

S/V/Z/UXR系列 操作使用培训 /InfiniiMax探头使用方法

目录

- 是德科技示波器的产品系列
- 示波器的基本结构及原理
- 示波器对信号的测量及分析
- 示波器的器面板和软件界面
- 示波器的探测技术
- 示波器使用注意事项

示波器的发展历程

示波器(Oscilloscope)是什么

示波器是在时域里，分析信号电压随时间变化波形的仪器。

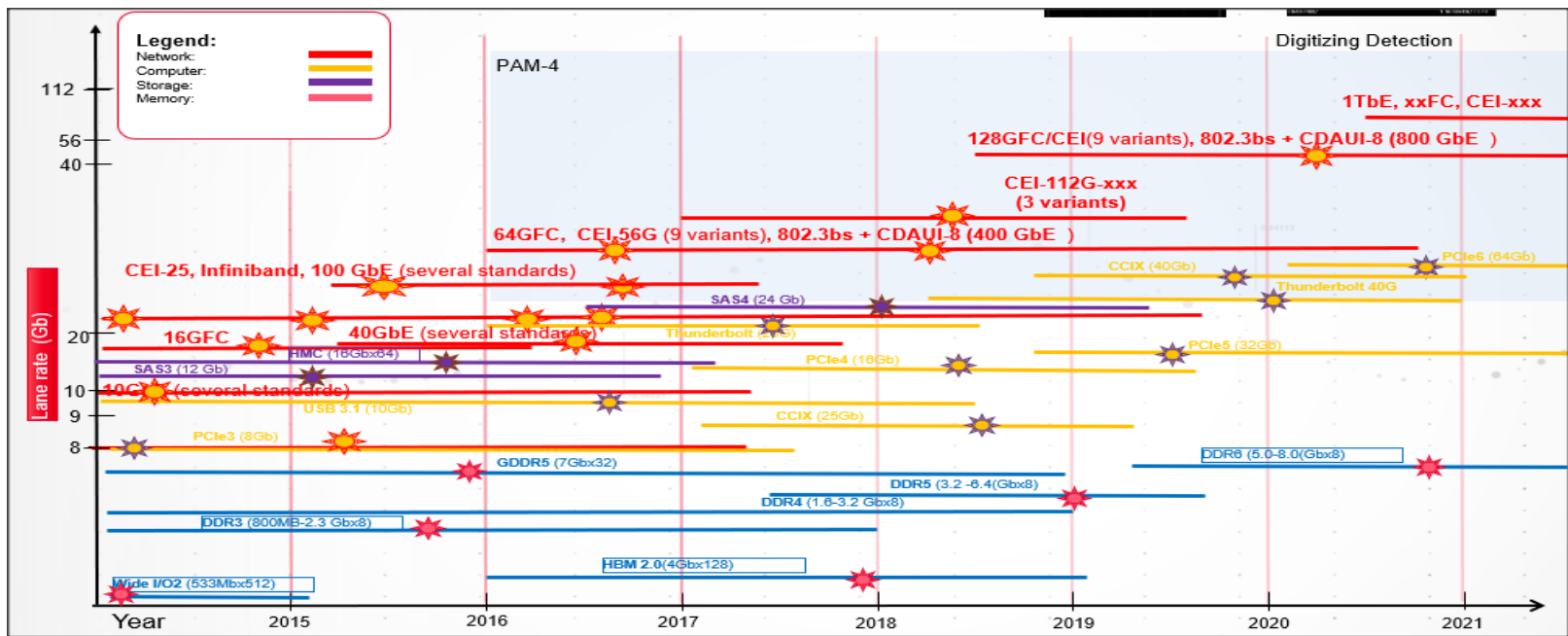
广泛应用于电子电路测试与调试，计算机及通信高速信号测试，航空航天、雷达测量、医疗设备等领域。

示波器(Oscilloscope)的发展历史

- 第一台模拟示波器诞生于1939年，具有5MHz的带宽
- 第一台数字示波器诞生于1980年代，由HP(Keysight)发明
- 第一台混合信号示波器(MSO)诞生于1990年代初，由HP(Keysight)发明

是德科技示波器产品系列

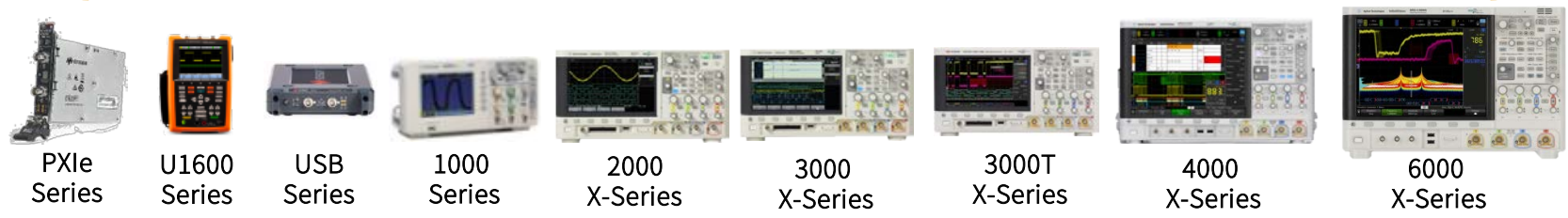
类
脑
智
能
驱
动
未
来



通用示波器

InfiniiVision

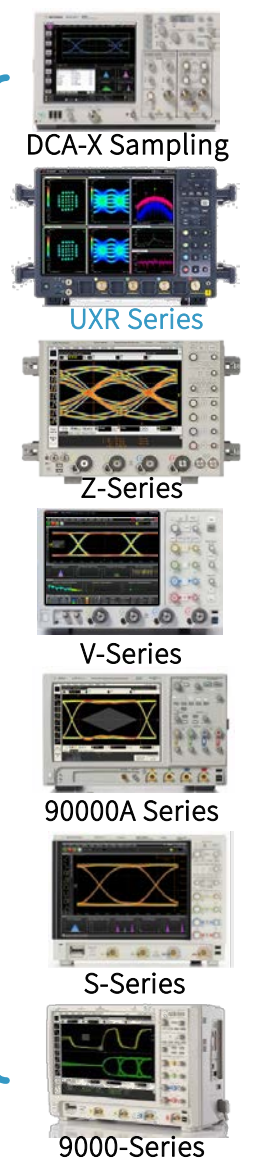
- 70 MHz to 6 GHz
- Optimized for visualization
- Debug instruments
- Embedded OS



Infiniium

- 500 MHz to 110 GHz
- Detailed Analysis
- Deep memory
- Win10 OS

高性能示波器



类
脑
智
能
驱
动
未
来

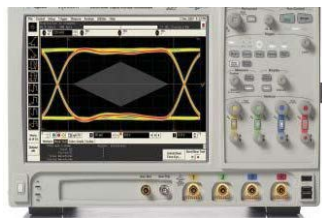
Keysight Infiniium Series Real-Time Oscilloscopes

Industry-leading signal integrity from 500 MHz to 110 GHz



S-Series
500 MHz – 8 GHz

- *World's fastest 10-bit ADC scope*
- Best Signal Integrity/measurement accuracy
- 2/4 ch up to 8/4 GHz
- 20 GSa/s on 2 channels
- MSO models available
- *15.4" capacitive touch*
- InfiniiMax I/II probing



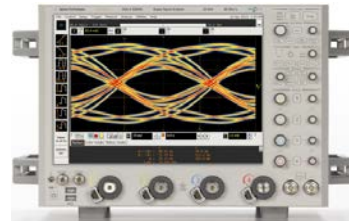
90000A Series
2.5 GHz – 13 GHz

- Best value for Gen2-3 applications (PCIe, USB, SATA, DDR, MIPI)
- Low noise/jitter
- 40 GSa/s on 4 ch
- 1 Gpts max memory
- depth per channel
- InfiniiMax I/II probing



V-Series
8 GHz – 33 GHz

- 2/4 ch up to 33/16 GHz
- 80/40 GSa/s on 2/4 ch
- *Low noise/100 fs jitter*
- *2 Gpts max memory*
- *Fastest 20 GSa/s MSO*
- 12.1" capacitive touch
- USB 3.0 data offload
- InfiniiMax III/III+ probing



Z-Series
20 GHz – 63 GHz

- *2/4 ch up to 63/33 GHz*
- *160/80 GSa/s on 2/4 ch*
- *Industry's lowest noise*
- *75 fs jitter floor*
- *15.4" display*
- *2 Gpts max memory*
- USB 3.0 data offload
- InfiniiMax III/III+ probing



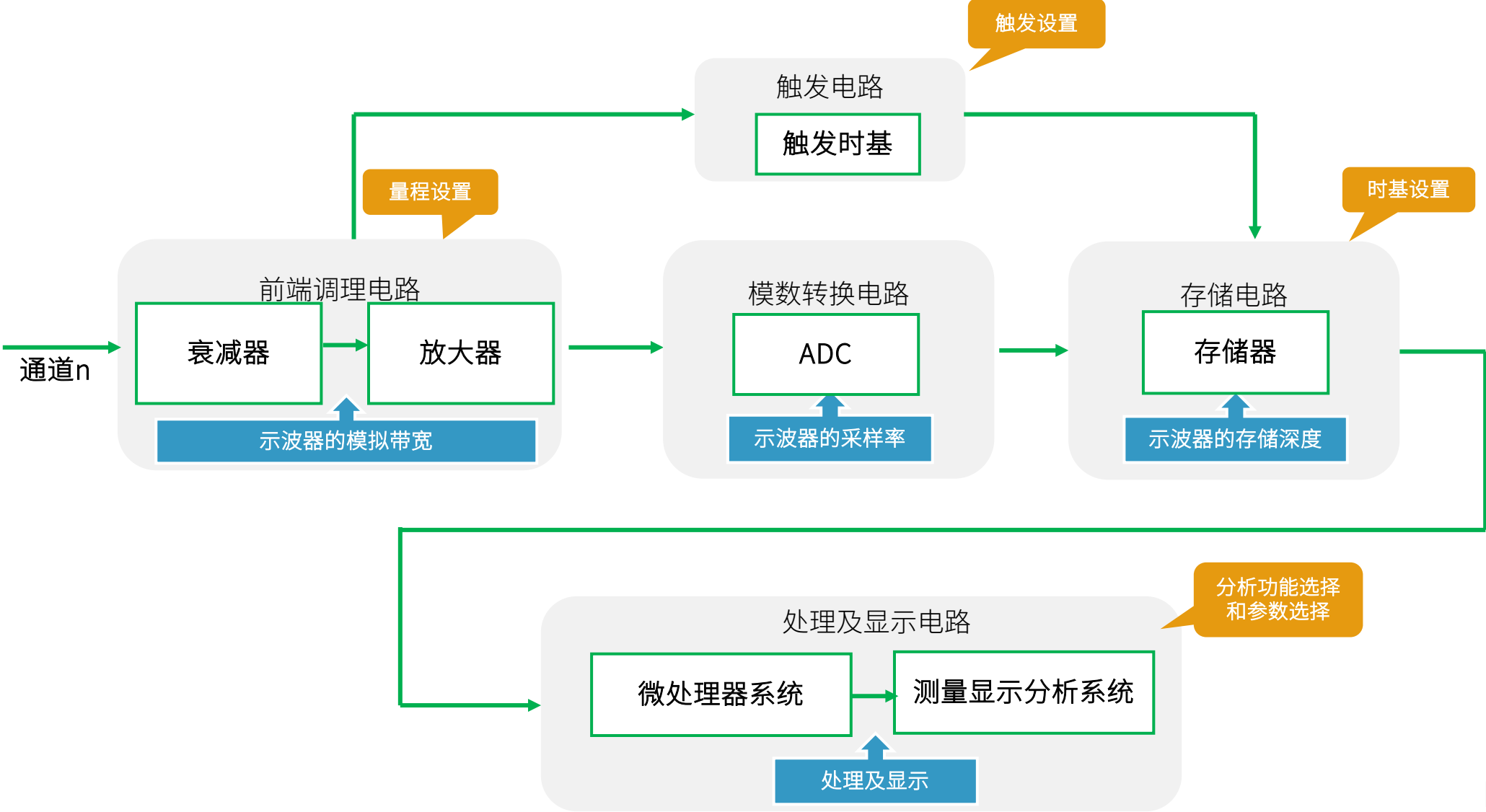
UXR-Series
13 GHz – 110 GHz

- *2/4 ch up to 110 GHz*
- *256 GSa/s on 2/4 ch*
- *Industry's lowest noise*
- *20 fs jitter floor*
- *15.4" capacitive touch*
- *2 Gpts max memory*
- *World's fastest 10-bit ADC scope*
- USB 3.0 data offload
- InfiniiMax III/III+ probing

目录

- 是德科技示波器的产品系列
- 示波器的基本结构及原理
- 示波器对信号的测量及分析
- 示波器的器面板和软件界面
- 示波器的探测技术
- 示波器使用注意事项

数字示波器的基本结构

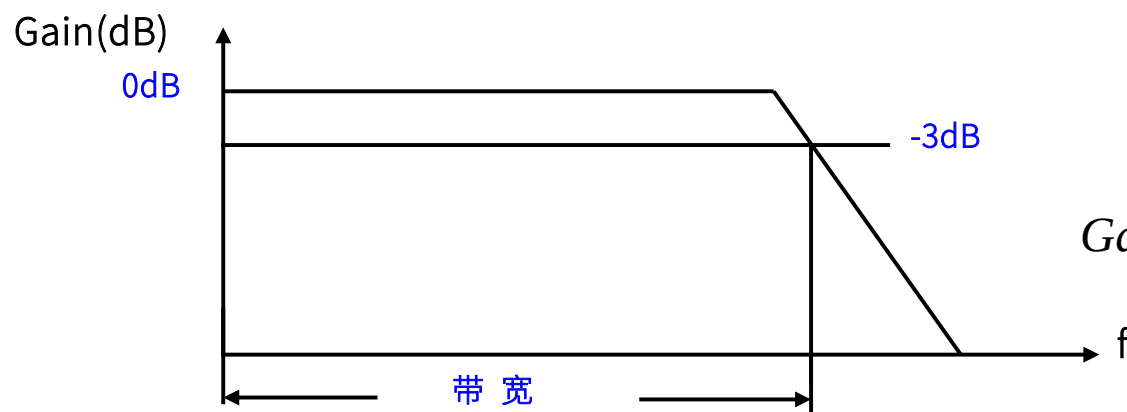
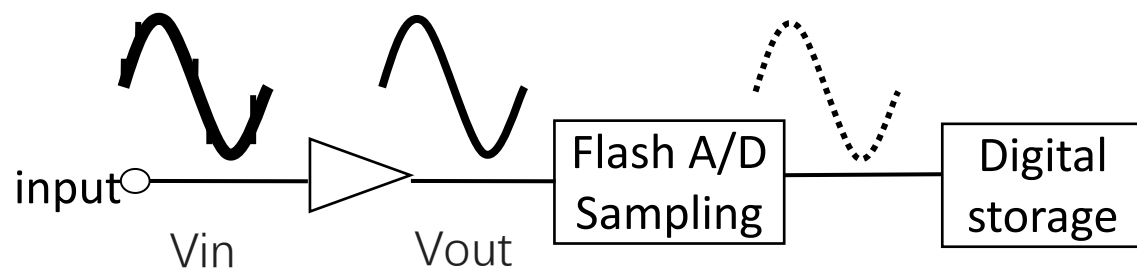


类
脑
智
能
驱
动
未
来

类
脑
智
能
驱
动
未
来

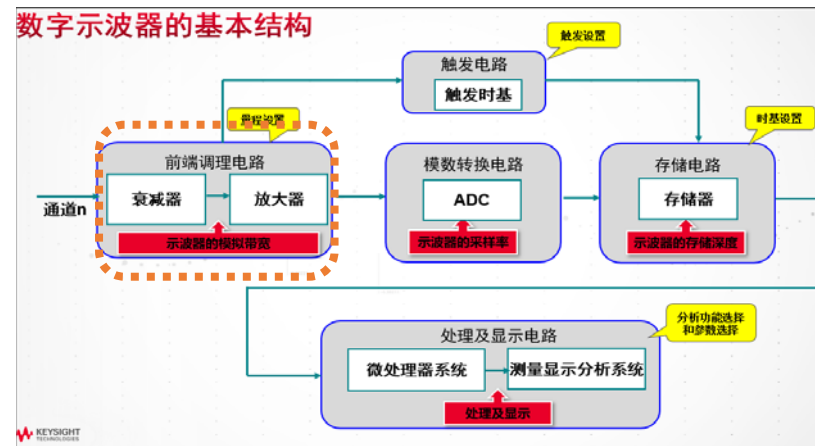
示波器带宽定义

模拟带宽: -3dB

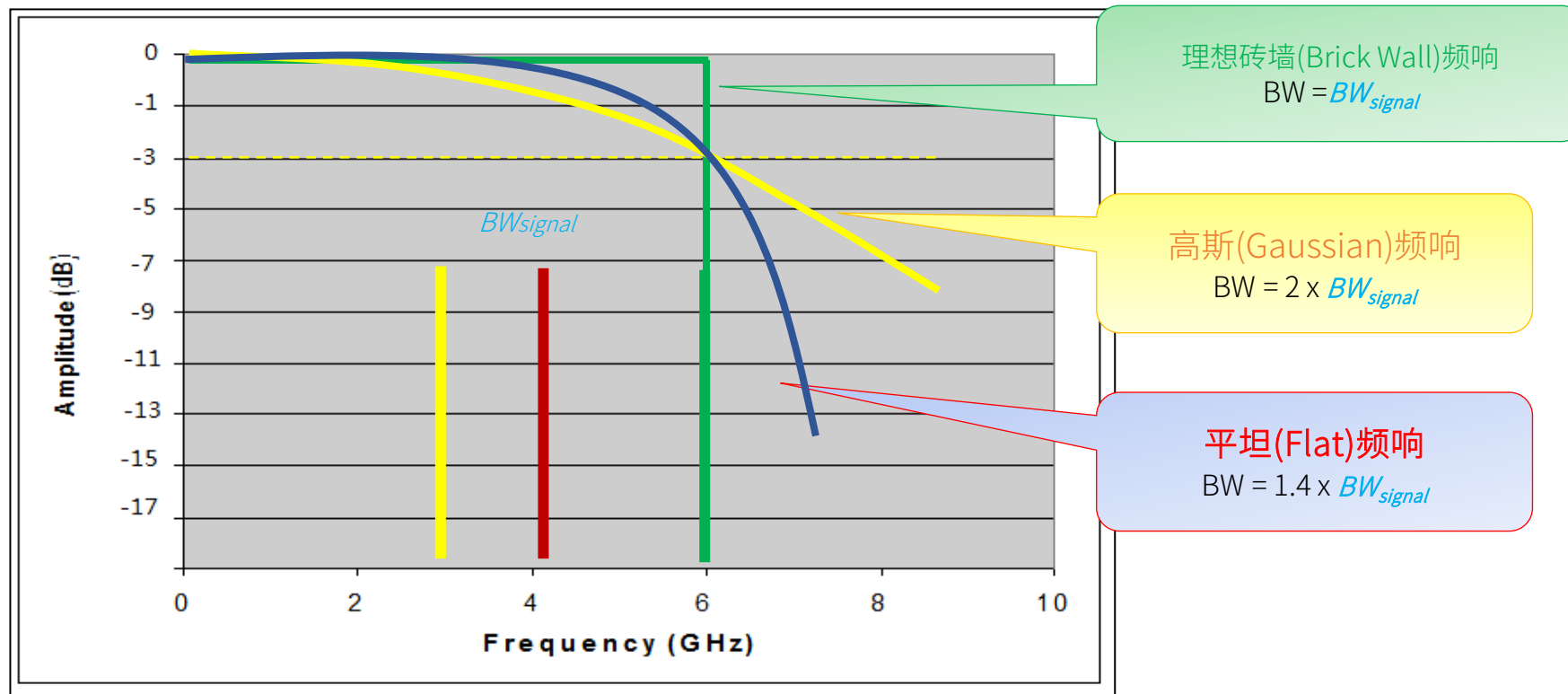


$$Gain(dB) = 20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

数字示波器的基本结构



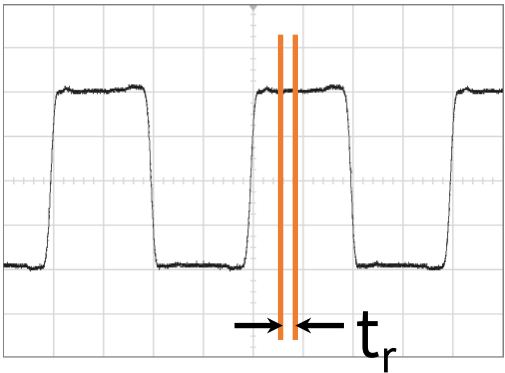
示波器的频响技术



示波器必须精确捕获数字信号中的显著频率成分($\leq BW_{signal}$ 信号带宽)，以完成信号的测量。

示波器的带宽对数字信号测试的影响

类
脑
智
能
驱
动
未
来



被测信号

现象

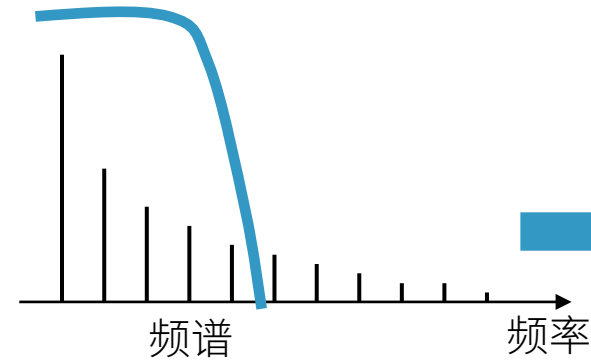
使上升时间变缓

使幅度衰减

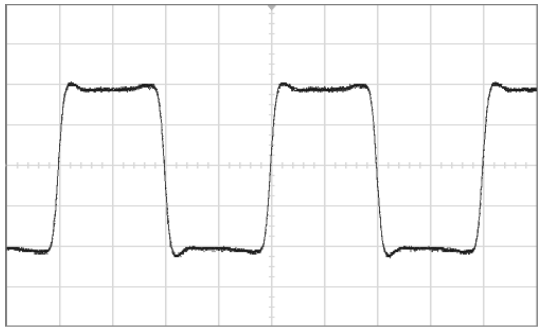
原因

衰减器和放大器

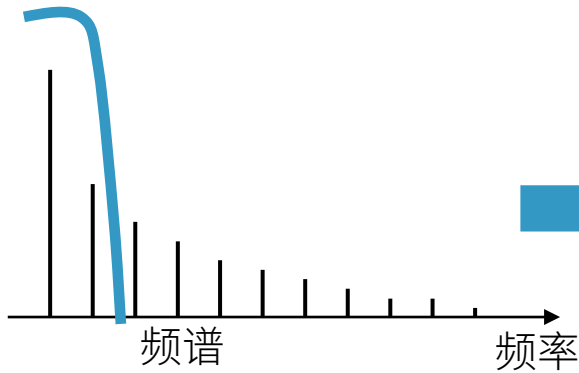
考虑到探头及附件



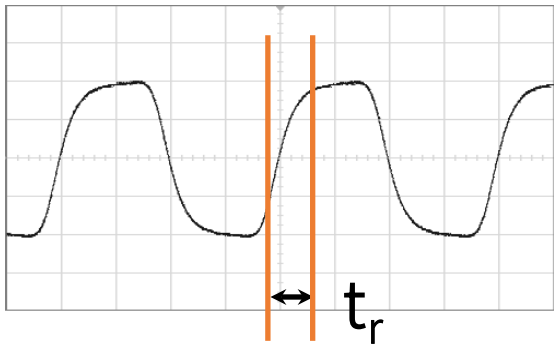
足够的带宽



精确的复现波形



带宽不够



观察到失真的波形

类
脑
智
能
驱
动
未
来

如何选择合适的带宽？

根据业界经验公式计算带宽

根据业界的经验，示波器的带宽至少比
被测信号最快的数字时钟速率高5倍，
大多都可以满足需求。



Rule of thumb

$$f_{BW} \geq 5 \times f_{clk}$$

如何选择合适的带宽？

根据被测信号的上升时间计算带宽

1. 确定信号的最快上升沿时间, T_r

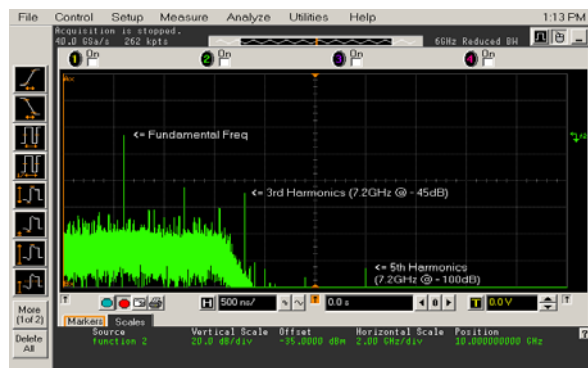
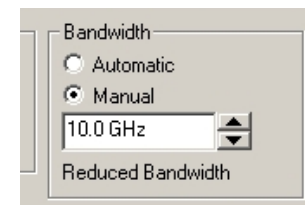
2. 计算被测信号的带宽, BW_{Signal}

- $BW_{\text{signal}} = 0.4 / T_r$ (20% to 80% 阈值)
- $BW_{\text{signal}} = 0.5 / T_r$ (10% to 90% 阈值)

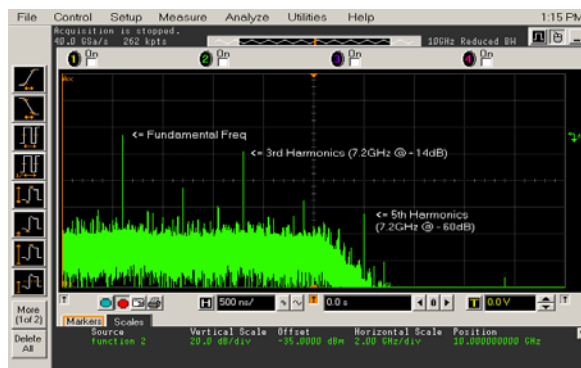
3. 计算出示波器的带宽, BW_{Scope} (保证3%上升沿时间测量误差)

- $BW_{\text{scope}} = 1.4 * BW_{\text{signal}}$ (适用于平坦响应示波器)
- $BW_{\text{scope}} = 2 * BW_{\text{signal}}$ (适用于高斯响应示波器)

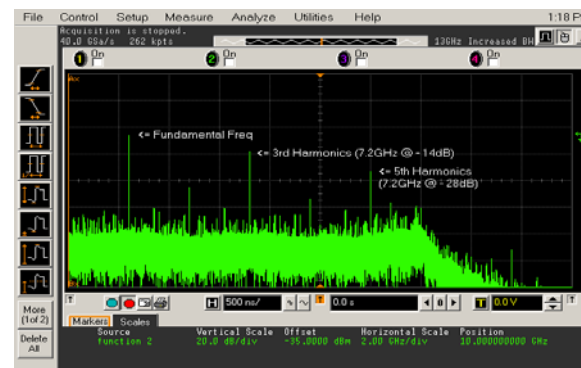
示波器的带宽越大越好吗？



@6GHz bandwidth
 $\sigma = 278\mu\text{V}/\text{p-p} = 2.8\text{mV}$



@10GHz bandwidth
 $\sigma = 365\mu\text{V}/\text{p-p} = 3.6\text{mV}$



@13GHz bandwidth
 $\sigma = 406\mu\text{V}/\text{p-p} = 4.3\text{mV}$

示波器的底噪与带宽相关，带宽越大，噪声电平越高！

业界常用总线带宽的选择推荐

类
脑
智
能
驱
动
未
来

技术	数据速率	最快上升时间	示波器带宽
以太网 10BASE-T	10 Mbps	30 ns	600 MHz
以太网 100BASE-T	100 Mbps	3 ns	600 MHz
以太网 1000BASE-T	250 Mbps x 4	1.2 ns	1 GHz
USB 2.0	480 Mbps	300 ps	2.5 GHz
USB 3.0	5 Gbps	50 ps	12 GHz
USB 3.1	10.3125 Gbps	25 ps	25 GHz
DDR1	400 MT/s	500 ps	2 GHz
DDR2	1066 MT/s	250 ps	4 GHz
DDR3	2133 MT/s	100 ps	8 GHz
DDR4	3200 MT/s	75 ps	12 GHz
GDDR5	8 Gbps	30 ps	16 GHz
SATA 3G	3 Gbps	67 ps	12 GHz
SATA 6G	6 Gbps	33 ps	16 GHz
SAS-2	6 Gbps	42 ps	16 GHz
SAS-3	12 Gbps	21 ps	30 GHz

