确的抖动测试工具



DPOJET : Jitter + Eye Diagram + Tools

DPOJET业内使用**最简单的**抖动测试工具

- “ONE Touch”一键式的软件设计思路，任何抖动测量，无需复杂的设定，一键完成测试
 - 自动选择示波器输入通道
 - 自动判断测试信号类型(clock或data)
 - 最优化完成示波器采集参数
 - 自动测试参考电平
 - 自动选择抖动项目(用户可定制)
 - 自动完成测量项目参数设定
 - 自动完成结果分析、图表生成
- “ONE Touch”一键式功能使得工程师摆脱枯燥的、繁琐、易错的参数设置环节，直接将测试结果呈现在工程师面前！



如何利用DPOJET对抖动进行分析

- 抖动时间趋势图

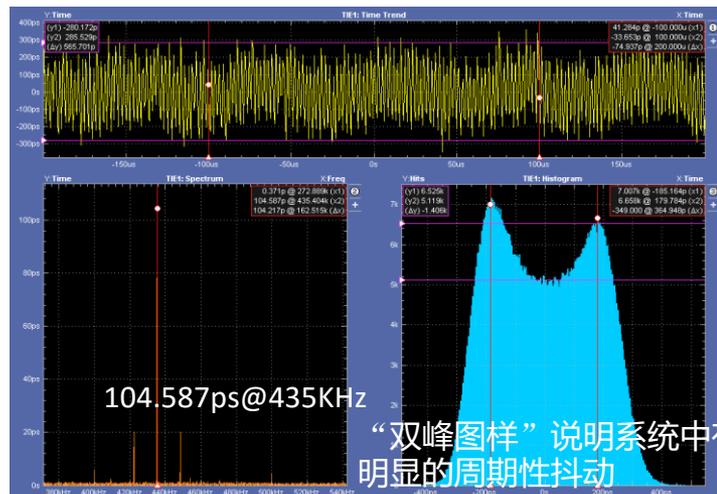
- 反映抖动随时间的变化趋势
- 应用：测量SSC廓线等

- 抖动直方图

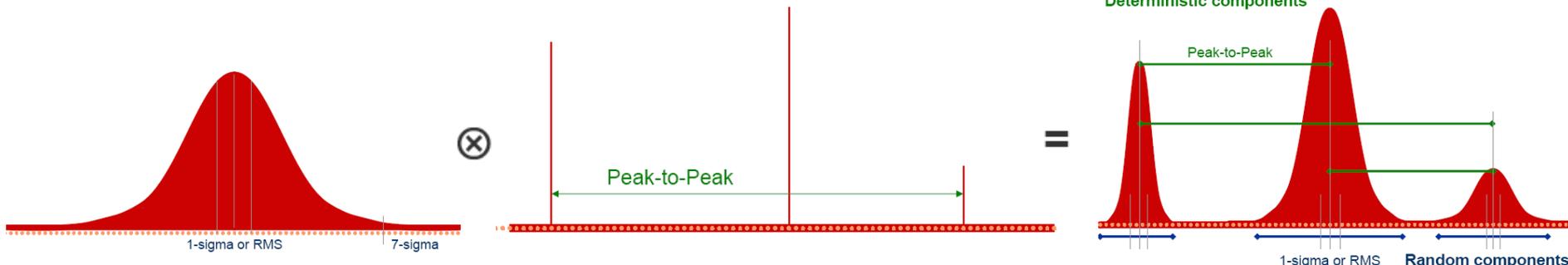
- 反映抖动分布，极限取近于抖动的概率密度函数
- 直观的反映出系统中Rj，Dj

- 抖动频谱图

- 反映抖动中周期性抖动Pj的信息
- 几乎所有的串行数据中都有时钟耦合噪声的周期性抖动



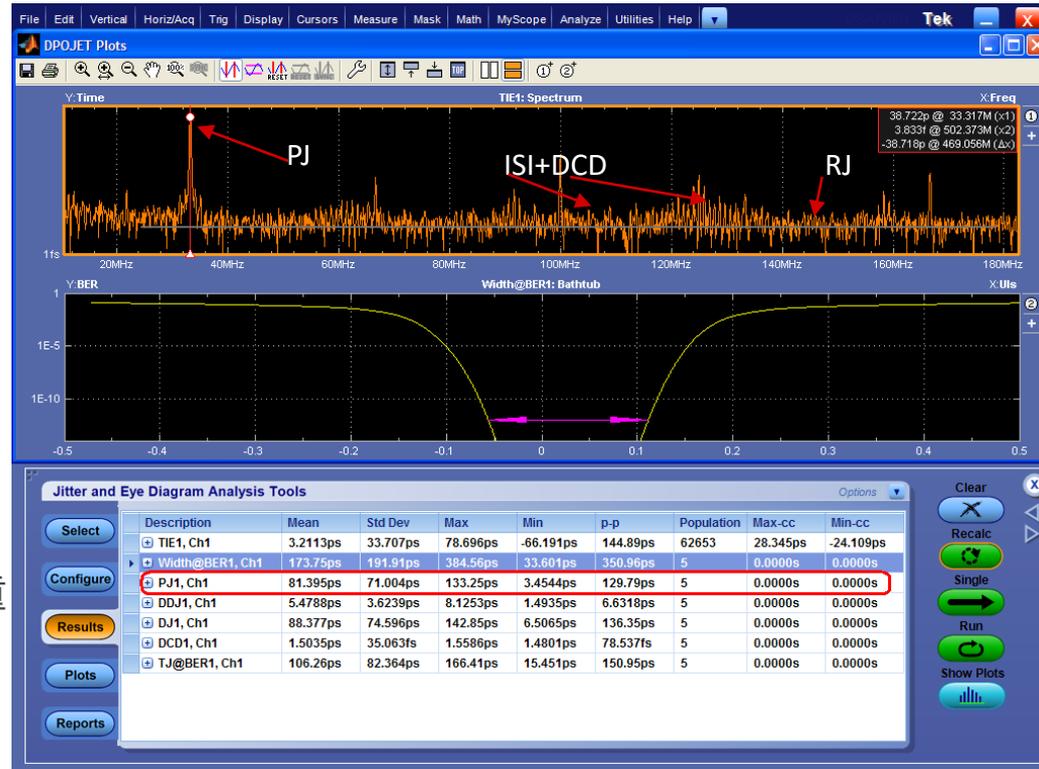
Rj is unbounded!



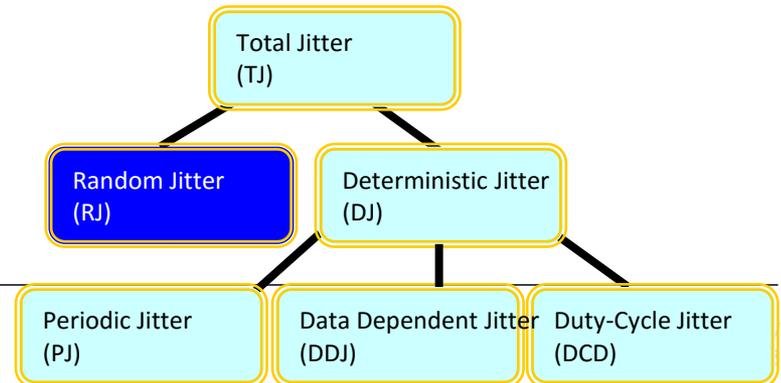
如何利用DPOJET对抖动进行分析 - 续

- R_j
 - 热噪声引起；无法从根本上消除
 - 选择高性能器件，减小器件数量
- P_j
 - 外界固定干扰源干扰：时钟，SSN
 - 采用SSC、隔离时钟
- ISI
 - 链路带宽不够，导致高频码型幅度衰减严重
 - 和数据码型相关
 - 增加链路带宽；采用预加重/均衡技术
- DCD
 - 时钟上升沿和下降沿不对称；接收端门限设置有误
 - 时钟驱动不对称、Tx端驱动带宽受限等

D_j 包含 P_j 、ISI和DCD



P_j 过大影响系统整体抖动预算



DPOJET测试举例 - 眼图测试

- 眼图测试是串行数据最基础、最直接的测试

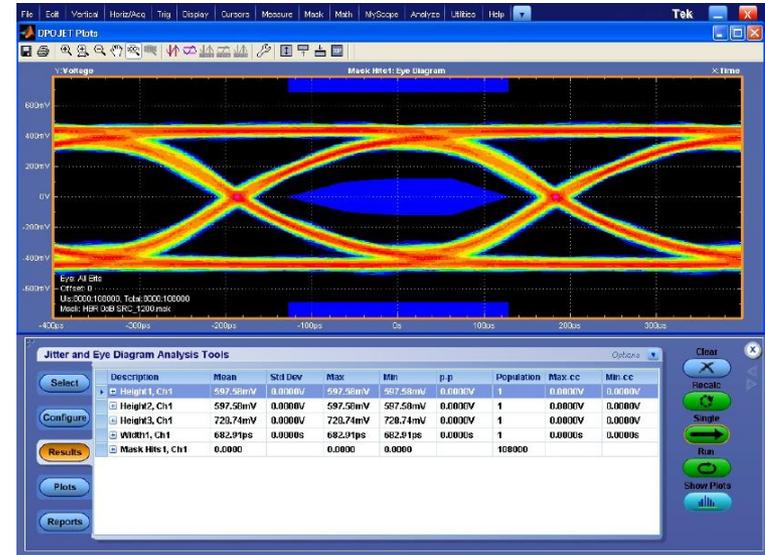
- 反映了串行信号完整性
- 直观的判断串行信号是否满足标准
- 抖动是眼图测试中最重要的一项

