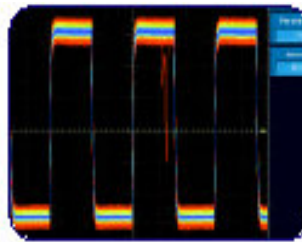




TDS5000 系列 数字荧光示波器



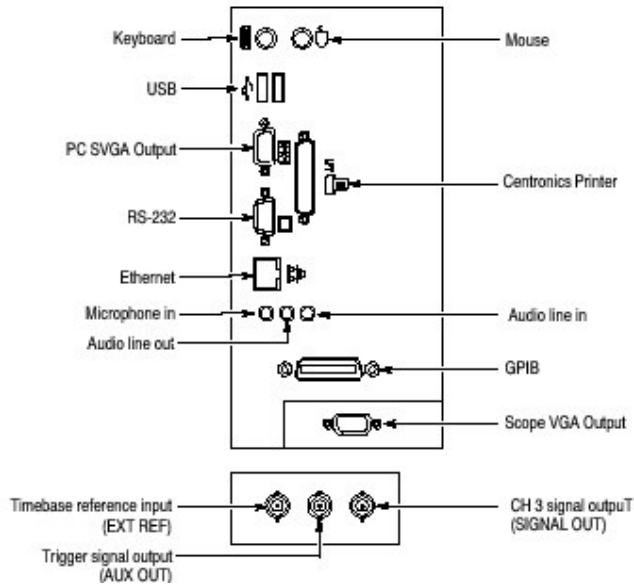
目录

第一章 仪器安装.....	2
第二章 输入检查.....	8
第三章 波形采集.....	15
第四章 触发.....	40
第五章 波形显示.....	64
第六章 波形测量.....	74
第七章 产生和使用数学运算波形	84
第八章 数据的输入/输出.....	112

第一章 仪器安装

1.1 外围设备

外围设备的连接与个人计算机相同。连接点如图所示。其它与连接有关的信息参看下面表格。



连接器正面与后面板位置

左边自上而下:

Keyboard: 键盘

USB: USB 接口

PC SVGA Output: PC SVGA 输出

RS-232: RS232 串口

Ethernet: 以太网

Microphone in: 话筒插孔

Audio line out: 音频线输出口

Time reference input: 时基参考输入 (EXT REF)

Trigger signal output: 触发信号输出 (AUX OUT)

右边自上而下

Mouse: 鼠标

Centronics Printer: 中央打印机

Audio line in: 音频线输入

GPIB: 通用接口总线

Scope VGA Output: 示波器 VGA 输出

CH3 signal output: 通道 3 信号输出 (SIGNAL OUT)

监视器: 如果你使用非标准监视器, 你必需改变视窗 ME 的显示设置来获得正确的分辨率。

打印机: 将外部打印机直接与计算机并口连接。如果你的打印机有 DB-25 连接器, 使用打印机本身 (自带) 的连接电缆连接。

有关打印机的使用, 参看手册打印波形部分。

机架安装: 相关内容, 查阅机架安装指南。

其它: 有关其它可能的选件安装内容, 参看 TDS5000 系列产品软件光盘 (CD) 中的 Readme 文件, 但不包含在此手册中。

1.2 加电

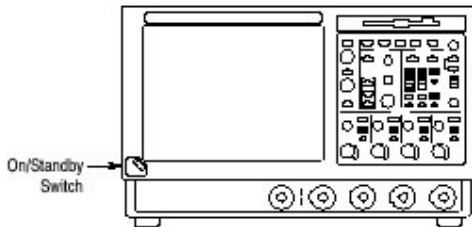
下列步骤是对示波器首次加电。

注意: 为确保正确操作, 在首次加电前, 连接键盘、鼠标和其它附件。

将示波器电源线的一端连接示波器, 另一端连接电源。

如果你已连接了外部监视器, 将监视器电源线连接电源, 并给监视器加电。

按 On/Standby 开关给示波器加电 (见图所示电源位置)。



On/Standby 开关位置

1.3 关机

当你按前面板上的 On/Standby 开关时, 示波器开始关机过程 (包括窗口的关闭) 来保存设置并进入待机状态。避免用切断电源线来关机。

注意: 如果你用去掉电源的方式, 代替 On/Standby 开关来关闭示波器, 那么, 当下次加电时, 示波器将处于工厂缺省设置状态。从关机到启动 (重新启动), 保持 On/Standby 开关 20 秒钟也许是必要的。

1.4 建立紧急启动盘

现在你完成了基本的安装过程，此时你应该建立一个紧急安装启动盘，一旦主要的硬件和软件失效时，你可重新启动你的示波器。

注意：建立这个盘并将其保存在安全地方。它可允许你恢复视窗 ME 的安装，而无需全部重装示波器硬盘。

紧急启动盘包括启动示波器的基本文件，同时也包括检查和格式化硬盘的文件。

下列步骤是建立紧急启动盘：

1. 通过在文件菜单中选择 Minimize，来最小化示波器的应用；
2. 敲击视窗 Start 键，点击 Settings，然后敲击 Control Panel；
3. 在 Control Panel（控制面板）窗口双击 Add/Remove Programs；
4. 敲击 Startup Disk 栏。
5. 插入软盘至软盘驱动并跟随屏幕指示建立（生成）启动盘。

1.5 备份用户文件

经常有规律地备份用户文件。使用视窗备份工具来备份文件并保存在硬盘上。

按下列步骤备份文件：

1. 通过选择文件菜单 Exit 指令，退出示波器操作（应用）；
2. 敲击视窗 Start 按键；
3. 选择 Programs（程序），Accessories（附件），System Tools（系统工具），Backup（备份）；
4. 使用 Backup Wizard 来选择备份目的地和项（目）。你可备份到软盘或到侧面板端口外的第三存储部件。

1.6 安装软件

示波器系统和应用软件是在工厂预先安装的。如果你由于某种原因需重新安装软件，参看随机 CD-ROM 上的相关指南。

1.6.1 软件版本说明

在运行安装程序前阅读产品软件 CD-ROM 上有关软件出版说明。此文件的附加（补充）内容可替代其它产品文件。

查看 README.TXT，开始（启动）Windows Notepad 附件（选件）并由

TDS5000 系列产品软件 CD-ROM 上打开文件。

1.6.2 附属软件

TDS5000 系列产品软件 CD-ROM 包含附属软件和安装示波器或其它 PC 的文件。参看随机 CD-ROM 有关安装指南。

1. TDS5000 系列程序在线指南：

GPIB 的编程信息可分别由你可安装的 WinHelp 文件和进入 GPIB 在线指令的帮助菜单获得。方便起见，你也可将其安装在 GPIB 系统控制器 PC 上。

由系统控制器 PC，你可复制和粘贴在线帮助文件的指令从而直接进入测试程序。该程序信息（内容）包括：

- 有关示波器的 GPIB 配置信息；
- 命令组 和命令内容表；
- 详细命令说明包括语句和例子；
- 状态和错误信息；
- 编程实例。

编程信息以 PDF 文件形式在 TDS5000 系列产品软件 CD-ROM 中保存。

2. 手动方式性能验证过程

这是一个可打印的 PDF 文件，它说明如何使用通用测试仪器用手动方法来验证示波器的性能。

1.7 连接网络

你可将示波器连到网上来进行打印，文件分享，英特网接入，以及其它通信功能。在连接前，做如下操作，即可通过网络进入示波器。

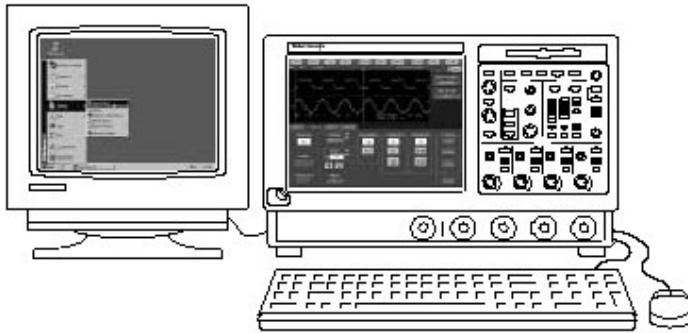
1. 首先关掉示波器；
2. 将键盘和鼠标连到示波器上；
3. 给示波器加电；
4. 当示波器开始启动，重复按键盘上的 F2 键直到消息 “Loading SETUP” 出现；
5. 在 BIOS Setup UTILITY 中，使用键盘右箭头键来高亮屏幕顶部的 Advanced 菜单；
6. 使用向下箭头在 Advanced 菜单中高亮 Peripheral Configuration，然后按 Enter 键；

7. 使用向下箭头在外围配置屏幕中高亮 LAN Device,然后按 Enter 键;
8. 使用向上或向下箭头来高亮 Enabled, 然后按 Enter 键;
9. 按 F10 键保存和退出, 当屏幕提示时, 要确认配置改变的保存;
10. 使用视窗网络建立设备来定义示波器网络客户, 并对其进行配置。若你选择 Settings>Control Panel 并双击 Network 你就可以在视窗 Start 菜单中找到网络建立设备。若做此设置需特定指导, 可咨询网络管理员。

注意: 如果你想中断示波器接入网络连接, 除了在步骤 8 指令列表中以 Disable 代替外, 执行上述操作, 示波器将随接入网络的中断而加快启动。

1.8 建立双显示

按下列步骤来建立示波器的双显示操作。双显示可以使你在示波器运行



中, 通过外接监视器来观看窗口和其它应用。

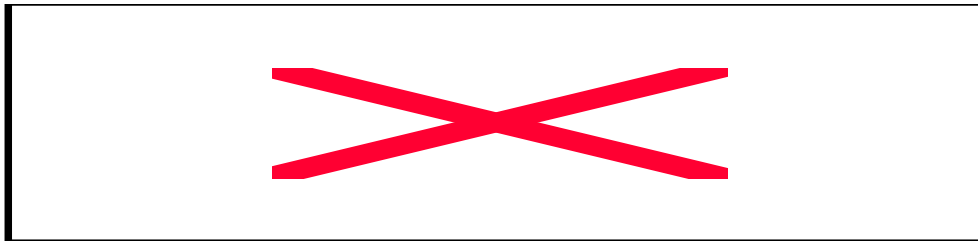
1. 断开示波器电源线与电源的连接以便连接外接监视器;
2. 将键盘和鼠标连接到示波器;
3. 将外部监视器连到示波器侧面板上部的 SVGA 端口;
4. 将示波器电源线与电源连接, 并对示波器和外部监视器加电;
5. 注视外接监视器上的信息, 它将告诉你视窗 (是否) 已成功地初始化了显示适配器;
6. 示波器应检测新的监视器是否连接。按照示波器屏幕指示在监视器上安装新的驱动;
7. 敲击 Ctrl+M 或由文件菜单选择 Minimize 来最小化示波器应用;
8. 在视窗桌面上, 右击鼠标并选择 Properties (属性) 来打开显示属性对话框;
9. 选择 Setting 栏并在显示盒中敲击中断监视器;
10. 当提示你能用新的监视器时, 敲击 Yes, 将立即启动;
11. 在你想使用外部监视器时, 需设置分辨率;
12. 在显示盒中敲击外部监视器, 并将外部监视器拖至正确定位;

注意：对内部 LCD（液晶显示器）监视器不要改变分辨率或色彩（颜色）设置。内部分辨率必须是 640×480；颜色设置必须是 High Color（16bit）。

13. 敲击 OK 来进行设置。新的监视器将显示增加的桌面区域；

为更好地使用新的显示区域，做如下附加的步骤（操作）来移动视窗控制至外接监视器。

1. 在下图显示区域中敲击（并保持）视窗任务条，并向上和向外接监视器方向拖拽。任务条将最先出现在内部监视器的一边，然后是外接监视器的一边，最后在外接监视器的底部。



敲击此处拽任务条

2. 当任务条拖至你所要的位置，释放鼠标；
3. 在内部监视器上选择所有视窗桌面图标，并拖拽图标至外部监视器的某一位置；
4. 若你使用示波器在线帮助系统，你可拖拽帮助窗口至外接监视器以便在示波器运行时，你可读它们。
5. 当你打开任何视窗应用，由应用拖拽窗口至外接监视器；

1.9 调整显示对比

如果你发现示波器屏幕太亮或太黑时，按如下步骤并与最优状况对比来调整液晶显示器显示对比度。

1. 在视窗桌面右击鼠标；
2. 选择 Properties；
3. 选择 Setting 栏；
4. 敲击 Advanced；
5. 选择 Chip 栏；
6. 敲击 Gamma；
7. 调整滑块控制至理想对比度；
8. 右击滑块，选择 Exit（退出）；

第二章 输入检查

本章包括执行输入检查程序的指令。此程序验证示波器在运输后，运行是否正确，但不检查产品性能指标。此程序包括如下部分：

- 自检:提供执行内部自检指令；
- 功能测试：在探头补偿连接器上测量时间和幅度参考信号；
- 执行扩展故障诊断：提供运行内部自校准和扩展故障诊断的说明；

若本节章内涉及的示波器任何测试失败，则需进行修理。

2.1 组装设备

自检不需要任何测试设备。功能检测需要：

- 一个无源 10X 示波器探头（P5050 或等效的）
- 一张 1.44MB，3.5 英寸，格式化了了的软盘

2.2 自检

此程序使用内部程序来验证示波器功能和被正确调整的示波器功能。无需测试设备或试验线路。

1. 内部诊断：执行子步骤来验证内部诊断：

a. 显示系统诊断菜单：

- 若示波器处于任务条模式中，敲击 Menu（任务条最右边键）来切换到菜单条模式。
- 由 Utilities 菜单，选择 Instrument Diagnostics 来打开仪器诊断控制窗口。
- 确保从各个下拉列表中选择 All。

b. 运行系统诊断：

- 中断四个通道的所有输入信号；
- 在仪器诊断控制窗口敲击 Run；

c. 等待:内部诊断对正常示波器功能进行全面验证，需 5 到 15 分钟。当完成时,结果状态出现在诊断控制窗口。

d. 验证“无失败被发现和报告”：所有测试都应通过。若出现任何失败，记录失败信息请联系当地泰克维修人员以获取更多信息。

e. 运行信号通道补偿程序：

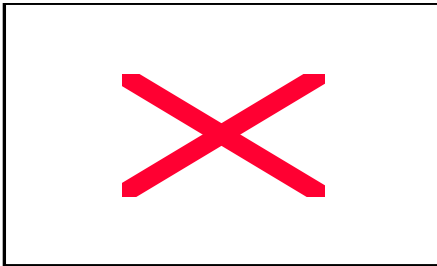
- 由 Utilities 菜单，选择 Instrument Calibration 来打开仪器校准控制窗口；

- 敲击 **Calibrate** 来开始（启动）程序；
 - f. 等待：信号通道补偿需运行十分钟。
 - g. 确认信号通道补偿已返回通过状态：验证 **Pass** 字样出现在状态文本盒中。
2. 返回：敲击 **Close** 来退出仪器校准控制窗口。

2.3 功能检验

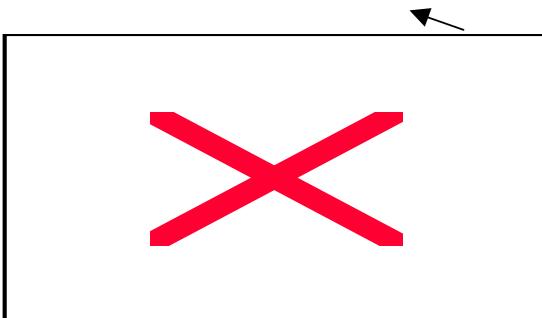
此程序的目的是确认示波器功能正常。需下列设备：

- 无源 10X 探头（P5050 或等效）；
 - 一张 3.5 英寸，1.44MB，格式化了了的软盘来检验文件系统；
1. 初始化示波器：按前面板 **DEFAULT SETUP**（缺省设置）键；
2. 钩住信号源：将探头补偿终端与你想测试的示波器输入通道连接，如图所示。



将探头补偿终端与输入通道 1 连接
通道 1 所示，功能测试通用测试挂钩

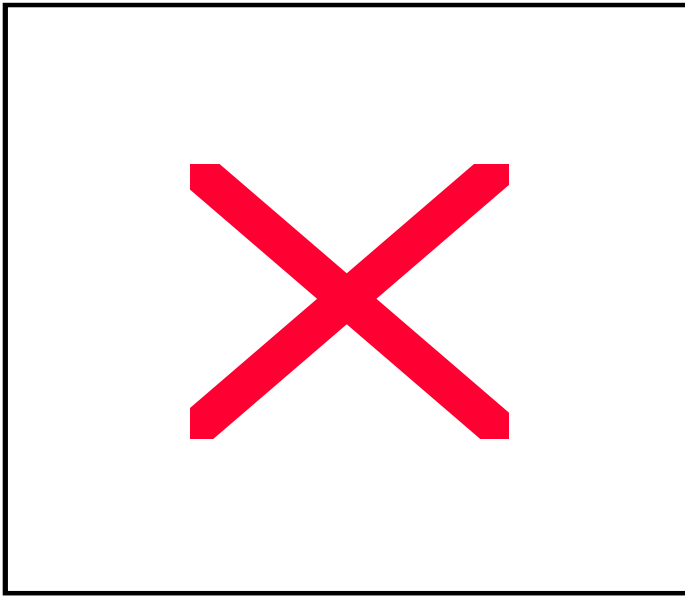
3. 关闭所有通道：若前面板的某些键的指示灯亮，按这些键来关闭显示通道，如图所示。



通道键位置

4. 选择测试通道：按你目前测试通道的通道键。按键指示灯亮，且通道显示出现在屏幕上。

5. 设置示波器：按前面板的 **AUTOSET** 键。对可能的显示设置水平和垂直刻度，同时对测试通道设置触发源。
6. 验证通道运行：证实下列报告（鉴定）的正确。
 - 被测通道垂直刻度读出值（见图）设置在 **500mV**，且方波探头补信号大约在屏幕上的幅度为两格。



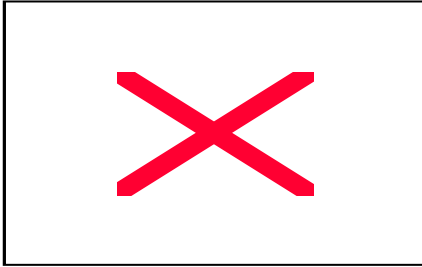
垂直和水平刻度读出值位置

- 对正在测试的通道，当屏幕滚动时，按前面板垂直位置按钮，可在屏幕上、下移动信号。
 - 对正在测试的通道，反时针方向转动垂直刻度按钮，来减少屏幕上波形幅度；顺时针转动旋钮是增加幅度，转动旋钮到 **500mV** 方波幅度大约为 2 格。
7. 验证在所有采集方式中的通道采集：由 **Horiz/Acq** 菜单，选择 **Horizontal/Acquisition Setup** 来打开水平/采集建立控制窗口。敲击 **Acquisition** 栏。敲击五个采集方式中的任一方式并确认下列报告正确。
 - 采样（**Sample**）方式：在屏幕上显示一有效采集波形（注意在方波中有少量噪声出现）。
 - 峰值检测（**Peak Detect**）方式：显示一连续采样间隔的带有高、低峰值的有效采集波形。因此在采样方式中看到的噪声，在这里也可看到。
 - **Hi Res** 方式：显示一在采样方式中可视的噪声减少的有效采集波形。
 - 平均（**Average**）方式：显示一使用多次采集取平均技术来减少噪声的有效采集波形。

- 包络 (Envelope) 方式：显示一使用峰检测方式多次采集的波形累积。
8. 测试所有通道：重复步骤 2 至 7 直到所有 4 个通道全部被验证。
 9. 移去测试挂钩：从通道输入和探头补偿终端取下示波器探头。

2.4 时基测试

1. 初始化示波器：按前面板 DEFAULT SETUP 键。
2. 钩住信号源：用示波器探头连接探头补偿终端和通道 1 的输入。如图所示。



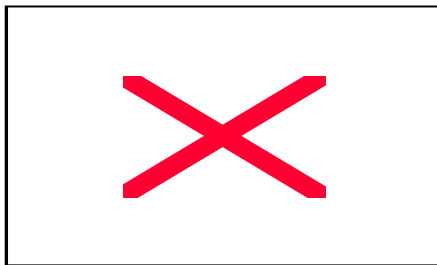
建立时基测试

3. 启动示波器：按前面板的 AUTOSET 键。
4. 设置时基：使用前面板的 HORIZONTAL SCALE 按钮来设置水平刻度为 $200\mu\text{s}/\text{div}$ 。时基读出值显示在方格图底部。
5. 验证时基运行：确认下列报告：
 - 一个方波探头补偿信号周期，在水平刻度设置为 $200\mu\text{s}/\text{div}$ 的，大约是 5 个水平格。
 - 顺时针旋转 SCALE 旋钮来扩展波形（每个波形周期含更多水平格），比反时针旋转，并返回到 $200\mu\text{s}/\text{div}$ ，此时周期大约 5 个格。
 - 当旋转 HORIZONTAL POSITION 旋钮时，在屏幕上信号位置左、右移动。
6. 验证水平延迟
 - a. 取屏幕一上升沿为中心
 - 转动 HORIZONTAL POSITION 旋钮使触发波形的上升沿与方格图水平中心对准。
 - 改变 HORIZONTAL SCALE 为 $20\mu\text{s}/\text{div}$ 。波形上升沿将保持在方格图中心附近，同时下降沿落在屏幕以外。
 - b. 打开并设置水平延迟
 - 由 Horiz/Acq 菜单，选择 HORIZONTAL/ACQUISITION SETUP 来打开水平/采集建立控制窗口。
 - 在显示的控制窗口中，敲击 HORIZONTAL 栏。
 - 在 HORIZONTAL 栏，敲击 Delay Mode 来切换延迟方式为 On。

- 敲击 Horiz Delay 控制文本盒来显示弹出键盘。敲击键盘图标打开键盘，使用键盘来设置水平延迟为 $500\mu\text{s}$ ，并敲击 ENTER。
 - c. 验证波形：验证波形下降沿是在中心方格图的几格内。
 - d. 调整水平延迟：旋转上部多用途旋钮来改变水平延迟设置。验证在水平方向移动的下降沿。旋转前面板的 HORIZONTAL POSITION 旋钮。验证此旋钮具有相同作用（也可调整延迟，但只是在延迟方式运行时）。
 - e. 验证延迟切换功能：
 - 旋转前面板 HORIZONTAL POSITION 旋钮在屏幕水平方向定位下降沿的中心。
 - 改变 HORIZONTAL SCALE 为 40ns/div 。波形下降沿将保持在方格图中间附近。如果不是，重新调整延迟设置来定位下降沿中心。
 - 按前面板的 DELAY 按钮几次来控制延迟开、关切换然后再关。验证在两个不同时间点信号的上升沿和下降沿之间，显示能很快地切换。
7. 拆下测试挂钩：断开通道输入和探头补偿终端之间连接的探头。

2.6 触发测试

1. 初始化示波器：按前面板的 DEFAULT SETUP 按钮；
2. 钩住信号源：用示波器探头将探头补偿终端与如图所示的通道 1 输入相连；



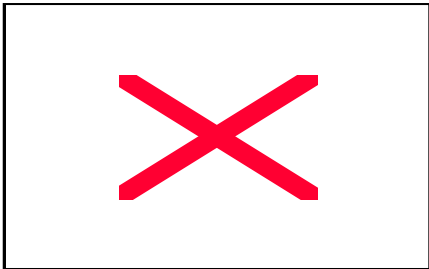
建立触发测试

3. 设置示波器：按前面板 AUTOSET 按钮；
4. 验证主触发系统操作：确认下列报告的正确：
 - （主）触发系统触发电平读出值随前面板 TRIGGER LEVEL 旋钮的变化而变化。
 - 当你旋转前面板 TRIGGER LEVEL 旋钮时，可触发和不触发方波信号。（保留未触发信号）。
 - 按前面板 TRIGGER LEVEL 旋钮设置触发电平为 50% 的信号幅度点并触发那些尚未触发的信号。（保存触发的信号）
5. 验证延迟触发系统运行：

- a. 建立延迟触发
 - 由触发菜单选择 A-B Trigger Seq 打开触发建立控制窗口。
窗口打开至 A→B Seq 条（栏）；
 - 在 A 下，然后在 B 下敲击 Trig After Time；
 - 在控制窗口的最右边的 B Trig Level 文本盒中敲击 B Trig Level；
 - b. 确认下列报告的正确：
 - 当旋转下面的多功能旋钮时，在 B Trig Level 中的读出值改变；
 - 当旋转最低的多功能旋钮时，方波探头补偿信号可以成为触发信号也可成为非触发信号。（保留触发信号）；
 - c. 验证延迟触发计数
 - 在 Trig Delay 控制文本盒上敲击 Trig Delay 来显示弹出键盘。敲击键盘图标打开键盘；
 - 敲击键盘输入触发延迟时间为 1 秒,然后敲击 Enter；
 - 当波形在屏幕上被更新时验证在前面板快闪的 TRIGGER READY 指示器大约是每秒一次；
6. 拆下测试挂钩:断开通道输入与探头补偿终端的连接电缆。

2.7 文件系统测试

1. 初始化示波器：按前面板的 DEFAULT SETUP 按钮；
2. 钩住信号源：将示波器探头由探头补偿终端与如图所示的通道 1 连接；



建立文件系统测试

3. 插入测试软盘：将软盘插入前面板上部的软盘驱动器中；
4. 启动示波器：按前面板的 AUTOSET 按钮；
5. 设置时基：设置 HORIZONTAL SCALE 为 1ms/div。时基读出值将显示在方格图的下部。
6. 保存设置
 - a. 选择文件菜单 Instrument Setup 指令。此选择打开仪器建立控制窗口；
 - b. 在保存设置下；敲击 Save 按钮来保存文件。当对话框打开时，保存仪器设置；

- c. 保存在:下拉目录, 选择 $3\frac{1}{2}$ Floppy (A:) 图标来设置保存目的盘为软盘;
- d. 注意缺省文件名, 同时敲击 **Save** 来保存建立为缺省文件名;
7. 再次改变设置:设置 **Horizontal SCALE** 为 $200\mu\text{s}/\text{div}$ 。
8. 验证文件系统工作:
 - a. 在控制窗口敲击 **Recall Setup** 栏;
 - b. 从文件在恢复设置下敲击 **Recall**。恢复仪器设置对话框打开;
 - c. 查找: 下拉目录,选择 $3\frac{1}{2}$ Floppy (A:) 图标;
 - d. 定位和双击先前存储的建立文件;
 - e. 验证示波器已由盘恢复保持的建立。正如你保持建立时一样, 通过此操作, 再次验证水平刻度为 1ms 则波形显示为 10 个周期;
9. 拆下测试挂钩
 - 中断探头与通道输入和探头补偿终端的连接;
 - 从软盘驱动中取出软盘;

2.8 执行扩展诊断

扩展诊断和自校准,较之输入检测和加电诊断,执行更为详细的功能检测。

注意: 在运行自校准前,允许有 20 分钟加热。

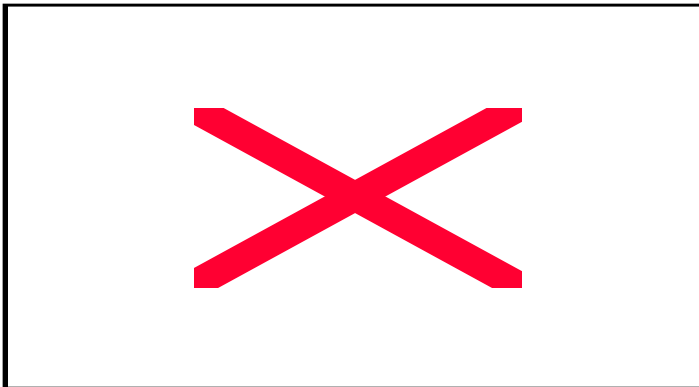
中断与示波器所有探头的连接。选择 **Utilities** 菜单的 **Instrument Calibration** 命令来运行自校准和 **Instrument Diagnostics** 命令来运行扩展诊断。测试结果将分别显示在控制窗口。

第三章 波形采集

在处理一波形前,你必须采集信号。根据需要对波形做进一步处理前,你必需用有此特性的示波器来捕获波形。下面的内容包括捕获信号并将其在波形记录中数字化。

- **Signal Connection and Conditioning (信号连接和条件) :**
- 波形连接到示波器通道,对采集的波形通道和时基进行标度和定位;
- **Setting Acquisition Control (设置采集控制) :**
选择适当的采集方式来采集波形;开始和停止采集;
- **Acquisition Control Background (采集控制背景) :**
背景信息出现在数字采样和采集过程中;
- **Using Fast Acquisition Mode (使用快速采集方式) :**
使用快速采集方式来捕获和显示瞬变事件,例如,毛刺和欠幅脉冲,它们在数字示波器正常运行中出现的长的死区时间过程中会经常丢失。

下图显示此过程是如何适于整体示波器操作



信号采集

注意: 此部分描述垂直和水平控制是如何定义动态波形的采集。这些控制也定义动态和派生的波形是如何显示的(数学波形和参考波形等等)。波形显示信息可参阅:

- 显示波形
- 产生(创建)和使用数学波形

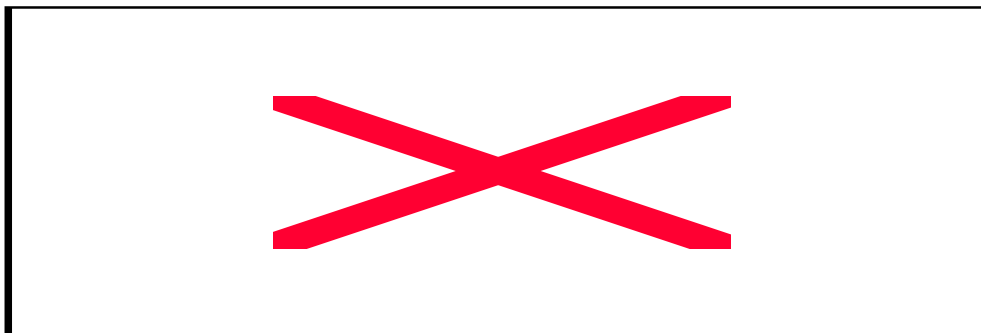
3.1 信号连接和条件

此节回顾了为数字化和采集而建立(生成)输入信号有关的示波器特性。具体为:

- 打开通道和调节垂直刻度，位置和偏离；
- 设置水平刻度和位置以及选取记录长度和触发位置控制；
- 在波形上获取基本触发；

注意：术语：本手册使用的术语为垂直采集窗口和水平采集窗口。这些涉及采集系统采集的输入信号分段的垂直和水平范围。与屏幕显示窗口无关。

下图表示每一输入通道模式



输入和采集系统和控制

使用输入条件来确保示波器采集最可能处理好的数据。步骤如下：

- 设置垂直刻度来控制每一通道捕获的全部或部分输入信号垂直幅度的垂直采集窗口的大小。当设置垂直刻度为采集部分输入信号，垂直偏移控制决定哪一部分的输入信号通过垂直采集窗口被采集。
- 设置水平刻度来控制捕获的你所要求的与输入信号同样多的水平采集窗口的大小。设置水平位置来延迟与触发有关的窗口同时控制水平采集窗口采集的输入信号（数据流）位置。

有关采集窗口的更多背景信息，参看后面输入条件背景部分。

示波器可以自动获得和显示一可用范围的稳定波形。基于输入信号的特性，按 **AUTOSET** 键来自动设置示波器控制。自动设置较手动控制建立更快也更容易。

示波器也可重置到工厂缺省设置，通过按前面板的 **DEFAULT SETUP** 按钮。

当其它控制设置有效时，某些输入条件控制或特性的使用可能是有限的。电压偏移（Offset）与参考波形是不兼容的，因为偏移是一个采集控制。

3.1.1 连接和调节信号

下面提供的内容使建立和采集波形更为容易。

1. 探头和信号连接

选择将信号输入到示波器的探头和电缆。视各种应用, 选取最适于采集任务的探头和电缆, 是否连接一有源探头来测试数字电路, 或通过 BNC 电缆连接一测试装置并表示部件的特性。

泰克为其产品提供各种探头和电缆。参看选件与附加部分 TDS5000 兼容探头目录。你也可查看泰克产品目录来选择支持探头的附件。有关专用探头的更多信息, 阅读附带的探头文件。

多至四个有效采集通道。当用一波形和/或使用通道数据来产生其它波形, 例如, 数学波形和参考波形时, 你可显示每一通道。

2. 耦合

所有的示波器和探头都规定了最大的信号电平(对仪器的精确限制, 有关内容可在手册附录 A, 技术指标说明中查到)。不要超过此极限值, 即使是暂时的(瞬间的), 比如输入通道被损坏时。若必需防止超过极限值的情况出现, 使用外接衰减器。

耦合决定输入信号是否直接被连到输入通道(DC 耦合), 连接通过一 DC 块电容器 (AC 耦合) 或完全不连接(GND 耦合)。

每一输入通道的输入电阻是 $1\text{M}\Omega$ 或 50Ω 。当使用同轴电缆时, 正确终止信号, 或用一为 50Ω 环境设计的有源探头来支持。对一指定通道, 可以通过按前面板的终端按钮(键)来选择 50Ω 终端阻抗。

所有探头均需一特定耦合和输入终端阻抗。耦合和输入终端阻抗显示在屏幕上。若示波器需用探头来决定耦合和终端, 无论是隐含的泰克探头接口还是通过探头来执行校准, 示波器均需要设置耦合和输入终端阻抗。

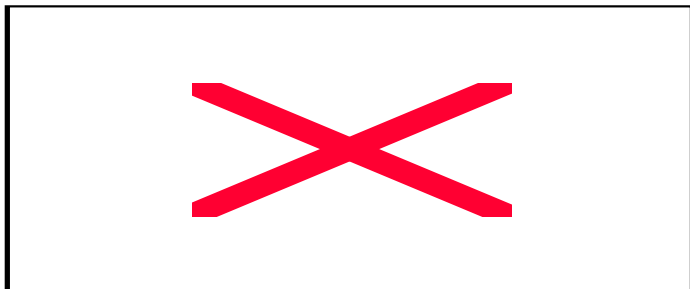
当在任何通道上使用 50Ω 终端时, 均需考虑以下内容:

- 若选择 AC 耦合在 200kHz 下, 示波器不能精确地显示频率;
- 示波器减少每通道每格的最大电压设置, 由原来的 10V(用附带的 10X 探头由 100V 降至 10V)到 1V, 这是因为输入幅度适于可能过载 50Ω 输入的更高设置。
- 若你连接一有源探头, 示波器切换到 50Ω 终端和 DC 耦合。有源探头也可减少每格的最大电压。

3. 刻度和定位

刻度和定位控制决定通过采集系统接受的输入信号部分。

- 这种垂直刻度、位置和 DC 偏置(补偿)来显示(你欲观察的)波形 特性同时避免波形限幅(参阅下面的注意提示)。Vertical Acquisition Considerations 描述垂直采集窗口。



采集波形

显示波形

- 设定水平刻度、位置和分辨率(记录长度)以便采集包括波形上好的采样密度所具有的波形特征的波形记录。

注意:垂直采集窗口外的波形数据被限幅,这是因为,数据被限制到垂直采集窗口的最小或最大边界。由此会导致与幅度测量不正确。

4. 触发和显示

设定基本触发来控制门控波形采集,同时使用显示来交互刻度,定位和偏移波形。参阅触发和显示波形部分。

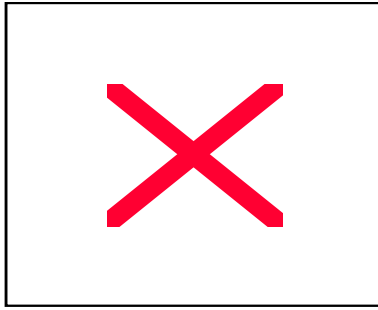
灵活控制接入

此手册集中于基本建立,首先通过前面板,然后通过应用用户界面(UI)的使用。

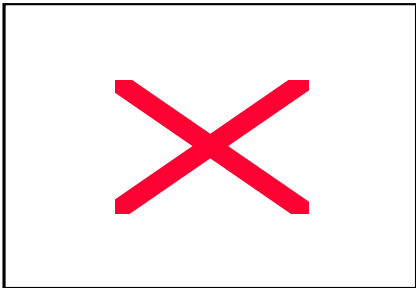
3.1.2 建立信号输入

使用这一程序对采集的输入信号,设置刻度和位置参数。此程序的更多信息,显示于在线帮助。

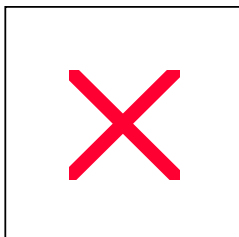
1. 采集系统需设置为连续运行;
2. 使用正确的探头/连接技术将探头与输入信号源连接;



