

PicoScope[®] 9400A 系列

SXRT0 采样器扩展实时示波器

支持 6 GHz、16 GHz 和 25 GHz 及 33 GHz 带宽，配备四个通道



PicoScope 9404A-33

33 GHz 带宽, 11 ps 过渡时间
5 TS/s (0.2 ps 分辨率) 随机等效时间采样

PicoScope 9404A-25

25 GHz 带宽, 14 ps 过渡时间
5 TS/s (0.2 ps 分辨率) 随机等效时间采样

PicoScope 9404A-16

16 GHz 带宽, 22 ps 过渡时间
2.5 TS/s (0.4 ps 分辨率) 随机等效时间采样

PicoScope 9404A-06

6 GHz 带宽, 58 ps 过渡时间
1 TS/s (1 ps 分辨率) 随机等效时间采样

12 位 500 MS/s ADC, ± 800 mV 全量程输入范围
脉冲、眼图和遮罩测试向下可达 22 ps, 向上可达 16 Gb/s
直观和可配置的触摸兼容 Windows 用户界面
全面的内置测量、缩放、数据遮罩、直方图功能
10 mV/div 至 250 mV/div 数字增益范围
高达 250 kS 轨迹长度, 可在各通道间共享
可选时钟恢复触发器可达 11.3 Gb/s
可选恢复时钟和数据输出

产品概述

PicoScope 9400A 系列采样器扩展实时示波器 (SXRT0) 具有四个高带宽 50 Ω 输入通道, 这些通道带有市场领先的 ADC、用于精确测量和可视化高速模拟及数据信号的计时和显示分辨率。它们是捕获脉冲和阶跃过渡的理想之选, 向下可达 11 ps, 最低脉冲可达 22 ps, 时钟和数据眼图可达 16 Gb/s (带可选 11.3 Gb/s 时钟恢复)。

PicoScope SXRT0 提供随机采样, 可轻松分析涉及重复信号或时钟相关流的各种高带宽应用。

SXRT0 速度快: 可快速实现随机采样、余辉显示和统计数据。

PicoScope 9400A 系列每个通道上都有内置内部触发器, 其预触发随机采样远高于奈奎斯特 (实时) 采样率。带宽在 50 Ω 2.92 mm (K) 阴性 (与 SMA 兼容) 输入和三种采集模式背后高达 33 GHz — 实时、随机和滚动 — 所有都以 12 位分辨率进行捕获, 捕获到高达 250 kS 的共享内存中。

触摸兼容的 PicoSample 4 软件体现了十多年的开发、客户反馈和优化成果。

显示器可以进行调整, 可以适应任何窗口并能充分使用所提供的显示分辨率, 实现 4K 和甚至更大或跨越多个监视器。四个独立的缩放通道可以低至 0.2 ps 的分辨率显示数据的不同视图。可根据您的应用显示或隐藏大部分控制和状态面板, 使您可以优化使用显示区域。

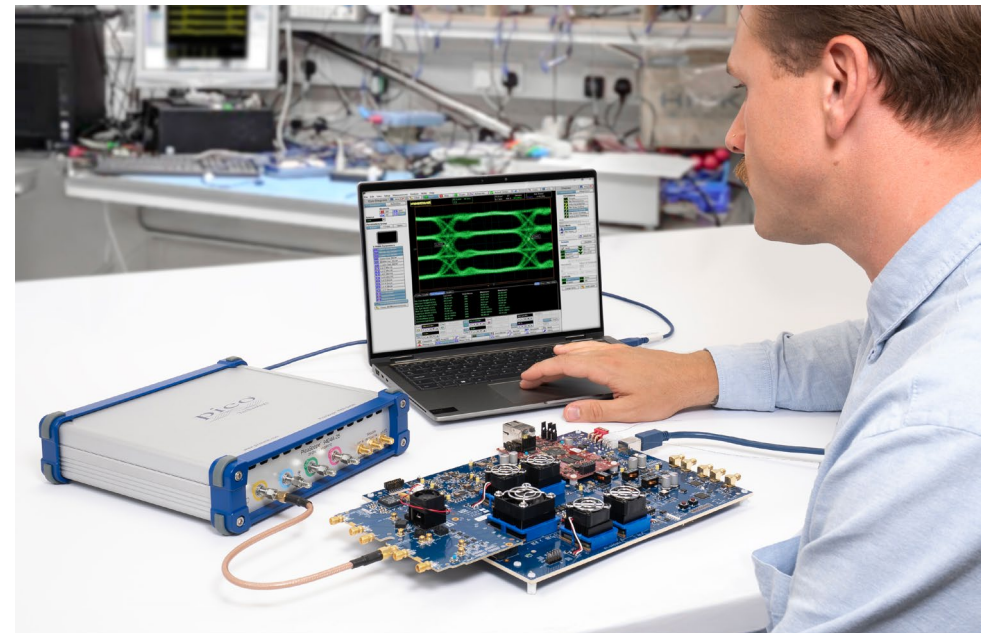
可从任何输入通道驱动 2.5 GHz 直接触发, 内置分频器可将通道外触发带宽扩展到 6 GHz。在 16 GHz、25 GHz 及 33 GHz 型号上, 新增的外部预分频触发器输入允许分别从 16 GHz (9404A-16 型号) 和 20 GHz (9404A-25 和 9404A-33 型号) 带宽的信号以及从内部触发器稳定触发, 恢复时钟触发可高达 11.3 Gb/s (如果已安装可选的时钟恢复模块)。使用此选项, 可在后面板的 SMA 输出上同时提供恢复时钟和数据。

您支付的 PicoScope SXRT0 价格已包含一切 – 我们不再收取软件功能和更新费用。

典型应用

这些示波器的设计是为了供同时在研究实验室和生产环境中工作的工程师, 以及最重要的是, 需要灵活测量宽带宽信号相关特征的人员使用:

- 电信和雷达测试、服务和生产
- 光纤、收发器和激光测试 (不包括光电转换)
- RF、微波和千兆位数字系统测量
- 信号、眼图、脉冲和激励特征化
- 精确计时和相位分析
- 数字系统设计和特征化
- 眼图、遮罩和容限测试速度高达 16 Gb/s
- 时钟和数据恢复速度高达 11.3 Gb/s
- Ethernet、HDMI 1、PCI、SATA 和 USB 2.0
- 半导体特征化
- 信号、数据和脉冲/激励完整性及预一致性测试



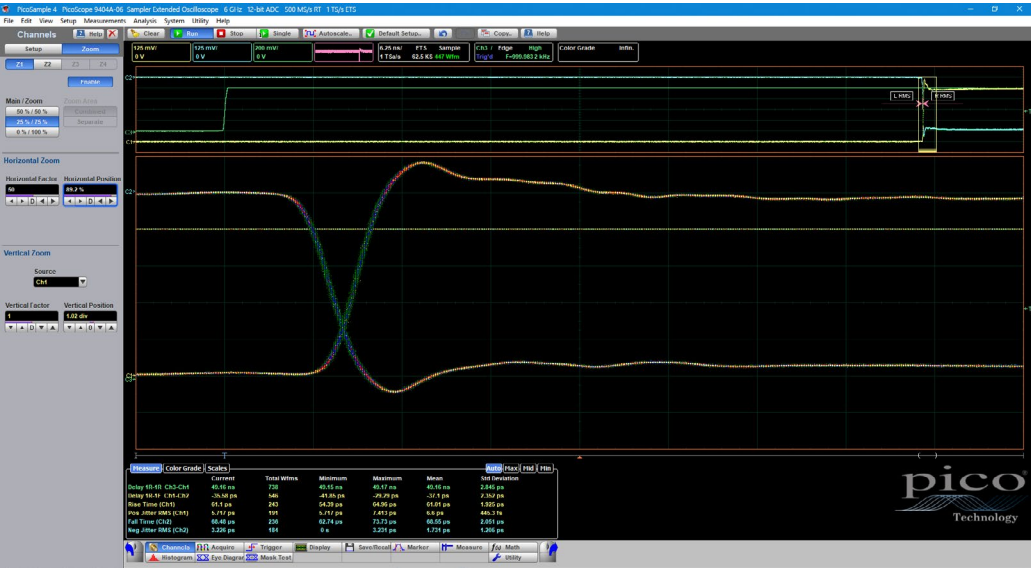
随机等效时间采样

PicoScope 9400A 系列 SXRTOs 使用随机等效时间采样来捕获高带宽重复信号或源于时钟的信号,而不会导致高速实时示波器的性能下降或抖动。

它们具有业界最低 1.2 ps RMS PC 示波器固有抖动,使得这些示波器能够以最小的计时误差捕捉信号。

随机等效时间采样技术通过多次触发事件采集样点,并要求输入波形为重复波形。每次触发事件,示波器会采集更多样点,并将其与之前采集的样点合并,从而构建波形记录。该记录的等效采样速率与采样间隔的倒数。

在 25 GHz 和 33 GHz 型号上,上升时间分别为 14 ps 和 10.9 ps;16 GHz 型号为 22 ps,6 GHz 型号为 70 ps。所有型号均明显快于其他竞争的同等带宽型号。随机采样可分别提供低至 0.2 ps、0.4 ps 和 1 ps 的时序分辨率。



触发模式

只需将您的信号导入其中一个输入通道。

该示波器具有从每个输入通道 DC 至 2.5 GHz 以及通过分频器从每个通道 6 GHz 的内部直接触发器。16 GHz 型号提供 16 GHz 预分频触发,25 GHz 和 33 GHz 型号则分别提供外部 18 GHz 和 20 GHz 预分频触发输入。

可选恢复时钟触发信号来源于内部通道路径。使用此选项,在后面板 SMA 连接器上可输出时钟和数据信号。



时钟和数据恢复

时钟和数据恢复 (CDR) 作为出厂可选触发功能在所有型号上提供。

与各种高速串行数据应用关联,时钟和数据恢复等功能已被 PicoScope 9300 用户熟知。而低速串行数据通常带有时钟作为独立信号,在高速时,这种方法将累积时钟和数据之间的时序偏斜和抖动,可能会阻止数据精确解码。因此,高速数据接收器会生成一个新的时钟,并通过使用锁相环技术将该新时钟锁定并对齐到输入数据流上。这就是恢复时钟,因此它可用于精确解码从而恢复数据。现在,只需串行数据信号,我们即可节省整个时钟信号路径的成本。

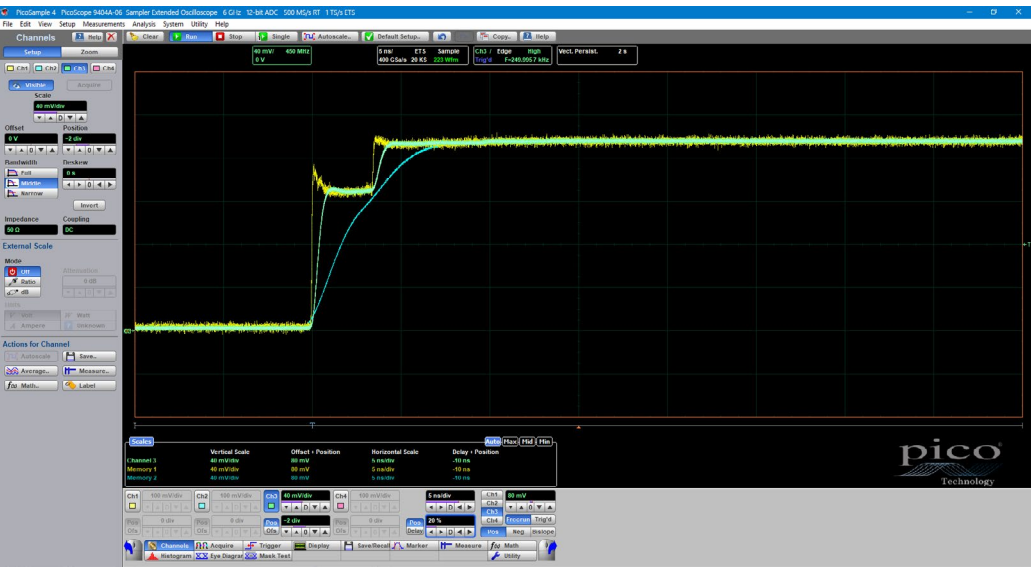
在需要我们的示波器查看数据的许多应用中,我们可以随手关闭数据生成器及其时钟,但却可以触发该时钟。但是,只要数据可用(例如在光纤的远端),我们将需要 CDR 选项来恢复该时钟,然后即可触发它。在眼图和抖动需求测量中,我们可能也需要使用 CDR 选项。这是因为我们希望仪器能够尽量精确地测量恢复时钟和数据接收器将看到的信号质量。

