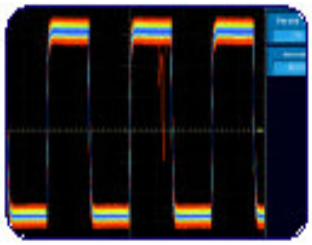
COMPUTING
COMMUNICATIONS
VIDEO

TDS410A,420A&460A

数字示波器



Tektronix
Enabling Innovation

目录

概述.....5
获取帮助.....5
采集方式.....6
延迟触发.....11
限定状态.....14
显示方式.....16
沿触发.....20
文件系统.....23
硬拷贝.....26
水平控制.....34
有限测试.....38
测量波形.....42
探头选件.....51
探头的补偿.....57
探头选择.....58
远程通信.....62
滚动方式.....65
保存和调入设置.....68
保存和调入波形.....70
选择通道.....73
自动设置：自动设置和重置.....74
信号的路径补偿.....76
实施光标测量.....77
视频触发.....84
波形的数学运算.....88
放大.....90

概述

本章讲述数字示波器操作的具体内容。以字母顺序列出各项具体操作。使用本章内容回答仪器操作中的具体问题。包括:

- 进入在线帮助
- 采集方式
- 延迟触发
- 限定状态
- 显示方式
- 沿触发
- 文件系统
- 硬拷贝
- 水平控制
- 有限测试
- 测量波形
- 探头补偿
- 探头选择
- 远程通信
- 滚动方式
- 保存和调入设置
- 保存和调入波形
- 选择通道
- 自动设置
- 信号的路径补偿
- 获取光标测量值
- 垂直控制
- 视频触发
- 波形的数学运算
- 放大

这些任务列表中大部分使你（能够）按步完成任务。

获取帮助

在线帮助系统提供有关数字化示波器控制的各个简要信息。

To Display Help（显示帮助）

要使用在线帮助系统:

按压 HELP 提供有关前面板键，旋钮或菜单项的在屏信息（见图 3-1）。

当按压这些键时，示波器改变方式支持在线帮助。再次按压 HELP 返回到常规操作方式。无论何时示波器处于帮助方式，按压任一键（除 HELP 或 SHIFT），转动任何旋钮，或按压任一菜单项显示有关控制的在屏帮助文本。

菜单选择显示首次按压 HELP（保留在屏幕上）的时间。在线帮助有效，对每一菜单选择显示的都是首次按压 HELP 的时间。若你处于帮助方式并想看到非显示菜单帮助，你首先要退出帮助方式，显示想要的信息菜单，再次按压 HELP，再次进入帮助方式。

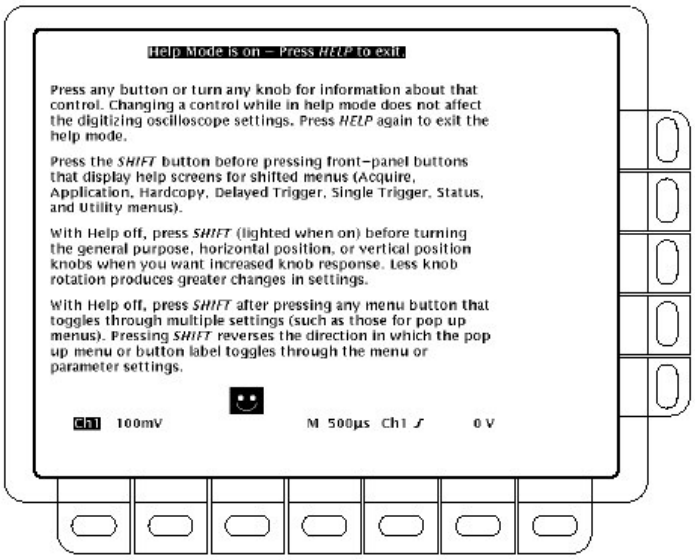


图 3-1 初始化帮助屏幕

采集方式

采集系统有几个选项用于将模拟数据转换到数字形式。采集菜单允许你决定采集方式，是否允许等时采样，和如何启动和停止采集。

Description of Modes（方式说明）

数字化示波器支持五种采集方式:

- 采样
- 峰检
- 欠幅
- 包络
- 平均

采样，峰检和欠幅方式针对单次触发事件，提供的数字示波器对每一个触发事件可以采集足够的采样。包络和平均方式针对复合采集。数字示波器以点到点为基础，平均或包络几个波形。

图 3-2 说明不同方式和列出各个方式的优点。使用此图帮助你在应用中选择正确的方式。

Sample Mode（采样方式）

在采样方式中，示波器在各个采集间隔期间，通过保存第一采样来创建记录点。（采集间隔=波形记录时间/记录长度）。此为缺省方式。

Peak Detect Mode（峰检方式）

峰检方式是在一个采集间隔中保存的最高采样和下一个采集间隔的最低采样间交替（进行）。此方式仅作用于实时，非内插采样。

若将时基设置足够快(快于 50ns)，以至要求实时内插或等时采样，方式自动从峰检变为采样，尽管菜单选择未变。

HiRes Mode（欠幅方式）

在欠幅方式中，数字示波器平均所有在采集间隔期间采集的采样，创建记录点。结果为较高的分辨率，较低带宽波形。

注意：在欠幅方式中，外时钟信号频率必须小于或等于外时钟侧面菜单的频率设置。若外时钟信号的频率大于侧面菜单中的外时钟频率设置，显示的波形将出现错误的幅度。

此方式仅作用于实时，非内插采样。若设置的时基快到需要实时内插或等时采样，此方式自动变成采样（方式），尽管菜单选择没有改变。

欠幅方式最主要的优点是其潜在地增加分辨率，而不考虑输入信号（而不考虑输入的是何种信号。表 3-1 和公式说明使用欠幅方式如何获取多达 15 主要位。注意分辨率的改进受到限制，当速度慢于 500ns/div（每格 500ns）。此外，15 位以上的分辨率受限于内部硬件并存在计算限制。表 3-1 所示的分辨率位在理论上是有效的。实际分辨率在最佳环境中的变化与噪声源相关。

Resolution, Internal Clock:

$$\text{Resolution}_{\text{HiRes}} \cong 8 \leq \left[8 + 0.5 \ \text{Log}_2 \left(\frac{\text{time/div}}{500 \cdot 10^{-9}} \right) \right] \leq 15 \ \text{[bits]}$$

Bandwidth, Internal Clock:

$$\text{For } 1\mu s/div \text{ and slower, } \text{BW}_{\text{HiRes}} \cong 0.44 \cdot \left(\frac{50}{\text{time/div}} \right) \ \text{[Hz]}$$

Resolution, External Clock:

$$\text{Resolution}_{\text{HiRes}} \cong 8 \leq \left[8 + 0.5 \ \text{Log}_2 \left(\frac{100,000,000}{ClockExternalMenu} \right) \right] \leq 15 \ \text{[bits]}$$

Bandwidth, External Clock:

$$\text{BW}_{\text{HiRes}} \cong 44 \cdot \left(\frac{ClockExternalMenu}{100} \right) \ \text{[Hz]}$$

表 3-1：分辨率的位

Time Base Speed	Bits of Resolution	Bandwidth
1 µs and faster	8 bits	≥22 MHz
2 µs to 5 µs	9 bits	≥4.4 MHz
10 µs to 20 µs	10 bits	≥1.1 MHz
50 µs to 100 µs	11 bits	≥220 MHz
200 µs to 500 µs	12 bits	≥44 KHz

Envelope Mode（包络方式）

包络方式允许你采集和显示波形记录以此示出各种采集变化中的极限值（最高值）。通过规定采集方式中（范围）采集数来积累数据。示波器保存两个相邻间隔的最高和最低值，类似峰检方式。不同于峰检方式，包络方式聚集许多触发事件的峰值。

在每一触发事件后，示波器采集数据，然后将当前采集的最小/最大值与先前采集的最小/最大值进行比较。最后的显示示出波形记录中所有采集的最高点。

注意：包络和平均采集方式中止滚动方式。

Average Mode（平均方式）

平均方式允许你采集和显示几个采集的平均结果的波形记录。此方式减少随机噪声。示波器使用采样方式在每一（各个）触发事件后采集数据。然后平均记录点并将其与先前的采集进行比较。

Checking the Acquisition Readout（检查采集读出值）

要决定采集采样率，采集状态（运行的或停止的），和采集方式，检查显示顶部的采集读出值（见图 3-3）。“运行”状态示出采样率（外时钟被中止时的外部时钟）和采集方式。“停止”状态示出自最近停止或主要变化以来采集的采集数。

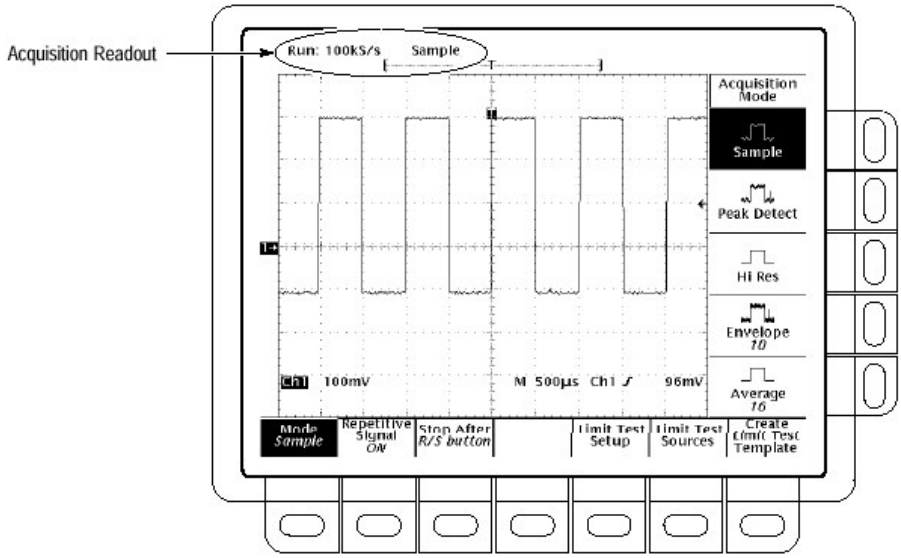


图 3-3 采集菜单和读出值

Selecting an Acquisition Mode（选择采集方式）

示波器提供几种采集方式。要调出采集菜单（见图 3-3）并选择数字示波器如何创建波形记录点:

按压 SHIFT ACQUIRE MENU→ Modde（主菜单键） →Sample,Peak Detect,Hi Res,Envelope,或 Average（侧面菜单键）。

注意：若选择记录长度为 120000 点，则不能选择欠幅方式。

当选择包络或平均时，你可输入波形记录数，使用通用旋钮进行包络或平均。

Selecting Repetitive Sampling（选择重复采样）

要限制数字示波器为实时采样或令其在实时或等时采样间选择:

按压 SHIFT ACQUIRE MENU→Repetitive Signal（主菜单键） →ON 或 OFF（侧面菜单键）。

ON（使能 ET）使用数字示波器的实时和等时特性。数字示波器在水平刻度快于 25ns 时，自动切换到等时采样，否则使用实时采样。

OFF（仅限实时）限制数字示波器为实时采样。若数字示波器无法精确地获取足够的采样来完成波形，示波器使用内插方式填充失去的（不见的）记录点。即，使用现行或 sin(x)/x(正弦)内插数学运算。

To Stop After

要选择事件，发信号给示波器停止采集波形，按下列步骤:

按压 SHIFT ACQUIRE MENU→Stop After（主菜单键）→RUN/STOP 键， Single Acquisition Sequence(单次采集序列)或 Limit Test Condition Met(限制测试条件满足)（侧面菜单键）（见图 3-4）。

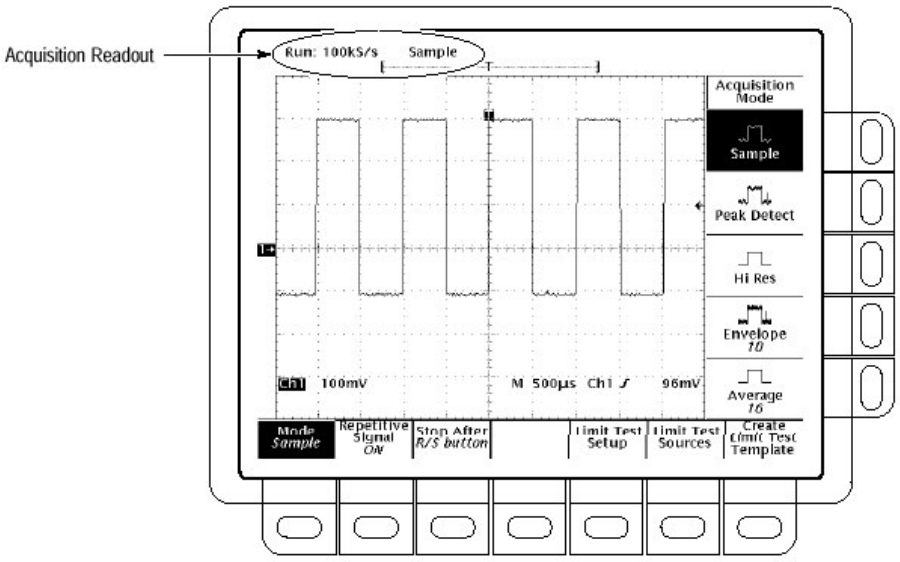


图 3-4 采集菜单 — Stop After

仅 RUN/STOP 键（侧面菜单键）允许你通过调节 RUN/STOP 键开始或停止采集。按压 RUN/STOP 键。按压 RUN/STOP 键一次停止采集。显示上部左角指示停止同时示出采集数。若再次按压此键，数字示波器恢复采集。

Single Acquisition Sequence（侧面菜单键）允许你通过按压 RUN/STOP 键来运行单次采集序列。在采样，峰检或欠幅方式中，示波器捕获带有第一有效触发事件的波形记录同时停止。

在包络或平均方式中，数字示波器获取规定的采集数来完成取平均或包络任务。

若示波器处于等时方式中同时你按压 Single Acquisition Sequence（侧面菜单键），则示波器将持续识别触发事件并捕获采样直到波形记录被填满。

注意：要快速选择没有 Acquire 和 Stop After 菜单显示的单次采集序列， 按压 SHIFT FORCE TRIG。

限制测试条件满足（侧面菜单键）允许你采集波形直至波形数据超过限制测试中规定的限制。然后采集停止。在停止点，使用 Limit Test Setup（限制测试设置）主菜单中的有效选择，你还可规定其它示波器操作。

注意：在限制测试条件满足时，按照数字示波器次序停止采集，限制测试必须被打开，为此使用限制测试设置主菜单。

设置限制测试需要几个步骤。你可再次创建波形模板，并用其比较进入的波形，使用 Create Limit Test Template（创建限制测试模板）主菜单项。然后使用 Limit Test Source 主菜单项，规定采用的比较同时参照模板比较通道。

延迟触发

TDS400A 系列示波器提供主时基和延迟时基。延迟时基，与主时基一样，需要触发信号和用于信号的输入源。你仅可在沿触发中使用延迟。本节讲述如何延迟波形的采集。

有两种不同的方法延迟波形的采集：delayed runs after main 和 delayed triggerable。仅可延迟的触发使用延迟触发系统。

Delayed runs after main 寻找主触发，然后等用户定义时间，然后开始采集（见图 3-5）。

图 3-5 延迟运行在主（触发）后

Delayed triggerable 寻找主触发，然后根据选择的延迟触发类型，选择一个可延迟触发方式，如下进行采集（见图 3-6）。

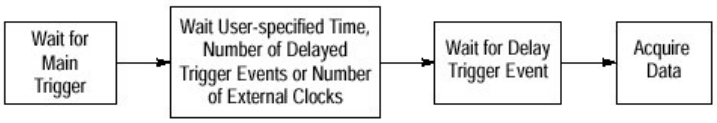


图 3-6 可延迟的触发

After Time 等待用户规定的时间，然后等待下一个延迟触发事件，然后采集。

After Events 等待规定的延迟触发事件数，然后采集。

External clks 等待规定的外部时钟数，然后采集。

数字示波器通常采集采样来填充波形记录的预触发部分。当和如果延迟标准满足，得到足够的后触发采样来完成延迟的波形记录，然后显示波形记录。参阅图 3-7，观看相对主触发延迟记录在时间点中的位置。

To Run After Delay

使用水平菜单选择和定义主（触发）后的延迟运行或可延迟的触发。可延迟触发，需要在延迟触发菜单中进行进一步的选择。按下列步骤设置延迟后立即运行的延迟时基:

1. 按压 HORIZONHTAL MENU→Time Base（时基）（主菜单键）→Delayed Only（侧面菜单键） →Delayed Runs After Main（侧面菜单键）。
2. 使用通用旋钮设置延迟时间。

若按压 Intensified(亮度)（侧面菜单键），显示主时基记录上的某亮度区域，表示延迟时基记录相对主触发发生的位置。对 Delayed Runs After Main 方式，亮度区域的起点对应延迟时基记录起点，区域的结束对应延迟记录的结束点。

To Trigger After Delay

要选择可延迟的方式，按下列步骤进行:

1. 按压 HORIZONTAL MENU→Time Base（主菜单键）→Delayed Only（侧面菜单键）→Delayed Triggerable（侧面菜单键）。

通过按压 Intensified（侧面菜单键），你可显示亮度区域，表示延迟时基记录相

对主时基上的主触发可能发生的位置（有效延迟触发事件必须被接受）。对 Delayed Triggerable After 方式，亮度区域的起点对应延迟时基记录的可能的起点。区域结束点继续（延长）主时基结束点，自延迟时基记录后，在延迟时间经过后的任一点上会被触发。

要了解如何定义正常和亮度波形的亮度级，参看显示方式。

现在必须调出延迟触发菜单以便你可定义延迟触发事件。

2. 按压 SHIFT DELAYED TRIG→Delay by（主菜单键）→Triggerable After Time,Events 或 Ext clks（侧面菜单键）（见图 3-8）。
3. 使用通用旋钮，输入延迟时间或事件。

   提示：你可直接进入延迟触发菜单（见步骤 2）。通过选择 Triggerable After Time 或 Events,示波器自动切换到水平菜单中的 Delayed Triggerable。若希望保留 Delayed Triggerable，仍需要显示水平菜单。

   Source 菜单允许你选择哪一输入为延迟触发源。
4. 在 TDS420A 和 TDS460A，按压 Source（主菜单键）→Ch1,CH2,Ch3 或 Ch4（侧面菜单键）。在 TDS410A 上，按压 Ch1 或 Ch2（侧面菜单键）。

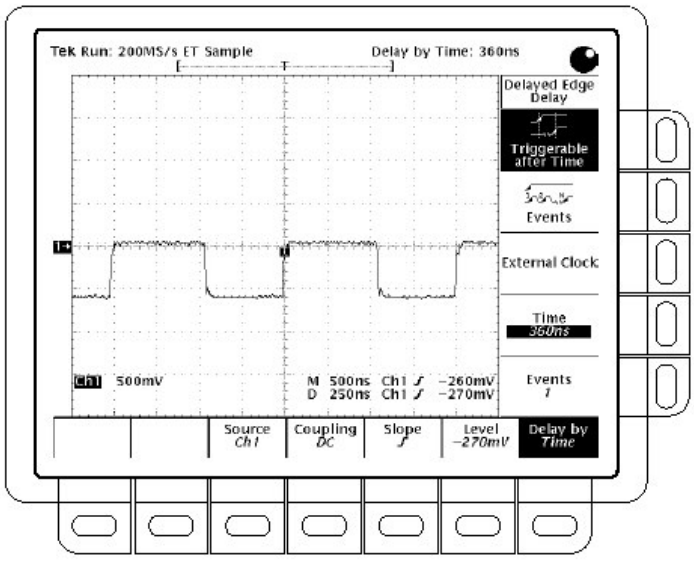


图 3-8 延迟触发菜单

5. 按压 Coupling（主菜单键）→DC，AC，HF Rej，LF Rej,或 Noise Rej（侧面菜单键）来定义输入信号如何耦合到延迟触发。
6. 按压 Slope（主菜单键）来选择延迟触发发生处的斜率。在上升沿和下降沿斜率间进行选择。

   当使用可延迟方式来采集波形，两个触发条被显示。一个触发条指示由主触发系统设置的电平。
7. 按压 Level（主菜单键）→Level,Set to TTL,Set to ECL,或设置为 50%（侧面菜单键）。

   Level 允许你使用通用旋钮输入延迟触发电平。
   Set to TTL 固定触发电平在+1.4V。
   Set to ECL 固定触发电平在-1.3V。

   注意：当设置垂直刻度小于 200mV 时，示波器将 Set to TTL 或 Set to ECL 触发电平减小到低于标准 TTL 和 ECL 电平。这是因为触发电平范围被固定在中心范围的±12 格。在 100mV 处触发范围是±12V，小于典型的 TTL（+1.4V）和 ECL(-1.3V)电平。

   Set to 50%固定延迟触发电平为延迟触发源信号峰峰值的 50%。

限定状态

状态菜单允许你观看有关示波器的状态信息。

To Display the Status（显示状态）

要显示状态菜单:

按压 SHIFT STATUS→Status（主菜单键）→System,Trigger,Waveforms,或 I/O（侧面菜单键）。

System（系统）显示水平，放大，采集，显示，测量和硬拷贝系统的有关信息(见图 3-9)。此显示还告诉你硬件创建的日期。

Trigger（触发）显示有关触发信息。
Waveforms 显示有关各种波形信息，包括可变，数学运算，和参考。
I/O 显示有关输入/输出端口信息。

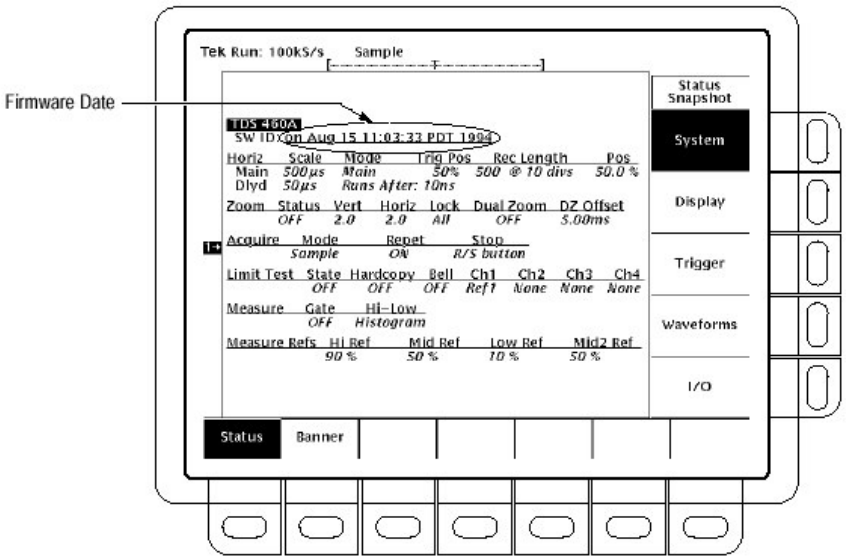


图 3-9 状态菜单—系统

To Display the Banner（显示旗帜）

要显示旗帜（硬件版本，选件和版权）：
按压 SHIFT STATUS → Banner（主菜单键）（见图 3-10）

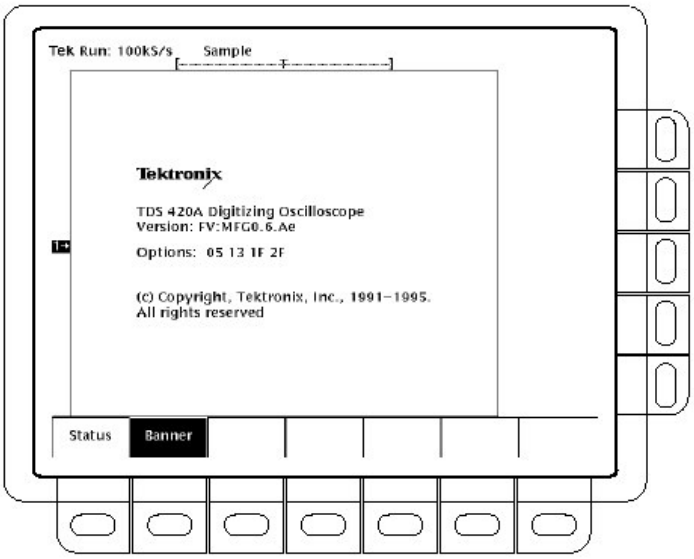


图 3-10 旗帜显示

显示方式

数字示波器可以不同方式显示波形记录。Display 菜单允许你调节示波器的显示种类（模式），亮度级，刻度，和格式。本节讲述如何调节示波器显示种类，亮度级，刻度，和格式。

Change Display Settings（改变显示设置）

要调出显示菜单，按压 DISPLAY。

To Select the Display Style（选择显示种类）

按压 DISPLAY→Style（主菜单键）→Vectors（矢量），Intensified Samples,Dots（点）,Infinite Persistence（无限余辉）或 Variable Persistence（可变余辉）（侧面菜单键）（见图 3-11）。

