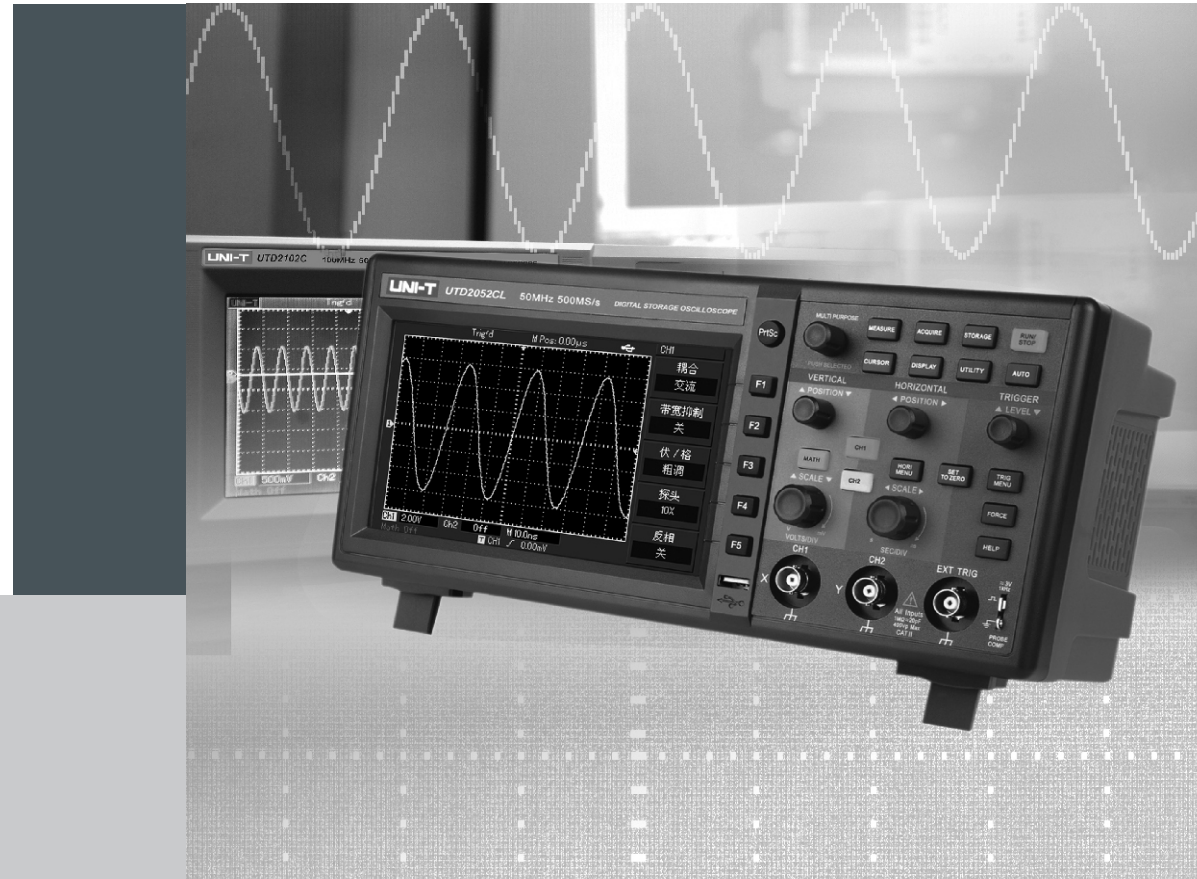


BLACK 黑



UNI-T®



UTD2000/3000

使用手册

数字存储示波器

Digital Storage  
Oscilloscope

本产品依照CE安全标准设计



## 序 言

尊敬的用户：

您好！感谢您选购全新的优利德仪器，为了正确使用本仪器，请您在本仪器使用之前仔细阅读本说明书全文，特别有关“安全注意事项”的部分。

如果您已经阅读完本说明书全文，建议您将此说明书进行妥善的保管，与仪器一同放置或者放在您随时可以查阅的地方，以便在将来的使用过程中进行查阅。

## 版权信息

- **UNI-T** 优利德科技（中国）有限公司版权所有。
- **UNI-T** 产品受中国或其他国家专利权的保护，包括已取得或正在申请的专利。
- 本公司保留更改产品规格和价格的权利。

**UNI-T** 保留所有权利。许可软件产品由UNI-T及其子公司或提供商所有，受国家版权法及国际条约规定的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。

**UNI-T** 是优利德科技（中国）有限公司 [Uni-Trend Technology (China) Limited] 的注册商标。

如果原购买者自购买该产品之日起三年内，将该产品出售或转让给第三方，则保修期应为自原购买者从UNI-T或授权的UNI-T分销商购买该产品之日起三年内。探头及其他附件和保险丝等不受此保证的保护。

如果在适用的保修期内证明产品有缺陷，UNI-T可自行决定是修复有缺陷的产品且不收部件和人工费用，或用同等产品（由UNI-T决定）更换有缺陷的产品。UNI-T作保修用途的部件、模块和更换产品可能是全新的，或者经修理具有相当于新产品的性能。所有更换的部件、模块和产品将成为UNI-T的财产。

以下提到的“客户”是指据声明本保证所规定权利的个人或实体。为获得本保证承诺的服务，“客户”必须在适用的保修期内向UNI-T通报缺陷，并为服务的履行做适当安排。客户应负责将有缺陷的产品装箱并运送到UNI-T指定的维修中心，同时预付运费并提供原购买者的购买证明副本。如果产品要运送到UNI-T维修中心所在国范围内的地点，UNI-T应支付向客户送返产品的费用。如果产品送返到任何其他地点，客户应负责支付所有的运费、关税、税金及任何其他费用。

本保证不适用于由于意外、机器部件的正常磨损、在产品规定的范围之外使用或使用不当或者维护保养不当或不足而造成的任何缺陷、故障或损坏。UNI-T根据本保证的规定无义务提供以下服务：

- a) 修理由非UNI-T服务代表人员对产品进行安装、修理或维护所导致的损坏；
- b) 修理由于使用不当或与不兼容的设备连接造成的损坏；
- c) 修理由于使用非UNI-T提供的电源而造成的任何损坏或故障；
- d) 维修已改动或者与其他产品集成的产品（如果这种改动或集成会增加产品维修的时间或难度）。

本保证由UNI-T针对本产品而订立，用于替代任何其他的明示或暗示的保证。UNI-T及其经销商拒绝对用于特殊目的的适销性或适用性做任何暗示的保证。对于违反本保证的情况，UNI-T负责修理或更换有缺陷产品是提供给客户的唯一和全部补救措施。无论UNI-T及其经销商是否被预先告知可能发生任何间接、特殊、偶然或必然的损坏，UNI-T及其经销商对这些损坏均概不负责。

## 一般安全概要

本仪器严格遵循GB4793电子测量仪器安全要求以及IEC61010-1安全标准进行设计和生产。符合绝缘过电压标准CAT II 600V和污染等级II的安全标准。了解下列安全性预防措施，以避免人身伤害，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

只有受过专业培训的人员才能执行维修程序。

**避免起火和人身伤害：**

**使用正确的电源线：** 只有使用所在国家认可的本产品专用电源线。

**正确插拔：** 探头或测试导线连接到电压源时请勿插拔。

**将产品可靠接地：** 本产品通过电源的接地导线接地。为避免电击，接地导体必须与地相连。在连接本产品的输入或输出端之前，请务必将本产品正确接地。

**正确连接示波器探头：** 探头地线与地电势相同。请勿将地线连接高电压。

**查看所有终端额定值：** 为避免起火和过大电流的冲击，请查看产品上所有的额定值和标记说明，请在连接产品前查阅产品手册以了解额定值的详细信息。

**请勿打开机箱盖板操作：** 外盖或面板打开时请勿开机运行本产品。

**使用合适的保险丝：** 只使用本产品指定的保险丝类型和额定指标。

**避免电路外露：** 电源接通后请勿接触外露的接头和元件。

**怀疑产品出故障时，请勿进行操作：** 如果您怀疑本产品已经出故障，可请合格的维修人员进行检查。

**保持适当的通风。**

**请勿在潮湿环境下操作。**

**请勿在易燃易爆的环境下操作。**

**请保持产品表面的清洁和干燥。**

## 安全术语和符号

本手册中的术语。以下术语可能出现在本手册中：

**警告：**警告性声明指出可能会危害生命安全的条件和行为。

**注意：**注意声明指出可能导致此产品和其他财产损坏的条件和行为。

产品上的符号：以下符号可能出现在产品上



高电压



注意请参阅手册



保护性接地端



壳体接地端



测量接地端

产品上的术语：以下术语可能出现在产品上

**危险：**表示标记附近有直接伤害危险存在。

**警告：**表示标记附近有潜在的伤害危险。

**注意：**表示对本产品及其它财产有潜在的危险。

## 前 言

本手册介绍UTD2000/3000使用手册系列数字存储示波器的操作有关信息。手册中包括以下章节：

**第一章 入门指南：**简单介绍数字存储示波器的功能，并提供安装指南。

**第二章 仪器设置：**介绍UTD2000/3000使用手册系列数字存储示波器的操作方法。

**第三章 应用示例：**提供如何解决各种测量问题示例。

**第四章 系统提示及故障排除：**

**第五章 服务和支持：**

**第六章 附录：**

**附录A：技术指标**

**附录B：UTD2000/3000使用手册系列数字存储示波器附件**

**附录C：保养和清洁维护**

**附录D：中英文面板对照表**

本书包含下列4个系列的数字存储示波器，具体型号如下表：

系列	型 号	带 宽	实时采样速率	
UTD2000/3000	UTD2000C/3000C	UTD2025C/UTD3025C	25MHz	250MS/s
		UTD2042C/UTD3042C	40MHz	500MS/s
		UTD2062C/UTD3062C	60MHz	500MS/s
		UTD2082C/UTD3082C	80MHz	500MS/s
		UTD2102C/UTD3102C	100MHz	500MS/s
		UTD2152C/UTD3152C	150MHz	500MS/s
		UTD2202C/UTD3202C	200MHz	500MS/s
	UTD2000E/3000E	UTD2042CE/UTD3042CE	40MHz	1GS/s
		UTD2062CE/UTD3062CE	60MHz	1GS/s
		UTD2082CE/UTD3082CE	80MHz	1GS/s
		UTD2102CE/UTD3102CE	100MHz	1GS/s
		UTD2152CE/UTD3152CE	150MHz	1GS/s
		UTD2202CE/UTD3202CE	200MHz	1GS/s
	UTD2000L	UTD2025CL	25MHz	250MS/s
		UTD2052CL	50MHz	500MS/s
	UTD2000EX	UTD2052CEX	50MHz	1GS/s
UTD2102CEX		100MHz	1GS/s	



UTD2000/3000系列数字存储示波器向用户提供简单而功能明晰的前面板，以进行所有的基本操作。各通道的标度和位置旋钮提供了直观的操作，符合传统仪器的使用习惯，用户不必花大量的时间去学习和熟悉数字存储示波器的操作，即可熟练使用。为加速调整，便于测量，用户可直接按 **AUTO** 键，仪器则显现适合的波形和档位设置。

除易于使用之外，UTD2000/3000系列数字存储示波器还具有更快完成测量任务所需要的高性能指标和强大功能。通过500MS/s(或1GS/s)的实时采样和25GS/s(或50GS/s)的等效采样，可在UTD2000/3000数字存储示波器上观察更快的信号。强大的触发和分析能力使其易于捕获和分析波形。清晰的液晶显示和数学运算功能，便于用户更快更清晰地观察和分析信号问题。

从下面给出的性能特点，可以了解此系列数字存储示波器如何满足您的测量要求。

- 双模拟通道
- 高清晰彩色液晶显示系统，320×240(或800×480)分辨率
- 支持即插即用USB存储设备，并可通过USB存储设备

与计算机通信

- 自动波形、状态设置
- 波形、设置和位图存储以及波形和设置再现
- 精细的视窗扩展功能,精确分析波形细节与概貌
- 自动测量28种波形参数
- 自动光标跟踪测量功能
- 独特的波形录制和回放功能
- 内嵌FFT
- 多种波形数学运算功能(包括：加,减,乘,除)
- 边沿、视频、脉宽、交替触发等功能
- 多国语言菜单显示
- 中英文帮助信息显示

UTD2000/3000数字存储示波器附件：

- 两支1.2米, 1:1/10:1探头, 详细请看探头附件说明书。符合EN61010-031标准。
- 一根符合所在国标准的电源线
- 一本《使用手册》
- 一份《产品保用证》

USB 连接线：UT-D06或UT-D05

UTD2000/3000系列示波器通讯控制软件

## 目录

### 项目

### 页

一般安全概要

前言

第一章 用户指南 .....1

    一般性检查..... 5

    功能检查..... 5

    探头补偿.....7

    波形显示的自动设置..... 8

    初步了解垂直系统..... 9

    初步了解水平系统.....10

    初步了解触发系统.....12

第二章 仪器设置..... 13

    设置垂直系统..... 13

    设置水平系统..... 23

    设置触发系统..... 26

    设置采样系统..... 34

    设置显示系统..... 36

## 目 录

项目	页
存储和调出.....	37
辅助功能设置.....	40
自动测量 .....	43
光标测量 .....	48
使用运行按键.....	49
自动设置.....	50
第三章 应用示例 .....	51
例一：测量简单信号.....	51
例二：观察正弦波信号通过电路产生的延迟和延时 .....	52
例三：捕捉单次信号.....	53
例四：减少信号上的随机噪声 .....	54
例五：应用光标测量.....	55
例六：X-Y功能的应用.....	56
例七：视频信号触发.....	58
例八：Pass/Fail检测.....	59
例九：使用U盘升级程序.....	60
例十：使用存储功能.....	61

项目	页
第四章 系统提示及故障排除.....	64
系统提示信息说明.....	64
故障处理.....	64
第五章 服务和支持.....	66
第六章 技术指标.....	67
附录A:技术指标.....	67
附录B:UTD2000/3000系列数字存储示波器附件.....	77
附录C:保养和清洁维护.....	77
附录D:中英文面板对照表.....	78

## 第一章 入门指南

UTD2000/3000 系列数字存储示波器是小型、轻便的台式数字存储示波器。向用户提供方便且易操作的前面板，可以进行基本的测试。

本章阐述如何执行以下内容：

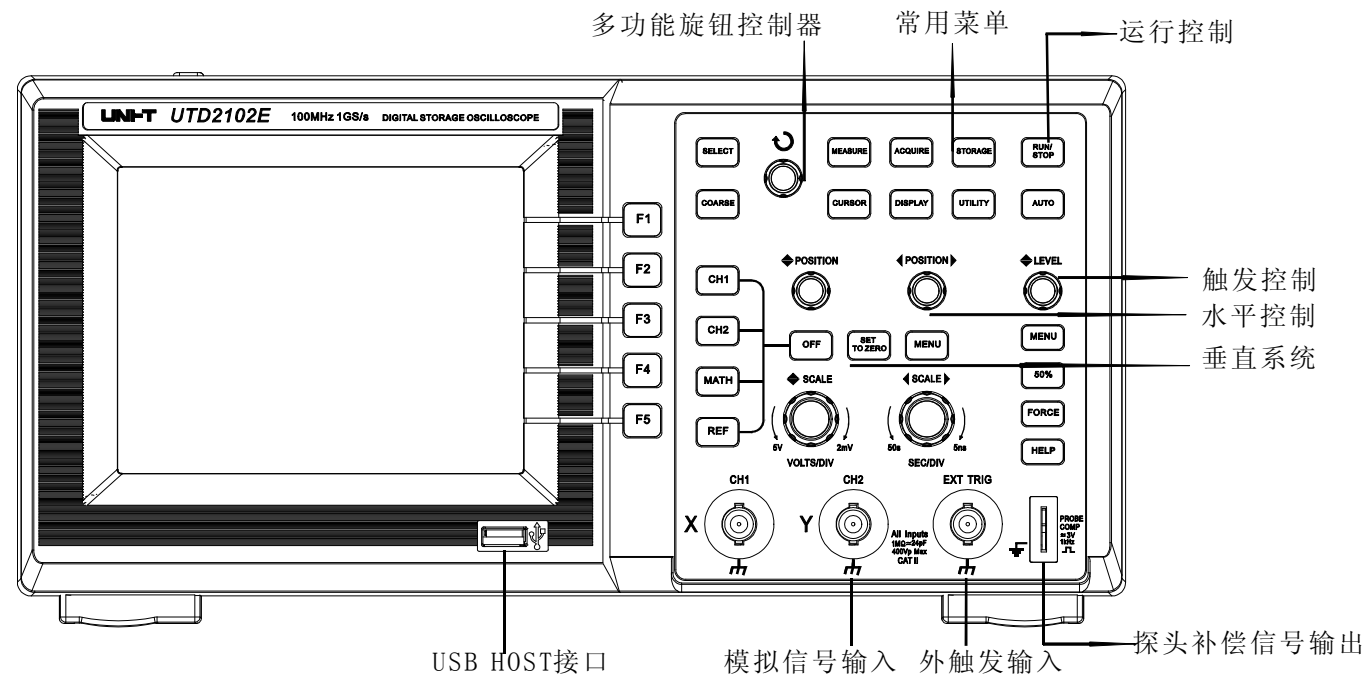
- △ 一般性检查
- △ 功能检查
- △ 探头补偿
- △ 波形显示的自动设置
- △ 初步了解垂直系统
- △ 初步了解水平系统
- △ 初步了解触发系统