如果已安装,则可从任何输入通道选择 PicoScope 9400A CDR 选项作为触发源。此外,为了提供给其他仪器或下游系统组件使用,后面板上有两个 SMA(f) 输出,分别代表恢复时钟和恢复数据。



带宽限制筛选

可使用每个输入通道上的精选模拟带宽限制器(100 或 500 MHz,取决于型号)来抑制高频和相关噪声。窄脉冲设置在实时采样模式中可用作抗混叠滤波器。



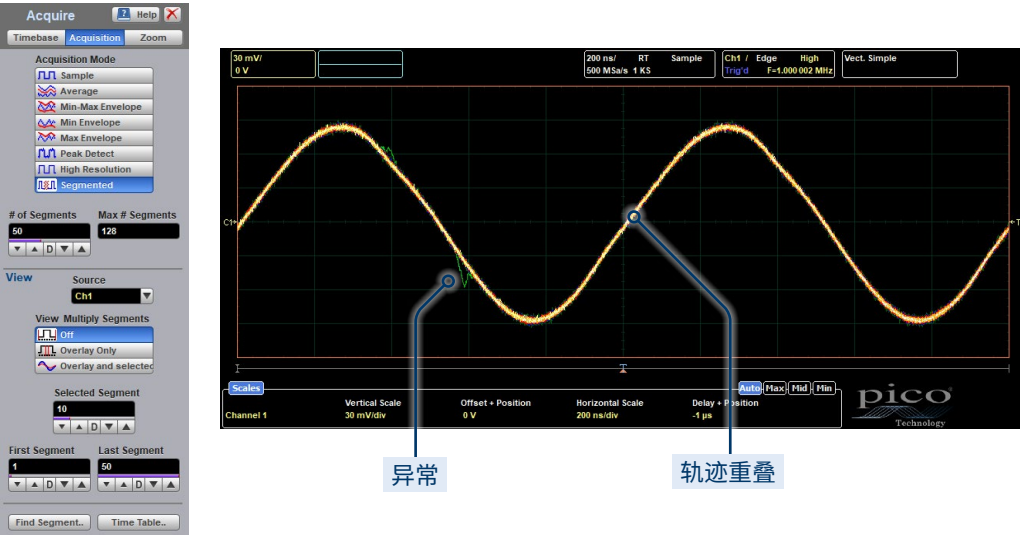
频率计数器

内置快速精确的频率计数器可随时显示信号频率(或周期),与测量和时基设置无关,且分辨率为 1 ppm。

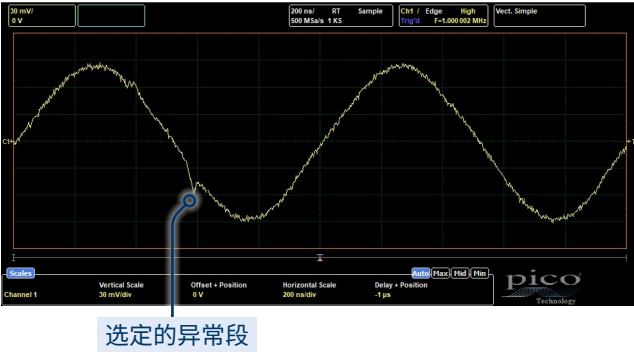


分段采集模式

采集菜单中的分段采集模式将可用的轨迹内存长度分成多个轨迹长度(段或缓冲区)。随后可对最大 1024 个轨迹进行捕获,并分层或单独选择在屏幕上显示。这对于捕获和查看极少出现的事件非常有用。



捕获异常事件后,您可滚动或关闭重叠轨迹更小区块周围的门,直至找到异常的轨迹。同时还提供了一个段查找器,它可使用二进制搜索方法来处理更大数量的轨迹段:



通道抗时滞

抗时滞变量可调整仪器显示上一个活动通道相对于另一个通道的水平位置(时间偏移)。抗时滞功能具有 ± 50 ns 的范围。粗调增量为 100 ps,微调增量为 10 ps。对于手动或计算器输入,增量为四位有效数或 1 ps。

使用抗时滞可补偿两个或多个通道之间的时间偏移。这可能是由于不同电缆长度或探针长度造成,还可对输入和输出波形进行对齐比较。

下图中,抗时滞用于精确对齐一个差分对。轨迹的相加(波形显示的右侧一半)可以对最小共模进行灵敏对齐。



SXRT0 介绍

基本的实时示波器

实时示波器 (RTO) 设计时具有足够高的采样率, 可以使用仪器的指定模拟带宽捕获瞬时、非重复信号。这样将可以显示最小宽度的脉冲激励, 但是对于显示其形状而言是远远不够的, 更别提测量和特征化了。典型的高带宽 RTO 可能会超过此采样率两倍, 从而在每个周期中实现最多四个样本, 或在最小宽度脉冲激励中实现三个样本。

随机采样

对于接近或高于 RTO 奈奎斯特限制的信号, 许多 RTO 都可以切换到一种称为随机采样的模式。在此模式中, 示波器针对每一个触发器事件尽可能采集更多的样本, 使每个触发器在重构波形时能够提供更多的样本和细节。独立和精确测量每个触发器和下次出现样本时钟之间的时间对于这些样本的对齐很重要。

大量的触发器事件后, 示波器具有足够的样本, 可以以所需的时间分辨率来显示波形。这种情况被称为有效采样分辨率 (有效采样率的求逆), 它可能比实时模式中的分辨率高出许多倍。

此技术依赖于触发事件和采样时钟之间的随机关系, 只能用于重复信号 — 即触发事件周围具有相对稳定波形的信号。

采样器扩展实时示波器 (SXRT0)

PicoScope 9400A 25 GHz 和 33 GHz 型号的最大有效随机采样速率为 5 TS/s, 时间分辨率为 0.2 ps, 比示波器实际采样速率高 5000 倍。

使用高达 33 GHz 的模拟带宽, 这些 SXRT0 将需要高达 50 GS/s 的采样率才能满足奈奎斯特准则, 且需要比此更高的采样率 (可能为 125 GS/s) 才能显示波和脉冲形状的细节。

使用随机采样, 该 16 GHz 型号处于示波器的额定带宽时在单个周期内可以为我们提供 200 个采样点, 或位于其最快过渡时间的 10% 至 90% 之间的 70 个样本。

因此 SXRT0 是一款采样示波器吗?

有关采样率和采样模式的所有这些讨论可能表示 SXRT0 是一种采样示波器, 但是情况并非如此。传统意义上的采样示波器指的是不同类型的仪器。采样示波器使用可编程延迟发生器在每个触发器事件后以固定的时间间隔获取样本。该技术称为顺序等效时间采样, PicoScope 9300 系列采样示波器采用的正是这种原理。这种示波器可以实现非常高的有效采样率, 但有两个主要缺点: 它们无法捕获触发器事件之前的数据, 以及它们需要单独的触发信号 — 来自外部信号源或内置时钟恢复模块。

我们整理了一个表格 (如下所示) 来显示本页提到的各种示波器之间的差别。示例产品都是紧凑型 4 通道 USB PicoScopes 示波器。

	实时示波器	SXRT0 (采样器扩展实时示波器)			采样范围
型号	PicoScope 6426E	PicoScope 9404A-06	PicoScope 9404A-16	PicoScope 9404A-25 9404A-33	PicoScope 9341-25
模拟带宽	1 GHz	6 GHz	16 GHz	25 GHz/ 33 GHz	25 GHz
实时采样?	5 GS/s	500 MS/s			1 MS/s
顺序等效时间采样?	否	否			15 TS/s
随机采样?	不适用	1 TS/s	2.5 TS/s	5 TS/s	250 MS/s
输入通道上是否有触发器?	是	是			达到 100 MHz 带宽 – 需要外部触发器或内部时钟恢复选件
预触发捕获?	是	是			否
纵向分辨率	10 位	12 位			16 位

PicoConnect® 900 系列高频无源探针

PicoConnect 900 系列是一种最低侵入式、高频率无源探针,其设计目的是用于高达 9 GHz 和 18 Gb/s 的各种微波和千兆应用。它们能够以较低的价格提供前所未有的性能和灵活性,是与 PicoScope 9400A 系列示波器配合使用的明智选择。

PicoConnect 900 系列探针的性能

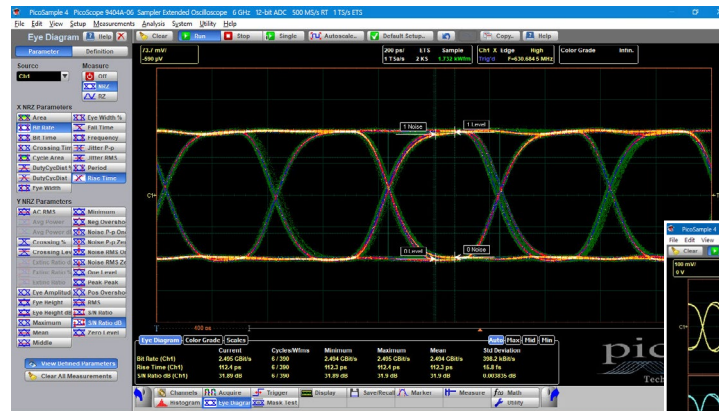
- 极低的负载电容,典型值 <0.3 pF,所有型号的测试上限为 0.4 pF
- 设计纤薄,如指尖大小,可用于精确和稳定的探测或精度焊接
- 可更换的 SMA 探头,分频比为 5:1、10:1 和 20:1,AC 或 DC 耦合
- $Z_0 = 0 \Omega$ 至 100Ω 高速传输线路的精确探测
- 同类领先的未校正脉冲/视觉响应和脉冲/视觉干扰

PicoConnect 910 套件包括六个 4 至 5 GHz 探针,有三种分频比及 AC (>160 kHz) 和 DC 耦合。

PicoConnect 920 套件包括六个 6 至 9 GHz 千兆位探针,有三种分频比及 AC (>160 kHz) 和 DC 耦合。

所有探针(可充电添加件)均单独提供,或作为套件与精密低损耗电缆、备用探针针尖和焊接套件一起放在一个便携式收纳箱提供。

专利号 GB 2550398



软件

可根据应用配置的 PicoSample 4 示波器软件

PicoSample 4 工作区充分利用可用的一种或多种显示尺寸和分辨率,允许您调整窗口大小以适应 Windows 支持的任何显示分辨率。

您可以决定轨迹显示和测量显示占用多少空间,以及是否打开或隐藏控制菜单。用户界面是全触摸或鼠标操作模式,能够抓取和拖动轨迹、光标、区域和参数。在触摸屏模式中,将显示一个放大的参数空间,以便于在更小的触摸屏显示上进行调整。

要进行缩放,可绘制一个缩放窗口或使用数字缩放和偏移控制。最多可以显示经过缩放的四个不同波形视图。

“隐藏轨迹”图标可显示当前未在主屏幕上的任何通道的实时视图。

时基、采样率和捕获尺寸的交互通常自动处理,但也提供了操控此功能和指定这三个参数优先顺序的选项。

屏幕格式选择

处理多个轨迹时,您可以在一个网格中显示所有轨迹,也可以将它们分开到两个或四个网格中。您还可以以 XY 模式绘制信号,带或不带额外电压-时间网格。余辉显示模式可使用色彩轮廓或阴影来显示信号中的统计变化。轨迹显示可以为纯点格式或向量格式,且所有这些显示设置可以是独立的,针对逐个轨迹的。同时还提供自定义轨迹标识功能。

PicoSample 4 软件

PicoSample 4 软件界面可以访问控制仪器所有功能和特性的各种命令。

显示区
查看实时、参考和数学波形。拖动波形来重新定位，还可以拖动或绘制缩放窗口。您可以拖动标记、边界和阈值来配置屏幕上的测量。可以隐藏屏幕上的控件以扩大轨迹区域。

系统控制
选择示波器是否正在运行或已停止。其他按钮允许您将示波器复位到默认状态，自动缩放或从显示器上擦除波形。

状态区
显示采集状态、模式和采集数量。同时显示触发状态、日期、时间和对记录长度及水平参数的快速参考。

直方图窗口
决定使用数据库的哪一部分来分析和显示直方图(红色)。您可以在示波器的水平和垂直缩放比例限制内设置此窗口的大小和位置。

主菜单
提供访问控制仪器所有功能和特性的各种命令。

左侧菜单
使用鼠标左键单击,或使用触摸屏触摸工具栏上的按钮,可将指定菜单添加到左侧的菜单区域。

测量区
允许您在以下滚动选项卡中查看测量结果:

- 比例
- 颜色等级
- 标记
- 测量
- 直方图
- 眼图
- 遮罩测试

使用自动、最大值、最小值和中间值调整显示区域大小,以便按您的需要显示更多或更少的数据。

永久控件
影响波形显示的最为常见的功能。

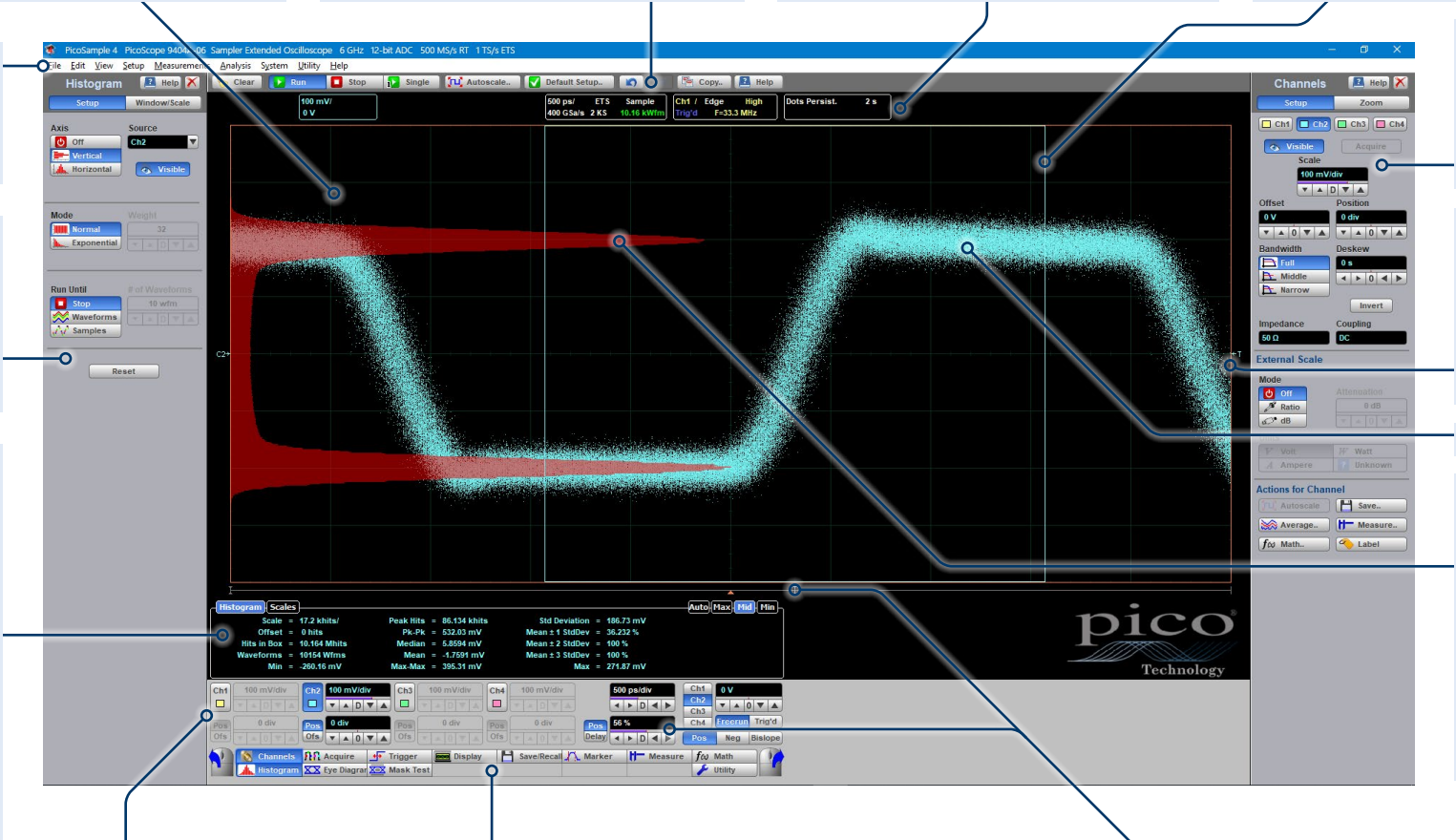
右侧菜单
右键单击(或长按触摸屏)工具栏上的按钮可添加指定菜单到右侧菜单区。

触发电平
单击或触摸并拖动 T 图标或使用触发位置控制可更改选定触发源的触发电平。

波形
纵向直方图
带有定期更新的测量结果的横向和纵向直方图(所示)可以对统计数据分布进行分析,并在用户定义的信号区域上进行显示。

工具栏
用于选择和设置示波器操作模式的 12 个按钮:通道、采集、触发和显示。您还可以设置和执行波形测量:标记、测量、直方图和眼图、控制文件管理任务(保存/调用)和执行波形分析(数学和遮罩测试)。此外,您可以设置和执行设备校准并使用演示模式(实用工具)。

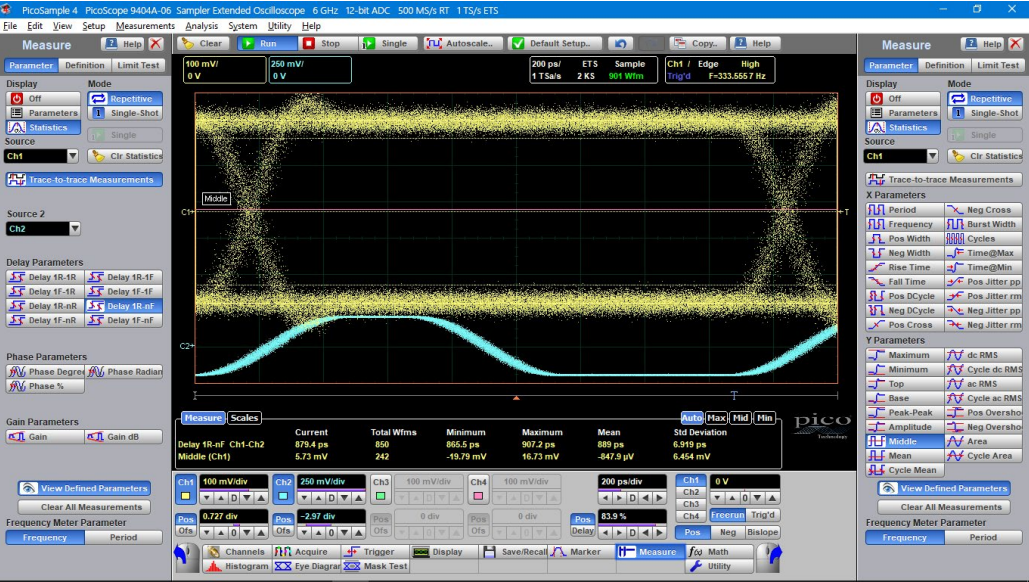
触发位置
此 T 图标表示触发位置。您可以通过调整触发位置来移动它。



测量

标准波形和眼图参数

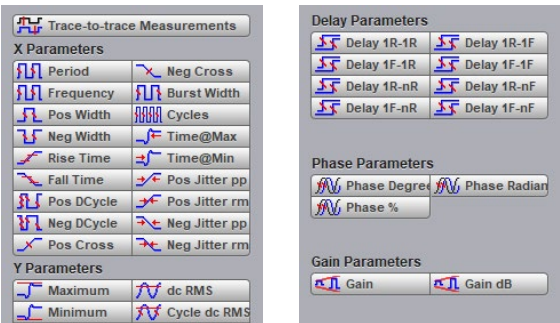
PicoScope 9400A 系列示波器可快速测量 40 多种标准波形和 70 多种眼图参数, 可针对整个波形, 也可针对标记之间的门限波形。标记也可用于进行屏幕标尺测量, 这样您无需计数标线或估计波形的位置。可以同时进行最多十个测量。测量符合 IEEE 标准定义要求, 但是您可以使用高级菜单编辑它们, 或者通过拖动屏幕上的阈值和参考值, 来获取非标准的阈值和参考值。您可以将容限测试应用于最多四个已测量的参数。



带统计信息的波形测量

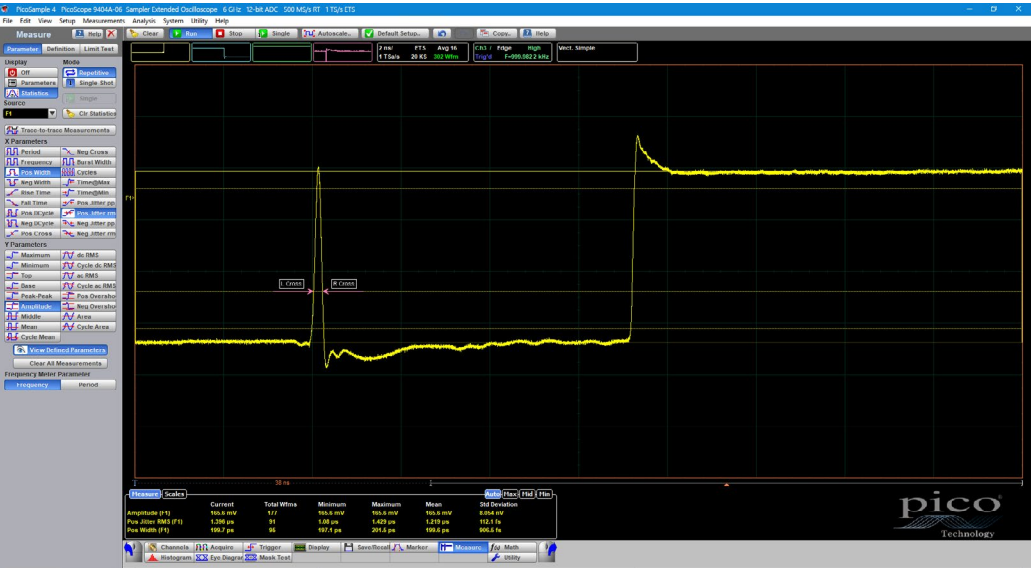
可以同时在 X 和 Y 轴上测量波形参数, 包括 X 周期、频率、正负交叉和抖动。在 Y 轴上, 可以提供最大值、最小值、DC RMS 和平均周期等测量结果。测量可在单个轨迹内或在轨迹至轨迹间, 如相位、延迟和增益等。

测量参数的选择将在主屏幕上显示其值、阈值或边界。



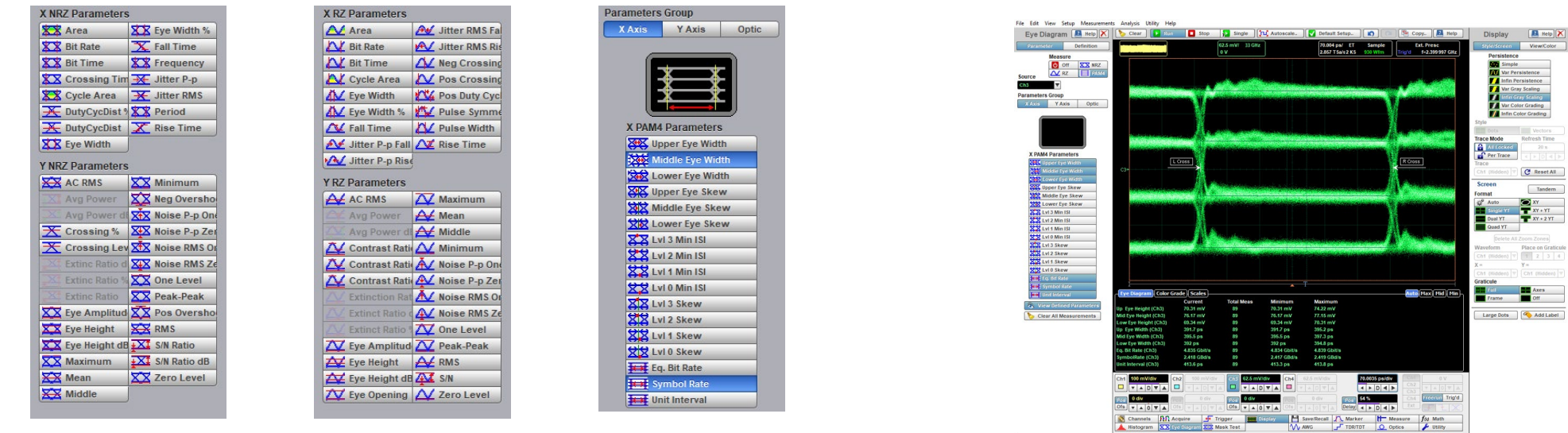
轨迹至轨迹间测量值

单个轨迹测量值

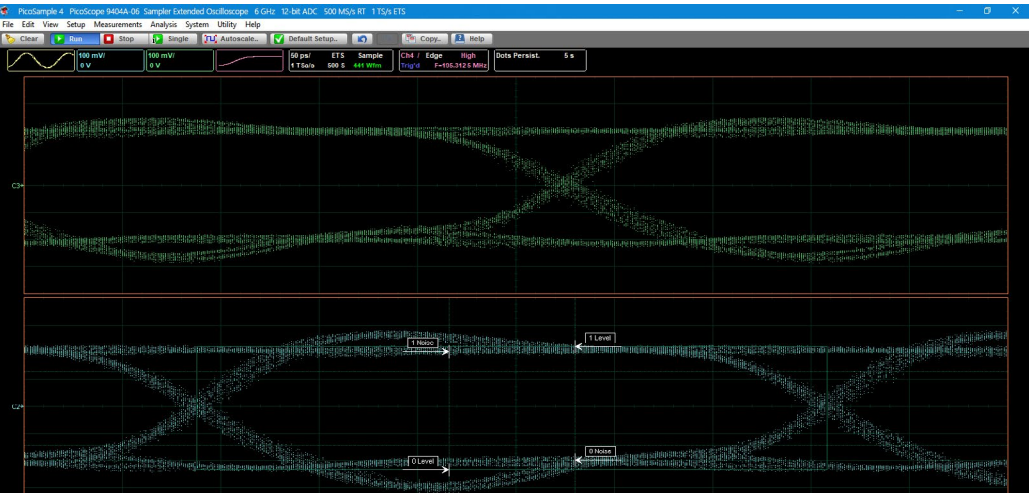


眼图测量

PicoScope 9400A 系列示波器可快速测量 70 多个用于特征化不返回零点 (NRZ)、返回零点 (RZ) 信号以及四电平脉冲振幅调制 (PAM4) 信号的基本参数。



