MSO/UPO2000 系列示波器

使用手册

REV 1

2023.05

UNI-T®

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

优利德科技（中国）股份有限公司版权所有。

如果原购买者自购买该产品之日起一年内，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一年内。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）修理由于使用不符合本说明书要求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。

商标信息

UNI-T 是优利德科技（中国）股份有限公司[UNI-TREND TECHNOLOGY(CHINA)CO.， LTD]的注册商标。

文档版本

MSO/UPO200020230525-V1.05

声明

- 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。

1. 引言

本用户手册包括 MSO/UPO2000 系列示波器有关的重要的安全和安装信息，并包括示波器基本操作使用的操作教程。

2. 安全要求

本节包含着在相应安全条件下保持仪器运行必须遵守的信息和警告。除本节中指明的安全注意事项外，您还必须遵守公认的安全程序。

安全注意事项	
警告	**为避免可能的电击和人身安全，请遵循以下指南进行操作**
	在本仪器的操作、服务和维修的各个阶段中，必须遵循下面的常规安全预放措施。对于用户由于未遵循下列安全注意事项而造成的人身安全和财产损失，优利德将不承担任何责任。本设备是为专业用户和负责机构而设计，旨在用于测量用途。

	请勿以制造商未指定的任何方式使用本设备。除非产品说明文件中另有指定说明，否则本设备仅用于室内。

安全声明

警告	**“警告”声明表示存在危险。它提醒用户注意某一操作过程、操作方法或类似情况。如果不能正确执行或遵守规则，可能会造成人身伤害或死亡。在完全理解和满足所指出的“警告”声明条件之前，不要继续执行下一步。**
小心	**“小心”符号表示存在危险。它提醒用户注意某一操作过程、操作方法或类似情况。如果不能正确执行或遵守规则，可能会对产品造成损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足所指出的“小心”条件之前，不要继续执行下一步。**
注意	**“注意”声明表示重要信息。提示用户注意程序、做法、条件等，有必要突出显示。**

安全标志

	**危险**	表示警示可能存在电击危险，可能会造成人身伤害或死亡。
	**警告**	表示需要小心的地方，可能会造成人身伤害或仪器损坏。
	**小心**	表示潜在危险，需要遵循某个程序或者条件，可能会损坏仪器或其他设备；如果标明“小心”标志那么只能满足所有条件才能继续操作使用。
	**注意**	表示潜在问题，需要遵循某个程序或者条件，可能会使仪器功能不正常；如果标明“注意”标志那么只能满足所有条件才能保证仪器功能能够正常工作。
	**交流电**	仪器交流电，请确认区域电压范围。
	**直流电**	仪器直流电，请确认区域电压范围。
	**接地**	框架、机箱接地端子。
	**接地**	保护接地端子。
	**接地**	测量接地端子。
	**关**	主电源关闭。
	**开**	主电源打开。

⏻	**电源**	待机电源，当电源开关关闭时，仪器未与交流电源完全断开链接。
CAT I	通过变压器或者类似设备连接到墙上插座的二次电气线路，例如电子仪器设备类，有保护措施的电子设备、任何高压、低压回路，如办公室内部的复印机等。	
CAT II	CATII：通过电源线连接到室内插座的用电设备的一次电气线路，如移动式工具，家电等，家用电器、便携工具(电钻等)、家用插座，距离三类线路 10 米以上的插座或者距离四类线路 20 米以上的插座。	
CAT III	直接连接到配电盘的大型设备的一次线路及配电盘与插座之间的电路线路(三相分配电路包括单个商业照明电路)。位置固定的设备，如多相马达、多相闸盒;大型建设物内部的照明设备、线路;工业现场(车间)的机床、电源配电盘等。	
CAT IV	三相公用供电设备和室外供电线路设备，设计到“初始连接”的设备，如电站的电力分配系统;电力仪表，前端过置保护，任何室外输电线路。	
CE	**认证**	CE 标志是欧盟的注册商标。
UKCA	**认证**	UKCA 标志是英国的注册商标。
ETL Intertek 4007682	**认证**	符合 UL STD 61010-1、61010-2-030，符合 CSA STD C22.2 No. 61010-1 和 61010-2-030。
	**废弃**	不要将设备及其附件放在垃圾桶中。物品必须按照当地法规妥善处理。
	**环保**	环保使用期限标志，该符号表示在所示时间内，危险或有毒物质不会产生泄露或损坏，该产品环保使用期限是 40 年，在此期间内可以放心使用，超过规定时间应该进入回收系统。

安全要求

警告	
使用前准备	请使用提供的电源线将本设备连接至 AC 电源中； 线路 AC 输入电压符合本设备额定值；具体额定值详情本产品使用手册 本设备线路电压开关与线路电压匹配； 本设备线路保险丝的线路电压正确；

	不用于测量主电路。
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。
正确使用电源线	只能使用当地国家认可的仪器专用电源线，检查导线的绝缘层是否损坏或导线是否裸露在外，检查测试导线是否导通，若导线存在损坏，请更换后再使用仪器。
仪器接地	为避免电击，接地导体必须与地相连，本产品通过电源的接地导线接地，在本产品通电前，请务必将本产品接地。
AC 电源要求	请使用本设备指定的 AC 交流电源供电，请使用所在国家认可的电源线并确认绝缘层未遭破坏。
防静电保护	静电会造成仪器损坏，应尽可能在防静电区进行测试，在连接电缆到仪器前，应将其内外导体短暂接地以释放静电。本设备在接触式放电 4kV，空气放电 8kV 的防护等级。
测量配件	测量配件是较低类别的测量配件，绝对不适用主电源测量，绝对不适用 CAT II，CAT III 或者 CAT IV 电路测量。IEC 61010-031 范围内的探针组件和附件以及 IEC 61010-2-032 范围内的电流传感器应满足其要求。
正确使用设备输入/输出端口	本设备所提供的输入和输出端口，请确保正确使用输入/输出端口，禁止在本设备输出端口加载输入信号，禁止在本设备输入端口加载不符合额定值的信号，确保探头或者其他连接配件有效的接地，以免设备损坏或者功能异常，请查看使用手册查看本设备输入/输出端口额定值。
电源保险丝	使用指定规格的电源保险丝，如需更换保险丝，必须由优利德授权的维修人员更换符合本产品指定规格的保险丝。
拆机清洁	内部没有操作人员可以使用的部件，不要拆下保护盖。 必须由具有相应资质的人员进行保养。
工作环境	本设备用于室内，在干净干燥的环境中，环境温度范围为 0 ℃ - 40 ℃。 不得在易爆性、多尘或潮湿的空气中操作设备。
勿在潮湿环境下操作	避免仪器内部电路短路或发生电击的危险，请勿在潮湿环境下操作仪器。
勿在易燃易爆的环境下操作	为避免仪器损坏或人身伤害，请勿在易燃易爆的环境下操作仪器。

小心	
异常情况	如果怀疑本产品出现故障时，请联系优利德授权的维修人员进行检测；任何维护、调整或者零件更换必须有优利德相关负责人执行。
冷却要求	不要堵住位于设备侧面和后面的通风孔； 不要让任何外部物体通过通风孔等进入设备； 保证充分通风，在设备两侧、前面和后面至少要留出 15 cm 的间隙。
注意搬运安全	为避免仪器在搬运过程中滑落，造成仪器面板上的按键、旋钮或接口等部件损坏，请注意搬运安全。
保持适当的通风	通风不良会引起仪器温度升高，进而引起仪器损坏，使用时应保持良好的通风，定期检查通风口和风扇。
请保持清洁和干燥	避免灰尘或空气中的水分影响仪器性能，请保持产品表面的清洁和干燥。
注意	
校准	推荐校准周期是一年。只应由具有相应资质的人员进行校准。

2.1 环境要求

本仪器适用于以下的环境中：

- 室内使用
- 污染等级 2
- 操作时：海拔低于 3000 米；非操作时：海拔低于 15000 米
- 没有特殊说明的前提下操作温度为 0 到+40℃；储藏温度为-20 到＋70℃
- 湿度操作为+35℃以下 ≤90%相对湿度，非操作湿度为+35℃～+40℃ ≤60%相对湿度

仪器的后面板和侧板上分别有通风口，请保持仪器外壳通风口的空气流通，为防止过多的灰尘堵塞通风口，请定期清洁仪器外壳，但外壳不防水，清洁时，请先切断电源，用干布或稍许湿润的软布擦拭外壳。

2.2 连接电源

设备可输入交流电源的规格为：

电压范围	频率
100V～240VACrms（波动：±10%）	50/60Hz

请使用附件提供的电源线连接至电源端口。

连接供电电缆

本仪器是 I 级安全产品，所提供的电源线能够提供良好的外壳接地性能，此频谱分析仪配有一个符合国际安全标准的三芯电源线，能够提供良好的外壳接地性能，适用于所在国家或地区的规范。

请按照下述步骤来安装您的交流电源线 ：

- 确认电源线没有损坏。
- 安装本仪器时请留出足够的空间方便您连接电源线。
- 将随机所附三芯电源线插头插入接地良好的电源插座中。

2.3 静电防护

静电释放会造成元件损坏，元件在运输、存储和使用过程中，静电释放都可能对其造成不可见的损坏。

以下措施降低测试设备过程中可能发生的静电释放损坏：

- 应尽可能在防静电区域进行测试；
- 在连接电缆到仪器之前，应将其内外导体短暂接地，以释放静电；
- 确保所有仪器正确接地，以防止静电负荷积累。

3. MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器简介

MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器包含下列 4 个型号

型号	模拟通道数	模拟带宽	LA	AWG
UPO2102	2	100MHz	○	×
UPO2104	4	100MHz	○	×
UPO2202	2	200MHz	○	×
UPO2204	4	200MHz	○	×
MSO2102	2	100MHz	●	×
MSO2104	4	100MHz	●	×
MSO2202	2	200MHz	●	×
MSO2404	4	200MHz	●	×
MSO2102-S	2	100MHz	●	●
MSO2104-S	4	100MHz	●	●
MSO2202-S	2	200MHz	●	●
MSO2204-S	4	200MHz	●	●

○：代表选配　●：标配　×：代表不支持

MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器基于 UNI-T 独创的 Ultra Phosphor 技术的一款多功能、高性能的示波器，实现了易用性、优异的技术指标及众多功能特性的完美结合，可帮助用户更快地完成测试工作。是针对最广泛的数字示波器市场包括通信，半导体，计算机，仪器仪表，工业电子，消费电子，汽车电子，现场维修，研发/教育等众多领域的通用设计/调试/测试的需求而设计的示波器。

主要特色：

- 模拟通道带宽：200 MHz，100 MHz
- 模拟通道实时采样率 2GS/s，数字通道实时采样率 1GS/s(仅 MSO)
- 2 或 4 个模拟通道可选，标配每通道 56Mpts 存储深度
- 16 个数字通道，数字通道存储深度 56Mpts（仅 MSO）
- 波形捕获率最高 1,000,000 wfms/s
- 内置 50MHz 等性能双通道函数/任意波形发生器(仅 MSO-S)，支持实时加载示波器屏幕数据到 AWG 任意波输出
- 支持波特图环路测试分析功能
- 多达 120,000 帧的硬件实时波形不间断录制和分析功能，并支持 USB 存储设备导出
- 波形运算功能（加、减、乘、除、数字滤波、逻辑运算和高级运算）
- 4M 点增强 FFT，支持频率设置，瀑布图，检波设置和标记测量等
- 可自动测量 36 种波形参数
- Multi-Scopes 支持多通道独立触发荧光显示
- 多通道独立 7 位硬件频率计
- DVM 支持多通道独立交直流真有效值测量
- 丰富的触发功能：边沿，脉宽，视频，斜率，欠幅脉冲，超幅脉冲，延迟，超时，持续时间，建立保持、第 N 边沿和码型触发
- 区域触发功能，可用于捕获偶发信号和观察复杂信号等
- 协议触发和解码功能，标配 RS232， I^2C， SPI；选配：CAN，CAN-FD，LIN，FlexRay
- Ultra Phosphor 超级荧光显示效果，高达 256 级的灰度显示
- 8 英寸 800x480 高清电容触摸，支持各种手势操作：点击，滑动，缩放，编辑，拖动等
- 丰富的外围接口：USB Host、USB Device、LAN、EXT Trig、AUX Out(Trig Out、Pass/Fail）输出、信号源输出接口（AWG)、VGA
- 支持 SCPI 可编程仪器标准命令
- 支持 WEB 访问和控制

4. 入门指南

- 一般性检查
- 使用前准备
- 前面板介绍
- 后面板介绍
- 操作面板功能概述
- 用户界面
- 触摸屏操作
- 菜单特殊符号介绍

本章介绍首次使用示波器时的注意事项，示波器的前后面板和用户界面，以及内置帮助系统的使用方法。

4.1 一般性检查

当您使用一台新的 MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器前，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，应立即联系经销此产品的 UNI-T 经销商。

(2) 检查附件

关于提供的附件明细，在本说明书前述的“MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器附件”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损，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。

4.2 使用前准备

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) 接通电源

电源的供电电压为交流 100 伏~交流 240 伏，频率为 45Hz~440Hz。使用附件中的电源线或者其他符合所在国标准的电源线，将示波器连接到电源，当示波器后面板的电源开关未打开时，前面板左下角电源软开关按键的状态灯不亮，此时软开关按键无作用；当示波器后面板的电源开关打开时，此时可以观察到示波器前面板左下角的电源软开关按键状态灯显示为红色，此时按下软开关按键，可打开示波器。

(2) 开机检查

此时按下电源软开关按键，使待机状态灯由红色变为绿色，然后示波器会出现一个开机动画，启动完成后示波器就会进入正常的启动界面。

(3) 连接探头

将探头的 BNC 端连接示波器通道 1 的 BNC，探针连接到“探头补偿信号连接片”上，将探头的接地鳄鱼夹与探头补偿信号连接片下面的“接地端”相连。探头补偿信号连接片输出为：幅度约 3Vpp，频率默认为 1kHz

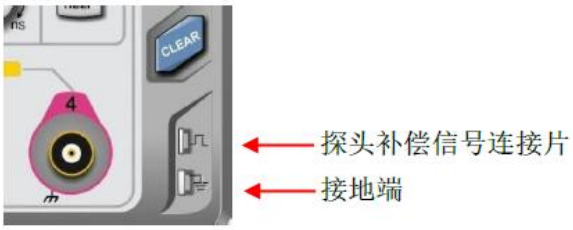


图 4-1 探头补偿信号连接片和接地端

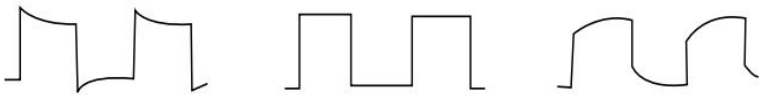
(4) 功能检查

按 AUTO（自动设置）键，显示屏上应出现方波(幅度约 3Vpp，频率 1kHz)，返回步骤(3)按按相同的方法检查其他通道。

(5) 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。未经补偿校正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：

- 将探头菜单衰减系数设定为 10×，探头上的开关置于 10×，并将示波器探头与 CH1 通道连接。如使用探头钩形头，应确保与探头接触可靠。将探头探针与示波器的“探头补偿信号连接片”相连，接地夹与探头补偿连接片的“接地端”相连，打开 CH1 通道，然后按 AUTO 按键。
- 观察显示的波形，如下图 4-2。



补偿过度　　补偿正确　　补偿不足

图 4-2 探头补偿校正

- 如显示波形如上图“补偿不足”或“补偿过度”，用非金属手柄的调笔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。

4.3 前面板介绍

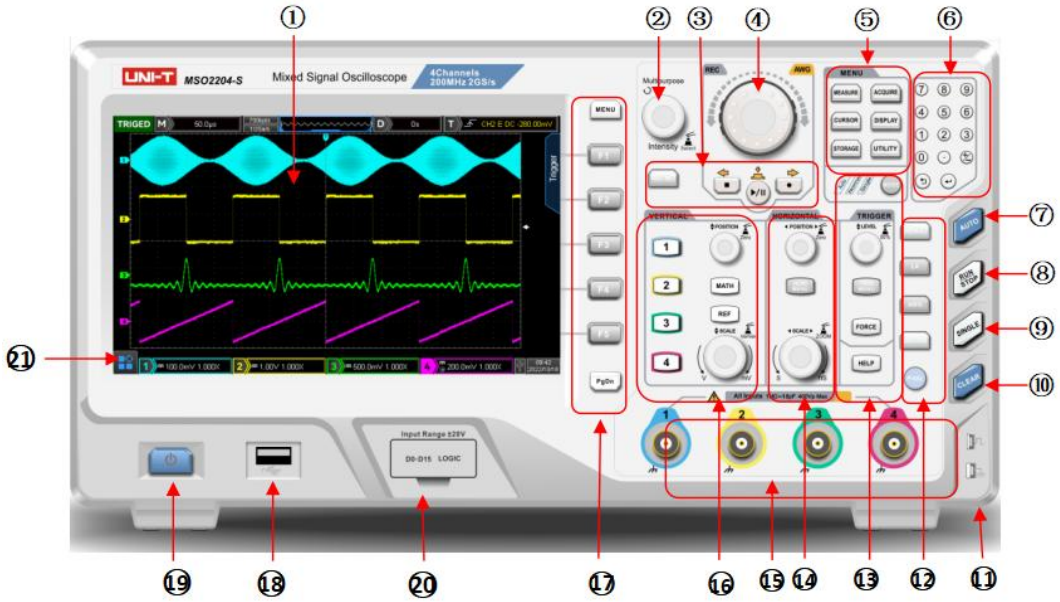


图 4-3　示波器前面板

1 .屏幕显示区域

2. 多功能旋钮(Multipurpose)

3. 波形录制设置

4. 飞梭旋钮

5. 功能菜单键

13. 触发控制区(TRIGGER)

14. 水平控制区(HORIZONTAL)

15. 模拟通道输入端

16. 垂直控制区(VERTICAL)

17. 菜单控制软键

6. 数字键盘
7. 自动设置控制键
8. 运行/停止控制键
9. 单次触发控制键
10. 全部清除控制键
11. 探头补偿信号连接片和接地端
12. 出厂设置，LA（16 路数字通道），
    AWG（函数/任意波形发生器），协议解码，拷屏键
18. USB HOST 接口
19. 电源软开关键
20. 数字通道输入接口
21. HOME 菜单

4.4 后面板介绍

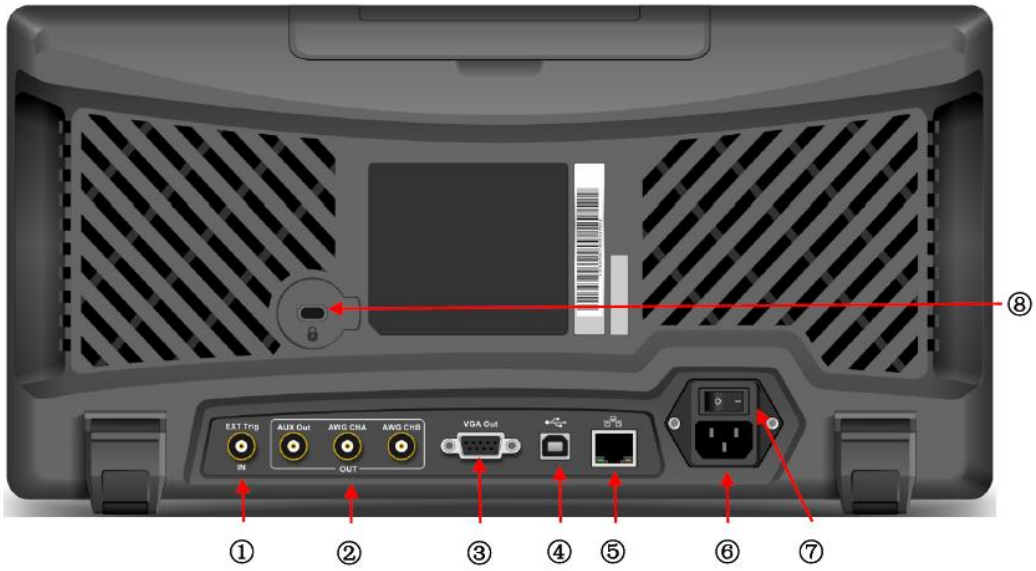


图 4-4　示波器后面板

1. EXT Trig：外触发或外触发/5 的输入端
2. OUT：输出端，同时支持 AUX Out 输出，AWG CHA 和 AWG CHB 为函数/任意波形发生器输出端
3. VIDEO Out：VGA 视频信号输出口，可将屏幕画面转换为 VGA 输出
4. USB Device：USB Device 接口，通过此接口可使示波器与 PC 机进行通讯
5. LAN ：通过该接口将示波器连接到局域网中，对其进行远程控制。
6. AC 电源输入插座：AC 电源输入端，使用附件提供的电源线将示波器连接到 AC 电源中(本示波器的

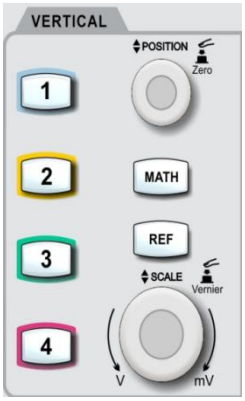
供电要求为 100～240 V、45～440Hz）。

7. 电源开关：在 AC 插座正确连接到电源后，打开此电源开关，示波器就能正常上电，此时只需按下前面板上的“电源软开关键”即可开机。

8. 安全锁孔：可以使用安全锁（需单独购买）通过该锁孔将示波器锁定在固定位置。

4.5 操作面板功能概述

（1）垂直控制



- 1 、2 、3 、4 ：模拟通道设置键，分别表示 CH1、CH2、CH3、CH4，四个通道标签用不同颜色标识，并且屏幕中的波形和通道输入连接器的颜色也与之对应。按下任意按键打开相应通道菜单（或激活和关闭通道）。
- MATH ：按下该键打开数学运算功能菜单，可进行数学（加、减、乘、除）运算、FFT、数字滤波、高级运算。
- REF ：用于回调用户存储在“本机或 U 盘”里面的参考波形，可将实测波形和参考波形比较。
- 垂直 POSITION ：垂直移位旋钮，可移动当前通道波形的垂直位置，同时基线光标处显示垂直位移值 240.00mV。按下该旋钮可使通道显示位置回到垂直中点。
- 垂直 SCALE ：垂直档位旋钮，调节当前通道的垂直档位，顺时针转动减小档位，逆时针转动增大档位。调节过程中波形显示幅度会增大或减小，同时屏幕下方的档位信息 1 100V 1X 实时变化。垂直档位步进为 1-2-5，按下旋钮可使垂直档位调整方式在 粗调 、 细调 之间切换。

（2）水平控制



- HORI MENU ：水平菜单按键，显示 视窗扩展、Multi-Scopes 、时基（XY/YT）、触发释抑。
- 水平 POSITION ：水平移位旋钮，调节旋钮时触发点相对屏幕中心左右移动。调节旋钮过程中所有通道的波形左右移动，同时屏幕上方的水平位移值 D 0.00s 实时变化，按下该旋钮可使通道显示位置回到水平中点。
- 水平 SCALE ：水平时基旋钮，调节所有通道的时基档位，调节时可以看到屏幕上的波形水平方向上被压缩或扩展，同时屏幕下方的时基档位 M 1.00μs

实时变化,时基档位步进为 1-2-5,按下旋钮可快速在 主视窗 和 扩展视窗 之间切换。

(3) 触发控制



- MODE：按下该键切换触发方式为 Auto、Normal 或 Single，当前触发方式对应的状态背光灯会变亮。
- LEVEL ：触发电平调节旋钮，顺时针转动增大电平，逆时针转动减小电平。调节触发通道的触发电平值过程中，屏幕右上角的触发电平值 

实时变化，按下该旋钮可使触发电平回到触发信号快速回到触发信号 50%的位置。
- TRIG MENU ：显示触发操作菜单内容，具体见“触发设置系统”。
- FORCE ：强制触发键，在触发模式为：Normal、Single 时，按下该键强制产生一次触发。
- HELP ：显示示波器内置帮助系统内容 。

(4) 自动设置



按下该键，示波器将根据输入的信号，可自动调整垂直刻度系数、扫描时基、以及触发模式直至最合适的波形显示。

注意：使用波形自动设置功能时，若被测信号为正弦波，要求其频率不小于 20Hz，幅度在 20mVpp～120Vpp；如果不满足此参数条件，则波形自动设置功能可能无效。

(5) 运行/停止



按下该键将示波器的运行状态设置为“运行”或“停止”。
运行(RUN)状态下，该键绿色背光灯点亮；
停止(STOP)状态下，该键红色背光灯点亮。

(6) 单次触发



按下该键将示波器的触发方式设置为“Single”，该键橙色背光灯点亮。

(7) 全部清除



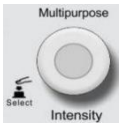
按下该键清除屏幕上所有回调的波形。如果示波器处于“RUN”状态，则继续显示新波形。

(8) 屏幕拷贝



按下该键可将屏幕波形以 PNG 位图格式快速拷贝到 USB 存储设备中。

(9) 多功能旋钮



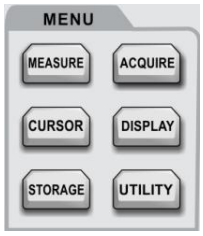
Multipurpose：菜单操作时，按下某个菜单软键后，转动该旋钮可选择该菜单下的子菜单，然后按下旋钮(即 Select 功能)可选中当前选择的子菜单。

(10) 飞梭旋钮



对于某些可设置范围较大的数值参数，该旋钮提供了快速调节的功能。顺时针（逆时针）旋转增大（减小）数值；内层旋钮可微调，外层旋钮可粗调，例如：在回放波形时，使用该旋钮可以快速定位需要回放的波形帧，类似的参数还有：触发释抑时间、脉宽设置、斜率时间等。

(11) 功能按键



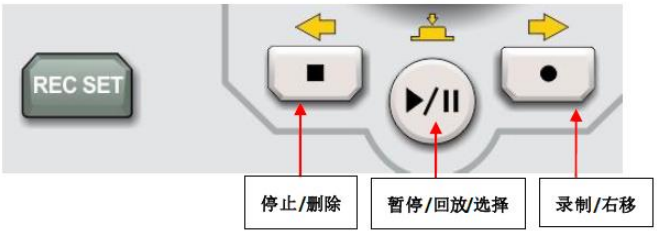
- MEASURE ：按下该键进入测量设置菜单。可设置测量信源、所有参数测量、用户定义参数、测量统计、测量指示器等。打开用户定义，一共 36 种参数测量，可通过 Multipurpose 旋钮快速选择参数进行测量，测量结果将出现在屏幕底部。
- ACQUIRE ：按下该键进入采样设置菜单。可设置示波器的获取方式、存储深度，及提供 快速采集 入口。
- CURSOR ：按下该键进入光标测量菜单。可手动通过光标测量波形的时间或电压参数。
- DISPLAY ：按下该键进入显示设置菜单。设置波形显示类型、栅格类型、栅格亮度、波形亮度、背光亮度、余晖时间、色温、反色温、弹窗透明度、默认透明度。
- STORAGE ：按下该键进入存储界面。可存储的类型包括：设置、波形、任意波、图片。可存储到示波器内部或外部 USB 存储设备中。
- UTILITY ：按下该键进入辅助功能设置菜单。可以进行自校正、系统信息、语言设置、界面设置、波形录制、通过测试、方波输出、频率计、输出选择、自动设置、清除数据、SCPI 设置、IP 设置、时间设置、更新、波特图、开机加载、上电方式、选配功能等。

(12) 数字键盘



对于某些可设置范围较大的数值参数，可直接输入数字再加上时间单位、电压单位，无单位的直接按 Enter 键回车确认。

(13) 波形录制



- REC SET：波形录制设置菜单，可进行设置和操作。设置项可进行录制间隔、结束帧、播放延时、最大帧设置或显示。
- 停止：按下该键停止正在录制或回放的波形。
- 回放/暂停：在停止或暂停的状态下，按下该键回放波形，再次按下该键暂停回放。
- 录制：按下该键开始波形录制。

(14) HOME 菜单

触摸点击 HOME 图标，弹出 HOME 快捷菜单列表（如图 4-5 所示），包括：光标、数学运算、频谱分析、波形录制、通过测试、参考波形、解码、波特图、矩形绘制、频率计、电压表、帮助等快捷菜单，通过快捷菜单可快速查找、进入对应功能模块，节省用户时间，方便用户使用。

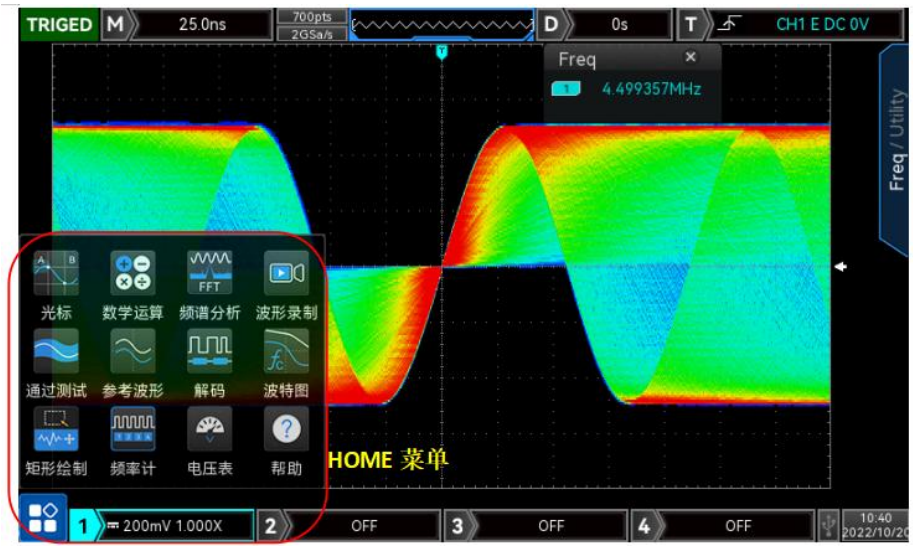


图 4-5

4.6 用户界面

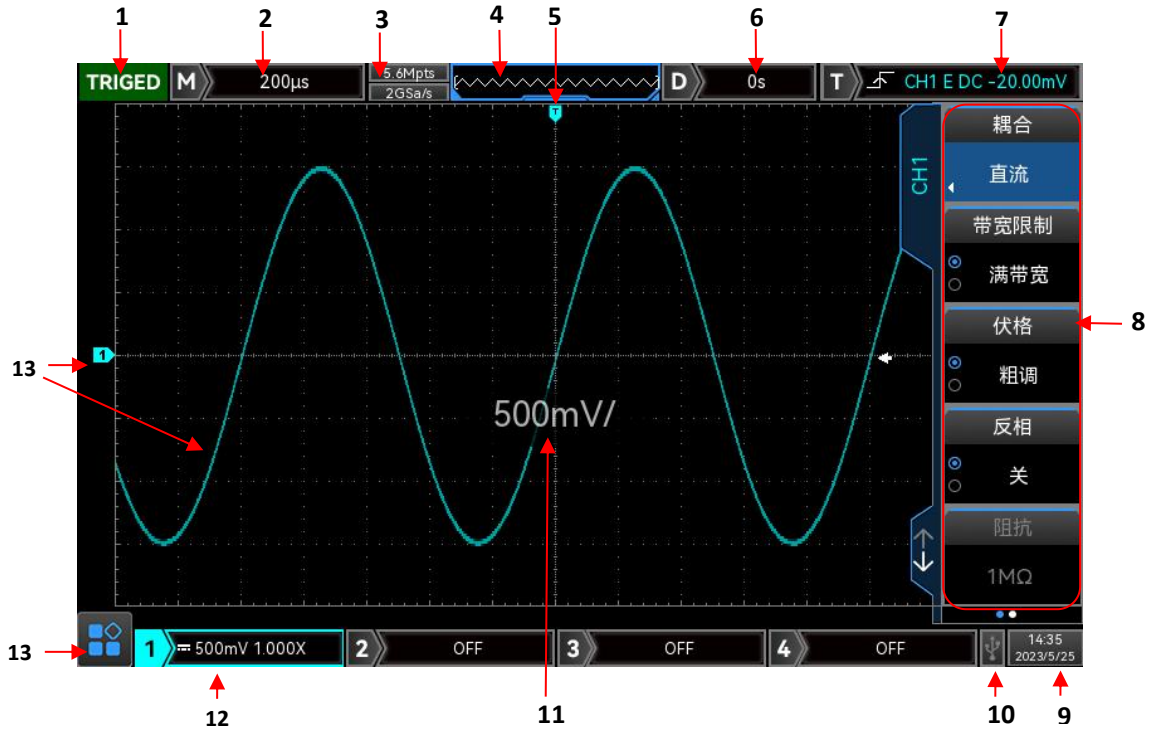


图 4-6



a b c

图 4-7

用户界面显示如图 4-6 所示，用户界面具体描述如下所述。

①. 触发状态标识：可能包括 TRIGED(已触发)、AUTO(自动)、READY(准备就绪)、STOP(停止)、ROLL(滚动)。

②. 时基档位：表示屏幕波形显示区域水平轴上一格所代表的时间，使用示波器前面板水平控制区的 SCALE 旋钮可以改变此参数，当时基档位变化时，屏幕上会弹窗显示时基档。触摸时基档位，可弹出水平 弹窗，如图 4-7（a）所示,支持通过数字键盘、<、>、水平 SCALE 旋钮改变时基档值。

