**数字示波器**

数字示波器不仅具有多重波形显示、分析和数学运算功能，波形、设置、CSV和位图文件存储功能，自动光标跟踪测量功能，波形录制和回放功能等，还支持即插即用USB存储设备和打印机，并可通过USB存储设备进行软件升级等。

**1、数字示波器快速入门**

数字示波器前面板各通道标志、旋钮和按键的位置及操作方法与传统示波器类似。现以DS1000系列数字示波器为例予以说明。

（1）DS1000系列数字示波器前操作面板简介

DS1000系列数字示波器前操作面板如图1。按功能前面板可分为8大区即液晶显示区、功能菜单操作区、常用菜单区、执行按键区、垂直控制区、水平控制区、触发控制区、信号输入/输出区等。

功能菜单操作区有5个按键，1个多功能旋钮和1个按钮。5个按键用于操作屏幕右侧的功能菜单及子菜单；多功能旋钮用于选择和确认功能菜单中下拉菜单的选项等；按钮用于取消屏幕上显示的功能菜单。

常用菜单区如图2。按下任一按键，屏幕右侧会出现相应的功能菜单。通过功能菜单操作区的5个按键可选定功能菜单的选项。功能菜单选项中有“◁”符号的，标明该选项有下拉菜单。下拉菜单打开后，可转动多功能旋钮（function）选择相应的项目并按下予以确认。功能菜单上、下有““”、“”符号，表明功能菜单一页未显示完，可操作按键上、下翻页。功能菜单中有function，表明该项参数可转动多功能旋钮进行设置调整。按下取消功能菜单按钮，显示屏上的功能菜单立即消失。

执行按键区有AUTO（自动设置）和RUN/STOP（运行/停止）2个按键。按下AUTO 按键，示波器将根据输入的信号，自动设置和调整垂直、水平及触发方式等各项控制值，使波形显示达到最佳适宜观察状态，如需要，还可进行手动调整。按AUTO 后，菜单显示及功能如图3。RUN/STOP键为运行/停止波形采样按键。运行（波形采样）状态时，按键为黄色；按一下按键，停止波形采样且按键变为红色，有利于绘制波形并可在一定范围内调整波形的垂直衰减和水平时基，再按一下，恢复波形采样状态。注意：应用自动设置功能时，要求被测信号的频率大于或等于50Hz，占空比大于1％。



图1 DS1000系列数字示波器前操作面板



图2 前面板常用菜单区 图3 AUTO按键功能菜单及作用

垂直控制区如图4。垂直位置图形3旋钮可设置所选通道波形的垂直显示位置。转动该旋钮不但显示的波形会上下移动，且所选通道的“地”（GND）标识也会随波形上下移动并显示于屏幕左状态栏，移动值则显示于屏幕左下方；按下垂直图形3旋钮，垂直显示位置快速恢复到零点（即显示屏水平中心位置）处。垂直衰减图形1旋钮调整所选通道波形的显示幅度。转动该旋钮改变“Volt/div（伏/格）”垂直档位，同时下状态栏对应通道显示的幅值也会发生变化。CH1、CH2、MATH、REF为通道或方式按键，按下某按键屏幕将显示其功能菜单、标志、波形和档位状态等信息。OFF键用于关闭当前选择的通道。



图4 垂直系统操作区 图5 水平系统操作区

水平控制区如图5，主要用于设置水平时基。水平位置图形3旋钮调整信号波形在显示屏上的水平位置，转动该旋钮不但波形随旋钮而水平移动，且触发位移标志“T”也在显示屏上部随之移动，移动值则显示在屏幕左下角；按下此旋钮触发位移恢复到水平零点（即显示屏垂直中心线置）处。水平衰减图形1旋钮改变水平时基档位设置，转动该旋钮改变“s/div（秒/格）”水平档位，下状态栏Time后显示的主时基值也会发生相应的变化。水平扫描速度从20ns ～50s，以1－2－5的形式步进。按动水平图形1旋钮可快速打开或关闭延迟扫描功能。按水平功能菜单MENU键，显示TIME功能菜单，在此菜单下，可开启/关闭延迟扫描，切换Y（电压）－T（时间）、X（电压）－Y（电压）和ROLL（滚动）模式，设置水平触发位移复位等。