### 一般性检查

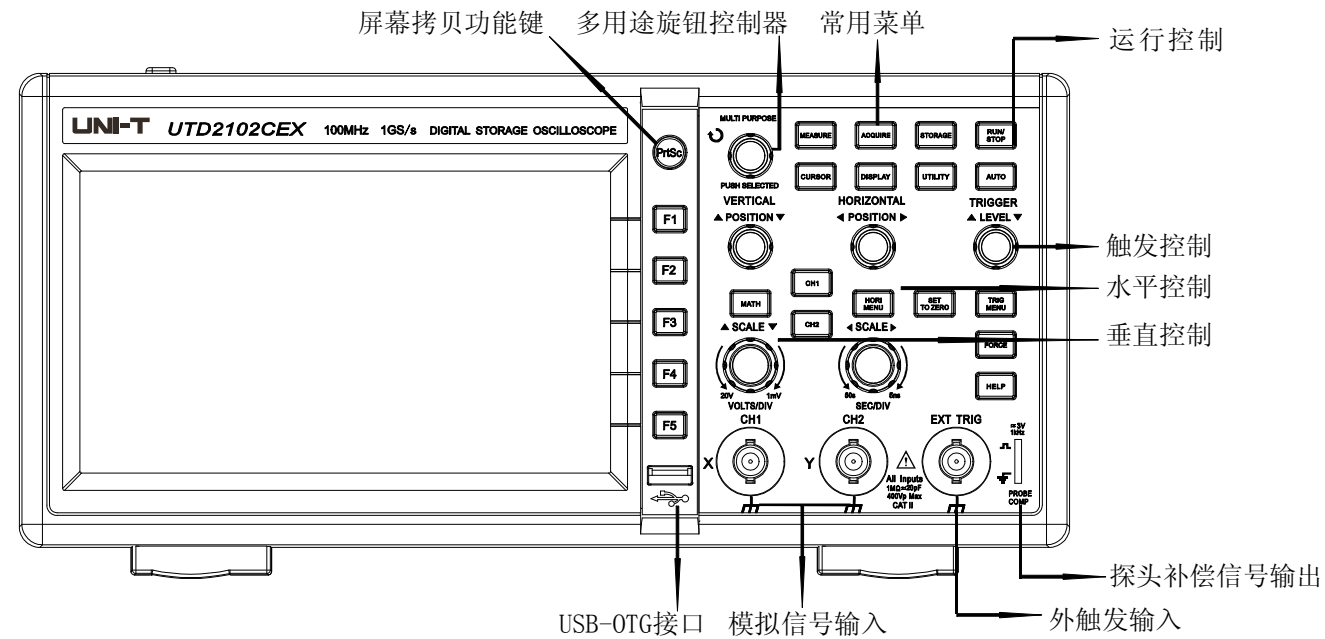
当您拿到UTD2000/3000系列的数字存储示波器时，首先需要了解其前操作面板。本章对于UTD2000/3000系列的前面板的操作及功能做简单的描述和介绍，使您能在最短的时间内熟悉

UTD2000/3000系列数字存储示波器的使用。

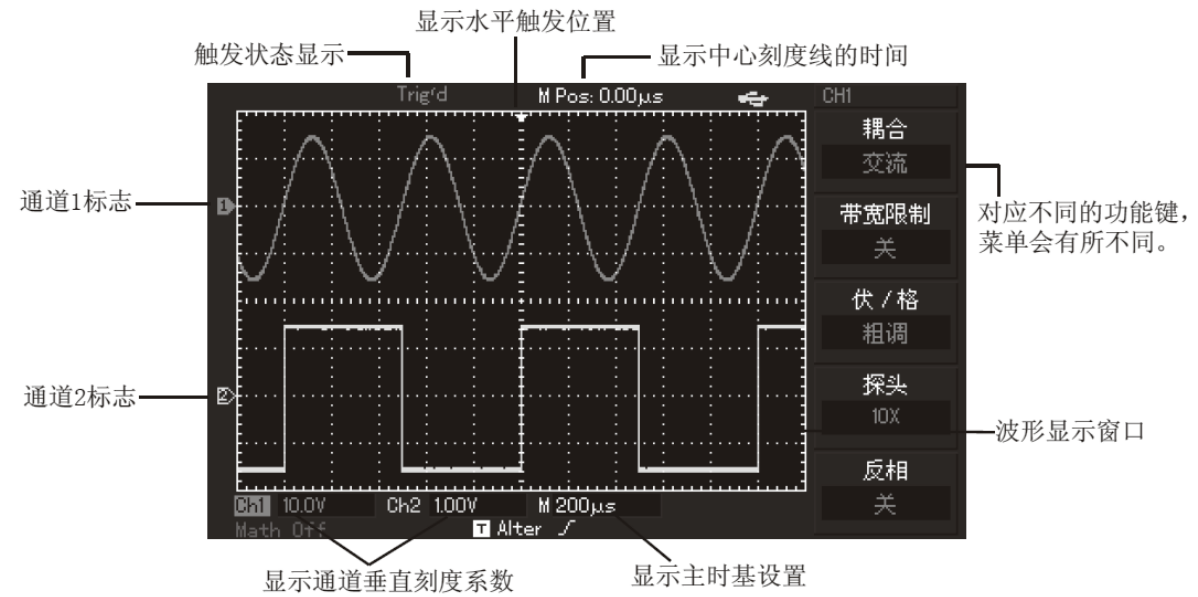
UTD2000/3000向用户提供简单而功能明晰的前面板，以进行基本的操作。面板上包括旋钮和功能按键，旋钮的功能与其他数字存储示波器类似。显示屏右侧的一列5个按键为菜单操作键（自上而下定义为F1键至F5键）。通过它们，您可以设置当前菜单的不同选项；其他按键为功能键，通过它们，您可以进入不同的功能菜单或直接获得特定的功能应用。



UNI-T 5.7寸屏前面板



UNI-T 7寸屏前面板



数字存储示波器界面显示图(以UTD2000L系列为例)



### 一般性检查

当您得到一台新的UTD2000/3000数字存储示波器时，建议您按以下步骤对仪器进行检查。

#### 1. 检查是否存在因运输造成的损坏

如果发现包装纸箱或泡沫塑料保护垫严重破损，应立即更换。

#### 2. 检查附件

关于提供的附件明细，在本说明书前述的“UTD2000/3000数字存储示波器附件”项目已经进行了说明。您可以参照此说明检查附件是否有缺少。如果发现附件缺少或损坏，请和经销此产品的UNI-T经销商或UNI-T的当地办事处联系。

#### 3. 检查整机

如果发现仪器外观破损，仪器工作不正常，或未能通过性能测试，请和经销此产品的UNI-T经销商或UNI-T的当地办事处联系。

如果因运输造成仪器的损坏，请注意保留包装，通知运输部门和经销此产品的UNI-T经销商，

UNI-T 会安排维修或更换。

### 功能检查

做一次快速功能检查，以核实本仪器运行是否正常。请按如下步骤进行：

#### 1. 接通仪器电源

您可将本机接通电源，电源的供电电压为交流100伏至交流240伏，频率为45Hz至440Hz。接通电源后，为了让数字存储示波器工作在最佳状态，可在热机30分钟后，按 **UTILITY** 菜单，按 **[F1]** 执行自校正；然后进入下一页按 **[F1]**，调出出厂设置。如图1-4。

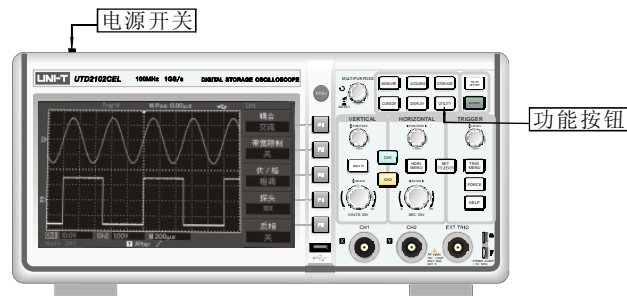


图 1-4

警告：为避免危险，请确认数字存储示波器已经安全接地。

## 2. 数字存储示波器接入信号

UTD2000/3000系列数字存储示波器为双通道输入，另有一个外触发输入通道。请按照如下步骤接入信号。

①. 将数字存储示波器探头连接到CH1输入端，并将探头上的衰减倍率开关设定为10×（图1-5）。

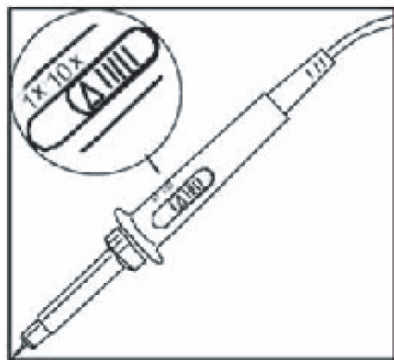


图1-5 探头衰减倍率开关设定

②. 在数字存储示波器上需要设置探头衰减系数。衰减系数改变仪器的垂直档位倍率，从而使得测量结果正确反映被测信号的幅值。设置探头衰减系数的方法如下：按 **F4** 使菜单显示10×。

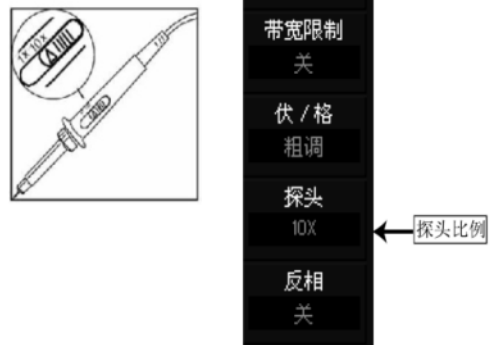


图1-6 探头在数字存储示波器上的偏转系数设定

③. 把探头的探针和接地夹连接到探头补偿信号的相应连接端上。按 **[AUTO]** 按钮。几秒钟内, 可见到方波显示(1kHz, 约3V, 峰峰值), 见图1-7。以同样的方法检查CH2, 按 **[OFF]** 功能按钮以关闭CH1, 按 **[CH2]** 功能按钮以打开CH2, 重复步骤2和步骤3。

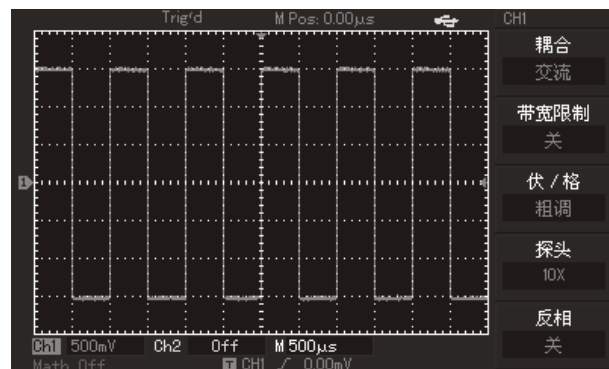


图1-7 探头补偿信号

### 探头补偿

在首次将探头与任一输入通道连接时, 需要进行此项调节, 使探头与输入通道相配。未经补偿校准的探头会导致测量误差或错误。若调整探头补偿, 请按如下步骤:

1. 将探头菜单衰减系数设定为10×, 探头上的开关置于10×, 并将数字存储示波器探头与CH1连接。如使用探头钩形头, 应确保与探头接触可靠。将探头端部与探头补偿器的信号输出连接器相连, 接地夹与探头补偿器的地线连接器相连, 打开CH1, 然后按 **[AUTO]**。

2. 观察显示的波形。



补偿过度

补偿正确

补偿不足

图1-8 探头补偿校正

3. 如显示波形如上图“补偿不足”或“补偿过度”用非金属手柄的改锥调整探头上的可变电容，直到屏幕显示的波形如上图“补偿正确”。

警告：为避免使用探头在测量高电压时被电击，请确保探头的绝缘导线完好，并且连接高压源时请不要接触探头的金属部分。

### 波形显示的自动设置

UTD2000/3000系列数字存储示波器具有自动设置的功能。根据输入的信号，可自动调整垂直偏转系数、扫描时基、以及触发方式直至最合适的波形显示。应用自动设置要求被测信号的频率或大于等于50Hz，占空比大于1%。

#### 使用自动设置：

1. 将被测信号连接到信号输入通道。
2. 按下[AUTO]按钮。数字存储示波器将自动设置垂直偏转系数、扫描时基、以及触发方式。如果需要进一步仔细观察，在自动设置完成后可再进行调整，直至使波形显示达到需要的最佳效果。

### 初步了解垂直系统

如下图所示，在垂直控制区有一系列的按键、旋钮。下面的练习逐渐引导您熟悉垂直设置的使用。



5. 7寸屏垂直控制面板    7寸屏垂直控制面板

图1-9 面板上的垂直控制区

1. 使用垂直位置旋钮使波形在窗口中居中显示信号垂直位置旋钮控制信号的垂直显示位置。

当旋动垂直位置旋钮时，指示通道地（GROUND）的标识跟随波形而上下移动。

### 测量技巧

如果通道耦合方式为：DC，您可以通过观察波形与信号地之间的差距来快速测量信号的直流分量  
如果耦合方式为：AC，信号里面的直流分量被滤除。这种方式方便您用更高的灵敏度显示信号的交流分量。

### 双模拟通道垂直位置恢复到零点快捷键

#### SET TO ZERO

该键用来将垂直移位/水平移位/触发释抑的位置回到零点（中点）。

其中UTD2000L/2000EX系列会将触发电平也回到50%位置。

2. 改变垂直设置，并观察状态信息变化。您可以通过波形窗口下方的状态栏显示的信息，确定任何垂直档位的变化。旋动垂直标度旋钮改变“伏/格”垂直档位，可以发现状态栏对应通道的档位显示发生了相应的变化。按 [CH1]、[CH2]、[MATH]、[REF]，屏幕显示对应通道的操作菜单、标志、波形和档位状态信息。对于UTD2000C/3000C，UTD2000E/3000E示波器按 [OFF] 按键关闭当前选择的通道。对于UTD2000L/UTD2000EX示波器双击CH1、CH2、MATH键，关闭需要关闭的通道。

### 初步了解水平系统

如下图所示，在水平控制区有一个按键、两个旋钮。下面的练习逐渐引导您熟悉水平时基的设置。



5.7寸屏水平控制面板

7寸屏水平控制面板

图1-10 面板上的水平控制区

1. 使用水平SCALE旋钮改变水平时基档位设置，并观察状态信息变化。转动水平SCALE旋钮改变“s/div”时基档位，可以发现状态栏对应通道的时基档位显示发生了相应的变化。水平扫描速率从2ns/div~50s/div，以1-2-5方式步进。  
\*注：UTD2000/3000系列数字存储示波器，因其型号不同，则水平扫描时基档级也有差别。
2. 使用水平POSITION旋钮调整信号在波形窗口的水平位置。水平POSITION旋钮控制信号的触发移位。当应用于触发移位时，转动水平POSITION旋钮时，可以观察到波形随旋钮而水平移动。
3. 5.7寸屏示波器按 **MENU** 按钮（7寸屏示波器按 **HORI MENU** 按钮），显示Zoom菜单。在此菜单下，按 **F3** 可以开启视窗扩展，再按 **F1** 可以关闭视窗扩展而回到主时基。在这个菜单下，还可以设置触发释抑时间。

触发点位移恢复到水平零点快捷键可通过快捷键 **SET TO ZERO** 使触发点快速恢复到垂直中点，也可以通过旋转水平POSITION旋钮，来调整信号在波形窗口的水平位置。

#### 名词解释

触发点：指实际触发点相对于存储器中点的位置。转动水平POSITION旋钮，可水平移动触发点。

触发释抑：指重新启动触发电路的时间间隔。转动多用途旋钮控制器，可设置触发释抑时间。

### 初步了解触发系统

如图1-11所示，在触发菜单控制区有一个旋钮、三个（或二个）按键。下面的练习逐渐引导您熟悉触发系统的设置。



5.7寸屏  
图1-11 面板上的触发菜单

7寸屏



图1-12 触发菜单

1. 使用触发电平旋钮改变触发电平，可以在屏幕上看到触发标志来指示触发电平线，随旋钮转动而上下移动。在移动触发电平的同时，可以观察到在屏幕下部的触发电平的数值相应变化。
2. 使用 TRIGGER MENU(见图1-12),以改变触发设置。  
按[F1]键，选择“边沿”触发。  
按[F2]键，选择“触发源”为 CH1。  
按[F3]键，设置 边沿类型“斜率”为 上升。  
按[F4]键，设置“触发方式”为 自动。  
按[F5]键，设置“触发耦合”为 交流。
3. 5.7寸屏示波器按 [50%] 按钮，7寸屏示波器按 [SET TO ZERO]键，设定触发电平在触发信号幅值的垂直中点。
4. 按 [FORCE] 按钮：强制产生一触发信号，主要应用于触发方式中的正常和单次模式。



