

智

抖动、眼图和高速 数字链路分析基础

BY NeuHelium



眼图和抖动/噪声测量简介

眼图测量的操作步骤

抖动测量的操作步骤

抖动/噪声分解的操作步骤

高速数字链路分析基础

BY NeuHelium

什么是数字信号?





数字信号的特征



- 很多原因会导致真实信号与理想数字信号的差异以及信号完整性问题
- 信号完整性就是信号完整未受损,或者说信号在标准的时间内,具
 有稳定的跳变以及有效的逻辑电平





















不脑智能 驱动未来

数字信号的眼图和抖动

数字信号的眼图包含丰富的信息,体
 现数字信号的整体特征,能够很好的
 评估数字信号的品质,因而数字信号
 眼图分析是数字系统信号完整性分析
 的关键之一。

眼图实际上是一系列数字信号的不同
 码型按一定的规律在示波器屏幕上累
 积显示的结果。







眼图的形成

• 眼图形成方法1:	
使用同步时钟触发形成眼图 (如右图)	Data
• 眼图形成方法2:	
仪器从信号中恢复时钟,按时钟 边沿累积显示,形成眼图 (如下图)	Clock







分析波形和分析眼图的区别

- 信号某些位的波形能够很好的反映波形的细节
- 眼图能够体现信号的整体特征
- 某些位波形很好,可以说明数字信号品质没有问题吗?
- 眼图很好,可以说明数字信号品质没有问题吗? (当然可以)





眼图反映出的信号质量(SI)

• 显示发送器的综合特征

- 上升时间和下降时间
- 过冲,下冲和振铃(回沟)
- 占空比
- 抖动和噪声
- 眼图张开度与抖动和 BER相关联
 - 眼图张开越大,表明对噪声和 抖动的容许误差越大;
 - 眼图张开越大,表明接收器判 断灵敏度越好;
 - 眼顶、眼底和转换区域宽表明 接收器判断灵敏度降低







同样的信号可能产生不同的眼图



(1) Good Eye



(2) Incomplete Eye















眼图模板(Mask)测试

- 模板测试是一种优化的制造级测试 (Pass / Fail);
- 大多数情况下,模板测试能代替各种眼图指标的测试;
- 大部分标准都定义了为容易进行一致性测量的模板;
- 模板测试比眼图的各种指标测量更容易,更快捷;
- 模板定义的区域是禁止信号进入的一个区域,有信号进入,说明信号不满足这种模板要求,即Fail。
- 模板测试功能:
 - 自动产生模板,进行有问题波形的捕获
 - 载入标准模版
 - 自定义模版
 - 对于发生违规bit的定位







定义: 信号的某特定时刻相对于其理想时间位置上的短期偏离

参考: Bell Communications Research, Inc (Bellcore), *"Synchrouous Optical Network (SONET) Transport Systems: Common Generic Criteria, TR-253-CORE"*, Issue 2, Rev No. 1, December 1997





抖动的常见术语





抖动的常见术语



- 平均值(mean)
- •标准偏差(standard deviation)
- 峰-峰值(peak to peak)

N Xi $\overline{X} = \overline{i=1}$ Ν

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \overline{x})^2}{N - 1}}$$















• Cycle-to-Cycle Jitter is the first-order difference of the Period Jitter



Types of Jitter (Visualization)





Types of Jitter

– Period Jitter

- Cycle-to-Cycle Jitter
- TIE (Time Interval Error)



• Period Jitter is the first-order difference of the TIE Jitter (plus a constant)

 $P_n = TIE_n - TIE_{n-1} + K$



Types of Jitter (Visualization)



(脑智能 驱动未来





Period	Jitter	= 18.3 ps StdDev	(0.990/1.010/0.980/1.020)
Су-Су	Jitter	= 36.1 ps StdDev	(0.020/-0.030/0.040)
TIE		= 9.6 ps StdDev	(-0.010/0.000/-0.020/0.000)



相位噪声指标的定义



-80dBc/Hz @10Hz offset -90dBc/Hz @ 100Hz offset -105dBc/Hz @1KHz offset -120dBc/Hz @10kHz offset

Get Port of the second second



相位噪声和相位抖动的关系



Phase Jitter = Total rms phase deviation within a specified bandwidth





抖动和相位噪声的关系







抖动的组成结构

抖动分解的目的:

•根据抖动分解结果,依照不 同成分的可能原因 有针对性 的采取措施,减小抖动







- 随机抖动的统计分布是正态(高斯)分布
- 由于是高斯分布,所以随机抖动是无边际的
- 理论上,随机抖动的峰峰值随着测量时间变长而增加
- 随机抖动的衡量参数是均方差RMS(即s)









- 确定性抖动不是高斯分布,通常是有边际的
- 直方图= PDF (概率密度函数)
- 确定性抖动的衡量参数是峰峰值Pk-Pk







周期性抖动PJ

NeuHelium

• TIE vs.time,即时间间隔误差随时间的变化,是一

个重复的, 周期性波形

- 效果相当于调频FM
- 可能的抖动源: 电源的EMI干扰、扩频时钟SSC的 调制信号













• 不适当的判断门限选择





码间干扰ISI

由于链路的有限带宽,抑制了信号中高频成分的通过

- 驱动器 Driver
- 对比器Comparator

• PCB线路与电缆的散射(衰减、损耗、阻抗不连续性导致的反射) 对经常切换的"1,0,1,0,…" 的高频信号,衰减比连续的"1,1,1,1,0,0,0,0,…"的低频信号要来得厉害。所以长的连续不变码到达 更高的电平,在跳变时需要更多的时间才能到达门限电平,导致信号抖动。因为这个抖动的幅度与 码型相关,所以又称码型相关抖动。

由于阻抗不匹配,导致信号反射

- 反射的信号叠加在原来的信号上,导致幅度增加
- 最终使转换电平所耗费的时间更长,从而产生抖动



总体抖动TJ

基于"双狄拉克模型",参考应用指南5989-3206EN

- http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-3206EN.pdf
- 若两个变量是独立的,两个独立变量之和的概率密度函数PDF是两者概率密 度函数的卷积





Neulei

浴盆(Bathtub)曲线

• Bathtub曲线的中部大部分地 受到Rj的影响

- 靠向眼睛交叉点较大地受到 Dj影响
- 在既定的BER水平下,Dj的 Pk-Pk值与Rj的标准 偏差值影 响眼睛的张开度





For a BER = 10^{-12} J_{PP} = 14 $S \cdots 7$ for each tail Then J_{PP} RJ n S or $= n \times J_{rms}^{RJ}$ The Total Jitter (TJ), J_{PP} , for a 10^{-12} BER with Deterministic Jitter is then:

$$\begin{array}{cccc} J^{TJ} & n & J^{RJ} + J^{DJ} \\ 14 & J^{DJ} \\ pp \end{array}$$

