

安全须知

为保证您能正确安全地使用本仪器，请务必遵守以下注意事项。如果未遵守本手册指定的方法操作本仪器，可能会损坏本仪器的保护功能。因违反以下注意事项操作仪器所引起的损伤，广州致远电子股份有限公司概不承担责任。

一般性安全概要

了解下列安全性预防措施，以避免受伤，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

使用正确的电源线

只允许使用所在国家认可的本产品专用电源线。

将产品接地

本产品通过电源电缆的保护接地线接地。为避免电击，在连接本产品的任何输入或输出端子之前，请确保本产品电源电缆的接地端子与保护接地端可靠连接。

正确连接探头

探头地线与地电势相同。请勿将地线连接至高电压。

查看所有终端额定值

为避免起火和过大电流的冲击，请查看产品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。

使用合适的过压保护

确保没有过电压（如由雷电造成的电压）到达该产品，否则操作人员可能会遭受电击。

请勿开盖操作

请勿在仪器机箱打开时运行本产品。

使用指定规格的电源保险丝

如需更换电源保险丝，请将仪器返厂，由致远电子授权的维修人员更换符合本产品指定规格（T 级，额定电流 5A，额定电压 250V）的保险丝。

避免电路外露

电源接通后，请勿接触外露的接头和元件。

怀疑产品出故障

怀疑产品出故障时，请勿拆装把手处的螺钉，避免划伤。

产品出现任何问题，请勿进行**拆机操作**，请及时联络广州致远电子股份有限公司授权的维修人员进行检测、维护、调整或零件更换。

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。使用时应保持有良好的通风，定期检查通风口和风扇。

请勿在潮湿环境下操作

为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。

请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。

请保持产品表面的清洁和干燥

为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。

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。在电缆连接到仪器前，应将其内外导体短暂接地以释放静电。

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。

警示标志

注意



注意符号表示存在危险。提示用户对某一过程、操作方法或类似情况进行操作时，如果不能正确执行或遵守规则，则可能对产品造成损坏或者丢失重要数据。在完全阅读和充分理解注意所要求的事项之前，请不要继续操作。

警告



警告符号表示存在严重危险。提示用户对某一过程、操作方法或类似情况进行操作时，如果不能正确执行或遵守规则，则可能造成人身伤害甚至死亡。在完全阅读和充分理解警告所要求的事项之前，请务必停止操作。

测量类别

ZDS2000 系列示波器可在 CAT I 和 CAT II 下进行测量，最大输入电压需保持在 CAT I 300Vrms，CAT II 100 Vrms 范围内。

警告



ZDS2000 系列示波器仅允许在指定的测量类别中使用。

仪器安置注意事项

注意



仪器安置场所相关注意事项如下：

- **远离恶劣环境。** 远离阳光直射、热源、大量烟尘、蒸汽、腐蚀性或可燃性气体、强烈磁场源、高压设备与动力线、水、油、化学剂的场所；
- **水平平坦。** 请将仪器安置在水平平坦的场所，以便更好地观察测量结果；
- **通风良好。** 为了保证示波器内部有良好的通风，在仪器的后面板有散热孔的设计，可使示波器在运行时，内部温度不会过高；
- **环境温度与环境湿度。** 环境操作温度：+10℃ ~+40℃，环境储存温度：-20℃ ~+70℃
环境湿度：20~80%RH；

- **海拔高度。**操作 3000 米以下，非操作 12000 米以下。

保养与清洁

保养

请勿将仪器放置在长时间受到日照的地方。

清洁

请根据使用情况对仪器进行清洁。方法如下：

- 断开电源；
- 用潮湿但不滴水的软布（可使用柔和的清洁剂或清水）擦拭仪器外部的浮尘。清洁液晶显示屏时，注意不要划伤透明的 LCD 保护屏。

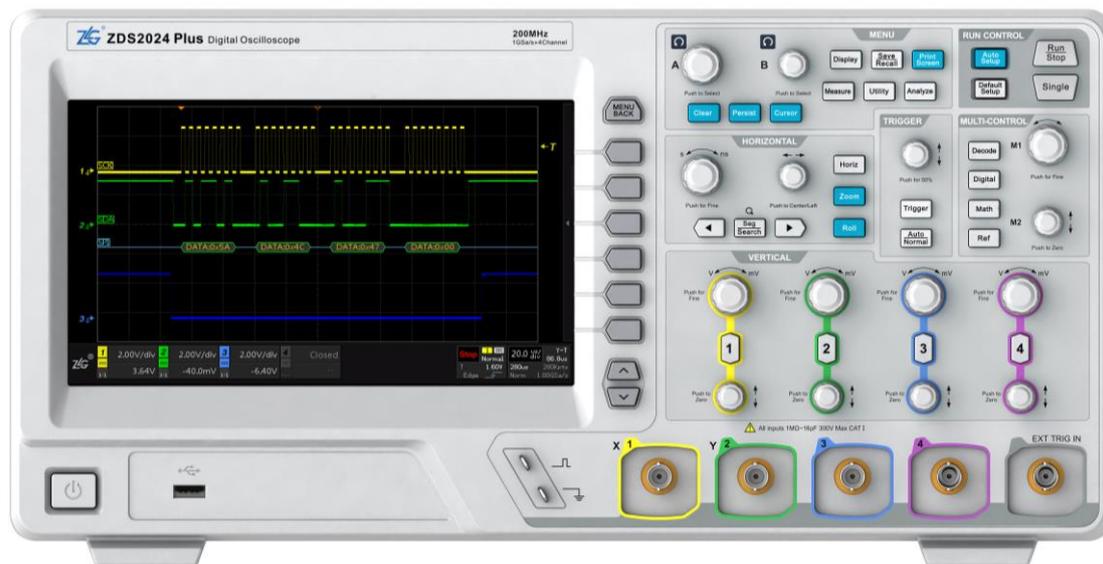
警告



产品重新通电之前，请务必确认产品已经干燥，避免因留有的水分造成不必要的事故。

产品简介

ZDS2000 系列示波器是 ZLG 致远电子全新推出的一系列具有强大参数测量、统计功能的高性能示波器，具有极高的存储深度、优异的波形刷新率和全面的触发功能，同时具有良好的显示效果和优秀的操作便利性，可广泛应用于通信、航天、国防、嵌入式系统、计算机、研究和教育等众多行业和领域。



产品选型

ZDS2000 系列示波器包括 ZDS2022、ZDS2022 Plus、ZDS2024、ZDS2024 Plus 型，相关主要参数如下表所述。

型号	模拟带宽	通道	采样率	刷新率	存储深度 ^注	参数测量	触发种类	协议解码	FFT 样本点数	屏幕大小
ZDS2022	200M	2	1G Sa/s	330K	112Mpts	51 种	32 种	24 种	4M	9 寸
ZDS2022 Plus	200M	2	1G Sa/s	330K	250Mpts	51 种	34 种	26 种	4M	9 寸
ZDS2024	200M	4	1G Sa/s	330K	112Mpts	51 种	32 种	24 种	4M	9 寸
ZDS2024 Plus	200M	4	1G Sa/s	330K	250Mpts	51 种	34 种	26 种	4M	9 寸

注：存储深度每两通道共用。以 ZDS2022 为例，只打开单通道时，该通道最大存储深度可达 112Mpts，若同时打开两个通道，则每个通道最大存储深度均为 56Mpts。四通道情况下，以 ZDS2024 Plus 为例，CH1 和 CH2 共用 250Mpts，CH3 和 CH4 独立共用另外的 250Mpts。

主要特色

- **250Mpts 存储深度。** ZDS2022 Plus/ZDS2024 Plus 标配了最高 250Mpts 海量存储。

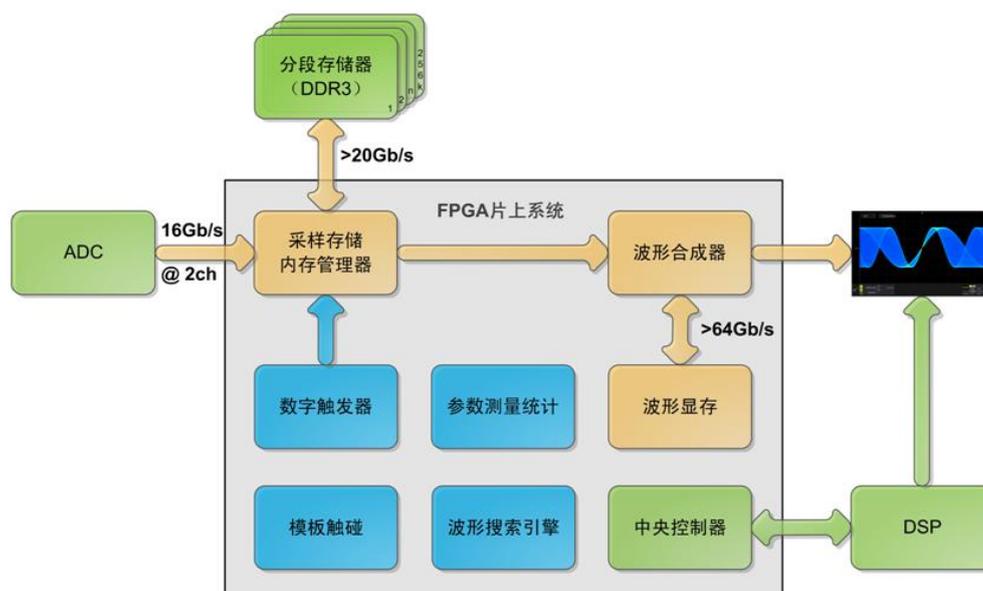
大时基时仍能保持高采样率，在观察长时间波形的同时仍不丢失波形细节；

- **标配 11 种基础触发, 22 种协议触发, 26 种协议解码 (ZDS2022 Plus/ZDS2024 Plus)。**
ZDS2000 系列示波器标配了边沿、脉宽、欠幅、建立和保持、延迟、第 N 边沿、码型、超时、超幅、斜率、视频 11 种基础触发。
 - ZDS2022/ ZDS2024 为用户标配了 **21 种协议触发和 24 种协议解码**：
UART、SPI、I²C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、NEC、RC5 和 RC6；
 - **MDIO 与 CAN FD** 是 ZDS2022 Plus/ZDS2024 Plus 在 ZDS2022 和 ZDS2024 的基础上又新增的两种协议，故共标配有 **23 种协议触发和 26 种协议解码**。
- **33 万次/秒的波形刷新率 (ZDS2022/ ZDS2022 Plus / ZDS2024/ZDS2024 Plus)。** 标配高于 33 万次/秒的波形刷新率，具有更短的死区时间，可更大概率捕获异常信号；
- **4Mpts 的 FFT 分析功能。** 标配 4Mpts 的 FFT 分析，可快速精确地定位干扰信号的频率和强度，加快设计调试进度；
- **51 种“真正意义”参数测量统计。** 可对 51 种测量参数同时测量和计算，并可选择其中的 24 种实时显示，此外可给出全存储深度下所有波形的“真正意义”测量统计结果，计算出最大值、最小值、平均值和标准差等且所有的测量均基于全硬件加速；
- **6 秒极速开机 (2 通道)。** 节省时间，提高工作效率；
- **7 种一键操作。** 支持 7 种一键操作，将 80% 用户，80% 时间里使用的 80% 功能汇集到 7 个快捷键，易于识别：
 - 一键捕获。对应【Auto Setup】键，可自动完成适合波形的量程设置，使波形以最佳视觉状态呈现；
 - 一键放大。对应【Zoom】键，可实现波形缩放功能；
 - 一键滚动。对应【Roll】键，用于一键切换 ROLL 显示模式和 Y-T 显示模式；
 - 一键存储。对应【Print Screen】键，会自动保存当前屏幕显示内容到设置的存储设备；
 - 一键清除。对应【Clear】键，清除当前的波形显示、余辉显示和测量参数的统计数据等；
 - 一键光标。对应【Cursor】键，自动切换光标开/关、水平/垂直测量、十字测量等；
 - 一键余辉。对应【Persist】键，按下该键可在“灰度显示+无限余辉”、“色温显示+无线余辉”、“余辉关闭、色温显示关闭”三种模式下切换；
- **800 毫秒自动捕获 (2 通道)。** 波形可在一键捕获按钮释放瞬间，稳定触发；
- **数字滤波器功能。** 在 4 通道示波器中，支持对输入波形进行数字滤波功能，包括低通滤波与高通滤波，用户可对截止频率自定义设置，并且 ZDS2000 系列示波器支持对滤波后的波形进行测量统计；
- **创新的 ScopeReport™ 功能，** 可对所有协议分析和 FFT 分析结果进行“打包”，自动生成 html 或 CSV 格式的报告；
- **最高 200M 模拟带宽。** ZDS2000 系列示波器每通道独立最高 1GSa/s 实时采样率；
- **支持最多 26 万个存储分段，** 可记录连续发生的 26 万个感兴趣事件，且所有分段均支持测量与分析；
- **9 英寸 WVGA 彩色显示屏，** 分辨率 800×480，并具有精心优化的 256 级灰度等级 显示，视野宽广，显示清晰；

- 支持色温显示模式。在色温显示模式下，屏幕上波形轨迹的色彩冷暖代表了该波形出现的概率，高概率波形色彩暖，低概率波形色彩冷，用户可直观地观察信号抖动、毛刺和高低概率信号轨迹；
- 支持 USB Host、USB Device、LAN、RS-232 等接口，支持程控设备标准命令 (SCPI)，为仪器的二次编程控制提供丰富通信接口。

系统框图

ZDS2000 系列示波器采用了独创的 EagleView 技术，使用超大容量 FPGA 结合 SOC 平台，全硬件实现了最高 250Mpts 深存储、330,000 帧/秒高波形刷新率、数字触发、模板触发、自动参数测量及波形搜索等功能，极大提高了示波器的性能。示波器的系统框图如下图所示。



(1) 采样存储内存管理器

该管理器使用分段存储技术结合加速算法，可以实现单通道最大 250Mpts 深存储 (ZDS2022 Plus / ZDS2024 Plus) 的快速处理和最大 26 万帧的分段管理；即便采样时间为 250ms 也能保持 1GSa/s 的采样率，有效提高了示波器的实用性。

(2) 波形合成器

波形合成器使用 FPGA 的内部 RAM 做为波形显存，最大访问带宽大于 64Gb/s，不存在外部 RAM 访问带宽受限的瓶颈；同时采用了多线程流水线并行处理技术，实现了高达 330,000 帧/秒的波形刷新率 (ZDS2022 / ZDS2022 Plus / ZDS2024 / ZDS2024 Plus) 和 256 级的波形灰度显示，将国内数字示波器的性能指标推到一个全新的高度。

(3) 参数测量统计

自动参数测量使用 FPGA 硬件加速运算，并行化处理，能够同时对 51 种参数的当前值、最大值、最小值、平均值和标准差进行测量统计，并可从测量统计结果中选择最多 24 种显示；测量样本为全屏幕未经抽样的所有原始波形数据，即便在 250Mpts 的深存储下其运算时间也仅需几百毫秒。

(4) 数字触发器

触发器使用全新数字化技术，TDC 分辨率高达 31.25ps，精准对齐，具备可配置的触发

灵敏度和噪声抑制滤波器，极大提升了触发的稳定性和灵敏度。

(5) 模板触碰

模板触碰可将触碰到设定区域的异常波形从正常的信号中隔离开来，进一步完善了触发功能，有效增加异常波形的捕捉调试手段。

(6) 波形搜索

波形搜索功能使用 FPGA 硬件加速，支持边沿、脉宽、欠幅、上升/下降时间、周期/频率等多种搜索条件，可在几百毫秒内快速完成 250Mpts 波形数据搜索并标记。

文档中的内容约定

ZDS2000 系列示波器包括 ZDS2022 型号、ZDS2022 Plus 型号、ZDS2024 型号、ZDS2024 Plus 型号。除特别注明外，本手册的说明主要以 ZDS2024 Plus 示波器指标为例。

注意：鉴于示波器固件会不断更新，所以用户手册也要随之更新，但由于示波器生产、装箱和发货时间节点的差异，故在此提醒您，每箱的纸质版用户手册版本都可能会有所差别，且与当前示波器固件版本不一定完全匹配。若需要最新版的用户手册和固件，请到官网下载：

http://www.zlg.cn/OSC/ZDS2022_download.php。

目 录

1. 功能概述.....	11
1.1 概述.....	11
1.2 一键操作.....	11
1.3 全硬件深存储.....	11
1.4 波形刷新率.....	11
1.5 波形触发.....	11
1.6 “真正意义”的参数测量和统计.....	12
1.7 波形搜索.....	13
1.8 波形解码与分析.....	14
1.9 数据存储与导入.....	17
2. 快速入门.....	20
2.1 概述.....	21
2.2 面板介绍.....	21
2.3 快速使用示例.....	38
2.4 按键帮助信息.....	39
3. “一键”快捷操作.....	41
4. 波形采集.....	42
4.1 概述.....	43
4.2 显示控制.....	43
4.3 设置水平系统.....	45
4.4 设置垂直系统.....	49
4.5 设置采样系统.....	52
5. 全硬件 250Mpts 深存储.....	54
5.1 概述.....	55
5.2 存储深度简介.....	55
5.3 设置步骤.....	56
6. 波形触发.....	57
6.1 概述.....	58
6.2 触发类型.....	58
6.3 触发源设置.....	58
6.4 触发方式设置.....	58
6.5 触发耦合.....	59
6.6 触发释抑.....	59
6.7 触发电平设置.....	60
6.8 触发灵敏度设置.....	61
6.9 与触发类型相关的触发设置.....	62
6.10 模板触碰.....	74
7. 光标测量.....	77
7.1 概述.....	78
7.2 功能菜单.....	78
7.3 选择光标和调节光标位置.....	78

7.4	查看光标测量结果.....	79
8.	“真正意义”波形参数测量统计.....	80
8.1	概述.....	81
8.2	测量项设置.....	82
8.3	数学运算后波形的测量.....	91
8.4	搜索设置.....	92
8.5	频率计.....	92
8.6	阈值设置.....	93
8.7	导出报表.....	94
9.	波形搜索.....	95
9.1	概述.....	96
9.2	搜索使能.....	96
9.3	信源选择.....	96
9.4	搜索模式.....	96
9.5	搜索类型.....	96
9.6	搜索结果显示.....	98
9.7	定位搜索事件.....	99
10.	协议解码.....	101
10.1	概述.....	102
10.2	操作步骤.....	102
10.3	I ² C 触发与解码（免费开放）.....	105
10.4	UART/RS232/422/485 触发与解码（免费开放）.....	111
11.	数学运算.....	115
11.1	概述.....	116
11.2	加法、减法、乘法、除法运算.....	116
11.3	微分.....	117
11.4	积分.....	119
11.5	数字滤波.....	120
12.	4Mpts FFT 运算.....	127
12.1	概述.....	128
12.2	FFT 样本点数.....	128
12.3	运算界面.....	128
12.4	FFT 设置操作.....	129
13.	参考波形.....	133
13.1	概述.....	134
13.2	使能参考波形通道.....	134
13.3	选择当前通道.....	134
13.4	选择信源.....	134
13.5	暂存波形/清除波形.....	134
13.6	参考波形文件的导出/导入.....	135
14.	存储与导入.....	137
14.1	概述.....	138
14.2	存储.....	138

14.3	导入.....	150
15.	系统辅助设置.....	151
15.1	概述.....	152
15.2	LAN 设置	152
15.3	语言.....	153
15.4	系统设置.....	153
15.5	时间设置.....	155
15.6	自校正.....	155
16.	常见问题及应对方法.....	157
17.	技术参数.....	158
17.1	垂直系统.....	158
17.2	水平系统.....	158
17.3	采样系统.....	159
17.4	触发系统.....	159
17.5	触发种类.....	160
17.6	解码种类.....	161
17.7	测量参数.....	162
17.8	波形数学运算.....	162
17.9	显示特性.....	163
17.10	输入/输出端口.....	163
17.11	普通技术规格.....	163
17.12	配件.....	163
18.	免责声明.....	165

1. 功能概述

1.1 概述

下文以 ZDS2024 Plus 为例介绍 ZDS2000 系列示波器的主要功能。

1.2 一键操作

ZDS2000 系列示波器支持 7 种一键操作：一键捕获、一键放大、一键滚动、一键存储、一键清除、一键光标和一键余辉，方便快捷，详见手册的第 41 页，第 3 章““一键”快捷操作”。

1.3 全硬件深存储

ZDS2000 系列示波器最高具有 1GSa/s 的采样率，最大 33 万次/秒的波形刷新率以及最大 250Mpts 的存储深度，较高的采样率以及较大存储深度对系统要求比较高，ZDS2000 系列示波器中采用了独创的 EagleView 技术来平衡这几个重要指标，全硬件实现示波器的深存储与高刷新率。

此外，ZDS2000 系列示波器的深存储特性也保证了示波器较高的采样率并能同时满足各种调试需求，尤其是各种需要较长观察时间的信号，例如**低频信号中带高频噪声、高频信号中有低频调制、变化过程缓慢的信号**。用户可以灵活设置每个通道的存储深度，详见手册 54 页，第 5 章“全硬件 250Mpts 深存储”。

1.4 波形刷新率

波形刷新率是示波器的重要技术指标，直接体现示波器捕获异常波形的能力。ZDS2000 系列示波器标配高于 33 万次/秒的波形刷新率，具有更短的死区时间，可更大概率捕获异常信号。ZDS2000 系列示波器捕捉到了出现概率很低的异常信号，如图 1.1 中亮度较暗的波形所示，而低刷新率的示波器难以捕捉到此类信号。



图 1.1 捕获异常信号

1.5 波形触发

ZDS2000 系列示波器最多可标配 11 种基本触发和 23 种协议触发（ZDS2022 Plus 和 ZDS2024 Plus），如图 1.2 所示。此外，具有创新性的模板触发，能快速隔离出原本无法触

发的特殊异常信号,如图 1.3 所示。波形触发的详细内容见手册第 57 页的第 6 章“波形触发”。

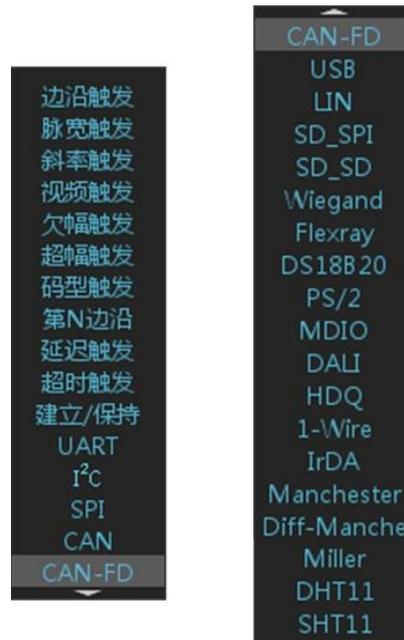


图 1.2 支持的基本触发和协议触发



图 1.3 模板触发

1.6 “真正意义”的参数测量和统计

ZDS2000 系列示波器具有强大的参数测量、统计功能,使用全硬件加速处理,能对全屏幕的所有原始(不抽样)样本点进行分析,同时执行 51 项参数测量、统计,处理速度非常快。详见手册第 80 页,第 8 章“真正意义”波形参数测量统计”。

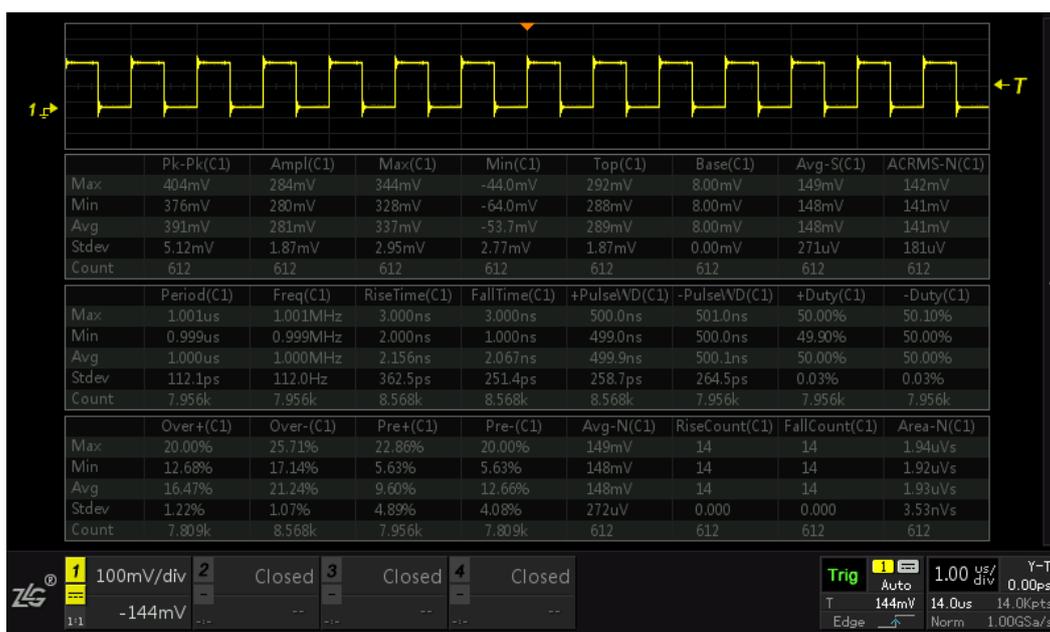


图 1.4 参数测量统计

ZDS2000 系列示波器同时也支持对运算后的波形进行测量，如下图。



图 1.5 运算波形的测量

1.7 波形搜索

ZDS2000 系列示波器具备强大实时的硬件搜索功能，提供多种波形搜索模式，包括边沿、脉宽、周期、频率、上升/下降时间、占空比、欠幅等，并可对测量模式进行细节设置，包括大于、小于、范围内、范围外等。能在数十万个波形中迅速定位出感兴趣的信号，显著提高异常信号测量与分析的效率。详见手册的第 95 页，第 9 章“波形搜索”。



图 1.6 波形搜索

1.8 波形解码与分析

波形的解码和分析包括波形解码、光标测量、数学运算、参考波形等。

1. 波形解码

ZDS2024 Plus 示波器标配 MDIO、CAN FD、CAN、LIN、FlexRay、USB、SPI 等最多 26 种常用协议解码，可轻松发现错误、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。波形解码的详细内容见手册的第 101 页，第 10 章“协议解码”。

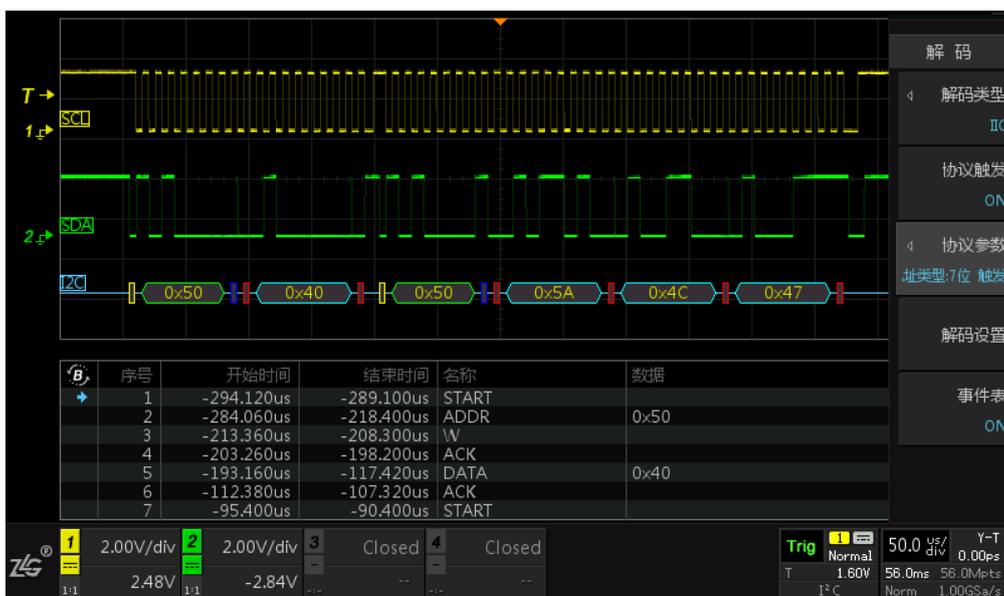


图 1.7 波形解码结果示意

2. 光标测量

自动测量能测量的参数种类目前只有 51 种，当测量部分自动测量功能不支持的参数时，

用户可使用光标测量功能来测量。ZDS2000 系列示波器支持通过光标测量功能测量所选波形的 X 轴值（如时间）和 Y 轴值（如电压），并且支持垂直光标跟随波形移动的功能。光标测量详细内容见手册第 77 页，第 7 章“光标测量”。

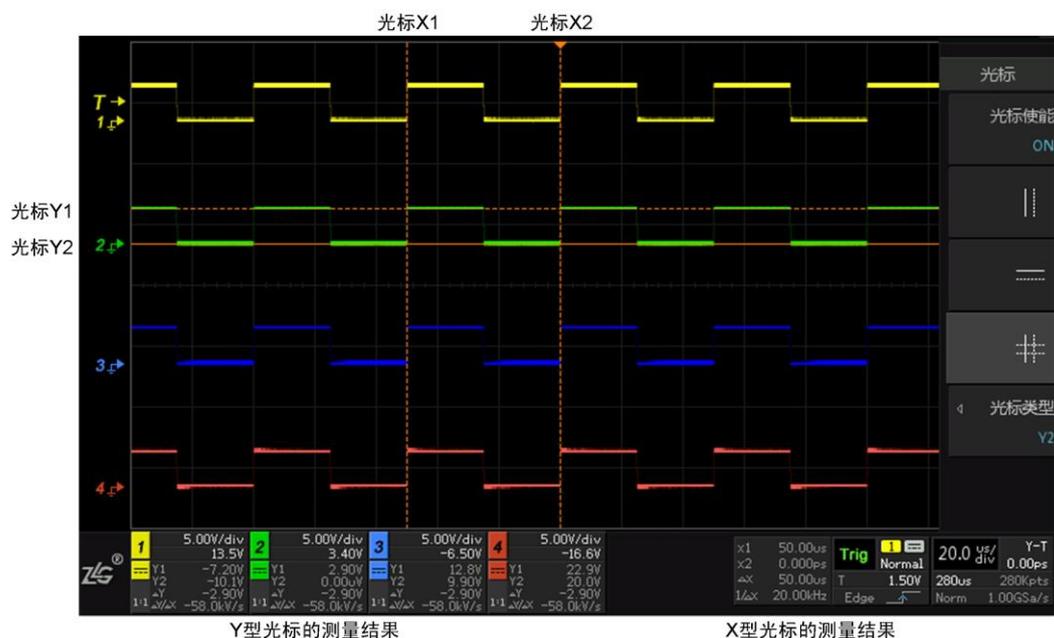


图 1.8 光标测量

3. 数学运算

ZDS2000 系列示波器可实现各通道波形的多种数学运算，包括加法 ($A+B$)、减法 ($A-B$)、乘法 ($A \times B$)、除法 ($A \div B$)、微分、积分、FFT。对于 FFT 运算，ZDS2000 系列示波器最高支持 4Mpts 的 FFT 分析功能，在 1GSa/s 采样率下频率分辨率仍能精细到 250Hz，能准确分析出电路中的干扰噪声来源，且运算速度快，支持多种窗函数，极大地提高了 FFT 实用价值。数学运算的详细内容见第 115 页，第 11 章“数学运算”，FFT 运算的详细内容见手册第 121 页。