- 眼图测试的核心 - 时钟恢复

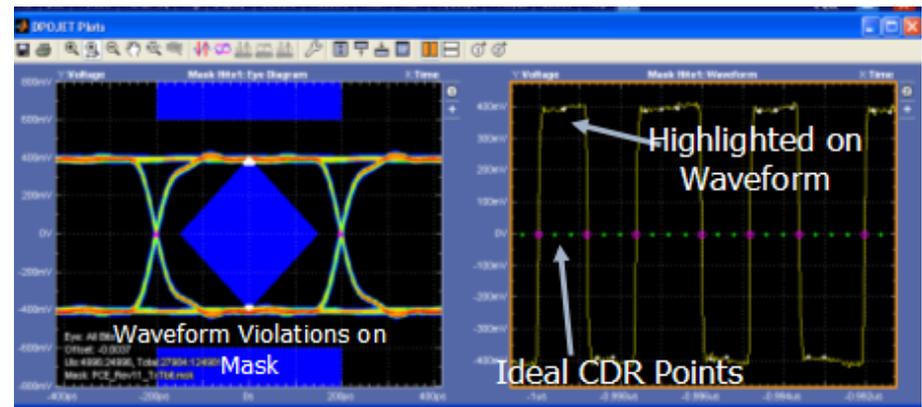
- 时钟恢复方法的多样性决定了能够涵盖多少眼图测试标准
- 标准的时钟恢复方法：Golden PLL
- 用户可自定义的CDR参数
- TypeI/II;damp factor;Bandwidth
- 使用外部时钟：DDR2/3测试

- Pass/Fail测试

- DPOJET提供了标准的模板
- 用户可自定义模板类型

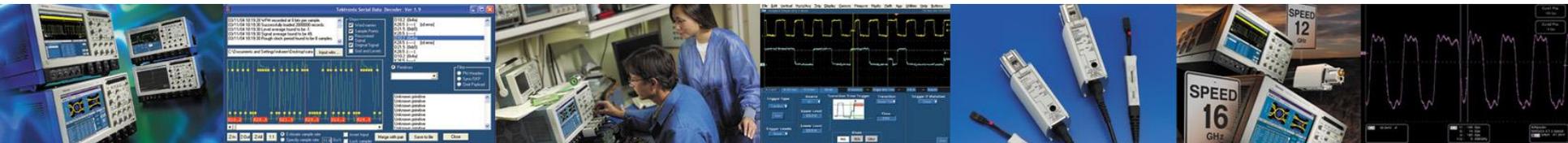


DisplayPort Tx端@2.7Gbps, 800mv, PRBS码型眼图测试



Eye Locator锁定发生问题的bit

第四部分：高速串行标准一致性测试和验证



计算机高速串行信号的测试需求以及解决方案

| Standard | Data rate(bps) | 5th harmonic(Hz) | 业界推荐Scope带宽 | Compliance test方案 |
|---------------------|----------------|------------------|--------------|-------------------|
| Ethernet | 250M | | 1GHz | TDSET3 |
| USB | 480M | | 2.5GHz | TDSUSBF |
| DDRII | 533/667/800M | | 8GHz | TDSJA 3/DDR |
| 1394B | 983.0M/1.966G | | 4GHz | QP |
| DVI | 1.65G | | 4GHz | TDSDVI |
| HDMI | 1.65G/3.4G | | 4GHz/8G | TDSHT3 |
| Fiber channel | 2.125G | | 4GHz | SM,RTE |
| Display port | 2.7G | | 8GHz | Display port |
| PCI express | 2.5G | | 6GHz | PCE(RTE) |
| InfiniBand | 2.5G | | 6GHz | RTE |
| SATA II | 3G | 7.5G | 10GHz | SST(RTE) |
| SATA II | 3G | 7.5G | 10GHz | SST(RTE) |
| SAS 300 | 3G | 7.5G | 10GHz | SST(RTE) |
| Fiber Channel 4X | 4.25G | 10G | 10GHz | SM,RTE |
| FBD I | 4.8G | 12G | 12GHz | FBD(RTE) |
| <i>PCIE 2.0</i> | <i>5G</i> | <i>12.5G</i> | <i>12GHz</i> | <i>PCE(RTE)</i> |
| <i>SATA/SAS III</i> | <i>6G</i> | <i>15G</i> | <i>15GHz</i> | <i>PCE(RTE)</i> |
| <i>CSI</i> | <i>6.4G</i> | <i>16G</i> | <i>16GHz</i> | <i>RTE</i> |
| <i>CSI (II)</i> | <i>8G</i> | <i>20G</i> | <i>20GHz</i> | <i>RTE</i> |

串行总线触发与解码

- 支持常用的行业标准嵌入式串行总线
 - I2C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB2.0
 - CAN/LIN/Flexray
- 在现与总线信号时间对准的总线波形中或在带时间标记的协议事件表中显示解码后的值，总线波在时间上与总线信号
- 在行业标准总线上触发数据包级信息
 - 包头
 - 包尾
 - 数据标ID
 - 地址
 - 数据
- 最高同时对16条总线进行解码



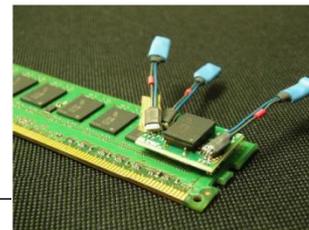
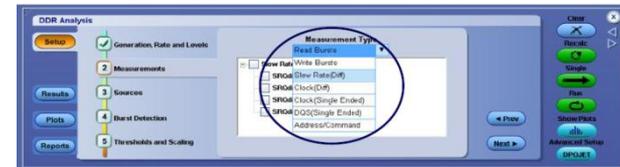
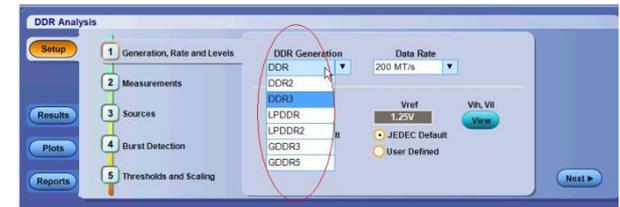
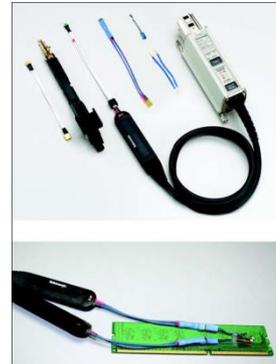
加快串行总线和嵌入式系统调试速度

DDR物理层测试

- DDR测试难点
 - 测试点难于接触
 - 读写分离
 - 标准多，涉及面广
- 泰克DDR测试方案
 - 和第三方合作，推出众多高质量测试夹具
 - 三模探头和附件，方便接入测试点
 - DDRA软件，一个软件覆盖所有目前的DDR标准，包括 DDR1/DDR2/DDR3/DDR4/LPDDR1/ LPDDR2/ LPDDR3/DDR3L/GDDR3/GDDR5
 - 结合混合信号探测、相位分析、可视触发的多层面读写分离技术，是目前最完备的方案
 - 唯一能捕获连续突发读写的方案
 - 业界唯一支持离线测试的软件
 - 基于逻辑分析仪的DDR协议分析