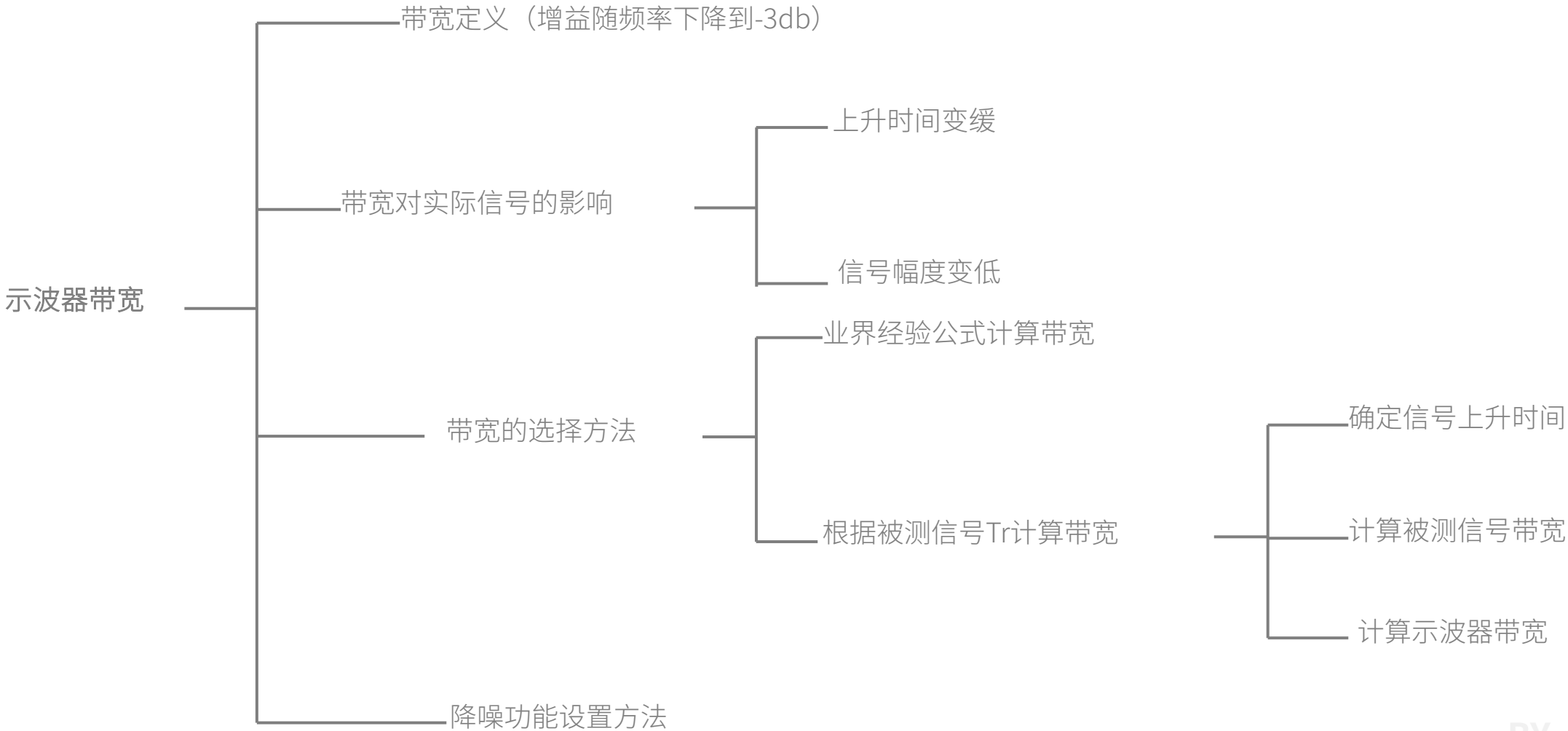
技术	数据速率	最快上升时间	示波器带宽
16G 光纤通道	14.025 Gbps	24 ps	30 GHz
HDMI 1.4	3.4 Gbps	50 ps	8 GHz
DisplayPort 1.2	17.28 Gbps	50 ps	13 GHz
10G 以太网	10 Gbps	60 ps	12 GHz
10Gbase-KR	10.3125 Gbps	24 ps	25 GHz
XAUI	3.75 Gbps	60 ps	12 GHz
MIPI® M-PHY®	5.83 Gbps	17.2 ps	24 GHz
MIPI D-PHY SM	2.5 Gbps	100 ps	6 GHz
PCI Express 2	5 Gbps	30 ps	12.5 GHz
PCI Express 3	8 Gbps	25 ps	20 GHz
28/32G 光纤通道	28 Gbps	18 ps	45 GHz
Thunderbolt 10G	10.3125 Gbps	22 ps	25 GHz
SFP +	10 Gbps	34 ps	16 GHz
MHL	2.25 Gbps	75 ps	8 GHz
InfiniBand II	2.5 Gbps, 5 Gbps	75 ps	8 GHz

类
脑
智
能
驱
动
未
来

前端调理部分小结

类
脑
智
能

驱
动
未
来



类
脑
智
能

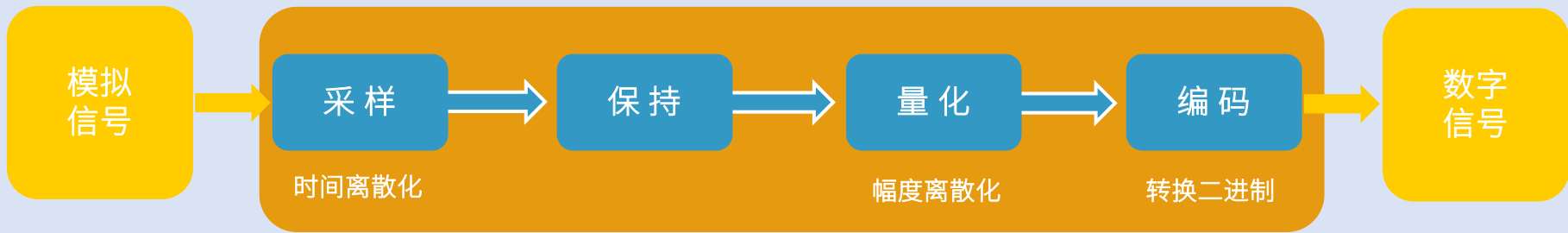
驱
动
未
来

示波器模数转换(ADC)技术

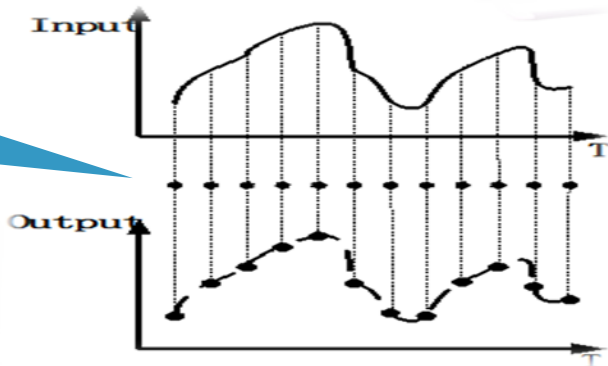
示波器ADC采样原理，是为了将输入的连续时间域上的模拟信号转换到离散时间域上的数字信号。采样速率越高，时间分辨率就越高，时间参数测量精度也就越高。

A/D 转换过程：

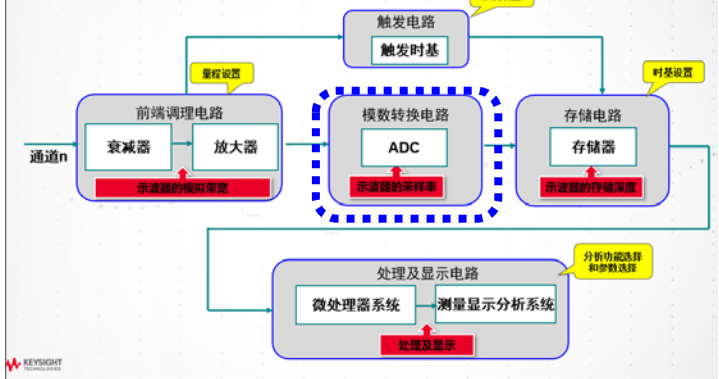
要把模拟量转化为数字量一般要经过四个步骤，分别称为采样、保持和量化、编码这几个步骤



将模拟信号按采样速率进行离散化分割



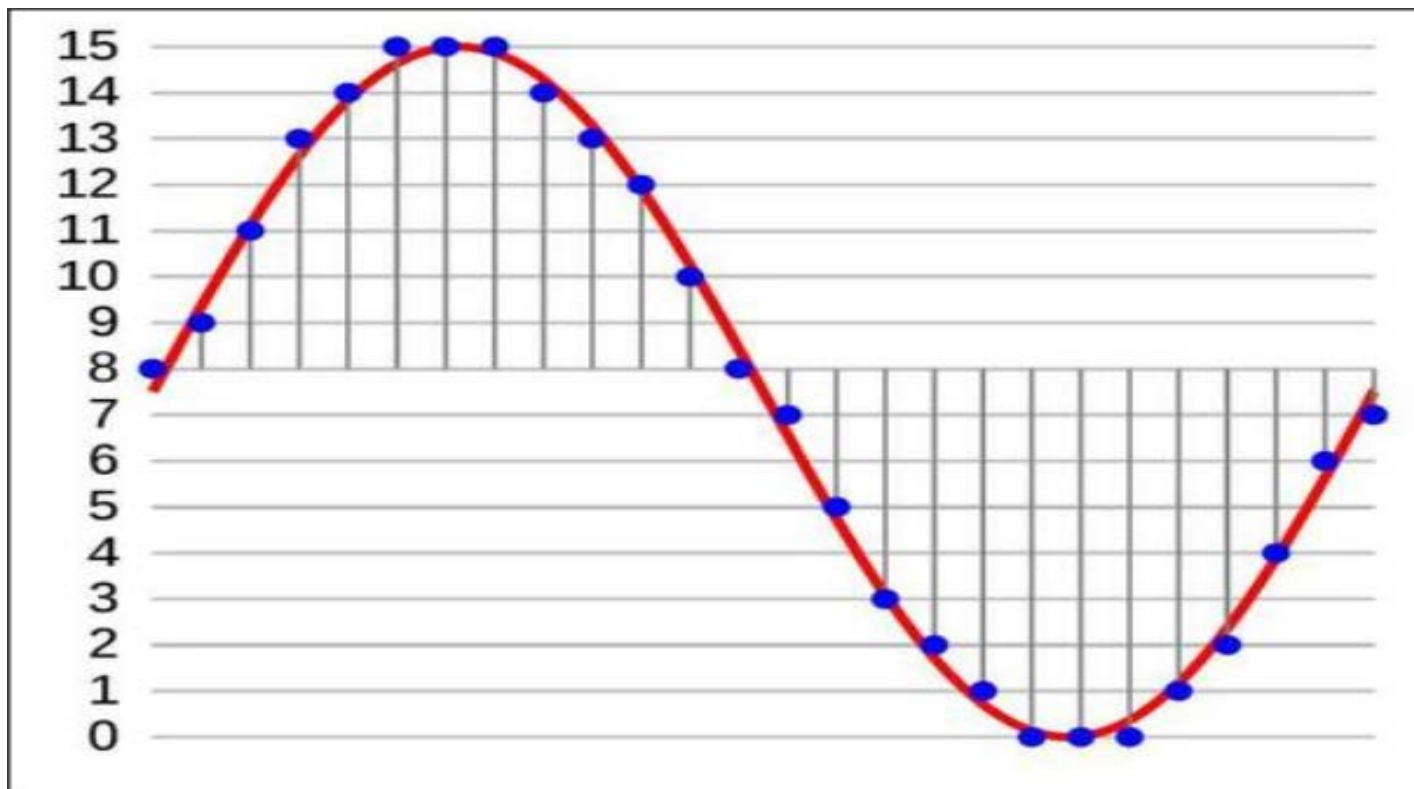
数字示波器的基本结构



示波器模数转换(ADC)技术

采样

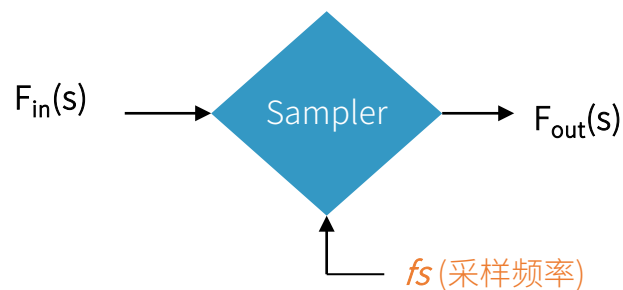
将信号从连续时间域上的模拟信号转换到离散时间域上的离散信号的过程。



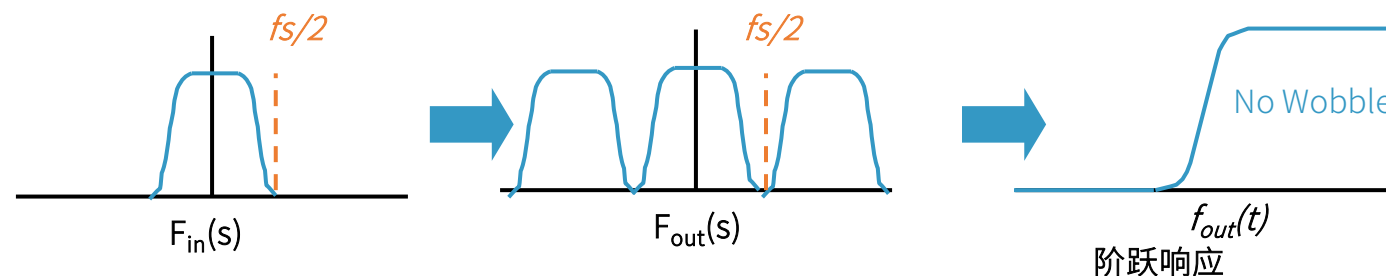
采样是等时间进行的

示波器模数转换(ADC)技术

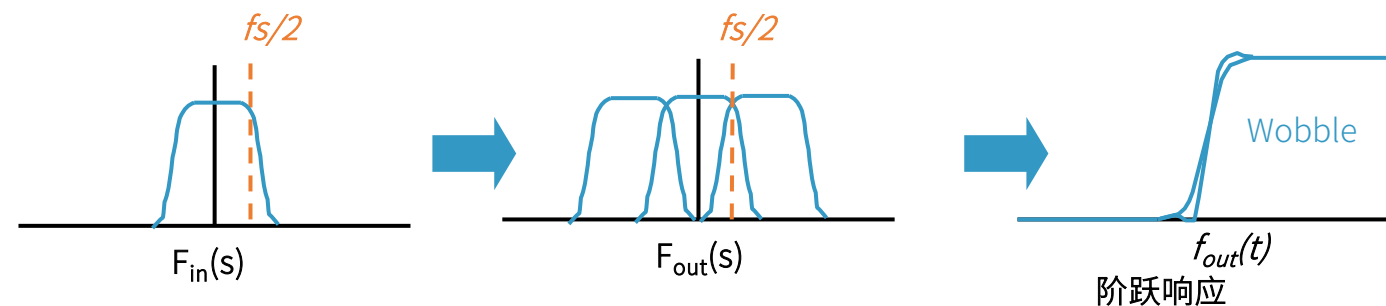
Nyquist采样定理



采样率至少为信号最大频率分量的2倍: 没有混叠



采样率小于信号最大频率分量的2倍: 混叠



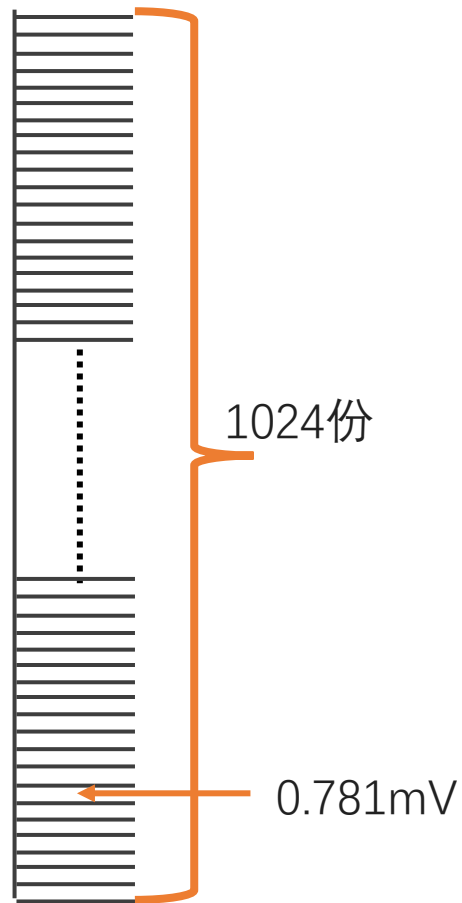
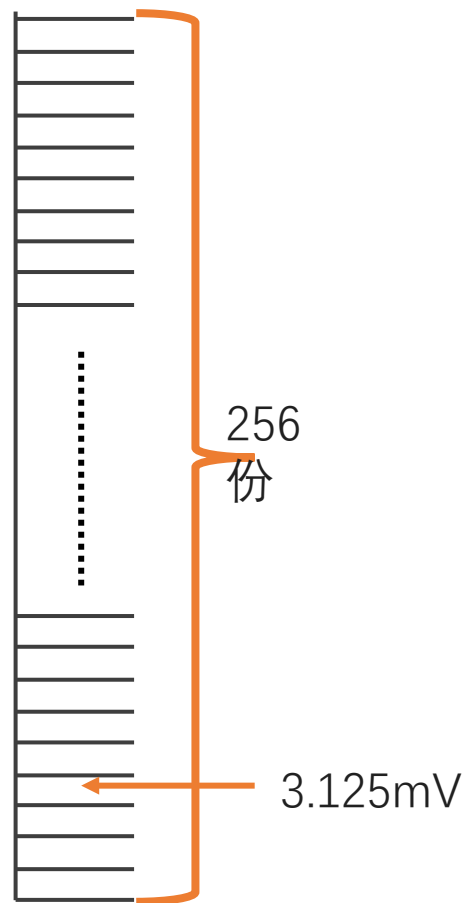
奈奎斯特频率: $f_s/2$

奈奎斯特频率, 它定义为采样频率的一半($f_s/2$), 只要信号最高频率不超过奈奎斯特频率, 就能完整采样。

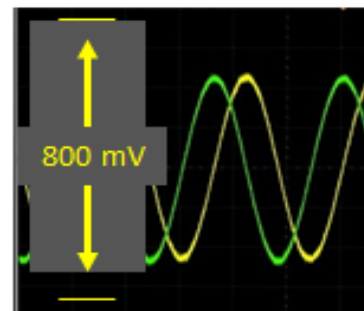
示波器模数转换(ADC)技术

量化

量化级数 (ADC位数)



示波器的ADC位数



传统示波器

- 8 比特垂直分辨率
- $2^8 = 256$ 级

3.125 mV

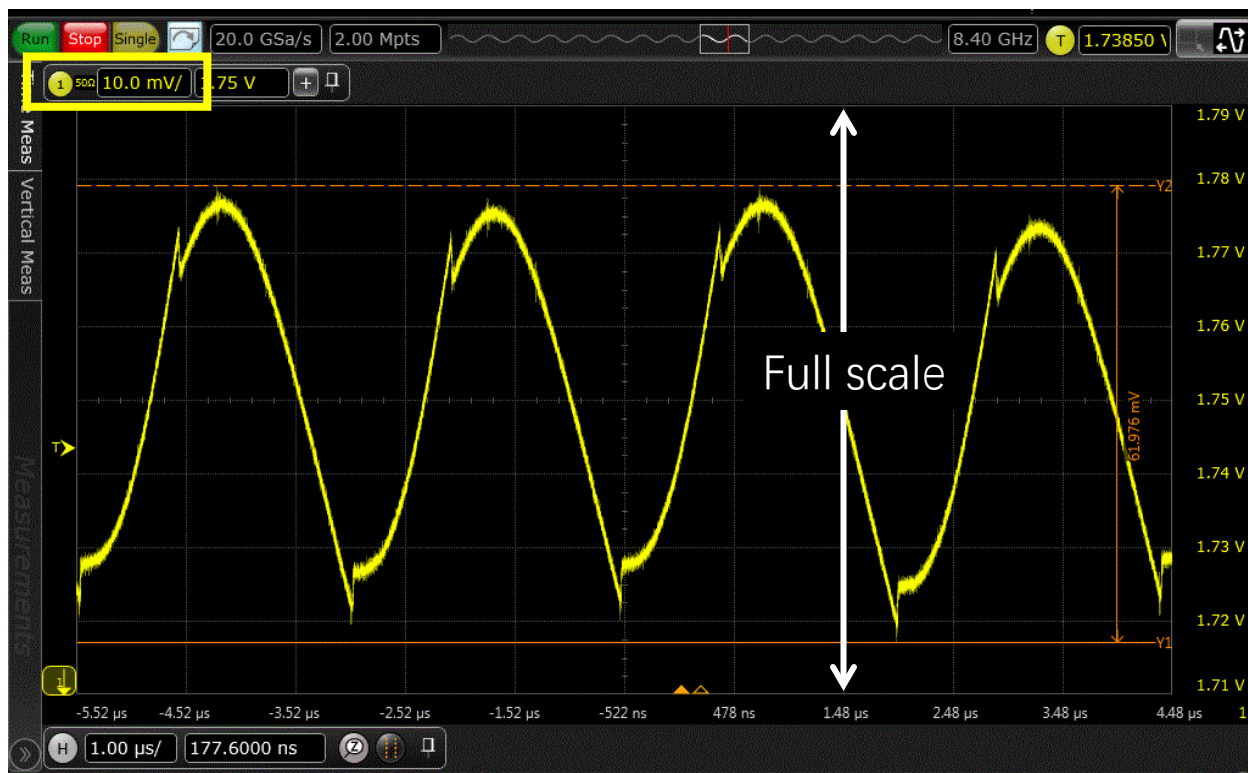
S 系列 ADC

- 10 比特垂直分辨率
- $2^{10} = 1024$ 级

0.781 mV

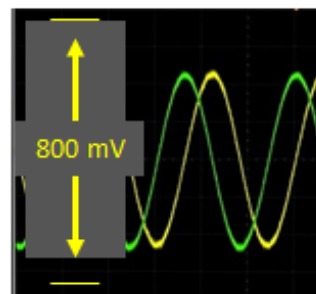
正确的量程和刻度范围

为了确保电压/幅度测量结果的准确度，需要注意量程的设置



正确的设置：充分利用示波器的垂直灵敏度，通过调节“垂直刻度”将波形的整个幅度调至在 >3/4 屏幕窗口 (6格以上)

示波器的ADC位数



传统示波器

- 8 比特垂直分辨率
- $2^8 = 256$ 级

3.125 mV

S 系列ADC

- 10 比特垂直分辨率
- $2^{10} = 1024$ 级

0.781 mV

示波器带宽和采样率的计算

为了确保测量精度，示波器的带宽主要取决于信号的上升沿时间，而不是信号的频率。

示波器的带宽和采样率计算		
确定信号的最大频率(F_{MAX})*	0.5 / Signal Risetime (10%-90%) OR 0.4 / Signal Risetime (20%-80%)	
确定示波器的频响类型	高斯(Gaussian)响应	平滑(Flat)响应
上升沿时间测量误差	示波器带宽(Bandwidth)	
20%	1.0 Fmax	1.0 Fmax
10%	1.3 Fmax	1.2 Fmax
3%	2.0 Fmax	1.4 Fmax
最小采样率	4 x Bandwidth	2.5 x Bandwidth

* F_{MAX} 与转折频率 F_{knee} 或信号带宽 BW_{signal} 相同

示波器的采样率对数字信号测试的影响

类脑智能驱动未来

类脑智能驱动未来

采样率设置不当，容易导致信号的失真。

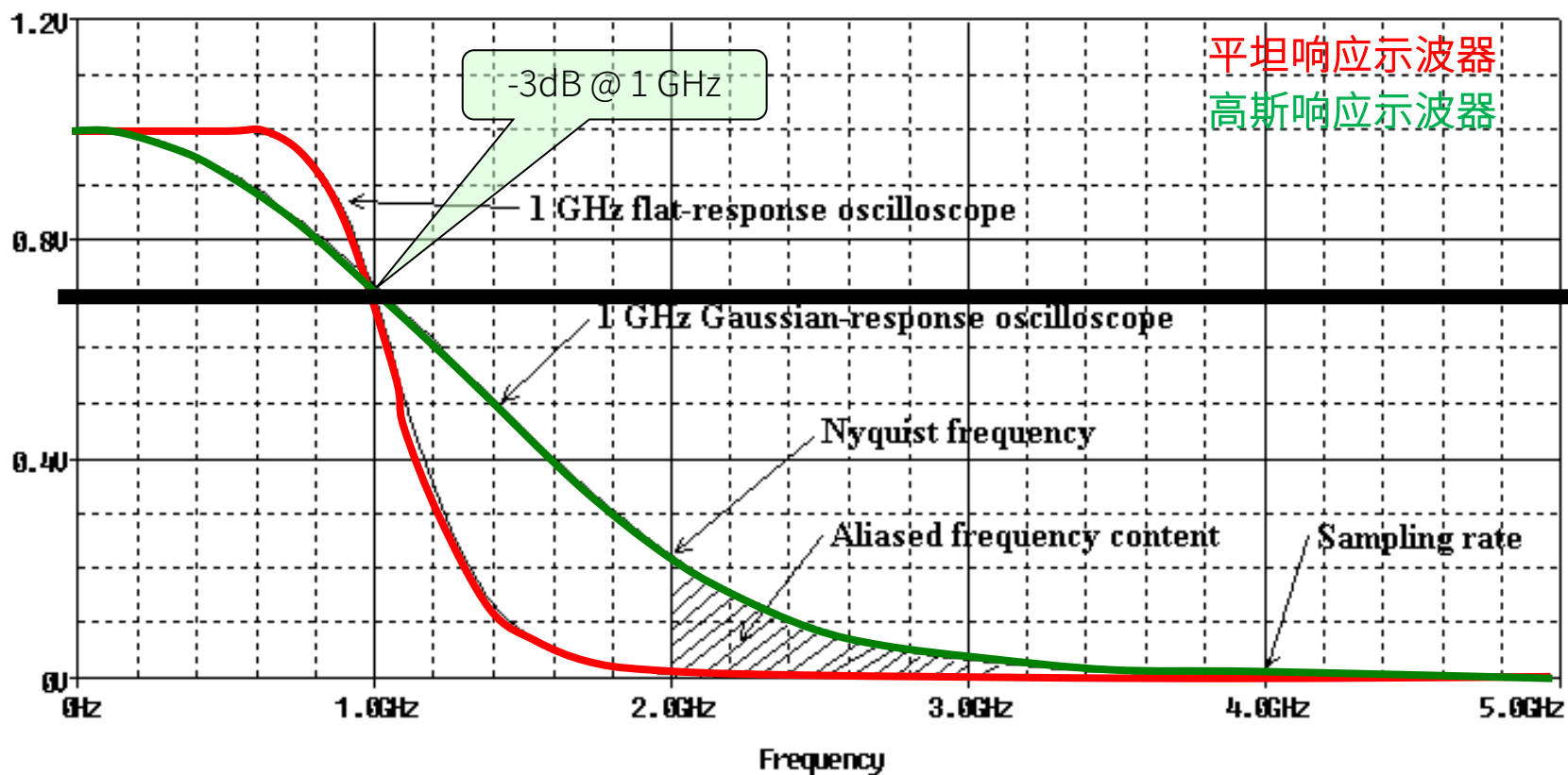


正确的采样率设置：确保采样率值至少是带宽的2.5倍，或者，在Auto模式下满足：采样率*时间长度=存储深度



如何选择合适的采样率？

不同频响类型的1 GHz 带宽, 4 G采样率的示波器的比较

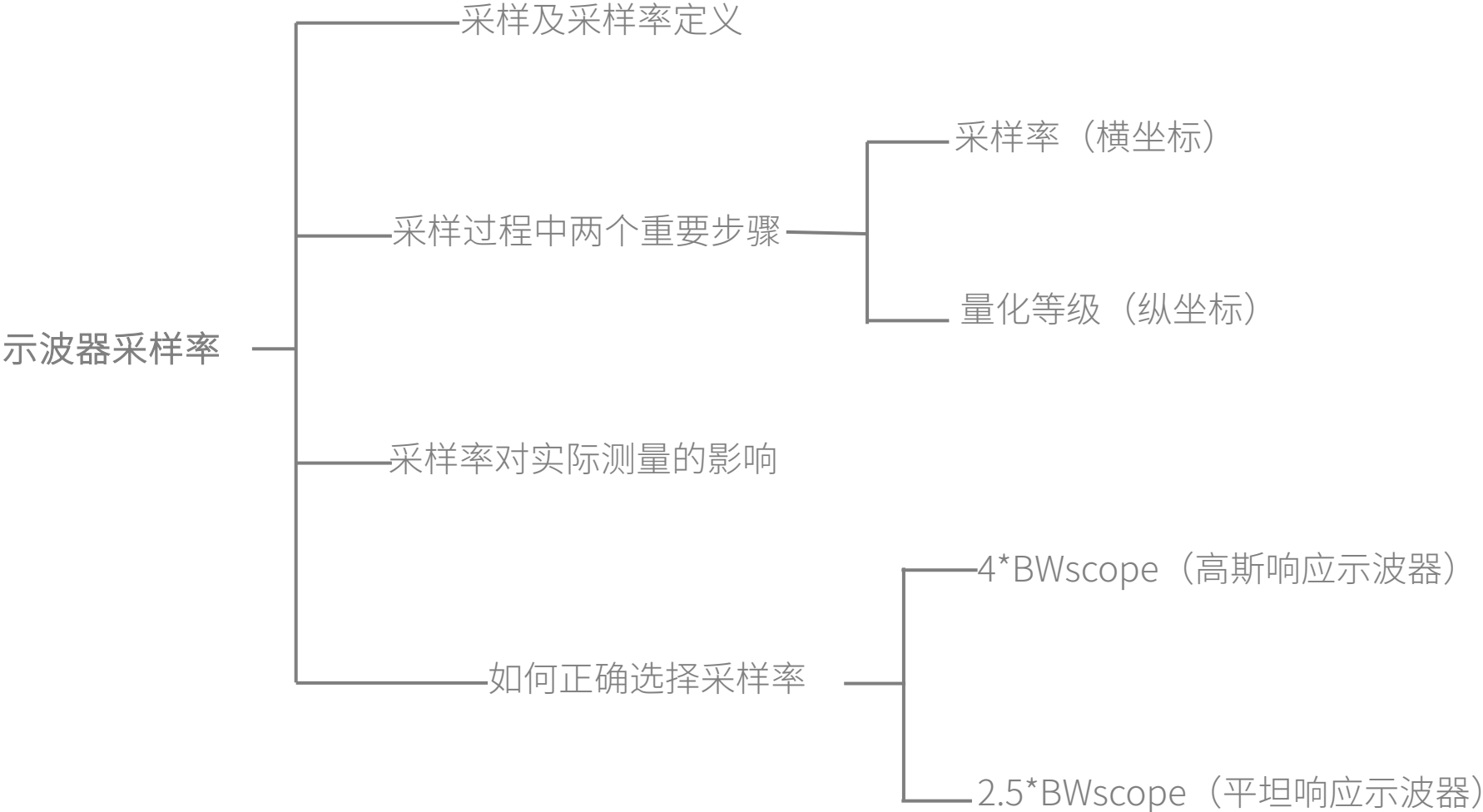


频响特性的差异决定了采样率的选择差异！

高斯频响：采样率 $\geq 4 \times B_{\text{scope}}$

平坦频响：采样率 $\geq 2.5 \times B_{\text{scope}}$

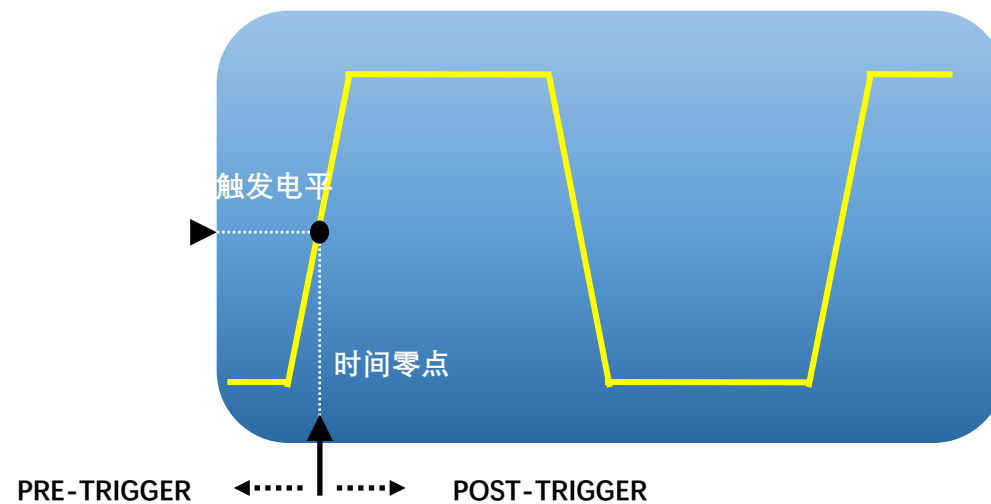
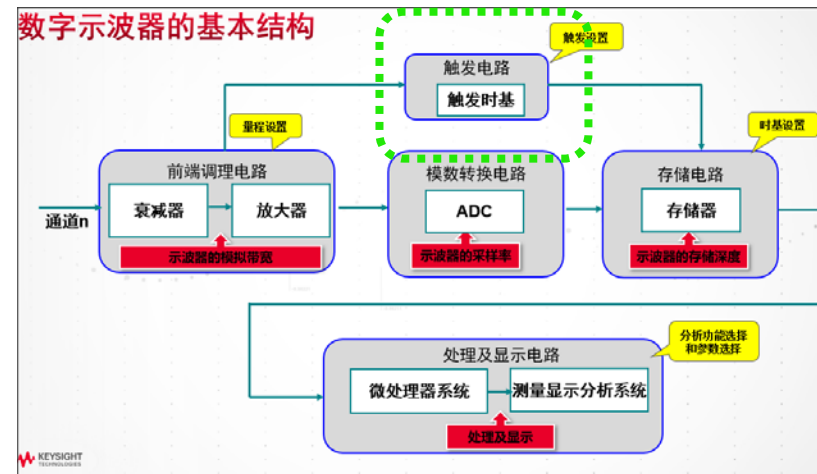
ADC数模转换部分小结