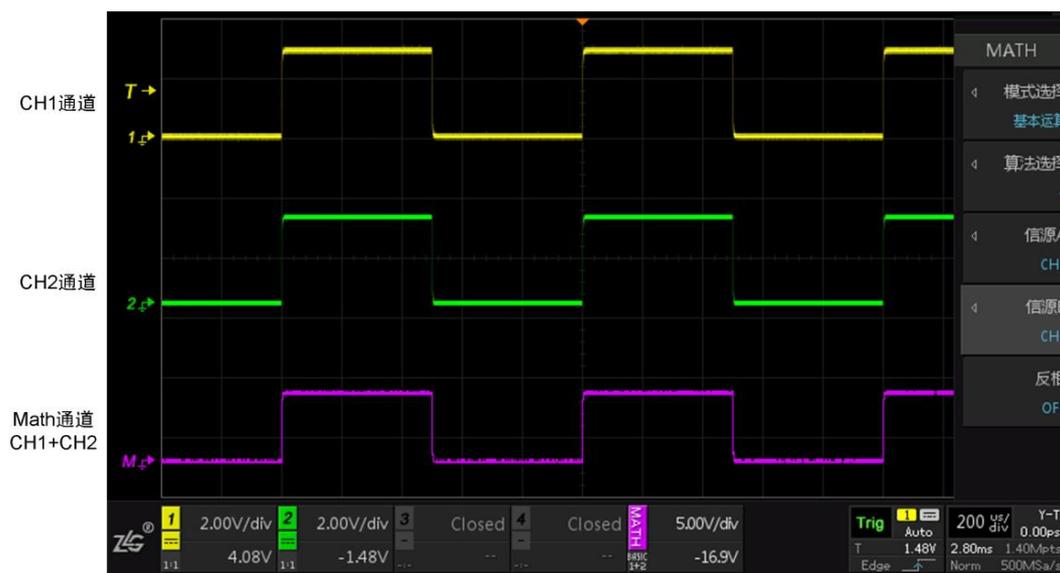


图 1.9 数学运算

ZDS2000 系列示波器同时可支持数字滤波功能，并且可以进行测量统计。



图 1.10 数字滤波

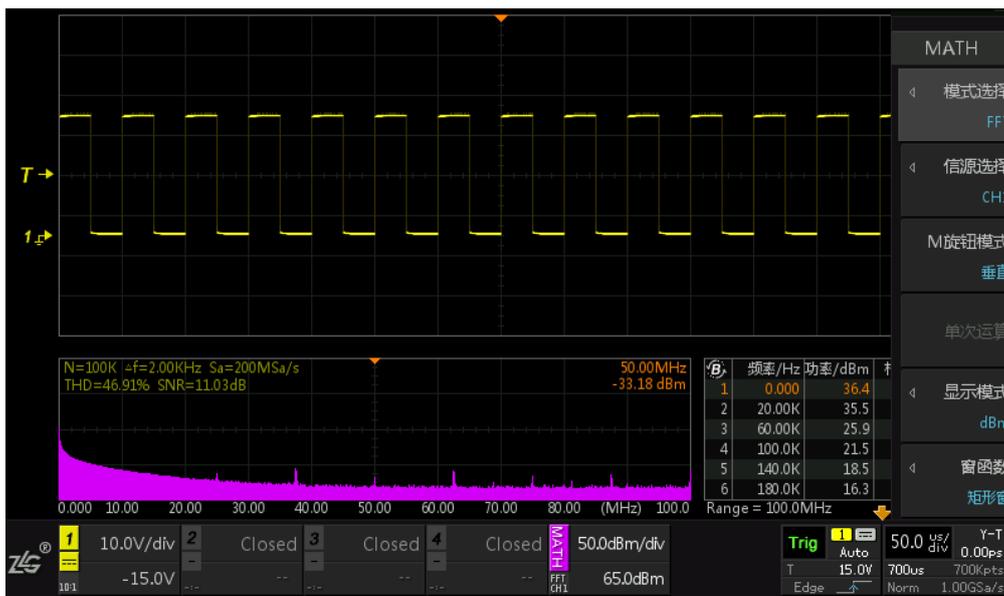


图 1.11 FFT 运算

4. 参考波形

用户可将模拟输入通道显示的波形保存为参考波形，然后与其它波形进行比较，从而判断故障原因。参考波形的详细内容见第 133 页，第 13 章“参考波形”。

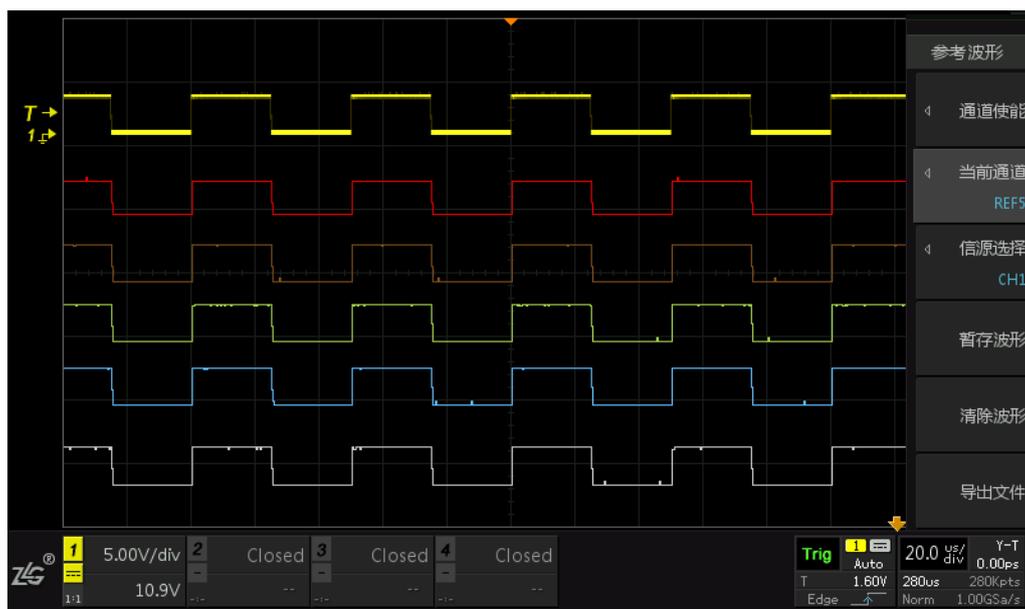


图 1.12 参考波形

1.9 数据存储与导入

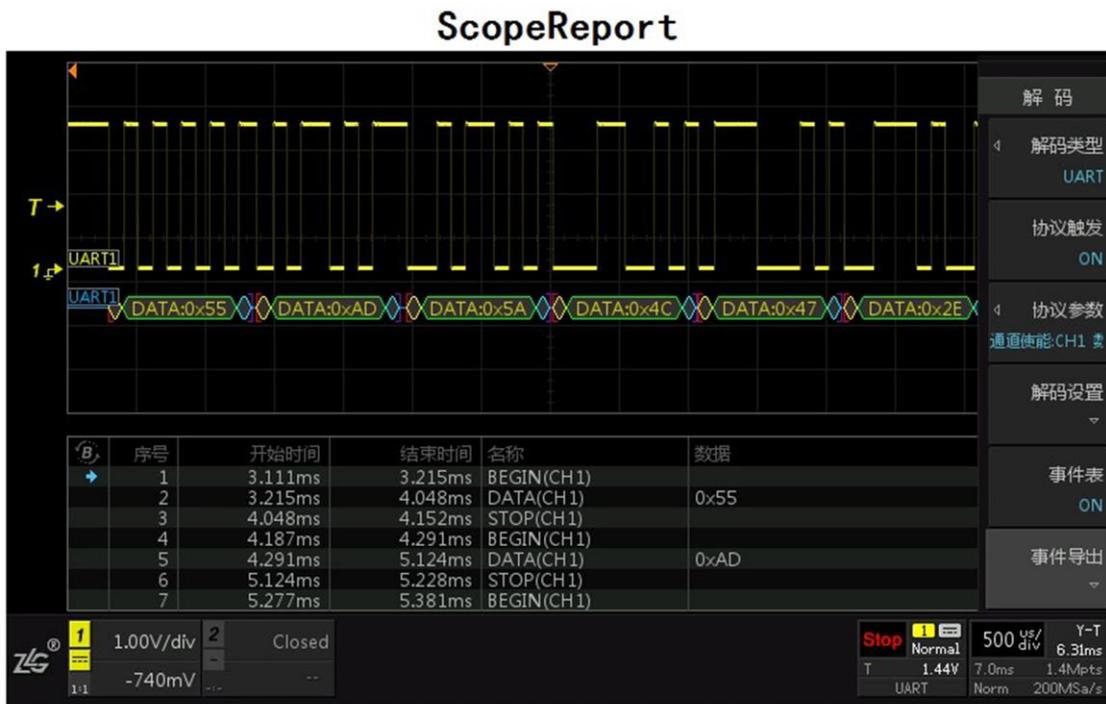
用户可将当前示波器的设置、波形数据和屏幕图像以多种格式保存到内部存储器或外部 USB 存储设备，可存储的文件大小仅受内部存储器或外部 USB 存储设备的容量限制；并且，用户可在需要时导入这些文件，见图 1.13。

此外，示波器具有创新的 ScopeReport™ 功能，可对所有协议和 FFT 分析结果进行“打包”，自动生成 html 或 CSV 格式的报告，报表的一个完整实例如图 1.14 所示，相关菜单见图 1.15。数据存储与导入的详细内容见第 137 页，第 14 章“存储与导入”。



图 1.13 数据存储与导入功能

ZLG ZDS2022 Date : 2014-08-12 Time : 15:03:40 Type : Decoder



序号	开始时间	结束时间	名称	数据
1	3.111ms	3.215ms	BEGIN(CH1)	
2	3.215ms	4.048ms	DATA(CH1)	0x55
3	4.048ms	4.152ms	STOP(CH1)	
4	4.187ms	4.291ms	BEGIN(CH1)	
5	4.291ms	5.124ms	DATA(CH1)	0xAD
6	5.124ms	5.228ms	STOP(CH1)	
7	5.277ms	5.381ms	BEGIN(CH1)	
8	5.381ms	6.214ms	DATA(CH1)	0x5A
9	6.214ms	6.318ms	STOP(CH1)	
10	6.333ms	6.437ms	BEGIN(CH1)	
11	6.437ms	7.270ms	DATA(CH1)	0x4C
12	7.270ms	7.374ms	STOP(CH1)	
13	7.389ms	7.492ms	BEGIN(CH1)	
14	7.492ms	8.326ms	DATA(CH1)	0x47
15	8.326ms	8.430ms	STOP(CH1)	
16	8.444ms	8.547ms	BEGIN(CH1)	
17	8.547ms	9.381ms	DATA(CH1)	0x2E
18	9.381ms	9.485ms	STOP(CH1)	

图 1.14 解码事件表报表实例 (ZDS2022 型)



图 1.15 导出报表

2. 快速入门

2. 快速入门.....	20
2.1 概述.....	21
2.2 面板介绍.....	21
2.2.1 前面板/后面板总览.....	21
2.2.2 面板组件.....	22
2.3 快速使用示例.....	38
2.4 按键帮助信息.....	39

2.1 概述

本章以 ZDS2024 Plus 为例，介绍示波器的前面板和显示界面并给出快速使用示例，其中的说明已涵盖其它型号的全部功能和性能，相关内容如下所示。

2.2 面板介绍

2.2.1 前面板/后面板总览

ZDS2024 Plus 型台式示波器前面板如图 2.1 所示，包括操作按键/旋钮和 I/O 接口等，功能简介如表 2.1 所示。示波器具有按键帮助功能，长按按键即可弹出该按键的相关帮助信息；此外，示波器提供了一键操作功能，大大便利了用户的操作。

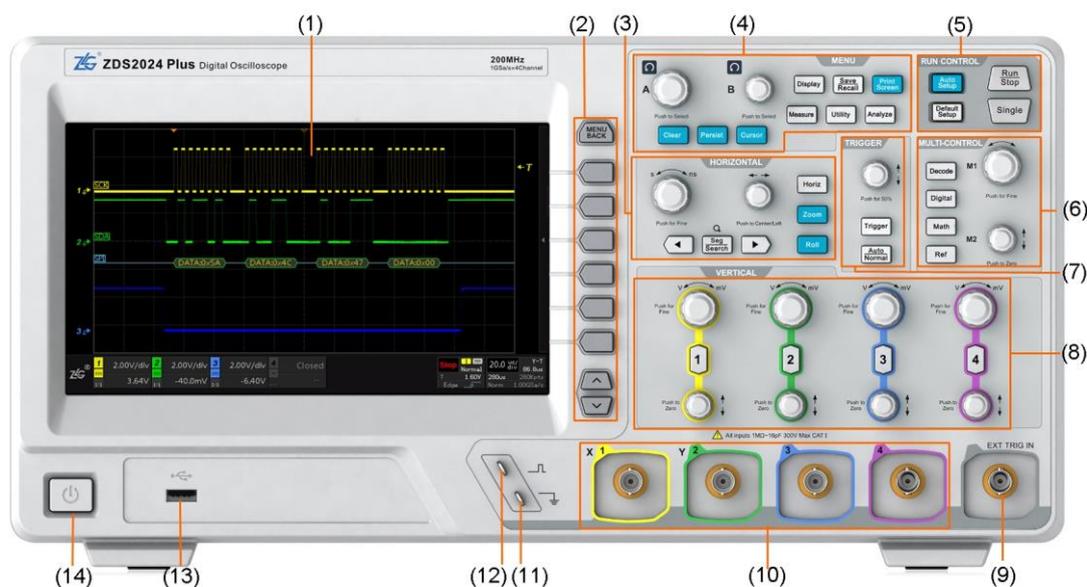


图 2.1 ZDS2024 Plus 型台式示波器前面板

表 2.1 前面板功能简介

序号	名称	功能描述
(1)	LCD	示波器的显示界面
(2)	菜单软键	用于执行显示界面里的菜单操作
(3)	水平控制区	用于在水平方向平移和缩放波形以及波形浏览功能
(4)	功能菜单键	示波器主要功能设置按键区域
(5)	运行控制键区	用于启动或停止示波器的采样，示波器测量的自动设置，恢复示波器的默认设置
(6)	多功能控制区	执行 Decode（协议解码）、Digital（数字逻辑分析仪功能）、Math（数学运算）、Ref（参考波形设置）功能
(7)	触发控制区	设置触发功能
(8)	垂直控制区	垂直方向平移和缩放波形
(9)	外触发输入端	用于输入外部的触发信号源 注：最大输入电压 CAT I 300Vrms, CAT II 100 Vrms
(10)	模拟通道输入端	接入须测量的模拟信号 注：最大输入电压 CAT I 300Vrms, CAT II 100 Vrms
(11)	探头补偿器信号接地端	接地端子

续上表

序号	名称	功能描述
(12)	探头补偿器信号输出端	输出 1kHz, 约 3Vpp 方波信号
(13)	USB Host 接口	用于连接 U 盘以进行外部存储
(14)	电源按键	用于关闭和开启电源

ZDS2024 Plus 型号台式示波器的后面板如图 2.2 所示。

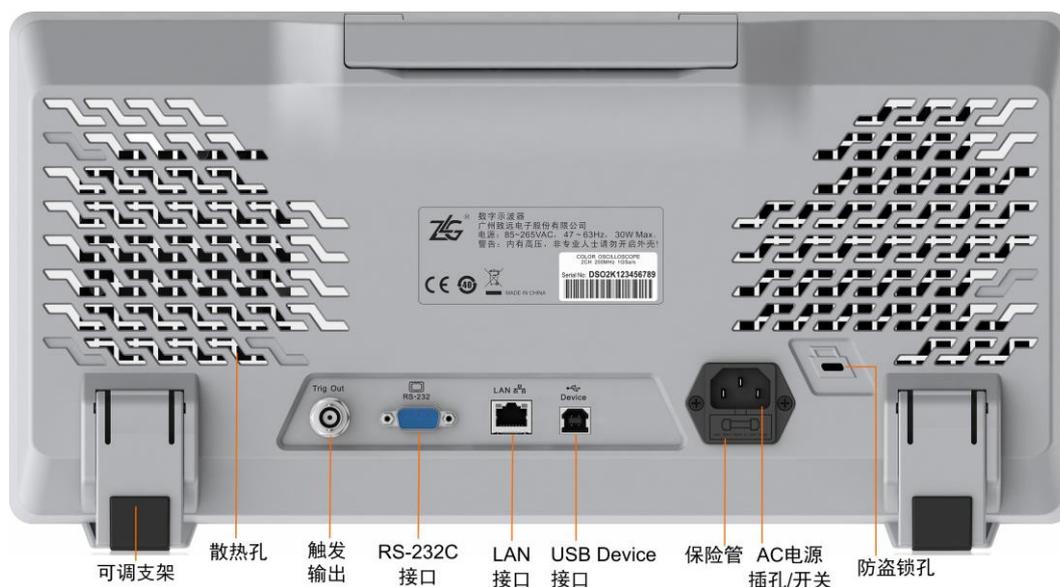


图 2.2 ZDS2024 Plus 型号示波器后面板

用户可使用安全锁将示波器锁在固定位置：沿与后面板垂直的方向对准图 2.2 中的防盗锁孔将锁头插入，顺时针旋转钥匙锁定示波器，然后拔出钥匙。注意，不要将其它物品插入防盗锁孔以免损坏仪器。图 2.2 中的保险管规格为 5A、250V、T 级。

2.2.2 面板组件

1. 显示界面

ZDS2000 系列示波器的显示界面为一块 9 英寸的 WVGA 彩色显示屏，分辨率 800×480，如图 2.3 所示。示波器显示界面在水平方向上共有 14 大格，在垂直方向上有 8 大格。

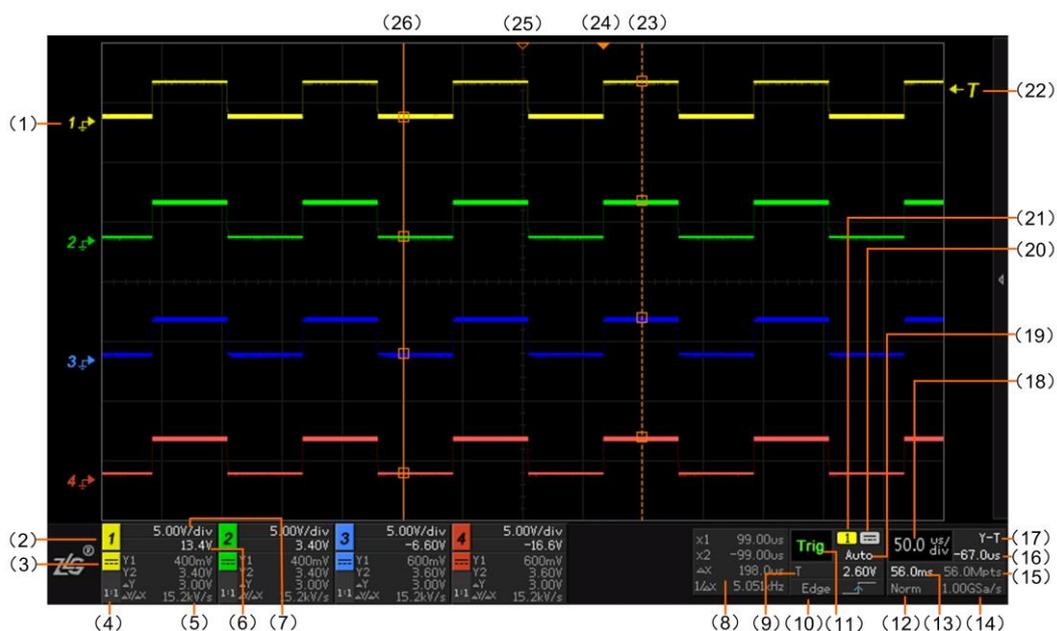


图 2.3 显示界面

(1) 通道标记

通道标记如图 2.3 的标记 (1) 处所示。不同通道用不同的颜色表示 (通道 1 为黄色、通道 2 为绿色、通道 3 为蓝色、通道 4 为红色)，通道标记和对应波形颜色一致，通道标记同时也指示了波形参考地电平的位置。

(2) 通道编号

通道编号如图 2.3 的标记 (2) 处所示。当通道关闭，则通道编号为灰色，当通道开启，则通道编号颜色与通道标记一致。

(3) 通道耦合状态

通道耦合状态在显示界面中的位置如图 2.3 的标记 (3) 处所示。通道耦合状态的显示详情见图 2.4，可能显示的内容说明如表 2.2 所示。



通道耦合状态

图 2.4 通道耦合状态

表 2.2 通道耦合状态

通道耦合状态指示	说明
	直流
	交流
	接地

(4) 探头比率显示

探头比率显示于图 2.3 的标记 (4) 处。探头比率的显示详情见图 2.5。探头比率在通道设置菜单里配置，详见图 4.20。



探头比率

图 2.5 探头比率

(5) Y 型光标测量结果

图 2.3 的标记 (5) 处，实时显示通道 1 的 Y 型光标测量结果，如图 2.6 所示。

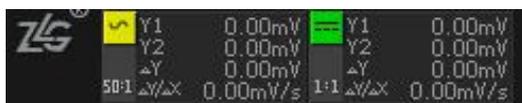


图 2.6 Y 型光标测量结果

(6) 垂直偏移信息

图 2.3 的标记 (6) 处实时显示通道波形的垂直偏移信息。图 2.7 是垂直偏移信息的显示详情。

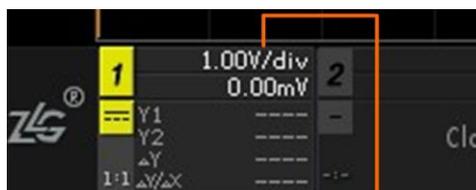


通道1的垂直偏移信息

图 2.7 垂直偏移信息显示

(7) 垂直档位信息显示

旋转通道 1 档位旋钮，可调节垂直档位信息，同时图 2.3 的标记 (7) 处实时显示通道 1 的垂直档位信息变动状况。垂直档位信息显示详情见图 2.8。



通道1的垂直档位信息

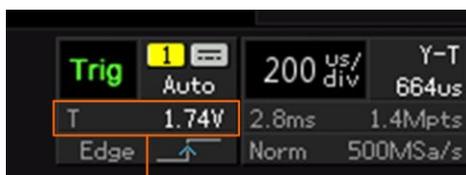
图 2.8 垂直档位信息显示详情

(8) X 型光标测量结果

图 2.3 的标记 (8) 处，实时显示 X 型光标测量结果。

(9) 触发电平

图 2.3 的标记 (9) 处，实时显示当前的触发电平。触发电平可使用前面板序号 (7) 表示的触发控制区内触发偏移旋钮调节。



触发电平

图 2.9 触发电平显示

(10) 触发类型和触发模式

图 2.3 的标记 (10) 处，实时显示当前的触发类型和触发模式，如图 2.10 所示。触发类型和触发模式均可在触发菜单设置。图 2.10 中触发类型说明如表 2.3 所示。



触发类型 触发信号类型

图 2.10 触发类型和触发信号类型

表 2.3 触发类型说明

触发类型符号	说明
边沿触发 (Edge)	出现跨越触发电平的正斜率或负斜率时触发
脉宽触发 (Pulse)	在正负脉冲<、>、><指定时间时触发
斜率触发 (Slope)	在脉冲边沿速率快于或慢于规定值时触发
视频触发 (Video)	在 NTSC、PAL 和 SECAM 视频信号的指定行、任意行、偶数场、奇数场、任意场上触发
欠幅触发 (Runt)	当脉冲幅值小于正常幅值时触发
超幅触发 (Pos-Runt)	当脉冲幅值大于正常幅值时触发
码型触发 (Pattern)	所有通道在满足指定码型时触发
第 N 边沿触发 (Nth-Edge)	在信号遇到空闲后的第 N 个边沿触发
延迟触发 (Delay)	当信源 A 指定边沿与信源 B 的指定边沿的时间差满足设置时产生触发
超时触发 (Time-out)	当电平持续时间大于规定值时触发
建立/保持触发 (Setup/Hold)	在数据信号建立与信号保持的时间违规时触发
UART	UART 触发。在 10Mb/s 以内的类 UART (RS-232/422/485/UART) 总线上在合适的参数设置下能够触发
I ² C	I ² C 触发。在 20Mb/s 以内 I ² C 总线上触发
SPI	SPI 触发。在 20Mb/s 以内 SPI 总线上触发
CAN FD	CAN FD 触发。可设置特定的触发模式并指定 FD 校验位数
CAN	CAN 触发。在 CAN 总线的指定帧触发
USB	USB 触发。在 20Mb/s 以内 USB2.0 (低速+全速) 总线触发
LIN	LIN 触发。在 1Mb/s 以内 LIN 总线上触发
SD_SPI	SD 卡协议, SPI 通信模式触发
SD_SD	SD 卡协议, SD 通信模式触发
Wiegand	Wiegand 触发。在 Wiegand 总线上触发
FlexRay	FlexRay 触发。在 20Mb/s 以内的 FlexRay 总线上触发
DS18B20	DS18B20 触发。在 DS18B20 总线上触发
PS/2	PS/2 触发。在 1Mb/s 以内 PS/2 总线上触发
MDIO	支持在 MDIO 总线上对 ST 段、OP 段、PHYAD 段、REGAD 段和 DATA 段进行触发, 同时可在 LSB 和 MSB 两种传输模式下进行解码
DALI	DALI 触发。在 DALI 总线上遇到指定帧时触发

续上表

触发类型符号	说明
HDQ	HDQ 触发。在 HDQ 总线上触发
1-Wire	1-Wire 触发。在 One Wire 总线上触发
IrDA	IrDA 触发。在 IrDA 总线上触发
Manchester	Manchester 触发。在 Manchester 总线上指定位宽的数据触发
Diff-Manche	在差分 Manchester 总线上指定位宽的数据触发
Miller	在 Miller 总线上指定位宽的数据触发
DHT11	在 DHT11 总线上，起始位触发
SHT11	在 SHT11 总线上的指定指令触发

(11) 工作状态

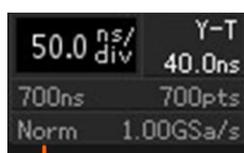
图 2.3 的标记 (11) 处，实时显示示波器当前的工作状态，可能显示的工作状态说明如表 2.4 所示。

表 2.4 工作状态说明

工作状态显示	说明
Auto	进入自动触发状态后，显示 Auto
Run	预触发时，显示 Run
Stop	示波器进入停止工作状态时显示 Stop
Trig	有效触发后显示 Trig
Wait	等待触发时，显示 Wait

(12) 捕获模式显示

图 2.3 的标记 (12) 处，实时显示示波器当前的捕获模式，可能显示的捕获模式说明如表 2.5 所示。捕获模式的详细信息见“设置捕获模式”一节。



捕获模式显示

图 2.11 捕获模式显示详情

表 2.5 捕获模式显示

捕获模式显示	说明
Norm	标准捕获模式
Peak	峰值捕获模式
Avg	平均捕获模式
H-Res	高分辨率捕获模式

(13) 总捕获时间

图 2.3 的标记 (13) 处，显示在当前时基、当前存储深度及捕获模式下进行一次完整采样所需的总时间，即总捕获时间。用户不可设置。

(14) 当前采样率

图 2.3 的标记 (14) 处显示当前的采样率。ZDS2000 系列示波器最高实时采样率为 1GSa/s, 并且会根据当前时基设置自动切换, 用户无法设置采样率。

(15) 当前存储深度

图 2.3 的标记 (15) 处, 显示当前的存储深度。在前面板按下【Horiz】键 (水平控制菜单键), 显示水平控制菜单。在水平控制菜单按下“储存深度”软键, 可在弹出的储存深度设置菜单中选择合适的存储深度, 详见“全硬件 250Mpts 深存储”章。



图 2.12 水平时基偏移旋钮

(16) 水平时基偏移

图 2.3 的标记 (16) 处, 显示当前的水平偏移。用户可旋转如图 2.12 所示的时基偏移旋钮来调整水平偏移。

(17) 时基模式

图 2.3 的标记 (17) 处, 显示当前的时基模式, 可能的显示为: Y-T、X-Y、ROLL。按下前面板的【Horiz】键, 在弹出的水平时基菜单里, 可选择时基模式。

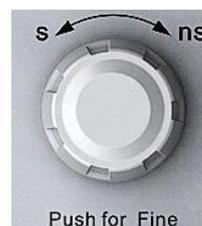


图 2.13 时基档位旋钮

(18) 水平时基

图 2.3 的标记 (18) 处显示当前水平时基, 旋转如图 2.13 所示的时基档位旋钮可调整水平时基。

(19) 触发方式

图 2.3 的标记 (19) 处显示当前的触发方式, 可显示为自动触发或普通触发。用户按下前面板的【Trigger】键, 可在弹出的触发菜单里设置触发方式。关于触发方式的设置详见“波形触发”章。

(20) 触发耦合

图 2.3 的标记 (20) 处显示当前的触发耦合方式, 可显示直流、交流、低频抑制、高频抑制等触发耦合方式。用户按下前面板的【Trigger】键, 可在弹出的触发菜单里设置触发耦合方式。触发耦合信息栏的显示详情与可能的显示信息如图 2.14 所示。



图 2.14 触发耦合方式显示

(21) 触发源

图 2.3 的标记 (21) 处显示当前的触发源。用户按下前面板的【Trigger】键, 可在弹出的触发菜单里设置触发源。触发源信息栏的显示详情与可能的显示信息如图 2.15 所示。



