



» 在选择示波器时 要考虑的12件事

在选择示波器

本文提供了快速指引，列出了选择示波器时要考虑的最重要的指标。如果您需要选择1Ghz以上示波器，或者有特殊的测试需求，您最好能和泰克公司的应用工程师沟通，帮助您进行选择。

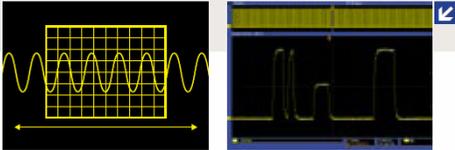
可能通过多种方式，浏览本互动PDF文档：

- 点击目录(第3页)
- 使用每页顶部导航功能跳到相应部分，或使用页面向前/向后箭头
- 使用键盘上的箭头键
- 使用鼠标滑轮
- 点击鼠标左键，移动到下一页；点击鼠标右键，移动到上一页(仅在全屏模式下)
- 点击图标，放大图像

把鼠标移到
页面实例上，
会看到导航功能。

12 THINGS TO CONSIDER WHEN CHOOSING AN OSCILLOSCOPE CONTENTS INTRO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 CONTACT ◀ 17 ▶

#7 LONG RECORD LENGTHS



Record length is the number of points in a complete waveform record. A scope can store only a limited number of samples so, in general, the greater the record length the better.

What you need

Time captured = record length/sample rate. So, with a record length of 1 Mpoints and a sample rate of 250 MS/sec, the oscilloscope will capture a signal 4 ms in length.

Today's scopes allow you to select the record length to optimize the level of detail needed for your application.

A good basic scope will store over 2,000 points, which is more than enough for a stable sine-wave signal (needing perhaps 500 points). But to find the causes of timing anomalies in a complex digital data stream you should consider, for example, a DPO (Digital Phosphor Oscilloscope) with a record length of 1 Mpoints or more.

To search for infrequent transients such as jitter, runt pulses and glitches, select at least a mid-end scope that combines long record length with a high waveform capture rate.

Since an oscilloscope can store only a limited number of samples, the waveform duration (time) will be inversely proportional to the oscilloscope's sample rate. **Time Interval = Record Length / Sample Rate**

www.tek.co.uk

目录

	页码		页码
>> 数字存储示波器: 简介	4		
 >> 带宽	5	 >> 长记录长度	17
 >> 上升时间	7	 >> 强大的波形导航和分析功能	19
 >> 配套探头	9	 >> 自动波形测量功能	21
 >> 通道的准确输入和足够的通道数	11	 >> 高级测量应用支持	23
 >> 快速采样率	13	 >> 操作简单, 快速	25
 >> 丰富的触发	15	 >> 连接和扩展	27

数字示波器简介

示波器是进行设计、制造或维修电子设备的基本工具。数字存储示波器（DSO，也是本指引的重点）采集和存储波形。它可以在多条通道中显示高速重复信号和单次信号，捕获难以捕获的毛刺和瞬态事件。

示波器能显示信号频率、是否有故障的器件正在干扰信号、信号中有多少噪声？噪声是否随时间变化等等。

简而言之，选择哪种示波器，它不仅符合您的工作方式和工作地点，还要满足：

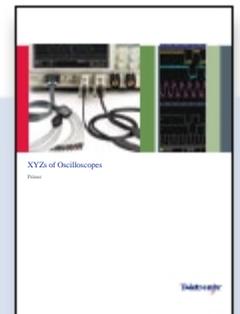
- 准确捕获信号
- 拥有特色功能，提高您的能力，节约您的时间
- 提供有保障的技术指标，而不只是典型技术指标

精度。您需要非常好地了解要查看的信号：是(模拟)音频，传感器信号，还是(数字)脉冲和阶跃信号？如果您查看数字信号，您是否要测量上升时间？还是只查看大体的时序关系？您是使用示波器验证你的设计？还是主要用于故障调试？不管是哪种应用，起初准确地捕获信号要比任何后期信号处理都重要。您的决策离不开准确的信息，您可以一直在电脑上处理这些信息。

功能。您不仅要考虑当前一代的设计，还要考虑未来几代设计。优质示波器将在多年内为您提供可靠的服务。

有保障的技术指标。确保您需要测量的所有参数都被示波器详细列为“有保障的技术指标”。而列为“典型值”的参数只能表明示波器性能，不能用来进行有意义的、满足公认质量标准的测量。

recognised quality standards.



下载

如果想更全面地了解示波器，请参阅泰克《示波器XYZ》。

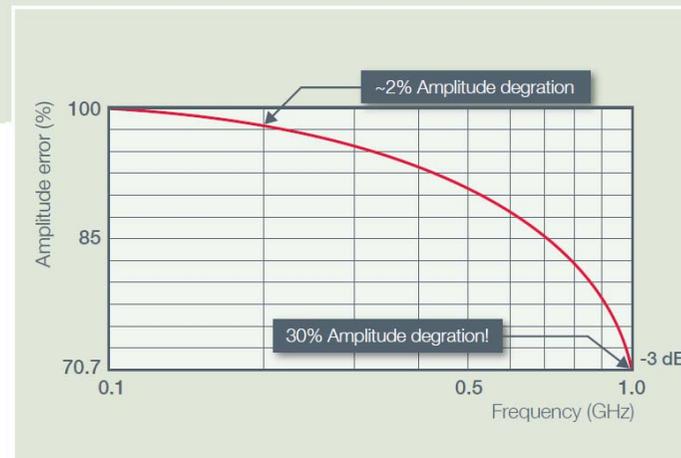


带宽

系统带宽决定着示波器测量模拟信号的基本能力，也就是它可以准确测量的最大频率范围。

您需要什么

- 入门级示波器通常最大带宽为100 MHz。它们可以准确地(在2%范围内)显示最高20 MHz的正弦波信号幅度。
- 对数字信号，示波器必须捕获基波三阶谐波和五阶谐波，否则显示画面会失真。所以示波器及探头的组成系统带宽至少应该是信号**最大模拟带宽**的5倍，以实现±2%的测量误差，也就是“5倍法则”。准确的**幅度**测量也需要做到这一点
- 因此，高速数字信号、串行通讯信号、视频信号及其它复杂信号可能会要求500 MHz或以上的示波器带宽。

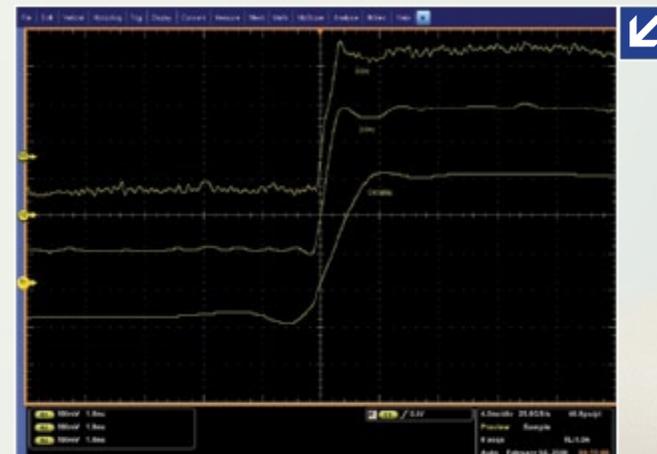


Bandwidth is defined as the frequency at which a sine-wave input signal is attenuated to 70.7% of its true amplitude (the -3 dB or 'half-power' point, shown here for a 1 GHz scope).