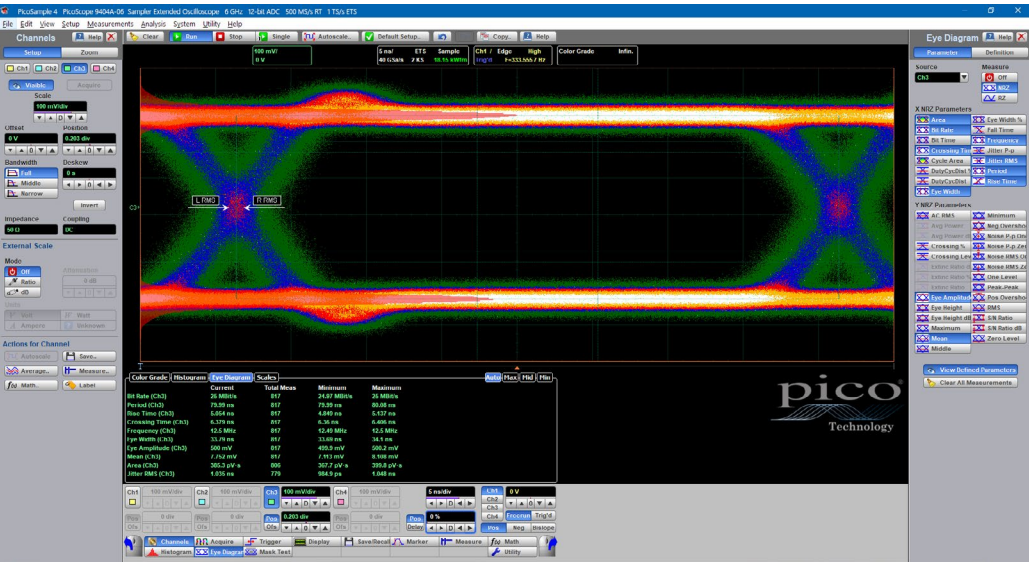
PAM4 信号眼图



最后选定的测量参数的测量阈值和边界将显示。

眼图分析可以显示以下数据: 比特率、周期、交叉时间、眼宽度、眼振幅、平均值、区域和抖动 RMS。图形上还显示了左右 RMS 抖动标记。可以从眼图侧菜单中选择这些测量项, 它们将在图形下方的屏幕上列出。

用于生成每个参数的测量点和测量值也可绘制在轨迹上。



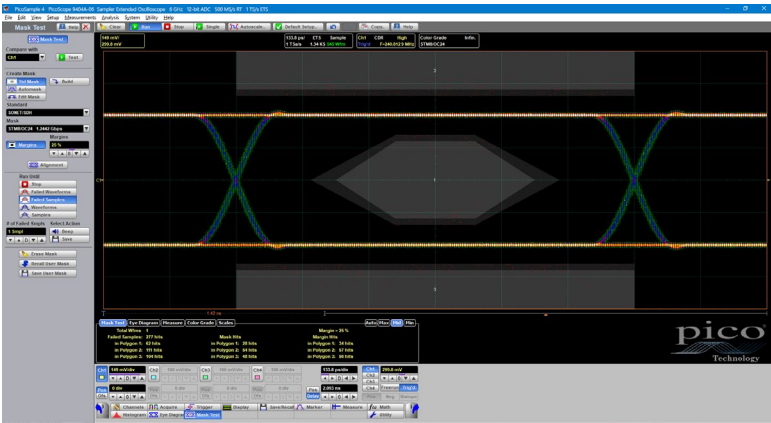
通过添加遮罩测试, 可以使眼图分析功能更加强大, 如后面所述。

遮罩测试

PicoSample 4 具有一个超过 200 个遮罩的内置遮罩库,用于测试数据眼图。它可以计数或捕获遮罩命中数或将它们传输到报警或采集控制。您可以使用指定的容限对遮罩进行应力测试,并在本地整理或编辑遮罩。

可以选择灰度和彩色显示模式以及直方图绘制功能,所有这些均有助于眼图中的噪声和抖动分析。此外,还有统计数据显示,可显示原始遮罩和容限的失败计数。

内置测试波形的扩展菜单对于检查您的遮罩测试设置非常有用 (在将其使用于实际信号之前)。



强大的数学分析

Category

- Arithmetic
- Trigonometry
- Bit Operation
- Formula Editor

Operator

- Sine
- Cosine
- Tangent
- Cotangent
- SineH
- TangentH

Category

- Algebra
- FFT
- Miscellaneous

Operator

- AND
- NAND
- OR
- XOR
- NXOR
- NOT

Category

- Arithmetic
- Trigonometry
- Bit Operation
- Formula Editor

Operator

- Exp (e)
- Exp (10)
- Exp (a)
- Differentiate
- Square
- Cube
- Inverse
- Log (e)
- Log (10)
- Log (a)
- Integrate
- Square Root
- Power (a)
- SqRt of the St

PicoScope 9400A 系列示波器最多支持已采集波形的四种联立数学组合或函数变换。

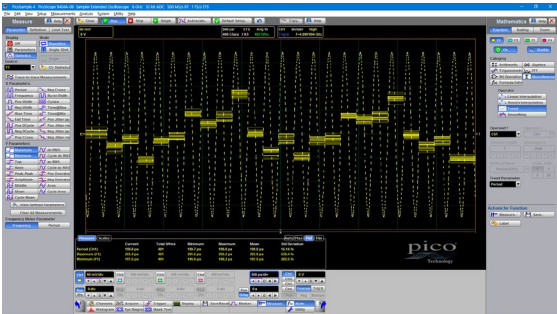
您可以选择任意一种数学函数在一个或两个来源上运算。所有函数均可在实时波形、波形内存或甚至其他函数上运算。同时还有一个综合公式编辑器,可创建源波形任意组合的自定义函数。

- 从 60 个数学函数中进行选择或创建自己的函数。
- 加、减、乘、除、倒数、绝对值、指数、对数、微分、积分、求逆、傅里叶变换 (FFT)、插值、平滑、趋势和布尔运算。



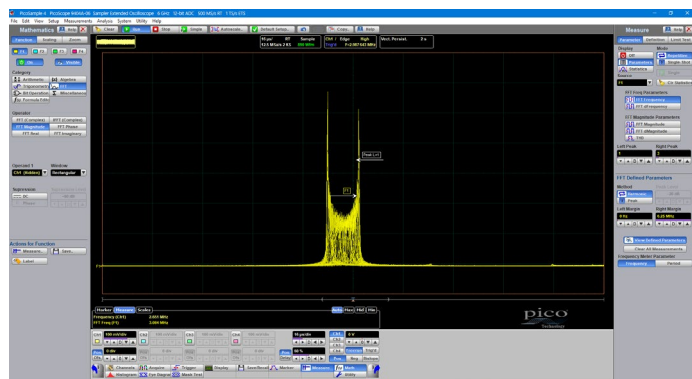
趋势

趋势允许您绘制已测量时间参数 (如脉冲宽度、周期或过渡时间等) 作为额外的轨迹。



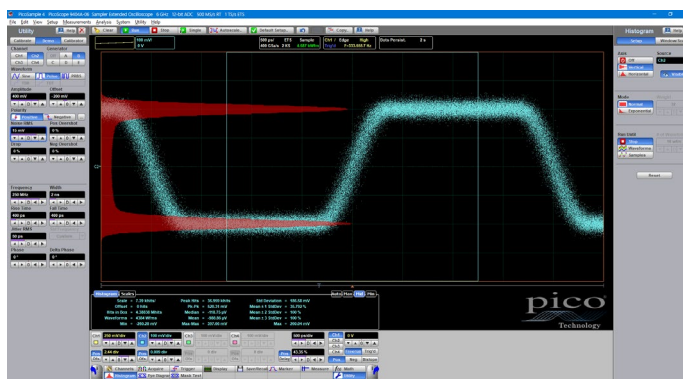
遮罩测试功能	遮罩	遮罩数量				
		9404A-06	9404-16	9404A-25	9404A-33	
• 标准预定义遮罩 • 自动遮罩 • 遮罩已保存到磁盘上 • 创建新遮罩 • 编辑任何遮罩	SONET/SDH	8	15	23		
	Ethernet	7	18	19		
	光纤通道	23	31			
	PCI Express	29	41			
	InfiniBand	13	17	21		
	XAUI	4				
	RapidIO	9				
	串行 ATA	24				
	ITU G.703	14				
	ANSI T1.102	7				
	USB	4	8			
	CEI_OIF	不适合			2	
	SFF	不适合	3			

FFT 分析



所有 PicoScope 9400A 系列示波器均可以使用多种窗口函数计算输入信号的实部、虚部象和复杂快速傅里叶变换和快速傅里叶逆变换。随后可以使用数学函数对结果进行进一步处理。FFT 对于发现串扰和失真问题、调整滤波器电路、测试系统脉冲响应,以及识别定位噪声和干扰源很有帮助。

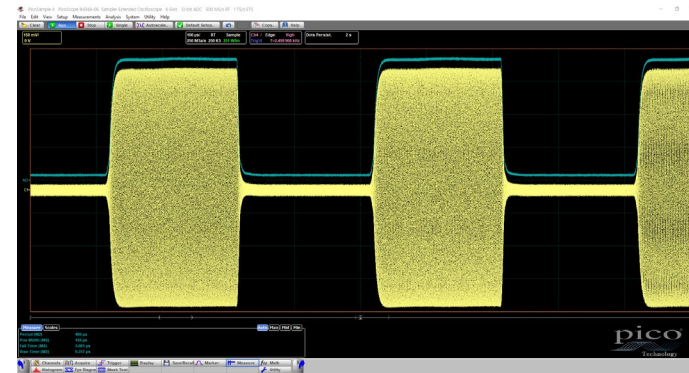
直方图分析



PicoScope 9400A 系列除了具有强大的测量和显示功能,还具备快速、高效的数据直方图绘制能力。作为强大的可视化和分析工具,直方图是一种概率图像,可在用户定义的窗口内显示从来源获取的数据的分布情况。

直方图可在垂直或水平轴上根据波形构建。垂直直方图最常用于测量和特征化噪声和脉冲参数。水平直方图典型用于测量和特征化抖动。

包络采集



脉冲RF载波是现代通信基础设施的核心,但是最终载波脉冲(例如天线处)的波形、像差和定时可能会很难测量。如果我们选择解调,则我们会受到解调器、其带宽和失真的限制。

包络采集模式允许波形采集和显示展现一段时间内重复采集的峰值。

以上 PicoScope 9404A-06 SXRT0 上显示的是脉冲振幅为 2.4 GHz 的载波的实时捕获。

黄色轨迹是以时基为 100 μ s/div 显示的 2.4 GHz 载波的另一名。稍微偏离以便辨认的蓝色轨迹是黄色轨迹的最大包络捕获。

包络的波形显示了载波包络的最大偏移,然后可对其脉冲参数进行测量(图像的左下部)。

此测量受 SXRT0 (500 MS/s) 的最大实时采样速率的限制,因此具有 250 MHz 的奈奎斯特解调带宽。示波器上的其他三个通道仍然可以进行监控,例如,调制数据和电源电压或供给源 RF 功率放大器的电流。

软件开发工具包 (SDK)