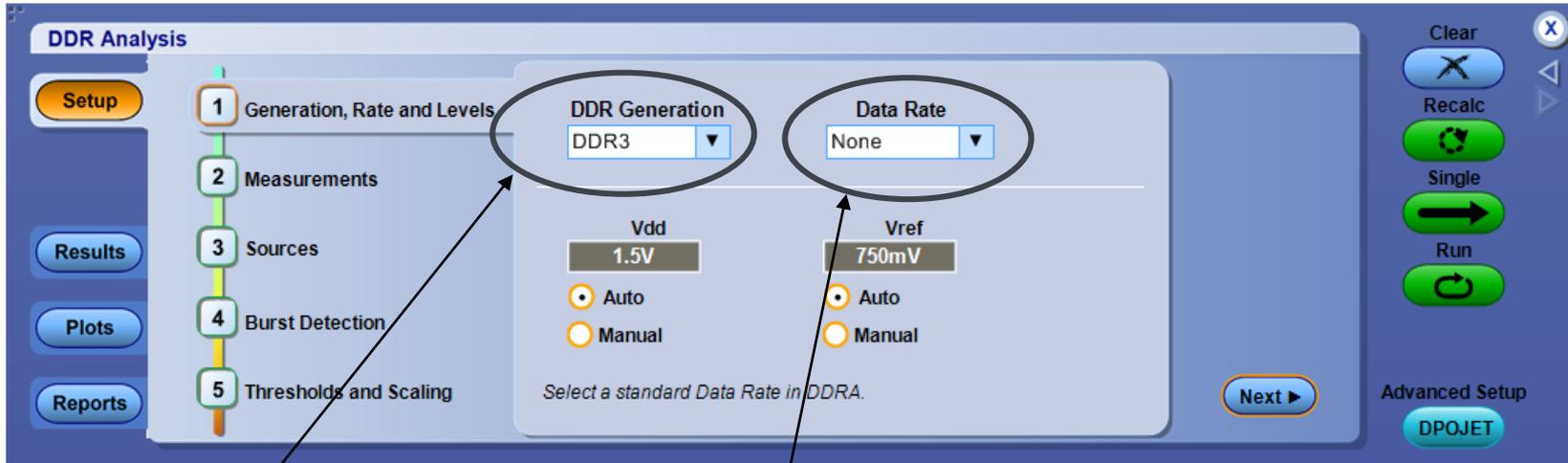
DDR电气特性测试

- DDR存储器分析 (DDRA软件)
 - DDR1,DDR2,DDR3,LPDDR,LPDDR2,GDDR3,GDDR5测试
 - 完成JEDEC 符合兼容性测试
 - 通过Search 和Mark 功能任意浏览测试数据，自动标记出Read 和Write Burst
 - 分析整个采集数据中所有的Read/Write Burst，为Read 和Write Burst 进行DQS 和DQ 的眼图测试
 - 自动处理测试报表，自动判别测试结果Pass/Fail



全新的DDR自动测试软件 - - DDRA

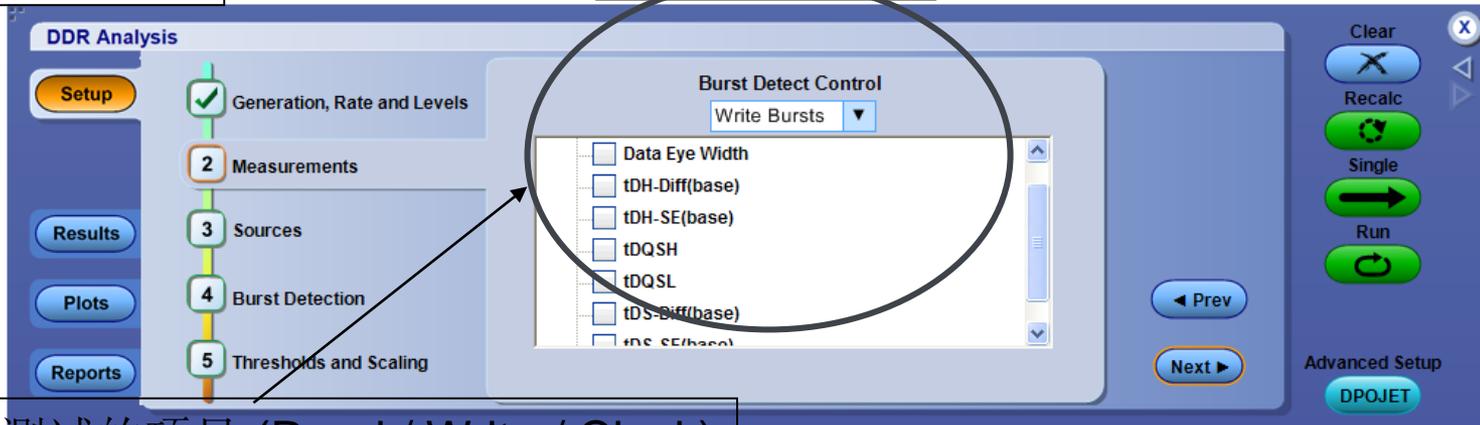
PANEL #1



选择DDR 类型

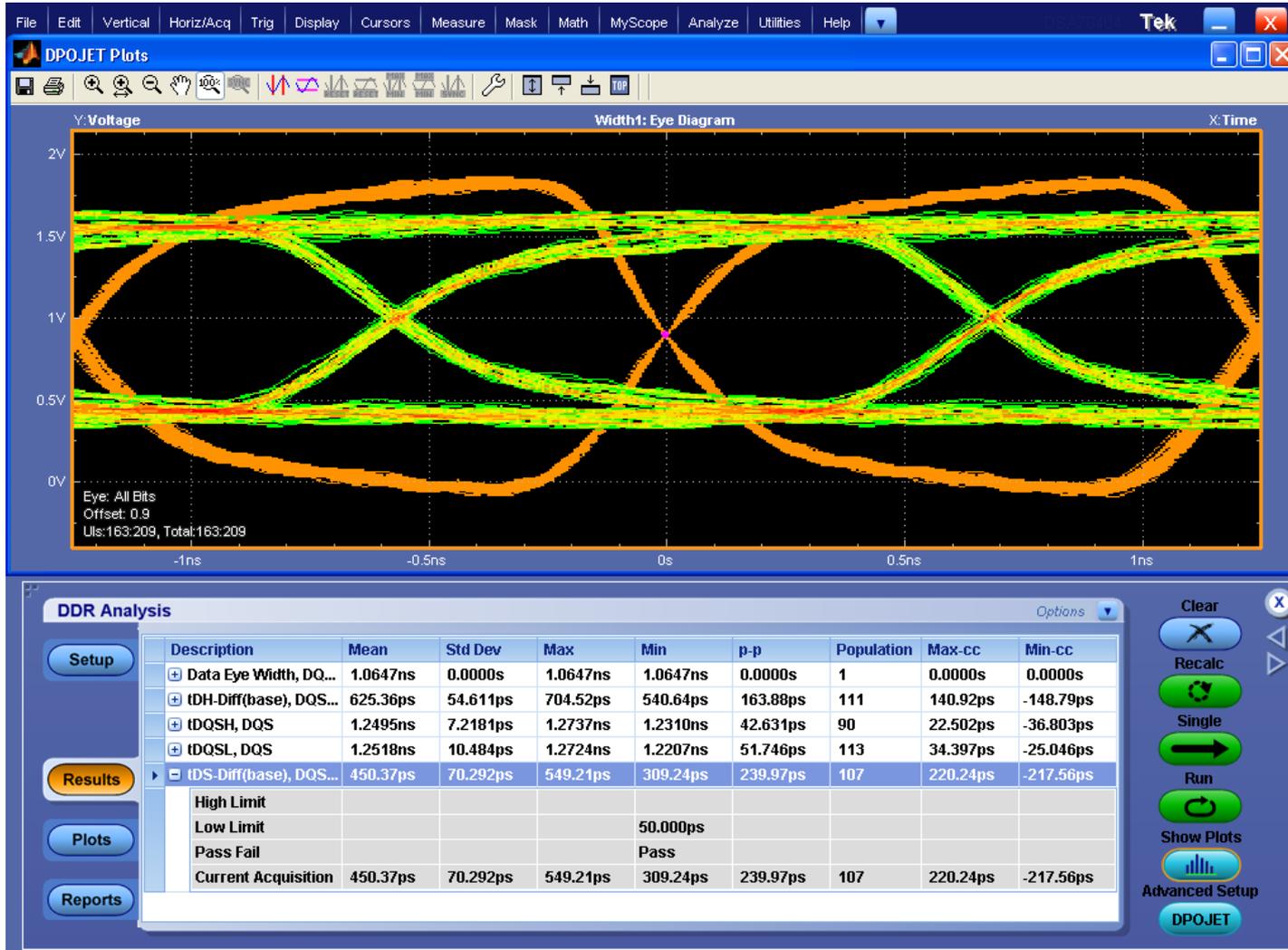
选择DDR速度

PANEL #2



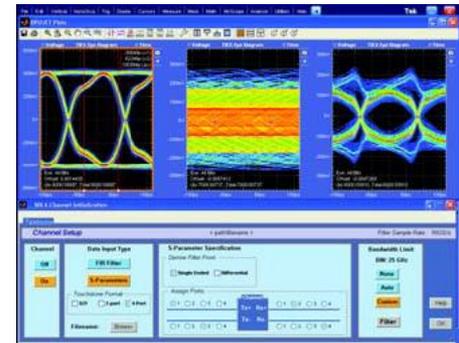
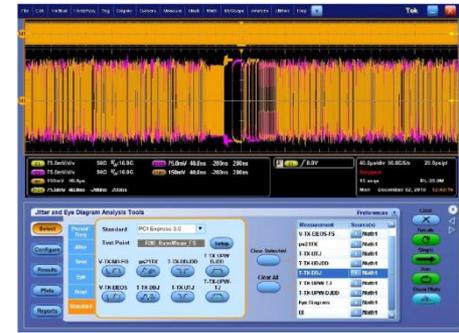
选择测试的项目 (Read / Write / Clock)