记住“五倍法则”

在选择带宽时，可以使用“五倍法则”。如果带宽太低，示波器将不能解析高频变化。幅度将失真，边沿将消失，细节将丢失。

250 MHz带宽、
1 GHz带宽和4 GHz
带宽时捕获的信号。



#2

上升时间

模拟工程师关注着带宽，而数字工程师则更关注脉冲和阶跃等信号的上升时间。

你需要什么

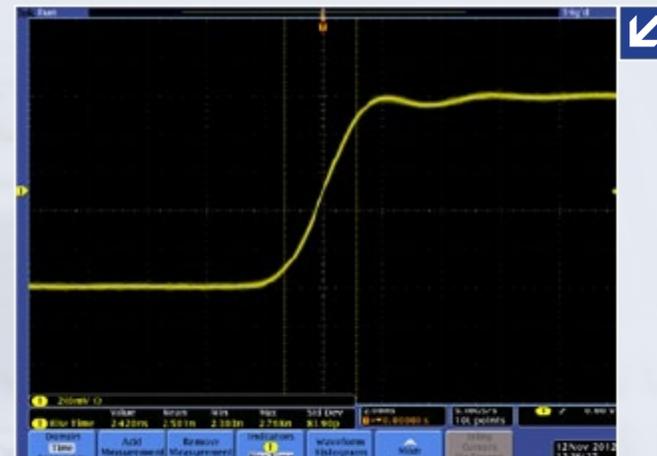
- 示波器上升时间越快，测量快速跳变的信号细节越准确。准确进行时间测量也需要快速上升时间。
- 上升时间的计算公式为 $k / \text{带宽}$ ，其中 k 在0.35 (一般适用于带宽 <1 GHz的示波器)和0.40 – 0.45 (>1 GHz)之间。
- 与带宽类似，示波器的上升时间也应该小于 $1/5 \times$ 信号最快的上升时间。例如，4 ns上升时间需要示波器的上升时间快于800 ps。注：与带宽一样，并不是总能实现这一经验法则。
- TTL和CMOS可能需要400 – 300 ps的上升时间。

Specifications					
All specifications apply to all models unless noted otherwise.					
Model overview					
Analog channels	DPO4014B, MSO4014B	DPO4034B, MSO4034B	DPO4054B, MSO4054B	DPO4102B-L, MSO4102B-L	DPO4102B-L, MSO4102B-L
Bandwidth	4	4	4	2	2
Rise time	100 MHz	350 MHz	500 MHz	1 GHz	1 GHz
Sample rate (1 ch)	3.5 GS/s	1 GS/s	700 ps	350 ps	350 ps
Sample rate (2 ch)	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	5 GS/s
File rate (1 ch)	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	5 GS/s
File rate (2 ch)	20M	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	5 GS/s

您的示波器的上升时间必须足够快，以准确地捕获快速变化。

准确的上升时间是非常关键的

许多逻辑家族的上升时间(边沿速度)要快于时钟速率的时间。拥有20 MHz时钟的处理器信号上升时间很可能与800 MHz处理器类似。上升时间对研究方波和脉冲波至关重要。方波是测试放大器失真以及电视机和计算机定时信号的标准。脉冲可以代表毛刺或信息位，如果对被测信号来说仪表的上升时间太慢，可能会使脉冲发生时间偏移，给出错误数据。





配套探头

精确测量从探头端部开始。探头的带宽应与示波器相匹配（也适用“五倍法则”），被测器件(DUT)测量不能过载。

你需要什么

- 探头实际上已经成为测试环节的关键部分，引入了电阻负载、电容负载和电感负载，这些负载会改变测量数据。为使这种影响达到最小，最好使用示波器同一制造商生产的探头，构成综合解决方案。
- 负载至关重要。标准无源探头的电阻负载通常是可接受的 $10\text{M}\Omega$ 或更好。但在高频信号测试时， 10 pF 、 12 pF 、甚至 15 pF (皮法)的电容负载都可能会带来测试的问题。
- 在选择中档示波器时，应选择电容负载 $<10\text{ pF}$ 的探头。最好的无源探头能提供 1 GHz 带宽及 $<4\text{ pF}$ 的电容负载。



探究答案：您打算测量电压或电流、还是同时测量电压和电流？您的信号频率是多少？幅度多大？被测器件拥有的阻抗是低还是高？您是否需要以差分方式测量信号？您怎样来确定所需探头。

使用各种探头

首先，无源探头应选择高带宽、低负载的探头。有源单端探头提供了1 – 4 GHz带宽，有源差分探头提供了20 GHz及以上的带宽。通过增加电流探头，示波器可以计算和显示瞬时功率、有功功率、视在功率和相位。高压探头可以测量40 kV的峰值电压。专用探头包括逻辑探头、光学探头和近场探头。



下载

如需更详细的信息，
请参阅泰克入门手册

《探头ABC》。





通道的准确输入 ... 及其充分性

数字示波器采样模拟通道，存储和显示数据。一般来说，通道越多越好，但通道数量增加时，价格也会提高。

您需要什么

- 选择2通道、4通道、8通道还是16通道取决于您的应用。两条或四条模拟通道可以查看和比较波形的信号时序，当你进行数字系统并行数据调试则需要增加8条或16条数字通道或更多通道。
- 混合信号示波器增加了数字时钟，指明高或低状态，可以作为总线波形一起显示。最新的混合域示波器增加了一个专用RF输入，可以在频域中进行高频测量。
- 不管是哪种选择，所有通道都应该有良好的量程、线性度、增益精度、平坦度及抗静电放电能力。
- 某些仪器在不同通道之间共享采样系统，节约资金。但要注意：打开的通道数量可能会降低采样率。
- 隔离通道简化了浮动测量。与参考地电平的示波器不同，输入通道相互隔离，并与接地隔离。