示波器的触发技术

触发主要作用

- 捕获感兴趣的信号波形
- 确定时间参考零点,稳定的显示波形



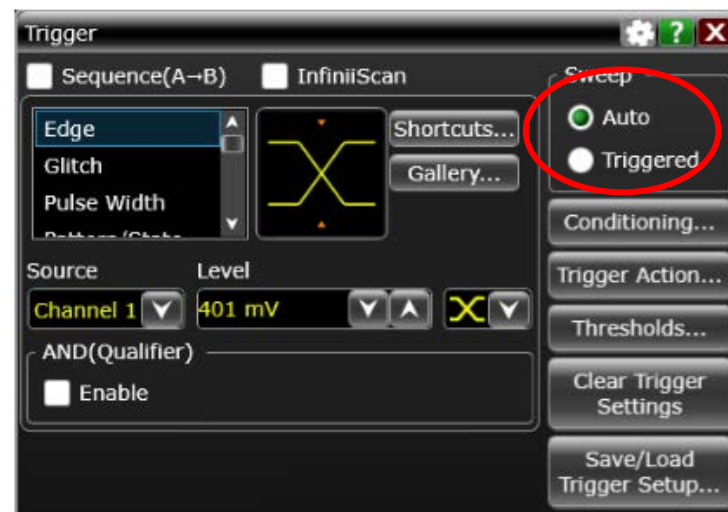
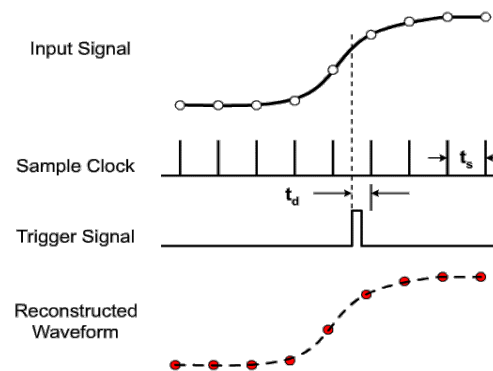
示波器的触发模式

Single: 单次触发，当满足触发条件只触发一次。不满足触发条件的时候，处于等待触发状态。

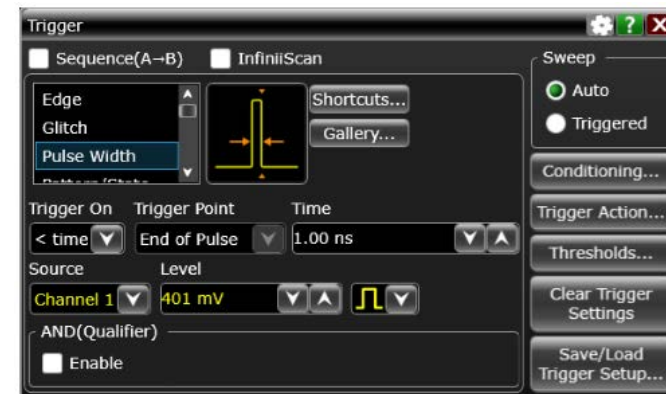
Trig' d: Normal模式，每次满足触发条件时，都会进行触发。不满足触发条件的时候，处于等待触发状态。

Auto: 示波器内置触发方式，无论是否满足触发条件，波形仍然会自动刷新，但可能会不稳定，常用于预览信号和观察变化状态。

Signal Acquisition: Real-Time Oscilloscope



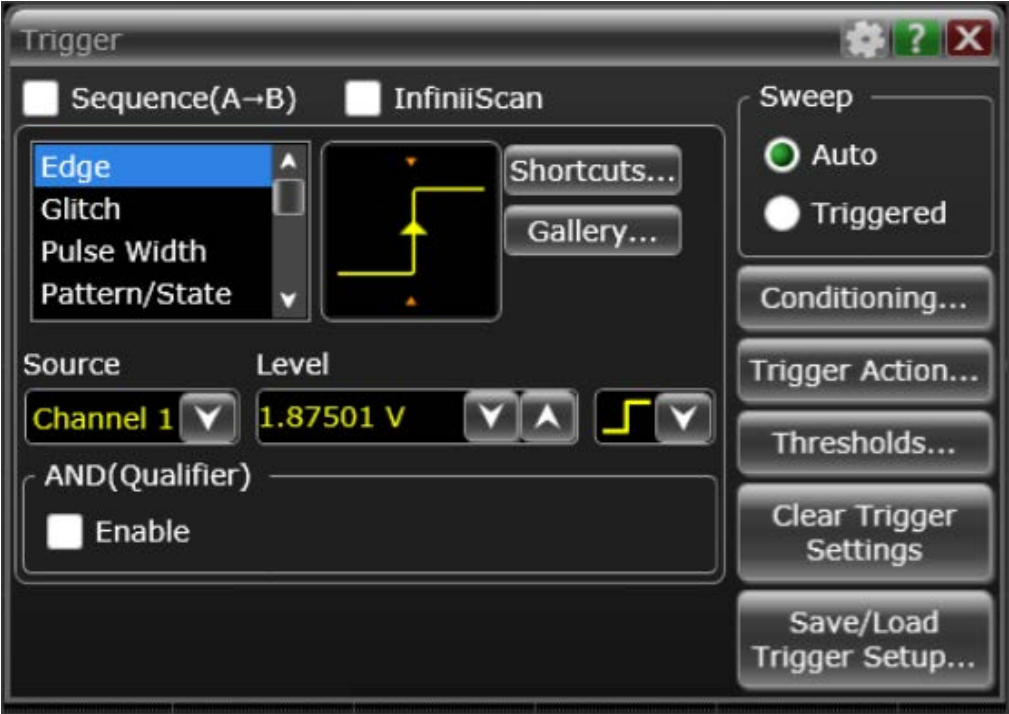
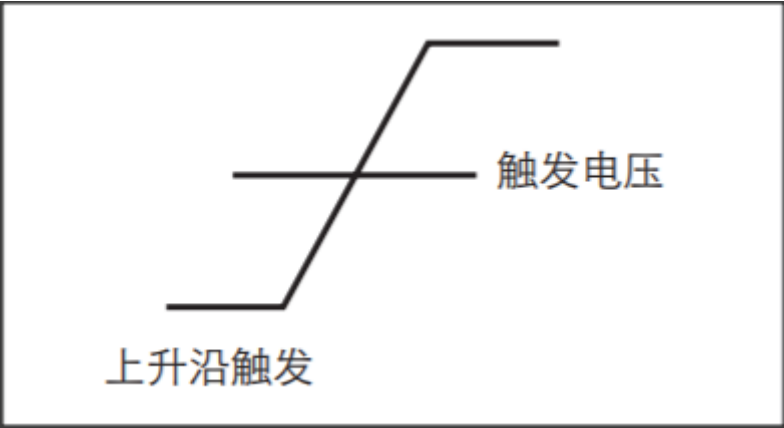
示波器的触发条件



- Edge Triggering (边沿触发)
- Glitch Triggering (毛刺触发)
- Signal Integrity Triggering (信号完整性触发)
 - Pulse Width (脉冲触发)
 - Setup and Hold (建立/保持时间触发)
 - Transition (上升/下降时间触发)
 - Runt (矮电平触发)
- Parallel Logic Triggering
 - Pattern/State (码型触发)

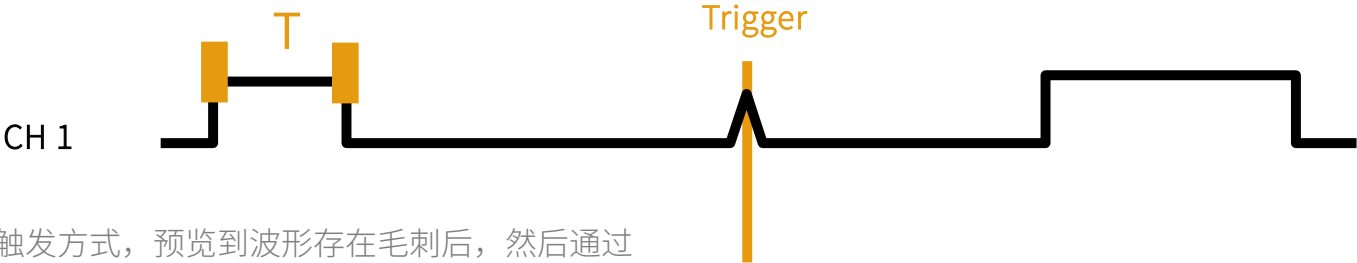
- Serial and Protocol Triggering (串行协议触发)
 - SPI
 - I²C
- InfiniiScan Triggering (高级区域触发)

触发设置 – 边沿触发案例

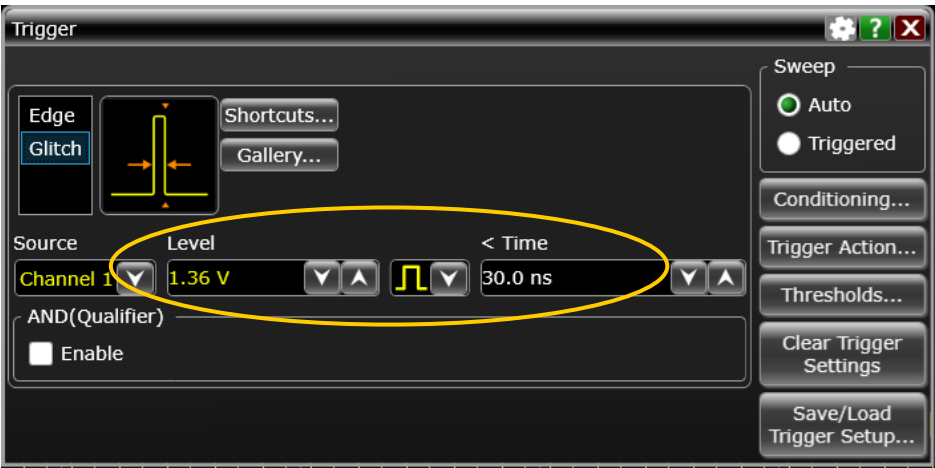


触发设置 - 毛刺触发案例

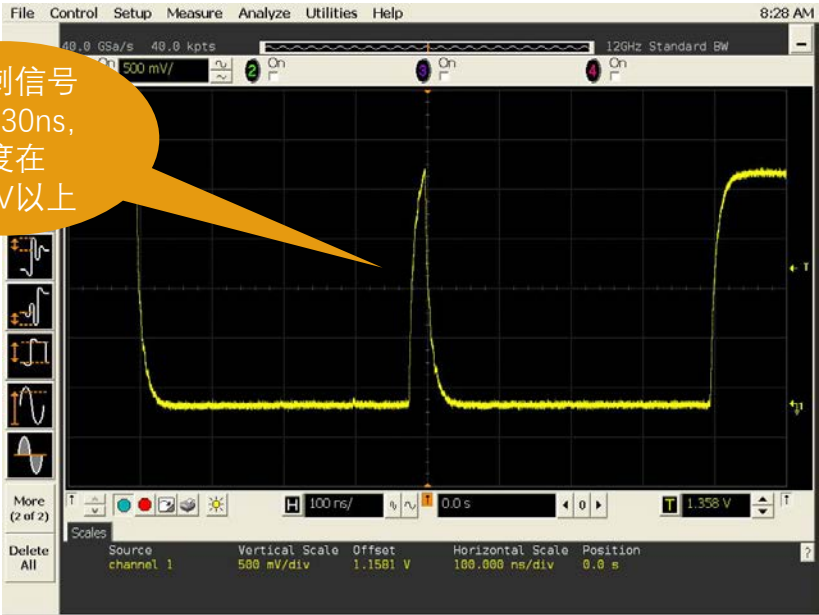
通道1出现毛刺宽度<T秒（高度，宽度）



可通过示波器Auto触发方式，预览到波形存在毛刺后，然后通过Glitch毛刺触发模式，对毛刺信号的幅度和宽度进行设置，从而将毛刺信号稳定地捕获出来。



此毛刺信号
宽度 < 30ns,
幅度在
1.358V以上

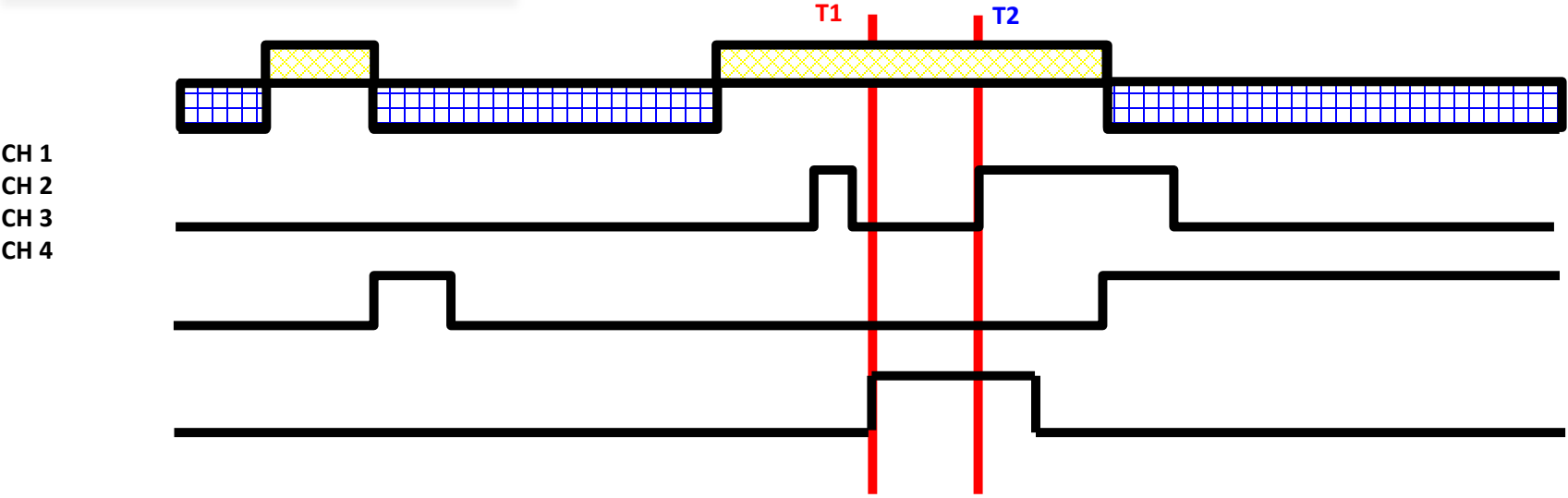
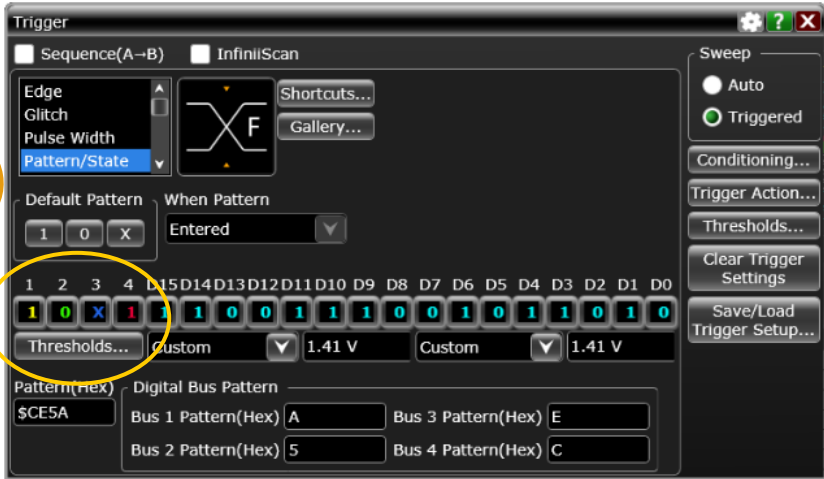


触发设置 - 码型触发案例

触发码型设置为 HLXH

T1 进入码型时刻
T2 离开码型时刻
判断T2-T1的范围

触发码型
设置为
HLXL



其他触发设置 - 触发抑释

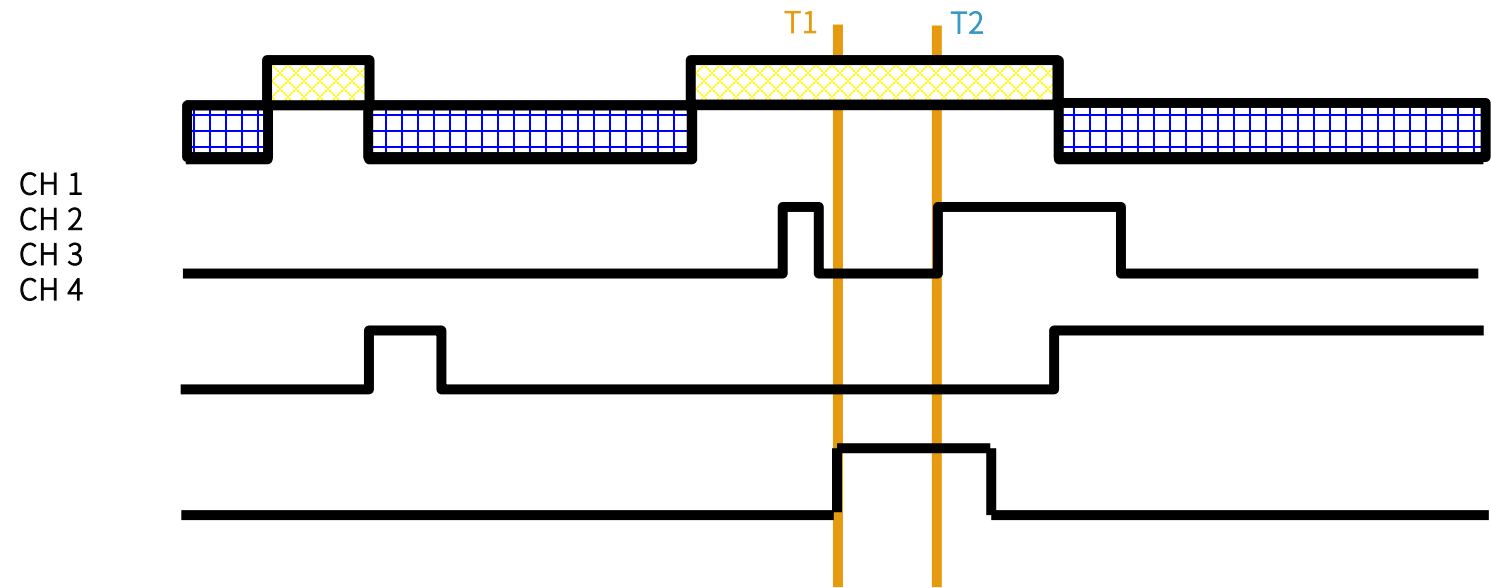
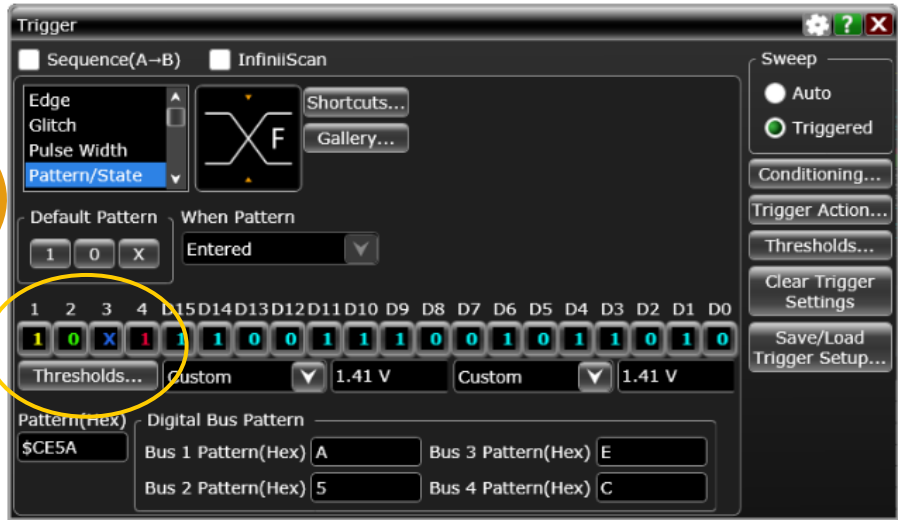
触发码型设置为 HLXH

T1 进入码型时刻

T2 离开码型时刻

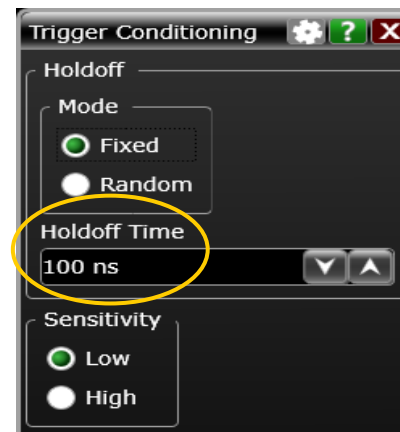
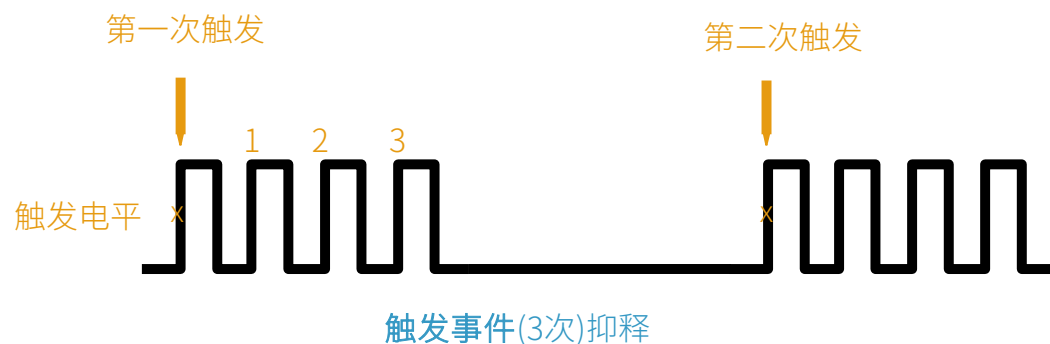
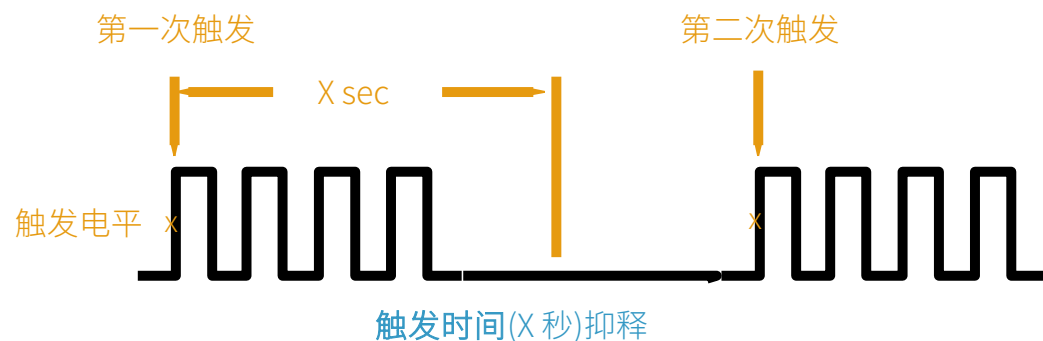
判断T2-T1的范围

触发码型
设置为
HLXL



其他触发设置 - 触发抑释

触发抑释(Holdoff) By Time / Events



- 在触发电路响应了一次触发后，关闭触发电路，直到过了 Holdoff 时间或 N 次事件之后才会响应下一次触发事件。
- 通常用于复杂波形比如同步 Burst 信号
- 设置技巧：
 $\text{Burst 占空宽度} < \text{Holdoff time} < \text{Burst 周期}$

高级触发功能 - InfiniiScan 区域触发软件

类脑智能驱动未来

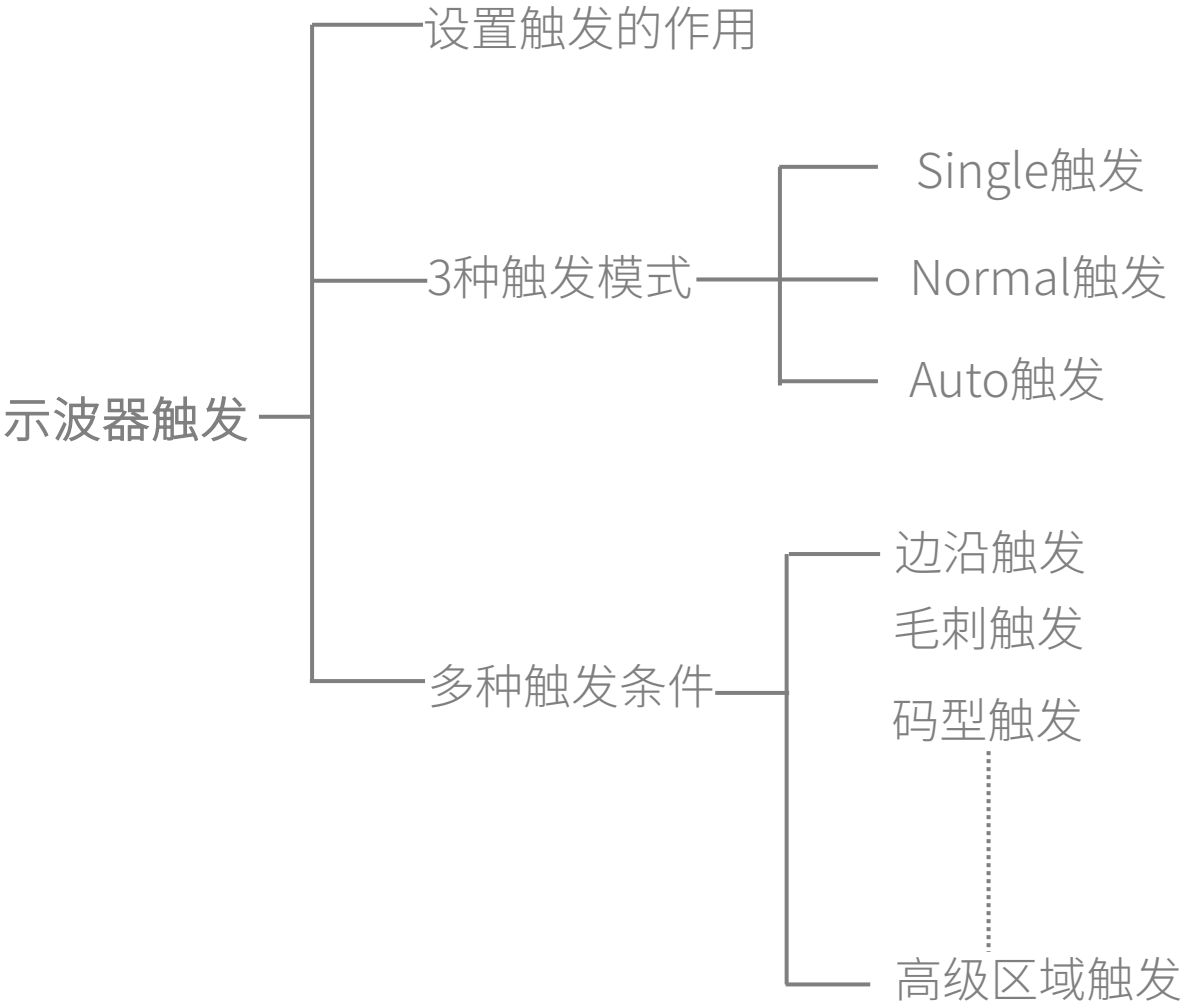
类脑智能驱动未来

独特的触发功能，通过软件来实现所有硬件无法实现的触发功能。
亮点：区域限定触发，支持任画8个窗口进行触发。

通过画区域图形的方式确定触发条件，快速捕获违规信号。



触发部分小结

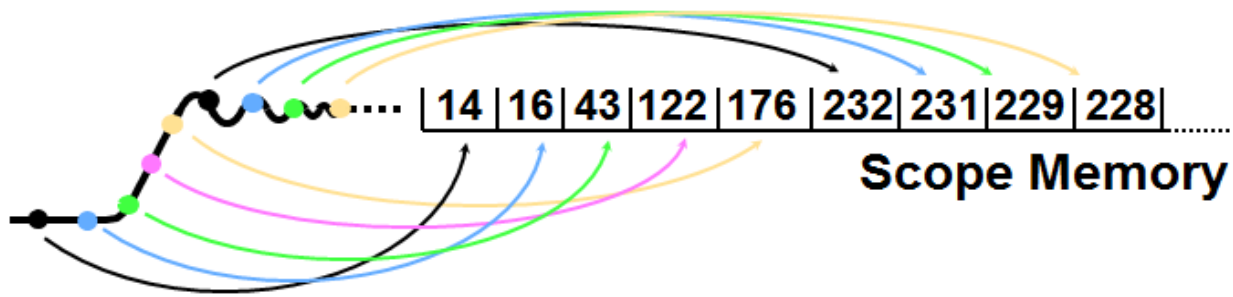


类
脑
智
能
驱
动
未
来

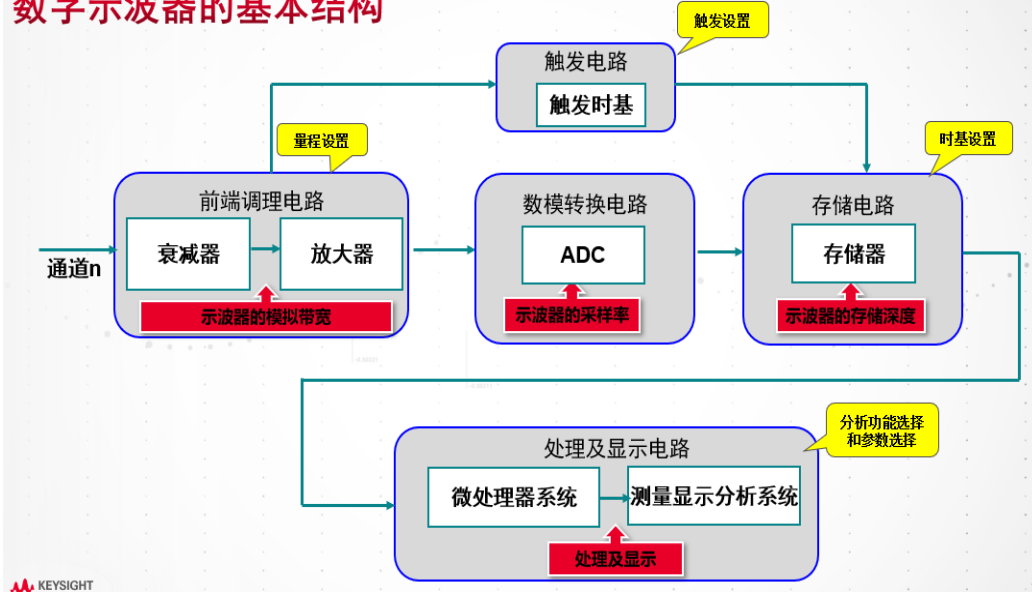
类
脑
智
能
驱
动
未
来

示波器的存储技术

- 每一个采样点必须存储到存储器，才能进行后续的处理和显示
- 示波器的存储深度是指每个通道可以存储的数字化的点数
- 更深的存储深度可以存储更多的采样点
- 捕捉更长时间数据意味如果保持采样率就需要更高的存储深度



