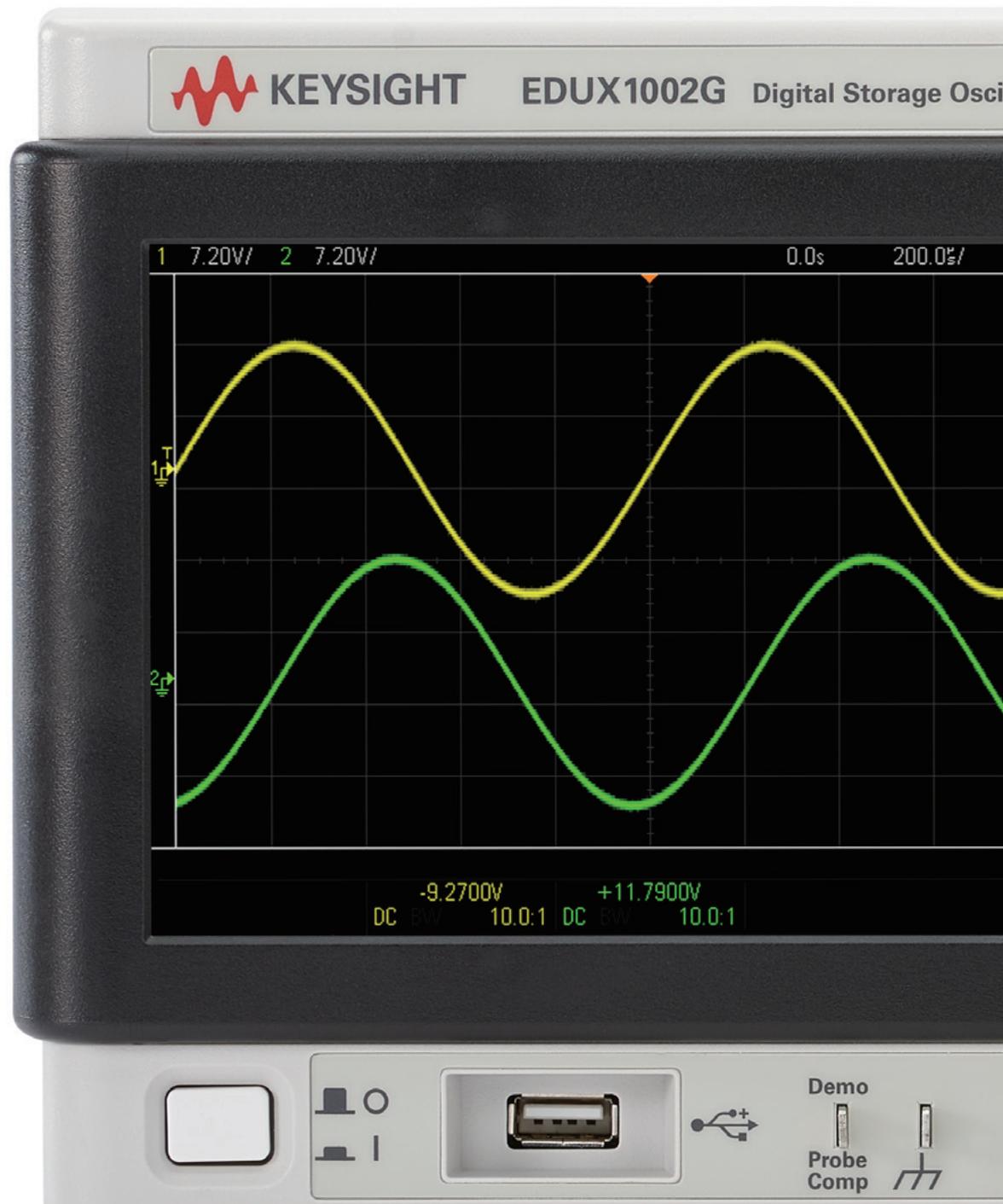