混合域示波器不仅像MSO一样同时提供了模拟通道和数字通道，而且还包括一条类似于频谱分析仪的专用RF输入通道。

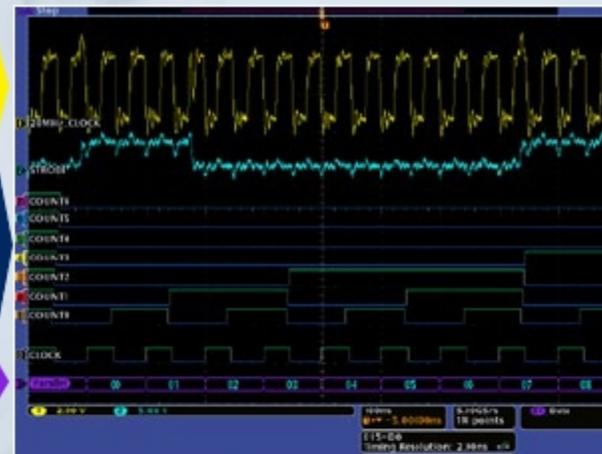
选择足够多的通道

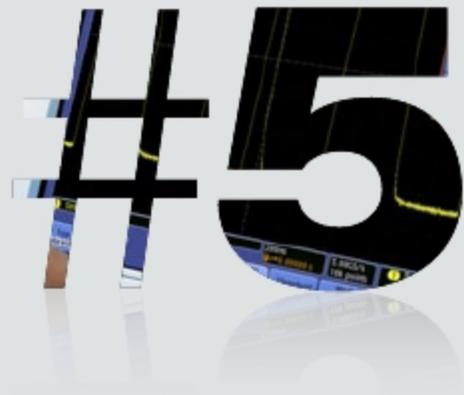
示波器拥有的时间相关的模拟通道和数字通道越多，可以同时测量的电路点越多，解码多路并行总线越容易。例中显示了2个模拟波形、8个数字波形和1个解码后的总线波形。

模拟

数字

总线





快速采样率

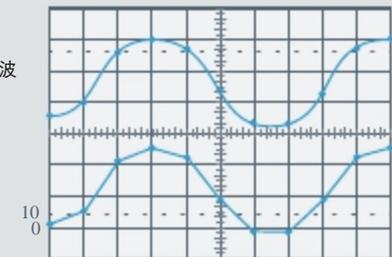
示波器的采样率与摄像机的帧速率类似，它决定着示波器可以捕获多少波形细节。

您需要什么

- 采样率(每秒样点数, S/s)是指示波器对信号采样的频率。我们再次推荐“5倍法则”：使用的采样率最低是电路最高频率的5倍。
- 大多数入门级示波器(最大)采样率在1 – 2 GS/s, 中档示波器可能会在5 – 10 GS/s。
- 采样率越快, 丢失的信息越少, 示波器描绘信号波形的能力越好, 存储器的存满速度也就越快, 但这会限制可以捕获的时间。

使用Sin x/x插补复现的正弦波

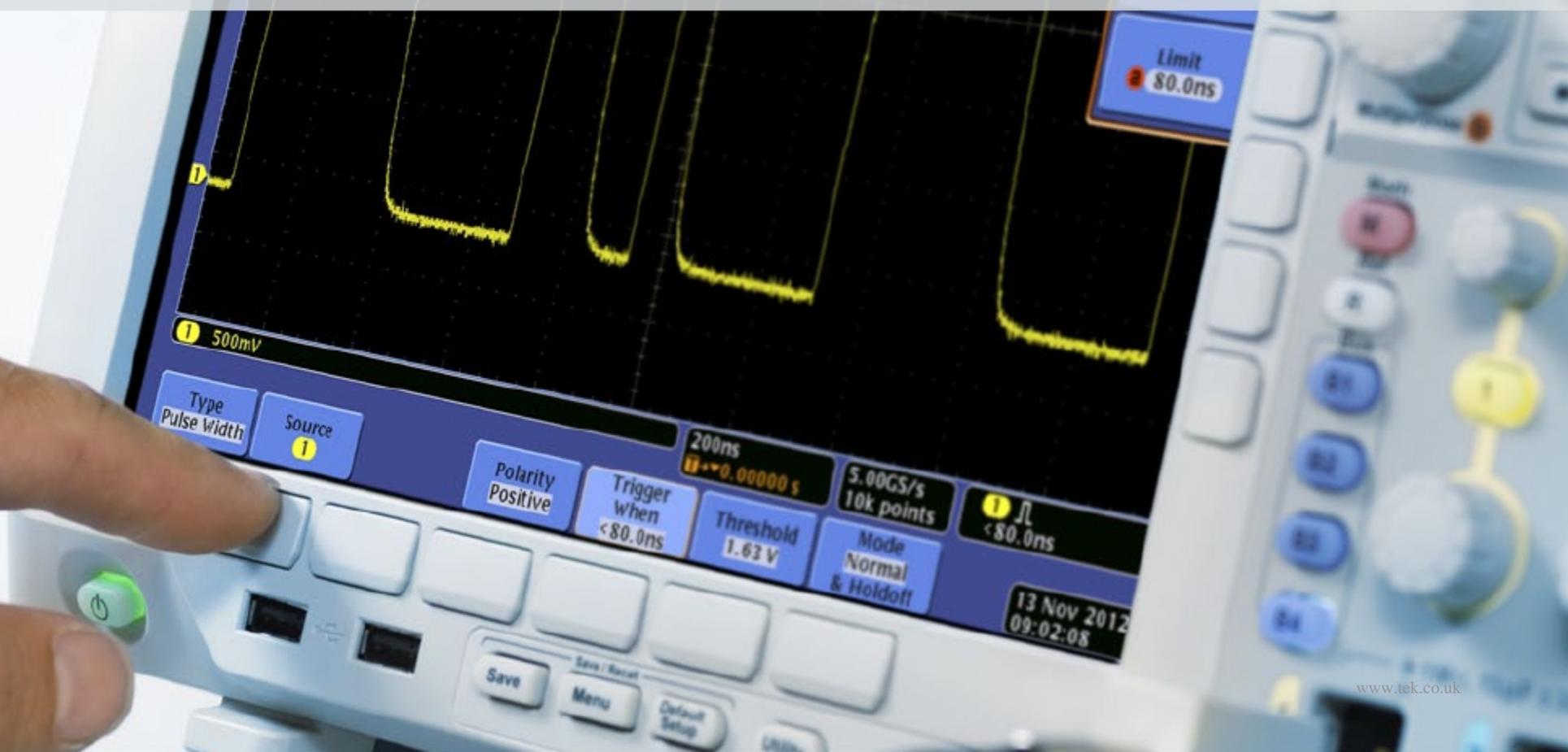
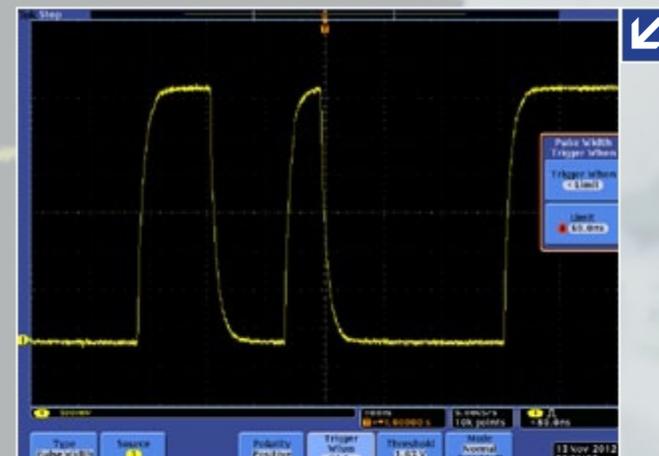
使用线性插补复现的正弦波