图6 触发系统操作区 图7 信号输入/输出区

触发控制区如图6，主要用于触发系统的设置。转动图形2触发电平设置旋钮，屏幕上会出现一条上下移动的水平黑色触发线及触发标志，且左下角和上状态栏最右端触发电平的数值也随之发生变化。停止转动图形2旋钮，触发线、触发标志及左下角触发电平的数值会在约5秒后消失。按下图形2旋钮触发电平快速恢复到零点。按MENU键可调出触发功能菜单，改变触发设置。50%按钮，设定触发电平在触发信号幅值的垂直中点。按FORCE键，强制产生一触发信号，主要用于触发方式中的“普通”和“单次”模式。

信号输入/输出区如图7，“CH1”和“CH2”为信号输入通道，EXT TREIG 为外触发信号输入端，最右侧为示波器校正信号输出端（输出频率1kHz、幅值3V的方波信号）。

2.DS1000系列数字示波器显示界面说明

DS1000系列数字示波器显示界面如图8，它主要包括波形显示区和状态显示区。液晶屏边框线以内为波形显示区，用于显示信号波形、测量数据、水平位移、垂直位移和触发电平值等。位移值和触发电平值在转动旋钮时显示，停止转动5s后则消失。显示屏边框线以外为上、下、左3个状态显示区（栏）。下状态栏通道标志为黑底的是当前选定通道，操作示波器面板上的按键或旋钮只有对当前选定通道有效，按下通道按键则可选定被按通道。状态显示区显示的标志位置及数值随面板相应按键或旋钮的操作而变化。

图8 DS1000数字示波器显示界面

3.使用要领和注意事项

（1）信号接入方法

以CH1通道为例介绍信号接入方法。

1）将探头上的开关设定为10X，将探头连接器上的插槽对准CH1插口并插入，然后向右旋转拧紧。

2）设定示波器探头衰减系数。探头衰减系数改变仪器的垂直档位比例，因而直接关系测量结果的正确与否。默认的探头衰减系数为1X，设定时必须使探头上的黄色开关的设定值与输入通道“探头”菜单的衰减系数一致。衰减系数设置方法是：按CH1键，显示通道1的功能菜单，如图9所示。按下与探头项目平行的3号功能菜单操作键，转动function选择与探头同比例的衰减系数并按下function予以确认。此时应选择并设定为10X。

3）把探头端部和接地夹接到函数信号发生器或示波器校正信号输出端。按AUTO（自动设置）键，几秒钟后，在波形显示区即可看到输入函数信号或示波器校正信号的波形。

用同样的方法检查并向CH2通道接入信号。

（2）为了加速调整，便于测量，当被测信号接入通道时，可直接按AUTO键以便立即获得合适的波形显示和档位设置等。

（3）示波器的所有操作只对当前选定（打开）通道有效。通道选定（打开）方法是：按CH1或CH2按钮即可选定（打开）相应通道，并且下状态栏的通道标志变为黑底。关闭通道的方法是：按OFF 键或再次按下通道按钮当前选定通道即被关闭。



图9 通道功能菜单及说明

（4）数字示波器的操作方法类似于操作计算机，其操作分为三个层次。第一层：按下前面板上的功能键即进入不同的功能菜单或直接获得特定的功能应用；第二层：通过5个功能菜单操作键选定屏幕右测对应的功能项目或打开子菜单或转动多功能旋钮function调整项目参数；第三层：转动多功能旋钮function选择下拉菜单中的项目并按下function对所选项目予以确认。

（5）使用时应熟悉并通过观察上、下、左状态栏来确定示波器设置的变化和状态。

**2数字示波器的高级应用**

1.垂直系统的高级应用

（1）通道设置

该示波器CH1和CH2通道的垂直菜单是独立的，每个项目都要按不同的通道进行单独设置，但2个通道功能菜单的项目及操作方法则完全相同。现以CH1通道为例予以说明。

按CH1键，屏幕右侧显示CH1通道的功能菜单如图9所示。

1）设置通道耦合方式

假设被测信号是一个含有直流偏移的正弦信号，其设置方法是：按CH1→**耦合→**交流/直流/接地，分别设置为交流、直流和接地耦合方式，注意观察波形显示及下状态栏通道耦合方式符号的变化。

2）设置通道带宽限制

假设被测信号是一含有高频振荡的脉冲信号。其设置方法是：按CH1→**带宽限制→**关闭/打开。分别设置带宽限制为关闭/打开状态。前者允许被测信号含有的高频分量通过，后者则阻隔大于20MHz的高频分量。注意观察波形显示及下状态栏垂直衰减档位之后带宽限制符号的变化。