PicoSample 4 可以作为独立的示波器程序运行或在 ActiveX 远程控制下运行。ActiveX 控件符合 Windows COM 接口标准,您可以将它嵌入到自己的软件中。与更复杂的基于驱动程序的编程方法不同,ActiveX 命令是文本字符串,可以方便地在任何编程环境中创建。我们提供了 Visual Basic (VB.NET)、MATLAB、LabVIEW 和 Delphi 的编程示例,但是您可以使用支持 COM 接口的任何编程语言或标准,包括 JavaScript 和 C 语言。还可以使用 National Instruments LabVIEW 驱动程序。PicoScope 9400A 和 PicoSample 软件的所有函数均可通过远程访问。

我们提供了综合的程序员指南,对 ActiveX 控件的每个函数进行了详细说明。SDK 可以通过 USB 或 LAN 端口控制示波器。



应用

PAM4 (四电平脉冲振幅调制) 的优势与挑战

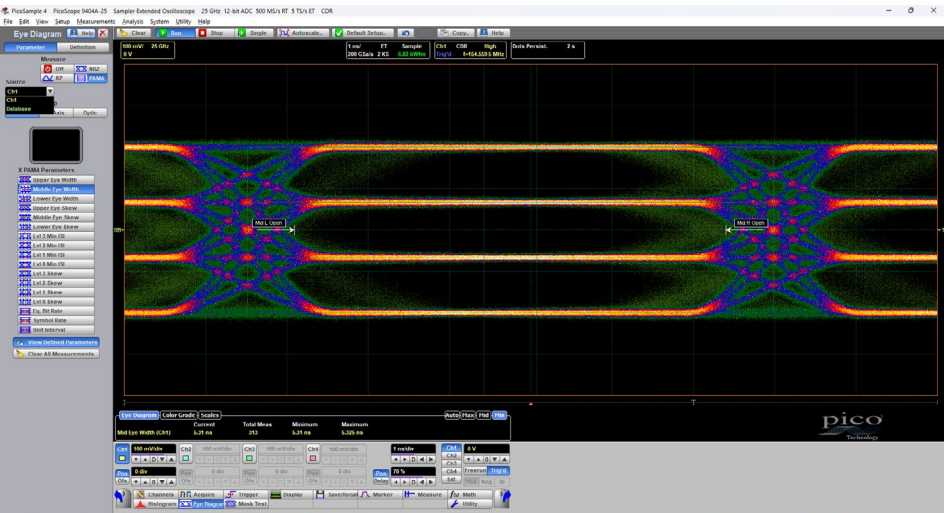
传统上, 我们通常通过提升时钟频率实现更快的数据传输。然而, 随着技术逼近时钟速率的实际极限, 且对更高数据速率的需求持续增长, 必须采用其他提升吞吐量的方法。

脉冲振幅调制 (如 PAM4) 通过增加每个符号的比特数提升数据速率。相较于 NRZ 仅发送 0 或 1 两种状态, PAM4 将两个比特编码为四个振幅电平。

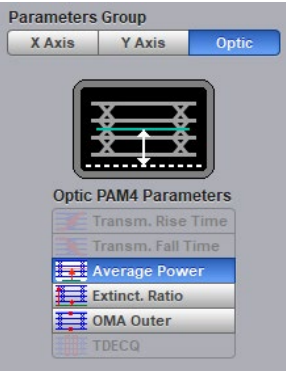
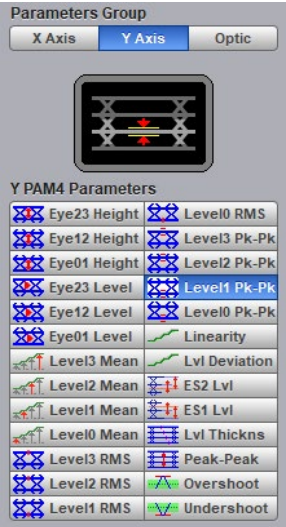
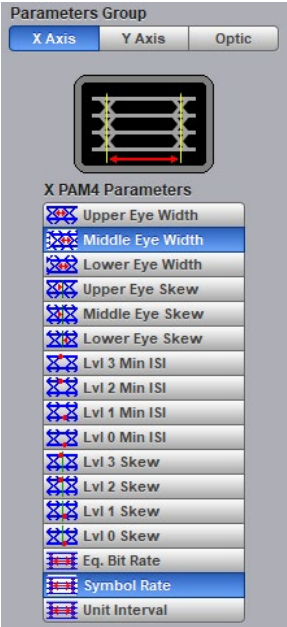
PAM4 通过降低对符号速率的要求, 缓解了抖动和上升时间等时序相关指标的难度。但这同时带来了新的挑战。随着振幅电平间距缩小, 噪声引起的符号间干扰会显著加剧。

不同信号电平间的多重跃迁可能导致眼图开度不均、时滞及非对称数据眼图, 使解码难度增加, 并需要更精心的设计以维持波特率。

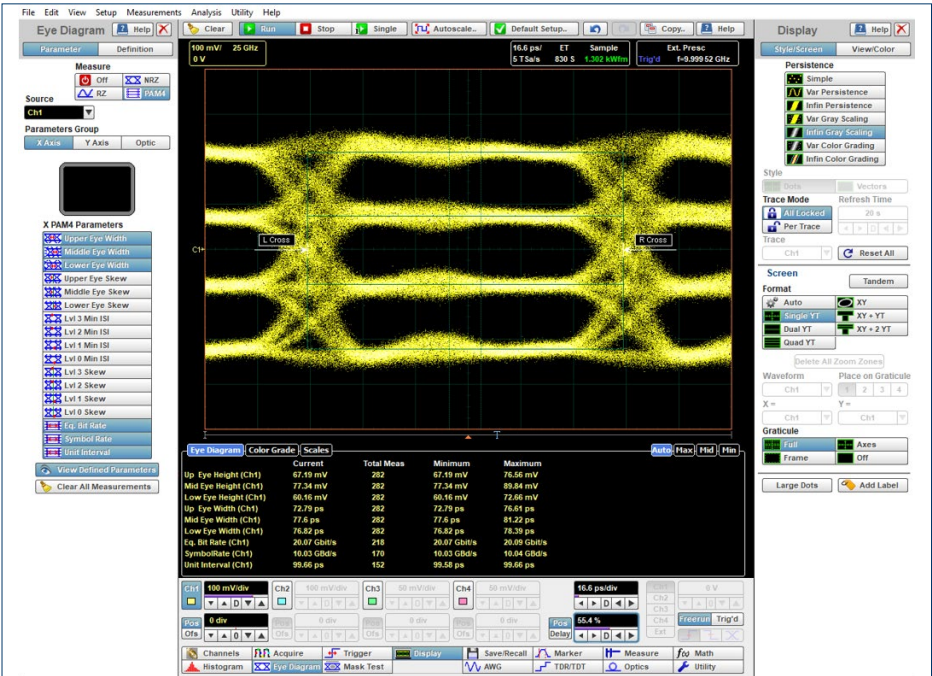
PicoScope 4 提供包含 49 项自动测量的 PAM4 眼图分析套件, 确保您能全面掌握 PAM4 物理层的各个方面。



将 PAM4 波形保存至数据库, 并同屏叠加显示实时数据与记录数据。通过比对两组数据的测量结果, 快速量化设计变更效果。



通过 17 项时间测量、26 项电平测量及 6 项光参数测量, 自动完成水平参数、垂直参数或光学参数的测量。



可同时测量多达 10 个参数, 并通过标记点定位关键信号特, 例如图示数据速率超过 20 Gb/s 的 PAM 波形

PicoScope 9404A 型号:输入、输出和指示灯

9404A 16 GHz、25 GHz 及 33 GHz 型号前面板



电源/状态/触发 LED: 正常工作为绿色。还表示连接进度和触发。

通道输入: 您可以启用任何数量的通道, 而不会影响采样率; 启用的通道只会共享捕获内存 (250 kS)。

外部输入: 外部直接触发 (高达 6 GHz)

预分频: 20 GHz 外部预分频触发

触发器输出: 可用于将外部设备同步到 PicoScope 9400A 的上升沿、下降沿和延迟触发器端。

9404A-06 前面板



后面板 (所有信号)



USB: USB 2.0 端口 (也与 USB 3.0 兼容) 用于将示波器连接到 PC。如果找不到 USB 主机, 则示波器将尝试通过 LAN 端口进行连接。

LAN: 必须通过连接到 USB 端口来进行初始的 LAN 设置。配置完成后, 如果未检测到 USB 主机, 则示波器将使用 LAN 端口。

PicoSample 4 软件可以寻址最多八个 PicoScope 9400A 设备中的其中一个。

时钟和数据: 从当前选定的触发源和内置时钟恢复模块恢复时钟和数据 (可选)。

12 V DC: 电源输入。仅使用随示波器一起提供的接地电源适配器。

PicoScope 9400A 规格

		PicoScope 9404A-06		PicoScope 9404A-16		PicoScope 9404A-25		PicoScope 9404A-33	
垂直									
输入通道数		4							
		所有通道相同并同时进行数字化							
模拟带宽 (-3 dB) [†]	* 全带宽	DC 至6 GHz		DC 至16 GHz		DC 至 25 GHz		DC 至33 GHz	
	中带宽	DC 至 500 MHz		DC 至 500 MHz		不适合		不适合	
	窄带宽	DC 至 100 MHz		DC 至 100 MHz		DC 至 18 GHz			
通带平坦度		±1 dB 至 3 GHz		±1 dB 至 12 GHz		±1 dB 至 4 GHz		±1 dB 至 8 GHz	
计算的上升时间 (Tr), 典型值	全带宽	10% 至 90%:≤58.3 ps 20% 至 80%:≤41.7 ps		10% 至 90%:≤21.9 ps 20% 至 80%:≤15.6 ps		10% 至 90%:≤14 ps 20% 至 80%:≤10 ps		10% 至 90%:≤10.6 ps 20% 至 80%:≤7.6 ps	
	中带宽	10% 至 90%:≤700 ps 20% 至 80%:≤500 ps		10% 至 90%:≤700 ps 20% 至 80%:≤500 ps		不适合			
	窄带宽	10% 至 90%:≤3.5 ns 20% 至 80%:≤2.5 ns		10% 至 90%:≤3.5 ns 20% 至 80%:≤2.5 ns		10% 至 90%:≤19.4 ps 20% 至 80%:≤13.9 ps		不适合	
	从带宽计算: 10% 至 90%: 从 $Tr = 0.35/BW$ 计算; 20% 至 80%: 从 $Tr = 0.25/BW$ 计算								
RMS 噪声	* 全带宽	最大值为 1.8 mV、典型值为 1.6 mV		最大值为 2.4 mV、典型值为 2.2 mV		最大值为 2.8 mV、典型值为 2.7 mV		最大值为 2.9 mV、典型值为 2.8 mV	
	中带宽	最大值为 0.9 mV、典型值为 0.75 mV				不适合			
	窄带宽	最大值为 0.7 mV、典型值为 0.6 mV				最大值为 2.5 mV、典型值为 2.3 mV		不适合	
刻度因数 (灵敏度)		10 mV/div 至 250 mV/div。				10 mV/div 至 200 mV/div。			
		可按 10-12.5-15-20-25-30-40-50-60-80-100-125-150-200-250mV/div 顺序调整。 也可按 1% 微调增量进行调整或更好。 使用手动或计算器数据输入时, 增量为 0.1 mV/div。							
* DC 增益精度		满刻度的 ±1.5% (保证值); 满刻度的 ±1.0% (典型值)				满刻度的 ±2.0% (保证值); 满刻度的 ±1.5% (典型值)		满刻度的 ±2.5% (保证值); 满刻度的 ±2.0% (典型值)	
位置范围		距中心屏幕 ±4 个分区							
DC 偏移范围		-1 V 至 +1 V 可调整, 增量为 10 mV (粗调) 或 2 mV (精调)。				-800 mV 至 +800 mV 可调整。			
		手动或计算器数据输入: 偏移量在 -99.9 至 +99.9 mV 范围时, 增量为 0.01 mV; 而其他偏移量范围内的增量为 0.1 mV。 参考屏幕中心标线。							
* 偏移精度		偏移设置的 ±2 mV ±1.5% (最大值); 偏移设置的 ±1 mV ±1% (典型值)				偏移设置的 ±2 mV ±2.0% (最大值); 偏移设置的 ±1 mV ±1% (典型值)			
工作输入电压		±1 V				±800 mV			
垂直缩放和位置		对于所有输入通道、波形内存或功能 垂直因数: 0.01 至 100 垂直位置: 已缩放波形最大值 ±800 个分区							
通道至通道串扰 (通道隔离)		输入频率为 DC 至 1 GHz 时, ≥50 dB (316:1) 输入频率为 >1 GHz 至 3 GHz 时, ≥40 dB (100:1)							
		输入频率为 >3 GHz 至 5 GHz 时, ±36dB (63:1)		输入频率为 >3 GHz 至 16 GHz 时, ±36dB (63:1)		输入频率为 >3 GHz 至 16 GHz 时, ≥40 dB (100:1) 输入频率为 >16 GHz 至 25 GHz 时, ≥36 dB (63:1)		TBD	
通道间延迟		典型值为≤10 ps, 在任何两个通道之间、全带宽、随机采样							
ADC 分辨率		12 位							
硬件纵向分辨率		0.5 mV/LSB 无平均				0.4 mV/LSB 无平均			