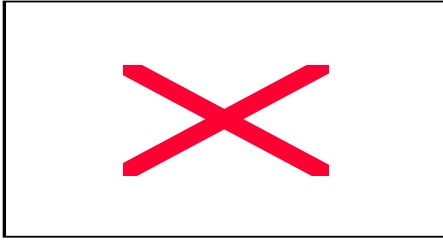
3. 按通道按钮(CH1-CH4)选择输入信号的通道;
4. 在 $1\text{M}\Omega$ 和 50Ω 间按输入终端按钮来切换。
提示:有些探头自动设置终端值。
5. 通过在按键条上敲击 **Vert** 或由垂直菜单选择垂直建立指令来打开垂直设置控制窗口。改变输入耦合,选择适当的通道制表键并敲击。
 - DC 耦合输入信号的 AC 和 DC 分量;
 - AC 只耦合输入信号的 AC 分量;
 - GND 中断采集系统的输入信号;敲击 **Close** 来关闭窗口。
6. 敲击 **Invert** 来切换选择反相波形。当 **Invert** 工作时,选择波形出现,在零电压轴数学上取反。正常波形无轨迹留在屏幕上。
7. 使用垂直旋钮刻度和定位屏幕上的波形。



8. 打开垂直建立控制窗口,如步骤 5 所述。改变偏置,敲击偏置控制,同时使用多用旋钮来调节偏置。



9. 使用水平旋钮来刻度和定位屏幕波形并设置记录长度。



分辨率旋钮设置记录长度和采样间隔。

若需稳定显示,按触发电平控制设置触发为 50%。

10. 此程序有关控制的更多信息,进入在线帮助垂直建立和/或采集建立控制窗口。

11. 完成采集设置,你必需设置采集方式并开始采集。

3.1.3 自动设置示波器

自动设置(Autoset):是基于输入信号的特性来建立示波器的控制(采集,显示,水平,触发和垂直)。自动设置比手动控制建立要快的多。当输入信号被连接时,使用自动设置来自动建立示波器。

注意:自动设置可改变垂直位置来适当定位波形。它通常设置垂直偏置为 0V。

1. 将信号连接至通道,同时务必提供触发源;
2. 按 AUTOSET 键来执行自动设置;
 当一个或更多通道被显示时,若你使用自动设置,示波器的水平刻度和触发是选择最低编号的通道。你可分别控制每个通道的垂直刻度。
 当无通道显示时,若你使用自动设置,示波器打开并对通道 1 进行刻度。
3. 自动设置运行后,Autoset Undo 控制窗口自动打开。若你想取消最近一次的设置,敲击 Undo。
4. 由 Utilities 菜单选择用户优先权来显示 Prompt Before Action 窗口。敲击自动设置在 OFF 和 ON 之间切换。OFF 是当按 AUTOSET 键时,立即执行 AUTOSET;而 ON 是在按 AUTOSET 键时,显示提示。敲击 Close 来保存选择。

注意:直到你打开另一控制窗口,Autoset Undo(自动取消)控制窗口将一直保留在屏幕上。由编辑菜单通过选择 Undo Last Autoset 指令,你可取消最近的一次自动设置。虽然最近自动设置是立即取消的,但自动设置取消窗口却不再次打开。

3.1.4 重置示波器

按下列步骤重置示波器至工厂缺省值。不要超速移动输入

信号。

1. 示波器加电并运行;
2. 按 DEFAULT SETUP 键。

3.1.5 输入条件背景

此节包含的背景信息有助于你更有效地建立各个通道的采集窗口。

1. 输入

记住示波器在实时或随机等时过程中进行采样,两个采样系统通过使用触发来停止一正在运行的采集,从而提供预触发信息。两个采样系统也对刻度后的输入进行采样,提供改善输入保护和动态范围。

注意:防止对仪器的损坏,不要过激励输入信号。观看静电安全程序。

2. 自动设置的考虑

自动设置由输入信号进行采样并根据输入数据采取下列步骤:

- 评估输入信号的幅度范围同时设置大小和垂直采集窗口的垂直偏移并以良好的分辨率来采集信号,同时没有限幅。
- 对自动设置的适当的中等电平信号设置触发并切换到边沿触发方式。
- 评估信号转换和设置水平刻度来产生输入信号 2 或 3 周期的显示波形。

由于输入信号的特性有时自动设置不能产生一正确显示。如果是这样,你也许需用手动方式来调整刻度,触发和采集控制。有些条件可导致自动设置失败。

- 无信号出现
- 极端的或可变工作周期的信号
- 多个或不稳定的信号周期的信号
- 过低幅度信号
- 无法辨识的触发信号
- 频率小于 20Hz 的信号
- 频率在示波器带宽以上的信号

3. 垂直采集窗口考虑

你可设置垂直范围,垂直位置和独立于其它通道的各个通道

的垂直偏移;垂直范围和偏移规定各个通道的垂直采集窗口;落在垂直窗口间的信号幅度部分被采集,在垂直窗口外的信号幅度部分则不被采集。

偏移控制在垂直刻度系数作用前,从输入信号减去一个 DC 电平常量,与在刻度系数作用后,垂直位置控制加上一个信号格的常量,其结果是不同的。

垂直刻度和位置控制对垂直采集窗口和显示波形有下列影响:

- 你所设置的采集窗口垂直范围每格的垂直电压,允许你对其包含波形幅度的全部或部分进行标定,如下图所示两个垂直采集窗口在屏幕方格图内包含全部波形。

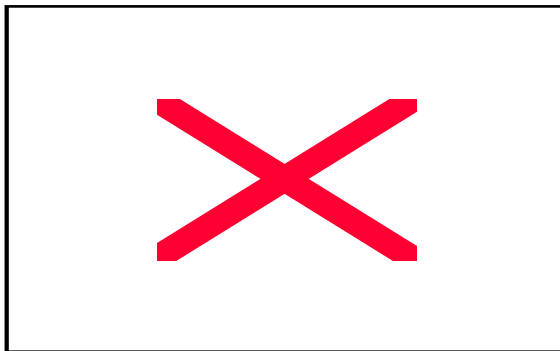
注意:相关幅度的自动测量(如峰-峰和 RMS)对如下图 a、b 所示的垂窗口将是精确的,波形没有限幅(因为波形均被采集)。但,若信号幅度被延伸到垂直采集窗口外,采集的数据会被削减。削减的数据将导致相关幅度自动测量中结果的不精确。

限幅也会导致波形中不精确的幅度值被保存或用于其它程序的输出。

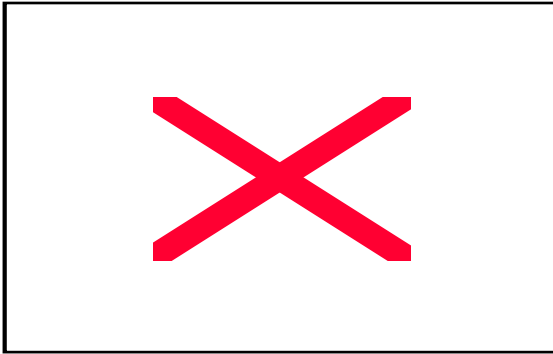
若改变某数学波形的刻度造成数学波形被削减,其结果不会影响数学波形的幅度测量。

- 垂直位置调整与垂直采集窗口相关的方格图显示(位置是一个显示控制)。图 b 表示垂直位置如何在采集窗口内垂直移动波形方格图,同时在方格图显示中放置采集的波形。它只决定位置,而不决定什么样的采集数据为垂直刻度和偏移。

a.SCALE 设置决定垂直采集窗口的大小。此窗口为 $100\text{mV}/\text{div} \times 20$ 格



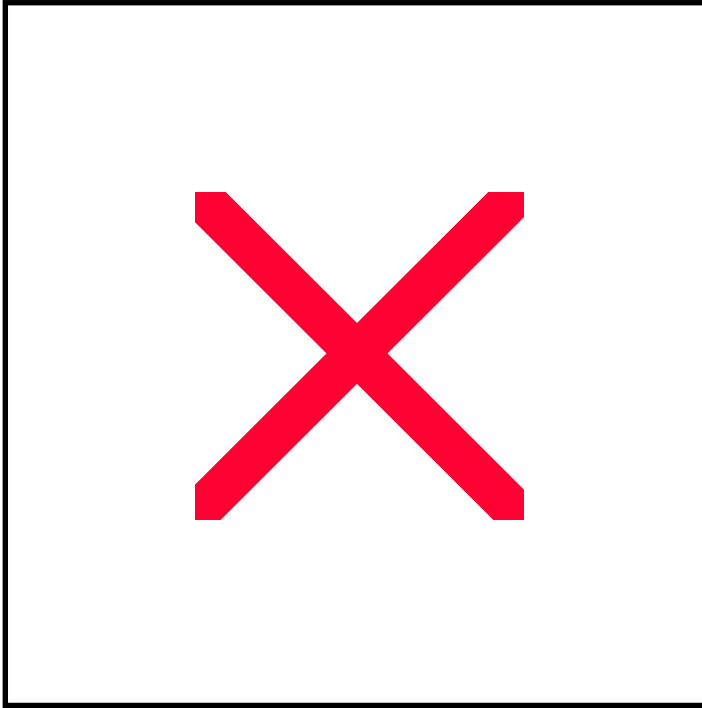
b.垂直位置可以改变采集窗口间的显示方格图位置,重新定位以使波形在方格图内显示。



设置输入通道的垂直范围和位置

垂直偏移控制影响垂直采集窗口和显示波形：

- 垂直范围（窗口）通常以偏移值为中心环绕。此范围是在垂直采集窗口中间的电压电平。无（零）偏移，如上图 a、b 所示，电压电平是零（地）。
- 当你改变垂直偏移时，中平电压相应移至零，在波形上，上、下移动垂直采集窗口。使用小于窗口的输入信号，表现波形在窗口中的移动。实际上，大的信号反映波形的真实情况。偏移在输入信号上，上、下移动垂直采集窗口的中部。下图表示偏移如何移动垂直采集窗口来控制捕获的波形幅度分量。
- 应用一负偏移设置相对于输入信号的 DC 电平向下移动垂直范围。同样，应用一正偏移向上移动垂直范围。

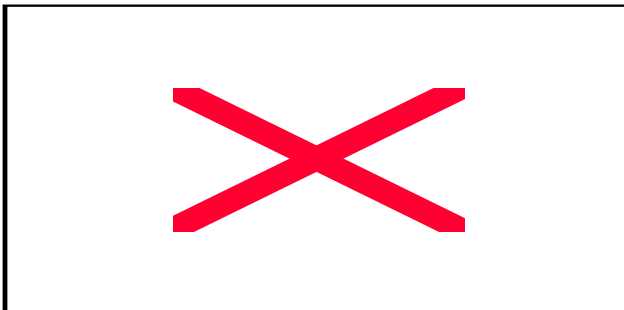


改变偏移在波形上移动垂直采集窗口

4. 水平采集窗口考虑

示波器允许你定义水平采集窗口,即设定几个决定接入信号分段的参数,以在采集时形成波形记录。(相关背景,阅读波形记录部分)这些通用参数指定一可应用于所有平行通道的水平采集窗口。这些参数示于下图:

- Trigger Condition(触发条件):决定触发示波器形成的波形点数;
- Horizontal Position(水平位置):决定预触发和后触发采样。当触发点前采样为预触发采样;触发点后采样为后触发采样。
- Horizontal Delay(水平延迟):决定由触发点到水平参考点的时间;
- Horizontal Scale and Waveform Record Length(采样点数)
(水平刻度和波形记录长度):决定相对于任何波形窗口的水平大小,允许你刻度其包含一个波形沿,一个周期或几个周期。



水平采集窗口的定义

5. 水平刻度与记录长度、采样间隔、分辨率的比较

这些相关参数规定水平采集窗口。因为水平采集窗口必须适合于 10 个水平格显示,在大多数情况下,你可按如下所述来设置水平采集窗口的持续时间(10divs×设置的刻度),也可在采样中通过设置一个记录长度,直接设置水平采集窗口(波形记录)的分辨率,采样间隔和采样率。水平参数间的关系是:

1. 持续时间(秒)=10divs(窗口大小)×水平刻度(sec/div)
2. 持续时间(秒)=采样间隔(秒/采样)×记录长度(采样点)

这里 Time Duration 是水平采集窗口持续时间和

采样间隔(秒/采样)=分辨率(秒/采样)=1/采样率(采样点/秒)

注意:采样间隔改变至与窗口持续时间和记录长度设置相适应。这些参数表现如下:

- 若记录长度和持续时间改变,采样间隔将随之改变。采样间隔可改变至最高采样率,最低采样间隔和最高分辨率。
- 若采样间隔至其下限,若持续时间减小,则记录长度必须减小;或记录长度增加,持续时间必须增加。则公式变为:

最大记录长度=持续时间÷最小采样间隔

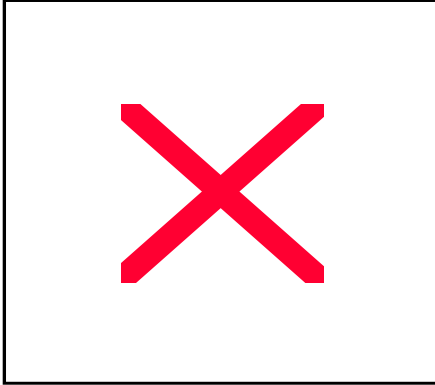
例如,在 200ps/div 和 10 格,记录长度必须是 500 点:

最大记录长度 500 采样点=(10divs× 200ps/div) ÷ 4 ps/采样
最大记录长度=500 采样点

注意:上述描述含有:分辨率和采样间隔和采样率相同都是推导产生的,不能直接设置。然而,你可随时在分辨率读出值中检查。此外,还要注意前面板上的 RESOLUTION 按键实际调整记录长度来增加采样密度。
前面的讨论是假定 Horizontal Scale 是一常量不变。你可通过在 User Reference 控制窗口的 Record Length 栏内敲击 Hold Sample Rate 来保持 Sample Rate 不变。

6. 独立与分享窗口的比较

示波器适用于所有采集数据通道的同一水平采集窗口。不同与相对于每一通道,垂直采集窗口的大小和偏移是相对独立的,相同时间/格,分辨率(记录长度)和水平位置(相同触发点)同时适用于所有通道。对所有激活通道来说,自单触发源的一个触发将定位一个共同水平采集窗口,且该窗口可通过设置水平位置控制进行平行移动。



对所有通道公共触发,记录长度和捕获率

3.2 设置采集控制

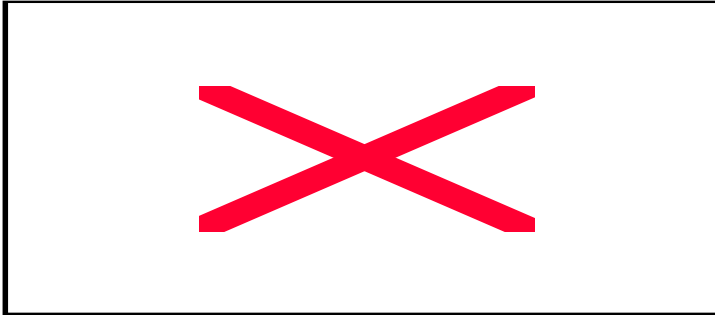
本节回顾示波器如何开始和停止数据采集以及如何控制对采集的数据进行处理。

3.2.1 采集方式

下列采集方式有效

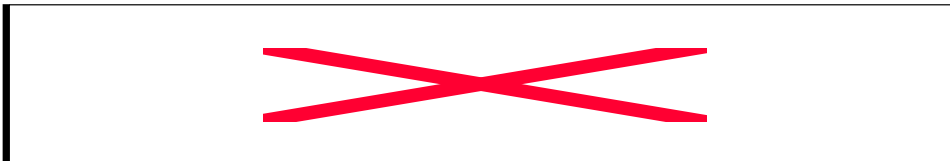
- **Sample(采样)**:示波器没有采集采样的后处理过程。首先采样对每个 acquisition interval(采集间隔)进行保存。采样间隔是记录长度除以波形记录的时间。采样方式是一缺省方式。
- **Peak Detect(峰检)**:示波器是在一个采集间隔中保存的最低采样和在下一个采集间隔中保存的最高采样之间交替。此种方式只工作于实时,非内插采样。
- **Hi Res**:示波器通过对采集间隔期间生成的所有采样的取平均来产生记录点。Hi Res 是在高分辨率,低带宽波形中产生的结果。此方式只在实时,无内插采样情况下运行。
Hi Res 方式有一潜在的主要优势,即无论输入信号的情况如何,增加分辨率。下表表示使用 Hi Res 方式可获得多达 15 位有效比特。注意分辨率的改进被限制在采样速率低于 40ns/div 的情况下。

附加分辨率比特:



- **Envelope(包络):**当波形被采集时,示波器在相邻两个采样间隔间持续保持运行最小(Min)和最大(Max)值,产生规定波形数的一个包络波形。一旦规定的波形数达到,数据被清除,处理过程开始结束。除了包络方式将许多触发事件的峰值聚集在一起外,此方式类似于峰检方式。
- **Average(取平均):**示波器处理规定采集波形的波形数,产生输入信号的运行取平均。此方式减少随机噪声。

采集和显示一有噪声的方波信号并以此来说明各方式间的区别。注意如何用取平均方式减少噪声,该噪声以包络方式捕获产生的最大。



3.2.2 控制采集

你两个主要的选择来控制采集。进入这些选择,使用前面板按钮或由 Horiz/Acq 菜单来选择 Run/Stop。

- **RUN/STOP 按钮:**只有当你在此窗口按 Run/Stop 按钮或在前面板按 RUN/STOP 按钮时,敲击此按钮来设置示波器开始和停止某个采集。若为 Run,此时产生一有效触发,则采集开始。若为 Stop,采集立即停止。此时 Single Sequence 不受影响。
 - **Single Sequence 按钮:**当一完整采集序列完成时,敲击此键(或按前面板上的 SINGLE 按钮)来设置示波器自动停止采集。
1. **综合控制:**与水平控制一样,采集控制适用于所有激活通道;例如,当通道 2 以包络方式采集时,通道 1 不能以采样方式采集;当其它通道持续采集时,你不能停止通道 4 的采集。

3.2.3 滚动方式

滚动方式给出一类似于低频信号的条(带)状曲线记录器的显示。滚动方式无需等待完整波形记录采集结束,即可让你看到采集数据点。例如,在正常采集方式中,若水平刻度是每格一秒,那么填满波形记录需 10 秒。不用滚动方式在波形出现前,你需等 10 秒;使用滚动方式你几乎可立即看到结果。

1. 无触发滚动方式

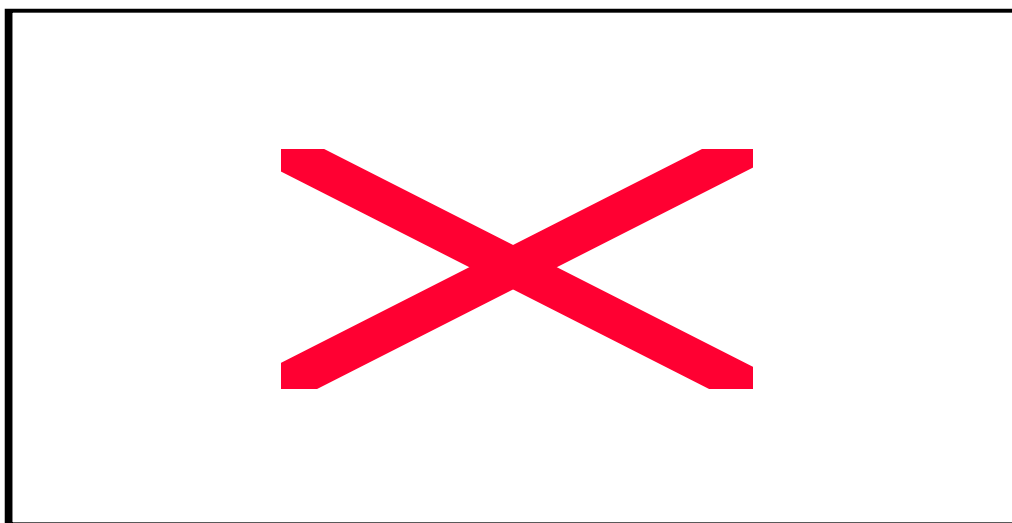
当将较早的波形数据点移到左边时,无触发滚动方式在波形记录右边显示新的采集数据点。停止采集,按前面板上的 RUN/STOP 按钮。见下图。

使用无触发滚动方式来持续观察一慢处理过程。在你按 RUN/STOP 来停止采集后应用数学运算和测量值操作。

2. 以单序列方式无触发滚动方式

当将老波形数据点移到左边,时使用单序列的无触发滚动方式用单序列无触发滚动方式在波形记录右边,显示新采集的数据点。在一完整波形记录被采集后自动停止采集。

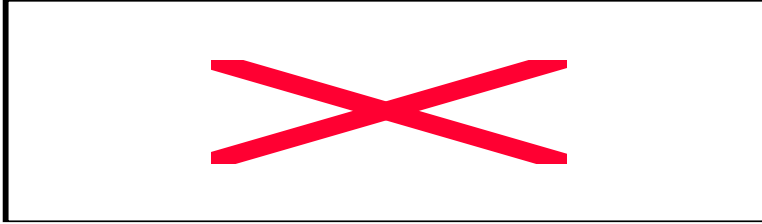
使用单序列无触发滚动方式来保存数据以便日后观看。例如,在每格 20 秒和 30k 记录长度下,采集数据点是 12000 秒。



滚动方式

3.2.4 防止混叠

在一定条件下,波形可能被混叠。当波形被混叠时,将以比输入的实际波形低的频率在屏幕上显示,或即使 TRIG`D 控制被点亮,也会出现不稳定波形。因为示波器通常没有采集到足够的信号形成一准确的波形记录,由此导致混叠。(见下图)



混叠

1. 消除混叠:快速检查有无混叠。慢慢增加水平刻度(设置每格时间),若显示波形的形状急剧改变或在设置更快时基时变得稳定,你的波形有可能混叠。
为避免混叠,需以比最高频率分量快两倍的速率来采集输入信号。例如,一频率分量为 500MHz 的信号必须以比 1Giga 采样/秒快的速率来采样,准确显示并避免混叠。下面几点有助于你在信号上消除混叠。
 - 调整水平刻度
 - 按 AUTOSET 按钮
 - 切换采集到包络方式。包络方式以多次采集的最大和最小值来研究采集并可检测此时间段内的更快的信号分量。

3.2.5 不兼容方式

下列表格显示与其它特性或方式不兼容的采集特性和方式。

不兼容与...	控制/特性	说明
参考波形 (Ref1-Ref4)	电压偏移	偏移是采集控制不是显示控制。
单次采集	取平均	连续采集直至指定数量的波形被采集和取平均。
单次采集	包络	连续采集直至指定数量的包络波形被采集。
测量	滚动	测量无效直至停止采集。

3.2.6 设置采集方式

使用此程序来设置数据采集方式并规定采集开始/停止的方法。当执行程序时,可在在线帮助中显示更多信息。

1. 示波器必需加电,使用水平和垂直控制建立。触发也应该建立;
2. 从 Horiz/Acq 菜单选择采集方式,打开 Acquisition Mode 控制窗口;
3. 敲击一采集方式按钮:
 - Sample
 - Peak Detect
 - Hi Res
 - Envelope
 - Average

设计波形计数

只有取平均和包络方式,选择采集数来取平均或包络。

4. 按前面板上的 RUN/STOP 按钮在开始和停止采集间进行切换;
5. 按 SINGLE 按钮来采集足够的波形以获得满意的采集方式;
限制示波器至实时采样或在实时或等时采样间选择。
6. 敲击 Horiz 任务条按钮或由 Horiz/Acq 菜单来选择 Horizontal/Acquisition Setup 命令以打开 Horizontal/Acquisition Setup 控制窗口。
选择 Acquisition 栏。
7. 选择 Equivalent Time Auto 或 Off:
 - Auto 使用相应的实时和等时采样
 - Off 限制示波器为实时采样

3.2.7 开始和停止采集

使用此程序开始和停止数据采集。

1. 水平和垂直控制必需被建立;触发也需建立。
2. 确保所有采集通道打开。按前面板 RUN/STOP 按钮开始采集。
3. 按 RUN/STOP 按钮来停止采集。在正常触发方式中若触发停止,采集也停止。
4. 按前面板的 SINGLE 按钮开始采集并采集足够的波形至满意采集方式。

3.2.8 使用滚动方式

使用下列程序来建立滚动采集方式:

1. 水平和触发控制必需建立。触发也需建立。
2. 敲击水平按钮打开 Horizontal/Acquisition Setup 控制窗口。选择采集栏。
3. 敲击 Roll Mode Auto 使滚动方式运行。

分辨率,记录长度,水平刻度和激活通道数皆为变量。因此最快的水平刻度是当滚动方式 100ms/div 开始,记录长度(分辨率是 2ms)为 500 来设置,此时采集方式可以是采样也可以是峰检,同时 1、2 通道必须是开启状态。当记录长度或通道数增加,要求进入滚动方式的每格时间减慢。

注意:包络和取平均采集方式禁止滚动方式。当分辨率为 4ms 或更大时,Hi Res 滚动方式开始。

4. 按 SINGLE 按钮开始并采集足够波形以形成满意采集方式。采集方式必须是采样或峰检。
5. 以滚动方式停止采集:
 - 如果你不是以单序列方式,按 RUN/STIOP 来停止滚动方式;
 - 如果你是以单序列方式,当一个完整记录完成后,滚动方式自动停止采集;

6. 敲击 Horiz 按钮条按钮打开 Horizontal/Acquisition Setup 控制窗口。选择采集栏。
7. 敲击 Roll Mode Off 中止滚动方式 NEEDS PICTURE。当你设置水平刻度为每格 200ms 或更快时,滚动方式也中止。在记录长度大于 500 点时,关闭滚动方式的每格时间就会变得很慢。

注意:切换到包络或取平均采集方式时,所有滚动方式也将关闭。

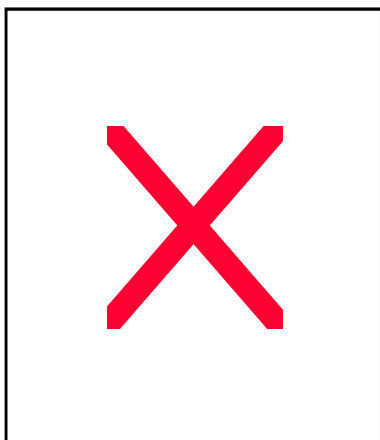
3.3 采集控制背景

本节包含数据采样中的背景信息和采集过程,它有助于你更有效地建立各个通道的采集窗口。具体描述(内容)如下:

- 采集硬件
- 采集过程,采集方式和波形记录;
- 正常和 Fast Acquisition 采集周期

3.3.1 采集硬件

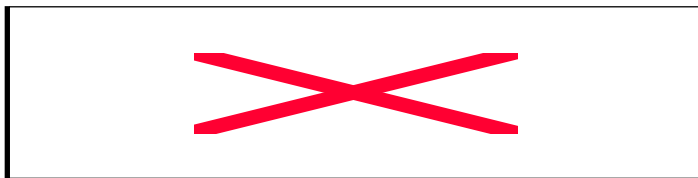
在一信号被采集前,它必须通过输入通道并在此被标度和数字化。各个通道都有一个专用的输入放大器和数字转化器。见下图。各个通道皆可由示波器提取的波形记录中产生数字数据流。



数字转换器配置

3.3.2 采样过程

采集是采样一模拟信号,将其转换成数字化并将汇编至波形记录,存储在采集存储器的过程。采样也是对每一触发事件提供波形记录的过程。信号在垂直放大器内被分割并被数字化。



数字采集 — 采样和数字化

3.3.3 采样方式

当数据被采集,取平均或包络波形数据来产生增加的波形记录时,示波器采集系统处理数据。一旦波形记录存在,你可用示波器的后处理能力对记录做进一步处理,执行测量,波形数学处理等等。

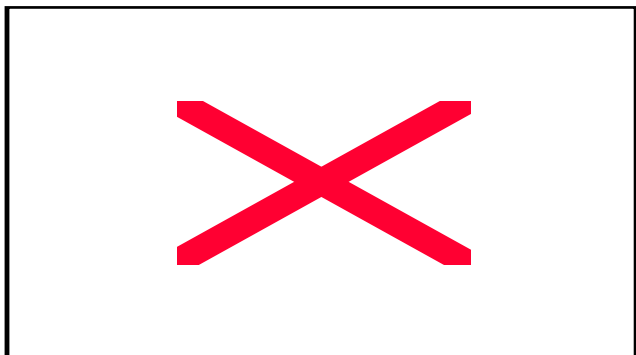
3.3.4 波形记录

当对任一给定通道提供的组成波形记录的数据输入信号进行采样时,示波器通过对某些通用参数的使用来建立波形记录(“通用”是指他们会在所有通道中影响波形)。

下图示出这些参数是如何定义波形记录的,它们规定将有多少数据被采集及从何处的数据流中采集。这些参数是:

- **Sample Interval**(采样间隔):在采集期间采样点间的时间。
- **Record Length**(记录长度):填满波形记录所需的采样点数。
- **Trigger Point**:触发点在波形记录中标出时间为零的参考点。所有波形采样在相对于触发点的时间中被定位。
- **Horizontal Position**(水平位置):当水平延迟关闭,水平位置是从第一个采样(波形记录的第一个点)开始到触发点的时间(触发器前以采样百分数表示)的时间。在波形记录中触发点和水平参考点是同一点。

当水平延迟开始,HORIZONTAL POSITION 按钮控制水平延迟时间。水平延迟是从触发点到触发参考点的时间。



波形记录和它的定义参考(水平延迟)

如上图所示,示波器采集点由左至右按序列排列。

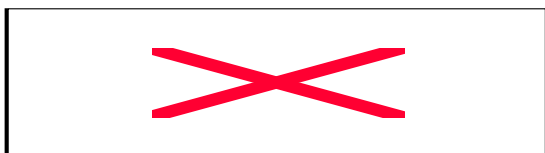
当在波形记录中的所有的波形记录点被采样和数字化时,波形记录被存储在采集存储器中同时可被有效显示。(或使用在数学运算波形,存储等)。

对波形记录与控制有关的讨论,见后面内容。

3.3.5 实时采样

实时采样和等效时间采样是两个一般的采样方法此时示波器以等效和实时方式进行采样。

在实时采样中,示波器数字化一次触发事件后的所有采集点。(见下图)通常使用实时采样来捕获单次或瞬时事件。



实时采样

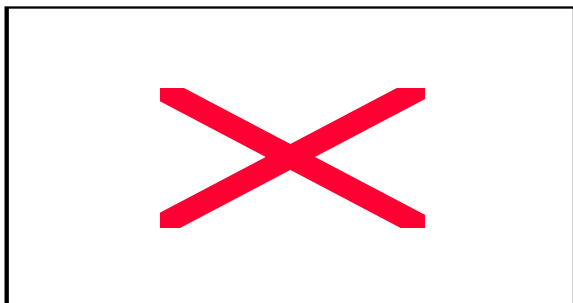
3.3.6 等效时间采样

示波器使用等效采样来扩展其采样率使其超过实时最大采样率,但仅限两种情况:

- Equivalent Time Auto(自动等效时间采样)必须被选择。(在 Horizontal/Acquisition 控制窗口的 Acquisition 栏中)
- 示波器的时基,被设置到一采样速率快到足以获得足够的采样,来产生一实时采样的波形记录。

若两个条件都满足,示波器提取每一触发事件中的几个采样,

最终获得足够的采样来组成波形记录。总之,示波器使用 **repetitive** 重复波形的 **multiple** 采集来获得一个完整波形的采样密度(见下图)。等时采样只被用于重复信号。



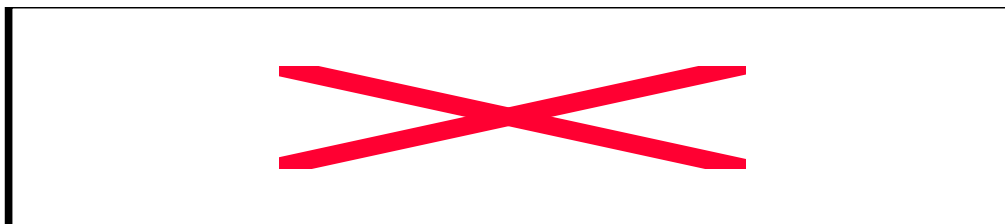
等时采样

采样速度和示波器使用的采集波形的采样方式影响所选的通道数:

- 在低时基设置情况下,示波器通常使用实时采样。若 **Equivalent Time Auto** 有效,更快时间的设置迫使示波器由实时采样到等时采样切换。
- 示波器通过使用通道数字转换器的关闭和开启来采样通道。它必须在实时采样切换下,扩展其限制。

下表示出由实时采样(RT)切换到等时采样(ET)情况下的时基设置。此信息适用于所有 TDS5000 信号的示波器。

采样方式选择



示波器使用的等时采样类型叫做 **random equivalent-time sampling**(随机等时采样)。虽然它在采样时间内的采样是顺序进行的,但相对于触发它是随机的。随机采样的产生是由于示波器的采样时钟相对于输入信号和信号触发是非同步的运行的。示波器的采样不取决于触发位置但在采样和触发之间依时间不同来显示。

3.3.7 内插

示波器可在采样间内插,只有当其没有包含所有实际的采样时,而必须以内插来填充显示的波形。例如,若你设置 ZOOM 来逐渐加大扩展数,在显示波形中,示波器由内插来产生插入点。对内插来说,有两个选项:linear(线性)或 Six(x)/x。

- **linear interpolation(线性内插)**在实际采集采样间通过使用直线配合来计算记录点(数)。假定所有内插点在一定时间内都落在直线上相应的点内。直线内插对快速上升时间形成的波形是有用的,例如,脉冲串。
- **Sin(x)/x interpolation(正弦内插)**在实际有效采集间使用曲线配合来计算记录点。假定所有内插点都落在曲线上,当采集更多环形波形时,此方法特别有用,例如正弦波。正弦内插也适于一般使用。即使在使用快速上升时间的信号中,也可引入一些过冲和下冲。

注意:当使用任一内插方式时,你也许想设置显示方式以便加强实际的采样同时消弱内插采样。详见显示方式。

3.3.8 交错

示波器可交错通道来获得更高的数字化率而无需等时采样。示波器应用不使用通道的数字源来采样使用通道中的数字源。下表示出如何交错一个以上的数字转换器来采样一通道使其达到最大数字化率。

对使用通道来说,一旦你设置的水平刻度超过最大数字化率,则示波器将不能得到足够的采样来产生一波形记录。为此,示波器将由实时采样切换到等时采样以获得附加的采样。

如何交错影响采样率

使用的通道数	实时采样的最大数字化率 (所有模式)
1	5GS/sec
2	2.5GS/sec
3-4	1.25GS/sec

3.4 使用快速采集方式

快速采集方式减少波形采集间的死区时间,死区通常在数字示波器采集波形时产生。这使得以快速采集方式来捕获和显示瞬变事件成为可能,例如毛刺或欠幅脉冲,它们通常在长死区时间丢失,这也是正常 DSO 操作的一部分。快速采集方式也可在一反映发生率密度范围内显示波形现象。

Fast XY 和 XYZ 方式也通过由输入通道连续接收非触发数据

来提供亮度信息。

几种与快速采集方式不兼容的方式/特性:

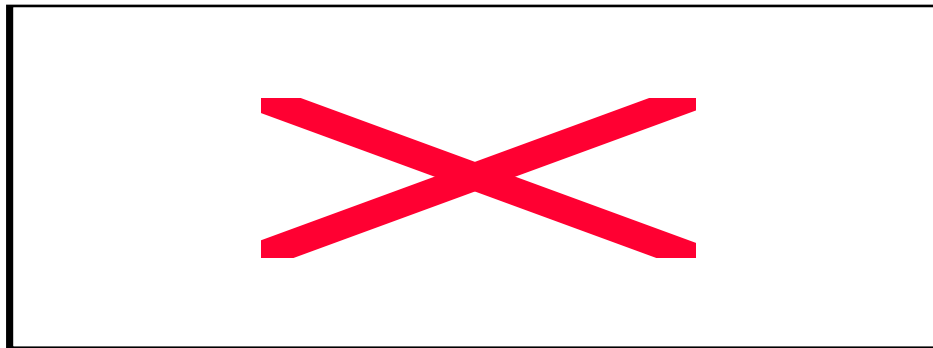
- Zoom 方式(放大方式)
- 峰检,包络,取平均和单序列采集方式
- 内插(替代用于正常采集方式)
- 等时采样方式中的矢量(波形以点方式显示)
- 保存非激活波形
- 数学运算波形
- 测量