全新的DDR自动测试软件 - - DDRA



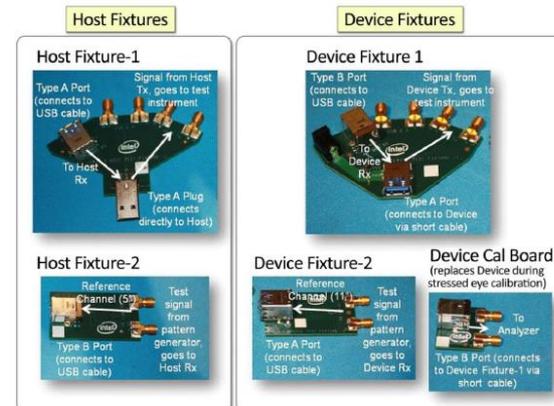
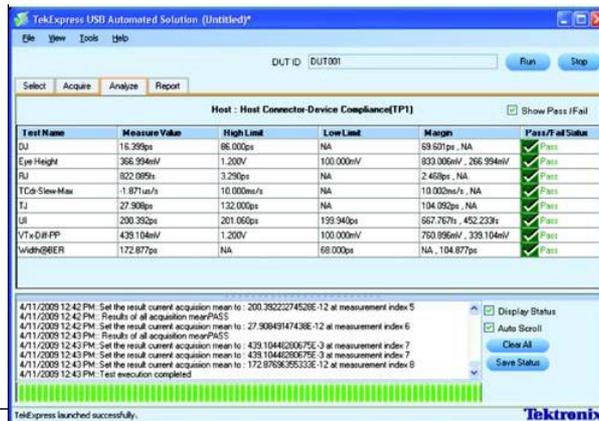
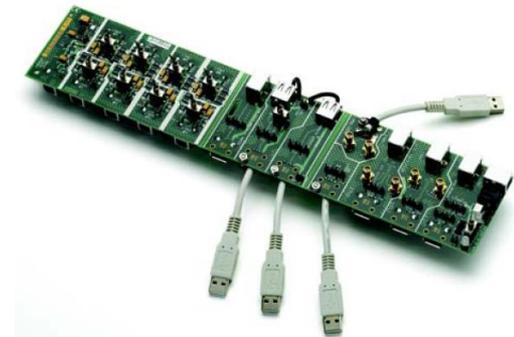
PCI Express 发送端电气特性测试

- PCE3
 - 支持PCIe 3 Base和CEM规范测量
 - 结合串行数据链路分析 (SDLA) 软件，为PCIe 3.0设计验证发射机、接收机和通道性能提供了完整解决方案
- PCE
 - 支持PCI Express 1.x and 2.0 Base 和CEM规范
 - 结合协议触发和解码 (PTD) 软件，实现高达6.25 Gb/s速率的协议错误和信号异常触发
- SDLA-串行数据链路分析(选项SLE 和选项SLA)
 - 能够仿真串行数据通道，反嵌夹具或其它网络，增加或去掉发射机均衡(去加重/预加重)。选项SLA 在波形处理中增加了FFE 和DFE 均衡和自适应均衡器训练功能。DPOJET 可以对得到的波形进行高级测量和抖动分析



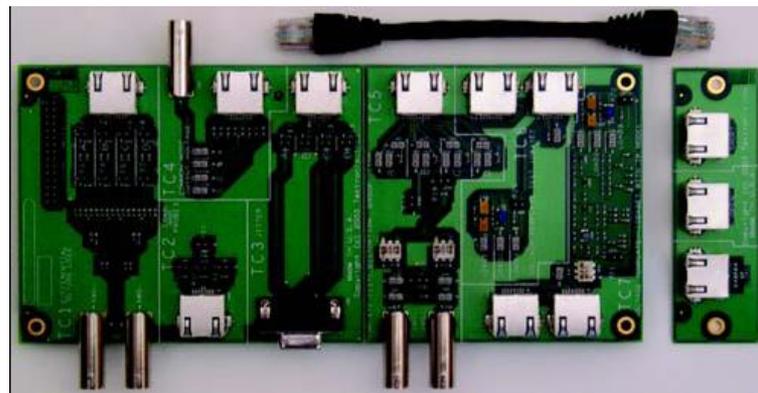
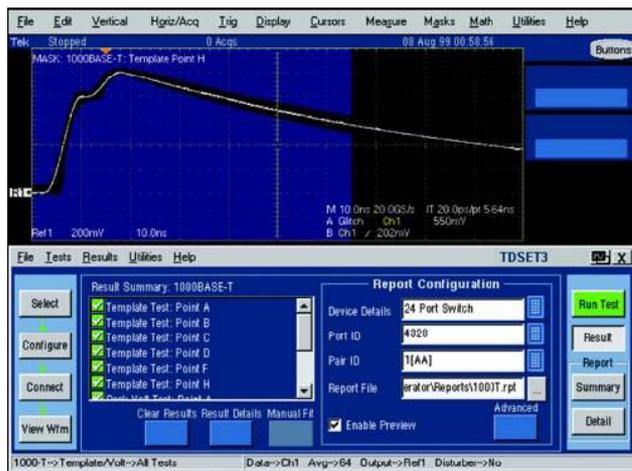
USB 物理层发送端电气特性测试

- USB 2.0
 - TDSUSB2 一致性测试软件
 - TDSUSB2测试夹具
- USB 3.0
 - TekExpress USB3.0 自动测试软件
 - 结合协议触发和解码 (PTD) 软件, 实现高达6.25内建USB3.0 规范定义的CTLE 滤波器, 并且用户可通过SDLA 选件(Opt.SLA)自定义该滤波器参数Gb/s速率的协议错误和信号异常触发



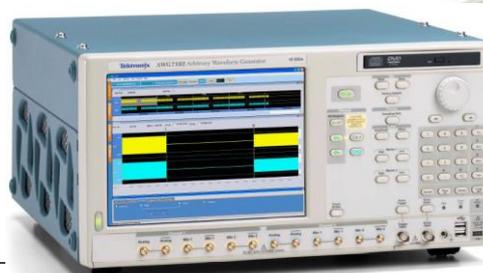
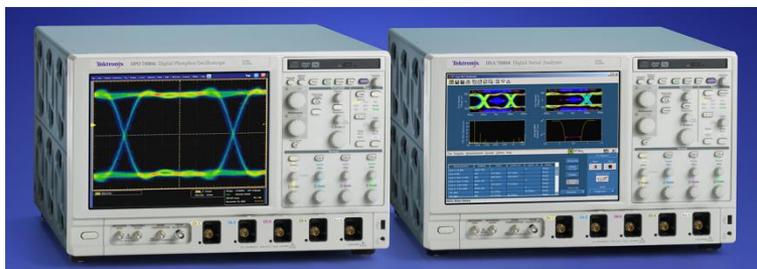
以太网一致性测试

- TDSET3
 - 对10/100/1000Base-T 执行广泛的测试，全面验证标准
 - 对85, 100, 115Ω(对10Base-T 为111Ω)阻抗执行回波损耗测试，全面验证系统及提高资源利用率
 - 自动测试合格/ 不合格通知，提供快速结果
 - 测试夹具



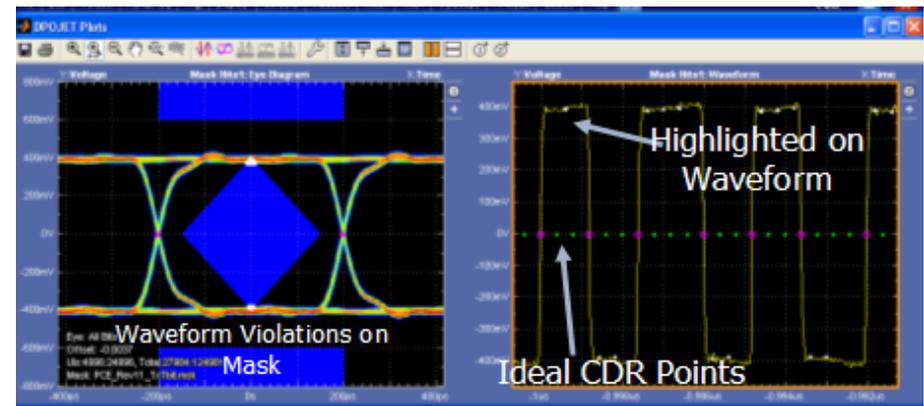
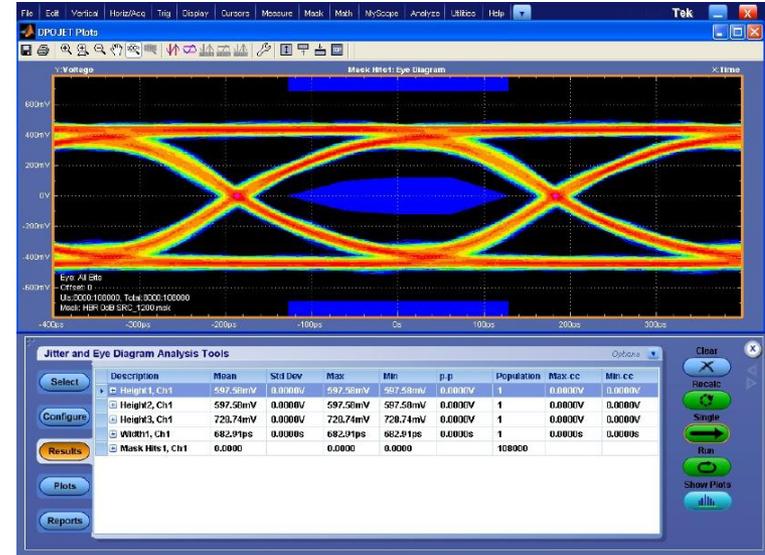
SATA一致性测试方案：仪器阵容