This assumes that the Gaussian RJ PDF 'appends' to the DJ PDF

…the Dual Dirac Assumption

Limit	BER Level
2σ (±1σ)	0.16
40 (±20)	2.28 x10 ⁻²
6σ (±3σ)	1.35 x10-3
80 (±40)	0.32 x10 ⁻⁴
10o (±5o)	2.87 x10-7
12ơ (±6ơ)	0.98 x10 ⁻⁹
14o (±7o)	1.28 x10 ⁻¹²
16ơ (±8ơ)	0.62 x10 ⁻¹⁵
18o (±9o)	1.13 x10 ⁻¹⁹
20o (±10o)	0.77 x10 ⁻²³
BER Level	Scaling factors
1x10 ⁻³	6.18
1x10 ⁻⁴	7.438
1x10 ⁻⁵	8.53
1x10 ⁻⁶	9.507
1x10 ⁻⁷	10.399
1x10 ⁻⁸	11.224
1x10 ⁻⁹	11.996
1x10-10	12.723
1x10-11	13.412
1x10-12	14.069
1x10 ⁻¹³	14 698
	111000
1x10 ⁻¹⁴	15.301



抖动测试分析方案

EZJIT 通用抖动分析软件

- Single-Source
- Period
- Frequency
- Positive/Negative pulse width
- Duty cycle
- Rise/Fall time
- Dual-source
- Setup/Hold time
- Phase
- Clock
- Time-interval error (TIE)
- Cycle-to-cycle jitter
- N-cycle jitter
- Cycle-cycle positive/negative pulse width
- Cycle-cycle duty cycle
- Data
- Time-interval error (TIE)
- Data rate
- Unit Interval

EZJIT+高级抖动分析软件

- RJ/DJ Separation Components
 - Random jitter (RJ)
 - Deterministic jitter (DJ)
 - Data-dependent jitter
 - Inter-symbol interference(ISI)
 - Duty cycle distortion (DCD)
 - Periodic jitter
 - Total jitter at user-selectable bit error rate
- Display Views
 - RJ/PJ histogram
 - TJ histogram
 - DDJ histogram
 - Composite histogram (TJ, DDJ, RJ/PJ)
 - Jitter spectrum (zoomable)
 - DDJ vs. bit (for repeating patterns)
 - Bathtub curve (eye-opening vs. BER)
 - • •
EZJIT 软件

基本抖动分析

- 支持丰富的参数测量与分析
- 实时显示参数的趋势、直方图及频谱
- Infiniium示波器独有的深存储特性可以捕获低频抖动



利用EZJIT软件的趋势与直方图显 示,确定被测信号中所包含的扩频 时钟(SSC)特性。



EZJIT Plus 软件

高级抖动分解

- 支持对周期性及非周期性(任意)码型执行抖动分解
- Spectral 和 Tail Fit 两种算法,实现对随机抖动的精确分离
- 丰富的分析图示,展现抖动分解的深层次信息
 - Composite jitter histogram
 - Jitter BER bathtub
 - TJ histogram
 - RJ/PJ threshold
 - PJ threshold
 - DDJ vs. bit
 - ISI filter
 - Tail fit versus spectral bathtub
 - RJ/PJ spectrum
 - DDJ histogram







EZJIT Plus软件的高级设置

• 码型长度设置

- EZJIT Plus软件在Periodic(周期性码型)模式下最多支持2²³长度。
- 超过2²³长度的周期性码型,以及非周期性码型,均应使用Arbitrary(任意码型长度)模式

• Arbitrary模式下ISI滤波器的设置

- 跳变ISI滤波器,指定对于当前比特,其之前的(Leading),以及之后的(Lagging)各多少个比特产生的ISI会被用于计算在该比特上观察到的ISI。
- 参考应用指南5989-4974EN (<u>http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-4974EN.pdf</u>)

• RJ Bandwidth设置

- 分离RJ/PJ时,对于RJ/PJ频谱上噪声谱的判定方法。
- 参考应用指南5989-5056EN (<u>http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-5056EN.pdf</u>)



串扰问题

NeuHelïum





串扰导致的抖动分离难题(1/2)

如果存在线路间串扰引发的抖动,抖动分解的难点在于如何在这种情况下,仍然能够正确的将抖动分解为不同的组成成分。





串扰导致的抖动分离难题(2/2)

但如果存在串扰呢?





利用Tailfit 算法分离RJ/DJ 即使存在串扰,也可以准确提供抖动分离结果





EZJIT抖动与噪声分析软件集





类 脑 智 能 驱 动 未 来

EZJIT Complete 软件

在Infiniium示波器上增加垂直噪声分析功能

-提供实时示波器业界最完整的抖动及噪声分析功能





为什么需要时钟恢复 数字信号的很多测试测量都需要时钟信息

• 实时眼图及眼图模板测试
• 抖动测试
• 数据的串行协议解码

• 串行数据的码型触发







基于软件的时钟恢复

除了被测件直接提供时钟外,也可以采用软件的方式恢复时钟,典型的软件时钟恢复方法有如下几种:

• 常频方式

- 可以得到被测信号在所有频率上的所有抖动成分
- 实例: SSC(扩频时钟)特性、链路发送端测试
- PLL(锁相环路)
 - 模拟链路接收端通过硬件PLL恢复时钟后看到的抖动成分

• 外时钟恢复

• 被测信号没有使用嵌入式时钟而是具有显性时钟信号

• 特殊方式

• 实例: PCI Express时钟恢复方式



PLL带宽对抖动测量的影响

抖动传递函数JTF:恢复时钟中的抖动与输入信号中抖动之比





PLL带宽对抖动测量的影响示例



不脑智能 驱动未来

时钟恢复环路的JTF与OJTF

- 为链路的接收机提供恢复的时钟
- 决定了系统的抖动
- 链路规范定义了时钟恢复环路的阶数、带宽、峰值或阻尼因子



PLL带宽设置参考建议

若采用PLL方式做时钟恢复,PLL带宽设置的通常优选顺序:

- 总线的规范要求
- 接收端的硬件实现参数
- 若以上两点都不具备,可参照经验公式
 4Gb/s以下速率:速率/1667
 4~10Gb/s速率:速率/2500
 - 1 Gb Fiber Channel: <= 637 KHz
 1 Gb Ethernet: <= 750 KHz
 - 10 Gb En 3.125 x 4 lane: <= 1.85 MHz
 - 10 Gb Ethernet <= 4 MHz