3）调节探头比例

为了配合探头衰减系数，需要在通道功能菜单调整探头衰减比例。如探头衰减系数为10∶1，示波器输入通道探头的比例也应设置成10X ，以免显示的档位信息和测量的数据发生错误。探头衰减系数与通道“探头”菜单设置要求见表1。

4）垂直档位调节设置

垂直灵敏度调节范围为2mV/div至5V/div。档位调节分为粗调和微调两种模式。粗调以2mV/div、5mV/div、10mV/div、20mV/div……5V/div的步进方式调节垂直档位灵敏度。微调指在当前垂直档位下进一步细调。如果输入的波形幅度在当前档位略大于满刻度，而应用下一档位波形显示幅度稍低，可用微调改善波形显示幅度，以利于观察信号的细节。



5）波形反相设置

波形反相关闭，显示正常被测信号波形；波形反相打开，显示的被测信号波形相对于地电位翻转180度。

6）数字滤波设置

按**数字滤波**对应的4号功能菜单操作键，打开Filter（数字滤波）子功能菜单，如图10。可选择滤波类型，见表2；转动多功能旋钮（function）可调节频率上限和下限；设置滤波器的带宽范围等。



图10 数字滤波子功能菜单

表2 数字滤波子菜单说明



（2）MATH（数学运算）按键功能

数学运算（MATH）功能菜单及说明如图11和表3。它可显示CH1、CH2通道波形相加、相减、相乘以及FFT（傅立叶变换）运算的结果。数学运算结果同样可以通过栅格或光标进行测量。

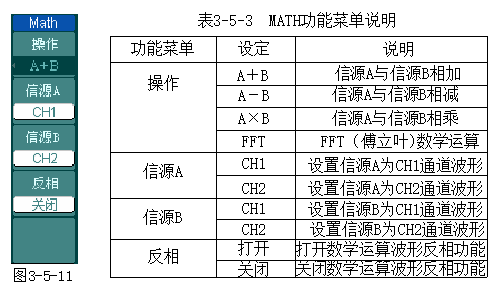
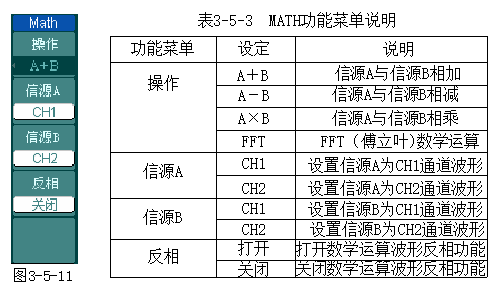


图11

表3 MATH功能菜单说明



（3）REF（参考）按键功能

在有电路工作点参考波形的条件下，通过REF按键的菜单，可以把被测波形和参考波形样板进行比较，以判断故障原因。

（4）垂直**图形3**和**图形1**旋钮的使用

1）垂直图形3旋钮调整所有通道（含MATH和REF）波形的垂直位置。该旋钮的解析度根据垂直档位而变化，按下此旋钮选定通道的位移立即回零即显示屏的水平中心线。

2）垂直图形1旋钮调整所有通道（含MATH和REF）波形的垂直显示幅度。粗调以1－2－5步进方式确定垂直档位灵敏度。顺时针增大显示幅度，逆时针减小显示幅度。细调是在当前档位进一步调节波形的显示幅度。按动垂直图形1旋钮，可在粗调、微调间切换。

调整通道波形的垂直位置时，屏幕左下角会显示垂直位置信息。

2.水平系统的高级应用

（1）水平图形3和图形1旋钮的使用

1）转动水平图形3旋钮，可调节通道波形的水平位置。按下此旋钮触发位置立即回到屏幕中心位置。

2）转动水平图形1旋钮，可调节主时基，即秒/格（s/div）；当延迟扫描打开时，转动水平图形1旋钮可改变延迟扫描时基以改变窗口宽度。

（2）水平MENU键

按下水平MENU键，显示水平功能菜单，如图12。在X-Y方式下，自动测量模式、光标测量模式、REF和MATH、延迟扫描、矢量显示类型、水平图形3旋钮、触发控制等均不起作用。