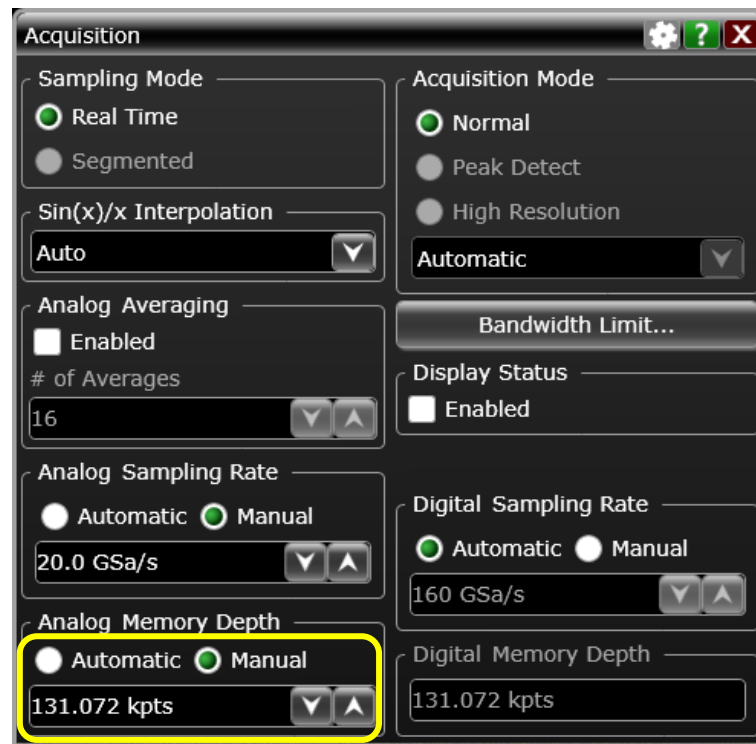
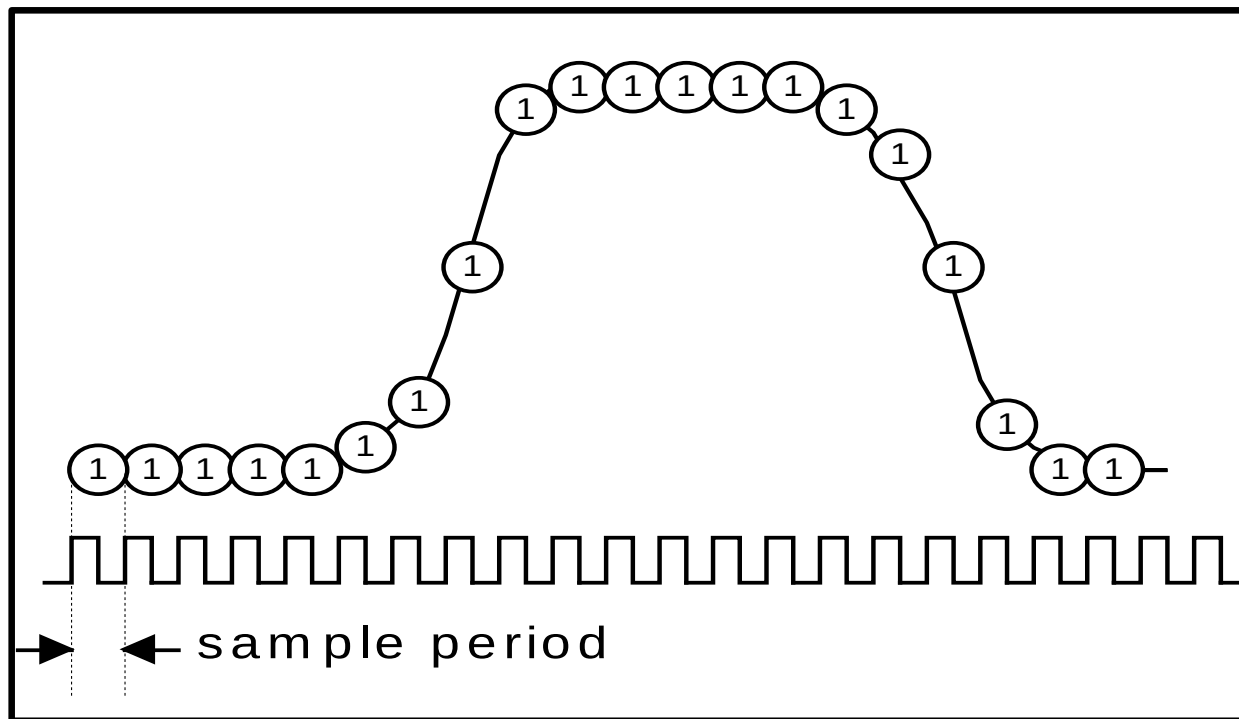
数字示波器的基本结构



存储深度与采样率的关系

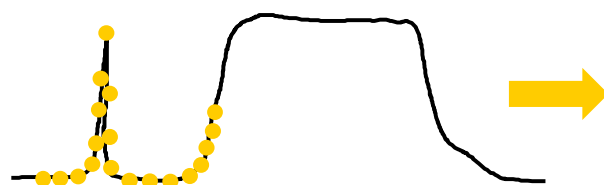
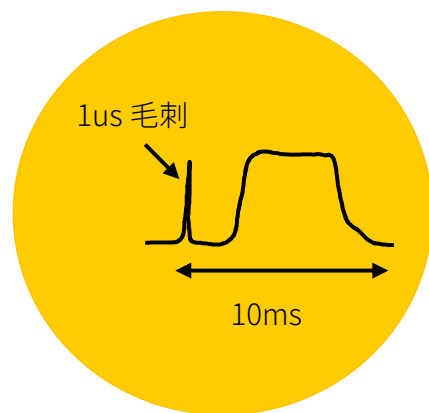
存储深度 = 采样率 × 采样时间(时间刻度 * 10格)

(距离 = 速度 × 时间)



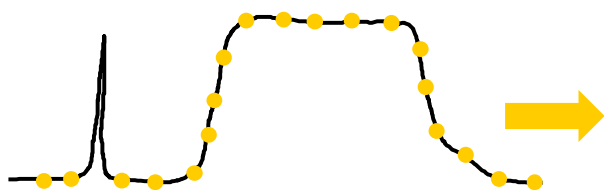
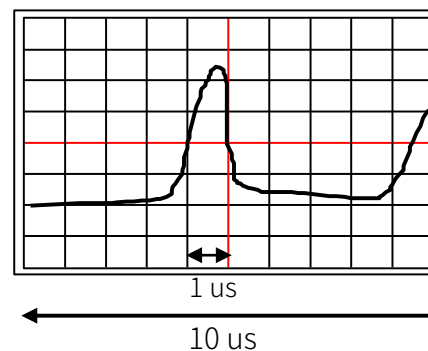
示波器的“时基设置”对测量的影响

同样存储深度下：选择快时基还是慢时基？



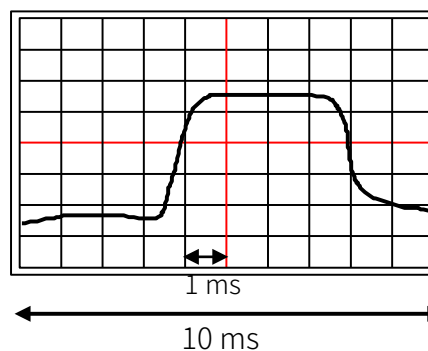
快时基:观察毛刺

Time base = 1us/Div



慢时基:观察长时间的波形

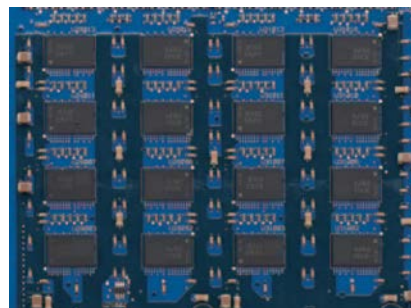
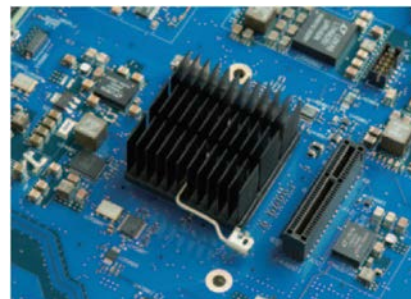
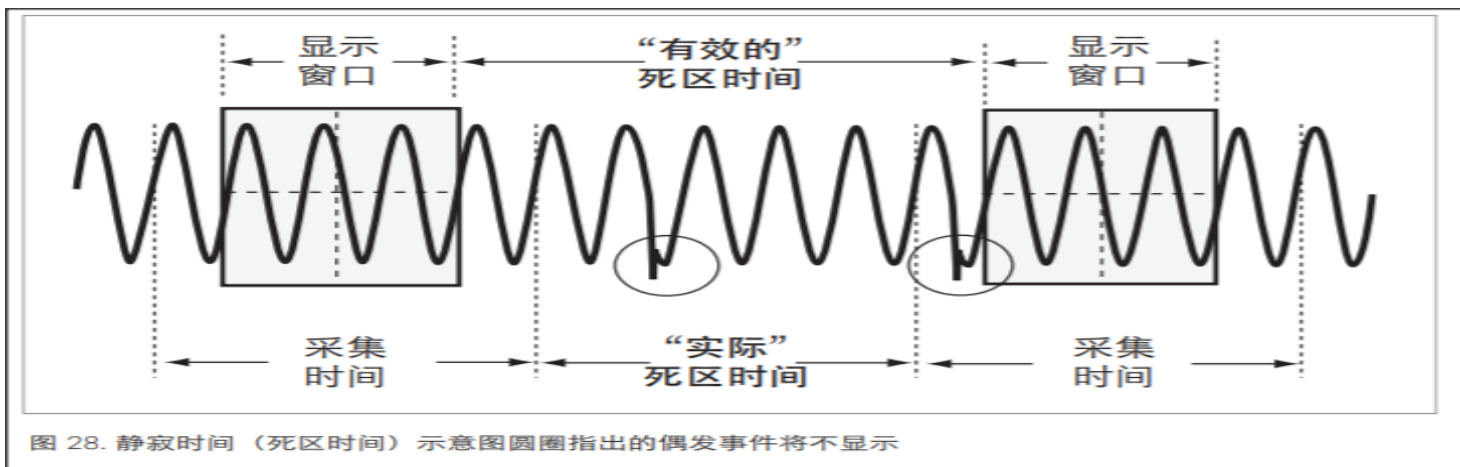
Time base = 1ms/Div



建议采用Auto模式，满足：采样率*时间长度=存储深度

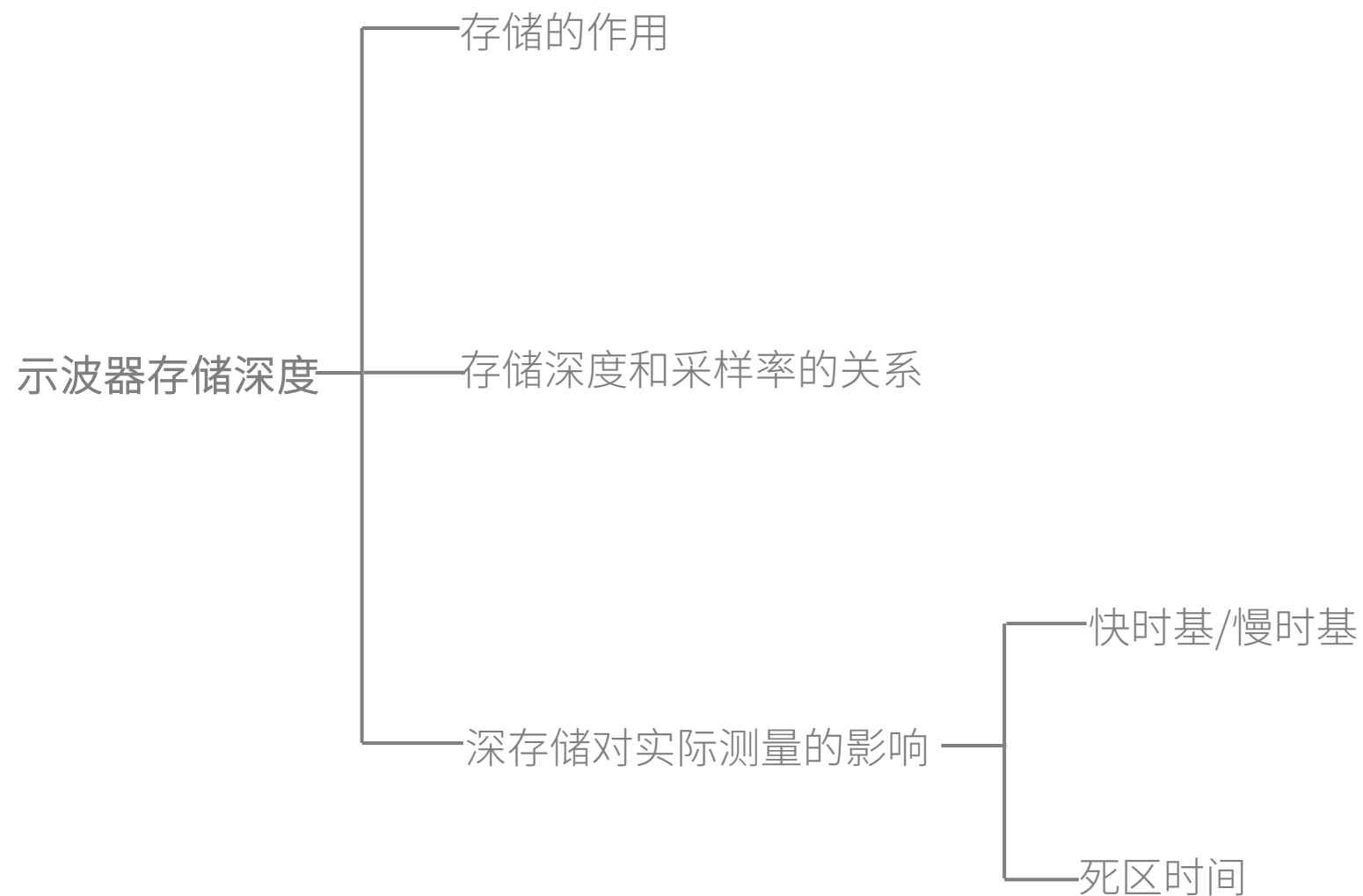
深存储带来的负面影响

- 波形更新率较慢
- 面板响应时间较慢
- 波形捕获的死区时间增加
- 死区时间内的信息被错过



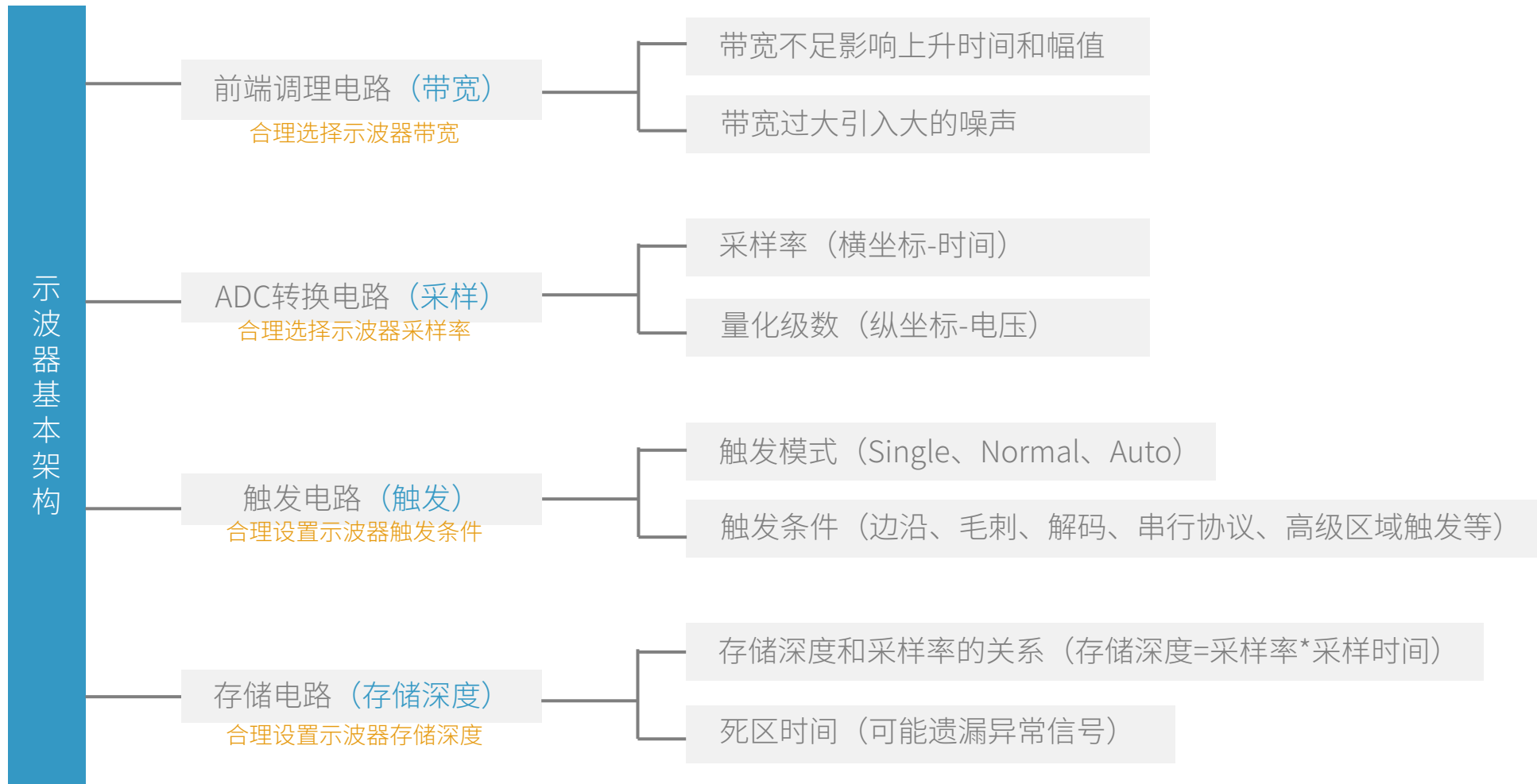
Keysight内置的定制FPGA芯片，基于硬件的算法加速波形显示，实现业内相应速度最快的深存储技术。

存储深度部分小结



数字示波器基本架构整体梳理

类
脑
智
能
驱
动
未
来



类
脑
智
能
驱
动
未
来

目录

- 是德科技示波器的产品系列
- 示波器的基本结构及原理
- 示波器对信号的测量及分析
- 示波器的器面板和软件界面
- 示波器的探测技术
- 示波器使用注意事项

示波器常用的测量项目

电压测量参数

IEEE Measurements

- [Area](#)
- [Average Voltage \(Vavg\)](#)
- [Base Voltage \(Vbase\)](#)
- [Root Mean Square Voltage \(Vrms\)](#)
- [Lower Threshold Voltage \(Vlower\)](#)
- [Maximum Voltage \(Vmax\)](#)
- [Middle Threshold Voltage \(Vmiddle\)](#)
- [Minimum Voltage \(Vmin\)](#)
- [Overshoot](#)
- [Peak-to-Peak Voltage \(Vp-p\)](#)
- [Preshoot](#)
- [Top Voltage \(Vtop\)](#)
- [Upper Threshold Voltage \(Vupper\)](#)
- [Voltage Amplitude \(Vamptd\)](#)

Measurement Setup Guide

- [Noise](#)

时间测量参数

IEEE Measurements

- [Delta Time \(\$\Delta\$ Time\)](#)
- [Duty Cycle](#)
- [Fall Time](#)
- [Frequency](#)
- [Negative Pulse Width \(-Width\)](#)
- [Phase](#)
- [Period](#)
- [Positive Pulse Width \(+Width\)](#)
- [Rise Time](#)
- [Time of Maximum Voltage \(Tmax\)](#)
- [Time of Minimum Voltage \(Tmin\)](#)

Measurement Setup Guides

- [Jitter](#)
- [Hold Time](#)
- [Setup Time](#)
- [Settling Time](#)

眼图测量参数

- [Crossing %](#)
- [Duty Cycle Distortion %](#)
- [Duty Cycle Distortion Time](#)
- [Eye Height](#)
- [Eye Width](#)
- [Jitter Peak-to-Peak](#)
- [Jitter RMS](#)
- [Q-factor](#)

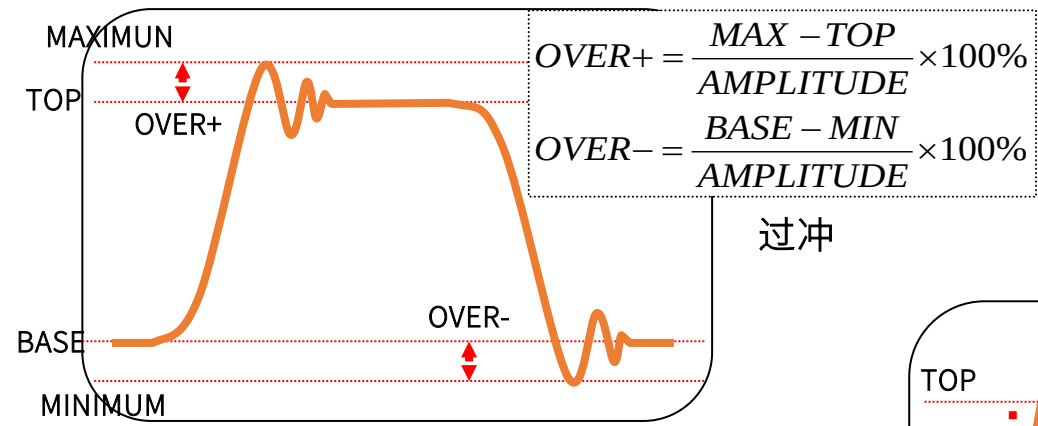
示波器对波形参数的测试方法

类
脑
智
能

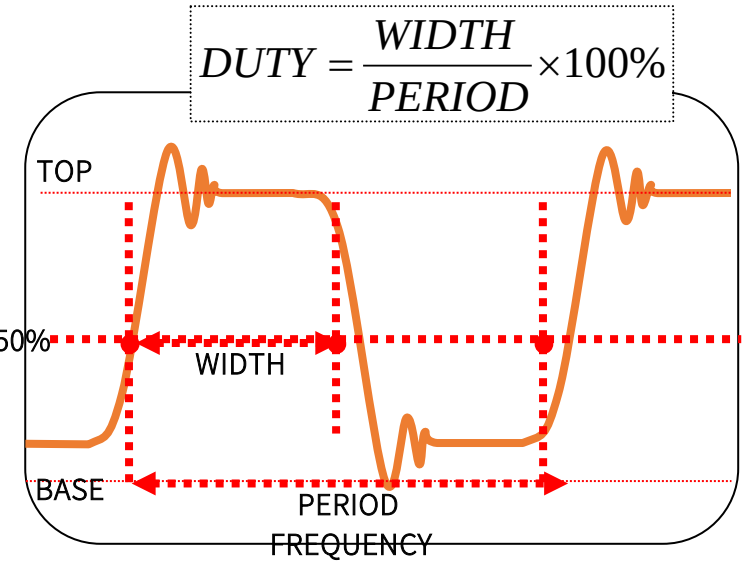
驱
动
未
来

类
脑
智
能

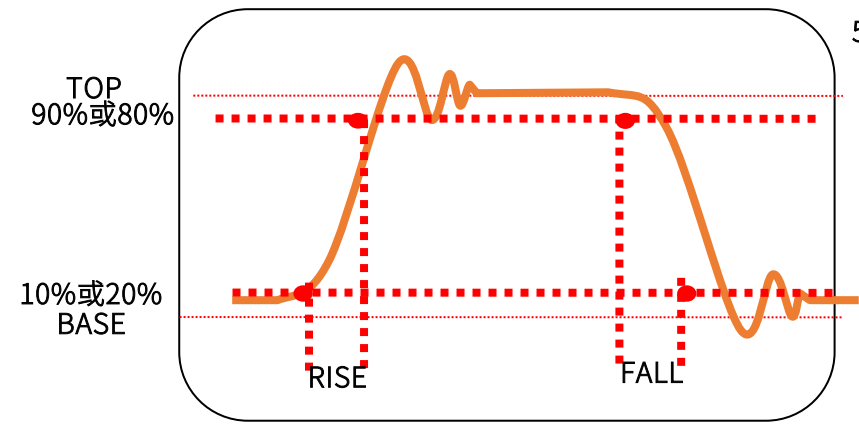
驱
动
未
来



过冲

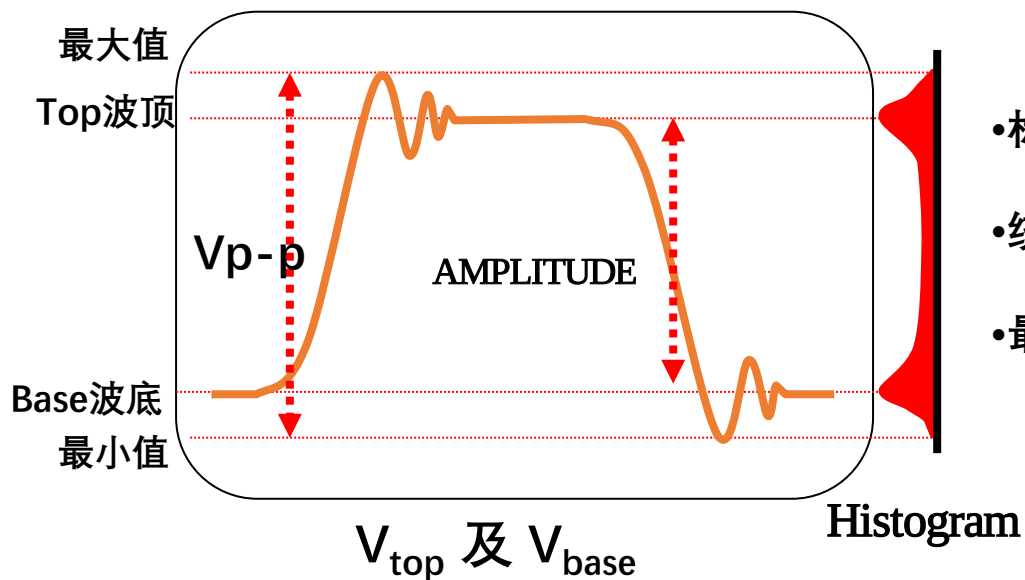


周期、频率、脉宽、占空比



上升沿/下降沿时间

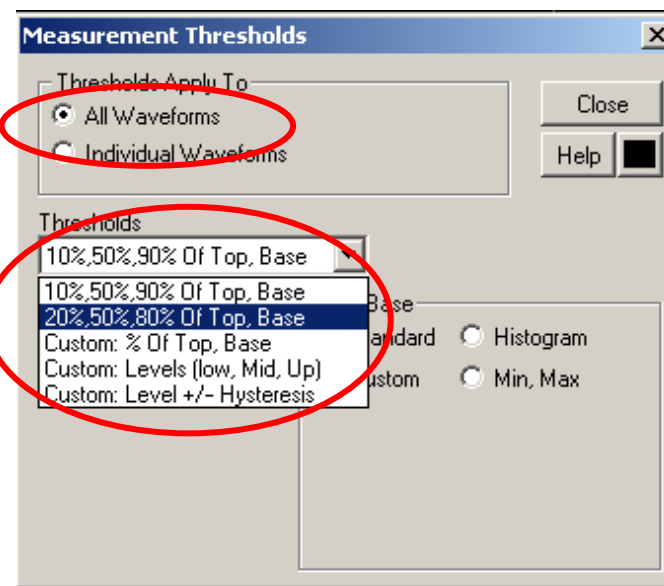
Vtop、Vbase的定义及测试门限的设定



- 标准/自定义
- 统计图
- 最大/最小值

可以对所有通道设置相同门限或每个通道设置不同的门限

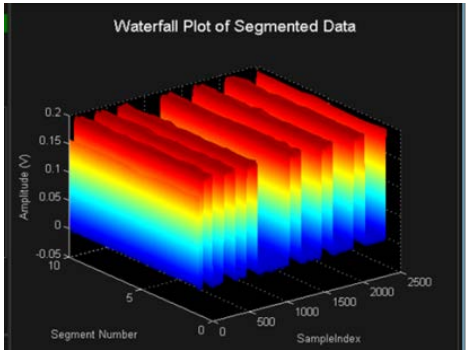
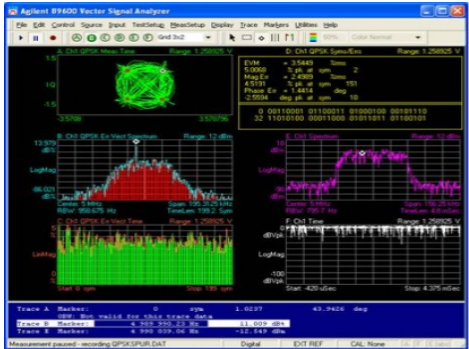
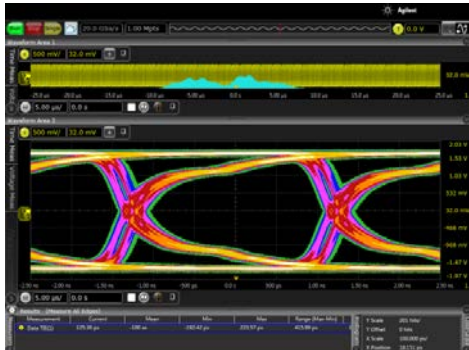
根据需要可以选择不同的测试门限