不同的数据速率对应不同的PLL环路带宽设定

使用唯一设定来测试不同的信号,会产生不恰当的结果



是德科技SDA软件支持灵活的时钟恢复

根据测试需求选择合适的方法--必须注意JTF与OJTF之间的差异

Clock recovery applies to proto data analysis, Rj/Dj, and TIE j	col decode, real time eye, serial itter measurements.
Clock Recovery Applies To $-$	
All Waveforms	
Individual Waveforms	
reset	
Custom	
lock Recovery Method	
Constant Frequency	
Constant Frequency	
First Order PLL	Fully Automatic
Second Order PLL	Semi-Automatic
Explicit Clock	🔵 Manual
Explicit First Order PLL	
Explicit Second Order PLL	e nominal data rate will be ni-Automatic is selected, the
Equalized First Order PLL	ined based upon the given data
Equalized Second Order PLL Fibre Channel	ominal data rate you provide is
FlexBay	
	erred. Use Semi-Automatic when
	_y jitter exist.
Adva	anced







眼图和抖动/噪声测量简介

眼图测量的操作步骤

抖动测量的操作步骤

抖动/噪声分解的操作步骤

高速数字链路分析基础

BY NeuHelium



在Infiniium示波器v5.00及以上版本软件中提供

- 在示波器Analyzer菜单选择Quick Eye Diagram-->相应的通道,即可快速 显示信号的眼图。
- 需要注意,软件默认采用Golden PLL锁相环的时钟恢复方式。如有需要, 可在此基础上修改时钟恢 复设置。



脑智能 驱动未来

步骤1: 启动SDA选件

- 启动示波器,将被测信号通过探头或测试电缆连接至示波器。
- 点击是德科技Infiniium系列示波器的Analyze菜单。
- 选择RTEye/Clock Recovery(SDA)…, 弹出一个新的对话框。





步骤2: 启动SDA向导

• 最新的SDA支持针对不同通道波形进行单独的眼图设置。本教材以最简单的单一眼图示例。

- 在弹出的Serial Data Analysis对话框中,选择左上角的Setup Wizard…即串行数据分析设置向导按钮。
- 出现一个新的对话框,即向导对话框,该向导将引导用户一步步完成相关的设置。
- 选择下方的Next按钮,进入下一个界面。

Serial Data Anal	ysis		🔅 ? 🗙	Serial Data Wizard	?
Setup Wizard.				Clock Recovery	This Wizard will help you to quickly perform serial data analysis on your Infiniium Oscilloscope by walking you through all of the necessary steps.
Waveform R	leal-Time Eye Threshow	Ciuck Perovery	TIE Meas	Thresholds Time Interval Measurement	Mask Test from the main menu. Loading a mask will perform all of the setup required.
Channel 1	Setup 10, 50, 90% of Top, Base	Constant Trequency	Add	Real-Time Eye Display Clock Acquisition	press the Cancel button at the bottom of a page. To begin setting up serial data analysis, click the Next button.
Display Recove	Vortical				
Source	O Automatic O Manual				
Channel 1	Scale Offset [8.00000 V/ 0.0 V				
					Cancel < Back Next > Finish



在时钟恢复设置中:

- 首先选择进行眼图测试的信号通道。可以是示波器的输入通道、内部存储区或者是函数运算结果
- 其次选择时钟恢复方法,下拉列表中有很多种恢复方法,请参照关于
 各种方法的介绍。此处的选择会影响到下一个界面的内容。
- 可以对信号进行垂直方向上的自动定标,从而更有效利用示波器的垂直分辨率,提高测试精度

Serial Data Wizard		选择进行眼图测试	Constant Frequency	
Clock Recovery	Select the data signal to analyze.	的信号通道	Constant Frequency	
Thresholds	Select the clock recovery method. If you are unsur	o which clock recovery	First Order PLL	
Time Interval	method to use, select Constant Frequency.	选择时钟恢复方式,	Second Order PLL	
Real-Time Eye	Constant Frequency	影响到下一个界面	Explicit Clock	
Display Clock	Autoscale vertical will optimize the vertical scale fo		Explicit First Order PL	
Acquisition	Autoscale vertical	可选择讲行垂直	Explicit Second Order PLL	
		方向上的自动定标	Equalized First Order PLL	
			Equalized Second Order PLL	
			Fibre Channel	
			FlexRay	
	Cancel < Back	K Next > Finish	MIPI M-PHY PWM	

步骤4:时钟恢复参数设置

• 根据时钟恢复方法的选择不同,相应设置各方法所需要的参数

- 常频方式: 信号速率、常频锁定方式
- 一阶PLL方式: 信号速率、PLL环路带宽或速率/环路带宽比
- 二阶PLL方式: 信号速率、PLL环路带宽、阻尼因子

Serial Data Wizard	Serial Data Wizard	Serial Data Wizard ?
Clock Recovery If Fully Automatic is selected, the nominal data rate will automatically be determined. If Semi-Automatic is selected the nominal data rate will be determined. If Semi-Automatic is selected the nominal data rate will be determined. If Semi-Automatic is selected, the nominal data rate you provide is used. Time hierarel Fully automatic is generally preferred. Use Semi-Automatic when large quantities of high frequency jitter exist. Real-Time Eye O Fully Automatic Display Clock Semi-Automatic Acquisition Semi-Automatic Manual Enter the nominal data rate of your signal. 2.500000000 Gb/s Y I Automatic	Clock Recovery Enter the nominal data rate of your signal. Thresholds Enter the loop bandwidth for the PLL clock emulation. This is the frequency, below which the clock is expected to track. This is typically the data rate divided by 1667. Real-Time Eye 1.500 MHz Display Clock Loop Bandwidth Divisor Acquisition 1.66700 k	Clock Recovery Enter the nominal data rate of your signal. Clock Recovery 2.500000000 Gb/s Thresholds The clock is expected to track. This is the frequency, below which the clock is expected to track. This is typically the data rate divided by 1667. Real-Time Eye 1.500 MHz Display Clock Enter the damping factor for the second order PLL. 1.00 Y
Cancel < Back Next > Finish	Cancel < Back Next > Finish	Cancel < Back Next > Finish









步骤5:设置信号阈值门限

• 设置信号Threshold,通常选择50%的Vp-p,可以点击Auto Set

Thresholds按钮由软件自动设置。

• 设定Hysteresis(磁滞)可减小由于噪声等原因引起的虚假信号跳变沿,可以 直接采用软件的缺省数值。

erial Data Wizard	?
Clock Recovery Thresholds Time Interval Measurement Real-Time Eye Display Clock Acquisition	Set the receiver switching threshold or the level that the clock switches. Adding hysteresis will prevent false edges due to noise. Source Channel 1 Auto set thresholds Threshold 0.0 V Hysteresis +/-25.8397 mV
	Cancel < Back Next > Finish





- 可选择在进行实时眼图测试的同时,是否进行TIE的参数测量
 - 根据需要选择打开或者不打开TIE测量
 - 若选择进行TIE测量,可选择测量结果显示为绝对时间(秒)或相对时间(UI)