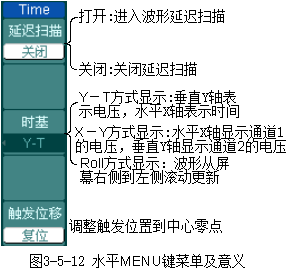


图12 水平MENU按键菜单及意义

延迟扫描用来放大某一段波形，以便观测波形的细节。在延迟扫描状态下，波形被分成上、下两个显示区，如图13。上半部分显示的是原波形，中间黑色覆盖区域是被水平扩展的波形部分。此区域可通过转动水平图形3旋钮左右移动或转动水平图形1旋钮扩大和缩小。下半部分是对上半部分选定区域波形的水平扩展即放大。由于整个下半部分显示的波形对应于上半部分选定的区域，因此转动水平图形1旋钮减小选择区域可以提高延迟时基，即提高波形的水平扩展倍数。可见，延迟时基相对于主时基提高了分辨率。

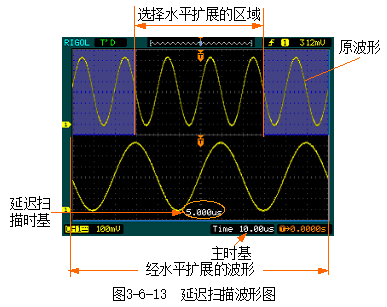


图13 延迟扫描波形图

按下水平图形1旋钮可快速退出延迟扫描状态。

3.触发系统的高级应用

触发控制区包括触发电平调节旋钮图形2、触发菜单按键MENU、50%按键和强制按键FORCE。

触发电平调节旋钮图形2：设定触发点对应的信号电压，按下此旋钮可使触发电平立即回零。

50%按键：按下触发电平设定在触发信号幅值的垂直中点。

FORCE按键：按下强制产生一触发信号，主要用于触发方式中的“普通”和“单次”模式。

MENU按键为触发系统菜单设置键。其功能菜单、下拉菜单及子菜单如图14所示。下面对主要触发菜单予以说明。



图14 触发系统MENU菜单及子菜单

（1）触发模式

1）边沿触发：指在输入信号边沿的触发阈值上触发。在选择“边沿触发”后，还应选择是在输入信号的上升沿、下降沿还是上升和下降沿触发。

2）脉宽触发：指根据脉冲的宽度来确定触发时刻。当选择脉宽触发时。可以通过设定脉宽条件和脉冲宽度来捕捉异常脉冲。

3）斜率触发：指把示波器设置为对指定时间的正斜率或负斜率触发。选择斜率触发时，还应设置斜率条件、斜率时间等，还可选择图形2钮调节LEVEL A、LEVEL B或同时调节LEVEL A和LEVEL B。

4）交替触发：在交替触发时，触发信号来自于两个垂直通道，此方式适用于同时观察两路不相关信号。在交替触发菜单中，可为两个垂直通道选择不同的触发方式、触发类型等。在交替触发方式下，两通道的触发电平等信息会显示在屏幕右上角状态栏。

1. 视频触发：选择视频触发后，可在NTSC、PAL或SECAM标准视频信号的场或行上触发。视频触发时触发耦合应设置为直流。

（2）触发方式：触发方式有三种：自动、普通和单次。

1）自动：自动触发方式下，示波器即使没有检测到触发条件也能采样波形。示波器在一定等待时间（该时间由时基设置决定）内没有触发条件发生时，将进行强制触发。当强制触发无效时，示波器虽显示波形，但不能使波形同步，即显示的波形不稳定。当有效触发发生时，显示的波形将稳定。

2）普通：普通触发方式下，示波器只有当触发条件满足时才能采样到波形。在没有触发时，示波器将显示原有波形而等待触发。

3）单次：在单次触发方式下，按一次“运行”按钮，示波器等待触发，当示波器检测到一次触发时，采样并显示一个波形，然后采样停止。

3）触发设置

在MEUN功能菜单下，按5号键进入触发设置子菜单，可对与触发相关的选项进行设置。触发模式、触发方式、触发类型不同，可设置的触发选项也有所不同。此处不再赘述。

4.采样系统的高级应用

在常用MENU控制区按Acquire键，弹出采样系统功能菜单。其选项和设置方法如图15。

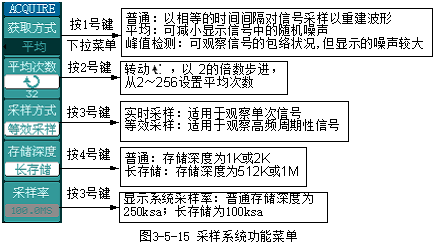


图15 采样系统功能菜单

5. 存储和调出功能的高级应用

在常用MENU控制区按STORAGE键，弹出存储和调出功能菜单，如图16。通过该菜单及相应的下拉菜单和子菜单可对示波器内部存储区和USB存储设备上的波形和设置文件等进行保存、调出、删除操作，操作的文件名称支持中、英文输入。