3.4.1 使用快速采集

考虑你想使用的采集数据的方式:

1. Automatic Selection(自动选择):自动快速采集选择记录长度和采样率来通过最小化死区优化显示图像。快速采集选择采样率最高达 1.25GS/s 和记录长度最大至 1,000,000 点并压缩它们至 500 像素点产生最大显示内容。

2. Waveform Capture Rate(波形捕获率):下面两图说明快速采集方式与数字存储示波器的正常采集方式有何不同。注意正常方式遵从“捕获数字化波形-更新波形存储器-显示波形”的过程。正常方式丢失在长死区时间内的发生事件。典型波形的捕获率是每秒 500 个波形。



快速采集显示

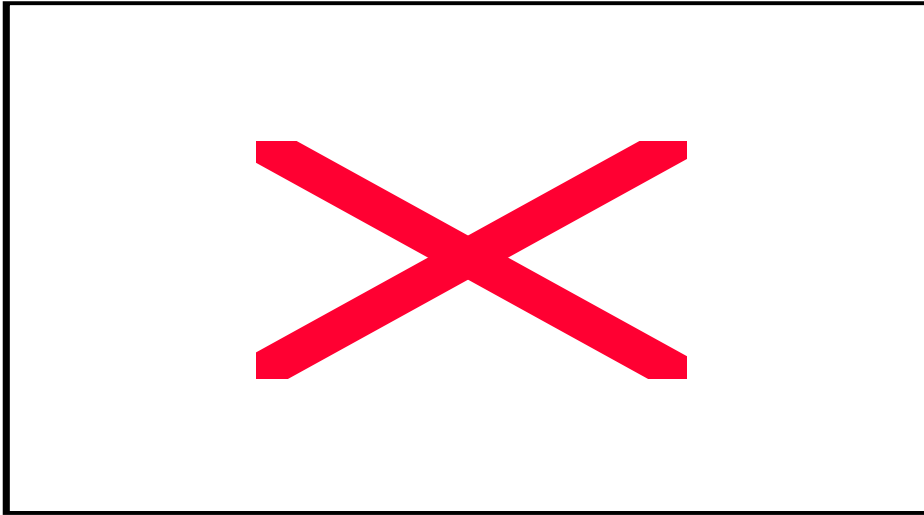
正常 DSO 显示

正常 DSO 和快速采集显示

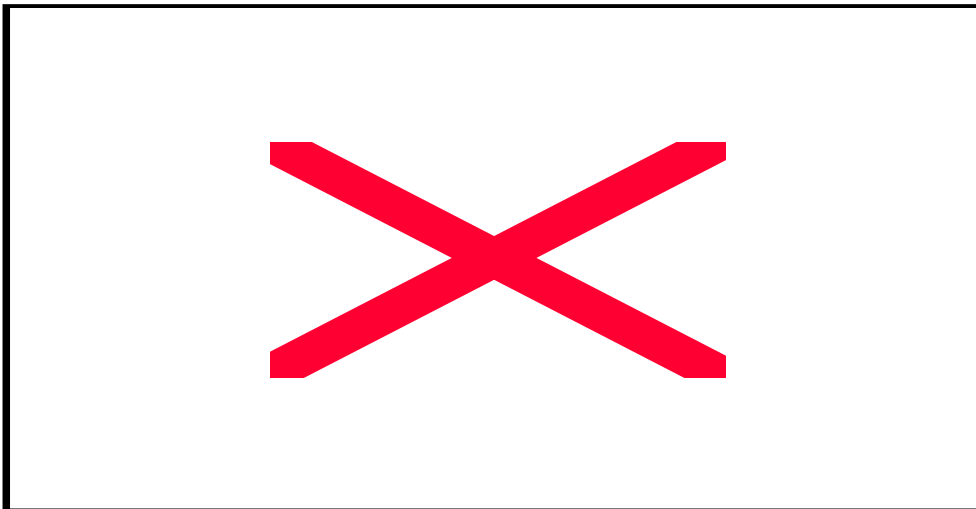
快速采集方式增加波形捕获率高达每秒 100,000 波形,在波形间多次更新波形阵列。这种非常快的捕获率大大增加欠幅,毛刺和其他偶尔事件在波形存储积累中的概率。然后更新在正常显示率中的显示。你可使用可调节的或自动亮度来控制波形密度。

快速采集方式增加密度或灰度刻度信息到波形阵列,如模拟示波器中的每个点。波形排列是显示象素的两维阵列。显示象素值每次都通过波形采集记录而增加。

3.4.2 正常 DSO 方式



3.4.3 快速采集方式



正常 DSO 采集和与快速采集方式比较的显示方式

3.4.4 开关快速采集

使用下列程序建立快速采集方式:

1. 必须建立水平和垂直控制,触发也需建立;
2. 敲击水平工具条按钮打开 Horizontal/Acquisition Setup 控制窗口。
。选择 Acquisition(采集)栏;

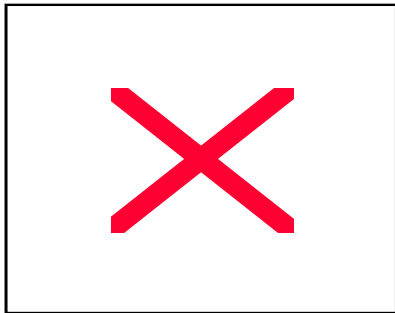
3. 敲击 Fast Acquisition 来切换 Fast Acquisition,或按前面板 Fast/Acq 按钮;
On 是缺省方式。Fast Acquisition 方式将一直保持直到你将其关闭或选择禁止 Fast Acquisition 的不兼容方式;
4. 敲击 DISP 任务条,或由显示菜单选择 Display Setup 命令。在 Appearance 栏上显示控制窗口打开;
5. 敲击一 Display Style 按钮,或者是 Vectors,Dots 或者 Inten Samp。Dots 为缺省状态;
6. 对于显示余辉,敲击 Off 或 Variable,Off 为缺省状态,每清除一次屏幕,新的波形阵列将显示。
7. 若你选择 Variable,敲击 Persist Time 并调整余辉时间(衰减率);
8. 选择 Display Setup 控制窗口的 Objects 栏;
9. 敲击 Display Date/Time 控制日期/时间显示的开和关;
10. 选择 Display Setup 控制窗口 Appearance 栏;
11. 敲击波形密度 AutoBright 按钮来调节 AutoBright 的开和关;
 - On 是自动设置最大密度来评价最大频发事件;
 - Off 产生一如模拟示波器的显示。显示亮度有赖于触发率;
12. 旋转前面板 INTENSITY 旋钮来调整显示波形的密度或敲击密度控制同时使用键盘或多功能旋钮来输入密度值;
13. 选择 Display Setup 控制窗口 Color 栏;
14. 敲击 Color Palette 按钮。在 Fast Acquisition 方式中 Temp 和 Spectral 比其他调色板更详细地显示;

3.4.5 设置显示格式

示波器以三种方式:YT,XY,或 XYZ 的任意一种来显示波形。

使用下列程序来这种显示格式。

1. 敲击 DISP 任务条按钮。在 Appearance 栏上 Display Setup 控制窗口打开。
2. 在 YT,XY 和 XYZ 间选择显示格式:
 - YT 是通常的示波器显示格式。它表现单个电压(垂直轴)随时间变化(水平轴)。
 - XY 是通过点来比较两个波形记录点的电压电平,也就是示波器显示某一通道与其他通道相比的数据图形。数据是一持续流同时没有波形记录。XY 要求快速采集方式,这对研究阶段关系特别有用。当你设置垂直位置并以 YT 方式显示为中心,XY 显示在屏幕中心同时每个以 YT 方式显示的格产生一以 XY 方式显示的格。



快速采集的 XY 显示

在 XY 格式中,任何通道都以下表指定的轴来显示并与 XY 配对显示。若只有一个源显示,则示波器自动打开另一个源以完成配对显示。而且,一旦 XY 打开,则所选择的另一与其配对的源也打开,关闭时,两源同时去掉。

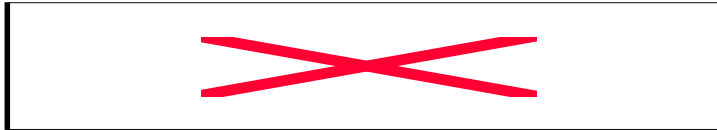
- XY 格式只是点显示格式,但它有余辉。当你选择 XY 格式时,矢量格式的选择不受影响。
- XYZ 格式较之在 XY 格式中 CH1(X)和 CH2(Y)电压电平点到点的波形记录,XYZ 要求快速采集方式。显示波形密度是通过 CH3(Z)波形记录来调节。XYZ 格式没有触发。A-5 格信号(包

括位置和偏移)在 CH3 上产生一空白屏;a+5 格信号产生全亮度。

若在 XY 或 XYZ 中,直方图被允许,水平控制被忽略。XYZ 格式仅在 TDS5054 和 TDS5104 型号的机型中有效。

3. 进入在线帮助获取此程序中有关控制描述的更多信息。

XY 格式配对

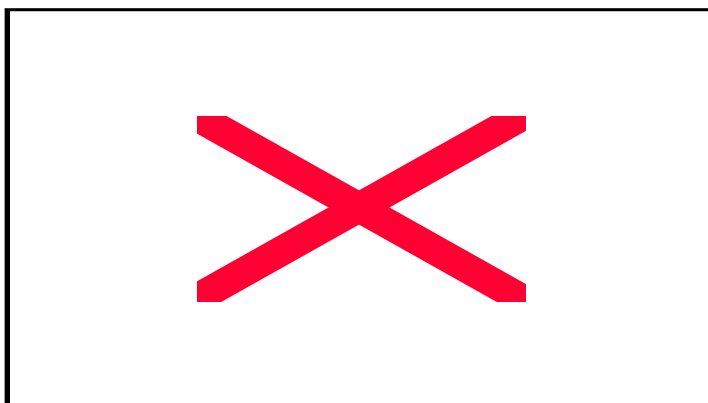


第四章 触发

使用示波器采样信号并数字化处理到波形记录,你需建立触发条件。本章提供触发背景及使用基本触发单元的程序:

- **Trigger Concept(触发概念):**触发的基本组成部分包括:触发种类、触发源、耦合、释抑等等;
- **Trigger from the Front Panel(前面板触发):**使用前面板触发控制;
- **Additional Trigger Parameter(补充触发参数):**在触发建立控制窗口进入一般触发功能;
- **Advanced Triggering(高级触发):**在特定条件下,触发示波器的触发类型;
- **Sequential Triggering(连续触发):**结合 A(主)和 B(延迟)触发系统来捕获独特事件;

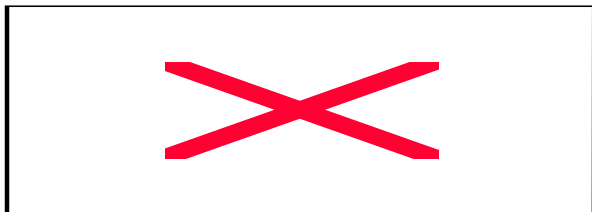
下图表示如何触发来(满足)适应示波器的全面操作:



示波器系统概述:触发

4.1 触发概念

触发产生重要波形,由信号来显示。示波器具有简单的边缘触发以及各种高级触发功能。



触发与非触发显示比较

4.4.1 触发事件

触发事件在波形记录中建立时零点。所有波形记录数据被定位在相对于零点的时间内。示波器连续采集和保持足够的采样点来填充波形记录的预触发部分。当一触发事件产生,示波器开始采集采样来建立波形记录的后触发部分。一旦,某一触发被识别,示波器将不接受其他触发直到采集完成同时释抑终止。

4.1.2 触发源

触发源提供触发采集的信号。使用与采集和显示的信号同步的触发源。可由下列源驱动触发。

- **Input channels(输入通道)**是通常使用最多的触发源。你可视仪器型号选择两或四个通道中的任一个。你选择作为触发源的通道无论显示与否都将有效。
- **AC Line Voltage(交流电源电压)**通常被用来观察与电源线频率有关的信号(例如,来自于照明设备和供电设备的信号)。因为示波器产生自电源线触发,你不必使用通道输入。
- **Auxiliary Trigger(AUX IN)(辅助触发)**提供可用作触发输入的第五个源,当你必须用四个通道输入其他信号时。例如,当显示其他四个逻辑信号时,你也许想触发时钟。使用辅助触发,连接信号到前面板的辅助输入连接器。输入连接器与大多数探头即不兼容,也不显示辅助触发信号。

4.1.3 触发类型

示波器提供下列触发类型:

- **Edge trigger(边沿触发)**是使用模拟和数字信号的最简单、最通用的触发类型。当触发源在指定方向(上升或下降信号电压)上通过一指定电压电平时,一边沿触发事件产生。
- **Pulse trigger(脉冲触发)**是指定目的的触发主要使用数字信号。下列脉冲触发类型有效:Glitch(毛刺),Runt(欠幅),Window(窗口),Width(宽度),Transition(转换),Timeout(超时)。脉冲触发仅在主触发中有效。
- **Logic trigger(逻辑触发)**是指定目的的触发最初用于数字化逻辑信号。两种类型,图形和状态,基于 Boolean(布尔)操作码对示波器的所选触发源进行触发。第三种类型,建立和保持,触发在一给定的触发源中,数据相对于另一触发源的时钟在建立和保持时间内改变状态,(此时)逻辑触发仅在主触发中有效。
- **Video trigger(视频触发)**被用在特定场或视频信号行上触发示

波器。你可使用预设置视频信号几种格式中的任一格式或设置一定制格式。

4.1.4 触发方式

触发方式决定在没有触发事件的情况下示波器的性能如何：

- **Normal trigger**(一般触发)方式使示波器在触发时只采集波形。若没有触发产生,示波器不采集波形,同时最后一次采集的波形记录在显示中保留“frozen(冻结)”状态。若不存在最后波形,将无波形显示(见图)。
- **Auto trigger**(自动触发)方式使示波器可以采集波形即使触发不产生。自动方式使用触发事件发生后即开始计时的计时器。若在超时前,其它触发事件没有被探测到示波器人工(强行)触发。等待一触发事件的时间长度取决于时基的设置。

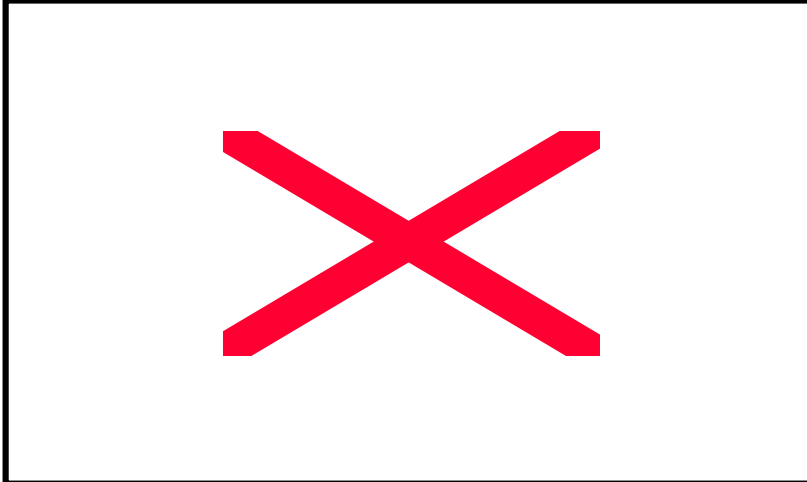
自动方式当缺少有效触发事件需人工触发时,将显示不同步波形(见图)。换句话说,在波形的同一点连续采集不被触发;所以,波形显示并滚过屏幕。若有效触发产生,显示将变得稳定。

对上一波形来说,长时间的释抑,不稳定触发产生。对下一波形来说,使用较短的释抑设置,在突发中第一脉冲产生的所有触发用于纠正不稳定的触发。

4.1.5 触发释抑

触发释抑有助于稳定触发。当示波器识别一触发事件时,触发系统失效直至采集完成。此外,触发系统在每一采集的释抑期间内无效。当示波器在不理想的触发事件中被触发,调整释抑来获得稳定的触发。(见图)

数字脉冲串是复杂波形的典型(好)例子。每个脉冲都与其它脉冲相似,所以,存在许多可能的触发点,但是不是所有的结果都显示在同一显示中。释抑周期允许示波器在正确边沿上触发,显示结果稳定。



释抑调整可以防止不正确的触发

释抑设置范围在 250ns(最小有效延迟)和 12 秒(最大有效释抑)之间。你也可设置缺省释抑。缺省释抑对大多数应用来说是一般意义的释抑,随水平刻度变化。它相对于当前设置的水平刻度的五倍。

4.1.6 触发耦合

触发耦合决定哪一部分信号通过触发电路。边沿触发可用于所有的有效耦合类型:AC,DC,Low Frequency Rejection(低频抑制),High Frequency Rejection(高频抑制)和 Noise Rejection(噪声抑制)。所有类型的高级触发都使用 DC 耦合。

4.1.7 水平位置

水平位置定义在波形记录上的何处产生触发,具有可调性。允许你选择在触发前和触发后示波器的采集量。触发前产生的记录是预触发部分,触发后产生的部分是后触发部分。

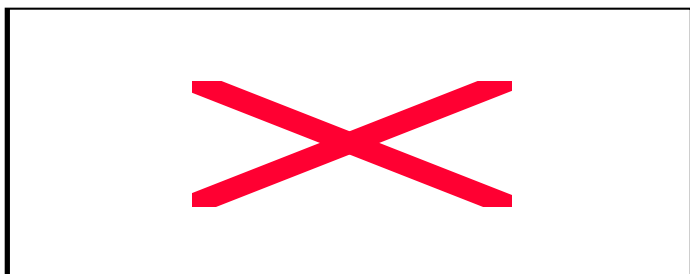
当查找故障时,预触发数据很重要。例如,若你要在试验电路中发现不理想毛刺产生的原因,你可在毛刺上触发并使预触发期间足够长以便在毛刺前捕获数据。通过分析毛刺前发生了什么,你可揭开有助于发现毛刺来源的信息。

4.1.8 斜率和电平

斜率控制决定触发点的位置是在信号的上升沿还是(或)信号的下降沿上。(见图)通过在前面板上按 SLOPE 按钮来设置触发斜率以便在正负沿间进行调节。

电平控制决定触发点位置在沿的何处。(见图)你可在前面板

上使用 LEVEL 按钮设置触发电平。按 LEVEL 按钮自动设置触发电平到信号 50% 的幅度点。



倾斜和电平控制有助于定义触发

4.1.9 延迟触发系统

你可单独使用 A(主)触发系统或结合 A(主)触发与 B(延迟)触发在连续触发事件上触发。当使用序列触发时,A 触发事件准备触发系统同时当 B 触发条件满足时,B 触发事件触发示波器。A 和 B 可以有各自的源。B 触发条件基于一时延或特定计数事件。参考序列触发来了解如何使用延迟触发系统。

4.2 由前面板触发

前面板提供快速进入最常用的触发控制。触发读出值表示触发系统的状态。

SLOPE,COUPLING 和 SOURCE 只工作于边沿触发。进入高级触发控制,通过按 ADVANCED 按钮打开 Trigger Setup 控制窗口。

4.2.1 建立触发

使用前面板控制应用下列程序建立触发。

1. 设置采集系统 RUN(运行)(RUN/STOP 控制灯亮),同时对采集信号设置相应的垂直和水平控制。
2. 按 EDGE 按钮选择边沿触发或按 ADVANCED 打开 Trigger Setup 控制窗口建立其它触发类型。
3. 按 SLOPE 按钮在 POS 和 NEG 间进行切换。
4. 对边沿触发手动改变触发电平(或对逻辑和脉冲触发确定门限电平)转动 LEVEL 旋钮。你也可在 Trigger Setup 控制窗口中设置电平。快速设置边沿触发电平至波形电压范围的 50%,按 LEVEL 按钮。示波器在触发信号峰-峰的中间点设置触发电平。此功能不影响其它触发类型。

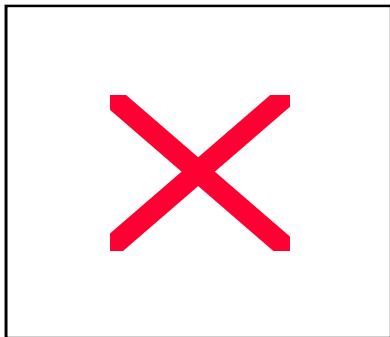
你也可在 Trigger Setup 控制窗口中敲击 Set50%。

5. 按上、下箭头键来选择源:
 - 通道 1 至 4 是输入通道。选作触发源的通道无论是否显示都将有效。
 - EXT 是第五个不可显示的辅助触发源。使用辅助触发。连接源至前面板的 AUX IN 连接器。
 - LINE 是 AC 电压。示波器被用于产生触发同时不必输入信号。触发电平被固定在零电压。
6. 按上、下箭头键来设置 COUPLING:
 - DC 通过输入信号的 AC 和 DC 部分
 - AC 只通过输入信号的 AC 部分
 - HF REJ 衰减信号 30kHz 以上
 - LF REJ 衰减信号 80kHz 以下
 - NOISE REJECT 提供低灵敏度以减少噪声的错误触发机会
7. 按 MODE 按钮在 NORM 和 AUTO 触发方式间切换
 - NORM 对采集波形要求一有效触发事件
 - 若无有效触发事件产生 AUTO 采集一波形事件了解这些,在 AUTO 方式中采集的波形也许不被触发。

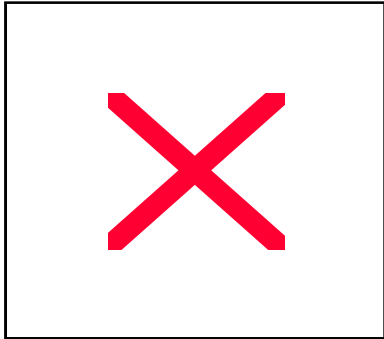
4.2.2 检查触发状态

观察触发电路的状态和建立,使用触发状态灯,读出值和屏幕。

1. 快速决定触发状态,检查 ARM.READY 和 TRIG`D 控制。
 - 若 TRIG`D 运行,示波器识别一有效触发同时填充波形的后触发部分。
 - 若 READY 运行,示波器可接受,等待一有效触发产生。
 - 若 ARM 运行触发电路系统填充波形记录预触发部分。
 - 若 TRIG`D 和 READY 同时运行,一有效 A 事件触发被识别同时仪器等待一延迟触发。当一延迟触发被识别延迟波形的后触发部分将被填充。
 - 若 ARM,TRIG`D 和 READY 被关闭,采集也停止。
2. 快速决定某些关键触发事件参数的设置,在下面显示中检查触发读出值。边沿触发和高级触发的读出值有所不同。



3. 在波形显示中观看触发电平,打开触发电平指示器标记。只要通道提供的源被显示,触发电平指示器将一直保持在屏幕上。你可在两种触发电平指示器间进行选择:水平条或方格图右边的箭头。



触发电平指示器表示波形记录中的触发电平。
你可拖拽指示器来设置触发电平

4.3 附加触发参数

有些附加触发参数只可通过触发建立控制窗口获得。

- 释抑
- 触发电平预置
- 强力触发
- 单序列

使用下列程序建立这些附加触发参数。更多信息示于在线帮助的执行程序中。

设置释抑

改变释抑时间有助于稳定触发。设置释抑:

1. 按前面板 **ADVANCED** 按钮
2. 在 **Trigger Setup** 控制窗口上,选择 **Mode** 栏
3. 敲击 **Default** 或 **Time**
 - **Default** 使用示波器缺省延迟时间,使其为当前水平刻度设置的五倍。
 - **Time** 时你进入释抑以获得更稳定的触发。此时间可用在所有水平刻度设置
4. 若使用时间,敲击 **Trig Holdoff** 同时使用多功能旋钮进入时间值。释抑范围在 $1.5\mu\text{s}$ 到 12 秒之间。
5. 按前面板上的 **ADVANCED** 按钮。

6. 在 Trigger Setup 控制窗口上,选择 A Event 栏。
7. 敲击 Trigger Type 按钮选择触发,例如,使用电平调整的 Edge(边沿)。触发使用电平调节,若使用触发类型建立控制时,电平控制出现在屏幕右边。
8. 敲击电平和键盘图标打开键盘。敲击 TTL,ECL 或 USER 中的任一键。
 - TTL 固定触发电平在+1.4V
 - ECL 固定触发电平在-1.3V
 - USER 固定触发电平在用户预置电压

当你设置 volt/div(电压/格)小于 200mV,示波器减少 TTL 或 ECL 触发电平低于标准 TTL 和 ECL 电平。减少的产生是由于触发电平范围由中心被固定在 ± 12 格。在 100mV,触发范围为 $\pm 1.2V$ 小于典型的 TTL 电平或 ECL 电平。
9. 若菜单条不显示,敲击 Menu 工具条按钮。
10. 选择 Utilities 菜单的 User Preference 选项。User Preference 控制窗口打开。
11. 选择 Keypad Defaults 栏。
12. 敲击适当的 Trig Level 并使用多功能旋钮或弹出键盘调节预置。
13. 若需要,敲击 Keypad Label 并使用弹性软件来改变预置的 label。
14. 按前面板上的 ADVANCED 按钮。
15. 在 Trigger Setup 控制窗口,选择 A Event 或 B Event 栏。
16. 敲击 Edge。
17. 使示波器立即开始采集一波形记录,即使没有触发事件,敲击 Force Trigger。

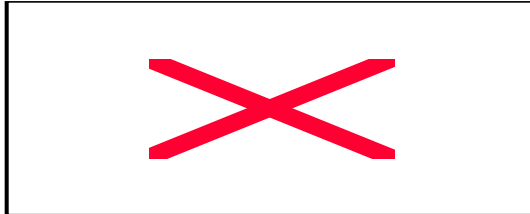
在正常触发方式中,当输入信号不提供有效触发时,使触发实施。敲击 Force Trigger 快速确认是否有助于示波器采集的信号出现,然后决定如何触发信号(例如,按 LEVEL 设置到 50%,检查触发源设置等等)。

示波器作用于 Force Trigger,即使在预触发释抑结束前选择。不管采集系统是否停止,按钮都不受影响。
18. 按前面板 SINGLE 键,触发于下一个有效触发世界,然后停止。
19. 使用单序列方式,按前面板上的 RUN/STOP 按钮。SINGLE 按钮的正确功能有赖于采集方式。在采样,峰检或 Hi Res 采集方式中,单次波形采集后采集停止。在取平均或包络方式中,N 个波形采集后采集停止,这里 N 是指定的取平均或包络的数。单序列触发在快速采集方式中无效。

4.4 高级触发

本节描述如何使用高级触发:glitch,runt, width,transition,pattern, state,setup/hold>window,video 和 timeout。

你可在读出值中检查高级触发状态。读出值示出触发类型,源,电平或其它特定触发类型的某些重要参数。下图为说明状态触发类型读出值的例子。



高级触发读出值实例

各个高级触发描述如下:

1. **Glitch Trigger(毛刺触发)**:当示波器检测到一个比某些特定时间更窄(或更宽)的脉冲时,毛刺触发产生。你也可设置示波器触发毛刺的任一极性,或拒绝毛刺的任一极性。
2. **Runt Trigger(欠幅触发)**:当示波器检测到一个穿过第一门限短脉冲但在再次穿越第一门限前,在第二门限失败时,欠幅触发产生。你也可设置示波器来检测任一正或负欠幅脉冲,或比那些特定最小宽度宽的脉冲。欠幅脉冲也可通过其它通道的逻辑状态来限定。
3. **Width Trigger(宽度触发)**:当示波器检测到某些特定时间范围内或外脉冲时,宽度触发产生。示波器可触发正或负宽度脉冲。
4. **Transition Time Trigger(过度时间触发,转换时间触发)**:转换触发是基于脉冲沿的斜率。使用转换触发在比特定时间快或慢的两门限间相交的脉冲沿上触发示波器。你也可建立示波器在正或负沿上触发。
5. **Timeout Trigger(超时触发)**:当示波器没有检测到一预期的脉冲转换时,超时触发产生。若产生的脉冲转换先于一指定的超时,则无触发结果。
6. **Pattern Trigger(形式触发)**:当输入用以选择真、假功能的逻辑功能时形式触发产生。当你使用形式触发时,定义为:
 - 各个逻辑输入的前提:逻辑高、低或“不管”;示波器通道的逻辑输入
 - **Boolean 逻辑功能**:AND,NAND,MORM 或 NOR(与,与非,或和或非)
 - **触发条件**:Boolean 功能成为 True(逻辑高)或 False(逻辑低),以及 True 的条件是时间限定

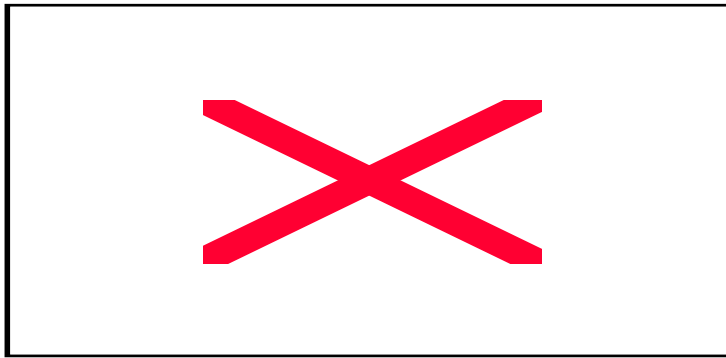
图形触发的逻辑选择概况在下表中。

7. State Trigger(状态触发):当输入逻辑功能,在时钟输入改变状态的时间,产生真或假功能时,状态触发产生。当你使用状态触发时,定义为:

- 对通道 1 至通道 3 逻辑输入的前提条件
- 对通道 4 的时钟输入状态改变的方向
- Boolean 逻辑功能:AND,NAND,OR,或 NOR
- 触发条件:Boolean 功能变成真(逻辑高)或假(逻辑低)

状态触发的逻辑条件概况在下表中。

图形和状态逻辑:



*

1. 对于状态触发定义必须满足时钟输入变化状态的时间。
2. 在 Trigger When 中对于 Goes TRUE 的设置,这里给出定义是正确的。若菜单被设置到 Goes False,对图形和状态类型,以 AND 定义换 NAND,以 OR 定义换 NOR。
3. 当使用图形触发时,逻辑输入是通道 1,2,3 和 4。对状态触发,通道 4 为时钟输入,其余通道为逻辑输入(对 TDS5052,通道 2 为时钟输入)。

8. Setup/hold Trigger(设置/保持触发)

当逻辑输入改变设置内部的状态同时保持相关时钟的时间时,建立/保持触发产生。当使用建立/保持触发时,定义为:

- 通道包含逻辑输入(数据源)和通道包含时钟(时钟源)
- 时钟沿的使用方向
- 示波器使用的时钟电平和数据电平决定是否发生时钟或数据转换
- 建立和保持时间一起定义与时钟有关的时间范围。

在建立/保持违例区域内,改变状态的数据,违例示波器的区域触发。下图表明如何建立和保持,你所选择的与时钟相关的区域位置的时间。

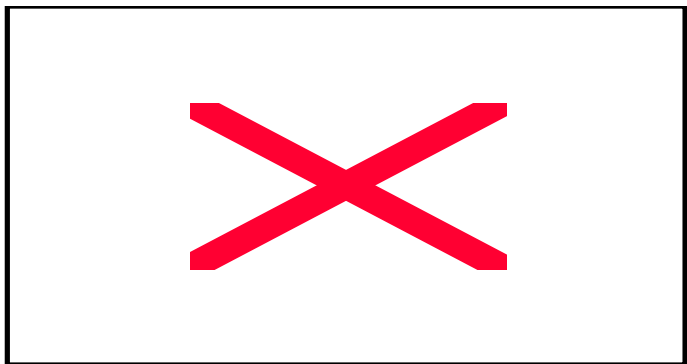
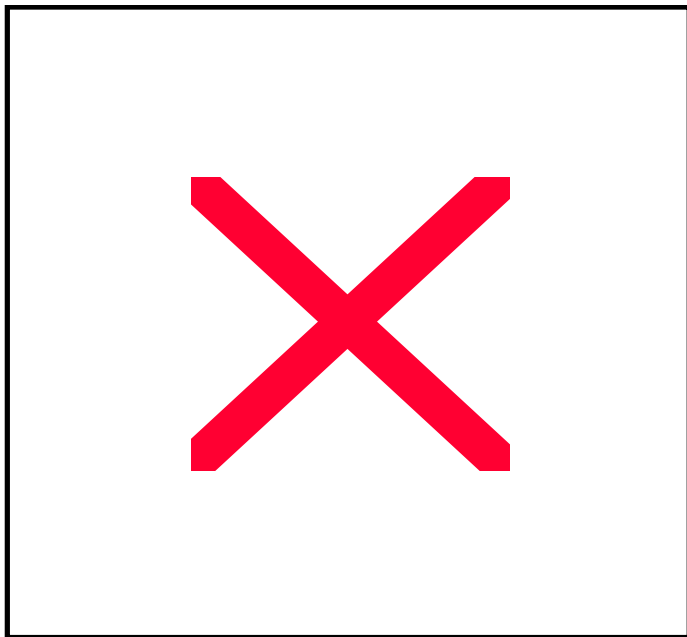
建立/保持触发使用建立/保持违例区域来检测当数据太靠近

记录时钟的时间是不稳定的。每次触发释抑结束,示波器监视器监视数据和时钟源。当时钟沿产生时,示波器检验在建立/保持违例区域内由转换产生的数据流的处理过程。无论发生什么,示波器都将以定位在时钟沿上的触发点来触发。

对建立和保持时间(最普遍的应用)定位建立/保持违例区域以便主动设置时钟沿间隔。(见下图中的上部分波形)示波器探测和触发那些在时钟前尚未成为长久稳定的和在时钟后尚未保持长久稳定的数据。

对建立或保持时间负设置失真的建立/保持违例区域并在时钟沿前或后将其定位(见下图中,下部和中间的波形)。示波器可在时钟前或后形成的时间范围内的违例区域检测和触发。

注意:保持该保持时间设置在不少于时钟周期的一半不多于 2.5ns 的范围内,否则示波器将不能触发(假定 50%为一个工作周期的时间)。



建立/保持触发的违例区域

9.Window Trigger(窗口触发)

当输入信号上升至上门限电平以上或下降至下门限电平以下时,使用窗口触发来触发示波器。设置电平后,你可规定在信号进入或离开门限窗口时间是否要触发仪器。你可进一步规定时间项内的触发事件,或通过其它通道的逻辑状态。

10.Video Trigger(视频触发)

使用视频触发来触发示波器在特定区域内或合成视频信号的行。由几个预置视频信号格式或设置定制格式来选择。只支持合成信号格式。不支持如 RGB 和 VGA 等图形显示格式。

4.4.1 毛刺触发

使用下列程序探测和触发毛刺或忽略毛刺:

1. 按前面板上的 **ADVANCED** 按钮。
2. 在 **Trigger Setup** 控制窗口,选择 **A Event** 栏。
3. 敲击 **Glitch**。
4. 规定哪一通道为触发源。敲击 **Source**,同时从列表中选择源。
5. 敲击 **Polarity** 按钮来指定毛刺的极性。
 - **Pos** 为正向脉冲
 - **Neg** 为负向脉冲
 - **Either** 作为正负向脉冲
6. 规定毛刺宽度,敲击 **Width** 并使用多功能按钮或键盘键来设置毛刺宽度。
7. 指定是在比你所规定的宽度窄的毛刺上触发还是在比你所指规定的宽度宽的毛刺上触发。
 - **Trig** 如果 $Width <$ 只在窄脉冲上触发
 - **Trig** 如果 $Width >$ 只在宽脉冲上触发
8. 敲击 **Glitch Trigger Level** 同时使用多功能旋钮,软件盘键或前面板的 **LEVEL** 按钮来设置由示波器识别的横穿的毛刺电平。
你可设置电平为适当值通过在 **Level** 弹性键盘上敲击 **TTL** 或 **ECL** 来获得 **TTL** 或 **ECL** 逻辑族。
9. 对所有标准触发类型 **Mode** 和 **holdoff** 皆可设置。