是德科技示波器具有业内最全面的应用分析功能

类
脑
智
能
驱
动
未
来

- **SDA:** Clock recovery and eye-diagram analysis
- **EZJIT:** Measurement trends and SSC validation
- **EZJIT Complete:** Vertical noise separation
- **InfiniiSim:** Hardware embedding/de-embedding
- **Equalization:** FFE, CTLE and DFE
- **InfiniiScan:** Powerful software trigger including zone and serial bit trigger
- **User Defined Application:** Creation of customized automated test program
- **Crosstalk Analysis:** Signal and Power crosstalk analysis
- **VSA:** Vector signal analysis, spectral, EVM



类
脑
智
能
驱
动
未
来

示波器的快速测量功能 - 拖放测量

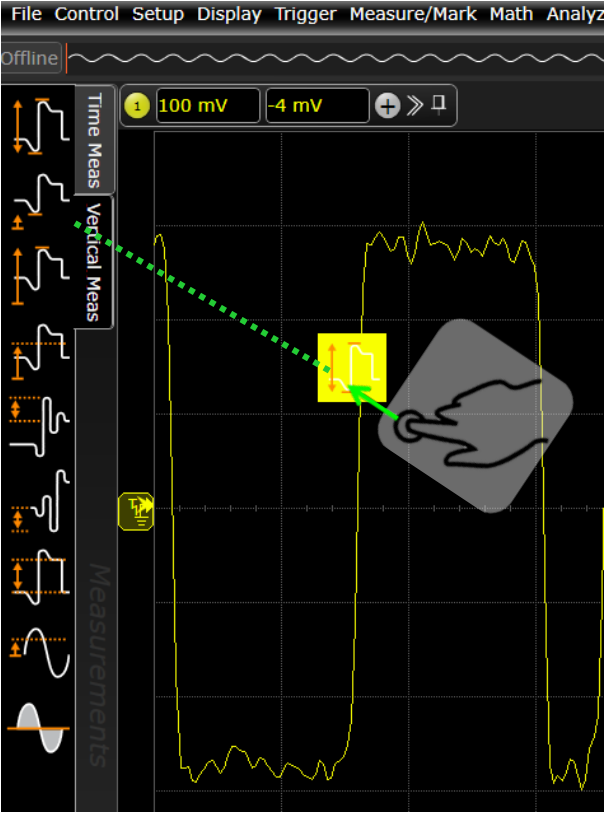
- 时间测量参数

	Rise Time
	Fall Time
	Period
	Frequency
	Positive Pulse Width (+ Width)
	Negative Pulse Width (- Width)
	Duty Cycle
	T Max
	T Min

通过鼠标拖动测量快捷图标，可以快速进行常规参数测量

- 垂直测量参数

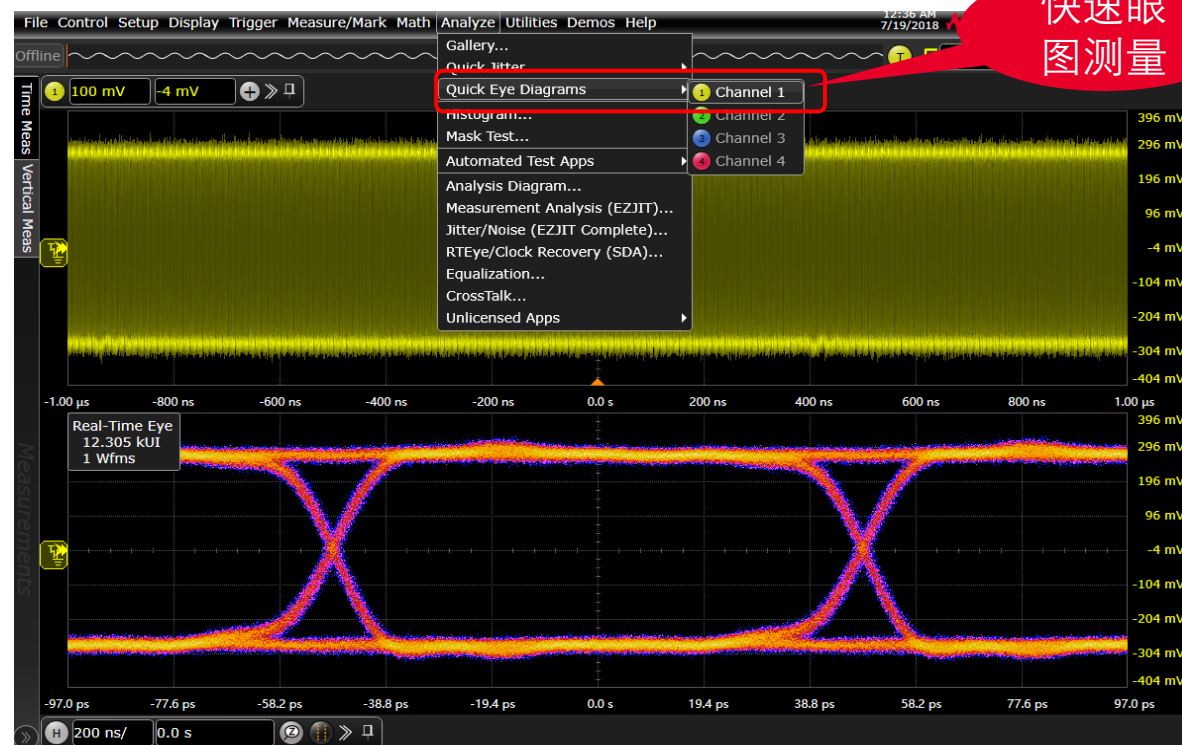
	Peak-to-Peak Voltage (Vp-p)
	Minimum Voltage (V min)
	Maximum Voltage (V max)
	Average Voltage (V avg)
	Overshoot
	Preshoot
	Amplitude (V amptd)
	RMS Voltage (V RMS)
	Area



示波器的快速眼图测量功能

快速眼图测量(Quick Eye Diagram)

快速自动分析信号的眼图，可以让工程师在短短几秒钟内即可帮信号的眼图分析出来，避免了传统复杂的操作设置，节约测试时间。



示波器的眼图分析功能

类
脑
智
能

驱
动
未
来

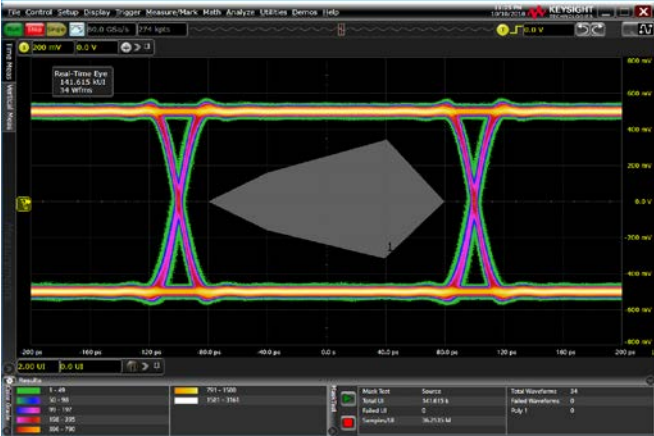
- 实时眼图 (Real Time Eye)
- 快速眼图测量(Quick Eye)
- 自定义眼图模板 (Draw Eye Mask)
- 多通道眼图测量 (Multi-Channel Eye)

类
脑
智
能

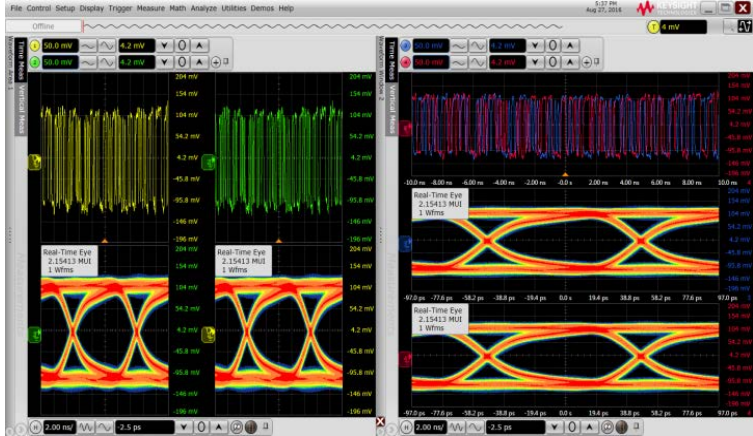
驱
动
未
来



实时眼图



眼图模板



多通道眼图测试

示波器的抖动分析功能

- 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



Signal

输入信号时域波形

Histogram

抖动直方图，表现抖动的总体分布

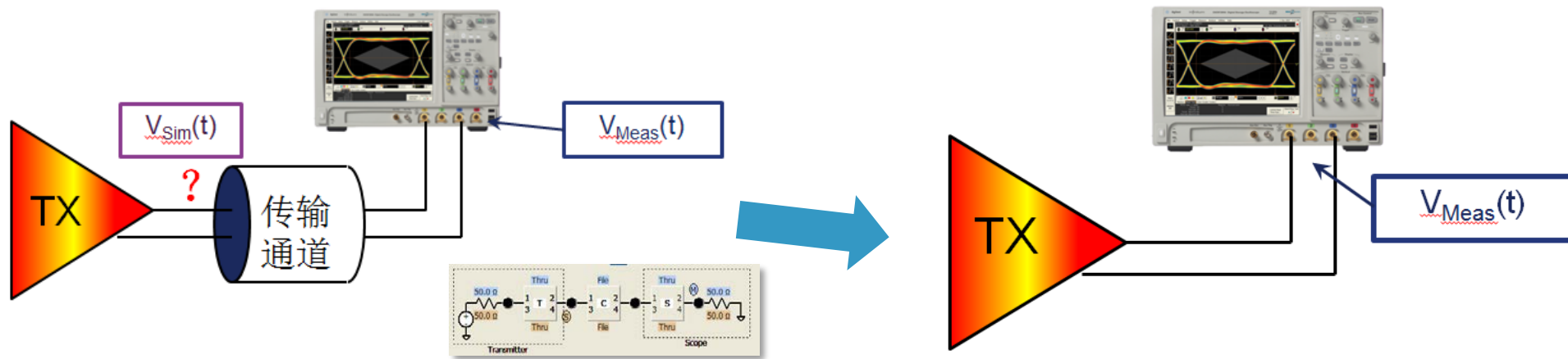
Trend

抖动趋势图，表现抖动与时间的关系

Spectrum

抖动趋势图，表现抖动在频域的分布

示波器的嵌入/去嵌入分析功能

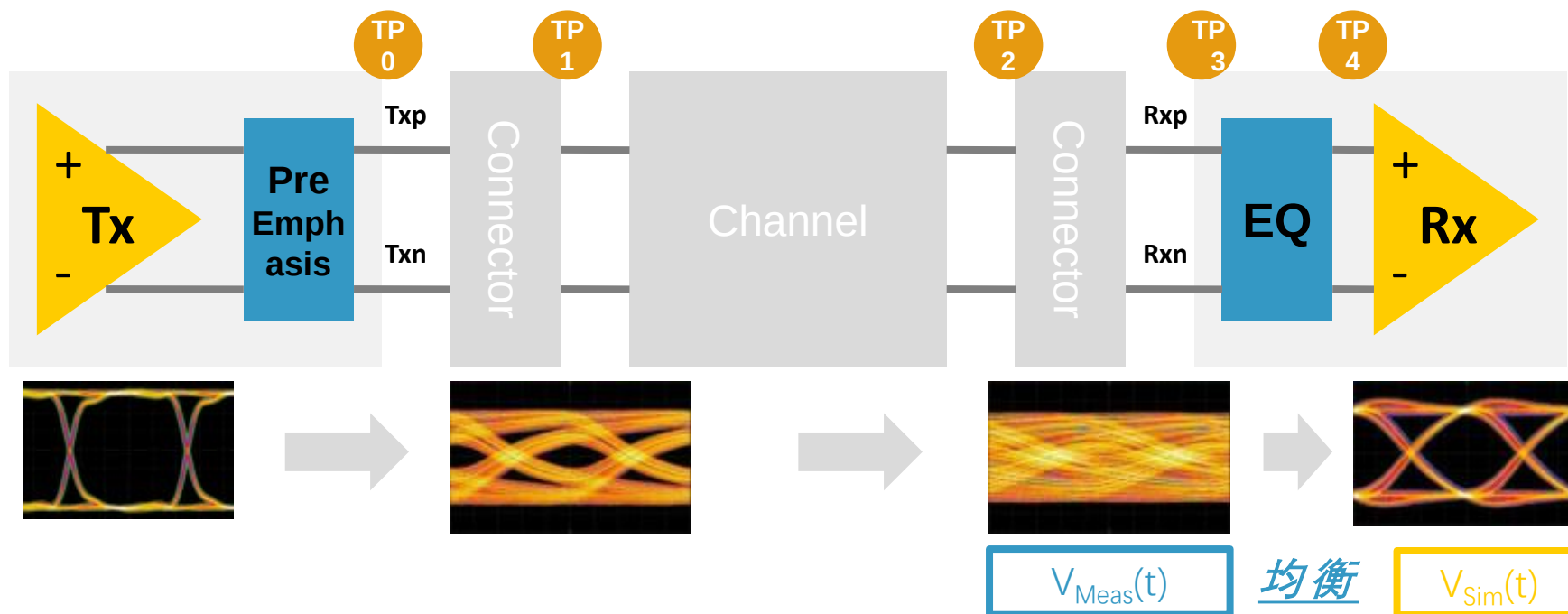


去嵌入技术用于在测量中移除传输通道如电缆、夹具或PCB等对信号的影响，从而模拟出信号通过传输通道之前的波形。

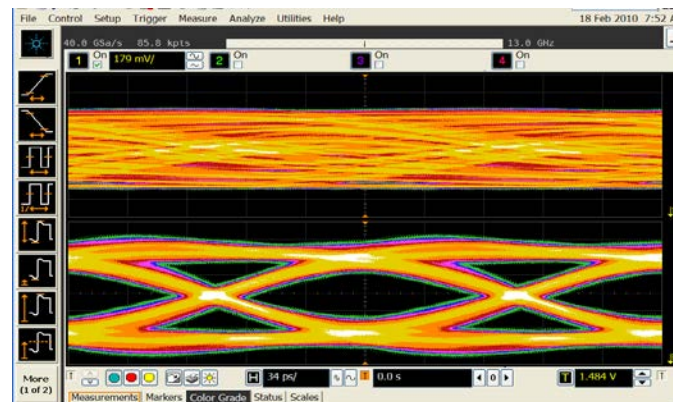
嵌入技术用于加入传输通道如测量电缆、测量夹具或PCB等的影响，从而模拟出信号经传输通道之后的波形。

N5465A 波形转换工具(InfiniiSim)可配置的系统建模，支持插入/去除通道模型的仿真波形，查看位于无法探测物理位置的波形

示波器的均衡分析功能



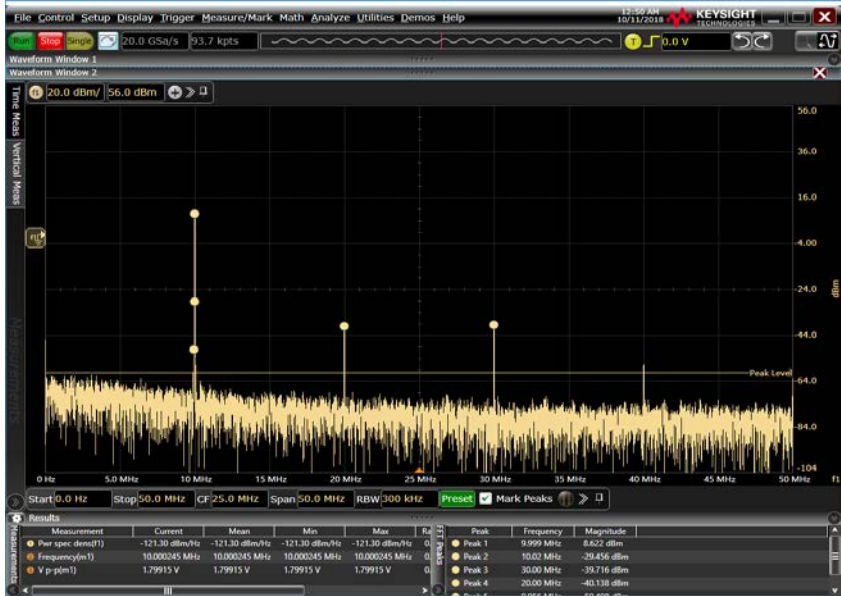
N5461A/B Infiniium 串行数据均衡 (SDE) 软件
利用 示波器极低的本底噪声和时钟恢复算法，
可以精确描述 DFE、CTLE 和 FFE。



示波器的频谱分析功能(FFT)

通过示波器观察信号的频域特性

- 找到串扰根源
- 发现非线性失真
- 调整滤波器设计



Example

电源信号噪声过大，而在时域中无法分辨不同频率的电流状态，很难找出干扰源。使用FFT功能，可以发现数字电路上的噪声源，从而找出导致噪声过大的问题源头。

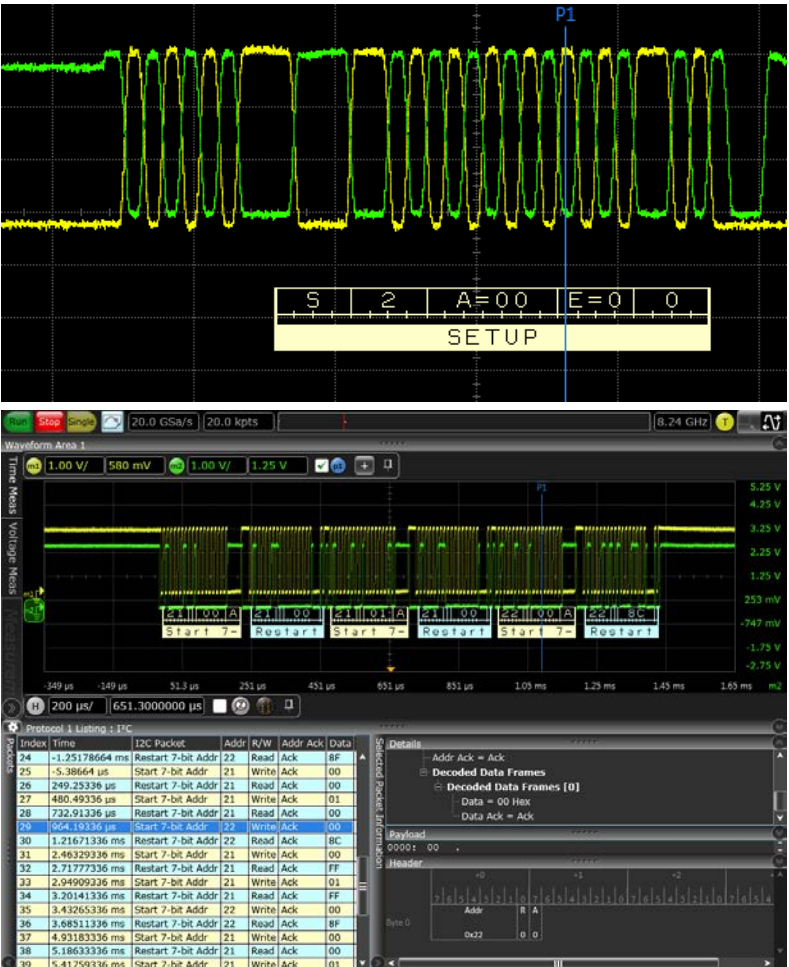
此案例是由于10MHz时钟与电源相干扰导致3.3V电源噪声过大。

示波器的协议分析功能

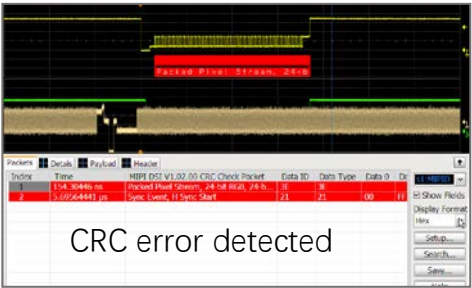
解码较高级的协议层，调试CRC错误

List of supported protocols

- 8b/10b
- 64b/66b 10GBase-KR
- CAN / LIN / FlexRay
- BroadR-Reach
- DVI /HDMI
- I2C/SPI
- JTAG
- MIPI CSI-3 (M-PHY)
- MIPI DigRF v4
- MIPI D-PHY
- MIPI LLI
- MIPI RFFE
- MIPI M-PHY UniPro
- PCIe Gen1 and Gen2
- PCIe Gen3/Gen4
- RS-232 /UART
- SATA /SAS
- SPI
- SSIC (USB 3.0)
- SVID
- USB 2.0
- USB 3.0/3.1
- USB Power Delivery
- JESD204B

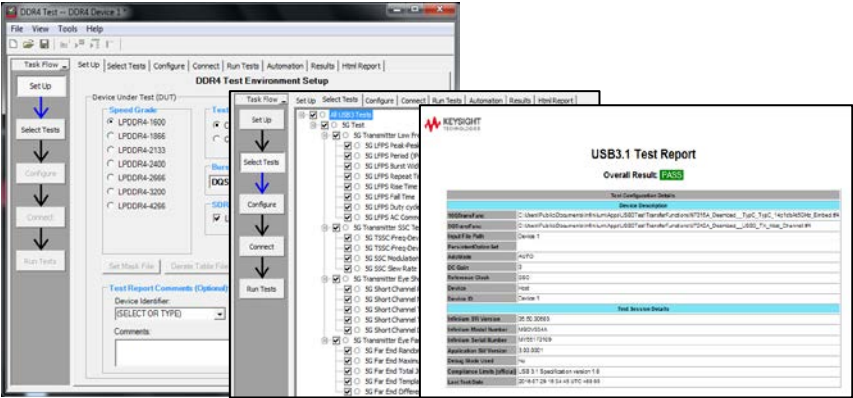


- Run up to **4 protocol decoders** at the same time.
- Decoded packets are shown on the waveform as well as the listing table below.
- Show **payload and CRC** information.
- Zoom into waveforms quickly by selecting the decoded packet in the table.
- Bright color warns the packets are received incorrectly when the computed CRC and CRC embedded do not match, indicating **CRC error**. This could be related to signal integrity or protocol issues. Now, you can go in to debug the issues.



示波器的一致性测试功能

是德科技最全面的一致性测试应用软件和专业技术给您更高的信心， 同时通过内置自动化测试功能为您节省大量测试时间和资源。



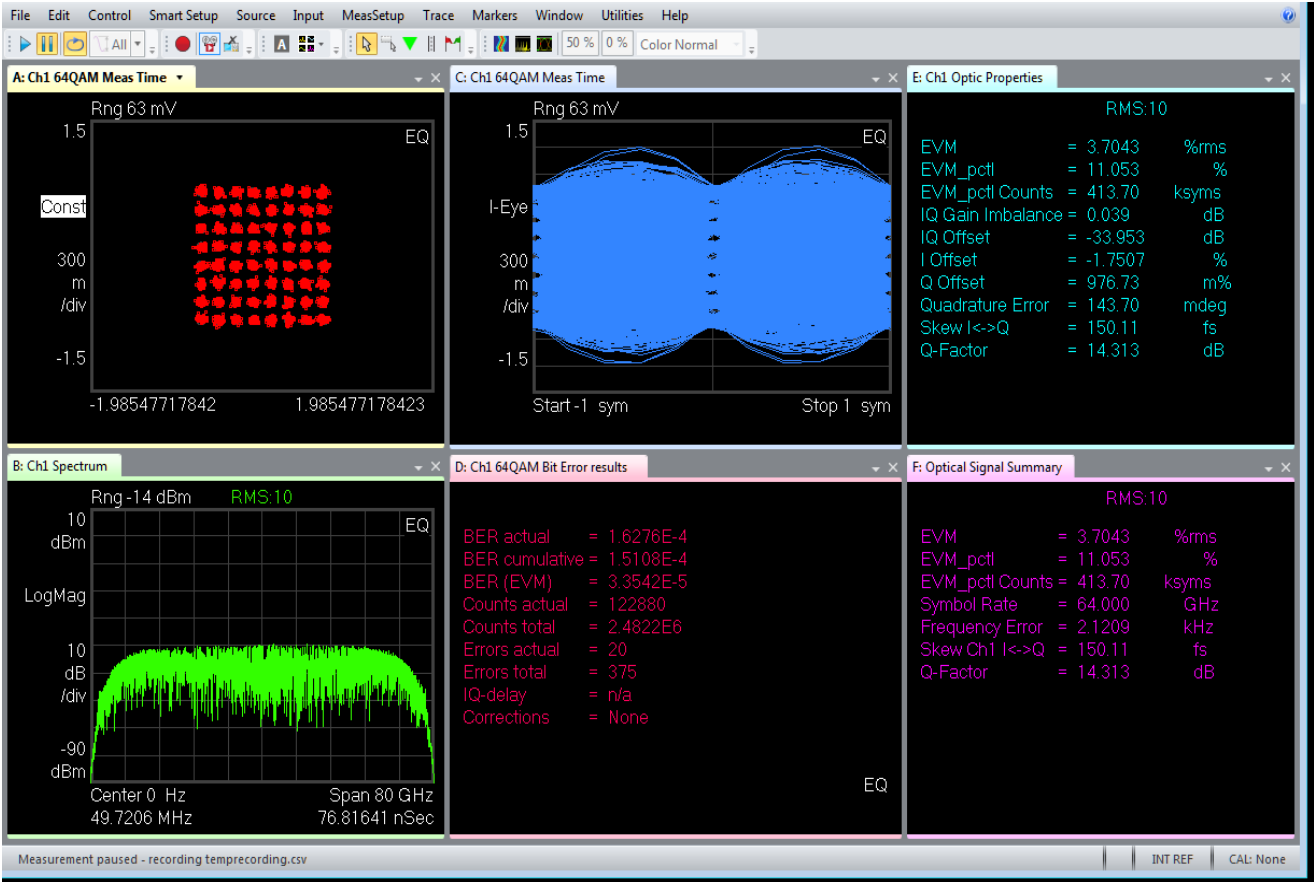
Keysight experts are on multiple technology boards and industry standards committees help define compliance requirements. Compliance applications are certified to test to the exact specifications of each technology standard. If a test passes in your lab , you can be assured that it will pass in test labs and plugfests worldwide. Setup wizards combined with intelligent test filtering give you confidence you're running the right tests. Comprehensive HTML reports with visual documentation and pass/fail results guarantee that critical information is retained.