## 第二章 仪器设置

到目前为止，您已经初步熟悉UTD2000/3000数字存储示波器的垂直控制区、水平控制区、触发系统菜单的操作。通过前一章的介绍，用户应该熟悉通过菜单操作来对数字存储示波器进行设置。如果您还没有熟悉上述的操作和方法，建议您阅读第一章。

本章主要阐述以下题目：

- 设置垂直系统 ( [CH1]、[CH2]、[MATH]、[REF]、[OFF]、[VERTICAL POSITION]、[VERTICAL SCALE] )
- 设置水平系统 ( [MENU] or [HORI MENU]、[HORIZONTAL POSITION]、[HORIZONTAL SCALE] )
- 设置触发系统 ( [TRIGGER LEVEL]、[MENU]、[50%]、[FORCE] )
- 设置采样方式 ( [ACQUIRE] )
- 设置显示方式 ( [DISPLAY] )
- 存储和调出 ( [STORAGE] )

- 辅助系统设置 ( [UTILITY] )
- 自动测量 ( [MEASURE] )
- 光标测量 ( [CURSOR] )
- 使用执行按钮 ( [AUTO]、[RUN/STOP] )

建议您详细阅读本章，以便了解UTD2000/3000多种测量功能和系统操作方法。

### 设置垂直系统

CH1、CH2通道及其设置

每个通道有独立的垂直菜单。每个项目都按不同的通道单独设置。按 [CH1] 或 [CH2] 功能按键，系统显示CH1或CH2通道的操作菜单，说明见下表2-1：

表2-1

功能菜单	设定	说明
耦合	交流 直流 接地	阻挡输入信号的直流成分。 通过输入信号的交流和直流成分。 断开输入信号。
带宽限制	打开 关闭	限制带宽至20MHz，以减少显示噪声。 满带宽。
伏/格	粗调 细调	粗调按1-2-5进制设定垂直偏转系数。微调则在粗调设置范围之间进一步细分，以改善垂直分辨率。
探头	1× 10× 100× 1000×	根据探头衰减系数选取其中一个值,以保持垂直偏转系数的读数正确。共有四种：1×、10×、100×、1000×
反相	开 关	打开波形反向功能。 波形正常显示。

### 1. 设置通道耦合:

以信号施加到CH1通道为例，被测信号是一含有直流分量的正弦信号。

按 **[F1]** 选择为 **交流**，设置为交流耦合方式。被测信号含有的直流分量被阻隔。波形显示如下图所示。

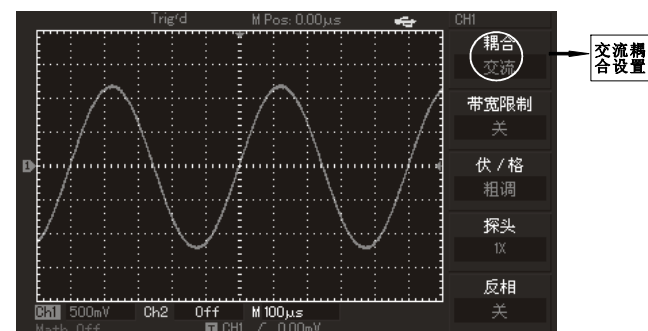


图2-1 信号的直流分量被阻隔

按 **[F1]** 选择为**直流**，输入到CH1通道被测信号的直流分量和交流分量都可以通过。波形显示如下图所示。

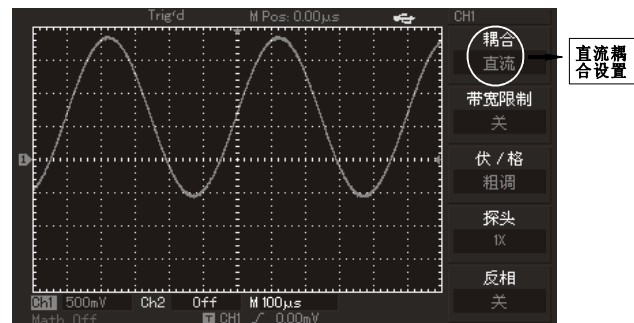


图2-2 信号的直流分量和交流分量同时被显示

按 **[F1]** 选择为**接地**，通道设置为接地方式。被测信号含有的直流分量和交流分量都被阻隔。波形显示如下图所示。  
(注：这在种方式下，尽管屏幕上不显示波形，但输入信号仍与通道电路保持连接)

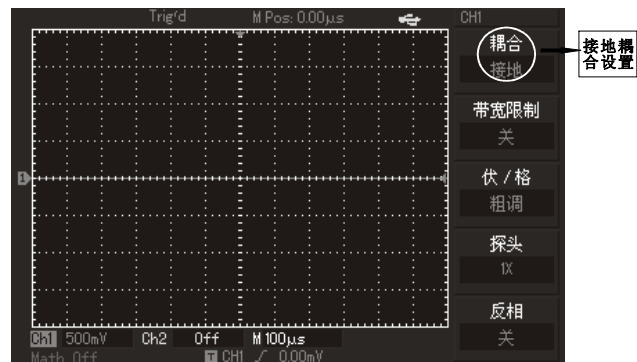


图2-3 信号的直流分量和交流分量同时被阻隔

## 2. 设置通道带宽限制:

以在CH1输入一个40MHz左右的正弦信号为例;按[CH1]打开CH1通道,然后按[F2],设置带宽限制为**关**,此时通道带宽为全带宽,被测信号含有的高频分量都可以通过,波形显示如下图所示。

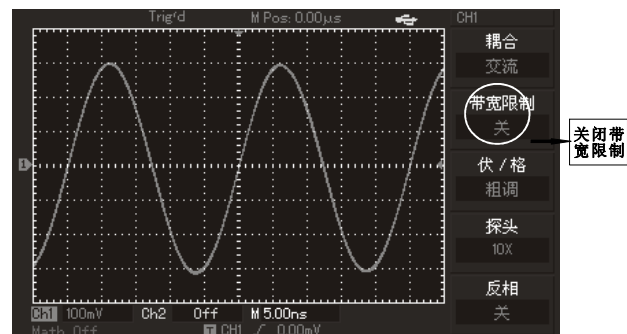


图2-4 带宽限制关闭时的波形显示

按[F2]设置**带宽限制**为**开**,此时被测信号中高于20MHz的噪声和**高频分量**被大幅度衰减,波形显示如下图所示。

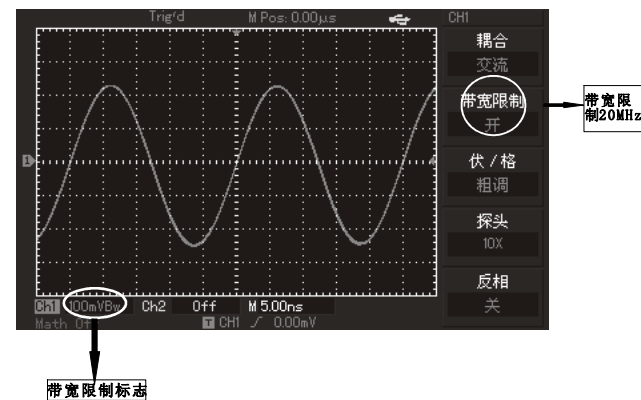


图2-5 带宽限制打开时的波形显示

### 3. 设定探头倍率:

为了配合探头的衰减系数设定,需要在通道操作菜单中相应设置 探头 衰减系数。如探头衰减系数为10:1,则通道菜单中探头系数相应设置成10X,其余类推,以确保电压读数正确。

下图的示例为应用10:1探头时的设置及垂直档位的显示。

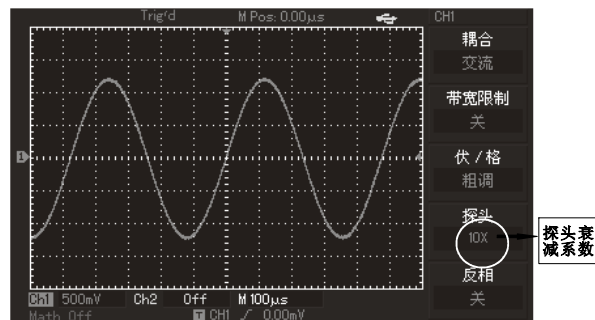


图2-6 通道菜单中的探头衰减系数设定

### 4. 垂直伏/格调节设置:

垂直偏转系数 伏/格 档位调节,分为粗调和细调两种模式。在 粗调 时,伏/格范围是2mV/div~5V/div (或10V/div),或1mV/div~20V/div;以1-2-5方式步进。在 细调 时,指在当前垂直档位范围内以更小的步进改变偏转系数,从而实现垂直偏转系数在所有垂直档位内不间断地连续可调。

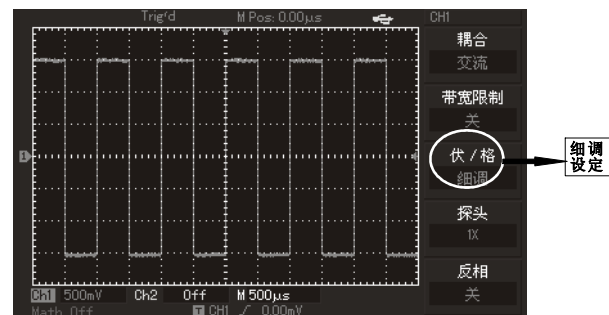


图2-7 垂直偏转系数粗调和细调

## 5. 波形反相的设置

波形反相：显示信号的相位翻转180度。未反相的波形见图2-8，反相后的波形见图2-9。

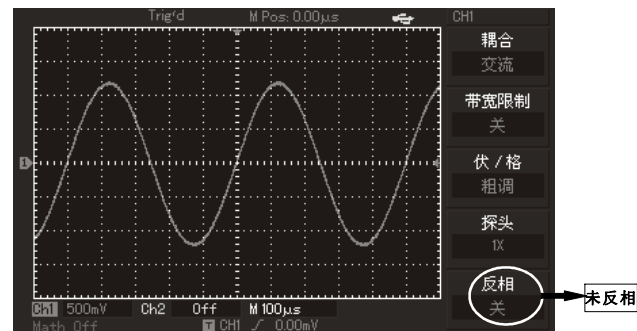


图2-8 垂直通道反相设置（未反相）

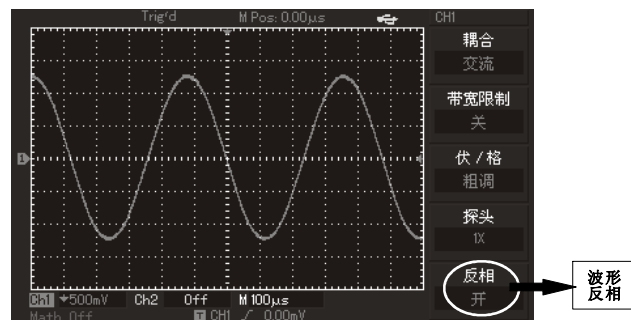


图2-9 垂直通道反相设置（反相）

## 一. 数学运算功能的实现

数学运算功能是显示CH1、CH2通道波形相加、相减、相乘、相除以及FFT运算的结果。其菜单如下：

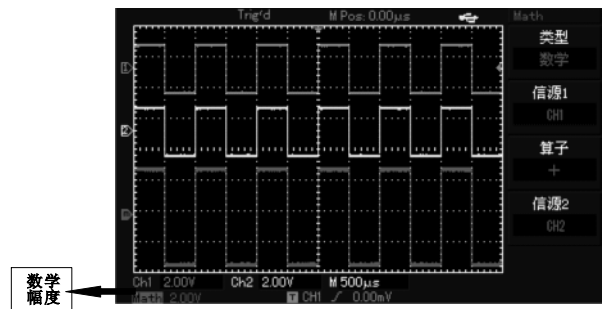


图2-10 数学运算

表2-2: 数学运算菜单说明

功能菜单	设定	说明
类型	数学	进行+、-、×、÷运算
信源	CH1	设定信源1为CH1通道波形
	CH2	设定信源1为CH2通道波形
算子	+	信源1+信源2
	-	信源1-信源2
	×	信源1×信源2
	÷	信源1÷信源2
信源2	CH1	设定信源2为CH1通道波形
	CH2	设定信源2为CH2通道波形

## FFT频谱分析

使用FFT（快速傅立叶变换）数学运算，可将时域（YT）时域信号转换成频域信号。使用FFT可以方便地观察下列类型的信号：

- 测量系统中谐波含量和失真
- 表现直流电源中的噪声特性
- 分析振动

表2-3: FFT菜单说明

功能菜单	设定	说明
类型	FFT	FFT数学运算
信源	CH1 CH2	设定CH1为运算波形 设定CH2为运算波形
窗	Hanning Hamming Blackman Rectangle	设定Hanning窗函数 设定Hamming窗函数 设定Blackman窗函数 设定Rectangle窗函数
垂直单位	Vrms dBVrms	设置垂直单位为Vrms或dBVrms

### FFT操作技巧

具有直流成分或偏差的信号会导致FFT波形成分的错误或偏差。为减少直流成分可以选择交流耦合方式。为减少重复或单次脉冲事件的随机噪声以及混叠频率成分，可设置数字存储示波器的获取模式为平均获取方式。



### 选择FFT窗口

在假设YT波形是不断重复的条件下，数字存储示波器对有限长度的时间记录进行FFT变换。这样当周期为整数时，YT波形在开始和结束处波形的幅值相同，波形就不会产生中断。但是，如果YT波形的周期为非整数时，就引起波形开始和结束处的波形幅值不同，从而使连接处产生高频瞬态中断。在频域中，这种效应称为泄漏。因此为避免泄漏的产生，在原波形上乘以一个窗函数，强制开始和结束处的值为0。窗函数应用见下表：

表2-4

FFT窗	特点	最合适的测量内容
Rectangle	最好的频率分辨，最差的幅度分辨率。与不加窗的状况基本类似。	暂态或短脉冲，信号电平在此前后大致相等。频率非常相近的等幅正弦波，具有变化比较缓慢波谱的宽带随机噪声。
Hanning	与矩形窗比，具有较好的频率分辨率，较差的幅度分辨率。	正弦、周期和窄带随机噪声。
Hamming	Hamming窗的频率分辨率稍好于Hanning窗。	暂态或短脉冲，信号电平在此前后相差很大。
Blackman	最好的幅度分辨，最差的频率分辨率。	主要用于单频信号，寻找更高次谐波。

**名词解释**

**FFT分辨率:** 定义为采样与运算点的商。在运算点数固定时, 采样率越低FFT分辨率就越好。

**奈奎斯特频率:** 对最高频率为 $f$ 的波形, 必须使用至少 $2f$ 的采样率才能重建原波形。它也被称为奈奎斯特判则, 这里 $f$ 是奈奎斯特频率, 而 $2f$ 是奈奎斯特采样率。

**参考波形**

参考波形存储在数字存储示波器的非易失性存储器中或外设U盘内, 并具有下列名称: RefA、RefB。要调出或关闭参考波形, 请执行以下步骤:

1. 5.7寸屏示波器按下前面板 REF 菜单按键;  
7寸屏示波器(即UTD2000L/2000EX系列)按下 **[STORAGE]** 键, 并进入第2页选择回调。
2. 按下 **[RefA]** (RefA参考选项), 选择信源, 通过旋转前面板上部的多用途旋钮, 来选择信源的位置, 该位置共有1~10(或1~20)可选择。当选择了某一个存放波形的位后, 例如“1”, 按 **[回调]** 即可调出原来存放在该位置的波形。如果存放的

波形在U盘上, 可将U盘插入, 此时 **[磁盘]** 有二种选择: DSO/USB, 然后再按 **[F2]** 键, 可选择 **[USB]** (只有插入U盘才能可激活该菜单), 从U盘调出存放的波形, 屏幕上即显示所调出的波形。波形调出完成后, 按 **[取消]** 键(F5)返回上级菜单。  
3. 按下 **[RefB]** (RefB参考选项), 选择参与运算的第二个信源, 方法同步骤2。

在实际应用中, 用UTD2000/3000数字存储示波器测量观察有关的波形, 可以把当前的波形和参考波形进行比较, 从而进行分析。按下 **[REF]** 按键显示参考波形菜单, 设置说明见下表:

表2-5 选择存储位置

功能菜单	设定	说明
存储位置	1~20	1~20分别代表存放20组波形的位置；存储到USB上则有200组波形位置。 (存储位置数量根据机型有所不同)
磁盘	DSO USB	选择内部存储位置 选择外部存储位置(必须插上U盘后方可选择)
关闭	——	关闭调出的波形
回调	——	调出所选择的波形
取消	——	返回上级菜单

如果选择内部存储位置, 可从1~20之间选择, 如果选择外部存储器, 则应插入U盘, 然后按 **[F2]**, 选择磁盘为**USB**。如果要存储波形, 则请参看 **STORAGE** 菜单。

