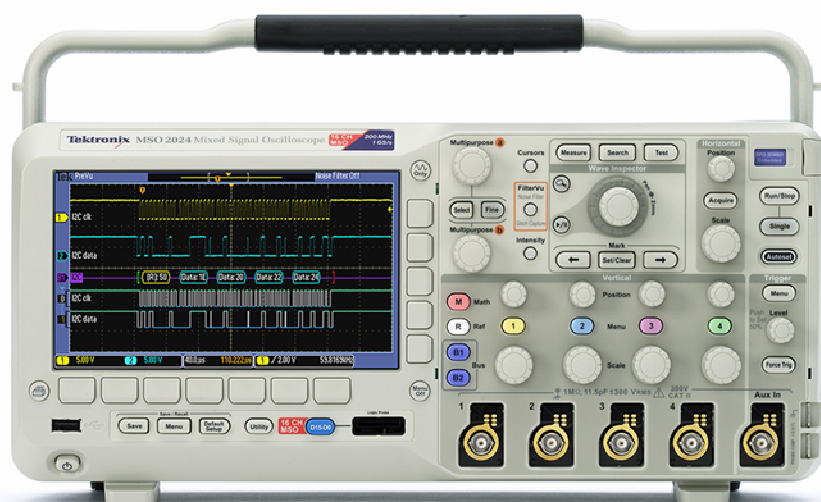


# 示波器介绍

## 实验室试验



本文汇总了大量的实验室试验，向您介绍数字示波器的基本控制功能，以进行常见的电子测量。



## 版权通告和复制权

©2009 年泰克公司版权所有。

为培训泰克示波器和仪器用户或潜在用户之限定目的，可以重新打印、修改和分发本文件。在复制时必须包括其中含有本通告的本页副本。

## 目录

<b>实验室试验简介 .....</b>	<b>4</b>
目标 .....	4
设备清单 .....	4
<b>示波器概述.....</b>	<b>5</b>
简介 .....	5
性能术语和考虑因素 .....	5
<b>初始设置和屏幕说明 .....</b>	<b>7</b>
创建稳定的显示画面 .....	7
屏幕说明 .....	7
<b>仪器控制功能 .....</b>	<b>8</b>
<b>垂直控制功能 .....</b>	<b>9</b>
简介 .....	9
垂直位置/标度控制 .....	10
<b>水平控制功能 .....</b>	<b>11</b>
简介 .....	11
水平位置/标度控制 .....	11
设置记录长度 .....	11
<b>触发控制 .....</b>	<b>12</b>
简介 .....	12
触发电平控制 .....	12
触发菜单 .....	13
<b>示波器测量.....</b>	<b>14</b>
简介 .....	14
手动测量 .....	14
光标测量 .....	15
自动测量 .....	15
<b>最后练习 .....</b>	<b>17</b>

## 实验室试验简介

### 目标

1. 了解数字示波器的方框图和基本控制功能。
2. 设置示波器，稳定地显示应用的信号。
3. 使用数字示波器进行常用的电子测量。

### 设备清单

1. 一台泰克 MSO2000 或 DPO2000 系列数字示波器。
2. 一只泰克 P2221 1X/10X 无源探头。
3. 一条主机/设备 USB 电缆。
4. 一块泰克 878-0456-xx 演示电路板。

## 示波器概述

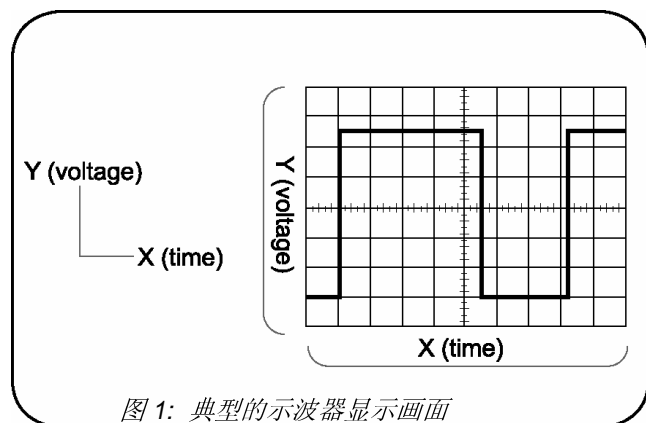
### 简介

示波器是以图形方式显示电信号的电子测试仪器，通常显示为电压(竖轴或 Y 轴)随时间变化(横轴或 X 轴)，如图 1 所示。波形辉度或亮度有时视为 Z 轴。有些应用可能会使用其它竖轴，如电流；还可能会使用其它横轴，如频率或另一个电压。