Serial Data Wizard	?
Clock Recovery	Turn on a Time Interval Error ✓ measurement relative to the
Thresholds	recovered clock (Data TIE)
Time Interval Measurement	
Real-Time Eye	
Display Clock	
Acquisition	
	Cancel < Back Next > Finish



步骤7:设置实时眼图测试

- 选择实时眼图显示。
- 可以根据需要勾选Fast, Worse Case Only选项进行快速眼图测试
- 点击Next按钮,出现设置眼图所包含比特的界面





步骤8:设置是否显示恢复的时钟

根据需要,可选择显示或不显示软件恢复出来的时钟。





步骤9:设置示波器的捕获参数

- 设置示波器的相关捕获参数,包括采样率、存储深度和水平时基设置等。
- 通常可直接采用软件的缺省数值。

erial Data Wizard	?
Clock Recovery Thresholds	Based upon the specified loop bandwidth, it will take 3.33 µs for the clock to lock to the data. It is recommended that you fix the sample rate to 20.0 GSa/s and set the memory depth to 100 kpoints.
Time Interval Measurement	100.000 kpts Fast Update
Real-Time Eye Display Clock	Sample Rate
Acquisition	20.0 GSa/s 外面 外面 外面 当采用PLL时钟恢复方式时,软件需要 段时间以使时钟锁定到数据上,此处 有相应的提示。
	Cancel < Back Next > Finish



设置完成,点击下方的Finish按钮退出向导。

erial Data Wizard	?
Clock Recovery	Congratulations! You have set up Infiniium to analyze serial data. Click the Finish button to apply your settings.
Thresholds	
Time Interval Measurement	
Real-Time Eye	
Display Clock	
Acquisition	
	Cancel < Back Next > Finish



步骤11:显示眼图

- 利用眼图设置向导完成设置,默认的显示布局分为2个网格,上部网格为信号波形,下部网格为信号眼图。
- 可根据需要修改显示设置,变更为仅显示信号的眼图





脑智能 驱动未



步骤12: 眼图参数测量

- 点击Measure菜单下Add Measurement…,打开添加测量对话框
- 在测量分类中选择Eye,右侧列出眼图相关的自动参数测量,包括眼高、 眼宽、抖动等。
- 选中所需的测量项,点击Apply按钮即可添加测量。





脑智能驱动未来

步骤13: 启动眼图模板测试

- 在Analyze菜单下选择Mask Test…,可以打开模板测试对话框
- 支持引导模板文件进行模板测试
- 支持设置模板测试的停止条件



步骤14:选择眼图模板

- 在Mask Test对话框中,勾选左上角的Enable
- 点击其下方的Load Mask…按钮,打开Load Mask对话框。
- 选择导入软件自带的模板文件,也可以自己定义新的模板。





步骤15: 自定义眼图模板





步骤16: 眼图模板测试

编号





步骤17: 展开模板违规的眼图

- 暂停示波器的捕获(注意,此处不是暂停模板测试),可展开查看最后一次捕获的波形中,模板违规的细节。
- 从Analysis菜单下再次打开Mask Test对话框,点击其右下角处的Unfold Real Time Eye…按钮,弹出一个新的对话框。
- 在新对话框中,点击Position to First Failure,跳至第一个模板违规的比特位。





步骤18: 浏览模板违规的比特

- 可根据需要逐个查看模板违规的比特。
- 通过调整时基设置,可以查看其前后波形,分析造成违规原因




眼图和抖动/噪声测量简介

眼图测量的操作步骤

抖动测量的操作步骤

抖动/噪声分解的操作步骤

高速数字链路分析基础

BY NeuHelium

类脑智能驱动未来

快速抖动测量功能

在Infiniium示波器v5.00及以上版本软件中提供

- 在示波器Analyzer菜单选择Quick Jitter-->相应的通道,即可快速显示信号 的抖动和抖动分解结果。
- 需要注意,软件默认采用Golden PLL 锁相环的时钟恢复方式。如有需要, 可在此基础上修改 时钟恢复设置。

















步骤1: 启动抖动分析软件

- 启动示波器,将被测信号通过探头或测试电缆连接至示波器。
- 点击是德科技Infiniium系列示波器的Analyze菜单。
- 选择MeasurementAnalysis(EZJIT)…, 弹出一个新的对话框。





步骤2: 启动抖动分析设置向导

- 在弹出的Measurement Analysis(EZJIT)对话框中,选择左上角的SetupWizard…即抖动分析设置 向导按钮。
- 出现一个新的对话框,即向导对话框,该向导将引导用户一步步完成相关的设置。
- 选择下方的Next按钮,进入下一个界面。

(easurement Analysis (EZJIT)	Measurement Analysis (EZJIT) Wizard
Setup Wizard Select Measurement to Analyze None Add Measurement Measure All Edges To analyze measurements, the scope must measure all edges in the waveform. This may impact performance. Select Type of Analysis Histogram Trend	General Setup This Wizard will help you to quickly set up a jitter measurement on your Infiniium Oscilloscope by walking you through all of the necessary steps. Measurement Any selections or changes you make in the wizard will be undone if you press the Cancel button at the bottom of a page. Thresholds To begin setting up your jitter measurement, click the Next button. Measurement Measurement Histogram Measurement Measurement Thistogram Measurement Thistogram Measurement The goal Measurement Thistogram Measurement Thistogram <



步骤3:优化示波器的基础设置

进行抖动测试时,通常需要优化示波器的基本设置,以优化抖动测量的性能。通常采用软件的缺省设定即可。



步骤4:选择要测试的抖动项目

- 点击Select Measurement to Analysis右侧的箭头图标,打开下拉列表,选择 所需的测试项目
- 如果所需的测试项目并未激活,可以点击Add Measurement按钮添加
- 后面说明以添加Data TIE测试项并进行分析为例,其他的测试项类似





步骤5: 根据测试项配置测试参数

- 以添加测试项Data TIE为例:
 - 选择测试信号的通道及结果的表征方法
 - 点击Clock Recovery…按钮,设置时钟恢复方法及参数
 - 点击TIE Filter…按钮,可选择使用TIE滤波器
- 选择的测试项目不同,此处需要配置的参数有可能不同。