③. 采样率/存储深度：显示示波器当前档位的采样率和存储深度。

④. 波形指示器

⑤. 波形触发位置：显示当前波形触发点位置。

⑥. 水平位移：显示波形的水平位移值，调节示波器前面板水平控制区的 POSITION 旋钮可以改变此参数，按下水平控制区的 POSITION 旋钮可以使水平位移值回到 0。触摸时基档位，可弹出 水平 弹窗，如图 4-7（a）所示,支持通过数字键盘、<、>、水平 Position 旋钮改变水平位移值。

⑦. 触发状态：显示当前触发源、触发类型、触发斜率、触发耦合、触发电平等触发状态。

a. 触发源：有 CH1～CH4、市电、EXT、EXT/5，D0-D15 等状态。其中 CH1～CH4。会根据通道颜色的不同而显示不同的触发状态颜色。

b. 触发类型：有边沿、脉宽、视频、斜率、高级触发，例如图中的E表示触发类型为边沿（Edge）触发。

c. 触发沿：有上升、下降、任意三种。例如图中的标识上升沿触发。

d. 触发耦合：有直流、交流、高频抑制、低频抑制、噪声抑制五种。例如图中的DC标识触发耦合为直流。

e. 触发电平：显示当前触发电平的值，对应屏幕右侧的。调节示波器前面板触发控制区的 LEVEL 旋钮可以改变此参数。

f. 触摸触发状态区域，可弹出 触发设置 弹窗，如图 4-7（b）所示。支持通过数字键盘、、、触发 LEVEL 旋钮改变触发电平值；且支持在弹窗中设置触发耦合方式。

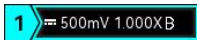
⑧. 操作菜单：显示当前操作菜单内容。按相应按键可以改变操作菜单。按 F1 ~ F5 可以改变对应位置的菜单子项的内容。

⑨. 设备当前年月日以及时间,可在 Utility 菜单中进行设置，也可直接触摸该区域，即可弹出时间设置弹框进行时间设置。

⑩. USB DEVICE 标识：在 USB DEVICE 接口连接上 U 盘等 USB 存储设备时显示此标识。

⑪. 弹窗显示：当伏格档、时基档发生变化时，弹窗显示当前伏格档、时基档，该弹窗只显示 3s。

⑫. CH1 垂直状态标识：显示 CH1 通道激活状态、通道耦合、带宽限制、垂直档位、探头衰减系数。

a. 通道激活状态：

b. 带宽限制：当带宽限制功能被打开时，会在 CH1 垂直状态标识中出现一个“B”标识。

c. 垂直档位:显示 CH1 的垂直档位,在 CH1 通道激活时,通过调节示波器前面板垂直控制区(VERTICAL)的 SCALE 旋钮可以改变此参数，当伏格档位变化时，屏幕上会弹窗显示伏格档。

d. 探头衰减系数：显示 CH1 的探头衰减系数，包括 0.001X、0.01X、0.1X、1X、10X、100X、1000X、自定义。

e. 伏格：当伏格设置为：细调时，会在 CH1 垂直状态标识中出现一个“”标识。

f. 触摸垂直状态区域，可弹出 通道 1 弹窗，如图 4-7（c）所示。支持通过数字键盘、、、垂直 SCALE 旋钮、垂直 Position 旋钮改变伏格档、垂直位移值。

g. 触摸模拟通道数字编号，可直接打开、激活、关闭该通道。

⑬. HOME 菜单：HOME 菜单位于示波器屏幕左下角，HOME 菜单中包括：光标、数学运算、频谱分析、波形录制、通过测试、参考波形、解码、波特图、矩形绘制、频率计、电压表、帮助等快捷菜单。

- 光标：触摸 HOME 菜单下的光标菜单图标，直接进入 CURSOR 菜单列表，可直接进行光标测试，具体请参考“光标测量”。
- 数学运算：触摸 HOME 菜单下的数学运算菜单图标，可直接打开 MATH 功能，并将类型设置为：MATH。
- 频谱分析：触摸 HOME 菜单下的频谱分析菜单图标，可直接打开 MATH 功能，并将类型设置为：FFT。
- 波形录制：触摸 HOME 菜单下的波形录制菜单图标，直接进入 波形录制 菜单列表，可直接进行相关设置并录制波形，具体设置请参考“波形录制”。
- 通过测试：触摸 HOME 菜单下的通过测试菜单图标，直接进入 通过测试 菜单列表，可直接进行相关设置并进行通过测试，具体设置请参考“通过测试”。
- 参考波形：触摸 HOME 菜单下的参考波形菜单图标，直接进入 REF Load 菜单列表，进行波形回调。
- 解码：触摸 HOME 菜单下的解码菜单图标，直接进入 Decode 菜单列表，可直接进行解码设置，具体设置请参考“协议解码”。
- 波特图：触摸 HOME 菜单下的波特图菜单图标，直接进入 波特图 菜单列表，可直接进行波特图相关设置，具体设置请参考“波特图”。
- 矩形绘制：触摸 HOME 菜单下的矩形绘制菜单图标，直接进入 矩形绘制 菜单列表，可直接进行矩形绘制的相关设置，具体请参考“触摸屏操作-矩形绘制”。
- 频率计：触摸 HOME 菜单下的频率计菜单图标，可快速打开及关闭频率计,默认打开所有通道的频率计状态，频率计打开时，图标高亮。
- 电压表：触摸 HOME 菜单下的电压表菜单图标，默认打开所有通道电压表状态，并进入 电压表 菜单，可直接设置电压表测量相关内容，如：电压表状态、信源、模式。
  a. 电压表：设置电压表状态，如：开、关。
  b. 信源：设置万用表测量信源，如：CH1、CH2、CH3、CH4。
  c. 模式：可设置交流、直流、交流&直流。
- 帮助：触摸 HOME 菜单下的帮助菜单图标，直接进入 帮助 内容。

⑭. 模拟通道标识和波形：显示 CH1~CH4 的通道标识和波形，通道标识与波形颜色一致。

4.7 触摸屏操作

MSO/UPO2000 系列提供 8 英寸超大电容触摸屏，支持多点触控和手势操作，兼顾了 强大的波形显示能力及优异的用户体验，具有简捷方便、灵活和高灵敏度等特点。 触摸屏控件支持的功能包括触摸、捏合、拖动和矩形绘制。

提示：本示波器屏幕上显示的菜单均可以使用触摸屏功能。

(1) 触摸

用一个手指轻轻点碰屏幕上的图符或文字，如图 4-8 所示。触摸可实现的功能包括：

- 触摸屏幕上显示的菜单，可对菜单进行操作。
- 触摸屏幕左下角的功能导航图标 ，可打开功能导航。
- 触摸弹出的数字键盘，可对参数进行设置。
- 触摸虚拟键盘，设置标签名和文件名。
- 触摸信息弹出框右上角的关闭按钮，关闭弹出框。
- 触摸屏幕上显示的其他窗口，对窗口进行操作。



图 4-8 触摸手势

(2) 捏合

将两根手指靠拢在一起或分开。捏合手势可放大或缩小相关波形。需放大时，先 将两根手指先靠拢在一起，然后滑动分开；需缩小时，先将两根手指分开，然后 滑动在一起，如图 4-9 所示。捏合可实现的功能包括：

- 水平方向捏合可调整波形的水平时基。
- 垂直方向捏合可调整波形的垂直档位。



图 4-9 捏合手势

(3) 拖动

用单指按住拖动目标不放，然后将其拖至目标位置，如图 4-10 所示。拖动可实现 的功能包括：

- 拖动波形以改变波形位移或偏移。

- 拖动窗口控件以改变窗口位置（如数字键盘）。
- 拖动光标以改变光标位置。

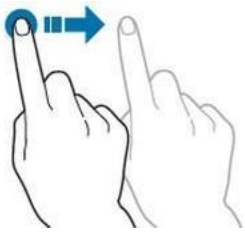
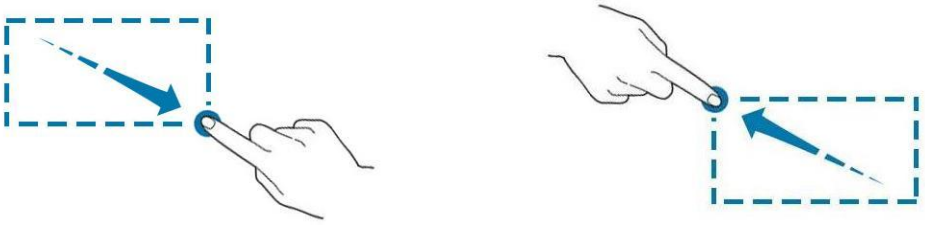


图 4-10 拖动手势

(4) 矩形绘制

打开功能导航，然后点击“矩形绘制”图标，切换为矩形绘制模式，在屏幕上拖 动手指以绘制矩形，如图 4-11(a)、4-11（b）所示。将手指移开屏幕，屏幕出现菜单，此时您 可以触摸选择“区域 A 使能”、“区域 B 使能”、“相交”、“不相交”、“信源”。在屏幕上从右下向左上拖动手指以绘制触发区域。



(a) (b)

图 4-11 矩形绘制手势

选择“区域 A”：

- 绘制区域触发 A 的区域；
- 打开区域触发 A；
- 打开“区域触发”菜单。

选择“区域 B”：

- 绘制区域触发 B 的区域；
- 打开区域触发 B；
- 打开“区域触发”菜单。

提示 ：点击“矩形绘制”图标可在矩形绘制和操作波形两个模式之间进行切换。 点击“矩形绘制”图标，若图标显示，则表示打开矩形绘制模式；点击“矩 形绘制”图标，若图标显示，则表示打开操作波形模式，本示波器默认打 开操作波形模式。

(5) 触摸快捷操作

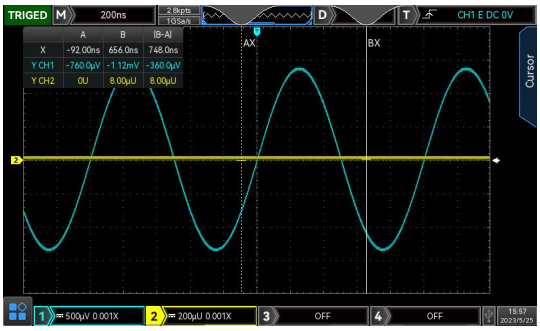
将两根手指分开，同时向一个方向滑动两根手指时，可快速打开或关闭时间测量、电压测量光标。

a. 时间测量光标

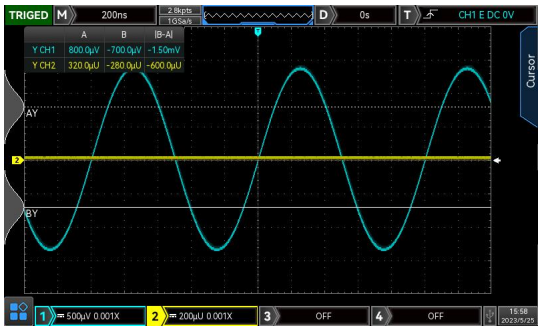
- 垂直向下滑动时，直接打开时间测量光标，如图 4-12（a）所示；
- 垂直向上滑动时，直接关闭时间测量光标；

b. 电压测量光标

- 水平向右滑动时，直接打开电压测量光标，如图 4-12（b）所示；
- 水平向左滑动时，直接关闭电压测量光标；



（a）



（b）

图 4-12

注意：滑动距离需要 ＞3div 时才能打开、关闭光标。

4.8 菜单特殊符号介绍

按下任一软键可激活相应的菜单，下面的符号可能显示在菜单中。

表示可以用前面板上的多功能旋钮 选择参数项、调整参数值等。

表示当前菜单有若干选项。

表示当前菜单有下一层菜单。

表示该菜单有两个选项。

表示可以用前面板上的 多功能旋钮、飞梭旋钮 调整参数值。

表示可以用前面板上的 数字键盘 输入内容，或触摸弹出数字键盘，并输入内容。

表示当前页可做上翻页、下翻页操作。

圆圈数量表示该菜单的总页数，单页无小圆圈显示，两页及以上有小圆圈标示。翻页时通过键盘 PgDn 翻页。

5. 设置垂直通道

- 打开/激活/关闭模拟通道
- 通道耦合
- 带宽限制
- 伏格
- 探头
- 反相
- 单位
- 偏置电压
- 标签

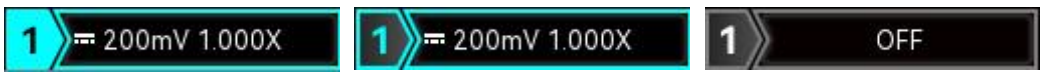
MSO/UPO2000提供4个或2个模拟输入通道两种类型， 4个模拟通道为CH1～CH4，每个通道的垂直系统设置方法完全相同，2个模拟通道则只有CH1～CH2。

本章以 1 （通道1） 为例介绍垂直通道的设置。

5.1 打开/激活/关闭模拟通道

CH1～CH4四个模拟通道都包含3种状态：打开、关闭、激活。

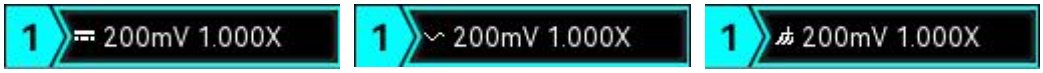
- 打开：在通道关闭时按 1 、 2 、 3 、 4 中的任意一个，可以打开相应通道。
- 关闭：不显示相应通道的波形，任意已打开并且已激活的通道，按相应通道按键可以关闭该通道。
- 激活：多通道同时打开时，只有一个通道被激活（必须为打开状态才能激活），激活状态下可以调节通道的垂直档位、垂直移位、及通道设置等，任意已打开但未激活的通道，按相应通道按键可以激活该通道，在任意通道被激活时，示波器显示对应的通道菜单。



激活状态　　打开未激活　　关闭

5.2 通道耦合

通道下可设置通道耦合 ，可以选择通道直流、交流或接地 3 种耦合方式。



直流　　交流　　接地

5.3 带宽限制

带宽限制可设置 20MHz 和满带宽，软键菜单设置为 20MHz 时，示波器的带宽限制在大约 20MHz，衰减信号中 20MHz 以上的高频信号， 常用于在观察低频信号时减少信号中的高频噪声，当带宽限制功能选择到开时，垂直状态标识中会出现 B 标识



带宽限制打开时出现 B 标识

5.4 伏格

通道下可设置伏格，也可按下垂直 SCALE 旋钮 快速切换伏格，伏格可设置项“粗调/细调”，示波器伏格范围是 500uV/div～20V/div，以 1－2－5 方式步进，粗调时，按正常步进调整垂直单位；细调时，则在当前垂直档位范围内以 1%步进改变垂直档位。

注意：div 指示波器波形显示区域的方格，/div 代表每格。

5.5 探头

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，以确保电压读数正确。当通道单位为：V、W、U 时，探头可设置值有：0.001X、0.01X、0.1X、1X、10X、100X、1000X、自定义；当通道单位为：A 时，显示为电流探头，可设置：5mV/A、10mV/A，50mV/A，100mV/A、200mV/A、自定义。

5.6 反相

通道下可设置反相，反相打开后波形电压值被反相，同时垂直状态标识中出现反相标识  （如图 5-2）。

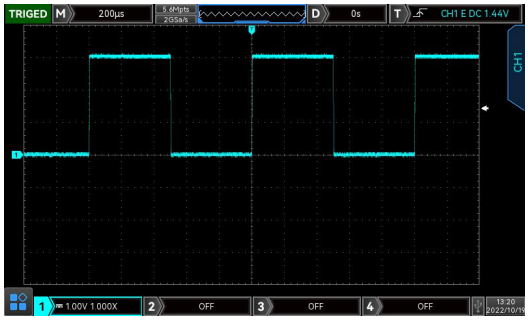


图 5-1 反相关

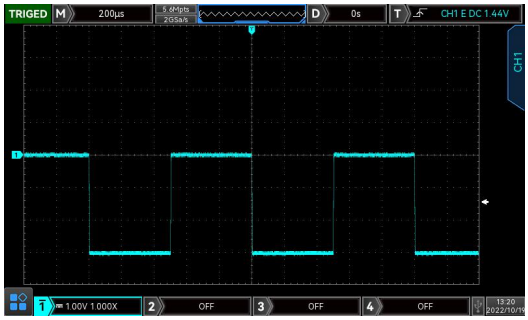


图 5-2 反相开

5.7 单位

为当前通道选择幅度显示的单位，单位需在通道下设置，可设置单位有“V”、“A”、“W”、“U”，默认单位为 V，当使用电流探头时，应该将单位切换至 “A”。修改单位后，通道状态标签中的单位、测量相关单位随之改变。

5.8 偏置电压

显示当前通道偏置电压值，当通过垂直 Position 旋钮垂直移动波形，其电压值会随之改变，且通过 Multipurpose 旋钮或数字键盘修改偏置电压的值，波形也会随之进行垂直移动。

5.9 标签

设置当前通道的显示标签，仪器默认使用当前通道号作为标签，如：CH1，也支持设置自定义标签。

标签状态：开，通道标签显示 CH1，可自由选择标签名称，也可自定义标签名称；

标签状态：关，不显示通道标签；

6. 设置水平系统

- 水平档位
- ROLL 滚动模式
- 视窗扩展
- XY
- Multi-Scopes
- 触发释抑

6.1 水平档位

水平档位，也称水平时基，即显示屏水平方向上每刻度所代表的时间值，通常表示为 s/div，通过水平控制区（HORIZONTAL）中的 SCALE 调节，按 1-2-5 步进设置水平档位，即 1 ns/div、2 ns/div、5ns/div、10 ns/div、25 ns/div……500s/div、1ks/div。顺时针转动减小档位，逆时针转动增大档位，调节水平时基时，屏幕左上角的档位信息（如图 6-1 所示）实时变化。

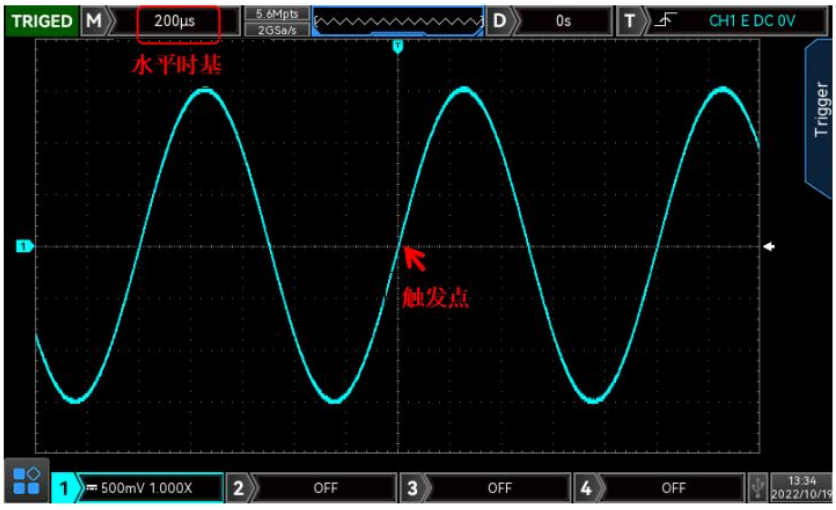


图 6-1

改变水平时基时，波形将随着触发点的位置进行相应的扩展或压缩。

6.2 ROLL 滚动模式

在触发模式为自动时，调节水平控制区的 SCALE 旋钮，示波器的水平档位慢于 20ms/div，示波器会进入 ROLL 模式，示波器将会连续的在屏幕上绘制波形的电压-时间趋势图，在该模式下，波形自右向左滚动刷新显示，并将最新的波形绘制在屏幕最右端，如图 6-2 所示：

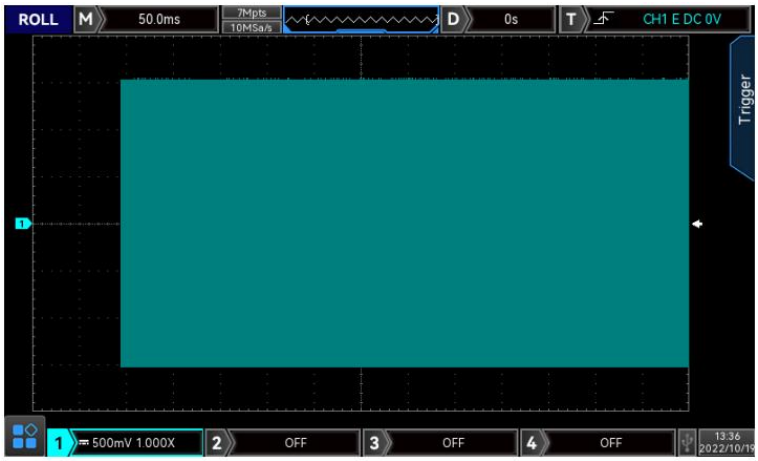


图 6-2

应用于慢扫描模式观察低频信号，建议将“通道耦合”方式设置为“直流”。

注意：ROLL 模式下“水平位移”、“协议解码”、“通过测试”、“参数测量”、“波形录制”、“波形亮度”等功能均不可用。

6.3 视窗扩展

视窗扩展可用来水平放大一段波形，以便查看图像细节，在水平菜单列表可打开视窗扩展，也可按下 HORIZONTAL SCALE 按键打开视窗扩展，视窗扩展下，屏幕被分成图 6-3 所示的两个显示区域。

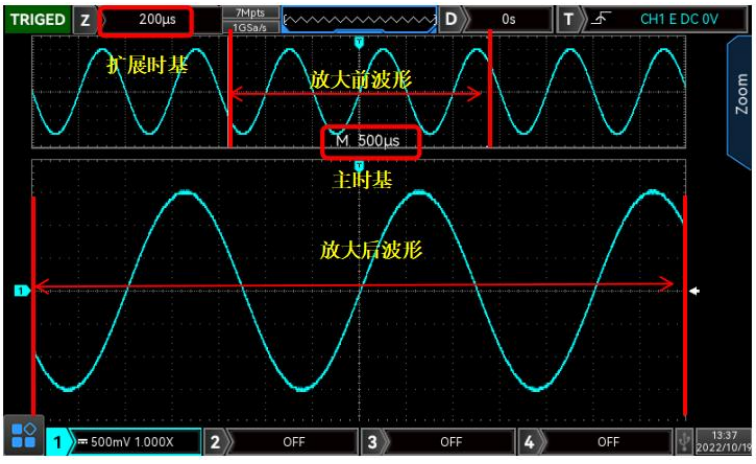


图 6-3

屏幕上半部分中括号内为放大前的波形,可通过水平 Position 左右移动该区域,或调节水平时基 SCALE 扩大或减小该区域。

放大后的波形：

屏幕下半部分是经水平扩展的波形，视窗扩展相对于主时基提高了分辨率。

时基选择：

当视窗扩展打开时，“时基选择”菜单支持设置，可设置：扩展时基、主时基。

a. 扩展时基：旋转水平 SCALE 旋钮，仅改变扩展时基的时基档。

b. 主时基：旋转水平 SCALE 旋钮，仅改变主时基的时基档。

注意：水平时基档位在 20ms/div～1ns/div，才有视窗扩展功能，若 ROLL 模式打开扩展时基，则默认将主时基档设置为 20ms。

6.4 XY

XY 模式显示的波形也称为李沙育(Lissajous)图形。同时，XY 时支持光标测量，可快速测量两路信号之间的相位差，如图 6-5 所示

(1) 时基格式：

a. YT：显示时间（水平刻度）上的电压值。

b. XY：显示李沙育图形，可以方便地测量相同频率的两个信号之间的相位差

(2) 显示：

a. 全屏：屏幕上只显示李沙育图形。

b. 分屏：屏幕下半部分显示李沙育图形，上半部分显示X-Y对应的波形。

(3) X-Y:

设置生成李沙育图形的波形，可选择CH1-CH2,、CH1-CH3、CH1-CH4、CH2-CH3、CH2-CH4、CH3-CH4。

当选择 X-Y 菜单设置为 CH11-CH2 时，水平轴（X 轴）上输入 CH1 的信号，垂直轴（Y 轴）上输入 CH2 的信号。

在 XY 模式下，当 CH1 或 CH3 为激活状态时，使用水平控制区(VERTICAL)的 POSITION 旋钮在水平方向移动 XY 图形，当 CH2 或 CH4 为激活状态时，使用水平控制区(VERTICAL)的 POSITION 旋钮在垂直方向移动 XY 图形。

调节垂直控制区(VERTICAL)的 SCALE 旋钮来改变各个通道的幅度档位，调节水平控制区(HORIZONTAL)的 SCALE 旋钮来改变时基档位，可以获得较好显示效果的李沙育图形，XY 模式下的波形如图 6-4 所

示：

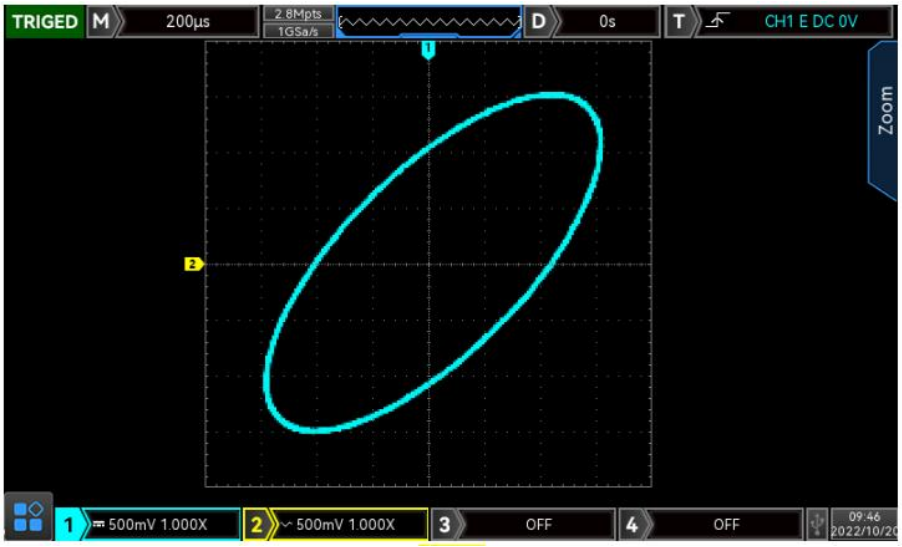
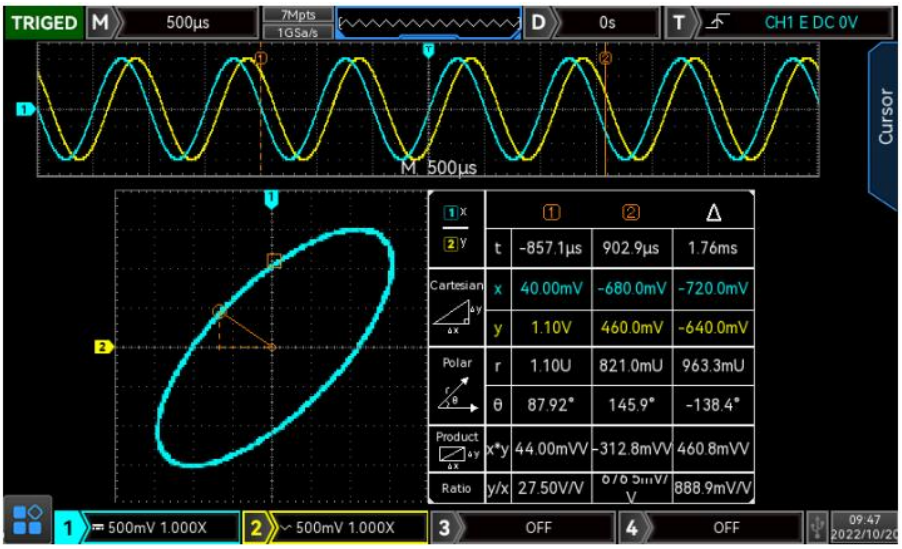


图 6-4

在此状态下设置显示菜单为分屏，并按下 CURSOR 功能按键，如图 6-5 所示：



		①	②	Δ
	t	-857.1µs	902.9µs	1.76ms
Cartesian	x	40.00mV	-680.0mV	-720.0mV
	y	1.10V	460.0mV	-640.0mV
Polar	r	1.10U	821.0mU	963.3mU
	θ	87.92°	145.9°	-138.4°
Product	x*y	44.00mVV	-312.8mVV	460.8mVV
Ratio	y/x	27.50V/V	676.5mV/V	888.9mV/V

图6-5

光标①往下分别是：时间，直角坐标，极坐标，乘积，比例

光标②往下分别是时间，直角坐标，极坐标，乘积，比例

△往下分别是:Delta（两光标间的数值差）

XY模式的应用

通过李沙育（Lissajous）法可方便的观察相同频率的两个信号之间的相位差，下图给出了相位差的观察原理图。

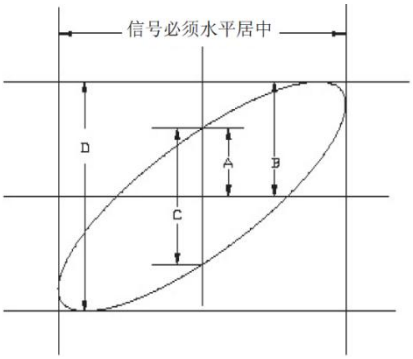


图6-6

根据 sinθ=A/B 或 C/D，其中 θ 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 θ=±arcsin（A/B）或者 θ=±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～π/2）或（3π/2～2π）内。如果椭圆的主轴在 II、IV 象限内，那么所求得的（π/2～π）或（π～3π/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。如图 6-7

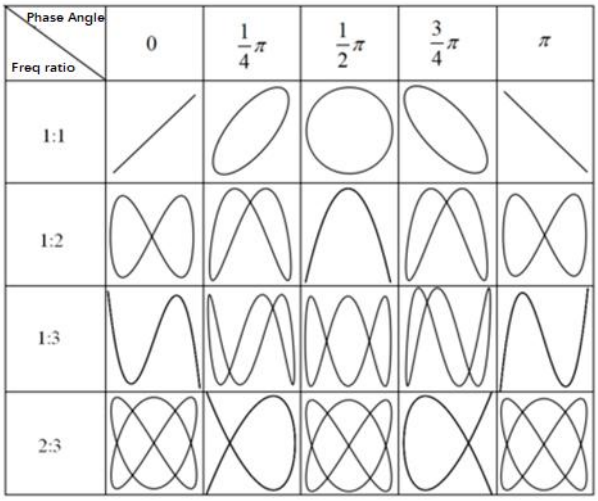


图6-7

6.5 Multi-Scopes

在 Multi-Scopes 下，CH1～CH4 可以分别设置成不同的时基档位，以便多通道同时观察不同频率的信号，通过水平菜单列表，可进入 Multi-Scopes 界面。

切换 Multi-Scopes 开关，进入 Multi-Scopes 模式，如下图所示，各个通道设置不同频率、不同幅度、不同类型的波，在 Multi-Scopes 下均可进行稳定触发。Multi-Scopes 下，可分别打开、关闭、激活通道，可单独调节通道时基档、伏格档、水平位移、垂直位移、触发设置等。

Multi-Scopes 支持将当前通道分屏到屏幕上端显示，便于观察波形，如图 6-8 所示。



图 6-8

注意：当 Multi-Scopes 二分屏时，每屏横向依然是 700 个像素点；若是 4 分屏，每屏横向只有 350 个像素点。

6.6 触发释抑

使用触发释抑，可用于观察复杂波形（如脉冲串系列），释抑时间是指示波器重新启用触发电路所等待的时间，在释抑期间，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 6-9 所示。

HORI MENU 菜单下可使用多功能旋钮、飞梭旋钮、数字键盘设置触发释抑时间。

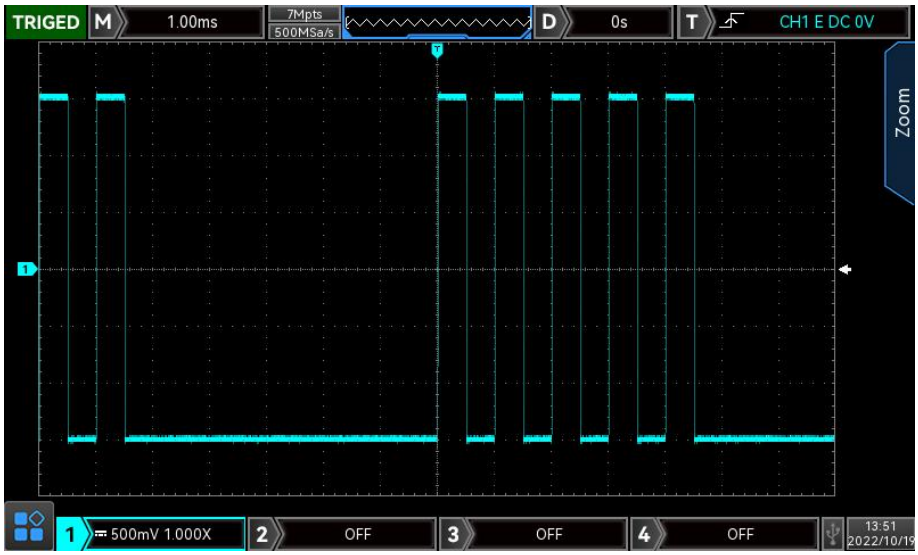


图 6-9

7. 设置触发系统

- 触发系统名词介绍
- 边沿触发
- 脉宽触发
- 视频触发
- 斜率触发
- 欠幅脉冲触发
- 超幅脉冲触发
- 延迟触发
- 超时触发
- 持续时间触发
- 建立保持触发
- N 边沿触发
- 码型触发
- RS232 触发
- I^2C 触发
- SPI 触发
- CAN 触发
- CAN-FD 触发
- LIN 触发
- FlexRay 触发
- 区域触发