		PicoScope 9404A-06	PicoScope 9404A-16	PicoScope 9404A-25	PicoScope 9404A-33
过压保护		±1.4 V (DC + AC 峰值)		±1.5 V (DC + AC 峰值)	
* 输入阻抗		(50 ± 1.5) Ω(50 ± 1) Ω (典型值)			
输入匹配		70 ps 上升时间的反射:10% 或更少	50 ps 上升时间的反射:10% 或更少	20 ps 上升时间的反射:10% 或更少	
输入耦合		DC			
输入连接器		SMA(f)		2.92 mm (K) 阴头 (与 SMA 兼容)	
衰减					
可以输入衰减因数来调整示波器的刻度比例, 以用于连接到通道输入的外部衰减器。					
范围		0.0001:1 至 1000000:1			
单位		比率或 dB			
刻度比例		伏特、瓦特、安培或未知			
水平					
时基		所有输入通道通用的内部时基。			
时基范围 (完全水平刻度比例为 10 个分区)		50 ps/div 至 1000 s/div	20 ps/div 至 1000 s/div	10 ps/div 至 1000 s/div	
实时采样		10 ns/div 至 1000 s/div			
随机等效时间采样		50 ps/div 至 5 μs/div	20 ps/div 至 5 μs/div	10 ps/div 至 5 μs/div	
滚动		100 ms/div 至 1000 s/div			
分段		段总数:2 至 1024。段之间的重新预准备时间:<3 μs (取决于触发延迟时间设置)			
水平缩放和位置		对于所有输入通道、波形内存或功能 水平因数:从 1 至 2000 水平位置:从 0% 至 100% 未缩放波形			
时基时钟精度		频率:10 MHz			
25°C±3°C 时的最初设置容差		±0.5 ppm			
工作温度范围上的总体频率稳定性:		±2 ppm			
寿命 (25°C 时超过 10 年)		±3 ppm			
时基分辨率 (带随机采样)		1 ps	0.4 ps	0.2 ps	
* 增量时间测量精度		± (0.5 ppm * 读数 + 0.1% * 屏幕宽度 + 2 ps)			
预触发延迟		记录长度/可变延迟时间为零时当前采样率最大			
触发后延迟		0 至 4.28 s。粗调增量是一个水平刻度分区, 微调增量是水平刻度分区的 0.1, 手动或计算器增量是水平刻度分区的 0.01。			
通道至通道抗时滞范围		±50 ns 范围。粗调增量为 100 ps, 微调增量为 10 ps。对于手动或计算器数据输入, 增量为四位有效数或 1 ps。			
采集					
采样模式	实时	捕获在单个触发事件过程中用来重构波形的采样点。			
	随机	采集多个触发事件的采样点, 要求输入波形为重复波形。			
	滚动	采集数据以滚动方式显示, 从屏幕的右侧开始, 并继续到屏幕的左侧 (采集运行时)。			
	分段	通过分段存储优化内存利用率, 适用于触发重准备时间较长的间歇性信号流。 段数:最大 1024 段。 每段波形均标记绝对时间及相对时间差信息。			

		PicoScope 9404A-06	PicoScope 9404A-16	PicoScope 9404A-25	PicoScope 9404A-33
最高采样率	实时	每个通道同时为 500 MS/s			
	随机	高达 1 TS/s 或 1 ps 触发定位分辨率	高达 2.5 TS/s 或 0.4 ps 触发定位分辨率。	高达 5 TS/s 或 0.2 ps 触发定位分辨率。	
记录长度	实时	对于一个通道从 50 S/ch 至 250 kS/ch, 对于两个通道至 125 kS/ch, 对于三个和四个通道至 50 kS/ch。			
	随机	对于一个通道从 500 S/ch 至 250 kS/ch, 对于两个通道至 125 kS/ch, 对于三个和四个通道至 50 kS/ch。			
最高实时采样率持续时间		对于一个通道为 0.5 ms, 对于两个通道为 0.25 ms, 对于三个和四个通道为 0.125 ms			
采集模式	采样 (正常)	采集抽取间隔中的第一个样本并显示未做进一步处理的结果			
	平均	抽取间隔内的样本平均值。用于平均的波形数:2 至 4096。			
	包络	已采集波形的包络。一个或多个采集过程中采集到的最小值、最大值或最小和最大值。采集数为从 2 至 4096 (在 2 个顺序或连续采集)。			
	峰值检测	抽取间隔中的最大和最小样本。最小脉冲宽度:1/(采样率) 或 2 ns @ 50 μs/div 或对于单个通道更快。			
	高分辨率	平均采集间隔中获取的所有样本以创建记录点。此平均将导致更高分辨率和更低带宽的波形。分辨率可以扩展到 12.5 位或更高, 最高可达 16 位。			
	分段	段数:1 至 1024, 重新预准备时间:<3 μs 或用户定义的延迟时间, 采用其中较大者 (触发事件之间的最小时间)。用户可查看选定段、重叠段或选定段加重叠段。搜索段:逐步、门限和二进制搜索。各段均以差值时间和绝对时间标记了时间戳。			
触发					
触发源		内部来自四个通道中的任何一个, 外部直接触发、预分频触发			
触发模式	自由振荡	自动触发但缺少触发事件时未同步输入。			
	正常 (已触发)	示波器需要触发事件来触发。			
	单次	软件按钮在触发事件上仅触发一次。不适用于随机采样。			
触发延迟模式		时间或随机			
触发延迟范围		根据时间延迟:可调整, 从 500 ns 至 15 s, 顺序为 1-2-5-10 或 4 ns 微调增量。 随机:此模式通过随机化触发之间的时间值改变一个采集至另一采集的触发延迟。随机化的时间值可以位于最小延迟和最大延迟中指定的值之间。			
内部触发					
触发样式	边沿	在频率范围从 DC 至 2.5 GHz 的任何触发源的上升沿和下降沿上触发。			
	分频	触发源向下划分四次 (/4) 后再应用于触发系统。最大触发频率 6 GHz。			
	时钟恢复 (可选)	在恢复时钟的上升沿触发。			
6.5 Mb/s 至 5 Gb/s		6.5 Mb/s 至 8 Gb/s	6.5 Mb/s 至 11.3 Gb/s		
带宽和灵敏度	低灵敏度	100 mV 峰峰值 (DC 至 100 MHz), 从 100 MHz 处的 100 mV 峰峰值线性增至 6 GHz 处的 200 mV 峰峰值。脉冲宽度:80 ps (对应 200 mV 峰峰值, 典型值)			
	* 高灵敏度	30 mV 峰峰值 (DC 至 100 MHz), 从 100 MHz 处的 30 mV 峰峰值线性增至 6 GHz 处的 70 mV 峰峰值。脉冲宽度:80 ps (对应 70 mV 峰峰值)。			
电平范围		-1 V 至 +1 V, 增量为 10 mV (粗调)。也可以 1 mV 的增量进行微调。			
边沿触发斜率		正极:在上升沿触发 负极:在下降沿触发 双斜率:在信号的上升沿和下降沿均可触发			
* RMS 抖动 (组合触发和插值器抖动。)		延迟的 1.5 ps + 0.1 ppm (最大值) 延迟的 1.2 ps + 0.1 ppm (典型值) 边沿触发测试条件为 2.5 GHz/600 mV 峰峰值正弦波, 分频器触发测试条件为 6 GHz/600 mV 峰峰值正弦波。 时钟恢复触发 (可选):2ps +单位间隔的 1.0% + 延迟的 0.1 ppm (最大值)			
耦合		DC			

		PicoScope 9404A-06	PicoScope 9404A-16	PicoScope 9404A-25	PicoScope 9404A-33
外部预分频触发					
耦合		不适合	50 Ω、AC 耦合, 固定值零伏		
*带宽和灵敏度			100 mV 峰峰值 (1 GHz 至 16 GHz)	100 mV 峰峰值 (1 GHz 至 20 GHz)	
* RMS 抖动			1.5 ps (最大值), 1.2 ps (典型值) 对于触发输入斜率>5 V/ns。组合触发和插值器抖动。		
预分频器比率			除以 8, 固定		
最大安全输入电压			±3 V (DC + AC 峰值)		
输入连接器		SMA(f)			
外部直接触发					
样式	边沿	在从 DC 至 2.5 GHz 的任何触发源的上升沿和下降沿上触发。			
	分频	触发源划分四次 (/4) 后再输入到触发系统。 最大触发频率 6 GHz。			
	时钟恢复 (可选)	在恢复时钟的上升沿触发			
		从 6.5 Mb/s 至 5 Gb/s	从 6.5 Mb/s 至 8 Gb/s	从 6.5 Mb/s 至 11.3 Gb/s	
耦合		DC			
带宽和灵敏度	* 低灵敏度	100 mV 峰峰值 (DC 至 100 MHz)。 从 100 MHz 处的 100 mV 峰峰值线性增至 6 GHz 处的 200 mV 峰峰值。 脉冲宽度:80 ps (对应 200 mV 峰峰值, 典型值)			
	高灵敏度	30 mV 峰峰值 (DC 至 100 MHz) 从 100 MHz 处的 30 mV 峰峰值线性增至 6 GHz 处的 70 mV 峰峰值。 脉冲宽度:100 ps (对应 70 mV 峰峰值)。			
电平范围		-1 V 至 1 V。 10 mV 粗调增量。 1 mV 微调增量。			
斜率		上升、下降、双斜率			
* RMS 抖动、边沿和分频		延迟的 1.5 ps +0.1 ppm (最大值)。 延迟的 1.2 ps +0.1 ppm (典型值)。 边沿触发测试条件为 2.5 GHz/600 mV 峰峰值正弦波, 分频器触发测试条件为 6 GHz/600 mV 峰峰值正弦波。			
RMS 抖动、时钟恢复 (可选)		2ps +单位时间间隔的 1.0% + 延迟的 0.1 ppm (最大值)			
最大安全输入电压		±3 V (DC + AC 峰值)			
输入连接器		SMA(f)			
显示					
余辉		简单模式:无余辉 可变余辉:每个数据点保持在显示器上的时间。余辉时间从 100 ms 至 20 s。 无限余辉:在此模式下, 波形采样点一直显示。 可变灰度调整:饱和度和发光度可变的五级单色。刷新时间从 1 s 至 200 s。 无限灰度调整:在此模式下, 波形采样点以五级单色一直显示。 可变颜色分级:选择颜色分级时, 历史计时信息以温度或频谱配色方案呈现, 提供有关快速变化波形的“z-轴”信息。刷新时间从 1 至 200 s。 无限颜色分级:在此模式下, 波形采样点通过温度或频谱配色方案一直显示。			
样式		点:以无余辉方式显示波形, 通道的每个波形记录替换以前采集的记录。 向量:此功能在屏幕上绘制一条贯穿数据点的直线。不适合于眼图等多值信号。			
标线		完整网格、带勾号的轴、带勾号的帧、关闭 (无标线)。			