步骤6:设置电压阈值门限

• 设置信号的电压阈值信息



步骤7:设置抖动的直方图显示

• 选择是否要进行抖动结果的直方图显示





步骤8: 设置抖动的趋势图显示

• 选择是否进行抖动结果趋势图(即抖动与时间关系)的显示

• 选择是否对显示的趋势图做平滑处理,以及平滑的点数





步骤9:设置抖动的频谱显示

• 选择是否要进行抖动结果的频谱显示





- 设置完成,点击下方的Finish按钮退出向导
- 在MeasurementAnalysis(EZJIT)对话框中点击右上角的Close按钮,关闭对话框

Measurement Analysis (EZJIT) Wizard	Measurement Analysis (EZJIT)
Congratulations! You have set up Infiniium to perform jitter analysis. Click the Finish button to apply your settings.	Setup Wizard
Measurement Selection	Add Measurement
Thresholds	✓ Measure All Edges
Histogram	To analyze measurements, the scope must measure and edges in the waveform. This may impact performance.
Measurement Trend	Select Type of Analysis
Jitter Spectrum	Histogram Spectrum
Congratulations Cancel < Back Next > Finish	Histogram Ferd Spectrum Settings Window Hansing Vertical Scale Linear Pessolution BW 15.50 MHz Vertical Scale Linear Pessolution BW 15.50 MHz Vertical Scale Linear Perevency Scale Sc



步骤11:显示抖动测量结果





眼图和抖动/噪声测量简介

眼图测量的操作步骤

抖动测量的操作步骤

抖动/噪声分解的操作步骤

高速数字链路分析基础

BY NeuHelium

步骤1: 启动抖动/噪声分解软件

- 启动示波器,将被测信号通过探头或测试电缆连接至示波器。
- 点击是德科技Infiniium系列示波器的Analyze菜单。
- 选择Jitter/Noise(EZJIT Complete)…, 弹出一个新的对话框。





步骤2: 启动抖动/噪声分解设置向导

- 在弹出的Jitter对话框中,选择左上角的Setup Wizard…即抖动/噪声分解 设置 向导按钮。
- 出现一个新的对话框,即向导对话框,该向导将用户大家一步步完成相关的设置。
- 选择下方的Next按钮,进入下一个界面。





步骤3:优化示波器的基础设置

• 进行抖动测试时,通常需要优化示波器的基本设置,以优化抖动测量的性能。通常采用软件的缺省 设定即可。



步骤4:选择测试类型

- EZJIT Complete支持进行抖动和噪声的分解,
- RJ和RN的分解,支持Spectral和TailFit两种算法,更好应对串扰场景



步骤5:选择测试信号及测试项目

• 在Measurement部分,选择抖动的测试项目

- TIE: 首先需要做时钟恢复,再比较数据与恢复的时钟
- Period/N-UnitInterval: 无需做时钟恢复
- 设置测试所评估的信号跳变沿,是上升沿、下降沿还是双沿





步骤6: 设置测试参数

• 设置相关的测试参数。测试信号的码型可以是周期码型(如PRBS或其他 重复的码型),也可以是 任意码型



智能 驱动未

步骤7:设置时钟恢复方法及参数

• 时钟恢复方法及参数设定,参考眼图测试部分的说明

EZJit Complete Wiza	ard
	Setup clock recovery. Clock recovery applies to high speed serial data analysis. R1 D1 and TTF jitter measurements.
General Setup	
Measurement Type	
Source Type	Constant Frequency
Measurement Setup	With Fully Automatic the data rate will automatically be determined. With Semi-Automatic the data rate is determined based upon the given data
Clock Recovery	rate. With Manual the data rate you provide is used.
Thresholds	Fully Automatic is generally preferred. Use Semi-Automatic with large quantities of high frequency litter.
Acquisition	Semi-Automatic Manual
Calibration	
	Nominal Data Rate
	2.50000000 Gb/s
	Cancel < Back Next > Finish

步骤8:设置电压阈值门限

• 设置信号的电压阈值信息

EZJit Complete Wiza	rd	?
General Setup	Set the voltage level where you want measurements made. Adding hysteresis will prevent false edges due to noise.	
Source Type Measurement	 All Waveforms Individual Waveforms 	选择电压门限设定 所对应的信号通道
Setup Clock Recovery	Level Source Channel 1	
Thresholds Acquisition Calibration	Auto set thresholds	设置信号Threshold, 通常选择50%的Vp-p。
	Threshold Level	
	Hysteresis +/-22.3100 mV	设定Hysteresis(滞后)可 减 小由于噪声等原因引起 的虚 假信号跳变沿,可直 接采用 软件的缺省数值。
	Cancel < Back Next >	Finish



步骤9: 设置示波器采样率和存储深度

• 设置示波器的采样速率和存储深度

ZJit Complete Wiza	ard	?
General Setup	Set the memory depth and sample rate. Set maximum sample rate Memory Double	可选设置示波器工作 在 最大支持采样率下
Measurement Type	Memory Depth	
Source Type	Calculate	
Measurement Setup	🗌 🔘 Manual 🛛 💦 🦟	设置示波器的存储深度:
Clock Recovery	Track Timebase (Automatic)	•基于计算得到
Thresholds		•跟踪时基设置(自动设置)
Acquisition		•手动输入
Calibration		
	Cancel < E	Back Next > Finish

步骤10:设置示波器采样率和存储深度

 EZJIT Complete支持通过直接测试,获取本台示波器在当前垂直灵敏度设置下的随机噪声, 并将其从抖动/噪声分解得到的随机抖动/随机噪声分量中扣除掉,从而得到对被测信号的更 为精确的表征。

EZJit Complete Wizz General Setup Measurement Type	Ard You may measure the scope's random noise at the current vertical sensitivity and cal out this value from the reported random jitter and noise. Calibrate	Jitter	isconnect the signal from Channel 1.
Source Type Measurement Setup	Remove scope random jitter		OK Cancel
Clock Recovery Thresholds Acquisition Calibration	● Automatic Scope RJ(rms) ● Manual 200 fs ≥ 200 fs ▼ Noise ■ ■ Remove scope random noise Scope Level 1 RNrms 50 µV ▼ Scope Level 0 RNrms ▼ 50 µV ▼	Ezeli Complete Wize General Setup Measurement Type Source Type Measurement Setup Clock Recovery Thresholds Acquisition	rd ? You may measure the scope's random noise at the current vertical sensitivity and cal out this value from the reported random jitter and noise Re-calibrate Remove scope random jitter • Off • Automatic • Manual Scope RJ(rms) 200 fs
	Cancel < Back Next > Finish Calibration Complete You may now reconnect your signal to Channel 1. OK	Calibration	Nolse Remove scope random noise Scope Level 1 RNrms 1.88 mV Scope Level 0 RNrms 1.90 mV Cancel < Back Next > Finish