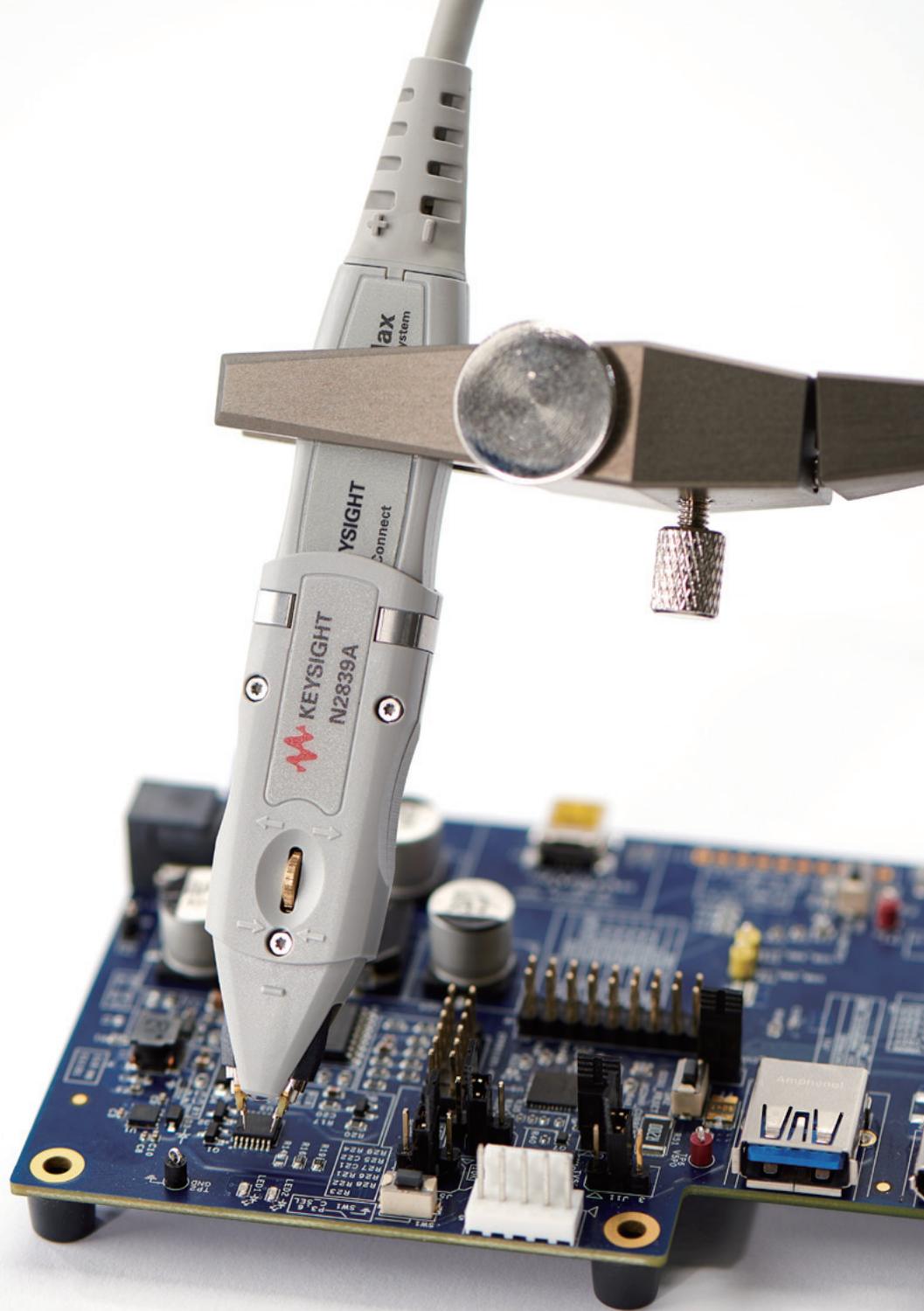