- 发射机测试 (TSG/PHY/OOB):
 - 泰克**DPO/DSA71254**或同等功能的10+ GHz实时示波器
(DSA包括RT-Eye Ver 3.0和JIT3.2 Advanced)
带宽考虑因素:
 - SATA规范要求为SATA Gen-II测量提供10.5GHz +的带宽
 - Gen-III测量要求15+ GHz的仪器性能
 - 泰克**AWG7102** (选项1/6)高速(20Gs/Sec)任意波形发生器，实现DUT状态控制和码型生成
- 接收机测试 (RSG/RMT):
 - 泰克**AWG7102** (选项1/6) 高速 (20Gs/Sec) 任意波形发生器
 - 泰克**DPO/DSA71254** 或同等功能的10+ GHz实时示波器
- 电缆/通道测试 (SI/RxTx):
 - 无源电缆:
 - 泰克**DSA8200** + 4 **8E04/08**采样头
 - I-Connect 4.0
 - RxTx要求 **AWG7102**



1394 测试

- 眼图测试是串行数据最基础、最直接的测试
 - 反映了串行信号完整性
 - 直观的判断串行信号是否满足标准
 - 抖动是眼图测试中最重要的一项
- Pass/Fail测试
 - DPOJET提供了标准的模板
 - 用户可自定义模板类型



Rapid IO 测试

- 眼图测试是串行数据最基础、最直接的测试
 - 反映了串行信号完整性
 - 直观的判断串行信号是否满足标准
 - 抖动是眼图测试中最重要的一项
- Pass/Fail测试
 - DPOJET提供了标准的模板
 - 用户可自定义模板类型

Measurement Results

| Description | Mean | Std Dev | Max | Min | p-p | Population | Max-cc | Min-cc |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| UI, Ch1 | 400.01ps | 4.9440ps | 433.33ps | 376.21ps | 57.121ps | 249992 | 43.000ps | -57.121ps |
| Current Acquisition | 400.01ps | 4.9440ps | 433.33ps | 376.21ps | 57.121ps | 249992 | 43.000ps | -57.121ps |
| Baud Rate, Ch1 | 2.5003GHz | 30.745MHz | 2.6581GHz | 2.3077GHz | 350.38MHz | 249992 | 350.38MHz | -259.03MHz |
| Current Acquisition | 2.5003GHz | 30.745MHz | 2.6581GHz | 2.3077GHz | 350.38MHz | 249992 | 350.38MHz | -259.03MHz |
| Tx Diff Volt, Ch1 | 233.08mV | 0.0000V | 233.08mV | 233.08mV | 0.0000V | 1 | 0.0000V | 0.0000V |
| Current Acquisition | 233.08mV | 0.0000V | 233.08mV | 233.08mV | 0.0000V | 1 | 0.0000V | 0.0000V |
| Rise Time, Ch1 | 88.097ps | 2.8759ps | 107.77ps | 79.400ps | 28.371ps | 61339 | 18.785ps | -18.111ps |
| Current Acquisition | 88.097ps | 2.8759ps | 107.77ps | 79.400ps | 28.371ps | 61339 | 18.785ps | -18.111ps |
| Fall Time, Ch1 | 87.059ps | 2.5117ps | 95.432ps | 78.867ps | 16.565ps | 61339 | 12.644ps | -10.701ps |
| Current Acquisition | 87.059ps | 2.5117ps | 95.432ps | 78.867ps | 16.565ps | 61339 | 12.644ps | -10.701ps |
| Duty Cycle Distortion, Ch1 | 7.4726ps | 0.0000s | 7.4726ps | 7.4726ps | 0.0000s | 1 | 0.0000s | 0.0000s |
| Current Acquisition | 7.4726ps | 0.0000s | 7.4726ps | 7.4726ps | 0.0000s | 1 | 0.0000s | 0.0000s |
| Total Jitter, Ch1 | 50.791ps | 0.0000s | 50.791ps | 50.791ps | 0.0000s | 1 | 0.0000s | 0.0000s |
| Current Acquisition | 50.791ps | 0.0000s | 50.791ps | 50.791ps | 0.0000s | 1 | 0.0000s | 0.0000s |
| Unbounded Gaussian Jitter, Ch1 | 923.71fs | 0.0000s | 923.71fs | 923.71fs | 0.0000s | 1 | 0.0000s | 0.0000s |
| Current Acquisition | 923.71fs | 0.0000s | 923.71fs | 923.71fs | 0.0000s | 1 | 0.0000s | 0.0000s |
| Total High Probability Jitter, Ch1 | 37.859ps | 0.0000s | 37.859ps | 37.859ps | 0.0000s | 1 | 0.0000s | 0.0000s |
| Current Acquisition | 37.859ps | 0.0000s | 37.859ps | 37.859ps | 0.0000s | 1 | 0.0000s | 0.0000s |
| TIE1, Ch1 | -172.12fs | 1.8880ns | 27.329ns | -15.306ns | 42.635ps | 122678 | 33.415ps | -29.055ps |
| Current Acquisition | -172.12fs | 1.8880ns | 27.329ns | -15.306ns | 42.635ps | 122678 | 33.415ps | -29.055ps |

Jitter and Eye Diagram Analysis Tools: Measurement Report

July 08, 2012 8:08:33 AM

Comments

Serial RapidIO 2.5Gbaud/sec.
Receiver Test Results
DUT1

Configuration

Setup Configuration

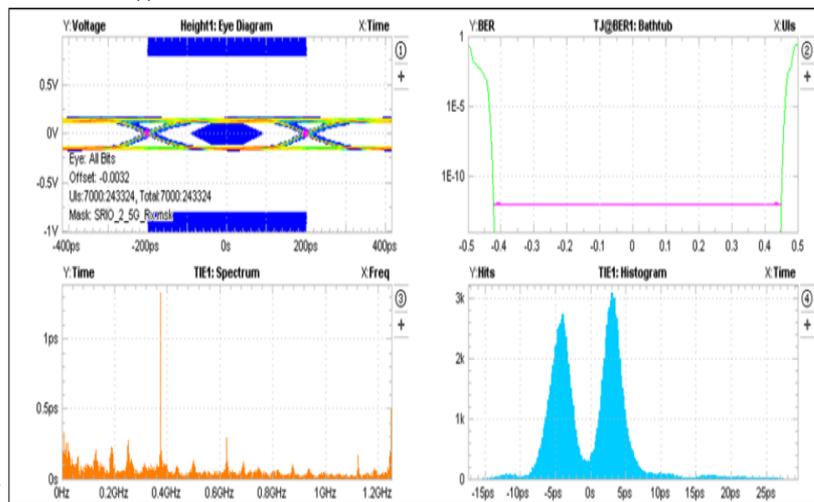
Oscilloscope Version 6.4.0 Build 8
DPOJET Version 3.6.0 Build 32
Status **Fail**