图 2.15 触发源显示

(22) 触发电平标记

图 2.3 的标记 (22) 处的触发电平标记，用于标记触发电平的大小。用户旋转如图 2.16 所示的触发偏移旋钮可调整触发电平大小。



图 2.16 触发偏移旋钮

(23) 光标 2

一对 X 型光标中的光标 2，显示为虚线指示当前未被选中。

(24) 触发点标记

图 2.3 标记 (25) 处的橙色实心三角形是触发点标记，用于指示触发点的位置。旋转触发点偏移旋钮可改变触发点标记的位置。

(25) 时间/位置参考标记

图 2.3 的标记 (24) 处的橙色空心三角形是时间/位置参考标记，指示屏幕显示区域的中心位置，同时也指示时间参考基准的位置。

(26) 光标 1

一对 X 型光标中的光标 1，显示为实线指示当前被选中，可通过旋转旋钮 B 移动光标。

2. 菜单软键

对图 2.1 标注 (2) 所示菜单软键区说明如图 2.17 所示。

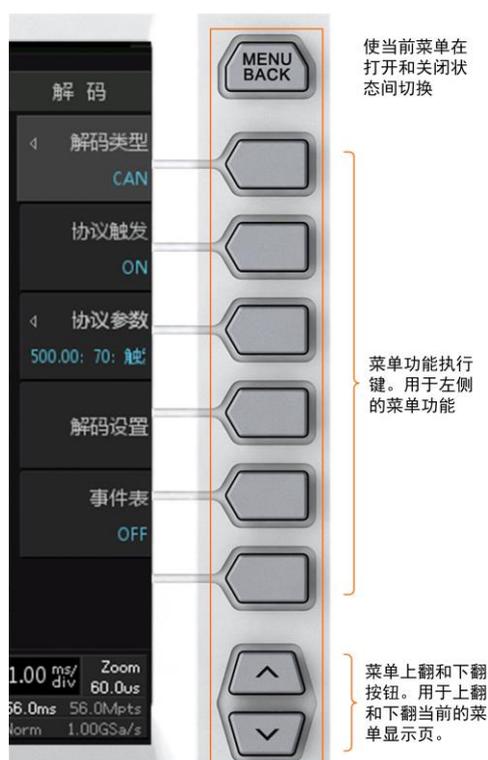


图 2.17 菜单软键区

3. 水平控制区

水平控制区如图 2.1 标注 (3) 所示，水平控制区内的按键/旋钮如图 2.18 所示。水平控制区用于在水平方向控制波形位置、波形的扩展或压缩显示。



图 2.18 水平控制区（分段存储键暂未开放）

(1) 时基档位旋钮

水平时基是指水平时间基准，即示波器每格对应的的时间。时基档位旋钮如图 2.18 的标注 (1) 所示，顺时针转动旋钮减小时基，逆时针转动旋钮则增大时基。修改水平时基的过程中，所有通道的波形扩展或压缩显示。

(2) 时基偏移旋钮

时基偏移旋钮如图 2.18 的标注 (2) 所示。旋转时基偏移旋钮修改触发偏移。转动旋钮时，触发点相对屏幕中心左右移动。转动旋钮时所有通道的波形水平移动，并且触发点相对

屏幕中心左右水平移动。短按时基偏移旋钮，可设置波形的触发偏移复位，即水平偏移量为 0。在旋转或按下时基偏移旋钮的过程中，同时图 2.3 的标记（16）处的水平偏移信息实时变化。

（3）水平时基菜单键（【Horiz】键）

水平控制菜单键如图 2.18 的（3）所示。按下该键可打开水平控制菜单，设置时基模式、储存深度、捕获模式。

（4）一键缩放按键（【Zoom】键）

一键缩放按键【Zoom】键如图 2.18 的（4）所示。按下该键可使时基显示模式在缩放模式和标准模式之间切换。

（5）一键滚动按键（【Roll】键）

一键滚动按键【Roll 键】如图 2.18 的（5）所示，用于切换 ROLL 显示模式和 Y-T 显示模式。

（6）搜索导航键

该键可用作搜索导航定位，当波形搜索功能开启后，短按【<】键定位到上一个搜索事件，短按【>】键定位到下一个搜索事件。

4. 功能菜单键

功能菜单键区如图 2.1 的标注（4）所示，用于执行示波器的各功能。功能菜单键区内各按键如图 2.19 所示。



图 2.19 功能菜单键

（1）旋钮 A

旋钮 A 如图 2.19 的标注（1）所示。旋钮 A 可用于操作主菜单，旋转旋钮 A 可选择菜单软键，短按旋钮 A 可选中菜单软键，这时若长按旋钮 A 则出现当前选中菜单项的说明信息。此外，旋钮 A 也可用于调节参数数值，顺时针方向旋转旋钮 A，则参数数值以较小幅度增大；逆时针方向旋转旋钮 A，则参数数值以较小幅度减小。

注：旋钮 A 左上方的指示灯变亮，则旋钮 A 可用。

（2）一键清除键（【Clear】键）

一键清除键（【Clear】键）如图 2.19 的标注（2）所示，短按【Clear】键可清除当前的波形显示，清零当前测量结果并显示新的测量数据。

(3) 一键余辉 (【Persist】键)

【Persist】键是一键余辉键；短按【Persist】键，则当前波形显示模式在“灰度显示+无限余辉”、“色温显示+无线余辉”、“余辉关闭、色温显示关闭”三种模式下切换。

(4) 一键光标 (【Cursor】键)

【Cursor】键如图 2.19 的标注 (4) 所示。按下【Cursor】键打开光标测量功能菜单。短按【Cursor】键，会在“显示 X 型光标”、“显示 Y 型光标”、“同时显示 X 型和 Y 型光标”、“关闭光标以及光标菜单显示”操作间切换。

(5) 测量菜单键 (【Measure】键)

测量菜单键 (【Measure】键) 如图 2.19 的标注 (5) 所示，按下【Measure】键可打开测量菜单，最多可在菜单选择 24 种测量参数同时显示。

(6) 辅助功能键 (【Utility】键)

辅助功能键 (【Utility】键) 如图 2.19 的标注 (6) 所示，按下该键可打开辅助菜单，配置 LAN 参数、示波器显示语言、示波器的系统信息、示波器的时间和自校正。

(7) 分析菜单键 (【Analyze】键)

分析菜单键 (【Analyze】键) 如图 2.19 的标注 (7) 所示，该键功能暂未开放。

(8) 一键存储键 (【Print Screen】键)

按下【Print Screen】键则将屏幕当前显示的内容保存为指定格式的图片，用户可在存储与导入菜单设置图片的保存路径和格式 (默认保存为 PNG 格式)。

(9) 存储与导入菜单键 (【Save/Recall】键)

按下【Save/Recall】键，可打开存储与导入菜单，在菜单里可将示波器的波形、设置信息、屏幕图像保存，或是将已保存的设置或波形导入示波器。

(10) 显示设置功能键 (【Display】键)

【Display】键如图 2.19 的标注 (10) 所示。按下【Display】键打开显示设置菜单，可设置波形显示类型、余辉时间、波形亮度、网格亮度等。

(11) 旋钮 B

旋钮 B 如图 2.19 的标注 (11) 所示。旋钮 B 可用于如下用途：

- **对话框操作。** 旋转旋钮 B 可在对话框里切换选择对象，短按旋钮 B，则令选中的选项生效；
- **测量项选择操作。** 在测量项选择对话框里，旋转旋钮 B 可选择不同测量项，短按旋钮 B 可选中测量项，之后长按旋钮 B，屏幕显示选中测量项的具体解释。当选中测量项再按下旋钮 B，则取消选择；
- **移动光标。** 在光标测量功能中，旋转旋钮 B 可移动当前光标的位置，短按旋钮 B 可切换选择的光标线，X 光标的选择切换顺序为 X1、X2、X1X2，Y 光标的选择切换顺序为 Y1、Y2、Y1Y2；
- **调节模板位置。** 模板触碰功能开启后，当进行模板位置调节时，旋钮 B 可调节模板的位置；进行模板大小调节时，旋钮 B 可调节模板的宽度和高度；
- **操作 FFT 频谱表。** 在 FFT 运算功能里，旋钮 B 用于操作 FFT 频谱表，短按旋钮 B 用于选中频率点，旋转旋钮 B 则在不同频率点里进行选择；
- **协议解码事件表的事件查看。** 在协议解码事件表里可操作光标，在停止状态，短按旋钮 B 可将触发点定位在指定的事件；

- **参数值粗调。** 旋钮 B 用于粗调参数数值。

注：当旋钮 B 左上方指示灯亮，则指示旋钮 B 可用。

补充阅读：旋钮 A 和旋钮 B 的可用提示

当显示的菜单上出现  与  的标志时，如图 2.20 所示，即表示相应旋钮可用；同时前面板上的对应灯也亮。



图 2.20 旋钮 A 和旋钮 B 的可用提示

5. Run Control 区域

运行控制键区如图 2.1 的标注（5）所示，被用于控制示波器采样的运行/停止，功能参数的复位。运行控制键区内的各按键如图 2.21 所示。

（1）【Run/Stop】键

该按键控制波形采样的运行或停止。当波形采样功能处于“运行”状态时，该按键为绿色背景灯；当波形采样功能处于“停止”状态时，该按键为红色背景灯。

（2）一键捕获键（【Auto Setup】键）

当信号的幅度在 10mVpp 以上，频率在 25Hz 及以上或信号的直流偏置在 80mV 以上，用户可按下【Auto Setup】键，自动设置各参数，以产生适合观察的波形显示。

当前【Auto Setup】的通道显示策略为：当所有通道都关闭时，会对所有通道进行扫描，但只对有信号的通道进行自动捕获；当有通道开启时，只对打开的通道进行自动捕获。

按下【Auto Setup】键后，各系统设置的各个参数的状态如下表所示。

表 2.6 一键捕获后的设置

参数	设置值
垂直系统	
垂直灵敏度档位	使用定标后的结果
垂直偏移	使用定标后的结果
通道耦合	DC
带宽限制	关闭
探头类型及探头比率	保持不变
档位调节	粗调
反相功能	关闭

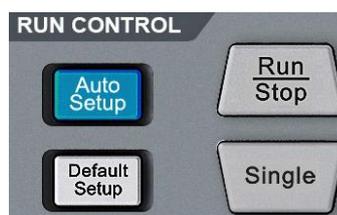


图 2.21 Run Control 区域

续上表

参数	设置值
延迟校正	保持不变
水平系统	
时基模式	Y-T
存储深度	自动
捕获模式	标准
水平时基档位	根据定标确定的触发源通道的信号频率决定
水平偏移	0 ns
双时基模式	关闭
触发系统	
触发方式	自动
触发类型	边沿触发
触发源	若通道 1 定标成功，则固定使用通道 1；若通道 1 为直流信号而通道 2 测频成功，则使用通道 2 为触发源，同样适用于 4 个通道
边沿类型	上升沿
触发释抑	0 ns
触发灵敏度模式	自动
触发系统	
触发耦合	直流
光标测量	
若 X 型光标有效，则在定标成功后，X 型光标自动卡在触发源通道靠近屏幕中央一个周期的范围	

按下【Auto Setup】键后，可按下【MENU BACK】按键打开撤销菜单；用户在如图 2.22 所示菜单里选择“撤销”，即可撤销按下【Auto Setup】执行的自动设置，并恢复上一次的配置。

(3) 【Single】键

按下该键后，示波器将一直等待，直至出现符合触发条件波形时，进行一次触发，然后停止波形采样。

(4) 【Default Setup】键

按下该键后，恢复示波器基本设置参数的默认值，如：垂直参数、水平参数、触发参数等。在“Utility”菜单中（详见“15.4.5 恢复出厂设置”），还有“出厂设置”选项，可用于恢复全部出厂设置。恢复出厂设置是将所有参数恢复到默认设置，【Default Setup】按键是将除了【Utility】、存储/导入菜单中的参数以及示波器自动测得的探头衰减比参数外，其它的参数都恢复到默认值，详见下表。



图 2.22 撤销菜单

表 2.7 默认值

水平设置相关参数的默认值	
时基档位	1 μ s/div
水平偏移	0 ns
缩放模式	关闭
时基模式	Y-T
捕获模式	标准
储存深度	自动
垂直设置相关参数的默认值	
垂直档位	1V/div
垂直偏移	0mV
CH1 开关	打开
CH2 开关	关闭
通道耦合	直流
带宽限制	关闭
探头比	1 \times
通道反相	关闭
档位调节	粗调
探头类型	电压探头
垂直扩展	相对地
触发设置相关参数的默认值	
触发类型	边沿
触发通道	CH1
边沿类型	上升沿
触发方式	自动
触发耦合	直流
触发释抑	0ns
灵敏度模式	自动
触发电平	0mV
模板触发	关闭
模板通道	CH1
显示设置相关参数的默认值	
显示类型	线
余辉时间	关闭
色温模式	关闭
波形亮度	50%
网格亮度	50%
冻结显示	关闭
光标设置相关参数的默认值	
光标使能	关闭
光标模式	垂直
光标类型	X1

续上表

数学运算设置相关参数的默认值	
功能使能	关闭
模式选择	基本运算
算子选择	+
信源 A	CH1
信源 B	CH1
反相	关闭
测量设置相关参数的默认值	
功能使能	关闭
阈值设置	10% 50% 90%
通道选择	CH1
测量项设置	空
频率计相关参数的默认值	
频率计功能	关闭
搜索设置相关参数的默认值	
功能使能	关闭
搜索模式	边沿、上升沿
阈值设置	同测量设置
通道选择	CH1
解码设置相关参数的默认值	
功能使能	关闭
解码类型	UART
协议触发	OFF
协议参数	默认值
自动阈值	ON
显示方式	十六进制
细节显示	ON
事件表	关闭
功能使能	关闭
通道使能	REF1
当前通道	REF1
信源选择	CH1

补充阅读：断电启动恢复、Auto Setup、Default Setup、恢复出厂设置

断电启动恢复、Auto Setup、Default Setup、恢复出厂设置的恢复操作有所不同，详见下述内容：

- 示波器断电重新启动后，自动恢复断电前示波器的所有设置参数（示波器每 20s 自动保存一次设置参数）；
- Auto Setup 是示波器内部自动调整垂直通道的档位、偏移、水平通道的时基档位等（详见表 2.6），使输入信号以适合观察的方式显示；
- Default Setup 只是将绝大部分参数恢复成默认值，而不是将所有值恢复成默认值，比如，用户在 Utility 中设置的以太网的 IP 等，详见表 2.7；
- 恢复出厂设置是将示波器的所有参数恢复成默认值。

6. Multi-Control 区域

Multi-Control 区域如图 2.1 的标注(6)所示，区域内的按键功能如图 2.23 所示。

(1) 【Decode】键

按下【Decode】键，可进入协议解码设置菜单。

(2) 【Digital】键

【Digital】键对应功能暂未开放。

(3) 【Math】键

按下【Math】键打开数学运算菜单，可实现通道波形的多种数学运算，包括加法(A+B)、减法(A-B)、乘法(A×B)、除法(A÷B)、FFT 运算。该按键灯亮则指示数学运算功能已激活。

(4) 【Ref】键

按下【Ref】键，可打开参考波形菜单。该按键灯亮则指示参考波形功能已激活。

(5) M1 旋钮

用于在数学运算功能、参考波形功能中设置档位。顺时针旋转 M1 旋钮可缩小档位，逆时针旋转则增大档位。在 FFT 运算功能里，短按 M1 旋钮可切换 M 旋钮的水平或垂直调节方式；在参考波形功能中，短按 M1 旋钮可在粗调和微调之间切换。

(6) M2 旋钮

用于在数学运算功能、参考波形功能中设置偏移。例如数学运算功能、参考波形功能中的偏移。顺时针旋转 M2 旋钮增大偏移，逆时针旋转则减小偏移。短按 M2 旋钮则复位偏移。

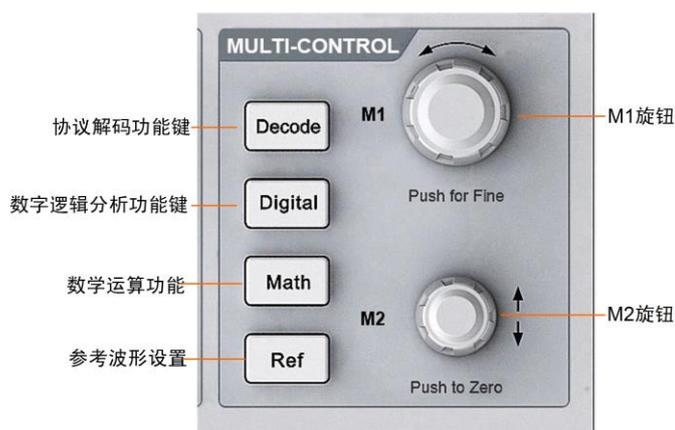


图 2.23 辅助功能区按键功能

7. 触发功能区

触发功能区如图 2.1 的标注(7)所示，触发功能区的按键功能如图 2.24 所示。

(1) 触发偏移旋钮

触发偏移旋钮如图 2.24 所示，用于设置触发电平。顺时针转动旋钮，增大触发电平；逆时针转动旋钮，则减小触发电平。按下触发偏移旋钮可快速将触发电平设置到相应触发通道波形的 50% 位置。

(2) 触发菜单键

按下该键打开触发菜单。用户可在触发菜单选择边沿触发、斜率触发、脉宽触发、视频触发或具体的协议触发来获取稳定的波形。

(3) 触发模式键

按下按键，使触发方式在自动 (Auto)、普通 (Normal) 触发模式之间进行切换。自动触发模式下，无论是否满足触发条件都采集波形并显示；普通触发模式下，只有在满足触发

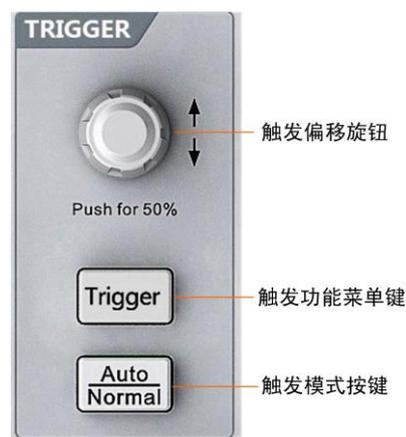


图 2.24 触发功能区按键

条件时才会采集并显示波形。

8. 垂直控制区

垂直控制区如图 2.1 的标注 (8) 所示, 用于在垂直方向上控制波形的位置、波形的扩展或压缩显示。以 ZDS2024 Plus 型台式示波器为例, 对垂直控制区的按键功能说明如图 2.25 所示。

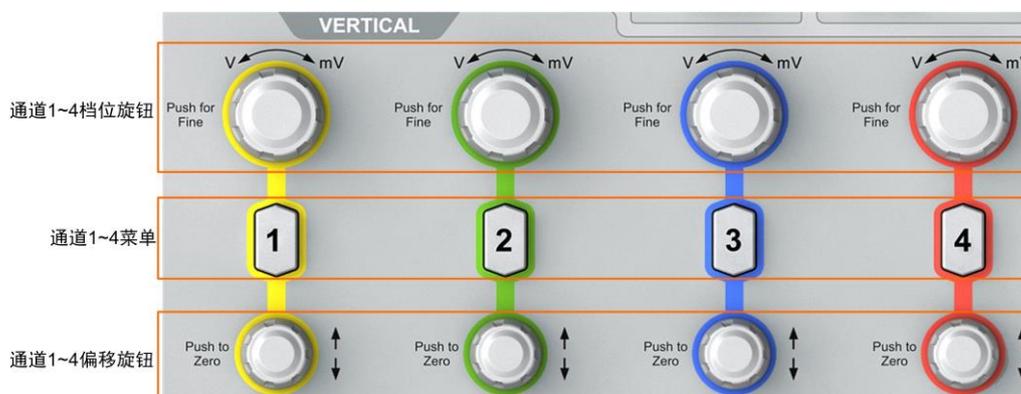


图 2.25 垂直控制区按键功能

(1) 通道 1~4 菜单键

按下通道菜单键可打开对应通道的菜单, 并开启对应通道; 再次按下通道菜单键则关闭对应通道。屏幕中通道 1 波形和通道 1 的标签用黄色标识, 通道 2 波形和标签用绿色标识, 通道 3 波形和标签用蓝色标识, 通道 4 波形和标签用红色标识。

(2) 通道 1~4 档位旋钮

旋转通道档位旋钮可修改对应通道的垂直档位。逆时针转动增大档位, 顺时针转动减小档位, 旋转过程中波形显示幅度会增大或减小, 同时屏幕下方的垂直档位信息实时变化 (详见图 2.8), 短按旋钮可切换垂直档位调节方式为粗调或微调。

(5) 通道 1~4 偏移旋钮

旋转该旋钮可修改对应通道的垂直偏移, 顺时针转动增大偏移, 逆时针转动减小偏移。旋转过程中, 屏幕中的波形会上下移动, 同时屏幕下方的偏移信息实时变化。短按该旋钮可复位垂直偏移。

9. 外触发输入端

外触发输入端如图 2.1 中标注 (9) 处所示, 外部触发输入可用作边沿触发的触发源, 外部触发输入通道阻抗为 1M Ohm。

10. 模拟输入通道

模拟输入通道 1~4 如图 2.1 中标注 (10) 处所示, 模拟输入通道的输入信号可作为触发信源。

11. 探头补偿器信号接地端

探头补偿器信号接地端如图 2.1 中标注 (11) 处所示, 连接示波器探头的接地导线。

12. 探头补偿器信号输出端

探头补偿器信号接地端如图 2.1 中标注 (12) 处所示。

此外, 使用无源示波器探头首次与示波器相连须进行低频补偿, 以便与它所连接的示波器通道的输入特性匹配, 否则可能导致显著的测量误差。以示波器标配的无源探头为例说明

如下。低频补偿步骤如下所述：

- ① 将探头连接到示波器前面板的校准信号输出端和信号输入端。
- ② 将探头衰减档位切换开关拨到 $\times 10$ ；调节示波器，使屏幕上显示 2~3 个信号周期且信号所占垂直刻度为 2 至 6 格。

用调节棒调节低频补偿调节孔，直到方波顶部最平坦，如图 2.26 所示。

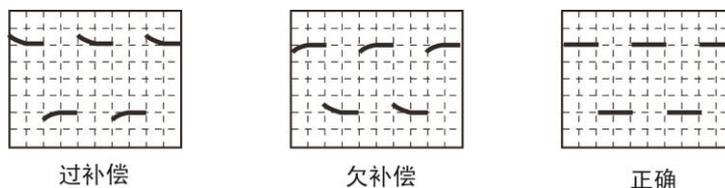


图 2.26 低频补偿示意图

同理，可将探头连接到其它示波器通道，重复执行此操作。

13. USB Host 接口

本示波器前面板提供了一个 USB Host 接口用于连接 U 盘进行外部存储，如图 2.1 中标注（13）处所示。

14. 电源键

如图 2.1 中标注（14）处所示，是示波器的电源键。按一下电源键，即可快速开启/关闭示波器电源。

2.3 快速使用示例

用户可参考下述示例，快速了解 ZDS2000 系列示波器并立即上手。

- （1）**调整示波器的倾斜度。**可通过图 2.2 所示后面板处的可调支架，调节示波器的倾斜度，以得到最佳信号观察效果。
- （2）**上电开机。**按下电源键（如图 2.1 中标注（14）处所示），可享受 6s 的极速开机过程，高效率开机。
- （3）**连接探头并进行补偿。**探头可靠连接示波器并补偿（详见“探头补偿器信号输出端”一节），直至屏幕上出现顶部平坦的方波，并以此方波为例进行观察，如图 2.27 所示。
- （4）**设置菜单语言。**如果用户习惯英文环境，可按下【Utility】键，将菜单语言设置为英文，再按下【Utility】键可关闭相关的菜单显示。
- （5）**一键捕获。**按下【Auto Setup】键，自动定标，快速捕获输入信号的波形，用户可清晰看到如图 2.27 所示的波形。一键捕获功能详见手册第 32 页“Run Control 区域”中相关描述。
- （6）**设置色温显示模式。**用户可按下键余辉键【Persist】，在“灰度显示+无限余辉”、“色温显示+无限余辉”、“余辉关闭+色温显示关闭”之间切换，具体见第 44 页，第 4.2.3 节“色温”。在无限余辉模式下，左右旋转水平时基档位旋钮，可观察到之前采集的波形余辉。
- （7）**一键清除。**在步骤（6）之后，用户可按下【Run/Stop】按键，令示波器暂停采样，此时按下一键清除键【Clear】，可清除屏幕上显示的波形余辉和波形。

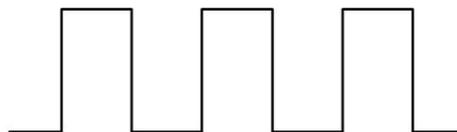


图 2.27 示例方波图

- (8) **一键光标**。再按下【RUN/STOP】按键，令示波器恢复采样，此时屏幕继续显示图 2.27 所示波形。此时，按下一键光标键【Cursor】，可移动光标来灵活测量各个波形参数，详见第 77 页，第 7 章“光标测量”。
- (9) **模板触碰**。步骤（8）之后，可按下【Trigger】键，设置触发类型为边沿触发，并使能模板触碰功能，此时通过旋钮 A 与旋钮 B 可调节模板的位置与大小，屏幕上显示模板碰触范围内的波形（旋钮 A 与旋钮 B 的具体操作见第 74 页，第 6.10 节“模板触碰”）。完成设置后，再按下【Trigger】键关闭菜单。
- (10) **存储深度设置**。按下水平控制区中的【Horiz】键，可将存储深度最大设置为 250Mpts。完成设置后，再按下【Horiz】键关闭菜单。存储深度的设置详细内容见手册第 54 页的第 5 章，“全硬件 250Mpts 深存储”。
- (11) **参数测量功能**。按下如图 2.19 的标注（5）所示的【Measure】键，可打开参数测量功能，对捕获的如图 2.27 所示的波形进行 51 种参数的测量统计，并从中任意选择 24 种显示，详见手册第 80 页的第 8 章““真正意义”波形参数测量统计”。
- (12) **波形搜索**。在“测量菜单”的搜索设置菜单里，使能搜索功能，搜索模式设置为“边沿”，此时会显示搜索结果，此时可按下搜索导航键（手册第 16 页，图 2.18 标注（6）处所示）定位并浏览搜索到的边沿事件。详见手册第 95 页第 9 章“波形搜索”。
- (13) **一键缩放**。在步骤（12）中的搜索事件浏览视图下，按下一键缩放键【Zoom】，然后左右旋转水平时基偏移旋钮，放大波形指定区域的显示，更清晰观察相关的波形细节及搜索结果。
- (14) **一键存储**。按下一键存储键【Print Screen】，可将当前的屏幕显示保存为图片，详见第 137 页，第 14 章“存储与导入”。

2.4 按键帮助信息

用户若需要了解**菜单功能**，可长按菜单功能对应的菜单功能执行键，大约 1 秒后，弹出帮助信息，如图 2.28 所示。再按下任意键，则帮助信息消失。



图 2.28 菜单功能的帮助信息

用户若需要了解**按键功能**，可长按按键功能键，大约 1 秒后，弹出帮助信息，如图 2.29 所示。再按下任意键，则按键帮助信息消失。



图 2.29 按键帮助信息

3. “一键”快捷操作

ZDS2000 系列示波器支持 7 种一键操作，方便快捷，如图 3.1 所示：

- 一键捕获。对应【Auto Setup】键，可自动完成波形量程设置，使波形以最佳视觉呈现；
- 一键放大。对应【Zoom】键，可实现波形缩放功能；
- 一键滚动。对应【Roll】键，用于一键切换 ROLL 显示模式和 Y-T 显示模式；
- 一键存储。对应【Print Screen】键，会自动保存当前屏幕显示内容到指定存储设备；
- 一键清除。对应【Clear】键，清除当前波形和余辉显示、测量参数统计数据等；
- 一键光标。对应【Cursor】键，自动切换光标开/关、水平/垂直测量、十字测量等；
- 一键余辉。对应【Persist】键，按下该键可在“灰度+无限余辉”、“余辉关闭”、“色温显示+无限余辉”三种余辉显示模式下切换。



图 3.1 一键操作分布

4. 波形采集

4. 波形采集.....	42
4.1 概述.....	43
4.2 显示控制.....	43
4.2.1 选择显示类型.....	43
4.2.2 设置余辉时间.....	43
4.2.3 色温.....	44
4.2.4 设置波形亮度.....	45
4.2.5 设置网格亮度.....	45
4.2.6 冻结显示.....	45
4.3 设置水平系统.....	45
4.3.1 时基模式.....	45
4.3.2 水平缩放显示.....	49
4.4 设置垂直系统.....	49
4.4.1 概述.....	49
4.4.2 操作步骤.....	49
4.5 设置采样系统.....	52
4.5.1 采样系统的停止/启动.....	52
4.5.2 设置捕获模式.....	52
4.5.3 采样方式.....	53
4.5.4 采样率.....	53

4.1 概述

在波形采集之前，需要完成显示控制参数、水平/垂直系统、采样系统的参数设置，相关内容如下所示。

4.2 显示控制

用户可设置波形显示类型、余辉时间和亮度，还可设置显示网格的类型、亮度。在前面板如图 4.1 所示处，按下显示功能设置键【Display】，弹出显示菜单如图 4.1 所示。

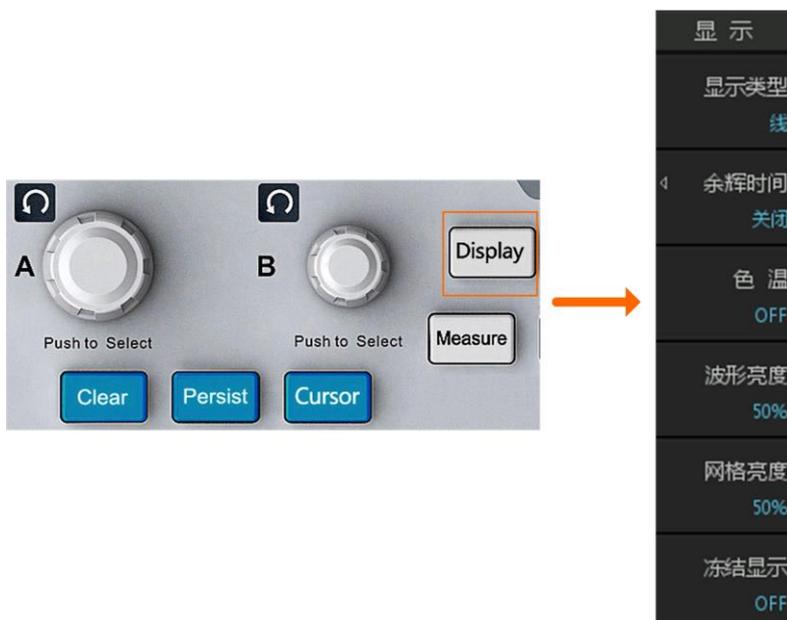


图 4.1 显示功能设置

4.2.1 选择显示类型

用户可设置波形的显示方式为“线”或“点”：

- **线**。采样点之间通过连线的方式显示。该模式在大多情况下提供最逼真的波形。可方便查看波形的陡边沿；
- **点**。直接显示采样点。用户可直观看到每个采样点并可使用光标测量该点的 X 坐标和 Y 坐标。