示波器用来测量电信号对物理激励源的响应，如声音、机械应力、压力、光或热。例如，电视技术人员可以使用示波器，测量来自电视电路的信号；医疗研究人员则可以使用示波器测量脑电波。

示波器通常用于下列测量应用：

- 观察信号波形
- 测量信号幅度
- 测量信号频率
- 测量两个事件之间的时间
- 观察信号是直流(DC)还是交流(AC)
- 观察信号上的噪声



示波器包含各种控制功能，帮助分析在图形格子上显示的波形，这种格子称为格线。如图 1 所示，这种格线沿着横轴和竖轴分成许多小格。通过使用这些小格，用户可以更简便地确定与波形有关的主要参数。在 MSO/DPO2000 系列示波器中，横轴有 10 个格，竖轴有 8 个格。

数字示波器采集波形，它调节模拟垂直放大器中的输入信号，采样模拟输入信号，使用模数转换器(ADC 或 A/D)把样点转换成数字表示，把采样的数字数据存储在存储器中，然后重建波形，在显示屏上查看波形。

数字示波器采集波形，它调节模拟垂直放大器中的输入信号，采样模拟输入信号，使用模数转换器(ADC 或 A/D)把样点转换成数字表示，把采样的数字数据存储在存储器中，然后重建波形，在显示屏上查看波形。

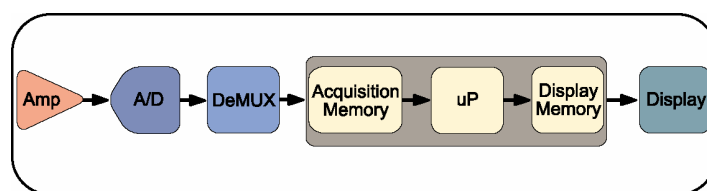


图 2: 典型的数字示波器方框图

### 性能术语和考虑因素

可以通过多种方式指定数字示波器性能；但最重要的指标有带宽、上升时间、采样率和记录长度。

**带宽**

带宽是要考察的第一个指标。带宽是示波器的频率范围，通常用兆赫兹(MHz)表示，是显示的正弦波的幅度衰减到原始信号幅度 70.7%处的频率。

在测量高频或快速上升时间信号时，示波器的带宽尤为关键。如果没有足够的带宽，示波器将不能显示和测量高频变化。一般建议示波器带宽至少是需要测量的最高频率的 5 倍。这种“五倍法则”允许显示信号的五阶谐波，保证最大限度地减少由于带宽引起的误差。

$$\text{oscilloscope bandwidth} \geq 5^{\text{th}} \text{ harmonic of signal}$$

实例：如果关心的信号为 100 MHz，示波器需要拥有 500 MHz 的带宽。

**上升时间**

数字信号的边沿速度(上升时间)承载的高频内容可能会多于其重复速率表示的高频内容。示波器和探头必须拥有足够快的上升时间，捕获更高频率的成分，从而准确显示信号跳变。上升时间是阶跃或脉冲从幅度电平的 10%上升到 90%所需的时间。它也适用于“五倍法则”，建议示波器的上升时间至少要比需要测量的上升时间快 5 倍。

$$\text{oscilloscope rise time} \leq \frac{\text{signal rise time}}{5}$$

实例：如果关心的信号的上升时间为 5 μsec，那么示波器的上升时间至少要快于 1 μsec。

**采样率**

数字示波器以某种频率对输入信号采样，称为采样率，单位为样点/秒(S/sec)。为正确重建信号，内奎斯特采样定理要求采样率至少是被测最高频率的两倍，这是理论上的最低值。在实践中，一般来说，采样率最好要快五倍。

$$\text{sample rate} \geq 5 * f_{\text{Highest}}$$

实例：450 MHz 信号的正确采样率应 ≥ 2.25 GS/sec。

**记录长度**

数字示波器为采集的每个波形捕获特定数量的样点或数据点，称为记录长度。记录长度的单位为点或样点，除以采样率(样点/秒)，得到采集的总时间(秒)。

$$\text{acquired time} = \frac{\text{record length}}{\text{sample rate}}$$

实例：如果记录长度为 1 M 点，采样率速率为 250 MS/sec，那么示波器捕获的信号长度为 4 msec。

**练习**

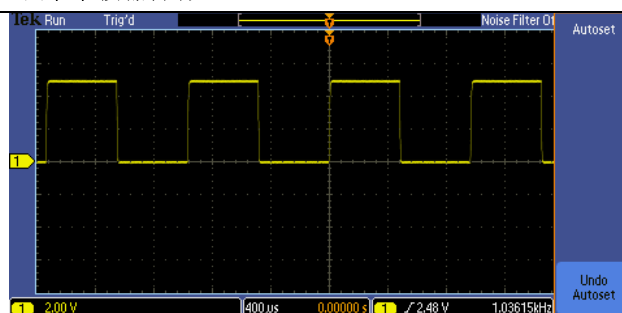
如果想捕获 2 ms 的 1 V<sub>pk-pk</sub>, 250 MHz 正弦波, 要求示波器最低性能是多少?