触发决定了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。仪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，并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，仪器连续地采集足够多的数据以在触发点的右方画出波形。

本章以4个模拟通道(MSO/UPO2000)**为例介绍垂直通道的设置。**

7.1 触发系统名词介绍

(1) 触发信源

用于产生触发的信号。触发可从多种信源得到：输入通道(CH1、CH2、CH3、CH4)，数字信号（D0～D15）外部触发(EXT、EXT/5)，市电等

a. 输入通道：选择示波器前面板上的模拟信号输入端 CH1～CH4 中的任意一个作为触发信号。

b. 数字通道：当接入数字信号且打开 LA 时可选择任意一个数字通道作为触发信号。

c. 外部触发：选择示波器后面板的 EXT Trig(EXT 或 EXT /5 的输入端)输入信号作为触发信号，例如，可利用外部时钟输入到 EXT Trig 端子作为触发信源，包括 EXT 和 EXT/5 两种，EXT 触发电平范围在-1.8V～+1.8V 时可设置；EXT/5 触发电平的范围扩至-9V～+9V。

d. 市电：即市电电源。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) 触发模式

决定示波器在触发事件情况下的行为方式。本示波器提供三种触发模式：自动、正常、单次触发。按下前面板触发控制区 MODE 键可以快速切换选择触发模式。

a. 自动触发：在没有触发信号输入时，系统自动运行采集数据，并显示；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。

自动模式适用于：

- 检查 DC 信号或具有未知电平特性的信号

注意：在此模式下，允许 50ms/div 或更慢的时基档位设置发生没有触发信号的 ROLL 模式。

b. 正常触发：示波器在正常触发模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，仪器处于等待触发，满足触发条件时更新当前屏幕波形数据，否则保持最后一次触发的波形。

正常模式适用于：

- 只需要采集由触发设置指定的特定事件；
- 较为罕见的触发事件，使用正常模式可防止示波器自动触发，从而使 显示稳定。

c. 单次触发：在单次触发模式下，用户按一次 SINGLE 按键，将清除屏幕波形，示波器进入等待触发，当仪器检测到一次触发时，采样并显示所采集到的波形，然后进入 STOP(停止)状态。按示波器前面板上的 SINGLE 按键，将清除屏幕波形，并快速进入单次触发模式。

单次模式适用于：

- 捕获偶然出现的单次事件或非周期性信号，如上、下电波形；
- 较为罕见的触发事件

(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、高频抑制、噪声抑制。

a. 直流：让信号的所有成分通过。

b. 交流：阻挡输入信号的直流成分。

c. 高频抑制：抑制信号中 40kHz 以上的高频分量。

d. 低频抑制：抑制信号中 40kHz 以下的低频分量。

e. 噪声抑制：抑制信号中的高频噪声，降低示波器被误触发的概率。

(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 7 格的预触发和延迟信息，您可以通过水平移动波形，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。

(5) 强制触发

FORCE 可强制产生一次触发信号。

在使用正常或单次触发模式时如果在屏幕上看不到波形，按 FORCE （强制触发）键可采集信号基线，以确认采集是否正常。

7.2 边沿触发

边沿触发通过查找波形上的指定沿（上升沿、下降沿、上升&下降沿）和电平来识别触发，可以在边沿触发菜单列表设置信源、触发耦合、触发模式、边沿类型，当满足条件后波形可稳定触发。如图 7-1 所示。

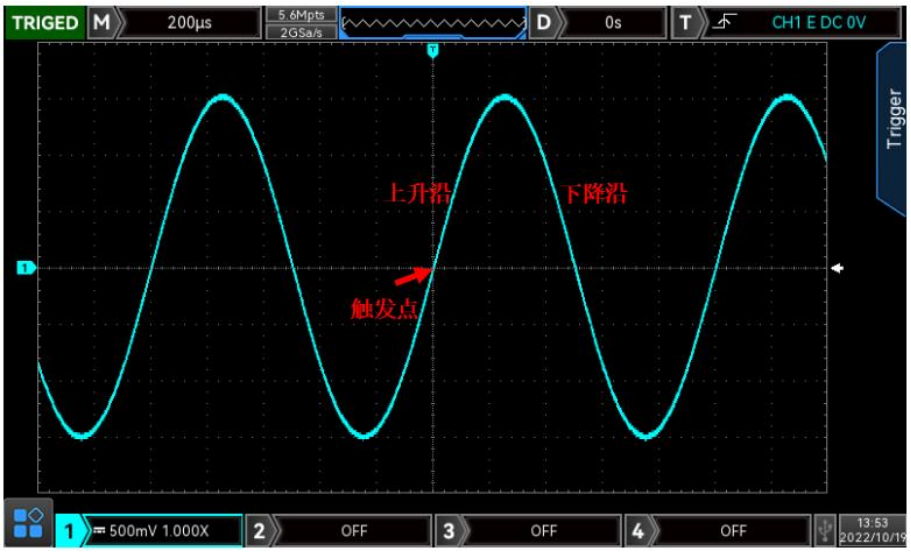


图 7-1

(1) 边沿类型：

a. 上升沿：设置在信号的上升边沿触发。

b. 下降沿：设置在信号的下降边沿触发。

c. 任意沿：设置在信号的上升边沿和下降边沿都会产生触发。

7.3 脉宽触发

脉宽触发将示波器设置为在指定宽度，且满足判断条件的正脉冲或负脉冲上触发，可在脉宽触发菜单列表设置信源、脉宽条件、脉宽上限/脉宽下限、脉宽极性（正脉宽、负脉宽）、触发耦合、触发模式等。如图 7-2 所示。

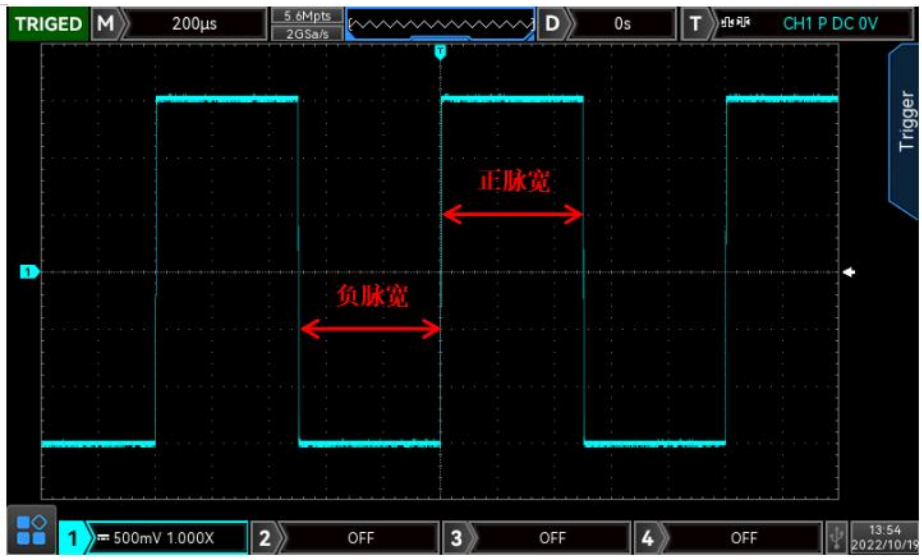


图 7-2

(1) 脉宽条件：

脉宽条件即选择触发条件：“>”、“<”、“≤≥”。

a. >：当触发信号的脉宽大于设定的脉宽时产生触发，可设置脉宽下限值。

b. <：当触发信号的脉宽小于设定的脉宽时产生触发，可设置脉宽上限值。

c. ≤≥：当触发信号的脉宽与设定的脉宽基本一致、或信号脉宽在设定区间范围内产生触发，可设置脉宽下限、脉宽上限值。

(2) 脉宽上限、脉宽下限：

设定的脉宽值与信号脉宽进行比较，满足条件则触发，可设置范围：1ns～4s。

7.4 视频触发

视频信号可包含图像信息和时序信息，且具有多种标准和制式。MSO/UPO2000 可在 NTSC（National Television Standards Committee，美国国家电视标准委员会）、PAL（Phase Alternating Line，逐行倒相）、SECAM（Sequential Couleur A Memoire，顺序传送彩色与存贮）标准视频信号的场或行上触发，如图 7-3 所示。

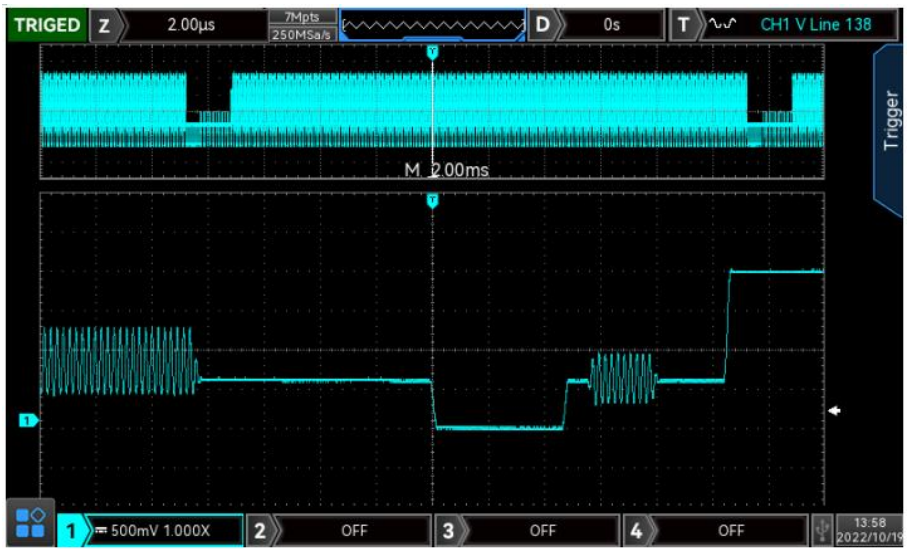


图 7-3

(1) 视频制式：

视频制式支持选择 PAL，NTSC，SECAM。

a. PAL：帧频为每秒 25 帧，电视扫描线为 625 行，奇场在前，偶场在后。

b. NTSC：场频为每秒 60 场，帧频为每秒 30 帧，电视扫描线为 525 行，偶场在前，奇场在后。

c. SECAM：帧频为每秒 25 帧，电视扫描线 625 行，隔行扫描。

(2) 视频同步：

视频同步可以选择偶数场，奇数场，所有行和指定行。

a. 偶数场：设置在视频信号的偶数场上触发和同步。

b. 奇数场：设置在视频信号的奇数场上触发和同步。

c. 所有行：设置在视频信号的行信号上触发和同步。

d. 指定行：设置在指定的视频行数上触发和同步。选择该同步时，可以指定行号。使用 Multipurpose 旋钮调整行号。 行号的设置范围为 1 至 625（PAL/SECAM）、1 至 525（NTSC）。

提示：为了更好地观测视频信号中的波形细节，可以先将存储深度设大一些，对视频信号进行触发调试过程中，由于 MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器采用了 UNI-T 独创的数字三维技术，具备多级灰度显示功能，不同的亮度能反映信号不同部分的频率，有经验的用户在调试过程中可迅速判断信号的质量，发现异常情况。

7.5 斜率触发

斜率触发是指当信号上升或下降的斜率符合设定值时即产生触发，在斜率触发菜单列表可设置信源、触发耦合、触发耦合、触发方式、边沿类型（上升沿、下降沿）、时间条件、时间下限/时间上限、电平选择等。

(1) 边沿类型：

边沿类型即选择斜率触发沿：上升沿、下降沿。

a. 上升沿：使用触发信号的上升沿来进行斜率触发。

b. 下降沿：使用触发信号的下降沿来进行斜率触发。

(2) 时间条件：

条件即选择触发条件：“＞”、“＜”、“≤≥”。

a. ＞：当触发信号斜率时间大于设定的斜率时间时产生触发，可设置时间下限值。

b. ＜：当触发信号斜率时间小于设定的斜率时间时产生触发，可设置时间上限值。

c. ≤≥：当触发信号斜率时间与设定的斜率时间基本一致，或在斜率时间范围内时产生触发，可设置时间下限值、时间上限值。

注：触发信号斜率时间是指：如下图中的“上升沿斜率时间、下降沿斜率时间”

(3) 电平选择：

电平选择可设置：低电平，高电平，高低电平，直接按下触发控制区的 LEVEL 旋钮进行快速切换选择。

a. 低电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮调节斜率触发的低电平阈值。

b. 高电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮调节斜率触发的高电平阈值。

c. 高低电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮同时调节斜率触发的高低电平阈值。

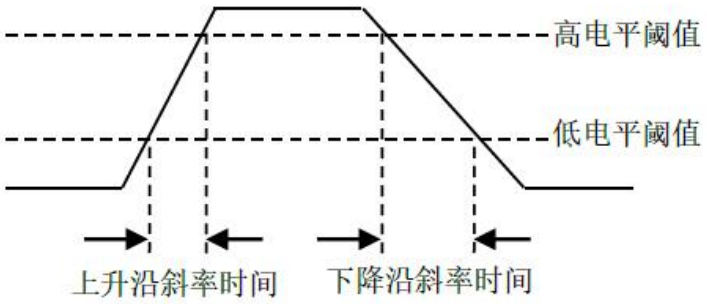
(4) 时间下限、时间上限

设定时间值，可设置范围：8ns～1s。

注：斜率触发时屏幕左下角会显示设定的压摆率值，压摆率的计算公式为

(高电平阈值-低电平阈值)÷时间

对于设定的压摆率，这里的时间就是设定的斜率时间值。



7.6 欠幅脉冲触发

欠幅脉冲触发：用于触发跨过了一个触发电平但没有跨过另一个触发电平的脉冲，本示波器中，正向欠幅脉冲是指跨过了触发电平下限但没有跨过触发电平上限的脉冲；负向欠幅脉冲是指跨过了触发电平上限但没有跨过触发电平下限的脉冲，如下图 7-4 所示。

欠幅触发菜单列表可设置：信源、触发耦合、触发方式、触发极性（正极性、负极性）、欠幅条件（无关、＜、＞、≤≥）、时间下限、时间上限、电平选择等。

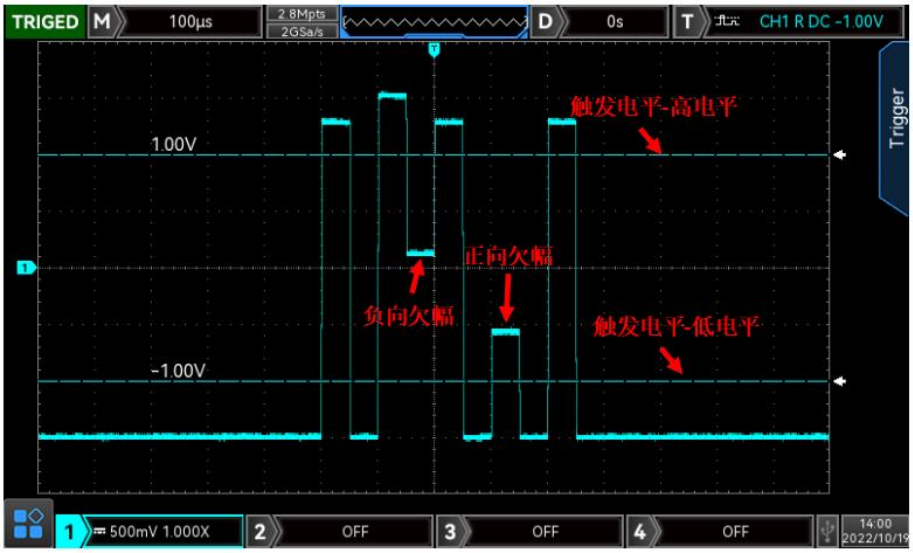


图 7-4

(1) 触发极性：

触发极性可选择：正极性和负极性。

a. 正极性：设置在正向欠幅脉冲触发。

b. 负极性：设置在负向欠幅脉冲触发。

(2) 欠幅条件：

条件即选择触发条件：无关、＞、＜、≤≥。

a. 无关：不设置欠幅脉冲触发的触发限制条件。

b. ＞：欠幅脉冲宽度大于设置的脉宽时触发，可设置下限时间值。

c. ＜：欠幅脉冲宽度小于设置的脉宽时触发，可设置上限时间值。

d. ≤≥：欠幅脉冲宽度在设置的脉宽范围内，或在区间范围内时触发，可同时设置上限时间、下限时间值。

(3) 时间上限、时基下限：

设定脉冲的脉宽值与通道脉冲脉宽进行比较，满足条件则触发，可设置范围：8ns～10s。

(4) 电平选择：

电平选择可设置：低电平，高电平，高低电平。直接按下触发控制区的 LEVEL 旋钮进行快速切换选择。

a. 低电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮调节斜率触发的低电平阈值。

b. 高电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮调节斜率触发的高电平阈值。

c. 高低电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮同时调节斜率触发的高低电平阈值。

7.7 超幅脉冲触发

选择超幅脉冲触发，超幅触发的触发电平有一个高电平和一个低电平，当输入信号的上升沿跨过高电平或下降沿跨过低电平时，示波器触发，如下图 7-5 所示，超幅触发菜单列表可设置：信源、耦合方式、触发方式、超幅类型（上升沿、下降沿、任意沿）、位置（进入、退出、时间）、触发设置、电平选择等。

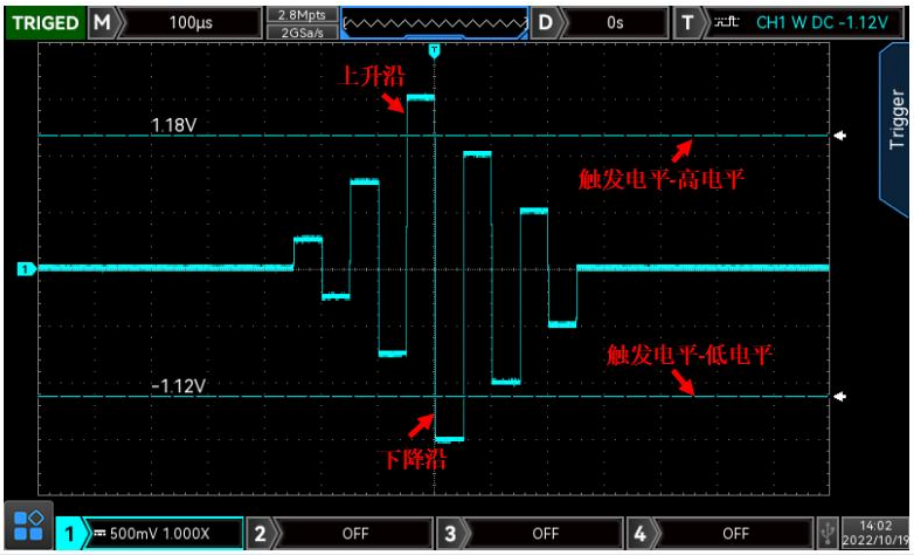


图 7-5

(1) 超幅类型：

超幅类型即选择输入信号在何种边沿上触发。可以选择上升沿、下降沿、任意沿，当前超幅类型显示在屏幕右上角。

a. 上升沿：设置在输入信号的上升沿处且电压电平高于设定的高电平时触发。

b. 下降沿：设置在输入信号的下降沿处且电压电平低于设定的低电平时触发。

c. 任意沿：设置在输入信号的上升&下降边沿处且电压电平满足设定的电平时触发。

(2) 触发位置：

触发位置即选择触发的位置，可选择：进入、退出、时间，通过选择触发位置进一步确定触发的时间点。

a. 进入：设置当输入信号进入指定的触发电平范围内时触发。

b. 退出：设置当输入信号退出指定的触发电平范围内时触发。

c. 时间：设置超幅进入后的累计保持时间大于等于设置的超幅时间时触发。

(3) 触发设置：

当触发位置选择“超幅时间”时，触发设置时间生效，且满足条件后触发，可设置范围：8ns～10s。

(4) 电平选择：

电平选择可设置：低电平，高电平，高低电平。直接按下触发控制区的 LEVEL 旋钮进行快速切换选

择。

a. 低电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮调节斜率触发的低电平阈值。

b. 高电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮调节斜率触发的高电平阈值。

c. 高低电平：此时可通过触发控制区的 LEVEL 旋钮同时调节斜率触发的高低电平阈。

7.8 延迟触发

延迟触发，需要设置触发信源 1 和信源 2。当信源 1 所设定的边沿（边沿 1）与信源 2 所设定的边沿（边沿 2）之间的时间差（△T）满足预设的时间限制时，示波器触发，如下图 7-6 所示。

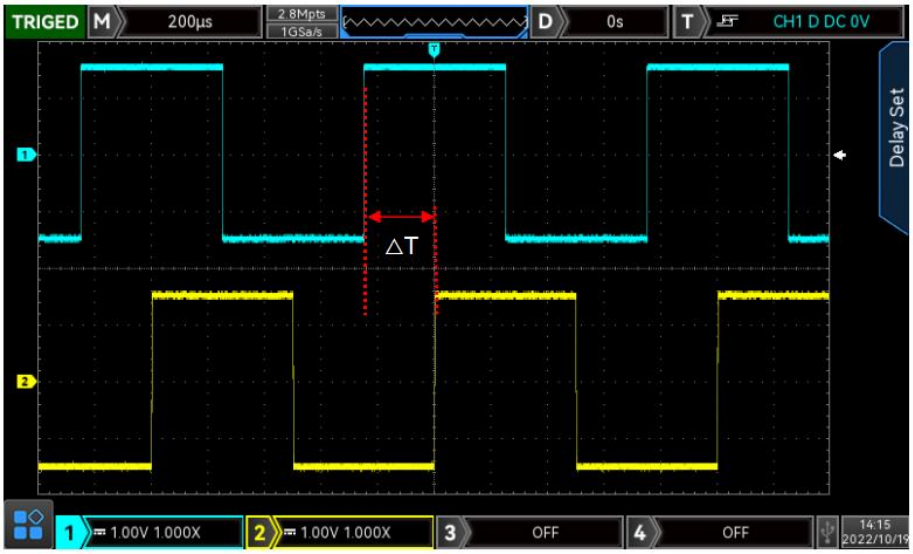


图 7-6

边沿 1 设定为上升沿，边沿 2 也设定为上升沿，△T 就为上图红色标注的范围。

注意：边沿 1 与边沿 2 必须为紧邻的边沿。

注意：只有选择已接入信号的通道作为触发信源才能得到稳定的触发。

(1) 延迟条件：

设置延迟触发的条件 ，可选择：＞、＜、≤≥、＞＜。

a. ＞：信源 1 所设定的边沿与信源 2 所设定的边沿之间的时间差（△T）大于设置的时间下限时触发，支持设置时间下限。

b. ＜：信源 1 所设定的边沿与信源 2 所设定的边沿之间的时间差（△T）小于设置的时间上限时触发，支持设置时间上限。

c. ≤≥：信源 1 所设定的边沿与信源 2 所设定的边沿之间的时间差（△T）大于等于设置的时间下限且小于等于设置的时间上限时触发，支持设置时间上限、时间下限。

d. ＞ ＜：信源 1 所设定的边沿与信源 2 所设定的边沿之间的时间差（△T）小于设置的 时间下限 或大于设置的 时间上限 时触发，支持设置时间上限、时间下限。

(2) 时间上限、时间下限：

设定时间值与**△T** 进行比较，满足条件则触发，可设置范围：8ns ～ 10s。

7.9 超时触发

超时触发，可以触发从输入信号的上升沿（或下降沿）跨过触发电平开始到相邻的下降沿（上升沿）跨过触发电平结束的时间间隔（△T）大于设置的超时时间时的信号，如下图 7-7 所示。

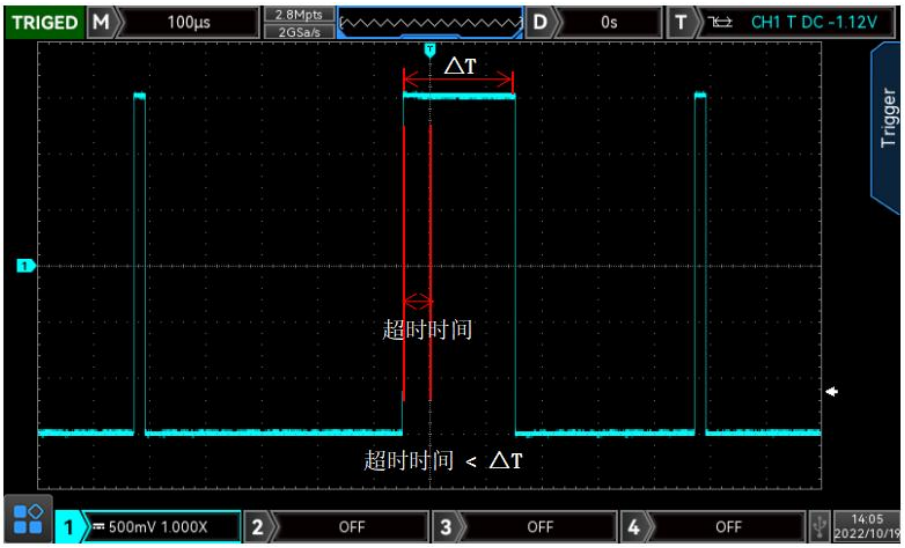


图 7-7

(1) 边沿类型：

边沿类型即选择输入信号在何种边沿上触发，可以选择上升沿、下降沿、任意沿，当前边沿类型显示在屏幕右上角。

a. 上升沿：设置在输入信号的上升沿通过触发电平开始计时。

b. 下降沿：设置在输入信号的下降沿通过触发电平开始计时。

c. 任意沿：设置在输入信号的上升沿或下降沿通过触发电平开始计时。

(2) 超时时间：

设定超时时间值与ΔT 进行比较，当超时时间 ＜ ΔT 则触发，可设置时间范围：8ns～10s。

7.10 持续时间触发

选择持续时间触发，示波器通过查找指定码型的持续时间作为识别触发的条件。码型是通道逻辑“与”的组合，每个通道的值可为 H（高）、L（低）或 X（忽略）。当该码型的持续时间（△T）满足预设的时间时触发，如下图 7-8 所示。

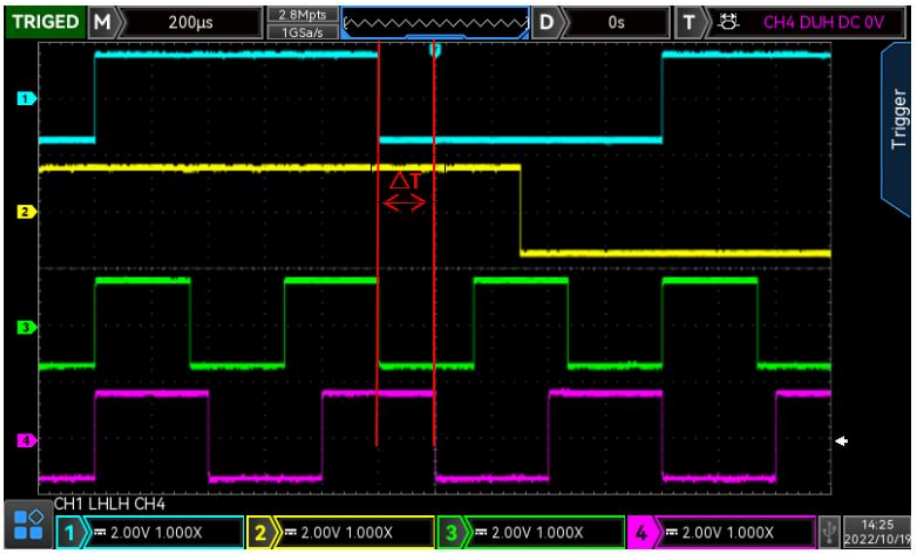


图 7-8

(1) 码型设置：

码型设置支持选择 H，L，X，屏幕下方显示每个通道的码型设置，如上图所示。

a. H：将所选通道码型值设置为 “高”，即电压电平高于该通道的触发电平。

b. L：将所选通道码型值设置为“低”，即电压电平低于该通道的触发电平。

c. X：将所选通道码型值设置为“忽略”，即该通道不作为码型的一部分，当码型中的所有通道均被设置为“忽略”时，示波器将不触发。

(2) 触发条件：

触发条件支持选择：＞，＜，≤≥。

a. ＞：码型的持续时间大于设置的时间时触发，可设置时间下限。

b. ＜：码型的持续时间小于设置的时间时触发，可设置时间上限。

c. ≤≥：码型的持续时间小于等于设置的时间上限且大与等与设置的时间下限时触发，可设置时间上限、时间下限。

(3) 时间上限、时间下限：

码型持续时间ΔT 与设置时间进行比较，满足条件则触发，可设置范围：8ns～10s。

7.11 建立保持触发

建立保持触发，在此触发类型下，需要设置数据信号线和时钟信号线，建立时间从数据信号跨过触发电平时开始，至指定的时钟边沿到来时结束；保持时间从指定的时钟边沿到来时开始，至数据信号再次跨过触发电平时结束（如下图 7-9 所示），当建立时间或保持时间小于预设的时间时，示波器将触发，主要用于定位查找错误码，快速找到不满足建立保持时间的信号。

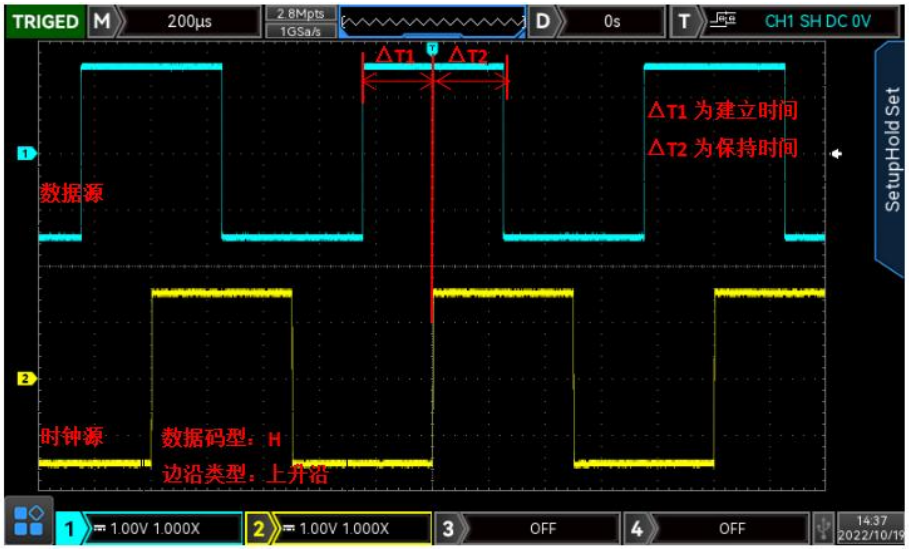


图 7-9

(1) 码型设置：

码型设置支持选择 H，L。

a. H：设置数据信号的有效码型为高电平。

b. L：设置数据信号的有效码型为低电平。

(2) 边沿类型：

选择时钟边沿类型，支持选择上升沿、下降沿。

a. 上升沿：设置所需的时钟边沿类型为上升沿。

b. 下降沿：设置所需的时钟边沿类型为下降沿。

(3) 保持类型：

保持类型支持选择建立、保持、建立&保持。

a. 建立：当建立时间小于设定值时触发。

b. 保持：当保持时间小于设定值时触发。

c. 建立&保持：当建立时间和保持时间均小于设定值时触发。

(4) 时间：

码型建立、保持时间ΔT 与设置时间进行比较，满足条件则触发，可设置范围：4ns～1s。

7.12 N 边沿触发

N 边沿触发，在指定空闲时间后第 N 个边沿上触发，例如，在如下图所示的波形中，需在指定空闲时间（相邻两个上升沿之间的时间）后第 2 个上升沿上触发，则空闲时间需设置为 P＜空闲时间＜M。其中 M 为第 1 个上升沿与前一个上升沿之间的时间，P 为参与计数的上升沿之间的最大时间，如图 7-10 所示。