用户可在如图 4.1 所示显示菜单设置显示类型，如图 4.2 所示。



图 4.2 显示类型

4.2.2 设置余辉时间

模拟示波器的电子打在荧光屏上产生的荧光效果是随着时间渐渐变暗直到消失的，此即余辉效应。因此，波形在屏幕上会停留一段时间然后逐渐消失，此即余辉时间。余辉时间直接影响对波形的观测，例如：当余辉时间过短，用户可能在眨眼时漏过部分信号。要显示多次采集的数据，可使用余辉。

若设置显示余辉，示波器可用新的采集数据更新显示，但并不立即擦除先前的采集数据。先前采集数据将以降低的亮度显示，新采集数据则以正常颜色和亮度显示。

用户可在显示菜单设置无限余辉或余辉时间，如图 4.3 所示：



图 4.3 余辉时间设置

- **无限余辉模式**。示波器显示新采集波形时，不会清除之前采集的波形。使用无限余辉可测量噪声和抖动，捕获偶发事件；
- **有限余辉模式**。示波器采集的波形会在屏幕上保留一段时间，此即为余辉时间，并且可设置。有限余辉模式适用于观察变化较慢或者出现概率较低的毛刺。余辉时间可设置为关闭、100ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、10s、20s、50s、无限。

注意：仅对当前显示区域保留波形余辉；不能平移和缩放余辉显示。

4.2.3 色温

在图 4.1 所示显示菜单处，按下“色温”软键，可以启用或关闭色温显示模式。当关闭色温显示模式后，示波器进入灰度显示模式，此时用不同亮度的颜色来显示波形，波形出现的概率越大，则波形的颜色越亮，否则越暗。

色温模式下用颜色的变化来体现波形出现频率的大小：波形出现的频率越大，颜色越暖，出现的频率越小，颜色越冷，图 4.4 为冷色向暖色渐变的图片。此外，色温显示模式下，波形的颜色更鲜艳，对比度更好，也更容易观察波形轨迹。图 4.5 是某次捕获的波形的灰度显示效果，图 4.6 是色温显示的效果。

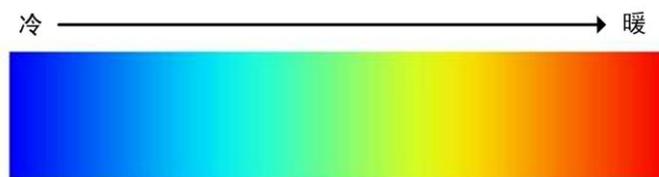


图 4.4 冷暖色渐变

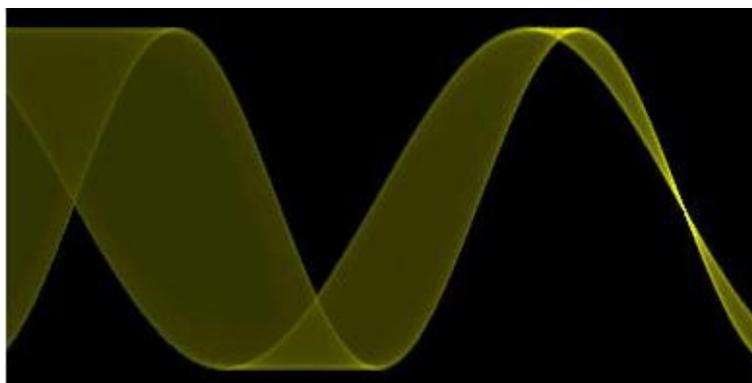


图 4.5 灰度显示模式下的波形全局图

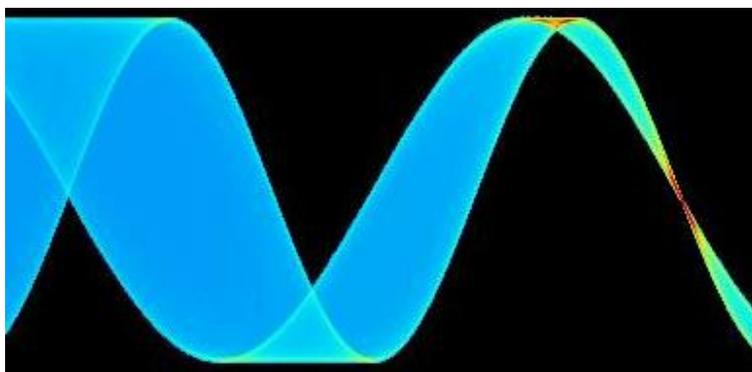


图 4.6 色温显示模式下的波形全局图

4.2.4 设置波形亮度

用户可调整显示模拟通道的波形亮度，以说明各种信号特征。增加亮度可查看噪声的最大值和罕见事件，减小亮度可显明复杂信号的更多细节。

波形亮度调整仅影响模拟通道波形（不影响数学运算波形、参考波形、数字波形等）。

在如图 4.1 所示显示设置菜单可设置模拟通道显示的波形亮度，如图 4.7 所示。选中“波形亮度”，然后旋转旋钮 A 调节各模拟通道显示波形的亮度，默认亮度为 50%，可调节范围为 0% 至 100%。



图 4.7 波形亮度

4.2.5 设置网格亮度

按下如图 4.1 所示【Display】键，进入显示菜单；用户可在显示菜单中设置网格亮度。网格亮度默认为 50%，可调节范围为 0% 至 100%，调节步长为 10%。

4.2.6 冻结显示

用户可通过冻结显示模式来设置示波器进入停止状态时的波形显示，如图 4.8 所示。如果启用了冻结显示模式，则用户按下【STOP】键时，当前所有波形的显示均保持；但如果未启用冻结显示模式，用户按下【STOP】键时仅显示最新一次采样的波形。通过冻结模式的设置，用户可以在示波器处于停止状态时，关注到不同的波形细节。



图 4.8 冻结显示模式

4.3 设置水平系统

4.3.1 时基模式

ZDS2000 系列示波器包括三种时基模式：

- **Y-T 模式**。Y-T 模式为主要的时基模式。该模式下，Y 轴表示电压量，X 轴表示时间量；

ZDS2000 系列示波器支持自动进入滚动的功能，用户可根据需要将自动滚动设置为 ON/OFF。当打开自动滚动功能时，在用户设置水平时基档位大于 100ms/div，波形会自动进入波形滚动模式。

- **ROLL 模式**。即滚动模式。在该模式下，水平时基档位不小于 100ms/div。当从水平时基小于 100ms/div 的 Y-T 模式或者 X-Y 模式切换为 ROLL 模式时，水平时基档位将自动切换为 100ms/div。该模式下，波形自右向左缓慢移动显示，屏幕上的固定参考点是屏幕的右边沿，指的是当前时间。此时波形的水平偏移、触发设置、延迟扫描、协议解码、测量范围、设置余辉时间等功能均不可用；另外，此时的【Single】按键，功能等同于【Run/Stop】

按键。ROLL 模式下水平时基档位最小为 100ms/div，最大为 50s/div；

- **X-Y 模式**。X-Y 模式可将电压-时间显示更改为电压-电压显示。开启此模式时，示波器的两个通道都将自动打开，X-Y 模式显示的图形是把 Y-T 时基下的两个通道输入波形的每一个点对应到 X-Y 时基中的结果。

ZDS2000 系列 2 通道示波器是以 CH1 的输入为自变量的，即将 CH1 通道输入的 Y 轴变量转换成 X-Y 模式下的 X 轴变量，所以通道 1 幅度在 X 轴上绘制，通道 2 幅度在 Y 轴上；ZDS2000 系列 4 通道示波器是 CH1 通道与 CH2 通道波形对应显示



图 4.9 时基模式选择

在一个 X-Y 模式视图中，CH3 通道与 CH4 通道波形对应显示在另一个 X-Y 模式视图中。

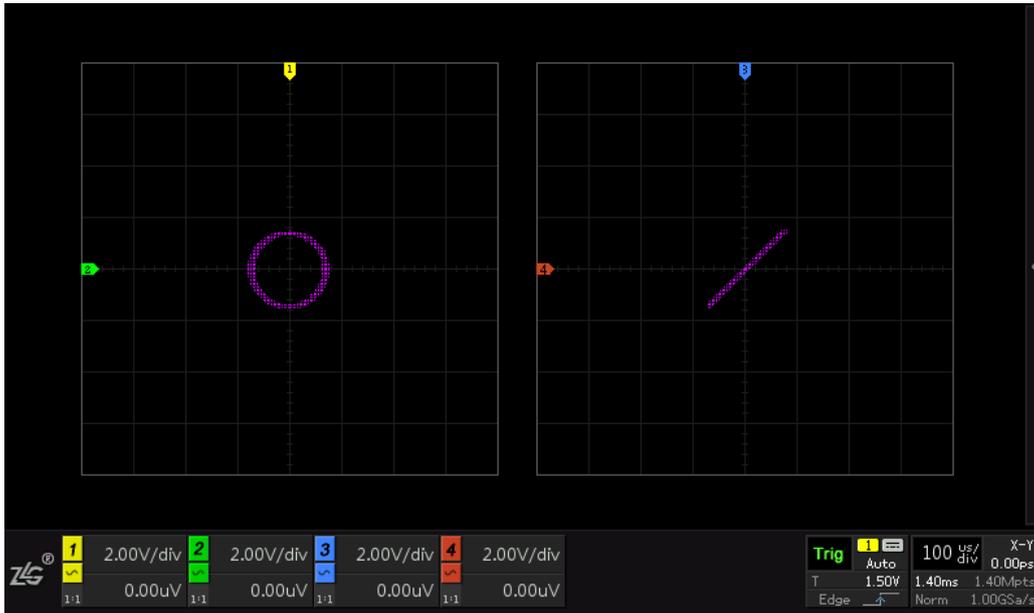


图 4.10 4 通道示波器 X-Y 模式

可以使用 X-Y 模式比较两个信号的频率和相位关系，例如测试信号经过一个电路网络产生的相位变化。以下功能在 X-Y 模式下不起作用：自动测量、光标测量、数学运算、参考波形、延迟扫描、水平位移、触发控制（触发使用 Y-T 模式下的设置）。

在前面板上如图 2.18 所示处按下【Horiz】键（水平控制菜单键），显示水平控制菜单。在水平控制菜单的时基模式菜单项里，用户可选择时基模式，如图 4.9 所示。

补充阅读：X-Y 模式

ZDS2000 系列各型号示波器的 X-Y 模式原理均相同，这里以 ZDS2022 示波器为例说明 X-Y 模式。X-Y 模式下，以 CH1 通道信号电压为 X 值，以 CH2 通道信号电压为 Y 值，从而得到坐标值 (X, Y)，在 X-Y 模式中可显示出此点；当 CH1 通道和 CH2 通道信号连续输入时，点也连续显示从而形成各种图形；用户通过观察图形，可判断 CH1 通道信号和 CH2 通道信号的频率、比例关系，下文对此举例说明。

(1) 输入频率相同，相位不同正弦波时的图形显示

设通道 1 信号的幅值 $X = A\sin\omega t$ ，通道 2 信号的幅值 $Y = B\sin(\omega t + \Phi)$ ，则当 Φ 为不同值时的波形显示如下所述：

- 当 $\Phi = 0$ 时，即两个通道的信号相位相同，此时 $Y = X$ ($A = B$)，对应的显示波形即为一 45° 斜线，如图 4.11 所示。
- 当 $\Phi = \pi$ 时，即两个通道的信号相位相反，则 $Y = -X$ ($A = B$)，对应的显示波形即为一 135° 斜线，如图 4.12 所示；
- 当 Φ 处于 0 与 π 之间时，则 X 与 Y 的关系可表示为 $X^2/a^2 + Y^2/b^2 = c^2$ （其中 a、b、c 为常数），此时对应波形是椭圆，示例如图 4.13 所示；
- 当 $\Phi = \pi/2$ 并且 $A = B$ 时，得到 X 和 Y 的关系为 $A^2(\sin\omega t)^2 + A^2(\cos\omega t)^2 = A^2$ ，此时波形即为以 A 为半径的圆，如图 4.14 所示。

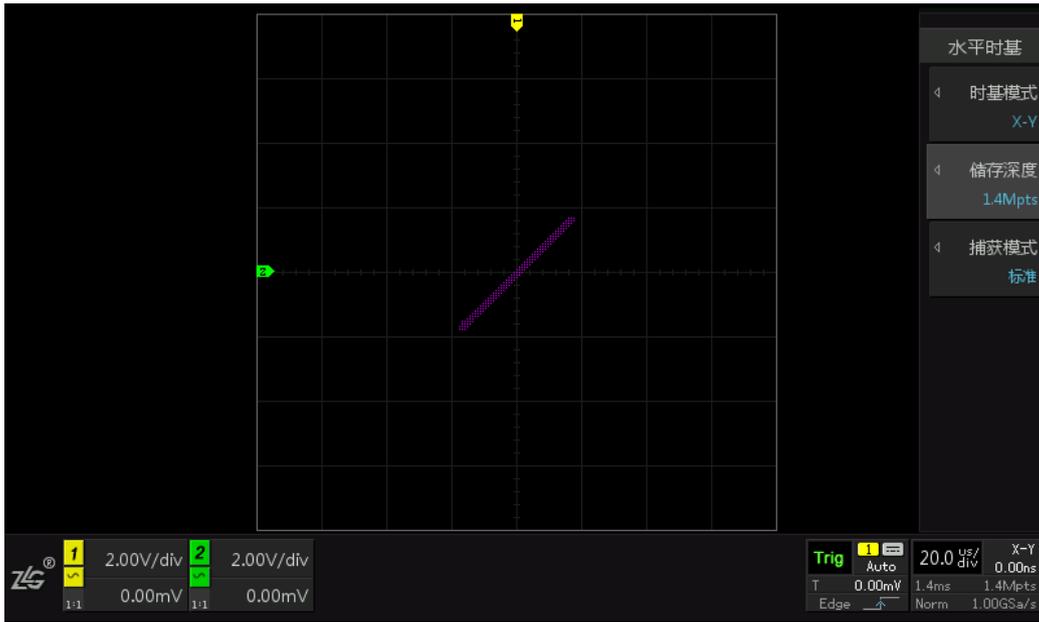


图 4.11 频率、相位相同

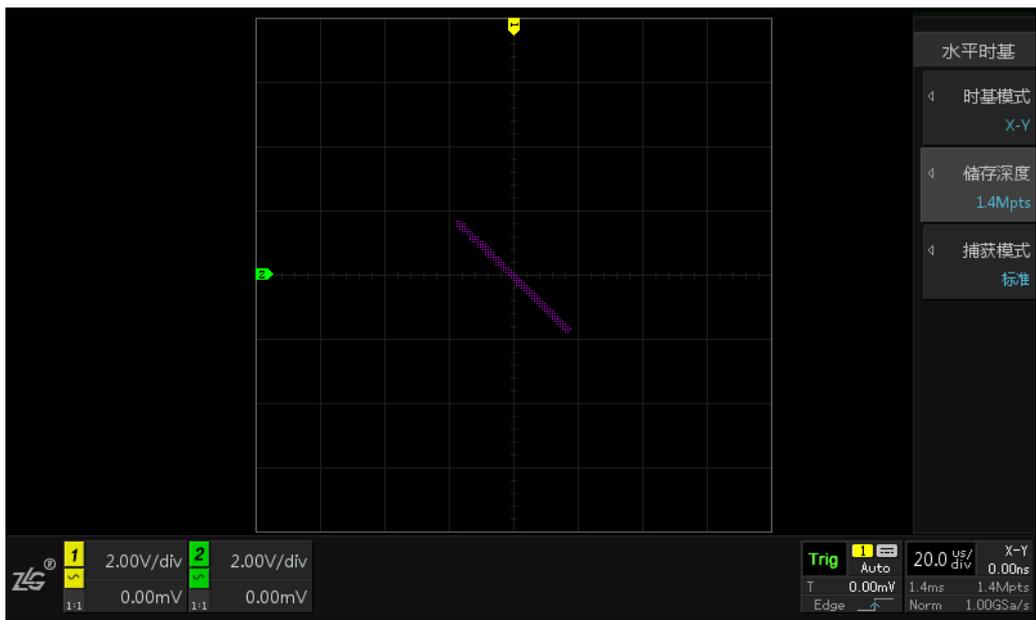


图 4.12 频率相同、相位相反

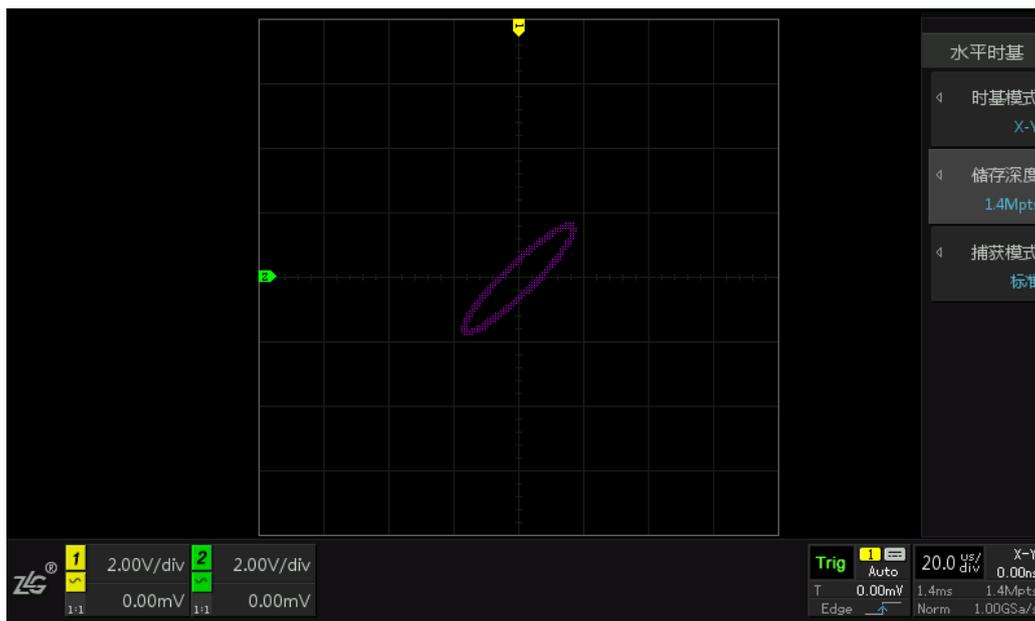


图 4.13 频率相同、相位不同

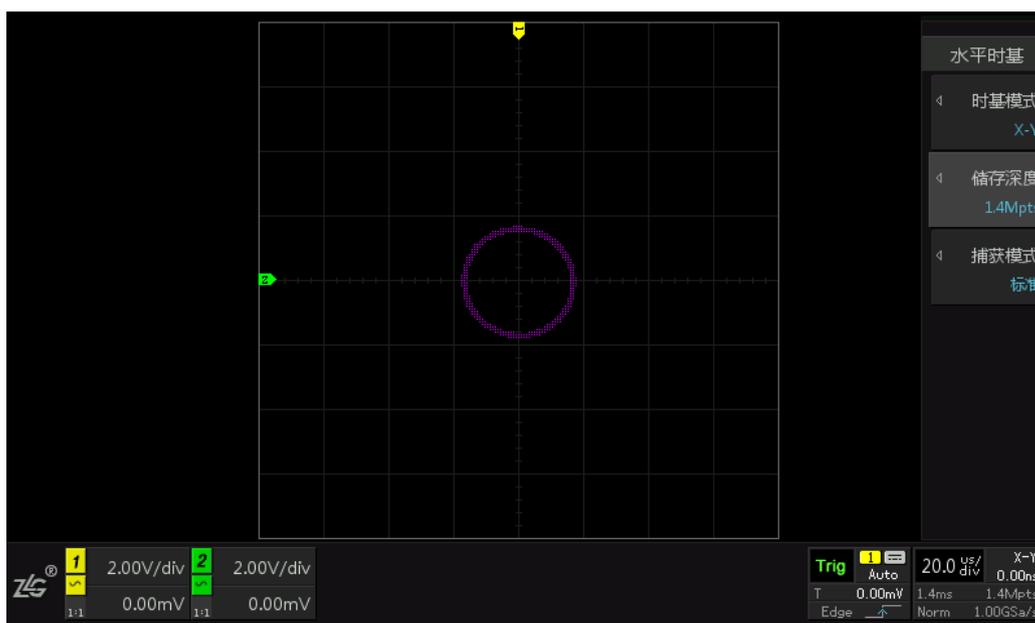


图 4.14 圆

(2) 频率和周期计算

当两个通道输入波形的频率比例为整数时,可显示稳定的波形。此时可计算波形的周期,以及通道输入信号的频率。

计算频率

当两个信号的频率比为整数时,可通过一个已知频率的通道信号, X-Y 模式下显示波形和外切水平线、外切垂直线的切点数来计算另一通道信号的频率。

X-Y 模式下的波形与外切水平线的切点数 N_Y 为 Y 轴方向最大值或最小值的数目,即 CH2 通道输入信号的最大值或最小值个数;图形与外切垂直线的切点数 N_X 为 X 轴方向最大值或最小值的数目,即 CH1 通道输入信号的最大值或最小值个数。据此,得出 CH1 通道输

入信号频率和 CH2 通道输入信号频率的关系如下所示：

$$\text{CH1 信号频率} : \text{CH2 信号频率} = N_X : N_Y$$

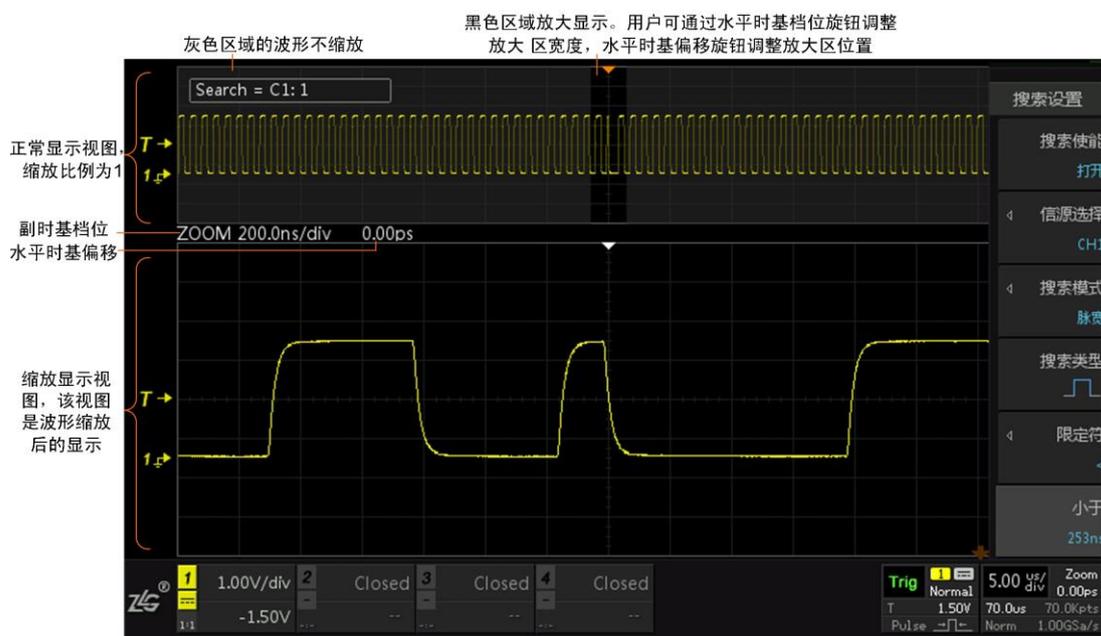
根据上述公式，已知某一通道信号的频率，即可求出另一个通道信号的频率。

计算周期

已知两个通道输入信号的周期（频率也就已知），可计算 X-Y 模式下显示波形的周期。X-Y 模式下波形的周期，是 CH1 通道信号周期和 CH2 通道信号周期的最小公倍数，在该最小公倍数限定的时间内，两个通道都输入了一个完整周期的信号。

4.3.2 水平缩放显示

当按下【Zoom】键，则进入缩放显示模式，此时显示屏分为两部分。显示屏的上半部分是常规显示视图，常规显示视图里的时基被称为主时基；下半部分是缩放显示视图，缩放显示视图是常规显示视图指定区域波形的放大显示，缩放显示视图的时基被称为副时基。这里以 ZDS2024 Plus 示波器为例说明，如图 4.15 所示。



注：仅 Y-T 时基模式支持缩放显示。

图 4.15 缩放显示功能示意图

4.4 设置垂直系统

4.4.1 概述

ZDS2024 Plus 示波器提供 4 个模拟输入通道 CH1- CH2-CH3-CH4，并且为每个通道提供独立的垂直控制系统。本节以通道 CH1 为例介绍垂直系统的设置方法，每个通道的垂直系统设置方法完全相同。

4.4.2 操作步骤

1. 启用通道

将一个信号接入通道 CH1 后，在前面板图 2.1 标注（8）处所示的垂直控制区按下按键 **1** 开启通道 1。此时，按键 **1** 亮，屏幕显示通道设置菜单，屏幕左下方的通道 1 标签突出显

示，并显示和通道设置有关的信息，如图 4.16 所示。ZDS2000 系列示波器的通道输入阻抗固定为 1M Ohm。该输入阻抗可在被测设备上使示波器的负载效应最小化，使用户能够进行最精确的测量，适用于许多无源探头。



图 4.16 选中通道 1

再按下按键 **1** 则关闭通道 1，按键 **1** 灯灭并且屏幕左下方的通道标签处显示“Closed”。

2. 通道耦合设置

用户须设置通道耦合方式滤除不需要的信号：

- 耦合方式为“直流”：被测信号的直流分量和交流分量可通过；
- 耦合方式为“交流”：被测信号的直流分量被阻隔，可使用更高的灵敏度显示信号的 AC 分量；
- 耦合方式为“接地”：被测信号的直流分量和交流分量被阻隔。



图 4.17 通道耦合设置示例

在如图 4.17 所示通道设置菜单的“通道耦合”菜单里，用户可选择所需的耦合方式（默认为直流）。当前耦合方式会显示在屏幕下方的通道标签中。

3. 带宽限制设置

大多数示波器中存在限制示波器带宽的电路。限制带宽后，可减少显示波形噪声，令波形显示更清晰。须注意的是带宽限制会减少或消除高频信号成分。例如，当被测信号含有高频振荡脉冲信号时：

- 当关闭带宽限制，被测信号含有的高频分量可通过；
- 将带宽限制打开并限制至 20 MHz，被测信号的大于 20 MHz 的高频分量被衰减。



图 4.18 带宽限制

带宽限制可在如图 4.18 所示的“带宽限制”菜单里设置，用户可选择“20 MHz”或“关闭”。带宽限制默认为“关闭”。

4. 探头类型

示波器支持电压探头和电流探头，用户需要事先设置探头的类型，如图 4.19 所示。

5. 探头比率设置

外部被测电压如果超过示波器的最大输入电压，可能会损坏示波器内部电路；而如果配以不同衰减比的探头，就可提供很大的探测灵活性。例如，假设示波器最大输入电压为 10V，加一个 10 倍衰减比的探头后，最大可测量电压就变成了 100V；换成 100 倍衰减的探头后，最大测量电压变成 1kV。

ZDS2000 系列示波器支持普通无源探头，用户在通道设置菜单中的如图 4.20 所示处可选择探头的衰减比。大多数无源探头具有衰减比技术指标，例如 10×、100×；按照惯例，衰减因数在因数后面标注×，例如 10×衰减比。

当设置探头衰减比后，垂直灵敏度值、垂直偏移电压值、触发电平值、光标测量的值、测量菜单中的测量值也都跟着改变。

例如，当探头比率为 1×时，屏幕上的垂直档位为 5V/div；将探头衰减比打到×10 挡，设置示波器探头比率为 10×，则屏幕上显示的垂直灵敏度更新为 50V/div。



图 4.19 探头类型



图 4.20 探头比率设置

6. 档位调节

垂直档位的调节方式有“粗调”和“微调”两种。

- **粗调**：按 1-2-5 步进设置垂直档位，即 2mV/div、5 mV/div、10 mV/div……10 V/div；
- **微调**：在较小范围内调整垂直档位，以改善垂直分辨率。如果输入的波形幅度在当前档位略大于满刻度，而使用下一档位波形显示幅度又稍低，则可使用微调改善波形显示幅度，以利于观察信号细节。

档位调节方式选择可在通道设置菜单如图 4.21 所示处完成。

注意：“粗调/微调”不但可通过档位调节菜单选择，还可按下垂直档位调节旋钮来快速切换。



图 4.21 档位调节方式

7. 波形反相

用户可将指定通道的波形电压值反相，即：打开波形反相功能时，波形显示相对地电位翻转 180 度；关闭波形反相时，波形正常显示。波形反相的设置可在通道设置菜单如图 4.22 所示处完成。此外，Math 数学运算通道显示的波形也可反相。

使用波形反相功能，在使用基本触发时，示波器会通过更改触发设置来尝试保持相同的触发点。



图 4.22 波形反相

8. 延迟校正

示波器各个输入通道之间的时序关系对于测量和多个信号的触发有很大影响，而在示波器的实际使用中，测量电缆和探头的长度等都有可能造成不同输入通道之间的时间偏差，导致同一输入信号在示波器不同输入通道上的显示和触发不一致。

ZDS2000 系列示波器支持用户设定一个延迟时间以校正通道间的时间偏差。用户可在如图 4.23 所示菜单里，使用旋钮 A 和旋钮 B 设置所需的延迟时间（旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调），该参数的可设置范围为-100ns 至 100ns。



图 4.23 延迟校正设置菜单

4.5 设置采样系统

4.5.1 采样系统的停止/启动

可使用【Run/Stop】运行/停止和【Single】单次采集键启动和停止示波器的采集系统：

- 当【Run/Stop】运行/停止键是绿色时，表示示波器正在运行，正在采集数据。要停止采集数据，可按下【Run/Stop】运行/停止。停止后，将显示最后采集的波形；
- 当【Run/Stop】运行/停止键为红色时，表示数据采集已停止，要开始采集数据，可按下【Run/Stop】运行/停止；
- 要捕获并显示单次采集（无论示波器运行还是停止），请按下【Single】，示波器就会退出自动触发模式而进入常规触发模式，且后续波形数据不会覆盖显示。

4.5.2 设置捕获模式

捕获模式用于控制如何从采样点中获取波形点，捕获方式包括：

- **标准**。该模式下，示波器按相等时间间隔对信号采样以重建波形。对于大多数波形来说，使用该模式可产生最佳的显示效果；
- **平均**。该模式下，示波器对多次采样的波形进行平均，以减少输入信号上的随机噪声并提高垂直分辨率。平均次数越高，噪声越小，但波形显示对波形变化的响应也越慢。平均数的可设置范围是 2~65536（ROLL 模式不支持平均模式；此外 Y-T 和 X-Y 模式下当水平时基档位大于等于 100ms/div 时，也不支持平均模式）；
- **峰值**。该模式下，示波器采集采样间隔信号的最大值和最小值，以获取信号的包络或可能丢失的窄脉冲。使用该模式可避免信号混淆，但显示的噪声较大。该模式下，示波器能显示出至少与采样周期一样宽的所有脉冲；
- **高分辨率**。该模式采用一种超取样技术，对采样波形的邻近点平均，减小输入信号上的随机噪声并在屏幕上产生更平滑的波形。通常用于数字转换器的采样率高于采集存储器的存速率的情形。须注意的是，“平均”和“高分辨率”模式使用的平均方式不一样，前者为“波形平均”，后者为“点平均”。