Measurement Configuration

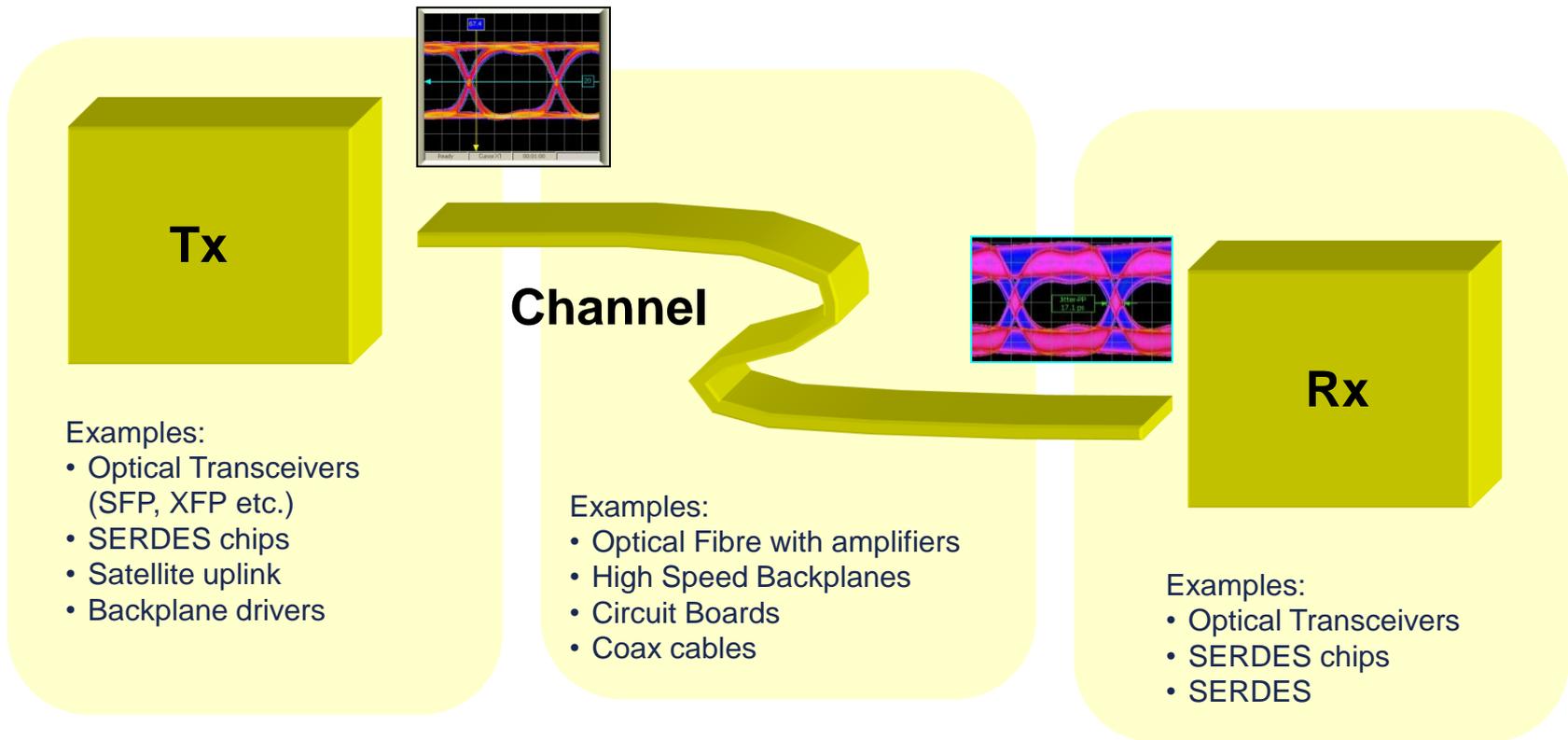
| Index | Measurement | Source (s) | Others |
|-------|--------------|------------|---|
| 1 | UI | Ch1 | Edges => Signal Type: Data Filters => F1: Spec: No Filter, F2: Spec: No Filter General => Measurement Range Limits: Off, Max: 1ms, Min: 0s, Custom Source Name: -- |
| 2 | Baud Rate | Ch1 | Edges => Signal Type: Data Filters => F1: Spec: No Filter, F2: Spec: No Filter General => Measurement Range Limits: Off, Max: 10GHz, Min: 1MHz, Custom Source Name: -- |
| 3 | Tx Diff Volt | Ch1 | Bit Config => Bit Type: All Bits Clock Recovery => Method: PLL ?Standard BW, PLL Model: Type I, Damping: 700m, Standard (b/s): RIO250 : 2.5G, Loop BW: 1.5MHz, Nominal Data Rate: On, Bit Rate: 2.5Gb/s, Known Data Pattern: Off, Pattern Filename: C:\TekApplications\DPOJET\Patterns\PRBS127.txt General => Measurement Range Limits: Off, Max: 500mV, Min: 50mV, Custom Source Name: -- |
| 4 | Rise Time | Ch1 | Clock Recovery => Method: PLL ?Standard BW, PLL Model: Type I, Damping: 700m, Standard (b/s): RIO250 : 2.5G, Loop BW: 1.5MHz, Nominal Data Rate: On, Bit Rate: 2.5Gb/s, Known Data Pattern: Off, Pattern Filename: C:\TekApplications\DPOJET\Patterns\PRBS127.txt Filters => F1: Spec: No Filter, F2: Spec: No Filter General => Measurement Range Limits: Off, Max: 200ns, Min: 0s, Custom Source Name: -- |
| 5 | Fall Time | Ch1 | Clock Recovery => Method: PLL ?Standard BW, PLL Model: Type I, Damping: 700m, Standard (b/s): RIO250 : 2.5G, Loop BW: 1.5MHz, Nominal Data Rate: On, Bit Rate: 2.5Gb/s, Known Data Pattern: Off, Pattern Filename: C:\TekApplications\DPOJET\Patterns\PRBS127.txt Filters => F1: Spec: No Filter, F2: Spec: No Filter General => Measurement Range Limits: Off, Max: 200ns, Min: 0s, Custom Source Name: -- |

Plot Images

Measurement Plot(s)



接收端容限测试



BERTScope

针对计算机系统和通信串行数据的应用而设计，同时集成误码仪和示波器的仪器（运行**Windows**操作系统）。

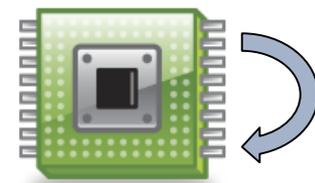
- 1 Pattern Generator产生特定的比特码流，例如. PRBS 码型；信号可以被施加压力



从带压力的Pattern Generator输出



loopback



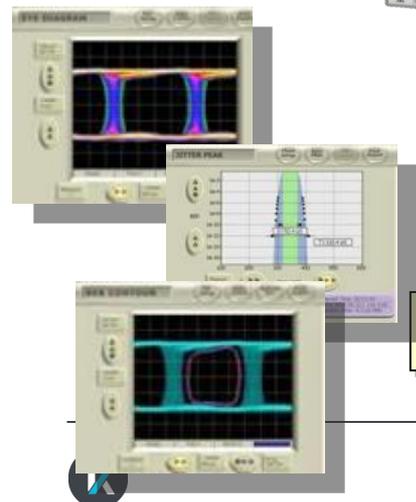
到 Error Detector

被测芯片/被测系统
有源/无源



- 2 比特码流从DUT输出到Error Detector比较以进行BER测量

- 3 也能像示波器一样进行分析



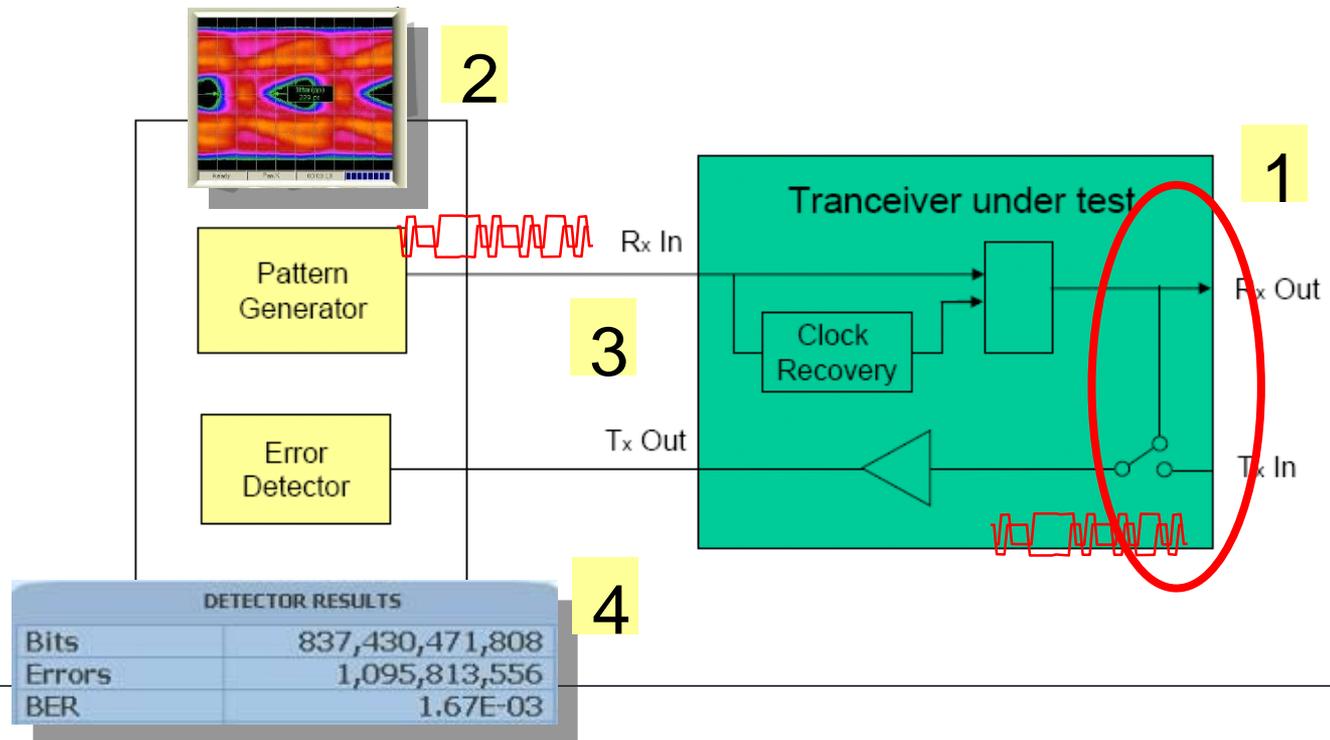
各种高速串行总线对Rx接收端测试的要求

- 无论是针对设计还是生产制造，规范都定义了明确的Rx端测试需求
- 所有标准都要求进行Jitter Tolerance 一致性测试
- 被测设备类型：
 - SerDes
 - Transceivers
 - Multi Media Sink devices
 - Rx devices