# 充分发挥示波器 潜能的 6 大秘诀



# 充分发挥示波器潜能的 6大秘诀

- 秘诀 1 从基本触发开始
- 秘诀 2 牢记探头要点
- 秘诀 3 合理定标波形
- 秘诀 4 使用正确的采集模式
- 秘诀 5 使用高级触发了解更多细节
- 秘诀 6 对串行总线使用符号解码



秘诀

1

## 从基本触发开始

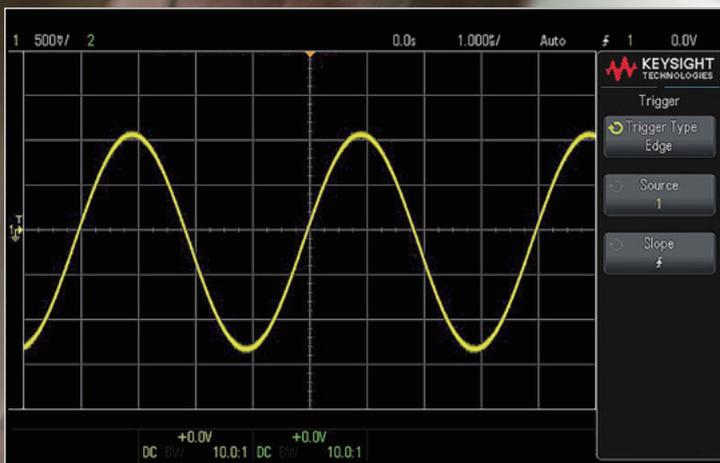
### 给您的信号拍一个终点照

要充分利用示波器的功能，示波器触发是您需要掌握的重要功能之一。如果您需要对当今许多更为复杂高速的信号进行测量，这一点尤为重要。

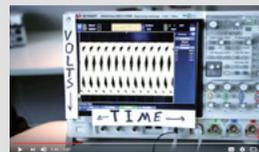
请将示波器触发试想为赛马的终点摄像。虽然这不是一个可重复的事件，但在第一匹马穿过终点线时，相机快门必须与它的鼻子高度同步。在示波器上查看没有触发的波形就像随机拍摄赛马的照片。从比赛开始到结束，您会看到很多匹马，但不会得到真正需要的信息。

使用示波器的默认触发设置，示波器将在信号的上升沿触发。这个触发点会在屏幕中心（水平和垂直中心）显示。

您想要使用哪个通道作为触发源；您想要怎样的触发电平设置；您想在什么样的边沿（上升沿还是下降沿）触发；以及水平和垂直位置控件，所有这一切都可以选择，以帮助您获取正在寻找的确切事件的“照片”。



了解更多：



2 分钟导师：触发基础知识

应用指南：  
示波器评测原理



触发

探测

定标

采集模式

高级触发

协议解码

## 选择正确的示波器探头

探头用于连接示波器和被测器件 (DUT)，它们对于信号完整性至关重要。市面上销售的示波器探头有成百上千种，您如何选择正确的那一款？这个问题并没有唯一的答案，因为每一个设计都不尽相同。但是，在做出决定之前，您需要考虑一些不同的探头特征。

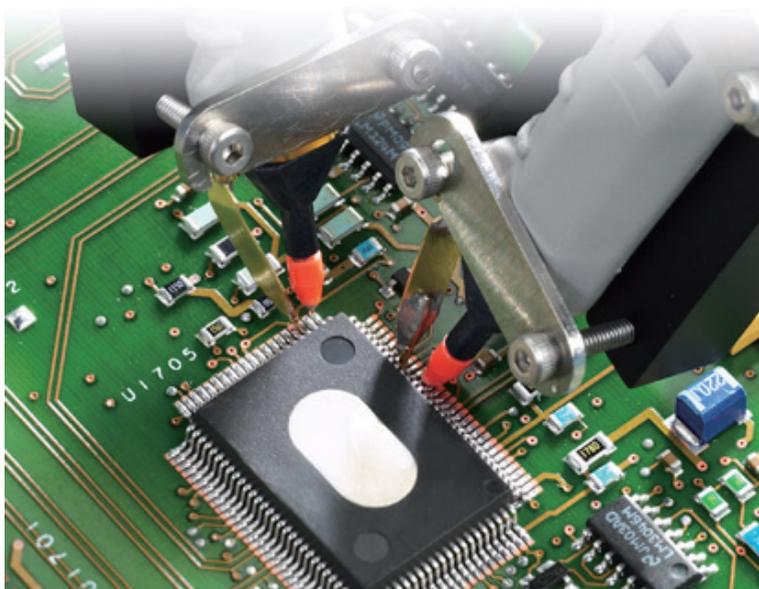
### 带宽

探头的带宽描述了探头能将多高的频率传递给示波器。探头带宽不够一样会造成严重的信号衰减，探头带宽和示波器带宽选择方法一样。

### 衰减比

探头具有不同（有时可切换）的衰减比，衰减比会改变信号进入示波器的大小。如果衰减比较高，您可以查看较高的电压，但它也会使示波器的内部放大器噪声更高。衰减比较低意味着您看到的示波器噪声更少，但会有更多的负载效应可能让您的信号变形。