图 4.24 捕获模式设置

在前面板上如图 2.18 所示处按下【Horiz】键（水平控制菜单键），显示水平控制菜单。在水平控制菜单按下“捕获模式”软键，可选择合适的捕获模式，如图 4.24 所示。

4.5.3 采样方式

ZDS2000 系列示波器只支持实时采样方式。该采样方式下，示波器在一次触发中采样并产生波形显示。

4.5.4 采样率

采样率是示波器在单位时间内对信号进行采样的次数（Sa/s）。ZDS2000 系列示波器每通道单独最高实时采样率为 1GSa/s，并且会根据当前的捕获模式、存储深度、时基的设置自动切换，用户无法设置采样率。

5. 全硬件 250Mpts 深存储

5. 全硬件 250Mpts 深存储	54
5.1 概述.....	55
5.2 存储深度简介.....	55
5.3 设置步骤.....	56

5.1 概述

ZDS2024 Plus 示波器最高具有 1GSa/s 的采样率，33 万次/秒的波形刷新率以及最大 250Mpts 的存储深度。较高的采样率以及较大存储深度对系统要求比较高，ZDS2000 系列示波器中采用了独创的 EagleView 技术来平衡这几个重要指标，全硬件实现了示波器的深存储与高刷新率。本章介绍全硬件深存储的技术特点以及存储深度的设置步骤。

5.2 存储深度简介

高采样率和较长的采样时间对于示波器测量的准确性至关重要，大存储深度确保了高采样率和较长的采样时间。

1. 存储深度、采样率、采样时间

示波器在采样过程里，会把经过 A/D 转换得到的二进制波形数据信息写入示波器的存储器。若不间断地采样一个输入信号，就会要求示波器有足够的存储空间，以便采样整个信号；因此存储深度是指示波器在一次触发采集中所能存储的波形数据信息量，它反映了示波器的存储能力。在分析信号的过程中，往往需要观察信号变化的整个过程，这个过程决定了最短的采样时间。例如，当测量低频信号时，需要观察较长时间，因此需要较长采样时间。信号观察所需的时间长度乘以采样率就是示波器所需要的存储深度，三者之间的关系如下所示。

$$\text{存储深度 (pts)} = \text{采样率 (Sa/s)} \times \text{采样时间 (s)}$$

2. 存储深度、采样率、采样时间和测量准确性

采样率和测量准确性

根据奈奎斯特原理，采样率要大于 2 倍信号带宽，否则会产生波形失真现象；但是这个原理的前提是基于无限长时间和连续的信号，由于没有示波器可以提供无限时间的记录长度（示波器能够提供的最大点数，直接受存储深度的影响）；所以，采用最高频率成分两倍的采样速率通常是不够的，实际应用中通常为 5 倍或更高。因此为确保测量的准确性，通常要保持较高采样率。

大存储深度保证高采样率、较长采样时间

当存储深度固定，为观察较长采样时间，只能降低采样率，这就降低了波形的测量准确性；而若是足够大的存储深度，既可保证较高采样率，又能保证较长采样时间，测得不失真的波形。

图 5.1 展示了深存储深度示波器和浅存储深度示波器的波形测量。在图 5.1 可看到，输入信号的数据帧由低速信号和高速信号组成，完整数据帧持续时间超过 50ms。当示波器存储深度为 112Mpts 时，采样率仍能保持 1GSa/s，对 10ns 高速脉冲信号细节的观察非常清晰；而示波器在存储深度为 1.4 Mpts 时，同样是时基 5ms，采样率被迫降到 20MSa/s，低于奈奎斯特定理对采样率的要求，测得的高速信号残缺不全。因此，为在保证示波器较高采样率的同时满足各种调试需求，示波器的存储深度是至关重要的，尤其是对**低频信号中带高频噪声、高频信号中有低频调制、变化过程缓慢的信号测量以及多样本点统计分析**（例如电源纹波、噪声、软启动过程的分析测量，高低速率切换的通讯模块）。

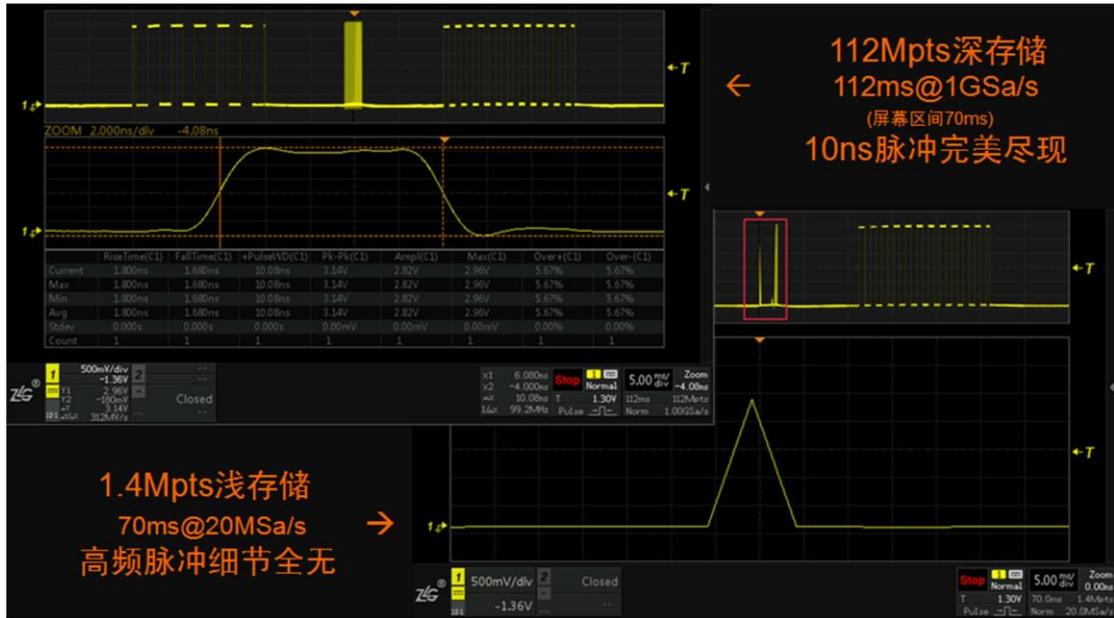


图 5.1 深浅存储深度示波器的测量对比

3. 存储深度和可观察区间

如图 5.2 所示，示波器的存储区分为预触发和后触发存储区，分别记录触发点前后的波形。用户可通过调节水平偏移旋钮来改变触发点的位置，从而调整预触发存储区和后触发存储区的比例。当用户需要更多地关注触发前发生的事件时，则需要增大预触发存储区的比例；此时，示波器的存储深度越大，则可观察区间更长，有利于调试快速定位问题。

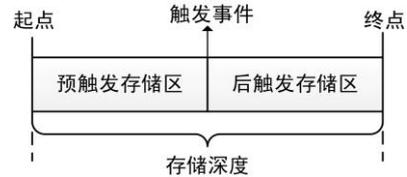


图 5.2 存储深度和可观察区间

5.3 设置步骤

用户可设置每个通道的存储深度。以 ZDS2024 Plus 示波器为例，在如图 2.18 所示前面板上按下【Horiz】键，显示水平控制菜单。在水平控制菜单按下“储存深度”键，在弹出的储存深度设置菜单中选择合适的存储深度，如图 5.3 所示。当多个通道同时打开时，储存深度最大可设为 125Mpts；只打开单个通道时，储存深度最大可选配 250Mpts。

如图 5.3 所示菜单里选择了“自动”模式，在“自动”模式下示波器根据当前采样率自动选择存储深度。用户可配置“自动”模式下使用的最大储存深度，最大可选择 140Mpts，相关菜单如图 5.4 所示。



图 5.3 存储深度设置



图 5.4 自动最大值选择

6. 波形触发

6. 波形触发.....	57
6.1 概述.....	58
6.2 触发类型.....	58
6.3 触发源设置.....	58
6.4 触发方式设置.....	58
6.5 触发耦合.....	59
6.6 触发释抑.....	59
6.7 触发电平设置.....	60
6.8 触发灵敏度设置.....	61
6.9 与触发类型相关的触发设置.....	62
6.9.1 边沿触发设置.....	62
6.9.2 脉宽触发设置.....	62
6.9.3 斜率触发设置.....	62
6.9.4 欠幅触发.....	65
6.9.5 超幅触发.....	66
6.9.6 第 N 边沿触发.....	67
6.9.7 延迟触发.....	68
6.9.8 超时触发.....	69
6.9.9 建立/保持触发.....	70
6.9.10 码型触发.....	72
6.9.11 视频触发.....	73
6.9.12 触发协议参数设置.....	73
6.10 模板触碰.....	74
6.10.1 简介.....	74
6.10.2 使用示例.....	75

6.1 概述

数字示波器在工作时，不论仪器是否稳定触发，总是在不断采集波形；但只有稳定的触发才有稳定的显示，触发设置指示示波器何时采集和显示数据。ZDS2024 Plus 示波器提供了 11 种基础触发，23 种协议触发，可使用户关注感兴趣的波形细节。

6.2 触发类型

ZDS2000 系列示波器拥有丰富的触发类型供用户使用，ZDS2024 Plus 示波器触发类型如图 6.1 所示。每种型号示波器具体触发类型可详见表 17.5。

注：ZDS2000 系列示波器支持边沿、脉宽、欠幅、建立和保持、延迟、第 N 边沿、码型、超时、超幅、斜率、视频、UART、SPI、I²C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11，外加模板触发。

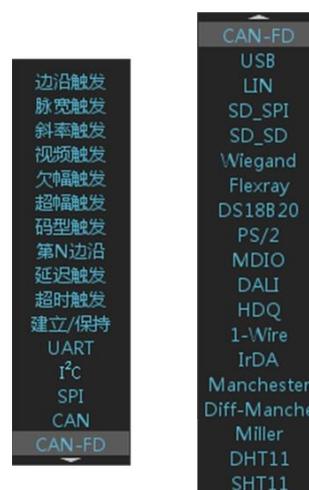


图 6.1 触发类型

6.3 触发源设置

用户可在前面板如图 2.1 标注(7)处按下【Trigger】键（触发功能键），显示触发功能菜单，在触发功能菜单可配置触发源，如图 6.2 所示：

- **通道 1、通道 2、通道 3 和通道 4。**4 个通道的输入信号均可作为触发信源，被选中作为触发源的通道可正常工作，而不再受通道选择键影响（通道选择键如图 2.25 所示）；
- **市电。**触发信号取自示波器的交流电源输入。这种触发信源可用于显示信号（如照明设备）与动力电（动力提供设备）之间的关系，主要应用于电力行业的相关测量；
- **EXT（外部触发输入）。**所有通道都在采集数据时，可用外部触发源作为触发源。外部触发输入阻抗为 1M Ohm。这便于使用无源探头进行通用测量。高阻抗可在被测设备上使示波器的负载效应最小化。



图 6.2 触发源设置

6.4 触发方式设置

用户可在前面板如图 2.1 的标注(7)所示处所示的触发功能区，按下触发菜单键，在触发功能菜单里配置触发方式，如图 6.3 所示。对 ZDS2000 系列示波器的各触发方式介绍如表 6.1 所示。



图 6.3 触发方式设置

表 6.1 触发方式

触发方式	功能特点	适用范围
普通 (Normal)	在满足触发条件时显示波形，不满足触发条件时保持原有波形显示，并等待下一次触发	该触发方式适用于低重复率信号和不要求自动触发的信号
自动 (Auto)	不论是否满足触发条件都有波形显示。无信号输入时显示一条水平线	该触发方式适用于低重复率和未知信号电平。要显示直流信号，必须使用该触发方式

6.5 触发耦合

触发耦合决定输入触发电路的输入信号分量：

- **直流**：允许直、交流成分通过触发路径；
- **交流**：阻挡所有的直流成分；
- **低频抑制**：阻挡直流成分并抑制 50 KHz 以下的低频成分；
- **高频抑制**：抑制 50KHz 以上的高频成分。

用户可在前面板如图 2.1 标注(7)处触发功能区按下【Trigger】键（触发功能键），在弹出的触发功能菜单里配置触发耦合的类型，如图 6.4 所示。



图 6.4 触发耦合设置

6.6 触发释抑

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，触发功能暂停。示波器采用触发释抑功能后，当示波器第一次触发之后，必须经过触发释抑的时间才能够进行第二次触发。设置触发释抑可稳定触发复杂波形。例如，在重复波形上触发，重复波形之间具有多个边沿（或其他事件）。例如，要在图 6.5 所示的重复脉冲触发上获得稳定触发，可将释抑时间设置为 $>200\text{ ns}$ 但 $<600\text{ ns}$ 的值。注意，设置的触发释抑时间必须大于示波器图像显示、处理与死区的时间，否则无法稳定触发。

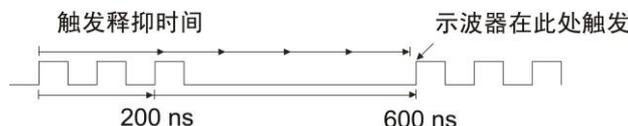


图 6.5 触发释抑时间设置

用户可按下前面板的【Trigger】键（触发功能键），在弹出的触发功能菜单里配置触发释抑的时间，如图 6.6 所示。用户可旋转旋钮 A 和旋钮 B 调节触发释抑时间的大小，最大为 32s，其中旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调。



图 6.6 进入触发释抑设置菜单项

6.7 触发电平设置

旋转如图 2.24 所示的触发偏移旋钮，可修改当前触发电平，顺时针转动旋钮，增大触发电平；逆时针转动旋钮则减小触发电平。短按触发偏移旋钮则可将触发电平快速设置到相应触发通道波形 50% 的位置。

如图 6.7 所示，当触发类型设置为非“斜率触发、欠幅触发、超幅触发”模式时，屏幕出现触发电平箭头以及触发标志“T”。触发电平箭头和触发标志的颜色与对应触发通道波形的颜色一致；此外还会出现橘红色的触发电平线，触发电平线会随触发偏移旋钮的转动而上下移动。停止转动触发偏移旋钮后，触发电平线在约 2s 后消失。

如图 6.8 所示，当触发类型设置为“斜率触发、欠幅触发、超幅触发”这三种模式时，屏幕出现触发电平箭头以及触发标志“T_H”或“T_L”，注意当触发标志为“T_H”或“T_L”时，短按触发偏移旋钮，可在“只调节 T_H”、“只调节 T_L”、“同时调节 T_H 和 T_L”三种调节模式之间切换。

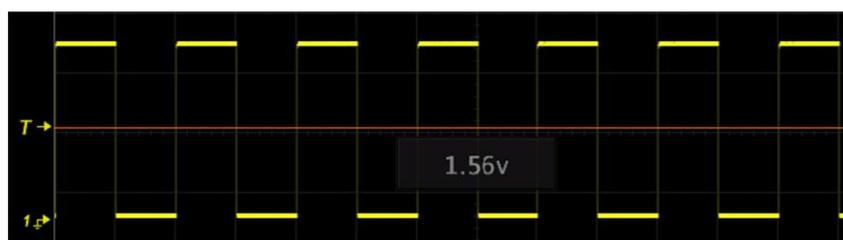


图 6.7 触发电平线

图 6.8 T_H 和 T_L 触发标志

6.8 触发灵敏度设置

触发灵敏度指示示波器对触发信号识别的敏感度，通过调整触发灵敏度，能有效滤除可能叠加在触发信号上的噪声，防止误触发；但对于触发灵敏度而言，并不是越高越好：有时灵敏度太高会造成误触发，灵敏度不够又会导致不触发，因此灵敏度的可调性很重要。用户可选择自动触发灵敏度模式或自定义触发灵敏度的方式来设置示波器的触发灵敏度。

在前面板按下【Trigger】键，在弹出的触发功能菜单里配置触发灵敏度模式，如果是自定义触发灵敏度则需要配置触发灵敏度大小，相关菜单如图 6.9 所示。用户可配置触发灵敏度的大小为相对每格电压的比例，例如 0.3div 即 1 格电压的 30%。

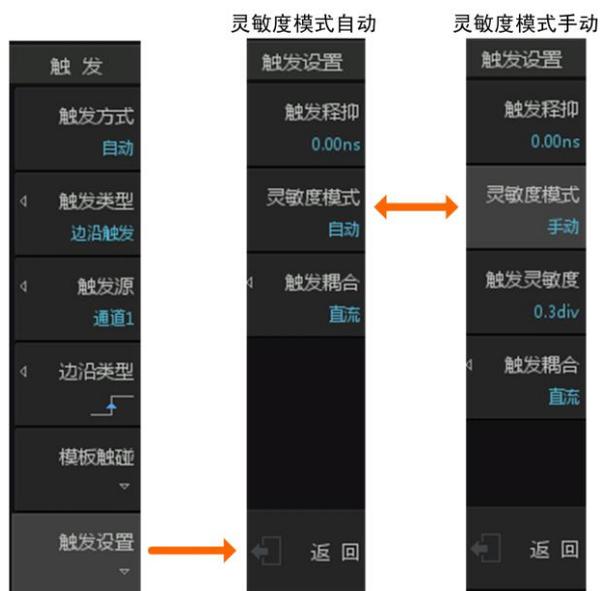


图 6.9 触发灵敏度设置

6.9 与触发类型相关的触发设置

6.9.1 边沿触发设置

选择边沿触发类型后须在如图 6.10 所示菜单设置触发边沿的类型。

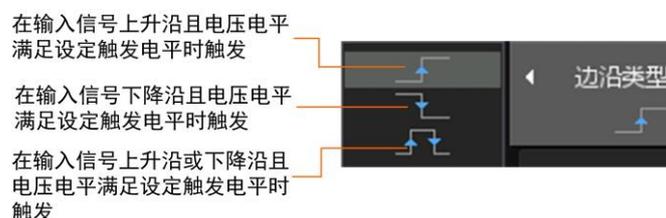


图 6.10 触发边沿类型

边沿触发参数的设置范围如表 6.2 所示。

表 6.2 边沿触发参数设置范围

参数	设置范围
触发源	通道 1、通道 2、市电、外触发
边沿类型	上升沿、下降沿、双边沿

6.9.2 脉宽触发设置

选择“脉宽触发”类型后，须配置脉冲宽度和脉宽类型，如图 6.11 所示。

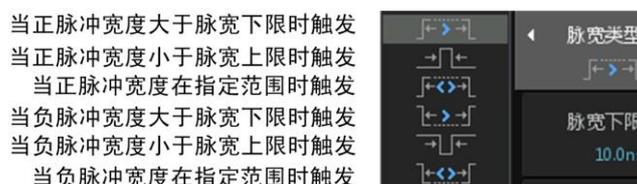


图 6.11 脉宽配置

脉宽触发参数的设置范围如表 6.3 所示。

表 6.3 脉宽触发参数设置范围

触发模式	参数	设置范围
—	触发源	通道 1、通道 2
当正脉冲宽度大于脉宽下限时触发	脉宽下限	$1\text{ns} \leq \text{脉宽下限} \leq 4\text{s}$
当正脉冲宽度小于脉宽上限时触发	脉宽上限	$1\text{ns} \leq \text{脉宽上限} \leq 4\text{s}$
当正脉冲宽度在指定范围时触发	脉宽下限、脉宽上限	$1\text{ns} \leq \text{脉宽下限} < \text{脉宽上限} \leq 4\text{s}$
当负脉冲宽度大于脉宽下限时触发	脉宽下限	$1\text{ns} \leq \text{脉宽下限} \leq 4\text{s}$
当负脉冲宽度小于脉宽上限时触发	脉宽上限	$1\text{ns} \leq \text{脉宽上限} \leq 4\text{s}$
当负脉冲在指定范围时触发	脉宽下限、脉宽上限	$1\text{ns} \leq \text{脉宽上限} < \text{脉宽上限} \leq 4\text{s}$

6.9.3 斜率触发设置

斜率触发是指在指定时间的正斜率或负斜率触发。配置斜率触发时，用户须设置斜率条件、斜率时间。

1. 触发模式

在触发功能菜单里配置“触发模式”，如图 6.12 所示。对正斜率时间的说明见图 6.13，触发电平在触发电平上限和下限之间升高的时间即为正斜率时间。



图 6.12 触发模式设置

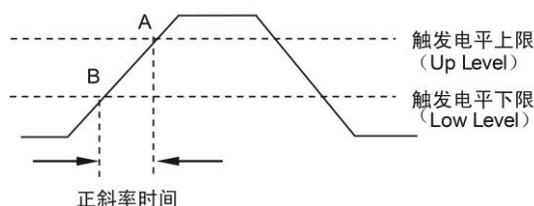


图 6.13 正斜率时间说明

2. 设置时间上限、下限

根据设置的触发模式，须设置时间上限、下限，如图 6.14 所示。旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调。



图 6.14 设置时间上限下限

3. 电平选择

如图 6.13 所示，触发电平上限和触发电平下限决定了正斜率时间和负斜率时间。用户可调节触发电平上限和触发电平下限，调节方式可为只调节触发电平上限、只调节触发电平下限、同时调节触发电平上限和下限，相关的菜单操作分别如图 6.15、图 6.16、图 6.17 所示。除了在菜单里选择之外，用户也可短接触发偏移旋钮来选择触发电平上限和下限的调节方式。

此时可通过触发偏移旋钮调节电平上限 T_H 的位置

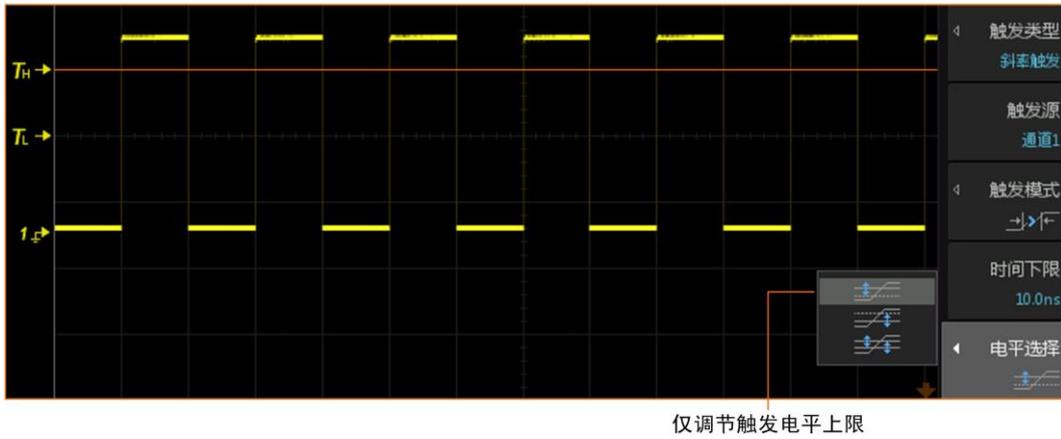


图 6.15 仅调节触发电平上限

此时可通过触发偏移旋钮调节触发电平下限 T_L 的位置

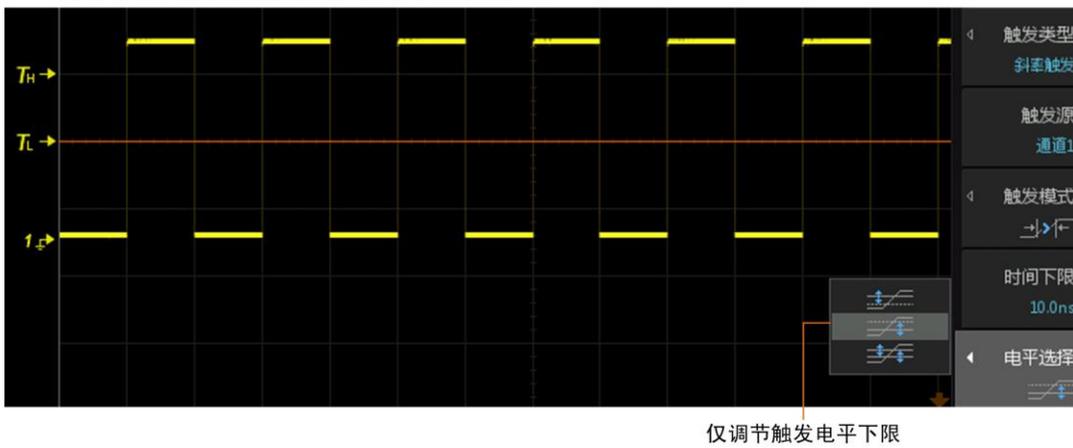


图 6.16 仅调节触发电平下限

此时可通过触发偏移旋钮调节触发上限电平 T_H 和下限电平 T_L 的位置

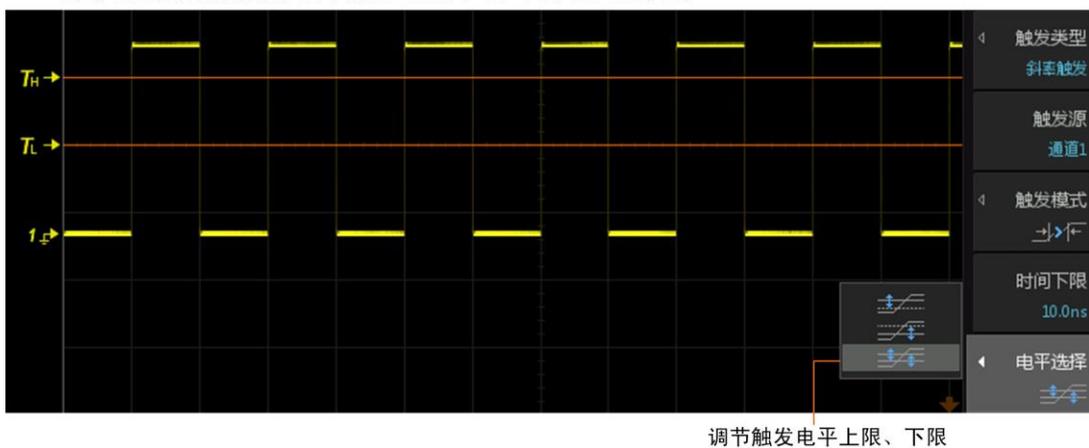


图 6.17 调节触发电平上限、下限

4. 斜率触发参数设置范围

斜率触发参数设置范围见表 6.4。

表 6.4 斜率触发参数设置范围

触发模式	参数	设置范围
—	触发源	通道 1、通道 2
—	电平选择	只调节触发电平上限、只调节触发电平下限 同时调节触发电平上下限
当正斜率大于时间下限时触发	时间下限	$8\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq 4\text{s}$
当正斜率小于时间上限时触发	时间上限	$8\text{ns} \leq \text{时间上限} \leq 4\text{s}$
当正斜率在指定范围时触发	时间下限、时间上限	$8\text{ns} \leq \text{时间下限} < \text{时间上限} \leq 4\text{s}$
当负斜率大于时间下限时触发	时间下限	$8\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq 4\text{s}$
当负斜率小于时间上限时触发	时间上限	$8\text{ns} \leq \text{时间上限} \leq 4\text{s}$
当负斜率在指定范围时触发	时间下限、时间上限	$8\text{ns} \leq \text{时间下限} < \text{时间上限} \leq 4\text{s}$

6.9.4 欠幅触发

ZDS2000 系列示波器支持欠幅触发功能，用户可通过欠幅触发捕获介于指定门限电平的信号，大大缩短故障排查时间。

1. 欠幅触发脉冲类型设置

用户首先需要选择欠幅触发脉冲的类型，详见图 6.18。

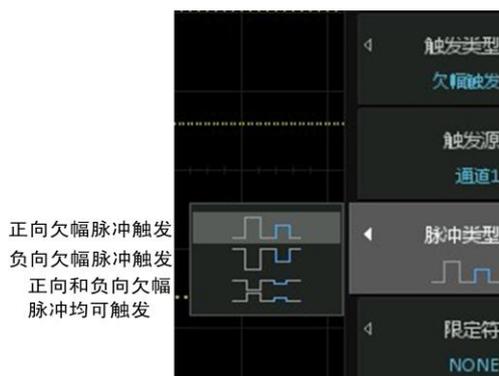


图 6.18 欠幅触发的脉冲类型

2. 限定符设置

然后，用户须指定欠幅触发信号的电平范围是否作为触发条件，具体见图 6.19。



图 6.19 欠幅脉冲宽度限定

3. 电平选择

用户可设置欠幅触发电平的范围，这可通过调节上限幅度电平和下限幅度电平来实现；调节方式可选只调节上限幅度电平、只调节下限幅度电平、同时调节上限和下限幅度电平，相关菜单见图 6.20：

- 当选择“只调节上限幅度电平”，旋转触发偏移旋钮时仅上限幅度电平垂直移动；

- 当选择“只调节下限幅度电平”，旋转触发偏移旋钮时仅下限幅度电平垂直移动；
- 当选择“同时调节上、下限幅度电平”则上下限幅度电平同时移动。

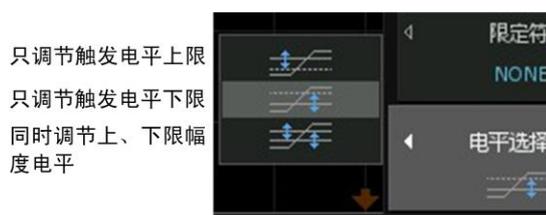


图 6.20 上限幅度电平、下限幅度电平的调节方式

4. 欠幅触发参数设置范围

欠幅触发参数的设置范围见表 6.5。

表 6.5 欠幅触发参数设置范围

触发模式	参数	设置范围
—	触发源	通道 1、通道 2
—	脉冲类型	正极性、负极性、双极性
—	电平选择	只调节触发电平上限、只调节触发电平下限 同时调节触发电平上下限
—	限定符	NONE、>、<、<>
欠幅脉冲宽度小于脉宽上限时触发	脉宽上限	$8\text{ns} \leq \text{脉宽上限} \leq 4\text{s}$
欠幅脉冲宽度大于脉宽下限时触发	脉宽下限	$8\text{ns} \leq \text{脉宽下限} \leq 4\text{s}$
欠幅脉冲宽度在指定范围内时触发	脉宽上限、脉宽下限	$8\text{ns} \leq \text{脉宽下限} < \text{脉宽上限} \leq 4\text{s}$