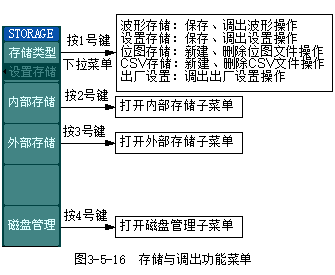


图16 存储和调出功能菜单

存储类型选择“波形存储”时，其文件格式为wfm，只能在示波器中打开；存储类型选择“位图存储”和“CSV存储”时，还可以选择是否以同一文件名保存示波器参数文件（文本文件），“位图存储”文件格式是bmp，可用图片软件在计算机中打开，“CSV存储”文件为表格，Excel可打开，并可用其“图表导向”工具转换成需要的图形。

“外部存储”只有在USB存储设备插入时，才能被激活进行存储文件的各种操作。

6. 辅助系统功能的高级应用

常用MENU控制区的UTILITY为辅助系统功能按键。在UTILITY按键弹出的功能菜单中，可以进行接口设置、打印设置、屏幕保护设置等，可以打开或关闭示波器按键声、频率计等，可以选择显示的语言文字、波特率值等，还可以进行波形的录制与回放等。

7.显示系统的高级应用

在常用MENU控制区按DISPLAY键，弹出显示系统功能菜单。通过功能菜单控制区的5个按键及多功能旋钮function可设置调整显示系统。如图17所示。



图17 显示系统功能菜单、子菜单及设置选择

8.自动测量功能的高级应用

在常用MENU控制区按MEASURE（自动测量）键，弹出自动测量功能菜单，如图18所示。其中电压测量参数有：峰峰值（波形最高点至最低点的电压值）、最大值（波形最高点至GND的电压值）、最小值（波形最低点至GND的电压值）、幅值（波形顶端至底端的电压值）、顶端值（波形平顶至GND的电压值）、底端值（波形平底至GND的电压值）、过冲（波形最高点与顶端值之差与幅值的比值）、预冲（波形最低点与底端值之差与幅值的比值）、平均值（1个周期内信号的平均幅值）、均方根值（有效值）共10种；时间测量有频率、周期、上升时间（波形幅度从10%上升至90%所经历的时间）、下降时间（波形幅度从90%下降至10%所经历的时间）、正脉宽（正脉冲在50%幅度时的脉冲宽度）、负脉宽（负脉冲在50%幅度时的脉冲宽度）、延迟1→2↑（通道1、2相对于上升沿的延时）、延迟1→2↓（通道1、2相对于下降沿的延时）、正占空比（正脉宽与周期的比值）、负占空比（负脉宽与周期的比值）共10种。

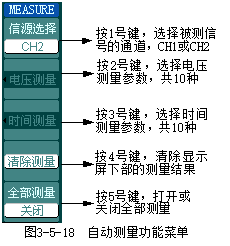


图18 自动测量功能菜单

自动测量操作方法如下：

（1）选择被测信号通道：根据信号输入通道不同，选择CH1或CH2。按键顺序为：MEASURE→**信源选择**→CH1或CH2。

（2）获得全部测量数值：按键顺序为：MEASURE→**信源选择**→CH1或CH2→“5号”菜单操作键，设置“全部测量”为打开状态。18种测量参数值显示于屏幕下方。

（3）选择参数测量：按键顺序为：MEASURE→**信源选择**→CH1或CH2→“2号”或“3号”菜单操作键选择测量类型，转function旋钮查找下拉菜单中感兴趣的参数并按下function旋钮予以确认，所选参数的测量结果将显示在屏幕下方。