BroadR-Reach	Ethernet 100GBase-CR10	SATA Gen 3
DDR1 and LPDDR1	Ethernet 100GBase-CR4	SFP+
DDR2 and LPDDR2	Ethernet 100GBase-KR4	USB 2.0
DDR3 and LPDDR3	PAM-4	USB 3.1
DDR4 and LPDDR4	HDMI 2.1	USB HSIC
DisplayPort 1.4	MHL 3.0	UHS-I
eDP 1.4	MIPI D-PHY	UHS-II
eMMC	MIPI M-PHY	MOST
Ethernet + EEE 10/100/1000Base-T	MIPI C-PHY	Thunderbolt3
Ethernet 10GBase-T	PCI Express Gen 4	XAUI
Ethernet 10GBase-KR	SAS-4	User-defined application

示波器的矢量分析功能

UXR Series

分析带宽：80GHz ,测试结果EVM: 2.9%



示波器的离线分析功能

在没有示波器和DUT的情况下观察、分析和测量信号

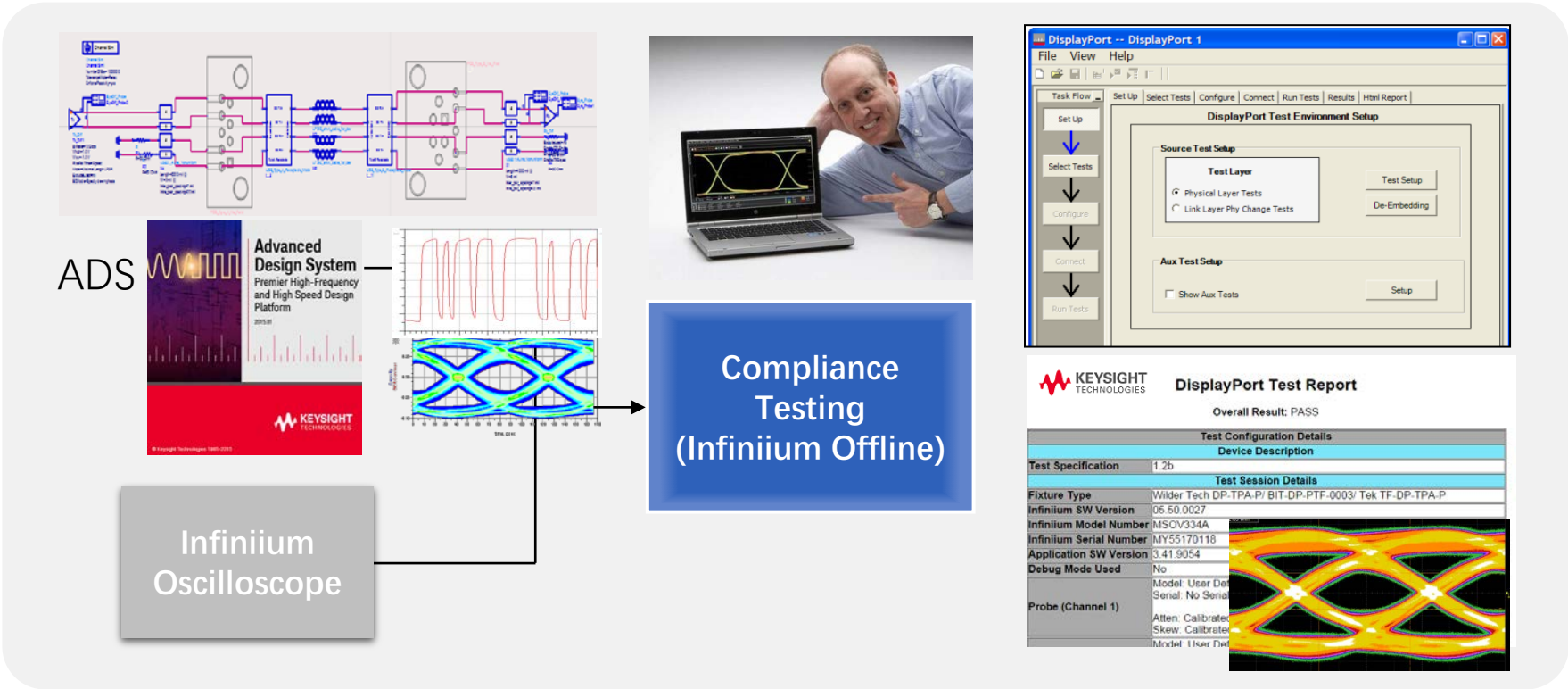


示波器的仿真测试功能

对仿真波形的测试

- 通过仿真软件建立模型与仿真
 - Tx, Rx (SERDES AMI models), channel
- 提取待测波形
- 使用示波器或者离线版示波器软件进行一致性测试。

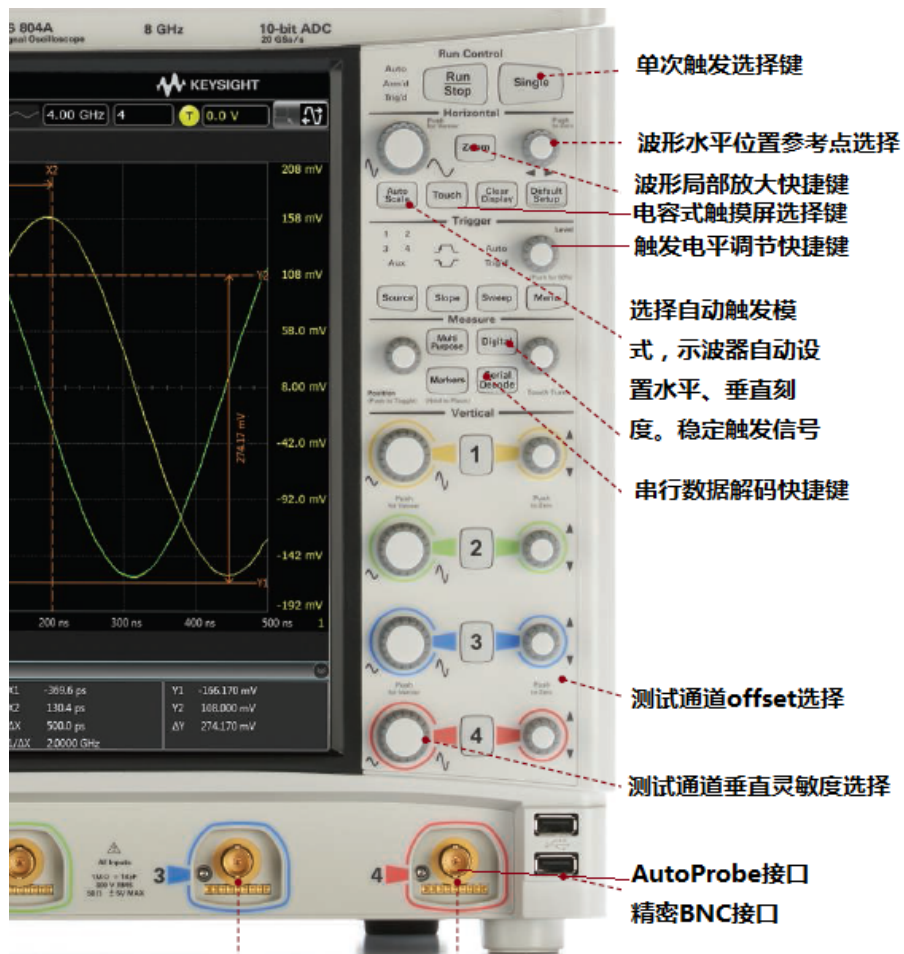
仿真的结果导入离线版示波器进行测试，预先获得测试报告。



目录

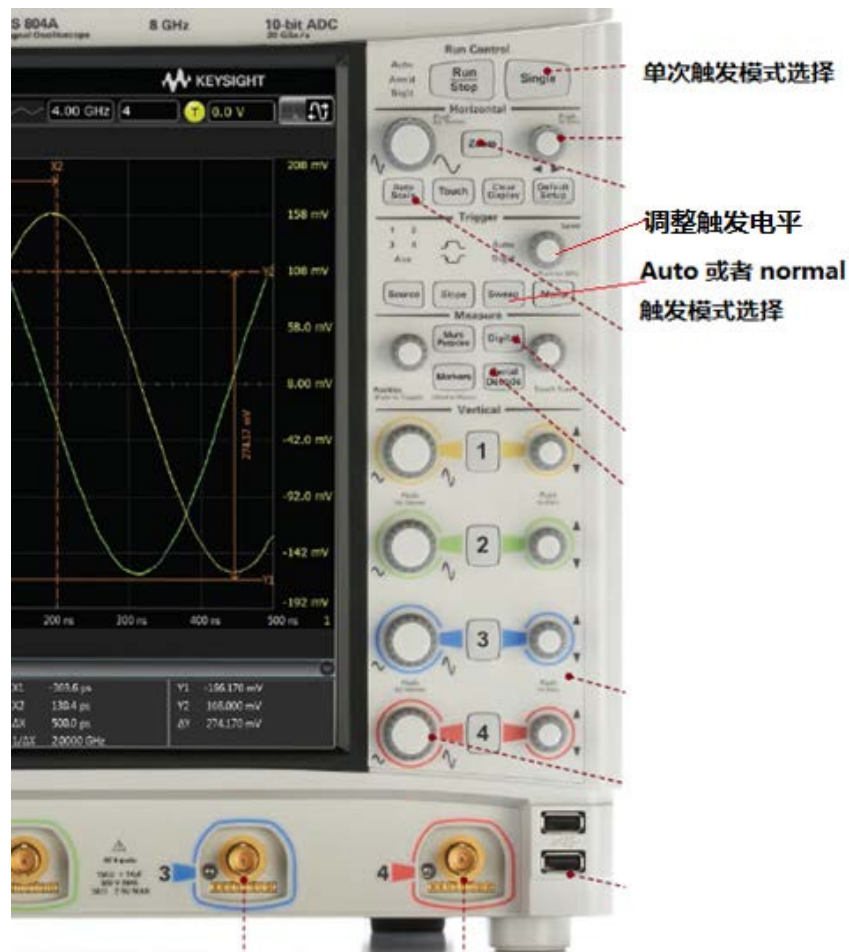
- 是德科技示波器的产品系列
- 示波器的基本结构及原理
- 示波器对信号的测量及分析
- 示波器的器面板和软件界面
- 示波器的探测技术
- 示波器使用注意事项

信号的触发与测量



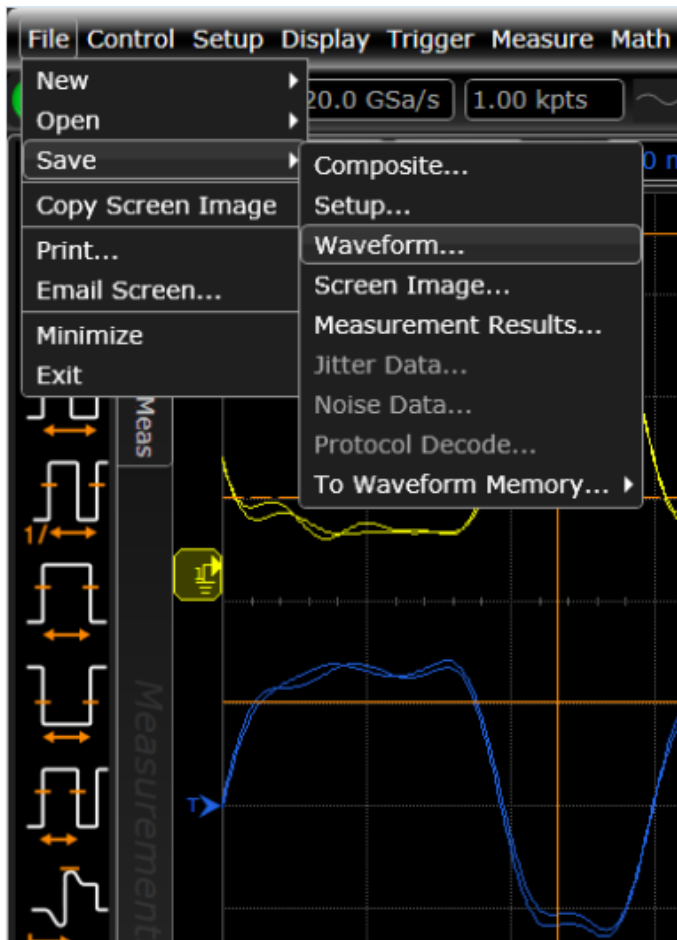
- 根据被测信号特征和幅度选择合适的探头或线缆测试信号。例如使用线缆时，被测信号幅度不超过 $\pm 5V$ 。探头的使用请参考示波器原理教材的探头章节。
- 使用示波器探头或线缆探测到信号后，选择 Default Setup恢复示波器默认设置，选择 AutoScale键，使用Auto触发模式显示波形。

信号的触发与测量



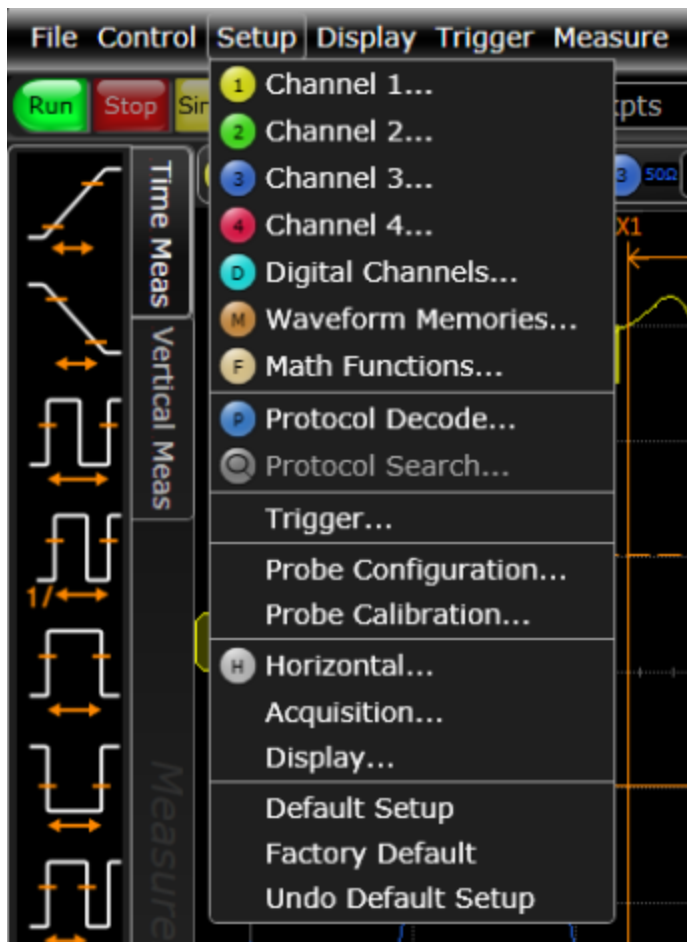
- 示波器的触发模式选择
- 选择Normal (Triggered) 或Single触发模式，捕获重复或单次出现的信号
- 选择触发通道
- 调整触发电平、触发类型，稳定捕获被测信号

示波器菜单设置



- 在file菜单，可以选择保存波形文件、波形图片、测量结果、抖动分析结果、协议解码结果。
- 保存当前示波器设置，在需要时打开设置文件，不需要重复设置示波器
- 保存多个通道的波形在composite文件中
- 保存当前任意通道的波形到memory中，方便波形比较与处理

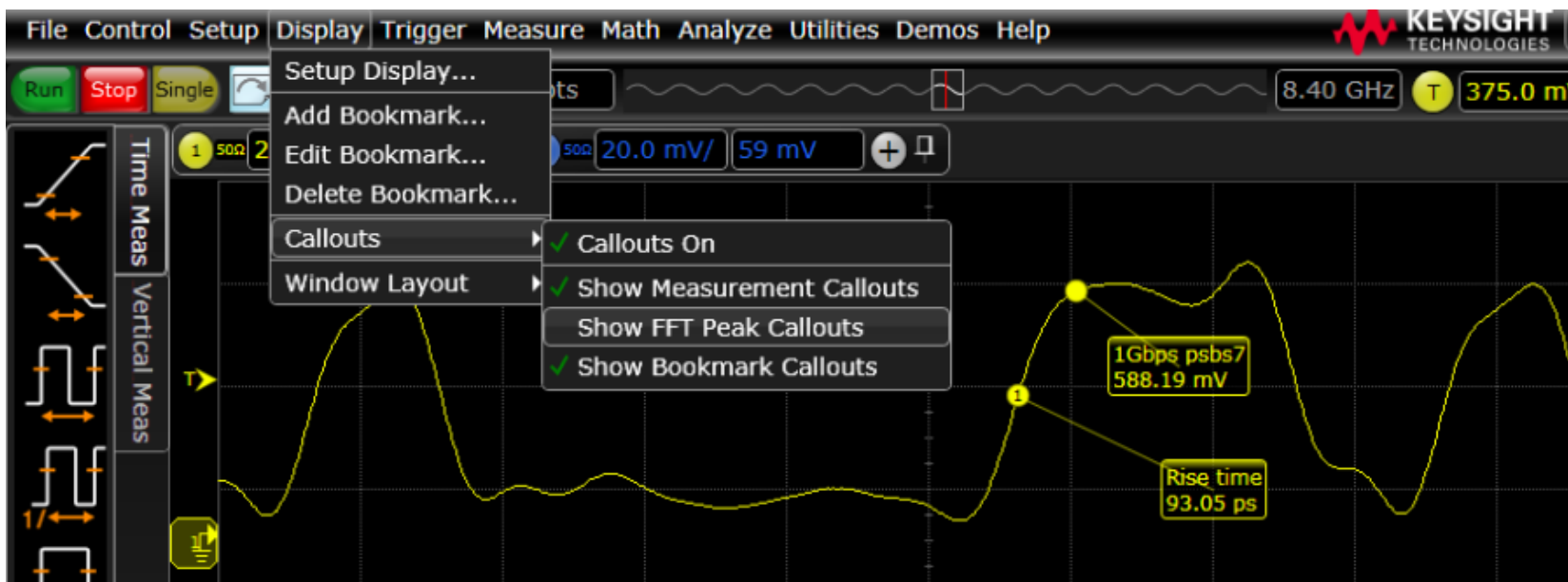
示波器菜单设置



Setup菜单

- 通道参数的设置
- 串行协议解码的设置
- 探头设置及探头校准
- 水平时间轴的参数测试
- Acquisition采样率、带宽、存储深度的设置
- 恢复示波器默认设置或出厂设置状态

示波器显示菜单设置



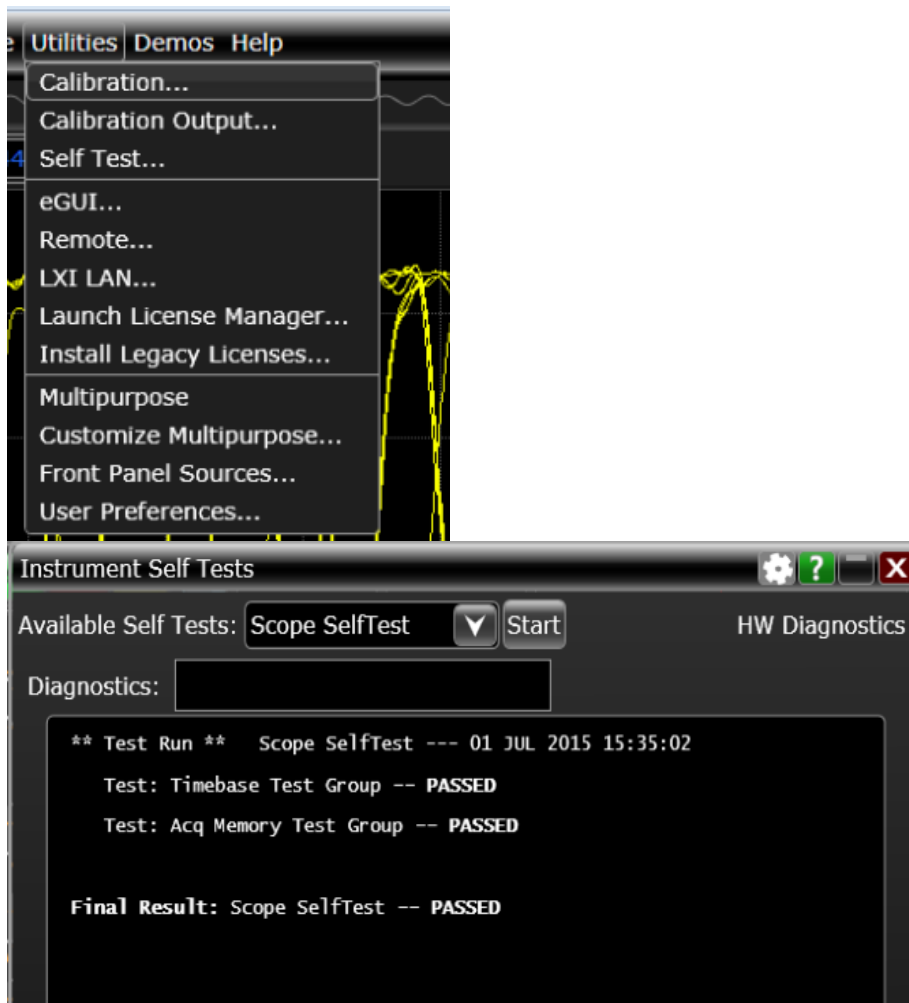
- Keysight示波器软件可以在波形上添加注释，方便记录信号特征
- 在波形区域显示测量项目的测试结果

示波器显示菜单设置



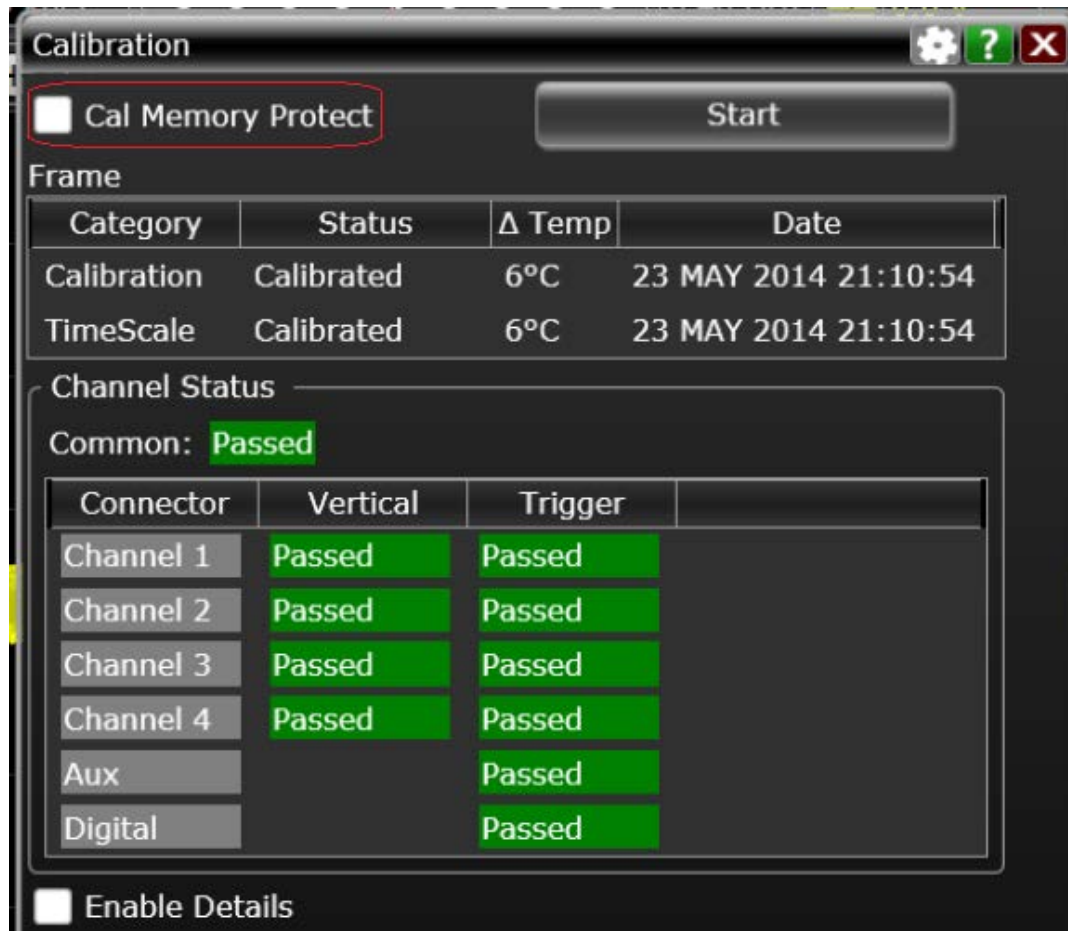
- 可以选择多个波形分屏显示，每个通道均具有足够的测试动态范围
- 可以根据波形窗口显示习惯，灵活调整显示方式

示波器的自检



- 当示波器出现故障时，可以使用self test检查是否存在示波器主板的硬件故障
- 如果硬件有故障，需要及时送回Keysight维修

示波器的校准



- 示波器预热半小时后的机箱温度与上次校准温度偏差5度，或者校准时间超过1年，建议做示波器的校准
- 校准时去掉cal memory protect选项，按照提示步骤校准即可
- 校准时需要使用Keysight配备的专用校准线缆和转接头

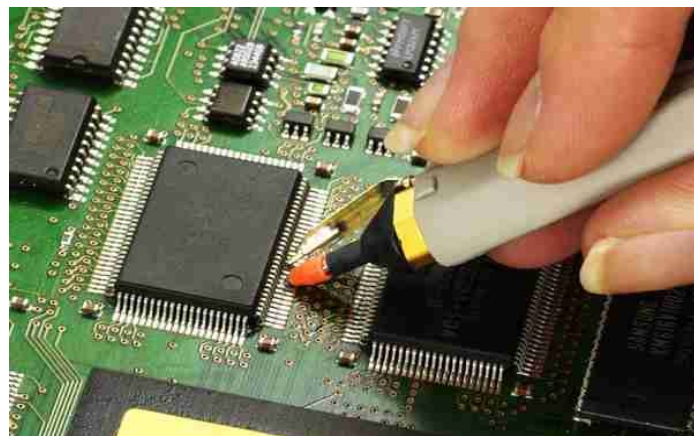
目录

- 是德科技示波器的产品系列
- 示波器的基本结构及原理
- 示波器对信号的测量及分析
- 示波器的面板和软件界面
- 示波器的探测技术
- 示波器使用注意事项

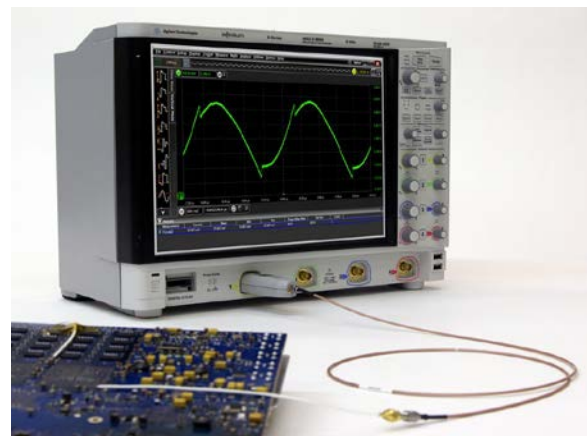
探头影响被测信号和测试结果



被测电路



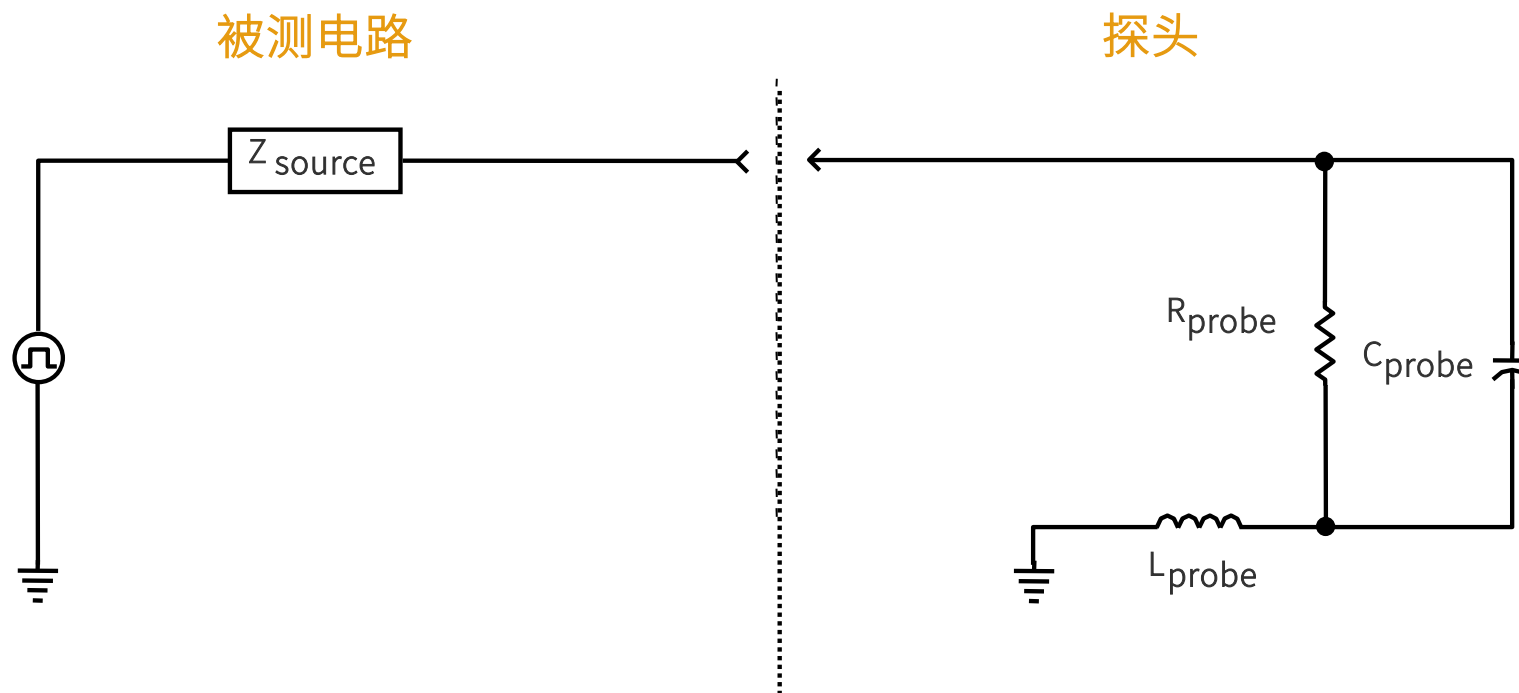
探头



示波器

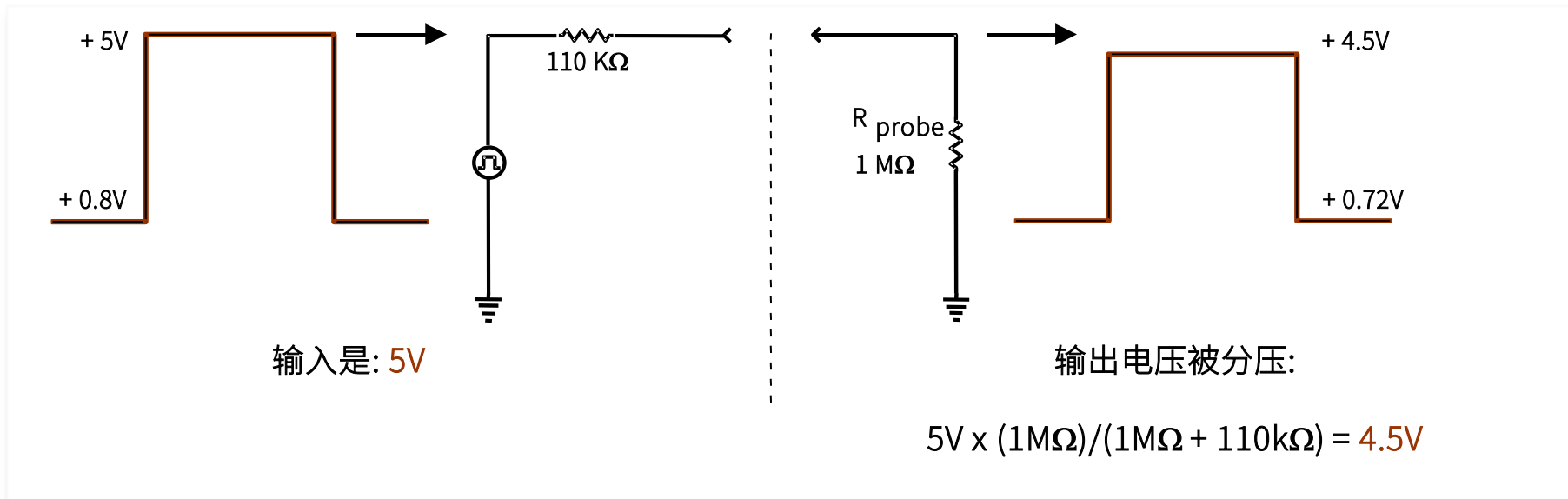
- 因为探头有负载效应，探头会直接影响被测信号和被测电路
- 探头是整个示波器测量系统的一部分，会直接影响仪器的信号保真度和测试结果
- 应该选择合适的探头和正确使用探头