→ 更多



牢记探头要点。秘诀 2 (续)

## 探头负载效应

没有任何探头能够完美地再现您的信号，因为当您把探头连接到电路时，探头就会成为这个电路的一部分。这种现象称为负载效应。给系统增加不必要的负载，可能导致测量不准确，甚至会改变信号的波形形状！

**电阻负载：**最好是确保探头的电阻超过电源内阻的十倍，以使幅度下降小于 10%。

**电容负载：**确保探头的标定电容负载符合您的设计参数。

**电感负载：**使用尽量短的地线来降低电感负载（在信号中显示为振铃）。

## 无源探头与有源探头

**无源探头**通常价格便宜、易于使用而且坚固耐用。无源探头是一种通用且精确的探头类型。它们通常会产生相对较高的电容负载和低的电阻负载。在探测带宽小于 600 MHz 的信号时，无源探头很有用。

**有源探头**使用有源元器件来放大或调节信号，并需要电源才能工作。它们能够支持更高的信号带宽。有源探头比无源探头的价格要高得多，并且不像无源探头那么坚固耐用。有源探头的负载效应通常比无源探头小。

无源探头非常适合于定性测量，例如检查时钟频率、查找错误等。有源探头则在定量测量方面表现出色，例如输出纹波或上升时间。虽然有源探头的成本高于无源探头，但它们对测量精度有很大的影响。



了解更多：



博客文章：简单几步，进行精确的示波器测量

应用指南：  
更好地进行  
示波器测量  
的八个诀窍



触发

探测

定标

采集模式

高级触发

协议解码

正确的信号定标至关重要。

示波器的采样速率和垂直分辨率对测量精度有影响，合适的信号刻度设置能让优化您的测量。



Mean	Min	Max	Std Dev
681.64mV	640mV	720mV	18.050mV

100 KHz 时钟信号



Mean	Min	Max	Std Dev
512.52mV	508mV	517mV	1.2246mV

增加每格电压的标度

这两个屏幕都显示了同一个信号，但采用的标度不同，因此，测量的结果明显不同。

### 水平时基

在进行与时间相关的测量时，水平时基是一个重要考量。当您改变信号的水平时基（每格时间）时，您也改变了总信号采集时间。信号采集时间进而会影响示波器的采样速率。这种关系可通过以下公式来表示：

$$\text{采样速率} = \text{存储器深度} / \text{采集时间}$$

存储器深度为固定值，采集时间可以通过调整示波器上的每格时间设置来确定。随着采集时间增加，采样速率不得不降低，以便将整个采集结果存入示波器的存储器。进行时间相关的测量（频率、脉冲宽度、上升时间等）时，选择适当的采样速率很重要。

### 垂直标度

正如水平时基对于时间相关的测量很重要一样，垂直刻度对于垂直相关的测量（峰峰值、RMS、最大值、最小值等）也很重要。只需简单地增加信号的垂直刻度，您就可以获得更精确的测量，测量的标准偏差要小得多。为什么垂直标度会对测量有影响？水平（时间相关的）测量受到采样速率的影响，而垂直（幅度相关的）测量则受到垂直分辨率的影响。

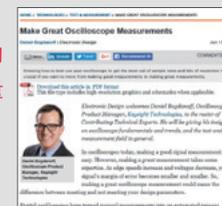


了解更多：

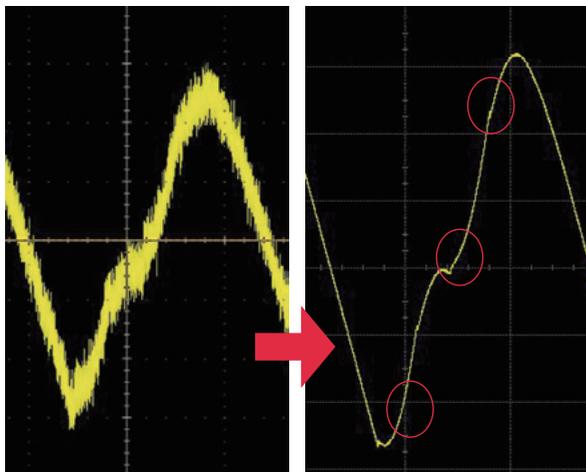
电子设计文章：  
如何进行出色的示波器测量



网上直播：如何进行出色的示波器测量 (06:24)