	PicoScope 9404A-06	PicoScope 9404A-16	PicoScope 9404A-25	PicoScope 9404A-33
格式	自动:当您选择显示更多或更少波形时,自动放置、添加或删除标线。 单 XT:所有波形叠加且高度为八个分区。 双 YT:使用两条标线,所有波形高度可为四个分区,分别显示或叠加。 四 YT:使用四条标线,所有波形高度可为两个分区,分别显示或叠加。 当您选择双屏幕或四屏幕显示时,每个波形通道、内存和功能可放置在特定的标线上。 XY:对比显示两个波形的电压。第一个波形的振幅绘制在水平 X 轴上,第二个波形的振幅绘制在垂直的 Y 轴上。 XY + YT:同时显示 XY 和 YT 图形。YT 格式显示在屏幕的上部,XY 格式显示在屏幕的下部。YT 格式显示区域为一个屏幕,任何显示的波形都是重叠的。 XY + 2YT:同时显示 YT 和 XY 图形。YT 格式显示在屏幕的上部,XY 格式显示在屏幕的下部。YT 格式显示区域被划分为两个相等的屏幕。 串联:靠左和靠右显示标线。			
颜色	您可以选择默认颜色,也可以选择自己的颜色集。使用不同的颜色来显示选定的项目:背景、通道、功能、波形内存、FFT、TDR/TDT 和直方图。			
轨迹注释	仪器允许您向波形显示添加带有自己文字的识别标签。对于每个波形,您可以创建多个标签并全部打开或关闭它们。同时,您可以通过拖动或指定具体水平位置来将它们定位到波形上。			
保存/调用				
管理	将设置、波形和用户遮罩文件存储和调用到您的 PC 任何硬盘上。存储容量仅受硬盘空间的限制。			
文件扩展名	波形文件:二进制格式为 .wfm、详细格式(文本)为 .txt、Y 值格式(文本)为 .txty 数据库文件:.wdb 设置文件:.set 用于遮罩文件:.pcm			
操作系统	Microsoft Windows 7、8、10 (32 位或 64 位) 以及 Windows 11 (64 位)			
波形保存/调用	可以将最多四个波形存储到波形内存中 (M1 至 M4),然后调用进行显示。			
保存到磁盘/从磁盘调用	您可用将采集的波形保存到 PC 上的任何驱动器或从中调用。要保存波形,请使用标准的 Windows“保存”对话框。从此对话框,您可以创建子目录和波形文件,或覆盖现有波形文件。 您可以将带有以前已保存波形的文件加载到波形内存中,然后调用它进行显示。			
保存/调用设置	仪器可以将完整设置存储到内存中,然后调用它们。			
屏幕图像	您可以将屏幕图像复制到剪贴板,使用以下格式:全屏、全窗口、客户端部分、反转客户端部分和示波器屏幕。			
自动缩放	按下“自动缩放”键可自动调整垂直通道、水平刻度因数和触发电平,使显示适应应用于输入的信号。 自动调整功能要求信号为重复信号,且频率大于 100 Hz,占空比大于 0.2%,振幅大于 100 mV 峰峰值。自动调整仅对于相对稳定的输入信号才能运行。			
标记				
标记类型	X-标记:垂直条(测量时间) Y-标记:水平条(测量电压) XY-标记:波形标记			
标记测量值	绝对、增量、电压、时间、频率和斜率			
标记运动	独立:可独立调整两个标记。 配对:可一起调整两个标记。			
比率式测量	提供已测量值和参考值之间的比率。%、dB 和度数等比率单位的结果。			
测量				
自动测量	支持多大十个同时测量。			
自动参数测量	可提供 53 个自动测量。			
振幅测量	最大值、最小值、顶部、底部、峰间、振幅、中间、平均值、平均周期、DC RMS、周期 DC RMS、AC RMS、周期 AC RMS、正尖头信号、负尖头信号、区域、周期区。			
计时测量	时段、频率、正宽度、负宽度、上升时间、下降时间、正占空比、负占空比、正交叉、负交叉、突发宽度、周期、最大值时间、最小值时间、正抖动峰峰值、正抖动 RMS、负抖动峰峰值、负抖动 RMS。			
信号间测量	延迟 (8 个选项)、相位度数、相位弧度、相位 %、增益、增益 dB。			
FFT 测量	FFT 振幅、FFT 增量振幅、THD、FFT 频率、FFT 增量频率。			
测量统计数据	在任何已显示波形测量上显示电流、最小值、最大值、平均值和标准偏移。			
顶部-底部值定义方法	直方图、最小值/最大值或用户定义(绝对电压)。			

		PicoScope 9404A-06	PicoScope 9404A-16	PicoScope 9404A-25	PicoScope 9404A-33
阈值		以百分比设置的上、中和下水平条, 电压或分区。标准阈值为 10-50-90% 或 20-50-80%。			
边距		使用左右边距 (垂直条) 可隔离波形的任何区域以进行测量。			
测量模式		重复或单冲			
计数器 (内置频率计数器)	源	内部来自四个通道中的任何一个, 外部则通过外部预分频触发			
	分辨率	7 位			
	最大频率	内部或外部直接触发: 6 GHz			
		外部预分频触发: 不适合	外部预分频触发: 16 GHz	外部预分频触发: 20 GHz	
	测量	频率、时段			
时间参考		内部 250 MHz 参考时钟			
数学					
波形数学		使用数学函数 F1 至 F4 可定义和显示最多四个数学波形			
分类和数学操作数		算术: 加、减、乘、除、向上取整、向下取整、向零取整、四舍五入、绝对值、倒数、同余、重缩放			
		代数: 幂运算 (e)、幂运算 (10)、幂运算 (a)、对数 (e)、对数 (10)、对数 (a)、微分、取整、平方、平方根、立方、乘方 (a)、求逆、和的平方			
		三角函数: 正弦、余弦、正切、余切、反正弦、反余弦、反正切、反余切、双曲正弦、双曲余弦、双曲正切、双曲余切			
		FFT: 复杂 FFT、FFT 振幅、FFT 相位、FFT 实部、FFT 虚部、复杂逆向 FFT、FFT 群延迟			
		位运算符: AND、NAND、OR、NOR、XOR、XNOR、NOT			
操作数		其他: 趋势分析、线性插值、Sin(x)/x 插值、平滑处理			
		公式编辑器: 您可以使用公式编辑器控制窗口来构建数学波形。			
		任何通道、波形内存、数学函数、频域或常数可以选择作为两个操作数中其中一个的来源。			
FFT		FFT 频率跨度: 频率跨度 = 采样率 / 2 = 记录长度 / (2 × 时基范围)			
		FFT 频率分辨率: 频率分辨率 = 采样率 / 记录长度			
		FFT 窗口: 内置滤波器 (矩形、海明、汉恩、平顶、布莱克曼-哈里斯和凯泽-贝塞尔) 可对频率分辨率、瞬态和振幅精度进行优化。			
		FFT 测量: 可以在频率、增量频率、振幅和增量振幅上执标记测量。可以在频率、增量频率、振幅和增量振幅上执标记测量。			
自动 FFT 测量包括: FFT 振幅、FFT 增量振幅、THD、FFT 频率、FFT 增量频率。					
直方图					
轴		垂直或水平。垂直和水平直方图 (定期更新测量) 可以针对信号的任何区域就统计分布数值进行分析。			
测量集		刻度比例、偏移、框内命中数、波形、峰值命中数、峰间、中值、平均值、标准偏差、平均值 ±1 标准偏差、平均值 ±2 标准偏差、平均值 ±3 标准偏差、最小值、最大值-最大值、最大值			
窗口		该直方图窗口决定使用数据库的哪一部分来绘制直方图。您可以在示波器的水平和垂直缩放比例限制内, 将直方图窗口的大小设置为您想要的任何尺寸。			
眼图					
眼图		PicoScope 可以自动特征化 NRZ 和 RZ 眼图模式。测量根据基于波形的统计数据分析。			
NRZ 测量	X 轴	区域、比特率、比特时间、交叉时间、周期区、占空比失真 (%、s)、眼图宽度 (%、s)、下降时间、频率、抖动 (峰峰值, RMS)、时段、上升时间			
	Y 轴	AC RMS、交叉 %、交叉值、眼图幅度、眼图高度、眼图高度 dB、最大值、平均值、中值、最小值、负尖头信号、噪声峰峰值 (一、零)、噪声 RMS (一、零)、一级、峰间、正尖头信号、RMS、信噪比、信噪比 dB、零级			
RZ 测量	X 轴	区域、比特率、比特时间、周期区、眼图宽度 (%、s)、下降时间、抖动峰峰值 (下降、上升)、抖动 RMS (下降、上升)、负交叉、正交叉、正占空比、脉冲对称、脉冲宽度、上升时间			
	Y 轴	AC RMS、对比度 (dB、%、比率)、眼图幅度、眼图高度、眼图高度 dB、眼图张开因数、最大值、平均值、中值、最小值、噪声 P-p (一、零)、噪声 RMS (一、零)、一级、峰间、RMS、信噪比、零级			
PAM4 测量	X 轴	上眼图宽度、中眼图宽度、下眼图宽度、上眼图偏移、中眼图偏移、下眼图偏移、电平 3 最小符号间干扰、电平 2 最小符号间干扰、电平 1 最小符号间干扰、电平 0 最小符号间干扰、电平 3 偏移、电平 2 偏移、电平 1 偏移、电平 0 偏移、等效比特率、符号率、单位时间间隔			
	Y 轴	眼图 23 高度、眼图 12 高度、眼图 01 高度、眼图 23 电平、眼图 12 电平、眼图 01 电平、电平 3 均值、电平 2 均值、电平 1 均值、电平 0 均值、电平 3 RMS、电平 2 RMS、电平 1 RMS、电平 0 RMS、电平 3 峰峰值、电平 2 峰峰值、电平 1 峰峰值、电平 0 峰峰值、线性度、电平偏差、信号源端电平 2、信号源端电平 1、电平厚度、峰峰值、尖头信号、负脉冲信号			
	光参数	传输上升时间、传输下降时间、平均功率、消光比、外部光调制幅度、发射机色散眼图闭合代价			
遮罩测试					
遮罩测试		在由最多八个多边形定义的外部区域对采集的信号进行拟合测试。任何位于多边形边界内的样本都会造成测试失败。可以从磁盘加载遮罩, 或自动或手动创建。			

		PicoScope 9404A-06	PicoScope 9404A-16	PicoScope 9404A-25	PicoScope 9404A-33	
标准遮罩		可以创建标准预定义光学或标准电气遮罩。				
	SONET/SDH	STM0/OC1 (51.84 Mb/s) 至 FEC 2666 (2.6666 Gb/s)				
		不适合	OS19/STM64 (9.95328 Gb/s) 至 FEC1066 (10.864 Gb/s)		OTU2:10.709 Gb/s) 至 DT_18FC_TEST (14.025 Gb/s)	
	光纤通道	FC133 Electrical (132.8 Mb/s) 至 FC2125E Abs Gamma Tx.mask (2.125 Gb/s)				
		不适合	FC4250 Optical PI Rev13 (4.25 Gb/s) 至 FC4250E Abs Gamma Tx.mask (4.25 Gb/s)			
	Ethernet	100BASE-BX10 (125 Mb/s) 至 3.125 Gb/s 10GBase-CX4 Absolute TP2 (3.125 Gb/s)				
		不适合			10Gb Ethernet (9.953 Gb/s) 至 10xGb Ethernet (12.5 Gb/s)	
	InfiniBand	2.5 G 驱动程序测试点 (2.5 Gb/s)。十个遮罩, 测试点 1 至 10				
		不适合	5.0 G 驱动程序测试点 1 (5 Gb/s) 5.0 G 驱动程序测试点 6 (5 Gb/s) 5.0 G 传输器引脚 (5 Gb/s)		QDR 10.0 (10 Gb/s) 至 FDR_Stress_Out (10.0627 Gb/s)	
	XAUI	3.125 Gb/s XAUI 远端 (3.125 Gb/s) 至 XAUI-E 近端 (3.125 Gb/s)				
	ITU G.703	DS1、100 Ω 双绞线 (1.544 Mb/s) 至 155 Mb 1 Inv、75 Ω 同轴电缆 (155.520 Mb/s)				
	ANSI T1/102	DS1、100 Ω 双绞线 (1.544 Mb/s) 至 STS3、75 Ω 同轴电缆 (155.520 Mb/s)				
	RapidIO	Serial Level 1、1.25G Rx (1.25 Gb/s) 至 Serial Level 1、3.125G Tx SR (3.125 Gb/s)				
	PCI Express	R1.0a 2.5G 附加卡传输器非传输位遮罩 (2.5 Gb/s) 至 R1.1 2.5G 传输器传输位遮罩 (2.5 Gb/s)				
		不适合 R2.0 5.0G 附加卡 35 dB 传输器非传输位遮罩 (5 Gb/s) 至 R2.1 5.0G 传输器传输位遮罩 (5 Gb/s)				
	串行 ATA	扩展长度、1.5G 250 周期、Rx 遮罩 (1.5 Gb/s) 至 Gen1m、3.0G 5 周期、Tx 遮罩 (3 Gb/s)				
	CEI_OIF	不适合			CEI-11G-LR/MR 11.2 (11.1982 Gbps) 至 CEI-11G-SR 11.2 (11.1982 Gbps)	
SFF	不适合	SFF-8431 主机接收器测试信号 10.3125 (10.3125 Gb/s) 至 SFF-8431 10.3125 (10.3125 Gb/s) 模块接收器输出 10.3125 (10.3125 Gbps)				
USB	USB 2.0 低速 (1.5 Mbps) 至 USB 3.1 二代 (10 Gb/s)					
	不适合	USB 3.0 一代 (5 Gb/s)		USB 3.1 二代 (10 Gb/s)		
遮罩容限	提供用于工业标准的遮罩测试。					
自动遮罩创建	自动针对单值电压信号创建遮罩。自动遮罩可同时定义增量 X 和增量 Y 容差。故障操作与限值测试相同。					
测试过程中收集的数据	检查的波形总数、失败样本数、每个多边形边界内的命中次数。					
触发器输出						
计时	正向转换等效于采集触发点。反向转换在用户延迟后。					
低电平	(-0.15±0.15) V 测量到 50 Ω					
振幅	(800±200) mV 测量到 50 Ω					
上升时间	10% 至 90%:≤0.65 ns(最大值), ≤0.45 ns(典型值) ;20% 至 80%:0.35 ns(最大值), ≤0.3 ns(典型值)					
RMS 抖动	≤2 ps					
输出延迟	4±1 ns					
输出耦合	DC					
输出连接器	SMA(f)					
时钟恢复触发 - 已恢复数据输出 (可选)						
数据速率	6.5 Mb/s 至 5 Gb/s		6.5 Mb/s 至 8 Gb/s		6.5 Mb/s 至 11.3 Gb/s	
眼图振幅	典型值为 250 mV 峰峰值					
眼图上升/下降时间, 20% 至 80%	典型值为 75 ps		典型值为 50 ps			