探头的负载效应



必须考虑探头的阻性(Resistive), 容性(capacitive)和感性(inductive)负载效应

阻性负载效应



影响

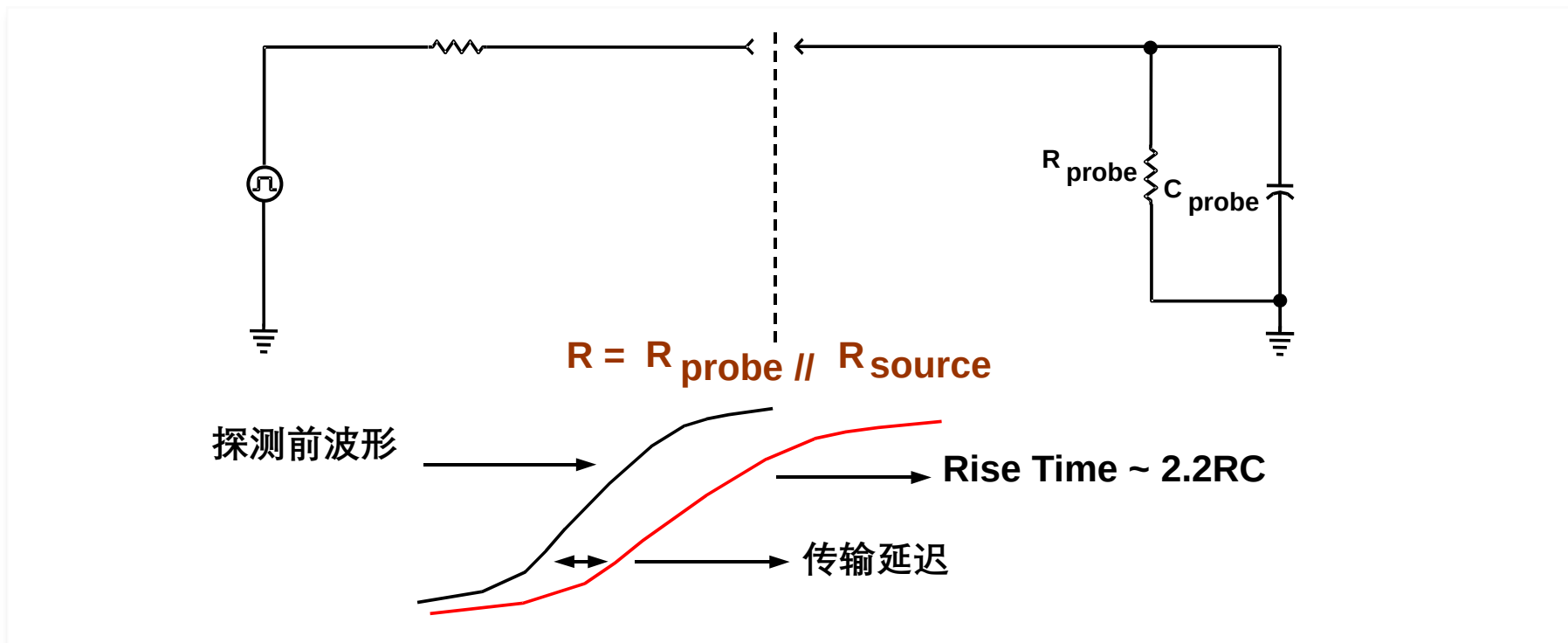
减小幅度和直流偏置

加上探头时，有故障的电路可能变得正常了

推荐

探头电阻 $R > 10$ 被测源电阻，维持小于10%的幅度误差

容性负载效应



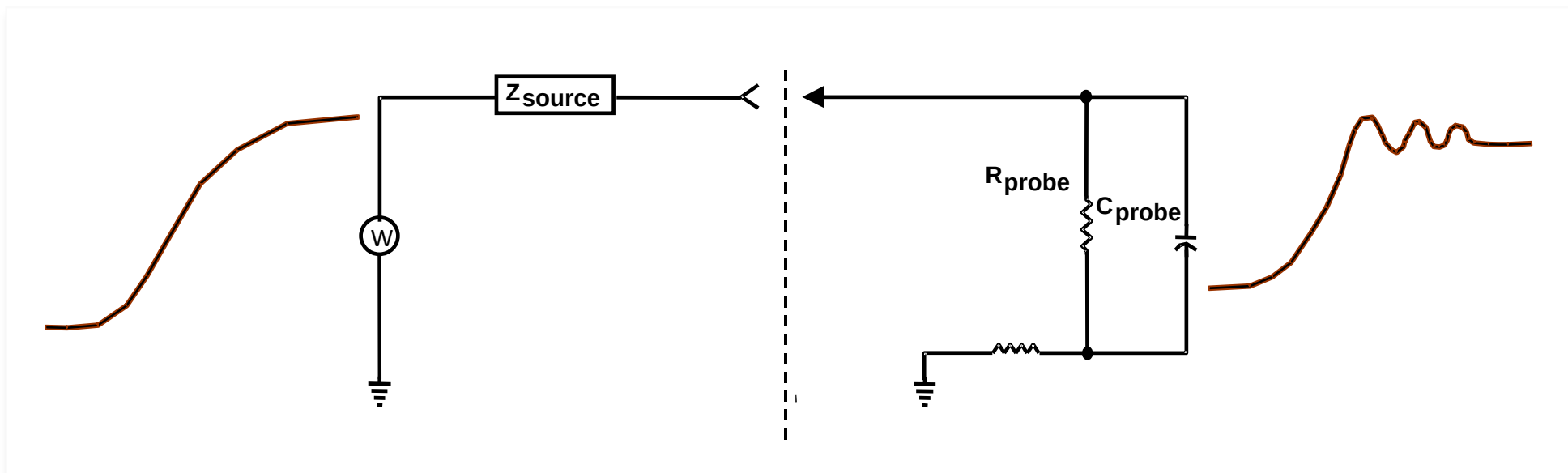
影响

- 上升时间减缓
- 带宽减小
- 传输延迟增加

推荐

- 使用尖电容尽量小的探头，以减小对被测信号上升时间的影响

感性负载效应



影响

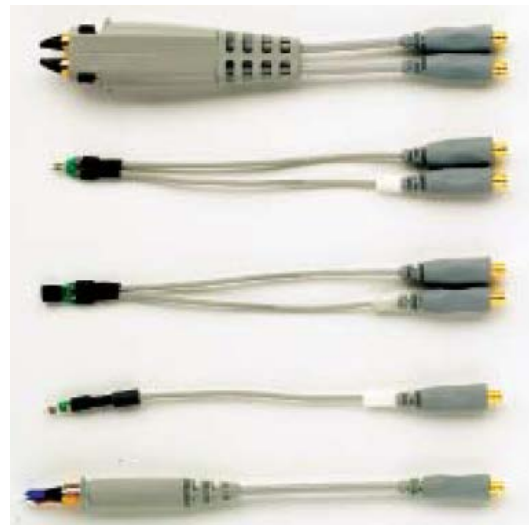
因为探头地线电感效应，增加显示信号的振铃
因为振铃的出现，可能导致测试误差

推荐

使用尽量短的地线
(地线电感 = 1nH/mm)

Keysight InfiniiMax 探头的特点

- InfiniiMax探头是为高带宽示波器设计的高性能差分有源探头。
- 采用探头放大器+探头前端的分体式设计，把“不受控的”连接线更换成探头前端“受控的”传输线。
- 提供多种探头前端，可用于差分亦可以用于单端测试。



探头前端



探头放大器

两种不同的示波器接口

AutoPROBE I&AUTOPROBE II



S/9000A/90000A系列示波器接口



V/Z/90000X系列示波器接口

AutoProbe I:
PBNC接口, 带宽18GHz。



N5442A
适配器

AutoProbe II:
2.92mm接口, 带宽40GHz。

InfiniiMax I 探头放大器



适用的示波器：
DSO/MSO 3000X/4000X/6000X系列；
DSO/MSO 9000A/S系列；
DSO/DSA 90000A系列；
*亦可通过N5442A适配器连接DSOX/DSAX90000A和V/Z系列；

1130A/31A/32A/34A	
Probe Bandwidth*	1134A: > 7 GHz 1132A: > 5 GHz 1131A: > 3.5 GHz 1130A: > 1.5 GHz
Rise and fall time (10% to 90%)	1134A: 60 psec 1132A: 86 psec 1131A: 100 psec 1130A: 233 psec
Input resistance*	Differential mode resistance = 50 kΩ ± 1% Single-ended mode resistance = 25 kΩ ± 1%
Input dynamic range	±2.5 V
Input common mode range	±6.75 V dc to 100 Hz; ±1.25 V >100 Hz
DC attenuation	10:1 ± 3% before calibration on oscilloscope 10:1 ± 1% after calibration on oscilloscope
Zero offset error referred to input	< 30 mV before calibration on oscilloscope < 5 mV after calibration on oscilloscope
Offset range*	± 12.0 V when probing single-ended
Noise referred to input	3.0 mVrms
Maximum input voltage*	30 Vpeak, CAT I

InfiniiMax II 探头放大器



	1169A	1168A
Bandwidth*	1169A: > 12 GHz (13 GHz typical) 1168A: > 10 GHz	
Rise and fall time Probe only	1169A: 28 ps (20 - 80%), 40 ps (10 - 90%) 1168A: 34 ps (20 - 80%), 48 ps (10 - 90%)	
Input resistance*	Differential mode resistance = 50 k Ω $\pm$ 2% Single-ended mode resistance = 25 k Ω $\pm$ 2%	
Input dynamic range	3.3 V peak to peak, $\pm$ 1.65 V	
Input common mode range	$\pm$ 6.75 V dc to 100 Hz; $\pm$ 1.25 V > $\pm$ 100 Hz	
DC attenuation	3.45:1	
Offset range	$\pm$ 16.0 V when probing single-ended	
Noise referred to input	2.5 mV rms, probe only	
Maximum input voltage	30 V peak, CAT I	

适用的示波器：DSO/DSA 90000A系列；

*亦可通过N5442A适配器连接DSOX/DSAX90000A和V/Z系列；

InfiniiMax III 探头放大器



适用的示波器：
DSOX/DSAX90000A
DSO/DSA V/Z系列

Model Number	Description
N2803A	30 GHz InfiniiMax III probe amplifier
N2802A	25 GHz InfiniiMax III probe amplifier
N2801A	20 GHz InfiniiMax III probe amplifier
N2800A	16 GHz InfiniiMax III probe amplifier

InfiniiMax III+ 探头放大器



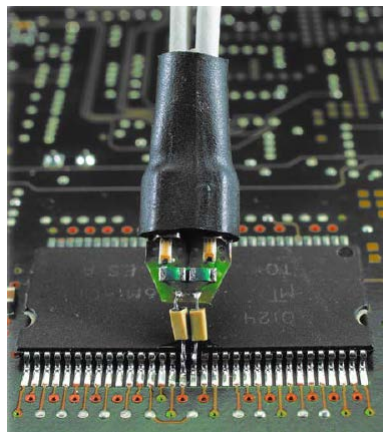
“InfiniiMode” 三模探头：
支持差分、单端、共模测试
切换



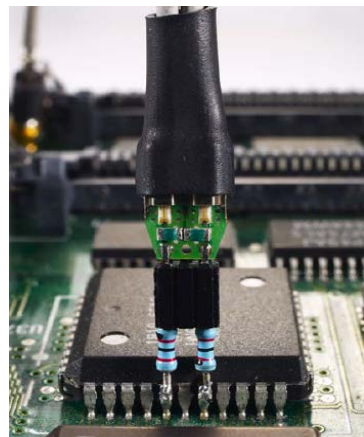
探头型号	N2830A-32A	N7000A-03A
带宽	4, 8, 13 GHz	8, 13, 16, 20 GHz
示波器接口	AutoProbe I	AutoProbe II
兼容示波器	Infiniium S, 90000A	Infiniium 90000X/V//Z

注意两种不同的示波器接口。

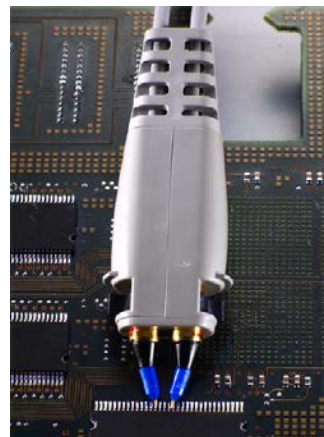
InfiniiMax I/II 的常用探头前端



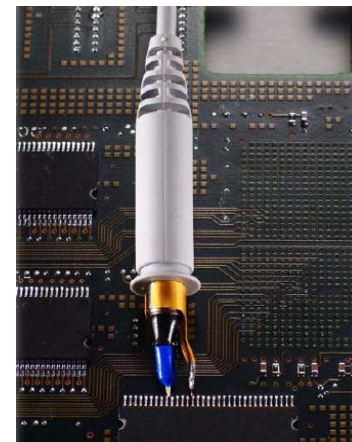
E2677A 差分焊接前端



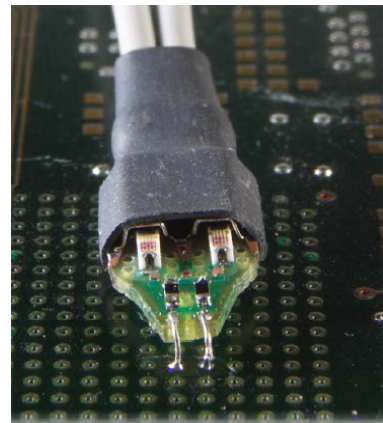
E2678A 差分插孔前端



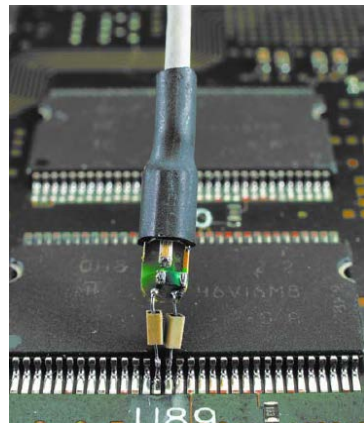
E2675A 差分点测前端



E2676A 单端点测前端



N5381A 差分焊接前端



E2679A 单端焊接前端

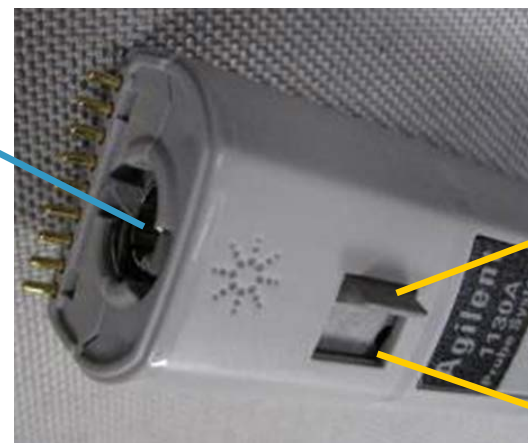


N5380A 差分SMA前端

InfiniiMax I 探头和示波器的连接



连接时把探头放大器垂直插入示波器输入接口，
插入到位后锁扣会自动闭合；拔出时请先松开锁
扣，然后垂直拔出探头放大器。



InfiniiMax II 探头和示波器的连接



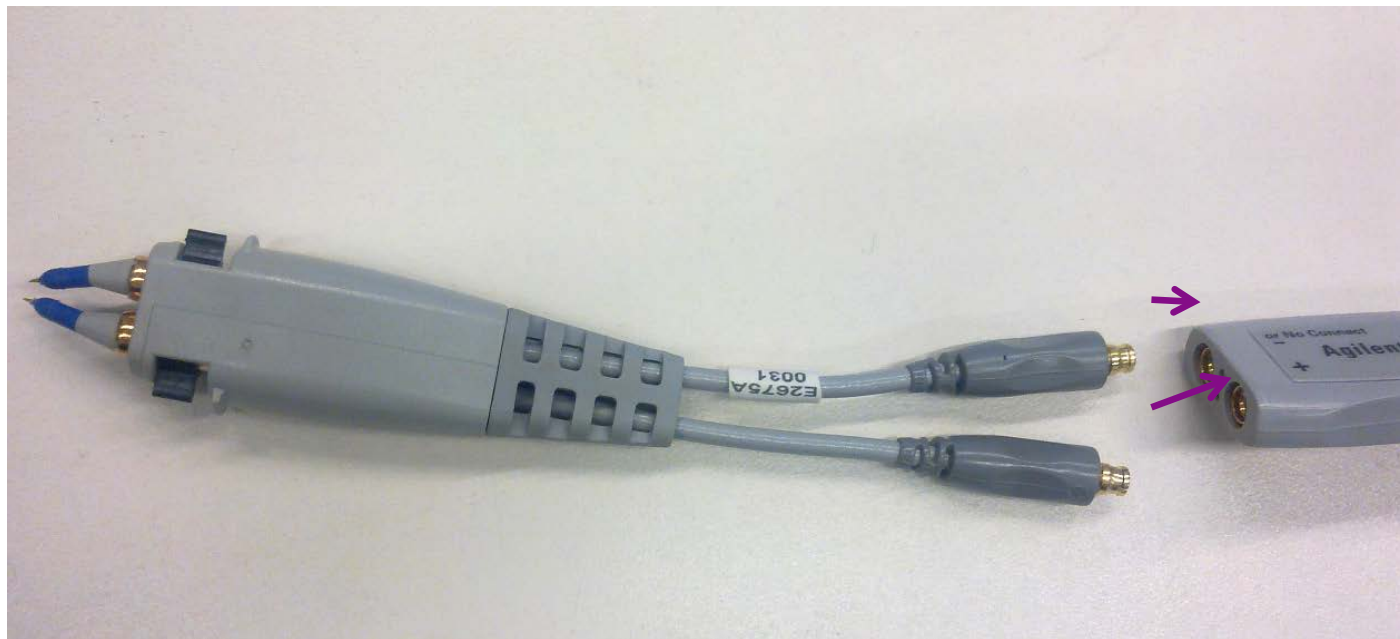
InfiniiMax III/III+ 探头和示波器的连接



灰色的塑料圈相当于力矩扳手，探头插入后逆时针方向拧紧至塑料圈打滑；拔出时请顺时针松开塑料圈，然后垂直拔出探头放大器。

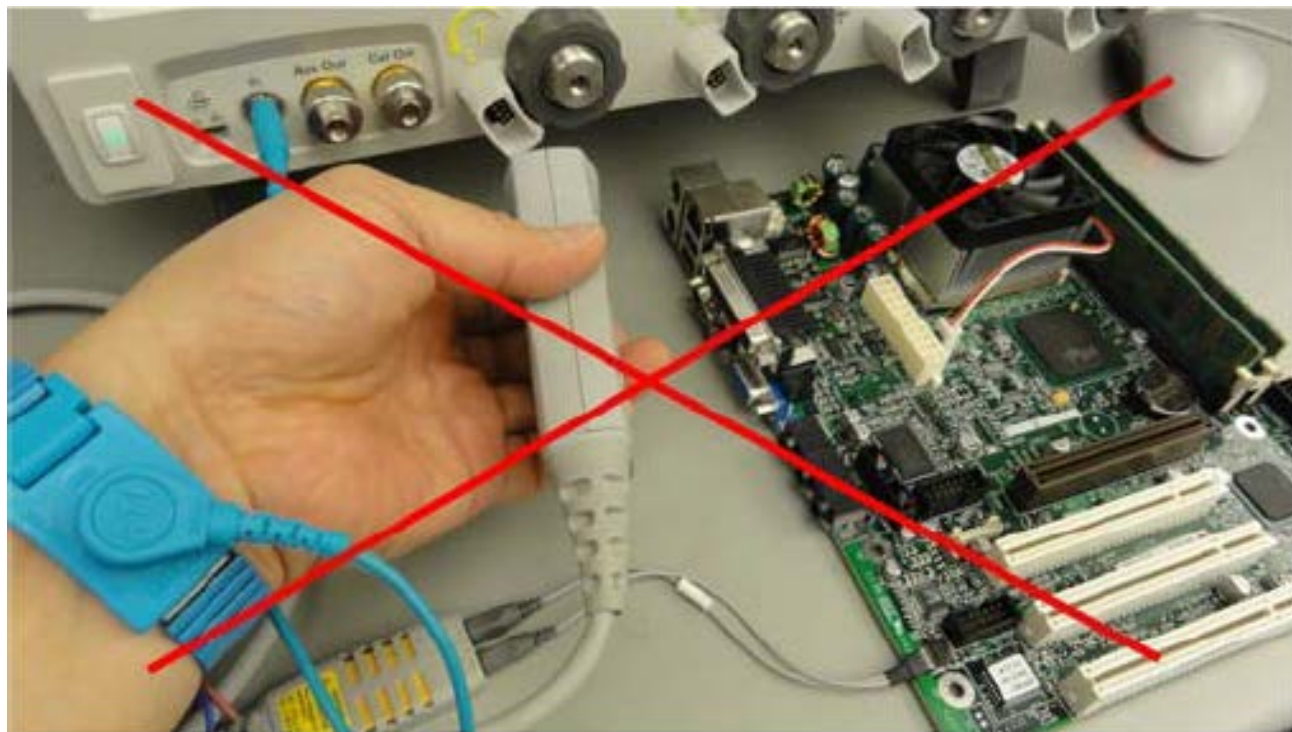
探头放大器和前端的连接

InfiniiMax探头放大器和探头前端采用分体式设计，根据实际测试需要可以选配不同的前端。前端可以直接插入放大器的插孔内，也可以直接拔出。但插拔时请不要旋转也不要弯折，否则会连接处。差分探头前端本身没有正负之分，但探头放大器有正负的区分。单端探头前端请插入探头放大器的正端即可。



断开InfiniiMax III/III+探头连接的注意事项

- 在把探头从示波器上拔掉之前，切记要把探头放大器及其前端的连接断开
- 若要把探头从一个通道移到另一个，切记要把探头放大器及其前端的连接断开
- 若探头放大器和示波器已经断开，探头放大器及其前端不可以连在一起



不恰当的操作，会损坏探头放大器

探头连接前的‘防静电准备’



大多示波器的前面板上有一个接地孔，可将静电环直接插入

E2675A差分点测探头前端和被测件的连接



E2675A 差分点测前端
带宽：6GHz

差分间距调整旋钮

可更换的信号点测尖

注意事项：测试时请把兰色点测尖(不是灰色部分)垂直被测PCB板；
调整间距时需通过间距调整旋钮，请不要掰兰色点测尖。

E2676A单端点测探头前端和被测件的连接



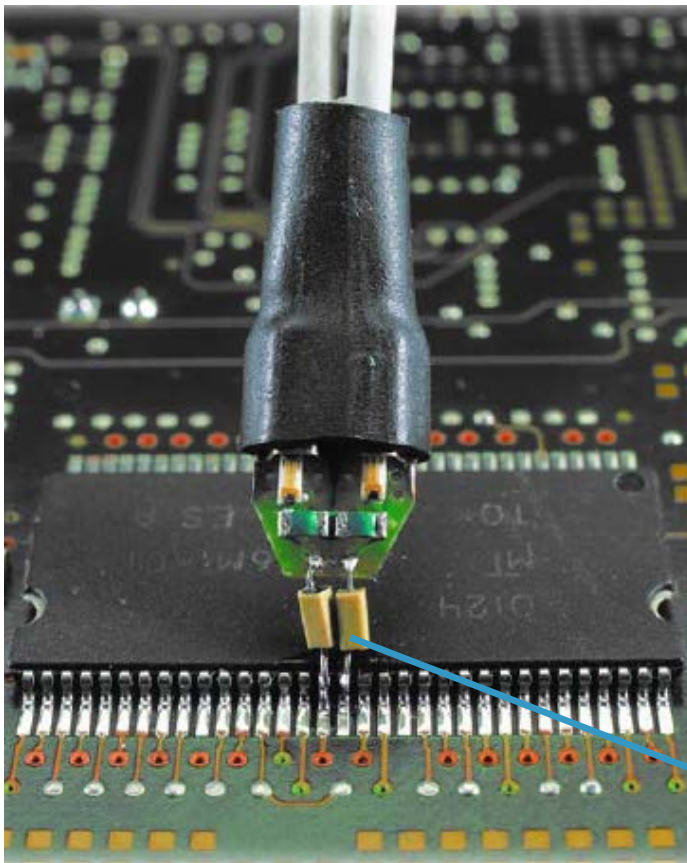
E2676A 单端点测前端
带宽：6GHz

→ 接地环

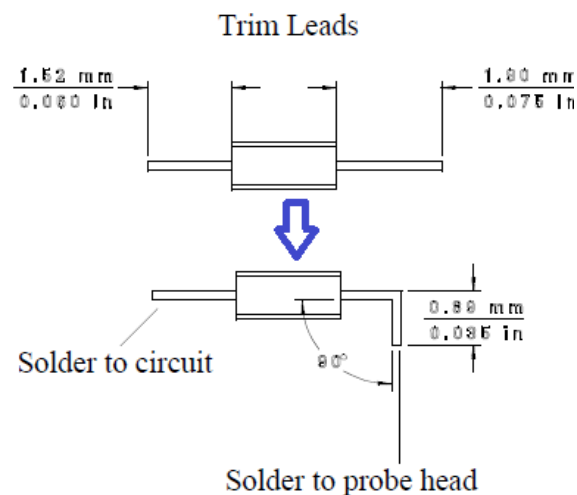
→ 可更换的信号点测尖

注意事项：测试时请把蓝色点测尖垂直被测PCB板；
调整间距时需旋转接地环，请不要掰蓝色点测尖。

E2677A差分焊接探头前端和被测件的连接



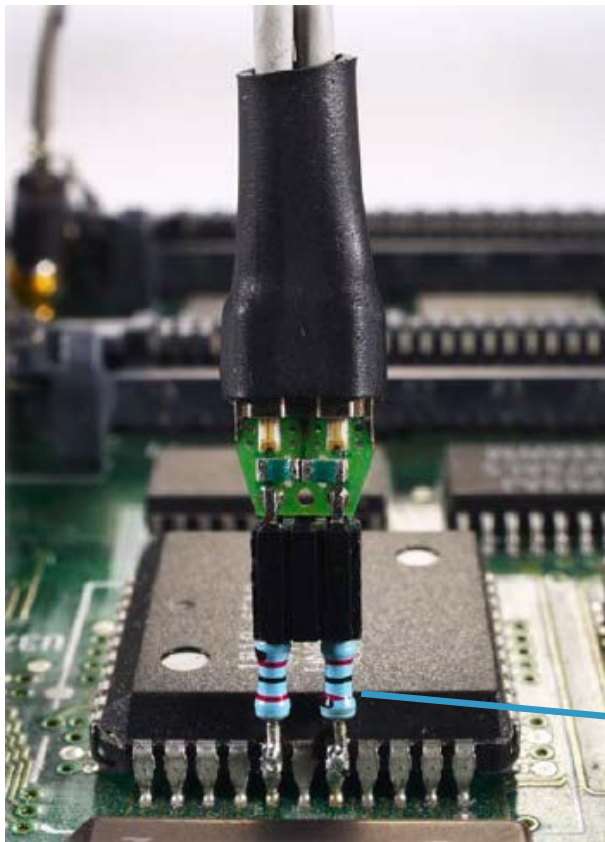
E2677A 差分焊接前端
带宽：12GHz



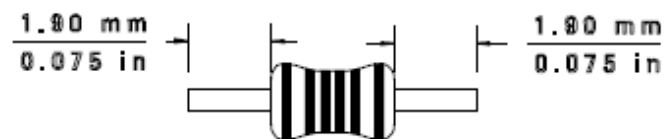
可更换的焊接电阻丝 (91Ω)

注意事项：焊接探头焊接完成后请对探头放大器进行固定以免损坏探头前端；电阻丝损坏后可以从探头的附件中取出新的电阻丝截短成所需长度进行更换，具体请参考探头手册。

E2678A差分插孔式探头前端和被测件的连接



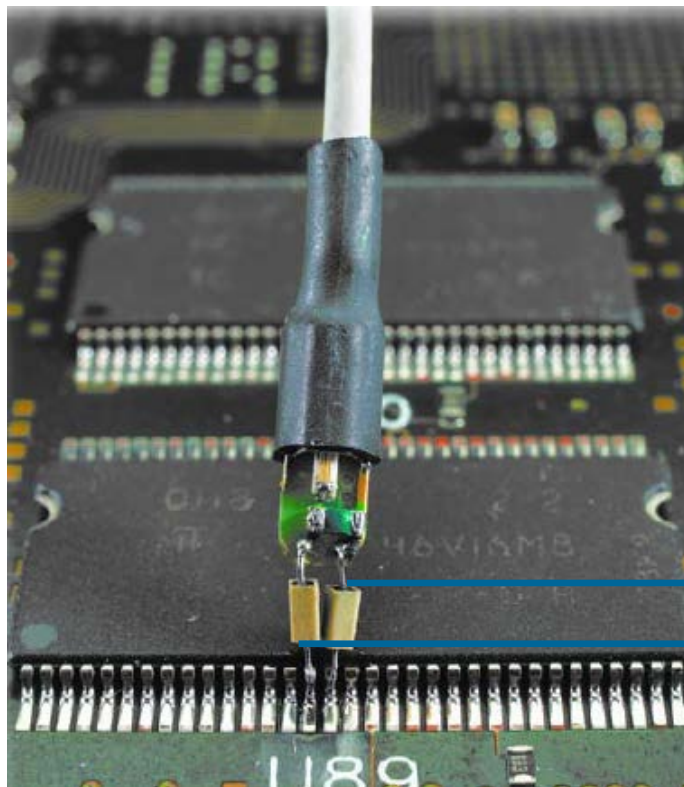
E2678A 差分点测前端
带宽：12GHz



可更换的同轴电阻 (82Ω)