4.4.2 欠幅脉冲触发

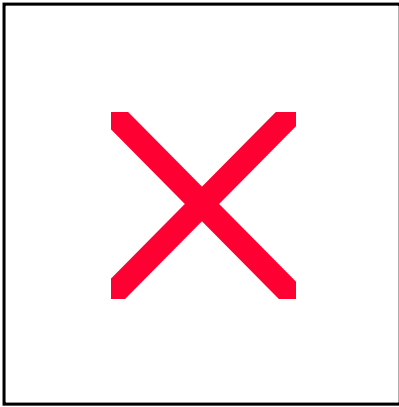
使用下列程序来检测和触发欠幅脉冲。示波器可查找正、负欠幅脉冲。这些脉冲也可通过时间量化或通过其它通道的逻辑状态来规定。

1. 按前面板的 **ADVANCED** 按钮。
2. 在 **Trigger Setup** 控制窗口,选择 **A Event** 栏。

3. 敲击 Runt

4. 指定哪一通道为脉冲触发源,敲击 Source 同时由下拉列表选择源。
5. 选择 Polarity 值来规定欠幅脉冲的方向。触发产生一点,即在该点上脉冲返回超过第一门限而相对于第二门限电平为负,但没有穿过第二门限电平。在 Polarity 窗口中选择 polarity 并由此决定产生的欠幅触发必须穿过的门限序列
 - Pos 视为正向脉冲。低的门限必须首先被正向穿过,再穿过负向,不必穿过上门限。
 - Neg 视为负向脉冲,上部门限必须首先被穿过负向,然后再穿过正向,不必穿过低的门限。
 - Either 视为正负脉冲。其一在任意方向上必须首先被穿过,然后再穿过相反的方向,不必穿过另一个门限。

对于所有三种极性的设定,触发首先产生于欠幅脉冲再次穿过其第一门限的点。



6. 当 Runt 并由下拉列表选择时,敲击 Trigger 来限定欠幅脉冲的触发:
 - 无论宽度如何,在所有欠幅脉冲上产生触发。
 - 宽度触发只对超过你所设置的最小宽度的欠幅脉冲。使用多功能旋钮或弹性键盘。
 - 逻辑触发只对符合逻辑的欠幅脉冲。当示波器检测到欠幅发生,它将检查其它两个有效通道的逻辑状态,同时只对满足条件的进行触发。各个通道借可有高值(H),低(L)或“不管”(X)值。若通道输入电压远大于指定的门限电压,A 值就可视做高(值),反之,被视做低(值);对没有被用作形式组成的的任何通道,都可使用“不管”选择。(只对 TDS5054 和 TDS5104 两种型号有效)。
7. 设置门限电平,敲击 Upper Limit(上限)或 Lower Limit(下限),随后(同时)使用多功能旋钮或弹性软件盘键设置值。

提示:使用触发电平的标记来设置门限电平,打开 Display Setup 控制窗口并在 Objects 栏上敲击 Long。

8. 对所有标准触发类型设置 Mode 和 holdoff 可。

4.4.3 脉冲宽度的触发

使用下列程序来探测和触发比指定范围宽或窄的脉冲。

1. 按前面板上的 ADVANCED 按钮。
2. 在 Trigger Setup 控制窗口上, 选择 A Event。
3. 敲击 Width。
4. 规定哪一通道为触发源, 敲击 Source 并由列表中选择源。
5. 规定脉冲的极性, 敲击 Pos(对正向脉冲)或 Neg(对负向脉冲)。
6. 在时间单元内设置脉冲宽度的范围, 敲击 Upper 或 LowerLimit, 同时用多功能旋钮或弹出键盘键输入值。
 - Upper Limit 是触发源的最大有效脉冲宽度;
 - Lower Limit 是最小有效脉冲宽度示波器通常迫使 Lower Limit 小于或等于 Upper Limit;
7. 敲击触发, 对在指定范围内的脉冲或超出指定范围外的脉冲进行触发。
8. 敲击 Level 并使用多功能按钮或弹出键盘键来设置触发电平。
9. 对所有标准触发类型设置 Mode 和 holdoff。

4.4.4 转换时间上的触发

使用下列程序对较规定时间快或慢速率的两门限间的脉冲沿进行检测和触发。你可建立示波器对正、负沿进行触发。

1. 在前面板上按 ADVANCED 按钮。
2. 在 Trigger Setup 控制窗口中, 选择 A Event 栏。
3. 敲击 Transition。
4. 指定哪一通道为触发源, 敲击 Source 同时由列表中选择源。
5. 选择极性值来指定脉冲沿方向:
 - Pos 监视正向脉冲沿的转换时间(摆率)。脉冲沿必须首先穿过下门限然后再穿过上门限。
 - Neg 监视负向脉冲沿的转换时间(摆率)。脉冲沿必须首先穿过最高门限然后再穿过最低门限。
 - Either 监视脉冲的正、负沿。脉冲沿可首先穿过任一门限。然后再穿过另一个门限。
6. 门限电平和 delta 时间决定设置的转换时间。电平设置决定摆率电压(伏/秒)分量。

你可通过在电平键盘键上敲击 TTL 或 ECL 来设置 TTL 或 ECL 逻辑系列的相应值。

提示: 使用触发电平标记来设置门限电平, 打开 Display Setup 控制窗口, 同时在 Objects 栏上敲击 Long。

7. 完成指定的摆率,通过敲击 **Time** 来设置时间分量同时使用多功能旋钮或键盘键来设置 **delta** 时间值。
8. 在 **Transition Time**<上述设置的转换时间或在 **TransitionTime**>上述设置的转换时间时,敲击触发。
若你在 **Transition Time**>(远大于)同时示波器没有触发时,选择 **Trigger**,脉冲沿可能太快。检查脉冲沿速度,切换到边沿触发同时决定沿在为该触发设置的上、下电平间所占用的时间。
示波器不能转换在 **600ps** 或小于 **600ps** 内的门限电平间交叉的脉冲沿触发。
同样地,转换时间内可靠触发的前提,必须是脉冲宽度在 **7.5ns** 或大于 **7.5ns**,小于该宽度的脉冲可能触发在错误斜率上或完全不触发。若你不能如期在转换时间上触发,切换到边沿触发同时检查脉冲宽度。
9. 对所有标准触发类型可设置 **Mode** 和 **holdoff**。

4.4.5 超时脉冲触发

使用下列程序检测和触发大于指定时间的脉冲。示波器将在超时周期结束时触发。

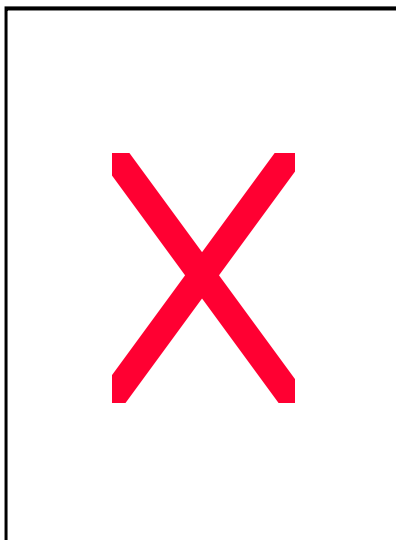
1. 按前面板上的 **ADVANCED** 按钮。
2. 在 **Trigger Setup** 控制窗口上,选择 **A Event** 栏。
3. 敲击 **Timeout**。
4. 规定哪一通道为触发源,敲击 **Source** 同时由列表选择源。
5. 设置触发超时电平,敲击 **Level** 同时使用多功能按钮或键盘键进入电压电平。
你可通过在电平键盘键上敲击 **TTL** 或 **ECL** 设置电平值适于 **TTL** 或 **ECL** 逻辑系列组。
6. 设置超时计时器,敲击 **Timer** 同时使用多功能旋钮或键盘键来设置时间。
7. 设置脉冲门限,敲击:
 - 若信号保持高于触发电平且长于超时(计时器)值,**Stay High** 触发。
 - 若信号低于触发电平且比超时值长,**Stay Low** 触发。
 - 若信号保持低于或高于触发电平且比超时(计时器)值长,**Either** 触发。
8. 对所有标准触发类型可设置 **Mode** 和 **holdoff**。

4.4.6 图形触发

当逻辑输入导致选择的功能成为 **True** 或 **False** 时,使用下列程序触发表波器。你也可规定在示波器触发前对指定的时间的逻辑条件必须满足。

1. 按前面板上的 **ADVANCED** 按钮。

2. 在 Trigger Setup 控制窗口,选择 A Event 栏。
3. 敲击 Pattern。
4. 对每个通道由下拉列表选择输入值。通道输入复合形成逻辑图形。每个通道可有一个高值(H),低值(L)或“忽略”值(X)。若通道输入电压远大于规定的门限电压时,A 值可视做高值。若通道输入电压小于规定的门限电压时,A 值可视做低值。对未使用图形部分的任何通道使用“忽略”选择。
5. 设置门限电压,敲击通道门限控制并使用多功能按钮或弹性软件盘键来设置每个门限。
6. 对复合的输入通道,选择 Boolean 逻辑功能。当输入波形与指定逻辑形式匹配时,示波器将在时钟沿上触发。
7. 由形式列表触发,当逻辑图形为真时,选择 True 来触发示波器。当逻辑形式为假时,选择 False 触发示波器。列表项 More Than 和 Less Than 符合形式触发的时间。
8. 对所有标准触发类型可设置 Mode 和 holdoff。
9. 你可设定符合逻辑触发的时间,指定时间以使 Boolean 逻辑功能为 True。当形式控制时,必须对触发选择 Less Than 或 More Than。
。使用多功能按钮或软件盘键设置时间并在此时间上敲击 Trigger When Time。
当你选择 Less Than 并规定时间,输入条件必须推导逻辑功能的 True,该真是低于指定时间的真。相反地,对要求 Boolean 功能的 More Than 项中的真,是长于指定时间的真。
示波器以下列方式来决定触发点:
 - 等待形成真的逻辑条件。
 - 开始计时并等待逻辑功能变成 False。
10. 在 True 的时间长于或短于的不同情况,比较时间,然后在逻辑条件变成 False 的点上触发波形显示。此时间可以是并通常是与设定时间不同。



4.4.7 逻辑状态触发

当以时钟输入改变状态时,对导致功能为 True 或 False 而选择的
功能的所有逻辑输入,使用下列程序触发示波器。

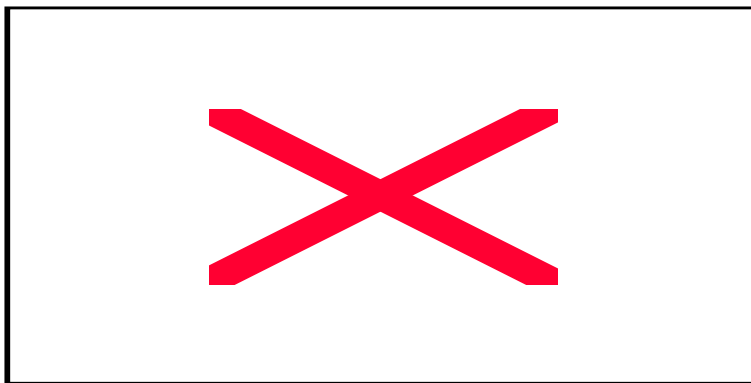
1. 按前面板上的 **ADVANCED** 按钮。
2. 在 **Trigger Setup** 控制窗口,选择 **A Event** 栏。
3. 敲击 **State**。
4. 由各个通道的下拉列表来选择输入值。通道 1,2 和 3 表示数据输入。通道 4 需与时钟源连接。
通道输入组合图形逻辑形式。各个通道可以有高(H),低(L)或“忽略”值。若通道输入电压大于指定门限电压时,该值视为高值;若通道输入电压低于指定门限电压时,该值视为低值;对未用作图形部分的任何通道使用“忽略”值。
5. 设置门限电压,在通道门限控制上敲击并使用多功能按钮或软件盘键来设定各个门限。
6. 对组成的输入通道,选择 **Boolean** 逻辑功能。当输入波形与指定逻辑图形相匹配时,示波器触发时钟沿。当逻辑图形趋于真时,对触发的示波器选择真;当逻辑图形趋于假时,对触发示波器选择假。对最简单的操作,留此控制设置为 **True**。设置功能为假反码被选形式功能的输出(例如从 **AND** 到 **NAND** 或 **NOR** 到 **OR**)。
7. 在使用 **Trigger When Pattern** 选择决定示波器何时触发。
8. 对所有标准触发类型设置 **More** 和 **holdoff**。

4.4.8 在建立/保持时间违例上触发

使用下列程序在建立和保持时间违例上检测和触发。建立
和保持时间定义与时钟相关的违例区域。在违例范围内数据无效。

1. 按前面板上的 **ADVANCED** 按钮。
2. 在 **Trigger Setup** 控制窗口上,选择 **A Event** 栏。
3. 敲击 **Setup/Hold**
4. 选择连接数字信号的通道,敲击 **Data Source** 同时由列表选择。
对两个数字和时钟源不要选择相同的通道。
5. 选择包括时钟信号的通道和用于时钟的沿,敲击 **Clock Source** 并由列表选择源。
对数据和时钟源不要选择相同的通道。
6. **Clock Edge** 决定触发点是在时钟信号的上升沿还是下降沿。敲击 **Clock Edge** 按钮。
7. 设置数据转换电平,敲击 **Data Level** 并使用多功能按钮或弹性软件盘键设置值。

8. 示波器使用时钟电平决定何时产生时钟沿横跨时钟电平的时钟点是一个测量建立和保持时间设置的参考点。设置时钟门限电平,敲击 **Clock Level** 同时使用多功能按钮或弹性软件盘键设置值。
通过在 **Level** 弹性软件盘键上敲击 **TTL** 或 **ECL**,**Clock** 和 **Data Levels** 可被设置一符合 **TTL** 或 **ECL** 逻辑系列的值。
9. 敲击 **Setup Time** 并使用多功能按钮或弹性软件盘键来设置与时钟有关的时间。
10. 敲击 **Hold Time** 同时使用多功能按钮或弹性软件盘键来设置与时钟相关的时间。
正建立时间总是领先时钟沿,正保持时间总是落后时钟沿。建立时间总是超前保持时间至少 2ns ($T_s + T_H \geq 2\text{ns}$)。试图设置时间以减少 2ns 的限制或调整其它时间来保持限制。
见下图,建立和保持违例触发的实例。
在大多数情况下,你将输入建立和保持时间的正值。正值设置示波器当数据源在建立时间内一直保持设置状态,在时钟前触发或当数据源在保持时间内切换,在时钟后触发。你也可通过输入负值使“建立/保持违例区域”出现时滞。
11. 对所有标准触发类型 **Mode** 和 **holdoff** 可被设置。



在建立/保持时间违例的触发

4.4.9 窗口门限违例的触发

当输入信号上升至上门限电平或落入下门限电平以下时。
。使用下列程序触发示波器

1. 按前面板上的 **ADVANCED** 按钮。
2. 在 **Trigger Setup** 控制窗口上,选择 **A Event** 栏。
3. 敲击 **Window**。
4. 指定哪一通道为触发源,敲击 **Source** 并由列表选择源。
5. 上、下门限电平定义窗口的电压极限值。设置门限电平,敲击

Upper Level 或 Lower Level 同时使用多功能按钮或弹性软件盘键设置值。

6. 限制窗口触发由下拉菜单组合中选择 这些触发。注意当控制改变时选择不同组合触发。
 - Inside Limits 或 Outside Limits 和 Occurs: 当信号输入窗口由门限电平定义时触发示波器。
 - Inside Limits 和 Wider Than 或 Outside Limits 和 Wider Than: 对特定的时间宽度, 当信号输入(或 Levels)由门限电平定义时, 触发示波器。
 - Inside Limits 和 Logic 或 Outside Limits 和 Logic: 当示波器检测一信号输入或保留由门限电平定义的窗口时, 它检查逻辑状态至其它两个有效通道并在条件满足时触发。每个通道都可有 High(H)、Low(L) 或 “忽略(X)” 值。若通道输入电压大于指定的门限电压, 该值可视为 High(值)。若通道输入电压小于指定的门限电压, 该值可视为 Low(值)。对那些不用于图形组成部分的任何通道使用 “忽略” 选择。
7. 对所有标准触发类型 Mode 和 holdoff 可被设置。

4.4.10 在视频信号上触发

使用下列程序探测并在视频信号上触发。仅支持合成信号格式。图表显示不支持的 RGB 和 VGA 格式。

1. 按前面板上的 ADVANCED 按钮。
2. 在 Trigger Setup 控制窗口上, 选择 A Event 栏。
3. 敲击 Video。
4. 指定哪一通道为触发源。敲击 Source 和从列表中选择源。
5. 由几个预置格式或设置的定制格式中选择视频信号格式。若使用预置格式, 敲击 Lines 和 Fields Autoset 按钮最优化示波器所选格式的显示场或行。
若选择定制信号格式, 不存在自动设置选项。你必须设置 Scan Type(隔行扫描或累进)和 Scan Rate。
6. 由下拉菜单的 Trigger 选择某值来确定在视频信号的何处产生触发。
 - 若你选择 Field, 使用下拉菜单选择 Odd, Even, 或 All。
 - 若你选择 Line#, 使用多功能旋钮来选择行号。行号范围取决于格式。
 - 若你选择 NTSC 格式使用多功能旋钮首先滚过奇数行, 然后是偶数行。
 - 若选择 All Lines, 在任一或所有行上产生触发。
7. 由时间或域来规定释抑, 同时使用多功能旋钮来改变值。若设置一定制格式, 仅时间控制有效。
8. 选择 Normal 或反极性:

- Normal 通常在反极性触发。因为同步脉冲产生的沿对大多数标准格式来说是负的。
 - 当探头电路系统使用反相时,视频信号使用取反。
9. 对由下拉菜单选择的所有方格图类型有效。IRE 方格图通常使用 NTSC 信号,mV 方格图通常使用其它所有视频信号。
 10. 对所有标准触发类型,Mode 和 holdoff 可被设置。

4.5 序列触发

在两个或更多信号的应用中,你也许可使用序列触发来捕获更多的复杂事件。序列触发使用 A(主)触发来配备触发系统,然后在某一特定条件满足时,使用 B(延迟)触发来触发示波器。你也可选择两个触发条件之一:

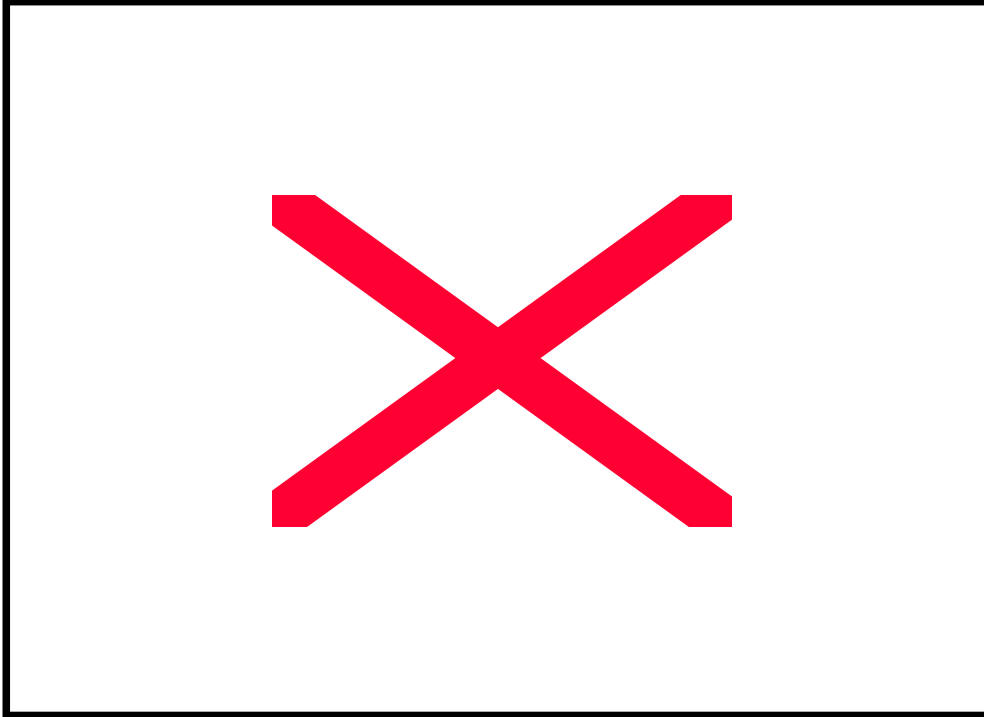
- Trigger After Time:在配备触发系统的 A 触发后,在触发延迟后产生下一次的 B 触发事件的示波器触发。设置触发延时时间用键盘键或多功能旋钮。
- Trigger on nth Event:在装备触发系统的 A 触发后,示波器在第 n 次 B 事件上触发。你可用软件盘键或多功能旋钮来设置 B 事件号。

注意:传统的延迟触发方式叫做“Runs After”由 TDS5000 性能的水平延迟担当(提供)。对任何触发事件,无论是单独的 A (主)触发事件还是使用 A(主)和 B(延迟)触发的序列触发,你都可使用水平延迟来延迟采集。

4.5.1 使用序列触发

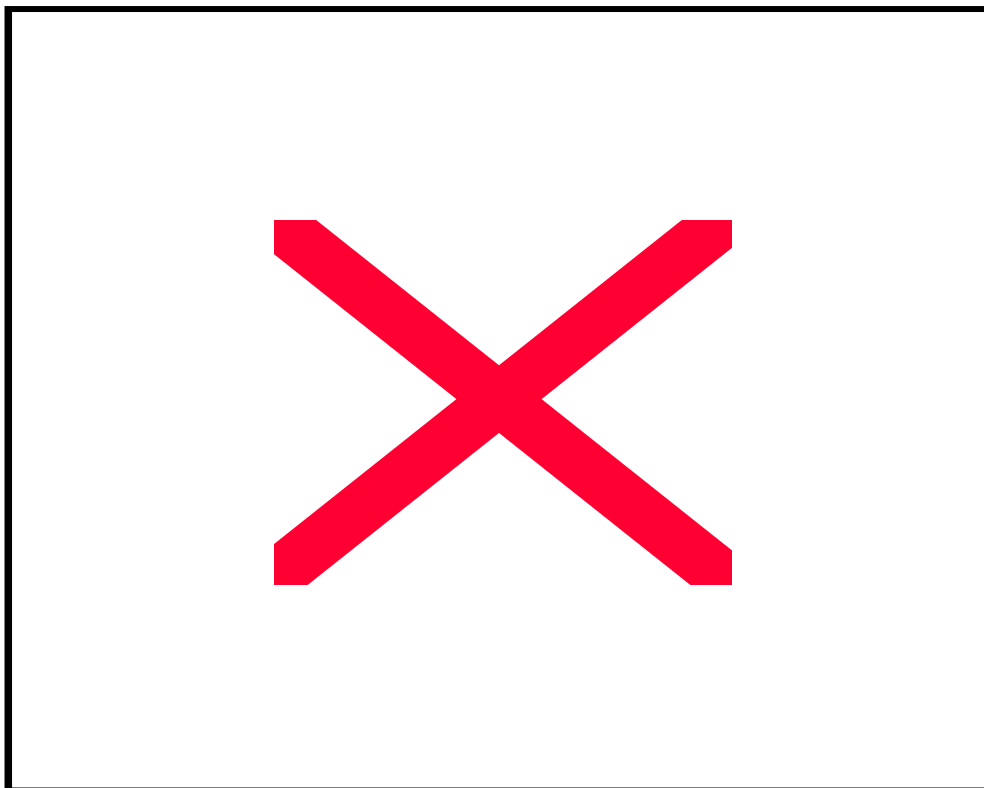
当使用序列触发时,请记住:

1. Trigger Source(触发源):在大多数情况下,你将分别设置 A(主)和 B (延迟)触发的触发源。
2. Trigger Types(触发类型):指对时间后的序列触发或对沿、毛刺和宽度类型有效的第 N 个事件上的触发。对触发类型的其余部分无效。
B 触发通常是指沿的类型。
3. Trigger with Horizontal Delay Off(水平延迟结束后的触发):下图仅与序列触发选择 A 比较,后时间触发和当水平延迟结束时在 N 事件上的触发。各个图表表示何处为采集的与触发事件相关的预触发和后触发数据。

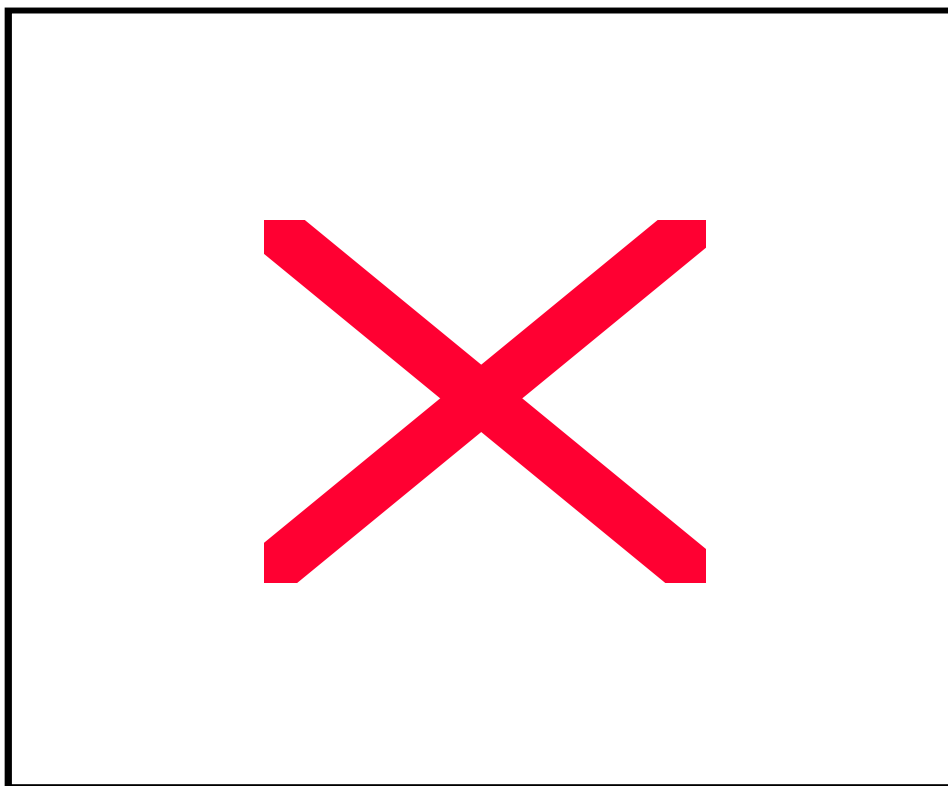


水平延迟结束后的触发

4. Triggering with Horizontal Delay On(水平延迟中的触发):当你想采集分别自某重要时间间隔的触发事件的波形记录时,你可使用水平延迟。水平延迟功能可使用任何触发建立,你可自前面板来开、关水平延迟、Horizontal/Acquisition 控制窗口、和许多触发控制窗口。下图仅与序列触发选择 A,后时间触发和当水平延迟运行时的 N 事件上的触发比较。各个图表表明何处为采集的与触发事件相关的预触发和后触发数据。



水平延迟中的触发



触发和水平延迟概括

4.5.2 序列触发

使用下列程序建立示波器的序列触发。若要更多相关信息,当运行程序时,显示于在线帮助。

4.5.2.1 A(main) Only

1. 示波器必须与输入通道的信号连接。设置采集系统 RUN 运行,并设置与采集信号相关的垂直和水平控制。
2. 在任务条上敲击 Trig 同时在 Trigger Setup 控制窗口中选择 A->B Seq 栏。
3. 敲击 A Only 关闭序列触发。

4.5.5.2 B After Time

4. 设置时基,在 A 触发、触发延迟和 B 触发后运行。在工具条上敲击 Trig,同时在 Trigger Setup 控制窗口上选择 A->B 栏。
5. 敲击 Trig After Time。
6. 设置触发延迟,敲击 Trig Delay 并使用多功能旋钮或弹性软件盘键设置时间。
7. 设置 B 触发电平,敲击 Trig Level 并使用多功能旋钮或弹性软件盘键来设置电平。

4.5.5.3 在 B 事件触发

8. 设置时基来触发后 A 触发同时指定 B 触发事件号,在任务条上敲击 Trig 同时在 Trigger Setup 控制窗口上选择 A->B Seq 栏。
9. 在 N 次事件上敲击 Trig。
10. 设置 B 触发事件号,敲击 Trig Event 同时使用多功能旋钮,弹性软件盘键或上、下箭头来设置事件号。
11. 设置 B 触发电平,敲击 B Trig Level 同时使用多功能旋钮或弹性软件盘键来设置电平。

4.5.5.4 设置 B 事件触发

12. 设置 B Event 触发,在任务条上敲击 Trig 同时在 Trigger Setup 控制窗口选择 B Event 栏或由菜单栏,选择 B Event(Delayed) Trigger Setup 命令。
13. 指定哪一通道为 B 触发源,敲击 Source 同时由列表选择源。
14. 敲击 Coupling 同时选择与触发信号匹配的触发耦合。

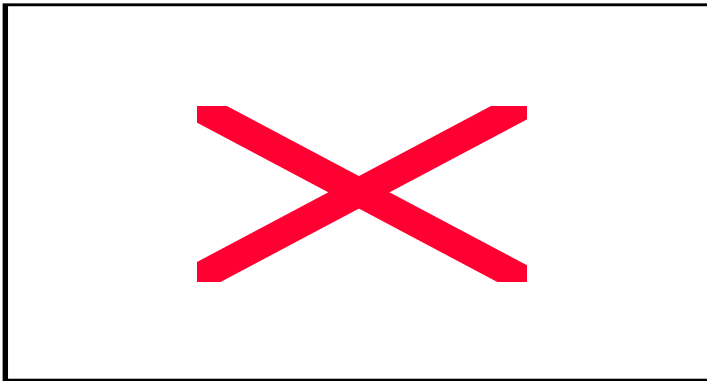
15. 规定沿的方向, 敲击 **Slope** 按钮。左按键选择正斜率, 右按键选择负斜率。
 16. 设定 B 触发电平, 敲击 **B Trig Level** 同时使用多功能旋钮, 弹出键盘键来设置电平。
- 注意: 你可敲击 **Set 50%** 来设定 B 触发电平到 B 触发信号正与负峰值中点的电平。
17. 进入在线帮助来获得更多辅助触发命令。

第五章 波形显示

示波器包括一灵活,定制的显示以便控制波形出现。本章讨论:

- 使用波形显示
- 定制波形显示
- 使用放大特性

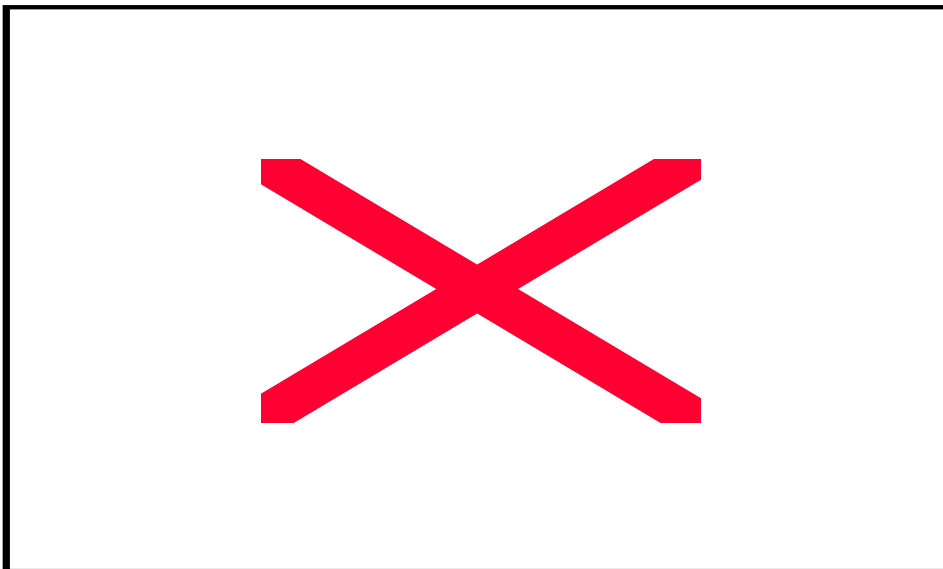
下图表明如何全面显示示波器的操作特性。



示波器系统概述:定制显示

5.1 使用波形显示

5.1.1 下图表现的是作为用户界面应用部分的波形显示。有些有用项将在随后的用户界面中讨论。



显示成分

- 1) 显示是指波形出现的区域,显示由时基和方格图,波形,直方图和某些读出值组成。
- 2) 方格图是指显示区的格栅标记。当 Zoom 运行时,基于方格图的分开设置,上部分方格图显示没有放大的波形,下部方格图显示放大的波形。
- 3) 水平刻度读出值对放大的和不放大的水平设置提供快速观察。
- 4) 水平参考是当你改变水平刻度控制时,控制环绕屏幕通道波形的水平放大和缩小点的位置设置。当水平延迟为 0% 时,该点也是触发点。

5.1.2 采集预览

采集预览试图表明由于慢触发或长的采集周期或采集停止而导致的采集延迟从而影响下一个采集显示。采集预览重新计算数学波形,但不在触发电平,触发方式或不同采集方式中显示变化。

采集预览有某些限制。例如,若记录长度改变,波形会被删除。改变水平刻度在某些情况下可改变记录长度。

注意:在快帧采集方式中没有采集预览。

5.1.3 显示方法

使用这些特性来最优化示波器显示以支持数据分析。

1. Waveform Display(波形显示):一般来讲,波形显示方式:

- 定义波形(仅数学和参考波形)
- 使波形可以显示

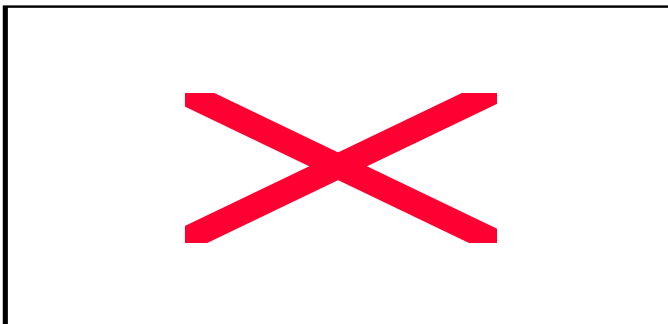
下表概述了适于不同种类波形的显示过程:

定义和显示波形

波形	定义	显示
通道: Ch1-Ch4	通道预定义	按 Vertical CH n 按钮来调节通道显示,使其呈开关状态。
参考: Ref1-Ref4	定义一激活参考波形,由: • 保存通道,参考或数学波形至 Ref1-Ref4 位置之一 • 恢复先前保存的波形,并形成文件放入 Ref1-Ref4 位置之一 由文件菜单运行此操作。	由 Reference Setup 控制窗口,在 Ref n 栏敲击 Display 来调节参考波形,使其呈开关状态。
数学:	使用已有(当前)的源创建一数学波形	由 Math Setup 控制窗

Math1-Math4	(通道,数学和参考波形;测量.基于你所购买的选件,有几种有效的方法用于传教数学波形。	,在 Math n 来敲击 Display 来调节数学波形显示,使其呈开关状态。
-------------	--	--

2. Display Operations(显示操作):总的来说,波形显示的调整是由前面板上的垂直 SCALE(刻度)和 POSITION(位置)旋钮。注意数学运算和参考波形由其建立控制窗口来刻度和定位。
3. Graticule(方格图):在 Zoom Setup 控制窗口敲击 Graticule Split 按钮来改变采集波形的大小和放大波形窗口。50-50 按钮分配显示为一半放大波形的有效显示,一半采集窗口的有效显示;80-20 按钮分配显示为 80%的放大方格图的有效显示,20%采集窗口的有效显示。敲击 FULL 对放大方格图进行全部显示。
4. Operations on the Time base(时基操作):总的来说,调整时基的方法是自前面板上水平的 SCALE,RESOLUTION 和 Position 按钮。仅通道波形可直接设置。
需记住下面这些有关波形操作类型的关键点:
 - 参考波形以保存时间影响的水平设置显示。你不可调整这些设置。
 - 数学运算波形以数学公式求导出的水平设置表示。你不可直接改变这些设置。
 - 方格图中水平格内的所有波形的显示。但是由于采集率/时间刻度及采集预览等多种因素,有些波形要比实际显示来得宽或窄。
5. Display and Acquisition Control(显示和采集控制):对通道波形,设置垂直和水平控制来调节示波器采集参数。
6. Horizontal Position and the Horizontal Reference Point(水平位置和水平参考点):由触发点到水平参考点为水平位置测量而设置的时间值,与由触发点到波形记录开始(点)的时间值不同,除非你设置水平参考为 0%。见下图。