- 带宽:
  
- 采样率:
  
- 记录长度:

**初始设置和屏幕说明****创建稳定的显示画面**

1. 下面介绍了怎样使用 1 kHz, 5 V<sub>pk-pk</sub> 方波自动建立稳定的示波器显示画面。

- a. 按仪器左下角的 **power** 按钮, 打开 MSO/DPO2000 系列示波器。
- b. 按前面板上的 **Default Setup** 按钮, 把示波器设置成已知状态。
- c. 把一只 P2221 1X/10X 无源探头连接到通道 1 输入上。为连接 BNC 连接器, 按下并旋转探头连接器, 直到它滑到连接器上。然后顺时针旋转锁环, 把连接器锁在相应位置。
- d. 使用探头滑动开关, 把探头衰减设为 **10X**。
- e. 把探头的鳄鱼夹式地线连接到示波器右下角的 **接地连接器** 上。
- f. 把探头尖端连接到地线连接器紧下面的 **PROBE COMP** 连接器上。PROBE COMP 连接器提供了一个 1 kHz 方波, 本试验将使用这个方波, 演示示波器操作。
- g. 按前面板上的 **Autoset** 按钮, 让示波器自动设置垂直设置、水平设置和触发设置, 以稳定显示 PROBE COMP 1 kHz 方波。

**记忆要点**

1. 按 **Default Setup** 按钮, 把示波器恢复到已知状态。
2. **Autoset** 按钮调节垂直设置、水平设置和触发设置, 以便在屏幕中间附近与触发一起显示四个或五个波形周期。

**屏幕说明**

1. 下面概括介绍了示波器显示画面。

a. 通道 1 竖轴按钮为黄色，屏幕上与通道 1 信号有关的大部分要素的颜色都是黄色的。
b. 在显示屏上，下述项目为黄色，表明其与通道 1 相关： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 波形</li> <li>• 波形地电平指示符 (屏幕中心左面)</li> <li>• 垂直标度读数 (屏幕左下方 2.00 V)</li> </ul>
c. 通道 2、3 和 4 竖轴按钮分别为蓝色、洋红色和绿色。显示画面使用这些通道颜色编码的原理与通道 1 的黄色相同。
d. 从示波器屏幕上可以看出，方波从地电平指示符起在显示格线向上延伸了大约 2 ½ 格。由于垂直标度因数是 2 Volts/div，这表明信号的正峰值大约为 +5 V。
e. 波形的一个周期大约宽 2 ½ 格。每个横格的时间用水平标度读数表示，在本例中为 400 μsec/div (显示画面中下方)。在 400 μsec/div 时，信号周期约为 1 msec，频率约为 1 kHz。
f. 最后，触发频率读数表明通道 1 信号的频率约为 1 kHz，如显示画面右下角所示。

### 记忆要点

1. 输入通道带有颜色编码。屏幕上的通道信息采用该通道的颜色表示，包括波形、地电平指示符及垂直标度因数 (Volts/div)。
2. 把波形涵盖的竖格数乘以垂直标度因数，可以得到信号的幅度。
3. 通过把横格数乘以水平标度因数，可以得到信号周期。
4. 用 1 除以信号周期，可以得到信号频率。