注意事项：测试时请先把同轴电阻腿按手册要求截成所需尺寸，然后把电阻腿一端插入插孔探头的插孔内，另一端焊接在被测电路上。亦可用来点测。

E2679A单端焊接探头前端和被测件的连接



E2679A 单端焊接前端
带宽：6GHz

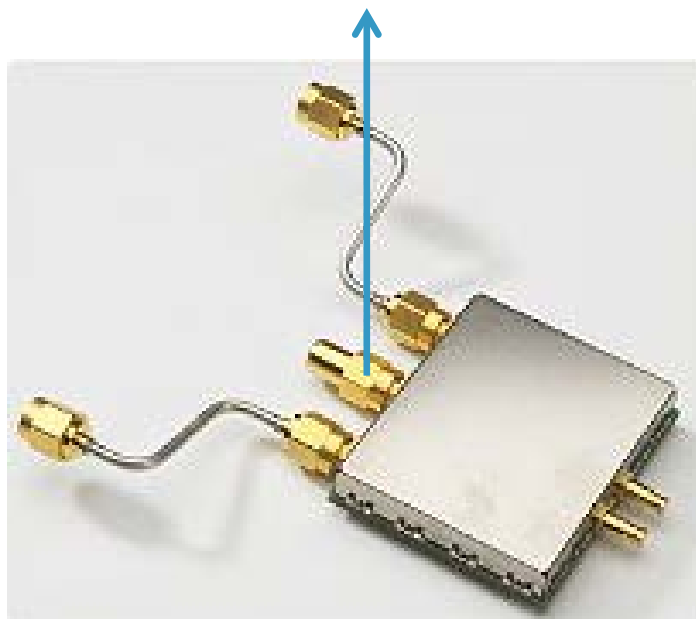
可更换的焊接电阻丝 (0Ω)，接地

可更换的焊接电阻丝 (91Ω)，接信号

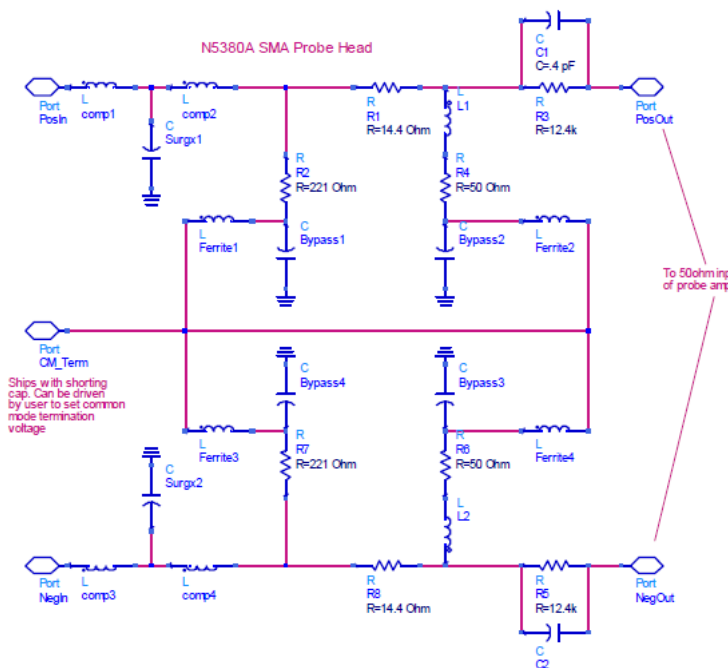
注意事项：焊接探头焊接完成后请对探头放大器进行固定以免损坏探头前端；电阻丝损坏后可以从探头的附件中取出新的电阻丝截短成所需长度进行更换，具体请参考探头手册。

N5380A差分SMA探头前端和被测件的连接

0Ω端接电阻。亦可用于提供外部直流偏置。

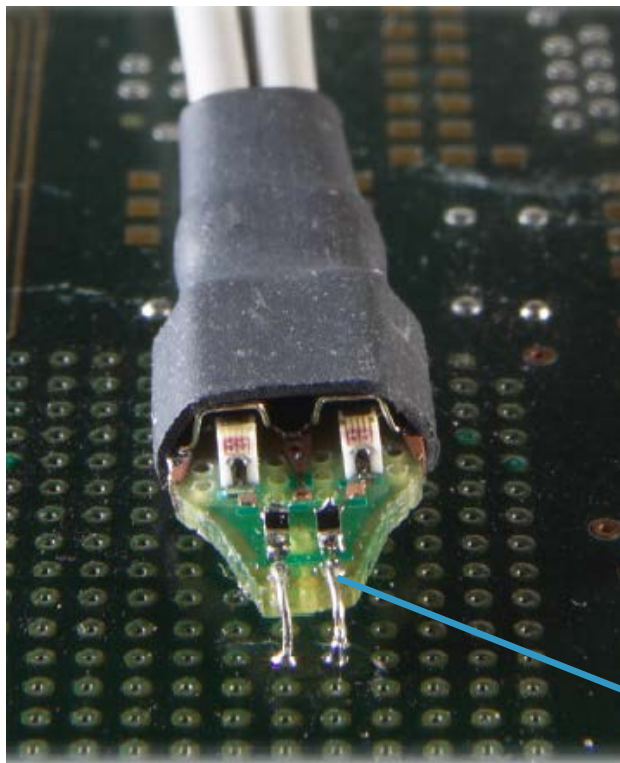


N5380A 差分SMA前端带宽：12GHz

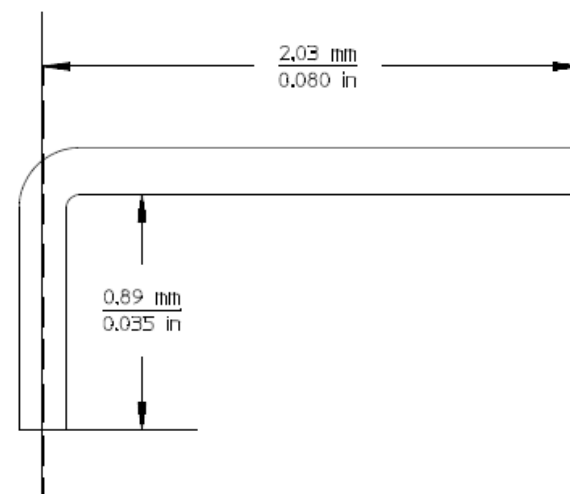


注意事项：测试时中间应连接0Ω端接电阻，或者通过外部直流电源提供直流偏置。

N5381A差分焊接探头前端和被测件的连接



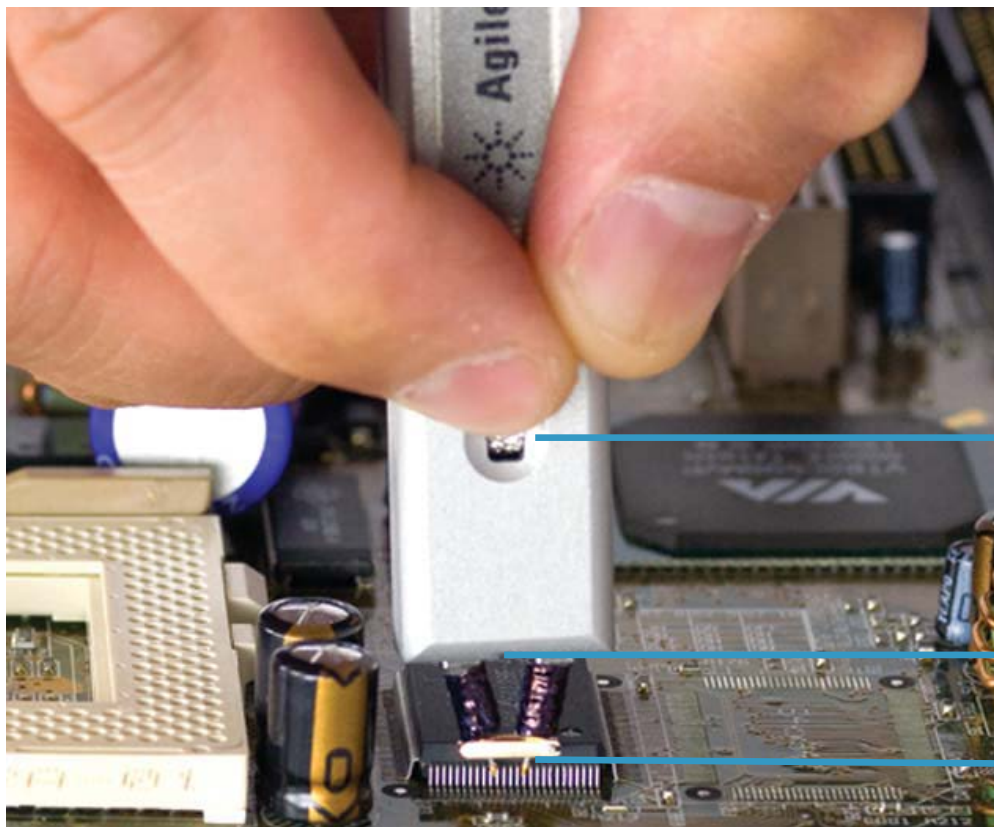
N5381A 差分焊接前端
带宽：12GHz



可更换的焊接丝

注意事项：焊接探头焊接完成后请对探头放大器进行固定以免损坏探头前端；电阻丝损坏后可以从探头的附件中取出新的电阻丝截短成所需长度进行更换，具体请参考探头手册。

N5445A差分点测探头前端和被测件的连接



N5445A 差分点测前端
带宽：30GHz

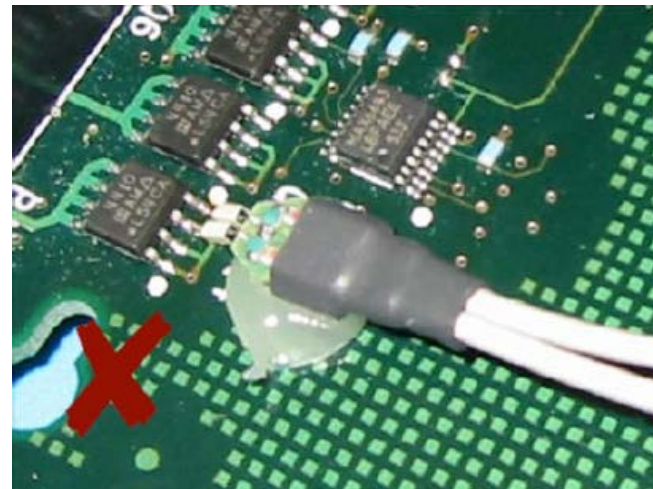
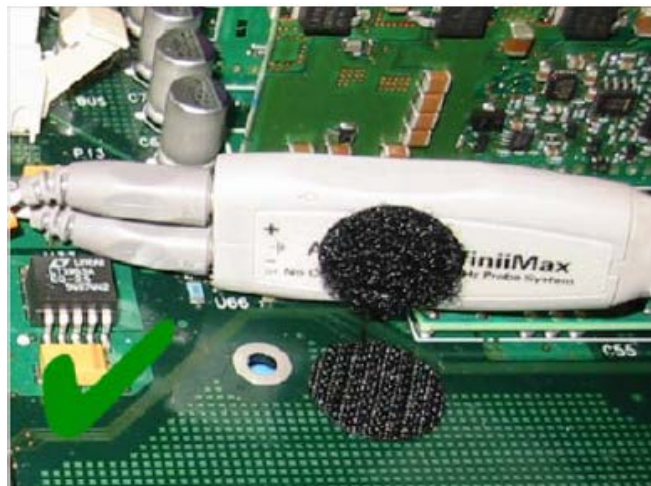
差分间距调整旋钮

LED灯

可更换的信号点测尖

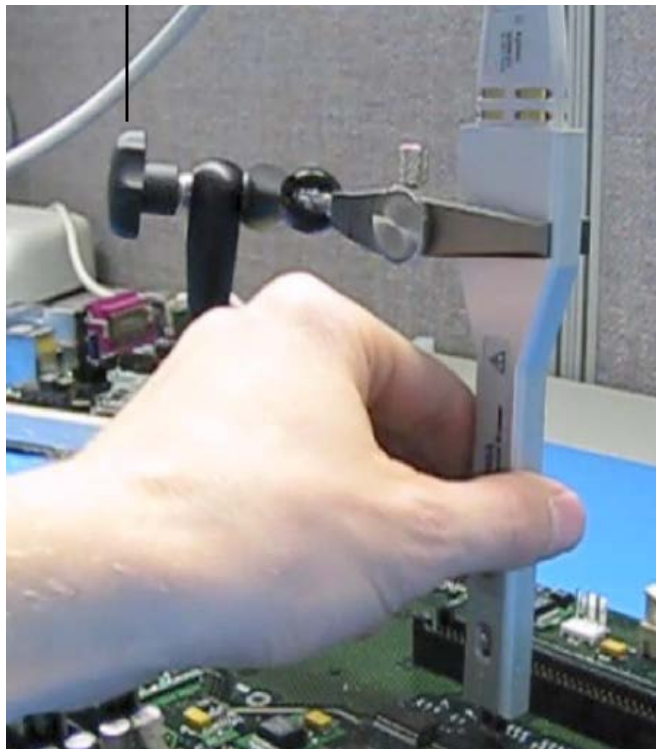
注意事项：测试时请把点测尖垂直被测PCB板；调整间距时需通过间距调整旋钮，请不要手掰点测尖；将探头和示波器断开前要将测试点移开，不要接触。

探头前端的固定



注意事项：不要将低温胶放到探头前端的电路上，因为这样会损坏其中的精密元件。但可以放到电缆部分。

探头的固定



常用适配器

类
脑
智
能

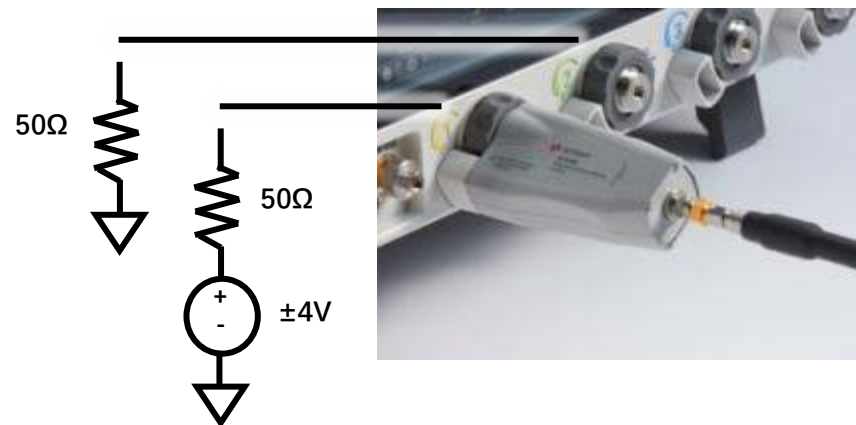
驱
动
未
来



N5442A
AP2-AP1适配器



N5449A
高阻适配器



N7010A 30 GHz 2.92mm
单端有源端接探头

类
脑
智
能

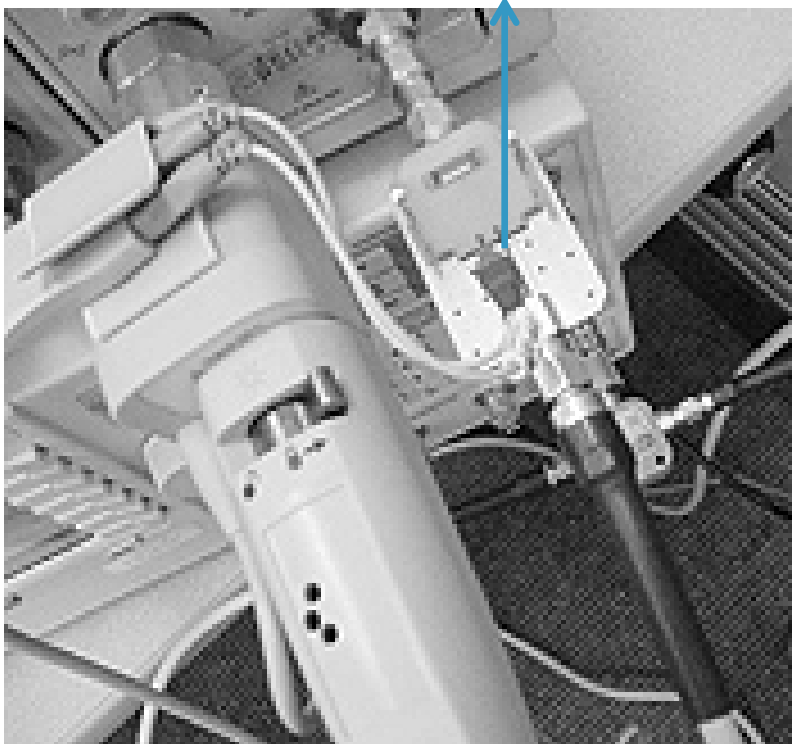
驱
动
未
来

探头校准需要的探头校准件

E2655B: 针对9000A/90000A/S系列示波器

N5433A: 针对90000X或V/Z系列示波器

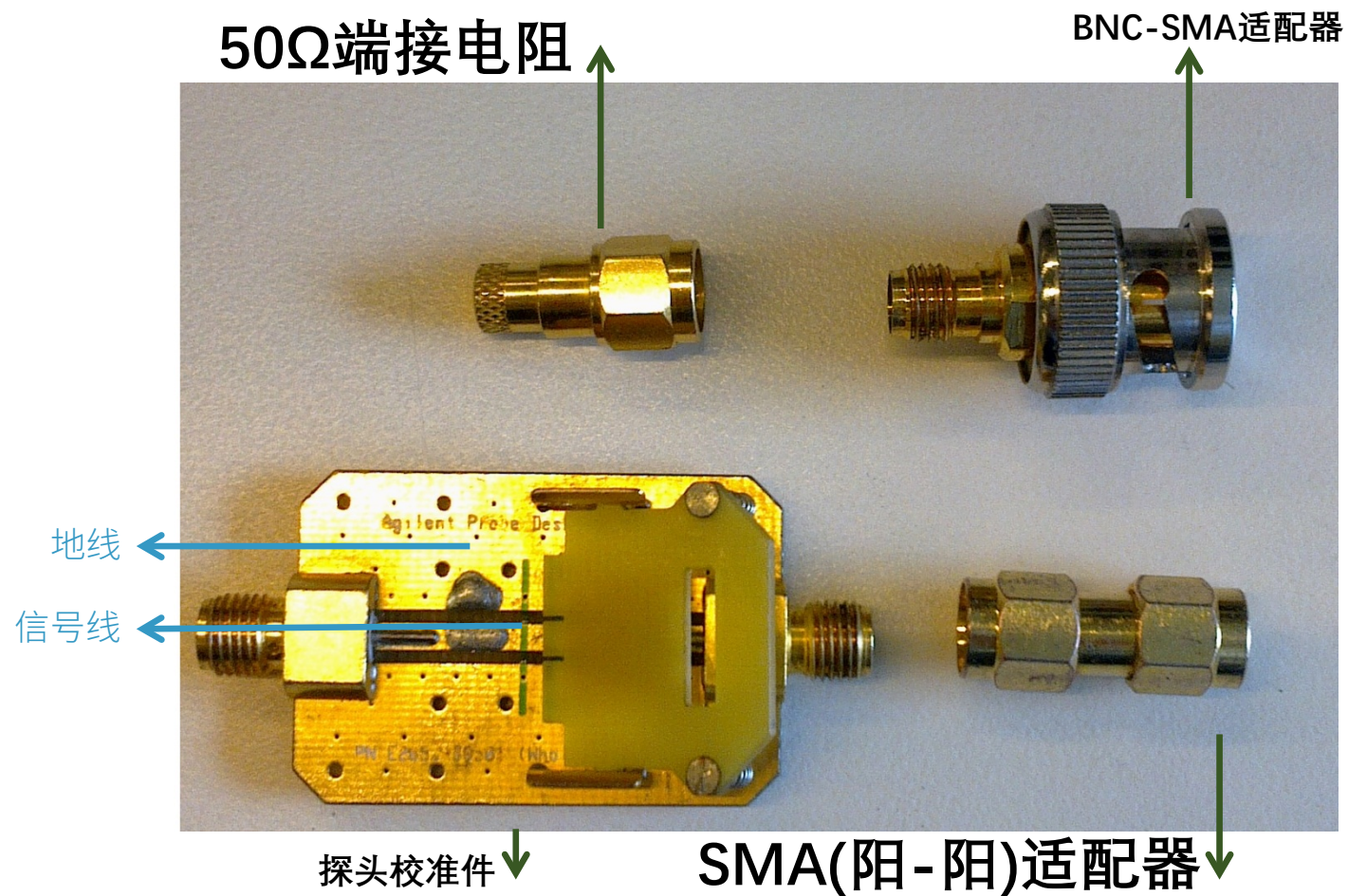
E2655B探头校准件



N5433A 探头校准件



E2655B探头校准件

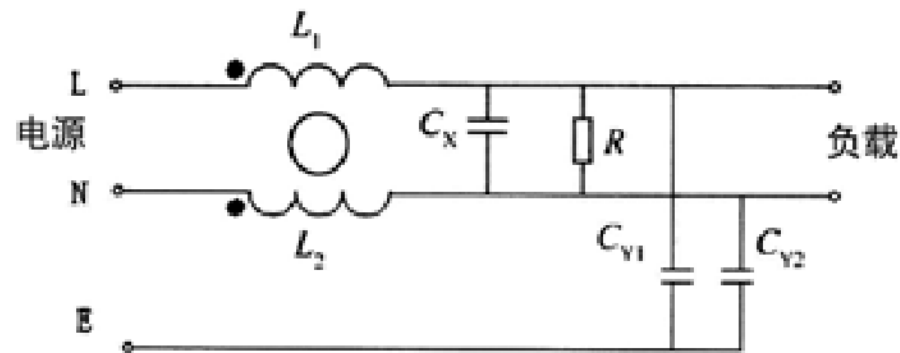


目录

- 是德科技示波器的产品系列
- 示波器的基本结构及原理
- 示波器对信号的测量及分析
- 示波器的器面板和软件界面
- 示波器的探测技术
- 示波器使用注意事项

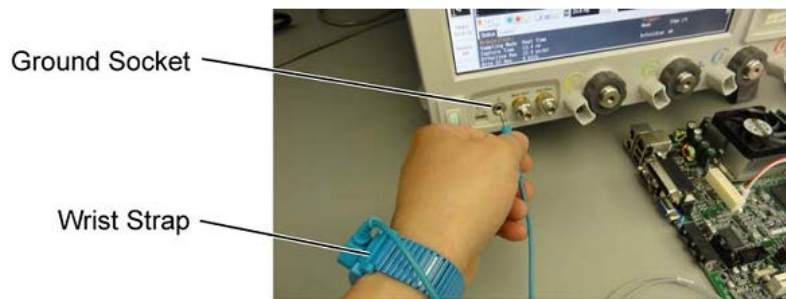
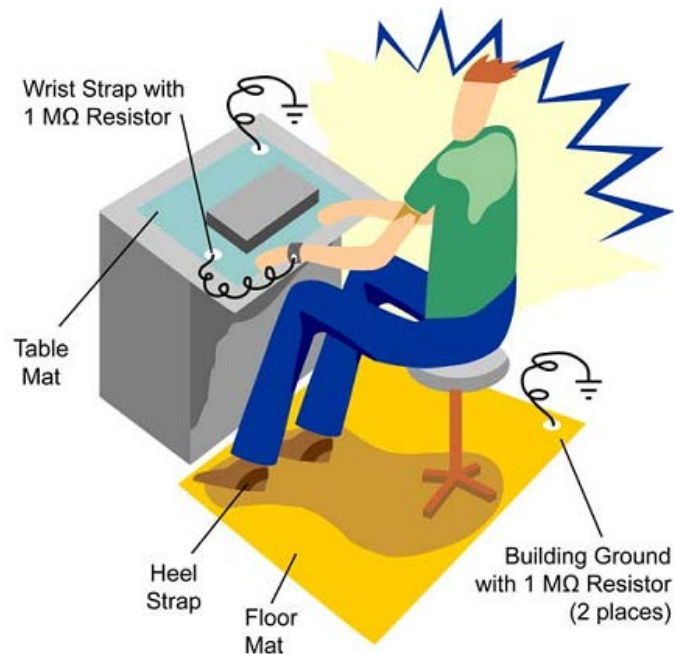
仪表必须接地

- 电子仪表内的电源滤波器如图。如果不接保护地，由于CY1与CY2的分压作用，将会对操作者造成人身伤害，同时会损害仪表接口电路。接地线需要接到大地。
- 请勿使用欧标插头插到国标插座上。



仪表的防静电措施

- 静电会造成器件损坏，一定要尽可能在防静电工作区进行测试。易产生静电的材料应该离开器件至少一米以上。电缆在连接到仪表前，将其内外导体短暂接地以释放静电；
- 要注意尽管被测件的电源断开后电路板上的电容仍会带电，完全可以通过被测件传导到仪表中损坏仪表；
- 松动的连线就像一个电容可以聚集静电。线缆头的电压可能会损坏仪表。将线缆连接到仪表上之前，先将线缆中心和外屏蔽体一起接地放电；

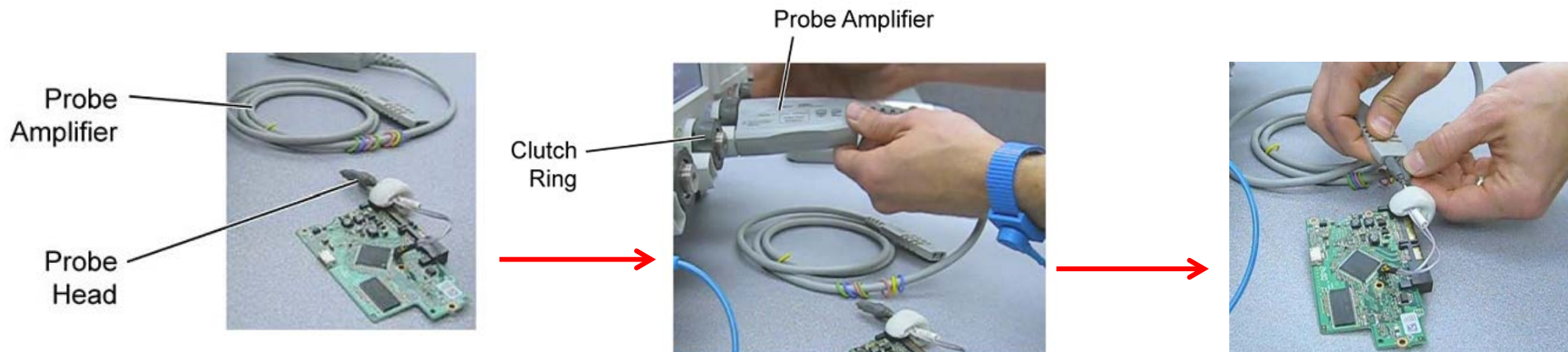


示波器高带宽有源探头的正确使用

连接探头到示波器步骤：

- 1.连接探头前端至被测件；
- 2.连接探头放大器至示波器接口，并拧紧接口螺圈；
3. 连接探头放大器与前端

注意：在没有连接探头放大器和示波器前，请勿测试被测件



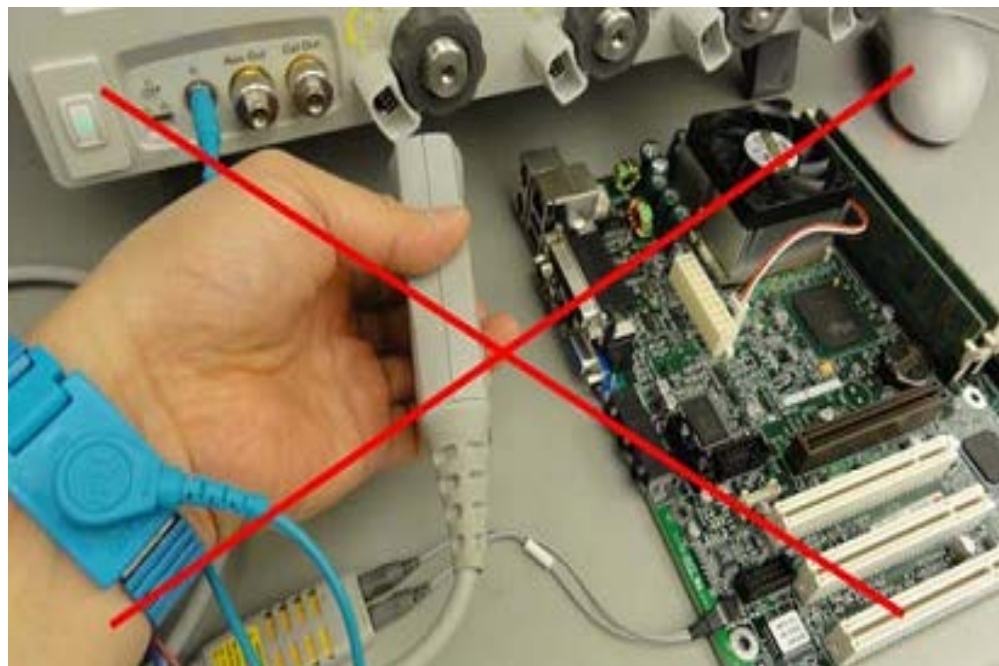
示波器高带宽有源探头的正确使用

断开示波器与探头注意事项：

- 断开探头前端与DUT连接后，再断开探头放大器与示波器的连接；
- 断开探头前端与DUT连接后，再更换探头放大器的示波器输入通道；

探头使用注意事项：

- 连接与断开探头放大器与前端时，保持方向一致，请勿上下晃动；
- 保持探头放大器与前端接口处水平放置，接口处不要受力



探头校准注意事项

- 1、如果探头不做校准，示波器会使用相应放大器和前端的缺省衰减比、偏置和时延。但如果要做精确测量，建议测试前做探头校准。
- 2、探头校准后会当前探头的校准信息保存在示波器相应通道的信息里供下次使用。但如果要做精确测量，仍然建议测试前做探头校准。
- 3、如果探头校准不成功，请检查探头连接以及探头前端类型的设置。如果设置正确、连接可靠，探头校准仍不成功则有可能是示波器通道、探头放大器或探头前端有故障。
- 4、Keysight Infiniium系列示波器也支持探头的频响特性校准，但需要精密探头选件支持，具体信息可以参考精密探头选件相关信息。

探头使用注意事项

- 1、InfiniiMax探头是高带宽示波器探头。高带宽探头为了保证带宽，前端尺寸很小，使用中需要控制力度，避免机械损坏。
- 2、插拔探头放大器、调整点测前端间距时请按正确方法操作，
- 3、每种探头前端都有适用的带宽，使用中请注意根据实际情况选择前端，焊接探头使用时请注意控制焊丝长度。
- 4、当探头前端和被测信号连接着时请勿插拔探头放大器。
- 5、使用中请注意每种探头适用的动态范围和最大输入电压。动态范围指探头的线性区范围，超过这个范围信号幅度会被压缩；最大输入电压指探头能承受的最大输入电压，超过这个范围会造成探头损坏。
- 6、使用过程中注意ESD防护，不要用手直接触摸探头放大器和示波器的输入端口。

类
脑
智
能

驱
动
未
来

THANKS



类
脑
智
能

驱
动
未
来

BY
NeuHelium