准确重建信号不仅取决于采样率, 还取决于使用的插补方法。线性插补使用直线把多个样点连接起来, 但这种方法限于重建平直边沿的信号。Sin x/x插补是一种数学运算过程, 这个过程计算多个点, 填充实际样点之间的时间。这种插补形式适合于曲线信号形状和不规则的信号形状, 这些形状在实际世界中远比方波和脉冲常见。因此, 对采样率是系统带宽3 – 5倍的应用来说, sin x/x插补是首选方法。

为了捕获毛刺，您需要速度!

奈奎斯特理论指出，对信号采样的速度至少是最高频率成分的两倍，才能准确地重建信号，避免出现假信号(即显示实际上并不存在的信号)。但是，奈奎斯特理论给出理论最小值，它只适用于正弦波，并假设信号是连续信号。根据定义，毛刺是不连续的，采样率只有最高频率成分的两倍是不够的。结论：高采样率会提高分辨率，保证您能看到突发性事件。



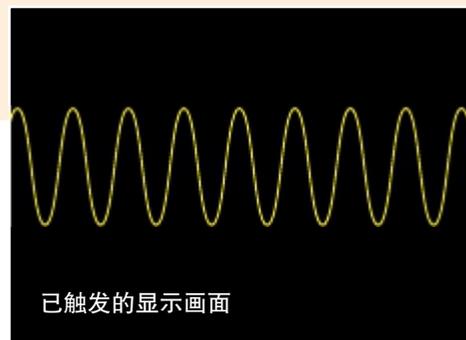
#6

丰富的触发

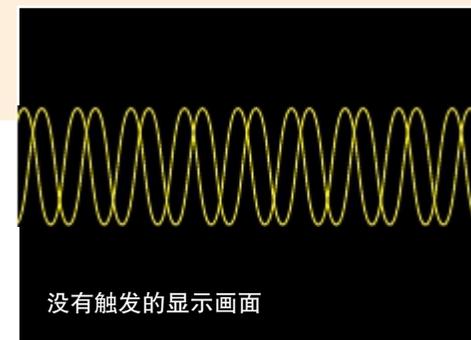
触发提供了稳定的显示画面，可以稳定的显示复杂波形的特定部分。

您需要什么

- 所有示波器都提供边沿触发功能，大多数示波器提供脉宽触发功能。
- 如果要采集异常事件，最有效地利用示波器的记录长度，应使用在更具挑战性的信号上提供高级触发功能的示波器。
- 提供的触发功能选项越多，示波器用途越广泛(您找到问题根本原因的速度也越快):
 - A&B顺序触发：时间延迟或事件延迟
 - 行/帧/高清信号等视频触发
 - 逻辑触发：转换速率触发，毛刺触发，脉宽触发，超时触发，欠幅脉冲触发，建立时间和保持时间触发
 - 通信触发：嵌入式系统设计不仅采用串行总线（I²C, SPI, CAN/LIN, USB.....），还采用并行总线