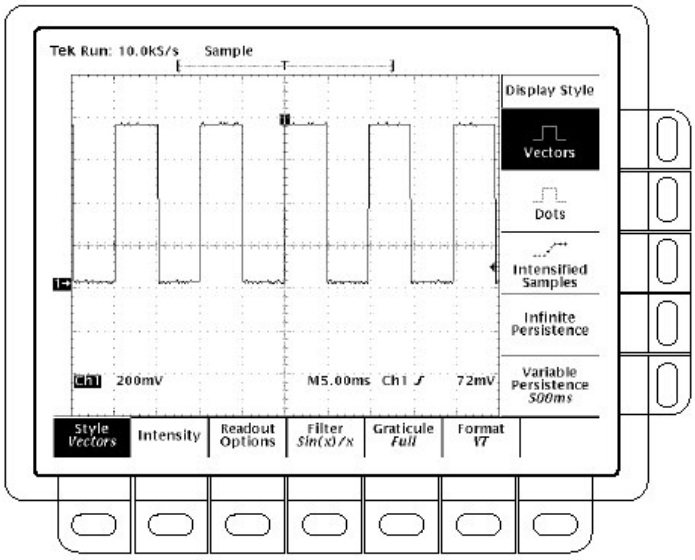


图 3-11 显示菜单—种类（模式）

Vectors style 在记录点间绘制（划）矢量线。
Dots style 显示以点来显示波形记录点。
Intensified Samples style 仍以点来显示波形记录点。但，实际采样点的显示强度与内插点有关。

除在侧面菜单内选择 Intensified Samples 外，示波器必须被内插（等时采样关闭）或或水平放大大于 1X。

Variable Persistence style 将许多采集的记录点积聚在屏幕上，并以特定时间间隔加以显示。在此方式中，显示行为类似于模拟示波器。使用通用旋钮输入选项时间。

Infinite Persistence 允许积聚记录点直到你改变某些控制（例如刻度系数）而导致显示被拭除。

Adjust Intensity（调节亮度）

Intensity 允许你设置 overall（整个），文本/刻度，和波形亮度级。要设置对比波形部分的亮度:

按压 DISPLAY→Intensity（主菜单键）→Overall,Text/Grat,Waveform 或 Contrast（侧面菜单键）。使用通用旋钮，输入亮度百分数（值）。

所有亮度调节范围为 20%（全关）到 100%（全亮）。

对比范围由 100%（无对比）到 250%（全亮）。

注意：在水平菜单中针对时基的亮度设置在波形上产生一个区域，其亮度与波形的剩余（其它）部分的亮度有关。若对比度被设置为 100%，你无法由波形的剩余部分来区别亮度部分，因为二者的亮度相同。

Set Display Readout Options（设置显示读出值选项）

读出值选项控制触发指示器，惩罚电平条（柱），及显示当前的日期和时间。选项还控制触发电平条的种类，以长或短显示。

1. 按压 DISPLAY→Readout（主菜单键）。
2. 调节（转动）Display′T′@Trigger Point（侧面菜单键）选择是否选择′T′来指示（表示）触发点。你可选择 ON 或 OFF（触发点指示波形记录中的触发位置）
3. 调节 Trigger Bar Style（侧面菜单键）选择短或长触发条或关闭触发条（见图 3-12。注意两种显示类型表示的目的，一次仅显示一种类型。）

   若触发源是有源的，仅显示触发条。另外，当可延迟采集被显示时，两触发条也被显示 — 一个对主时基；一个对延迟时基。触发条是一个触发电平的可视指示器。

   有时，特别是在使用硬拷贝特性时，你也许希望在屏幕上显示当前的日期和时间。更多有关显示和设置日期和时间的相关信息，参看日期/时间戳记硬拷贝。
4. 按压 Display Date/Time（侧面菜单键）打开或关闭。推按 Clear Menu 观看当前的日期和时间。

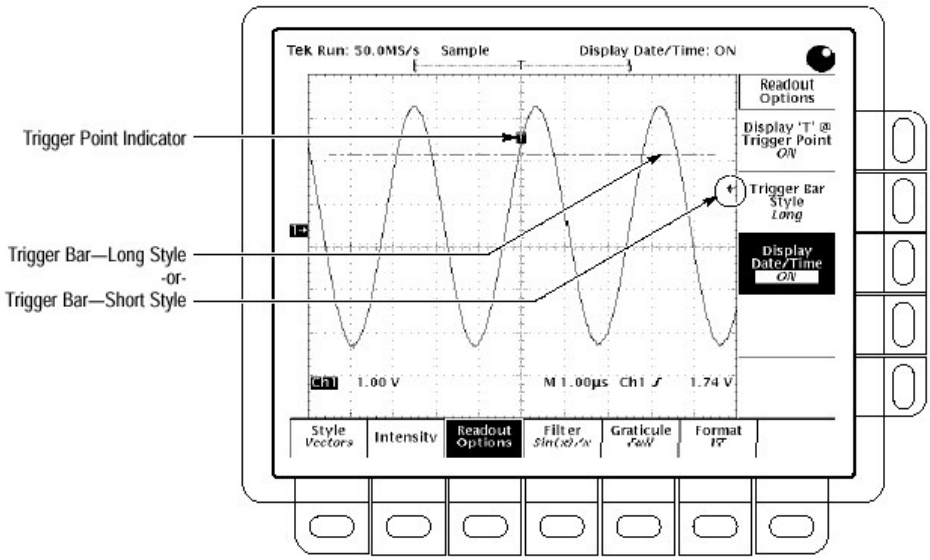


图 3-12 触发点和触发电平指示器

Select Interpolation Filter（选择内插滤波器）

显示滤波器类型有正弦内插和线性内插。

按压 DISPLAY→Filter（主菜单键）→Sin(x)/xInterpolation 或 Linear Interpolation（侧面菜单键）。

若水平刻度被设置为速度快于 500ns/div 同时重复信号关闭或使用 ZOOM（放大）特性来水平扩大波形时，内插产生。（滤波器类型，线性或正弦取决于在显示菜单中的设置）除此之外，无需内插。

Select the Graticule Type（选择刻度类型）

要改变刻度:

按压 DISPLAY→Graticule（主菜单键）→FULL Grid,Cross Hair,Frame,NTSC 或 PAL（侧面菜单键）。

Full 提供栅格，十字交叉线和帧（信息段）。
Grid 显示帧和栅格。
Cross Hair 提供交叉十字线和帧。
NTSC 提供栅格用于测量 NTSC 级波形。
PAL 提供栅格用于测量 PAL 级波形。

注意: 自动选择 NTSC 或 PAL 刻度来改变垂直刻度，位置设置，耦合，和设置任一显示通道的垂直偏移为零。这些设置在切换至其它刻度类型后无法恢复（调用）。所以，在选择不同刻度后，你也许希望调入工厂设置或其它存储设置。

Select the Display Format（选择显示格式）

有两种显示格式: YT 和 XY。

YT 是传统的示波器显示格式。垂直轴显示随水平轴时间变化的信号电压。

XY 格式比较两波形记录点的电压电平。即，示波器显示一个波形记录的电压相对另一波形记录的电压曲线（关系）。此方式对研究相位关系特别（尤其）有用。

要设置显示轴格式:

按压 DISPLAY→Format（主菜单键）→XY 或 YT（侧面菜单键）。

当选择 XY 方式时，以选的输入被指定到 X 轴同时数字示波器自动选择 Y 轴输入（见表 3-2）。

表 3-2：XY 格式对

X 轴通道（用户可选）	Y 轴通道（固定）
Ch1（所有方式）	Ch2（所有方式）
Ch3(TDS420A 和 TDS460A 仅)	Ch4（TDS420A 和 TDS460A 仅）

例如，假如你按压 CH1 键，数字示波器显示 X 轴通道 1 的电压电平相对于 Y 轴通道 2 的电压电平曲线（图形）。无论你是否正以 YT 格式显示通道 2 波形，此情况都会发生（出现）。如果你在晚些时候（稍后）按压 WAVEFORM OFF 键，无论是通道 1 关闭还是通道 2 关闭，数字示波器都将删除通道 1 与通道 2 的比较图形。

因选择 YT 或 XY 仅影响显示，水平和垂直刻度及位置旋钮和菜单控制相同参数，而不考虑选择的方式。特别是，在 XY 方式中，水平刻度持续控制时基，水平位置持续控制显示波形部分。

XY 格式是点显示方式，尽管它存在余辉。当选择 XY 时，矢量显示。

你无法以 XY 格式显示 Math（数学运算）波形。在选择 XY 时，它们从显示中消失。

沿触发

示波器可在波形沿上触发。当触发源通过特定方向（触发斜率）的特定电压电平时，沿触发事件产生。对大多数测量，你可能愿意使用沿触发（如何选择沿源，耦合，斜率，和电平）。还讲解岁所有触发类型，如何选择触发方式，自动或正常。

To Check Edge Trigger Status（检查沿触发状态）

要快速检查是否选择了沿触发，检查触发读出值。当选择沿触发时，触发读出值在显示触发斜率和触发电平的同时显示触发源。

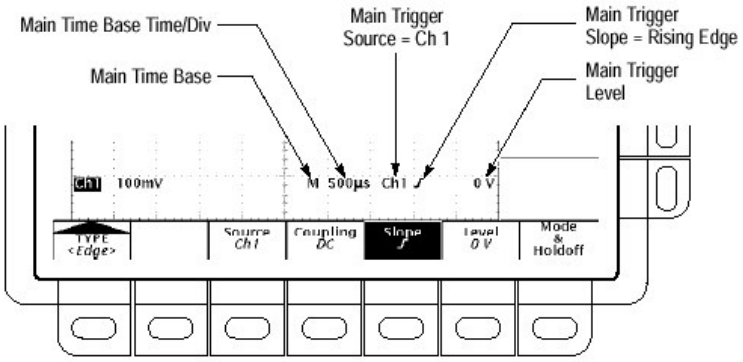


图 3-13 沿触发读出值

To Select Edge Triggering（选择沿触发）

使用沿触发菜单来选择沿触发并执行程序来选择源，耦合，斜率，触发电平，方式，和释抑，步骤如下:

要调出沿触发菜单，按压 TRIGGER MENU→Type（主菜单键）→Edge（弹性菜单）（见图 3-14）。

To Select a Source（选择源）

要选择想要的触发源:

在 TDS420A 和 TDS460A 上，按压 TRIGGER MENU→Type（主菜单键）→Edge（弹性菜单）→Source（主菜单键）→Ch1,Ch2,Ch3,Ch4,AC Line 或 Auxiliary（侧面菜单键）。

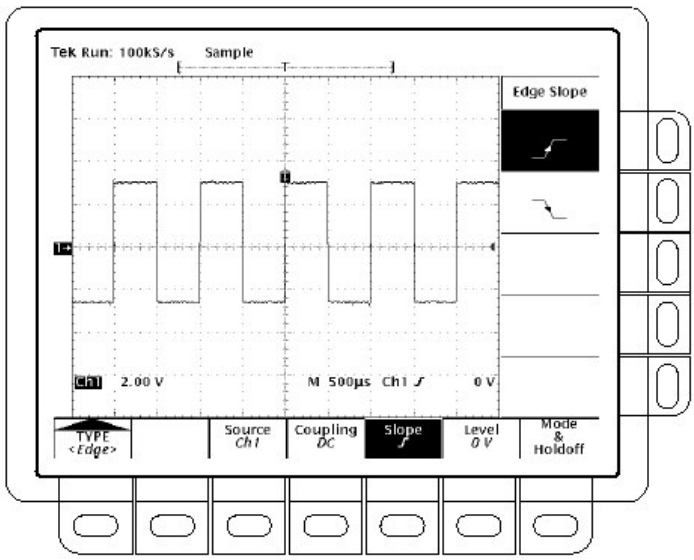


图 3-14 主触发菜单—沿类型

To Specify Coupling（规定耦合）

要选择想要的耦合，按压 TRIGGER MENU→Type（主菜单键）→Edge(弹性菜单键) →Coupling（主菜单键）→DC,AC, HF Rej,LF Rej,或 Noise Rej（侧面菜单键）。

注意：若选择辅助触发源，选择 DC 或 HF Rej 耦合。

DC 通过所有输入信号。换句话说，通过触发电路板的 AC 和 DC 分量。

AC 仅通过输入信号的替换分量（30Hz 以上）。它将 DC 分量从触发信号中去除。

HF Rej 去除触发信号的高频部分，仅允许低频分量通过触发系统开始采集。高频抑制 30Hz 以上的衰减信号。

LF Rej 反相于高频抑制。低频抑制低于 80kHz 的衰减信号。

Noise Rej 提供较低灵敏度。需要附加信号幅度来稳定触发，减小噪声上的假触发几率。

To Set Level（设置电平）

按压 TRIGGER MENU→Type（主菜单键）→Edge（弹性菜单键）→Level（主菜单键）→Level,Set to TTL, Set to ECL,或 Set to 50%（侧面菜单键）。

Level 允许你使用通用旋钮输入触发电平。
Set to TTL 将触发电平固定在+1.4V。
Set to ECL 将触发电平固定在-1.3V。

注意：当你设置电压/格小于 200mV,示波器将 Set to TTL 或 Set to ECL 触发电平减小至低于标准 TTL 和 ECL 电平。此现象的出现是因为触发电平范围被固定在距中心位置±12 格。在 100mV（200mV 后相邻的较小设置）触发范围固定在±1.2,小于典型的 TTL 或 ECL 电平。

Set to 50%固定触发电平为触发源信号峰峰值的 50%。

To Set Mode & Holdoff（设置方式和释抑）

你可选择触发方式并使用此菜单项来改变释抑时间。

1. 按压 TRIGGER MENU→Mode &Holdoff（主菜单键）→Auto 或 Normal（侧面菜单键）。方式操作如下:

- 在自动方式中，示波器采集规定时间后的波形即使触发不发生。示波器的等待时间的多少取决于时基设置。
- 在正常方式中示波器仅视波形的有效与否进行采集。

2. 要改变释抑时间，按压 Holdoff(侧面菜单键)。使用通用旋钮输入百分数值。若想使用通用旋钮输入大的数值，在转动旋钮前，按压 SHIFT 键。当相邻 SHIFT 键的灯亮时，显示 Coarse Knobs 在右上角，通用旋钮加速很快。

   释抑可从 0%（最小有效释抑）到 100%（最大有效释抑）。

   当改变主时基时间/格的设置时，释抑自动重置到 0%。但若改变延迟时基时间/格时，释抑不重置（即水平菜单中的时基设置为 Intensified 或 Delayed Only）。

文件系统

使用选项 1F 文件系统，TDS400A 数字示波器提供文件实用程序和软盘驱动来保存硬拷贝，设置，和波形。本节讲述如何使用文件系统控制（删除，重新命名，等等）这些文件。

To Access the File Utilities（获取文件实用程序）

文件使用程序菜单允许你删除，重新命名，复制，打印文件，创建新的目录，实施确定的删除和重写时钟，和格式化软盘。

要提出文件实用程序菜单:

1. 按压 SETUP 键提出保存/调入设置菜单或按压 WAVEFORM 键调出保存/调入波形菜单或按压 Shift HARDCOPY 键提出硬拷贝菜单。
2. 按压主菜单中的 File Utilities 提出文件实用程序侧面菜单（见图 3-15）。

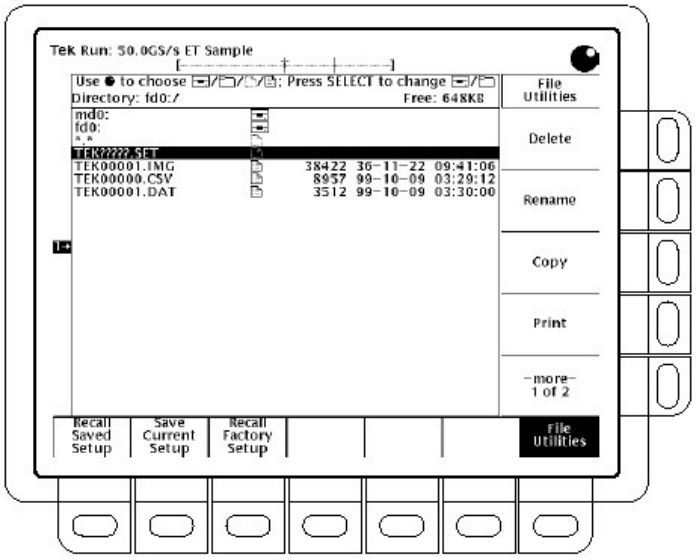


图 3-15 文件实用程序

注意：剩余空间数在显示的右上角示出。数字示波器以 K 字节（或 M 字节，若剩余空间为 1M 字节或大于 1M 字节）显示数量。要将数量转换为字节，直接乘 K 字节数的倍数 1024。图 3-15 中显示的 690K 字节=690K 字节 x1024 字节/K 字节=706.560 字节。

若剩余空间小于 1K 字节，则仅显示字节。若剩余空间为 1K 字节或多于一个 K 字节，小于 1M 字节时，仅显示 K 字节（数）。若剩余空间为 1M 字节或多于 1M 字节，1 字节显示。

To Delete a File or Directory（删除文件或目录）

要删除文件或目录，转动通用旋钮直到光标滚动到想要删除的文件名或目录名。然后按压侧面 Delete 键。

要删除文件列表中的所有文件，设置光标到*.*选择。

数字示波器递归删除目录。即意味着删除目录和所有目录内容。

To Rename a File or Directory（重新命名文件或目录）

要重新命名文件或目录，转动通用旋钮直到光标滚动到要删除的文件名或目录名。例如，要重新命名缺省名为 TEK?///的目标文件，设置光标至其名上，然后，按压侧面菜单 Rename 键。

标记菜单将显示。转动通用旋钮或使用主菜单箭头键选择每一字母，由主菜单选择按压 Enter Char，输入每一字母。在完成名称输入后，按压侧面菜单 OK Accept 项(见图 3-16)。

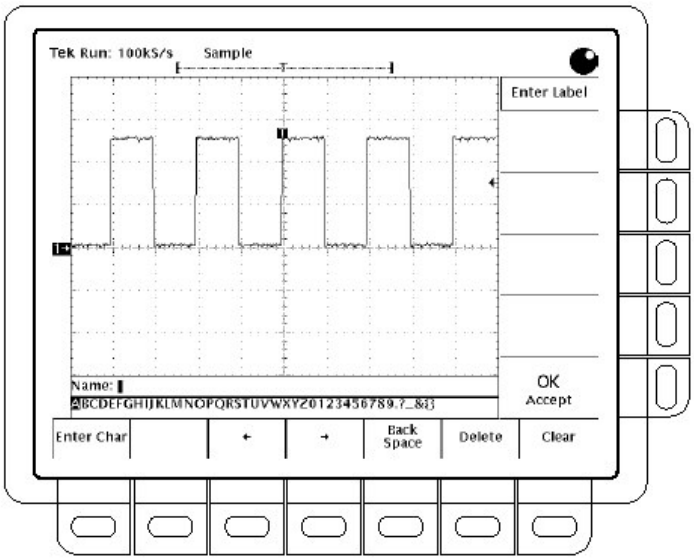


图 3-16 文件系统—标记菜单

To Copy a File or Directory（复制文件或目录）

要复制文件或目录，转动通用旋钮直到光标滚动到要复制的文件名上。然后，按压侧面菜单 Copy 键。文件菜单重新显示要复制到的目录名。选择目录同时按压标记有 Copy<name>to Selected Directoryd 的侧面菜单。

要复制所有文件，输入*.*。

数字示波器递归复制所有目录。即复制目录和所有内容。

To Print a File or Directory（打印文件或目录）

要打印某文件，转动通用旋钮直到光标滚动到想要打印的文件名上。然后按压侧面菜单 Print 键。

Print-To（打印到）侧面菜单将显示。由 GPIB，RS-232，或 Centronics（平行）选择打印输出的端口(见图 3-16)。然后数字示波器以文件本身的格式发送到输出端口。文件必须是打印机所能接收的或以特定文件格式打印。

To Create a Directory（创建目录）

要创建目录，按压侧面菜单 Create Directory 键。

标记菜单显示。转动通用旋钮或使用主菜单的箭头键选择每一字母。由主菜单选择按压 Enter Char，输入每一字母。当完成名称输入后，按压侧面菜单 OK Accept 项（见图 3-16）。

To Set Confirm Delete（设置确定删除）

要关闭确定的删除信息，调节侧面菜单 Confirm Delete 键。

当确定删除项为 OFF 时，数字示波器可直接删除文件或目录。当确定项为 ON 时，数字示波器在删除文件前发出警告，给你重新考虑的机会。

To Set Overwrite Lock（设置重写锁定）

开或关文件重写锁定，转动（调节）侧面菜单 Overwrite Lock 键。

当重写锁定打开时，数字示波器不允许你用相同名称重写现存文件。允许重新的重要原因（理由）是让你使用目标文件名，包含通配符字母（“？”）书写文件。这意味着数字示波器创建序列文件，即除问号处的序列号外，其文件名类似。

To Format a Disk（格式化软盘）

要格式化 720K 字节或 1.44M 字节的软盘，转动通用旋钮直到光标滚动到要格式化读动器的名称（fd0:）然后，按压侧面菜单 Format 键。

硬拷贝

你可通过使用的硬拷贝特性得到数字示波器显示内容的复制。本节列出硬拷贝格式同时讲解如何设置和进行硬拷贝。

Supported Formats（支持格式）

不同硬拷贝装置使用不同的格式。根据选择的输出格式，创建图像或曲线。图像直接以位图显示。曲线以矢量显示。数字示波器支持下列格式:

- HP Thinkjet inkjet printer
- HP Deskjet inkjet printer
- HP Laserjet laser printer
- Seiko DPU 411/412 portable thermal printer
- HPGL Color Plot
- Epson®
- Interleaf®
- Tag Image File Format (TIFF®)
- PC Paintbrush® (PCX®)
- Microsoft Windows® file format (BMP®)
- Encapsulated Postscript® (Image, Mono Plot, and Color Plot)

某些格式，特别是 InterleafmPostcript,TIFF,PCX,BMP 和 HPGL,与各种桌面打印组合兼容，即你可将创建的文件直接粘贴到任一桌面打印系统的文件内。

ESP Mono 和 Color 格式与泰克 Phaser Color Printer 兼容，HPGL 与泰克 HC100 Plotter 兼容，Epson 与泰克 HC200 打印机兼容。

To Set Up for Making Hardcopies（设置复制）

在进行复制前，你必须设置通信和硬拷贝参数。本节讲解的前提是假定硬拷贝装置已与后面板的 GPIB 端口连接。

To Set Communication Parameters（设置通信参数）

要设置通信参数，直接告诉与示波器 GPIB 端口连接的打印机:

1. 按压 SHIFT UTILITY→Systems(主菜单键) →I/Q（弹性菜单键）→Configure（配置）（主菜单键）（见图 3-17）。
2. 按压 Hardcopy(侧面菜单键)。

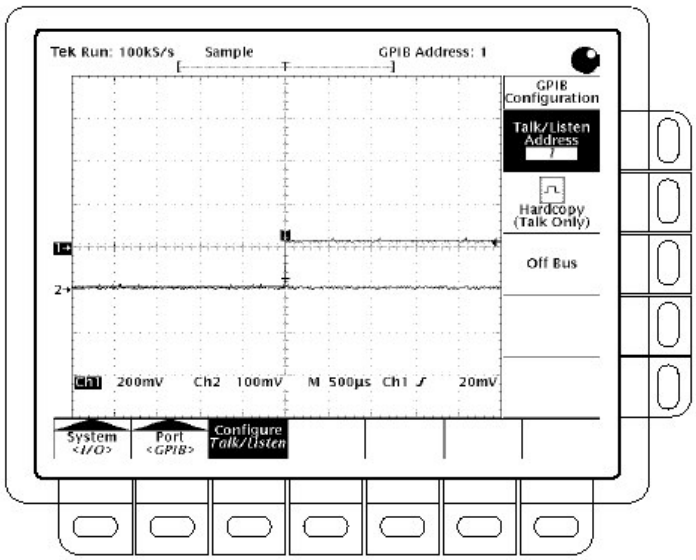


图 3-17 实用程序—I/Q 系统

To Set Hardcopy Parameters（设置硬拷贝参数）

要规定硬拷贝格式，使用硬拷贝菜单:

1. 按压 SHIFT HARDCOPY MENU 调出硬拷贝菜单。
2. 按压 Format(主菜单键) →Thinkjet,Deskjet,Laserjet,Epson,DPU-411,DPU-412,PCX,TIFF,BMP,EPS Image,EPS Mono,EPS Color,Interleaf,或 HPGL（侧面菜单）（按压-more-（侧面菜单键察看所有这些格式然后进行选择）。
3. 按压 SHIFT HARDCOPY MENU→Layout(主菜单键) →Landscape 或 Portrait（侧面菜单键）（见图 3-18）。

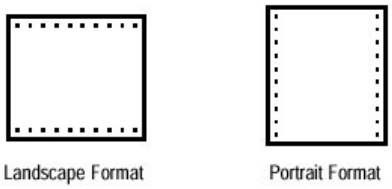


图 3-18 硬拷贝格式

4. 按压 SHIFT HARDCOPY MENU→ Port（主菜单键）规定发送硬拷贝经过的输出通道。除非你的示波器装有选件 14 或选件 1F，才能选择 GPIB。

To Date/Time Stamp Your Hardcopy（拷贝上的日期/时间戳记）

你可在屏幕上显示当前的日期和时间以便其在打印的硬拷贝上示出，按写列步骤:

1. 按压 DISPLAY → Readout Options(主菜单键) →Display Date and Time(侧面菜单键)打开设置。
2. 日期和时间通过电池备份，而不必对示波器的每一次加点进行时间设置。若未设置日期和时间，显示的信息指示你进行设置。如果是这种情况，直接由步骤 1 跳到步骤 3 和步骤 4，然后重做此程序。
3. 按压 Clear Menu 将显示的菜单去掉，以便日期和时间可以被显示。见图 3-19。
4. 按压 HARDCOPY 打印带有日期/时间戳记的硬拷贝。

To Set the Date and Time（设置日期和时间）

如果必须设置示波器的日期和时间，按下列步骤:

1. 按压 SHIFT UTILITY →Config(弹性菜单键) →Set Date & Time（主菜单键）→Year,Day, month,Hour 或 Minute。

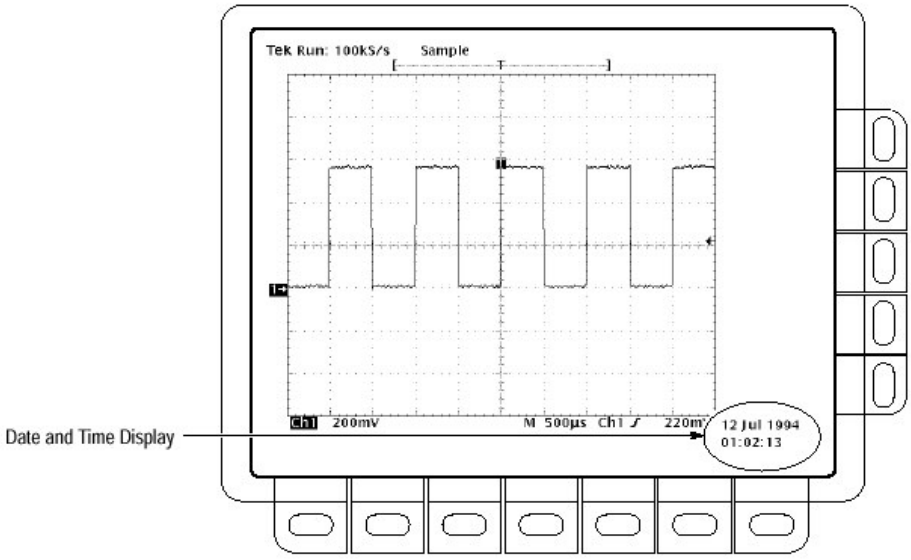


图 3-19 日期和时间显示

2. 使用通用旋钮设置所选参数值。
3. 重复步骤 1 和步骤 2 来设置其它所要的参数。
4. 按压 OK Enter Date/Time（侧面菜单键）使新的设置有效，此设置将秒设为零。

注意: 在设置时钟时，将时间设为稍晚于当前的时间同时等待其赶上。当当前时间赶上你设置的时间时，按压 OK Enter Date/Time(侧面菜单键)将设置时间与当前时间同步。

5. 按压 CLEAR MENU 观看新设置显示的日期/时间。

To Print Directly to a Hardcopy Device（直接打印到硬拷贝装置）

要进行硬拷贝，使用下列程序:

Connect to Hardcopy Device（连接到硬拷贝装置）要直接将数字示波器与硬拷贝装置连接，决定装置使用的接口和电缆，同时进行相应的连接（见图 3-20）。

某些装置，例如泰克 HC100 Plotter，使用 GPIB 接口。许多打印机，例如泰克 HC200，使用并行端口。许多硬拷贝装置，包括 HC100 和 HC200 带有选件 03，使用 RS-23 接口。察看硬拷贝装置的文件。

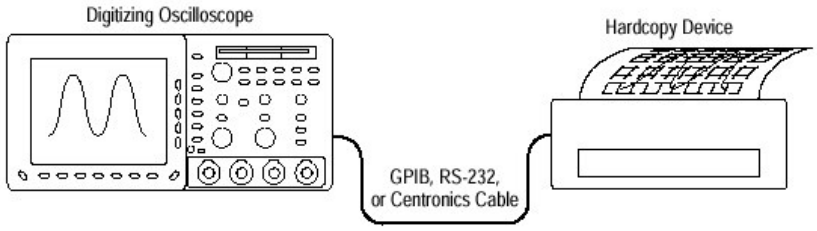


图 3-20 直接将数字示波器连接到硬拷贝装置

Print(打印)要打印单个拷贝或发送附加（额外）拷贝到数字示波器队列，等待较早的拷贝完成打印，按压 HARDCOPY。

当硬拷贝正被发送到打印机时，示波器显示信息“硬拷贝在处理中— 按压 HARDCOPY 终止打印”。

Abort（终止）要停止和放弃被发送的硬拷贝，当硬拷贝处理信息仍停留在屏幕上时，再次按压 HARDCOPY。

Add to the Spool(添加到队列)要添加额外的硬拷贝到打印机队列，在处理信息从屏幕上去除后，再次按压 HARDCOPY。

你可将硬拷贝添加到队列直到它（填）满为止。当队列被添加的硬拷贝填满，信息“硬拷贝处理中 — 按压 HARDCOPY 中止”保持显示。你可中止最近发送的硬拷贝，通过按压此键，在信息仍在显示时。当打印机在完成最后一个添加的硬拷贝后足够空时，此信息（随后）消失。

Clear the Spool（清除队列）要去掉队列中的所有硬拷贝，按压 SHIFT→ HARDCOPY MENU→Clear Spool(主菜单键) →OK Confirm Clear Spool(侧面菜单键)。

示波器运用所有未使用的 RAM 排队打印的硬拷贝。队列的大小有效。硬拷贝数依据三个变量进行排队:

- 未使用的 RAM 数
- 选择的硬拷贝格式
- 综合显示

To Save to a Floppy Disk（保存到软盘）

要将硬拷贝到软盘，按下列步骤进行:

1. 设置数字示波器的通讯和硬件参数。
2. 将格式化了的 720K 字节或 1.44M 字节的软盘插入数字示波器顶部的插槽。

注意: 要格式化软盘，删除保存在软盘上的硬拷贝文件，另外，控制软盘存储容量。

3. 按压 SHIFT→HARDCOPY MENU→Port(主菜单键) →File（侧面菜单键）规定任一输入到软盘驱动文件的硬拷贝。文件列表及滚动条显示。
4. 转动通用旋钮将滚动条放置存储硬拷贝的文件上。

注意: 在加电时，数字示波器对存储硬拷贝（文件）创建“通配符”文件 TEK????.FMT，此处“.FMT”通过选择的硬拷贝格式被替代。选择此文件同时按压 Hardcopy（硬拷贝）存储一个使用唯一名称，序列编号的硬拷贝文件。例如，数字示波器将第一硬拷贝保存成 TEK00001.FMT,第二个为 TEK00002.FMT 文件，以此类推。

5. 按压 HARDCOPY 打印选择文件的硬拷贝。

将文件保存到软盘上为日后在遥远的位置调用和显示硬拷贝文件提供了一个方便的方法。你可用另一数字示波器调用它们。你还可将其加载到的桌面操作系统的打印软件，该软件可与 PC 兼容，运行。

To Print Using a Controller（使用控制器打印）

使用下列程序，制作硬拷贝:

Connect to Hardcopy Device（连接硬拷贝装置）要在数字示波器和硬拷贝装置间的两个端口间连接控制器，由数字示波器的 GPIB 连接器（在后面板）连接到控制器的 GPIB 端口，同时由控制器的 RS-232 端口或并行端口连接到硬拷贝装置（见图 3-21）。使用 GPIB 端口至远程要求同时由数字示波器接收硬拷贝。使用控制器上的 RS-232 或并行端口至打印输出。

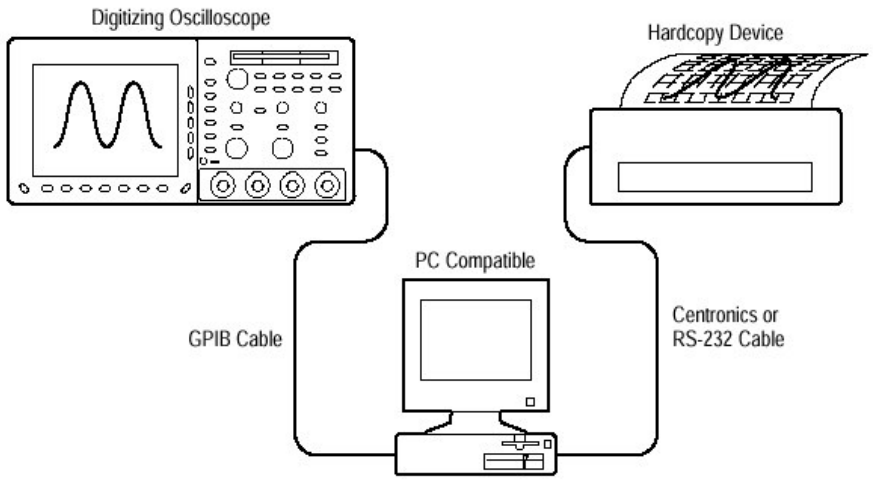


图 3-2 通过 PC 连接数字示波器和硬拷贝装置

Print(打印)若控制器与 PC 兼容同时它使用 Tektronix GURU 或 S3FG210 的 GPIB 组合，按下列步骤打印硬拷贝：

1. 使用 MS-DOScd 指令移到安装的 GPIB 板使用的软件目录。例如，若在 GPIB-PC 目录下安装了该软件,键入:cd GPIB-PC。
2. 运行 GPIB 板的使用的 IBIC 程序。键入：IBIC。
3. 键入：IBFIND DEV1，此处“DEV1”是针对定义的数字示波器名称，该名称使用 GPIB 板使用的 IBCONF.EXE 程序。

注意：若定义其它名称，使它来代替“DEV1”。另外，记住数字示波器的装置地址，该地址由 IBCONF.EXE 程序设置应与数字示波器使用程序设置的地址匹配。

使用某些硬拷贝格式制作的硬拷贝会在控制器上产生超时。若发生超时，在控制器软件上增加超时设置。

4. 键入：IBWRT“HARDCOPY START”
5. 键入：IBRDF<Filename>此处<Filename>是有效的 DOS 文件名，是用以调入硬拷贝的信息。其长度小于 8 个字母，带有不超过 3 个字母的扩展名，你可键入“ibrdf screen1”
6. 键入:Exit 退出 IBIC 程序。
7. 复制文件数据到硬拷贝文件。键入：COPY<Filename><Output port></B>此处：
   <Filename>是步骤 5 定义的文件名。
   <Output port>是拷贝装置连接的 PC 输出端口（例如：LPT1 或 LPT2）。

例如，要复制一个屏幕 1 调用的文件到连接到 lpt1 平行端口的答应机，键入“copy screen 1lpt1:/B”。

硬拷贝装置现在打印一个数字示波器屏幕图形。

注意：若使用计算机网络传送硬拷贝文件，使用二进制（8 位）数据路径。

Connection Strategies（连接战略）

数字示波器可打印已许多格式显示的复制文件，提供硬拷贝装置一个较宽的选择。它还使你更容易地将示波器屏幕放到桌面打印系统。

但，因数字示波器只有一个 GPIB 接口，且许多硬拷贝装置 RS-232 或并行端口，你必须有一个连接战略将数字示波器的硬拷贝数据发送到打印机或绘图机现存三个战略：

注意：若示波器安装了选件 13，则示波器除 GPIB 端口外，有一个 RS-232 端口和一个并行端口。

- 使用带有 GPIB 连接器的打印机/绘图机
- 使用 GPIB 到并行口或 GPIB 到 RS-232 转换器盒。
- 使用 GPIB 和 RS-232 或并行端口发送数据到计算机

注意：若示波器装有选件 IF，则带有软盘文件系统。用此文件系统，还可发送数文件到软盘为日后通过带有读取 MS-DOS 兼容软盘能力的计算机打印。

Using a GPIB-based Hardcopy Device（使用 GPIB 基准的硬拷贝装置）你可直接将数字示波器与 GPIB 基准的硬拷贝装置连接（见图 3-20）。该图 GPIB 硬拷贝装置的实例是泰克 HC100 绘图机。

Using a GPIB-to Centronics or GPIB-to RS-232 Convrt 你可将 GPIB-to-Centronics 或 GPIB-to-RS-232 接口转化器盒放置数字示波器和 RS-232 或 Centronics 硬拷贝装置之间（见图 3-22）。例如,National Instruments GPIB-PRL 允许你在仅带有并行端口的泰克 HC200Dot Matrix 打印机上进行屏幕打印。

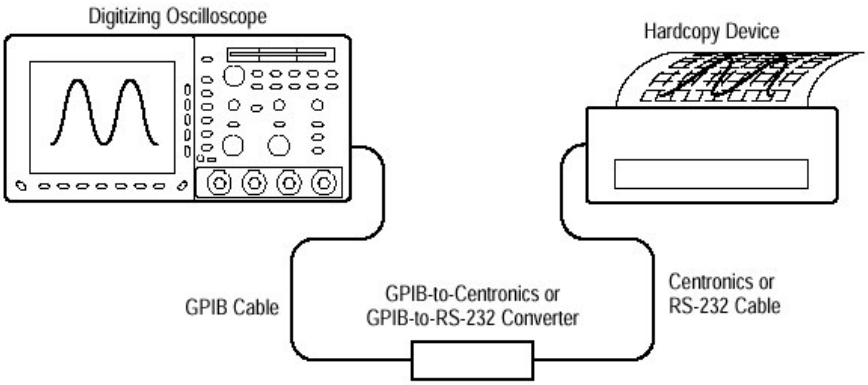


图 3-22 通过转换器连接数字示波器和硬拷贝装置

水平控制

你可使用水平菜单和旋钮来控制显示的水平部分。本节讲述如何使用水平控制和菜单。

To Check the Horizontal Status（检查水平状态）

检查 Record View 决定波形记录的大小和位置及与显示相关的触发位置（见图 3-23）。检查显示右侧较低部分的 Time Base readout（时基读出值）察看与之相关的时间/格设置（主/延迟）（见图 3-23，图 2-29）。因所有有效波形使用相同时基，数字示波器仅显示所有有效通道的一个值。

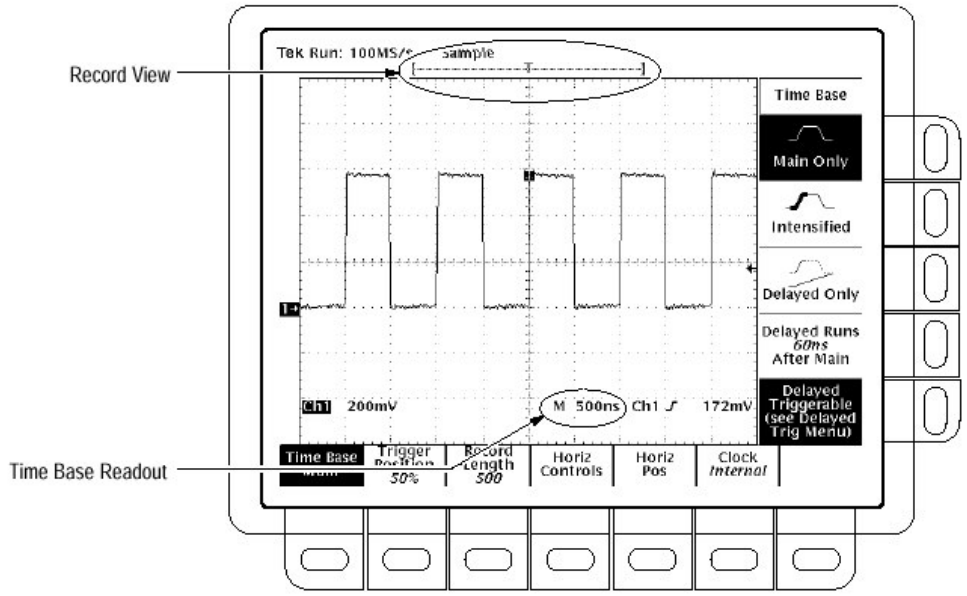


图 3-23 记录曲线和时基读出值

To Change Horizontal Scale and Position（改变水平刻度和位置）

TDS400A 示波器使用前面板旋钮或水平菜单提供水平位置和刻度控制。本节讲述如何使用旋钮和彩旦来调整波形。

通过改变水平刻度，你可集中在波形的特定部分。通过调整水平位置，你可右或左移动波形来观看波形的不同部分。当你使用较大记录范围又无法观看整个屏幕波形时，这是非常有用的。

注意：若外时钟被启动，放大终止，水平刻度被设为 50c（指示 50 时钟/格）同时水平刻度旋钮无效。

要改变水平刻度和位置：

1. 转动水平 SCALE 和水平 POSITION 旋钮。（见图 3-24）。
2. 若想让 POSITION 旋钮移动的更快，按压 SHIFT 键。当替换键上方的灯打开同时在右上角显示 Coarse Knobs 字样，POSITION 很快加速。

当使用水平 SCALE 旋钮同时选择某通道时，在相同时间你可刻度所有显示的通道波形。若选择某数学或参考波形。仅刻度被选波形。

当你使用水平 POSITION 旋钮同时选择某通道时，你可在同一时间定位所有通道，当在放大菜单中设置 Horizontal Lock（水平锁定）为 All 时，你可定位参考和数学波形。

To Change Horizontal Parameters（改变水平参数）

要设置记录长度， 设置触发位置，和改变位置或刻度，使用水平菜单。水平菜单还允许你选择采集的主时基或延迟时基。

Trigger Position（触发位置）

要定义多少是预触发记录，多少是后触发信息，使用触发位置菜单项。

按压 HORIZONTAL MENU→ Trigger Position（主菜单键）→ Set to 10%,Set to 50%或 Set to 90%(侧面菜单键)或按压 Pretrigger（侧面菜单键）同时使用通用旋钮来改变值。

Record Length（记录长度）

组成记录的点数由记录长度来定义。要设置波形的记录长度：

1. 按压 HORINZONTAL MENU→Record Length（主菜单键）。侧面菜单列出各种不连续的记录长度选择。
2. 要把全部（大部分）采集波形固定到可视屏幕，不考虑记录长度，按压 HORIZONTAL MENU→Rrcord Length（主菜单键）。然后从侧面菜单将 Fit to Screen 转到开。这提供了与放大方式类似的功能并改变时间/格直到波形与屏幕拟合。关闭此特性，转动 Fit to Screen 为 OFF。

注意：使用选择 1M 和 2A，对参考波形仅 120K 点有效。若在水平菜单中选择 120K 记录长度，仅可保存一个参考波形。另外，仅可使用/显示四个波形。即使不显示源波形，双波形-数学上使用的四分之三波形。例如显示的一个波形是 CH1 和 CH2 的和，即使 CH1 和 CH2 不显示，你使用的是三个波形。所以你只可显示一个附加波形。

Horizontal Scale（水平刻度）

要数字地改变水平刻度（时间/格），使用水平刻度旋钮代替菜单。

注意：若打开外时钟，终止放大，水平刻度旋钮无效同时水平主刻度和延迟刻度相同（50c）。若终止放大，你可改变显示的刻度，而延迟刻度被锁定到主刻度。

按压 HORINZONTAL MENU→Horinz Controls（主菜单键）→Main Scale 或 Delayed Scale（侧面菜单键）同时使用通用旋钮来改变刻度值。

注意：当设置水平刻度为 50ms 或低于 50ms 同时 Roll Mode Status（滚动方式状态）为 Automatic（自动）或如果水平时钟菜单被设置成 External（外部）同时最大外部时钟采样率被设为 1kc/秒最大或较小，示波器进入滚动方式。

Roll Mode（滚动方式）

你可关闭滚动方式或允许滚动方式自动开和关。

按压 HORIZONTAL MENU →Horiz Controls（主菜单键）。按压 Roll Mode（侧面菜单键）在 OFF 和自动间调节。

Horizontal Position（水平位置）

要设置水平位置到规定值，使用水平位置旋钮代替菜单：

按压 HORIZONTAL MENU→Horiz Pos（主菜单键）→Set to 10%,Set to 50%或 Set to 90%(侧面菜单键)来选择多少显示的波形在显示中心的左侧。

还可控制水平位置的变化设置，是否影响所有显示的波形，只影响有效波形或仅选的波形。

按压 HORIZONTAL MENU →Time Base（主菜单键）→Main Only，Intensified 或 Delayed Only(侧面菜单键)。

注意：若外时钟启动，选择 Intensifies 增强整个时基。

通过按压 Intensified,显示一个增亮的区域表示何处出现的延迟触发记录长度与主触发相关。要了解如何改变正常和增亮的波形。

还可选择 Delayed Runs After Main 或 Delayed Triggerable。

Horizontal Clock（水平时钟）

要改变水平时钟：

按压 HORIZONTAL MENU→Clock（主菜单键）→Internal 或 External（侧面菜单键）同时使用通用旋钮改变刻度值。

注意：当选择外时钟时，未放大的水平刻度改变到 50c(表示 50 时钟/格)。当使用选件 2F，外时钟和光标来测量频率时，显示的频率被规范到外时钟频率。要计算实际频率，外时钟频率除以水平时钟频率再乘显示的频率。例如，若显示的光标频率为 500Hz 同时外时钟频率是 2kHz：

$$500\ Hz \times \frac{2\ kHz}{Hz} = 1.0\ MHz$$

To Acquire a waveform Using an External Clock（使用外时钟采集波形）

软盘驱动，涡轮和穿孔机按压所有部件移动或运转，它们的行为通常最佳的观察方式是使用外部时钟。通过使用 Tachometor(测速计)或 Optical Encoder（光解码器），你可精确地将旋转或系统运行 转换成电脉冲。通过使用一个外时钟，你可观看事件发生的角度或位置。当速度改变时，显示示出在屏幕的相同位置的每一事件。显示的波形在使用内部时钟时，不因系统变化而延伸或压缩。

在外部时钟方式中，你仍可触发示波器来产生采集的波形并锁定到由外时钟提供的编码器的某个特定位置。例如，某些编码器提供信号外触发。另一个你可用作触发的信号实例是计算机硬盘内的磁区 0 信号；观察采集的波形，触发 T 示出在硬盘记录的哪一位置返回到磁区 0。

要使用外部时钟采集波形：

注意：在欠幅方式中，外时钟信号频率必须小于或等于外部时钟侧面菜单内设置的频率。若外时钟信号频率大于在侧面菜单内设置的频率，显示的波形将出现错误的幅度，通常呈现错误的形状。欠幅方式增加分辨率并限制带宽（见表 3-1）。当 Max Ext Clk（最大外时钟）率减少时，分辨率增加，带宽减小。

按压 HORIZONTAL MENU→Clock（主菜单键）→External(侧面菜单键)，若在欠幅方式中，使用通用旋钮来设置最大外时钟频率。

注意：要防止对外时钟和外触发电路的损坏，不要超过 EXT CLOCK/AUX TRIGGER 输入的输入电压率。

将 TTL-like 外时钟信号与示波器后面板上的 EXT CLOCK/AUX TRIGGER BNC 电缆连接若 EXT CLK 源可驱动 50Ω到 TTL 电平，使用 50Ω终端。在连接外时钟信号前，确定信号存在 TTL 电平及 30μs 或更快的下降沿。（在内部时钟方式，采样发生在时钟的下降沿上）。

将想要采集的信号与输入通道连接。

注意：若将最大时钟频率设置为 1kHz，不要连接外时钟大于 1kHz 的频率。如果连接，必须将外时钟信号移去并关闭示波器电源然后打开。

要调出 Edge Trigger（沿触发）选择触发源，在 TDS420A 和 TDS460A，按压 TRIGGER MENU→Type（主菜单键）→Edge（弹性菜单键）→Source（主菜单键）→Ch1,Ch2,Ch3,Ch4,AC Line,或 Auxiliary（侧面菜单键）。在 TDS410A 上，按压 TRIGGER MENU→Type（主菜单键）→Edge（弹性菜单键）→Source（主菜单键）→Ch1,Ch2,AC Line 或 Auxiliary（侧面菜单键）,然后按压 SET LEVEL TO 50%。

设置其它所有示波器控制（除在放大状态，水平刻度无效）当进行内部定时的采集时。

有限测试

限制测试提供一种自动将模板波形与每一进入或数学波形进行比较的方法。设置一个环绕波形的限制包络同时让示波器发现在此限制外的波形（见图 3-25）。当找到这样的波形时，数字示波器可产生硬拷贝，振铃，停止和等待输入，以及这些行为的任何组合，本节讲述如何使用限制测试。

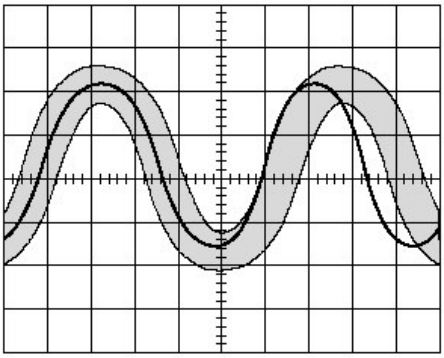


图 3-24 将波形与限制模板进行比较

当使用限制测试特性时，第一任务是创建波形的限制模板。接下来，规定与模板进行标记的通道。然后规定采取的行为，若进入波形数据超过设置限制时。最后，打开限制测试以便规定的参数有效。

To Create a Limit Test Template（创建一个有限的测试模板）

要使用进入或存储波形来创建有限测试模板，首先选择源:

1. 要进入有效测试，按压 SHIFT ACQUIRE MENU 调出采集菜单。
2. 在 TDS420A 和 TDS460A 上，按压 Create Limit Test Template（主菜单键）→Template Source(侧面菜单键)
   →Ch1,Ch2,Ch3,Ch4,Math1,Math2,Math3,Ref1,Ref2,Ref3 或 Ref4（侧面菜单键）。在 TDS410A 上，按压 Create Limit Test Template（主菜单键）
   →Template Source（侧面菜单键）
   →Ch1,Ch2,Math1,Math2,Math3,Ref1,Ref2,Ref3,或 Ref4(侧面菜单键)（见图 3-26）。

注意：如果你使用平均采集方式，采集模板波形，模板将会较平滑。

3. 按压 Template Destination（侧面菜单键）→Ref1,Ref2,Ref3 或 Ref4。

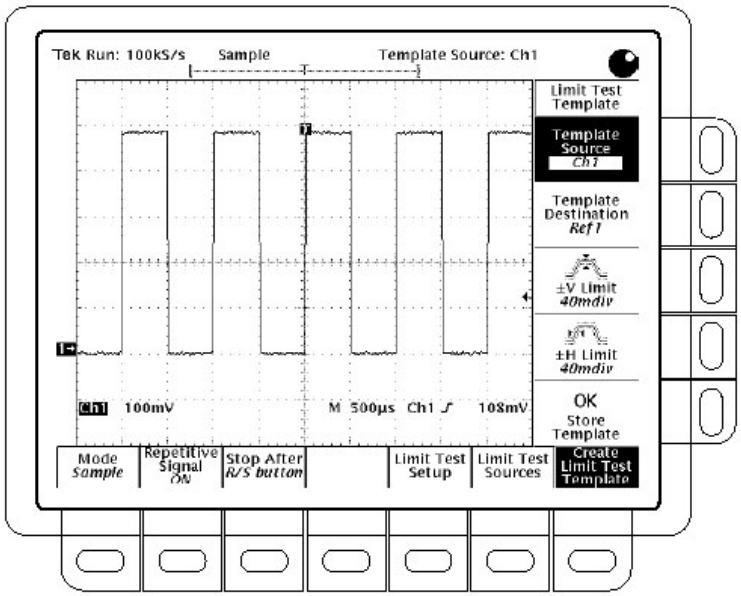


图 3-26 采集菜单 — 创建限制测试模板

现在通过规定的容许模板变化数来创建包络。容限值以主分割的分数表示。它们表示在限制测试中进入波形数据在未超过限制情况下的偏离数。此范围由 0 到 5 主格（分割）容限。

4. 按压±V Limit（侧面菜单键）。使用通用旋钮输入垂直（电压）容限值。
5. 按压±H Limit（侧面菜单键）。使用通用旋钮输入水平容限值。
6. 当规定了想要的限制测试模板后，按压 OK Store Template（侧面菜单键）。此操作使用特定的容限在规定的目的点存储特定的波形。直至此操作完成，模板波形被定义。

若需要创建另一限制测试模板，将其存储在另一目的点以避免将刚创建的模板重写。

若想观看创建的模板，按压 MORE 键。然后按压与使用的目的点参考存储相对应的键。波形在显示中出现。

注意：当限制测试打开，模板波形变暗这样你可经过模板来观看波形，要观看波形数据除在限制测试关闭时，模板包络外，使用 Dots（点）显示模式。

To Select a Limit Test Source（选择限制测试源）

现在规定将要采集波形的通道并相对，模板进行比较。

1. 在 TDS420A 个 TDS460A 上，按压 SHIFT ACQUIRE MENU→Limit Test Sources（主菜单键）→Compare Ch1 to,Compare Ch2 to,Compare Ch3 to 或

Compare Ch4 to（侧面菜单键）。在 TDS410A 上，按压 SHIFT ACQUIRE MENU→Limit Test Source（主菜单键）→Compare Ch1 to,Compare Ch2 to(侧面菜单键)。

2. 一旦从侧面菜单选择了某个波形源通道，按压相同侧面键来调节任意存储模板内的参考存储。

   有效选择四个参考波形中的任何一个，通过 Ref1 到 Ref4 或 None（无）。选择 None 关闭特定（具体）通道的限制测试。

注意：规定相同参考存储，若想使用刚创建的模板，选择模板目的点。

若已选择了多于一个的模板，可将一个通道与另一个通道进行比较；或将另一通道与其他通道进行比较。

1. 按压 SHIFT ACQUIRE MENU→Limit Test Setup(主菜单键)调出可能操作的侧面菜单。
2. 确定与想要操作对应的侧面键为 ON:

   - 若要在波形数据超过限制设置时发送硬拷贝指令，打开 Hardcopy if Condition Met（侧面菜单键）（不要忘记设置硬拷贝系统）。
   - 若要在波形数据超过限制设置时振铃，打开 Ring Bell if Condition Met（侧面菜单键）。
   - 若要在波形数据超过限制设置时，数字示波器停止，打开 Stop After Limit Test Condition Met(侧面菜单键)。

   注意：标有 Stop After Limit Condition Met 键对应 Stop After 主菜单内的 Limit Test Condition Met 菜单项，你可打开此键在 Limit Test Setup 菜单内，而无法将其关闭。要关闭此键，按压 Stop After 并规定 Stop After 侧面菜单中的其它选择。

   现在你已设置了示波器的限制测试，必须打开限制测试以便所有这些操作有效。
3. 确定 Limit Test（侧面菜单键）为 ON。若为 OFF，再次按压 Limit Test（侧面菜单键），将其打开。

   当打开 Limit Test 时，数字示波器根据 Limit Test Source 侧面菜单中的设置，将进入波形与存储在参考存储中的波形模板进行比较，。

Single Waveform Comparisions（单次波形的比较）

你可将单次波形与单个波形进行比较。当将单次波形与单个模板进行比较时，考虑下列操作特性:

- 波形被重新进行水平定位，将波形记录中位于模板限制外的的第一采样移至屏幕中心。
- 波形模板位置为其波形轨迹。

Multiple Waveform Comparisons（多波形比较）

还可将多个波形与单个模板进行比较或将多个波形与其自身模板进行比较。当进行多波形比较时，考虑下列操作特性：

- 应在 Zoom(放大)侧面菜单中设置 Horizontal Lock（水平锁定）（推按 ZOOM 及调节 Horizontal Lock 为 None）。
- 按此讲解使用水平锁定设置，示波器重新定位每一水平波形将波形记录中模板限制外的第一采样移至屏幕中心。
- 若将波形与其自身模板进行比较，波形模板位置为其波形轨迹。
- 若将两个或多个波形与公共模板进行比较，模板为失败波形轨迹位置。多在相同采集间，多个波形失败，模板为最高数字通道波形轨迹。例如，CH2 比 CH1 高。

测量波形

有各种方法测量波形属性。你可使用方格图，光标或自动测量。本节讲解自动测量；光标和方格图。

自动测量较手动测量通常更加精确和快捷。例如，手动计算方格图的格。示波器持续更新和显示这些测量（值）。

自动测量值受整个波形记录的验证或，如果你规定选通测量值，在整个规定的区域，在整个规定的区域，通过光标进行验证。

Measurement List(测量列表)

TDS400A 系列数字示波器提供 25 个自动测量值。表 3-3 列出自动测量值数字示波器中的简要的定义。

表 3-3 测量值定义

名称	定义
幅度	电压测量。在整个波形范围或选通区域高测量值少于低测量值。 幅度=高-低
区域	整个测量时间范围的电压。在整个波形区域或选通范围以电压-秒表示。地以上的测量区域为正；地以下的区域为负。
脉冲宽度	定时测量。脉冲周期。测量整个波形或选通区域范围。
循环区域	整个测量时间范围电压。波形内第一循环区域范围，或选通区域第一循环，以电压-秒表示。地以上的被测区域为正；地以下的被测区域为负。
循环取平均	电压测量。波形内第一循环范围或选通区域内第一循环的数学运算取平均。
循环 RMS	电压测量。波形内第一循环范围或选通内第一循环范围的真 Root Mean Square（均方根）电压。
延迟	定时测量。跨两个不同曲线（轨迹）的 MidRef 间或曲线的选通区域间的时间。
下降时间	定时测量。波形内第一脉冲的下降沿或选通区域所占用的时间，由高参考值（缺省值=90%）到最后（值）的低参考值（缺省值=10%）。
频率	波形内或选通区域的第一循环的定时测量。周期的倒数。测量值以 Hz 表示，此处 1Hz=1 循环/秒。
高	无论何时需要高参考，中参考和低参考，此值以 100%使用（当在下降时间和上升时间测量值）。使用最小/最大或直方图方法计算。最小/最大方法使用发现（找到）的最大值。直方图方法使用中点以上找到的最常见值。测量范围为整个波形或选通区域。
低	此值用作 0%（以 0%使用）无论何时高参考，中参考和低参考须在下降时间和上升时间进行测量。使用最小/最大或直方图方法进行测量。使用最小/最大方法涉及找到的最小值。使用直方图方法，它涉及重点以下最常见的值。测量范围为整个波形或选通区域。
最大	电压测量。最大幅度。典型的最大正峰电压。测量方位为整个波形或选通区域。
平均	电压测量。整个波形或选通区域的数学运算取平均。
最小	电压测量。最小幅度。典型的最大负峰值电压。测量范围为整个波形或选通区域。
负工作周期	波形或选通区域内的第一循环的定时测量。负脉冲宽度与信号周期的比率以百分数表示。 负工作周期=负脉冲宽度/周期×100%

负过冲	电压测量。测量整个波形或选通区域。 负过冲=（低-最小）/幅度×100%
负宽度	波形内或选通区域的第一脉冲的定时测量。在负脉冲的 MidRef（缺省值为 50%）幅度点间的距离（时间）。
峰-峰	电压测量。在整个波形或选通区域内最大和最小幅度 间的绝对值差。
周期	定时测量。对波形或选通区域内刚出现的第一个完整的信号周期进行定时。频率的倒数。测量值以秒表示。
相位	定时测量。时间内一个波形的头到另一头或尾到另一尾的数（量）。以度表示，360°形成一个波形循环。
正工作周期	波形或选通区域内第一循环的定时测量。正脉冲宽度与信号周期的比率与百分数表示。 正工作周期=正宽度/周期×100%
正过冲	整个波形或选通区域范围的电压测量。 正过冲=（最大-高）/幅度×100%
正宽度	波形或选通区域内第一脉冲的定时测量。正脉冲的 MidRef（缺省值为 50%）幅度点间的距离（时间）。
上升时间	定时测量。波形或选通区域内第一脉冲的前沿到由低参考值（缺省值为 10%）到其最后的高参考值（缺省值为 90%）的上升沿所占用的时间。
RMS	电压测量。整个波形或选通区域范围的真均方根电压。

Measurement Readouts（测量读出值）

无负值显示，测量读出值出现在显示的右侧（见图 3-27）。当负值显示时，读出值显示在方格图区域。你可显示和持续更新四个测量值。

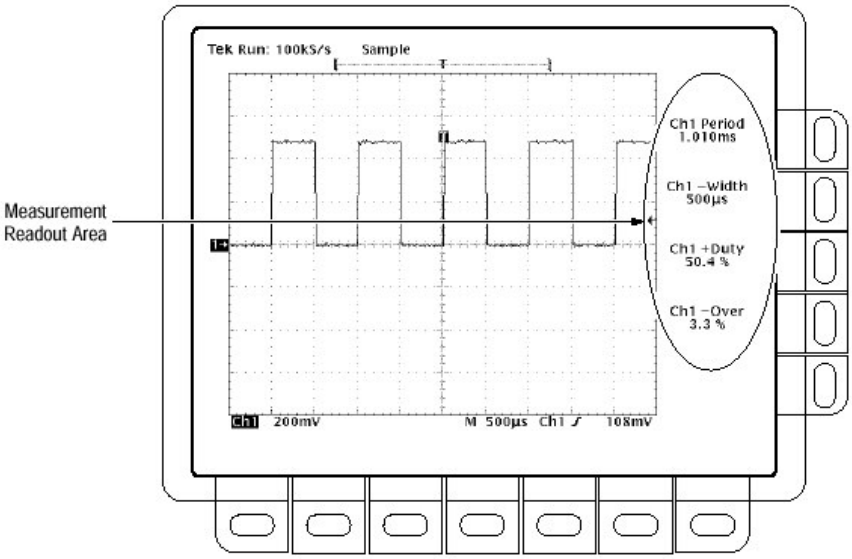


图 3-27 测量读出值

测量 1 是顶部读出值。测量 2 在其下方，等等。一旦测量读出值被显示在屏幕区域，即使移动其上方的任何测量读出值，它始终处于其位置。

Measurement Units（测量单位）

由水平时钟菜单来选择外部时钟改变与波形水平刻度相关的测量单位。当由内部时钟切换到外部时钟时，秒单位变成时钟（单位），Hz 单位变成/时钟，V 秒单位变成 V 时钟。

Selects and Display Measurements（选择和显示测量值）

要使用自动测量，你首先需获取被测波形的稳定显示。按压 AUTOSET 也许有所帮助。一旦获取了稳定的显示，按压 MEASURE 调出测量菜单（见图 3-28）。

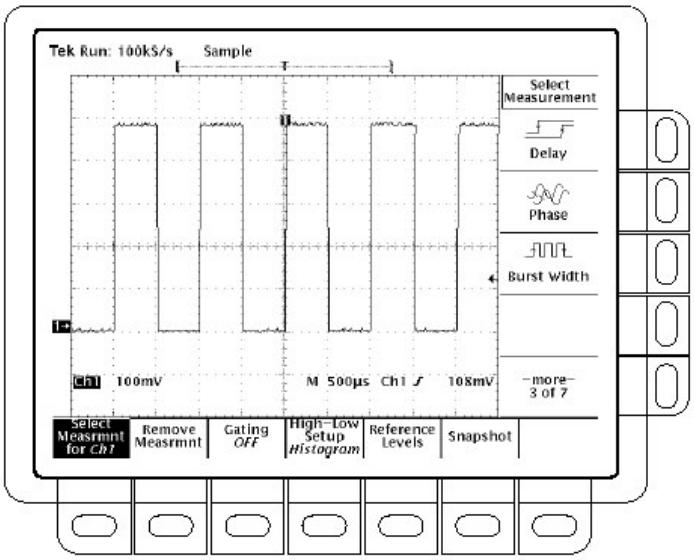


图 3-28 测量菜单

在被选波形上实施测量。测量显示告诉测量所在的通道。

1. 按压 MEASUREN→Select Measrmnt（主）。
2. 由测量菜单选择某测量。

   注意：下列是实施自动测量某些规则：

   - 一次最多仅可进行四个测量。要增加第五个测量，必须移去一个或多个现存测量（值）。
   - 要改变测量源，简单地是选择其它通道，然后选择想要的测量（值）。

- 注意在噪声信号上实施的自动测量，你也许要测量噪声的频率及不想要的波形。

数字示波器有助于你通过显示一个低信号幅度或低分辨率警告信息来识别这种状态。

Remove Measurements（去除测量）

Remove Measrmnt 选择提供明确的选择耕具显示测量值的读数位置将其移去。按下列步骤，移去测量值：

1. 按压 MEASURE→Remove Measrmnt（主菜单键）。
2. 由侧面菜单选择去除的测量。若想一次去除所有测量值，按压 All Measurements（侧面菜单键）。

Gate Measurements（选通测量值）

选通特性允许你限制到波形特定位置的测量值。当选通关闭时，示波器对整个波形记录实施测量。

当选通打开时，垂直光标显示。使用这些光标来定义想要测量的波形部分（本节称做选通区域）。按下列步骤进行选通测量：

1. 按压 MEASURE→Gating(主菜单键) →Gate with V Bar Cursors（侧面菜单键）（见图 3-29）。
2. 使用通用旋钮，移去选择的（有效）光标。按压 SELECT 改变有效光标。

显示光标菜单同时关闭 V Bar 光标，不关闭选通。（选通箭头保留在屏幕上指示选通测量区域）。你必须在选通侧面菜单中再次关闭选通。

注意：与被选波形有关的光标被显示。如果你使用两波形进行测量，可能存在一个混淆源。如果你关闭水平时钟同时调整一个独立波形的水平位置，光标相对于被选波形出现在所需的位置。选通测量保持精确，而光标显示的位置随被选波形变化。

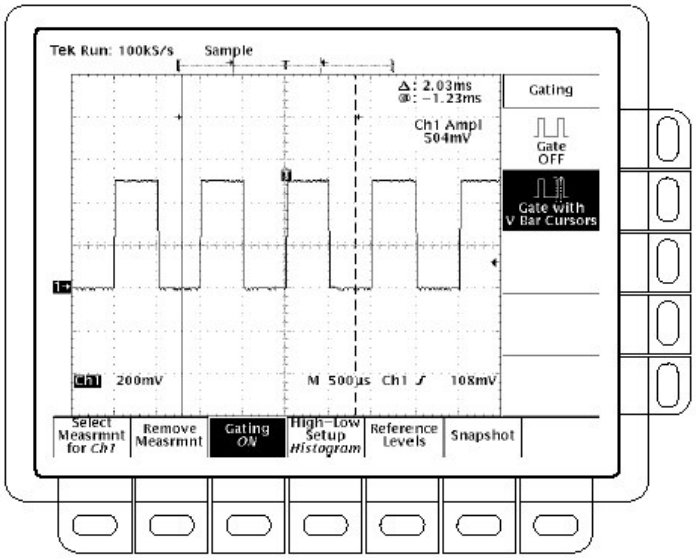


图 3-29 测量菜单 — 选通

Define High — Low Setup（定义高低电平设置）

示波器提供两个选择，直方图和最小-最大，规定如何决定波形测量的高低电平。要使用高低电平设置，按下列步骤:

按压 MEASURE→Hign-Low Setup（主菜单键）→Histogram 或 Min-Max(侧面菜单键)。如果你选择最小-最大，还想使用参考电平主菜单来检查或修改值。

Histogram（直方图）设置统计值。它选择中点（根据定义的高或低参考电平）上或下的最常见值。因此统计方法不考虑短期偏差（过冲，上升，等等）所以直方图是检验脉冲的最佳设置。

最小-最大使用波形记录的最高和最低值。是检验通用值处的不大，平坦部分，例如正弦波和三角波 — 几乎除脉冲外的所有波形的最佳设置。

Define Reference Levels（定义参考电平）

一旦你定义参考电平，数字示波器使用它们用于所有需要电平的测量。要设置参考电平，按下列步骤:

1. 按压 MEASURE →Reference Levels（主菜单键）→Set Levels（侧面菜单键）选择相对于高（100%）和低（0%）的参考电平以%设置还是以被选波形单位进行明确地设置。见图 3-30。使用通用旋钮输入值。

   %是缺省选择。对通用应用很有用。

Units（单位）有助于设置精确值。例如，你正测量 RS-232-C 电路板的技术指标，通过定义高和低参考单位，精确设置电平为 RS-232-C 技术指标电压值。

2. High Ref,Mid Ref,Low Ref,或 Mid2Ref(侧面菜单键)。
   High Ref 设置高参考电平。缺省值为 90%。
   Mid Ref 设置中参考电平。缺省值为 50%。
   Low Ref 设置低参考电平。缺省值为 10%。
   Mid2 Ref 设置用在第二波形上的中参考电平，该波形以延迟或相位测量值规定（说明）。缺省值为 50%。

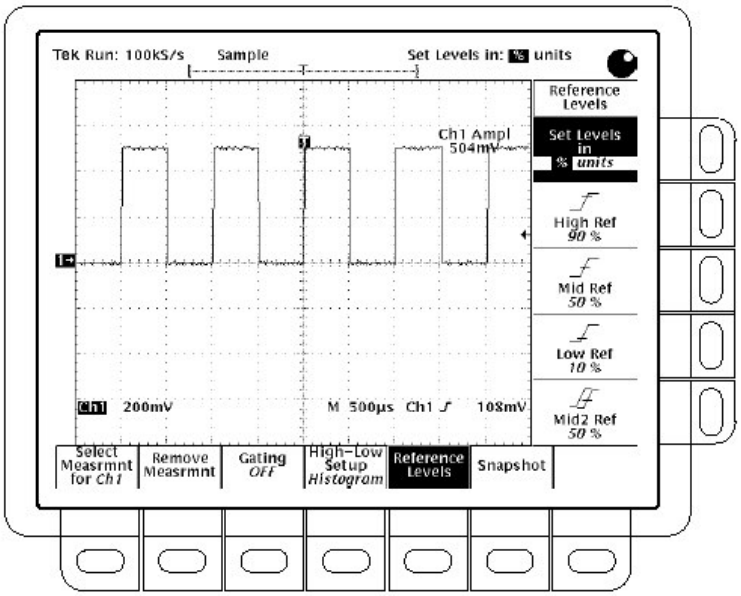


图 3-30 测量菜单— 参考电平

Take a Delay Measurement（实施延迟测量）

延迟测量允许你从被选波形的一个沿到另一波形的一个沿进行测量。按下列步骤进行延迟测量:

1. 按压 MEASURE→Select Measrmnt(主菜单键) →Delay（侧面菜单键）→Delay To（主菜单键）→Measure Delay to。
2. 重复按压 Measure Delay to（侧面菜单键）选择波形延迟。对 TDS420A 和 TDS460A 此选择为 Ch1,Ch2,CH3,Ch4 和 Math1,Math2,Math3,Ref1,Ref2 Ref3, 和 Ref4。对 TDS410A，此选择为 Ch1,CH2 和 Math1,Math2,Math3 Ref1,Ref2,Ref3 和 Ref4。

此步骤只执行被测波形的选择；注意测量波形的延迟是 from（参考）被选波形（见图 3-31）。

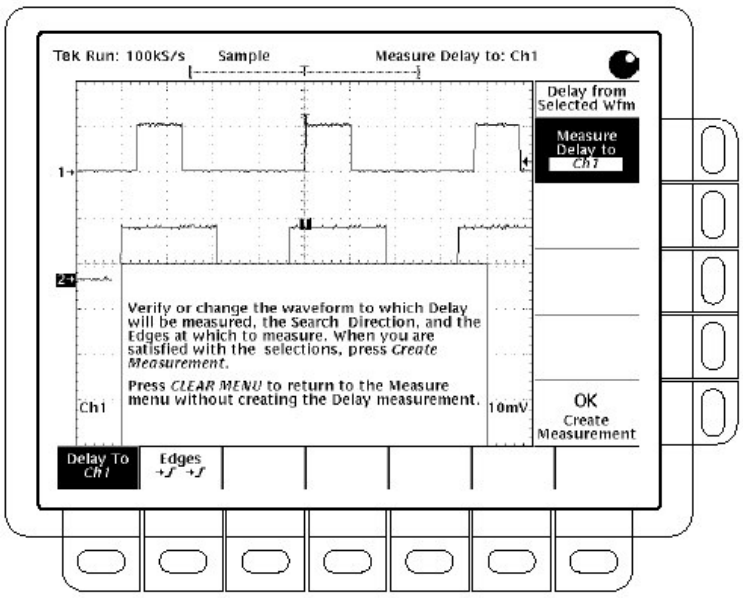


图 3-31 测量延迟菜单 — 延迟到

3. 按压 MEASURE→Select Measrmnt（主菜单键）→Delay（侧面菜单键）→Edges（主菜单键）。延迟沿的侧面菜单和方向（定位）显示。选择显示组合之一，在侧面菜单使用下列信息:

- 定义哪一沿为想要进行延迟测量的沿，并在其间进行选择。
- 在各个图标上部的波形表示 from 的波形，底部的波形表示 to 的波形。
- 选择上的方向箭头允许你规定向前搜索两波形或在 from 波形上向前搜索和在 to 波形上向后搜索。后者的选择对隔离流（stream）外的成对沿是很有用的。

4. 要进行规定的测量，按压 Delay To（主菜单键）→OK Create Measurements（侧面菜单键）。

   要退出未创建延迟测量的 Measure Delay 菜单，按压 CLEAR MENU，让你返回带 Measure（测量）菜单。

Take a Snapshot of Measurements（进行测量值的抽点打印）

有时你也许想同时观看屏幕上的所有自动测量值，为此，使用抽点打印。抽点打印执行所有被选波形上的单次有效波形测量同时显示结果。（测量值不持续进行更新）

对测量值的抽点打印读出值区域被弹性显示，在显示时，覆盖大约 80%的方格图区域（见图 3-32）。你可在任一通道或参考存储上显示抽点打印，但一次仅显示一个抽点打印。

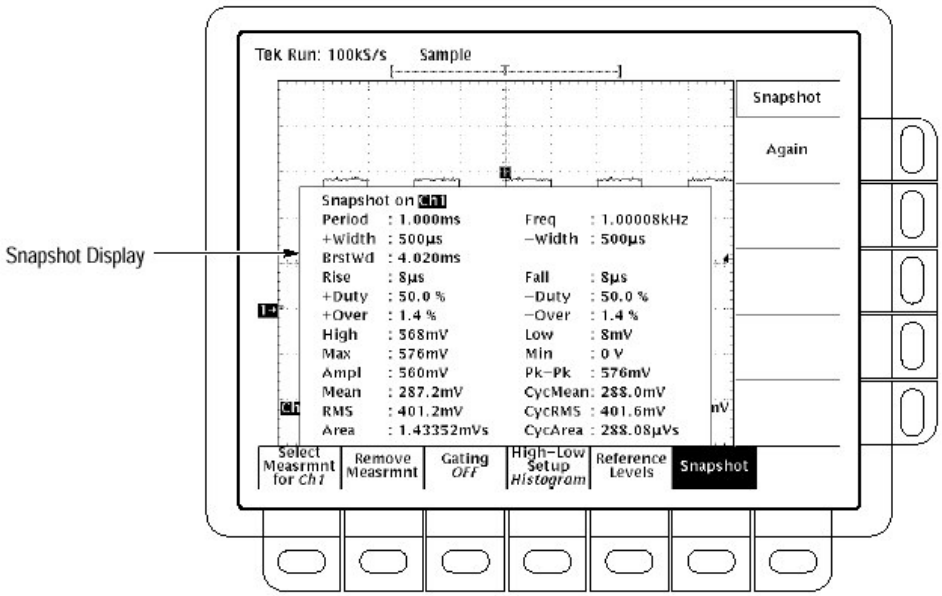


图 3-32 抽点打印菜单和读出值

要使用抽点打印，获取被测波形的稳定显示(按压 AUTOSET 可以获得帮助)。然后按下列步骤:

1. 按压 MEASURE →SNAPSHOT（主菜单键）。
2. 按压 SNAPSHOT（主菜单键）或 AGAIN（侧面菜单键）进行另一抽点打印。

注意：抽点打印显示告诉你正在进行抽点打印的通道/

3. 按压 Remove Measrmnt。

在进行抽点打印时，要考虑下列一些规则:

- 在进行抽点打印前，确定波形显示正确。抽点打印不提示你波形是否被进行了不正确的刻度（削波，低信号幅度，低分辨率，等等）
- 要变化抽点打印的源，简单地选择另一通道，数学，或参考存储波形，然后再次实施抽点打印。
- 抽点打印在单次波形采集上进行（或采集序列）。抽点打印显示内的测量值不持续更新。

- 注意在对噪声信号实施自动测量时。你也许对噪声的频率及不想要的波形实施了测量。
- 注意推按主菜单（除抽点打印外）中的任一键或任一前面板键，显示新的菜单，将抽点打印从显示中去除。
- 当由 Select Measurements(选择测量)菜单来显示各个单独的测量值时，使用带有正确抽点打印的高-低设置，参考电平，和选通测量值。

探头选件

探头的使用及如何将其与信号源连接来影响示波器采集的波形记录。两个重要的因素（系数）是接地端电感和电路板和器件的物理布局。

Ground Lead Inductance （接地端电感）

对幅度测量是很有意义的，必须给出参考点的测量。探头提供你参考接地端电压的能力。要进行尽可能精确的测量，将探头接地端与接地参考连接。

但，当你将探头端与电路进行接触时，将导入新的阻抗，电容和电感到电路（板）（见图 3-33）。

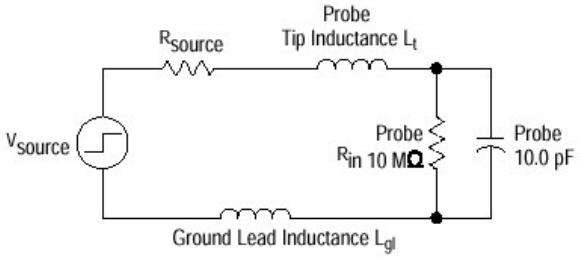


图 3-33 探头增加电阻，电容和电感

对大多数电路，无源探头的高输入阻抗对信号的影响可以忽略。系列电感由探头端和接地端表示，结果显示在寄生共振电路上，在示波器带宽内，会出现“振铃”。图 3-34 示出使用不同的接地端经过同一探头的同一信号的结果。

若感应铃声的频率超出示波器带宽，振铃和上升时间降级会被隐藏。若已知探头自感（L）和电容及接地端，你可计算出寄生电路共振点处的近似共振频率:

$$f_o = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{LC}}$$

减少接地端电感增加共振频率。理想地，将电感足够低，以使结果频率处于测量点频率之上，探头包括及格附件有助于你减少接地端电感。

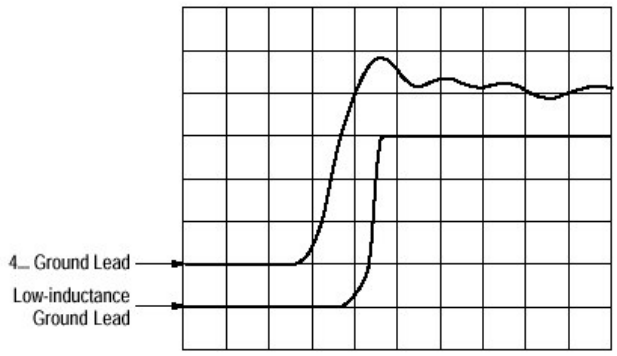


图 3-34 信号的变化由探头接地端引起

Standard Probe Accessories（标准探头附件）

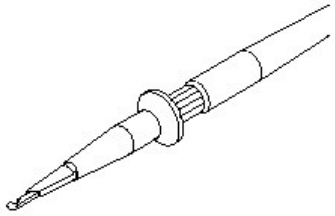
下列描述解释如何使用各种探头附件。图 3-34 示出标准的和可选的探头附件及如何将其与探头连接。

这些附件减少接地端电杆及如何使其与易与各种电路探头连接。

标准探头附件包括下列各项。图 3-35 探头附件。

Retractable Hook Tip(可伸缩的挂钩端)

可伸缩的挂钩端连接信号测试点，可使你放手操作探头。挂钩端连接有头期间，例如，电阻器，电容器，和离散的半导体。你还可使用伸缩挂钩抓住剥离的电线，跳线，公共连接县和测试针。



要最灵活地使用挂钩端，使用六英寸的接地导线。要精确测量高频，长的接地导线会存在太多的电感。在此情况下，你可使用低电感探头端来代替。

要移去挂钩端，简单地，拔下探头。再次安装，将其与探头端的有棱夹具推实。

Marker Rings（标记环）

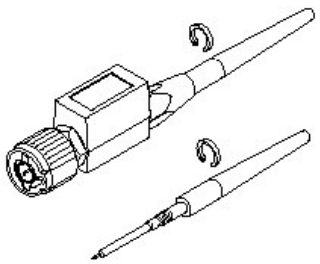
标记环帮助你在进行复杂测试设置时，保持各个探头和信号源的记录槽。无论何时想识别特定（具体的）探头，使用标记环。

Long Ground Leads(长接地头)

当长的拉杆（臂）重要而高频信息不重要时，使用长的接地头。在寻找现存或空缺信号时，长接地头对快速故障寻找很理想，但它不考虑测量精度。

因高电感与长接地头有关的，你不要使用进行 30MHz（或脉冲上升时间小于 11ns）以上的精度测量。

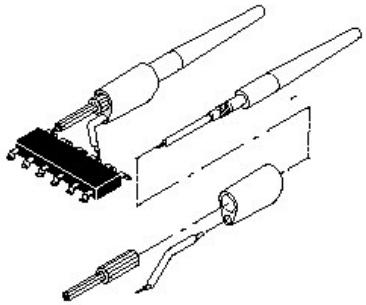
你可选择终端为齿键（弹簧夹）的接地头，也可以选择终端带有方针塞孔的接地头。



Low-Inductance Ground Lead（低感接地头）

低感接地头减少接地电感。较之典型的六英寸接地头带有大约 140nH 电感，低感接地头的电感大约在 32nH。这即意味着相对高频探头大约有高达 250MHz 降级的测量空间。

低感具有部分地隔离伸缩接地针并限制探头针的延伸长度（数）。因接地头只是简单地与接地参考连接，你可在被测装置周围轻松地将其移动。此装置对密集的电路板和多针连接器是十分便利的。

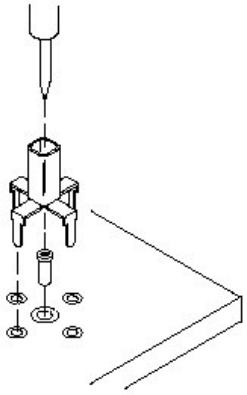


Probe-Tip-to-Circuit Board Adapters（探头尖到电路板适配器）

探头尖到电路板适配器允许你设计最小电感测试点进入下一个电路板。此适配器提供最大的探头性能，实际消除探头接地电感的影响。

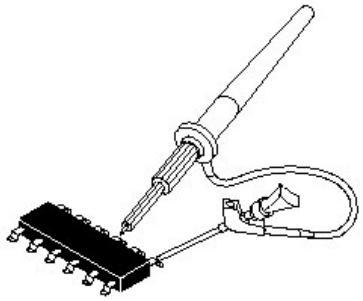
安装探头尖到电路板适配器的说明与适配器说明打包组合。要发挥其最佳性能，实现最简易的测试，泰克极力推荐您使用探头尖到电路板适配器（或下述的探头尖到机架适配器）来进入下一设计。

要使用这些适配器探头，拧下并去掉带筋的套圈。直接使用探头尖。



SMT KlipChip™

SMT KlipChip 提供放手连接物理小信号或接地源。KlipChip 的低齿形固定装置界面可抓住各种尺寸（码型）的可缩进的钩尖。



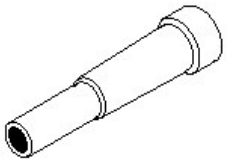
你可使用 KlipChip 作为接地夹具，信号夹具，连接接地和信号。

- 对接地夹具，使用终端带有针塞孔的长的接地头，在 KlipChip 肩形凸出部的一侧将针与终端连接。
- 对信号夹具，使用单头适配器（类似于双头适配器），在 KlipChip 肩形凸出部的一侧连接终端与针。

Optional Probe Accessories（可选探头附件）

Low-Inductance Spring Tips（低感弹性尖）

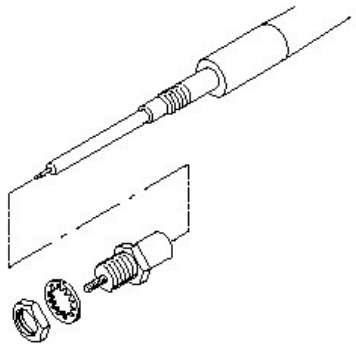
使用低感弹性尖对带有固定间距的装置进行测量。弹性尖适于进行产品的重复使用。选择不同长度的弹性来匹配各种器件装置的间距。因弹性尖接地头简单地与接地参考连接，你可在被测装置周围轻松地进行移动。



Probe-Tip-to-Chassis Adapter（探头尖带机架适配器）

探头尖到机架适配器使你无需去掉仪器面盖或面板即可进入测试点。它提供轻松进入，电路低感测试点。探头尖到机架适配器与前述的探头尖到电路板适配器具有相同的低感特性。

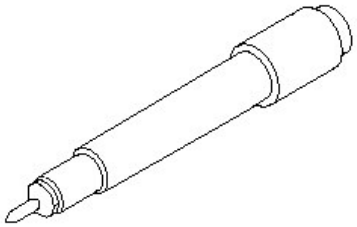
要使用这些适配器探头，拧下并去掉带筋的套圈。



Compact-to-Miniature Probe Tip Adapter（紧凑微型探头尖适配器）

压缩微型探头尖适配器允许你使用设计的附件接受较大的探头尖这些附件包括 IC 防护尖，单双引线适配器和其它附件。

要安装适配器，拧下并去掉带筋套圈，在该位置拧上适配器。



IC Protector Tip（IC 防护尖）

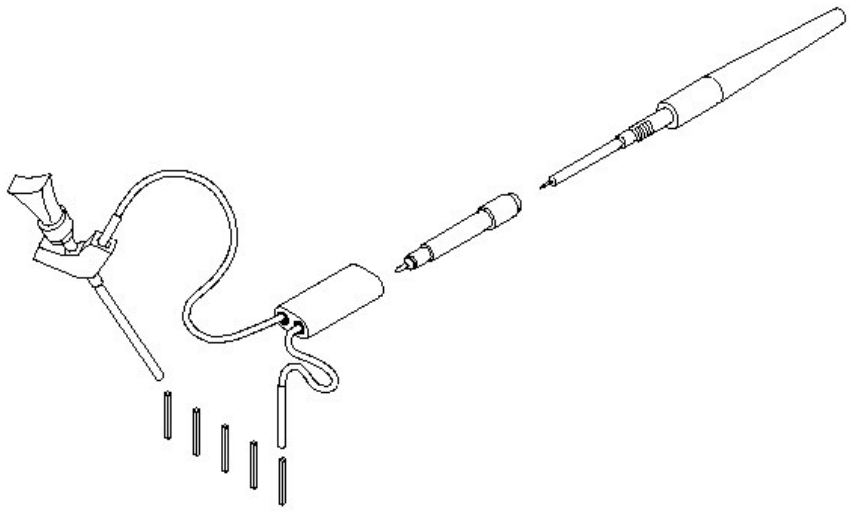
IC 防护尖简化了探头串联 IC 组合。IC 防护的形状控制探头尖到 IC 针并防止偶然事故造成的探头针缩短。它与压缩微型探头尖适配器一道使用。当使用此尖时，引线间的间距须大于或等于 0.100 英寸。

因 IC 防护尖避免使用低感尖，所以你必须使用较长的接地引线。为此你要将接地引线电感对频率大于 30MHz 的频率测量值的影响考虑进去。

Dual-Lead Adapter（双引线适配器）

双引线适配器可容易地连接 0.025 直径连接器针。一引线连接到接地参考针，另一连接信号针。适配器可防止烧损及伸缩钩尖用在软针上而造成的针损坏。这些适配器还可与 SMT KlipChip 一起使用提供接收极小信号和接地测试点的路径。

尽管双引线适配器，在增加电感方面上是长接地引线的改进，尤其在测量频率大于 30MHz 时需要使用（至少有）一个低感接地引线。考虑到信号引线的长度，双引线配置较之其它尖配置还更易受信号串音的影响。



探头的补偿

无源探头需要补偿以确保数字示波器的无失真输入同时避免高频幅度错误（见图 3-36）。

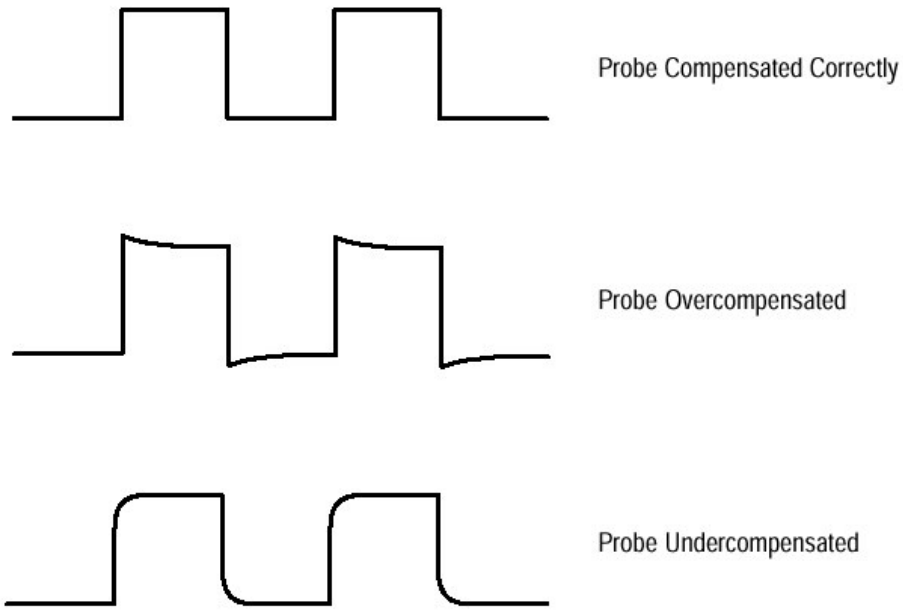


图 3-36 探头的补偿如何影响信号

To Compensate Passive Probes(无源探头补偿)

按下列步骤补偿探头:

1. 在前面板上将探头与探头补偿信号连接。
2. 按压 AUTOSET。

注意：当将有源探头与示波器连接时（例如，P6205），示波器的输入阻抗自动变成 50Ω。若连接高阻抗的无源探头（例如 P6138），你必须将输入阻抗设回到 IMΩ。步骤 4 解释（讲解）如何改变输入阻抗。

3. 按压 VERTICAL MENU →Bandwidth(主菜单键) — 20MHz（侧面菜单键）。
4. 如果你必须改变输入阻抗，按压 Coupling（主菜单键）。然后调节侧面菜单选择Ω为正确的阻抗。
5. 按压 SHIFT ACQUIRE MENU — Mode（主菜单键）— Hi Res（侧面菜单）。
6. 调节探头直至获取最佳显示的平顶方波。图 3-37 示出调节位置。

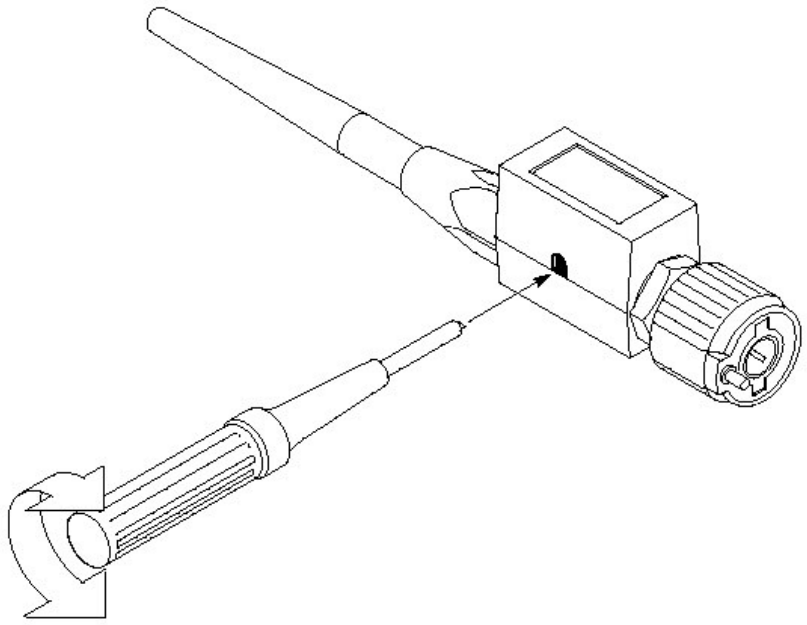


图 3-37 探头调节

探头选择

示波器使用的探头广泛用于完成各种任务（工作）。但，有时对于具体的测量使用不同的探头。本节讲解探头的五个主要类型：无源，有源，电流和时间-到电压探头。本节的讲解有助于选择正确的探头。更多内容，参看泰克产品目录。

Passive Voltage Probes（无源电压探头）

无源电压探头用于测量电压。用于无源电路分量例如，电阻，电容和电感器。无源电压探头通常分三类。

- 一般用途（高输入电阻）
- 低电感（Z_0）
- 高电压

General Purpose(High Input Resistance) Probes（常用探头）（高输入电阻）

高输入电阻的探头一般作为典型的示波器探头。数字示波器的 P6138 探头是无源探头。无源探头的高输入阻抗（典型地为 10MΩ）可忽略 DC 负载，对进行精确的 DC 幅度测量是好的选择。

但，其 8pF 到 12 pF 的电容负载会导致时间和相位测量的失真。使用高输入电阻的无源探头进行下列测量:

- 仪器性能（15V 以上，热偏差应用）
- 使用 1X 高阻抗探头，最大幅度感应
- 大电压范围（在 15 和 500V 之间）
- 精度或合格/不合个测量

Low Impedance（Z_0）Probes（低阻抗探头）

用低阻抗探头要比通用探头对频率测量更为精确，但幅度精度较差。且提供购机成本之外的较高带宽。

这些探头须以 50Ω示波器输入为终端。输入电容要比高 Z 无源探头低许多，典型地为 1pF，而输入电阻同样较低（典型地 500 到 5000Ω）。尽管 DC 加载降级幅度精度，较低的输入电容减少被测电路的频率负载，Z_0 探头在幅度精度不是主要关心的对象时，对时间和相位测量是很理想的选择。

Z_0 探头对 40V 以上的测量是很有用的。

High Voltage Probes（高电压探头）

高电压探头（图 3-38）在 100X 到 1000X 范围内存在衰减系数。除几个例外，其他无源探头的某些特性适用于高压探头。因高电压变化范围从 1kV 到 20kV（DC+峰值 AC），探头端的设计在结构上比无源探头要大得多。高电压探头具有增加较低输入电容的优势（典型地 2-3pF）。

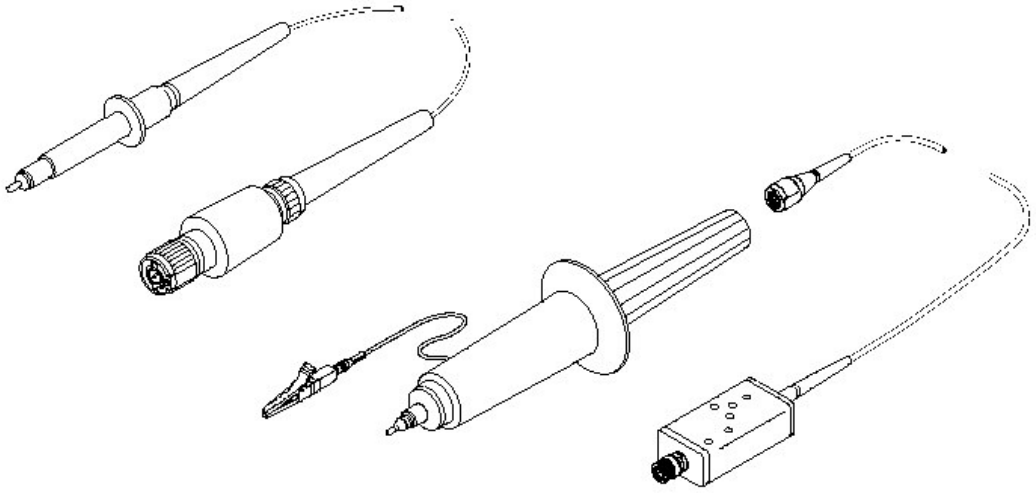


图 3-38 典型的高电压探头

Active Voltage Probes（有源电压探头）

有源电压探头，有时又叫做“FET”探头，使用有源电路元件例如晶体管。有三种：

- 高速有源
- 差分有源
- 固定夹具探头

有源电压测量探头在探头设计中使用有源电路元件处理被测电路信号。所有由于探头均需电源供电运行。电源可由外部或示波器本身提供。

注意：当你将有源探头与示波器连接时，示波器输入阻抗自动变成 50Ω。若随后连接无源探头（如 P6138），你必须将输入阻抗设回 1MΩ。垂直控制部分讲解如何改变射入阻抗。

High Speed Active Probes（高速有源探头）

有源探头提供低输入电容（典型地 1 到 2pF）同时保持无源探头的较高输入电阻（10kΩ到 10MΩ）。如 Z0 探头，有源探头对精确进行时间和相位测量是有用的，但却会降级幅度精度。有源探头具有的典型的动态范围在±10 到±15V。

Differential Probes and Preamplifiers（差分探头和预放大）

差分探头和预放大器决定电路中两点间的压降且与接地无关。差分探头和放大允许你同时测量两点及显示两电压间的差。共态抑制从敏感装置中去除多余的共态电子噪声。

差分预放大器允许直接测量变化的低幅度电压和信号且与接地无关。

有源差分探头和预放大器做为可独立应用的产品设计，使用 50Ω输入。用于有源探头的特性同样适用于有源差分探头。

Fixtured Active Probes（固定夹具有源探头）

在有些小的几何或密度电路应用中，例如，表面安装元件，手持推拿头太大不实用，你可使用固定夹具（或安装探头卡）有源探头（或缓冲放大器）来替代，准确将被测装置与示波器连接。这些探头与高速，有源探头具有相同的电子特性，但却使用较小的机械设计。

Current Probes(电流探头)

电流探头有两种类型：一种仅用于（专用）测量 AC 电流；另一种是 AC/DC 探头，使用霍尔（Hall）效应，精确测量信号的 AC 和 DC 分量。AC 专用电流探头使用变压器将 AC 电流通量为示波器的电压信号同时获取几百至 1GHz 的频响。AC/DC 电流探头包括霍尔效应半单体装置，提供从 DC 到 50MHz 的频响。

电流探头的使用是将削波钳口放置在想要测量的导电电线周围（环绕要测线路放置）（见图 3-39）。因为电流探头是非扩散的，典型负载在毫欧至Ω范围，这对低负载电路特别重要。电流探头还可进行差值测量，（其方法是）通过对探头钳口中两导体中相反电流进行测量。

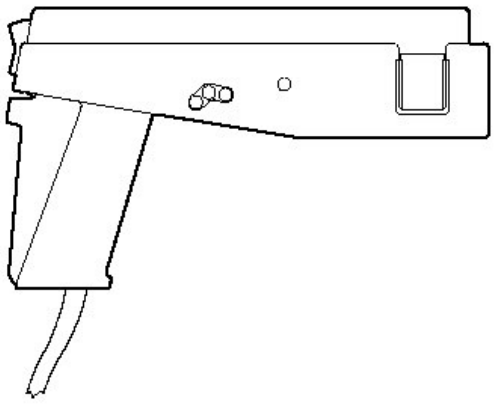


图 3-39 AM503S（选件 03）上使用的 A6303 电流探头

Optical Probes（光纤探头）

光纤探头允许你与示波器的高速模拟波形分析性能配合使用光功率计，同时具有采集，显示和分析光和电信号的特性。

应用包括测量激光的瞬变光纤属性，测量 LEDs，测量电光调制器及闪光灯。还可使用这些探头在光纤网络，局域网络，及基于 FDDI 和 SONET 标准的光基系统，光盘装置和高速光纤通讯系统的研发，制造和维护。