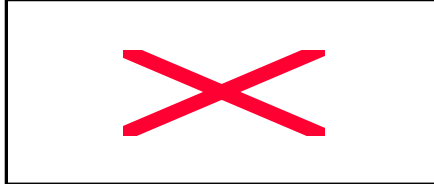


水平位置包括到水平参考点的时间

5.1.4 在主方格图中显示波形

下列程序表明你可实施的显示调整:

1. 示波器需将信号与输入通道相连。设置采集系统为 RUN。
2. 按 CH 通道按钮,用连接信号来显示波形。通道按钮灯亮。
3. 调整前面板垂直控制以获取好的波形显示。
4. 确保主方格图被选,按前面板的 ZOOM 按钮,若灯亮,将其关掉。
5. 使用前面板的水平按钮调整波形的 SCALE(刻度)和 POSITION(位置)设置采样 RESOLUTION(分辨率)。



RESOLUTION 按钮也可用来设置记录长度。

若需稳定波形,按 Level 按钮(按到设置为 50%)。

6. 调整放大和缩小波形周围的点,敲击水平参考图标并沿水平轴拖拽直至与固定在屏幕上的波形点对准。

注意:若水平延迟关闭,水平参考点与水平位置相同。

7. 释放水平参考同时调整水平刻度来扩大或缩小波形。
8. 本节随后讨论建立和控制放大。

5.2 定制波形显示

5.2.1 使用显示控制

阅读本节了解如何根据选择优先来显示波形。

1. Display Settings(显示设置):下表列出可定制的显示组成(成分)和接入点。

可定制的显示组成

显示特性	存取(进入)	选项
方格图类型	显示菜单 Graticule Style 指令或 Display Setup 控制窗口的 Objects 栏 (Disp 工具栏按钮)	• Full 在示波器显示上提供格栅,交叉线和帧。用于快速评估波形参数。 • Grid 表示示波器显示上的帧和格栅。当不要求交叉线时,此可使用光标进行全屏测量和自动读出值(显示) • Cross Hair 表示示波器

		显示中的交叉线和帧。当显示中留有更多空间用于显示自动读出值和其它数据时,此可于快速评估波形。 • Frame 仅表示示波器显示中的帧。当其它显示特性不要求时,使用自动读出值和其它屏幕文本。 • IRE 用于 NTSC 视频信号。 • mV 用于除 NTSC 外的视频信号。
显示余辉	显示菜单 Display Persistence 子菜单指令。或 Display Setup 控制窗口 Appearance 栏(Disp 工具条按钮)	• 无限余辉持续积累波形记录点直至改变某个采集显示设置。用于可能产生外部标准采集包络的显示点。 • 可变余辉对特定时间间隔积累波形记录点。每个记录点依时间间隔独立衰变。 • Off 仅表现当前采集波形的记录点。对同一通道,各个新的波形记录替代先前的采集记录。
显示类型	显示菜单 Display Style 子菜单指令或 Display Setup 控制窗口 Appearance 栏(Disp 工具条按钮)	• Vector 以记录点间的连线显示波形, • Dots 显示屏幕上的波形记录点 • Inten Samp(增强采集)以点密度来表示实际的采集。
屏幕文本	显示菜单 Screen Text 指令或 Display Setup 控制 Screen Text 栏(Disp 工具条按钮)	• 多至 8 条线的文本提供屏幕点记录或其它示波器用户。 • 打开或关闭文本显示。 • Properties 针对显示文本的位置,打开 Text Properties 控制窗口。 Clear 清除包括选择线在内全部文本。
彩色板(方格	显示菜单 Colors 指令或	• 针对最好的全屏视图,标准显

图和波形)	显示菜单 Display Palette 子菜单或 Display Setup 控制窗口 Colors 栏 (Disp 工具条按钮)	示色调和亮度等级。 - 每通道波形色彩(颜色)对应于前面板垂直 SCALE 旋钮的色彩。 - 在 Spectral(频谱等级)板上,最亮采集密度的波形区域呈现蓝色阴影;最低采集密度呈现红色阴影。 - 在 Temp(温度等级)板上,最亮采集密度的波形区域呈现暖色;最低采集密度的波形区域呈现冷色。 - Gray(单色灰)一灰色阴影显示波形。最亮采集密度的波形区域呈现浅绿阴影;最低采集密度的波形区域呈现深绿阴影。
参考色	显示菜单 Colors 指令或 Display Setup 控制窗口 Colors 栏(Disp 工具栏按钮)	- 对参考波形缺省使用缺省系统颜色(白色) - 对原始参考波形沿袭使用同一颜色。
数学(波形)颜色	显示菜单 Colors 指令或 Display Setup 控制窗口 Colors 栏(Disp 工具条按钮)	- 对数学波形缺省使用缺省系统颜色(红色) - 波形的数学功能基础上的数学波形沿袭使用同一颜色。
波形的内插	显示菜单 Waveform 内插子菜单或 Display Setup 控制窗口 Appearance 栏(Disp 工具条按钮)	- Sin(x)/x 内插 - 线性内插
波形密度	显示菜单 Appearance 指令或 Display Setup 控制窗口 Appearance 栏(Disp 工具条按钮)	- 当 AutoBright 关闭,显示模拟模拟示波器现象。触发越频繁波形越亮;在 AutoBright 关闭时,使用前面板的 INTENSITY 旋钮,手动调节显示密度。 - 当 AutoBright 打开时,波形密度自动改变以提供可变波形。
显示格式	显示菜单 Appearance 指令	- YT - XY

	或显示菜单显示格式子菜单或 Display Setup 控制窗口 Appearance 栏(Disp 工具条按钮)	• XYZ
触发电平标记	显示菜单 Objects 指令或 Display Setup 控制窗口 Objects 栏(Disp 工具条按钮)	• Short 触发电平标记通过有效波形,在方格图边上以短箭头显示 • 长触发电平标记通过有效波形显示水平线。
LCD 背光超时	显示菜单 Objects 指令或显示菜单 LCD Save Enabled 指令或 Display Setup 控制窗口 Objects 栏(Disp 工具栏按钮)	在 Delay 已经过期满无任何有效屏幕的一定时间后 LCD Backlight 控制关闭 LCD 背光 • 当 LCDBacklight Timeout 打开同时 Delay 期满,屏幕无效。 • 当 LCD Backlight Time-out 关闭,屏幕显示保留。
日期和时间	显示菜单 Objects 指令或显示菜单 Display Date & Time 指令或 Display Setup 控制窗口 Objects 栏(Disp 工具条按钮)	调节方格图上的日期和时间显示,使用 Utilities 菜单的 Set Time & Date 指令设置时间和日期。

2 Interpolation(内插):当采样密度小于每显示列为 1 个采样时,示波器必须计算中间点来显示波形。这个过程称为内插。内插有两个选择。

- **Sin(x)/x** 内插使用符合实际采集值间的曲线来计算记录点。假定所有内插点全部落在曲线上。当环绕如正弦波这样的波形采集更多点时,此为特定的使用方法。虽然随着快速上升时间在信号中会引入一些过冲或下冲,Sin(x)/x 内插也适于一般应用(使用)。
- **线性内插**计算由使用直线方式拟和实际采集的采样间的记录点。假定所有内插点都随时间落在直线上的相应点上。线性内插对快速上升时间的波形,例如象脉冲串是有用的。

例如,若采集记录长度为 500 点,作为一个 2x 放大采集内插。当一个记录长度为 100K 时,200x 水平放大产生每列为 1 个采样($100,000/500=200$);所以,你将看到内插采样开始于下一个更快的刻度设置。

5.3 使用放大特性

使用示波器放大特性来放大一个垂直、水平或在两维空间内的信号中观看更为详尽的采集,而无需改变采集参数(采样率,记录长度等等)。例如,暂时放大一脉冲的前角来查看其偏差,按前面板上的 **ZOOM** 按钮将其进行水平和垂直放大。

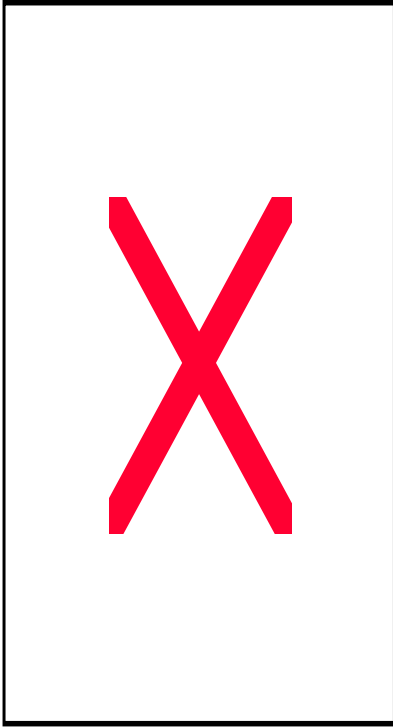
5.3.1 使用波形放大

为帮助你有效使用放大,研究如何操作波形。

- 当垂直放大时示波器一次放大或缩小波形同时示波器一次垂直定位一个波形。
- 当水平放大时,Zoom 放大你选波形或所有运行波形或基于 Zoom Lock 设置所有运行和参考波形。
- 当水平或垂直放大时,通过 zoom Scale 设置放大或缩小波形。

使用该程序对波形进行放大。若需更多信息请进入在线帮助。

1. 示波器必须将信号与输入通道连接,安装和操作水平和垂直控制和触发建立。
2. 获得被测试波形的稳定显示。
3. 敲击左鼠标按钮,横拽至你要看到的更详尽波形的部分。
4. 释放鼠标按钮同时由弹出菜单选择 Zoom 放大高亮波形部分。
示波器显示在方格图底部的放大波形部分。你也可按前面板上的 **ZOOM** 按钮来分隔屏幕并增加放大方格图。
每个方格图使用有效屏幕显示的一半,除非你在 Zoom Setup 控制窗口改变 Graticule Split。



5. 按前面板上的 ZOOM HORIZ 或 VERT 按钮在放大方格图中选择你预聚焦的轴。
6. 选择你想刻度或定位的波形,选择通道,数学波形或参考栏,然后选择你预改变波形的通道,数学或参考数。
7. 使用多功能按钮调整放大波形的刻度和位置。注意当你刻度或移动放大波形时,示波器刻度或移动与非放大波形相关的 Zoom 盒。
当你刻度或移动与 Zoom 盒相关的非放大波形时,示波器相应改变放大显示。
8. 在 Zoom 控制窗口敲击 Setup 打开放大建立控制窗口。
9. 敲击 Graticule Split 按钮来改变非放大波形(采集)和放大窗口的大小。
 - 50-50 分配一半为放大方格图的有效显示,一半为采集窗口的有效显示。
 - 80-20 分配 80%为放大方格图的有效显示,20%为采集窗口的有效显示。
 - Full 对放大方格图进行整体显示。
10. 选择 Zoom Lock 设置:
 - All 调整同一时间的所有波形。
 - Live 在同一时间放大方格图内调整和水平定位所有通道和运行的数学运算波形。
 - None 在放大的方格图内分别调整选择的波形。

11. 快速决定放大波形的放大倍数和位置,在放大建立控制窗口的相应栏内(垂直或垂直)检查读出值。
12. 重置所有放大设置至缺省设置,在放大建立控制窗口的相应栏(水平或垂直)内敲击 **Reset**。
13. 进入在线帮助获取使用放大的更多帮助。

第六章 波形测量

示波器的特征光标和自动测量有助于分析波形。本节描述有关工具。

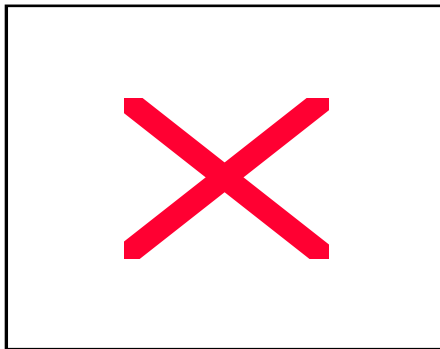
- **Taking Automatic Measurement(实施自动测量):**描述如何建立示波器的自动测量和显示各种波形参数。
- **Taking Cursor Measurement(实施光标测量):**描述使用光标对波形进行幅度和时间的测量。

注意:附录 E,Optimizing Measurement Accuracy 描述如何运行补偿程序及抗歪斜通道来优化测量精度。

6.1 实施自动测量

本节描述如何使用通道,参考和数学运算波形作为源来建立示波器自动实施和显示测量波形。下面简要介绍自动测量的性能。

1. **Annotated Waveform On Screen(对屏幕波形进行注释):**使用波形文本特性对用于计算结果的各个测量特性电平进行标记。下图表示一标记波形显示的实例。



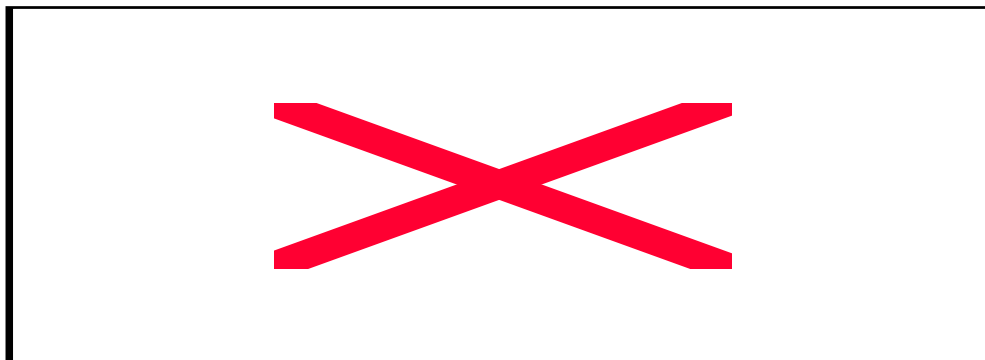
注释显示

2. **Customized Measurements(定制测量):**选择测量方式来控制如何表征你的波形数据。
3. **Statistics On Measurement Results(统计测量结果):**观看如何变化统计自动测试,你可显示最小、最大平均和测量结果的标准方差。
4. **Measurement Parameters(测量参数):**选自 广泛的测量参数。
5. **Partial Waveform Measurement(部分波形测量):**由缺省,示波器对全部波形记录逐一进行测量。你可使用测量门同时放大波形段定位的测量值。

6.1.1 使用自动测量

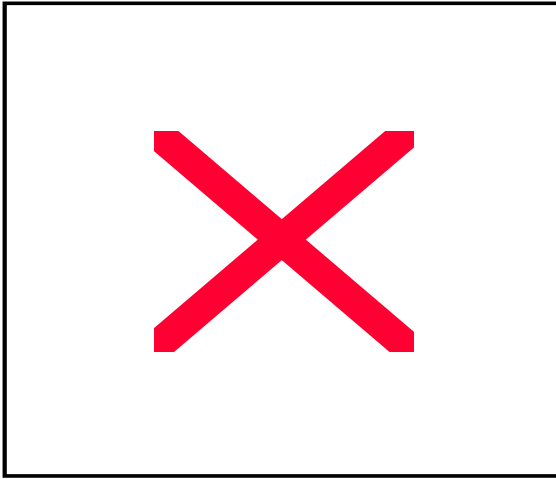
下面的题目概述自动测量如何支持数据分析。所有通道,参考和数学运算波形可用作自动测量的源。某些测量,如 Delay(延迟)和 Phase(相位)需要两个源。

1. **Measurement Categories(测量种类):**下面自动测量种类有效:幅度,时间,其他(各种各样的)和选项直方图。
2. **Number of Measurement(测量数):**示波器可一次实施和更新 8 个测量值。你可对任何组合源进行测量。例如,你可在通道 1 上进行所有 8 个测量,或在通道波形,数学运算波形,参考波形和/或选项直方图组合上进行测量。
3. **High/Low Method(高、低方法):**由自动测量系统得到的高或低电平,影响波形幅度和偏差测量的精确度。为决定这些电平,在示波器提供方式中进行选择:
 - **Histogram(直方图):**设定统计值,在中点(取决于是否定义高、低参考电平)上、下选择更通用的值。由于统计方法忽略短期偏差(过冲,冲击激励、衰减振荡等等)所以对检验直方图脉冲是最好的设置。



高/低轨迹方法

- **Min-Max** 使用波形记录的最高和最低值。对检查某通用值上的不大的,平的波形是最好的设置,如正弦波和三角波(除脉冲波形外几乎包括任何波形)。
4. **Reference Level Method(参考电平方法):**第二电平设置影响测量时间精确度。例如,测量系统对由低到高的参考电平转换的波形沿计算上升时间。
示波器提供下列计算方法:
 1. 相对参考计算用高、低范围百分数方法。
 2. 绝对参考由用户单元的绝对值设定。



参考电平计算方法

自参考电平计算的高、低电平是使用上述高/低方法选择建立的电平。

6.1.2 实施自动测量

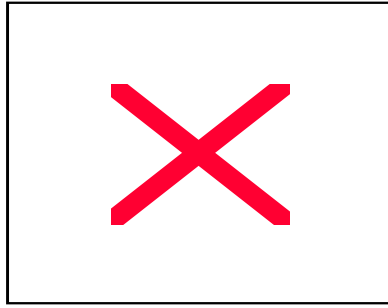
使用下列程序在高低参考电平的缺省设置上快速实施测量。

1. 示波器必须将信号与输入通道连接,安装和操作水平和垂直控制及触发建立。
2. 获取测量波形的稳定显示,
3. 由工具栏,敲击 **Mean** 打开 **Measurement Setup** 控制窗口。
4. 你可使用通道,参考或数学波形作为源,在 **Ch**,**Math** 或 **Ref Source** 栏内敲击相应波形按钮。
5. 在 **Measurement Setup** 控制窗口上,选择你预实施测量的项:
Ampl,**Time**,**More** 或 **Histog**。
6. 敲击测量按钮。

测量读出值是自动显示的,同时测量被加到控制窗口的测量列表内。

测量值被显示在右边控制窗口区域内如图。若窗口被占或有太多的测量值在该区域,在更低方格图内测量被显示。

在滚动方式内,直到停止采集是没有测量值的。



7. 去掉测量值,敲击 **Clear**。在列表上最近的测量值被去掉。去掉任何测量值,在 **Measurement** 列表上敲击名称,高亮测量,同时敲击 **Clear**。
你也可敲击和拖拽选择并清除几个测量值。
8. 通过敲击 **Display** 按钮在方格图上切换显示的测量。
9. 在 **Measurement Setup** 控制窗口上任一栏,敲击 **Setup Statistics**,则测量统计窗口打开。
10. 由测量统计控制窗口,敲击:
 - **Off** 关闭测量统计
 - **Mean** 显示测量平均值
 - **All** 显示平均,最大,最小和标准方差的测量
11. 在测量统计中设置测量数,敲击 **Weight n=**,同时使用多功能按钮或弹出键盘键设置加重程度。
12. 由工具栏,敲击 **Meas** 打开测量建立控制窗口。
13. 在测量建立控制窗口上的任一栏,敲击 **Setup Ref Levs** 打开参考电平建立控制窗口。
14. 设置示波器如何决定波形的底部和上部,敲击 **Determining Base, Top From**。
 - **Min-Max** 使用波形记录的最高和最低值。
 - **Histogram** 选择中点上、下的最长用值。
15. 选择参考电平单元,敲击 **Units**:
 - **Absolute** 在用户单元中设置单元绝对值。
 - **Percentage** 设置单元为高、低电平范围内的百分数。
16. 设置参考,在这些控制上敲击并使用多功能旋钮或弹性软件盘键来设置:
 - **High Ref** 定义高参考电平。缺省电平为 90%。
 - **Mid Ref** 定义中间参考电平。缺省电平为 50%。
 - **Low Ref** 定义低电平。缺省电平为 10%
 - **Mid2 Ref** 定义中间参考,使用在以延迟或相位测量规定的第二波形上;缺省电平为 50%。
17. 由测量菜单选择 **Snapshot** 指令或打开测量建立控制窗口同时在

任一栏内敲击 **Snapshot**。此窗口表明所有单次波形测量值打开

。

在选择波形上实施 **Snapshot** 测量。

18. **Snapshot** 不是连续更新的。要更新 **Snapshot** 测量值, 敲击 **Snapshot Again**。

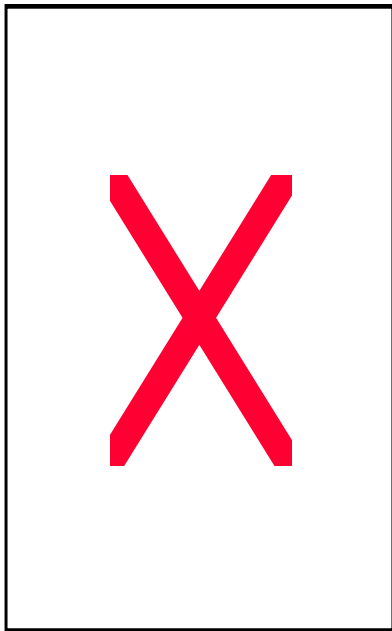
相位, 延迟和直方图测量不包括在 **snapshot** 中。

19. 进入在线帮助以获得使用测量的更多信息。

6.1.3 定位测量

使用下列程序实施部分波形测量。

1. 使用上一程序相同的建立方法。
2. 由任务栏, 敲击 **Meas** 打开测量建立控制窗口。
3. 由任一栏敲击 **Setup Gating**。Gating 控制窗口打开。
4. 如何定义门区范围(选通区), 敲击 **Measurement Gating**。
 - **Cursor**(光标)设置门区至光标间区域。用多功能旋钮调整屏幕上光标。
 - **Zoom** 设置门区至放大的方格图中的波形区。
 - **Off** 关闭测量门区。你也可由 **Zoom** 弹出(敲击和 拖拽)窗口关闭门区。



6.2 进行光标测量

6.2.1 光标类型

因为光标测量对测量的幅度或时间值能立即给出反馈, 通常

比方格图测量更快和更精确。由于你可在波形的任何一处定位光标,从而比自动测量更容易地定位波形组成或特性。

定义光标类型

光标功能	测量	光标读出值
水平光标	水平光标测量垂直参数(幅度)以伏/瓦。光标读出值定义为: $V1 = \text{电平}@ \text{光标}(\text{相对于源的地电平})$ $V2 = \text{电平}@ \text{光标}(\text{相对于源的地电平})$ $\Delta V = \text{电平}@ \text{光标} 2 - \text{电平}@ \text{光标} 1$ 电平是光标的位移由源的地电平乘以源计算,以伏/格表示。两个光标可以有不同的源所以可以有不同的伏/格设置。	
垂直光标	垂直光标测量水平参数。典型的水平参数是以时间或频率表示以时间或频率表示,但依所选单位,光标读出值定义为: $T1 = \text{时间}@ \text{光标} 1(\text{相对于触发点})$ $T2 = \text{时间}@ \text{光标} 2(\text{相对于触发点})$ $\Delta T = \text{时间}@ \text{光标} 2 - \text{时间}@ \text{光标} 1$ 时间是光标的位移格,由源的触发点乘以源来计算,以时间/格表示。	
成对(对开)光标	配对光标同时测量垂直参数(典型电压)和水平参数(典型时间或频率。实际上,每个光标既是垂直光标又是水平光标。这些成对光标不可离开波形。 分离光标与成对光标一样,除非第二个光标与第一光标在不同波形上,源可以有不同的伏/格设置。	

光标可测量通道,参考和数学波形。你可在光标建立控制窗口清楚地设定各个光标源。

使用直方图或在 XY 或 XYZ 显示方式中光标无效。

6.2.2 使用光标

使用光标,在屏幕上简单移动光标同时用光标读出值读出结果。下面的关键点有助于更有效地使用光标。

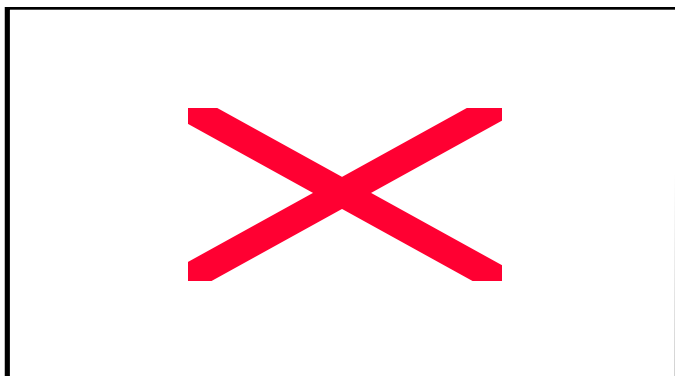
1. **Cursor Types(光标类型):**上面描述了光标的类型。对所有类型有两种显示方式,Cursor 1 和 Cursor 2。你可在光标建立控制窗口使用多功能按钮或光标位置控制或敲击或拖拽它们至新的位

置。

2. **Cursors are Limited by the Display(由显示限制光标):**你不可将光标移出屏幕若你改变波形大小光标无轨迹那是光标处于屏幕位置,忽略了水平和垂直刻度和位置以及垂直偏置。
3. **Cursors Ignore the Selected Waveform(光标忽略选择波形):**各个光标测量源并在光标建立控制窗口定义它们。由屏幕刻度选择波形不改变每个光标测量的源。
在你由光标建立控制窗口选择源后,你可由前面板按钮和按键操作光标。

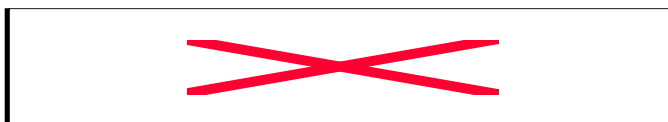
注意:若光标读出值感觉不对,在光标建立对话框中检查各个光标源。各个光标读出值都与设置源的幅度和时基有关。

4. **Vertical Cursors Measure from the Trigger Point(自触发点的垂直光标测量):**记住各个垂直光标测量由触发点到其本身的时间。此关系见下图。



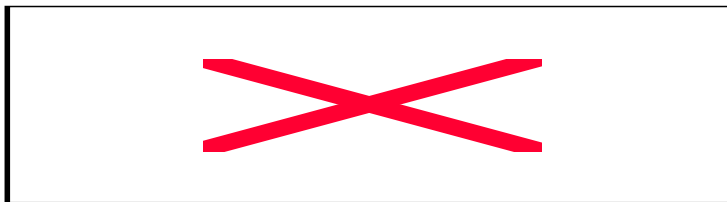
分量决定时间光标读出值

注意:垂直光标读出值包括并直接以延迟时间来改变,对时基设置其变化直接以水平位置来改变。观看第一点的时间设置水平延迟为 0.0 同时设置水平参考点为 0%。现在水平位置读出值表示仅随第一点的时间,同时将此值加至光标读出值内,并在屏幕上产生相对于第一点的光标位置。(你可在屏幕底部的控制窗口中和读出值中找到水平读出值)下列关系成立。



5. **Cursor Units Depend on Source(基于源的光标单位):**测量幅度和时间的光标将以下表示出的源的单位读出。

光标单位



*若 V1 和 V2 的单位不(匹配),一致 ΔV 读出值缺省使用 V1 读出值的单位。

6. Change Cursor Position(改变光标位置):通过在光标建立控制窗口中使用位置控制来改变光标位置。使用触摸屏或鼠标,或通过旋转前面板上的多功能按钮将光标拖拽至某一位置。

注意:使用多功能按钮做小的改变,在旋转按钮前,按 FINE 按钮。当 FINE 按钮灯亮时,用多功能按钮做更小的调整。

6.2.3 设置光标源

使用下列程序标定光标至源:

1. 在屏幕上显示被测波形。
2. 按前面板上的 CURSORS 按钮或在工具栏上敲击 Cursors 打开 Cursors Type Setup 控制窗口。
3. 敲击 Cursor Type 按钮见上表光标类型的解释。
4. 选择 Cursor Source 栏同时敲击通道,数学或预进行光标测量的参考波形。
若使用 Split 光标,敲击 Cursor 1 同时选择第一源,然后敲击 Cursor 2 同时选择第二源。
若波形无效,源按钮变暗。
5. 改变光标位置,使用多功能旋钮,在 Cursn Pos 中输入数字值或敲击和拖拽光标至新的位置。
6. 改变光标轨迹,在 Cursor Type Setup 控制窗口敲击 Setup,Cursor Setup 控制窗口打开。(你在 Cursor Setup 控制窗口进行的所有调整也可在此窗口进行)。
7. 选择光标的轨迹(跟踪)方式:
 - Indep 无需考虑其他光标的位置,而确定光标的可能的位置。
 - 轨迹确认光标的移动是否一致以及保持彼此间固定的水平或垂直距离。
8. 调整光标显示,敲击 Cursor 按钮。
9. 进入在线帮助获得有关使用光标的更多信息。

6.3 使用直方图(选项)

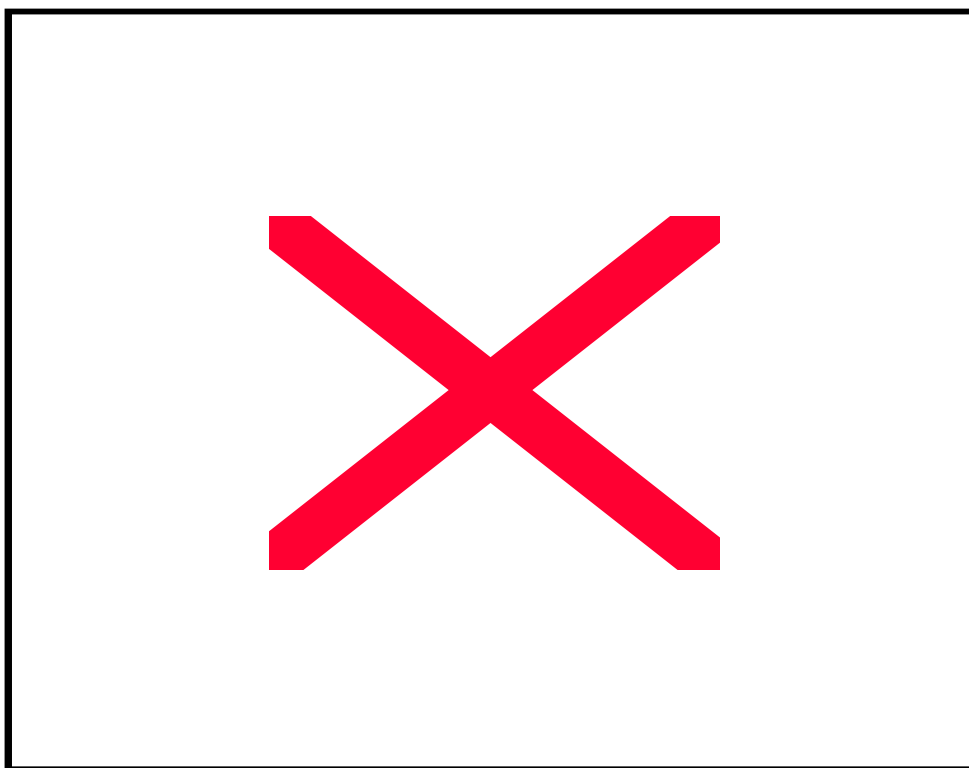
示波器由选择的波形数据来显示直方图的构成。你可显示垂直(电压)和水平(时间)直方图,一次只显示一个。对沿同一轴的波形部分,使用直方图测量来获得统计测量数据。

注意:只有当你购买 Advanced Analysis 选件时,直方图有效。升级示

波器,请购买 TDS5UP 选件 2A。

直方图的源可以是任何通道,数学或参考波形。

打开直方图开始直方图计数同时进行数据积累。一个采样直方图显示见图。直方图数据继续积累直到你关掉直方图显示。这允许你继续收集直方图数据甚至在你关掉直方图显示时。



水平直方图图像和测量数据

6.3.1 开始和重置直方图计数

使用下列程序对直方图的缺省设置进行测量。

1. 在屏幕上显示被测波形。
2. 由工具栏,敲击 Meas 按钮打开 Measurement Setup 控制窗口。敲击 Advanced 打开直方图控制窗口。
3. 选择 Source Ch, Math 或 Ref 栏然后选择直方图的源。
4. 敲击 Histogram Mode 按钮开始直方图计数同时显示直方图数据

-
- Horiz 显示水平直方图,同时示出时间如何在直方图盒中变化。
- Vert 显示垂直直方图,同时示出在直方图盒中垂直单位是如何变化的。
- Off 关掉直方图计数和显示。

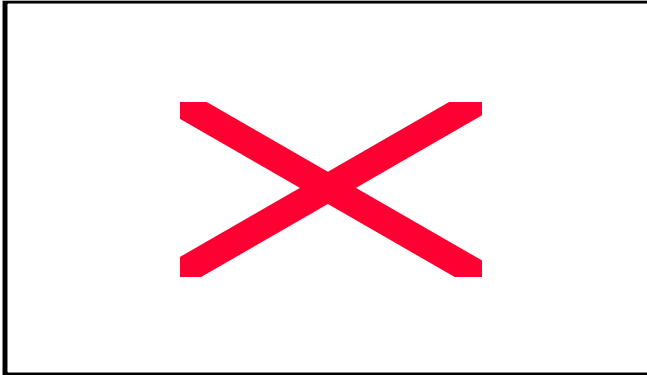
注意:此控制大量直方图计数和数据显示。你仅可一次显示一种直方图类型。

5. 敲击 Reset 重置直方图计数。直方图轨迹数。敲击 Reset 重置这些计数为 0 随后从 0 开始计数。
6. 敲击 Histogram Scaling 选项:
 - Linear 线性显示直方图数据。比最大计数更小的 Bin 计数由最大 Bin 数相除分割后,被线性刻度。
水平直方图最大 Bin 数为 500,垂直直方图最大 Bin 数为 200。
 - Log 对数显示直方图数据。比最大计数小的 Bin 计数以对数刻度。对数刻度较少 Bin 数提供更为直观的内容。
7. 敲击 Adjust Histogram Box Limits 同时使用 Top Limit,Bottom Limit, Left Limit 和 Right Limit 控制,设置直方图盒的大小。直方图盒选择用于直方图的波形部分。

6.3.2 直方图测量

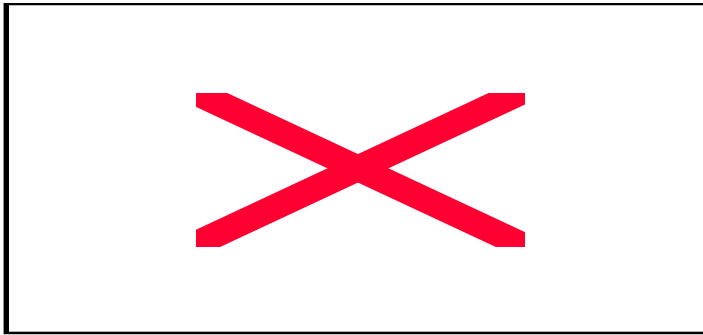
第七章 产生和使用数学运算波形

一旦你采集了波形或造波形上进行测量,示波器数学混合产生波形支持数据分析。例如,由背景噪声形成波形云你可通过对原波形进行背景噪声清除来获得清晰的波形,或将一单波组合成一个完整的数学波形,如下图所示。



由原波形产生的数学波形

在频域范围内使用频谱分析你可分析波形。界面类似于一个专用的频谱分析仪。所有你必须知道下列算法的内容。

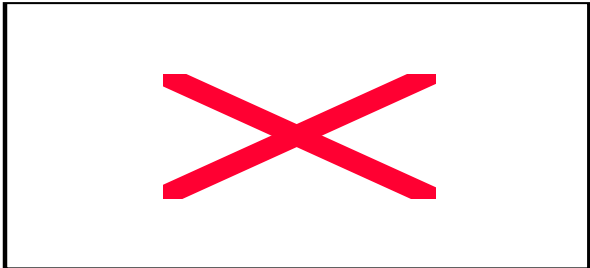


脉冲的频谱分析

7.1 有关数学波形

7.1.1 目的

示波器支持数学混合和采集波形的功能转换。此概念见下图:



采集波形的功能转换

注意:仅某些数学功能有效。

创建数学波形来支持通道和参考波形的分析。通过混合和转换源波形和数学波形的其他数据,引导出应用要求的数据图像。创建数学波形,其结果由:

- 在一到几个波形上的数学操作:加,减,乘和除。
- 波形的功能转换,例如整合和区别等。
- 波形的频谱分析,例如测试脉冲响应。

你可创建数学波形。

7.1.2 标准数学与高级数学的比较

下表示出了仪器有效的标准数学功能以及与 TDS5UP2A 选件安装后所提供的高级分析功能的比较。

有效的标准数学和高级数学功能

标准数学(功能)	高级数学(功能)
数学波形的定位 • 垂直位置和刻度 • 显示开/关 • 标签	数学波形的定位 • 垂直定位和刻度 • 显示开/关 • 标签
波形的数学运算 • 双波形数学	波形的数学运算 • 方程式编辑器 • 取平均 • 预定表达式
FFT 数学运算 • 数量	FFT 数学运算 • 高级频谱分析(数量,相位,取平均) • 锁定频谱控制 • 使用 FFT 窗口类型的门控