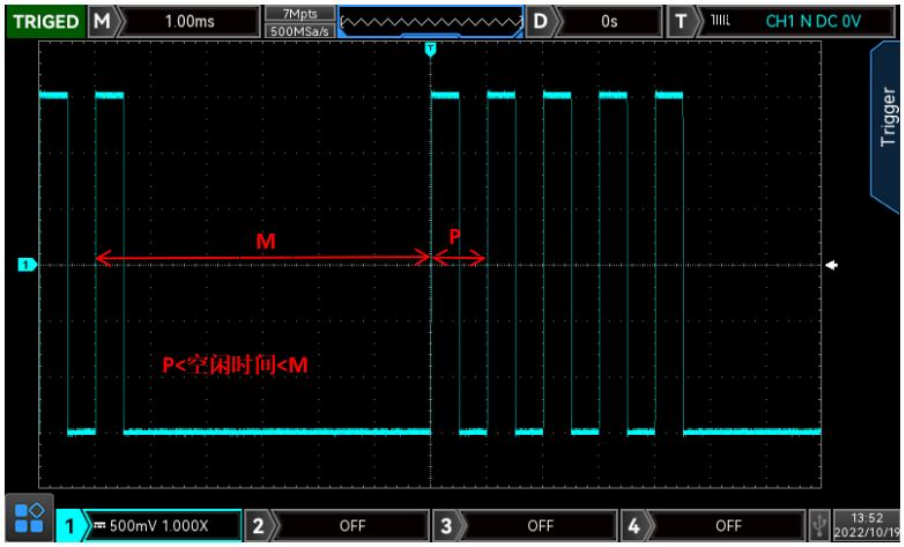


图 7-10

(1) 边沿类型：

边沿类型选择输入信号在何种边沿上触发。可以选择上升沿、下降沿，当前边沿类型显示在屏幕右上角。

a. 上升沿：设置在信号的上升边沿触发。

b. 下降沿：设置在信号的下降边沿触发。

(2) 空闲时间：

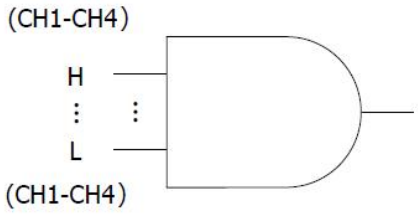
空闲时间与脉冲时间进行对比，满足条件则触发，可设置范围：8ns～10s。

(3) 边沿数：

边沿数即在脉冲串的那个边沿触发，支持使用 Multipurpose 旋钮、飞梭旋钮、数字键盘设置边沿值，边沿值的范围：1～65535。

7.13 码型触发

码型触发通过查找指定码型识别触发条件。码型是通道逻辑“与”的组合，每个通道可以设置为 H（高）、L（低）、X（忽略），您还可以指定码型中的一个通道为上升沿或下降沿（仅可指定一个边沿），当指定边沿后，如果其它通道的码型均判定为“真”（即实际码型与预设的码型一致），示波器将在该指定边沿上触发，如果未指定边沿，示波器将在使码型为“真”的最后一个边沿上触发，如果所有通道的码型都被设置为“忽略”，示波器将不会触发。



(1) 码型设置：

码型设置支持选择 H、L、X、上升沿、下降沿。屏幕下方显示每个通道的码型设置。

a. H：将所选通道码型值设置为“高”，即电压电平高于该通道的触发电平。

b. L：将所选通道码型值设置为“低”，即电压电平低于该通道的触发电平。

c. X：将所选通道码型值设置为“忽略”，即该通道不作为码型的一部分，当码型中的所有通道均被设置为“忽略”时，示波器将不触发。

d. 上升沿：将码型设置为所选通道的上升沿。

e. 下降沿：将码型设置为所选通道的下降沿。

7.14 RS232 触发

RS232 解码触发，可设置触发条件、数据、触发耦合、触发方式、解码设置。

(1) 触发条件：

触发条件即设置触发条件，可以选择帧起始、错误帧、校验错误、数据。

a. 帧起始：即在 RS232 协议的起始位处进行波形触发，在您进行单次字符串的信号发送时，或者多次相同的字符串进行发送时，选用该触发可以看到稳定的信号波形，如果发送的数据有所变化，对应的波形将出现变化。

b. 帧错误：停止状态下出现 0 或者接收过程中在数据位中间位置出现数据错误。

c. 校验错误：RS232 协议在有校验位设置时，根据奇偶校验法则设置校验位为 0 或者 1。

奇偶校验法则规定如下：

奇校验：若数据位以及校验位中，比特位 1 的个数为奇数个则判定传输正确；

偶校验：若数据位以及校验位中，比特位 1 的个数为偶数个则判定传输正确。

使用该选项，可以检查 RS232 通信过程中，快速找到校验错误的传输过程，方便您进行故障分析定位。

d. 数据：当示波器采集到的数据与用户设置的 2 位 16 进制数相同是产生触发，使用该选项，您可以快速找到您感兴趣的特定数据的传输信号。

(2) 数据：

在触发条件为“数据”时有效，可设置范围：00 ~ FF(16 进制数)。

(3) 解码设置：

快速进入 RS232 协议解码入口，请参考协议解码章节的“RS232 解码” 一节。

7.15 I²C 触发

I²C 解码触发，可设置触发耦合、触发方式、操作方向、解码设置、触发条件等。

(1) 操作方向：

操作方向可以选择“写、读”。

a. 写:在 I²C 协议“读/写”位为“写”时才进行触发 。

b. 读:在 I²C 协议“读/写”位为“读”时才进行触发。

(2) 触发条件：

触发条件 即设置 I²C 触发的条件：启动、重启、停止、丢失确认、地址、数据、地址数据。

a. 启动：启动时刻时触发，即 SCL 为高电平期间，SDA 信号出现了下降沿。

b. 重启：重启时刻触发.即一次起始信号之后，还未出现停止之前，便再次出现了起始信号。

c. 停止：出现停止位的时候进行触发，即 SCL 为高电平期间，SDA 信号由低变高。

d. 丢失确认：在 I²C 协议中每次传输 8bits 信息后，都需要数据接收方发送应答信号，即在上图中的应答位，保持 SCL 位高期间，SDA 信号为低.丢失将在应答位时刻，SCL 为高，而 SDA 信号为高的时刻进行触发。

e. 地址：在检测到通信的地址和用户设定的地址值相同的时刻触发.可以帮助您快速定位地址传输。

f. 数据：当 I²C 采集到的数据与用户设置的数据一致时，波形进行触发，可快速找到用户感兴趣的特定数据的传输信号。

g. 地址数据：此触发条件将在传输过程中发现地址相同，且数据关系符合设定条件的情况下进行触发.使用此触发条件可以很方便的实现 I²C 的指定地址和数据触发，帮助您进行传输分析。

(3) 地址位宽：

当触发条件选择“地址”或“地址数据”时，需要设置 I²C 信号的地址位宽，可以选择 7bits 或 10bits。

(4) 地址：

在触发条件为“地址”或“地址数据”时有效，可设置范围：00～FFF(16 进制数)。

(5) 字节长度：

在触发条件为“数据”或者“地址数据”时有效，设置想要指定数据的数据字节长度，可以从 1～5。

(6) 数据：

在触发条件为“数据”或者“地址数据”时有效，，每个自己长度都可以从 00～FFFFFFFFFF(16 进制数)。如需设置，通过 Multipurpose 旋钮设置数据。

(7) 解码设置：

快速进入 I²C 协议解码入口，请参考协议解码章节的“I²C 解码” 一节。

7.16 SPI 触发

SPI 解码可设置触发条件、数据、空闲时间、触发耦合、触发方式、解码设置等。

(1) 触发条件：

触发条件即设置 SPI 触发条件。触发条件分两类：“使能片选”和“空闲时间”。

a. 使能片选有：片选、片选&数据。在片选电平由无效跳变为有效的边沿触发。

b. 空闲时间有：空闲、空闲&数据。空闲触发是经过一定空闲时间后新一段数据开始处触发。

(2) 数据：

当触发条件选择“片选&数据、空闲&数据”时，可设置数据相关参数，如：数位宽、帧长、MOSI 数据。

注意：一帧最大的数据长度是 128bits。

a. 数据位宽：

位宽即设置 SPI 协议信号中每一个数据单元信号的位宽，可设置范围：4～32 位。

b. 帧长：

设置数据单元的长度，可设置范围：1～32。

c. MOSI 数据：

设置 MOSI 数据，与帧长有关，可设置范围：0～FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF。

(3) 空闲时间：

空闲时间，即在 SCK 不变时空闲时间计数器计数，SCK 有效沿时判断计数值是否超过预设值，超过则在有效沿上触发。每个时钟有效沿时清空计数器，可设置范围：100ns～1s。

(4) 解码设置：

快速进入 SPI 协议解码入口。请参考协议解码章节的“SPI 解码” 一节。

7.17 CAN 触发

CAN 解码可设置触发条件、触发耦合、触发方式、解码设置等。

(1) 触发条件：

触发条件 即设置 CAN 触发的条件：帧开头、数据帧、远程帧、错误帧、超载帧、标识符、数据、ID 和数据、帧结尾、丢失确认、位填充错误。

a. 帧开头：示波器在帧起始位置处进行波形触发。

b. 数据帧：示波器在 CAN 信号匹配的数据帧上触发 。

c. 远程帧：在示波器的远程帧上触发。

d. 错误帧：示波器将在 CAN 信号的错误帧上触发。

e. 超载帧：示波器在 CAN 信号的超载帧上触发。

f. 标识符：示波器在与指定 ID 匹配的数据帧上触发。

g. 数据：示波器在与指定 ID 匹配的数据帧上触发。//（数据帧、远程帧都有 ID，数据帧有 data 数据、远程帧没有 data 数据）。

h. ID 和数据：示波器在与指定 ID 和数据匹配的数据帧上触发。

i. 帧结尾：在 CAN 信号的帧结尾位置上触发。

j. 丢失确认：在 CAN 信号的丢失确认信息处触发。

k. 位填充错误：在需要位填充的段内，连续检测到 6 位相同的电平时所检测到的错误，此时波形触发。

(2) 帧格式：

在触发条件为“标识符”或“ID 和数据”时有效，可设置“标准格式、扩展格式”，不同的帧格式，可设置的 ID 值范围不一样。

(3) ID：

在触发条件为“标识符”或“ID 和数据”时有效，可设置 ID 值，设置范围：000～7FF、00000000～1FFFFFFF。

(4) 方向：

在触发条件为“标识符”时有效，可设置“写、读、读或写”。

a. 写：在 CAN 协议“读/写”位为“写”时才进行触发。

b. 读：在 CAN 协议“读/写”位为“读”时才进行触发。

c. 读或写：在 CAN 协议“读/写”位为“写或读”时都进行触发。

(5) 字节长度：

在触发条件为“数据”或“ID 和数据”时有效，设置要触发的数据字节数，可设置值区间 1～8。

(6) 数据：

设置用户要触发的数据，在触发条件为“数据”或“ID 和数据”时有效，可设置数据字节数与字节数值有关，可设置范围：00～FFFFFFFFFFFFFFFF。

(7) 解码设置：

快速进入 CAN 协议解码入口，请参考协议解码章节的“CAN 解码” 一节。

7.18 CAN-FD 触发

CAN-FD 解码可设置触发条件、触发耦合、触发方式、解码设置等。

(1) 触发条件：

触发条件 即设置 CAN-FD 触发的条件：帧开头、数据帧、远程帧、错误帧、超载帧、标识符、数据、

ID 和数据、帧结尾、丢失确认、位填充错误。

a. 帧开头：在 CAN-FD 协议的帧起始位置处进行波形触发。

b. 数据帧：示波器在 CAN-FD 信号匹配的数据帧上触发。

c. 远程帧：示波器在远程帧上触发。

d. 错误帧：示波器将在 CAN-FD 信号的错误帧上触发。

e. 超载帧：示波器在 CAN-FD 信号的超载帧上触发。

f. 标识符：示波器在与指定 ID 匹配的数据帧上触发。

g. 数据：当 CAN-FD 协议采集到的数据与用户设置的数据一致时，波形进行触发，可快速找到用户感兴趣的特定数据的传输信号。

h. ID 和数据：示波器在与指定 ID 和数据匹配的数据帧上触发。

i. 帧结尾：在 CAN-FD 信号的帧结尾位置上触发。

j. 丢失确认：在 CAN-FD 信号的丢失确认信息处触发。

k. 位填充错误：在需要位填充的段内，连续检测到 6 位相同的电平时所检测到的错误，此时波形触发。

(2) 帧格式：

在触发条件为“标识符”或“ID 和数据”时有效，可设置“标准格式、扩展格式、FD 标准格式、FD 扩展格式”，不同的帧格式，可设置的 ID 值范围不一样。

“标准格式、扩展格式”适用于 CAN 信号，“FD 标准格式、FD 扩展格式”适用于 CAN-FD 信号。

(3) ID：

在触发条件为“标识符”或“ID 和数据”时有效，可设置 ID 值，设置范围：000～7FF、00000000～1FFFFFFF。

(4) 数据：

a. 字节长度：设置要触发的数据字节长度，不同的字节长度，“数据”可设置范围不一致，字节长度设置范围 ：1～16。

b. 数据:设置用户需要触发的数据，可设置范围：00～FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF。

c. 偏置：设置字节数据的数据偏置，以便延迟触发，可设置开、关，当“开”时，显示“字节偏置菜单，其偏置范围 0～63；当“关”时，隐藏“字节偏置”菜单。

(5) 解码设置：

快速进入 CAN-FD 协议解码入口，请参考协议解码章节的“CAN-FD 解码” 一节。

7.19 LIN 触发

LIN 解码可设置触发条件、触发耦合、触发方式、解码设置等。

(1) 触发条件：

触发条件 即设置 LIN 触发的条件：同步、标识符、数据、ID 和数据、唤醒帧、睡眠帧、错误。

a. 同步：示波器将在检测到同步信号时触发。

b. 标识符：示波器将在检测到其 ID 等于设定值的帧时触发。

c. 数据：当 LIN 协议采集到的数据与用户设置的数据一致时，波形进行触发，可快速找到用户感兴趣的特定数据的传输信号。

d. ID 和数据：示波器将在检测到其 ID 和数据等于设定值的帧时触发。

e. 唤醒帧：示波器将在信号的唤醒帧上触发。

f. 睡眠帧：示波器将在信号的睡眠帧上触发。

g. 错误：示波器将在 LIN 信号的错误帧上触发，包括同步错误、ID 奇偶校验错误、校验和错误。

(2) ID：

在触发条件为“标识符”或“ID 和数据”时有效，可设置 ID 值。

当 ID 包括奇偶位设置成“是”时，设置范围：00～FF。

当 ID 包括奇偶位设置成“否”时，设置范围：00～3F。

(3) 字节长度：

在触发条件为“数据”或“ID 和数据”时有效，设置要触发的数据字节长度，不同的字节长度“数据”可设置范围不一致。字节长度设置范围 ：1～8。

(4) 数据：

设置用户需要触发的数据，在触发条件为“数据”或“ID 和数据”时有效，可设置范围：00～FFFFFFFFFFFFFFFF。

(5) 错误类型：

在触发条件为“错误”时有效，可设置：同步、ID 奇偶校验、校验和。

a. 同步：同步错误。

b. ID 奇偶校验：ID 奇偶校验错误。

c. 校验和：数据校验和错误。

(6) 解码设置：

快速进入 LIN 协议解码入口，请参考协议解码章节的“LIN 解码” 一节。

7.20 FlexRay 触发

FlexRay 解码可设置触发条件、触发耦合、触发方式、解码设置等。

(1) 触发条件：

触发条件 即设置 FlexRay 触发的条件：帧开头、指示位、标识符、循环数、标头字段、数据、ID 和

数据、帧结尾、错误。

a. 帧开头：示波器在传输起始序列上触发。

b. 指示位：当采集到的信息与设置的指示位一致时，波形进行触发。

c. 标识符：当采集到的数据与设置的帧标识符一致时，波形进行触发。

d. 循环数：当采集到的循环数信息与设置的循环数一致时，波形进行触发。

e. 标头字段：当采集到的标头字段与设置的一致时，波形进行触发。

f. 数据：当 FlexRay 协议采集到的数据与用户设置的数据一致时，波形进行触发，可快速找到用户感兴趣的特定数据的传输信号。

g. ID 和数据：示波器将在检测到其 ID 和数据等于设定值的帧时触发。

h. 帧结尾：示波器在帧结尾时触发。

i. 错误：示波器将在总线错误时触发，包括标头 CRC 错误、帧尾 CRC 错误、空帧 静态错误、空帧 动态错误、同步帧错误、启动帧错误。

(2) 指示位：

设置 FlexRay 协议触发的指示位，可设置正常(01XX)、净载荷(11XX)、空(00XX)、同步(XX10)启动(XX11)。

(3) ID：

在触发条件为“标识符”或“ID 和数据”时有效，可设置 ID 值，设置范围：000～7FF。

(4) 循环数

在触发条件为“循环数”或“标头字段”时有效，可设置循环数值，设置范围：00~3F。

(5) 净载荷长度：

在触发条件为“标头字段”时有效，可设置净载荷长度值，设置范围：00～7F。

(6) 标头 CRC：

在触发条件为“标头字段”时有效，可设置标头 CRC 值，设置范围：000～7FF。

(7) 数据：

a. 字节长度：设置要触发的数据字节长度，不同的字节长度“数据”可设置范围不一致。字节长度设置范围 ：1～16。

b. 数据:设置用户需要触发的数据，可设置范围:00～FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF。

c. 偏置：设置字节数据的数据偏置，以便触发，可设置开、关。当“开”时，显示“字节偏置”菜单，其偏置范围 0～253；当“关”时，隐藏“字节偏置”菜单。

(8) 帧类型：

在触发条件为“帧结尾”时有效，可设置帧类型：静态、动态(DTS)、全部。

a. 静态：在静态帧时触发。

b. 动态(DTS)：在动态帧时触发。

c. 全部：静态帧和动态帧都可以触发。

(9) 错误类型：

在触发条件为“错误”时有效，可设置错误类型：标头 CRC、帧尾 CRC、空帧 静态、空帧 动态、同

步帧、启动帧。

a. 标头 CRC：总线标头 CRC 错误。

b. 帧尾 CRC：总线帧尾 CRC 错误。

c. 空帧 静态：总线空帧 静态错误。

d. 空帧 动态：总线空帧 动态错误。

e. 同步帧：FlexRay 帧的帧头中有一个专用指示位，当该指示位有效时数据帧为同步帧。

f. 启动帧：FlexRay 帧的帧头中有一个专用指示位，当该指示位有效时数据帧为启动帧。

(10)解码设置

快速进入 FlexRay 协议解码入口，请参考协议解码章节的“FlexRay 解码” 一节。

7.21 区域触发

面对电路调试中复杂多变的电路信号，在具有高波形 捕获率的示波器上可以比较容易看到一闪而过的偶发异常信号，但是要从条件复杂的电路信号中将异常信号单独分离出 来且稳定触发，可能需要花费较多时间来学习某些高级触发 类型的使用，更甚至于功能强大的高级触发也不能完全触发 到位，因此，MSO/UPO2000 系列增加了基于触摸 屏操作的区域触发功能，可以很大程度为用户加快这一过程，区域触发功能操作简便，只需要打开矩形绘制，在对应的信号部分绘制一个或两个矩形区域，即可快速分离、观测信号，区域触发可以结合基础触发、高级触发、协议触发一起使用，还同时支持解码、波形录制和通过测试功能，对于复杂信号的调试起到事半功倍的效果。

区域触发，提供两个矩形区域：区域 A、区域 B，两个区域均支持设置区域触发条件：相交、不相交；两个区域均支持设置对应的作用信源 CH1、CH2、CH3、CH4。

(1) 矩形绘制菜单可设置：区域 A 使能、信源 A、区域 B 使能、信源 B。

a. 区域 A 使能：设置区域 A 是否生效，可设置：开、关；
若屏幕上有区域框，开：显示区域框，关：关闭区域框。

b. 信源 A：设置区域 A 作用的信源，可设置 CH1～CH4。

c. 区域 B 使能：设置区域 B 是否生效，可设置：开、关。
若屏幕上有区域框，开：显示区域框，关：关闭区域框。

d. 信源 B：设置区域 B 作用的信源，可设置 CH1～CH4。

(2) 区域框设置菜单可设置：取消、1：相交、1：不相交、2：相交、2：不相交。

a. 取消：关闭当前已画区域并取消条件设置。

b. A：相交：当前所画区域为区域 A 触发，条件：区域 A 与波形相交则触发，不相交则不触发。

c. A：不相交：当前所画区域为区域 A 触发，条件：区域 A 与波形不相交则触发，相交则不触发。

d. B：相交：当前所画区域为区域 B 触发，条件：区域 B 与波形相交则触发，不相交则不触发。

e. B：不相交：当前所画区域为区域 B 触发，条件：区域 B 与波形不相交则触发，相交则不触发。

相交区域内显示点状，不相交区域内显示斜线，点击屏幕上区域触发框，也会弹出设置菜单，可通过触摸移动区域触发框的水平位置、垂直位置，调节相关波形时基档、伏格档时，区域触发框也会相应的伸展、压缩。

未打开区域触发，如下图 7-11 所示：

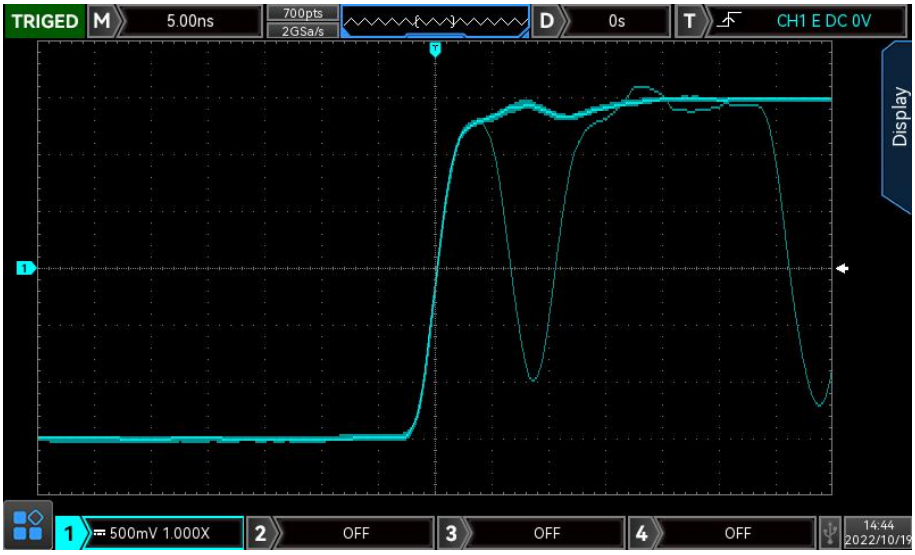


图 7-11

在异常信号出现的位置打开区域触发，如下图 7-12 所示：

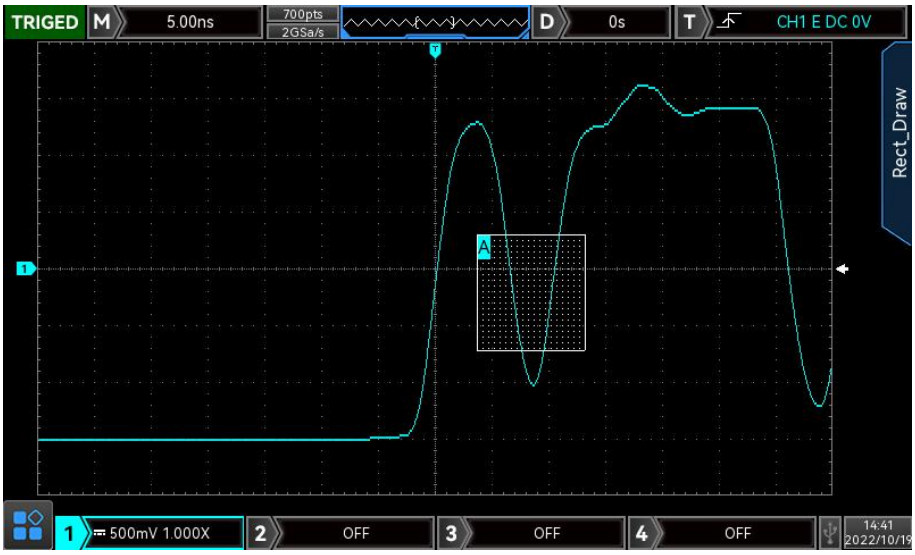


图 7-12

注意：若当前选择区域已存在，则当前设置区域触发信息会替代原来的区域触发信息，原来的区域触发框会关闭，开机加载不保存区域触发的设置内容。

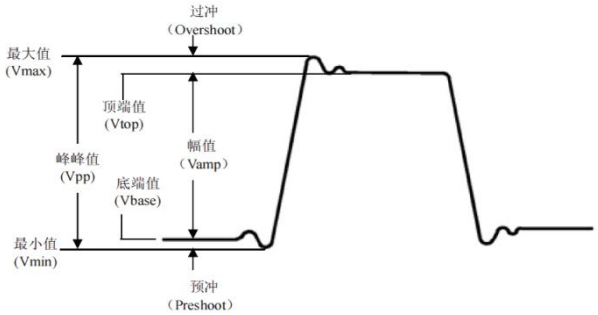
8. 自动测量

- 参数测量介绍
- 自动测量菜单
- 所有参数测量
- 用户定义参数

8.1 参数测量介绍

MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器可以自动测量 36 种参数，含电压类、时间类、其他类。

- **电压类：**



最大值（Max）：波形最高点至 GND（地）的电压值。

最小值（Min）：波形最低点至 GND（地）的电压值。

顶端值（High）：波形平顶至 GND（地）的电压值。

底端值（Low）：波形底端至 GND（地）的电压值。

中间值（Middle）：波形顶端与底端电压值和的一半。

峰峰值（Pk-Pk）：波形最高点至最低点的电压值。

幅度（Amp）：波形顶端至底端的电压值。

平均值（Mean）：屏幕内波形的平均幅值。

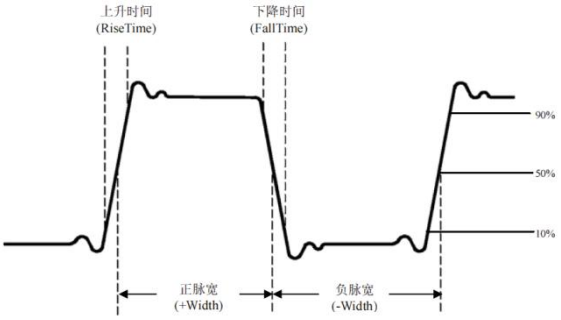
周期平均值（CycMean）：波形一个周期内的平均幅值。

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

周期均方根值（CycRMS）：依据交流信号在一个周期内所换算产生的能量，对应于产生等值能量的直流电压。

AC 均方根（AC RMS）：移除了直流分量的波形的均方根值。

■ **时间类：**



周期（Period）：重复性波形的两个连续、同极性边沿之间的时间。

频率（Freq）：周期的倒数。

上升时间（Rise）：波形幅度从 10%上升至 90%所经历的时间。

下降时间（Fall）：波形幅度从 90%下降至 10%所经历的时间。

上升延时:主信源和从信源信号在两个上升沿之间的延时时间。

下降延时:主信源和从信源信号在两个下降沿之间的延时时间。

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。

FRFR：信源 1 的第一个上升沿到信源 2 的第一个上升沿之间的时间。

FRFF：信源 1 的第一个上升沿到信源 2 的第一个下降沿之间的时间。

FFFR：信源 1 的第一个下降沿到信源 2 的第一个上升沿之间的时间。

FFFF：信源 1 的第一个下降沿到信源 2 的第一个下降沿之间的时间。

FRLF：信源 1 的第一个上升沿到信源 2 的最后一个下降沿之间的时间。

FRLR：信源 1 的第一个上升沿到信源 2 的最后一个上升沿之间的时间。

FFLR：信源 1 的第一个下降沿到信源 2 的最后一个上升沿之间的时间。

FFLF：信源 1 的第一个下降沿到信源 2 的最后一个下降沿之间的时间。

■ **其它类：**

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。

过冲（OverSht）：波形最大值与顶端值之差与幅值的比值。

预冲（PreSht）：波形最小值与底端值之差与幅值的比值。

面积（Area）：屏幕上所有点电压与时间乘积的代数和。

周期面积（CycArea）：波形一个周期上所有点电压与时间乘积的代数和。

相位：主信源与从信源的相位差。

脉冲数量：屏幕中主信源完整的正脉冲数量。

8.2 自动测量菜单

按示波器前面板功能菜单键中的 MEASURE 键进入自动测量菜单。

自动测量菜单(第一页)

功能菜单	设定	说 明
主信源	CH1、CH2、CH3、CH4、MATH	选择CH1、CH2、CH3、CH4、MATH中任意一个为进行自动参数测量。
从信源	CH1、CH2、CH3、CH4、MATH	选择需要两个通道进行测量的第二个信源
所有参数	关	关闭所有测量参数的显示框。
	开	在波形显示区域弹出一个所有测量参数的显示框。
用户定义		波形显示区域弹出一个定制参数选择界面，通过调节 Multipurpose 旋钮选择，按下 Multipurpose 旋钮进行确定，并将这个参数显示在屏幕上。 再次按用户定义键、或按下 MENU按键 可以关闭定制参数选择框。
测量统计	关	关闭测量统计功能。
	极值	自动统计并显示当前用户定义参数的当前值、平均值、最大值、最小值；只有屏幕上有用户定义的参数时才能打开测量统计功能。
	差值	自动统计并显示当前用户定义参数的当前值、平均值、标准差、测量次数； 只有屏幕上显示有用户定义的参数时才能打开测量统计功能。

自动测量菜单(第二页)

功能菜单	设定	说 明
选指示器		通过调节 Multipurpose 旋钮，在本机可自动测量的36种参数中选择指示器所指示的参数。
指示器	关	关闭指示器功能。
	开	以线条直观地指示出选指示器参数的物理意义。

清除		清除所有用户定义的参数。
测量窗口	屏幕区域	整个屏幕区域
	光标区域	CURSOR水平时间光标的区域，您可以根据需要设置光标位置，并直接测量光标区域内的结果。 注意：光标区域对自动测量的所有参数测量结果都会产生影响，CURSOR电压测量时无效。

8.3 所有参数测量

MEASURE 下打开所有参数弹框，即可对所有参数进行测量，如下图 8-1 所示：

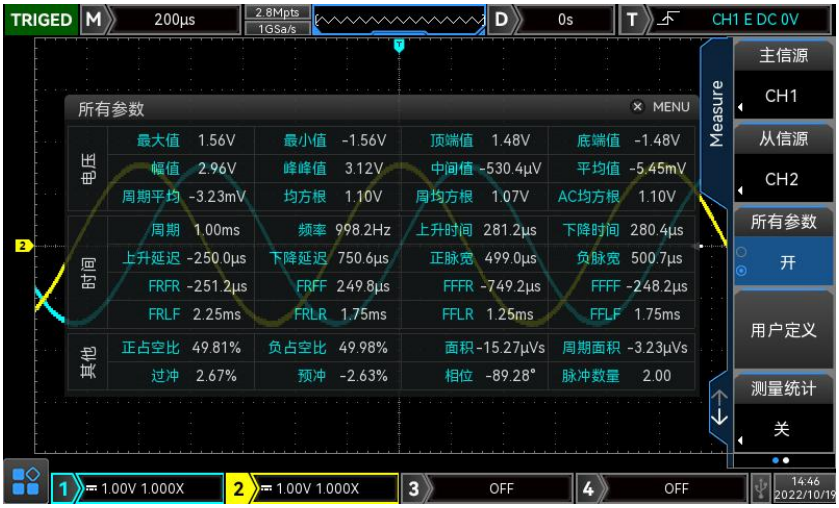


图 8-1

所有测量参数，总是使用与当前测量通道（主信源）一致的颜色标记。

若显示为“----”时，表明当前测量源没有信号输入，或测量结果不在有效范围内（过大或过小）。

参数测量支持在 ROLL 滚动模式下对部分参数的测量，如下图 8-2 所示：



图 8-2

8.4 用户定义参数

MEASURE 打开用户定义，弹出用户定义参数选择界面，如下图 8-3 所示：



图 8-3

通过旋转 Multipurpose 旋钮选择需要的参数，并按下 Multipurpose 旋钮进行确定，每个被选择了的参数，前面会出现一个*符号，用户定义参数会显示在屏幕底端，最多可以同时定义 5 个参数。

用户可选择差值、极值对用户定义参数进行测量统计。

9. 光标测量

- 时间测量
- 电压测量
- 屏幕测试

使用光标可以测量所选波形的 X 轴值（时间）和 Y 轴值（电压），按示波器前面板功能菜单键中的 CURSOR 键进入光标测量菜单。支持同时对多个通道进行测量，也支持对回调波形进行测量，可设置信源、测量类型。