6.9.5 超幅触发

1. 超幅触发脉冲类型设置

用户首先需要选择超幅触发脉冲的类型，详见图 6.21。

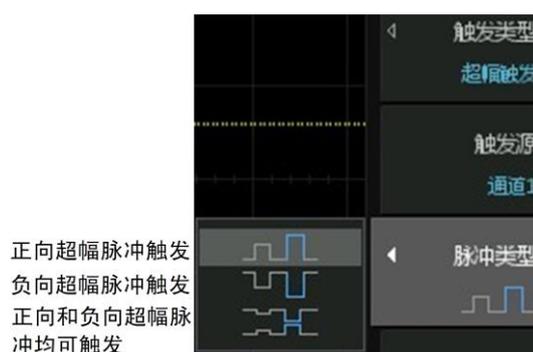


图 6.21 超幅触发的脉冲类型

2. 限定符

用户须指定超幅触发信号的电平范围是否作为触发条件，具体见图 6.22。



图 6.22 超幅触发的限定符

3. 电平选择

用户可设置超幅触发信号的电平范围，这可通过调节上限幅度电平和下限幅度电平来实现；调节方式可选只调节上限幅度电平、只调节下限幅度电平、同时调节上限和下限幅度电平，相关菜单见图 6.23：

- 当选择“只调节上限幅度电平”，旋转触发偏移旋钮时仅上限幅度电平垂直移动；
- 当选择“只调节下限幅度电平”，旋转触发偏移旋钮时仅下限幅度电平垂直移动；
- 当选择“同时调节上、下限幅度电平”则上下限幅度电平同时移动。

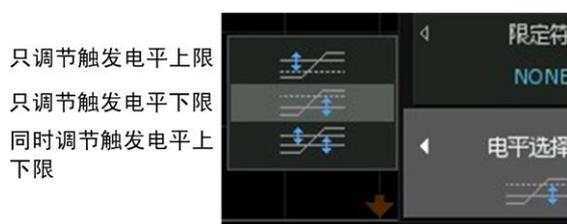


图 6.23 触发电平上限、触发电平下限的调节方式

4. 超幅触发参数的设置范围

超幅触发参数的设置范围如表 6.6 所示。

表 6.6 超幅触发参数设置范围

触发模式	参数	设置范围
—	触发源	通道 1、通道 2
—	脉冲类型	正极性、负极性、双极性
—	电平选择	只调节触发电平上限、只调节触发电平下限 同时调节触发电平上下限
—	限定符	NONE、>、<、<>
超幅脉冲宽度小于脉宽上限时触发	脉宽上限	$8\text{ns} \leq \text{脉宽上限} \leq 4\text{s}$
超幅脉冲宽度大于脉宽下限时触发	脉宽下限	$8\text{ns} \leq \text{脉宽下限} \leq 4\text{s}$
超幅脉冲宽度在指定范围内时触发	脉宽上限、脉宽下限	$8\text{ns} \leq \text{脉宽下限} < \text{脉宽上限} \leq 4\text{s}$

6.9.6 第 N 边沿触发

在数据传输过程中，一般会有一段持续较长时间的空闲信号。第 N 边沿是在指定空闲时间后第 N 个边沿上进行触发。第 N 边沿触发的参数设置说明详见图 6.24，参数设置范围见表 6.7。



图 6.24 第 N 边沿触发

表 6.7 第 N 边沿触发参数范围

参数	设置范围
触发源	通道 1、通道 2
边沿类型	上升沿、下降沿
边沿数	1~65535
空闲时间	10ns~4s

6.9.7 延迟触发

当信源 A 的指定边沿与信源 B 的指定边沿的时间差满足设置时产生延迟触发，可以对触发源、触发模式、限定符、时间上限与时间下限相关参数进行设置。

1. 触发模式

延迟触发有多种模式，需要用户设置，详见图 6.25。

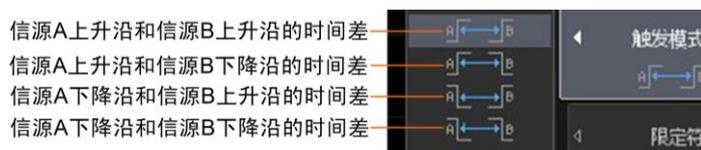


图 6.25 设置触发模式

2. 限定符

用户可限定边沿时间差在满足何值时方可产生延时触发，相关菜单见图 6.26。

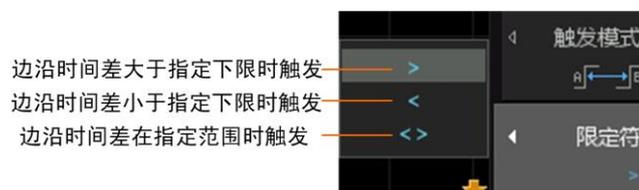


图 6.26 限定符

3. 触发参数设置范围

延迟触发参数的设置范围见下表。

表 6.8 延迟触发参数设置范围

参数	设置范围
触发源	通道 1、通道 2
触发模式	信源 A 上升沿到信源 B 上升沿、信源 A 上升沿到信源 B 下降沿 信源 A 下降沿到信源 B 上升沿、信源 A 下降沿到信源 B 下降沿
限定符	>、<、<>
时间上限和下限	当限定符选择为“>”， $1\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq 4\text{s}$ 当限定符选择为“<”， $1\text{ns} \leq \text{时间上限} \leq 4\text{s}$ 当限定符选择为“<>”， $1\text{ns} \leq \text{时间下限} < \text{时间上限} \leq 4\text{s}$

6.9.8 超时触发

从输入信号的设定边沿开始计时，当指定电平的持续时间大于设置的超时时间时产生超时触发。

1. 触发模式

超时触发有多种模式，需要用户设置，详见图 6.27。

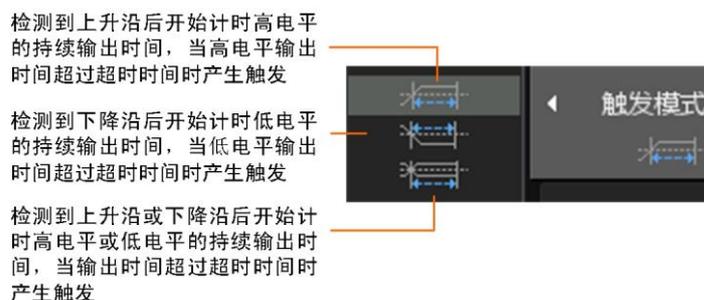


图 6.27 设置触发模式

2. 超时时间

用户可使用旋钮 A 和旋钮 B 设置超时时间，详见图 6.28。其中旋钮 A 微调超时时间，旋钮 B 粗调超时时间。

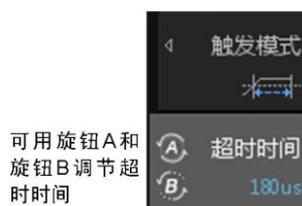


图 6.28 超时时间调节

3. 超时触发参数设置范围

超时触发参数的设置范围见表 6.9。

表 6.9 超时触发参数的设置范围

参数	设置范围
触发源	通道 1、通道 2、通道 3 和通道 4
触发模式	可设置 3 种触发模式，详见图 6.27
超时时间	$8\text{ns} \leq \text{超时时间} \leq 4\text{s}$

6.9.9 建立/保持触发

在采样时钟信号到来之前，数据必须保持稳定一段时间，此即为建立时间；如果建立时间不够长，则数据将无法稳定传输。在采样时钟信号到来之后，数据也必须保持稳定一段时间，此即为保持时间；如果保持时间不够长，则数据同样无法稳定传输。

为了判断数据传输的建立和保持时间是否符合设计要求，用户可使用建立/保持触发来检测信号的时序。

1. 触发类型

用户可选择建立触发或保持触发，如图 6.29 所示。



图 6.29 触发类型

2. 建立时间和保持时间

当选择触发类型后，相应地需要设置建立时间或保持时间，详见图 6.30。



建立时间/保持时间，使用旋钮A微调，旋钮B粗调

图 6.30 建立时间/保持时间调节

3. 时钟通道、数据通道

用户需要指定输出时钟信号和数据的通道。



图 6.31 时钟通道、数据通道设置

4. 采样类型

用户需要选择是在何种时钟边沿对数据进行采样，相关菜单操作见图 6.32。



图 6.32 采样类型设置

5. 数据类型

用户需要设定被认为是有效数据的电平类型，详见图 6.33。



图 6.33 数据类型

6. 触发参数设置范围

建立/保持触发的参数设置范围见表 6.10。

表 6.10 建立/保持触发的参数设置范围

参数	设置范围
时钟、数据通道	通道 1、通道 2、通道 3 和通道 4
采样类型	上升沿、下降沿
数据类型	高电平、低电平
建立时间	$2\text{ns} \leq \text{建立时间} \leq 4\text{s}$
保持时间	$2\text{ns} \leq \text{保持时间} \leq 4\text{s}$

6.9.10 码型触发

码型是触发信号的类型。码型触发里，各通道都出现指定类型触发信号时，才产生触发。用户可在触发功能菜单里选择码型触发并配置参数。

1. 设置码型

最多可设置 CH1 通道、CH2 通道、CH3 通道和 CH4 通道的码型，可选择高电平、低电平、忽略、上升沿、下降沿，详见图 6.34。

将所选通道的信号类型设置为“忽略”，则该通道不参与码型触发。当所有通道的触发信号类型均选择忽略时，则不产生触发。

此外，只能选择一个通道的码型为边沿。例如，当某个通道 N 的码型已选择为上升沿或下降沿，此时再选择其它通道码型为上升沿或下降沿将导致通道 N 的码型强制变为忽略。

2. 限定符

限定符仅在通道码型为电平时生效，用于设置通道触发电平的时间长度，详见图 6.35。

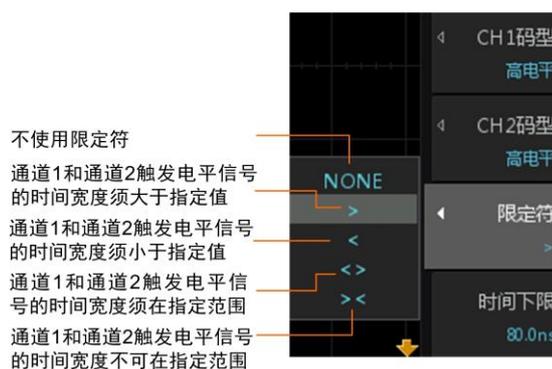


图 6.35 限定符设置说明

3. 时间上下限

设置与限定符对应的时间上下限，例如当设置限定符为“>”时，须设置时间下限，当设置限定符为“<”时，须设置时间上限，如图 6.36 所示。



旋转旋钮A微调时间下限或上限，旋转旋钮B可粗调时间下限或上限

图 6.36 时间上下限

4. 参数设置范围

码型触发的参数设置范围见表 6.11。

表 6.11 码型触发的参数设置范围

参数	设置范围
通道码型	高电平、低电平、忽略、上升沿、下降沿
限定符	NONE、>、<、<>、><
时间上限	当限定符为“<”时， $8\text{ns} \leq \text{时间上限} \leq 4\text{s}$ 当限定符为“<>”和“><”时， $8\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq \text{时间上限} \leq 4\text{s}$
时间下限	当限定符为“>”时， $8\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq 4\text{s}$ 当限定符为“<>”和“><”时， $8\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq \text{时间上限} \leq 4\text{s}$

6.9.11 视频触发

用户可在触发功能菜单里选择视频触发类型，并配置视频触发参数：视频格式、视频极性、触发模式，如图 6.37 所示。

1. 视频格式选择

选择触发源的视频格式：

- NTSC：帧率为 30fps，每秒传输 60 个场。一个帧分为两个场，偶场在前，奇场在后，共有 525 条电视扫描线，隔行扫描；
- PAL：帧率为 25fps，有 625 条扫描线。奇场在前，偶场在后，隔行扫描；
- SECAM：帧率为 25fps。有 625 条扫描线，隔行扫描。

2. 视频极性

用户可在视频触发菜单的极性菜单里配置所需视频极性为正极性  或者负极性 。

3. 触发模式

用户可指定触发模式，如图 6.38 所示：

- 任意行：在所有水平同步脉冲上都可以触发；
- 指定行：在指定行的同步脉冲上触发；
- 任意场：在垂直同步间隔中第一个脉冲的上升沿触发；
- 偶数场：在偶数场的第一个锯齿波脉冲上升沿处触发；
- 奇数场：在奇数场的第一个锯齿波脉冲上升沿处触发。



图 6.37 视频触发



图 6.38 视频触发模式

6.9.12 触发协议参数设置

其它高级通信协议例如 SPI、I²C、UART 等，需要设置触发的协议参数，各个触发协议参数的设置如图 6.39~图 6.43 所示。需要注意的是，SPI 触发支持的最大 SPI 时钟频率为 16MHz，超过该频率可能导致无法稳定触发。



图 6.39 UART 触发协议参数

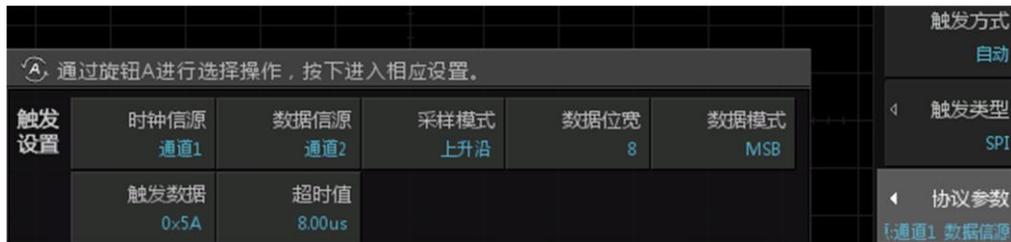


图 6.40 SPI 触发协议参数



图 6.41 CAN 触发协议参数



图 6.42 USB 触发协议参数



图 6.43 SD_SPI 触发协议参数

6.10 模板触碰

6.10.1 简介

在使用上述触发参数以外，用户还可设置模板触碰，限定触发波形必须经过示波器显示区的矩形区域；模板触碰功能对观察难以通过标准触发参数设定触发的特殊信号提供了便利。模板触碰功能菜单如图 6.44 所示。



图 6.44 模板触碰功能菜单

6.10.2 使用示例

1. 使能模板触碰

在如图 6.44 所示模板触碰功能菜单里，按下“功能使能”软键，令其为 ON 状态，打开模板触碰功能。

2. 选择通道

在如图 6.44 所示模板触碰功能菜单里，用户可按下“模板通道”软键，选择使用模板触碰功能的输入通道，一个输入通道支持一个模板触碰矩形区域的设置。

3. 模板区域位置调节

在如图 6.44 所示模板触碰功能菜单里，用户可按下“位置调节”软键，配合旋钮 B 和旋钮 A（旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调）可设置触碰区域的位置，同时，短按旋钮 B 可对模板的位置进行水平或垂直方向切换，，如图 6.45 所示。



图 6.45 模板触碰区域调节

4. 模板大小调节

在如图 6.44 所示模板触碰功能菜单里，用户可按下“大小调节”软键，配合旋钮 B 和旋钮 A（旋钮 A 微调、旋钮 B 粗调），可设置触碰区域的大小，如图 6.46 所示。



图 6.46 模板大小调节

5. 生成模板

完成上述设置后，用户必须按下“生成模板”软键，令模板触碰设置生效，同时出现一个灰色区域，此即为模板触碰区域，只有通过该区域并且符合触碰菜单中其它触碰参数设置的波形才能触发显示，如图 6.47 所示。

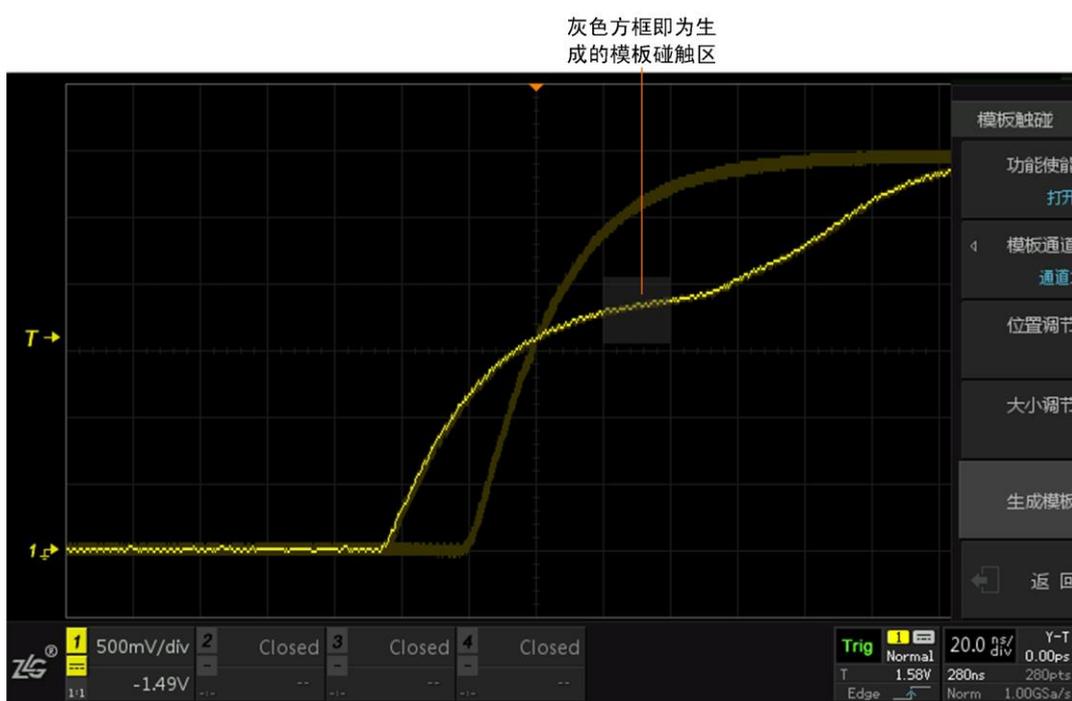


图 6.47 生成模板

7. 光标测量

7. 光标测量.....	77
7.1 概述.....	78
7.2 功能菜单.....	78
7.3 选择光标和调节光标位置.....	78
7.4 查看光标测量结果.....	79

7.1 概述

本章介绍光标测量功能及其使用方法。用户可使用光标测量功能测量所选波形的 X 轴值（如时间）和 Y 轴值（如电压）。光标测量功能里，有两对测量光标，包括 X 型光标或 Y 型光标。X 型光标为一对垂直虚线，通常用于测量时间参数；而 Y 型光标为一对水平虚线，通常用于测量电压参数，如图 7.1 所示；而选中的光标为实线，如图 7.1 中的光标 X2 所示。

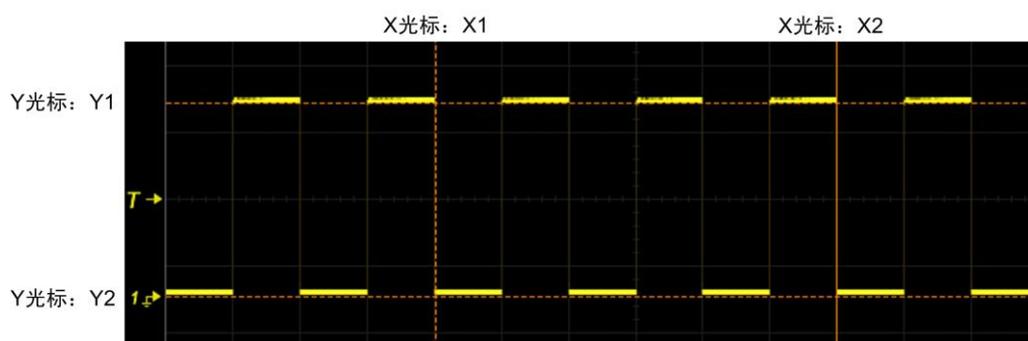


图 7.1 X 型光标和 Y 型光标

7.2 功能菜单

使用光标测量前，请将信号连接至示波器并获得稳定显示。用户按下前面板的【Cursor】键，可进入如图 7.2 所示的光标测量菜单。



图 7.2 光标测量菜单

7.3 选择光标和调节光标位置

在测量菜单里可选择须显示的光标类型，详见图 7.2。用户可短按旋钮 B 来选择光标类型，旋转旋钮 B 则可调整光标位置，详见图 7.3。

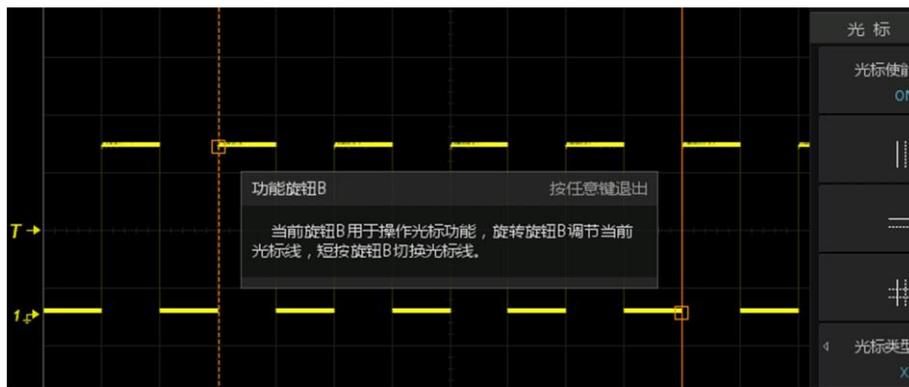


图 7.3 调节光标位置

7.4 查看光标测量结果

在切换光标类型和移动光标时，测量结果根据当前光标位置实时更新显示，并且支持垂直光标随波形水平偏移同步移动，详见图 7.4。

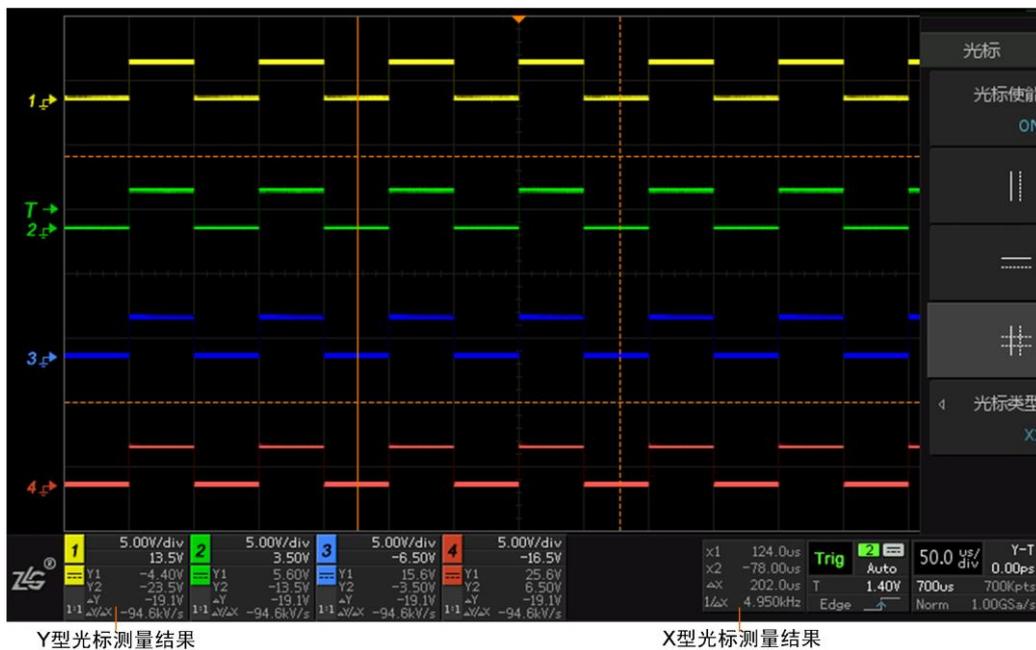


图 7.4 光标测量结果

8. “真正意义”波形参数测量统计

8. “真正意义”波形参数测量统计	80
8.1 概述.....	81
8.2 测量项设置.....	82
8.3 数学运算后波形的测量.....	91
8.4 搜索设置.....	92
8.5 频率计.....	92
8.6 阈值设置.....	93
8.7 导出报表.....	94

8.1 概述

ZDS2000 系列示波器提供多个波形参数的自动测量以及对测量结果的统计和分析功能。按下前面板的【Measure】键，显示测量菜单和自动测量界面，如图 8.1 所示。

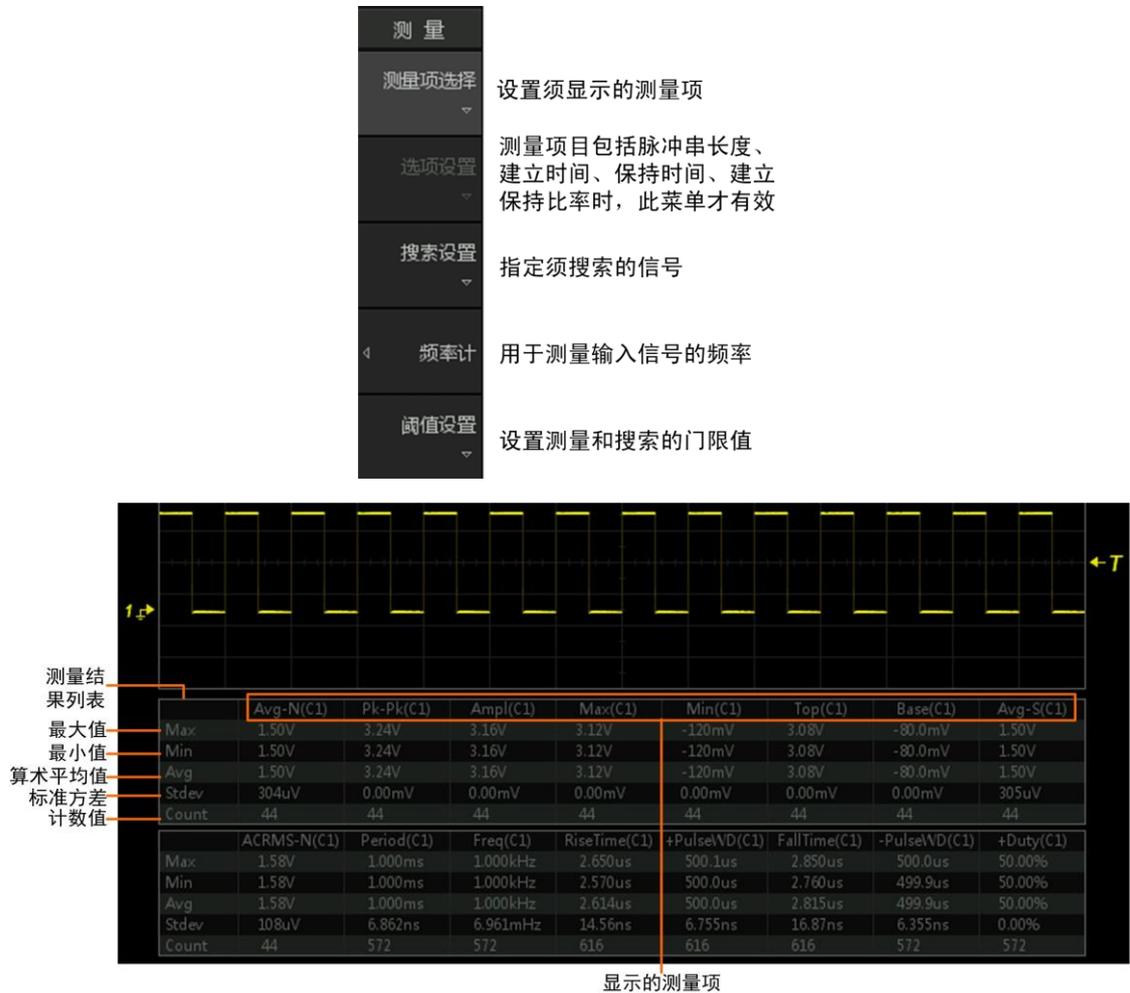


图 8.1 自动测量界面

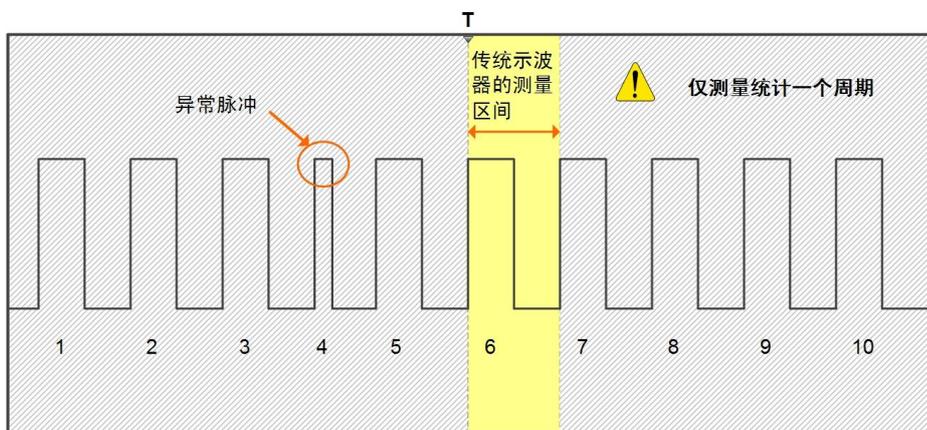


图 8.2 传统示波器只测量一个周期

何谓真正意义的参数测量统计?