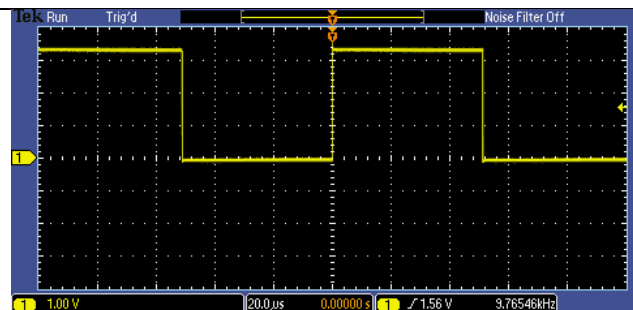
### 练习

根据所示屏幕，回答下述问题：

信号的峰峰值电压是多少？

信号的正峰值电压是多少？负峰值电压是多少？

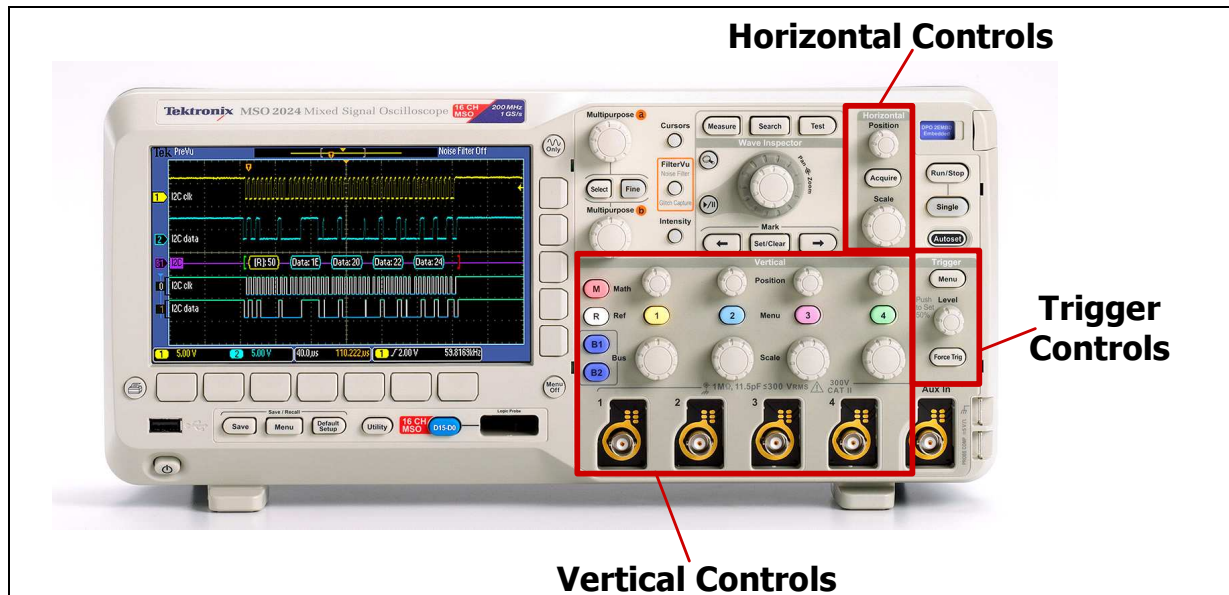
信号的周期和频率是多少？



### 仪器控制功能

普通示波器的控制功能可以分成三大类：垂直控制、水平控制和触发控制。这是示波器设置使用的三个主要功能。下面几节介绍了怎样使用这些控制功能。





下面的技巧有助于更简便地使用示波器控制功能:

- 确定任务是示波器的竖轴(一般为电压)有关, 还是与横轴(一般为时间)有关, 还是与触发或其它功能有关。这样您就可以更简便地找到正确的控制功能或菜单。
- 按前面板上的按钮通常会在显示屏底部显示第一级菜单。菜单项目的优先次序一般从左到右排列。如果按这一顺序选择菜单项目, 那么设置过程应该会非常简明。
- 在大多数情况下, 按显示屏底部菜单项下面的按钮会在显示屏侧面出现第二级菜单, 这些菜单项目的优先次序一般从上到下排列。
- 如果屏幕上显示小的橙色 **a** 或 **b**, 其表明可以使用前面板上的 **Multipurpose a** 或 **b** 控制功能, 改变菜单选项。
- 按 **Menu Off** 按钮, 一次关闭一层菜单, 直到关闭所有菜单和读数。

### 练习

示波器的竖轴控制功能一般用来控制哪个参数?

## 垂直控制功能

### 简介

垂直控制功能设置或修改每条模拟输入通道的垂直标度、位置及其它信号条件。

每条输入通道都有一套垂直控制功能, 用来定标、定位和修改该通道的输入信号, 从而可以在示波器显示

屏上相应地查看信号。除每条通道专用的垂直控制功能外，还有多个按钮可以进入数学运算菜单、参考菜单和总线菜单。

### **垂直位置/标度控制**

1. 下面将考察怎样使用前面板上的竖轴位置和标度控制功能。

- a. 使用通道 1 垂直 **Position** 旋钮，使波形位于显示屏底部附近，注意地电平指示符也会移动。

垂直位置控制功能上下移动波形，其一般用来把波形与格线上的竖格对准。位置一般只是一种图形显示功能，不会影响采集的波形数据。

- b. 使用通道 1 垂直 **Scale** 旋钮，把垂直标度从 2 V/div 变成 1 V/div。

垂直标度 (Volts/division) 控制功能在显示屏上调节波形的高度。一般来说，垂直标度控制功能会改变输入放大器和/或衰减器的设置，不影响采集的波形数据。由于垂直标度控制着进入 ADC 的信号幅度，因此当信号几乎在垂直方向填满屏幕，且没有移出屏幕以外时，可以实现最高分辨率的测量。