（1）信源：设置光标测量信源，可设置：CH1~CH4、MATH、Ref A~Ref D。

（2）测量类型：支持设置 3 种测量类型，时间、电压、屏幕。

9.1 时间测量

按 CURSOR 键进入光标测量菜单，选择类型、信源后即可进行时间测量，如下图 9-1 所示：

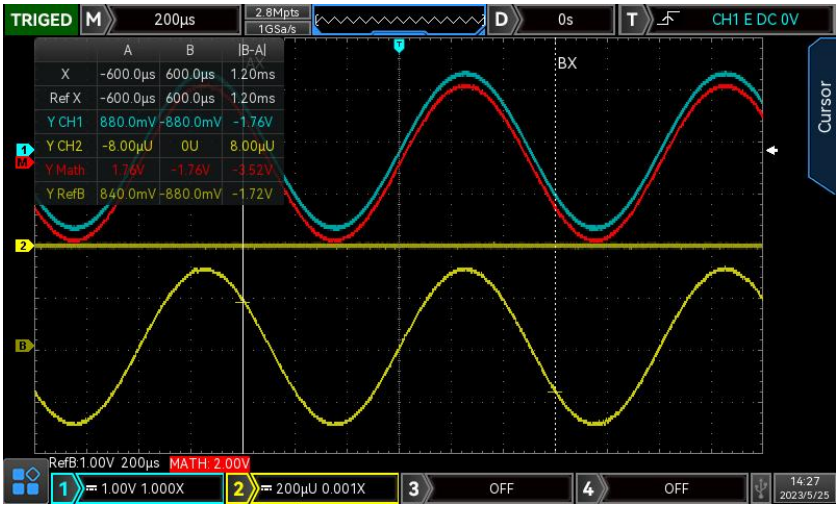


图 9-1

显示区域左上角光标测量信息显示框：“X”表示通道时间测量结果，“Ref X”表示参考波形时间测量结果，“Y”表示打开通道与光标交点的电压测量结果，可通过 Multipurpose 旋钮来调节 AX、BX 光标的水平位置以达到测量时间的目的。

9.2 电压测量

通过光标进行电压测量的方式与时间测量相似，通过调整光标的垂直位置，并测量各信源光标对应的电压值。

按 CURSOR 键进入光标测量菜单，选择类型：电压、信源后即可进行电压测量。如下图 9-2 所示：

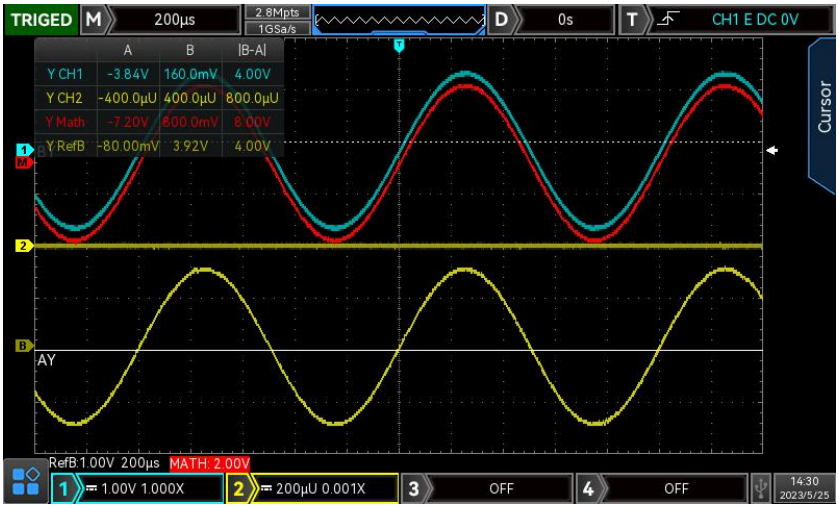


图 9-2

显示区域左上角光标测量信息显示框：“Y”表示电压类测量结果，可通过 Multipurpose 旋钮来调节 AY、BY 光标的垂直位置以达到测量电压的目的。

9.3 屏幕测量

屏幕测量即支持同时设置时间光标、电压光标，同时进行时间、电压测量。

按 CURSOR 键进入光标测量菜单，选择类型：屏幕、信源后即可进行屏幕测量。如下图 9-3 所示：

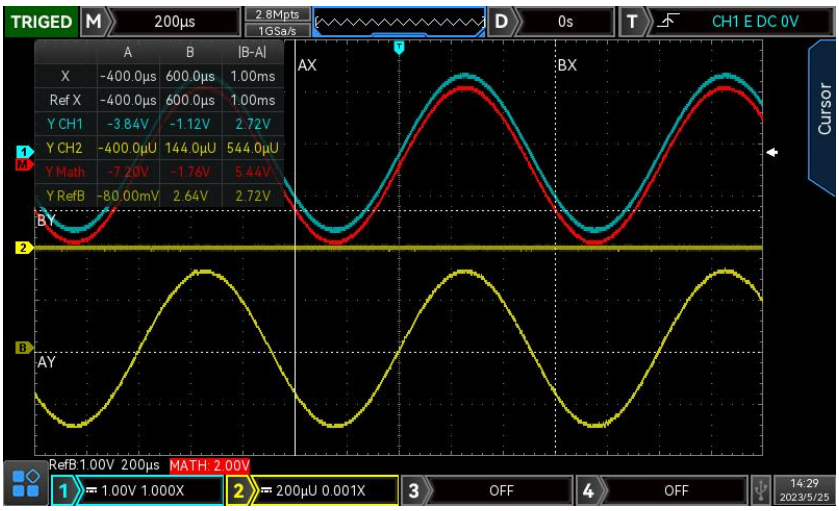


图 9-3

显示区域左上角光标测量信息显示框：“X”表示通道时间测量结果，“Ref X”表示参考波形时间测量结果，“Y”表示电压类测量结果，可通过 Multipurpose 旋钮来调节 AX、BX、AY、BY 光标的垂直位置以达到测量时间、电压的目的。

10. 设置采样系统

- 采样率
- 获取方式
- 存储深度

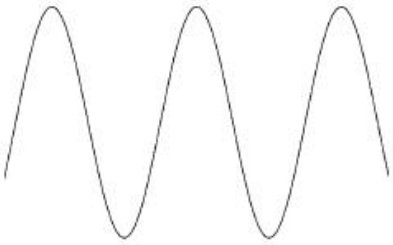
采样是指将模拟输入通道的信号，通过模数转换器(ADC)，将输入信号转换成离散的点。

按示波器前面板功能菜单键中的 ACQUIRE 键进入采样菜单。

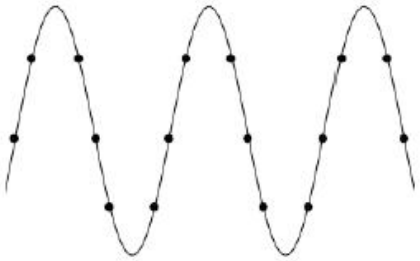
10.1 采样率

(1) 采样和采样率

采样是指示波器对输入的模拟信号进行取样，再将取样转换为数字数据，然后将数字数据集合为波形记录，最后将波形记录存储在采集存储器中。



模拟输入信号



采样点

采样率指示波器两个采样点之间的时间间隔，MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器的最高采样率为 2 GS/s。

采样率会受时基档位、存储深度变化而产生变化。MSO/UPO2000 数字荧光示波器将采样率实时显示在屏幕上方状态栏中，可通过水平 SCALE 调节水平时基，或修改“存储深度”来改变。

(2) 采样率过低的影响

- 波形失真：由于采样率低造成某些波形细节缺失，使示波器采样显示的波形与实际信号存在较大差异，如下图 10-1 所示。

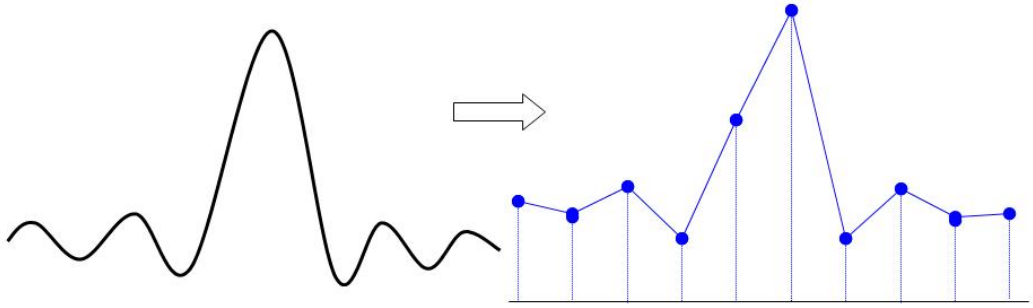


图 10-1

- 波形混叠：由于采样率低于实际信号频率的 2 倍（Nyquist Frequency，奈奎斯特频率），对采样数据进行重建时的波形频率小于实际信号的频率，如下图 10-2 所示。

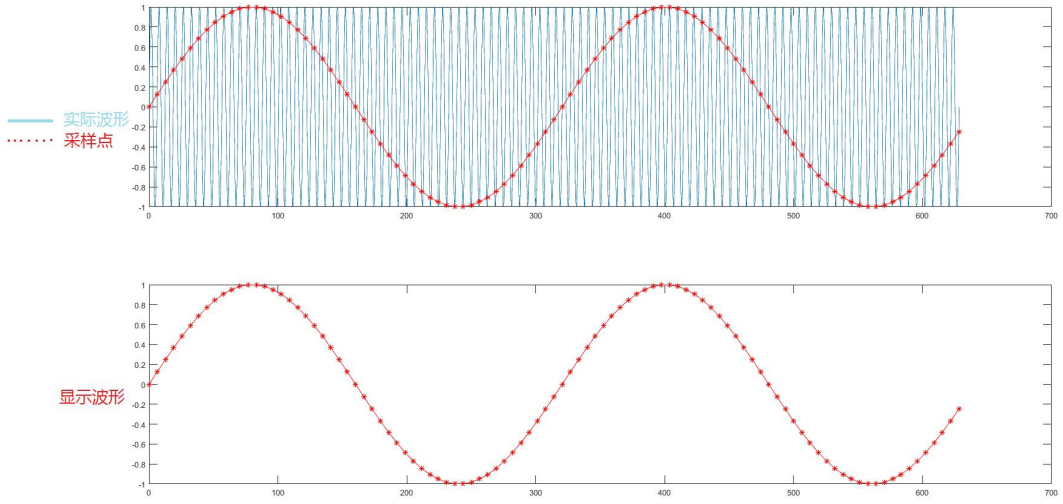


图 10-2

- 波形漏失：由于采样率过低，对采样数据进行重建时的波形没有反映全部实际信号，如下图 10-3 所示。

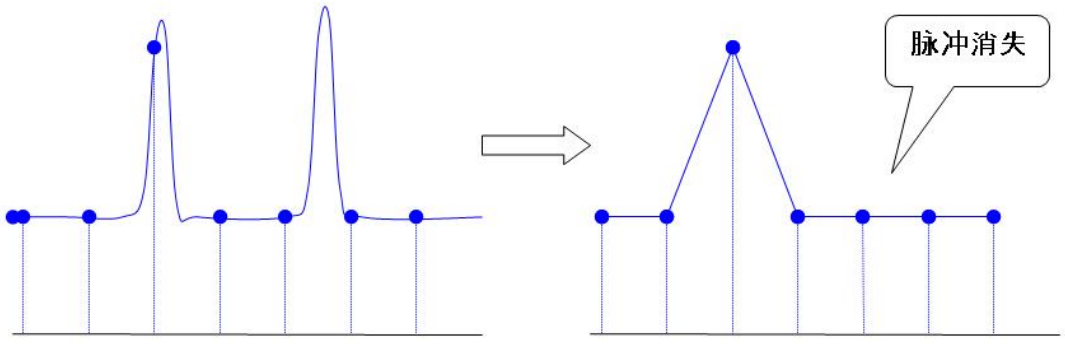


图 10-3

10.2 获取方式

获取方式用于控制示波器如何将采样点产生出波形，依次按 ACQUIRE 采集方式 ，可以切换获取方式。

(1) 正常采样

在这种获取方式下，示波器按相等的时间间隔对信号采样并重建波形，对于大多数波形来说，使用该模式均可以产生最佳的显示效果。

(2) 峰值采样

在这种获取方式下，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，示波器就可以获取并显示窄脉冲，否则这些窄脉冲在正常采样方式下可能被漏掉，在这种方式下，噪声看起来也会更大。

(3) 高分辨率

在这种获取方式下，示波器对采样波形的邻近点进行平均，可减小输入信号上的随机噪声，并在屏幕上产生更加平滑的波形。

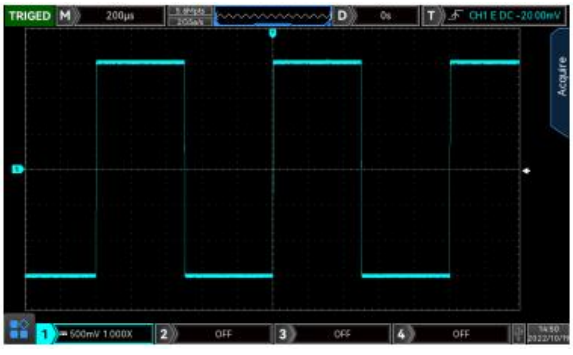
(4) 包络

采集多幅波形，对其所有相对触发点为同一时刻的采样点计算并显示最大值和最小值，一般包络模式对每次单独的采集使用峰值检测模式。

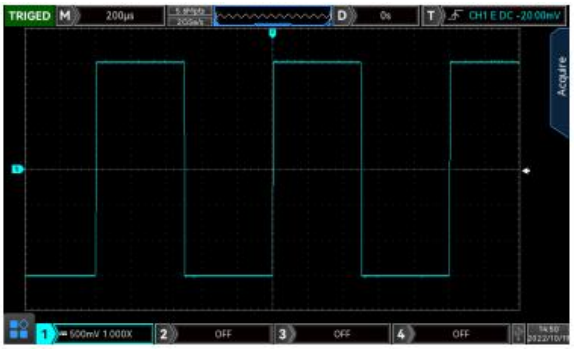
(5) 平均

在这种获取方式下，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。

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



未采用平均的波形



采用 32 次平均的波

注意： 平均 和 高分辨率 获取使用的平均方式不一样，前者为“多次采样平均”，后者为“单次采样平均”。

10.3 存储深度

存储深度是指示波器在一次触发采集中所能存储的波形点数，它反映了采集存储器的存储能力。

存储深度、采样率与波形长度三者的关系满足下式：

存储深度=采样率×水平时基×屏幕水平方向的格数

MSO/UPO2000 最大 56 Mpts 存储深度(每通道)。在 ACQUIRE 菜单下 ，用户可自行设定存储深度为：自动、700、7k、70k、700k、7M、14M、28M、56M 中的一个值，默认为自动。

11. 设置显示系统

11.1 波形显示设置

DISPLAY可以设置波形的显示类型、网格显示类型、栅格亮度、波形亮度、背光亮度、持续时间、色温、反色温、弹框透明度、默认透明度等。

(1) 显示类型

DISPLAY 菜单列表中，可以选择波形显示矢量和点显。

① 矢量：该模式在大多情况下提供最逼真的波形，可方便查看波形（例如方波）的陡边沿。

② 点显：直接显示采样点。

(2) 网格类型

DISPLAY 菜单列表中可设置网格类型，包含：全网格、网格、十字线、框架等 4 种类型。

(3) 栅格亮度

DISPLAY 菜单列表中可设置栅格亮度，可旋转多功能旋钮、飞梭旋钮、拖动滚动条设置栅格亮度值，默认 50%。

(4) 波形亮度

DISPLAY 菜单列表中可设置波形亮度，可旋转多功能旋钮、飞梭旋钮、拖动滚动条设置波形亮度值，默认 50%。

(5) 背景亮度

DISPLAY 菜单列表中可设置背景亮度，可旋转多功能旋钮、飞梭旋钮、拖动滚动条设置背景亮度值，默认 50%。

(6) 余辉时间

DISPLAY 菜单列表中可设置波形余辉时间，余辉可设置最小值、50ms、100ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、10s、20s、无限余辉等，默认最小值。

(7) 色温

DISPLAY 菜单列表中打开色温，能够直观地反映波形信号出现概率的大小，出现频率高的波形用暖色

显示，出现频率低的波形用冷色显示。

(8) 反色温

DISPLAY 菜单列表中打开反色温，此功能与色温相反。

(9) 弹框透明度

即设置示波器所有弹框的透明百分比，可设置范围：20%～100%，100%即不透明。

(10)默认透明度

还原弹框透明度为默认值，默认值为：15%。

12. 存储与回调

- 设置存储和回调
- 波形存储和回调
- 屏幕拷贝
- 任意波保存和加载
- 图片保存加载
- 保存路径

通过存储功能，可将示波器的设置、波形、屏幕图像保存到示波器DSO或外部USB存储设备上，并可以在需要时重新调出已保存的设置或波形，按示波器前面板功能菜单键中的 STORAGE 键进入存储功能设置界面。

12.1 设置存储和回调

表 12-1 设置存储菜单

功能菜单	设定	说 明
类型	设置	
磁盘	Local	按保存时，设置会被存储到示波器内部
	USB	按保存时，设置会被存储到外部 USB 存储设备

文件名		按下命名输入软键，将弹出虚拟键盘，通过 触摸屏幕 或调节 Multipurpose 旋钮选择字母和数值，文件名默认为 UNIT001，可直接通过 Multipurpose 旋钮修改其变化，且最大支持输入 79 位字符。
保存		执行设置保存操作，将设置以 .set 格式存到指定的存储位置
回调		加载指定的存储位置中之前保存的设置，使示波器回到所保存的设置状态

12.2 波形存储和回调

表 12-2 波形存储菜单

功能菜单	设定	说 明
类型	波形	
信源	CH1、CH2、CH3、CH4	设定执行波形保存操作时，保存哪个通道的波形
磁盘	Local	按保存时，波形会被存储到示波器内部
	USB	按保存时，波形会被存储到外部 USB 存储设备
	USB CSV	按保存时，波形以.csv 格式存储到外部 USB 存储设备，该格式可以在 PC 上直接通过 Excel 等软件打开
文件名		按下命名输入软键件，将弹出虚拟键盘，通过 触摸屏幕 或调节 Multipurpose 旋钮选择字母和数值，文件名默认为 UNIT001，可直接通过 Multipurpose 旋钮修改其变化，且最大支持输入 79 位字符。
保存		执行波形保存操作，将波形以 .dat 格式保存到指定的存储位置

波形存储后，可以通过示波器前面盘垂直控制区(VERTICAL)中的 REF 按键进行回调，按 REF 按键进入如下参考波形回调菜单.

表 12-3 REF 波形回调菜单

功能菜单	设定	说 明
参考	Ref-A、Ref-B、Ref-C、Ref-D	选择四个 REF 位置中的任意一个进行波形回调

磁盘	Local	按回调时，从示波器内部回调波形
	USB	按回调时，从外部 USB 回调波形
回调		按加载后，将弹出“选择文件框”，通过 触摸屏幕 或调节 Multipurpose 旋钮选择文件
清除		关闭当前 REF 的波形

如下图 12-1 回调的 REF 波形：

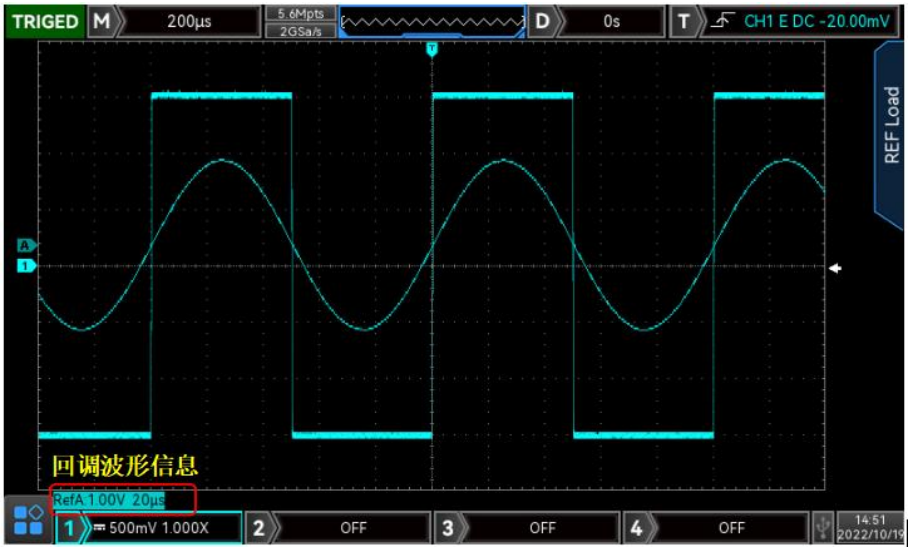


图 12-1

波形回调后，会在左下角显示 Ref 波形的状态。包括时基档位、幅度档位，此时可以通过示波器前面板垂直控制区(VERTICAL)和水平控制区(HORIZONTAL)的旋钮来改变 Ref 波形在屏幕上的位置以及时基档位、幅度档位。

备注：

- 只有示波器接入 U 盘等外部 USB 存储设备时，才能将磁盘选择为 USB，然后将设置存储到 USB 存储设备中。未接入 USB 存储设备时，选择 USB 会提示“未检测到 USB 设备，请插入 USB 设备”。

12.3 屏幕拷贝

按示波器前面板上的屏幕拷贝 PrtSc 键，可以将当前屏幕以 PNG 位图的格式存储到外部 USB 存储设备中。该位图可以直接在 PC 上打开。该功能只有在接入外部 USB 存储设备时才能使用。

12.4 任意波保存和加载

表 12-4 任意波菜单

功能菜单	设定	说 明
类型	任意波	
信源	CH1、CH2、CH3、CH4	设定执行波形保存操作时，保存哪个通道的波形
磁盘	Local	按保存时，任意波会被存储到示波器内部
	USB	按保存时，任意波会被存储到外部 USB 存储设备
文件名		按输入文件名 后，将弹出虚拟键盘，通过 触摸屏幕 或调节 Multipurpose 旋钮选择字母和数值，文件名默认为 UNIT001，可直接通过 Multipurpose 旋钮修改其变化，且最大支持输入 79 位字符。
保存		执行保存操作，将任意波以 .bsv 格式保存到指定的存储位置
时间光标		设置任意波保存的波形范围，通过调节 Multipurpose 旋钮设置。
AWG CHA 输出	AWG	将当前屏幕上选择的波形直接输出到 AWG 的 CHA/CHB 通道，并统一命名：Arb.csv，且波形文件不保存。
AWG CHB 输出	AWG	

任意波保存后，通过 AWG 功能加载，具体操作见：“选择任意波”

12.5 图片保存

表 12-5 图片保存预览菜单

功能菜单	设定	说 明
类型	图片	
格式	原图	示波器截图以示波器界面显示的颜色进行存储。
	省墨	示波器截图将深色背景转成浅色进行存储，打印照片以达到省墨的目的。
	灰度	示波器截图将彩色图像转成灰度图进行存储。
	省墨&灰度	示波器截图将深色背景转成浅色，彩色图像转成灰度图进行存储。

文件名		按输入文件名 后，将弹出虚拟键盘，通过 触摸屏幕 或调节 Multipurpose 旋钮选择字母和数值，文件名默认为 UNIT001，可直接通过 Multipurpose 旋钮修改其变化，且最大支持输入 79 位字符。
保存		按保存时，当前屏幕波形会以 .png 的格式存储到外部 USB 存储设备。

12.6 图片预览

表 12-6 图片保存预览菜单

功能菜单	设定	说 明
类型	图片预览	
预览		按下 预览 对应软键进入预览,通过 Multipurpose 旋钮 改变 USB 设备中已存储图片的顺序，将对应图片显示到示波器屏幕上。且图片位于顶层，按其他功能按键自动关闭图片预览。
退出		关闭示波器预览图片的显示。

12.7 保存路径

保存文件或图片在 USB 存储设备后，在 USB 存储设备根目录自动生成一个 UNIT 文件夹，在该文件夹下根据文件类型自动生成下一级文件夹，保存的文件存放在这些文件夹中，保存时，系统根据文件类型自动分类保存在所属类型的文件夹中。

13. 辅助功能设置

- 系统功能设置
- 波形录制
- 通过测试
- 系统升级
- 波特图
- Web 访问

按示波器前面板功能菜单键中的 UTILITY 键进入辅助功能设置菜单。

13.1 系统功能设置

(1) 自动校准

自动校准可使示波器达到最佳工作状态，以取得最精确的测量值，自动校准分为：模拟通道校准、LA 校准，可在任何时候执行该程序，尤其是当环境温度变化范围达到或超过 5℃时，执行自动校准操作之前，请确保示波器开机运行 20 分钟以上。

a. 模拟通道校准：仅对模拟通道进行校准操作，校准时间在 3～5min 左右。

b. LA 校准：对示波器数字通道进行校准，校准时间在 3～5min 左右。

(2) 系统信息

版本信息可查看示波器的系统信息。系统信息包括型号、SN 码、软件版本号、硬件版本号、FPGA 版本号、制造商、网页二维码等。

(3) Language

Language 可设置系统语言，支持选择的语言类型有：English、简体中文、繁体中文、德语等，默认显示示波器当前设置的语言类型。

(4) 界面设置

界面设置菜单列表可设置菜单显示时间、弹框透明度等，菜单显示时间有 5s、10s、20s、手动，默认显示：手动。

(5) 方波输出

方波输出可设置本地本机方波输出的频率：10Hz、100Hz、1kHz、10kHz，默认显示 1KHz。

(6) 频率计

频率计可针对各个信源设置其频率计状态，频率计状态支持设置：开、关 ，信源支持设置：CH1~CH4、触发源。选择为开，显示屏上方将显示一个 Freq 弹窗 ，显示信源、对应频率计信息，若无通道打开

频率计时，Freq 弹窗消失。

频率计为触发通道中触发事件频率的计数器，显示为 7 位硬件频率计。

(7) AUX 输出选择

输出选择可设置 AUX OUT 口输出何种信号 ，可以选择“触发”和“通过测试”，选择触发时，AUX 输出端输出触发同步信号；选择通过测试时，AUX 输出通过测试的输出信号；默认选择“触发”。

(8) 自动设置

自动设置可对 AUTO 进行相应设置（保持当前/自动设置），保持当前：保持 AUTO 前的设置；自动设置：不保存设置内容，自由设置，如：通道设置、采集设置、触发设置、活动通道等。

a. 通道设置：保持当前状态时，保持 带宽限制、反相 状态不变，将耦合（接地）、伏/格还原为默认值。

b. 采集设置：保持当前状态时，保持采集方式、平均次数设置内容不变，存储深度还原为自动。

c. 触发设置：保持当前状态时，保持信源、触发耦合设置内容不变，其他设置项默认还原为“边沿触发、自动、上升沿”。

d. 信号设置：保持当前 AUTO 前通道开/关状态不变。

(9) 清除数据

清除数据可清除存储在本机的波形、设置文件等数据。

(10) SCPI 端口

SCPI 功能端口配置，可配置 USB、UART，默认 USB。

(11) 网络设置

设备连接有效网线后，IP 设置可设置示波器的 IP、子网掩码、网关等。

a. 模式：IP 设置中，可切换 IP 获取方式，手动或者自动。

手动：可手动设置 IP 地址、子网掩码、网关；

自动：只能查看 IP 地址、子网掩码、网关。

b. IP 地址：IP 地址的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，第一个 nnn 的范围为 1 至 223，其他三个 nnn 的范围为 0 至 255，建议向网络管理员咨询一个可用的 IP 地址。

c. 子网掩码：子网掩码的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，其中 nnn 的范围为 0 至 255。建议向网络管理员咨询一个可用的子网掩码。

d. 网关设置：网关的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，第一个 nnn 的范围为 1 至 255，其他三个 nnn 的范围为 0 至 255。建议向网络管理员咨询一个可用的网关地址。

(12) RTC 设置

RTC 设置 可对示波器的时间进行设置，用户可单独设置年、月、日、时、分，通过按键切换设置内容，设置成功后，示波器的时间将显示为设置时间。

注意：若联网 RTC 时间会自动同步网络时间，修改将不生效。

(13) 开机加载

开机加载 可设置开机时是否对关机前的设置进行自动设置，可设置上次设置、默认设置。

- 上次设置：加载关机前的所有设置；

- 默认设置：将开机前的设置还原为默认值。

(14) 上电方式

上电方式即设置示波器上电开机的方式，可设置常关、常开、上次状态。

- 常关：打开示波器后面板电源开关后，需要手动按下示波器前面板的软件开机按键，才会打开示波器。
- 常开：打开示波器后面板电源开关后，会直接打开示波器。
- 上次状态：打开示波器后面板电源开关后，按照上一次关机状态进行重启，若上次是通过软键关机，则需要软件开机才行；若上次是直接掉电关机，则会直接开机。

(15) 选配功能

选配功能即激活选件功能入口，可激活单个选件，也可激活全部选件，如图 13-1 所示；当用户激活所有选件后，如图 13-2 所示。

所有选件支持试用 145 小时，试用时间结束后需用户购买并激活选件，激活选件需用户购买选件并获取选件对应 License，存入 USB 中然后插入设备，即可在该模块下激活对应选件。MSO/UPO2000 支持的选件功能包括：UART、I2C、SPI、CAN、CAN_FD、LIN、FlexRay、波特图、LA。



图 13-1



图 13-2

13.2 波形录制

波形录制可设置及波形录制，波形录制分为：录制设置（REC SET）、录制（）、停止（）、播放（）等。

(1) 录制设置

录制设置即对波形录制的参数设置，含以下参数设置：录制间隔、结束帧、播放延时等。

a. **录制间隔：**设置波形录制每一帧之间的间隔时间。

b. **结束帧：**波形录制到达此帧数后自动停止录制。

c. **播放延时：**设置波形回放每一帧之间的间隔时间。

(2) 录制

录制即开始录制，也可直接按开始录制。

(3) 停止

停止即波形停止录制，也可直接按停止录制。

(4) 播放

播放即波形开始回放，也可直接按开始回放，播放时按下此键可暂停波形回放，通过调节 Multipurpose 旋钮（飞梭旋钮或者数字键盘）跳转到指定帧数。

(5) 快速录制

快速录制即不连续间断录制，提高波形捕获率；快速录制时屏幕上波形不显示，只有录制完成后可以播放；可设置：开、关。

(6) 录制内容存储

表 13-1 录制内容存储

功能菜单	设定	说 明
类型	波形	将录制的波形存储到 USB 中，在上位机分析软件中打开并进行播放分析。
	图片	将录制波形以图片形式存储到 USB 中，在上位机分析软件中打开并进行播放分析。
磁盘	USB	按保存时，设置会被存储到外部 USB 存储设备
文件名		按下命名输入按键 ，将弹出虚拟键盘，通过 触摸屏幕 或调节 Multipurpose 旋钮选择字母和数值，文件名默认为 UNIT001，可直接通过 Multipurpose 旋钮修改其变化，且最大支持输入 79 位字符。
保存		执行设置保存操作，将设置保存到指定的存储位置

注意：存储录制图片时，每幅存储帧数与播放延时有关。最大只能存 10000 幅图片。

13.3 通过测试

通过测试可设置模板和判断条件进行通过测试，通过测试需要设置：允许测试、输出、信源、显示信息、

操作、模板、停止设置等，通过测试(Pass/Fail)是通过设定一个模板，然后检测输入信号是否在模板限定的范围内，如果输入的信号超出模板的限定范围，则判定为失败。

(1) 允许测试

允许测试即是否允许进行通过测试，打开即可进行设置并进行通过测试，关闭则不允许。

(2) 输出

输出即 AUX 接口输出何种信号，可设置：通过、失败两种。

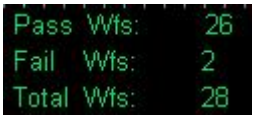
a. 失败：设定示波器后面板上的 AUX 接口在“失败”时输出脉冲并且蜂鸣器发声。

b. 通过：设定示波器后面板上的 AUX 接口在“通过”时输出脉冲并且蜂鸣器发声。

注意：AUX 输出选择需要切换为通过测试。

(3) 显示信息

显示信息即设定通过测试结果是否显示在屏幕右上角，如图所示：



Total Wfs 表示总共测试的帧数;

Pass Wfs 表示通过的帧数;

Fail Wfs 表示失败的帧数。

(4) 停止设置

停止设置即设置通过测试停止条件，当满足设定的条件时自动停止通过测试。

表 13-2 条件设置

功能菜单	设定	说 明
停止类型	通过次数	设定通过测试功能在达到指定阈值的通过次数之后自动停止测试
	失败次数	设定通过测试功能在达到指定阈值的失败次数之后自动停止测试
条件	>=、<=	设置停止条件
阈值		通过 Multipurpose 旋钮设置停止条件的阈值，默认值为：1

(5) 模板设置

模板设置即设置通过测试模板，打开通过测试即默认以 CH1 为参考波形创建模板，当波形在模板范围内则输出成功，波形超过模板范围则输出失败。

表 13-3 模板设置

功能菜单	设定	说 明
参考波形	CH1、CH2、CH3、CH4、Local REF、USB REF	以 CH1～CH4、DSO REF、USB REF 中指定的一个通道波形、参考波形加上水平和垂直容限值作为创建模板的条件