以图 1.3 所示为例，虽然屏幕上捕获了 10 个正脉冲，但是传统示波器只能测量屏幕中央（或最左边）一个周期的波形而忽略另外 9 个正脉冲；所以屏幕上橙色圆圈处的异常脉冲没有检测到。这种测量统计我们称之为“伪测量统计”，因为它提供的测量统计信息不能全面反映被捕获数据的信息。如果工程师不了解这种测量统计算法的实质，并误认为系统正处于最佳工作状态，将得出错误的结论。

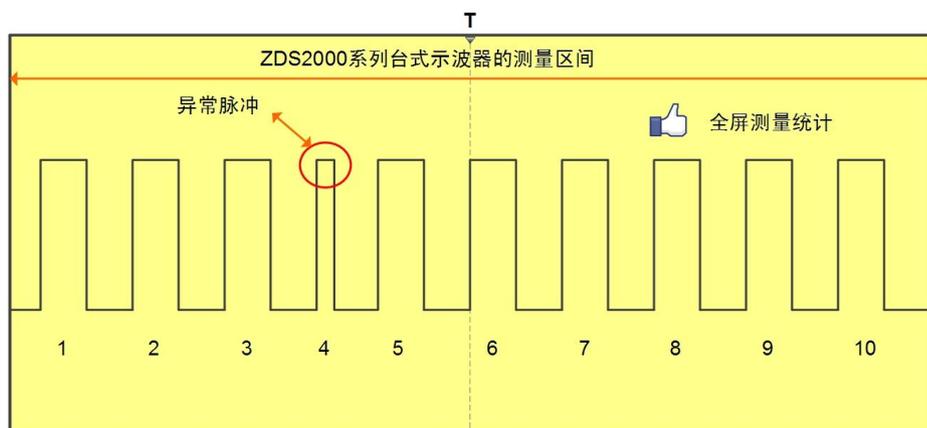


图 8.3 真正意义的参数测量统计

如图 8.3 所示，“真正意义”的参数测量统计会把屏幕上捕获的所有波形进行测量统计，得出当前值、最大值、最小值和平均值、标准差、测量次数。用户通过观察统计的最大值和最小值可快速了解波形中可能存在的异常，通过观察平均值、标准差可快速评估信号特性。

8.2 测量项设置

1. 测量项设置

在如图 8.1 所示测量菜单里按下“测量项设置”软键，打开测量项设置菜单，如图 8.4 所示。用户可一键选择不同的测量项配置，也可使用旋钮 B 自行选择测量项。

旋转旋钮B选择测量项，短按旋钮
B确认选择或取消选择并立即生效



图 8.4 测量项设置

完成显示测量项的选择后，按下图 8.4 中的“返回”软键，显示测量结果列表。图 8.5 所示是一个测量结果列表。

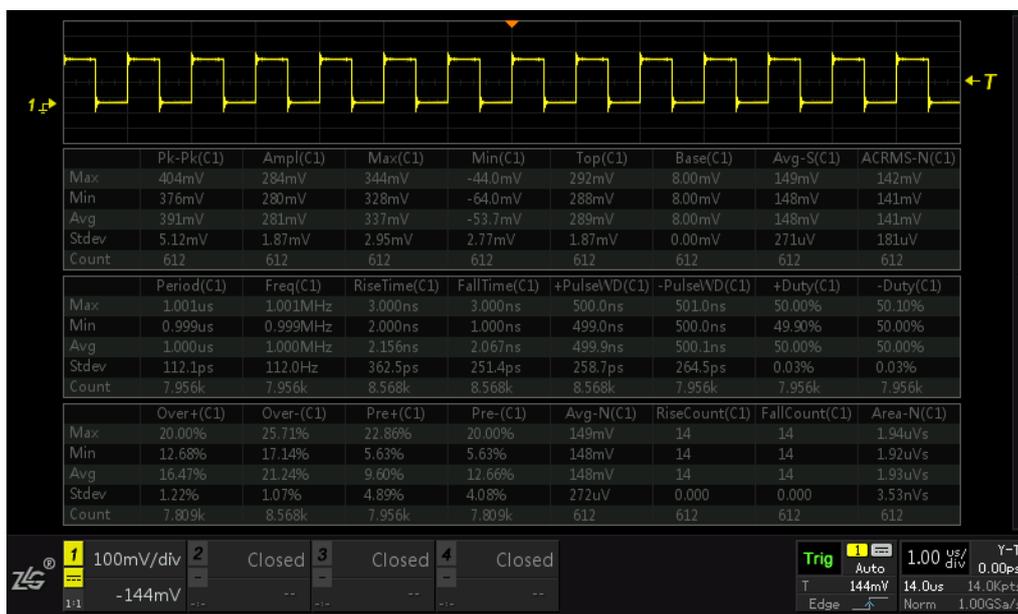


图 8.5 测量结果列表

2. 清除测量项

用户在如图 8.4 所示测量菜单按下“全部清除”软键，则清除当前选中通道的测量项。

3. 测量项说明

示波器的各测量项符号和对应测量项如表 8.1 所示，对各个测量项说明如表 8.2 所示。

表 8.1 测量项和测量项符号

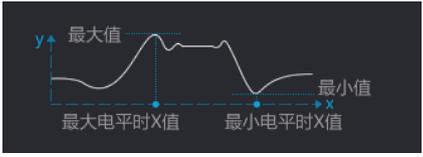
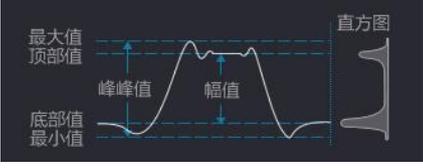
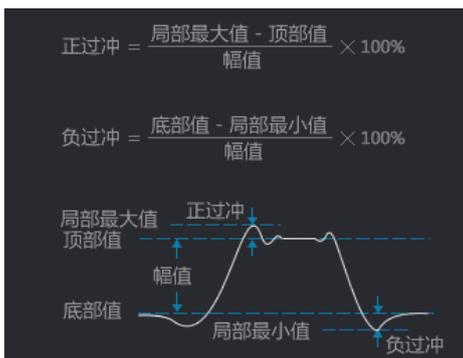
测量项	测量项符号
电压参数	
峰峰值	Pk-Pk
幅度	Ampl
最大值	Max
最小值	Min
顶部值	Top
底部值	Base
正过冲	Over+
负过冲	Over-
正预冲	Pre+
负预冲	Pre-
平均值-周期	Avg-N
平均值-全屏	Avg-S
直流有效值-周期	DCRMS-N
直流有效值-全屏	DCRMS-S
交流有效值-周期	ACRMS-N
交流有效值-全屏	ACRMS-S

续上表

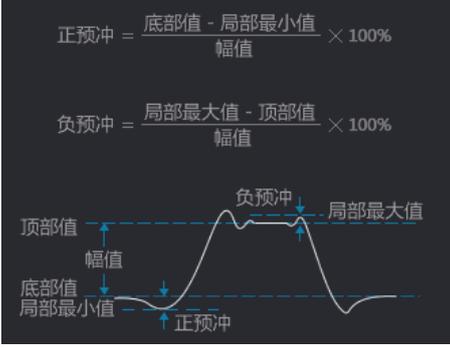
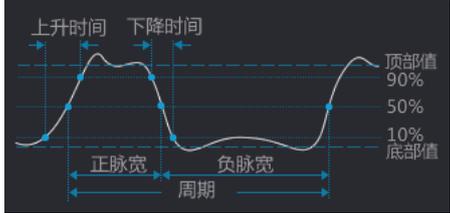
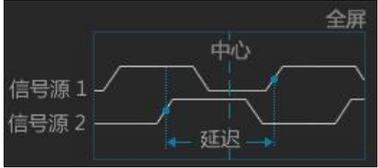
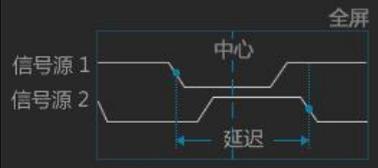
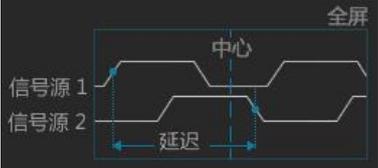
测量项	测量项符号
电压参数	
比率-周期	Ratio-N
比率-全屏	Ratio-S
校准平均值	V-Mean
时间参数	
周期	Period
频率	Freq
上升时间	RiseTime
下降时间	FallTime
正脉冲宽度	+PulseWD
负脉冲宽度	-PulseWD
正占空比	+Duty
突发宽度	BurstWD
负占空比	-Duty
脉冲串长度	PulseTrain
X@min	X@min
X@max	X@max
延迟 1 \uparrow -2 \uparrow	Delay $\uparrow\uparrow$
延迟 1 \downarrow -2 \downarrow	Delay $\downarrow\downarrow$
延迟 1 \uparrow -2 \downarrow	Delay $\uparrow\downarrow$
延迟 1 \downarrow -2 \uparrow	Delay $\downarrow\uparrow$
相位 1 \uparrow -2 \uparrow	Phase $\uparrow\uparrow$
相位 1 \downarrow -2 \downarrow	Phase $\downarrow\downarrow$
建立时间	SetupT
保持时间	HoldT
建立保持比率	SHRatio
计数参数	
上升沿计数	RiseCount
下降沿计数	FallCount
正脉冲计数	+PulseCnt
负脉冲计数	-PulseCnt
触发计数器	TriggerCnt
其他	
面积-周期	Area-N
面积-全屏	Area-S
正面积-周期	PArea-N
负面积-周期	NArea-N
正面积-全屏	PArea-S
负面积-全屏	NArea-S

注：测量项符号后的“(C1)”等标识指示通道编号，“C1”为通道 1，“C2”为通道 2，依此类推。

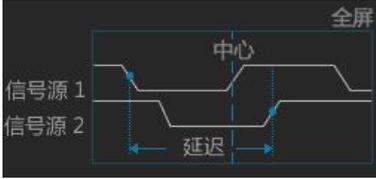
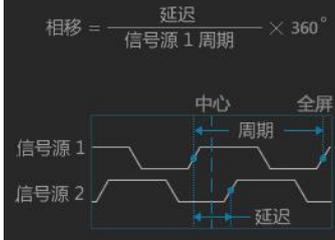
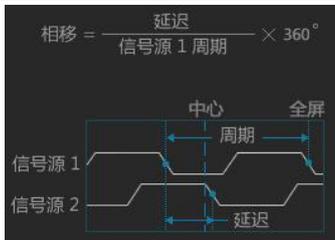
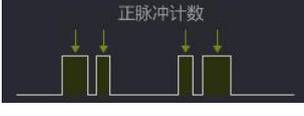
表 8.2 测量项说明

测量项目	计算说明
占空比	
正占空比	$\frac{\text{正脉冲宽度}}{\text{周期}} \times 100\%$
负占空比	$\frac{\text{负脉冲宽度}}{\text{周期}} \times 100\%$
最大值、最小值以及对应的 x 值	
最大值	 <p>最大值：波形最高点至地的电压值 最小值：波形最低点至地的电压值 X@min、X@max：可测量当 Y 为最大值或最小值时对应的 x 值，也可测出 Y 的最大值和最小值。例如，可测量电压的最大值和最小值，以及电压为最大值或最小值时对应的时间</p>
最小值	
x@min	
x@max	
顶部值、底部值、峰峰值、幅值	
顶部值	 <p>顶部值是波形平顶至地的电压值，底部值是波形平底至地的电压值 幅值 = 顶部值 - 底部值 峰峰值 = 最大值 - 最小值</p>
底部值	
幅值	
峰峰值	
过冲和预冲	
正过冲	 <p>正过冲 = $\frac{\text{局部最大值} - \text{顶部值}}{\text{幅值}} \times 100\%$ 负过冲 = $\frac{\text{底部值} - \text{局部最小值}}{\text{幅值}} \times 100\%$</p>
负过冲	

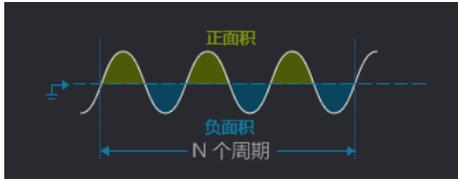
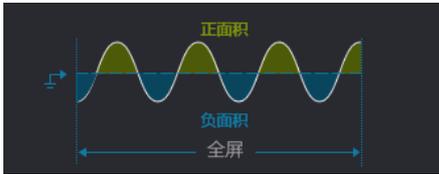
续上表

测量项目	计算说明
正预冲	$\text{正预冲} = \frac{\text{底部值} - \text{局部最小值}}{\text{幅值}} \times 100\%$
负预冲	$\text{负预冲} = \frac{\text{局部最大值} - \text{顶部值}}{\text{幅值}} \times 100\%$ 
周期、频率、上升时间、下降时间、脉宽	
周期	
频率	
上升时间	
下降时间	
正脉冲宽度	
负脉冲宽度	<p>正脉宽、负脉宽、上升时间和下降时间的计算如上图所示</p> <p>周期：定义为两个连续的上升沿的中阈值交叉点之间的时间</p> <p>频率：定义为周期的倒数</p>
延迟	
上升沿延迟 (延迟 $1f-2f$)	 <p>信号源 1 的上升沿与相邻的信号源 2 的上升沿的时间间隔，如上图所示。正的延迟表示信号源 1 的上升沿出现在信号源 2 之前</p>
下降沿延迟 (延迟 $1f-2f$)	 <p>信号源 1 的下降沿与相邻的信号源 2 的下降沿的时间间隔，如上图所示。负的延迟表示信号源 1 的下降沿出现在信号源 2 之后</p>
上升沿-下降沿延迟 (延迟 $1f-2f$)	

续上表

测量项目	计算说明
下降沿-上升沿 延迟 (延迟 $1 \downarrow - 2 \uparrow$)	
相移	
上升沿相移 (相位 $1 \uparrow - 2 \uparrow$)	$\text{相移} = \frac{\text{延迟}}{\text{信号源 1 周期}} \times 360^\circ$ 
下降沿相移 (相位 $1 \downarrow - 2 \downarrow$)	$\text{相移} = \frac{\text{延迟}}{\text{信号源 1 周期}} \times 360^\circ$ 
计数	
上升沿计数	 <p>上升沿计数, 如上图所示</p>
下降沿计数	 <p>下降沿计数, 如上图所示</p>
正脉冲计数	 <p>计数正脉冲, 如上图所示</p>
负脉冲计数	 <p>计数负脉冲, 如上图所示</p>
触发计数器	示波器每捕获到一次信号就会产生一次触发输出, 触发计数器对触发输出计数, 并将结果用频率表示, 即: 每秒的信号捕获次数

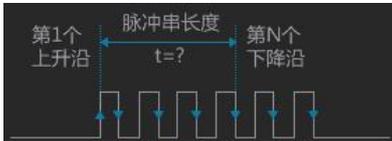
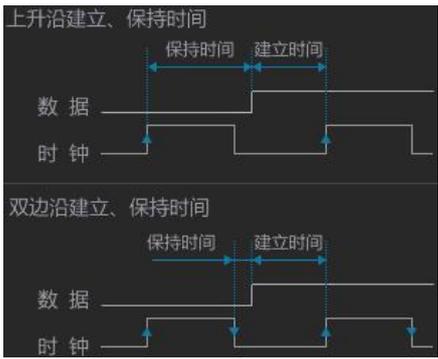
续上表

测量项目	计算说明
面积	
正面积-周期	 <p>屏幕显示的 N 个完整周期的波形在零基准（即垂直偏移）以上的面积为正面积-周期</p> <p>屏幕显示的 N 个完整周期的波形在零基准以下的面积为负面积-周期，其值为负</p> <p>面积-周期 = 正面积-周期 + 负面积-周期</p> <p>面积的单位是电压-秒</p> <p>注意：如果存在的上升沿小于两个，则测量值无效</p>
负面积-周期	
面积-周期	
面积-全屏	
正面积-全屏	 <p>屏幕内整个波形零基准（即垂直偏移）以上测量的面积为正面积-全屏</p> <p>屏幕整个波形零基准以下测量的面积为负面积-全屏，其值为负</p> <p>面积-全屏 = 正面积-全屏 + 负面积-全屏</p> <p>面积的单位是电压-秒</p>
负面积-全屏	
面积-全屏	
平均值	
平均值-周期	<p>波形的平均值是指波形采样的电平和 除以一个或多个完整周期内采样的数目。N 周期测量值可测量所显示信号的整数周期上的值</p> $\text{Average} = \frac{\sum x_i}{n}$ <p>注意：如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效</p>
平均值-全屏	<p>波形的平均值是指波形采样的电平和 除以一个或多个完整周期内采样的数目。全屏测量值可测量所有显示的数据点上的值</p> $\text{Average} = \frac{\sum x_i}{n}$
有效值	
直流有效值-周期	<p>波形的直流有效值是指一个或多个完整周期上波形的均方根值。N 周期测量值可测量所显示信号的整数周期上的值</p> $\text{RMS (DC)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$ <p>注意：如果存在的上升沿小于两个，则对波形测得的直流有效值无效</p>

续上表

测量项目	计算说明
直流有效值-全屏	<p>波形的直流有效值是指一个或多个完整周期上波形的均方根值。全屏测量值可测量所有显示的数据点上的值</p> $\text{RMS (DC)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$
交流有效值-周期	<p>波形的交流有效值的测量采用当前显示电压值的标准偏差，它是移除了直流分量的 RMS 测量。N 周期测量值可测量所显示信号的整数周期上的值。数据集合的标准偏差是数据与平均值的差值。标准偏差计算方式如下：</p> $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$ <p>注意：如果存在的上升沿小于两个，则测量值无效</p>
交流有效值-全屏	<p>波形的交流有效值的测量采用当前显示电压值的标准偏差，它是移除了直流分量的 RMS 测量。全屏测量值可测量所有显示的数据点上的值。标准偏差计算方式如下：</p> $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$
比率	
比率-周期	$\text{比率 (周期)} = \frac{\text{信号源 1 交流有效值 (N个周期)}}{\text{信号源 2 交流有效值 (N个周期)}}$ <p>注意：如果存在的上升沿小于两个，则测量值无效</p>
比率-全屏	$\text{比率 (全屏)} = \frac{\text{信号源 1 交流有效值 (全屏)}}{\text{信号源 2 交流有效值 (全屏)}}$
其它	
校准平均值	<p>校准平均值计算公式如下：</p> $\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \times \frac{1}{NT} \int_0^{NT} f(t) dt$ $\int_0^{NT} f(t) dt = N\text{周期正面积} + N\text{周期负面积}$

续上表

测量项目	计算说明
脉冲串长度	<p>N 脉冲串长度定义为从屏幕内的第一个上升沿开始，到第 N 个下降沿之间的宽度</p> 
突发宽度	 <p>该参数通常用于测量“突发脉冲”，是屏幕显示的第一个边沿（任意边沿类型）到最后一个边沿（任意边沿类型）的时间间隔</p>
建立/保持	
建立时间	建立时间是指时钟沿到来之前，数据从不稳定到稳定所需的时间
保持时间	保持时间是指时钟边沿到来后，数据稳定须保持的时间
建立保持比率	 <p style="text-align: center;">建立保持比率 = 建立时间 / (建立时间 + 保持时间)</p>

4. 选项设置

部分测量项目需要在“选项设置”菜单下，单独配置测量参数，如图 8.6 所示。需要在“选项设置”菜单里配置测量参数的测量项目包括脉冲串长度、建立时间、保持时间、建立保持比率，如图 8.7 所示。若未选中图中的四个测量项目，则“选项设置”菜单为灰色，处于无效状态。

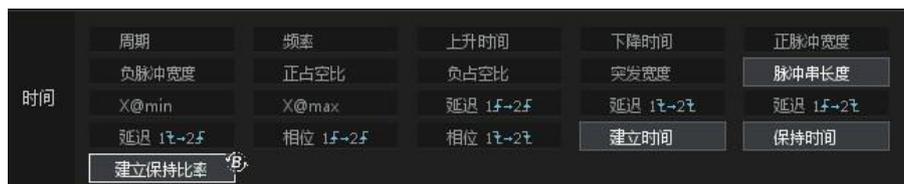


图 8.6 须在“选项设置”菜单里配置的测量项目



图 8.7 选项设置菜单

8.3 数学运算后波形的测量

ZDS2000 系列示波器支持对运算后的波形进行测量，下图是对通道 1 波形与通道 2 波形相乘的运算波形进行的测量。



图 8.8 运算波形的测量

同时，ZDS2000 系列示波器还支持对数字滤波后的波形进行测量，如下图。



图 8.9 滤波后的波形测量

8.4 搜索设置

如图 8.1 所示在测量菜单，按下“搜索设置”软键可执行波形搜索功能，详见手册第 95 页，第 9 章“波形搜索”。

8.5 频率计

ZDS2000 系列示波器还提供硬件频率计，对输入信号进行更精确的频率测量，测量结果显示在屏幕右上角。如图 8.10 所示，频率计可同时测量并显示最多 4 个通道输入信号的频率，也可选择只显示一个通道的频率测量结果。

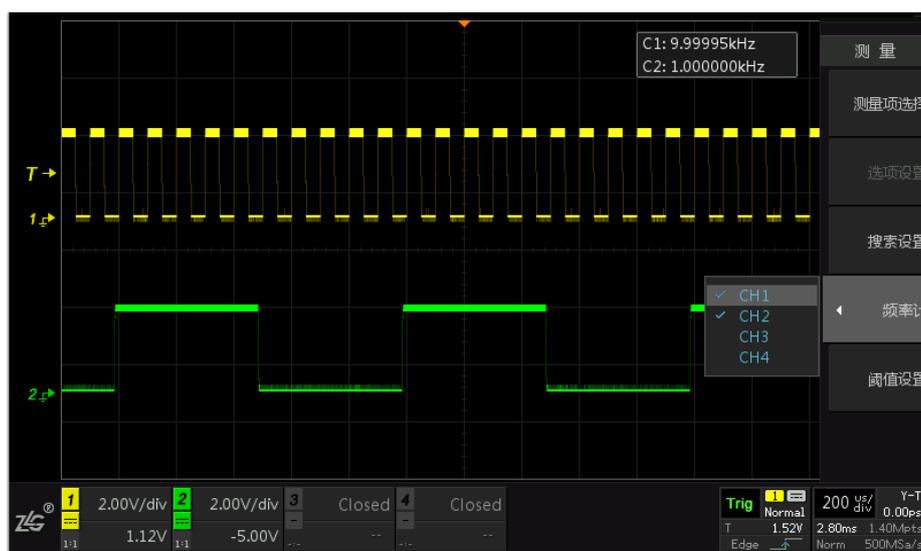


图 8.10 通道选择和频率显示

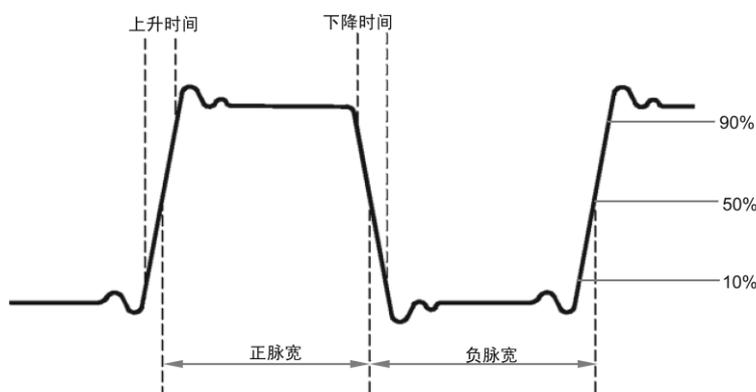
注：使用“频率计”前须调节相应通道的触发电平或使用“一键捕获”功能确保被测信号能稳定触发。

8.6 阈值设置

用户可在阈值设置菜单里设置较低阈值、中等阈值、较高阈值；这三个阈值共同决定了上升时间、下降时间、正脉宽、负脉宽等时间参数。阈值设置适用于所有信号通道，也适用于搜索功能。阈值设置菜单如图 8.11 所示，在 ZDS2000 系列示波器里，较低阈值、中等阈值、较高阈值分别默认为 10%、50%、90%，详见图 8.12。



图 8.11 阈值设置



1. 上升时间：信号幅度从 10% 上升至 90% 所经历的时间。
2. 下降时间：信号幅度从 90% 下降至 10% 所经历的时间。
3. 正脉宽：从脉冲上升沿的 50% 阈值处到紧接着的一个下降沿的 50% 阈值处之间的时间差。
4. 负脉宽：从脉冲下降沿的 50% 阈值处到紧接着的一个上升沿的 50% 阈值处之间的时间差。

图 8.12 阈值说明

8.7 导出报表

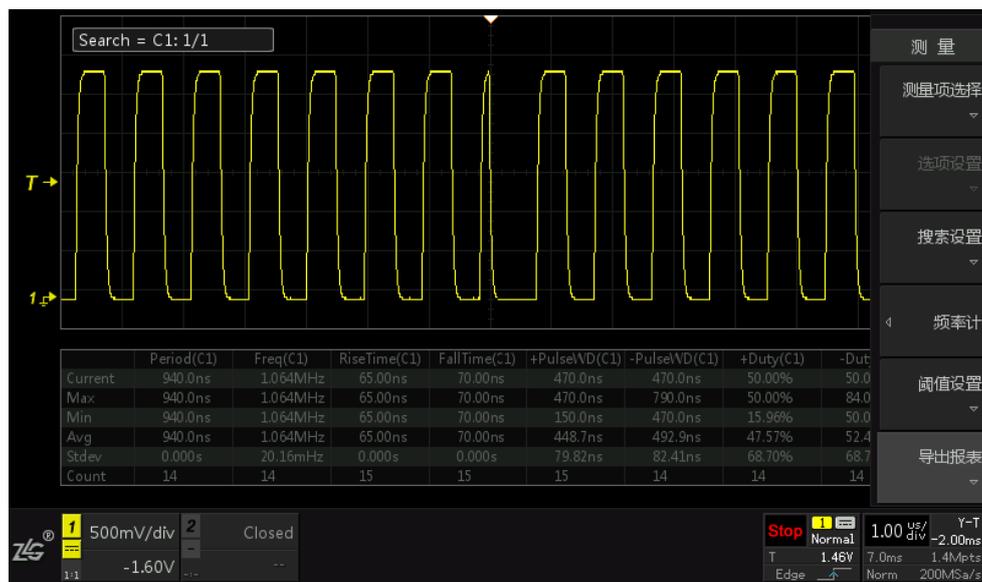


图 8.13 导出报表功能 (ZDS2022)

ZDS2000 系列示波器在支持协议解码和 FFT 分析结果导出成网页报表与 CSV 数据文件的基础上，再次新增将测量结果导出成网页报表与 CSV 数据文件的功能。

当您需要做测试报告或是想保存有价值的测量结果时，按下【Stop/Run】键，可利用导出报表功能实现。图 8.13 中测试结果导出的 CSV 格式的报表如图 8.14。导出报表的具体操作可参考 14.2.2 报表生成。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	系统信息									
2		设备名称	ZDS2022							
3		设备厂商	广州致远							
4		通道1档位	500mV/div							
5		通道2档位	Closed							
6		时基档位	1.00us/div							
7		采样率	200MSa/s							
8		采样时间	7.0ms							
9		采样点数	1.4Mpts							
10	测量信息									
11			Period(C1)	Freq(C1)	RiseTime(C1)	FallTime(C1)	+PulseWD(C1)	-PulseWD(C1)	+Duty(C1)	-Duty(C1)
12		Current	940.0ns	1.064MHz	65.00ns	70.00ns	470.0ns	470.0ns	50.00%	50.00%
13		Max	940.0ns	1.064MHz	65.00ns	70.00ns	470.0ns	790.0ns	50.00%	84.04%
14		Min	940.0ns	1.064MHz	65.00ns	70.00ns	150.0ns	470.0ns	15.96%	50.00%
15		Avg	940.0ns	1.064MHz	65.00ns	70.00ns	448.7ns	492.9ns	47.57%	52.43%
16		Stdev	0.000s	20.16mHz	0.000s	0.000s	79.82ns	82.41ns	68.70%	68.70%
17		Count	14	14	15	15	15	14	14	14

图 8.14 导出的 CSV 报表

9. 波形搜索

9. 波形搜索.....	95
9.1 概述.....	96
9.2 搜索使能.....	96
9.3 信源选择.....	96
9.4 搜索模式.....	96
9.5 搜索类型.....	96
9.6 搜索结果显示.....	98
9.7 定位搜索事件.....	99

9.1 概述

用户可根据需要设置特定的搜索条件，令示波器自动搜索所需信号并标记搜索结果。在图 9.1 所示界面按下“搜索设置”软键，此时显示搜索设置菜单。



图 9.1 搜索设置菜单

9.2 搜索使能

在图 9.1 所示菜单里，将“搜索使能”设为打开则启动搜索功能，相关选项高亮显示。

9.3 信源选择

用户首先须确定搜索信号所在的通道，在图 9.1 所示菜单里按下“信源选择”，可选择 CH1、CH2、CH3 或 CH4。

9.4 搜索模式

用户需要选择按何种模式搜索，ZDS2000 系列提供了 7 种搜索条件，例如边沿、脉宽、斜率、周期、频率、占空比、欠幅搜索等，如图 9.2 所示。

9.5 搜索类型

不同搜索模式有不同的搜索类型，详见表 9.1。



图 9.2 搜索模式

表 9.1 搜索类型

搜索类型	说明
边沿搜索	 <p>搜索上升沿或下降沿</p>
脉宽搜索	 <p>可搜索正脉冲和负脉冲</p> <p>可设定按脉冲宽度的上限或下限或上下限搜索</p> <p>设定上限、下限具体值</p>
上升、下降时间搜索	 <p>可搜索上升时间和下降时间</p> <p>可选择搜索的时间是上升时间或下降时间</p> <p>可设定按上升时间或下降时间宽度的上限、下限或上下限搜索</p> <p>设定上限、下限的具体值</p>
周期搜索	 <p>可设定搜索周期的上限、下限和上下限</p> <p>设定上、下限的具体值</p>

续上表

搜索类型	说明
频率搜索	 <p>可设定搜索频率的上限、下限和上下限</p> <p>设定上、下限的具体值</p>
占空比搜索	 <p>可搜索正占空比和负占空比</p> <p>可设定搜索占空比的上限下限或上下限</p> <p>设定上限、下限的值</p>
欠幅脉冲搜索	 <p>搜索正欠幅脉冲 搜索负欠幅脉冲 搜索正欠幅脉冲和负欠幅脉冲</p>

9.6 搜索结果显示

搜索功能开启后, 由于全硬件搜索, 使搜索结果立刻实时显示。当示波器处于运行状态, 搜索结果的显示格式如下所示, 相关示例如图 9.3 所示。当示波器处于停止状态, 搜索结果的显示格式如下所示, 相关示例如图 9.4 所示。

Search = 通道编号: 搜索事件总数



图 9.3 运行状态时的搜索结果显示示例

Search = 通道编号: 事件索引/搜索事件总数



图 9.4 停止状态时的搜索结果显示示例

对通道编号、事件索引、搜索事件总数说明如下。

通道编号

通道编号包括 C1 (通道 1)、C2 (通道 2)、C3 (通道 3) 和 C4 (通道 4), 不能同时搜

索两个通道。

搜索事件总数

当示波器处于运行状态，搜索事件总数是当前显示区域中搜索事件的总数；当示波器处于停止状态，搜索事件总数是全采样存储深度范围内的波形。

事件索引

事件索引是当前搜索事件的索引。当前搜索事件位于显示区域的中央，如图 9.5 所示。

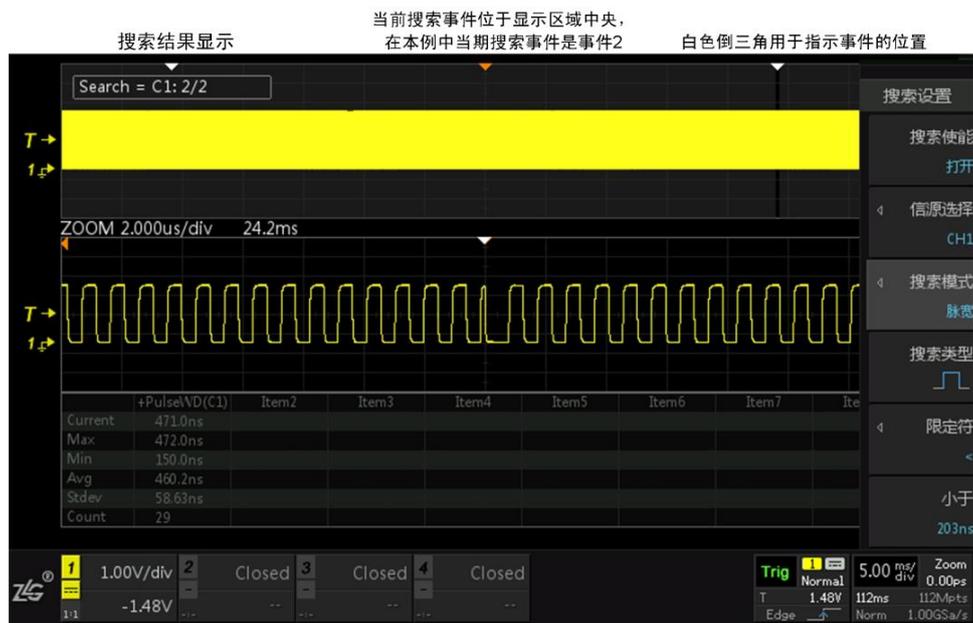


图 9.5 事件索引

9.7 定位搜索事件

当示波器处于停止状态，用户可使用搜索定位键浏览各个搜索事件，如图 9.6 所示。



搜索向前定位键。当示波器处于停止模式时开启

搜索向后定位键。当示波器处于停止模式时开启



调整须查看事件的索引



图 9.6 搜索事件定位查看

10. 协议解码

10. 协议解码.....	101
10.1 概述.....	102
10.2 操作步骤.....	102
10.2.1 选择须解码的协议.....	102
10.2.2 协议触发.....	103
10.2.3 协议参数.....	103
10.2.4 解码设置.....	103
10.2.5 事件表.....	105
10.3 I ² C 触发与解码（免费开放）.....	105
10.3.1 I ² C 触发.....	105
10.3.2 I ² C 解码.....	106
10.3.3 I ² C 触发与解码结果示例.....	107
10.4 UART/RS232/422/485 触发与解码（免费开放）.....	111
10.4.1 UART 触发.....	111
10.4.2 UART 解码.....	112
10.4.3 UART 触发与解码效果图.....	114