## 设置水平系统

### 水平控制旋钮

使用水平面控制旋钮可改变水平刻度（时基）、触发在内存中的水平位置（触发位置）。屏幕水平方向上的垂直中点是波形的时间参考点。改变水平刻度会导致波形相对屏幕中心扩张或收缩，水平位置改变时即相对于波形触发点的位置变化。

水平位置：调整通道波形(包括数学运算)的水平位置。这个控制键的解析度根据时基而变化。

水平标度：调整主时基，即s/div。当扩展时基被打开时, 将通过改变水平标度旋钮改变延迟扫描时基而改变窗口宽度。详情请参看扩展时基的介绍。

水平控制按键菜单：显示水平菜单。（见下表）

表2-6

功能菜单	设定	说明
主时基	——	1、打开主时基； 2、如果在视窗扩展被打开后,按主时基则关闭视窗扩展
——		
视窗扩展	——	打开扩展时基。
——		
触发释抑	——	调节释抑时间。



图2—11 水平系统界面

### 标志说明

- ①. 标志代表当前的波形视窗在内存中的位置。
- ②. 标识触发点在内存中的位置。
- ③. 标识触发点在当前波形视窗中的位置。
- ④. 水平时基(主时基)显示, 即“s/div”。
- ⑤. 触发位置相对于视窗中点的水平距离。

### 名词解释

**Y-T方式:**此方式下Y轴表示电压量, X轴表示时间量。  
**X-Y方式:**此方式下X轴表示CH1电压量, Y轴表示CH2电压量。

**慢扫描模式:**当水平时基控制设定在100ms/div或更慢, 仪器进入慢扫描采样方式。应用慢扫描模式观察低频信号时, 建议将通道耦合设置成直流。

**s-div:**(水平刻度(时基)单位, 如波形采样被停止(使用 **RUN/STOP** 键), 时基控制可扩张或压缩波形。

## 视窗扩展

视窗扩展用来放大一段波形，以便查看图像细节。视窗扩展的设定不能慢于主时基的设定。

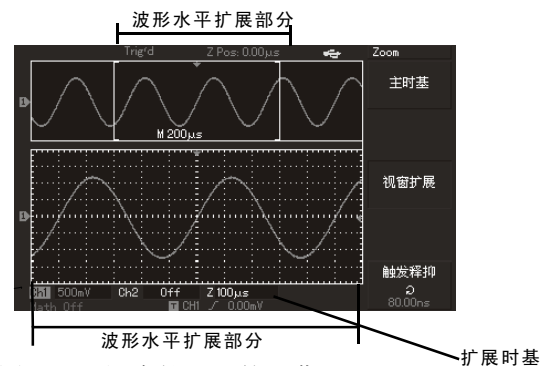


图2-12 视窗扩展下的屏幕显示

在扩展时基下，分两个显示区域，如上图所示。上半部分显示的是原波形，此区域可以通过转动水平POSITION旋钮左右移动，或转动水平SCALE旋钮扩大和减小选择区域。

下半部分是选定的原波形区域经过水平扩展的波形。值得注意的是，扩展时基相对于主时基提高

了分辨率（如上图所示）。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SCALE旋钮减小选择区域可以提高扩展时基，即提高了波形的水平扩展倍数。

## X-Y方式

此方式须CH1和CH2同时使用。选择X-Y显示方式以后，水平轴上显示CH1电压，垂直轴上显示CH2电压。

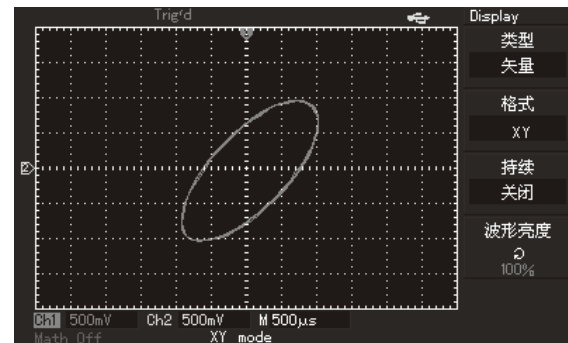


图2-13 X-Y方式下的波形显示

**注意：**数字存储示波器在正常X-Y方式下可应用任意采样速率捕获波形。欲在X-Y方式下同样可以调整采样率和通道的垂直档位且通过调节时基档位。X-Y方式缺省的采样率是 100MS/s。一般情况下，将采样率适当降低，可以得到较好显示效果的李沙育图形。以下功能在经X-Y显示方式中不起作用。

- 自动测试模式
- 光标测量模式
- 参考或数学运算波形
- 视窗扩展功能
- 触发控制

### 设置触发系统

触发决定了数字存储示波器何时开始采集数据和显示波形。一旦触发被正确设定，它可以将不稳定的显示转换成有意义的波形。数字存储示波器在开始采集数据时，先收集足够的数据用来在触发点的左方画出波形。数字存储示波器在等待触发条件发生的同时连续地采集数据。当检测到触发后，数字存储示波器连续地采集足够多的数据以在触发点的右方画出波形。数字存储示波器操作面板的触发控制区包括：触发电平调整旋钮；触发菜单按键 **TRIG MENU**；

5.7寸屏系列示波器设定触发电平在信号垂直中点的50% (UTD2000L/2000EX通过按 **SET TO ZERO** 键实现)；强制触发按键 **FORCE**。

触发电平：触发电平设定触发点对应的信号电压。  
50%：将触发电平设定在触发信号幅值的垂直点。  
FORCE：强制产生一触发信号，主要应用于触发方式中和“正常”和“单次”模式。

TRIG MENU：触发设置菜单键。

### 触发控制

触发方式：边沿、脉宽、视频和交替触发。

**边沿触发：**当触发信号的边沿到达某一给定电平时，触发产生。

**脉宽触发：**当触发信号的脉冲宽度达到设定一定的触发条件时，触发产生。

**视频触发：**对标准视频信号进行场或行触发  
(UTD2025CL/UTD2000EX系列无此功能)

**交替触发：**适用于触发没有频率关联的信号。  
下面分别对各种触发菜单进行说明。

#### 边沿触发：

边沿触发方式是在输入信号边沿的触发阈值上触发在选取“边沿触发”时，即在输入信号的上升沿、下降沿触发。

表2-7

功能菜单	设定	说明
类型	边沿	
信源选择	CH1	设置CH1作为信源触发信号
	CH2	设置CH2作为信源触发信号

	EXT EXT/5 市电 交替	设置外触发输入通道作为信源触发信号 设置外触发源除以5，扩展外触发电平范围 设置市电触发 CH1、CH2分别交替地触发各自的信号
斜率	上升 下降 上升/ 下降	设置在信号上升边沿触发 设置在信号下降边沿触发 设置在信号上升/下降边沿触发
触发方式	自动 正常 单次	设置在检测到触发条件下也能采集波形 设置只有满足触发条件时才采集波形 设置当检测到一次触发时采样一个波形，然后停止
触发耦合	交流 直流 高频抑制 低频抑制	阻挡输入信号的直流成分。 通过输入信号的交流和直流成分。 抑制信号中的80kHz以上的高频分量 抑制信号中的80kHz以下的低频分量

## 脉宽触发

脉宽触发是根据脉冲的宽度来确定触发时刻。您可以通过设定脉宽条件捕捉异常脉冲。

表2-8（第一页）

功能菜单	设定	说明
类型	脉宽	
触发源	CH1	设置CH1作为信源触发信号
	CH2	设置CH2作为信源触发信号
	EXT	设置外触发输入通道作为信源触发信号
	EXT/5	设置外触发除以5，扩展外触发电平范围
市电交替	市电	设置市电进行触发
	交替	CH1和CH2的信号交替触发
脉宽条件	大于 小于 等于	当脉冲宽度大于设定值时触发； 当脉冲宽度小于设定值时触发； 当脉冲宽度等于设定值时触发。
脉宽设置		设置脉冲宽度20ns~10s, 通过前面板上部的多用途旋钮调节。
下一页 1/2	——	进入下一页

表2-9（第二页）

功能菜单	设定	说明
类型	脉宽	
触发极性	正脉宽 负脉宽	设置正脉宽作为触发信号 设置负脉宽作为触发信号
触发方式	自动	在没有触发信号输入时，系统自动采集波形数据，在屏幕上显示扫描基线；当有触发信号产生时，则自动转为触发扫描。无触发信号时停止数据采集，当有触发信号产生时，则产生触发扫描。
	正常	每当有触发信号输入时，产生一次触发，然后停止。
	单次	
触发耦合	直流	触发信号的交流和直流分量可以通过
	交流 高频抑制	触发信号的直流成分被阻挡 阻止信号的高频成分通过，只允许低频分量通过
	低频抑制	阻止触发信号的低频成分通过，只允许高频分量通过
上一页 2/2	——	返回上一页



## 视频触发

对于5.7寸屏或7寸屏中的UTD2025CL示波器选择视频触发以后，即可在NTSC或PAL标准视频信号的场或行上触发。触发耦合预设设为直流，触发菜单见下表：

下表：

表2-10 视频触发设置

功能菜单	设定	说明
类型	视频	
触发源	CH1	CH1作为触发信号
	CH2	CH2作为触发信号
	EXT	外触发输入通道作为触发信号
	EXT/5	将外触发信号衰减5倍,作为触发信号
	交替	CH1和 CH2作为交替触发信号
标准	PAL	适用于PAL制式的视频信号
	NTSC	适用于NTSC制式的视频信号
同步	所有行	设置视频行触发同步
	指定行	设置在指定视频行触发同步,通过前面板上部的多功能旋钮调节。
	奇数场 偶数场	设置在视频奇数场上触发同步 设置在视频偶数场上触发同步

当选择标准制式为PAL，同步方式为行同步时，屏幕显示见图2-14。当同步方式为场同步时，屏幕显示见图2-15。

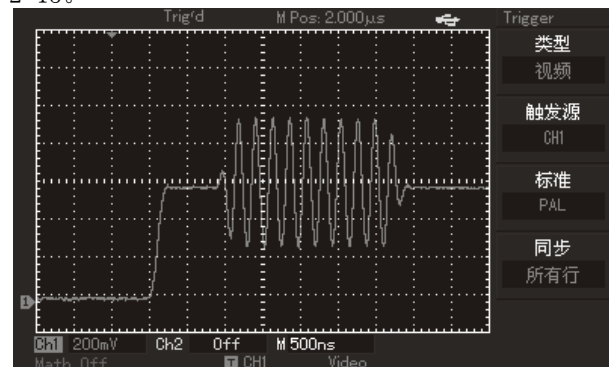


图2-14 视频触发：行同步

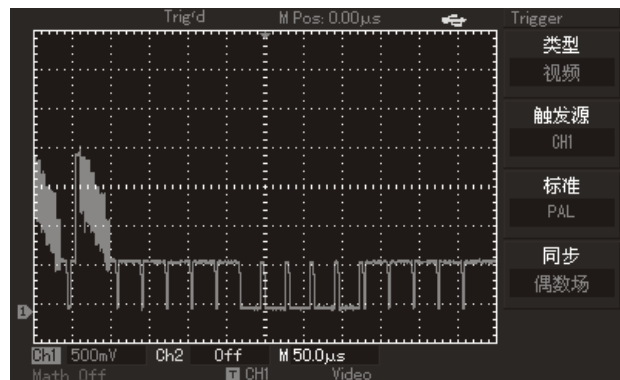


图2-15 视频触发：场同步

### 交替触发

在交替触发时，触发信号来自于两个垂直通道，这种触发方式可用于同时观察信号频率不相关的两个信号。触发交替波形显示见下图，触发交替菜单表2-11：

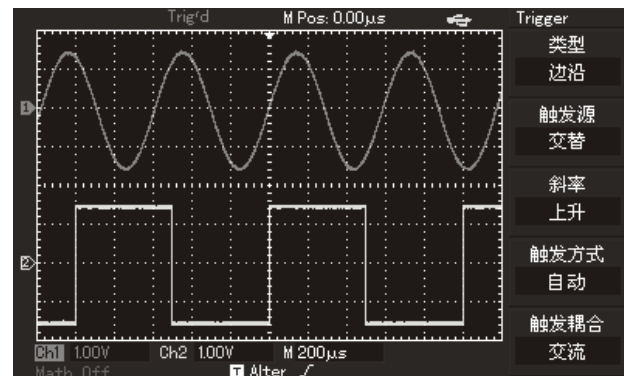


图2-16 交替触发方式观察二个不同频率的信号  
表2-11 交替触发方式设置

功能菜	设定	说明
类型	边沿	设置触发方式为边沿
触发源	交替	CH1和CH2交替触发
斜率	上升	设置触发斜率为上升沿
触发方	自动	设置触发方式为自动
触发耦	交流	设置触发耦合方式为交流

## 触发耦合方式设置

进入触发设置菜单，使您可对触发耦合方式进行设置，以获得最稳定的同步。触发耦合方式菜单见下表：

表2—12

功能菜单	设定	说明
类型	---	
触发源	---	
斜率	---	
触发方式	---	
耦合	交流	设置阻止直流分量通过
	直流	设置允许所有分量通过
	高频抑制	阻止信号的高频部分通过，只允许低频分量通过
	低频抑制	阻止信号的低频部分通过，只允许高频分量通过

## 触发释抑时间调整

使用触发释抑时间调整，可用于观察复杂波形（如脉冲串系列）。释抑时间是指数字存储示波器重新启用触发电路所等待的时间。在释抑期间，数字存储示波器不会触发，直至释抑时间结束。例如，一组脉冲系列，要求在该脉冲系列的第一个脉冲触发，则可以将释抑时间设置为脉冲串宽度。如图2—17所示。

触发释抑菜单见下表：

表2—13

功能菜单	设定	说明
主时基	---	1、打开主时基； 2、如果在视窗扩展被打开后，按主时基则关闭视窗扩展
	---	
视窗扩展	---	打开扩展时基。
---		
触发释抑		调节释抑时间

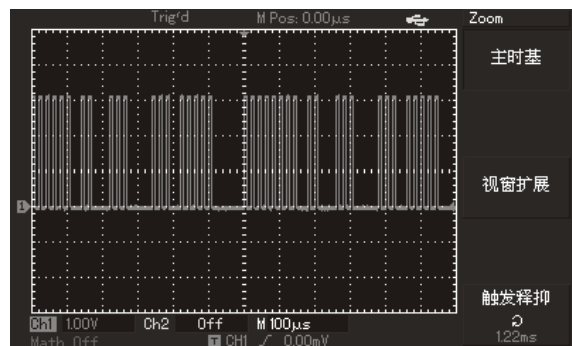


图2—17 触发释抑用以同步复杂波形

#### 操作说明

1. 首先按正常信号同步方式，选择触发 TRIG MENU 中的边沿、触发源、斜率，并调节触发电平，尽量使波形显示稳定。
2. 按下水平 HORIZ MENU 按键，显示水平菜单。
3. 调整面板上部的多用途旋钮，触发释抑时间将随之改变，直至波形显示稳定。

#### 名词解释

1、**触发源**：触发可从多种信源得到：输入通道（CH1、CH2），外部触发（EXT、EXT/5），市电。

■ **输入通道**：最常用的触发信源是输入通道（可任选一个）。被选中作为触发信源的通道，无论其输入是否被显示，都能正常工作。

■ **外部触发**：这种触发信源可用于在两个通道上采集数据的同时在第三个通道上触发。例如，可利用外部时钟或来自待测电路的信号作为触发信源。EXT、EXT/5触发源都使用连接至EXT TRIG接头的外部触发信号。EXT可直接使用信号，您可以在信号触发电平范围在-3V至+3V时使用EXT。

对于5.7寸屏示波器还可以选择EXT/5，外触发除以5，使触发范围扩展至-15V到+15V，这将使数字存储示波器能在较大信号时触发。

■ **市电**：即市电电源。这种触发方式可用来观察与市电相关的信号，如照明设备和动力提供设备之间的关系，从而获得稳定的同步。

2、**触发方式**：决定数字存储示波器在无触发事件情况下的行为方式。本数字存储示波器提供三种触发方式：自动，正常和单次触发。

■ **自动触发**：在没有触发信号输入时，系统自动采集波形数据,这样在屏幕上可显示扫描基线；当有触发信号产生时,则自动转为触发扫描,从而与信号同步。

**注意**：在扫描波形设定在50ms/div或更慢的时基上时，“自动”方式允许没有触发信号。

■ **正常触发**：数字存储示波器在普通触发方式下只有当触发条件满足时才能采集到波形。在没有触发信号时停止数据采集，数字存储示波器处于等待触发。当有触发信号产生时，则产生触发扫描

■ **单次触发**：在单次触发方式下，用户按一次“运行”按钮，数字存储示波器进入等待触发，当数字存储示波器检测到一次触发时，采样并显示所采集到的波形，然后停止。