- 设置完成,点击下方的Finish按钮退出向导
- 在Jitter/Noise Setup对话框中点击右上角的Close按钮,关闭对话框









步骤12: 显示抖动分解结果



步骤13:显示噪声分解结果



能 区 动 未



步骤14: 结果分析(1)——DDJ vs. Bit

• 表示周期性数据中的每一个bit贡献的抖动分量大小

- 正数值结果意味着信号跳变沿比预期出现的时刻晚到
- 意义: 表征码型或码型中的哪些比特最易产生传送错误





步骤14: 结果分析(2)——DDJ Histogram

- 表示数据上升沿、下降沿以及双沿的DDJ分布直方图结果
- 根据DDJ vs Bit的结果计算得到
- 意义: 表征在总体测试抖动中ISI及DCD所占的部分





步骤14: 结果分析(3)——TJ Histogram

- 总体测量抖动的直方图,同时显示出DDJ的直方图以及RJ/PJ的直方图
- 意义:比较DDJ及RJ/PJ对于TJ的不同贡献程度





步骤14: 结果分析(4)——RJ,PJ Spectrum

- 表示RJ/DJ分量在频域上的分布
- PJ表现为频域上的离散脉冲,RJ表现为基底噪声
- 意义: 表征PJ的频率信息





步骤14: 结果分析(5)——BER Bathtub

• 表示不同的BER水平所对应的数据有效时间窗口

- 左右轨迹都包括实测结果及根据双狄拉克模型外推的结果
- 意义: 同样BER水平, 数据有效时间窗口越大, 信号越好





眼图和抖动分析相关视频

	高速串行总线的物理层一致性测试漫谈(上)	
	高速串行总线的物理层一致性测试漫谈(下)	
>	抖动、眼图测试基础知识 - 时钟恢复基础讲解	
	抖动、眼图测试基础知识 - 时钟恢复演示	
>	抖动、眼图测试基础知识 - 抖动分解基础知识	
	抖动、眼图测试基础知识 - 抖动分解实际操作	
	如何使用示波器分析串扰问题	
	眼图分析与测量详解	
	抖动基础知识与测量方法	







眼图和抖动/噪声测量简介

眼图测量的操作步骤

抖动测量的操作步骤

抖动/噪声分解的操作步骤

高速数字链路分析基础

BY NeuHelium

典型的高速串行数字传输链路



对于数据速率越来越高的高速串行数字信号来说,信号的传输通道带宽限制 对信号的影响越来越大,测量 中也需要考虑到传输通道对信号的影响并进行 补偿。

另外很多高速总线会在发送端采用预加重技术、在接收端采用均衡技术,相应地,测量软件也要能模拟出这些电路对信号的影响。


高速串行总线中的一些常用术语

- 去嵌入(De-Embedding):
 - 一种测量技术,用于消除传输通道或者测量通道对信号的影响的。
- 嵌入(Embedding):

和去嵌入相反,是一种加入传输通道或测量通道对信号的影响的测量技术。

• 预加重(Pre-Emphasis,有时也叫去加重De-Emphasis):

一种在发送端对传输通道对信号高频分量进行提升从而改善信号传输质量的技术,可以单独使用也可以和均衡配合使用。

• 均衡 (Equalization):

和预加重对应,是一种在接收端对传输通道对信号的影响进行补偿从而改善实际接收到的信号质量的 技术。



去嵌、嵌入技术的典型应用场合



去嵌入技术用于在测量中移除传输通道如电缆、夹具或PCB等对信号的影响,从而模拟出信号通过传输通道之前的波形。在Keysight的N5465A InfininiiSim软件里选择Remove Insertion Loss是典型的去嵌入操作。



Keysight N5465A InfiniiSim 软件

主要功能:

1、消除通道插损影响

- 2、模拟通道插损影响
- 3、消除通道的所有影响
- 4、模拟通道的所有影响
- 5、测量点更换
- 6、消除探头影响
- 7、通用自定义设置

InfiniiSim分为Basic和Advanced两个选件,Basic选件支持前2 个功能,Advanced支持所有功能。本操作指南以Basic选件为 例,Advanced选件支持多级的嵌入和去嵌入操作,并可以对 由于匹配造成的反射进行补偿,使用方法与 Basic选件类似。





Keysight N5465A InfiniiSim 软件使用准备

A、Keysight 9000/90000X/S/V示波器,且示波器里有N5465AInfiniiSim选件的license

B、有相应通道或探头的参数模型文件(常用的为S参数文件,可以用矢量网络分析仪测 量或者用软件仿真得到)



S-Parame

	24 inch SMA to mini SMP 1601 pts.s2p - Notepad
	<u>File Edit Format View H</u> elp
	<pre>!Agilent Technologies,N5230A,MY46401153,A.07.50.26 !Agilent N5230A: A.07.50.26 !Date: Thursday, June 12, 2008 23:55:37 !Correction: S11(Full 2 Port(1,2)) !S21(Full 2 Port(1,2)) !S12(Full 2 Port(1,2)) !S22(Full 2 Port(1,2)) !S22(Full 2 Port(1,2)) !S2P File: Measurements: S11, S21, S12, S22: # Hars de D.50</pre>
	<pre># 12 5 00 K 599 10000000 -4.195996e+001 4.409458e+000 -7.298202e-002 -1.138447e+001 -5 22493750 -3.939143e+001 -2.410553e+001 -1.039954e-001 -2.522237e+001 - 4987500 -3.768245e+001 -5.775958e+001 -1.267995e-001 -3.912615e+001 - 47481250 -3.597635e+001 -8.500207e+001 -1.427723e-001 -5.295868e+001 - 59975000 -3.452669e+001 -1.062504e+002 -1.590464e-001 -6.676889e+001 - 72468750 -3.326657e+001 -1.271256e+002 -1.752049e-001 -8.057698e+001 - 84962500 -3.297323e+001 -1.463891e+002 -1.854530e-001 -9.439557e+001 -</pre>
CY.	97456250 -3.318497e+001 -1.650395e+002 -1.965071e-001 -1.081826e+002 - 109950000 -3.340539e+001 1.741319e+002 -2.097243e-001 -1.219866e+002 - 122443750 -3.361038e+001 1.543587e+002 -2.204596e-001 -1.357501e+002 -
	134937500 -3.4307230+001 1.3553430+002 -2.3306150-001 -1.4952150+002 - 1474312507-3.5082750+001 1.1836090+002 -2.4185070-001 -1.6331620+002 - 159925000 -3.7493270+001 9.2594660+001 -2.4827860-001 -1.7708690+002 - 172418750 4.4922790+001 6.0772120+001 -2.5494910-001 1.6912780+002 -2
eters	184913500 -4.385938e+001 1.568886e+001 -2.684349e-001 1.553751e+002 -2 197406250 -4.204402e+001 -4.279731e+001 -2.746802e-001 1.415938e+002 - 20000000 - 4.204002e+001 -4.279731e+001 -2.746802e-001 1.415938e+002 -
	203900000 -3.913009e+001 -7.907590e+001 -2.817377e-001 1.278247e+002 - 222393750 -3.684068e+001 -1.055521e+002 -2.912283e-001 1.140687e+002 - 234887500 -3.492792e+001 -1.301032e+002 -3.031353e-001 1.002711e+002 - 247381250 -3.325851e+001 -1.515286e+002 -3.063174e-001 8.648949e+001 - 259875000 -3.162849e+001 -1.716050e+002 -3.207802e-001 7.275571e+001 - 272368750 -3.060545e+001 1.714100e+002 -3.288030e-001 5.900398e+001 -3 284862500 -3.042145e+001 1.538065e+002 -3.322462e-001 4.526972e+001 -3 284862500 -3.042145e+001 1.538065e+002 -3.322462e-001 4.526972e+001 -3