### **记忆要点**

1. 垂直位置旋钮控制着波形在竖轴上的位置。
2. 垂直标度旋钮控制着格线上竖格表示的电压量。

### **练习**

为进行最高分辨率测量，应使用什么垂直标度测量 **PROBE COMP** 方波？为什么？

<b>水平控制功能</b>
<b>简介</b>
水平控制功能用来确定示波器显示屏中时间轴的标度和位置，前面板上有一个专用控制功能，设置显示屏的水平标度(时间/格)，另一个专用控制功能设置显示的信号的水平位置。 <b>Acquire</b> 菜单为修改波形显示画面及设置记录长度提供了额外的选项。
<b>水平位置/标度控制</b>
1. 下面将考察怎样使用前面板上的横轴标度控制功能。水平标度控制功能(也称为时间/格或秒/格)调节屏幕上显示的时间量。
a. 按前面板上的 <b>Autoset</b> 按钮，把示波器恢复到已知状态，然后把垂直标度设置为 1 V/div。
b. 使用垂直 <b>Position</b> 旋钮，把波形放在屏幕中心。
c. 旋转水平 <b>Scale</b> 旋钮，直到水平读数显示 10 $\mu$ s/div (读数显示屏幕中下方)。  由于水平方向有 10 个格，因此 10 $\mu$ sec/div 的标度因数会得到一个 100 $\mu$ sec 的时间窗口。这一设置显示了方波上升沿的实际形状。
2. 水平 <b>Position</b> 控制功能在显示屏上来回移动波形及其水平参考或触发点(在显示屏顶部用橙色图标表示)，其用来把显示的波形与显示格线上的横格对准。
a. 逆时针旋转水平 <b>Position</b> 旋钮，使波形的下降沿位于显示屏中心。
<b>记忆要点</b>
1. 水平标度控制功能设置示波器屏幕上显示的时间窗口。由于水平方向有 10 个格，因此时间窗口等于： $time\ window = horizontal\ scale\ factor * 10\ divisions$
2. 水平位置旋钮允许把显示的波形与显示格线的横格对准，或查看显示的波形的不同部分。
<b>练习</b>
如果水平标度因数设为 1 $\mu$ sec/div，那么显示的时间窗口为：
<b>设置记录长度</b>
1. 下面考察了示波器水平标度因数、记录长度和采样率之间的关系。
a. 把水平标度设置为 100 $\mu$ s/div。
b. 按 <b>Acquire</b> 前面板按钮。按 <b>Acquisition Details</b> 底部聚光按钮。注意对 125 k 点的记录长度，采样率目前为 125 MS/s。
c. 按 <b>Record Length</b> 底部聚光按钮，按 <b>1.00M points</b> 侧面聚光按钮，把记录长度设为 1 M 点。
d. 再按 <b>Acquisition Details</b> 底部聚光按钮。注意采样率现在为 1 GS/s。1 msec 时间窗口没有变化，表示采样率提高的比率与记录长度相同。
<b>记忆要点</b>
1. 示波器的采样率取决于显示的时间窗口(进而水平标度因数)和选择的记录长度。

$$\text{sample rate} = \frac{\text{record length}}{\text{time window}}$$

## 练习

水平标度因数设为 200  $\mu\text{sec/div}$ ，记录长度设为 1 Mpoints，示波器的采样率是多少？查看示波器上的采集细节，检验答案。

## 触发控制

### 简介

触发规定了什么时候采集及把信号存储在存储器中。对重复信号，要求使用触发稳定显示画面。

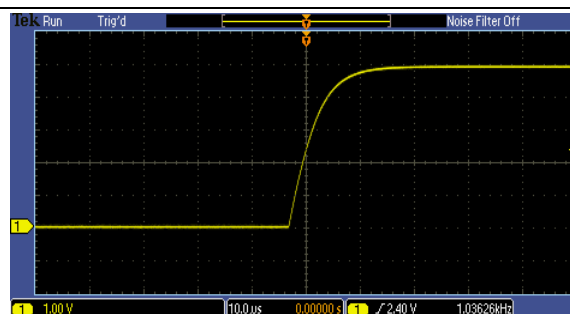
在前面板上有一个控制功能设置触发电平，有一个按钮强制示波器触发。Trigger 菜单提供了不同的触发类型，允许设置触发条件。