3、**触发耦合**：触发耦合决定信号的何种分量被传送到触发电路。耦合类型包括直流，交流，低频抑制和高频抑制。

■ “直流”让信号的所有成分通过。

■ “交流”阻挡直流成分并衰减400Hz以下信号。

■ “低频抑制”阻挡直流成分并衰减低于80kHz的低频成分。

■ “高频抑制”衰减超过80kHz的高频成分。

4、**预触发/延迟触发**：触发事件之前/之后采集的数据。触发位置通常设定在屏幕的水平中心，您可以观察到5div(或6div)的预触发和延迟信息。您可以旋转水平位置调节波形的水平位移，查看更多的预触发信息。通过观察预触发数据，可以观察到触发前的波形情况。例如捕捉到电路启动时刻产生的毛刺,通过观察和分析预触发数据,就能帮助查出毛刺产生的原因。

## 设置采样系统

如下图所示，在控制区的 **ACQUIRE** 为采样系统的功能按键。



图2-18 采样系统功能按键

使用 **ACQUIRE** 按键，弹出采样设置菜单，通过菜单控制按钮调整采样方式。

表2-14 采样菜单

功能菜单	设定	说明
获取方式	采样 峰值检测 平均	打开普通采样方式 打开峰值检测方式 设置平均采样方式并显示平均次数
平均次数	2~256	设置平均次数，以2的倍数步进，从2、4、8、16、32、64、128、256。改变平均次数通过图2-18中，左侧的多用途旋钮选择。
---		
采样方式	实时 等效	设置采样方式为实时采样 设置采样方式为等效采样
快速采集	开  关	以高的屏幕刷新率的方式采集，以更好的真实反映波形动态效果 关闭快速采集

通过改变获取方式的设置，观察因此造成的波形显示变化。如果信号中包含较大的噪声，当未采用平均方式和采用32次平均方式时，采样的波形显示见下图2-19及图2-20

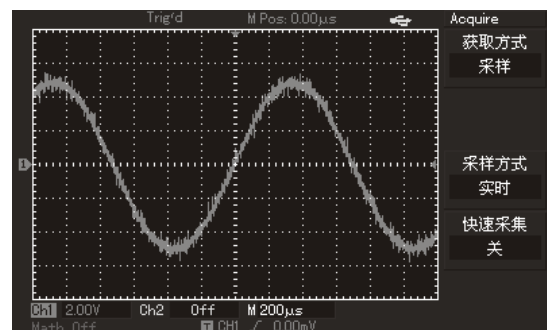


图2-19 未采用平均的波形

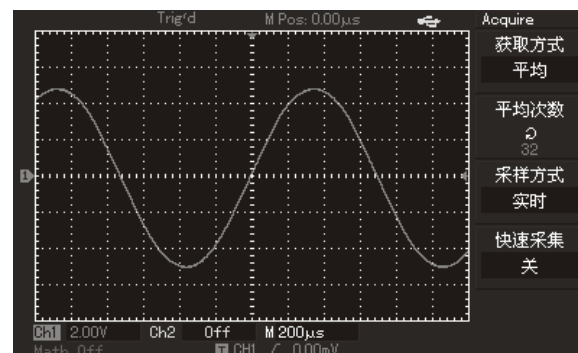


图2-20 采用32次平均的波形

注意：

- 1、观察单次信号请选用实时采样方式。
- 2、观察高频周期性信号请选用等效采样方式。
- 3、希望观察信号的包络避免混淆，请选用**峰值检测**方式。期望减少所显示信号中的随机噪声，请选用平均采样方式，且平均值的次数可以以2的倍数步进，从2到256设置平均次数选择。

**名词解释**

**实时采样：**即一次采集完所需要的数据。

**等效采样：**即重复采样方式。等效采样方式利于细致观察重复的周期性信号，使用等效采样方式可得到比实时采样高得多的水平分辨率。

**采样方式：**分为等效和实时两种。

**峰值检测方式：**在这种获取方式下，数字存储示波器在每个采样间隔中找到输入信号的最大值和最小值并使用这些值显示波形。这样，数字存储示波器就可以获取并显示窄脉冲，否则这些窄脉冲在“采样”方式下可能已被漏掉。在这种方式下，噪声看起来也会更大。

**平均方式：**在这种获取方式下，数字存储示波器获取几个波形，求其平均值，然后显示最终波形。可以使用此方式来减少随机噪声。

**设置显示系统**

如下图所示，在控制区的 DISPLAY 为显示系统的功能按键。



图2-21 采样系统功能按键

使用 DISPLAY 按钮弹出下图所示设置菜单。通过菜单控制按钮调整显示方式。



表2-15 显示菜单

功能菜单	设定	说明
显示类型	矢量点	采样点之间通过连线的方式显示 只显示采样点
格式	YT XY	数字存储示波器工作方式 X-Y显示器方式，CH1为X输入， CH2为Y输入。
持续	关闭 1s 2s 5s 无限	屏幕波形实时更新； 1s 屏幕的波形数据保持1s后更新 2s 屏幕的波形数据保持2s后更新 5s 屏幕的波形数据保持5s后更新 无限 屏幕上原有的波形数据一直保持显示，如果有新的数据将不断加入显示，直至该功能被关闭。
——		
波形亮度	1% - 100%	设置波形亮度（UTD2000C/ 3000C无此功能）

关键点：

**显示类型：** 矢量显示将填充显示中相邻采样点间的空白，点显示只显示采样点。

## 存储和调出

如下图所示，在MENU控制区的[STORAGE]为存储系统的功能按键



图2-22 采样系统功能按键（存储）

使用 STORAGE 按键显示存储设置菜单，您可将示波器的波形或设置状态保存到内部存储区或U盘上，并能通过RefA(或RefB)从其中调出所保存的波形，或通过 STORAGE 按键调出设置状态；在U盘插入时，可将示波器的波形显示区以位图的格式存储到U盘的DSO目录，通过PC机可读出所保存的位图。

**操作步骤:**

按 STORAGE 进入类型菜单, 类型有三种: 波形、设置和位图。

- 1、选择类型波形进入下面波形存储菜单, 见表2-16; 波形保存完后请在本章第二节<sup>[REF]</sup>(参考波形, 第22页)菜单中调出, 具体详见<sup>[REF]</sup>操作步骤。

表2-16 波形存储菜单 (第一页)

功能菜单	设定	说明
类型	波形	选择波形保存和调出菜单
信源	CH1 CH2	选择波形来自CH1通道 选择波形来自CH2通道
存储位置	1~20	1~20分别代表存放20组波形的位置; 存储到USB上则有200组波形位置。 (存储位置数量根据机型有所不同)
保存	—	存储波形
下一页 1/2	—	进入下一页

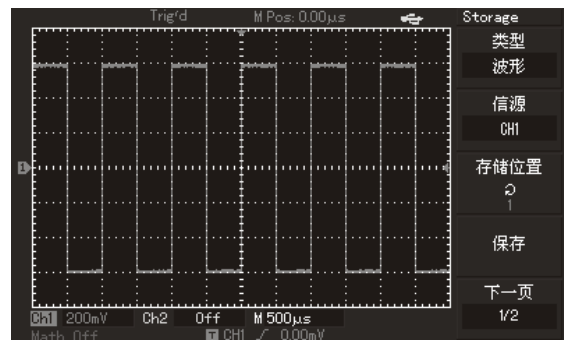


图2-23 波形存储

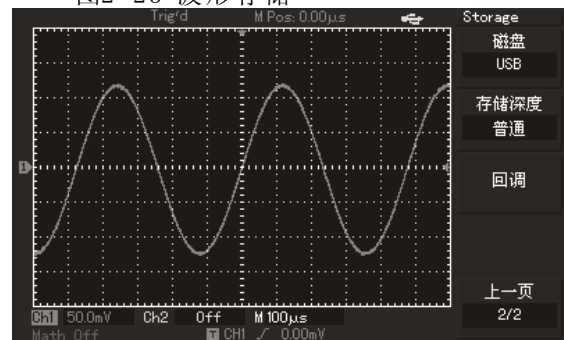


图2-24 用U盘进行波形存储

表2-17 存储菜单（第二页）

功能菜单	设定	说明
磁盘	DSO USB	选择数字存储示波器内部存储器；选择外部U盘。（只有在插入U盘后才能使用该功能）
存储深度	普通 长存储	设置存储深度为普通（数据存储至U盘时，只能在REF区域调用。） 设置存储深度为长存储（注：只有在插入U盘后才能激活该功能；数据存储至U盘时，只能使用计算机通讯软件或波形分析软件装载功能调用。）
上一页 2/2	——	返回上一页

2、选择设置进入设置存储菜单，见表2-18

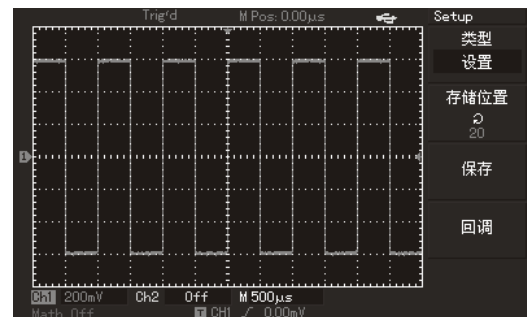


图2-25 设置存储

表2-18 设置存储菜单

功能菜单	设定	说明
设置		选择面板设置菜单
设置 (存储位置)	1~20	可保存20组面板操作设置，由前面板上部的多用途旋钮选择(位置数量根据机型而不同)
保存		保存设置
回调		调出设置

3、选择位图进入位图存储菜单，见表2-19。

备注:该项功能只有在插入U盘后才能调出使用。

表2-19 位图存储菜单

功能菜单	设定	说明
位图		选择位图菜单
存储位置	1~200	可保存200个位图数据,由前面板上部的多用途旋钮选择(UTD2000C系列为1~10)”
保存		保存位图数据

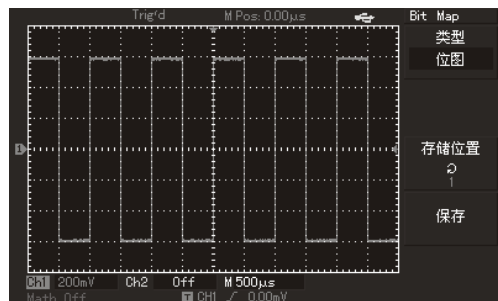


图2-26 位图存储

### 辅助功能设置

如下图所示，在MENU控制区的 UTILITY 为辅助功能按键。



图2-27 采样系统功能按键（功能）

使用 UTILITY 按键弹出辅助系统功能设置菜单。  
表2-20（第一页）

功能菜单	设定	说明
自校正	执行 取消	执行自校正操作 取消自校正操作,并返回上一页。
通过检测	见表 2-23	设置波形Pass/Fail操作 (仅UTD2000E/3000E和UTD2025C/3025C、UTD2025CL有此功能)
波形录制	见表 2-22	设置波形录制操作
语言	多国 语言	选择界面语言

表2-21-1 (第二页)

功能菜单	设定	说明
出厂设置		设置调出厂设置
快速校正	打开/关闭	打开/关闭通道快速校正功能,此功能仅在2mV/div至10mV/div时有效(仅UTD2025C/3025C有此功能)
界面风格	风格1 风格2 风格3 风格4	设置数字存储示波器的界面风格,四种风格。

网格亮度	1%-100%	通过多用途旋钮调节屏幕的网格亮度,UTD2000C/3000C无此功能
下一页 2/3	——	进入下一页

表2-21-2 (第三页)

功能菜单	设定	说明
系统信息	——	显示当前示波器系统信息
频率计*	——	打开/关闭频率计功能
第一页3/3	——	返回第一页

注: UTD2000C/3000C系列除25MHz示波器外无此功能

表2-22 波形录制菜单

功能菜单	设定	说明
信源	CH1 CH2 CH1+CH2	选择CH1作为录制信号源 选择CH2作为录制信号源 选择CH1+CH2作为录制信号源
操作	●	录制键,按下该键,即进行录制,同时在屏幕下方显示已被录制的屏数。

操作	▶	1、回放键。 2、当按下该键时,进入回放,并且在屏幕右下角显示当前被回放的屏数编号,此时如果旋转面板上部的多用途旋钮控制器,可使回放中止,但继续旋转则可选择其中某一屏的波形反复回放。 3、如果需要继续全部回放,则先按■停止,再按▶即可。 4、最多录制1000屏数据。
	■	停止录制
保存	1~200	如果有U盘插入,可以存储最新录制的波形,通过多用途旋钮选择存储位置。
回调	1~200	从U盘调出录制的波形,通过多用途旋钮选择录制位置。
返回	—	返回上级菜单

表2-23 通过检测

功能菜单	设定	说明
检测状态	打开 关闭	打开/关闭波形pass/fail次数信息
信源	CH1 CH2 MATH RefA RefB	选择CH1作为检测信号源 选择CH2作为检测信号源 选择MATH作为检测信号源 选择RefA作为检测信号源 选择RefB作为检测信号源
输出条件	Pass Pass/Halt Fail/Halt Fail	检测波形pass时输出并发提示 检测波形pass时输出并暂停 检测波形fail时输出并暂停 检测波形fail时输出并发
模板设置	见表2-24	进入模板设置菜单
返回	/	返回到上一菜单

表2-24 模板设置

功能菜单	设定	说明
模板输出	/	根据调整建水平和垂直的Pass/Fail容限范围
水平	1-200Pixel	设置水平容限范围
垂直	1-100Pixel	设置垂直容限范围
返回	/	返回到通过检测菜单

**要点说明：**

**自校正：**自校正程序可以校正由于环境等变化导致数字存储示波器产生的测量误差，您可以根据需要运行该程序。为了校准更为准确，请开启数字存储示波器电源，然后等待仪器预热30分钟，再按 **[UTILITY]** 键（辅助功能），并按屏幕上的提示进行操作。

**语言选择：**

UTD2000/3000系列数字存储示波器有多种语言种类。要想选择显示语言，请按下 **[UTILITY]** 菜单按钮，选择适当的语言。

**自动测量**

如下图所示，**[MEASURE]**为自动测量功能按键。下面的介绍将使您逐渐熟悉UTD2000/3000系列数字存储示波器所具有的强大的自动测量功能。



图2-28 采样系统功能按键（自动测量）

### 应用实例

本系列示波器的测量菜单可测量28种波形参数。按 **MEASURE** 键首先进入参数测量显示菜单，该菜单有5个可同时显示测量值的区域，分别对应于功能键F1~F5。对于任一个区域需要选择测量种类时，可按相应的F键，以进入测量种类选择菜单。测量种类选择菜单分为电压类和时间类两种，可分别选择进入电压或时间类的测量种类，并按相应的F1~F5 选择测量种类后，退回到参数测量显示菜单。另外，还可按 **F5** 选择“所有参数”显示电压类和时间类的全部测量参数；按 **F2** 可选择要测量的通道（通道开启才有效），若不希望改变当前的测量种类，可按 **F1** 返回到参数测量显示菜单。

例1：如果要求在 F1 区域显示CH2通道的测量峰峰值，其步骤如下：

- 1、按 **F1** 键进入测量种类选择菜单；
- 2、按 **F2** 选择通道2 (**CH2**)；
- 3、按 **F3** 选择电压类；
- 4、按 **F5**（下一页2/4）可看到 **F3** 的位置就是

“**峰峰值**”；

5、按 **F3** 即选择了“峰峰值”并自动退回到参数测量显示菜单；

测量菜单首页，峰峰值已显示在 **F1** 区域。

例2：延迟测量的设置。延迟测量功能用于测量二个信源的上升沿之间的时间间隔，即从某一信源的第一个周期的上升沿到另一信源的第一个周期上升沿的时间间隔。测量步骤如下：

- 1、在进入测量菜单后，参照上例，选择延迟测量值所显示的区域（时间类的第3/3页）；
- 2、按 **F2** 键进入延迟菜单；
- 3、选择参考信源：**CH1**；然后再选择延迟信源：**CH2**。

4、按 **F5** 键确认，延迟测量已显示在所选区域。

### 电压参数的自动测量

UTD2000/3000系列示波器可以自动测量的电压参数包括：

- 峰峰值(V<sub>pp</sub>)：波形最高点至最低点的电压值。  
最大值(V<sub>max</sub>)：波形最高点至GND(地)的电压值。



最小值(Vmin): 波形最低点至GND(地)的电压值。

中间值(Vmid): 波形顶端与底端电压值和的一半。

幅度(Vamp): 波形顶端至底端的电压值。

中间值(Vmid): 波形顶端与底端电压值和的一半。

顶端值(Vtop): 波形平顶至GND(地)的电压值。

底端值(Vbase): 波形底端至GND(地)的电压值。

过冲(Overshoot): 波形最大值与顶端值之差与幅值的比值。

预冲(Preshoot): 波形最小值与底端值之差与幅值的比值。

平均值(Average): 1个周期内信号的平均幅值。

均方根值(Vrms): 即有效值。依据交流信号在1周期时所换算产生的能量, 对应于产生等值能量的直流电压, 即均方根值。

#### 时间参数的自动测量

UTD2000/3000系列示波器可以自动测量信号的频率、周期、上升时间、下降时间、正脉宽、负脉宽、延迟(9种组合)、正占空比、负占空

比, 十种时间参数的自动测量。这些时间参数的定义是:

上升时间(RiseTime): 波形幅度从10%上升至90%所经历的时间。

下降时间(FallTime): 波形幅度从90%下降至10%所经历的时间。

正脉宽(+Width): 正脉冲在50%幅度时的脉冲宽度。

负脉宽(-Width): 负脉冲在50%幅度时的脉冲宽度。

延迟(上升沿): 上升沿到上升沿的延迟时间。延迟(下降沿): 下降沿到下降沿的延迟时间。

正占空比(+Duty): 正脉宽与周期的比值。

负占空比(-Duty): 负脉宽与周期的比值。

#### 测量菜单

操作说明: 首先按 **MEASURE** 键, 屏幕显示5个测量值的显示区域, 用户可按 **F1**~**F5** 中的任一键, 则屏幕进入测量选择菜单, 如表2-25所示:

表2-25

功能菜单	设定	说明
返回		返回到参数测量显示菜单
信源	CH1	选择测量参数的通道
	CH2	选择测量参数的通道
电压类		进入电压类的参数菜单
时间类		进入时间类的参数菜单
所有参数		显示/关闭所有测量参数

其中，“电压类”所包含的菜单如表2-26到2-29所示：

表2-26

功能/测量项目	说明
返回	返回到表2-25所示的菜单
预冲	选择后返回参数测量显示菜单并替换原位置参数
幅度	同上
过冲	同上
下一页(1/4)	翻页

表2-27

功能/测量项目	说明
上一页	返回到上一页
平均值	选择后返回参数测量显示菜单并替换原位置参数
峰峰值	同上
均方根	同上
下一页(2/4)	翻页

表2-28

功能/测量项目	说明
上一页	返回到上一页
顶端值	选择后返回参数测量显示菜单并替换原位置参数
底端值	同上
中间值	同上
下一页(3/4)	翻页

表2-29

功能/测量项目	说明
上一页	返回到上一页
最大值	选择后返回参数测量显示菜单并替换原位置参数
最小值	同上
---	---
下一页(4/4)	返回到第一页(表2-26所示)

“时间类”所包含的菜单如表2-30到2-32所示:

表2-30

功能/测量项目	说明
返回	返回到表2-25所示的菜单
频率	选择后返回参数测量显示菜单并替换原位置参数
周期	同上
上升时间	同上
下一页(1/3)	翻页

表2-31

功能/测量项目	说明
上一页	返回到上一页
下降时间	选择后返回参数测量显示菜单并替换原位置参数
正脉宽	同上
负脉宽	同上
下一页(2/3)	翻页

表2-32

功能/测量项目	说明
上一页	返回到上一页
延迟	选择后进入延迟选项菜单(如表2-32a)
正占空比	选择后返回参数测量显示菜单并替换原位置参数
负占空比	同上
第一页(3/3)	返回到第一页(表2-30所示)

表2-32a延迟选项菜单

功能	设定	说明
通道	CH1/CH2/MATH	选择被测通道
通道	CH1/CH2/MATH	
---	---	
---	---	
确定		选择后返回参数测量显示菜单并替换原位置参数

### 光标测量

按下[CURSOR]按钮显示测量光标和光标菜单，然后使用多用途旋钮控制器改变光标的位置。如下图所示，在MENU控制区的[CURSOR]为光标测量功能按键。



图2-29 采样系统功能按键（光标）

用户在 [CURSOR] 模式可以移动光标进行测量，有三种模式：电压、时间和跟踪。当测量电压时，按面板上的 [SELECT] 和 [COARSE] 键，以及多用途旋钮控制器，分别调整二个光标的位置，即可测量  $\Delta V$ ，同理如果选择时间可测量  $\Delta T$ 。在跟踪方式下，并且有波形显示时，可以看到数字存储示波器的光标会自动跟踪信号变化。

备注：对于5.7寸屏示波器

1. [SELECT] 键的作用是：对光标进行选择。
2. [COARSE] 键的作用是：调节移动光标的速度。

对于7寸屏示波器：

按下多功能旋钮键可以对光标进行选择；根据旋转的快慢变换移动光标的速度。

1. 电压/时间测量方式：光标1或光标2将同时出现，由多用途旋钮控制器来调整光标在屏幕上的位置，由 [SELECT] 键（或多功能旋钮键）选择调整哪一个光标。显示的读数即为二个光标之间的电压或时间值。
2. 跟踪方式：水平与垂直光标交叉成为十字光标。十字光标自动定位在波形上，通过旋转多用途旋

钮控制器，可以调整十字光标在波形上的水平位置。数字存储示波器同时显示光标点的坐标。

3. 当光标功能打开时，测量数值自动显示于屏幕右上角。

#### 使用运行按键

在数字存储示波器前面板上最右上角，有一个按键：[RUN/STOP]，当按下该键并有绿灯亮时，表示运行状态，如果按键后出现红灯亮则为停止。



图2-30 运行/停止键

**自动设置：**

自动设置用以简化操作，见上图。按下 **AUTO** 按键时，数字存储示波器能自动根据波形的幅度和频率，调整垂直偏转系数和水平时基档位，并使波形稳定地显示在屏幕上。在进行自动设置时，系统设置如下表：

功能	设置
获取方式	采样
显示格式	设置为YT
水平位置	自动调整
秒/格	根据信号频率调整
触发耦合	交流
触发释抑	最小值
触发电平	设为50%
触发模式	自动
触发源	设置为CH1，但如果CH1无信号，CH2施加信号时，则设置到CH2。
触发斜率	上升
触发类型	边沿
垂直带宽	全部
伏/格	根据信号幅度调整

**RUN/STOP:** 连续采集波形或停止采集。

该键使波形采样在运行和停止间切换。在运行状态下该键绿灯亮，屏幕上部显示“Auto”，数字存储示波器连续采集波形，而在停止状态下该键红灯亮，屏幕上部显示“Stop”数字存储示波器停止采集。

### 第三章 应用示例

#### 例一：测量简单信号

观测电路中一未知信号，迅速显示和测量信号的频率和峰峰值。

1. 欲迅速显示该信号，请按如下步骤操作：

- ①. 将探头菜单衰减系数设定为10×，并将探头上的开关设定为10×。
- ②. 将CH1的探头连接到电路被测点。
- ③. 按下[AUTO]按钮。  
数字存储示波器将自动设置使波形显示达到最佳。在此基础上，您可以进一步调节垂直、水平档位，直至波形的显示符合您的要求。

#### 2. 进行自动测量信号的电压和时间参数

数字存储示波器可对大多数显示信号进行自动测量。欲测量信号频率和峰峰值，请按如下步骤操作：

- ①、按[MEASURE]按键，以显示自动测量菜单；
- ②、按下[F1]，进入测量菜单种类选择；
- ③、按下[F3]，选择电压类；

④、按下[F5]翻至2/4页，再按[F3]选择测量类型：

峰峰值；

⑤、按下[F2]，进入测量菜单种类选择，再按[F4]选择时间类；

⑥、按[F2]即可选择测量类型：频率。

此时，峰峰值和频率的测量值分别显示在[F1]和[F2]的位置。

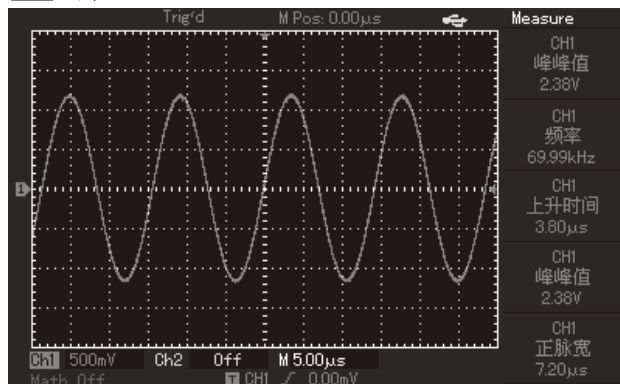


图3-1 自动测量

**例二：观察正弦波信号通过电路产生的延时**

与上例相同,设置探头和数字存储示波器通道的探头衰减系数为10×。将数字存储示波器CH1通道与电路信号输入端相接,CH2通道则与输出端相接。

**操作步骤：****1. 显示CH1通道和CH2通道的信号：**

- ①. 按下[AUTO]按钮。
- ②. 继续调整水平、垂直档位直至波形显示满足您的测试要求。
- ③. 按 [CH1] 按键选择CH1, 旋转垂直位置旋钮, 调整CH1波形的垂直位置。
- ④. 按 [CH2] 按键选择CH2, 如前操作, 调整CH2波形的垂直位置。使通道1、2的波形既不重叠在一起, 又利于观察比较。

**2. 测量正弦信号通过电路后产生的延时, 并观察波形的变化。****①. 自动测量通道延时**

按[MEASURE]按钮以显示自动测量菜单。

按 [F1] 键, 进入测量菜单种类选择;

按 [F4] 键, 进入时间类测量参数列表;

按两次 [F5] 键, 进入3/3页;

按 [F2] 键, 选择延迟测量;

按 [F1] 键, 选择从[CH1], 再按下 [F2] 键, 选择到[CH2], 然后按 [F5] 确定键。

此时, 您可以在[F1]区域的“CH1-CH2延迟”下看到延迟值。

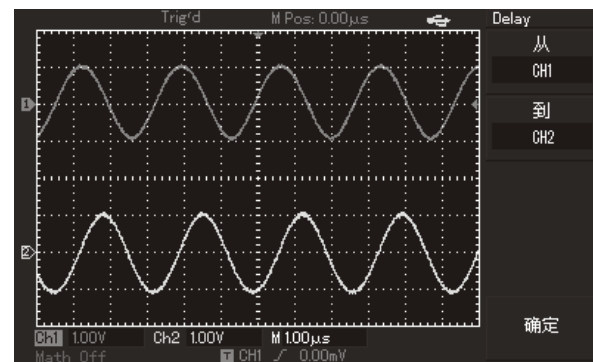
**②. 观察波形的变化 (见下图)**

图3-2：波形延时



### 例三：捕捉单次信号

数字存储示波器的优势和特点在于可能方便地捕捉脉冲、毛刺等非周期性的信号，若捕捉一个单次信号，首先需要对此信号有一定的检验知识，才能设置触发电平和触发沿。例如，如果脉冲是一个TTL电平的逻辑信号，触发电平应该设置成2伏左右，触发沿设置成上升沿触发。如果对于信号的情况不确定，可以通过自动或普通的触发方式先行观察，以确定触发电平和触发沿。

操作步骤如下：

1. 如前例设置探头和CH1通道的衰减系数。
2. 进行触发设定。
  - ①. 按下触发控制区域[MENU]按钮，显示触发设置菜单。
  - ②. 在此菜单下分别应用[F1]~[F5]键菜单操作键设置触发类型为 **边沿**、触发源选择为 **CH1**、斜率为 **上升**、触发方式为 **单次**、触发耦合为 **交流**。
  - ③. 调整水平时基和垂直档位至适合的范围。
  - ④. 旋转TRIGGER LEVEL旋钮，调整适合的触发电平。
  - ⑤. 按[RUN/STOP]执行按钮，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，显示在屏幕上。利用此功能可以轻易捕捉到偶然发生的事件，例如幅度较大的突发性毛刺：将触发电平设置到刚刚高于正常信号电平，按[RUN/STOP]按钮开始等待，则当毛刺发生时，机器自动触发并把触发前后一段时间的波形记录下来。通过旋转面板上水平控制区域的水平POSITION旋钮，改变触发位置的水平位置可以得到不同长度的负延迟触发，便于观察毛刺发生之前的波形。

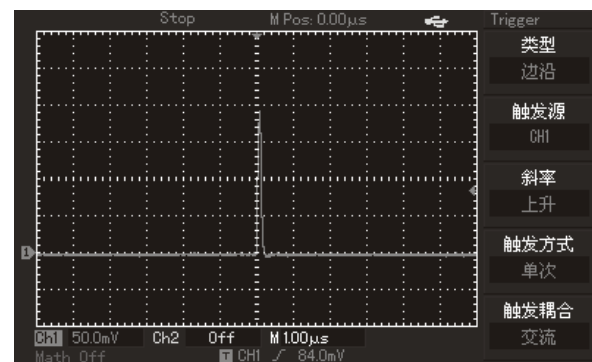


图3-3 单次信号

#### 例四：减少信号上的随机噪声

如果被测试的信号上叠加了随机噪声，您可以通过调整本数字存储示波器的设置，滤除或减小噪声，避免其在测量中对本体信号的干扰。（波形见下图）

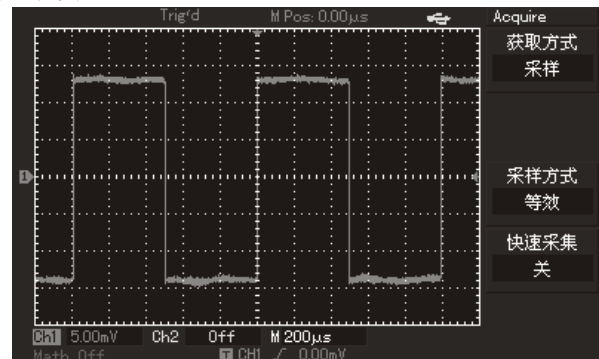


图3-4 减少信号上的随机噪声

操作步骤如下：

1. 如前例设置探头和CH1通道的衰减系数。
2. 连接信号使波形在数字存储示波器上稳定地显示。操作参见前例，水平时基和垂直档位的调整见前

章相应描述。

#### 3. 通过设置触发耦合改善触发。

- (1) 按下触发区域 **MENU** 按钮, 显示触发设置菜单。
- (2) 触发耦合置于**低频抑制**或**高频抑制**。低频抑制是设定一高通滤波器, 可滤除80kHz以下的低频信号分量, 允许高频信号分量通过。高频抑制是设定一低通滤波器, 可滤除80kHz以上的高频是设定一低通滤波器, 可滤除80kHz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。

#### 4. 通过设置采样方式减少显示噪声

- ① 如果被测信号上叠加了随机噪声, 导致波形过粗。可以应用平均采样方式, 去除随机噪声的显示, 使波形变细, 便于观察和测量。取平均值后随机噪声被减小而信号的细节更易观察。具体的操作是: 按面板菜单区域的 **ACQUIRE** 按钮, 显示采样设置菜单。按 **F1** 键菜单操作键设置获取方式为**平均** 状态, 然后按 **F2** 键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。（见下图）

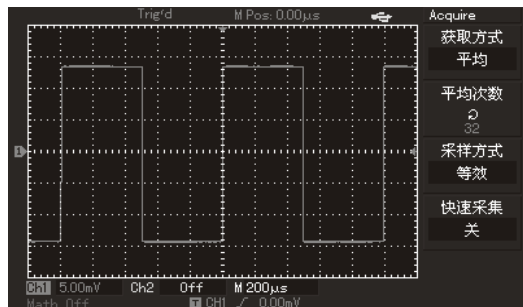


图3-5 信号噪声被抑制

②. 减少显示噪声也可以通过降低波形亮度来实现。

注意：使用平均采样方式会使波形显示更新速度变慢，这是正常现象。

#### 例五：应用光标测量

本数字存储示波器可以自动测量28种波形参数。

所有的自动测量参数都可以通过光标进行测量。

使用光标可迅速地对波形进行时间和电压测量。

#### 测量阶梯信号的一个阶梯电压

欲测量阶梯信号的一个阶梯电压，请按如下步骤操作：

1. 按下 **CURSOR** 按键以显示光标测量菜单。
2. 按下 **F1** 键菜单操作键设置光标类型为电压。
3. 旋转多用途旋钮控制器将光标1置于阶梯信号的一个阶梯处。
4. 按 **SELECT** 或 **PUSHSELECT** 使光标被选中，然后再旋转多用途旋钮控制器，将光标2置于阶梯信号的另一个阶梯处。

光标菜单中则自动显示 $\Delta V$ 值，即该处的压差。

见下图。

注：如果用光标测量时间，仅按上述第二步中，将光标类型设置为时间。

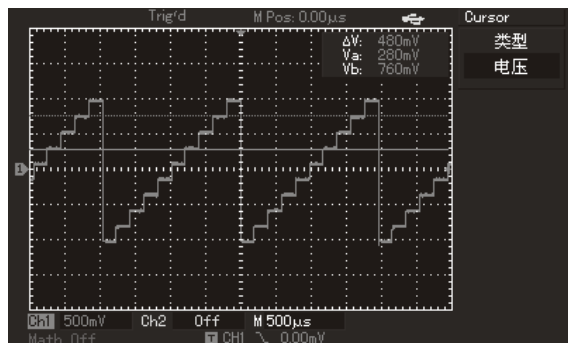


图3-6 光标测量信号电压差

#### 例六：X-Y功能的应用

查看两通道信号的相位差

实例：测试信号经过一电路产生的相位变化。将数字存储示波器与电路连接，监测电路的输入输出信号。欲以X-Y坐标图的形式查看电路的输入输出，请按如下步骤操作：

1. 将探头菜单衰减系数设定为10×，并将探头上的开关设定为10×。
2. 将CH1的探头连接至网络的输入，将CH2的探头连接至网络的输出。
3. 若通道未被显示，则按下 **[CH1]** 和 **[CH2]** 菜单按键，打开二个通道。
4. 按下 **[AUTO]** 按钮。
5. 调整垂直标度旋钮使两路信号显示的幅值大约相等。
6. **[DISPLAY]** 菜单按键，以调出显示控制菜单。
7. 按 **[F2]** 以选择 X-Y。数字存储示波器将以李沙育 (Lissajous) 图形模式显示该电路的输入输出特征。