（4）清除测量数值：在MEASURE菜单下，按4号功能菜单操作键选择清除测量。此时，屏幕下方所有测量值即消失。

9. 光标测量功能的高级应用

按下常用MENU控制区CURSOR键,弹出光标测量功能菜单如图19。光标测量有手动、追踪和自动测量三种模式。

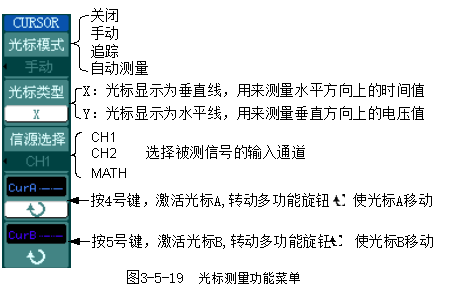


图19 光标测量功能菜

（1）手动模式：光标X或Y成对出现，并可手动调整两个光标间的距离，显示的读数即为测量的电压值或时间值。如图2-5-20所示。

图20 手动模式测量显示图

（2）追踪模式：水平与垂直光标交叉构成十字光标，十字光标自动定位在波形上，转动多功能旋钮function，光标自动在波形上定位，并在屏幕右上角显示当前定位点的水平、垂直坐标和两个光标间的水平、垂直增量。其中，水平坐标以时间值显示，垂直坐标以电压值显示，如图21。光标A、B可分别设定给CH1、CH2两个不同通道的信号，也可设定给同一通道的信号，此外光标A、B也可选择无光标显示。

在手动和追踪光标模式下，要转动function 移动光标，必须按下功能菜单项目对应的按键激活function，使function底色变白，才能左右或上下移动激活的光标。

（3）自动测量模式：在自动测量模式下，屏幕上会自动显示对应的电压或时间光标，以揭示测量的物理意义，同时系统还会根据信号的变化，自动调整光标位置，并计算相应的参数值。如图22所示。光标自动测量模式显示当前自动测量参数所应用的光标。若没有在MEASURE菜单下选择任何自动测量参数，将没有光标显示。



图21 光标追踪测量模式图 图21 周期、频率自动测量光标显示图

**3、数字示波器测量实例**

用数字示波器进行任何测量前，都先要将CH1、CH2探头菜单衰减系数和探头上的开关衰减系数设置一致。

1.测量简单信号

例如：观测电路中一未知信号，显示并测量信号的频率和峰峰值。其方法和步骤如下：

（1）正确捕捉并显示信号波形

1）将CH1或CH2的探头连接到电路被测点。

2）按 AUTO（自动设置）键，示波器将自动设置使波形显示达到最佳。在此基础上，可以进一步调节垂直、水平档位，直至波形显示符合要求。

（2）进行自动测量

示波器可对大多数显示信号进行自动测量。现以测量信号的频率和峰峰值为例。

1. 测量峰峰值

按MEASURE 键以显示自动测量功能菜单→按1号功能菜单操作键选择信源CH1或CH2→按2号功能菜单操作键选择测量类型为电压测量，并转动多功能旋钮function在下拉菜单中选择峰峰值，按下function。此时，屏幕下方会显示出被测信号的峰峰值。

1. 测量频率

按3号功能菜单操作键，选择测量类型为时间测量，转动多功能旋钮function在时间测量下拉菜单中选择频率，按下function。此时，屏幕下方峰峰值后会显示出被测信号的频率。

测量过程中，当被测信号变化时测量结果也会跟随改变。当信号变化太大，波形不能正常显示时，可再次按AUTO键，搜索波形至最佳显示状态。测量参数等于“※※※※”，表示被测通道关闭或信号过大示波器未采集到，此时应打开关闭的通道或按下AUTO键采集信号到示波器。

2.观测正弦信号通过电路产生的延迟和畸变

（1）显示输入、输出信号

1）将电路的信号输入端接于CH1，输出端接于CH2。

2）按下AUTO（自动设置）键，自动搜索被测信号并显示在显示屏上。

3）调整水平、垂直系统旋钮直至波形显示符合测试要求，如图23所示。



图23 正弦信号通过电路产生的延迟和畸变

（2）测量并观察正弦信号通过电路后产生的延时和波形畸变

按MEASURE键以显示自动测量菜单→按1号菜单操作键选择信源CH1→按3号菜单键选择时间测量→在时间测量下拉菜单中选择延迟1→2↑。此时，在屏幕下方显示出通道1、2在上升沿的延时数值，波形的畸变如图23。