| Standard | Data Rate | Jitter Tolerance | Timing Skew | Amplitude Sensitivity | Emphasis |
|-----------------|-----------------------|------------------|-------------|-----------------------|----------|
| SATA Gen 3 | 6 Gb/s | ★ | - | ★ | - |
| PCI Express 2.0 | 5 Gb/s | ★ | ★ | ★ | ★ |
| PCI Express 3.0 | 8 Gb/s | ★ | ★ | ★ | ★ |
| HDMI 1.4 | 0.75 Gb/s to 3.4 Gb/s | ★ | ★ | ★ | - |
| FC 4, 8 G | 4.25 Gb/s to 8.5 Gb/s | ★ | ★ | ★ | ★ |
| DisplayPort | 2.7 Gb/s to 5.4 Gb/s | ★ | ★ | ★ | ★ |
| USB 3.0 | 5 Gb/s | ★ | - | ★ | ★ |

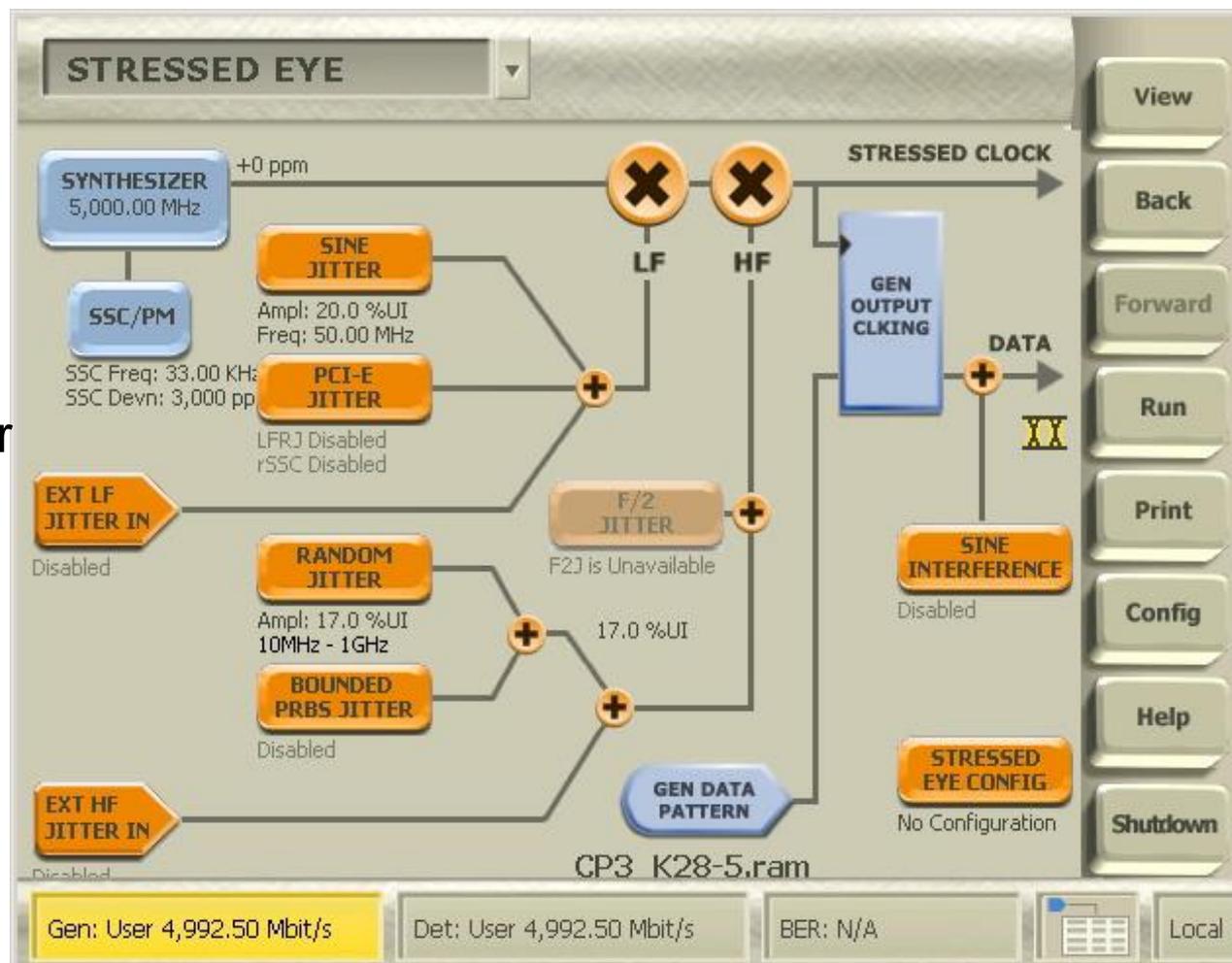
各种高速串行总线对Rx接收端测试的要求

1. 设置DUT进入Loopback模式(Analog/Re-timing)
2. 产生规范要求的抖动分量，在不同的频点上分别产生相应的抖动量
3. 将stressed信号注入DUT Rx
4. 统计DUT Tx端发出的信号的误码率是否达到要求

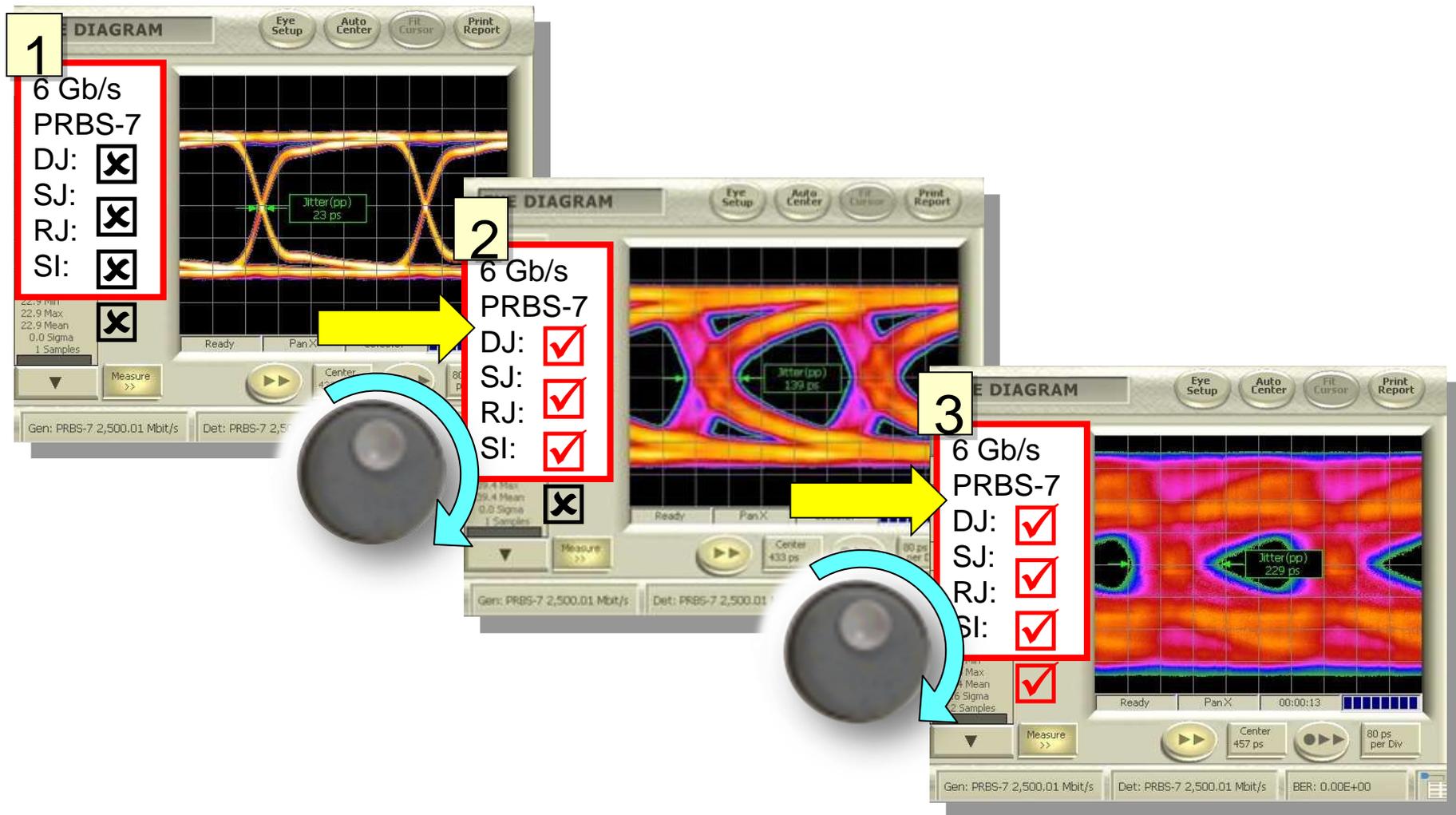


BERTScope产生各种压力类型

- Sine jitter
 - 1KHz~100MHz
 - max.1100ps
- Random jitter
 - $f > 1\text{GHz}$
- Bounded PRBS jitter
- SSC
 - 12,500ppm
- Sine Interference