已触发的显示画面



没有触发的显示画面

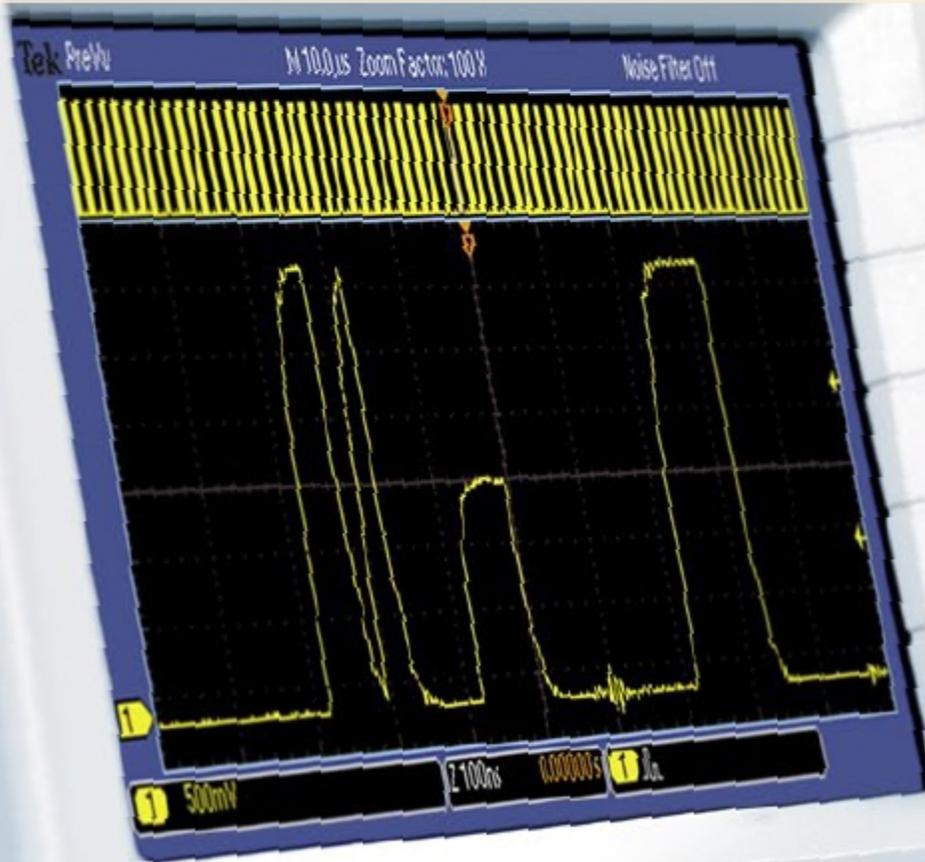
看看它怎样工作



触发功能是同步在水平扫描满足条件的信号，而不是在当前轨迹恰好完成的点上开始下一条轨迹。一次触发可以同时采集所有输入通道信号。

高级触发功能找到适当信息

触发功能可以隔离一组波形，看看将出现什么问题。专用触发功能可以对输入信号的特定条件作出响应，例如，可以简便地检测比其特定宽度窄的脉冲。



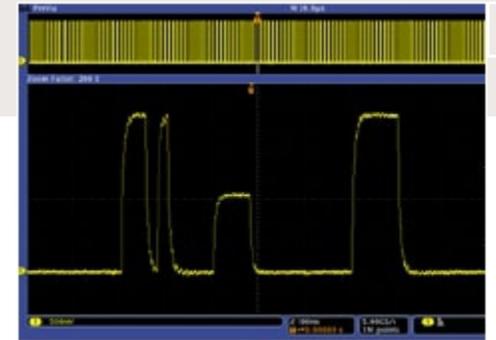
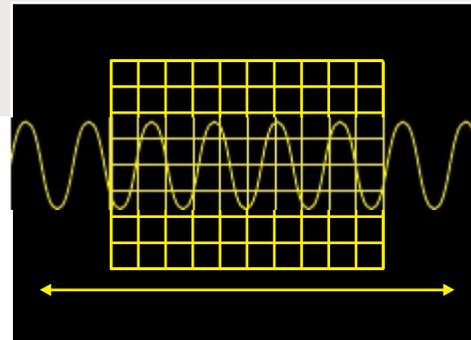


长记录长度

记录长度是指一个完整波形记录中拥有的样点数。示波器只能存储数量有限的样点，因此一般来说，记录长度越大越好。

您需要什么

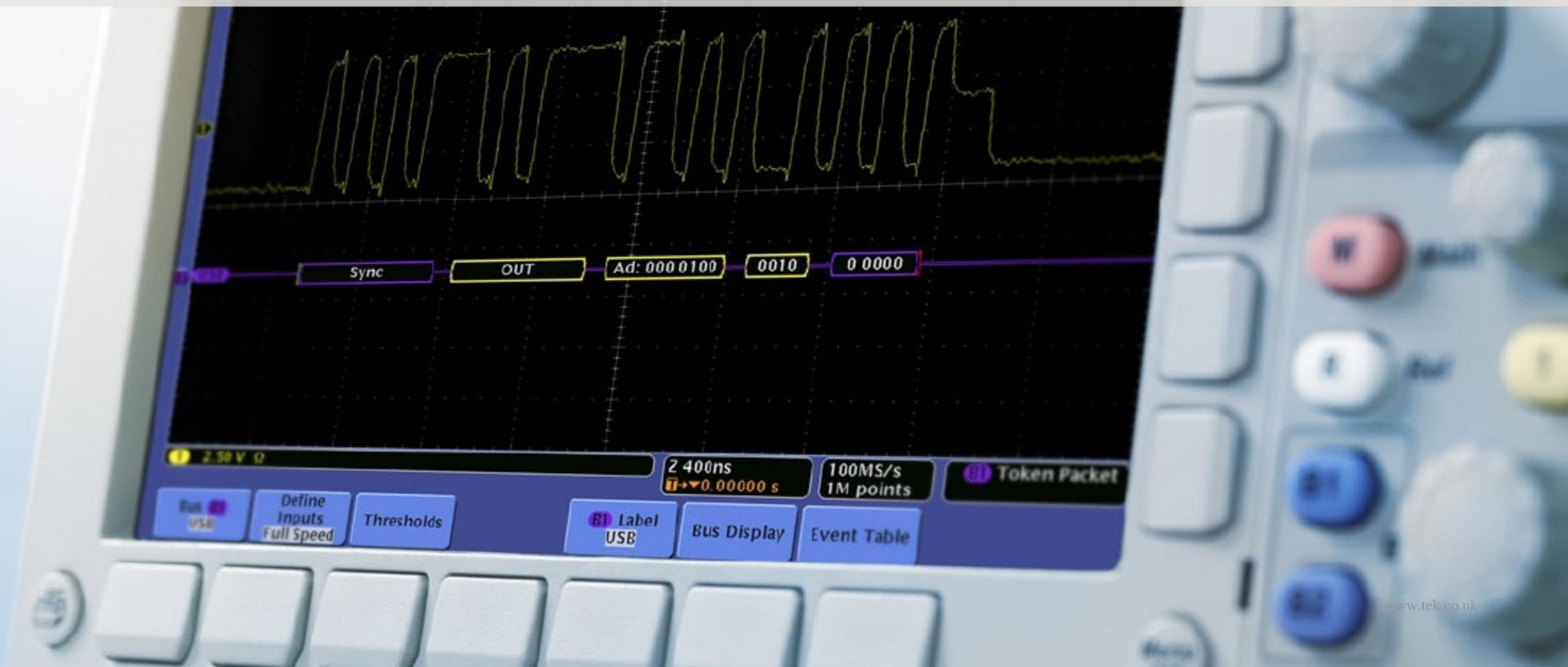
- 捕获的时间 = 记录长度/采样率。因此，如果记录长度为1 M点，采样率为250 MS/sec，那么示波器捕获的信号时间为4 ms。
- 当前示波器允许选择记录长度，以优化应用所需的详细程度。
- 优秀的基础示波器将存储超过2,000个样点，这对稳定的正弦波信号足够了(可能需要500个样点)。但是，为了找到复杂的数字数据流中时钟异常事件的原因，您应该考虑记录长度在1 M点或以上的DPO(数字荧光示波器)。
- 如果要搜索偶发瞬态信号，如抖动、欠幅脉冲和毛刺，至少应选择同时提供长记录长度及高波形捕获率的中档示波器。



由于示波器只能存储数量有限的样点，因此波形时长(时间)与示波器的采样率成反比。**记录时间=记录长度/采样率**

查看更大的视图

捕获足够的细节、解码这条USB串行数据流要求高分辨率采样技术(200 ps)。捕获多个数据包内容需要很长的时间(200μs)。必需使用拥有长记录长度的示波器(1 M点)的示波器，才能同时显示这两者。