水平容限	1～100	通过 Multipurpose 旋钮设置模板的水平容限范围，默认值为：5
垂直容限	1～100	通过 Multipurpose 旋钮设置模板的垂直容限范围，默认值为：5
REF 加载		加载参考波形作为创建模板的参考波形

(6) 操作

以上所有项设定完毕后，即可通过 操作 项，设定：打开，以开始通过测试。

13.4 系统升级

本系列示波器可以使用U盘升级程序，使用户升级程序时更方便，更灵活。

U盘升级有2中方式，方式一：开机检测U盘升级；方式二：utility-更新-检测U盘中升级文件，选择文件升级。具体操作方式如下

方式一：

a. 按 UTILITY 进入辅助功能菜单，按系统信息键，查看系统信息，通过系统信息获取本机的型号、软件和硬件版本信息。

b. 从UNI-T网上下载或者通过UNI-T分销商提供获取升级文件，升级文件是与本机型号和硬件版本一致的、软件版本高于本机版本，将升级文件存放在U盘根目录下。

c. 设备处于关机状态，插入U盘并开机，待进入升级界面后，按 F1 进行确定，进行升级。

d. 升级过程需要等待5分钟左右，待升级完成后，关机并拔出U盘。

e. 再次开机查看系统信息是否与提供的版本信息相同，相同表示升级成功。

方式二：

a. 按 UTILITY 进入辅助功能菜单，按系统信息键，查看系统信息，通过系统信息获取本机的型号、软件和硬件版本信息。

b. 从UNI-T网上下载或者通过UNI-T分销商提供获取升级文件，升级文件是与本机型号和硬件版本一致的、软件版本高于本机版本，将升级文件存放在U盘根目录下。

c. 示波器开机并将U盘插入示波器，Utility-更新，查看更新列表中的升级文件。

d. 选择升级文件，并进行确认更新。

e. 更新完成后，重启示波器即可完成升级。

注意：请确保在整个升级过程中电源不要关闭，避免因为系统升级内容不完整而无法重新启动。

13.5 波特图

波特图此功能提供被测设备（DUT）的频率响应曲线（如下图 13-3 所示），扫描过程中，示波器配置函数/任意波形发生器输出信号并接入被测设备，然后将被测设备的输入信号与被测设备的输出信号

进行比较，在每个频率上都会测量增益（G）和相位（P），并绘制在频率响应波特图上，当环路响应分析完成时，您可以在图表上移动光标，以查看在各个频率点测量的增益和相位值，您还可以针对幅度和相位图来调整图的档位和偏移设置。

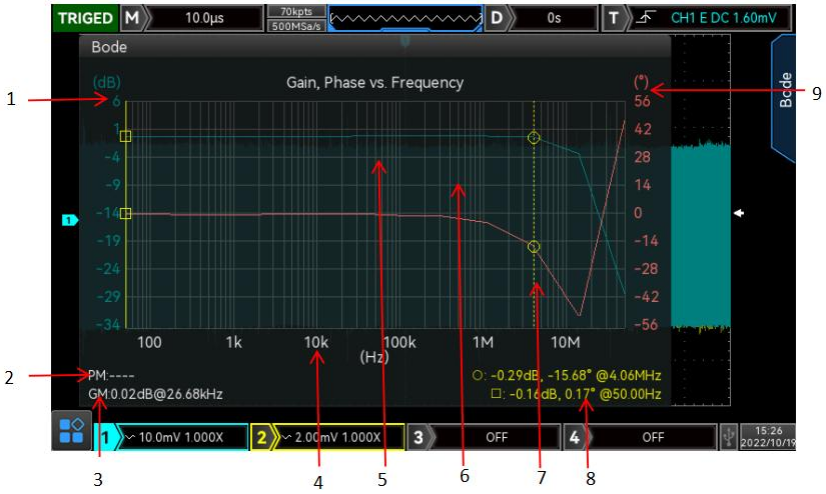


图 13-3

1：增益刻度，根据设置的增益档位、增益偏移显示。
2：相位裕度 PM（Phase Margin，PM）值，是增益为 0dB 时的频率点对应的相位测量 值与 0° 的差值。
3：增益裕度 GM（Gain Margin，GM）值，是 0dB 与相位为 0° 时的频率点的增益测量 值的差值，即 GM=0db -增益测量值。
4：频率刻度，感觉设置的扫描开始频率、停止频率显示。
5：扫描增益结果曲线。
6：扫描相位结果曲线。
7：光标，请参考“光标”章节。
8：两根光标线与增益曲线、相位曲线交点的增益值、相位值及频率值。
9：相位刻度，根据设置的相位档位、相位偏移显示。

(1) 操作

操作 即设置打开、关闭波特图功能。

(2) 扫描模式

扫描模式 即设置扫描方式，可设置单次扫描、连续扫描两种。

(3) 扫描设置

扫描设置 即设置扫描相关的参数，可设置开始频率、停止频率、扫描点、幅度模式、幅度设置、直流偏移、信源阻抗等，如图 13-4 所示。

a. 开始频率：设置扫描的开始频率，设置范围：50Hz～50MHz。
b. 停止频率：设置扫描停止频率，设置范围：60Hz～50MHz。
c. 扫描点：设置扫描点数，点数越大扫描分辨率越高，可设置点数范围：1～1000。
d. 幅度模式：设置扫描信号幅度，可设置固定幅度、可变幅度。
e. 幅度设置：当幅度模式为：固定幅度时，只能设置一个固定值；当幅度模式为：可变幅度时，不

同频率阶段的信号可设置不同的幅度，设置范围：10mV～3V。

f. 直流偏移：设置扫描信号偏移量，可设置范围 -1V～1V。

g. 信源阻抗：设置信源负载，可设置 50Ω、高阻。

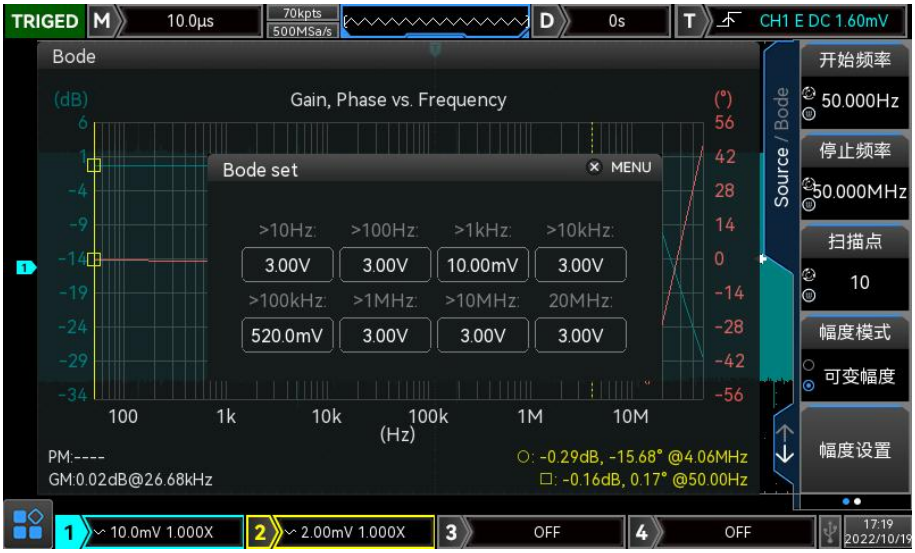


图 13-4

(4) 通道选择

通道选择 即设置被测设备的输入、输出信号通道。

a. DUT 输入：被测设备的输入信号通道选择，可选择：CH1～CH4。

b. DUT 输出：被测设备的输出信号通道选择，可选择：CH1～CH4。

(5) 显示设置

设置显示参数，可设置自动设置、增益档位、增益偏移、相位档位、相位偏移、启动频率、停止频率、增益显示、相位显示等。

a. 自动设置：根据输出信号的幅度曲线、相位曲线，示波器自动设置增益档位、增益偏移、相位档位、相位偏移、启动频率、停止频率等参数值。

b. 增益档位：设置波形窗口中增益档位，设置范围：1dB～500dB。

c. 增益偏移：设置波形窗口中增益偏移，设置范围：-250dB～250dB。

d. 相位档位：设置波形窗口中相位档位，设置范围：1° ～180° 。

e. 相位偏移：设置波形窗口中相位偏移，设置范围：-180° ～180° 。

f. 启动频率：设置波形窗口中横轴显示的启动频率，设置范围：50Hz～50MHz。

g. 停止频率：设置波形窗口中横轴显示的停止频率，设置范围：60Hz～50MHz。

h. 增益显示：设置波形窗口中是否显示增益数据形及相关信息，可设置开、关。

i. 相位显示：设置波形窗口中是否显示相位数据及相关信息，可设置开、关。

(6) 光标

MSO/UPO2000 支持使用光标协助测量波特图曲线，可设置光标状态、模式。

a. 状态：打开、关闭光标。

打开：波特图曲线区域会显示 2 根光标，使用 Multipurpose 旋钮或触摸手势移动光标的位置，且右下角会显示与光标相交的相位值、增益值、频率值。

关闭：隐藏光标，且右下角不显示相关测量值。

b. 模式：设置光标移动模式，可设置独立、跟踪，且按下 Multipurpose 旋钮，可切换模式。

独立：两根光标可独立移动。

跟踪：两根光标同时移动。

(7) 数据列表

数据列表 显示波特图扫描的所有扫描点信息，如图 13-5，包括编号、频率、幅度、增益、相位信息，可设置打开、关闭。

a. 打开：打开左侧数据列表弹框。若光标打开，可通过 Multipurpose 旋钮、触摸选择扫描点，且右侧图形中光标会移动到对应点上。

b. 关闭：关闭弹框。

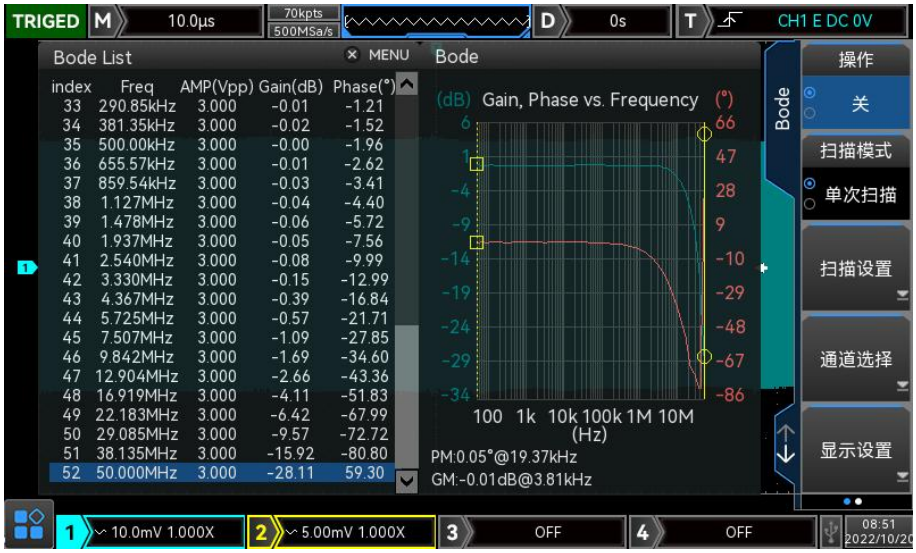


图 13-5

(8) 数据

数据 即保存、加载波特图扫描数据信息，可设置文件名称、保存、加载。

a. 命名输入：触摸或按下命名输入按键 ，将弹出虚拟键盘，通过触摸选择或调节 Multipurpose 旋钮选择字母和数值。

b. 保存：将波特图扫描数据保存到 USB 中，以.csv 格式保存。

注意：需要插入 USB 设置。

c. 回调：从 USB 设备中回调波特图扫描数据。

注意：需要插入 USB 设备，且设备中有相关数据。

(9) 接线图

在使用波特图功能之前，需要进行合理的环路连接，如图 13-6。您可以打开接线说明，在弹出的窗口中查看使用波特图功能的电路连接图。

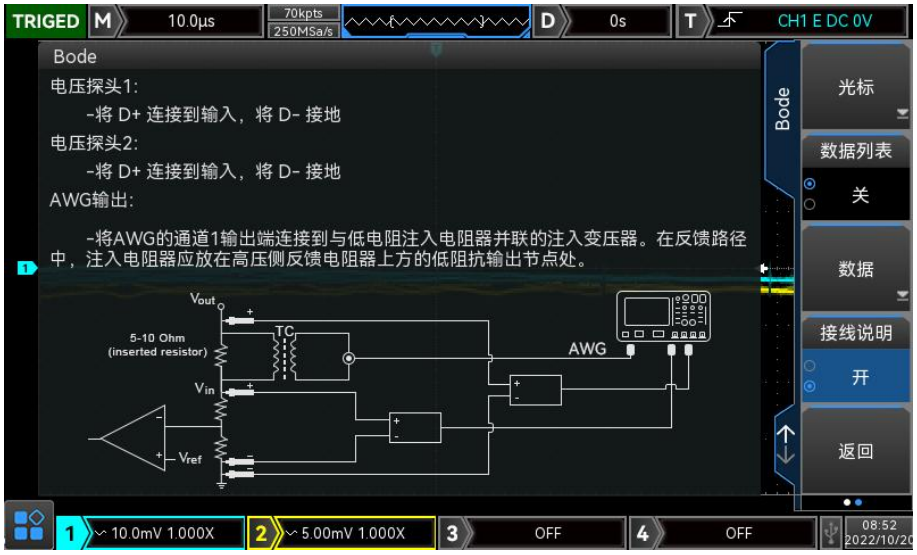


图 13-6

13.6 Web 访问

(1) 局域网访问

要求电脑和示波器处于同一局域网下，能相互 ping 通。示波器通过示波器 utility 菜单查看示波器本地 ip，然后浏览器访问 ip:9000 端口即可访问示波器。

示例：

电脑 ip：192.168.42.3

示波器 ip：192.168.42.12

电脑端浏览器使用 192.168.42.12:9000 访问示波器

查看基本信息，如下图 13-7 所示：

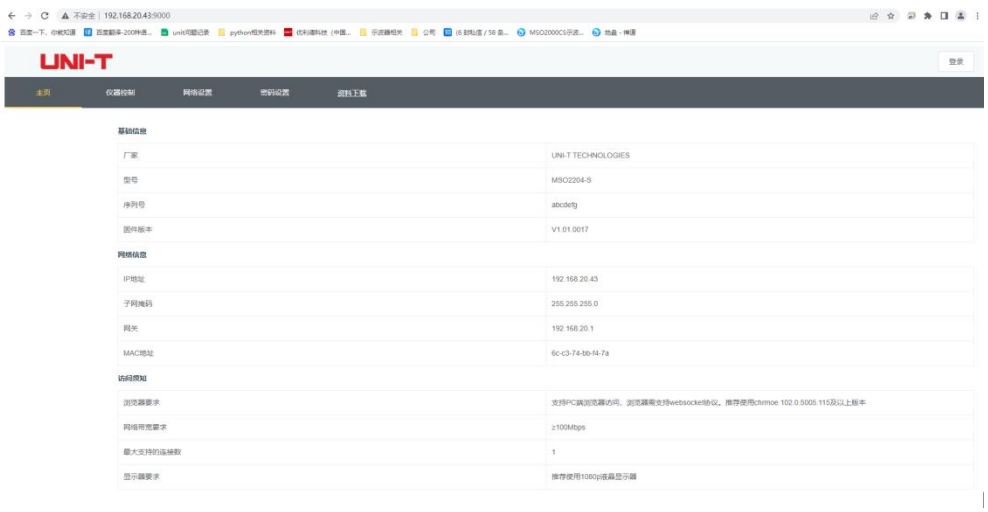


图 13-7

当查看仪器控制、网络设置、或密码设置时，需要进行登录操作，登录所需用户名、密码 见示波器 Utility/系统信息 Web User Name 和 password。登录后查看波形及控制，如下图 13-8 所示：

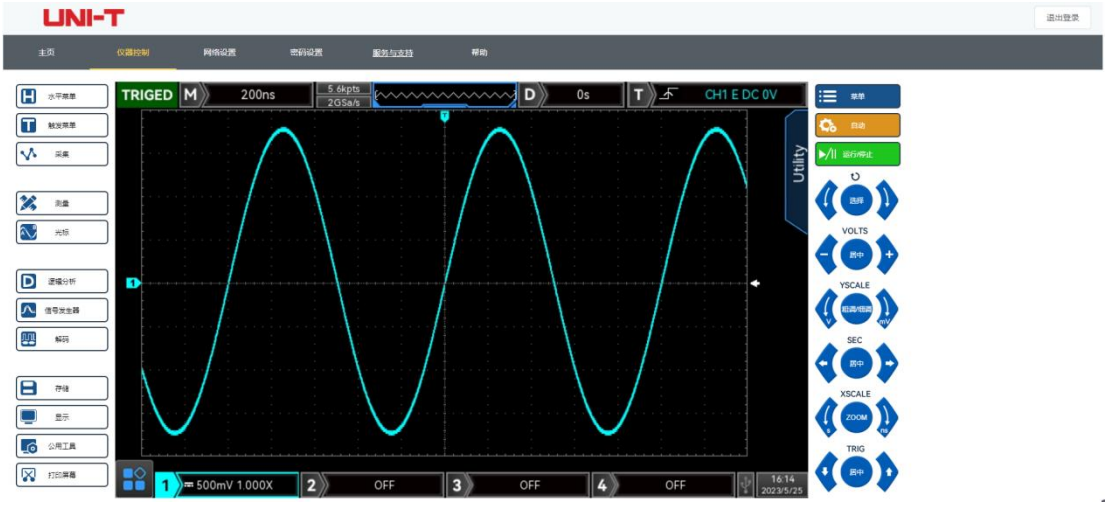


图 13-8

Web 页面，点击相应功能按键可以控制示波器。在示波器屏幕部分可对示波器进行多种操作，如：

a. 拖动波形光标可以调整波形垂直位置，拖动触发位置光标可以调整触发位置。

b. 点击通道可以切换/开启/关闭当前通道。

c. 在通道处使用鼠标滚轮可以调整幅格档位。

d. 在时基位置（M）使用鼠标滚轮可以调整时基档位。

e. D 显示区域左右滑动可以调整预触发位置，点击触发延迟可将预触发位置调整为屏幕居中。

f. 点击菜单处可以直接调整设置选项。

设置示波器网络信息，如下图 13-9 所示

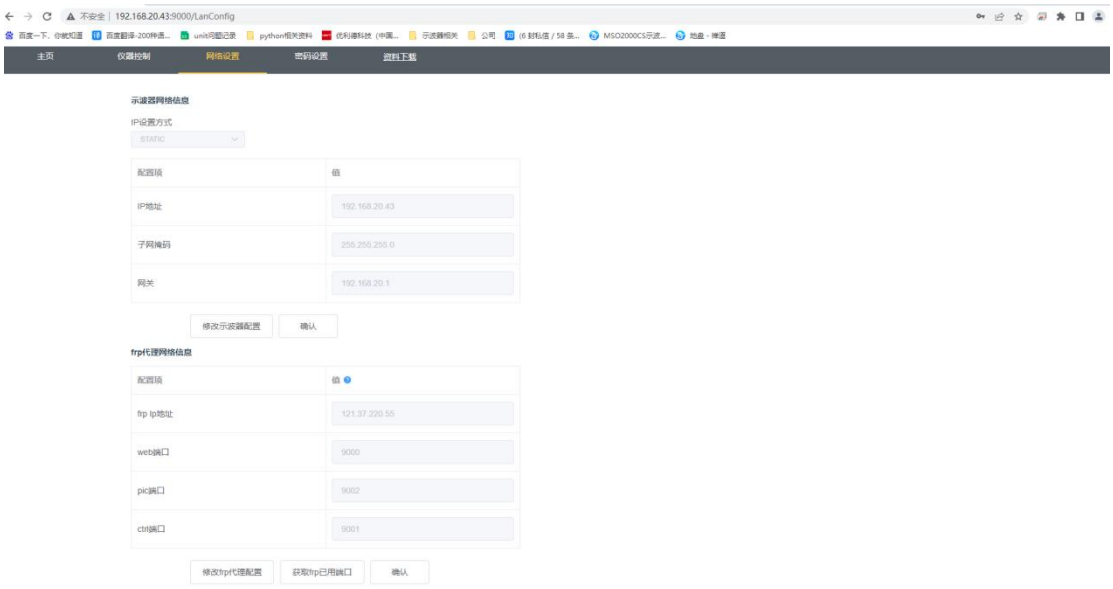


图 13-9

(2) 外网访问

a. 示波器插入网线且该网络能连通互联网。

b. 服务器上开启 frp 代理服务。

c. 配置示波器 frp 代理 ip 和端口。

d. 浏览器访问代理 IP:web_port 端口即可访问示波器，访问界面和上面一致。

注意：本机使用 frp 内网穿透方式实现外网访问，frp 使用版本为 0.34.0，本机带 frp-0.34.0 客户端，需要搭配服务器使用，服务器需要开启 frp 服务端，客户端连接的 frp 服务端端口为 7000，因此服务端需要配置 bind_port = 7000。

(3) 网络参数设置

a. 本地网络信息设置。

访问仪器网络设置页面需要登录后进入，登录用户和密码见示波器 Utility/系统信息 Web User Name 和 password。设置界面如下图 13-10 所示：

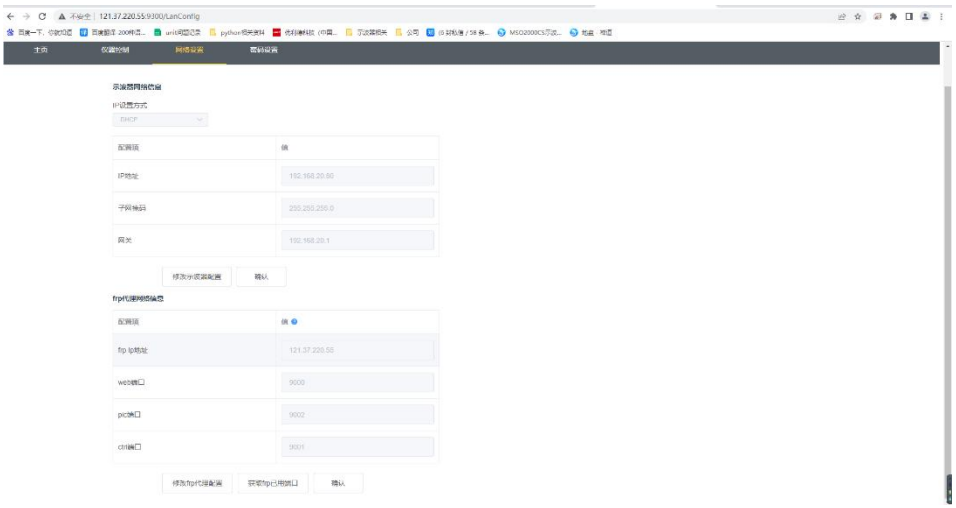


图 13-10

网络信息设置包括 ip 地址获取方式（dhcp/static）、本机 IP 地址、子网掩码、网关的设置。若 IP 设置方式选择 dhcp 时，无需填入配置项的 IP 地址、子网掩码、网关信息，直接点击确定，示波器会自动获取 IP 地址。若 IP 设置方式选择 STATIC 时需要填入正确的 IP 地址、子网掩码、网关信息然后点击确定即可。如下图 13-11 所示：



图 13-11

输入完成后点击确定即可，根据你修改的新的 ip 地址信息即可继续访问（在正确配置的情况下）

b. frp 代理网络信息设置。

设置界面如下图 13-12 所示：

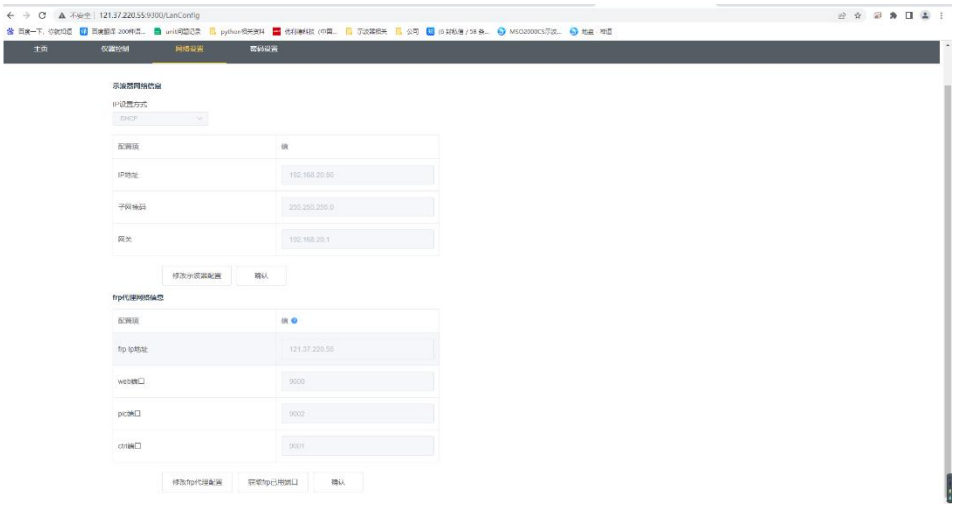


图 13-12

包括 frp 代理服务器 ip 地址，web_port 端口，pic_port 代理端口，ctrl_port 代理端口。点击更改 frp 设置，即可编辑 frp 代理 IP 地址，web_port，pic_port，ctrl_port，如下图 13-13 所示：



图 13-13

输入完成后点击确定即可，根据你修改的新的 frp 代理 ip 地址信息即可继续访问（在正确配置的情况下）。

注意：若每台示波器接入同一个 frp 服务器，则每台示波器的 web_port，pic_port，ctrl_port 需要保持唯一，否则会出现 frp 代理失败，无法访问。当修改了 frp 代理后，此时无法通过局域网 ip:9000 正常访问，若需要使用局域网正常访问，需使用示波器面板 DEFAULT 按键重置配置信息后可使用 9000 端口重新恢复访问。

(4) 密码设置

密码设置用于设置登录用户的密码信息。用户修改登录密码后下次访问需要使用新的密码登录。若忘记密码需重置密码，需要使用示波器面板 DEFAULT 按键。

14. 协议解码

■ RS232 解码

- I²C 解码
- SPI 解码
- CAN 解码
- CAN-FD 解码
- LIN 解码
- FlexRay 解码

MSO/UPO2000 对模拟通道输入的信号进行常用协议的解码。包括 RS232、I²C、SPI、CAN、CAN-FD、LIN、FlexRay。用户可以通过协议解码轻松地发现错误、调试硬件、加快开发进度，为高速度、高质量完成工程提供保障。

14.1 RS232 解码

RS232 接口是由电子工业协会所制定的异步传输标准接口，通常有 DB-9 或者 DB-25 两种应用形式，适合于数据传输速率在 0~29491200/s 范围内的通信，在微机通信接口中广泛采用，将需要发送的数据按照协议规则，组合成一组特定的串行比特位，以异步串行的方式发送，每次发送的数据按照以下规则组成：首先发送一位起始位，然后为 5~8 位数据位，再为可选的奇偶校验位，最后为一位或两位停止位，数据位的位数由通信双方约定，可选为 5~8 位；可以无校验位，也可以选择奇检验或者偶校验；停止位可以选择一位或者两位，在以下说明中，将一次数据串的传输称为一帧。如下图 14-1 所示：

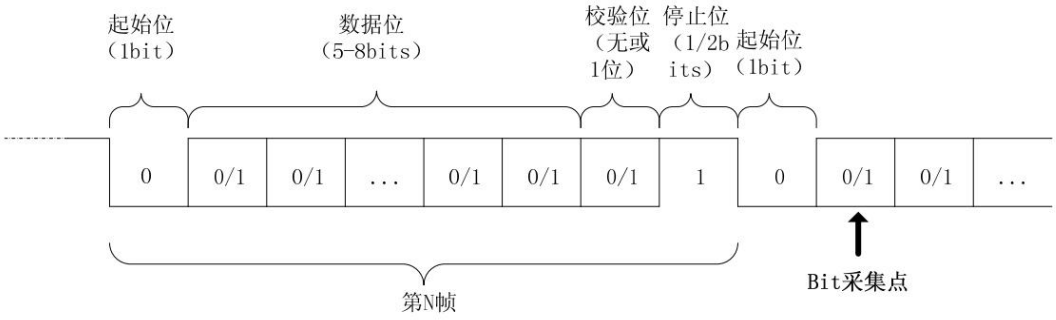


图 14-1

(1) 解码总线

解码总线菜单，可设置总线状态、显示格式、事件列表、位置。

a. 总线状态：设置解码总线是否打开。

b. 显示格式：设置解码总线的显示格式，可以设置十六进制，十进制，二进制、ASCII（仅 RS232 支持）。

c. 事件列表：事件表以表格的形式显示数据线上解码后的数据、对应的行号、时间、数据、校验数

据，便于观察较长的已解码数据。

d. 垂直位置：通过调节 Multipurpose 旋钮改变总线显示的位置，可设置范围：10～190。

(2) 信源

信源即选择触发源，可以选择 CH1、CH2、CH3、CH4 或 D0-D15，当前选中的信源显示在屏幕右上角，只有当 LA 中打开数字通道时，信源支持显示、选择数字通道。

注意：只有选择已接入信号的通道作为触发信源才能得到稳定的触发和正确的解码。

(3) 极性

按 极性 键，选择触发极性：正极性和负极性。

a. 负极性：相反的逻辑电平极性，即高电平为 0，低电平为 1。

b. 正极性：正常的逻辑电平极性，即高电平为 1，低电平为 0。

(4) 校验

设置数据传输的奇偶校验方式。可以选择无、偶校验、奇校验。

(5) 位宽

指定需要解码的 RS232 协议信号的数据位宽，可以选择 5bits，6bits，7bits，8bits。

(6) 位顺序

指定需要解码的 RS232 协议信号的数据位是高位在前(MSB)或者低位在前(LSB)，可以选择 MSB 或 LSB。

a. MSB：数据高位先传输。

b. LSB：数据低位先传输。

(7) 停止位

停止位即设置每帧数据后的停止位。可以设置为 1 位或 2 位。

(8) 波特率

在 RS232 通信为异步传信通信，数据传输过程中，无伴随的时钟信号，为了解决数据位的判定，协议中规定通信的双方要约定比特率，通常，比特率定义为 1s 时间可以传输的比特位数，例如，9600bps 表示 1s 可以传输 9600 个 bit 位。需要注意的是，起始位、数据位、校验位以及停止位都算作 bit 位，因此波特率并不直接等于有效数据传输速率，示波器将根据设置的波特率，进行 Bit 值采样。

波特率可以选择 2400bps、4800bps、9600bps、19200bps、38400bps、57600bps、115200bps、自定义。选择自定义时通过 Multipurpose 旋钮或者飞梭调整波特率。

建议根据您的 RS232 通信的硬件以及软件进行合理的设置，受限于该传输协议的基本模型，RS232 协议通常使用在短距离（20m 以下）、低速（1Mbps 以下）的传输场合，在此范围以外通信易受干扰而变得不可靠。

14.2 I^2C 解码

I^2C 协议通常用于连接微控制器及其外围设备，在微电子通信控制领域被广泛采用，该总线协议使用两条线路进行传输，一条串行数据线 SDA，一条串行时钟线 SCL。采用主从机制进行通信，可以实现主机与从机之间的双向通信，该总线是多主机总线，通过冲突检测和仲裁机制防止数据被破坏，值得注意的是 I^2C 总线有 7 位以及 10 位两种地址位宽，其中 10 位和 7 位地址兼容，可以结合使用。

I²C 总线中的 SCL 和 SDA 都通过上拉电阻接正电源，当总线空闲时，两根线均为高电平，当总线上任一器件输出低电平时，都将使得总线信号变低，即多个器件的信号之间是“线与”逻辑，这种特殊的逻辑关系正是实现总线仲裁的关键，协议要求在时钟线 SCL 为高期间，数据 SDA 必须保持稳定，通常数据以 MSB 的形式传输。如下图 14-2 所示：

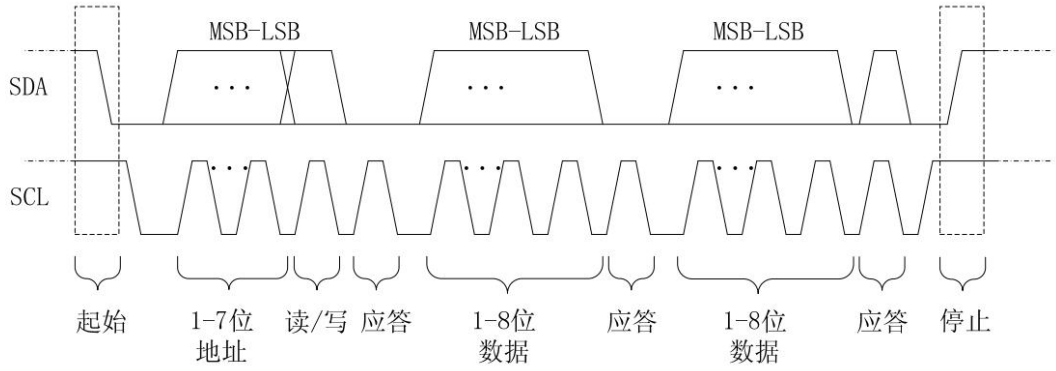


图 14-2

(1) 解码总线

请参考 RS232 解码总线。

(2) SCL 源

选择 SCL 源，可以设置 CH1~CH4 或 D0-D15 中的任意一个作为 I²C 的时钟输入。

(3) SDA 源

选择 SDA 源，可以设置 CH1~CH4 或 D0-D15 中的任意一个作为 I²C 的数据输入。

14.3 SPI 解码

SPI 接口是一种同步串行外设接口，可以使主机与各种外围设备以串行的方式进行通信，是一种全双工，同步的通信总线，通常使用 4 根信号连接线：MOSI：主机数据输出，从机数据输入；MISO：主机输入，从机数据输出；SCLK：时钟信号，由主机产生；CS：从机片选使能信号。