### 触发电平控制

1. 下面介绍了怎样使用前面板上的触发电平控制功能。

a. 使用 **Default Setup** 和 **Autoset** 按钮，把示波器设置成已知状态。

b. 按 **Menu Off** 按钮，关闭菜单。设置示波器，使其与这里显示的畫面一致。



2. 在默认触发设置下，示波器在通道 1 输入信号上查找上升沿。触发电平控制用来设置示波器触发的电压。它会显示波形，上升沿与触发点对齐(在显示画面顶部，用黄色的 T 图标指明)。触发电压电平用显示屏右侧的黄色箭头表示。在本例中，箭头略高于竖轴中点。

a. 旋转 **Trigger Level** 旋钮，直到触发电平高于波形顶部(大约 5.5 V)，如屏幕右侧的黄色箭头所示，得到没有触发的显示画面。

### 记忆要点

1. 触发规定了什么时候采集及把信号存储在存储器中
2. 触发电平必须位于信号范围内，以正确触发示波器。
3. 对重复信号，必需使用触发，才能获得稳定的显示画面。

### 练习

使用 **Trigger** 电平控制功能，把触发电平移入及移出信号的电压范围，注意其对显示的信号的影响。注意显示画面左上方(称为触发指示符)的文字怎样从 **Auto**，变为 **Trig?**，及 **Trig'd**，具体视触发电压电平的位置而定。您知道 **Trig?**和 **Trig'd** 是什么意思吗？

(Auto 触发指示符表示示波器位于自动触发模式，如果没有找到触发事件，那么它会大约每秒钟采集一次。这会提供一个显示画面，但并不稳定，如这里所示。)

### 触发菜单

1. 下面将设置触发，建立稳定的显示画面。

a. 按 **Trigger Level** 旋钮(按两次变成一个按钮)，把触发电压设置强制设为信号的 50%点。现在，示波器显示画面应与上一节的图示一致。

b. 把水平标度因数变为 100 $\mu$ sec，显示信号的一个完整周期。

c. 按前面板上的 **Trigger Menu** 按钮。

Trigger Menu 允许指定捕获波形使用的触发事件。提供的触发类型包括特定脉宽和毛刺、短数字“欠幅”脉冲、上升时间、下降时间、等等。

d. 按 **Source** 底部聚光按钮。触发电源菜单允许选择监测触发事件的哪个信号。

e. 使用 **Multipurpose a** 控件选择作为触发源的通道。顺序选择 **channels 2, 3 和 4**，注意这对显示画面已触发状态的影响。在没有选择通道 1 时，显示画面没有触发，因为通道 2、3 和 4 没有应用信号。

f. 使用 **Multipurpose a** 控件选择 **channel 1**，保证触发显示画面。按 **Menu Off** 前面板按钮。

g. 按 **Slope** 底部聚光按钮，选择信号的下降沿作为触发点。

斜率菜单控制着触发在触发信号上查找的是正边沿还是负边沿。

2. 默认状态下会使用边沿触发。但是，由于触发是测量中的关键要素，因此根据测量需求，有多个触发选项可供选择。使用下述步骤，查看怎样使用其它触发类型。

a. 按 **Type** 底部聚光按钮，出现触发类型选项。

b. 使用 **Multipurpose a** 旋钮选择 **Pulse Width**。

c. 按 **Trigger When** 底部聚光按钮。

d. 使用 **Multipurpose a** 控件选择 **Pulse Width =**。

Pulse Width = 设置会导致脉宽位于指定值 $\pm$ 5%范围内时触发。

e. 使用 **Multipurpose b** 控件选择 **500 $\mu$ s**，注意示波器在 500  $\mu$ sec 脉冲上触发。记住这个信号的周期为 1 msec，占空比为 50%。因此，脉宽为 500 $\mu$ sec。

f. 按 **Type** 底部聚光按钮，使用 **Multipurpose a** 旋钮选择 **Edge trigger**，返回默认的边沿触发模式。然后按前面板上的 **Menu Off** 按钮两次，清除菜单。