8. 调整垂直标度和垂直位置旋钮使波形达到最佳效果。
9. 应用椭圆示波图图形法观测并计算出相位差。(见下图)

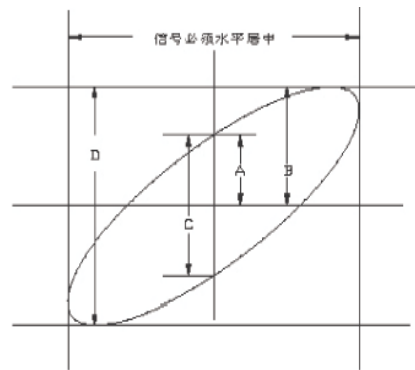


图3-7

根据 $\sin \theta = A/B$ 或 $C/D$ ，其中 $\theta$ 为通道间的相差角，A、B、C、D的定义见上图。因此可得出相差角即 $\theta = \pm \arcsin(A/B)$ 或者 $\theta = \pm \arcsin(C/D)$ 。如果椭圆

的主轴在I、III象限内，那么所求得的相位差角应在I、IV象限内，即在 $(0 \sim \frac{\pi}{2})$ 或 $(\frac{3\pi}{2} \sim 2\pi)$ 内。如果椭圆的主轴在II、IV象限内，那么所求得的 $(\frac{\pi}{2} \sim \pi)$ 或 $(\pi \sim \frac{3\pi}{2})$ 内。另外，如果二个被测信号的频率或相位差为整数倍时，根据图形可以推算出两信号之间频率及相位关系。

10. X-Y 相位差表：

信号 频率比	相位差					
	0度	45度	90度	180度	270度	360度
1: 1	/	o	○	\	○	/

### 例七：视频信号触发

除UTD2000L/2000EX系列外其他型号都可以使用视频触发功能(其中UTD2025CL例外，该机型有视频触发功能)。观测某视频电路，应用视频触发并获得稳定的视频输出信号显示。

#### 视频场触发

欲在视频场上触发，请按如下步骤操作：

1. 按下触发控制区域 **MENU** 按钮以显示触发菜单。
2. 按下 **F1** 键菜单操作键选择类型为 **视频**。
3. 按下 **F2** 键菜单操作键设置触发源选择为 **CH1**。
4. 按下 **F3** 键菜单操作键选择视频标准为 **PAL**。
5. 按下 **F4** 键菜单操作键选择同步为 **奇数场** 或 **偶数场**。
6. 应用水平控制区域的水平SCALE旋钮调整水平时基，以得到清晰的波形显示。

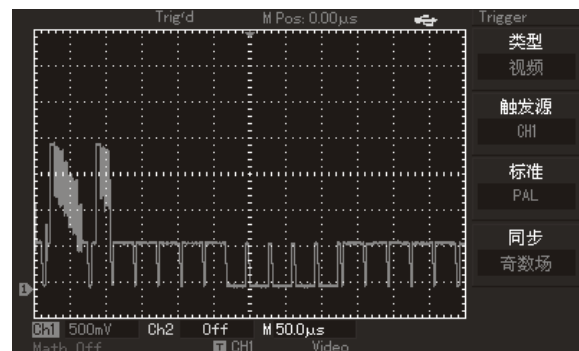


图3-8 视频场触发

#### 视频行触发

欲在视频行上触发，请按如下步骤操作：

1. 按下触发控制区域触发 **MENU** 按钮以显示触发菜单。
2. 按下 **F1** 键菜单操作键选择 **视频**。
3. 按下 **F2** 键菜单操作键设置触发源选择为 **CH1**。
4. 按下 **F3** 键菜单操作键选择视频标准为 **PAL**。
5. 按下 **F4** 键菜单操作键选择同步为 **指定行**。
6. 旋转多用途旋钮控制器在任意一行处触发。

7. 应用水平控制区域的水平SCALE旋钮调整水平时基，以得到清晰的波形显示。

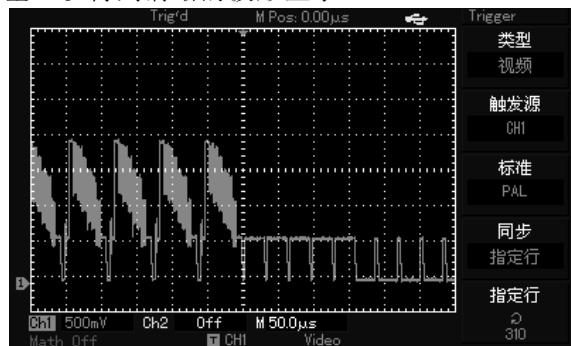


图3-9 视频行触发

Pass/Fail接口示意图



后面板Pass/Fail输出

#### 例八：Pass/Fail检测

检测输入信号是否在规则范围之内，超出范围即为Fail, 反之则为Pass, 并且可以通过后面板的Pass/Fail输出输出端口输出Pass/Fail信号.

1. 按下 $\text{UTILITY}$ 按钮，再按 $\text{F2}$ 进入Pass/Fail菜单；
2. 设置信源：进入Pass/Fail菜单，按 $\text{F2}$ 设置信源；
3. 模板设置：按下 $\text{F4}$ 进入模板设置菜单（Template）；在Template菜单中，按下 $\text{F2}$ 和 $\text{F3}$ ，通过多功能旋钮来设置水平和垂直的容限范围（即水平：1-200Pixel；垂直：1-100Pixel）再按下 $\text{F1}$ ，最后按下 $\text{F4}$ 返回到Pass/Fail菜单；
4. 设置输出条件：在Pass/Fail菜单中，按 $\text{F3}$ 设置输出条件；
5. 开始检测：在Pass/Fail菜单中，按下 $\text{F1}$ 将检测状态打开。

#### 例九：使用U盘升级程序

使用U盘升级程序，使用户升级程序时更方便，更灵活。若需要使用此功能请按如下步骤进行：

1. 从网上下载需要更新的程序文件，并且存放在U盘上（建议使用我们所推荐的U盘）
2. 关闭示波器，然后插入U盘，再打开示波器。
3. 如果U盘只存在一个程序文件，则会转到确认是否更新的界面，再按[F5]进行更新，如按[F1]则为退出更新程序操作。如果U盘上存在两个或两个以上的程序文件会出现选择文件的界面，可通过多用途旋钮进行选择所需要更新的程序文件，然后按[F5]进行确认(如按[F1]则为退出更新程序操作)，此时会转到确认是否更新的界面，再按[F5]进行更新。
4. 等待更新完会出现更新成功的提示，此时请关闭示波器，再打开示波器则更新程序完成。

注意事项：

1. 更新过程可能需要几分钟时间，请耐心等待。
2. 正在更新中时，不能关断示波器电源或拔出U

盘，否则会导致升级失败或出现不可预知的错误。

3. 如果更新失败，则请关闭示波器，再打开示波器，则可重新进行更新操作。



**例十：使用存储功能**

示波器的存储功能包括：设置存储，波形存储，位图存储以及UTD2000L/2000EX系列示波器特有的屏幕拷贝功能。

**1. 设置存储功能：**

选择示波器的显示通道，触发通道，垂直和水平档等完成你的示波器设置。按下 $\boxed{\text{STORAGE}}$ 键，在通过按 $\boxed{\text{F1}}$ 键选择存储的类型为“设置”，通过多功能选钮选择需要存储的位置，再按 $\boxed{\text{F3}}$ 保存。如下图所示。

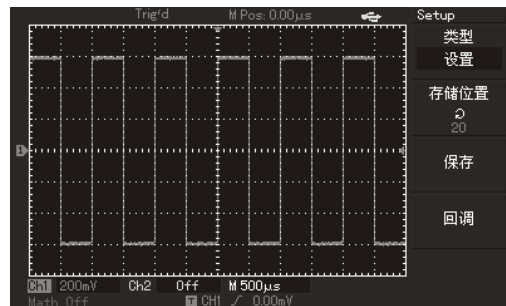


图3-10 存储设置保存界面

当设置保存完成后，下次测试时只需要回调保存的设置就可以直接测试，减少重新设置的过程。UTD2000C系列示波器可以保存10种设置，UTD2000L/2000EX系列示波器可以保存20种设置。

**2. 波形存储功能：**

UTD2000系列示波器提供波形保存功能。按下 $\boxed{\text{STORAGE}}$ 键，再通过按 $\boxed{\text{F1}}$ 键选择存储的类型为“波形”；按 $\boxed{\text{F2}}$ 可以选择你需要保存波形的通道；再按 $\boxed{\text{F5}}$ 进入下一页。F1菜单位置的磁盘指示存储的位置，在未插入U盘的情况下，默认的存储位置为数字示波器（DSO）；在插入U盘后，存储的磁盘位置可选择DSO或USB。F2指示的存储深度，默认为普通，保存的波形，只能通过示波器显示出来；当插入U盘，磁盘位置选择为USB的时候，可以将存储深度选择为长存储，这时候保存“.data”，需要通过波形分析软件才能导出，可以对保存的波形每个点的内容的数据分析。再按 $\boxed{\text{F5}}$ 返回上一菜单，通过多功能选钮选择需要存储的位置， $\boxed{\text{F3}}$ 保存。

如下图所示。

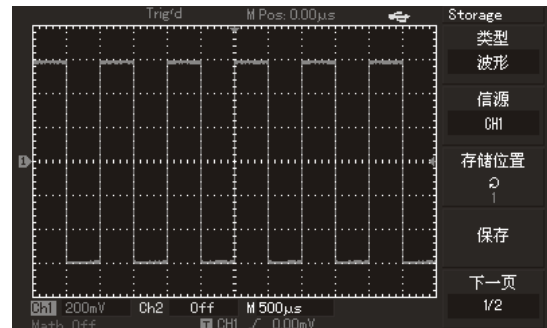


图3-11 波形存储

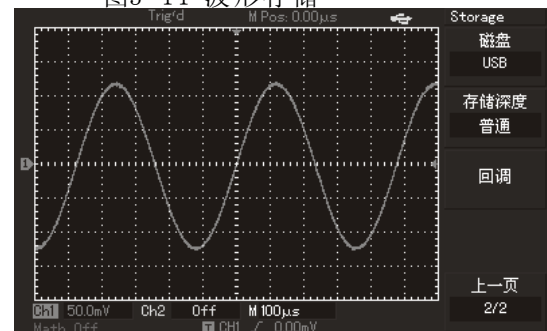


图3-12 用U盘进行波形存储

存储的波形对于UTD2000C和UTD2000E系列示波器可以通过面板上的快捷键REF回调，如下图。对于UTD2000L/2000EX系列示波器，在**STORAGE**主菜单的第2页，按**F3**进入**回调**。

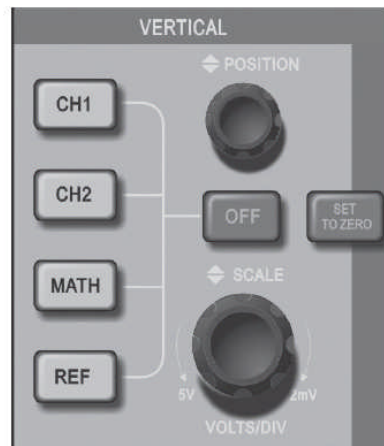


图3-13 5.7寸屏垂直控制面板

### 3. 位图存储功能:

当示波器插入U盘并连接成功后，STORAGE主菜单的F1菜单键，可以选择存储类型为“位图”，如下图。旋转多功能旋钮，选择所保存的位图的编号。保存的位图在U盘上为“.BMP”格式，可以直接在电脑上读出。

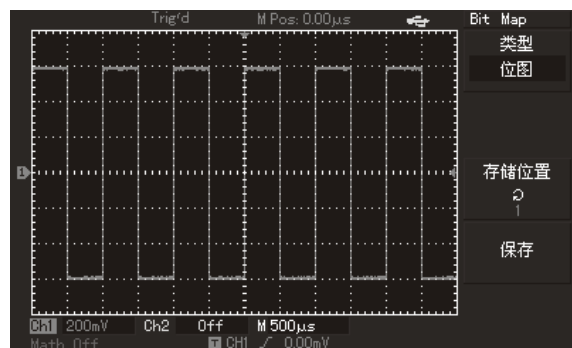


图3-14 位图存储

### 4. PrtSc考屏存储功能:

于UTD2000L/2000EX系列示波器，在面板左上方有一个 PrtSc键,在插如U盘后，按下该键将进行屏幕拷贝操作，将显示的画面以“.BMP”格式保存在U盘上。

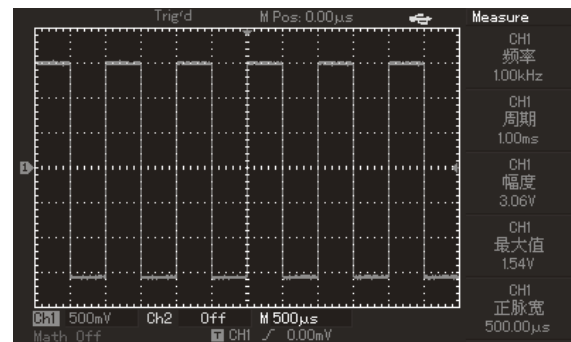


图3-15 屏幕拷贝

## 第四章 系统提示及故障排除

### 系统提示信息说明

**调节已到极限：**提示在当前状态下，多用途旋钮的调节已到达终端，不能再继续调整。当垂直偏转系数开关、时基开关、X移位、垂直移位和触发电平调节到终端时，会显示该提示。

**U盘连接成功：**当U盘插入到数字存储示波器时，如果连接正确，屏幕出现该提示。

**U盘已移除：**当U盘从数字存储示波器上拔下时，屏幕出现该提示。

**Saving：**当进行波形存储时，屏幕显示该提示，并在其下方有进度条出现。

**Loading：**当进行波形调出时，屏幕显示该提示，并在其下方有进度条出现。

### 故障处理

1. 如果按下电源开关数字存储示波器仍然黑屏，没有任何显示，请按下列步骤处理：

①、检查电源接头是否接好,供电电源是否正常。

②、检查电源开关是否按到位。

③、做完上述检查后，重新启动仪器。

④、如果仍然无法正常使用本产品，请与UNI-T联络，让我们为您服务。

2. 采集信号后，画面中并未出现信号的波形，请按下列步骤处理：

①、检查探头是否正常连接在信号连接线上。

②、检查信号连接线是否正常接在BNC（即通道连接器）上。

③、检查探头是否与待测物正常连接。

④、检查待测物是否有信号产生(可将有信号产生的通道与有问题的通道接在一起来确定问题所在)。

⑤、再重新采集信号一次。

3. 测量的电压幅度值比实际值大10倍或小10倍：检查通道衰减系数是否与所使用的探头衰减倍率相符。

4. 有波形显示，但不能稳定下来：

①、检查触发菜单中的触发源设置，是否与实际信号所输入的通道一致。

②、检查触发类型：一般的信号应使用 边沿触发方式，视频信号应使用 视频触发方式。只有设置正确的触发方式，波形才能稳定显示。

③、尝试改变 耦合为 高频抑制和低频抑制显示，以滤除干扰触发的高频或低频噪声。

5. 按下 **RUN/STOP** 键无任何显示：

①、检查触发菜单的触发方式是否在正常或单次档，且触发电平是否已超出波形范围。

如果是，将触发电平居中，或者设置触发方式为 AUTO 档。

②、按 自动 按键可以自动完成以上设置。

6. 选择打开平均采样方式时间后,显示速度变慢：

①、如果平均次数在32次以上，一般速度会变慢，属于正常现象。

②、可减少平均次数。

7. 波形显示呈阶梯状：

①、此现象正常。可能水平时基档位过低，增大水平时基以提高水平分辨率，可以改善显示。

②、可能显示类型为矢量，采样点间的连线，可能造成波形阶梯状显示。将显示类型设置为点显示方式，即可解决。

## 第五章 服务和支持

### 保修概要 (UTD2000/3000系列数字存储示波器)

UNI-T (优利德科技(中国)有限公司) 保证其生产及销售的产品, 在授权经销商发货之日起三年内, 无任何材料和工艺缺陷。如产品在保证期内证明有缺陷, UNI-T 将根据保修单的详细规定予以修理和更换。

若欲安排维修或索取保修单全文, 请与最近的UNI-T销售和维修处联系。

除本概要或其他适用的保用证所提供的保证以外, UNI-T公司不提供其他任何明示或暗示的保证, 包括但不限于对产品可交易性和特殊用途适用性之任何暗示保证。在任何情况下, UNI-T公司对间接的, 特殊的或继起的损失不承担任何责任。

### 联系我们

如您在使用此产品的过程中有任何不便之处, 在中国大陆可直接和优利德科技(中国)有限公司

(UNI-T, Inc.) 联系:

北京时间上午八时至下午五时三十分, 星期一至星期五。或者通过电子邮件与我们联系。我们的邮件地址是: [infosh@uni-trend.com.cn](mailto:infosh@uni-trend.com.cn) 中国大陆以外地区的产品支持, 请与当地的UNI-T经销商或销售中心联系。

服务支持UNI-T的许多产品都有延长保证期和校准期的计划供选择, 请与当地的UNI-T经销商或销售中心联系。

欲获得各地服务中心的地址列表, 请访问我们的网站。

## 第六章 附录

### 附录A: 技术指标

除非另有说明，所用技术规格都适用于衰减开关设定为10×的探头和UTD2000/3000系列数字存储示波器。数字存储示波器必须首先满足以下两个条件，才能达到这些规格标准：

- 仪器必须在规定的操作温度下连续运行三十分钟以上。

- 如果操作温度变化范围达到或超过5个摄氏度，必须打开系统功能菜单，执行“自校正”程序。除标有“典型”字样的规格以外，所用规格都有保证。

### 技术指标

采样			
	采样方式	实时	等效
采样率	UTD2000C/3000C	500MS/s	25GS/s
	UTD2000E/3000E	1GS/s	50GS/s
	UTD2052CL	500MS/s	25GS/s
	UTD2052CEX UTD2102CEX	1GS/s	50GS/s
平均值	所有通道同时达到N次采样后, N可在2、4、8、16、32、64、128和256之间选择		

注：UTD2025C、UTD3025C、UTD2025CL的实时采样率为250MS/s，且无等效采样。

输入	
输入耦合	直流、交流、接地 (DC、AC、GND)
输入阻抗	UTD2000C/3000C: $1 \pm 2\% M\Omega$ , 与 $24 \pm 3pF$ 并联 UTD2000E/3000E: $1 \pm 2\% M\Omega$ , 与 $24 \pm 3pF$ 并联(100MHz及以下机型) $1 \pm 2\% M\Omega$ , 与 $21 \pm 3pF$ 并联(150MHz及200MHz机型) UTD2000L/2000EX: $1 \pm 2\% M\Omega$ , 与 $24 \pm 3pF$ 并联
探头衰减系数	1×, 10×, 100×, 1000×
最大输入电压	400V (DC+AC峰值、 $1M\Omega$ 输入阻抗)
通道间时间延迟(典型)	150ps

水平	
波形内插	Sin(x) / x
水平分辨率	UTD2000C/UTD3000C/UTD2000E/UTD3000E/UTD2000L: 25点/div UTD2000EX: 50点/div
记录长度	2×512k 采样点
存储深度	25k; (其中UTD2000C/3000C: 2.5k; UTD2025C/3025C: 4k)
扫描范围	UTD2000C/3000C 2ns/div-50s/div (200MHz、150MHz) UTD2000E/3000E 5ns/div-50s/div (100MHz、80MHz、60MHz、40MHz) 20ns/div-50s/div (25MHz)
	UTD2000EX: 2ns/div-50s/div (UTD2052CEX、UTD2102CEX)
	UTD2000L: 5ns/div-50s/div (UTD2052CL) 10ns/div-50s/div (UTD2025CL)
采样率和延迟时间精确度	$\pm 50ppm$ (任何 $\geq 1ms$ 的时间间隔)
时间间隔 ( $\Delta T$ ) 测量精确度 (满带宽)	单次: $\pm (1 \text{ 采样间隔时间} + 50ppm \times \text{读数} + 0.6ns)$ > 16个平均值: $\pm (1 \text{ 采样间隔时间} + 50ppm \times \text{读数} + 0.4ns)$



<b>垂直</b>	
模拟数字转换器 (A/D)	8比特分辨率, 两个通道同时采样
偏转系数 (伏/格) 范围* (V/div)	UTD2000C/3000C/UTD2000E/3000E: 2mV/div~5V/div (在输入BNC处) UTD2000L/2000EX: 1mV/div~20V/div (在输入BNC处)
位移范围	±10div(其中UTD2202E/3202E为±5div)
可选择的带宽限制(典型)	20MHz
低频响应 (交流耦合, -3dB)	≤10Hz (在BNC上)
直流增益精确度 (采样或平均值采样方式)	<b>UTD2000C/UTD3000C、UTD2000E/UTD3000E:</b> 垂直灵敏度为2mV/div、5mV/div时±4%; 垂直灵敏度为10mV/div~5V/div时±3%。 <b>UTD2000L/2000EX</b> 垂直灵敏度为1mV/div、2mV/div时±5%; 垂直灵敏度为5mV/div时±4%; 垂直灵敏度为10mV/div~20V/div时:±3%
直流测量精确度 (平均采样方式)	<b>UTD2000C/UTD3000C、UTD2000E/UTD2000E:</b> 垂直位移为零,且N≥16时: ±(4%×读数+0.1格+1mV)且选取2mV/div或5mV/div; ±(3%×读数+0.1格+1mV)且选取10mV/div~5V/div。 垂直位移不为零,且N≥16时:

	$\pm [3\% \times (\text{读数} + \text{垂直位移读数}) + (1\% \times \text{垂直位移读数})] + 0.2 \text{div}$ 设置从2mV/div到200mV/div加2mV; 设定值从200mV/div到5V/div加50mV. <b>UTD2000L/2000EX:</b> 垂直位移为零, 且 $N \geq 16$ 时: $\pm (5\% \times \text{读数} + 0.1 \text{格} + 1\text{mV})$ 且选取1mV/div或2mV/div; $\pm (4\% \times \text{读数} + 0.1 \text{格} + 1\text{mV})$ 且选取5mV/div; $\pm (3\% \times \text{读数} + 0.1 \text{格} + 1\text{mV})$ 且选取10mV/div~20V/div. 垂直位移不为零, 且 $N \geq 16$ 时: $\pm [3\% \times (\text{读数} + \text{垂直位移读数}) + (1\% \times \text{垂直位移读数})] + 0.2 \text{div}$ 设置从5mV/div到200mV/div加2mV; 设定值从200mV/div到20V/div加50mV.
电压差 ( $\Delta V$ ) 测量精确度 (平均值采样方式)	在同样的设置和环境条件下, 经对捕获的 $\geq 16$ 个波形取平均值后波形上任两点间的电压差 ( $\Delta V$ ): $\pm (3\% \times \text{读数} + 0.05 \text{div})$

注\*: UTD2025C/3025C偏转系数范围为2mV/div~10V/div (在输入BNC处)

带宽				
系列	型号	模拟带宽	单次带宽	上升时间
UTD2000C/3000C	UTD2025C、UTD3025C	25MHz	25MHz	14ns
	UTD2042C、UTD3042C	40MHz	40MHz	8.7ns
	UTD2062C、UTD3062C	60MHz	60MHz	5.8ns
	UTD2082C、UTD3082C	80MHz	80MHz	4.3ns
	UTD2102C、UTD3102C	100MHz	100MHz	3.5ns
	UTD2152C、UTD3152C	150MHz	100MHz	2.3ns
	UTD2202C、UTD3202C	200MHz	100MHz	1.8ns
UTD2000E/3000E	UTD2042CE、UTD3042CE	40MHz	40MHz	8.7ns
	UTD2062CE、UTD3062CE	60MHz	60MHz	5.8ns
	UTD2082CE、UTD3082CE	80MHz	80MHz	4.3ns
	UTD2102CE、UTD3102CE	100MHz	100MHz	3.5ns
	UTD2152CE、UTD3152CE	150MHz	100MHz	2.3ns
	UTD2202CE、UTD3202CE	200MHz	100MHz	1.8ns
UTD2000L	UTD2025CL	25MHz	25MHz	14ns
	UTD2052CL	50MHz	50MHz	7ns
UTD2000EX	UTD2052CEX	50MHz	50MHz	7ns
	UTD2102CEX	100MHz	100MHz	3.5ns

触发		
触发灵敏度	≤1div	
触发电平范围	内部	距屏幕中心±5div
	EXT	±3V
	EXT/5*	±15V
触发电平精确度(典型的) 选用于上升和下降时间 ≥20ns的信号	内部	±(0.3div×V/div) (距屏幕中心±4div范围内)
	EXT	±(6%设定值+40mV)
	EXT/5*	±(6%设定值+200mV)
预触发能力	正常模式/扫描模式、预触发/延迟触发预触发深度可调	
释抑范围	UTD2000C/3000C/UTD2000E/3000E: 100ns - 1.5s UTD2000L/2000EX: 80ns - 1.5s	
设定电平至50%(典型的)	输入信号频率≥50Hz条件下操作	
边沿触发		
边沿类型	上升、下降、上升下降(UTD2000C无“上升下降”功能)	
脉宽触发		
触发模式	(大于、小于、等于) 正脉宽, (大于、小于、等于) 负脉宽	
脉冲宽度范围	20ns - 10s (UTD2025C/UTD3025C为40ns - 25s)	
视频触发*		

## UTD2000/3000使用手册

触发灵敏度(视频触发,典型的)	内部	2div峰间值
	EXT	400mV
	EXT/5*	2V
信号制式和行/场频率(视频触发类型)	支持标准的NTSC和PAL,行数范围是1-525(NTSC)和1-625(PAL)	
<b>交替触发</b>		
CH1触发	边沿、脉宽、视频	
CH2触发	边沿、脉宽、视频	

注\*: UTD2000L/2000EX系列无EXT/5功能,且UTD2052CL/2052CEX/2102CEX无视频触发功能。

<b>测量</b>		
光标	手动模式	光标间电压差( $\Delta V$ )、 光标间时间差( $\Delta T$ )、 $\Delta T$ 的倒数(Hz)( $1/\Delta T$ )
	跟踪模式	波形点的电压值和时间值
	自动测量模式	允许在自动测量时显示光标
自动测量	峰峰值、幅值、最大值、最小值、顶端值、底端值、中间值、平均值、 均方根值、过冲、预冲、频率、周期、上升时间、下降时间、正脉宽、负脉宽、 正占空比、负占空比、延迟	
数学操作	加、减、乘、除	

存储波形	UTD2000C/3000C: 10组波形、10种设置 UTD2000E/3000E/UTD2000L/2000EX: 20组波形、20组设置	
FFT	窗	Hanning, Hamming, Blackman, Rectangle
	采样点	1024 points
李沙育图形	相位差	±3degrees

触发频率计*	
读数分辨率	6位
触发灵敏度	≤30Vrms
精度(典型)	±51ppm(+1个字)

### 一般技术规格

显示			
	UTD2000C/3000C/UTD2000E/3000E	UTD2000L	UTD2000EX
显示类型	对角线为145毫米(5.7英寸)的液晶	对角线为178毫米(7英寸)的液晶	
显示分辨率	320水平×RGB×240垂直像素	400水平×RGB×240垂直像素	800水平×RGB×480垂直像素
显示色彩	彩色		
波形亮度*	可调(彩色)		
背光强度(典型)	300nit		
显示语言种类	多国语言选择		

注\*: UTD2000C/3000C系列(除UTD2025C/3025C)无触发频率计功能, 波形亮度不可调。

<b>探头补偿器输出</b>	
输出电压（典型的）	约3V，峰-峰值 $\geq 1M\Omega$ 负载时
频率（典型的）	1kHz

<b>接口功能</b>	
标准配置	UTD2000C/3000C/UTD2000E/3000E: 1个USB (D) ; 1个USB (H) ; UTD2000L/2000EX: 1个USB OTG
选配件	UTD2000C系列、UTD2000E/3000E系列: LAN; UTD3000C系列: GPIB和LAN (UTD3025C只能选配LAN)

<b>电源</b>	
电源电压	100-240VACRMS, 45-440Hz, CAT II
耗电	小于30VA
保险丝	F1. 6AL 250V。 UTD2000/UTD2000E系列的保险丝， 位置在机内电源板上。 UTD3000/UTD3000E系列的保险丝， 位置在电源插座内部。 UTD2000L/2000EX系列的保险丝，位 置在机内电源板上。

<b>环境</b>	
温度范围	操作: 0°C ~ +40°C
	非操作: -20°C ~ +60°C
冷却方法	风扇强制冷却
湿度范围	<35°C: $\leq 90\%RH$ , +35°C ~ +40°C: $\leq 60\%RH$
海拔高度	操作3,000米以下
	非操作15,000米以下

机械规格		UTD2000C UTD2000E	UTD3000C UTD3000E	UTD2000L UTD2000EX
尺寸	宽	320mm	320mm	306mm
	高	150mm	150mm	147mm
	深	130mm	292mm	122mm
重量	不含包装	2.5kg	4.9kg	2.2kg
	含包装	4.0kg	6.8kg	3.3kg

**IP防护**

ip2 X

**调整间隔期**

建议校准间隔期为一年



**附录B: UTD2000/3000数字存储示波器附件****标准附件:**

- 两支1.2米, 1:1 (10:1) 无源探头, 详细请看探头附件说明书。符合EN61010-031标准。
- 当开关处于1×位置时, 属150V CAT II级。
- 当开关处于10×位置时, 属300V CAT II级。
- 一根符合所在国标准的电源线。
- 一本《使用手册》。
- 一份《产品保用证》。
- UTD2000/3000示波器通讯控制软件
- USB 连接线:
  - UTD2000C/3000C/2000E/3000E: UT-D06
  - UTD2000L/2000EX: UT-D05

**选购附件:**

- UTD2000系列 LAN口模块: UT-M01
  - UTD3000系列 LAN口模块: UT-M05
  - UTD3000C系列 GPIB口模块: UT-M02
- 所有附件(标准件和选购件), 请向当地的UNI-T经销商处订购。

**附录C: 保养和清洁维护****一般保养**

请勿把仪器储存或放置在液晶显示器会长时间受到直接日照的地方。小心: 请勿让喷雾剂、液体和溶剂沾到仪器或探头上, 以免损坏仪器或探头。

**清洁**

根据操作情况经常对仪器和探头进行检查。

按照下列步骤清洁仪器外表面:

1. 请用质地柔软的布擦拭仪器和探头外部的浮尘。清洁液晶显示屏时, 注意不要划伤透明的LCD保护屏
2. 用潮湿但不滴水的软布擦拭仪器, 请注意断开电源。可使用柔和的清洁剂或清水擦洗。请勿使用任何磨蚀性的化学清洗剂, 以免损坏仪器或探头。

**警告:** 在重新通电使用前, 请确认仪器已经干透, 避免因水分造成电气短路甚至人身伤害。

## 附录D: 中英文面板对照表

英文面板	中文面板	英文面板	中文面板
SELECT	选择	SET TO ZERO	置零
MEASURE	测量	MENU	菜单
ACQUIRE	获取	50%	50%
STORAGE	存储	FORCE	强制触发
RUN/STOP	运行/停止	HELP	帮助
COARSE	粗调	VERTICAL	垂直
CURSOR	光标	HORIZONTAL	水平
DISPLAY	显示	TRIGGER	触发
UTILITY	辅助功能	◆POSITION	垂直位置
AUTO	自动设置	◀POSITION▶	水平位置
CH1	CH1	LEVEL	触发电平
CH2	CH2	SCALE	标度
MATH	数学	VOLTS/DIV	伏/格
REF	参考	SEC/DIV	秒/格
OFF	关闭	PrtSc	屏幕拷贝

UNI-T®

UTD2000/3000使用手册

本说明书内容如有变更，恕不另行通知！

**UNI-T®**

UTD2000/3000使用手册

**优利德®**

**优利德科技(中国)有限公司**

地址:中国广东省东莞松山湖高新技术产业  
开发区工业北一路6号

电话:(86-769)8572 3888

传真:(86-769)8572 5888

电邮:infosh@uni-trend.com.cn

邮编: 523 808

## X-ON Electronics

Largest Supplier of Electrical and Electronic Components

*Click to view similar products for [Environmental Test Equipment](#) category:*

*Click to view products by [Uni-T](#) manufacturer:*

Other Similar products are found below :

[CW40](#) [F150C10E3DRT](#) [F150LTC20](#) [F150CD10E2](#) [F150L75](#) [F150LRS](#) [S-11](#) [FLUKE-LDG](#) [382153](#) [FM100](#) [RH210](#) [382253](#) [MO290-P](#)  
[GEO-CABLE-REEL-50M](#) [T197914](#) [RD300-L](#) [IR11BD](#) [IR11GM](#) [IR12GM](#) [IR21BD](#) [IR31CE](#) [IR32BC](#) [IR33BC](#) [MP7217TC](#) [NGM-1](#) [SGX-](#)  
[7NH3](#) [UT381](#) [F150-SLC50](#) [AW-CO-1000](#) [AW-NmHc-100](#) [3.000.401](#) [AX-7535](#) [CS-9S6SS-A](#) [P 2800 A](#) [P 2801](#) [P 2802](#) [P 5039](#) [P 5130](#) [P](#)  
[5055](#) [P 5060](#) [P 5065](#) [P 5086](#) [P 5090](#) [P 5110](#) [P 5115](#) [P 5135](#) [P 5140](#) [P 5145](#) [P 5150](#) [P 5160](#)