	PicoScope 9404A-06	PicoScope 9404A-16	PicoScope 9404A-25	PicoScope 9404A-33
RMS 抖动	2 ps + 单位间隔的 1%			
输出耦合	交流电			
输出连接	SMA(f)			
时钟恢复触发 - 已恢复时钟输出 (可选)				
输出频率 (半全速率时钟输出)	3.25 MHz 至 3 GHz	3.25 MHz 至 4 GHz	3.25 MHz 至 5.65 GHz	
输出振幅	典型值为 250 mV 峰峰值			
输出耦合	交流电			
输出连接器	SMA(f)			
常规				
电源电压	+12 V ± 5%			
电源电流	2.7 A	2.9 A	2.4 A	2.5 A
保护	电压过大或反向时自动关闭			
AC-DC 适配器	使用通用适配器			
PC 连接	USB 2.0 (高速)。同时与 USB 3.0 兼容。			
	以太局域网			
软件	PicoSample 4: Windows 7、8、10 (32 位或 64 位版本) 以及 Windows 11 (64 位)			
PC 要求	处理器、内存和磁盘空间: 如操作系统所需			
温度范围	工作温度范围: 正常工作条件下 +5°C 至 +40°C, 引述精度条件下 +15°C 至 +25°C 存储温度: -20°C 至 +50°C			
湿度范围	工作湿度: 25°C 时相对湿度高达 85% (非冷凝) 存储湿度: 相对湿度高达 95% (非冷凝)			
环境	最高工作海拔 2000 米, 且符合 EN61010 污染等级 2: “仅出现非导电性污染, 除了偶尔存在由冷凝造成的临时导电性外。”			
尺寸 (宽 x 长 x 深)	244 × 54 × 233 mm			
净重	1.52 kg			
合规性	CFR-47 FCC (EMC)、EN 61326-1 (EMC) 和 EN 61010-1 (LVD)			
质保	3 年			
* 标记有 (*) 的规格在性能验证过程中进行过检查。				
† 这些规格在 30 分钟预热后以及温度与固件校准温度偏差 ±2 °C 时有效。				

套件内容及附件

您的 PicoScope 9400A 系列示波器套件包含以下物件：

- PicoScope 9400A 系列采样器扩展实时示波器 (SXRT0)
- 从 www.picotech.com/downloads 免费下载软件并更新
- 快速入门指南
- 12 V 电源, IEC 引线
- 4 条本地化 IEC 电源线 (英规/欧规/美规/澳新规)
- USB 线缆, 1.8 m
- 四个连接器保护器 (SMA 或 K 型, 视型号而定)
- PicoWrench N / SMA / PC3.5 / K 组合板手
- 存储/便携箱
- LAN 线缆, 1 m

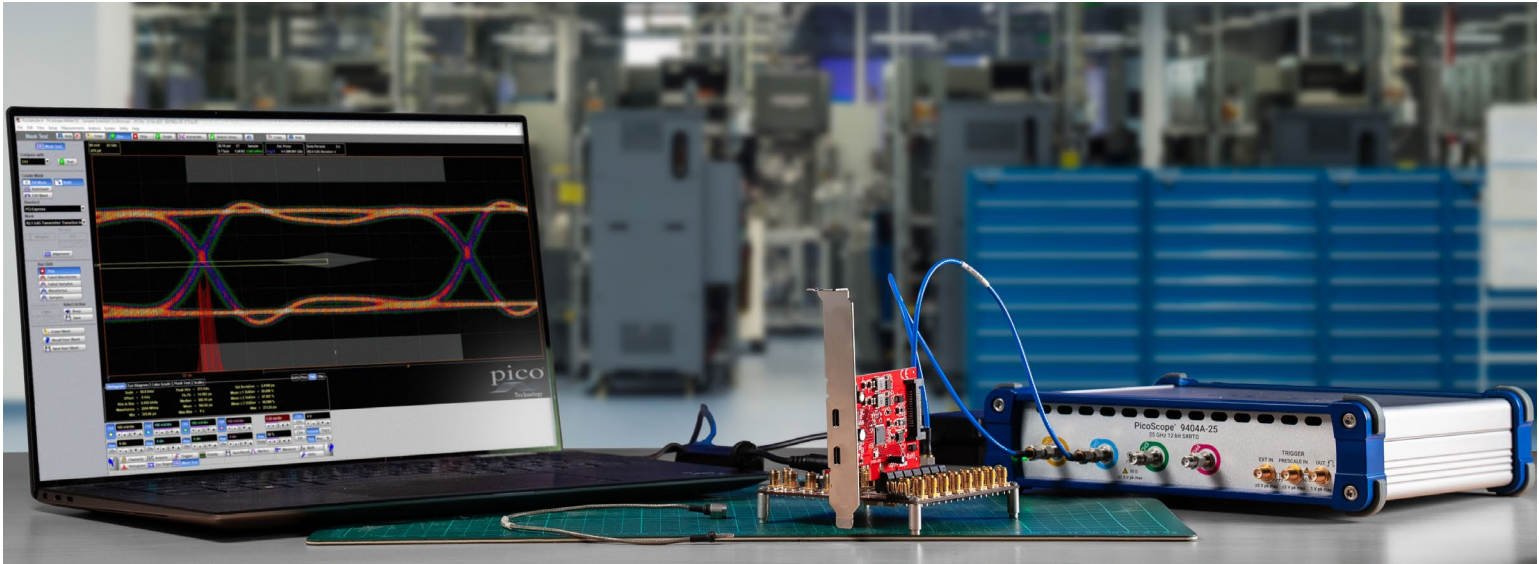


可选配件

订购代码	描述	
适配器		
TA313	3 GHz SMA(f)-BNC(m) 跨系列适配器	
TA314	18 GHz SMA(f) 至 N(m) 跨系列适配器	
TA170	18 GHz 50 Ω SMA(m-f) 连接器保护适配器	
TA571	40 GHz 50 Ω 2.92 mm (K 型) 阴头连接器保护适配器 (兼容 SMA 接口)	
PicoConnect 900 系列套件		
PQ067	PicoConnect 910 套件:所有六种微波和脉冲探头及两根线缆	
PQ066	PicoConnect 920 套件:所有六种千兆位探头及两根线缆	
TA315	PicoConnect 探针针尖和焊接套件	
PicoConnect 900 系列无源探针		
TA274	PicoConnect 911 20:1 960 Ω AC 耦合 4 GHz RF,微波和脉冲探针	
TA275	PicoConnect 912 20:1 960 Ω DC 耦合 4 GHz RF,微波和脉冲探针	
TA278	PicoConnect 913 10:1 440 Ω AC 耦合 4 GHz RF,微波和脉冲探针	
TA279	PicoConnect 914 10:1 440 Ω DC 耦合 4 GHz RF,微波和脉冲探针	
TA282	PicoConnect 915 5:1 230 Ω AC 耦合 5 GHz RF,微波和脉冲探针	
TA283	PicoConnect 916 5:1 230 Ω DC 耦合 5 GHz RF,微波和脉冲探针	
TA272	PicoConnect 921 20:1 AC 耦合 6 GHz 千兆位无源探针	
TA273	PicoConnect 922 20:1 DC 耦合 6 GHz 千兆位无源探针	
TA276	PicoConnect 923 10:1 AC 耦合 7 GHz 千兆位无源探针	
TA277	PicoConnect 924 10:1 DC 耦合 7 GHz 千兆位无源探针	
TA280	PicoConnect 925 5:1 AC 耦合 9 GHz 千兆位无源探针	
TA281	PicoConnect 926 5:1 DC 耦合 9 GHz 千兆位无源探针	

可选配件

订购代码	描述	
衰减器		
TA181	衰减器 3 dB 10 GHz 50 Ω SMA (m-f)	
TA261	衰减器 6 dB 10 GHz 50 Ω SMA (m-f)	
TA262	衰减器 10 dB 10 GHz 50 Ω SMA (m-f)	
TA173	衰减器 20 dB 10 GHz 50 Ω SMA (m-f)	
同轴电缆组件		
TA264	高精度高柔性无套筒同轴电缆 30 cm SMA(m-m) 1.1 dB 损耗 @ 13 GHz	
TA265	高精度套筒同轴电缆 30 cm SMA(m-m) 1.3 dB 损耗 @ 13 GHz	
TA312	高精度套筒同轴电缆 60 cm SMA(m-m) 2.2 dB 损耗 @ 13 GHz	
工具		
TA358	双分叉扭矩扳手 N 型 1 N·m (8.85 in·lb)	
TA356	双分叉扭矩扳手 SMA/PC3.5/K、1 N·m (8.85 in·lb)	



PicoScope 9400A 系列采样器扩展实时示波器订购信息

描述	带宽 (GHz)	通道数	订购代码
PicoScope 9404A-33 示波器	33	4	PQ407
PicoScope 9404A-25 示波器	25		PQ355
PicoScope 9404A-16 示波器	16		PQ405
PicoScope 9404A-06 示波器	6		PQ403

Pico Technology 产品系列中的更多产品...

PicoSource AS108 系列
灵活、快速、便携式频率分析仪



PicoSource PG900 系列
差分皮秒脉冲发生器



PicoScope 6000 系列
超大深度内存



PicoVNA 100 系列
四通道快速便携式矢量网络分析仪



- 跨度: 0.3 MHz 至 8 GHz, +15 dBm 至 -15 dBm
- 支持连续波 (CW)、扫频或跃阶模式
- 可编程频率、相位及振幅
- 频率稳定时间: < 55 μ s (精度达 10 ppm)
- 振幅稳定时间: < 200 μ s (精度达 0.1 dB)
- 独立上电模式

- 集成 50 Ω SMA(f) 跃阶恢复二极管输出
- < 60 ps 过渡时间
- 双路 2.5 V 至 6 V 可变振幅输出
- $\pm$ 1 ns 抗定时滞 (跃阶为 1 ps)
- 200 ns 至 4 μ s 脉冲宽度

- 通道数: 4 或 8 + 16 位数字 MSO
- 信号发生器/AWG: 200 MS/s
- 带宽: 高达 3 GHz
- 采样: 高达 10 GS/s
- 分辨率: 8 至 12 位
- 捕捉内存: 2 至 4 GS

- 300 kHz 至 6 或 8.5 GHz 操作范围
- 高速, 每秒高达 5500 个双端口 S 参数
- Quad RX 四个接收机架构, 可提供最佳精度
- 10 Hz 带宽时动态范围可达 124 dB

英国全球总部:

☎ +44 (0) 1480 396 395
✉ sales@picotech.com

Pico Technology
James House
Colmworth Business Park
St. Neots
Cambridgeshire
PE19 8YP
英国

北美地区办公室:

☎ +1 800 591 2796
✉ sales@picotech.com

Pico Technology
> 320 N Glenwood Blvd
Tyler
TX 75702
美国

德国区域办公室和欧盟授权代表:

☎ +49 (0) 5131 907 62 90
✉ info.de@picotech.com

Pico Technology GmbH
Emmericher Str.60
47533 Kleve
德国

亚太地区办公室:

☎ +86 21 2226-5152
✉ pico.asia-pacific@picotech.com

错误和遗漏不在此列。
Pico Technology 和 PicoScope 是 Pico Technology Ltd 的国际注册商标。
Windows 是 Microsoft Corporation 在美国和其他国家/地区的注册商标。
MM137.zhs-3 版权所有 © 2025 Pico Technology Ltd. 保留所有权利。

www.picotech.com