远程通信

你也许想将示波器整合为一个系统环境，并希望远程控制示波器或与计算机交流（交换）测量或波形数据。本节讲解如何准备和设置示波器，并通过 IEEE Std488.2-1987(GPIB)接口进行操作和控制。

To Prepare for Remote Operation（为远程操作做准备）

要通过 GPIB 转换数字示波器与其它仪器间的数据，按下列步骤来确认仪器支持 GPIB 协议并观察 GPIB 接口要求。

- 远程仪器控制
- 双向数据转换器
- 器件的兼容
- 状态和事件报告

除基本协议外，泰克已定义了经 GPIB 传输的信息码和格式。遵循这些码和格式的各个器件，例如 TDS410A，TDS420A 和 TDS460A，支持标准指令。使用仪器支持的这些指令可大大地简化 GPIB 系统的研发。

Know the GPIB Interface Requirements（了解 GPIB 接口的要求）

要将示波器与 GPIB 网络连接，阅读并遵循下列规则：

- 将不超过 15 个装置，包括控制器与单个总线连接
- 每隔两米（大约六英尺）长度加载一个装置，以保持总线的电气特性。（一般说来，在总线上每一个加载装置代表一个仪器）。
- 总电缆长度不要超过 20 米。
- 在网络运行时，至少三分之二的加载装置打开。
- 在网络装置间，只（允许）存在一个电缆路径（见图 3-40）。不（建议）创建环回结构。

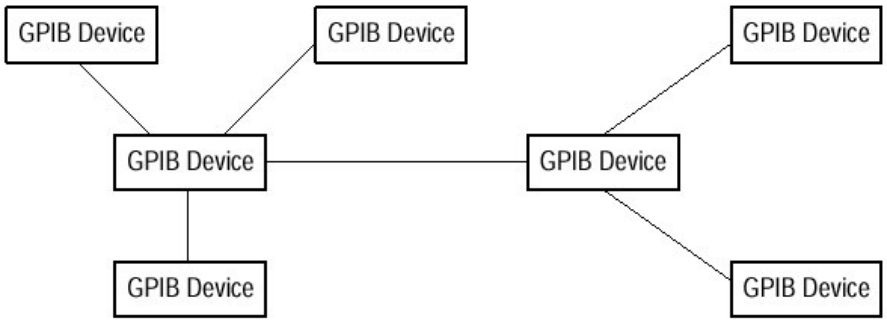


图 3-40 典型的 GPIB 网络结构

Use the Proper Interconnect Cables（使用正确的内连电缆）

要连接数字示波器与 GPIB 网络，使用 IEEE Std488.1-1987 GPIB 电缆。

标准的 GPIB 电缆与位于示波器后面板的 24 针 GPIB 连接器连接。连接器带有 D 型壳并符合 IEEE Std488.1-1987（标准）。你可在彼此顶部堆栈 GPIB 连接器（见图 3-41）。

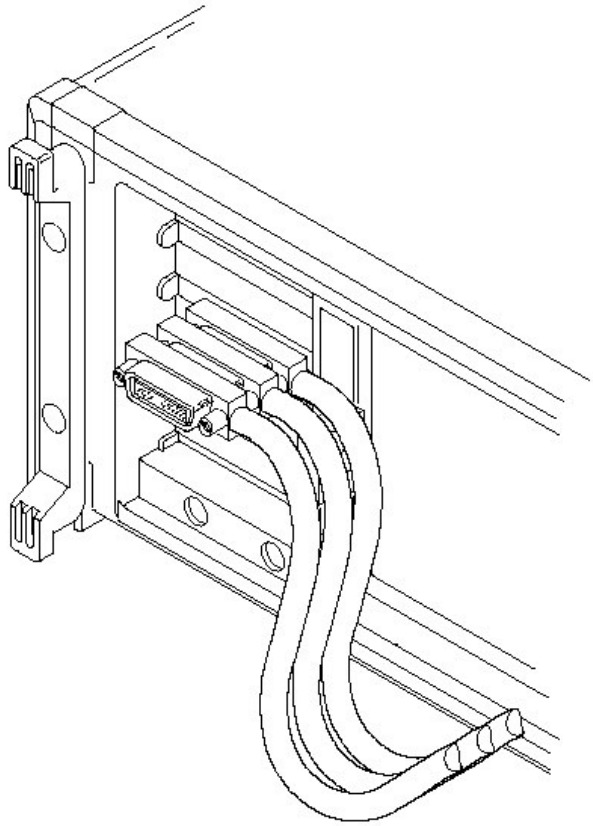


图 3-41 堆栈 GPIB 连接器

To Set Up for Remote Operation（为远程操作进行设置）

要设置远程通讯，确定你的设置满足上述 GPIB 协议和接口要求。然后按下列程序（操作）。

Connect the Oscilloscope to the GPIB（将示波器与 GPIB 连接）要连接示波器，将一个 IEEE Std 488.2-1987 GPIB 电缆（一端）插入示波器后面板的 GPIB 连接器，（另一端）插入控制器的 GPIB 端口。（见图 3-42）

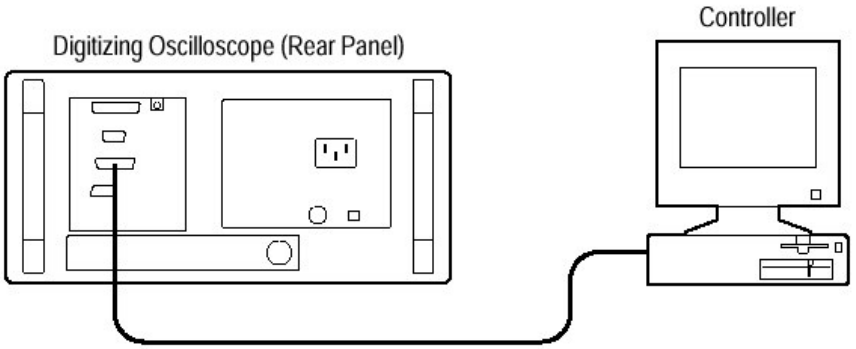


图 3-42 数字示波器与控制器连接

Select the GPIBPort.（选择 GPIB 端口）要选择 GPIB 端口，按压 SHIFT→UTILITY→System（主菜单键）→I/O（弹性菜单键）→Port（主菜单键）→GPIB（弹性菜单键）。

Configure the GPIB Port.（配置 GPIB 端口）你必须设置两个重要的 GPIB 参数：方式和地址。按下列步骤设置这些参数：

按压 SHIFT UTILITY→System（主菜单键）→I/O（弹性菜单键）→Port（主菜单键）→GPIB（弹性菜单键）→Configure（主菜单键）→Talk/Listen Adress,Hardcopy（Talk Only）,或 Off Bus（侧面菜单键）（见图 3-43）。

Talk/Listen Address 为以系统操作为基础的一般控制器配置端口。使用通用旋钮定义地址。

*Hardcopy(Talk Only)*为非控硬拷贝输出配置端口。一旦按此方法配置了端口，在按压 HARDCOPY 时，示波器将发送硬拷贝数据给总线上的每位听者。

若以其它方法配置了端口，在按压 HARDCOPY 键时，将错误产生同时数字示波器显示如下信息：当前选择的硬拷贝端口无效。

Off Bus 将总线与示波器中断。

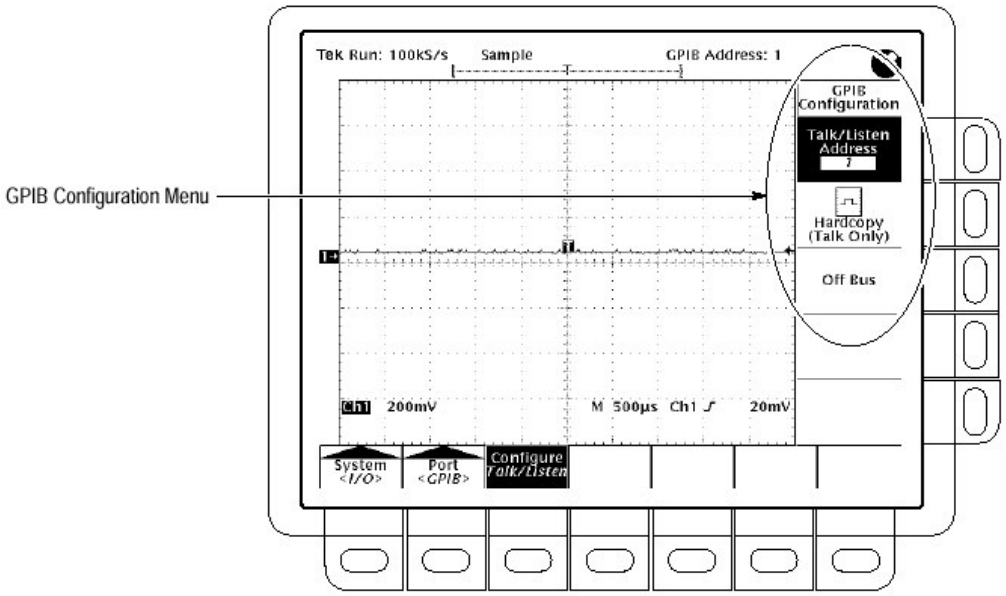


图 3-43：应用菜单(使用程序菜单)

滚动方式

滚动方式允许你观看采集的数据点，而无需等待完整的波形记录采集（结束）。滚动方式几乎提供你即时的反馈。例如，当一个扫频长度是 10 格，扫频率是 1 秒/格，10 秒填满波形记录。非滚动方式，你必须等待 10 秒才可看到位置控制是否设错。使用滚动方式，你几乎可以即可查看结果。

Roll Modes（滚动方式的种类）

滚动方式有四种：

- 非触发滚动
- 单序列的非触发滚动
- 触发滚动
- 单序列触发滚动

Untriggered Roll（非触发滚动）

非触发滚动方式在波形记录的右侧（边缘）显示新的采集数据点，同时将老的波形数据点左移。要停止数据的采集，按压 RUN/STOP。

使用非触发滚动持续观察一个慢的处理过程，了解（掌握）你通常可以看到的最新视图。

Untriggered Roll with Single Sequence（单序列的非触发滚动）

单序列非触发滚动方式在波形记录的右侧（边缘）显示新的采集数据点同时将老的波形数据点左移。在波形记录采集完成后，自动停止采集。

使用单序列非触发滚动察看最近视图数据。例如，以 20 秒/格，30K 记录长度包含 60 屏或 600 格或 12000 秒的采集数据点。单序列非触发滚动将捕获数据并保持其以便稍后观看。

Triggered Roll（触发滚动）

触发滚动方式在选择的触发位置显示新的采集数据点同时将旧的波形数据点左移。当波形记录的预触发部分被填充且有效触发被接受，波形停止左移同时新数据点在旧数据点右侧被显示。当完整的波形记录被采集，（采集）序列重新开始。

使用触发滚动来采集正常相互调试中的触发事件系列。

Triggered Roll with Single Sequence（单序列触发滚动）

单序列触发滚动方式在选择的触发位置显示新的采集数据点同时将旧的波形数据点左移。当波形记录的预触发部分被填充且有效触发被接受，波形停止左移同时新数据点在旧数据点右侧被显示。当完整的波形记录被采集，采集停止。

To Turn On Roll Mode（打开滚动方式）

按下列步骤打开滚动方式:

1. 按压 HORIZONTAL MENU→ Horiz Controls（主菜单键），同时将 Roll Mode（侧面菜单键）设置为 Automatic（自动），（然后）启动滚动方式。
2. 将 Horizontal SCALE（水平刻度）设置为≤50ms/格。

注意: 包络，平均（采集方式），或任一余辉显示方式（显示的方式）禁止滚动方式。若将水平时钟菜单设置为 External（外部的）并设置最大外部采样率大于 1kc/秒，也禁止滚动方式。

3. 若想使用非触发滚动方式，按压 TRIGGER MENU→Mode（主菜单键）→Auto（侧面菜单键）。若想（使用）触发滚动方式，按压 TRIGGER MENU→Mode（主菜单键）→Normal（侧面菜单键）(见图 3-45)。
4. 若想使用单序列滚动方式，按压 SHIFT→ACQ MENU→Stop After（主菜单键）→Single Sequence（侧面菜单键）.

To Turn Off Acquisitions（关闭采集）

按下列步骤停止滚动方式采集:

若未处于 Single Sequence（单序列）,必须按压 RUN/DTOP 来停止滚动方式。若处于 Single Sequence,滚动方式自动地在采集记录完成后停止。

To Turn Off Roll Mode（关闭滚动方式）

按下列步骤关闭滚动方式:

注意: 包络，平均（采集方式），或任一余辉显示方式（显示的方式）禁止滚动方式。若将水平时钟菜单设置为 External（外部的）并设置最大外部采样率大于 1kc/秒，滚动方式关闭。

1. 设置 Horizontal SCALE≥20ms/格。
2. 要关闭滚动方式，即使在水平刻度为≤50ms/格（开启状态），按压 HORIZONTAL MENU →Horiz Controls（主菜单键），同时将 Roll Mode（侧面菜单键）设置为 Off。
3. 若处于单序列滚动方式，同时想离开单序列滚动方式，按压 SHIFT→ACQ MENU →Stop After（主菜单键）RUN/STOP（侧面菜单键）。

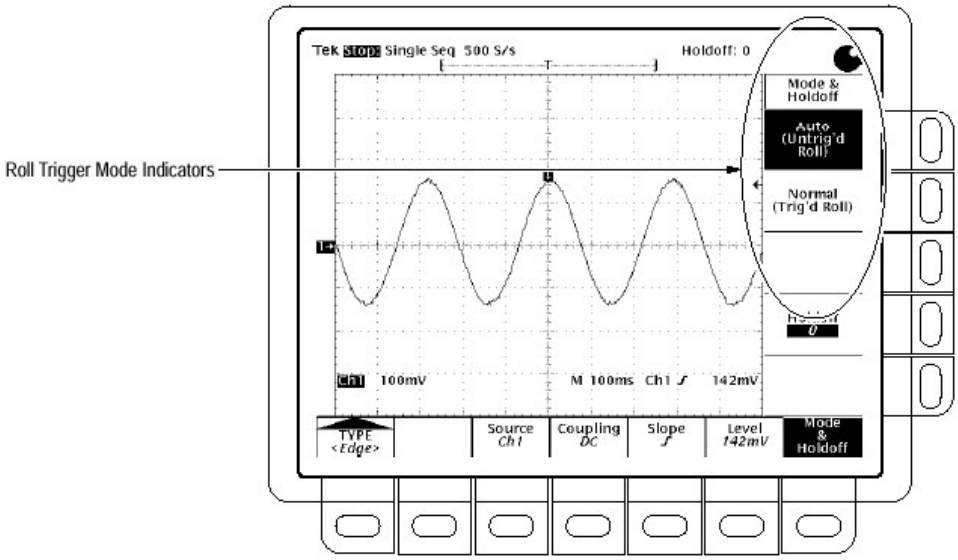


图 3-45 触发方式菜单

保存和调入设置

TDS400A 数字示波器的内部存储器可存储 10 个示波器设置，以备日后调用。本节讲述如何保存和调入设置及如何调入工厂缺省设置。

有许多理由使你想保存和再用设置。例如，在实验阶段改变设置，想快速返回初始设置。保存的设置即使在示波器关闭或电源线拔下后依然存在。

To Save a Setup（保存设置）

要保存数字示波器当前的设置:

1. 按压 SETUP→ Save Current Setup（主菜单键）。

停止.在进入步骤 2 前，注意如果你选择一个标记为 user（用户）设置位置，你将重写先前存储的用户设置。你可在标记有 factory（工厂）设置位置存储设置不妨碍先前存储的设置。

2. 要存储内部设置，从侧面菜单 To Setup 1,To Setup 2,...（见图 3-46）十个存储位置中任选一个。现在当前的设置被存储在那个位置。
3. 要将设置存储在软盘，To File。然后使用通用旋钮由结果滚动条列表选择正确的文件。最后，按压侧面菜单 Save To Selected File 完成此操作。

注意：在不同型号的示波器间或不同软件版本号间，设置不能转换。

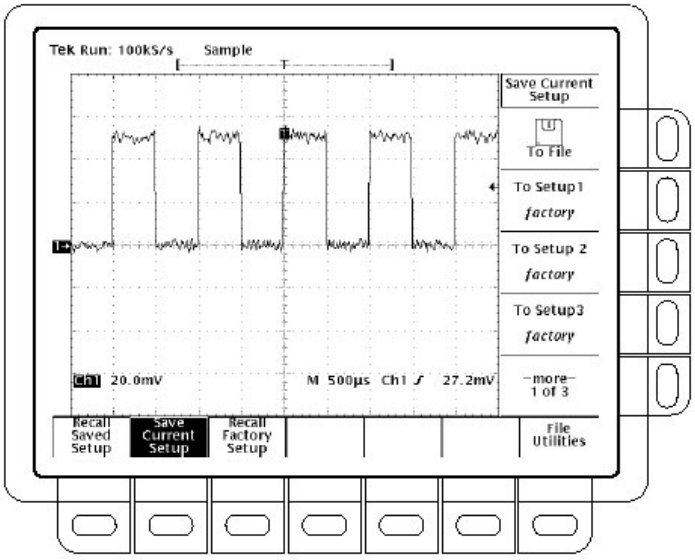


图 3-46 保存/调入设置菜单

To Recall a Setup（调入设置）

要调入存储的设置，按压 From File。然后使用通用旋钮从结果滚动列表选择正确文件。仅显示使用.set 扩展名的文件。最后，按压侧面菜单 Recall From Selected File 来完成操作。

不改变当前显示的菜单调入设置。若调入标记有 factory 的侧面菜单设置，你可调入工厂设置。

To Recall the Factory Setup（调入工厂设置）

要将示波器重置为工厂缺省设置：

按压 SETUP→Recall Factory Setup（主菜单键）→OK Confirm Factory Init（侧面菜单键）。

To Delete All Setups and Waveforms — Tek Secure®

有时你会使用数字示波器来采集准确性高的波形。进而，在将示波器返回到通用状态前，你会移去所有这样的波形和任何用于采集波形的设置。要使用 Tek Source 移去所有存储设置和波形（不影响高密存储软盘）。

按压 SHIFT UTILITY→System（主菜单键）→Config(弹性菜单键) →Tek Secure Erase Memory（主菜单键）→OK Erase Setup& Ref Memory（侧面菜单键）。

执行 Tek Secure 来完成下列工作:

- 用零采样值来替代参考存储器中的所有波形。
- 用工厂设置来替代当前的前面板设置和设置存储器中所有设置。
- 计算所有波形存储器和设置存储位置的检验和，以验证设置和波形删除（是否成功完成。
- 若检验和计算不成功，则显示警告信息；若检验和计算成功，则显示一个肯定的信息。

保存和调入波形

你可在数字示波器的四个内部参考存储器中的任一一个存储器内存储波形。即使示波器关闭或电源线拔下，存储波形依然保存。示波器还可将波形保存到软盘内，本节讲述如何保存，删除，和显示参考波形。

注意: 使用选件 1M 和 2A，参考波形仅 120K 波形点有效。若在水平菜单中选择 120K 记录长度，仅可保存一个参考波形。此外，你只可使用/显示四个波形。即使不显示源波形，使用的 3/4 波形计算的双波形。例如，如果你显示一个 CH1 和 CH2 之和的数学波形，即使 CH1 和 CH2 本身不显示，你已使用了三个波形。所以只可（再）显示一个增加的波形。

数字示波器一次最多可显示 11 个波形（TDS410 上，最多为 9 个）。包括自输入通道的波形，四个参考波形，和三个数学波形。你可保存不同大小波形纪录的任何组合，只要总数小于非易失存储器的波形容量。

当许多波形和通道一起使用时，保存的波形是有用的。若存在多个显示波形时，你可保存任一波形，然后停止其采集。使用此方法来显示另一波形而无需与第一波形脱离。

To Save a Waveform（保存波形）

按下列步骤保存某波形：

1. 选择想要保存波形所在的通道。

注意：在进入步骤 2 前，注意，如果你使用标有 active 的参考存储位置（见图 3-47），将重写先前存储在此位置的波形。你可在标有 empty（空）的参考位置存储波形而不妨碍先前存储的波形。

2. 要存储一个内部波形，按压保存/调入 WAVEFORM→Save Waveform（主菜单键）→Ref1,Ref2,Ref3 或 Ref4（侧面菜单键）。

注意：在进入步骤 3 前，主义当前的 Save Format(见图 3-49)。若要以不同格式保存，参看选择保存格式部分。

3. 要将波形存储到软盘，按压保存/调入 WAVEFORM→Save Waveform（主菜单键）→To File(侧面菜单键)。然后使用通用旋钮从结果滚动条列表选择正确文件。最后，按压侧面菜单 Save To Selected File 来结束操作。

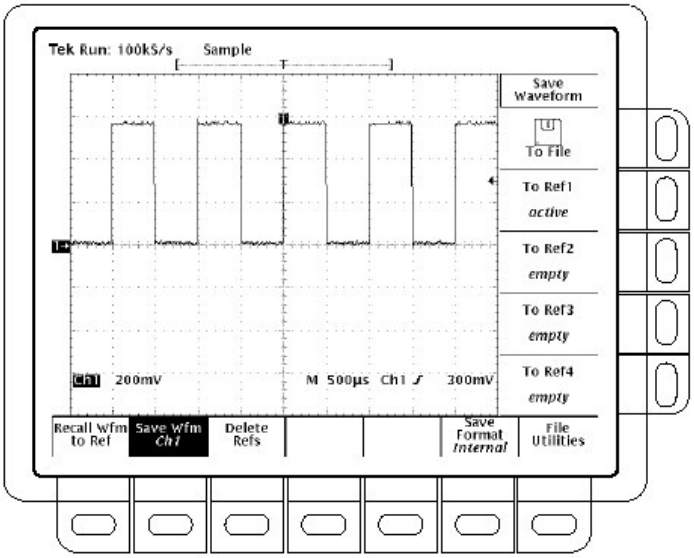


图 3-47 保存波形菜单

To Delete Waveforms（删除波形）

要删除参考波形：

按压保存/调入 WAVEFORM →Delete Refs(主菜单键) →Delete Ref1,Delete Ref2,Delete Ref3,Delete Ref4 或 Delete All Refs（侧面菜单键）。

To Delete All Waveforms and Setups(删除所有波形和设置)

要去除所有存储的波形和设置，使用 Tek Secure 特性。

To Display a Saved Waveform（显示保存的波形）

要显示内部参考存储器中的波形:

按压 MORE→ Ref1,Ref2,Ref3,或 Ref4（主菜单键）。

注意图 3-48，主菜单项 Ref2,Ref3 和 Ref4 出现的阴影，而 Ref1 无阴影，References 为空出现阴影在 More 主菜单内。

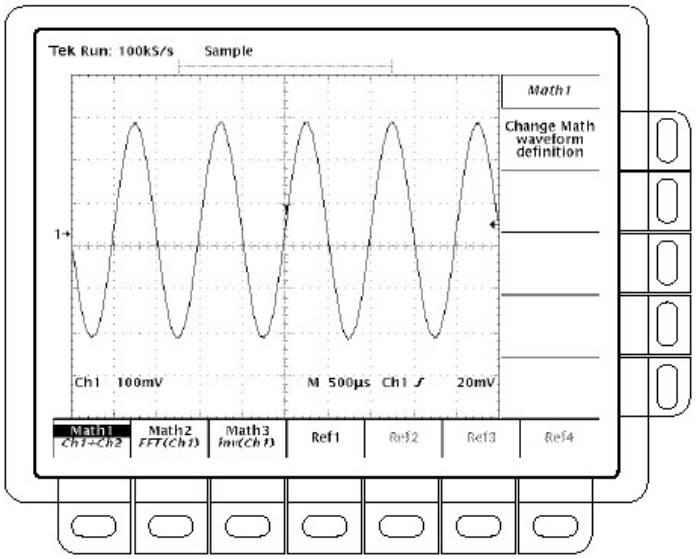


图 3-48 More 菜单

To Recall a Waveform From Disk（由软盘调入波形）

要从软盘调入波形到内部参考存储器，按压保存/调入 WAVEFORM →Recall Wfm To Ref。然后使用通用旋钮从结果滚动条列表选择正确文件。仅显示带有.WFM 扩展名的文件。最后按压侧面菜单 To Ref1,To Ref2,To Ref3,或 To Ref4 选择来结束操作。

To Select the Save Format（选择保存格式）

要选择示波器使用的格式来保存波形文件，按压保存/调入 WAVEFORM→ Save Format（主菜单键）→ Internal,MathCAd,或 Spreadsheet（侧面菜单键）（见图 3-49）。有三种有效格式:

- 以示波器的内部格式创建的.WFM 文件
- 通过 MathCad 可用格式创建的.DAT 文件

- 由大多数电子数字表格创建的.CSV 文件。

选择通道

数字示波器将所有具体的波形活动，例如测量或垂直刻度和位置用于被选通道。你可选择通道波形，数学运算波形或参考波形。本节讲述如何选择波形和如何关闭波形显示。

To Identify the Selected Channel（识别被选波形）

决定当前被选通道，察看通道读出值。在显示的左下角被选通道以相反视图示出。被选通道的通道参考指示器也以相反视图沿显示左侧示出。见图 3-50。

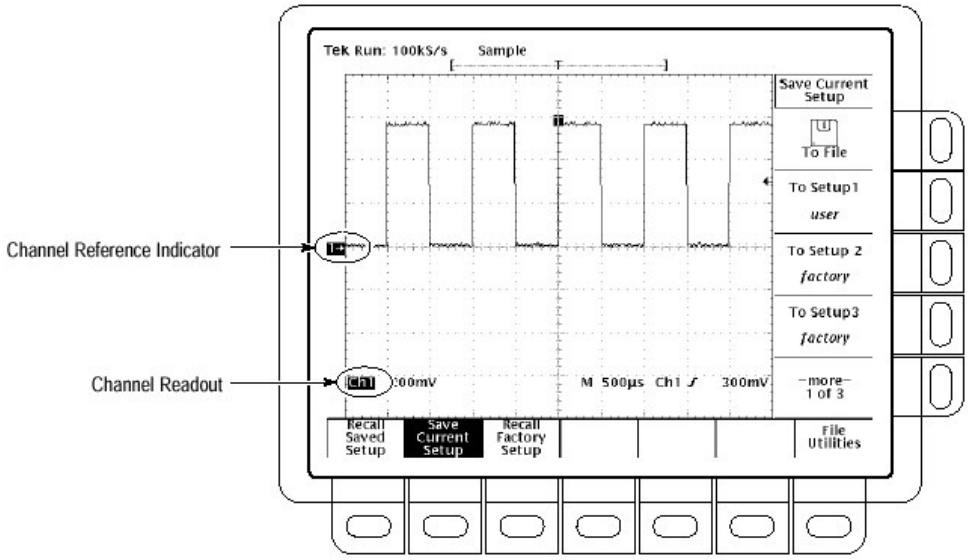


图 3-50 通道读出值

To Select and Remove Waveforms（选择和移去波形）

要选择通道使用显示右侧的通道选择按键。

在 TDS420A 和 TDS460A 上，这些按键标记 CH1，CH2，CH3，CH4 和 MORE。在 TDS410A 上，这些按键标记 CH1，CH2 和 MORE。MORE 按键允许你选择内部存储的 Math 和 Ref（数学运算和参考）波形进行显示和操作。被选通道由各按键上部的点亮的 LED 指示灯指示。

按下列步骤首先显示波形，然后将波形从显示中移去:

1. 按压 CH1，CH2，CH3 或 CH4（TDS410A 上有 CH1 或 CH2）打开想要的通道数。最后选择被选通道。若选择的通道尚未打开，将其打开。

不使用通道选择按键选择触发源。代之以在主触发菜单或延迟触发菜单中选择触发源。

2. WAVEFORM OFF 按键关闭被选通道波形的显示。还将从显示波形上去除任一自动测量。
3. 要选择已创建的数学波形或已存储的参考波形，按压 MORE 并从 More 菜单选择波形。在 MORE 按键点亮时，按压 WAVEFORM OFF 去除 More 菜单中被选波形的显示。

Waveform Priority（波形优先顺序）

当关闭波形时，数字示波器自动选择下一个最高优先权的波形。图 3-51 示出示波器如何优先选择波形。

若关闭多个波形并通过关闭通道波形开始，所有通道在进入 MORE 波形前将被关闭。若从关闭 MORE 波形前开始。所有 MORE 波形在进入通道波形前，将被关闭。

若将关闭的是触发源通道，继续关闭的仍是触发源（通道），即使波形不显示。

1. CH1 (All models)
2. CH2 (All models)
3. CH3 (TDS 420A and TDS 460A)
4. CH4 (TDS 420A and TDS 460A)

5. MATH1
6. MATH2
7. MATH3

8. REF1
9. REF2
10. REF3
11. REF4

图 3-51 波形选择的优先顺序

自动设置：自动设置和重置

TDS400A 可自动获取和显示可用（有效）范围的稳定波形。本节讲述如何执行自动设置并列表自动设置后的有效缺省设置，

自动设置自动根据输入信号特性设置前面板控制。较之手动控制，自动设置更容易，更快捷。

自动设置在采集，显示，水平，触发和垂直类别内进行调节。

注意：自动设置会改变垂直位置目的市正确定位波形。通常将垂直偏移设置为 0V。

Autoset the Oscilloscope（自动设置示波器）

按下列步骤自动设置示波器：

1. 对应输入通道，按压通道选择按键（例如 CH1）并使之有效。
2. 按压 AUTOSET。

若在一个或多个通道显示时，使用自动设置，数字示波器选择水平刻度的最低数字通道并对其进行触发。垂直地对所有在用通道单独进行刻度。

若在无通道显示时，使用自动设置，数字示波器打开通道 1 并进行刻度。

Autoset Defaults（自动缺省）

表 3-4 列表自动缺省

Control	Changed by Autoset to
Acquire Mode	Sample
Acquire Repetitive Signal	On

Control	Changed by Autoset to
Acquire Stop After	RUN/STOP button only
Display Style	Vectors
Display Format	YT
Display Intensity — Overall	If less than 50%, set to 75%
Horizontal Clock	Internal
Horizontal Position	Centered within the graticule window
Horizontal Record Length	Unchanged
Horizontal Scale	As determined by the signal frequency
Horizontal Time Base	Main Only
Limit Test	Off
Selected channel	Numerically lowest of the displayed channels
Trigger Coupling	DC
Trigger Holdoff	1
Trigger Level	Midpoint of data for the trigger source
Trigger Position	Unchanged
Trigger Slope	Positive
Trigger Source	Numerically lowest of the displayed channels (the selected channel)
Trigger Type	Edge
Vertical Bandwidth	Full
Vertical Coupling	DC unless AC was previously set. AC remains unchanged.
Vertical Offset	0 volts
Vertical Scale	As determined by the signal level
Zoom	Off

Reset the Oscilloscope（重置示波器）

按下列步骤重置示波器为工厂缺省设置:

按压 SETUP → Recall Factory Setup（主菜单键）→OK Confirm Factory Init（侧面菜单键）。

信号的路径补偿

信号的路径补偿（SPC）最小化垂直，水平和触发放大器的电偏移，该偏移由环境温度和分量衰变的变化产生。

你应随时运行 SPC 以确保测量最大可能的精确。你还应运行 SPC 如果温度自最近的 SPC 操作后变化大于 5°C。此外在执行验证和调整程序前，运行 SPC。

注意：在进行测量时，伏/格设置小于或等于 5mV，你必须每周运行一次 SPC。失败（不履行）是由于示波器未满足保证的执行电平，伏/格设置。

Compendate the Signal Path（补偿信号路径）

按下列步骤，运行 SPC：

1. 加电示波器，在程序操作前，预热 20 分钟。
2. 中断输入信号，你已连接了所有输入通道。

停止.在进行步骤 3 和步骤 4 前，在信号路径补偿完成前不关闭示波器。若在信号路径补偿过程中，中断仪器供电，错误信息将被存储。若此情况发生，再次运行信号路径补偿（错误信息保存在错误路径中，直到使用维修软件将其清除）。

3. 按压 SHIFT UTILITY →System（主菜单键）→Cal（弹性菜单键）→Signal Path（主菜单键）→OK Compensate Signal Paths（侧面菜单键）。
4. 等待信号路径补偿完成（1 到 3 分钟）。在此过程中，“时钟”图表（示于左侧）在屏幕上显示。当补偿完成，状态信息在主菜单中被更新为 Pass 或 Fail（通过或不通过）。
5. 验证 Pass 字样出现在主菜单内的 Signal Path（信号路径）。（见图 3-52）

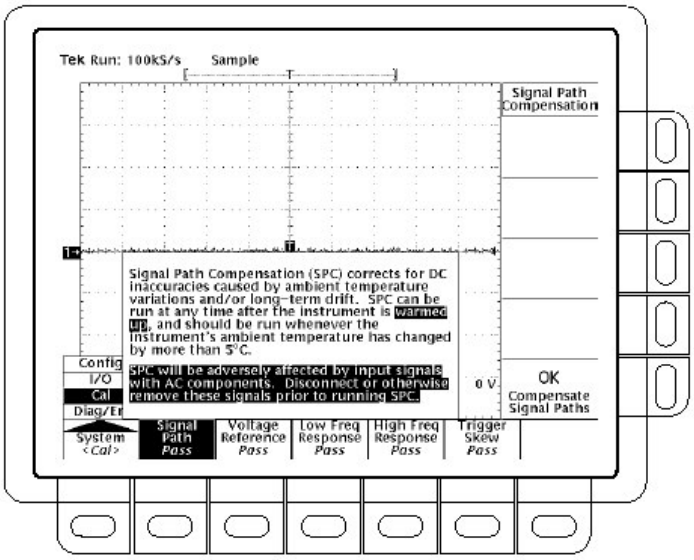


图 3-52 执行信号的路径补偿

实施光标测量

使用光标测量波形记录中两位置间的差值。本节讲述光标 — 如何选择光标的类型和模式，如何显示它们，及如何使用它们进行测量。

Description（说明）

光标是使用通用旋钮定位的两个标记。根据光标模式，单独移动一个光标或同时移动两个光标。在定位光标时，读出值出现在显示报告上同时更新测量信息。

Cursor Types（光标类型）

有三种光标类型：水平条，垂直条和光标对。

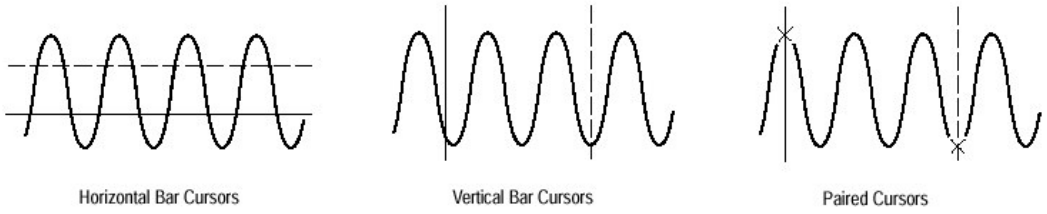


图 3-53 光标类型

水平条光标测量垂直参数（典型地以伏表示）。
垂直条光标测量水平参数（典型地时间或频率）。
对光标同时测量垂直和水平参数（典型地时间）。

看图 3-53。注意两对光标中的任一一个，都有一个长的垂直条对 X。X 测量垂直参数；长垂直条测量水平参数。

Cursor Modes（光标模式）

有两种光标模式：独立的和轨迹的（可追踪）（见图 3-54）

在独立方式中，使用通用旋钮，一次仅可移动一个光标。活化的和被选的，光标是实线。按压 SELECT 改变被选光标。

在轨迹方式中，使用通用旋钮，通常可同时移动两个光标。两光标彼此保持固定距离（时间或电压）。按压 SELECT 暂时暂停光标轨迹。然后使用通用旋钮调整相对虚线光标，实线光标的距离。再次推按，将光标调回到轨迹(tracking)。

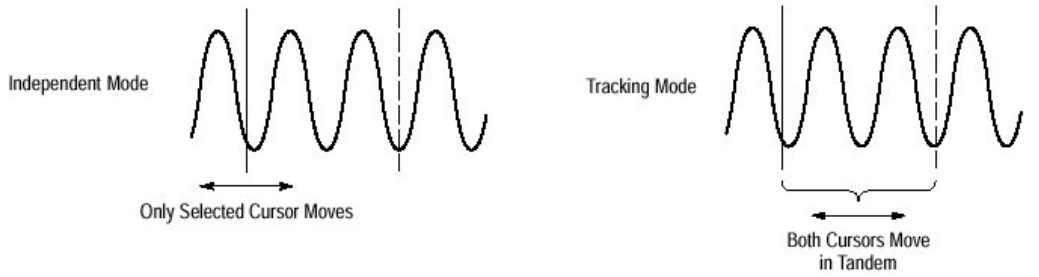


图 3-54 光标模式

Cursor Readouts（光标读出值）

光标读出值示出被选光标的绝对位置和被选与未选光标间的差。根据是否使用 H Bars,V Bars 或 Paired，读出值不同。

H Bars.Δ后的值示出光标间的差。@后的只示出相对接地被选光标的电压（见图 3-55）。使用视频触发选件，还可以 IRE 单位显示电压。

V Bars. Δ后的值示出光标后的时间差。@后的值示出相对触发点被选光标的时间。使用视频选件，你还可显示行号。

Paired. Δ后的值示出两 Xs 间的差；其它Δ值示出两长垂直条间的时间（或频率）差。@后的值示出相对接地被选光标的 X 电压。（见图 3-56）

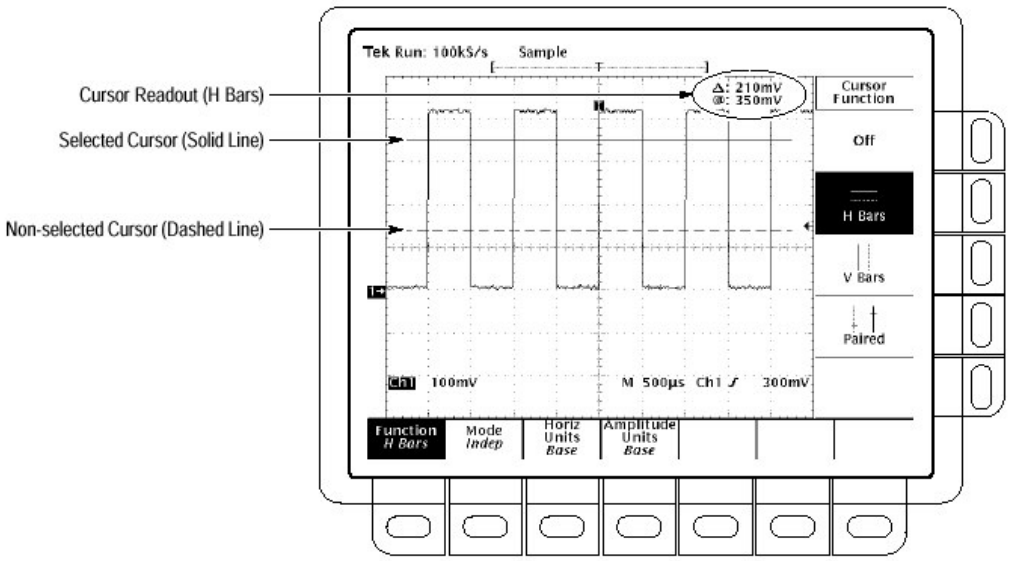


图 3-55 H Bar 光标菜单和读出值

对光标仅示出保留在屏幕上的电压差。若对光标水平出屏（屏幕外），在光标读出值中沿值代替电压值。

Select the Cursor Function（选择光标功能）

按此程序及随后的程序实施光标测量。要选择想要的光标类型，按下列步骤:

1. 要显示光标菜单，按压 CURSOR(见图 3-55)。
2. 按压 CURSOR→Function（主菜单键）→H Bars,V Bars,Paired 或 Off（侧面菜单键）。

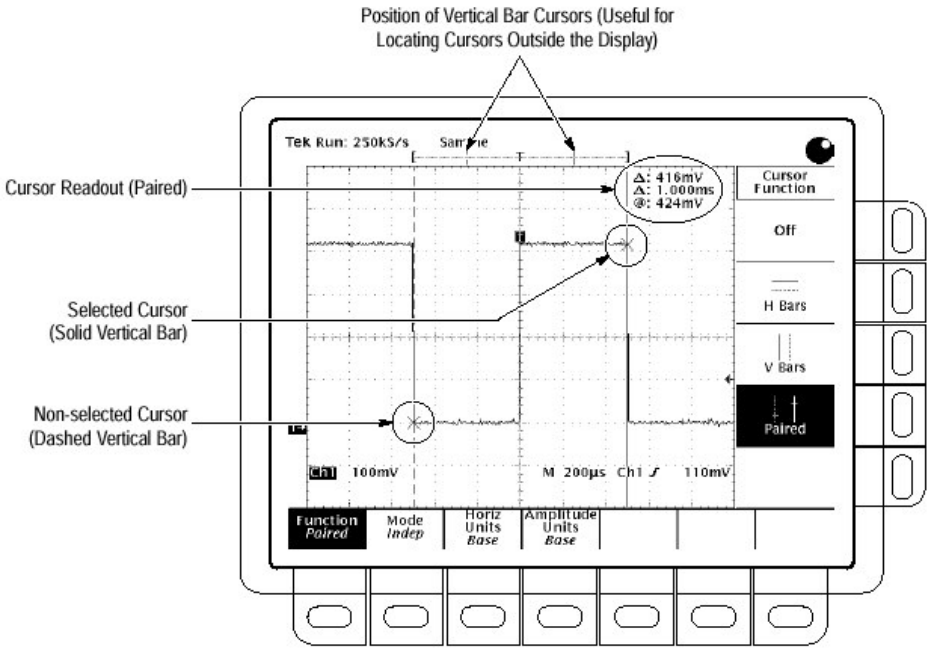


图 3-56 对光标菜单和读出值

Set Mode and Adjust the Cursor（设置光标模式并调整光标）

要选择和调整光标模式，按下列步骤:

1. 按压 CURSOR → Mode（主菜单键）→Independent 或 Tracking（侧面菜单键）：

Independent 确定每一光标可能的位置而不考虑其它光标的位置。
Tacking 同时确定两个光标可能的位置；即两光标同时移动，彼此保持固定水平或垂直距离。

2. 根据选择模式调整光标。

- 要调节独立模式中的光标，使用通用旋钮移动被选（有效）光标。实线指示可调光标，虚线指示固定光标。按压 SELECT 在两光标间切换。
- 要调整追踪模式中的光标，使用通用旋钮移动两光标。
- 要调整追踪模式中光标间的距离，按压 SELECT 暂时暂停光标轨迹。然后使用通用旋钮相对虚线调节实线光标的距离。再次按压 SELECT 恢复轨迹。
- 要加快或放慢光标的调节，在转动通用旋钮前，按压 SHIFT。当 SHIFT 按键被点亮，光标移动加快，同时在右上角显示 Coarse Knobs。

Select Horizontal Units（选择水平单位）

你可用波形的基本水平单元或以 1/基本水平单元显示垂直条光标结果。对内部时钟波形，单位是时间或频率；例如时钟波形，单位是时钟或 1/时钟。如果带有视频选件 5，还可按视频行号（数）来显示结果（见图 3-57）。要选择垂直条光标单位，按下列步骤:

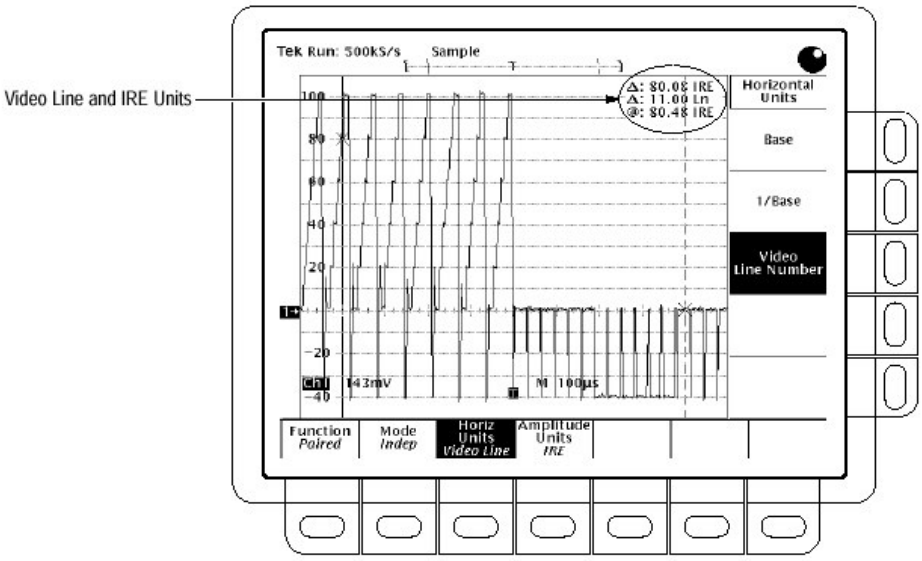


图 3-57 视频行和 IRE 单位

注意：若选择定制的视频模式，还需在定制视频菜单中设置 Scan Period（扫频周期）。

按压 CURSOR → Horiz Units（主菜单键）→Base 或 1/Base 或使用选件 5，视频行号(侧面菜单键)。

Select Amolitude Units（选择幅度单位）

若打算测量 NTSC 信号，你可选择 IRE 单位来显示垂直读数（见图 3-57）。若打算测量这样的信号，应使用安装的选件 05 视频触发，它应区别于不带选件 05 的视频波形组合。要在 IRE 和基本光标单位间进行切换，按下列步骤:

1. 按压 CURSOR →Amplitude Units（主菜单键）→IRE（NTSC）。
2. 要返回到正常状态，按压 CURSOR →Amplitude Units（主菜单键）→Base。

Select Cursor Speed（选择光标速度）

要改变光标速度，在转动通用旋钮前，按压 SHIFT。当 SHIFT 按键点亮时，光标移动更快同时在右上角显示 Coarse Knobs 字样。
垂直控制

你可 使用垂直菜单和旋钮来控制被选波形的垂直位置和刻度。

To Change Vertical Scale and Position（改变垂直刻度和位置）

通过改变垂直刻度，你可聚焦波形的特定部分。通过调整垂直位置，你可上或下移动显示波形。这对比较两个或多个波形非常有用。

要改变垂直刻度和位置，使用垂直 POSITION 和垂直 SCALE 旋钮。垂直控制仅影响被选波形。

POSITION 旋钮简单地增加屏幕格到被选波形参考点。增加格向上移动波形并减去下移波形。还可使用垂直菜单中的偏移参数调整波形位置。

若要 POSITION 旋钮移动的更快，按压 SHIFT 键。当相邻 SHIFT 灯打开时，在右上角显示 Coarse Knobs 字样，POSITION 快速加速。

To Check the Vertivcal Scale（检查垂直刻度）

对各个显示通道的伏/格设置，在显示的左底部，察看垂直读出值。（见图 3-58）

To Change Vertical Parameters（改变垂直参数）

使用垂直菜单来选择被选波形的耦合，带宽和偏移。此菜单还允许你数字化地改变位置和刻度，代替使用垂直旋钮。

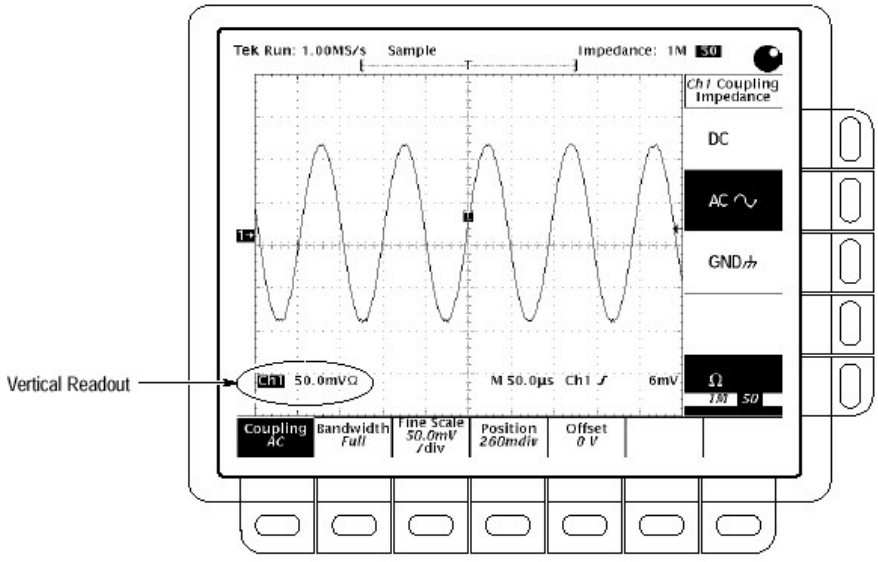


图 3-58 垂直读出值和通道菜单

Coupling（耦合）

要选择附加输入信号到被选通道垂直衰减器的耦合类型及设置输入阻抗:

按压 VERTICAL MENU→Coupling(主菜单键) →DC,AC,GND 或Ω（侧面菜单键）。

DC 耦合示出输入信号的 AC 和 DC 分量。
AC 耦合仅交替示出输入信号。
GND（接地）耦合中断输入信号的采集。
Ω（输入阻抗）允许你选择 1MΩ或 50Ω阻抗。

注意: 若选择 50Ω阻抗的 AC 耦合，数字示波器将无法准确显示 200kHz 以下的频率（波形）。

此外，在将有效探头（例如 P6205）与示波器连接时，示波器的输入阻抗自动变成 50Ω。如果要随后连接无源探头（例如 P6138），必须将输入阻抗设回 1MΩ。

Bandwidth（带宽）

带宽涉及示波器可采集和准确显示的频率范围（即，小于 3dB 衰减）。要选择较高频率分量的上限，改变被选通道带宽。

按压 VERTICAL MENU→Bandwidth（主菜单键）→Full,100MHz 或 20MHz（侧面菜单键）。

Fine Scale（精调）

要精调垂直刻度，按压 VERTICAL MENU→Fine Scale（主菜单键），同时使用通用旋钮调节垂直刻度。

Position（位置）

要调整垂直位置为具体格数，按压 VERTICAL MENU→Position(主菜单键) ,并使用通用旋钮来设置垂直位置。若要将被选波形参考点重置到显示中心，按压 Set to 0 divs（侧面菜单键）。

Offset（偏移）

偏移允许你减去波形的偏差，这样示波器可以采集想要采集波形的正确部分。例如，你也许想观看电源输入上，某个小的脉动。也许是 15V 电源顶部 100mV 的脉动。使用偏移你可显示脉动和刻度以满足你的需要。

要使用偏移，按压 VERTICAL MENU→Offset（主菜单键）。然后使用通用旋钮设置垂直偏移。若要将偏移重置为零，按压 Set to 0V（侧面菜单键）。

视频触发

可选视频触发菜单提供你在触发视频信号上的多个（各种）选择。

当视频信号产生水平或垂直同步脉冲时，视频触发事件产生。

To Select Video Triggering（选择视频触发）

视频触发菜单允许你选择源，极（性），级，模式和释抑。还提供你行延迟和时间延迟的选择，及允许你在第一区域，第二区域或两个区域同时触发。要调出视频触发菜单:

按压 TRIGGER MENU→Type（主菜单键）→Video（侧面菜单键）(见图 3-15)。

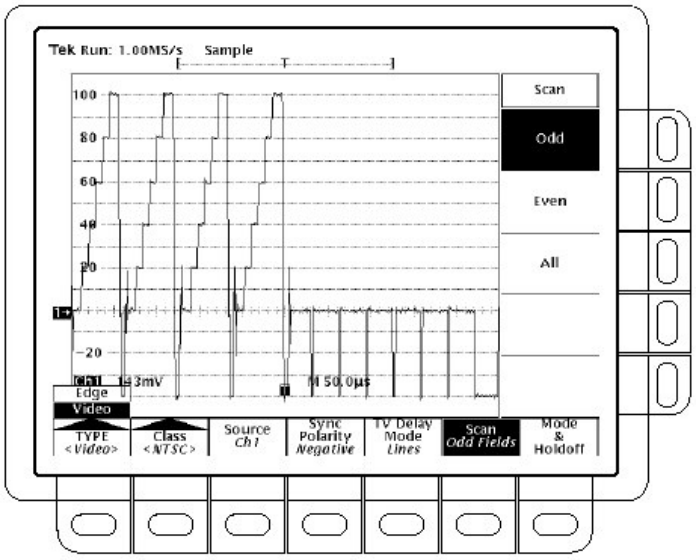


图 3-59 主触发菜单 — 视频类型

To Select Video Class（选择视频级）

使用 Class 选项选择预定义设置或定制设置。

按压 TRIGGER MENU →Type（主菜单键）→Video（弹性菜单键）→Class（主菜单键）→NTSC,PALMSECAM 或 Custom（弹性菜单键）(见图 3-60).