3.捕捉单次信号

用数字示波器可以快速方便地捕捉脉冲、突发性毛刺等非周期性的信号。要捕捉一个单次信号，先要对信号有一定的了解，以正确设置触发电平和触发沿。例如，若脉冲是TTL电平的逻辑信号，触发电平应设置为2V，触发沿应设置成上升沿。如果对信号的情况不确定，则可以通过自动或普通触发方式先对信号进行观察，以确定触发电平和触发沿。捕捉单次信号的具体操作步骤和方法如下：

（1）按触发（TRIGGER）控制区MENU键，在触发系统功能菜单下分别按1～5号菜单操作键设置触发类型为边沿触发、边沿类型为上升沿、信源选择为CH1或CH2**、**触发方式为单次、触发设置→耦合为直流。

（2）调整水平时基和垂直衰减档位至适合的范围。

（3）旋转触发（TRIGGER）控制区图形2旋钮，调整适合的触发电平。

（4）按RUN/STOP 执行钮，等待符合触发条件的信号出现。如果有某一信号达到设定的触发电平，即采样一次，并显示在屏幕上。

（5）旋转水平控制区（HORIZONTAL）图形3旋钮，改变水平触发位置，以获得不同的负延迟触发，观察毛刺发生之前的波形。

4. 应用光标测量函数（）信号波形

示波器自动测量的20种参数都可以通过光标进行测量。现以函数信号波形测量为例，说明光标测量方法。

（1）测量函数信号第一个波峰的频率。

1）按CURSOR 键以显示光标测量功能菜单。

2）按1号菜单操作键设置光标模式为手动。

3）按2号菜单操作键设置光标类型为X。

4）如图24所示，按4号菜单操作键，激活光标CurA，转动function 将光标A移动到波形的第一个峰值处。



图24 测量Sinc信号第一个波峰的频率 图25 测量Sinc信号第一个波峰的幅值

5）按5号菜单操作键，激活光标CurB，转动function 将光标B移动到波形的第二个峰值处。此时，屏幕右上角显示出光标A、B处的时间值、时间增量和波形的频率。

（2）测量函数信号第一个波峰的峰峰值

1）如图25所示，按CURSOR 键以显示光标测量功能菜单。

2）按1号菜单操作键设置光标模式为手动。

3）按2号菜单操作键设置光标类型为Y。

4）分别按4、5号菜单操作键，激活光标CurA、CurB，转动function 将光标A、B移动到波形的第一、第二个峰值处。屏幕右上角显示出光标A、B处的电压值和电压增量即函数信号波形的峰峰值。

5.使用光标测定FFT波形参数

使用光标可测定FFT波形的幅度（以Vrms或dBVrms为单位）和频率（以Hz为单位），如图26所示，具体操作方法如下：

（1）按MATH键弹出MATH功能菜单。按1号键打开“操作”下拉菜单，转动function选择FFT并按下function确认。此时，FFT波形便出现在显示屏上。

（2）按CURSOR键显示光标测量功能菜单。按1号键打开“光标模式”下拉菜单并选择“手动”类型。

（3）按2号菜单操作键，选择光标类型为X或Y。

（4）按3号菜单操作键，选择信源为FFT，菜单将转移到FFT窗口。

（5）转动多功能旋钮function，移动光标至感兴趣的波形位置，测量结果显示于屏幕右上角。

a) 测量FFT值 b) 测量FFT频率

图24 光标测量FFT波形的频率和幅值

6. 减少信号随机噪声的方法

如果被测信号上叠加了随机噪声，可以通过调整示波器的设置，滤除和减小噪声，避免其在测量中对本体信号的干扰。其方法有：

（1）设置触发耦合改善触发：按下触发（TRIGGER）控制区MENU键，在弹出的触发设置菜单中将触发耦合选择为低频抑制或高频抑制。低频抑制可滤除8kHz以下的低频信号分量，允许高频信号分量通过；高频抑制可滤除150kHz以上的高频信号分量，允许低频信号分量通过。通过设置低频抑制或高频抑制可以分别抑制低频或高频噪声，以得到稳定的触发。

（2）设置采样方式和调整波形亮度减少显示噪声：按常用MENU区ACQUIRE 键，显示采样设置菜单。按1号菜单操作键设置获取方式为平均，然后按2号菜单操作键调整平均次数，依次由2至256以2倍数步进，直至波形的显示满足观察和测试要求。转动function旋钮降低波形亮度以减少显示噪声。