### 记忆要点

1. 按触发电平旋钮会强制触发电平变成应用信号的 50%点。

2. 触发菜单允许指定捕获波形使用的触发事件。

3. 使用触发电源菜单选择触发事件监测哪条输入通道。

4. 使用触发斜率控制指定触发哪个边沿(上升沿或下降沿)。

5. 脉宽触发可以隔离一个信号内的多个脉冲。

### 练习

在上一个练习，使用了脉宽触发捕获了 1 kHz 方波。为触发快于 500 Hz 的所有方波，您应该怎样设置示波器的触发功能？假设方波的占空比为 50%。

## 示波器测量

### 简介

数字示波器可以对电信号进行各种测量，如峰峰值和 RMS 幅度测量及频率、周期和脉宽定时测量。示波器为进行这些测量提供了多种方式。本节将考察三种最常见的测量方法：

- 手动测量
- 光标测量
- 自动测量

**手动测量。**手动测量依赖显示屏上的格线及垂直标度和水平标度设置进行测量。典型的格线在垂直方向有 8 个格，在水平方向有 10 个格。为实现最高精度，应确定波形标度及位置，在垂直方向和水平方向填充显示屏，然后目视数出用格线格单位表示的参数。然后把把格数乘以标度因数，得到最终测量值。

**光标测量。**光标测量需要把一对光标手动对准波形上的点，然后从显示光标读数中读出测量值。

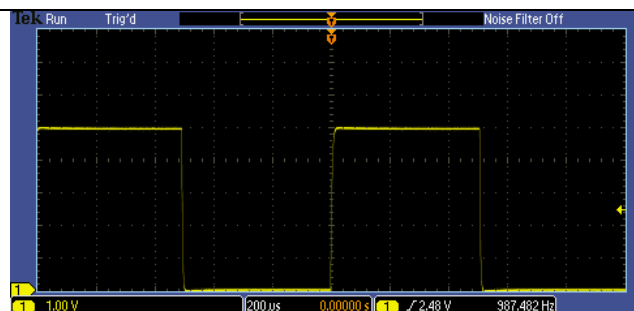
**自动测量。**自动测量采用示波器固件中存储的算法，这些算法识别相应的波形特点，进行测量，确定测量标度，应用相应单位，在示波器上显示测量值。

### 手动测量

1. 下面的练习将考察手动波形测量。

- a. 把示波器复位到已知状态，使用前面板上的控制功能创建这一画面。

在正常情况下，为提高精度，应在垂直方向调节波形，尽可能使波形填满显示屏。在本练习中，使波形如右图所示。



### 练习

1. 数出格线上的竖格数，把它乘以垂直标度因数，确定信号的幅度。在这里写出幅度：
2. 数出格线上的横格数，把它乘以水平标度因数，确定信号周期。在这里写出信号周期：
3. 执行下述计算，得到信号的频率：  
频率 = 1/(信号周期)。在这里写出频率：

### 光标测量

1. 为实现更高的测量精度，示波器提供了多个光标，下面对此进行了介绍。
  - a. 按前面板上的 **Cursors** 按钮两次，打开所有光标。
    - 垂直光标沿着横轴测量时间。
    - 水平光标沿着竖轴测量电压。
    - 在光标不活动时，他们会变成虚线。实线表示光标活动。
  - b. 按 **Select** 按钮，在光标未活动时可以把水平光标变成实线。使用 **Multipurpose a** 和 **b** 旋钮，把水平光标定位在波形的顶部和底部。在下面的练习中，写出显示屏右上角的信号幅度。
  - c. 按 **Select** 按钮选择垂直光标。注意 **a** 和 **b** 指法符移到定时读数上，垂直光标从虚线变成实线。
  - d. 使用 **Multipurpose a** 和 **b** 按钮，把光标定位在信号一个周期的起点和终点(从下降沿到下降沿)，然后读出显示屏上的时间读数。

### 练习

1. 在这里写出信号幅度：
2. 在这里写出信号周期：

### 自动测量

1. MSO/DPO2000 系列示波器提供了 29 种自动测量功能。为自动测量峰峰值幅度、周期和频率，示波器必需至少显示波形的一个完整周期，让波形尽可能填满竖轴，而不会使信号移到屏幕顶部或底部以外的区域。这保证了测量算法可以在进行计算的存储器中全面描述波形。

下面将使用示波器的自动测量功能分析信号。

- a. 按 **Cursor** 按钮一次，关闭光标。
- b. 按前面板上的 **Measure** 按钮。
- c. 按 **Add Measurement** 底部聚光按钮。
- d. 使用 **Multipurpose a** 旋钮选择 **Peak-to-peak**，按 **OK Add Measurement** 侧面聚光按钮。
- e. 使用 **Multipurpose a** 旋钮选择 **Period**，按 **OK Add Measurement** 侧面聚光按钮。
- f. 使用 **Multipurpose a** 旋钮选择 **Frequency**，按 **OK Add Measurement** 侧面聚光按钮。
- g. 按 **Menu Off** 按钮两次，屏幕底部现在应该显示 Pk-Pk、Period 和 Freq 自动测量项目。