常规模式	适合于日常调试。
平均模式	有助于消除周期性的稳定信号上的随机噪声。
高分辨率模式	用于在调试瞬态或稳态信号时最大限度地提高分辨率。
峰值检测采集模式	有助于了解不常见的异常高点或低点。



右边的屏幕是采用的平均采集模式，明显呈现了更多的细节。

## 示波器有哪些采集模式？

如果想对示波器读数有信心，您需要了解不同采集模式的优势和劣势，这些模式包括：常规采集、平均采集、高分辨率采集和峰值检测采集。采集模式是经过精细调整的采样算法。通过改变示波器模数转换器 (ADC) 的采样速率并选择性地绘制或组合采样点，可以观察到信号的不同特性。

### 常规采集模式

常规采集模式是示波器的默认模式。ADC 进行采样，示波器抽取到所需的点数并绘制波形。日常调试任务最好使用常规采集模式，因为它对信号给出了一个很总体的表述。这是一种安全的使用模式，不会出现重大的问题。

### 平均采集模式

平均模式会捕获多个波形并将它们进行平均。平均采集模式的主要好处在于它会通过平均去除信号上的随机噪声，让您只看到底层的信号。平均采集模式只能用于周期性信号，并采用稳定的示波器触发。平均模式非常适合查看或表征非常稳定的周期性波形。

→ 更多

MEGA Zoom

InfiniiVision



使用正确的采集模式秘诀 4 (续)

## 高分辨率模式

高分辨率模式是另一种平均采集的形式。然而，它不是波形到波形的平均，而是点对点的平均。实质上，ADC 会对信号进行过采样，然后将相邻点放在一起进行平均。这一模式采用实时 boxcar 平均算法，有助于减少随机噪声。它还可以带来更高的分辨率位。

在降低随机噪声方面，高分辨率模式不如前面讨论的平均模式那样有效，但它具有一些明显的优势。因为高分辨率模式对多次捕获没有依赖，所以它可以用于非周期性信号和瞬态的触发。这使得在一般问题的调试上，高分辨率模式比平均模式好得多。

## 峰值检测采集模式

峰值检测采集模式的功能与高分辨率模式类似。ADC 对信号进行过采样并选择性地选择要显示的点。但是，峰值检测模式不是将这些点放在一起加以平均，而是选择最高点和最低点进行绘制。这样做很有用，因为它可以提供对异常高点或低点的洞察，而这些点在其他模式下可能会看不到。峰值检测模式最适合用于检测毛刺或查看非常窄的脉冲。

了解更多：



2 分钟导师：奇怪的采集模式

网上直播：如何进行出色的示波器测量 (23:50)



触发

探测

定标

采集模式

高级触发

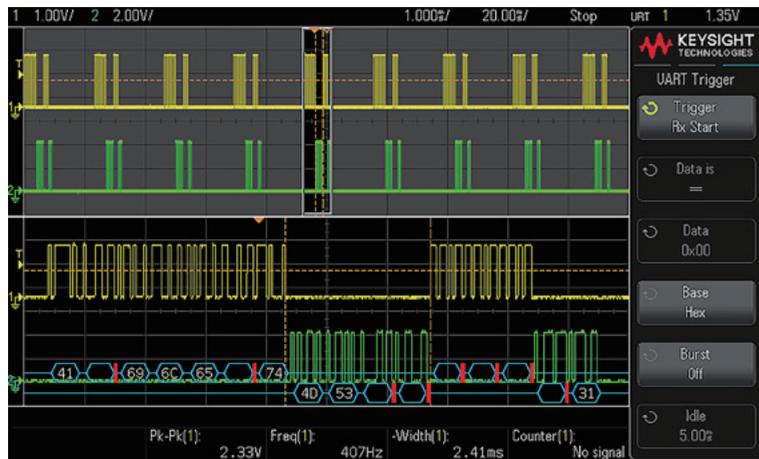
协议解码

在**秘诀 1** 中，我们讨论了基本触发，其实还有更多的触发模式可供选择

上升 / 下降时间触发	如果系统存在阻抗失配或异常负载，导致边沿过慢，可以采用这种触发模式。
建立和保持时间触发	通常用于在建立和保持时间违规时触发。
内置协议触发器	如果使用串行总线，这种触发非常有用。