测量计数器的使用是以数学表示的。例如,你可测量平均波形并将其从原始波形中减去,从而定义一个新的数学波形。以数学定义测量 1 至 8,而不测量其功能。

某些不能使用数学波形的操作:

- **Circular math-on-Math, Measurement in Math, and Measurement on Math**
:你不能使用数学波形的循环定义。例如,若你定义 $\text{Math2}=\text{Ch1}-\text{Math1}$, 定义第二个数学波形为 $\text{Math3}=\text{Ch2}+\text{Math2}$, 则你不能定义第三个数学波形为 $\text{Math1}=\text{Math2}+\text{Ch3}$, 若你定义了, 那么 Math1 的定义将会由于错误而受到拒绝, 因为循环定义是不允许的。
- **Fast Acquisition(快速采集)**:数学波形不允许快速采集方式。
- **Roll Mode**:数学波形不允许以滚动方式直到你按 STOP。
- **Different Length Source**:如果你不同长度的使用两个波形(通道和参考波形), 长度短的将是数学波形。

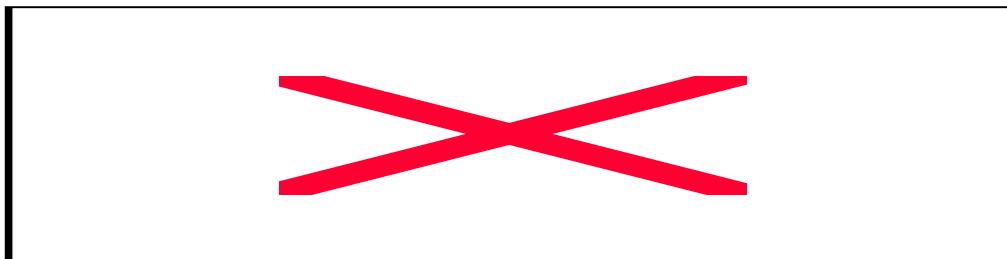
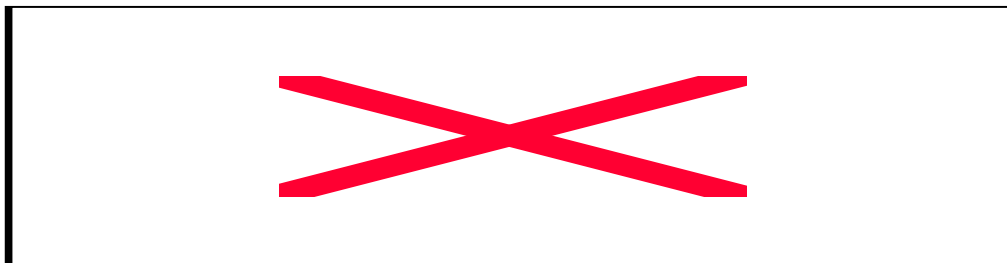
7.1.3.1 使用数学(运算)

下面是有关更为详尽地创建数学波形。

1. **Creating Math Waveform(创建数学波形)**:当你创建一数学表达式时, 你可创建一数学波形通过应用数值常量, 数学运算符和功能进行运算。你可显示和运算这些求导的数学波形很象通道和参考波形。

下面是一些典型的数学波形:

数学表达式和数学波形的产生:



2. **Source(源)**:数学波形可创建自:

- 通道波形
- 参考波形
- 测量换算器(自动测量)测量通道,参考或数学波形或直方图
- 数学波形

3. Source Dependencies(相关源):总的来说,数学波形包括受其它升级源影响的运算源:

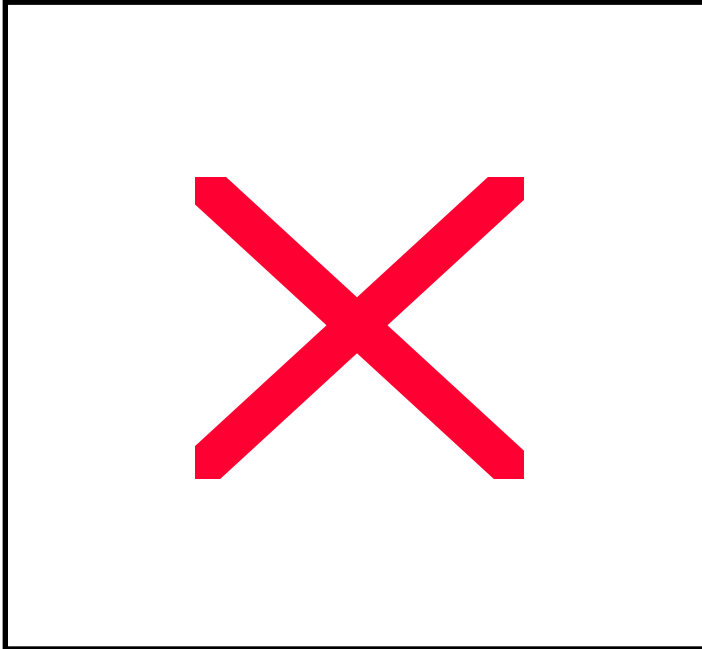
- 输入源在幅度或 DC 电平中的移动导致源的限幅,同样限幅的波形数据提供数学波形。
- 改变通道源的垂直补偿设置以便削减数据,同样削减的波形数据提供数学波形。
- 改变采集方式,全面影响所有输入通道源,并以此修改任何数学波形。例如,用采集方式设置包络,Ch1+Ch2 数学波形将受到包络通道 1 和通道 2 数据,并且,同样是包络波形。
- 在波形源中清除数据导致基线传送到任何含源的数学波形直到源收到新的数据。

4.Expression Syntax(表达式):建立数学波形使用 Dual Waveform Math

控制(标准数学)或 Equation Editor 控制窗口(高级数学)。为帮助你创建有效的数学波形,这些工具块大多数禁止进入,由于在数学波形表达式中,任何禁止的窗口组成(成分)都将产生一无效进入。

基础的复合(双倍)波形数学由数学建立控制窗口通过简单选择第一波形,运算和第二波形来运行。敲击 **Apply** 在方格图中显示数学波形。

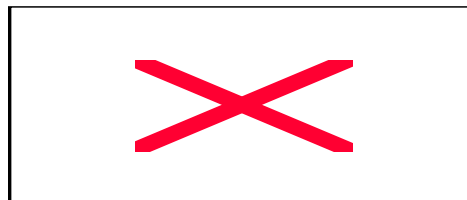
下面描述的是使用 Equation Editor 对高级数学进行有效数学表达的语句:



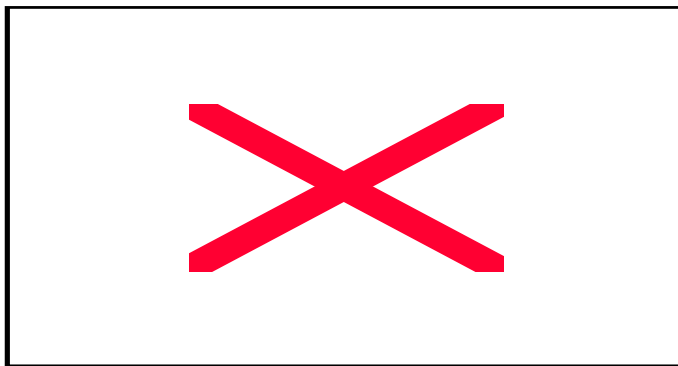
5. 示波器的高级数学性能包括波形的差别。它允许你显示表明采集波形瞬时变化率的导数(函数)数学波形。

函数波形被用于幅度转换率的测量和教育应用中。你可创建函数数学波形,然后将其用作其它函数的源。其结果是第二波形导数有别于第一波形导数。

由采样波形推导出的数学波形基于下列公式计算:



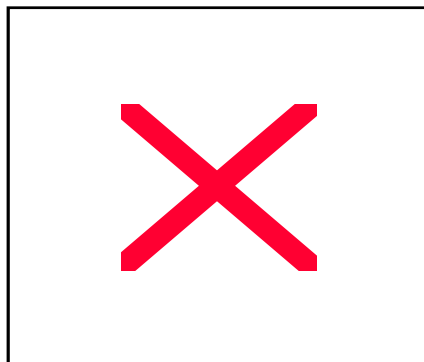
由于此联立方程式为函数波形(见下图)。其垂直刻度为电压/秒(水平刻度为秒)。源信号完全区别于其全部记录长度,所以,数学波形长度等于源波形的记录长度。



函数数学波形

6. Cursor Measurement(光标测量):你也可使用光标测量函数波形。

当使用该程序时,注意函数波形上的幅度测量宁可以电压/秒也不以电压-秒来表示此程序中的整体波形测量。



函数波形的峰峰幅度测量

7. Offset, Position and Scale(补偿,定位和刻度):对补偿刻度和定位进行设置影响你所获得的数学波形。下面是获取好的波形显示的某些提示:

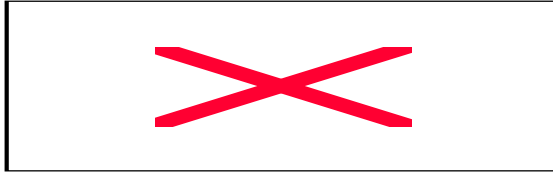
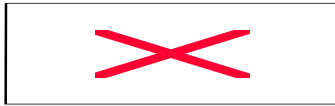
- 刻度和定位源波形以使其包括在屏幕上。(出屏幕的波形可以是削波,在函数波形中出现错误结果)
- 使用垂直定位和垂直补偿定位源波形。垂直定位和补偿不影响函数波形触发你定位源波形在屏幕外以产生削波。

8. Waveform Integration(波形的平均值测量):示波器高级数学性能包括波形的平均值测量。它允许你显示一完整的数学波形,是采集波形的组合类型。

在下列应用中使用组合波形:

- 测量电源和电量,如在电源转换中。
- 个性化机械转换器,如,组合周期加速器输出。

导引自采样波形的组合数学波形基于下列公式计算:



因为联立方程式的数学波形是一组合波形,其垂直刻度是电压-秒(水平刻度是秒)。源信号被组合至全部记录长度。所以数学波形记录长度等于源波形记录长度。

Offset and Position(补偿和定位):当自活通道波形创建组合数学波形时,考虑下列内容:

- 你应刻度和定位波形源以便其呈现在屏幕上。(出屏幕的波形是削波,将以错误波形出现在组合波形中)
- 你可使用垂直定位和垂直补偿来定位源波形。垂直定位和垂直补偿不影响组合必须除非你定位源波形出屏而获取 削波。

DC Offset(直流电平):连接示波器的源波形通常有直流成分。示波器随波形组成的时间变化组合该补偿。即使在源波形中补偿几个格就可足以确保组合波形的削波,特别是用长记录长度。

7.1.3.2 创建数学波形

使用此程序创建一使用 Dual Waveform 数学的数学波形。

1. 你想使用的所有波形有效。
2. 由工具栏,敲击 **Math** 按钮打开 **Math Setup** 控制窗口。
3. 对你预创建的数学波形选择 **Mathn** 栏,同时敲击 **Display** 进行调整。
提示:若选波形已存在,在窗口中出现数学表达通过敲击 **Clear** 去除前一个数学表达,你可一直使用波形。你也可选择其他波形。
4. 通过选择通道或参考波形来进入完整波形表达,选择一操作符同时选择另一通道或参考波形。左边通道选择器栏通常用于第一波形,右边通道选择器栏通常用于第二波形。
注意:在任何表达式中,你不能使用数学波形运算。
5. 一旦你定义了理想的数学表达,敲击 **Apply**。
6. 进入在线帮助以获得使用数学波形的更多信息。

7.1.3.3 创建数学波形

本程序是使用 **Advanced Analysis** 选件来创建数学波形。确保

你预使用的源已存在,而不必显示出来。

1. 你预使用的所有波形和自动测量换算器必须有效。
2. 由工具栏,敲击 **Math** 按钮打开 **Math Setup** 控制窗口。
3. 对预创建的数学波形,选择 **Mathn** 栏,同时敲击 **Display** 进行调整。
提示:若你选波形已存在,其数学表达出现在窗口。废弃先前的数学表达,通过敲击 **Clear**,你可一直使用波形,也可选择其他波形。
4. 敲击 **Predefine Expression** 之一的按钮或敲击 **Editor** 进入 **Equation Editor**。
5. 使用 **Equation Editor** 控制窗口定义数学表达。
 - **Math** 定义在源无效时,不起作用。
 - 使用 **Bksp**(空格)按钮去除最近的输入,敲击 **Clear** 清除全部表达同时启动结束。
 - 使用括号对表达式中的项进行分组以控制执行指令,例如 $5(\text{Ch1}+\text{Ch2})$ 。
6. 选择 **Time**,**Freq** 或 **Mass** 栏来显示有效功能。
7. 敲击功能按钮进入数学表达中的功能。敲击运算按钮(+, -, *, /) 插入运算。
8. 使用 **Home** 和箭头按钮在数学表达间移动。使用 **Bksp**(空格)按钮删除部分表达。
9. 敲击 **Apply** 对数学波形使用新的表达。
10. 敲击 **Avg** 打开 **Math Parameters** 控制窗口。在窗口应用中由表达式定义来控制数学波形。
11. 选择 **Mathn** 之一控制,同时使用多功能按钮或弹性软件盘键设置平均数。若平均功能使用,此平均数影响数学波形。
12. 一旦定义了理想的数学表达,敲击 **Apply**。**Apply** 在 **Equation Editor** 和 **Spectral Setup** 控制窗口上有效。
13. 进入在线帮助获得有关使用数学波形的更多信息。

7.2 数学波形的操作

示波器支持许多通道(活)和参考波形的数学波形的相同操作。例如,你可用光标测量数学波形。此部分讨论:

- 垂直显示刻度和定位
- 实施自动测量
- 实施光标测量
- 使用直方图

此外,上列操作项,可将数学波形以参考波形保存。

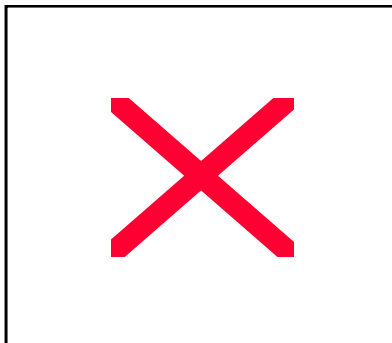
注意:创建自水平刻度的每一数学波形和包括在数学表达中源的位置。你可调整源波形控制和在数学波形中的反映。你也可以使用 **Zoom** 来放大数学波形,同时使用鼠标定位。

7.2.1 显示和测量数学波形

基本上,操作通道波形和操作数学波形的技巧相同。下列程序列出可用于数学波形上的某些共同的操作。

1. 数学波形必须被定义和显示。
 2. 敲击 Math 工具栏按钮打开 Math Setup 控制窗口。
 3. 选择操作的数学波形栏。
 - 若选择的波形没被定义,使用 Creating a Math 程序定义数学波形。
 - 若波形不显示,敲击 Display。
 4. 敲击 Position 和 Scale,同时使用多功能旋钮或弹性软件盘键来调整屏幕波形的大小和位置。
 - 在格中定位,所以改变刻度可使数学波形消失直到位置也改变(通道波形具有相同效果)。
 - 你可敲击和拖拽波形操作来改变波形垂直位置。
 - 你可改变波形垂直位置和刻度通过在波形操作上敲击和使用多功能按钮来调整。
 - 你不能调整数学波形的补偿。
 - 你不能调整数学波形的水平刻度,位置和采样密度(分辨率);不同长度的源波形结果在最短的源记录长度的数学波形上。若你对数学波形源调整这些设置,调整会反映在数学波形上。
 5. 敲击 Mean 工具栏打开 Measurement Setup 控制窗口。
 6. 选择 Source Math 栏同时敲击通道按钮来选择数学波形。
 7. 选择测量。

提示:在菜单条上敲击帮助按钮以获取更多信息。
 8. 显示测量,触摸 Display 进行调整。
 9. 阅读测量读出值结果。
 10. 敲击 Cursor 工具栏按钮显示光标并打开 Cursor 控制窗口。
 11. 选择 Math 栏同时对预测数学波形敲击数字按钮。
 12. 通过敲击 H Bars, Paired 或 Split 来选择光标类型。
 13. 使用多功能按钮在数学波形上定位各个光标以测量预测特性。
 14. 在光标读出值上阅读结果光标读出值被显示在多功能旋钮读出值下或直方图右上角区域。
- 注意:函数波形的幅度测量以每秒电压表示,同时对全部波形的测量以电源-秒表示。



15. 进入在线帮助获得数学波形操作方面的更多信息。

7.3 定义频谱 数学波形

示波器的数学特性包括波形频谱分析。本节描述如何与时域和频域控制一起直观进行控制分析。这些控制将时域与频域合并提供完整频谱分析仪。

注意:此类型频谱分析仅在你购买了选件 2A,高级分析时有效。此

示波器的数学特性允许你定义刻度和创建 FFT 等级频谱类型窗口的标准一致。

信号可由其在时域和频域中的特性来表示。通过组合和转换源波形至频谱数学波形,你可同时在时域和频域中观看信号特性。

此频谱分析仪提供全套控制和特性允许你确定时域和频域测量了解有关 FFT 算法更广泛的内容。

- **Frequency Domain Controls(频域控制):**使用传统的频谱分析仪控制直接设置中心频率,间隔和分辨率带宽。
- **Time Domain Controls(时域控制):**对采集波形的时域控制设置时间周期和采样间的分辨率时间。你可轻易设置要求的采样率和记录长度。
- **Gating Controls(门控制,选通控制):**这些控制是连接时域和频域的桥梁。你可在输入波形的门区实施频谱分析。此门也决定分辨率带宽。
- **Window Function(窗功能):**八个不同的窗口功能对形成过滤响应有效。
- **Magnitude Versus Frequency(量与频率的比较):**在 dB,dBm 或线性方式中显示记录数据。你可显示实数或只显示频谱量的虚数部分。参考电平补偿和参考电平控制给予垂直位置和频谱补偿的完整控制。
- **Phase Versus Frequency(相位与频率的比较):**在源或级中作为一个频率功能显示相位数据。对门限电平以下的量,归零(零化)相位噪声。最终,选择相位展开和 $d\theta/d\omega$,分组延迟。
- **Spectral Averaging(频谱平均):**你可在频域中对相位和大小(量)波形展开取平均。
- **Multiple Analyzer Control Locks:**多至四个频谱分析仪可同时使用。在相同的源波形或不同的通道源上,频谱分析仪可全部分派至不同的门。数学 1 和数学 2 控制可被锁定,打开一个分析仪控制其他分析仪也改变至相同值。锁定其他组合,包括四个分析仪,使用 GPIB 指令有效。

对应用于频谱数学波形的数学波形具有相同排他性。此外，对频谱数学波形的源必须是通道波形的源。

7.3.1 使用频谱数学控制

阅读创建频谱波形的有关内容。

频谱分析仪包括五个初级控制项目,见下表。

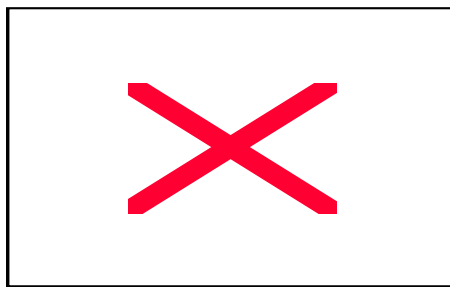
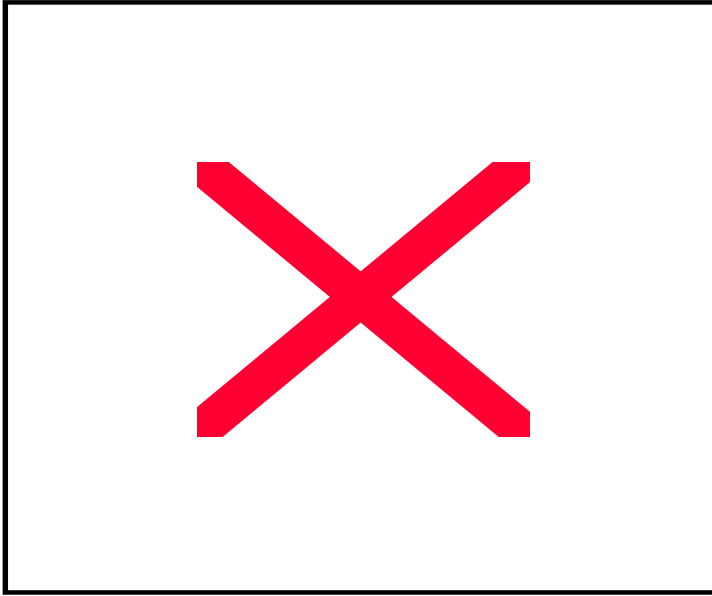
频谱分析仪控制

时间控制	门控	频率控制	数量控制	相位控制
源	位置	中心	DB,dBm 线性,实虚	级,弧度,组延
周期,记录长度	周期	间隔	参考电平	零门限
周期,采样率	窗口	分辨率带宽	参考电平偏移	相位展开
分辨率				

1. 使用时间控制对频谱分析仪时域控制的操作以下列规则概述:

- **Duration** 选择采集波形开始至结束的时间。你可设置时域记录长度控制或采样率控制来设置周期。
- **Resolution** 决定采样间的时间。当分辨率变化时,周期保持不变(常量)。所以分辨率控制同时影响采样率和记录长度。
- **Most often**,你将使用短记录长度,因为长记录长度使示波器的响应很慢。然而长记录长度可以使与信号相关的噪声低同时增加频谱数学波形的频率分辨率。更重要的是,必须在波形中捕获波形的特点。

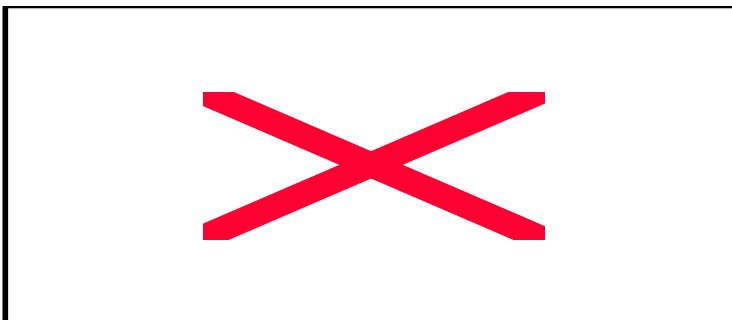
下图是周期和分辨率如何影响采集波形的实例。



周期和分辨率控制影响

2. 使用门控制:门决定采集波形的哪一部分被转换至频域。门有位置和宽度控制。

门位置是由触发位置至门间隔 50%的中间位置以秒表示的时间。位置和宽度单位是秒。



门参数定义

门必须在源波形周期间隔范围内存在。若源波形周期被调整,同时门位置和宽度导致门在周期外,因此,门位置或宽度被设置在限制范围内。

门的宽度影响频谱分析仪的分辨率带宽。

包括在门区域内的数据被转换到频域。

在显示上使用虚线标记(类似于光标)来识别门。设置缺省门宽等于源波形周期。

3. 使用频域控制:源波形门域被转换到频谱相位或(量)大小波形。水平单位通常是 Hz。垂直单位基于被选的相位或大小(量)。频谱波形的频域控制是间距,中心和分辨率带宽。频谱通常出现在满足 10 格为一个频宽的屏幕上。

间距:是频谱波形尾的频率减去波形头的频率。间隔控制最大值等于当前的采样率被 2 除。所以,若你不能增加间隔至理想值同时想保持相同的源波形周期,开始时间控制同时使用分辨率控制来增加采样率,调整采样率控制,若有必要,保持间距小于采样率被 2 除。

Center:这是频谱波形中间的频率。**Center** 等于开始频率加上半个间距。调整范围有赖于采样率和当前间隔设置。记住间距往往处于零到半个采样率间隔之间。所以,若间距设置到 full,中间频率控制将没有任何调整范围,同时将保持在半个采样率。在中心调整范围前,必须减少间距。若你不能增加中心至理想值,使用采样率或分辨率控制来增加采样率。通过在示波器前面板上使用 **HORIZONTAL SCALE** 按钮来改变采样率。

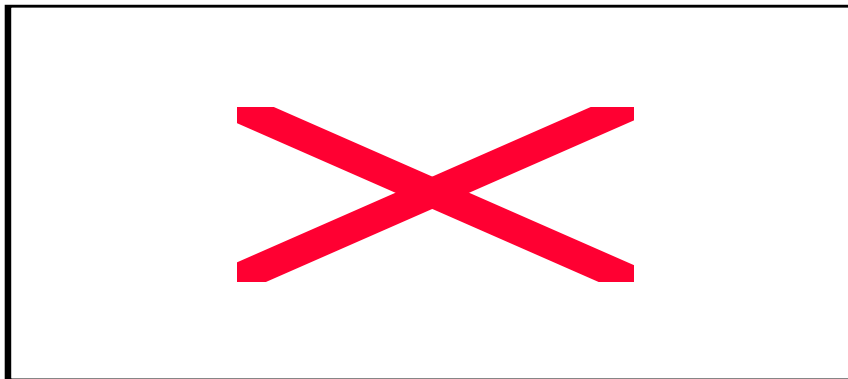
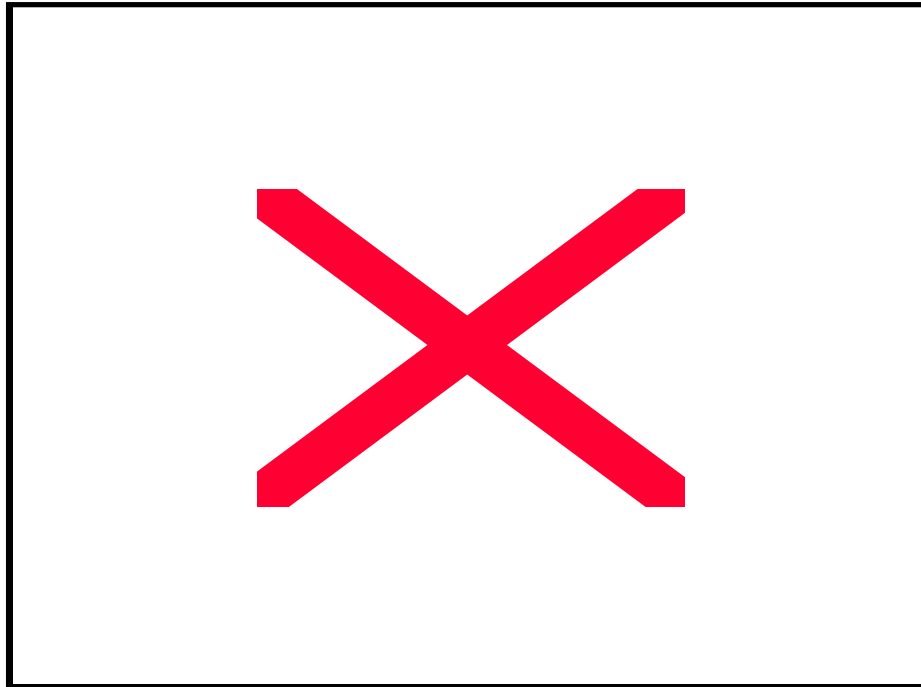
Resolution Bandwidth, RBW(分辨率带宽):这是响应正弦波形输入的频谱分析仪频率的 3dB 以下带宽。分辨率带宽受两参数影响:

- **Different** 窗口功能在频谱中产生不同的过滤响应形式以及在分辨率带宽中的不同结果。
- 输入数据的门宽影响 **RBW**。门宽以秒为单位。**RBW** 直接控制门宽,但数学值以 Hz 为单位输入。所以,当你调整 **RBW** 控制时时域门标记移动。



Window Bin Width 分辨率宽度以 Bin 为单位,同时在使用时随窗口功能而定。门宽以秒为单位。

下图示出调整中心频率和间距的影响。中心频率是频谱的水平位置控制。间距是水平刻度控制。在间距和中心频率影响范围外,分辨率调整分析仪过滤器。



频域控制调整影响

4.使用(数)量控制

垂直单位可以被线性或取对数,你可通过敲击 **Math** 菜单键来做如上选择,然后选择 **Spectral Analysis Setup** 指令。

在 **Mag** 栏上,由线性,dB 或 dBn 选择正确的刻度类型。

Linear(线性):当频谱是线性数量时,垂直单位与源波形单位相同。

通常是电源,也可是瓦特或安培。

dB:设置频谱数量的垂直刻度为 dB.使用 **Reference Level Offset**(参考电平补偿)来设置在数量频谱的哪一垂直位置为零 dB,应用下列公式:

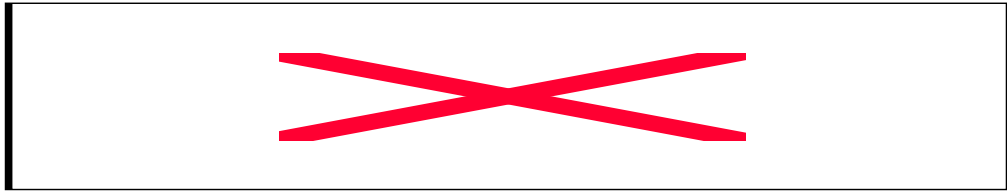


这里, X 是频谱上一个复合数据点, 且 Ref 是 Reference Level Offset 值 (参考电平补偿值)。

dBm: 在上列公式中是以 dB 表示的, 而且设置的参考电平补偿与 1mW 功率 50Ω 时的值相等, 所以若输入单位是瓦特, 则该值 223,6mV。

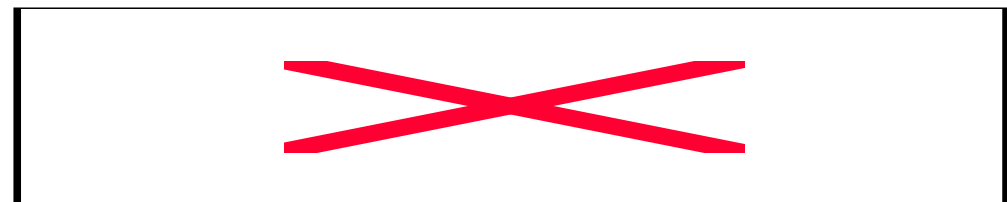
若输入单位是安培, 则该值为 $40\mu A$, 若输入单位是瓦特, 则该值 1mW。

Reference Level (参考电平): 是显示频谱垂直位置的设置, 此值为显示屏顶部的量。当此控制被调整时, 频谱波形在屏幕上沿零参考电平标记垂直移动。此控制不改变频谱数据。



调整参考电平的影响

Reference Level Offset (参考电平补偿): 改变上述以 dB 为单位的公式中的 Ref 值。不同于参考电平控制, 此控制实际上改变频谱中输入数据的值。零 dB 通过与频谱波形连带的标记在显示屏幕上示出。调整 **Reference Level Offset (参考电平补偿)**: 导致频谱波形相对波形参考标记垂直移动。该移动波形没有改变 **Reference Level** 控制的设置。有时, 它益于调整此控制, 以便基频峰值为零 dB。然后, 你可在远离基频多少 dB 范围内测量其它谐波。敲击 dBm 按钮预设此电平等于 1mW 50Ω 。



调整参考电平补偿的影响

Real and Imaginary Magnitude (实数和虚数): 你可在频谱中显示实数和虚数的线性大小。若你将频谱外的线调回到时域曲线。你可保存实和虚频谱到参考存储器, 同时直接将波形输出到 Mathcad, MATLAB 或 Excel 文件并在实时状态下升级。

打开实或虚频谱, 敲击 Math 菜单键, 选择 Define/Edit Expression Editor, 同时选择 Freq 栏。敲击正确的通道按钮及 Apply。

5. 使用相位控制

你可将 Degrees, Radians 或 Group Delay 的垂直单位设置为秒。

为此,敲击 **Math** 工具栏按钮,敲击 **Spectral Analysis Setup** 同时选择 **Phase** 栏,然后由 **Degrees Radians** 或 **Group Delay** 选择正确的刻度类型

。

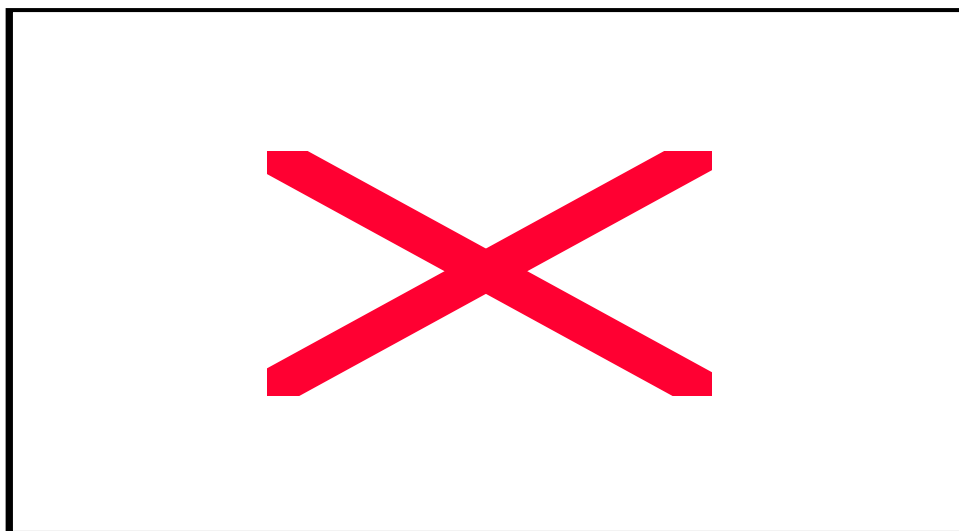
Phase Refence Position(相位参考位置):相位是相对于时域参考点的测量相位值是相对于相位参考点位置而规定。

对频谱分析仪来说,相位参考位置在 **50%** 的位置,是输入到频谱分析仪数据的门间隔的中间(点)。这一点对除 **Tek Exponential** 窗口外的所以窗口功能都成立(都适用)。窗口的参考点在门 **20%** 的位置。

Phase Unwrap(相位的展开)频谱分析仪由 $-\pi$ 到 $+\pi$ 弧度或 -180° 到 $+180^\circ$ 产生相位值。然而,当你实施脉冲响应测试同时相位是连续的(顺序的)时,在此范围外的相位值产生。在由 $+180^\circ$ - 180° 范围的显示中,频谱分析仪以不连续方式隐藏(叠合)数据。通过相位展开显示正确结果。

只有当相位频谱是一个连续的频谱功能时,相位展开才有效。所以当分析仪的谐波含有各个典型信号时,不要使用此功能。

Suppression Threshold(消除门限,抑制门限):频谱中的随机噪声可包含整体范围的相位值。它可产生(导致)相位不寻常的(独特的)显示。然而,你消除(清除)门限控制到以 **dB** 表示的电平。任何低于门限值的复合频谱点的相位都设置为零。



设置相位抑制门限影响的实例

Group Delay(分组延迟):当相位频谱是一连续频谱功能时,分组延迟可以计算。这适合于在系统内的脉冲响应测试,同时计算系统输出响应的频谱。

分组延迟测量在相位失真范围内系统通过的信号程度。分

组延迟是相对于频率的函数。

这一特性对分析信号的谐波无用,因为在此相位反应不连续

。

Impulse Response Testing(脉冲响应测试):当对系统进行脉冲响应测

试时,将脉冲放置在采集的零相位参考位置。此时产生正确的相位显示。因为 Tek Exponential 在 20%点处有其零相位参考点。可捕

获更多的脉冲响应。其它所有窗口功能在门区域内有它们的相位参考位置。

有几种方法调整相对于输入信号的零相位参考点位置:

- 调整频谱分析仪门的位置。
- 使用前面板触发电平控制进行精调。
- 调整前面板水平 POSITION 控制。

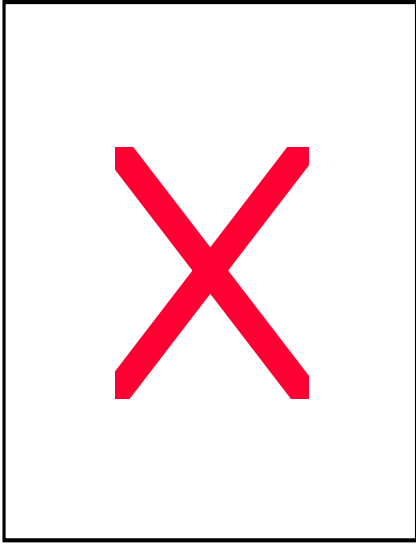
7. 使用窗口过滤器:

有八种频谱分析仪窗口:

- 矩形
- 汉明
- 汉宁
- Kaiser-Bessel
- Gaussian
- Blackman-Harris
- Flatop2
- Tek Exponential(泰克指数)

在时域内,窗口是一铃形功能在门周期长度内是无敌的。对

大多数窗口,此功能在门区域两端逐渐减少至零。在计算频谱转换前,窗口是倍增的,一个采样接一个采样,是门区域内输入数据的倍数。窗口功能影响频谱分析仪在频域内的响应。窗口功能影响输出频谱的分辨力,同时影响数量的精度和相位的测量。下图表示时域记录是如何处理的。

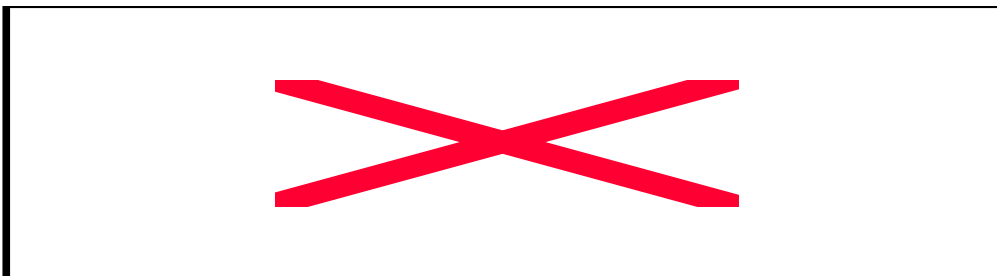
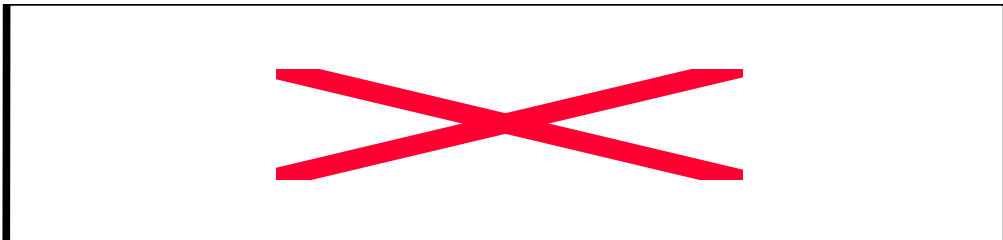


窗口的时域记录

精确值测量要求输入源波形在门区域内是常数。这就意味着波形参数,如频率和幅度作为被输入到频谱分析仪门限区域内的时间功能无重大(显著)变化。同样地,门宽必须大于或等于频谱分析仪间距的开始(启示)频率周期,也就是,必须有至少一个循环的谐波。

Choice of a window(窗口选择):窗口功能将基于你预观察的输入源的特性和窗口功能特性来选择。

窗口特性见下表。

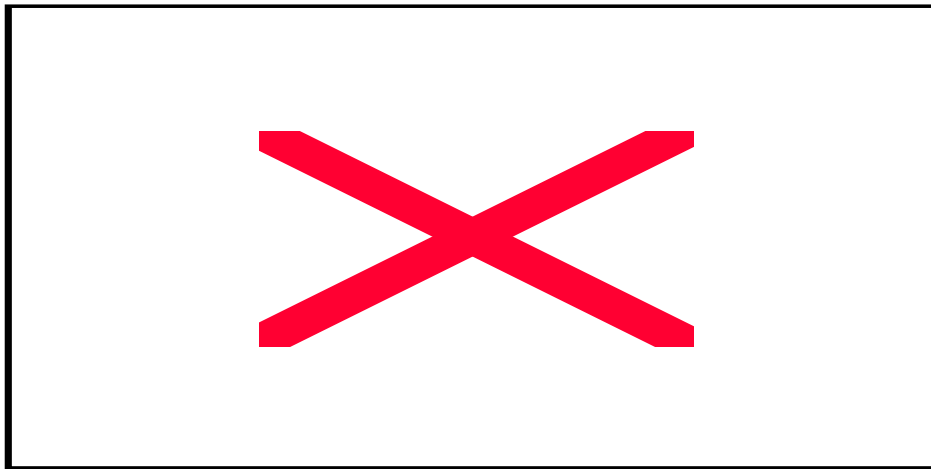


3dB Bw in Bins:这是频谱分析仪对给定窗口功能的正弦波过滤器的响应带宽。它以 Bin 为单位给出。当内插率是由于 FFT 零占空为 1 时,Bin 为频谱采样间的间隔。

自正弦半周峰 3dB 以下的半周点间的带宽被测量,以 Hz 表示的带宽是通过以秒表示的门周期除以 Bin 表示的带宽来计算的,这也涉及到分辨率带宽。

Coherent gain(相干增益,耦合增益):增益系数与正确刻度到频谱输出大小不同的窗口功能有关。所以,当不同窗口被选择时,输出频谱数量不变(除非分析仪被设置成 FFT 上无零占空,在不同条件下,扇形的不同窗口,其瞬时系数可导致数量的轻微变化,大部分时间的零占空是有效的同时扇形不出现)。

Scallop Loss(扇形损耗):当观察信号的频率在内插率归因于 FFT 为 1 的零占空时,正处于频谱两频率采样间的一半时,此为频谱分析仪数量的误差。当零占空有效,扇形损耗被实质清除,因为频域内插归因于零占空。若你使用低于整体间隔设置同时使用更大的分辨率带宽设置时,大部分时间零占空有效。



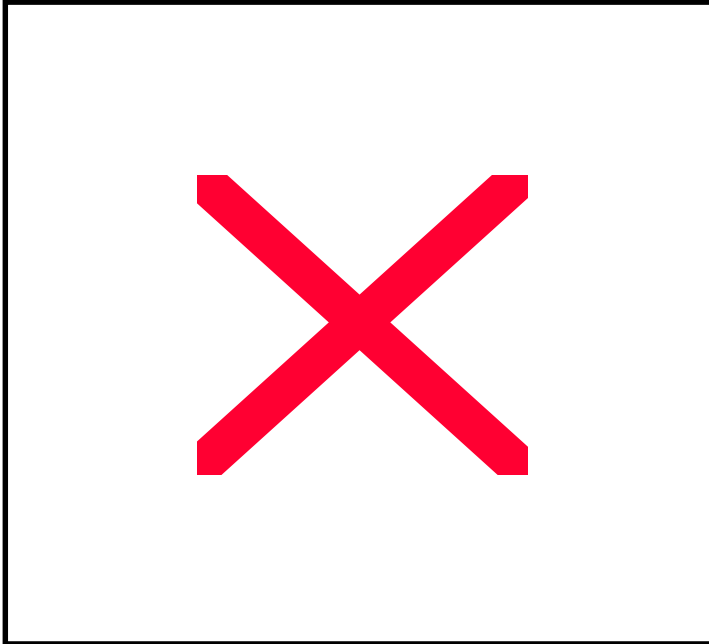
无零占空的汉宁窗口扇形损耗的实例

Nearest Side Lobe(最近似边的正弦半周):这是频谱中正弦半周峰与产生自能量泄漏的相邻边的正弦半周间的数量差别。不同窗口有不同的泄漏特性。窗口的分辨率带宽越窄频谱的泄漏越多。

Zero Phase Reference(零相位参考):是在输出频率上相位参考点时域门的位置。即,若正弦波输入在零相位参考位置处有峰存在,则在频谱中以零相位读出。当进行脉冲响应时,若相位不正确,则时域中的脉冲必须被定位在门间隔位置。

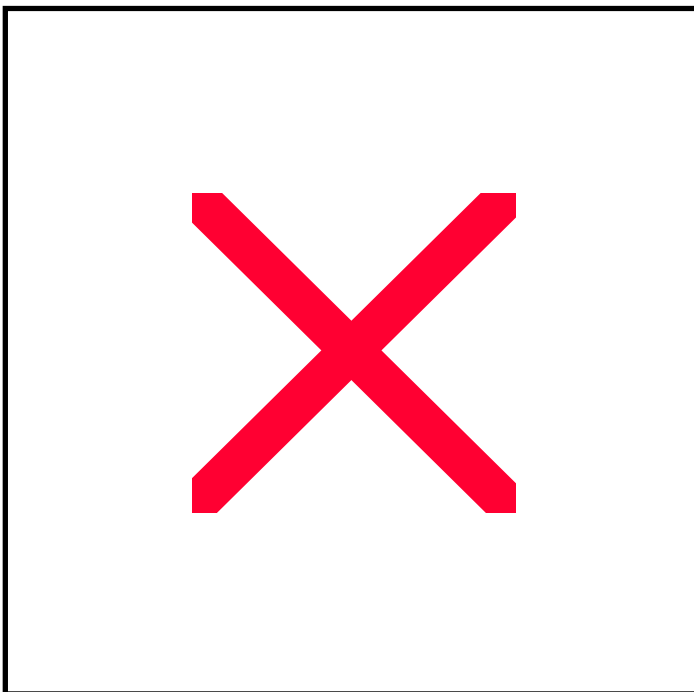
Coefficients(系数,折算率):通常用于产生由余弦系列构成的窗口。如 Gaussian 窗口及用以代替一组系数的“a”值。

Gaussian Window:是缺省窗口功能。其窗口功能特性是独有的。在时域内 Gaussian 的指数功能形状转换成频域内 Gaussian 指数形状。此窗口在时域和频域内均提供最佳位置。



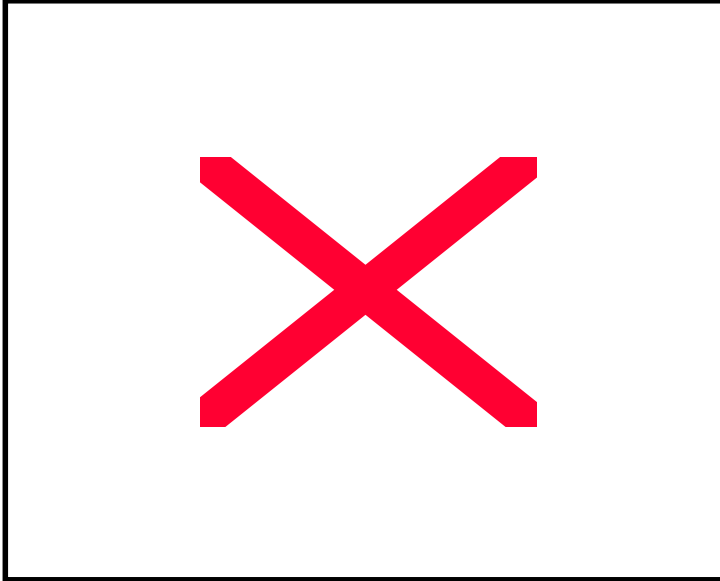
Gaussian 窗口的时间和频率图

Rectangular Window(矩形窗口):此窗口等于一整数。这意味着在门内的数据采样在输入到频谱分析仪前不被修改。任何窗口皆有最窄的分辨率带宽,但也有最大的频谱损耗和最高的半周边。



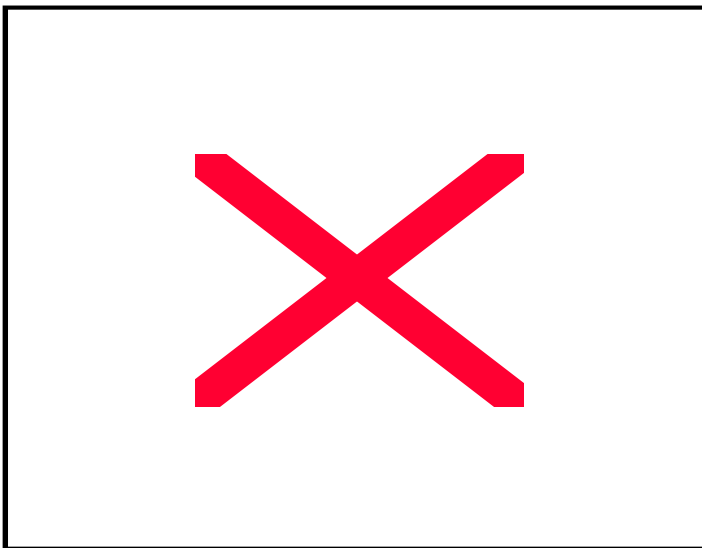
矩形窗口的时间和频率图

Hamming Window(汉明窗口):其独特之处在于在时域内形状不是从始至终逐渐减少直至为零。当你想处理频谱外线的虚实部分或反转回时域时,这是个好的选择。因为数据不是逐渐减少至零,你可由结果移去(去掉)窗口功能的影响。

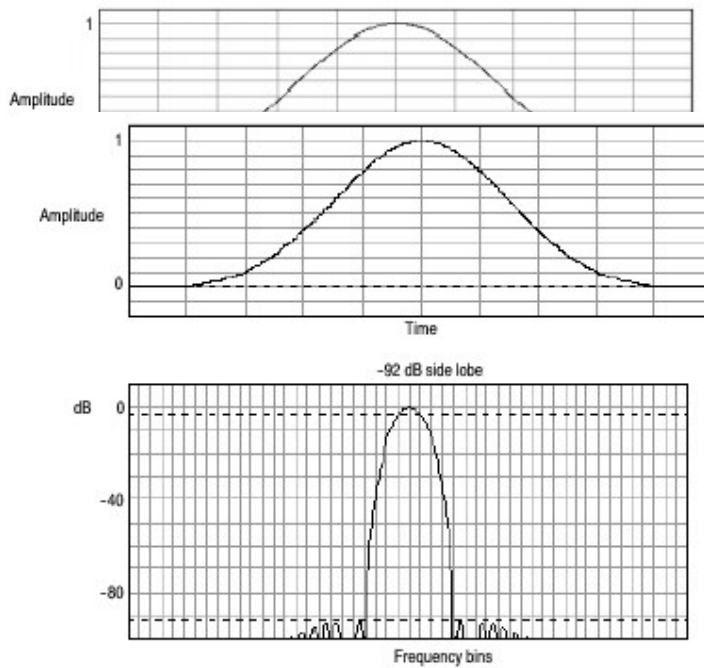


汉明窗口的时间和频率图

Hanning ,Kaiser-Bessel,and Blackman-Harris Windows:这些窗口有各种分辨率带宽和扇形损耗。选择一最好的,允许观看的,感兴趣的信号特性,较之于其它窗口 Blackman Harris 的能量损耗 较低。Hanning 有最窄的分辨率带宽及最高的半周边。

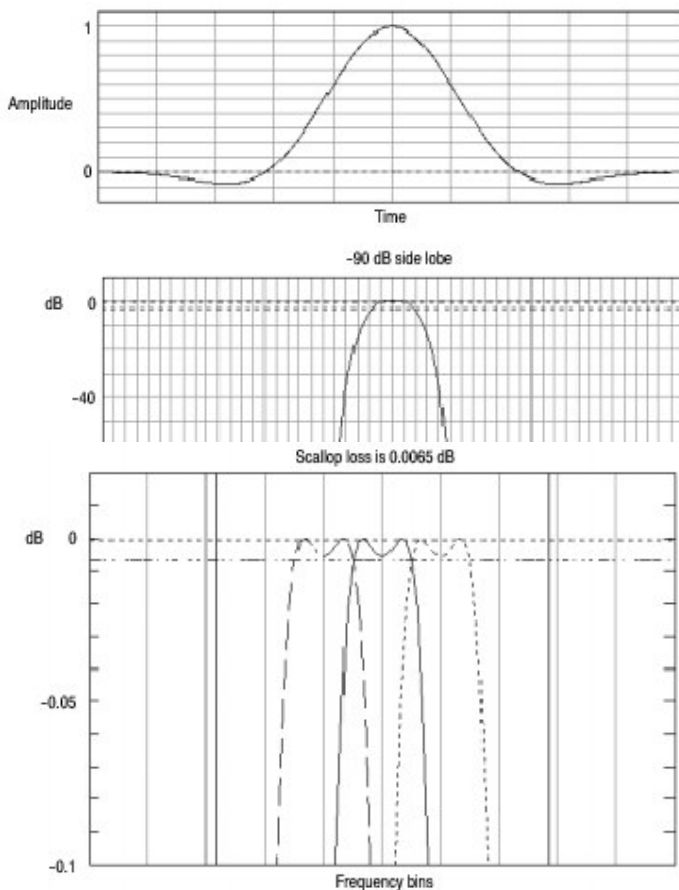


汉宁窗口的时间和频率图



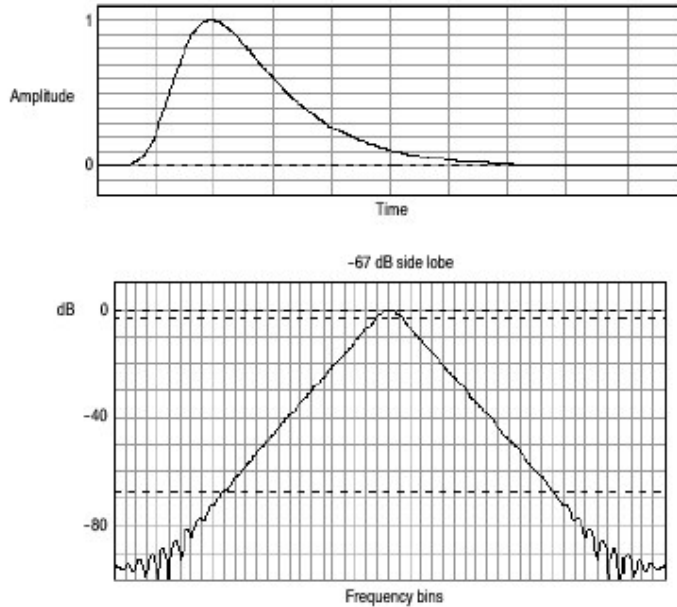
Blackman-Harris 窗口的时间和频率图

Flatop2 Window: 此窗口有最低的扇形损耗,也有较宽的分辨率带宽及较低的半周衰减边。其独特性在于时域形状为负值。



Flattop2 窗口的时间和频域图

Tek Exponential(泰克指数):泰克指数窗口是泰克发明的。在时域内,与其它窗口情况一样,它不是对称的铃形。代替的是,在时域内 20%位置峰的指数。频域形状是三角形。使用此窗口对 20%处的脉冲响应进行测试,是零相位参考点。采集数据记录长度更多的是用于捕获脉冲响应。



在时域和频域中的泰克指数窗口

7. 触发抖动的影响

示波器采集系统有以相对于输入信号异步的采样时钟。这意味着由一个采样到下一个采样,采样可在相对于触发的波形上的不同位置。在由一个采样间隔决定的位置上采样可以变化。

在频率等于半个采样率时的一个信号的每一循环仅有两个采样。这是可由频谱分析仪输出的最高的非混叠信号,如此(像这样),在此频率上,采集抖动的一个采样将以 180 度相位偏转显示在频谱上。所以当你分析相位确保过采样信号足以象所要精度的可接受相位抖动的一个采样间隔。

Effects of Average and High Res acquisition Mode(取平均和 High Res 采集方式的影响):使用取平均方式或 Hi Res 采集方式对时域采集取平均的结果影响示波器的频响。这是由于在采集系统中抖动的一个采样。在 Hi Res 和取平均采集方式中对频响具有相同的影响

。这些方式导致响应由 DC 上的某个量值向频率等于采样率一半时的 Nyquist 0.63 值滑离。这是正确的(准确的)而无论实时采样如何设置。

Frequency Domain Averaging(频域取平均):通过编辑数学表达式开

始对数学波形取平均。有时,在频谱中取平均比在时域中取平均更理想。例如,把一个有时域分量的信号看做与触发异步,若你在时域内(开始)取平均,这些分量可趋于零或产生奇怪的不确定影响在复合波形上,因此,这些信号分量可以结束不出现现在频谱内,然而,若代之以在频域内取平均,这些分量将出现。

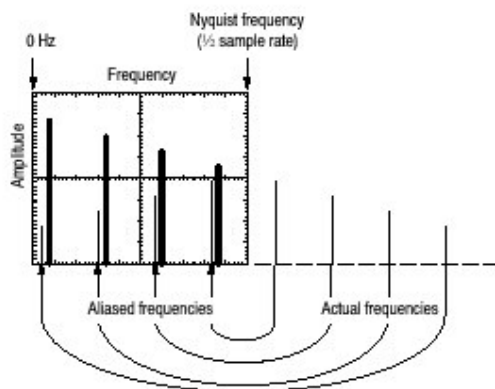
7.3.2 Recognizing Aliasing(识别混叠)

当信号输入频率远大于采样频率的一半时混叠产生。设置足够高的采样率以便频谱中的信号不同与较低的混叠频率,出现正确的频率。同样地,混合信号形状内部有许多谐波,如三角波或平方波。这些谐波事实上在混叠信号内有许多谐波时,皆可出现在时域内且正确无误。

对混叠的一种检查方法是增加采样率并观察是否谐波展开到不同的频率位置。

辨别混叠的另一种方法是较高序列谐波较之于较低序列谐波通常数量会减少。因此,当频率增加时,若你看到谐波量值呈现一连串递增时,你就可推测它们为混叠。

在频谱数学波形中,实际较高的频率分量是未采样的,所以当 Nyquist 点周围较低混叠“折起”时,它们出现。你可通过增加采样率和观察混叠是否展开到不同频率点来进行测试。



频谱波形中频谱混叠如何出现

若你有各种频率信号源,另一种观察混叠的方法是当观看频谱显示时,慢慢调整频率。若某些谐波混叠,你将看到谐波在频率中减少,反之亦然。

1. 频谱数学波形的光标测量

一旦你已显示了频谱数学波形时,使用光标测量其频率,幅度或相位角。

2. 频谱数学波形的自动测量

你可使用自动测量来测量频谱数学波形。

7.3.3 选择预定频谱数学功能

使用下列程序定义当前波形为频谱数量波形或频谱相位波形。

1. 确保使用的源有效。频谱波形由可变波形产生。不可由数学或参考波形产生频谱波形。
2. 由工具栏敲击 **Math** 按钮打开 **Math Setup** 控制窗口。
3. 对预创建的波形,选择 **Math** 栏同时敲击 **Predefined Mag** 或 **Phase** 来选择大小或相位频谱分析。波形显示被活化。

7.3.4 定义一频谱数学波形

使用此程序定义频谱数学波形。若你已购买了 **Advanced Analysis** 选件,使用下述程序:

1. 所以预用于数学波形的源有效。
2. 由工具栏敲击 **Math** 按钮打开 **Math Setup** 控制窗口。
3. 敲击你预定义的数学波形的 **Math n** 栏。
4. 由 **FFT** 源的下拉列表选择频谱分析仪的源,此源可以是可变波形或其它数学波形。

注意:你一选择源,频谱波形就显示。

5. 由刻度下拉列表选择某值作为垂直刻度系数
 - **dB** 使用对数刻度显示数量,在相对于参考电平补偿中以 **dB** 表示
 - 线性使用与源相同的单位显示数量
 - **dBm** 设置参考电平补偿到预定 **dBm** 值

提示:你可通过敲击波形处理,同时使用多功能按钮来调整刻度和位置。

6. 选择窗口类型,敲击 **Window Type** 同时由列表进行选择。
7. 再定义波形,敲击 **Clear** 同时重复上述步骤。
8. 进入在线帮助以获取有关创建频谱波形的更多信息。

7.3.5 定义频谱数学波形

使用 **Advanced Analysis** 选件,应用下列程序定义频谱数学波形。

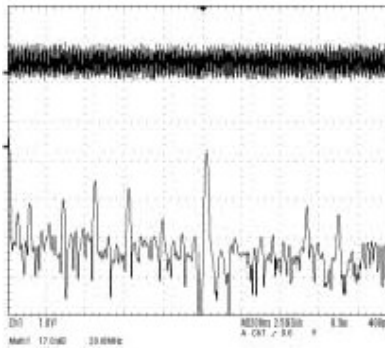
。

首先确定使用源已存在。通道源将财经或已财经数据。这些被用源不必显示。

1. 所有在数学波形中使用的源必须有效。
2. 由工具栏敲击 **Math** 按钮打开 **Math Setup** 控制窗口。
3. 敲击 **Spectral Analysis** 打开 **Spectral Analysis** 控制窗口
4. 敲击 **Math n** 同时由列表选择你预创建的数学波形。
5. 敲击 **Magnitude** 创建一数量频谱波形或 **Phase** 来创建相位频谱波形。若你需一个取平均的频谱波形,敲击 **Average** 同时敲击 **Avg** 设置取平均的数。

6. 对源波形选择栏和通道数。

提示:若你预对波形再定义,敲击 **Clear** 按钮,同时重复上述步骤。

7. 显示频谱波形,敲击 **Apply** 或 **OK**。8. 选择 **Mag** 栏。9. 选择垂直刻度系数,敲击 **Scale**。

- **dB** 使用对数刻度在与参考电平补偿相干的 **dB** 中表示。
- 使用与源单位相同的单位,线性显示数量。
- **dBm** 对 **dBm** 设置参考电平补偿来预定值。

提示:你可通过敲击波形处理和使用多功能按钮来调整刻度和位置。

10. 设置参考电平,敲击 **Reference Level** 同时使用多功能按钮或弹性软件盘键来设置参考电平。

提示:参考电平是在显示屏上部(顶部)的值。它仅用于数量波形调整参考电平定位与显示顶部相关的波形,但不改变与地参考相关的波形位置。

11. 设置参考电平补偿,敲击 **Refence Level Offset**,同时使用多功能按钮和弹性软件盘键来设置补偿。

提示:补偿决定在输入波形中何处为零 **dB**。改变补偿移动与地参考相关的波形。当输入等于补偿,将在输出中显示 **0dB**。

12. 选择相位栏。

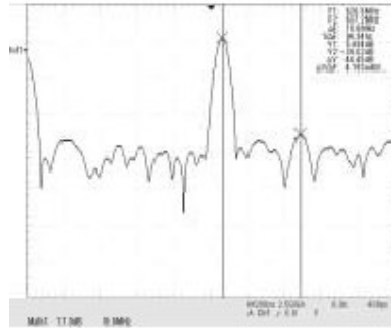
13. 选择垂直刻度系数,敲击 **Scale**。

- **Degree** 设置级的相位单位。相位使用刻度显示在此度的范围由 $-\pi$ 到 $+\pi$ 。
- **Radian** 设置相位单位。相位使用弧度显示。在此弧度范围是由 $-\pi$ 到 $+\pi$ 。
- **Group Delay**(分组延迟)展开相位频谱及显示导数。

14. 为规定在频谱分析相位波中是否展开相位,敲击 **Unwrap** 来调整。15. 以 **dB** 来设置电平,其在频谱中数量必须超过其相位计数。(在相位波形中减少噪声的影响)敲击 **Suppression Threshold** 同时使用多功能按钮或弹性软件盘键来设置门限电平,若数量小于门限,则相位设置为零。

16. 选择 Control 栏。
17. 为使时域或频域可变,对某一数学波形和其它数学波形改变相同控制,敲击 Track Time/Freq Domain Control 按钮切换开关。
18. 选择窗口类型,敲击 Window Type 同时由列表选择。
19. 对运行的频谱分析,全面设置频率范围,敲击 Freq Span 同时使用多功能按钮或弹性软件盘键来设置频率范围。
较高采样率允许设置更大的频率间隔。为设置频率间距来最大化当前采样率,敲击 FULL。
20. 为设置频谱分析的中央频率,敲击 Center Freq 同时使用多功能按钮和弹性按键来设置中央频率。
21. 分辨率带宽决定在频率或输入数据中有多小的差别。它在本质上规定了用于频域分析的过滤器带宽。
为设置分辨率带宽,触摸 Res BW 同时使用多功能按钮或软按键来设置分辨率带宽。
22. 时域控制决定采样率和采集的记录长度。这些控制允许在无需求改变采样率的情况下改变采样周期。
由 Spectral Analysis Setup 菜单,敲击 Resolution 同时调整输入波形的数据采样间的时间间隔。
注意:分辨率是采样率的倒数。调整分辨率以调整采样率。分辨率也可导致记录长度的改变,如周期通过 Duration 控制,选择的常数保持不变。
23. 调整采集波形(记录长度)周期中的秒数,敲击 Duration 同时使用多功能按钮或弹性软件盘键来调整周期。
注意:改变周期也改变记录长度。
24. 门位置是门中与以秒表示的触发相关的相位参考点的位置。
门位置和门周期必须处于采集间。设置门位置敲击 Gate Pos 同时使用多功能按钮或弹性按键来调整门位置。
25. 门周期和分辨率带宽是相同的。门周期以秒显示,分辨率带宽以 Hz 表示。
26. 由工具栏,敲击 Cursor 按钮来显示光标同时打开 Cursor 控制窗口。
。
27. 选择 Math 栏同时对预测频谱波形敲击通道按钮。
28. 选择光标类型。
29. 使用多功能按钮来定位波形的各个光标以测量预测性能。
30. 阅读光标读出值结果。
光标读出值被显示在多功能读出值之内或方格图区域右上角,

如图所示。



图表示 FFT 上频率大小的光标测量,读出值显示 0dB 是因为该值需与 $1V_{RMS}$ 电平一致。另一读出值显示 24.4dB 表示频率大小,即相对于 $1V_{RMS}$ 其测量值为 24.4dB。源波形显示关闭。

关闭单位以 dB 表示,对波形大小以 Volts 表示,对其它测量相位则以度或弧度表示。

- 31.选择 V Bars 同时使用多功能按钮来将两个垂直光标与沿波形水平轴的兴趣点对准。
- 32.由 Δ 读出值来阅读光标间的频率的区别。由光标读出值相对于零频率点的各个光标的频率。
- 33.进入在线帮助以获取有关创建频谱数学波形的更大信息。

第八章 数据的输入/输出

本章描述示波器的输入和输出性能

8.1 保存和取消建立

示波器可保存许多不同的仪器建立以便日后调入,仅限于你已保存建立的空间。

通过保存和调入不同的建立,你可在不需进行手动记录和手动设置的情况下,切换建立。这特性有助于你:

- 保存和调入建立来最优化示波器显示和分析的一定信号
- 作为部分程序的运行,通过保存建立序列的调入,保存系列建立来帮助自动化某程序
- 输出并与第二示波器分享保存。

当你使用 **Save Instrument Setups** 和 **Recall Instrument Setups** 控制窗口时,你可包括和观看与建立相关的说明。这些说明可以描述,例如,各个保存的建立和指定的应用。

若你没有附加键盘,你可直接进入说明并命名建立文件。

Save 和 **Recall** 窗口包括弹性软件盘键,你可用鼠标或触摸屏来输入建立的路径名称,文件名称和说明。

当保存建立时,示波器排斥下列事项:

- **Channel waveform and reference waveform**(通道波形和参考波形):保存控制设置(刻度,位置等等),但不保存波形数据。因此,当建立调入时,设置起作用,而数据不贮存。
- **Math waveform**(数学波形):控制设置和数学表达被保留,但不保留波形数据。当建立调入时,数学波形表达起作用,而数学波形数据不贮存。
- **User options stored in the Windows registry**(窗口登记的用户选项贮存):在 **User Preference** 控制窗口中包括所有选择设置。

若你想保存某波形在一有用格式中,以便用于其它应用,例如表格软件,使用输出功能。

当保存和调入建立时,另外几个事件被涉及(提到):

- 用调入的建立来替代当前的建立。若你不想失去当前的建立,保存建立文件以备日后调入。
- 保存建立会将一些不正确的波形设置保存在示波器中。例如,若你保存某设置以显示参考波形 1 取平均后的数学波形,当你调入建立时,若参考是空的,则数学和参考波形都不被显示。

8.1.1 使用自动增加文件名称

此仪器的另存为...对话框和 Export 对话框都有自动增加文件名称的性能,使你能够保存许多类似文件而无需每次重输全部文件名。通过在如下图所示的对话框上选择自动增加文件名称来使用该性能。



自动增加文件名特性

输入一 Base 文件名同时敲击 Save。对最初的保存,缺省数为 000, 若需要,你可重写这一数字,。被保存的第一文件为[Basefile name][count].ext,这里 ext 是文件的扩展。在其次(随后的)的保存中,示波器搜索最高编号文件名同时由 1 来增加数字,例如,Basefilename001.ext。

例如,若你正对一系列上升时间数据文件进行保存,你可使用“Risetime”作为基础文件名称。第一个的被保存文件作为 Risetime000.ext.接下来为 Risetime.001,依此类推。

若计数达到 999,在接下的保存中,仪器将建议你改变基础文件名称为 Basefilename1(例如,Risetime1),下一个被保存的文件就是 Risetime1000.ext,若你仍以相同名称继续重写文件,那么你将收到警告信息。

8.1.2 保存建立

使用下列程序保存某建立到十个内部位置的任一位置,示波器硬盘,软盘或第三方存贮装置。

1. 给示波器加电。
2. 当你想保存建立为可调入建立时,建立示波器控制。
有关建立帮助,查看右侧的参考或在本章其它部分,具体到你预实施的建立。
3. 由工具栏,敲击 Setup 打开仪器 Setup 控制窗口。在 Save Setup 栏中窗口打开。
4. 敲击数字键之一来保存建立。若在建立中有数据存在,它将被重写。
5. 由下列方法之一来命名建立:
 - 接受出现在名称字段中的缺省名称(用户)
 - 在名称字段中双击同时使用软件盘键输入新的缺省文件名
 - 敲击已有名称同时使用外加键盘来输入新名
6. 敲击 Save 打开对话框另存文件建立。

7. 使用保存在:下拉列表导引到保存建立的目录。
8. 命名建立文件。在文件名中接受缺省文件名:字段,键入新名或由文件列表选择已有名称(在已有文件中的数据将被重写)。
选择自动增加文件名检验盒来保存系列文件,而无需每次都键入新名。
提示:若你没有外接键盘,敲击 **Open Keyboard** 来显示一虚拟键盘。
- 提示:在 **Save as Type** 列表中具体的文件扩展将自动附加到文件名中。示波器不使用任何用户定义的文件扩展名。
9. 敲击 **Save** 保存建立文件。无需保存,敲击 **Cancel**。
10. 进入在线帮助以获取保存建立的更多信息。

8.1.3 取消建立

使用此程序调入建立。记住,调入某建立来代替已有建立,或丢失的建立。

1. 示波器必须加电,必须进入先前保存的建立。
2. 由工具条,敲击 **Setups** 选择 **Instrument Setup** 控制窗口的 **Recall Setup** 栏。
3. 敲击你预调入的建立数。当前的示波器建立被重写。
4. 打开 **Recall Instrument Setup** 对话框,敲击 **Recall**。
5. 使用 **Look in:** 下拉列表和按钮,导引到你预调入的建立目录。
6. 通过在文件列表中敲击已有名称或在 **File** 名称字段中敲击选择建立文件同时键入新的文件名。
提示:若你没有外接键盘,敲击 **Open Keyboard** 显示虚拟键盘。
7. 敲击 **Recall** 按键来调入建立文件。无需调入建立,敲击 **Cancel**。
8. 进入在线帮助获取更多调入建立信息。

8.2 保存和调入波形

此示波器可保存任何数量的波形,仅由保存的空间限制。

通过保存波形,你可调入,并在晚些时候进行比较,评价和记录。

这有助于你:

- 调入波形,为进一步的评价或与其他波形进行比较。
- 延伸(扩展)示波器波形的承载能力。示波器支持四个参考,四个通道和四个数学波形。若你想多于四个参考波形,你可保存其他参考至软盘,以便日后调入。

Reference Setup 控制窗口包含对保存波形进行说明的 **Label** 字段。

。

若你无外接键盘,可直接进入说明和命名参考波形文件。

Reference Setup 控制窗口包括可用鼠标使用的弹性键盘或触摸屏,来键入波形路径名称,文件名和说明。

示波器调入各个波形至参考波形位置,但不可调入通道或数

学波形。

8.2.1 保存波形

使用下列程序保存波形或保存波形至参考位置,示波器硬盘,软盘或第三方存贮装置。

1. 示波器必须加电。
2. 确认波形被保存。源必须是通道,一有效数学波形或有效参考波形。显示建立的保存的波形。
3. 由工具条,敲击 **Refs** 来选择保存波形所在的参考栏。
4. 选择 **Ch,Math** 或你预保存波形的 **Ref** 栏,敲击正确的通道数。
5. 若你预标记波形,敲击 **Label** 同时使用键盘或软件盘键创建波形标签(标记)。
6. 敲击 **Save Wmf** 到 **Refx Save** 来保存波形。在现存参考上的数据将被重写。
7. 保存波形到文件,敲击 **Save Wfm** 到 **File Save**。
8. 使用 **Save in:** 下拉列表和按钮来导入保存波形所在的目录。
9. 命名你的波形文件。你可接受出现在 **File** 名中的缺省文件名:字段,键入新名或由文件列表选择已有名称(在已有文件中的数据将被重写)
选择自动增加文件名检查盒来保存系列文件而无需每次都键入新名。
提示:若你无外接键盘,敲击 **Open Keyboard** 来显示虚拟键盘。
10. 在 **Save as Type** 列表中规定的文件扩展名将字段附加到文件名上。
你可由下列文件格式中选择:
 - **wfm** 是内部示波器格式
 - **csv** 可通过象 **Microsoft Excel** 表格软件使用。
 - **txt** 是标准文本文件格式
11. 敲击 **Save** 来保存波形文件。无需保存,敲击 **Cancel**。
12. 进入在线帮助获取保存文件的更多信息。