### 练习

1. 把峰峰值和周期自动测量结果写在这里：

2. 自动测量和手动测量之间差异有多大？

自动测量和光标测量相关比例：

### 记忆要点

1. 可以手动进行测量，使用光标进行测量，或使用基于固件的处理示波器存储器中存储的波形的算法自动进行测量。
2. 在所有技术中，手动测量的精度最低，光标测量的精度一般要高于手动测量，自动测量的精度最高。
3. 示波器屏幕上必须显示与自动测量有关的所有信号要素。

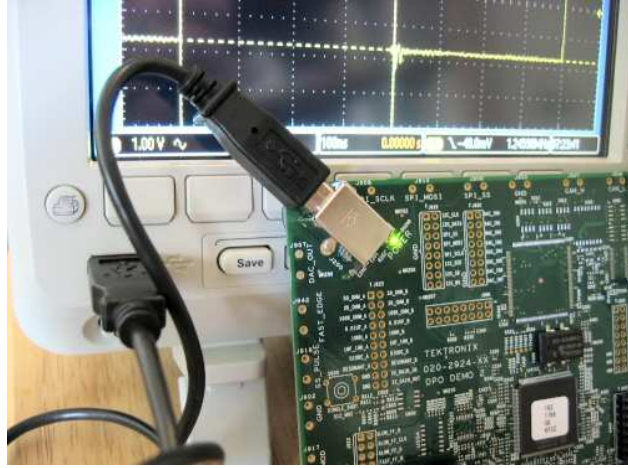


## 最后练习

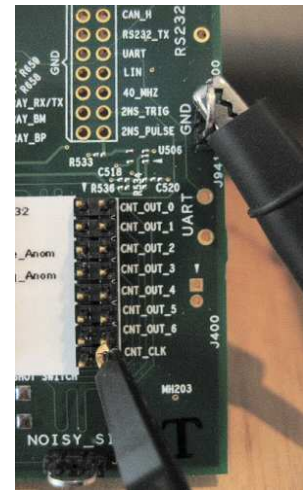
1. 在选择示波器时要考虑的第一个指标是：
  - a. 大小
  - b. 记录长度
  - c. 带宽
  - d. 测量数量
2. 示波器通常：
  - a. 在显示画面竖轴上显示幅度，如电压
  - b. 在前面板上提供最常用的控制功能
  - c. 提供多种方式进行波形参数测量
  - d. 上面全都是
3. 典型的数字示波器：
  - a. 使用放大功能调节模拟输入信号
  - b. 以高采样率对输入信号采样，然后转换成数字格式
  - c. 把数字化的波形数据存储在存储器中，然后在显示屏上显示波形
  - d. 上面全都是
4. 示波器的三套主要控制功能是：
  - a. 垂直控制、测量控制和显示控制
  - b. 水平控制、自动设置和测量控制
  - c. 垂直控制、水平控制和触发控制
  - d. 触发控制、测量控制和光标控制
5. 示波器可以进行的测量有：
  - a. 自动测量，使用基于固件的算法处理存储的波形数据
  - b. 光标测量
  - c. 基于显示屏上的格线进行手动测量
  - d. 上面全都是

6. 本最后练习要求使用获得的技巧和知识进行如下操作。

- a. 使用 USB 电缆，把演示电路板连接到示波器的 USB 端口上，如右图所示。



- b. 把示波器探头的鳄鱼接地尖端连接到 **GND** 连接器上，把探头尖端连接到标为 **CNT\_CLK** 的针脚上，如右图所示。按 **Default Setup** 按钮。



- c. 设置示波器，获得由 2-4 个周期组成的稳定显示画面，在垂直方向尽可能填充屏幕，且不会削掉波形。**不要使用自动设置!**

在下面写出相应的步骤：

<p>d. 使用示波器的格线测量：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 峰峰值电压</li><li>2. 信号周期</li></ol>
<p>e. 使用示波器的光标测量：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 峰峰值电压</li><li>2. 信号周期</li></ol>
<p>f. 使用示波器的自动测量功能，测量：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 峰峰值电压</li><li>2. 信号周期</li><li>3. 信号频率</li></ol>

泰克产品受到已经签发及正在申请的美国 and 国外专利保护。本文中的信息代替以前出版的所有资料中的信息。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。

06/09 GB/WWW 3GW-24274-0