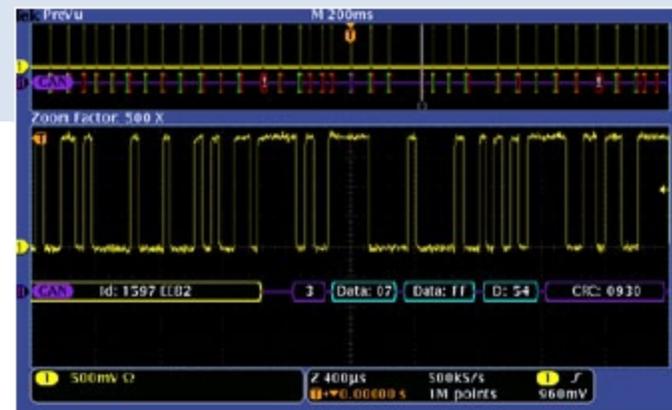
#8

强大的波形导航和分析功能

搜索特定波形错误就像大海捞针一样。您需要多种工具，自动完成搜索过程，加快“找到答案的时间”。

您需要什么

- **放大和平移功能**可以放大关心的事件，在时间上前后平移区域。
- **播放和暂停功能**自动在波形的缩放窗口滚动，支持自动播放，您可以把精力放在重要的事情 – 也就是波形本身上。
- **标记功能**可以在查找问题时标记关心的事件。您可以使用前面板控制功能，在每个标记之间快速跳转，简便地执行定时测量(参见面板)。
- **搜索和标记功能**可以搜索整个采集数据，自动标记用户指定事件发生的每个时点。
- **高级搜索功能**可以定义各种不同条件，与触发条件类似，并在捕获的波形中自动检测及标记这些标准。

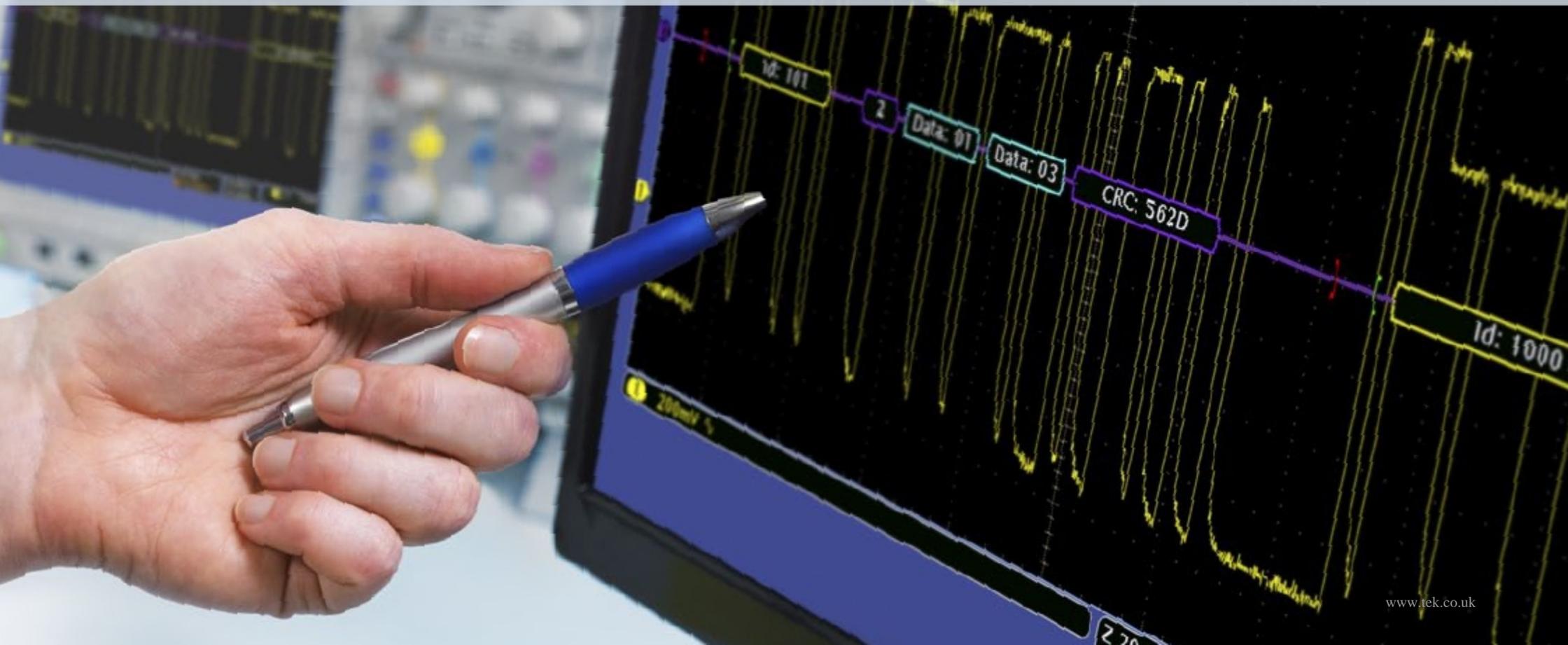
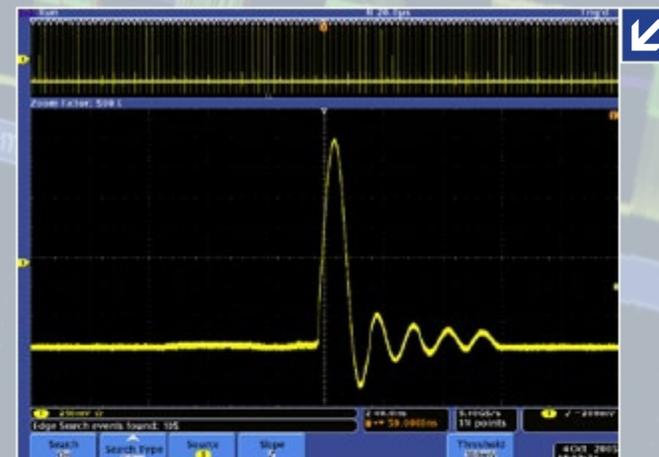


记录长度为几百万点的示波器显示了几千屏信号活动，对检查复杂波形至关重要。例如，把标记放在波形上，可以协助在CAN总线上执行时延测量。

考虑高级搜索工具

业内最快速的自动导航、搜索和分析工具是Wave Inspector® 这一专有技术。您可以指定搜索条件，自动查找采集中违反某个指定条件（如建立时间和保持时间）的事件发生的每个时点。

Wave Inspector® 波形
导航标记采集中超过
300 mV 的每个脉冲





自动波形测量

自动波形测量功能可以简便地获得准确的数字读数。

您需要什么

- 大多数示波器都提供前面板按钮和/或基于屏幕的菜单，准确地进行自动测量。
- 大多数示波器上的选项包括幅度、时间周期和上升/下降时间。
- 许多数字示波器还可以计算平均值和RMS、占空比及其它数学运算功能。
- 某些示波器上提供了高级数学函数，进一步改善了找到答案所需的时间。部分实例如下：
 - FFT, 积分, 差分, 对数, 指数, 方根, 绝对值
 - 正弦, 余弦, 正切, 弧度, 度
 - 常量, 用户可以调节变量及参数测量结果