8.2.2 调入波形

使用下列程序调入波形为参考。你仅调入波形至参考。

注意:参考波形不能被再调入因为它们已存在于示波器中。但,你

可复制一参考波形到另一参考波形:首先显示复制的参考波形然后使用 **Saving a Waveform** 程序。

1. 示波器必须加电。你必须进入由示波器保存的波形。
2. 由工具条,敲击 **Ref** 同时选择预调入波形所在的参考栏。
3. 若调入内部参考,敲击 **Display** 来调节参考波形显示。
4. 由 **File Recall** 敲击 **Recall Refx** 打开 **Recall Reference Waveform** 对话框。

5. 使用 Look in: 下拉列表和按钮引导至存有预调入波形所在的目录。通过在文件列表中敲击已有文件名或在 File 名称字段中敲击来选择波形文件并键入新名。
提示: 若无外接键盘, 敲击 Open Keyboard 来显示虚拟键盘。
敲击 Recall 按钮来调入波形。无需调入波形, 敲击 Cancel。
6. 敲击 Display 来调整参考波形显示。
7. 进入在线帮助来获取有关调入波形的更多信息。

8.2.3 清除参考

你可清除各个参考或删除波形文件。当你确定不再需要这些文件数据时使用此程序。清除所有参考和建立, 使用 Utilities 菜单的 Tek Source Erase 指令。

1. 示波器必须加电。你必须由示波器进入波形保存。
2. 由工具条, 敲击 Refs 同时选择要删除的参考栏。
3. 敲击 Delete 删除参考波形。
4. 打开 Delete Reference Waveform 对话框, 敲击 Delete Wfm File Delete。

Delete Reference Waveform 对话框允许引导至目录, 此目录列出了波形文件, 同时提供波形文件的选择。

5. 使用 Look in: 下拉列表和按钮引导至包含删除波形所在的目录。
6. 通过在文件列表中敲击已有文件或在 File 名称字段中敲击来选择波形文件同时敲入新名。
提示: 若无外接键盘, 敲击 Open Keyboard 来显示虚拟键盘。
7. 敲击 Recall 按钮来调入波形。无需调入, 敲击 Cancel。
8. 触摸 Help 按钮进入上下文的在线帮助, 获取有关删除文件的更多信息。

8.3 输出和复制波形数据

此示波器也支持输出波形数据到文件。示波器可用几种格式输出波形, 图像和测量值。对其他应用, 使用如表格软件或数学分析应用, 你也可复制波形数据到 Windows 书写板。

当输出波形数据时, 记住几件事项:

- 作为一系列逗号分隔值的波形输出 (CSV), 无单位幅度。无时间信息, 但数据被放置在文件中, 由波形记录的第一采样至最后一采样呈序列。
- 因波形以 CSV 形式输出, 无时间和刻度信息, 示波器不直接输入这些波形。若试图为日后调入, 代替输出而将其保存。
- 你也可选择复制波形和直接粘贴其至如 Microsoft Word 或 Excel 应用。若如此, 选择波形, 然后在 Edit 菜单中选择 Copy。

1. File Formats(文件格式)

为使输出的文件更有用,选择有用文件格式,通过分析工具:

Numeric(数字)在有用的数字格式中,通过文本和文字处理器,创建文件(含.txt)。

Text(文本)在有用的文本格式中,通过文本和文字处理器,Text 创建文件(.txt)。

Bitmap在有用的 bitmap 格式中,通过许多图表程序,bitmap 创建文件(.txt)。

JPEG在有用的压缩图像格式中,通过许多图表程序,JPEG 创建文件(.txt)。

Spreadsheet在一有用格式中由表格软件(Excel,lotus1-2-3 和 Quattro Pro)表格软件创建文件(.CSV)。

MATLAB在一有用格式中通过 MATLAB 创建文件(.DAT)。

Mathcad在一有用格式通过 MathCad 创建文件(.DAT)。

注意:MathCad 文件是一 ASCII 文件,第一个四位数包含标题信息。

- 第一个标题值(数)确定记录长度
- 第二个标题数确定时间,在两采样间,以秒为单位。
- 第三个标题数确定触发位置。
(在数据位置以索引表示)
- 第四个标题数涉及分数表示的触发位置。

也需注意分隔符是回车。

8.3.1 输出波形数据

使用此程序输出波形,图像或测量至示波器硬盘,软盘或第三方存储装置。

1. 示波器必须加电。
2. 确认被输出的波形,图像或测量已存在。源必须是通道,有效数学波形,有效参考等等。
3. 由菜单条,对 Export 子菜单,选择 File 菜单的 Select。子菜单列出所有输出的有效波形,图像和测量类型。
 - Full Screen 输出全屏内容的 bitmap
 - Graticule(方格图)仅输出方格图区域的 bitmap
 - Waveform 输出波形数据
 - Measurement 输出测量数据
4. 由菜单条,选择 File 菜单的 Export Setup 指令。Export Setup 控制窗口在 Image 条上打开。
5. 对输出图像选择彩色 Palette。
6. 选择 imageView:输出全屏图像,选择 Full-screen;选择被选方格图图像,仅选 Graticule(s)。
7. 由图像列表选择图像类型。当其在屏幕出现时准确输出图像,选择 Normal。为在白色背景上输出图像,选择 ink-saver 方式。
8. 由 Data Format 列表,选择图像数据格式。
9. 选择 Waveform 栏。

10. 对预输出的波形选择数据格式(数据终点)。
11. 由 Source 列表选择有效波形。
12. 选择包括波形刻度系数检查盒若你想包括波形内容如标题信息(记录长度,采样间隔,触发点信息等等)或只想包括波形电压值,清除选择。
13. 由波形曲线数据范围选择输出的采样数。选择所有采样,采样范围或仅选光标间的采样。若在光标间选择 Data,若光标已被激活,可使用多功能按钮来调节位置。若光标未被激活,可在其最近位置被激活。
14. 若输出 Fast Acquisition(快速采集)数据,由列表选择数据序列。
15. 选择 Measurement 栏。
16. 对预输出的测量,选择数据格式。
17. 选择 Display Measurement 输出所有在屏幕上显示的测量或 Measurement napshot 输出当前的快拍数据。若无有效快拍数据,缺省快拍值被输出。
18. 敲击 OK 来接受变化,Cancle 无变化窗口或进入在线帮助获取更多信息。
19. 输出数据至文件,选择 File 菜单 Export 指令。
20. 使用 Save in:下拉列表和按钮来导引至保存数据所在的目录。
21. 在 Save as 类型中选择文件类型:下拉列表,迫使文件列出仅含这些类型目录。
22. Name 文件:你可接受在 File 名中出现的缺省文件名:字段,键入新名或由文件列表选择已有文件名。
选择自动增加文件名检查盒来保存系列文件而无需每次键入新名。
提示:若无外接键盘,敲击 Open Keyboard 来显示虚拟键盘。
23. 敲击 Save 按钮来保存文件。取消无需保存的文件,敲击 Cancel。
24. 进入在线帮助获取有关输出文件的更多信息。

8.3.2 使用输出波形

如何基于应用来使用输出波形。下列实例是一简单应用;程序是通用的同时可要求适用表格软件或其他数据分析工具。

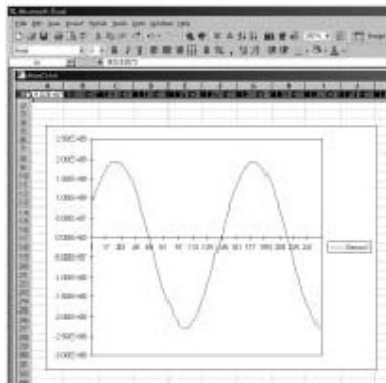
1. MS Excel 97 运行在 PC 上或示波器上。
2. 由示波器进入波形输出。
3. 在 Excel 中,由 File 菜单选择 Open。使用可导引至文件所在的目录的窗口。
4. 当由 Text Import Wizard 导引时,如右侧所示,在显示对话中做出选择。你必须选择分隔符,逗号作为限定类型,同时 General 作为 Column 数据格式。

提示:此步假定为 MS Excel 97,使用工具具有逗号分隔数据的输入特性,检查文件。

提示:为划分(测定)2 个通道,使用刻度系数和时间值输出第一通道,第二通道仅作为电压输出。

5. 敲击行数来选择含有输入波形值的整行。
6. 由工具栏或由插入菜单,选择 **Chart** 按钮。
7. 由 **Chart Wizard**,确定 **Built In** 被选。然后在 **Standards Types** 栏中选择 **Lines** 或在 **Custom Types** 栏中选择 **Smooth Lines**。
8. 敲击 **Next** 由随后的两步进入各步接受的缺省设置。在步骤 4 中敲击 **Finish** 按钮。显示下面所示的波形。

提示:此程序假定你使用的是 MS Excel 97。在数据分析应用,包括后面要创建的图表中,你可规定标题,定制处理和标记 X、Y 轴等等。对数据分析应用使用帮助来决定是否有此功能,同时在使用中加以说明。



9. 有关输出波形的更多帮助,在窗口中触摸 **Help** 按钮来进入上下文在线帮助。

8.3.3 复制波形数据

使用此程序来复制波形,图像或测量值至窗口书写板。

1. 确定复制的波形,图像或测量值存在。即,源必须是通道,激活数学波形,激活参考等等。
2. 对在 **Edit** 菜单上 **Copy** 的子菜单高亮 **Select**。子菜单列出所有输出的有效波形,图像和测量值类型等等。
 - **Full Export** 输出全屏内容的 bitmap
 - **Graticule** 仅输出方格图区域的 bitmap
 - **Waveform** 输出波形数据
 - **Measurement** 输出测量值数据
3. 由 **Edit** 菜单选择 **Copy Setup** 打开 **Copy Setup** 控制窗口。
4. 对复制的图像选择彩色 **Palette**。
5. 选择图像 **View**:复制全屏图像,选择 **Full-screen**;复制选择方格图图像,仅选 **Graticule(s)**。
6. 由图像列表选择图像类型。当其在屏幕上出现时,准确复制图像。当在白色背景上复制图像时,选择 **Ink-saver Mode**。

7. 选 Data Format,或是 BMP 或是 JPG.
8. 选择 Waveform 栏。
9. 对复制波形,选择数据格式(数据目的地)。
10. 由 Source 列表选择有效波形。
11. 选择包括的波形刻度系数检查盒。若你想包括波形内容如标题信息(记录长度,采样间隔,触发点信息等等)或仅想包括波形电压值,清除选择。
12. 由波形取消数据范围,选择要复制的采样数。选择所有采样,采样范围或仅在光标间采样。若你在光标间选择 Data,你可使用多功能按钮来调整已激活的光标位置,若不选择,在其最近位置光标被激活。
13. 若你正复制 Fast Acquisition 数据,由列表选择数据序列。
14. 选择 Measurement 栏。
15. 对要复制的测量,选择数据格式。
16. 选择 Displayed Measurements 来复制屏幕上所有显示的测量值或 Measurement Snapshot 来复制当前的快拍数据。若无有效快拍数据,缺省快拍值被复制。
17. 敲击 Copy 来保存建立 信息。在敲击 Copy 后复制操作执行。
18. 有关复制文件的更多帮助,进入在线帮助。

8.4 打印波形

你可打印显示屏的内容,包括任何波形至所选的内置热敏打印机上,打印机连到后面板的一个端口,若示波器在网上,打印机连至网络打印机。你可打印全屏,或方格图区域或作为标题,打印一个长的连续波形。标题打印示出更多内容,提取可能覆盖屏幕的采样。标题只可被打印在组合热敏打印机上。

示波器使用 Windows 打印驱动,所以安装打印机的过程与将打印机安装到 PC 机的过程相同。

8.4.1 由前面板打印

由前面板打印,按前面板上的 PRINT 按钮。显示屏将打印在缺省设置的打印机上。对增加的打印选件,阅读下面内容。

8.4.2 由菜单条打印

由应用菜单条打印波形,选择 File 菜单 Print 指令。标准 Windows Print 对话框打开。在对话框中设置是基于连接示波器打印机的类型。

8.4.3 设置打印纸

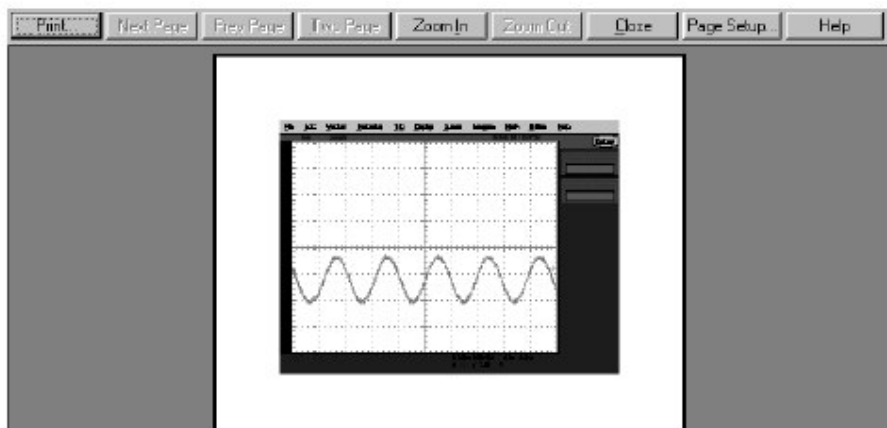
设置打印纸的格式,选择 File 菜单 Page Setup 指令。示波器打开 Page Setup 对话框。在此对话框中控制类似于在大多数 Windows 应用中 Page Setup 对话框。纸张的设置是基于连接示波器的打印机类型。减少的预览图像出现在窗口上部。为观看大的图像,在窗口底部敲击 Print Preview。

对所有屏幕拍摄打印类型将是屏幕复制。标题打印仅用于在综合热敏打印机上打印长的连续波形。

靠近窗口底部的 Palette,View 和 Image 区域与在 Export Setup 控制窗口的 Images 栏下的设置相同。

8.4.4 打印纸预览

预览打印输出,选择 File 菜单 Print Preview 指令。标准的 Windows Print Preview 对话框打开,如图所示。



打印预览对话框

8.4.5 打印标题

标题仅可被打印在综合热敏打印机上。当你由 File 菜单 Print 指令打开 Print 对话框,Name 文本盒将包含综合热敏打印机,若你安装了打印机,此为缺省打印机。

打印标题,打开 File 菜单 Page Setup 对话框同时由 Type 选择 Banner。对 Orientation,View 和 Image 控制以数值锁定。对 Print Scale 控制,选择你要用以规定水平刻度的 Units,或是英寸/格,或是厘米/格。选择长度值;这些值依单位选择而定。

若预对 Beginning, End 或标题两端增加快拍,改变 Summary Waveform 选择。Summary Waveform 是一屏幕快拍给出打印开始前

的总览。它包括的信息不会出现在标题上如光标和测量读出值,直方图和任何屏幕文本或你已增加的标记。

选择 **Samples** 至 **Print** 来规定波形的哪一部分需打印。若你在光标间选择同时又无光标出现,垂直光标在其最近的位置被激活。你可使用多功能按钮来改变光标位置。

注意:若由组合热敏打印机产生的标题由于太亮而不可读时,打开打印机盖同时按压打印机右侧朝向示波器后的杠杆直到打印机运行(运转,继续)。

标题打印与以下方式不兼容:

- **Fast Acquisition** 方式
- 余辉显示方式
- **XY** 或 **XYZ** 方式
- 放大方式

8.4.6 使用打印屏幕

若有外接键盘,按 **Print Screen(Prt Sc)**键复制屏幕内容到 **Windows** 书写板。此 **bitmap** 不包括波形或直方图。波形和直方图通过正常 **Windows** 装置外部的图表适配器显示。

为捕获带由直方图和波形的示波器屏幕,在 **Copy Setup** 菜单中选择图像后,使用 **Edit** 菜单 **Copy** 指令或在 **Select for Export** 菜单中,在选择 **Full Screen** 后,选择 **File** 菜单 **Export** 指令,建一个 **bitmap** 文件。

8.4.7 使用日期/时间标记

你可屏幕上显示当前的日期和时间以便它们出现在打印的硬拷贝上。为此,由 **Displays etup** 控制窗口的 **Objects** 栏来调整 **Display Date/Time** 按钮。若由于某种原因,你需重置日期和时间,使用 **Utilities** 菜单 **Set Date &Time** 指令。

8.5 远程通信

8.5.1 GPIB

远程通信通过 **GPIB**(通用接口总线)来运行。产品软件 **CD-ROM** 包括 **TDS5000** 系列程序在线指南,由在线 **GPIB** 和 **PDF** 组成。此文件的有关内容有助于你建立仪器的远程控制(执行测量,建立控制,计算运行等等)。

使用 **Utilities** 菜单 **GPIBConfiguration** 指令来打开 **GPIB Configuration** 控制窗口。敲击 **Talk/Listen** 启动(操作)**GPIB**。敲击 **Address** 控制在图上示出位置并至多功能按钮同时使用按钮来设置示波器的 **GPIB** 地址。敲击 **Off Bus** 来确定 **GPIB** 端口无效。

8.5.2 其他通信

有关连接示波器至网络打印,文件分享,英特网接入及其他通信功能的信息,参考网络连接部分。

附录 系统运行图

本章包括几个图来描述示波器系统,示波器操作和文件记录。

- Document Map,列出支持示波器的文件记录。
- Front Panel I/O Map:描述示波器的前面板组成和与各成分相关的参考信息。
- User Interface Map,描述用以提供示波器完整控制的 User Inter-face(UI)的应用组成。
- Display Map,描述单个方格图和复合方格图显示的组成和操作。
- System Overview Map,描述高级操作单元(块)和示波器循环操作。

指导程序可在线获得,作为在线帮助的一部分。

有关配置和安装示波器的内容,参考本书相关部分。

文件记录图

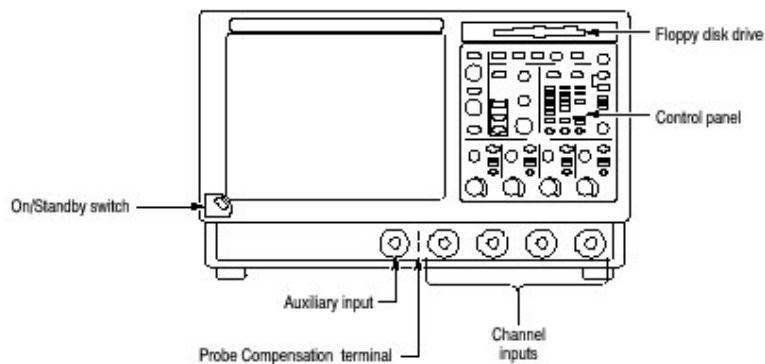
示波器随机文件分别介绍产品所涉及的特性和界面的具体部分。下表横穿示波器特性和界面支持的所有文件参考。

阅读内容	涉及文件	描述
安装,技术指标和操作(概述)	User Manual (用户手册) Reference (参考)	阅读 Reference 以快速浏览示波器的特性和使用。 阅读 User Manual 来获取有关示波器的一般信息:维修程序,技术指标说明,用户界面控制图,特性概述及背景。
深层操作和用户界面帮助	Online Help System 在线帮助系统	由示波器用户界面信息进入在线帮助虚拟所有屏幕控制和组成。 有关使用的更多信息,参看下面的在线帮助。
GPIB 指令	程序在线指南	快速回想指令语句,如有需要,复制语句,阅读有关通信,错误处理,和 GPIB 使用信息。这些指南放在产品

		软键 CD 上。
分析和连接工具	示波器的分析和轻松连接 TekVISA 程序手册	TekVISA 包括各种有关示波器安装和配置的连接和分析工具。更多内容参看在线帮助中 Analysis and Connectivity Support 内容。

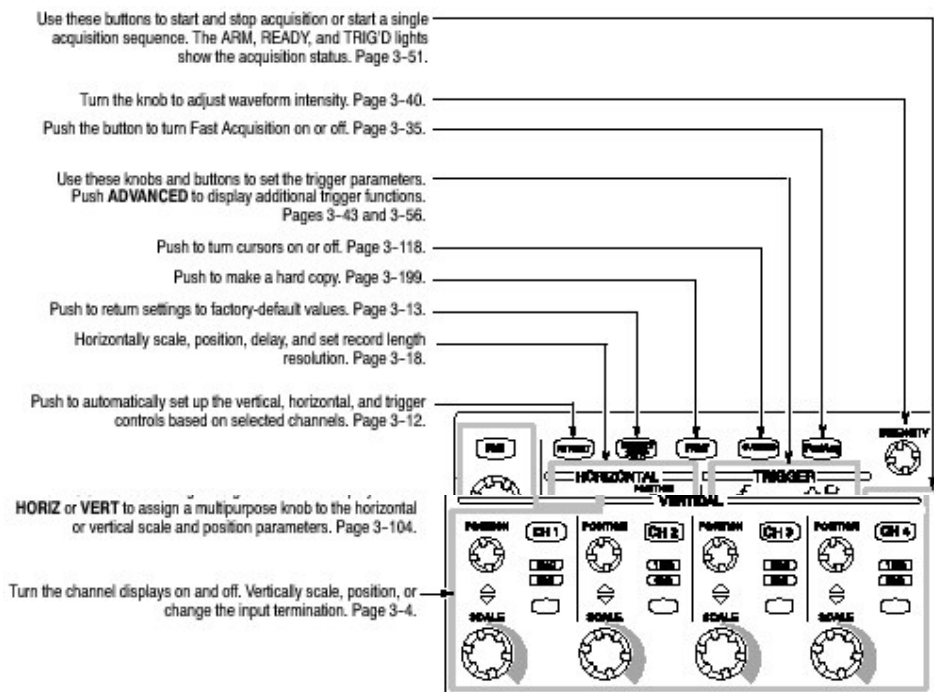
你也许想获取选件维修手册以便自己维修和实施检验之用，参看手册 Accessories and Option 的相关内容。

前面板输入/输出图



由左至右：

- On/Standby switch: 开关
- Auxiliary input: 辅助输入
- Probe Compensation: 探头补偿
- Channel inputs: 通道输入
- Control Panel: 控制板
- Floppy disk drive: 软盘驱动



由上至下:

使用这些按键开始和停止采集或开始一个单次采集序列。ARM, READY 和 TRIG'D 灯示出采集状态。

转动按钮来调节波形密度。

按 FastAcq 打开或光标快速采集。

使用这些旋钮和按键来设置触发参数。

按 ADVANCED 来显示附加触发功能。

按压 CURSORS 开关光标。

按 PRINT 打印硬拷贝。

按返回设置到工厂缺省值。

水平刻度,位置,延长和记录长度,分辨率。

按 AUTOSET 自动建立所选通道的垂直,水平和触发控制。

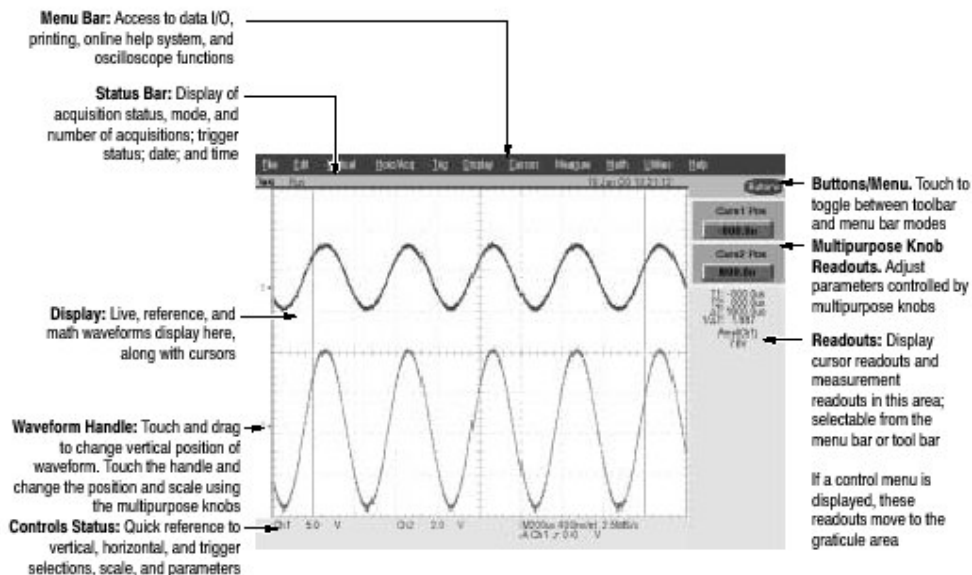
转动多功能旋钮来调节用户界面的所选参数。按压对应于多功能旋钮的 Fine 按键在标准和精调之间进行调节。

按 OFF 开关选定触摸屏。

按 ZOOM 增加放大方格图显示。按 HORIZ 或 VERT 分派对功能旋钮到水平或垂直刻度和位置参数。

开关通道显示。垂直刻度,位置或改变输入终端。

用户界面图:完整控制和显示



左侧:由上至下:

Menu Bar(菜单条):进入数据输入/输出,打印,在线帮助系统和示波器功能

Status Bar(状态条):采集状态显示,方式和许多采集,触发状态,日期

和时间。

Display(显示):激活,参考和随光标变换的数学波形显示。

Waveform Handle(波形处理):触摸和拖拽来改变波形垂直位置。使用多功能旋钮进行触摸处理和改变位置和刻度。

Control Status(控制状态):快速定位垂直,水平和触发选择,刻度和参数。

右侧:由上至下:

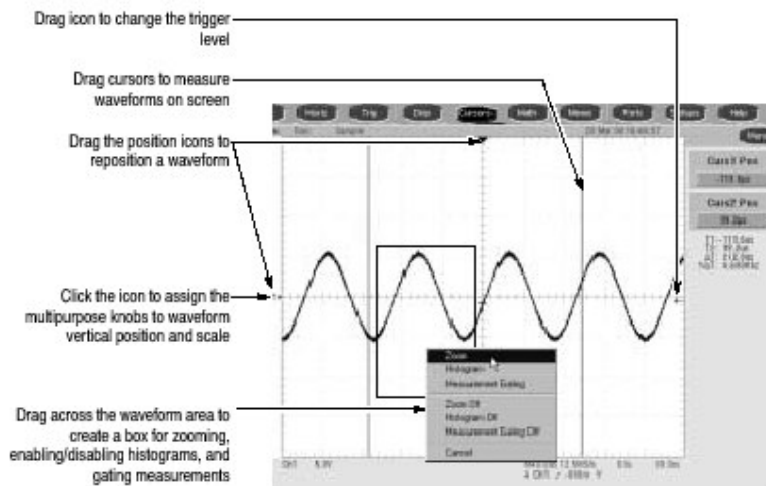
Buttons/Menu(按键/菜单):在工具条和菜单条方式间触摸调节。

Multipurpose Knob Readouts(多功能按钮读出值):使用多功能旋钮来调整参数控制。

Readouts(读出值):在此区域(范围内)中显示光标读出值和测量读出值。可由菜单条和工具条进行选择。

若控制菜单被显示,这些读出值移至方格图区域。

显示图:单次方格图



由上至下:

拖拽图标来改变触发级

拖拽光标测量屏幕波形

拖拽位置图标重新定位波形位置

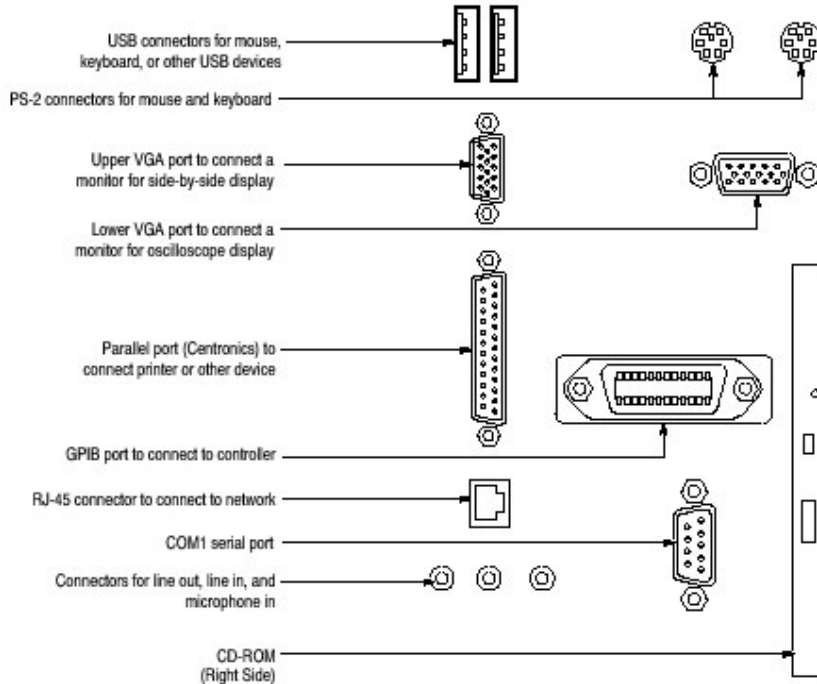
敲击图标指派多功能选择到波形垂直位置和刻度

跨波形区域拖拽至创建盒来放大

使能/中断直方图和门测量

边和后面板输入/输出和连接器图

左边



由上至下:

USB 连接器用于鼠标,键盘和其它 USB 装置

PS-2 连接器用于鼠标和键盘

上部 VGA 端口连接监视器用于边-边显示

下部 VGA 端口连接监视器用于示波器显示

平行端口连接打印机和其它装置

GPIB 端口连接控制器

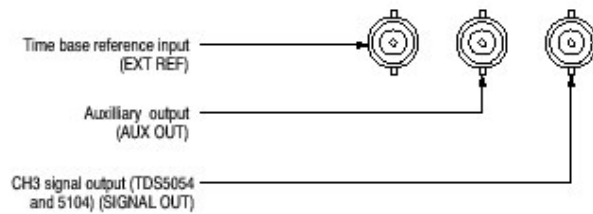
RJ-45 连接器连接网络

COM1 系列端口

连接线的输入,输出和话筒插入

CD-ROM(右边)

后部



由上至下:

时基参考输入

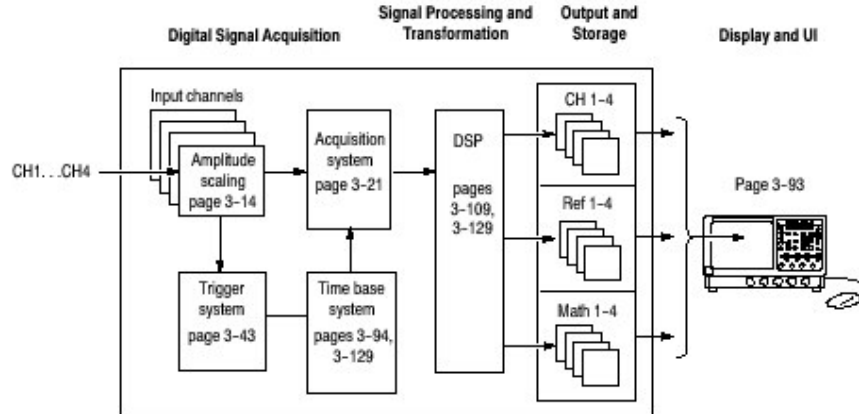
辅助输出

CH3 信号输出

系统概览图

下面进一步描述示波器如何采集,处理和输出信号信息。

功能型号图



由左至右→由上至下

Digital Signal Acquisition:功能信号采集

Signal Processing and Transformation:信号处理和转换

Output and Storage:输出和储存

Display and UI:显示和用户界面

Input channels:输入通道

Amplitude scaling:放大刻度

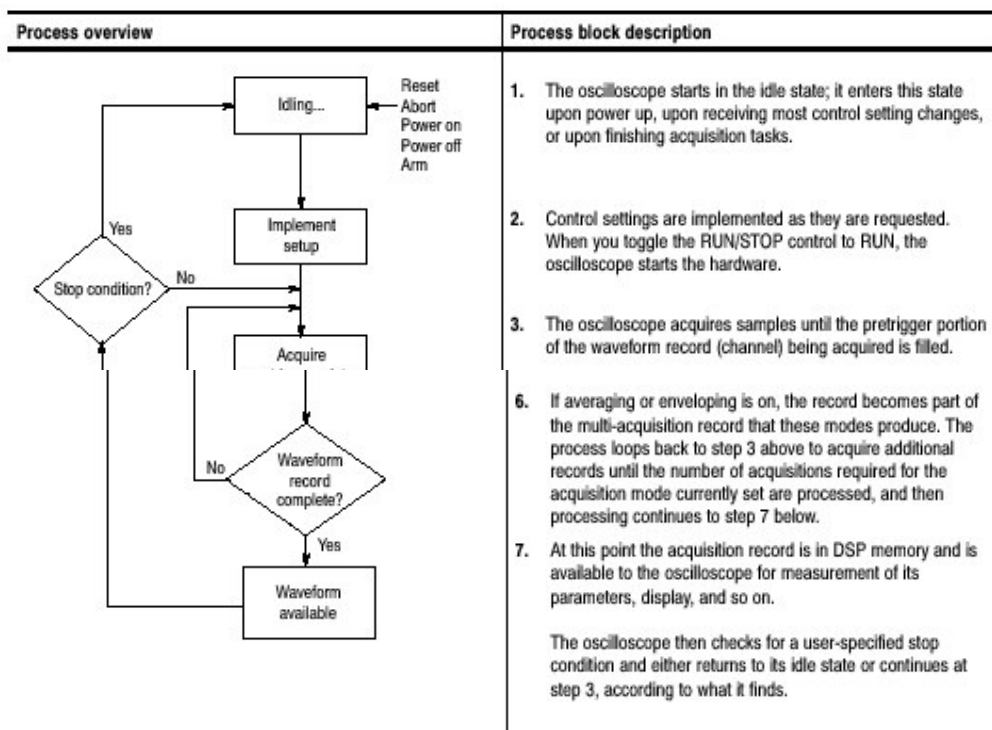
Trigger system:触发系统

Acquisition system: 采集系统

Time base system: 时基系统

示波器有四个高级子系统(包括硬件或软键功能),处理与之相连的“数据”。

- 数据信号采集系统:由各个探测信号,采集波形记录,使用下列子系统:
 - 输入通道:调节信号,在将信号转变为数字形式前,最初使用模拟硬件。
 - 触发系统:识别感兴趣的输入信号的具体事件同时通知产生触发事件的时基系统。
 - 时基系统:触发采集系统开始采集循环。通常情况下,在采集系统中同步捕获的数字采样,至由触发系统产生的触发事件。
 - 采集系统:转换和存储模拟信号到数字格式。
- 信号处理和转换实施转换或在具有的用户波形数据(通道,参考,和/或数学波形)上操作。自动测量,频谱波形,和由信号处理和转换产生的直方图实例。
- 显示和用户界面:提供适于用户形式的示波器数据成分的输出(有时为输入)同时提供用户输入控制。



1. 示波器处于静止状态,因加电,接收最大控制设置改变或因完成采集而进入该状态。
2. 当需要时,执行控制设置。当调节 RUN/STOP 控制至 RUN 时,示波器启动硬件。
3. 示波器采集采样直到被采集波形记录的预触发部分(通道)被填满。
4. 示波器等待触发。采集连续进行,保持预触发点过程,直到触发标准满足或被迫触发。示波器接收触发。
5. 示波器采集采样直到被采集的波形记录的后触发部分被填满。
6. 若平均或包络开始,记录变成这些方式产生的复合采集记录部分。此过程环回至上述步骤 3 以采集附加记录,直到由当前设置的采集方式的要求的许多采集被处理,同时过程持续至下述步骤 7。
7. 采集记录上的此点是在 DSP 存储器中同时对示波器测量参数,显示等等有效。
然后示波器对用户指定的停止条件进行检查同时视进展,返回至静止状态或继续步骤 3。