SPI 接口主要用在主机和低速外围器件之间进行同步的串行数据传输，在主机的移位脉冲下，数据按位传输，高位在前，低位在后。由于 SPI 接口不需要进行从机的地址寻址，且为全双工通信，协议本身比较简单，所以应用广泛，SPI 的协议传输如下图 14-3 所示：

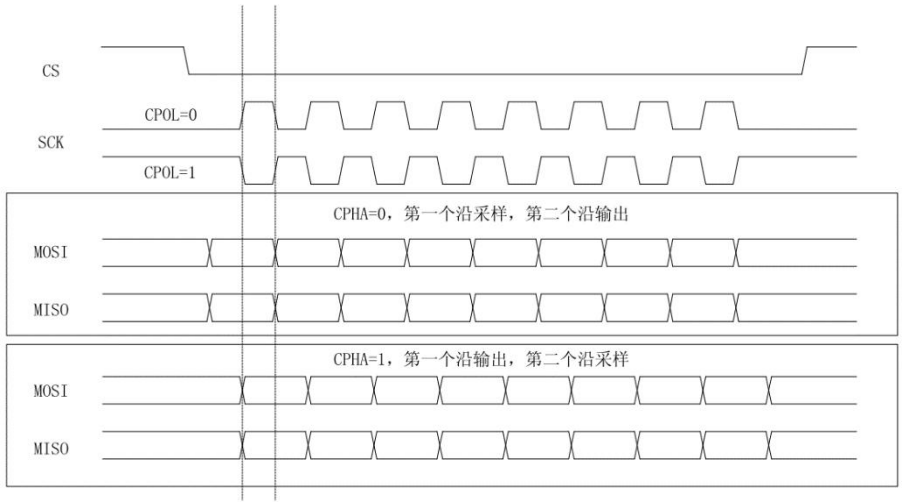


图 14-3

注意：由于输出通道数量至少需要 3 个，因此 MSO/UPO2000 系列 2 通道产品的模拟通道不具有此功能。

(1) 解码总线

请参考 RS232 解码总线。

(2) 位宽

位宽 即设置 SPI 协议信号的每一帧信号的位宽，可以从 4～32。

(3) 位顺序

位顺序即设置 SPI 协议信号的数据位是高位在前(MSB)或低位在前(LSB)。

a. MSB：数据高位先传输。

b. LSB：数据低位先传输。

(4) CS 信源

CS 信源可以设置 CH1～CH4 或 D0-D15 中的任意一个作为 SPI 解码信号的片选使能输入，只有当 LA 中打开数字通道时，信源支持显示、选择数字通道。

(5) SCLK 信源

按 SCLK 源 键，可以设置 CH1～CH4 或 D0-D15 中的任意一个作为 SPI 解码信号的时钟输入，只有当 LA 中打开数字通道时，信源支持显示、选择数字通道。

(6) 数据信源

按 MOSI 源 键，可以设置 CH1～CH4 或 D0-D15 中的任意一个作为 SPI 解码信号的数据 MOSI 输入，只有当 LA 中打开数字通道时，信源支持显示、选择数字通道。

(7) CS 极性

CS 极性 ，设置片选使能信号的极性：正极性、负极性。

a. 正极性：设定信号大于阈值时为 1，否则为 0。

b. 负极性：设定信号小于阈值时为 1，否则为 0。

(8) SCLK 极性

SCLK 边沿，设置时钟信号的边沿：上升沿、下江沿。

a. 上升沿：在时钟信号的上升沿触发。

b. 下降沿：在时钟信号的下降沿触发。

(9) Data 极性

MOSI 极性 ，设置数据信号 MOSI 的极性：正极性、负极性。

a. 正极性：设定信号大于阈值时为 1，否则为 0。

b. 负极性：设定信号小于阈值时为 1，否则为 0。

14.4 CAN 解码

(1) 解码总线

请参考 RS232 解码总线。

(2) 信源

信源即选择 CAN 协议触发源，可以选择 CH1、CH2、CH3、CH4 或 D0-D15，当前选中的信源显示在屏幕右上角。只有当 LA 中打开数字通道时，信源支持显示、选择数字通道。

注意：只有选择已接入信号的通道作为触发信源才能得到稳定的触发和正确的解码。

(3) 信号类型

信号类型 即设置当前信源接入的信号是高位数据线信号还是低位数据线信号，可选择 CAN_H、CAN_L 两种。

(4) 位速率（bps）

选择 CAN 总线串行数据的位速率，可选择 10k、20k、25k、31.25k、33.3k、37k、50k、62.5k、68.266k、83.3k、92.238k、100k、125k、153k、250k、400k、500k、800k、1M、自定义。用户选择“自定义”时，可输入自定义的位速率值。

14.5 CAN-FD 解码

(1) 解码总线

请参考 RS232 解码总线。

(2) 信源

信源即选择 CAN-FD 协议触发源，可以选择 CH1、CH2、CH3、CH4 或 D0-D15，当前选中的信源显示在屏幕右上角，只有当 LA 中打开数字通道时，信源支持显示、选择数字通道。

注意：只有选择已接入信号的通道作为触发信源才能得到稳定的触发和正确的解码。

(3) 信号类型

信号类型 即当前信源接入的信号是高位数据线信号还是低位数据线信号，可选择 CAN_H、CAN_L 两种。

(4) 位速率(bps)

选择 CAN-FD 串行总线数据的位速率，可选择 10k、20k、25k、31.25k、33.3k、37k、50k、62.5k、68.266k、83.3k、92.238k、100k、125k、153k、250k、400k、500k、800k、1M、自定义。用户选择“自定义”时，可输入自定义的位速率值。

(5) FD 位速率

选择 CAN-FD 串行总线数据的 FD 位速率，可选择 250k、500k、800k、1M、1.5M、2M、4M、6M、8M、

自定义，用户选择“自定义”时，可输入自定义的 FD 位速率值。

14.6 LIN 解码

(1) 解码总线

请参考 RS232 解码总线。

(2) 信源

信源即选择 LIN 协议触发源，可以选择 CH1、CH2、CH3、CH4 或 D0-D15，当前选中的信源显示在屏幕右上角。只有当 LA 中打开数字通道时，信源支持显示、选择数字通道。

注意：只有选择已接入信号的通道作为触发信源才能得到稳定的触发和正确的解码。

(3) 极性

极性即设置输入信号极性，可设置 正常(高=1)，反转(高=0)。

(4) 版本

设置版本可选择 v1.x、v2.x、任意这三种。

(5) 位速率(bps)

设置 LIN 的位速率，可选择 1.2k、2.4k、4.8k、9.6k、10.417k、19.2k、自定义。用户选择“自定义”时，可输入自定义的位速率值。

(6) Id 包括奇偶位

设置 id 包括奇偶位，可设置 是、否。当选择“是”，则包括奇偶位和 id，“否”则不包括。

(7) 设置数据长度

设置数据长度即设置是否显示 数据长度 设置菜单，可设置 是、否，当选择“是”，则显示 数据长度 菜单，“否”则不显示。

(8) 数据长度

设置 LIN 数据长度，可设置范围：1~8，只有“设置数据长度”为“是”时有效。

14.7 FlexRay 解码

(1) 解码总线

请参考 RS232 解码总线。

(2) 信源

信源即选择 LIN 协议触发源，可以选择 CH1、CH2、CH3、CH4 或 D0-D15，当前选中的信源显示在屏幕右上角。只有当 LA 中打开数字通道时，信源支持显示、选择数字通道。

注意：只有选择已接入信号的通道作为触发信源才能得到稳定的触发和正确的解码。

(3) 极性

极性可设置 BM、BDiff 或 BP 两种。

(4) 通道类型

通道类型即设置信号通道类型，可选择 A、B。

(5) 位速率(bps)

选择位速率，可选择 2.5M、5M、10M、自定义。用户选择“自定义”时，可输入自定义的位速率值。

15. 数学运算

- 数学功能
- FFT
- 数字滤波
- 高级运算

MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器可以进行多种数学运算，包括 MATH、FFT、数字滤波、高级运算。

进入数学运算菜单，调节垂直控制区(VERTICAL)的 POSITION 和可以 SCALE 旋钮可以改变数学运算波形的垂直位置和垂直档位。数学运算波形无法单独调节水平时基档位，其水平时基档位会根据模拟输入通道的水平时基档位自动进行变化。

数学运算光标，用M标记数学运算的结果。

15.1 数学功能

数学运算即可对通道波形进行“+”、“-”、“×”、“÷”运算，以得到最后的 MATH 波形。

(1) 算子：

算计支持选择“+”、“-”、“×”、“÷”。

a. +：信源 1 与信源 2 的波形逐点相加。

b. -：信源 1 与信源 2 的波形逐点相减。

c. ×：信源 1 与信源 2 的波形逐点相乘。

d. ÷：信源 1 与信源 2 的波形逐点相除。

15.2 FFT

FFT（快速傅立叶变换）数学运算，可将时域信号（YT）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；

(1) 垂直单位：

FFT 运算结果单位，支持选择 **Vrms** 和 **dBVrms**。**Vrms** 和 **dBVrms** 分别运用线性、伏分贝方式显示垂直幅度大小。如需在较大的动态范围内显示 FFT 频谱，建议使用 dBVrms。

(2) 频率范围设置：

a. 范围

- 开始频率：设置 FFT 开始扫频频率。
- 结束频率：设置 FFT 结束扫频频率。
- 参考频率：将开始频率、结束频率自动设置到合适值，以观察 FFT 波形有明显峰值的几个采样点。

b. 带宽

- 中心频率：设置 FFT 波形的中心频率，且 FFT 波形随之改变。
- 带宽：设置 FFT 扫频的带宽。
- 参考频率：将中心频率自动设置到合适的值，以观察 FFT 波形有明显峰值的几个采样点。

(3) 点数

点数即 FFT 波形图处理的点数，可设置：自动、1K、2K、4K、8K、16K、32K、64K、128K、256K、512K、1024K、2048K、4096K。

(4) 窗：

即窗函数，可以选择 Hamming，Blackman，Rectangle，Hanning。

a. Rectangle(矩形)：最好的频率分辨率最差的幅度分辨率与不加窗的状况基本类似；适用于测量以下波形：

- 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

b. Hanning(汉宁)：与矩形窗比，具有较好的频率分辨率，较差的幅度分辨率；适用于测量正弦、周期和窄带随机噪声的波形。

c. Hamming(汉明)：稍好于汉宁窗的频率分辨率；适用于测量暂态或短脉冲，信号电平在此前后相差很大的波形。

d. Blackman（布莱克曼)：最好的幅度分辨率，最差的频率分辨率；适用于测量单频信号，寻找更高次谐波。

(5) 显示模式

显示模式可以设置全屏、分屏、独立、瀑布图，所有显示窗口中 FFT 波形都显示 10 格，并显示对应的坐标，以便于观察频谱图。

a. 分屏：将信源波形和 FFT 频谱波形分窗口显示，同时对频谱进行扩展显示，如下图 15-1 所示。

b. 全屏：将信源波形和 FFT 频谱波形全屏内叠加显示，可以更清晰地观察频谱并进行更精确的测量。

c. 独立：只显示 FFT 波形，可以更清晰的观察屏谱波形，如下图 15-2 所示。

d. 瀑布图 1：频谱、瀑布图、波形图分 3 个窗口显示，瀑布图反应频谱上 dB 值随时间的变化情况，具有“记录”的功能。瀑布图只有增强 FFT 打开时才能选中，最多可记录 200 幅与瀑布图对应的频谱。

e. 瀑布图 2：频谱和瀑布图分上下 2 个窗口显示，瀑布图反应频谱上 dB 值随时间的变化情况，具有“记录”的功能。瀑布图只有增强 FFT 打开时才能选中，最多可记录 200 幅与瀑布图对应的频谱，如下图 15-3 所示。

片段选择：示波器 STOP 状态下，使用多功能旋钮或键盘输入选择片段，可查看瀑布图上某一时间点对应的频谱波形。

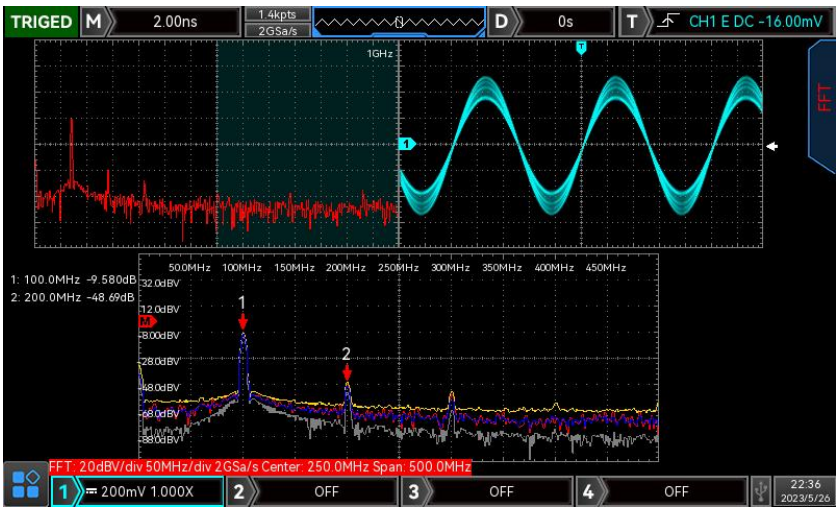


图 15-1

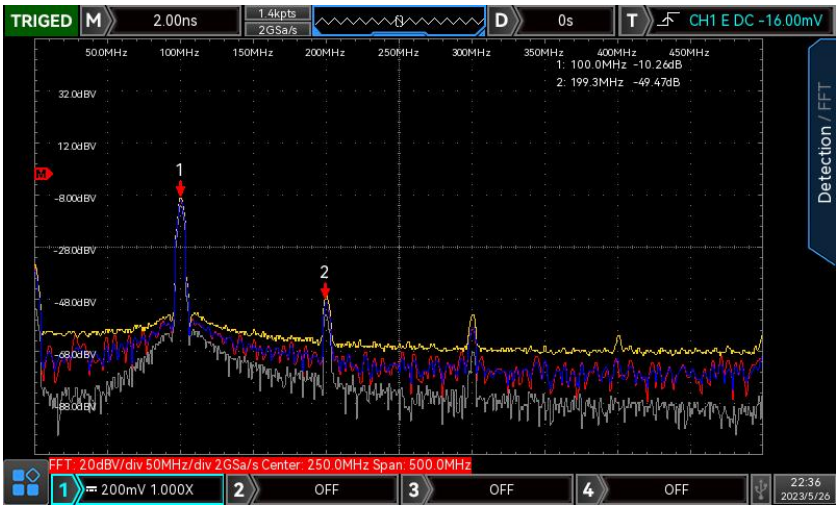


图 15-2

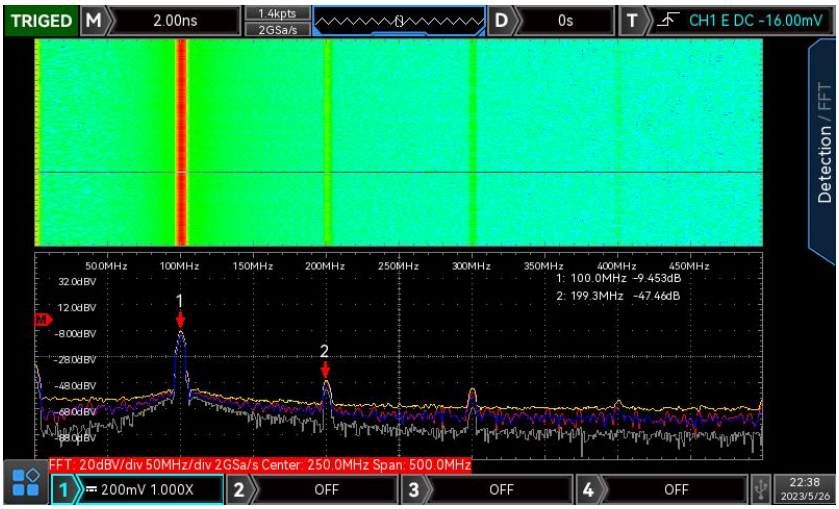


图 15-3

(6) FFT – 检波模式

检波模式即设置对 FFT 运算后的原始数据进行抽点显示的方式。显示方式可设置：实正常、平均、最大保持、最小保持，抽点方式可设置：+峰值、-峰值、平均、采样，如下图 15-4 所示。

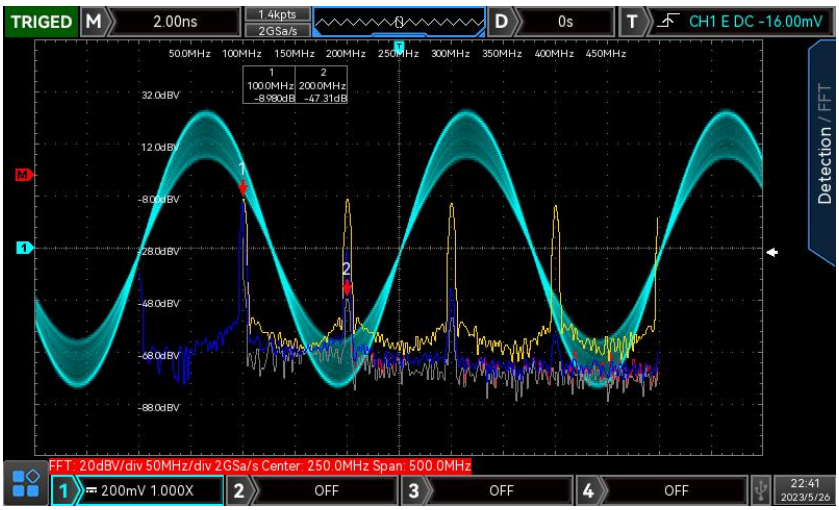


图 15-4

显示方式：

a. 正常：频谱波形图实时显示所有采样值，以红色显示其频谱波形。

b. 平均：频谱波形图显示为采样时间间隔内多次抽点得到的平均值，以蓝色显示对应频谱波形。

平均次数：即设置平均计算的次数，当平均频谱打开时支持设置，可设置次数可在： 2、4、8、16、32、64、128、256、512、1024 中选择，次数越大平均值频谱越平滑。

c. 最大保持：频谱波形图显示多次抽点数据中的最大值，以黄色显示对应频谱波形。

d. 最小保持：频谱波形图显示多次抽点数据中的最小值，以灰色显示对应频谱波形。

抽点方式：

a. 关：关闭当前检波波形显示。

b. +峰值：取每个抽点区间内的最大值显示。

c. -峰值：取每个抽点区间内的最小值显示。

d. 平均：取每个抽点区间内的平均值显示。

e. 取样：取每个抽点区间内的第一个值显示。

重置轨迹：即刷新显示各项频谱数据。

注意：检波模式下必须要显示一条检波迹线，若所有的检波模式都不打开，则默认显示正常检波迹线。

(7) 增强 FFT - 标记

频谱标记即标记频谱中的点，并显示**频率值**和**电压**值，标记类型有：自动、阈值、手动。

a. 自动

- 标记迹线：选择作为标记源的频谱波形，该频谱波形为检波模块下不同检波类型生成的频谱波形，可选择：正常、平均、最大保持、最小保持。
- 最大点数：设置最多能标记的点，可设置范围 1～50。
- 事件列表：展示当前标记点的信息，包括：点编号、频率、电压。

b. 阈值

- 标记迹线：选择作为标记源的频谱波形，该频谱波形为检波模块下不同检波类型生成的频谱波形，可选择：正常、平均、最大保持、最小保持。
- 阈值：设置阈值，用以作为比较条件，当峰值大于该阈值时，显示标记点，否则不显示标记点。
- 事件列表：展示当前标记点的信息，包括：点编号、频率、电压。

c. 手动：通过多功能旋钮将标记调节到迹线上任意点。

- 标记迹线：选择作为标记源的频谱波形，该频谱波形为检波模块下不同检波类型生成的频谱波形，可选择：正常、平均、最大保持、最小保持。
- 到最大峰值：将手动标记线默认标记到最大峰值的采样点。

注意：当标记选择的标记迹线未显示时，则无标记点，只有当该迹线显示时才会进行标记。

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将通道设置为交流耦合方式。

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，可设置示波器的获取模式为平均获取方式。

15.3 数字滤波

(1) 滤波类型：

滤波类型可以选择低通、高通、带通、带阻。

a. 低通：只允许信源频率低于当前“频率上限”的信号通过。

b. 高通：只允许频率高于当前“频率下限”的信号通过。

c. 带通：只允许频率高于当前“频率下限”且低于当前“频率上限”的信号通过。

d. 带阻：只允许频率低于当前“频率下限”的信号或高于当前“频率上限”的信号通过。

(2) 频率下限：

调节 Multipurpose 旋钮改变频率下限的值，低通时，频率下限无效，菜单被隐藏。

(3) 频率上限：

调节 Multipurpose 旋钮改变频率上限的值，高通时，频率上限无效，菜单被隐藏。

注意：频率上下限可设范围与当前的水平时基有关。

15.4 高级运算

高级运算即可以自由定义各信号输入通道的相关运算，以得到不同运算结果的 MATH 波形。

(1) 表达式：

表达式，可以选择打开或关闭，打开表达式则弹出对话框，如下图 15-4 所示：

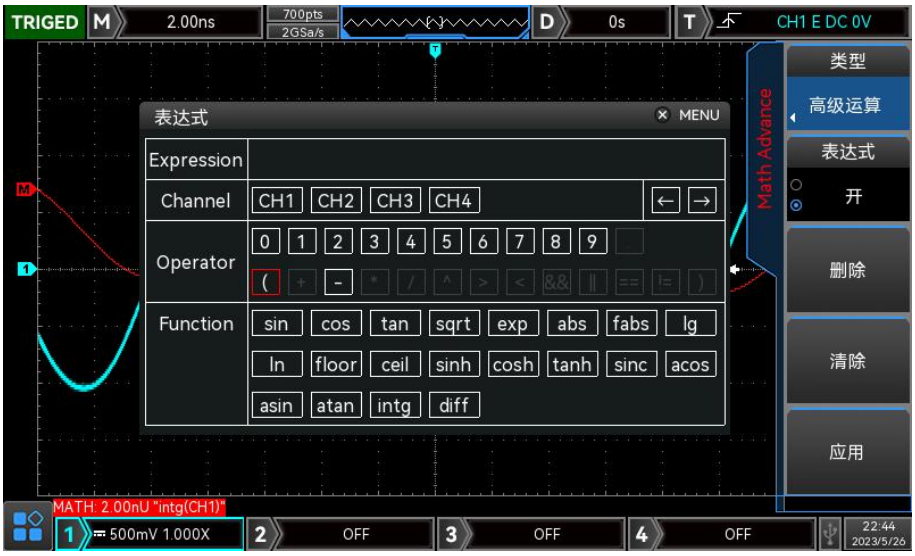


图 15-4

调节 Multipurpose 旋钮可以选择“ch 选项”，“function 选项”，“opt 选项”，然后按下该旋钮，将选项显示在 exp 后的列表中。

在编辑表达式的过程中，可以“删除”、“清除”及“应用”表达式，应用表达式后，示波器根据表达式进行运算并显示结果。

(2) 表达式对话框

a. exp：这里指由通道、函数、变量和运算符组成的式子，表达式的长度不得超过 40 个字符。

b. ch：通道选择，可以选择 CH1，CH2，CH3，CH4 。

c. function：函数选项，各函数选项的功能如下表 15-1 所示：

表 15-1

函数名	功能描述
Sin	计算所选源的正弦值。
Cos	计算所选源的余弦值。
Sinc	计算所选源的归一化值。
Tan	计算所选源的正切值。
Sqrt	计算所选源的平方根。
Exp	计算所选源的指数。
Log	计算所选源的对数。
Ln	计算所选源的对数
floor	对所选源进行向下取整
ABS	对所选源取绝对值（整数绝对值）
acos	计算所选源的反余弦值
asin	计算所选源的反正弦值
atan	计算所选源的反正切值
sinh	计算所选源的双曲正弦值
tanh	计算所选源的双曲正切值
cosh	计算所选源的双曲余弦值
ceil	对所选源进行向上取整
fabs	对所选源取绝对值（浮点数绝对值）
intg	对所选信源进行积分运算
diff	对所选信源进行微分运算

d. Opt：各运算符的功能描述如下表 15-2 所示：

表 15-2

函数名	功能描述
+、-、*、/、^	算术运算符：加、减、乘、除、指数
（ ）	圆括号，可用于提高括号内运算优先级
<、> 、==、 !=	关系运算符：小于、大于、相等、不等于
|| 、&&	逻辑运算符：或、与
0 ~ 9、.	可进行数字相关运算

16. 数字通道

- 打开数字通道
- 选择数字通道
- 设置波形大小
- 排序选择设置
- 阈值设置
- 数据总线设置
- 标签设置
- 分组设置
- 事件列表
- 延迟校准

MSO/UPO2000 系列数字荧光数字示波器同时兼具 2 个模拟通道和 16 个数字通道，对于数字通道，示波器将每次采样所得的电压与预设的逻辑阈值相比较。若采样点的电压大于阈值，则被存储为逻辑 1，否则，则被存储为逻辑 0 。示波器将逻辑 1 和逻辑 0 以图形的方式直观地表现出来，便于用户检测和分析电路设计（硬件设计和软件设计）中的错误，本章将介绍如何使用 MSO/UPO2000 数字荧光示波器的数字通道。

使用数字通道之前，请使用附件提供的 UT-M15 逻辑探头连接示波器和被测设备。有

关逻辑探头的使用方法，请参考《UT-M15 逻辑探头用户手册》。

16.1 打开数字通道

通道开关可进入数字通道开关设置菜单，可设置通道开/关相关内容。

(1) 通道选择：打开 D0-D15 通道选择列表，可选择任意通道进行打开、关闭操作。已打开通道显示√，且打开通道显示在示波器屏幕上；

(2) 打开/关闭 D7-D0、D15-D8 通道；

(3) 打开/关闭分组，已选择组显示√，若组下有数字通道，则该通道显示在示波器屏幕上（有关如何自定义分组，请参考“分组设置”一节中的介绍）；

注意：只有进行组设置后的数字通道组才可选。

16.2 选择数字通道

当前通道可选择任一通道，被选中通道的高亮显示，旋转 Multipurpose 旋钮可以将选中的通道移至所需位置。

注意：只有已显示在示波器屏幕上的通道，被选中后移动位置才有效。

16.3 设置波形大小

波形大小支持选择 S（小）、M（中）和 L（大），默认为 S。

注意：L（大）显示方式只在当前打开的通道数不多于 8 时可用，且需要先排序方可生效。

16.4 排序选择设置

排序选择 可以选择当前屏幕中已打开通道的波形，从上至下的排列方式为“D0-D15”或“D15-D0”。默认为“D0-D15”。

16.5 阈值设置

阈值设置菜单，可对“类型 L” 和 “类型 H”两组通道的阈值电平独立调节，可根据需要为两组通

道独立设置阈值。当输入信号的电压大于当前设置的阈值时，判定为逻辑 1，否则为逻辑 0。

类型 L 或类型 H 的类型选择列表，可以选择预设值、及自定义。

a. 预设值包括 TTL、5.0V CMOS、3.3V CMOS、2.5V CMOS、1.8V CMOS、ECL、PECL、CLDS 和 0V。选定类型后，该类型对应的阈值电平应用于类型；

b. “用户定义”：可调节 Multipurpose 旋钮设置需要的阈值，可设置的阈值范围为-20.0 V 至+20.0 V。

16.6 数据总线设置

用户可以根据需要将 D0-D7、D8-D15 、D0-D15 或 None 三组数字通道显示为数据总线，每个数据总线值将以数据或图形的形式显示在屏幕底部，MSO/UPO2000 允许用户可创建 2 条数据总线。

(1) 总线：可选择“BUS1”或“BUS2”。

(2) 总线状态：可以打开或关闭数据总线。

(3) 快速选择：选择数字总线 BUS1 或 BUS2 对应的通道组，可以选择 D0-D7、D8-D15 、D0-D15 或 None。

(4) 位设置：手动选择总线对应的通道位，可选择 D0 ~ D15、CH1、CH2。

(5) 位顺序：设置总线位顺序，可选择“低到高”（D0 位于低位）或“高到低”（D0 位于高位）。

(6) 时钟：选择任一通道（D0 ~ D15、CH1、CH2）作为总线的参考时钟，选择“NULL”则不设置参考时钟。

(7) 边沿类型：设置参考时钟的采样边沿类型，可以选择“上升沿、下降沿”。

(8) 显示类型：选择数数据总线的显示格式，可以选择十六进制、十进制、二进制、 ASCII、图形。图形模式下示波器将以特定方式将总线数据显示为对应值的电平，便于观察总线值的变化趋势，如下图 16-1 所示。

(9) 抖动抑制：打开或关闭抖动抑制功能。

抖动：是指信号的特定时刻相对于其理想时间位置上的短期偏离，下图中 T1 和 T2 所示，当总线没有选择参考时钟时，每个通道的跳变状态都会引起总线数据的变化，总线数据变化时由于抖动会出现不需要的数据。抖动抑制打开时，总线将不显示一定抖动时间所引起的总线数据的变化，仍旧保持有效数据。

(10) 抖动时间：调节飞梭旋钮 外层旋钮以较大的步进值调整抖动时间，调节 Multipurpose 旋钮或飞梭旋钮 内层旋钮，以较小的步进值调整抖动时间，可设置范围为 0ns 至 50us。

注意：只有在数字总线没有设置参考时钟时，才可以设置抖动抑制和抖动时间。

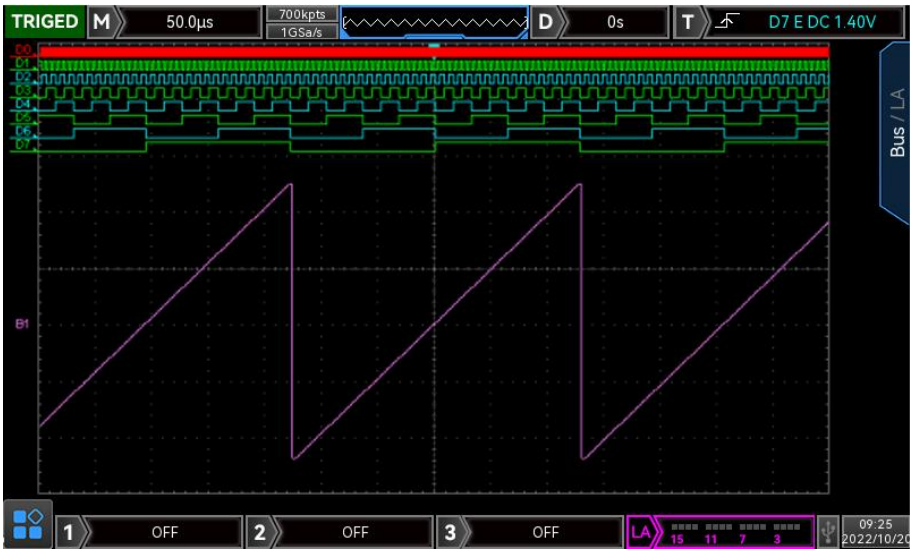


图 16-1

16.7 标签设置

标签设置菜单，可为指定的数字通道设置标签，可通过预置标签、输入标签的方式设置标签。

(1) 预置标签

通道选择一个需要设置标签的数字通道（D0-D15），然后在预置列表中选中一个标签。可以选择的预置标签有 ACK、AD0、ADDR、BIT、CAS、CLK、DATA、HALT、INT、UB、NIMI、OUT、PIN、RAS、RDY 和 RST。

(2) 输入标签

通道选择一个需要设置标签的数字通道（D0-D15）。通过输入进入标签输入界面，可以手动输入标签。通道标签操作方法如下：

仪器默认使用通道号标记相应的通道（如 D3）。为了方便使用，您也可以为每个数字通道设置一个自定义标签（如D0 A D0 ）。

注意：自定义标签可包含大写英文字母（A～Z）、小写英文字母（a～z）、数字（0～9）、特殊字符等，长度不得超过 27 个字符。

(3) 清除标签

清除标签即清除所有通道已设置的标签。

16.8 分组设置

分组设置可以对 16 个数字通道任意分组或取消分组，共支持分为 4 个组，一个通道能加入多个组，已加入组的通道显示√，各个分组选项框中，以 LA 数字图形显示其当前已选择的通道，如下图 16-2 所示