### 上升 / 下降时间触发

上升 / 下降时间触发在大于或小于一定量的时间内查找从一个电平到另一个电平的上升或下降边跳变。它会针对状态改变得太快或太慢的信号触发。此触发器有助于查看是否存在阻抗失配，系统上是否存在某些额外负载导致边沿过慢。



### 建立和保持时间触发

建立和保持时间触发可用于各种数据和时钟信号。一个示波器通道探测时钟信号，另一个通道则探测数据信号。建立时间是时钟边沿之前数据信号电平必须存在的时间。保持时间是时钟边沿之后数据信号电平必须保持的时间。

这个触发模式很重要，因为数字设计要求在时钟边沿发生之前，建立起一段时间的数据线状态（0 或 1）。将触发条件设置为指定的建立和保持要求，以检查设计中的违规之处。

### 协议触发

当今许多示波器具有内置的协议触发。如果您使用串行总线，协议触发非常有用。对于这些不同总线中的每一根，都有一系列不同的触发（开始条件、停止条件、缺失确认、无确认寻址等）。

航空航天 / 国防	ARINC 429, MIL-STD 1553 等。
汽车	CAN, I2C, SPI 等。
计算机	USB 等。

您可以通过触发开始条件开始调试，这将为为您提供稳定的数据包通过视图，并让您了解系统的运行状况。如果您遇到系统错误或想要证明一切正常，您甚至可以只针对错误触发。这样可以让您只关注导致问题的领域，而不用将时间浪费在数百个没用错误的数据包上。如果示波器带有分段存储器，您可以将其打开，在很长时间段内只捕获错误。



了解更多：



博客文章：高级触发

网上直播：高级触发（14:30）



### 协议解码

根据您所测试的器件类型，您可能需要测试某些串行总线（例如汽车上的 CAN 和 LIN 总线以及嵌入式设计中采用的 I<sup>2</sup>C 和 RS-232 总线）。示波器可以通过进行物理层测量来表征这些信号的模拟质量。

如秘诀 5 中所述，协议触发有助于捕获总线上的特定实例或事件，这非常有用。然而，当今使用的许多串行总线采用十六进制格式编码，可能难以理解。符合解码可将这些事件转换成更易理解的格式。

### 基于硬件的解码

基于硬件的解码提供了解码的实时更新。这提高了示波器捕获和显示偶发性串行总线通信错误（如位填充错误、格式错误、确认错误，CRC 错误和错误帧）的概率。

→ 其他链接



```
201 DLC=8 0B A8 00 00 27 10 00 00 3084
```

十六进制解码的扩展视图。

```
Brake_Torque DLC=8 Total_Torque:131.0640
```

符号解码的扩展视图。

**Example:** Above you see an oscilloscope triggering on and decoding a CAN bus in a hexadecimal format, frame 0x201. There are also two subsets of that screen, one decoded symbolically and one in its native hexadecimal format.

In this example, the oscilloscope triggered on frame ID 0x201HEX, which correlates to 010 000 0001 Binary. The decoder translates captured data into useful information such as “Speed = 852.52 rpm” – instead of just bits.



了解更多：



2 分钟导师：协议解码

网上直播：调试串行总线





想要了解更多?

## 前往示波器学习中心

查看是德科技的示波器学习中心，获取更多示波器资源。从示波器基础知识到先进的测量技巧，再到是德科技专家的悉心指导，学习中心为您提供各种所需的资源。



访问

## 从低成本示波器开始

是德科技 InfiniiVision 1000 X 系列示波器以令人难以置信的低价为您提供品质过硬、得到业界认可的技术。专业的测量和易于理解的专业知识，就在您的手边。



产品详情



本文中的信息可不经通知而更改。© 是德科技，2017 年 www.keysight.com 5992-2095CHCN

触发

探测

定标

采集模式

高级触发

协议解码