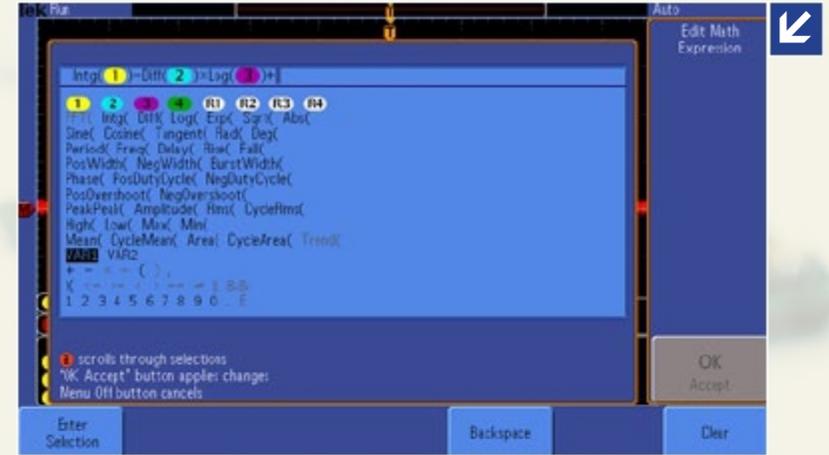
自动波形测量实例：

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ■ 周期 | ■ 占空比 | ■ 高 |
| ■ 频率 | ■ +占空比 | ■ 低 |
| ■ 宽度+ | ■ -延迟 | ■ 最小值 |
| ■ 宽度- | ■ 相位 | ■ 最大值 |
| ■ 上升时间 | ■ 突发宽度 | ■ 过冲+ |
| ■ 下降时间 | ■ 峰峰值 | ■ 过冲- |
| ■ 幅度 | ■ 平均值 | ■ RMS |
| ■ 消光比 | ■ 周期平均值 | ■ 周期RMS |
| ■ 平均光功率 | ■ 周期面积 | ■ 抖动 |

自动测量在屏幕上表示为数字读数，比直接格线测量更准确。

快速查找答案

附加的功能再次减少了找到答案所需的时间。数字信号处理技术可以自动执行测量，与光标测量相比，速度更快、精度更高、可重复性更高。您甚至可以为特定数学函数编写自己的公式。



#10

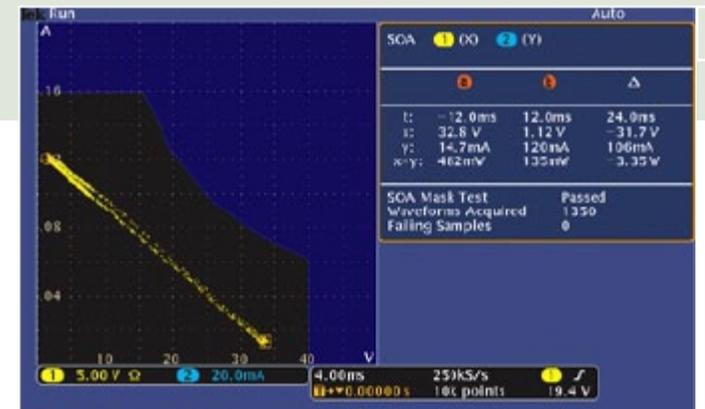
高级应用支持

先进的示波器拥有应用软件，进行光接口和电接口设计，调试和一致性测试。

您需要什么

- 信号完整性和抖动测量软件包：洞察数字系统中信号完整性相关问题、其成因、特点和影响。
- RF应用：在频域中查看信号，使用频谱图、幅度、频率和相位随时间变化曲线分析信号。
- 支持嵌入式系统调试及模拟和数字混合技术、并行和串行混合技术，如CAN/LIN、I²C、SPI、FlexRay、MOST、等等。
- 教育：电气工程专业的学生需要了解复杂的电路和电子设计，开发下一代技术。
- 电源管理（如SMPS）：自动测量电能质量、开关损耗、谐波、安全工作区、调制、纹波、转换速率等等。

其它应用包括光通信、存储系统检验、通信标准测试、磁盘驱动器测量、视频测量等等。

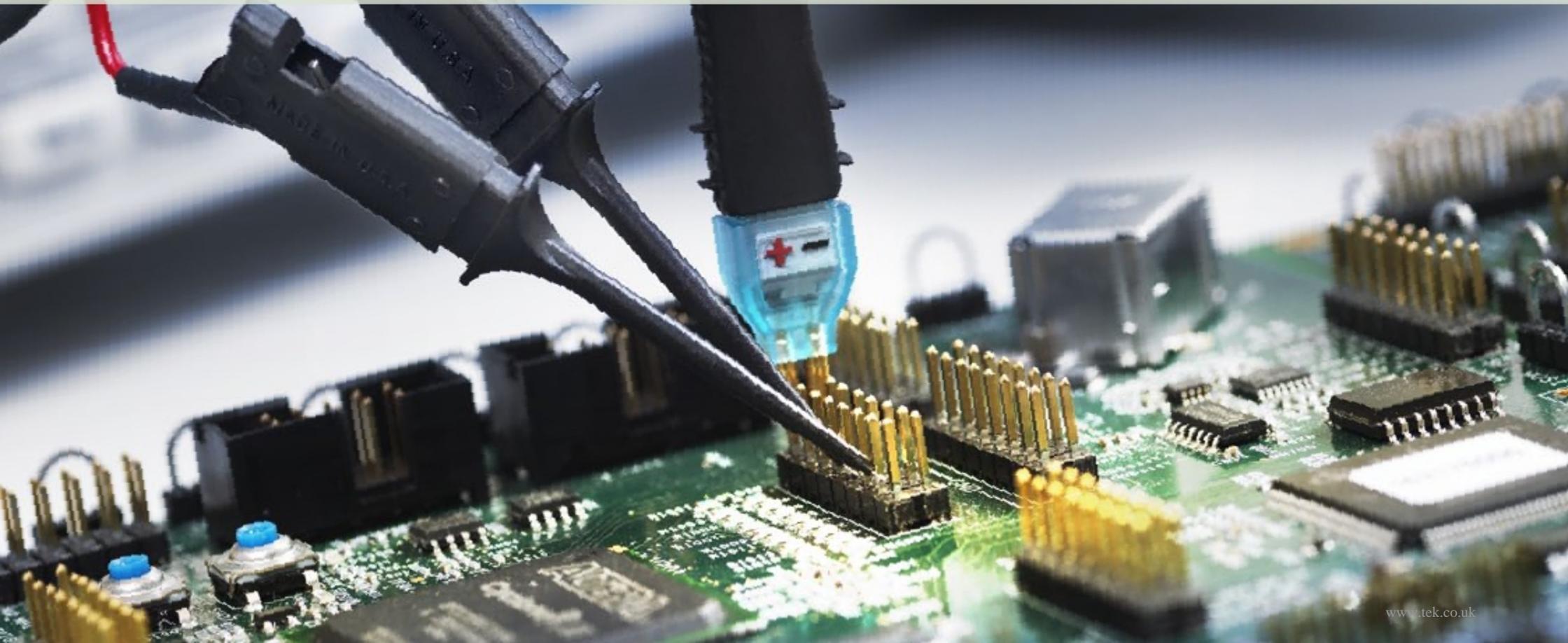
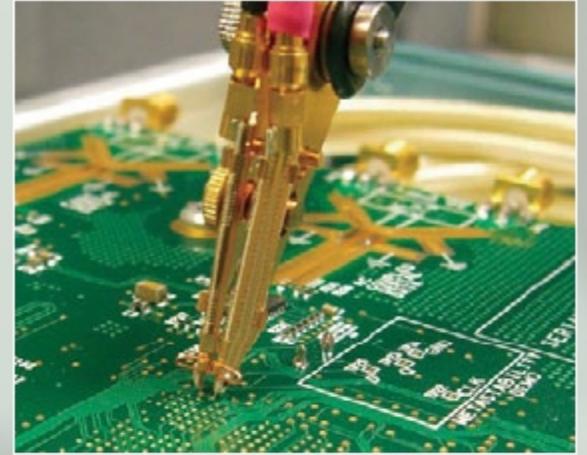