操作步骤1一信号检查

–开启示波器,把被测信号通过探头或测试电缆连接示波器。按示波器 AutoScale按钮显示出示波器捕获的经过传输通道后的波形。

-*Keysight支持用2个示波器通道(比如CH1/CH3)分别测量1对差分信号的正负并进行去嵌入操作,此时需要在随后的设置中选择4-port 模式。





操作步骤2一通道设置

- 在示波器的Setup->Channel菜单下进入通道设置界面。







操作步骤3一带宽限制

在Bandwidth Limit下设置要补偿的频率范围。

去嵌入操作是对传输通道的高频损耗进行补偿,同时会放大高频噪声。一般Bandwidth Limit值可以先设置成示波器带宽,如果发现噪声比较大,则可以减少Bandwidth Limit值直到得到比较好的波形。







操作步骤4一端口设置

(脑智能 驱动未来

InfiniiSim下需要选择是2-PORT还是4-PORT。如果是测量单端信号 或使用差分探头测量1对差分信号,通常选择2-PORT模式。如果是用 2个示波器通道分别测量差分信号的正负端,则选择4-PORT模式。

如果是4端口模式,建议选择4 port(Channel 1&3),以便对2个测量通 道同时都做去嵌入操作。





操作步骤5一选择算法模型

点击Setup进入InfiniiSim的设置界面,选择Creat Transfer Function。然后在Application Preset下选 择要做的操作。

InfiniiSim Setup	👘 ? 🔀
Select Transfer Function for Create a Transfer Function i	Channel 1 if you haven't already saved one.
Setup Wizard y/	Create Transfer Function from Model
Transfer Function File Na	me
C:\Lisers\Public\Docume	ents\Infinijum\Filters\DoNothing.tf2

选择Remove Insertion Loss,然后点击通道模型中间的方框。







操作步骤6一载入传输通道的S参数

脑 智 能 驱 动 未



文件需要事先用矢量网络分析仪对传输通道测量或者 用仿真软件仿真得到。

InfiniiSim Block Setup	💠 ? 🗙
Measurement Circuit	Simulation Circuit
Block Name	
Channel	
Ports 1 & 2 Block Type	
S-parameter File	$\mathbf{\nabla}$
S-parameter file	
C:\Users\Public\Docu \Infiniium\Filters\Cab \N2812A.s2p	les
	Flip Model
-1 2	-





操作步骤6一载入传输通道的S参数

如果是4端口模型,则选择相应的4端口S参数文件

(以.S4P结尾的文本文件)。

*使用中注意选择左下角端口的映射关系,即在网络分

析仪测量差分线S参数时,4个端口间的连接关系。





操作步骤7一生成传输函数

设置完成后选择Save Transfer Function,保存退出。







这时在示波器的波形显示窗口中显示的就是做完去嵌入运算后 的波形,可以看到信号的 幅度,特别是短0短1的幅度得到比较 大的增强。可以用示波器对这个做完去嵌入运算后 的波形进行 参数测量、眼图、抖动分析等。





操作步骤9一检查传输函数

打开波形显示窗口下面的InfiniiSim页签,可以 看到去嵌入操作对信号的影响。

其中:绿色是原始信号的频谱,黄色是去嵌入 软件根据传输通道的S参数生成的滤波器函数, 可以看到这个函数对高频分量有较大抬升,蓝 色则是去嵌入运算以后信号的频谱。





如何实现嵌入操作?



如何实现嵌入操作?

- 如果要做嵌入操作,则在算法模型选择时选择Add Insertion Loss。此时传输通 道的S参数文件是插入在Simulation Circuit下。

	_		C. 10	
Application Preset		Circuit Diagram View		
Add insertion loss of a fixture or cable	$\mathbf{\vee}$	Simulation Circuit Only		
Save Transfer Function File As (Not Saved)	_			
C:\Users\Public\Documents\Infiniium\Filters\untitled.	tf2	Save Transfer Function	InfiniiSim Block Setup	
			Measurement Circuit Simulation Circuit	
	Block Name			
			Channel	
			Ports 1 & 2	
50.0Ω 50.0Ω			Block Type	
Scope			S-parameter File	
Transmitter			S-parameter file	
Legend			C:\Users\Administrator\Desktop	
= Measurement Circuit			Flip Model	
= Simulation Circuit				
M = Measurement Node			-1 2-	
S = Simulation Node				
Ch1 = Ports 1 → 2				



均衡技术的典型应用场合



均衡技术用于在高速数字总线的接收端对传输通道对信号的高频损耗进行补偿。示波器里的均衡软件用于模拟均衡电路对接收端信号的改善情况。



Keysight N5461A 均衡软件使用准备

Keysight N5461A均衡软件支持Keysight 9000/90000X/S/V系列示波器,示波器里需要有 N5461A Equalization选件的license。

File Control Setup Display Trigger Measure Math	Analyze Utilities Demos Help	
Run Stop Single 20.0 GSa/s 20.0 kpts	Histogram	
	Mask Test	
	Automated Test Apps	
	Measurement Analysis (EZJIT)	
lea	Jitter/Noise (EZJIT Complete)	
	RTEye/Clock Recovery (SDA)	
erti	Equalization	
3		



均衡软件操作步骤1一信号检查



开启示波器,把要测试的总线接收端信号通过探头或电缆连接示波器。按示波器 AutoScale按钮显示出示波器捕获的总线接收端未经均衡的原始波形。

然后在Analyze->Equalization菜单下打开均衡软件。



均衡软件操作步骤2一打开设置向导

在Equalizer Setup菜单下选择Equalization Wizard。

Equalization 🔹 👔 🔀
Setup Wizard 🅢 ě
Linear Eq (FFE/CTLE) Decision Feedback Eq (DFE) Advanced (FFE/CTLE)
🔲 On 💿 FFE 🔵 CTLE 📃 Real-Time Eye Real Time Eye
Scaling
Source Nominal Data Rate Channel 1 2.50000000 Gb/s
of Taps # of Precursor Taps 2
Tap Setup Clock Recovery