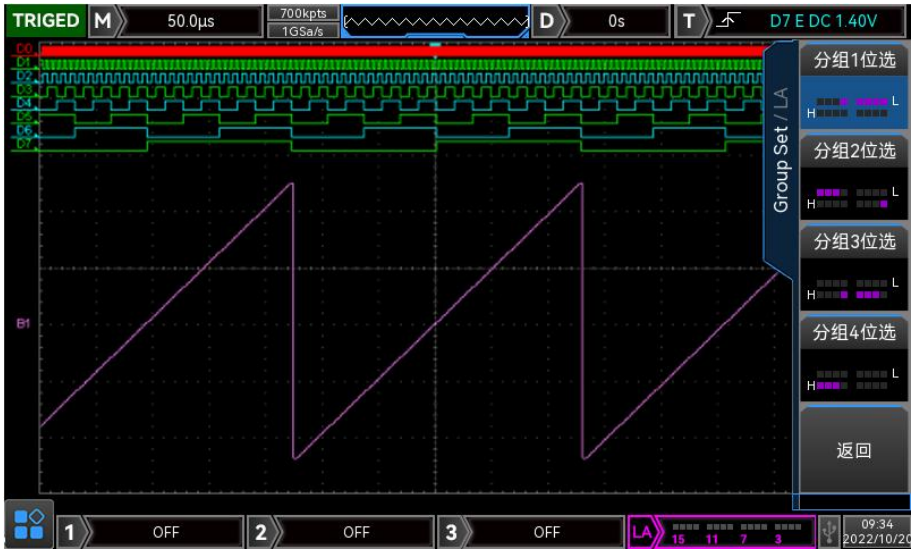


图 16-2

16.9 事件列表

事件表以表格的形式显示解码后的数据及其对应的行号和时间，便于观察较长的已解码数据。（该操作仅在 BUS 状态 为“打开”时可用）。

16.10 延迟校准

使用示波器进行实际测量时，探头电缆的传输延迟可能带来较大的误差（零点偏移）。

零点偏移定义为波形与触发电平线的交点相对于触发位置的偏移量。

延迟校准调节 Multipurpose 旋钮 设置所需的延迟时间，设置范围为-100 ns 至 100 ns。

注意：该参数的设置与仪器型号以及当前设置的水平时基大小有关，水平时基越大，设置的步进越大。

17. 函数/任意波形发生器 AWG

- 打开函数/任意波形发生器
- 基本波形输出
- 高级应用
- 通用设置

MSO/UPO2000 采用内置函数/任意波形发生器（仅 MSO-S），使用直接数字合成技术以产生精确、稳定的波形输出，低至 1 μHz 的分辨率，具有经济型、多功能的函数/任意波形发生器。

17.1 打开函数/任意波形发生器

通过 AWG ，打开函数/任意波形发生器，并进入界面，如下图 17-1 所示：



图 17-1

(1) 上图①为 CHA/ CHB 信息：当前选中的通道标识会高亮显示。

(2) “Limit”表示输出幅度限制，白色有效，灰色为无效。

a. “HighZ” 表示输出端要匹配的阻抗为高阻（可以选择Highz 或50Ω，出厂默认为Highz）。

b. “”表示当前为正弦波。（不同工作模式下可能为“基波波形”、“调制”、“OFF”字样）。

(3) 上图②为波形参数列表：以列表的方式显示当前波形的各种参数，如果列表中某一项显示为纯白色，则可以通过菜单操作软键、数字键盘、方向键、多功能旋钮的配合进行参数设置。如果当前字符底色为当前通道的颜色（系统设置时为白色），说明此字符进入编辑状态，可用方向键（如下图17-2）或数字键盘或多功能旋钮来设置参数。

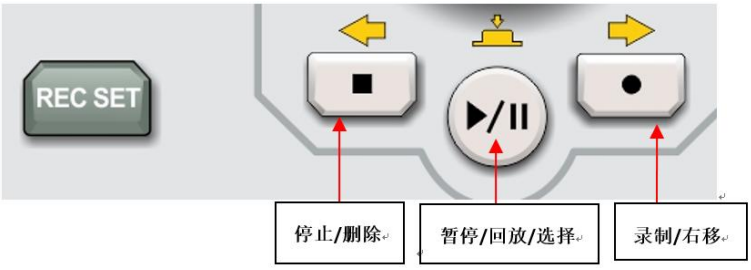


图 17-2

- 停止：上图对应向左的黄色箭头，在修改数值时，可做左移使用。
- 回放/暂停：上图对应选择的黄色箭头，在切换参数时，可做选择使用。
- 录制：上图对应向右的黄色箭头，在修改数值时，可做右移使用。

(4) 上图③和④为软键标签：用于标识旁边的功能菜单软键和菜单操作软键当前的功能，高亮显示：高亮显示表示标签的正中央显示当前通道的颜色或系统设置时的灰色，并且字体为纯白色，③如果有标签高亮显示，说明被选中，则④显示的就是它指示的内容。

(5) 上图⑤为波形显示区：显示该通道当前设置的波形形状（可通过颜色或CH1/CH2信息栏的高亮来区分是哪一个通道的当前波形，左边的参数列表显示该波形的参数）。

17.2 基本波形输出

AWG 可从单通道或同时从双通道输出基本波形，包括正弦波、方波、斜波、脉冲、任意波、噪声和斜波。按下 AWG 按键后，仪器默认输出一个频率为 1kHz，幅度为 100mVpp 的正弦波。本节介绍如何配置仪器输出各类基本波形，以 CH1 为例。

(1) 设置输出频率

打开 AWG 后，波形默认配置为一个频率为 1kHz，幅度为 100 mV 峰峰值的正弦波。可通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置频率值。

(2) 设置输出幅度

波形默认配置为：幅度为 100mVpp 的正弦波，可通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置幅度值。

(3) 设置 DC 偏移电压

波形默认 DC 偏移电压为 0V。可通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置 DC 偏移电压值，DC 偏移电压可设置范围：-2.99V～2.99V。

(4) 设置相位

波形默认相位为 0°，可通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置相位值，相位可设置范围：-360°～360°。

(5) 设置脉冲波占比

脉冲波默认频率为 1kHz，占空比为 50%，以占空比（受最低脉冲宽度规格 80ns 的限制）。可通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置占空比的值，可设置范围：1%～99%。

(6) 设置斜波对称度

斜波默认对称度为 50%，可通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置对称度的值，可设置范围：0.1%～99.9%。

(7) 设置直流电压

直流电压默认为 0V，可通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置对称度的值，直流电压可设置范围：±3 V（高阻）；±1.5 V（50 Ω）。

(8) 设置噪声波

系统默认的是幅度为 100mVpp，直流偏移为 0V 的准高斯噪声，可通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置噪声幅度值、直流偏移值。

17.3 高级应用

AWG 可输出 AM，FM，通过示波器面板的 AWG 打开函数/任意波形发生器，并进入界面，通过 MENU 打开调制入口，下文介绍以 CH1 为例。

(1) 调幅调制（AM）

在幅度调制中，已调制波形通常由载波和调制波组成，载波的幅度将随着调制波的幅度的变化而变化。

- 启用调幅调制

  通过 MENU 展开菜单列表，选择调制 并选择调幅，如下图 17-3 所示。



图 17-3

- 选择载波波形

  AM 载波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波、任意波（DC 除外），默认为正弦波。在选择 AM 调制后，通过载波软键进入载波波形选择界面，按下 Multipurpose 旋钮 选择需要的载波，如下图 17-4 所示。



图 17-4

- 载波频率设置

  不同的载波波形，可设置的载波频率范围是不同的，所有载波的频率默认都为 1kHz，各载波的频率设置范围参见下表 17-1 所示：

表 17-1

载波波形	频率	
	最小值	最大值
正弦波	1 μ Hz	50MHz
方波	1 μ Hz	15MHz
斜波	1 μ Hz	400kHz
脉冲波	1 μ Hz	15MHz
任意波	1 μ Hz	5MHz

要设置载波频率请在选择载波波形后，通过 Multipurpose 旋钮、数字键盘设置频率值。

- 调制波设置

  调制波可以是：正弦波、方波、上升斜波、下降斜波、任意波、噪声，默认为正弦波。在启用 AM 功能后，可以看到调制波默认为正弦波。若要进行更改，可通过调节 Multipurpose 旋钮选择需要的调制波。

- 方波：占空比为 50%
- 上升斜波：对称度为 100%
- 下降斜波：对称度为 0%
- 任意波：选择任意波作为调制波形时，函数/任意波形发生器通过自动抽点的方式将任意波长度限制为 4kpts
- 噪声：白高斯噪声

- 设置调制频率

  设置调制波的频率，范围为 2mHz～50kHz(默认为 100Hz)。在您启用 AM 功能后，可以看到调制波频率默认为 100Hz，若要进行更改，可通过调节 Multipurpose 旋钮、数字键盘调整调制频率的值。

- 设置调制深度

  调制深度表示幅度变化的程度，用百分比表示，AM 调制深度的可设置范围为 0%～120%，默认为 50%。若要进行更改，可通过调节 Multipurpose 旋钮、数字键盘调整调制深度的值。

- 在调制深度设为0%时，输出一个恒定的幅度（为设置的载波幅度的一半）。
- 在调制深度设为100%时，输出幅度随着调制波形而变化。
- 在调制深度设为大于100%时，仪器的输出幅度不会超过 10Vpp（负载为 50Ω）。

(2) 频率调制（FM）

在频率调制中，已调制波形通常由载波和调制波组成，载波的频率将随着调制波的幅度的变化而变化。

- 启用调频调制

  通过 MENU 展开菜单列表，选择调制 并选择调频，如下图 17-5 所示。



图 17-5

- 选择载波波形

  FM 载波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波、任意波（DC 除外），默认为正弦波，在选择 FM 调制后，通过载波软键进入载波波形选择界面，按下 Multipurpose 旋钮 选择需要的载波，如下图 17-6 所示。



图 17-6

- 载波频率

  请参考调幅调制-载波频率设置

- 调制波设置

  请参考调幅调制-调制波设置

- 设置调制频率

  设置调制波的频率，范围为 2mHz～50kHz(默认为 100Hz)，在您启用 FM 功能后，可以看到调制波频率默认为 100Hz，若要进行更改，可通过调节 Multipurpose 旋钮、数字键盘调整调制频率的值。

- 设置频偏

  频率偏差表示已进行 FM 调制的波形的频率相对于载波频率的偏差，FM 频偏的可设置范围为最小 DC 到最大当前载波带宽的一半，系统默认频偏为 100Hz，若要更改，可通过调节 Multipurpose 旋钮、数字键盘调整调制频率的值。

- 频率偏差≤载波频率，如果频偏值大于载波频率的值，仪器自动将偏差值限制为当前载波频率所允许的最大值。

- 频率偏差与载波频率之和≤当前载波允许设置的最大频率，如频偏值设置为一个无效值，仪器自动将偏差值限制为当前载波频率所允许的最大值

(3) 输出任意波

本产品存储了 200 种任意波形，各波形名称见（内置任意波列表）

- 启用任意波功能

  通过 MENU 展开菜单列表，选择波形 并选择任意波，启用任意波功能，仪器以当前设置输出任意波形。如下图 17-7 所示



图 17-7

- 逐点输出/播放模式

  AWG 支持逐点输出任意波形。逐点输出模式下，信号发生器自动根据波形长度和采样率计算输出信号的频率，信号发生器以该频率逐个输出波形点。逐点输出模式可以防止重要的波形点丢失，默认为否，在这种情况下波形通过软件自动插值或抽点的方式以固定的长度和参数列表中的频率输出任意波形，若要进行更改，可以在启用任意波功能界面调节 Multipurpose 旋钮 到播放模式 ，设置播放模式选择为“开”，播放模式下最大支持 512k 点。

- 选择任意波

  用户可以选择仪器内置任意波、也可以选择存储在示波器内部、存在在外部的任意波，启用任意波功能后，调节 Multipurpose 旋钮选择不同存储介质中的任意波。

  内置任意波列表 17-2 所示：

表 17-2

类型	名称	说明
常用函数 Common（11 种）	NegRamp	反锯齿波
	PPulse	正脉冲
	NPulse	负脉冲
	Sinc	Sinc 函数
	Cardiac	心电图
	EEG	脑电图
	DualTone	双音频信号
	AbsSine	正弦绝对值

	StairDn	阶梯下降
	StairUp	阶梯上升
	Trapezia	梯形
工程 Engine(23 种)	BandLimited	带限信号
	BlaseiWave	爆破震动“时间-振速”曲线
	Butterworth	巴特沃斯滤波器
	Chebyshev1	I 型切比雪夫滤波器
	Chebyshev2	II 型切比雪夫滤波器
	Combin	组合函数
	CPulse	C-Pulse 信号
	CWPulse	CW 脉冲信号
	DampedOsc	阻尼振荡“时间-位移”曲线
	Gamma	Gamma 信号
	GateVibar	闸门自激振荡信号
	LFMPulse	线性调频脉冲信号
	MCNoise	机械施工噪声
	Discharge	镍氢电池放电曲线
	Pahcur	直流无刷电机电流波形
	Quake	地震波
	Radar	雷达信号
	Ripple	电源纹波
	RoundHalf	半球波
	StepResp	阶跃响应信号
	SwingOsc	秋千振荡动能-时间曲线
	TV	电视信号
	Voice	语音信号
数学 Maths （26 种）	Airy	Airy 函数

	Besselj	第 I 类贝塞尔函数
	Besselk	Besselk 函数
	Bessely	第 II 类贝塞尔函数
	Cauchy	柯西分布
	Cubic	立方函数
	Dirichlet	狄利克雷函数
	Erf	误差函数
	Erfc	补余误差函数
	ErfcInv	反补余误差函数
	ErfInv	反误差函数
	ExpFall	指数下降函数
	ExpRise	指数上升函数
	Gammaln	伽玛函数的自然对数
	Gauss	高斯分布，或称正态分布
	HaverSine	半正矢函数
	Laguerre	四次拉盖尔多项式
	Laplace	拉普拉斯分布
	Legend	五次勒让德多项式
	LogNormal	对数正态分布
	Lorentz	洛伦兹函数
	Maxwell	麦克斯韦分布
	Rayleigh	瑞利分布
	Versiera	箕舌线
	Weibull	韦伯分布
	ARB_X2	平方函数
分段调制 SectMod（5 种）	AM	正弦分段调幅波
	FM	正弦分段调频波
	PFM	脉冲分段调频波
	PM	正弦分段调相波

	PWM	脉宽分段调频波
生物电 Bioelect（4 种）	EOG	眼电图
	EMG	肌电图
	Pulseilogram	常人脉搏曲线
	ResSpeed	常人呼气流速曲线
医疗 Medical（4 种）	LFPulse	低频脉冲电疗波形
	Tens1	神经电刺激疗法波形 1
	Tens2	神经电刺激疗法波形 2
	Tens3	神经电刺激疗法波形 3
标准 Standard(17 种)	Ignition	汽车内燃机点火波形
	ISO16750-2 SP	具有振荡的汽车启动剖面图
	ISO16750-2 Starting1	启动导致的汽车电压波形 1
	ISO16750-2 Starting2	启动导致的汽车电压波形 2
	ISO16750-2 Starting3	启动导致的汽车电压波形 3
	ISO16750-2 Starting4	启动导致的汽车电压波形 4
	ISO16750-2 VR	重新设置时,汽车的工作电压剖面图
	ISO7637-2 TP1	由于切断电源导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP2A	由于配线中的电感导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP2B	由于启动转换关闭导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP3A	由于转换导致的汽车瞬变

		现象
	ISO7637-2 TP3B	由于转换导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP4	启动过程中的汽车工作剖面图
	ISO7637-2 TP5A	由于切断电池电源导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP5B	由于切断电池电源导致的汽车瞬变现象
	SCR	SCR 烧结温度发布图
	Surge	浪涌信号
三角函数 Trigonome(20 种)	CosH	双曲余弦
	CosInt	余弦积分
	Cot	余切函数
	CotHCon	凹陷的双曲余切
	CotHPro	凸起的双曲余切
	CscCon	凹陷的余割
	CscPro	凸起的余割
	CotH	双曲余切
	CscHCon	凹陷的双曲余割
	CscHPro	凸起的双曲余割
	RecipCon	凹陷的倒数
	RecipPro	凸起的倒数
	SecCon	凹陷的正割
	SecPro	凸起的正割
	SecH	双曲正割
	SinH	双曲正弦
	SinInt	正弦积分
	Sqrt	平方根函数

	Tan	正切函数
	TanH	双曲正切
反三角 AntiTrigonome(17 种)	ACos	反余弦函数
	ACosH	反双曲余弦函数
	ACotCon	凹陷的反余切函数
	ACotPro	凸起的反余切函数
	ACotHCon	凹陷的反双曲余切函数
	ACotHPro	凸起的反双曲余切函数
	ACscCon	凹陷的反余割函数
	ACscPro	凸起的反余割函数
	ACscHCon	凹陷的反双曲余割函数
	ACscHPro	凸起的反双曲余割函数
	ASecCon	凹陷的反正割函数
	ASecPro	凸起的反正割函数
	ASecH	反双曲正割函数
	ASin	反正弦函数
	ASinH	反双曲正弦函数
	ATan	反正切函数
	ATanH	反双曲正切函数
噪声（6 种）	NoiseBlue	蓝噪声
	NoiseBrown	褐色噪声(红噪声)
	NoiseGray	灰色噪声
	NoisePink	粉红噪声
	NoisePurple	紫噪声
	Noisewhite	白噪声
窗函数 Window（17 种）	Bartlett	巴特利特窗
	BarthannWin	修正的巴特利特窗
	Blackman	布莱克曼窗
	BlackmanH	BlackmanH 窗

	BohmanWin	BohmanWin 窗
	Boxcar	矩形窗
	ChebWin	切比雪夫窗
	GaussWin	高斯窗
	FlattopWin	平顶窗
	Hamming	汉明窗
	Hanning	汉宁窗
	Kaiser	凯塞窗
	NuttallWin	最小四项布莱克曼-哈里斯窗
	ParzenWin	Parzen 窗
	TaylorWin	Taylaor 窗
	Triang	三角窗，也称 Fejer 窗
	TukeyWin	Tukey 窗
复数小波 Complex Wavelets （7 种）	Complex Frequency B-spline	复 Frequency B-spline 函数
	Complex Gaussian	复高斯函数
	Complex Morlet	复 Morlet 小波
	Complex Shannon	复香农函数
	Mexican hat	墨西哥帽小波
	Meyer	Meyer 小波
	Morlet	Morlet 小波
其它 Other （43 种）	ABA_1_1	
	ABA_1_2	
	ALT_03	
	ALT_04	
	ALT_05	
	AUDIO	
	AbsSineHalf	

	AmpALT	
	AttALT	
	COIL_2_1	
	COIL_2_2	
	DC_04	
	ECT_1_2	
	EGR_2	
	EGR_3_2	
	EST_03_2	
	GaussPulse	
	Gaussian monopulse	
	IAC_1_1	
	INJ_1_1	
	INJ_2	
	INJ_3	
	INJ_4	
	INJ_5_6	
	INJ_7	
	KS_1_1	
	Log10	
	MAF_1_1	
	MAF_1_2	
	MAF_5_3	
	MAP_1_1	
	MAP_1_2	
	MC_3	
	O2PROPA1	
	O2PROPA2	
	O2SNAP	

	RounsPM	
	STAR02_1	
	SineTra	
	SineVer	
	StairUD	
	TPS_1_1	
	TPS_1_2	

17.4 通用设置

通过 MENU 按键打开菜单列表，进入 Utility 设置通道的通用参数，如下表 17-3 所示。

表 17-3

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
CHA 设置、CHB 设置	通道输出	关、开	设置通道输出状态，默认打开
	通道反向	关、开	设置通道反向状态，默认关闭
	负载	50Ω、高阻	设置通道负载，默认高阻
	幅度限制	关、开	设置幅度限制状态，默认关闭
	幅度上限		设定通道幅度输出的上限值
	幅度下限		设定通道幅度输出的下限值

18. 其他功能按键

- 自动设置
- 运行/停止
- CLEAR
- 出厂设置

18.1 自动设置

自动设置会自动根据输入信号，选择合适的时基档位、幅度档位、触发等参数，从而使波形自动显示在屏幕上，按示波器前面板上的 AUTO 键即可进行自动设置。

自动设置只适用于以下条件：

a. 自动设置只适合对简单的单一频率信号进行设置，对于复杂的组合波无法实现有效的自动设置效果。

b. 被测信号频率不小于 20Hz，幅度不小于 20mVpp；方波占空比大于 5%。

18.2 运行/停止

通过示波器前面板的 RUN/STOP 键进行设置。当按下该键并有绿灯亮时，表示运行(RUN)状态，如果按键后出现红灯亮则为停止(STOP)，运行状态时候，表示示波器在连续采集波形，屏幕上部显示“AUTO”；停止状态，则示波器停止采集，屏幕上部显示“STOP”，按 RUN/STOP 键使波形采样在运行和停止间切换。

18.3 CLEAR

通过示波器前面板的 CLEAR 键进行设置，当按下该键后清除示波器屏幕上回调的参考波形。

18.4 出厂设置

按示波器前面板的 DEFAULT 按键，可以快速将示波器恢复出厂设置，MSO/UPO2000 系列数字荧光示波器的出厂设置状态，如下表 18-1 所示。

表 18-1

系统	功能	厂家设置
垂直系统	CH1	200mV/DIV
	垂直位移	0(即垂直中点)
	零点位置	0(即垂直中点)
	耦合	直流
	带宽限制	满带宽
	伏/格	粗调
	细调偏转系数	0

	探头	1×
	反相	关闭
	单位	V
	CH2、CH3、CH4	OFF
	MATH、REF	关闭
水平系统	扩展视窗	关闭
	分屏显示	关闭
	Multi-Scopes	关闭
	时基选择	扩展时基
	模式	YT
	XY-CH	CH1-CH2
	水平时基	1μs/div
	水平位移	0(即水平中点)
触发系统	触发类型	边沿
	触发极性1	上升沿
	耦合方式	直流
	触发条件	大于
	时间下限	20ns
	时间上限	20ns
	边沿数	1
	触发线L位置	0
	触发线H位置	0
	触发模式	自动
	触发释抑	100ns
	信源1	CH1
	信源2	CH1
	触发极性2	上升沿
	视频触发制式	PAL
	视频触发同步	EVEN
	视频触发指定行	1
显示	格式	矢量
	栅格显示	全显示
	弹窗透明度	85%

	菜单显示	手动
	背光亮度	50%
	持续时间	最小值
	色温	OFF
	反色	OFF
	栅格亮度	50%
	波形亮度	50%
MATH	类型	MATH
	信源1	CH1
	算子	+
	信源2	CH1
	探头倍率	x1
	FFT窗函数	汉明窗
	FFT单位	DBM
	FFT点数	自动
	FFT标记模式	OFF
	FFT分屏	OFF
	FFT标记阈值	0
	数字滤波类型	低通
测量	测量主信源	CH1
	所有参数测量	OFF
	用户自定义参数	OFF
	统计	OFF
	从信源	CH1
	指示器使能	OFF
	指示器	最大值
通过测试	输出	失败
	信源	CH1
	显示	关闭
	停止类型	失败次数
	停止条件	大于等于
	阈值	1
	模板波形参考	CH1

	水平位置	5
	垂直位置	5
总线解码	解码类型	RS232
	总线状态	OFF
	显示格式	16进制
	事件列表	关闭
	总线位置	10
	RS232信源	CH1
	RS232极性	负极性
	RS232波特率	2400
	RS232自定义波特率	9600
	RS232数据位宽	7位
	RS232位顺序	MSB
	RS232停止位	1
	RS232校验位	无
	RS232触发条件	帧起始
	RS232数据	0
	I^2C SCL	CH1
	I^2C SDA	CH1
	I^2C 地址位宽	7位
	I^2C 地址	0
	I^2C 地址掩码	0
	I^2C 操作方向	写
	I^2C 触发条件	启动
	I^2C 字节长度	1
	I^2C 数据	0
	I^2C 掩码	0
	SPI CS	CH1
	SPI CLK	CH1
	SPI MOSI	CH1
	SPI MISO	CH1
	SPI CS 极性	正极性
	SPI CLK 极性	正极性

	SPI MOSI 极性	正极性
	SPI MISO 极性	正极性
	SPI 位顺序	MSB
	SPI 位宽	8位
	SPI 空闲时间	100ns
	SPI 帧长	1
	SPI MOSI数据	0
	SPI MOSI掩码	0
LA	低8通道阈值（自定义）	0
	高8通道阈值（自定义）	0
	总线1抖动抑制时间	0
	总线2抖动抑制时间	0
其它系统	频率计	开
	方波输出	1KHz
	同步输出	关闭
	SCPI端口	USB
	DHCP	手动
	语言	当前示波器语言
	采集方式	正常采样
	平均采样次数	2
	存储深度	自动
	光标类型	关闭
	光标模式	独立
	光标水平单位	秒
	光标通道	CH1
	自动设置通道	Autoset
	自动设置采样	Autoset
	自动设置触发	Autoset
	自动设置信号	Autoset
	当前通道选择	CH1
	LA	OFF
	RUN/STOP	RUN

19. 系统提示与故障排除

- 系统提示信息说明
- 故障排除

19.1 系统提示信息说明

本章节针对系统不同的提示信息进行说明，具体说明如下表 19-1。

表 19-1

已经调整到了极限！	提示在当前状态下，调节已到达极限，不能再继续调节。当垂直刻度系数旋钮、时基旋钮、水平移位、垂直移位和触发电平等调节到极限时，会显示该提示。
无有效数据！	保存波形，无波形时提示。
警告！此过程将清除所有保存的波形和设置。	使用 清除数据 功能时，会有该提示。
禁用功能！	总线关时打开事件列表提示；滚动模式切换扩展串口提示。
建立模板失败！	通过测试建立模板，选择的参考波形未打开，打开 操作 进行通过测试时，会有该提示。
没有录制数据！	无录制数据，直接进行播放、停止操作时，会出现该提示。
注意！扫描开启时Pass/Fail功能无效。	通过测试，打开允许测试时，会默认弹出该提示框。
I/O 操作失败	保存bode数据，操作设备失败；保存波形，操作设备失败
警告！此过程会将系统更新为出厂状态。	使用default功能时，默认弹出该提示。
存储失败，请将 U 盘格式化为 FAT	保存数据，U盘非FAT格式时提示。
未检测到USB设备，请插入USB设备！	未连接USB存储设备，选择存储磁盘为USB时会出现该提示。
请移除所有输入信号。	使用 模拟通道校正、LA校正 功能时，会默认弹出该提示。
自动校准完成！	用户自校正，当完成自校正后，会出现该提示。
通道无信号！	通道无信号，进行自校正提示。
滚动模式录制功能无效！	示波器处于滚动模式，用户进行波形录制时，会出现该提示。

没有可用参数，请选择用户定义测量参数！	打开测量统计但无自定义参数时，出现该提示。
数据存储成功！	存储波形、设置文件、任意波时，存储成功后出现该提示。
数据存储失败！	存储波形、设置文件、任意波时，存储失败后出现该提示。
文件加载成功！	回调存储设置或波形时，该存储位置没有存储的设置或波形时出现该提示。
文件加载失败！	回调存储设置或波形时，该存储位置没有存储的设置或波形时出现该提示。
无效的表达！	MATH高级运算，应用表达式无效时，会出现该提示。
截图成功！	保存图片或PrtSc保存图片，当截图完成后会出现该提示。
未找到更新路径！	未插入USB提供更新文件时，进入更新功能，会出现该提示。
未找到更新文件！	插入USB但未提供更新文件时，进入更新功能，会出现该提示。
文件名不能为空！	保存波形、设置文件、任意波、录制波形文件、波特图数据，文件名为空时，会出现该提示。
语言包错误，请检查语言包的完整性！	语言包出现错误，加载语言提示。
数据清除成功！	使用 清除数据 功能，当清除完成后，会有该提示。
Multi-Scopes下，此功能无效！	打开Multi-Scopes后，使用扩展视窗、录制波形、回调波形、通过测试、MATH、DECODE、LA、矩形绘制 等功能时，会弹出该提示。
正在升级，请勿重启！	程序升级时，会有该提示。
升级过程中不允许取消！	程序升级时，点击 取消 功能时，会有该提示。
升级失败，请检查升级包版本及完整性！	程序升级过程中，若升级程序不完整，会有该提示。
升级完成，现在重启？	程序升级完成后，会有该提示。
录制中，请退出录制！	正在录制波形时，按下其他功能按键，会有该提示。
Multi-Scopes下，已经调整到了极限！	打开Multi-Scopes后，调整时基档，当调整时基档慢于20ms时，会有该提示。
XY模式下，不支持该功能！	打开XY后，打开MATH、REF、LA、DECODE功能时，会有该提示。
开始升级此文件？	选择升级文件，进行升级时，会有该提示。
此通道未打开！	光标测量、通过测试创建模板、保存通道波形、保存任意波，选择的通道未打开时，会有该提示。
请打开允许测试然后操作！	通过测试功能，未打开允许测试，直接打开操作时，会有该提示。
波形参考通道未打开，无有效数据！	通过测试，波形参考选择REF，REF没有加载时调节水平或者垂直会提示。
XY模式下，主窗口，不允许通过测试！	打开XY后，打开通过测试功能时，会有该提示。
请关闭扫描，然后进行其他操作！	bode扫描过程中按下其他按键提示。

没有打开的通道，请打开通道后进行录制！	所有模拟通道关闭，进行波形录制时，会出现该提示。
Multi-Scopes下禁用LA!	用户打开Multi-Scopes后，再打开LA时，会出现该提示。
FFT分屏模式下，此功能无效！	打开FFT分屏、瀑布图时，使用通过测试、波特图、回调波形、打开LA等操作时，会出现该提示。
FFT分屏模式下，禁止使用通过测试功能！	打开通过测试，然后再打开FFT分屏，提示。
文件列表为空！	回调参考波形、设置文件、波特图数据时，若回调列表为空进行回调时，会有该提示。
自动校准已取消！	用户自校正过程中，按下MENU按键取消自校正时，会出现该提示。
此过程恢复出厂状态，网络参数不改变！	scpi通过网络连接，下发命令恢复出厂设置提示。
关机中，请稍等...	示波器关机进入关机界面时，会出现该提示。
请关闭快速录，然后设置录制间隔！	打开快速录制时，设置时间间隔，会出现该提示。
未检测到正确的license，请确认购买后重试！	插入USB但无正确的license，选择激活选件时，会有该提示。
激活成功！	通过USB中的license激活选件后，有该提示。
功能未激活，请购买激活码激活！	选件试用期结束后，打开使用选件功能出现该提示。
功能试用中，如长期试用，请购买激活码激活！	选件试用期间，打开使用选件功能出现该提示。

19.2 故障排除

(1) 按电源软开关按键后，示波器仍然黑屏，没有任何显示：

a. 检查电源接头是否接好，供电电源是否正常。

b. 检查电源开关是否打开，正常启动后前面板电源软开关按键应显示绿灯；按下启动软开关后如果启动应有正常的继电器响声。

c. 如果有继电器响声，表明示波器正常启动。可按如下操作尝试：按下 DEFAULT 键，再按 F1 键，如果恢复正常，说明示波器的背光亮度设置得太低。

d. 完成上述步骤后，重启示波器。

e. 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：

a. 检查 BNC 线两端是否接入正常。

b. 检查信号源输出通道是否打开。

c. 检查示波器接入信号通道是否打开。

d. 检查信源源中信号是否有直流偏移。

e. 拔除接入的信号，检查基线是否在屏幕范围内（若不在则需要进行自校正）。

f. 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。

(3) 测量的电压幅度值比实际值大 10 倍或小 10 倍：检查通道探头衰减系数设置是否与所使用的探头衰减倍率一致。

(4) 有波形显示，但不能稳定下来：

a. 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。

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

c. 尝试改变触发耦合为高频抑制或低频抑制，以滤除干扰触发的高频或低频噪声。

(5) 按下 RUN/STOP 键无任何波形显示：

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

b. 如果是，将触发电平居中，或者设置 触发方式为 AUTO 档。

c. 按 AUTO 按键可以自动完成以上设置。

(6) 波形刷新速度非常慢：

a. 检查获取方式是否为平均，且平均次数较大。

b. 检查存储深度是否为最大。

c. 检查触发释抑时间是否较大。

d. 检查是否为正常触发，且当前为慢时基档。

e. 以上均会导致波形刷新慢，建议恢复出厂设置，波形即可正常刷新。

20. 附录

20.1 附录 A 保养和清洁维护

(1) 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。

(2) 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：

请用质地柔软的布擦试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。

用潮湿但不滴水的软布擦试仪器，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。

20.2 附录 B 保修概要

UNI-T（优利德科技（中国）股份有限公司）保证其生产及销售的产品，在授权经销商发货之日起一年内，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，包括但不局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。

20.3 附录 C 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)股份有限公司（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

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。

网址：http://www.uni-trend.com.cn