您的SMPS开关器件在安全限制范围内工作吗？

自动分析工具只需一触按钮就可以执行电源测量，快速准确地分析安全工作区（SOA）、电源质量、开关损耗、谐波、调制、纹波和转换速率（di/dt, dv/dt）。

考虑未来需求

目前，复杂的电子设计正在推动各行各业的创新。示波器应拥有应用所需的全部功能，包括现在和将来。





操作简便快捷

示波器应该操作简便，即使是对偶而使用的用户也不例外。用户界面在计算“找到答案所需的时间”中占重头戏。

您需要什么

- 频繁使用的调节功能应该有专用旋钮。
- AUTOSET和DEFAULT按钮有助于即时设置。
- 示波器应操作快捷，能够对变化的事件迅速作出响应。

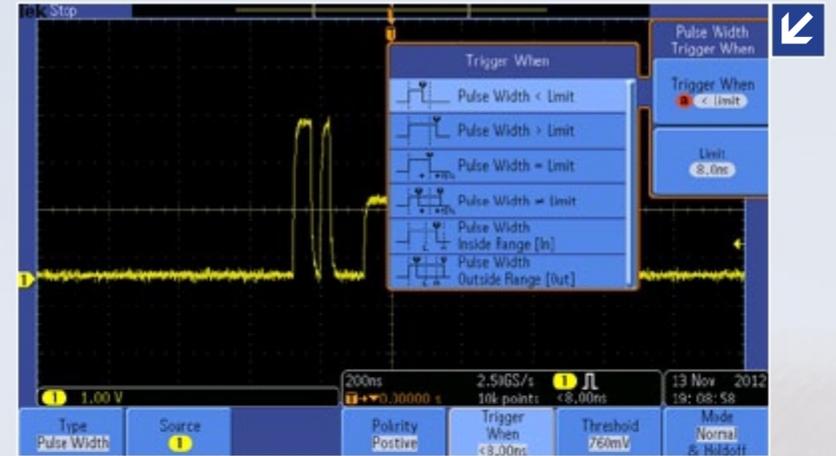


许多人并不是每天都使用示波器。通过直观的旋钮，偶尔使用的用户也可以舒服地使用示波器，而全职用户则可以简便地使用最先进的功能。许多示波器是便携式的，可以用于实验室中或用于现场。

与您的工作方式相匹配的控制功能

示波器应该提供不同的操作方式。内置帮助可以提供方便的参考手册，智能菜单则可以方便地使用多功能相关命令。

拥有多个图标的图形用户界面可以帮助您了解及直观地使用高级功能。



#12

连接功能和扩展

通过把示波器直接连接到计算机上，并通过便携式媒体传送数据，可以进行高级分析，简化文档编制工作，共享结果。

您需要什么

- 应考虑使用可以访问Windows桌面的示波器，并提供网络打印和文件共享资源。
- 应检查其是否能运行第三方分析软件、文件管理软件和生产效率软件。
- 它是否提供上网功能、有助于与同事实时共享测量数据？
- 在需求变化时，它能否满足需求？例如，您能否增加：
 - 在通道中增加存储器，分析更长的记录长度
 - 增加特定应用测量和应用模块
 - 增加全系列探头和模块
 - 增加电池组和机架安装等附件
 - 增加软件，从PC控制示波器，进行自动测量，记录波形数据，动态导出波形



标准接口包括GPIB、RS-232、USB、以太网和LXI，并链接到网络通信模块。USB用于U盘，存储波形、截图和设置。PictBridge（一键打印）允许示波器像数码相机一样操作。VGA连接到外部显示器上。

借口信息

以太网、显示器和打印机接口可以把示波器与工作环境其他部分整合起来：

- 以太网端口用于联网，外加兼容的软件，捕获屏幕图、波形数据和测量结果
- USB主控端口：迅速简便地存储、打印数据及连接USB键盘
- USB设备端口，简便地连接PC或直接连接打印机
- 视频端口，把示波器显示画面导出到监视器或投影仪



... 最后,应考虑低成本 和信心保障

最后，您选择的示波器会有一个价签，但实际拥有成本是多少？应检查制造商的支持选项，查看其为采购带来多少增值，对延长示波器使用时间有什么影响。例如，现场教育和培训以及设计、系统集成、项目管理及其它专业服务可以帮助您最大限度地提高生产效率，保证准确可靠的测量结果。这类高价值支持套件以及延保等选项，可以在长期内节约成本，为您提供信心保障！

如需进一步的信息

如果想获得产品信息和相关资料，请访问：www.tektronix.com.cn

泰克中国客户服务中心全国热线：400-820-5835

资料参考编号：

在选择示波器时要考虑的12件事
48C-28633-0

©2012年泰克公司版权所有，侵权必究。泰克产品受到已经签发及正在申请的美国专利和国外专利的保护。本文中的信息代替所有以前出版的材料中的信息。本文中的技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX和TEK是泰克公司的注册商标。本文中提到的所有其它商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。