均衡软件操作步骤3一选择均衡方法

选择"Next"进入Equalization的主设置菜单,选择通道和相应的均衡方式。然后点"Next"。



均衡软件操作步骤4(可选)一设置比较信号

设置第二种均衡方法,然后点"Next"。



可选的第二种均衡方法,可以选择None。也可以象这样选择直接做时钟恢复和眼图形成,用于比较均衡前后的差异。



均衡软件操作步骤5一设置时钟恢复

设置时钟恢复方式,被测信号数据速率,环路带宽等。 通常可选1阶PLL,环路带宽设置成数据速率的1/1667。或者根据实际需要设置时钟恢复方式。

				/	✔ 信号数 据速率
Equalization Wizard			Equalization Wizard		2
Primary Configuration Secondary Configuration Clock Recovery Thresholds Acquisition FFE/CTLE Setup DFE Setup Congratulations	Select the clock recovery method. I method to use, select First Order PL Constant Frequency Constant Frequency First Order PLL Second Order PLL Explicit Clock Explicit First Order PLL Explicit Second Order PLL Fibre Channel MIPI M-PHY PWM	f you are unsure what clock L.	Primary Configuration Secondary Configuration Clock Recovery Thresholds Acquisition FFE/CTLE Setup DFE Setup Congratulations	Enter the nominal data rate of your s 2.50000000 Gb/s Enter the loop bandwidth for the PLL below which the clock is expected to divided by 1667. 1.500 MHz OJTF Loop Bandwidth Divisor 1.66700 k	ignal. clock emulation. This is the frequency track. This is typically the data rate
				Cand	el c Back Next > Finish

此处要输 入实际被 测



均衡软件操作步骤6一自动设置阈值电平等



Equalization Wizard	2	E-	Equalization Wizard	?
Equalization Wizard Primary Configuration Secondary Configuration Clock Recovery Thresholds Acquisition FFE/CTLE Setup DFE Setup Congratulations	Autoscale vertical will optimize the vertical scale for all active channels. Autoscale Vertical Set the receiver switching threshold. For most differential signals the threshold level should be set to 0V. Use a small hysteresis if excessive ISI. Auto set thresholds Threshold -1.05414 mV Snap to 0 Hysteresis +/-927.542 µV X	— 点击 — 点击	Equalization Wizard Primary Configuration Secondary Configuration Clock Recovery Thresholds Acquisition FFE/CTLE Setup DFE Setup Congratulations	Passed upon the specified loop bandwidth, it will take 3.33 µs for the clock to lock to the data. It is recommended that you fix the sample rate to 20.0 GSa/s and set the memory depth to 100 kpoints. Memory Depth 100.000 kpts Sample Rate 20.0 GSa/s Sin(x)/x Interpolation
	<u>Cancel</u> < <u>B</u> ack <u>N</u> ext > <u>F</u> inish			<u>C</u> ancel < <u>B</u> ack <u>N</u> ext > <u>F</u> inish

自动设置采样率和内存深度





均衡软件操作步骤7一设置均衡方法和系数



如果选择了FFE均衡,可以选择Auto Set自动设置均衡系数。

或者选择CTLE均衡 Equalization Wizard ? Linear Equalizer Type Primary 🔵 FFE 💽 CTLE Configuration Secondary Data Rate Configuration VA 2.500000000 Gb/s Clock Recovery Thresholds # of Poles $A_{dc} \omega_{p1} \omega_{p2}$ $s + \omega_{z}$ Acquisition $H(s) \equiv -$ 🔘 2 🔵 3 🔵 USB 3.1 $(\mathbf{s} + \boldsymbol{\omega_{p1}}) \cdot (\mathbf{s} + \boldsymbol{\omega_{p2}})$ ω, FFE/CTLE Setup DFE Setup DC Gain Congratulations VA 667 m Zero Frequency 650 MHz VA Pole 1 Frequency V A 1.950 GHz Pole 2 Frequency 5 000 00-<u>Cancel < Back</u> <u>N</u>ext > <u>F</u>inish

如果选择了CTLE均衡,则需要根据相应总线标准 人为设置CTLE均衡系数。



均衡软件操作步骤8一完成均衡设置

如果在前面选择了DFE均衡有关的项目,还会要求进行DFE均衡系数的设置。然后点"Finish"完成所有 设置。

设置完成后也可以点击Tap Setup按钮查看或手动调整均衡系数。

qualization Wizar	d ?	Equalization			* ? >
Defense of	Congratulations! You have set up Infinitium to perform equalization. Click the Finish button to apply your settings.	Setup Wizard ⁄			
Configuration		Linear Eq. (FEE/CTLE) Decisio	on Feedbacl	k En (DEE) A	dvanced (FFF/CTLF)
Secondary Configuration		On OFFE OCTLE	Real-Tim	e Eve Real Ti	me Eve
Clock Recovery					
Thresholds		Scaling			
Acquisition					
FFE/CTLE Setup		Source	Nomi	inal Data Rate	
DFE Setup		Channel 1	2.50	0000000 Gb/s	
Congratulations		Taps			
		# of Taps # of Precu	ursor Taps		
				Auto Set	
		Tap Setup		Clock I	Recovery
	<u>Cancel</u> < <u>B</u> ack <u>Next</u> > <u>Finish</u>				



均衡软件操作步骤9一查看均衡结果

所有操作完成后即可以在示波器里看到均衡前后的信号眼图。



均衡软件使用注意事项

注意事项:

1、均衡是用于在接收端补偿传统通道对信号的恶化。如果原始信号质量很好,均衡算法不一定会把信号变得
 更好,设置不当反而会把信号恶化。

2、如果原始信号特别恶劣以至于不做均衡无法进行时钟恢复,则需要选择先做FFE/CTLE再进行时钟恢复的测量方法。

3、如果原始信号特别恶劣,不建议直接进行DFE均衡。一般采用先做FFE/CTLE改善信号质量再做DFE均衡。

4、如果由于信号质量的原因无法进行自动均衡系数设置,则可以在所有设置完成后在Tap Setup下进行手动的均衡系数设置。



FAQ: 如何用均衡软件模拟发送端的预加重?

预加重本质上是在发送端做的一种信号均衡方法,Keysight的 N5461A均衡软件可以模拟发送端预加重的效果。

方法是直接打开均衡软件,选择对相应通道做FFE均衡,并手动设置均衡系数。比如: Tap0=1.33, Tap 1=-0.33 时可以模拟

6dB的预加重。

Equalization	Equalization Tap Setup
Setup Wizard	FFE Taps DFE Taps
Linear Eq (FFE/CTLE) Decision Feedback Eq (DFE) Advanced (FFE/CTLE)	Delay
✓ On ● FFE ● CTLE ■ Real-Time Eye Real Time Eye Scaling	Auto Set 0.0 s
Source Nominal Data Rate 2.50000000 Gb/s	# of Taps # of Precursor Taps 2 A 0 V A Normalize
Taps # of Taps # of Precursor Taps 2	Tap 0 1.330 V A Tap 1 -330 m V A
Tap Setup Clock Recovery	Load Taps Save Taps Default Taps



FAQ续:如何用均衡软件模拟发送端的预加重?





THANKS



BY NeuHelium