NTSC 有行率，525 行/帧和场率，60Hz。
PAL 有行率，625 行/帧和场率 ，50H。
Custom 允许你规定视频信号的频率范围。不同范围列在扫频参数菜单内。

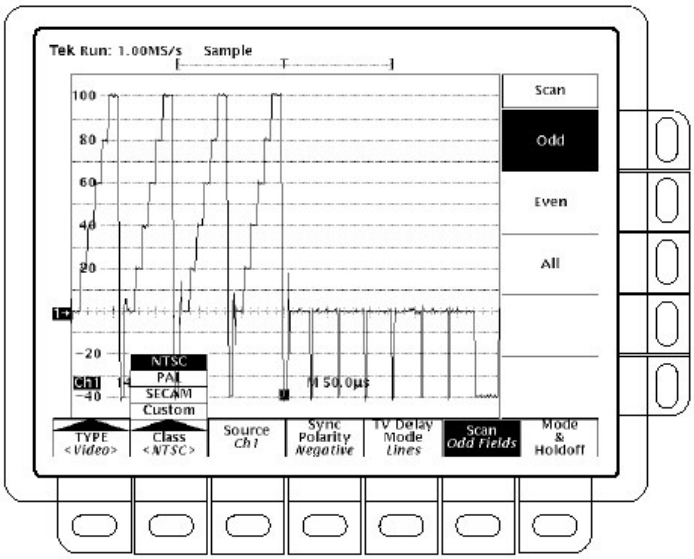


图 3-60 视频触发菜单 — 级

To Select the Source（选择源）

必须选择触发源。

在 TDS420A 和 TDS460A 上，按压 TRIGGER MENU→Source（主菜单键）→Ch1,Ch2,Ch3 或 Ch4（侧面菜单键）。

在 TDS410A 上，按压 TRIGGGER MENU→Source（主菜单键）→Ch1 或 Ch2（侧面菜单键）。

To set Sync Polarity（设置同步极）

对水平和垂直同步脉冲，负极是标准。当探测到转换视频信号电路时，你也许想在正极性脉冲上进行触发。通过使用同步极性选项，你可容易地改变极性。

按压 TRIGGER MENU→Sync Polarity（主菜单键）→Neg Sync 或 Pos Sync（侧面菜单键）。

To Specify TV Delay Mode（规定 TV 延迟方式）

使用 TV Delay Mode 选项，你可规定视频触发延迟。因视频信号由行信息和其他规定的时间分量组成，TV Delay Mode 选项允许你进行行或时间延迟（见图 3-61）。

按压 TRIGGER MENU→TV Delay Mode（主菜单键）→Delay by Lines 或 Delay by Time（侧面菜单键）。使用通用旋钮输入值。

若要输入较大的值，使用通用旋钮，在转动旋钮前，按压 SHIFT 键。当相邻 SHIFT 键的灯打开时，在右上角显示 Coarse Knobs 字样，使用通用旋钮快速加速。

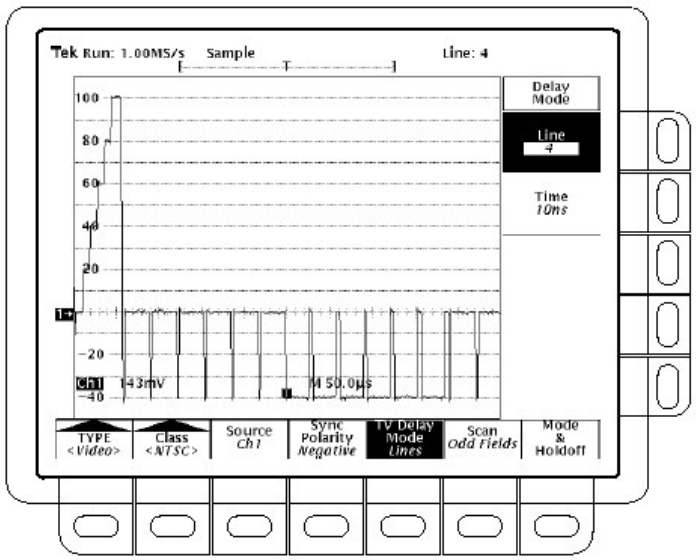


图 3-61 视频触发菜单 — TV 延迟方式

To Select TV Fields（选择 TV 场）

若想在 Class（级）菜单中选择 NTSC，PAL 或 SECAM，有一个 Scan 菜单允许你在奇数场，偶数场或所有场的触发间进行选择。

按压 TRIGGER MENU→ Scan（主菜单键）→Odd,Even,或 All（侧面菜单键）（见图 3-62）。

如果选择奇数，数字示波器通常在隔行帧的奇数场的开始行上触发。
如果你选择偶数，数字示波器通常在隔行帧偶数场的第一行上触发。
如果你选择 All，数字示波器交替在奇数和偶数场的开始行上触发。

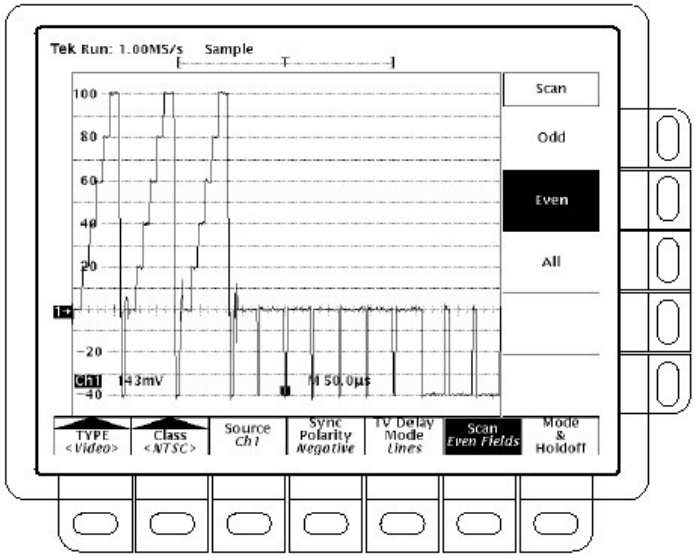


图 3-62 视频触发— 扫频参数

To Set the Scan Rate & Interlace Mode（设置扫频率和隔行方式）

若在 Class 菜单选择 Custom（定制），扫频率和隔行选项列出几种频率范围。选项为扫频周期，Rate1,Rate2，Rate3 和 Rate4。扫频周期的精度设置仅在视频级被定时有所要求，同时在你使用视频行光标时；调整周期（使用通用旋钮）还可选择撒袄频率。此外，若选择一个与当前设置的扫频周期不兼容的扫频率时，一同国选择比率迫使扫频周期为隐含的最小周期。

通过转动相邻 Interlaced 选项的按键，你可隔一场，隔二场或不相隔的两场上进行触发。

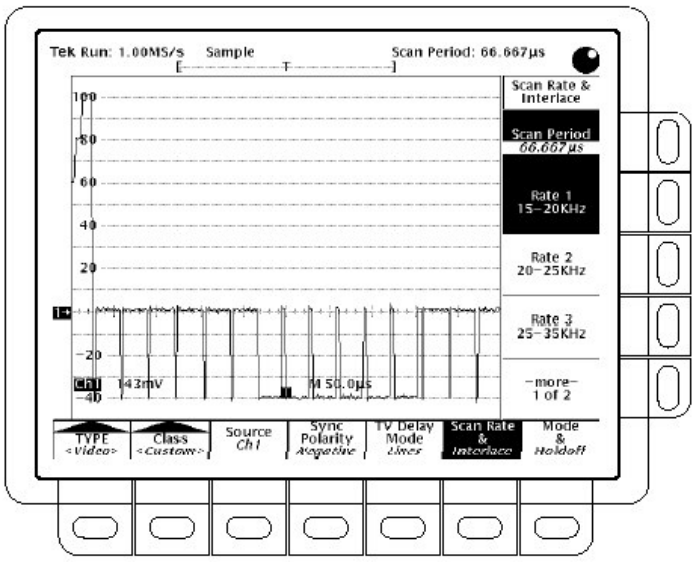


图 3-63 视频触发— 扫频率&隔行

To Set Mode & Holdoff（设置方式和释抑）

你可改变释抑时间并使用此菜单项选择触发方式。

按压 TRIGGER MENU→ Mode & Holdoff（主菜单键）→Auto 或 Normal（侧面菜单键）（见图 3-64）。

在自动方式中示波器采集波形即使不产生触发。
在正常方式中示波器仅采集有效触发的波形。

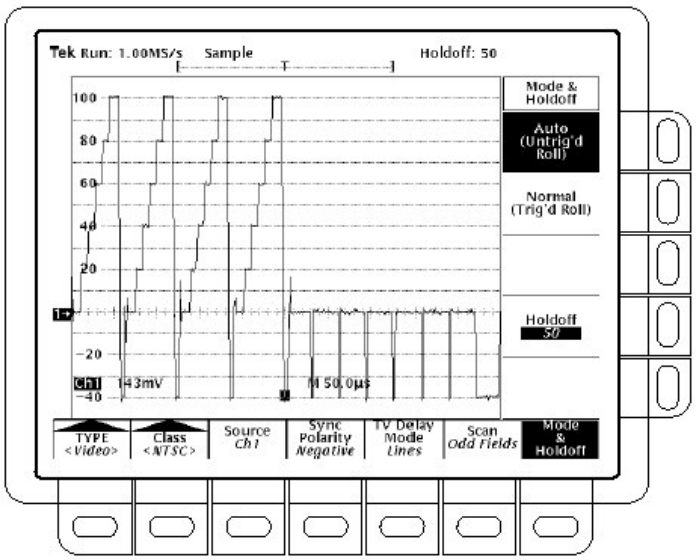


图 3-64 视频触发菜单 — 方式&释抑

要改变释抑时间，按压 Holdoff（侧面菜单键）。使用通用旋钮输入值。若想输入较大值，在转动旋钮前，按压 SHIFT 键。当相邻 SHIFT 按键的灯打开时，在右上角显示 Course Knobs 字样，使用通用旋钮快速转动。

有不同的缺省释抑值来确保在同步脉冲中稳定的色同步。释抑值根据 NTSC，PAL 或 SECAM 选择，及在隔一栏或隔两栏上触发。
数学运算波形

波形的数学运算

TDS400A 允许你数学利用波形。例如，由背景噪声产生的云斑波形。你可通过将背景噪声从原波形中减去来获得更为清晰的波形。

本节讲解标准数学运算波形的特点（除，加，减，和乘）。

To Use Single Wfm Math（使用单次数学运算波形）

要进行数学运算，使用 More 菜单（见图 3-65）。More 菜单允许你显示，定义和利用数学运算功能；下列步骤讲解如何在单次源波形基础上创建数学运算波形。

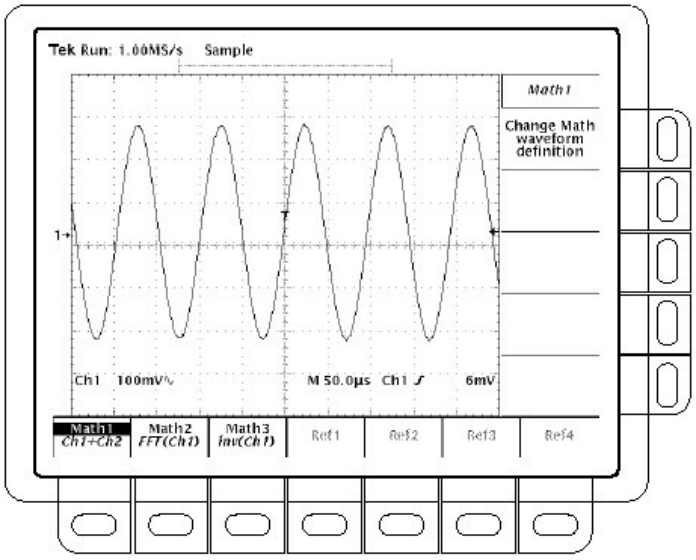


图 3-65 More 菜单

1. 按压 MORE → Math1,Math2,或 Math3（主菜单键）→ Change Math waveform definition（改变数学运算波形定义）（侧面菜单键）→Single Wfm Math（主菜单键）。
2. 要定义源波形，重复按压 Set Function to(侧面菜单键)，使其循环到所要的通道或参考波形。
3. 重复按压 Set Function to（侧面菜单键）循环到 inv,intg,或 diff。

To Use Dual Wfm Math（使用双数学运算波形）

要创建数学运算波形需要两个波形源。按下列步骤进行:

1. 按压 MORE→ Math1,Math2,或 Math3（主菜单键）→ Change Math waveform definition（改变数学运算波形定义）（侧面菜单键）→Dual Wfm Math（主菜单键）（见图 3-66）。
2. 定义第一个源波形，重复按压 Set 1ST Source to（侧面菜单键）循环到所要的通道或参考波形。
3. 定义第二个源波形，重复按压 Set 2nd Source to（侧面菜单键）循环到所要的通道或参考波形。
4. 要进入数学运算器，重复按压 Set operator to(侧面菜单键)循环进行选择。支持的运算有+,-，和*。
5. 按压 OK Create Math Wfm（侧面菜单键）执行（运算）功能。

注意：如果你选择步骤 4 中的*(乘),光标以平方的 VV 为单位测量幅度，而不是以 V 为单位。

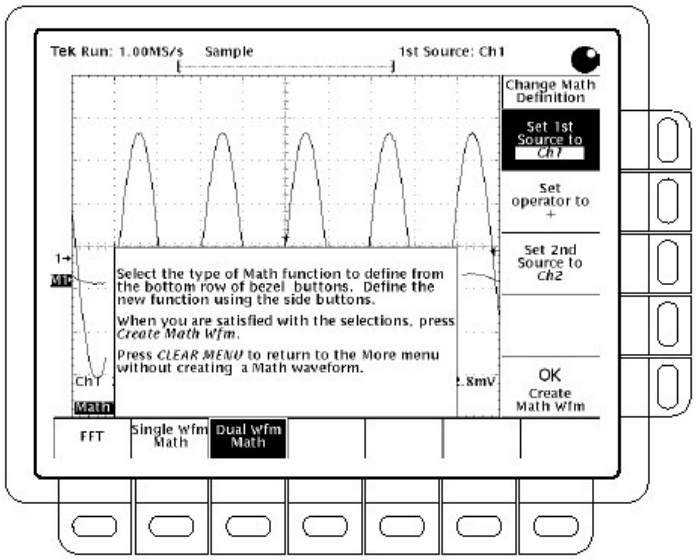


图 3-66 双数学运算菜单

To Select a Math Waveform（选择算学运算波形）

要选择显示波形，按压 MORE →Math1,Math2,或 Math3(主菜单键)。

注意：若数字示波器配有选件 2F，Advanced DSP Math，菜单项 FFT 无论是作为单数学运算还是作为双数学运算波形的菜单项都具有相同的亮度，否则 FFT 将呈暗淡。

For More Information（更多内容）

若示波器配有选件 2F，你还可创建积分，差分，和快速傅立叶变换波形。

放大

在倍数情况下，你或许想在不改变采集参数的情况下扩大或压缩显示波形。为此使用放大特性。本节讲述如何使用放大及它与被选波形间的相互影响；还讲解内插如何影响放大。

若要暂时扩大波形来察看小的特性时，使用 Zoom（按压 ZOOM 键）。例如，扩大脉冲前角来察看其像差，使用放大水平和垂直扩大。在完成后，可重置放大，返回到最初水平设置。

Using With Waveforms（使用波形）

在垂直放大时，数字示波器仅扩大或缩小被选波形。此外，在放大时，示波器仅定位被选波形。

在水平放大时，放大根据 Zoom 菜单中的 Horizontal Lock（水平锁定）设置不仅扩大被选波形，而且扩大所有有效波形或所有有效和参考波形。

Interpolation and Zoom（内插和放大）

当放大显示波形时，扩大其中某部。数字示波器也许需要以比采集点更多的点数来显示该部，若必须，需进行内插。仪器可用两种方法进行内插：linear 或 sin(x)/x。

在放大时，显示将重新绘制使用显示菜单内的被选内插方法后的波形。若选择 sin(x)/x（缺省），也许会导致波形沿的过冲或下冲。若此情况发生，改变内插为 linear。

要区别实时采样和内插采样，将显示方式设置为 Intensified Samples。

Checking the Zoom Factors（检查放大系数）

要快速决定放大波形的放大系数，选择波形和检查放大读出值。与水平和垂直放大系数一道显示被选波形。

在放大时，放大读出值出现在显示顶部。见图 3-67。

To Zoom a Waveform（放大波形）

要使用 Zoom，选择波形，打开放大，使用垂直和水平刻度旋钮进行放大：

1. 按压显示右侧的某一波形选择键或按压 MORE，由 More 菜单选择数学或参考波形。
2. 按压 ZOOM→ Mode（主菜单键）→ON（侧面菜单键）。前面板 ZOOM 灯亮。
3. 使用垂直刻度旋钮调整被选波形的垂直放大系数。使用垂直定位旋钮调整放大波形的垂直位置。
4. 使用水平刻度旋钮，调整水平放大系数。使用水平定位旋钮调整放大波形的水平位置。
5. 按压 ZOOM→Lock（主菜单键）→All,Live 或 None（侧面菜单键）选择要放大的波形。

   根据侧面菜单的锁定选择，放大按下列情况影响被显示的波形：

None — 仅当前被选波形可以被水平放大和定位。

Live — 所有“有效的”（相对于参考）波形可在同一时间内被水平放大和定位。若选择参考或数学运算波形，同时水平锁定设置为 Live，仅被选参考或数学波形被放大和定位。

All — 所有被显示的波形（有效的，数学和参考的）可在同一时间内被放大和定位。

注意：虽然放大必须打开才能控制影响波形的放大，但锁定设置影响水平控制定位无论放大打开与否。

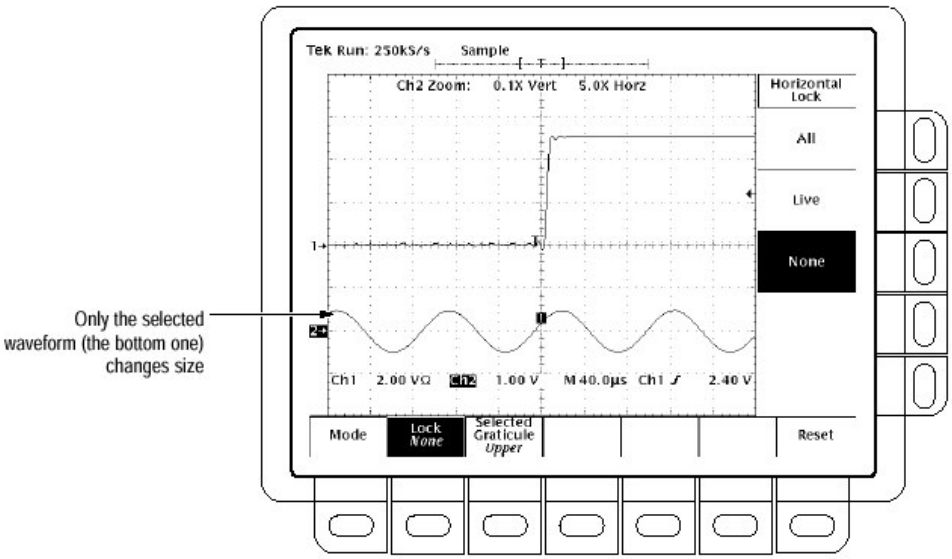


图 3-67 使用水平设置为 None 的放大方式

Select Zoom or Dual Zoom（选择放大或双放大）

要在波形放大和双波形放大间进行选择，按压 ZOOM→Mode（主菜单键）。然后按压 Dual Zoom（侧面菜单键）在双放大的 OFF 或 ON 间进行切换。

注意：双放大显示被选非放大波形的第二个被放大的视图（曲线）。第二被放大的图形随时间偏移第一被放大图形。此外，放大必须被活化来观看双放大显示。

To Set Dual Zoom Offset（设置双放大偏移）

要设置第二被放大波形与第一被放大波形的偏移，按压 ZOOM→Mode（主菜单键）→Dual Zoom Offset（侧面菜单键）。然后转动通用旋钮来设置偏移。

双放大偏移通常为正。示波器尽可能地设置偏移靠近要求的值。偏移为 0.0 保证放大盒彼此接合，而不考虑放大系数。

To Preview Zoom（预览放大）

放大预览绘制非放大被选波形的被放大部分，并在独立的半高方格图内显示放大的和非放大的波形（见图 3-68）。要预览放大，按压 Zoom→Mode（主菜单键）→Preview（侧面菜单键）。

在预览方式中，不显示放大系数。但被放大波形的刻度系数显示。

要选择水平和垂直及偏移控制的波形，通过所含波形方格图角上的“Photo-corners”指示。（见图 3-68），按压 Selected Graticule（主菜单键）→Upper 或 Lower（侧面菜单键）。

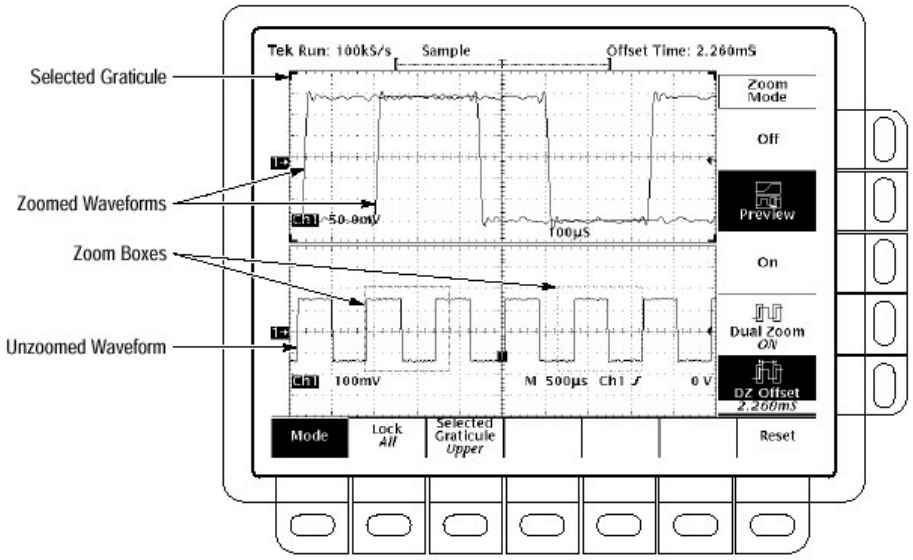


图 3-68 放大预览方式

Reset Zoom（重置放大）

重置所有放大系数为其缺省（见表 3-5），按压 ZOOM→Reset（主菜单键）→Reset All Factors（侧面菜单键）。

仅重置“live”波形放大系数为其缺省，按压 ZOOM→Reset（主菜单键）→Reset Live Factors（侧面菜单键）。

表 3-5 放大缺省

Parameter	Setting
Zoom Vertical Position	0
Zoom Vertical Gain	1×
Zoom Horizontal Position	Tracking Horizontal Position
Zoom Horizontal Gain	1×
Dual Zoom Offset	0.0

按压 ZOOM→Mode（主菜单键）→Off（侧面菜单键）返回到示波器正常操作（非放大）。