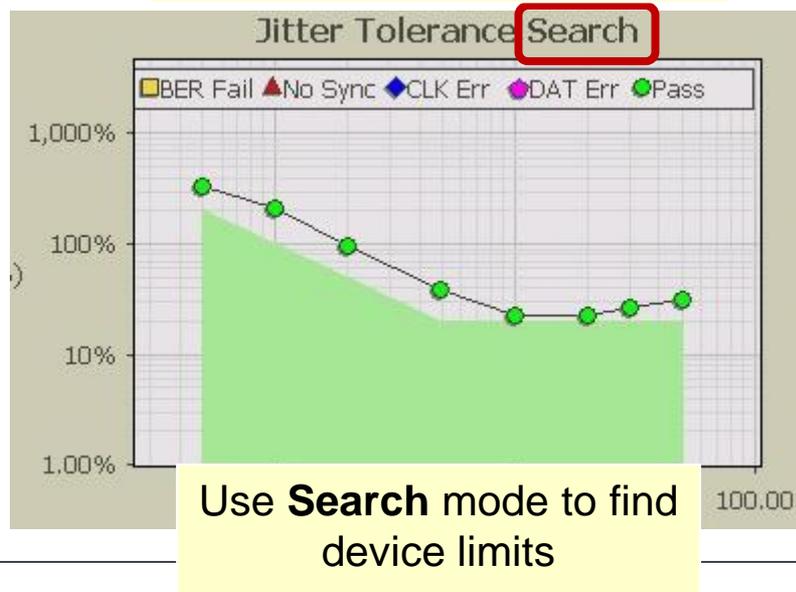
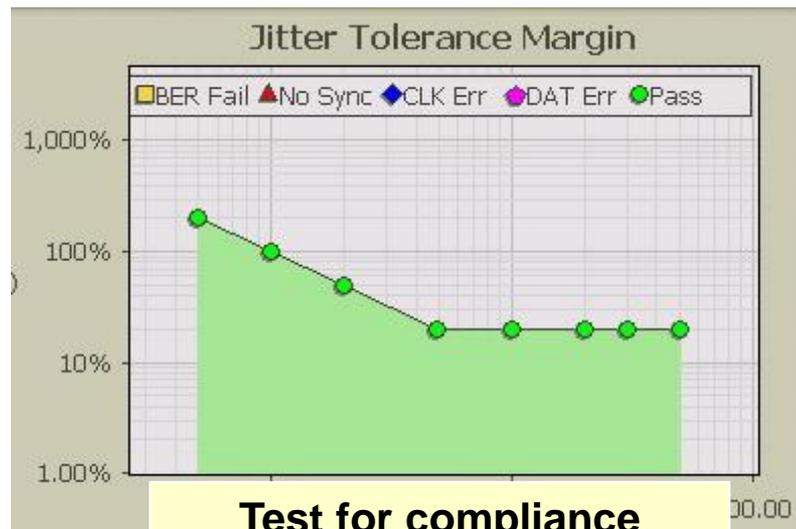


动态改变速率、压力、码型等



自动化Jitter Tolerance一致性测试方案

- ✓ PCIE GEN1,2,3
- ✓ SATA I,II,III
- ✓ USB3
- ✓ Display Port
- ✓ XFP/XFI
- ✓ 10GBase-KR
- ✓ Optical
- ✓ Serial Bus...



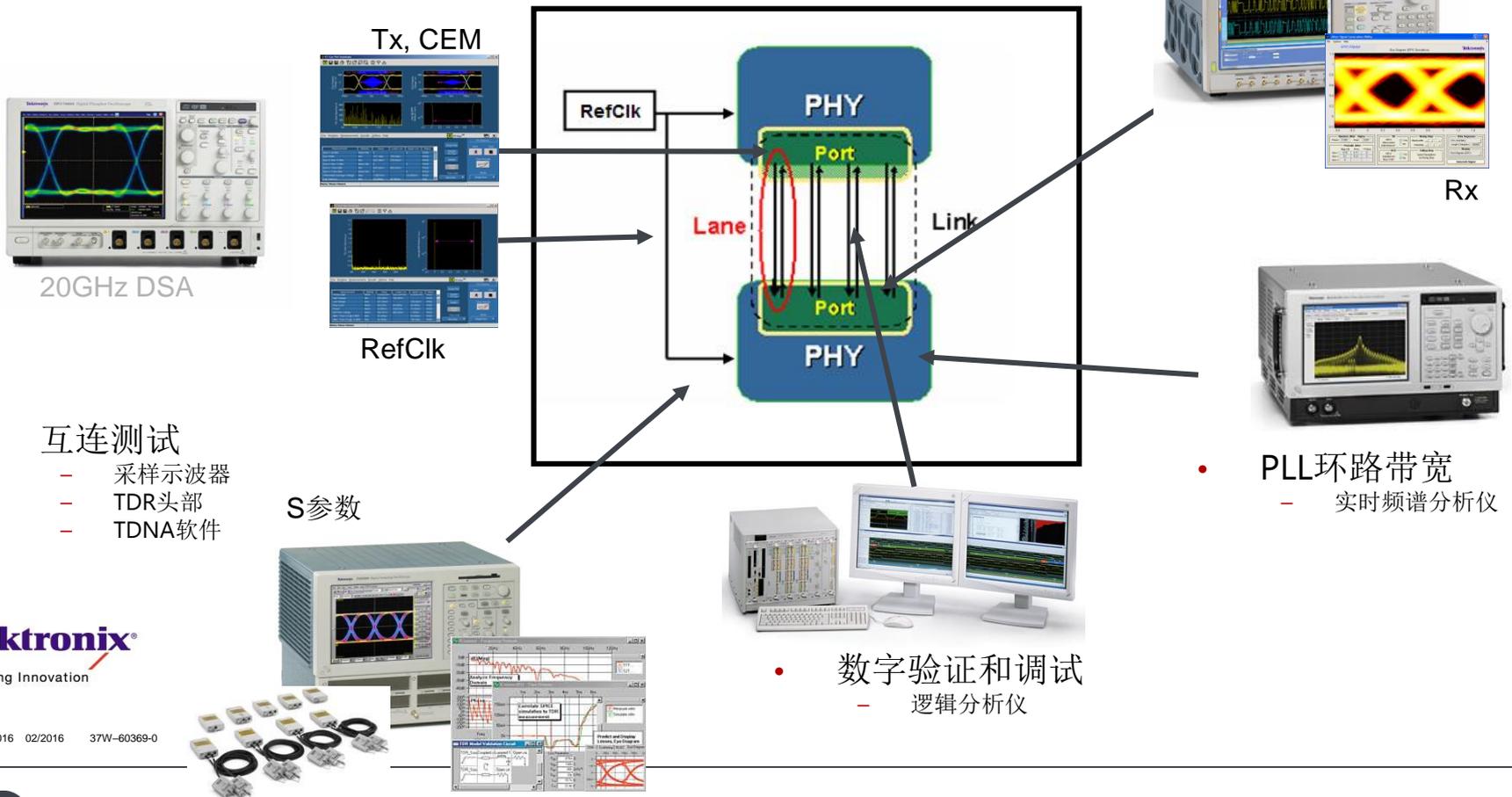
Tektronix针对每一种高速总线提供完整的解决方案

- 发射机信号质量和参考时钟测试

- 4通道实时示波器
- 高带宽SMA差分探头
- 抖动和眼图分析工具

- 接收机测试

- 任意波形发生器
- 抖动合成工具



- 互连测试

- 采样示波器
- TDR头部
- TDNA软件

Tektronix
Enabling Innovation

© 2016 02/2016 37W-60369-0

Telktronix®