10.1 概述

用户可通过解码功能轻松发现通信错误、调试硬件、加快开发进度，并且 ZDS2000 系列示波器支持在全存储范围内对协议解码。如图 10.1 所示。解码帧信息简介如表 10.1。

ZDS2024 Plus 示波器可对四个模拟通道（CH1-CH2-CH3-CH4）的输入信号进行协议解码，包括 MDIO、CAN FD、UART、SPI、I²C、CAN、FlexRay、USB、Wiegand、LIN 等 26 种（完全免费开放）常用协议。按下示波器前面板的【Decode】功能键，显示协议解码菜单如图 10.2 所示。各型号协议种类具体见 17.6。

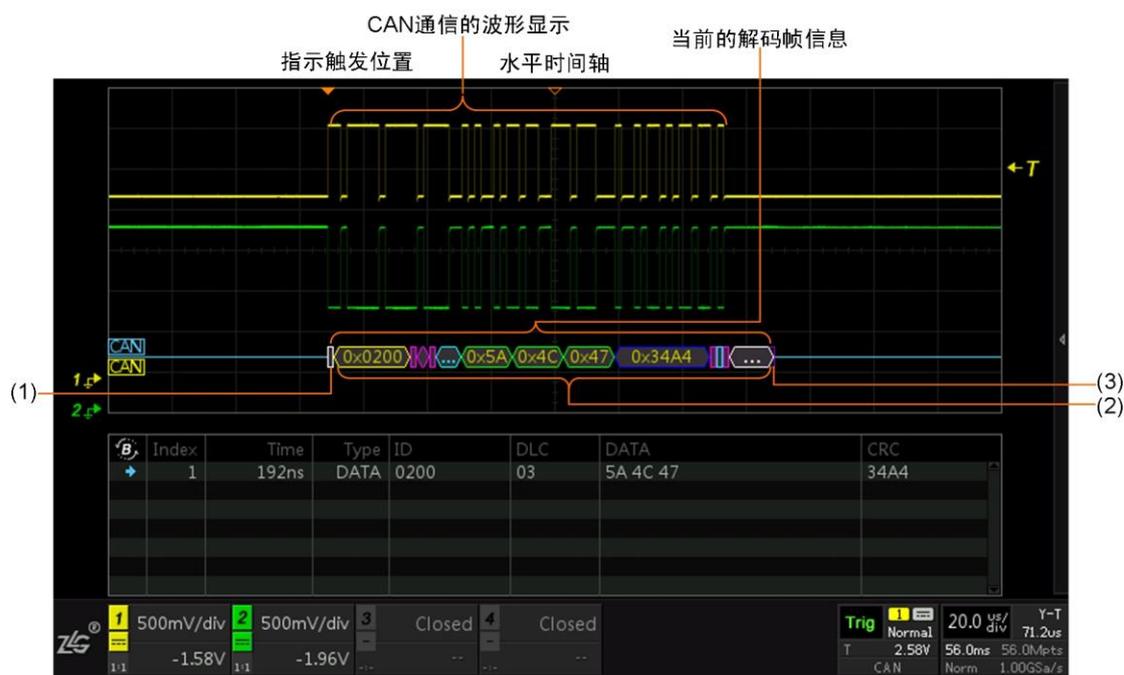


图 10.1 解码功能示意（ZDS2024 Plus）

表 10.1 解码帧信息简介

序号	含义
(1)	最左边括号，用于标记一帧的开始
(2)	与上面波形显示对应的协议解码结果
(3)	最右边括号，用于标记一帧的结束

10.2 操作步骤

10.2.1 选择须解码的协议

首先用户须选择要解码的协议类型。在图 10.2 所示菜单里，用户可选择解码类型如图 10.2 所示，包括：UART、I²C、SPI、CAN FD、CAN、USB、LIN 等。

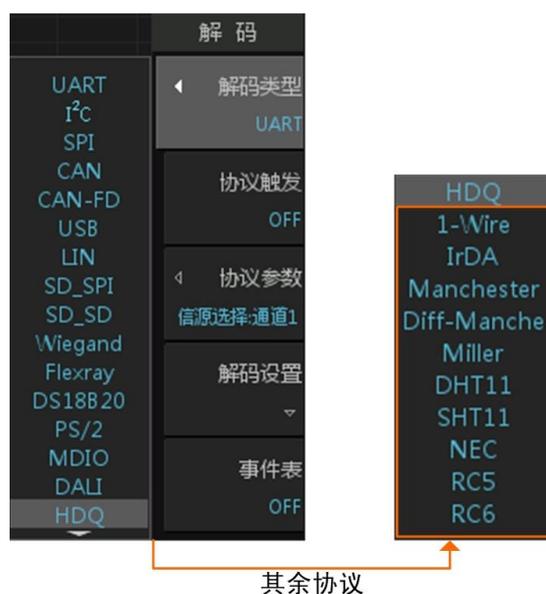


图 10.2 选择须解码的协议

10.2.2 协议触发

用户可设置是否启用协议触发功能,在如图 10.2 所示的协议解码菜单里按下“协议触发”软键, 设置为 ON。

10.2.3 协议参数

在使用解码功能或协议触发功能之前, 用户须设置波形的协议参数。以 UART 为例, 当协议触发设置为 ON 时, 协议参数设置如图 10.3 所示。用户可设置触发模式和触发数据, 触发模式和触发数据菜单的内容取决于具体协议。



图 10.3 设置协议参数

注意: 可通过旋钮 A 在协议参数菜单中选择, 短按旋钮 A 进入相应设置。

10.2.4 解码设置

用户须设置解码功能的参数。首先须进入解码设置菜单, 如图 10.4 所示。



图 10.4 设置解码功能参数

1. 设置通道阈值

在运行解码功能之前，用户须设置通道阈值，高于通道阈值的信号电压识别为高电平，低于通道阈值的信号电压识别为低电平。通道阈值可自动设置，也可手动设置，详见图 10.5。



图 10.5 解码设置说明

2. 显示方式设置

在图 10.6 所示菜单里，按下“显示方式”软键，在弹出的对话框里可选择解码分析结果的显示格式为十六进制、十进制、ASCII 字符，如图 10.6 所示。

注意：当解码类型设置为 CAN 协议、CAN FD 协议与 LIN 协议时，其显示方式默认为十六进制，故此时显示方式选项不可选择。



图 10.6 编码设置

3. 细节显示

用户可选择将解码信息中一些不重要的部分屏蔽暂不显示，便于观察重要数据；在如图 10.4 所示解码设置菜单里，可选择关闭或开启细节显示功能，详见图 10.7 中细节显示功能开启与关闭时的显示内容对比。

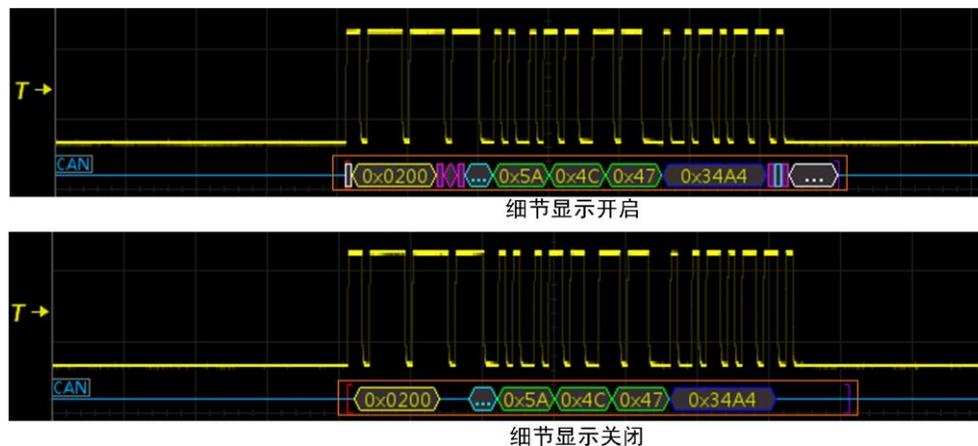


图 10.7 细节显示与细节显示关闭

10.2.5 事件表

示波器支持以列表方式显示当前解码帧的帧信息，即事件表，如图 10.8 所示。

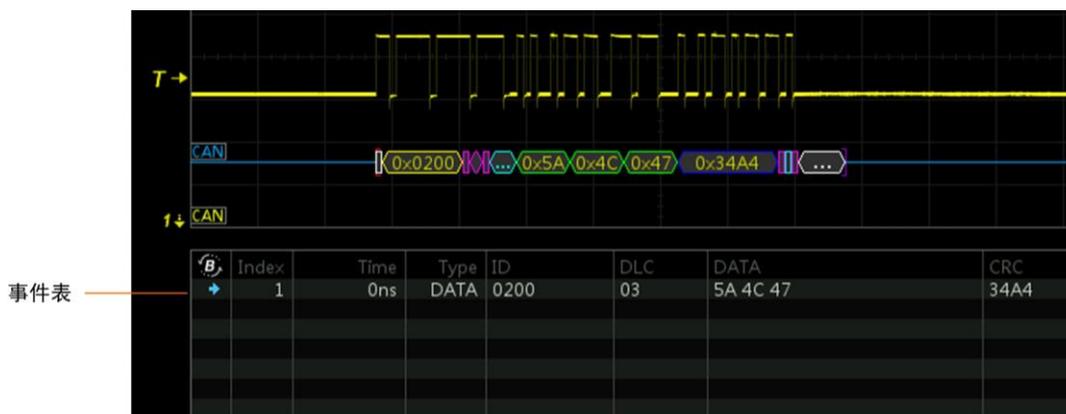


图 10.8 事件表

在图 10.8 中的事件表中，第一栏中的蓝色箭头  为事件表光标，用于指示当前正在查看的事件；“1”为帧的编号；“0ns”为帧的开始时间；“DATA”为帧的类型；“0200”为帧的 ID；后面三栏的内容因协议类型不同而变化，图 10.8 中显示的是 CAN 总线的一些信息：“DLC”为数据长度代码；“DATA”为帧的数据；“CRC”为循环冗余检验。

旋转旋钮 B 可移动事件表光标，当示波器处于停止状态时按下旋钮 B 可定位事件位置。

10.3 I²C 触发与解码（免费开放）

ZDS2000 系列示波器支持在全存储深度范围内解码，高效方便。

本节介绍 ZDS2000 系列示波器的 I²C 触发与解码。

10.3.1 I²C 触发

1. 操作步骤

(1) 设置触发类型

首先按下示波器面板上【Trigger】键，将触发方式设为普通，触发类型设置为 I²C。

(2) 设置协议触发参数

用户按下协议参数软键，可以对协议参数进行设置，其中包括时钟信源、数据信源和触发模式。短按旋钮 A 选中某个信源时，可通过旋转触发旋钮对该通道的触发电平进行调整。

I²C 协议的触发模式包括起始位、结束位和地址值三种。图 10.10 为 0x50 的地址值触发波形。



图 10.9 设置协议触发参数

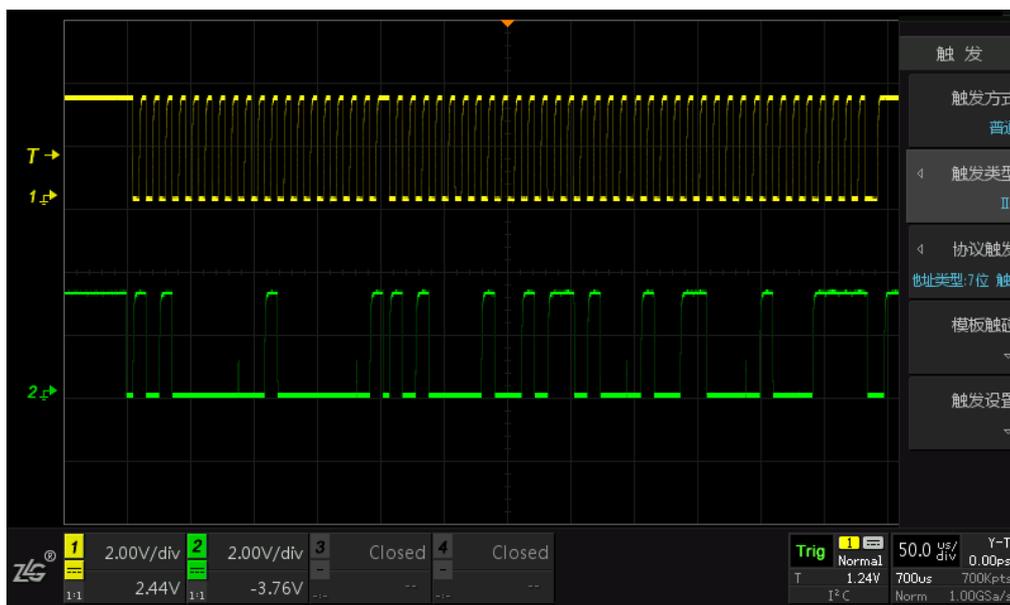


图 10.10 地址值 0x50 触发

接下来介绍 I²C 触发波形的解码功能，使用该功能可更好地观察波形细节。

10.3.2 I²C 解码

1. 操作步骤

(1) 设置解码类型

首先按下示波器面板上【Decode】键。将解码类型设置为 I²C。

(2) 打开协议触发

在解码菜单中按下协议触发软键，使其显示 ON（当对协议进行触发设置后，此处固定为 ON），此操作其实就是将触发类型设置为 I²C。

(3) 设置协议参数

用户按下协议参数软键，可以对协议参数进行设置，其中包括总线设置与触发设置。

总线设置

总线设置包括时钟信源、数据信源和地址类型：

- 时钟信源可以选择 CH1-CH2-CH3-CH4，多个通道不能同时选中同一通道。此项设置应与实际输入示波器的信号类型相符；
- 地址类型默认设为 7 位，还可以设为 10 位。10 位寻址格式与 7 位寻址格式类似，只是主模块通过两个字节的传输来发送从地址。具体区别如图 10.11 与图 10.12 所示。

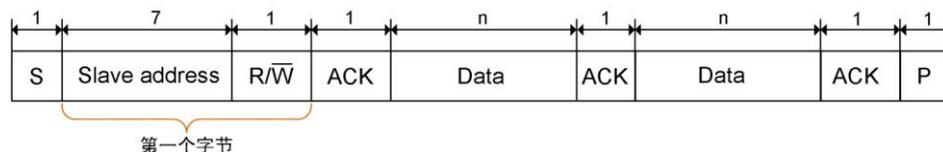


图 10.11 7 位寻址

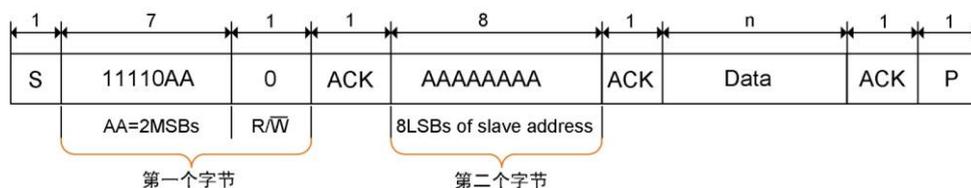


图 10.12 10 位寻址

触发设置

触发设置是对触发模式的设置。 I^2C 协议触发模式共包括 3 种模式：起始位、结束位和地址值。

(4) 解码设置

用户在设置好协议参数后，就可以按下解码设置软键，对协议进行解码，其中包括对阈值的设置、显示方式与细节是否显示。

(5) 打开事件表

按下事件表软键，使其显示 ON，用户可以通过查看事件表更清晰地了解 I^2C 协议信号。同时可以通过旋转旋钮 B 来查看各个事件，在停止状态下，短按旋钮 B 可定位到选中的解码事件。

10.3.3 I^2C 触发与解码结果示例

1. I^2C 协议触发与解码

图 10.14 中设置的协议参数为：通道 1 为时钟信源，通道 2 为数据信源，地址类型为 7 位，触发模式设为地址值，触发地址为 0x50，读写模式为 R，响应类型为 ACK。

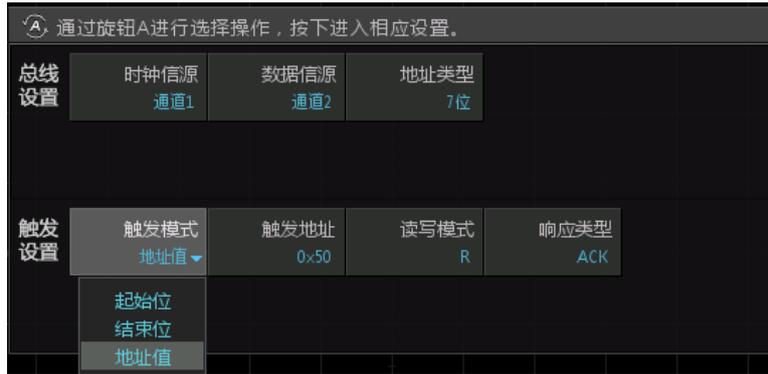


图 10.13 解码协议参数

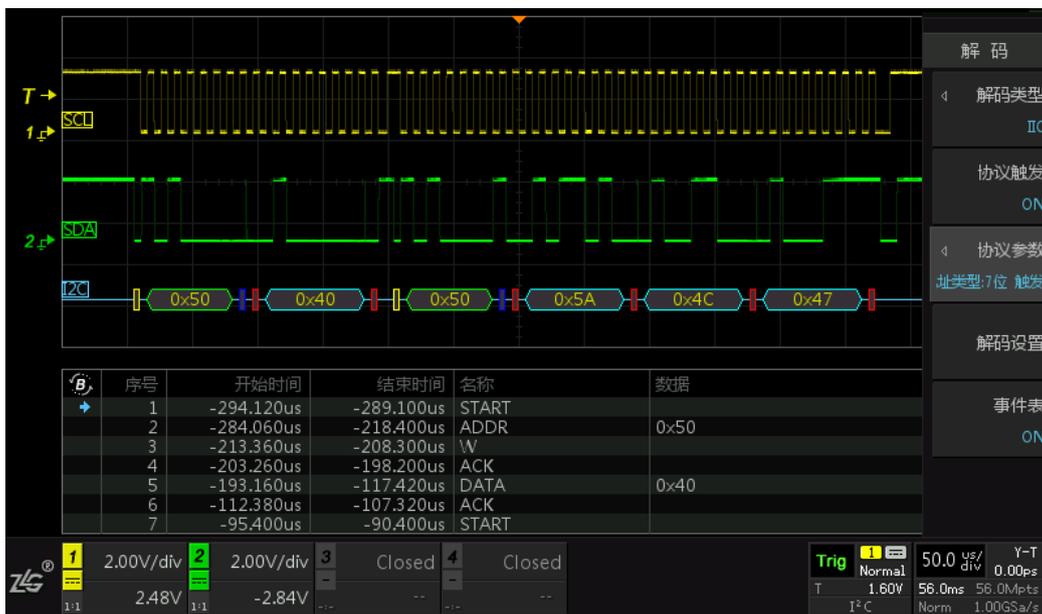
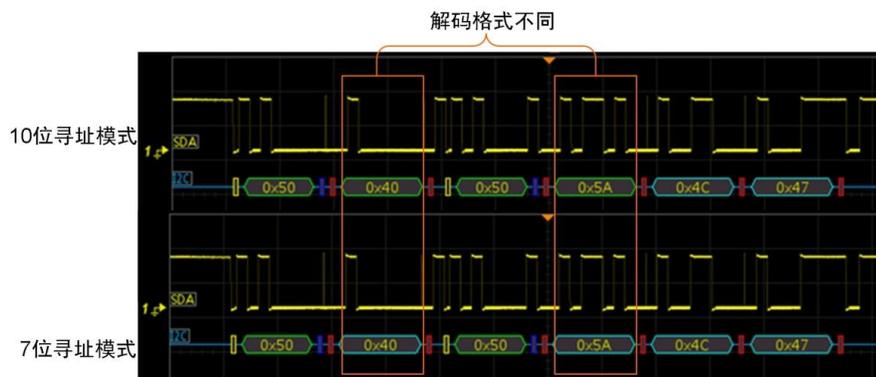


图 10.14 I²C 协议触发与解码图（7 位地址模式）

2. 7 位寻址与 10 位寻址模式设置示例

图 10.15 为 7 位寻址与 10 位寻址的解码与事件表的对比图。



10位寻址模式	序号	开始时间	结束时间	名称	数据
	1	-292.980us	-287.960us	START	
	2	-282.920us	-217.260us	ADDR_H	0x50
	3	-212.240us	-207.160us	W	
	4	-202.140us	-197.080us	ACK	
	5	-192.040us	-116.280us	ADDR_L	0x40
	6	-111.240us	-106.180us	ACK	
	7	-95.420us	-90.400us	START	

7位寻址模式	序号	开始时间	结束时间	名称	数据
	1	-292.980us	-287.960us	START	
	2	-282.920us	-217.260us	ADDR	0x50
	3	-212.240us	-207.160us	W	
	4	-202.140us	-197.080us	ACK	
	5	-192.040us	-116.280us	DATA	0x40
	6	-111.240us	-106.180us	ACK	
	7	-95.420us	-90.400us	START	

图 10.15 7位与十位地址模式解码对比

3. 显示方式设置示例

在解码设置中对解码波形的显示方式进行设置，显示方式包括十六进制、十进制和字符显示三种类型。

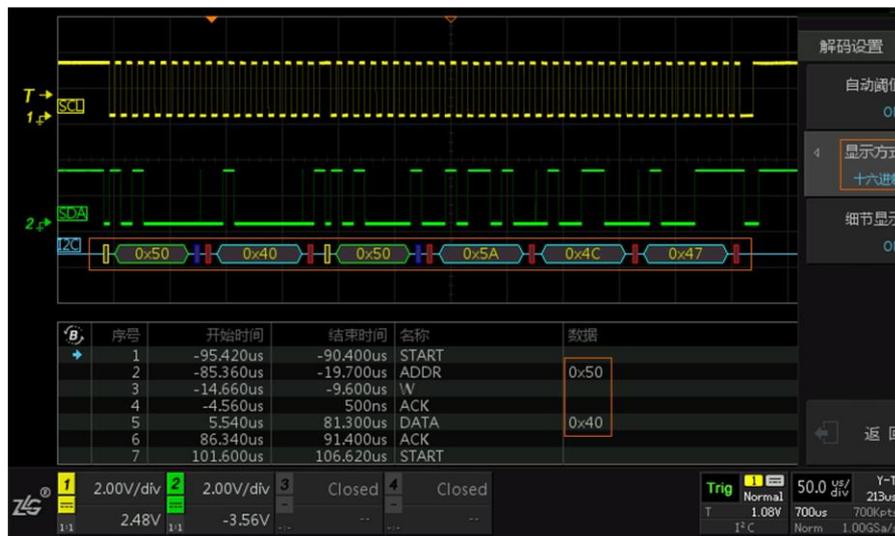


图 10.16 十六进制显示



图 10.17 十进制显示

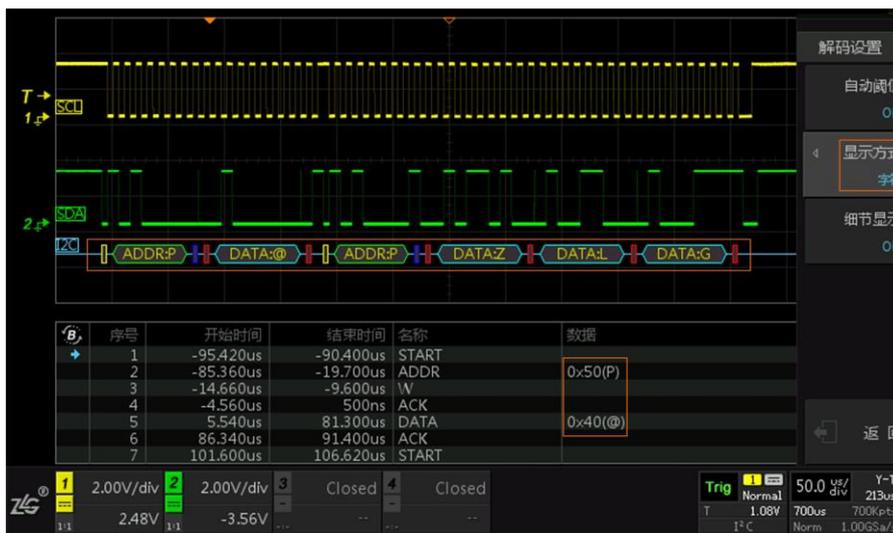


图 10.18 字符显示

4. 细节显示效果图

在解码设置中同样可对细节是否显示进行设置，用户可通过按下细节显示软键，对细节显示设置为 ON 或是 OFF。细节显示与关闭的区别主要体现在解码的事件个数。

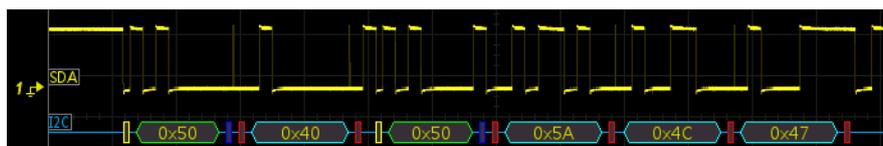


图 10.19 细节显示

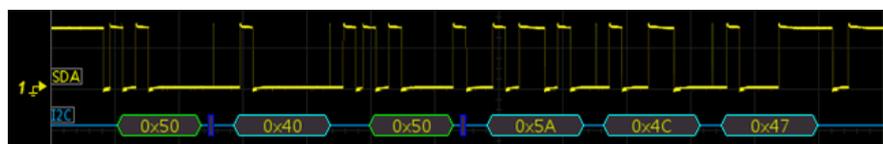


图 10.20 细节关闭

图 10.19 与图 10.20 中解码的事件表显示分别如图 10.21 和图 10.22。由事件表可得知，细节显示时有 16 个事件，而细节关闭时只有 8 个事件。同时可看出，细节关闭的解码内容相对细节显示的解码内容来说，开始位、ACK 位和 NACK 位都没有显示。用户可根据具体情况设置细节的开启与关闭。

序号	开始时间	结束时间	名称	数据
1	-292.640us	-287.600us	START	
2	-282.600us	-216.920us	ADDR	0x50
3	-211.880us	-206.800us	W	
4	-201.800us	-196.720us	ACK	
5	-191.680us	-115.920us	DATA	0x40
6	-110.880us	-105.800us	ACK	
7	-95.400us	-90.360us	START	
8	-85.360us	-19.680us	ADDR	0x50
9	-14.680us	-9.600us	R	
10	-4.560us	520ns	ACK	
11	5.680us	81.480us	DATA	0x5A
12	86.480us	91.560us	ACK	
13	99.560us	175.360us	DATA	0x4C
14	180.360us	185.440us	ACK	
15	192.440us	268.200us	DATA	0x47
16	273.240us	278.320us	NACK	

图 10.21 细节显示完整事件表

序号	开始时间	结束时间	名称	数据
1	-282.840us	-217.160us	ADDR	0x50
2	-212.120us	-207.040us	W	
3	-191.480us	-115.680us	DATA	0x40
4	-85.360us	-19.680us	ADDR	0x50
5	-14.680us	-9.600us	R	
6	6.200us	81.960us	DATA	0x5A
7	97.080us	172.880us	DATA	0x4C
8	187.920us	263.680us	DATA	0x47

图 10.22 细节关闭完整事件表

10.4 UART/RS232/422/485 触发与解码（免费开放）

UART 作为一种常用协议，考虑到用户对该协议的需求，ZDS2000 系列示波器也开放了对 UART 协议的解码与触发。本章主要介绍 UART 协议的触发与解码操作。

这里说的 UART 是指 TTL 电平的串口，而 RS232 是负逻辑电平，故在解码 RS232 时需将电平反相。具体见 UART 解码（3）设置协议参数中的电平反相。同样，在解码 RS422/485 时，也应注意电平是否要设置反相的问题。

在协议进行触发时，要注意设置合适的触发电平，在协议解码操作时，要注意设置合适的解码阈值。

10.4.1 UART 触发

1. 操作步骤

（1）设置触发类型

首先按下示波器面板上【Trigger】键，将触发方式设为普通，触发类型设置为 UART。

（2）设置协议触发参数

用户按下协议参数软键，可以对协议参数进行设置，其中包括触发源、触发模式、波特率和电平反相的设置。



图 10.23 协议参数

ZDS2000 系列示波器 UART 协议的触发模式包括开始触发与数据触发两种。

开始触发

当选择开始位触发则遇到开始位进行触发。

数据触发



图 10.24 数据触发模式设置

当选择数据触发模式时，则需要进一步具体设置，数据输入为十六进制，范围为 0x00~0xFF，可通过旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调。

对于数据触发，用户还须对数据位宽、触发数据、波特率、结束位宽、校验模式、数据模式和电平是否反相进行设置。

其中校验模式包括：Even（偶校验）、Odd（奇校验）、Mark（填充 1）、Space（填充 0）、None（无校验）。系统默认为 None（无校验）。

对协议解码后，可更好地观察协议触发点，下面介绍 UART 解码操作。

10.4.2 UART 解码

1. 操作步骤

(1) 设置解码类型

首先按下示波器面板上【Decode】键。将解码类型设置为 UART。

(2) 打开协议触发

在解码菜单中按下协议触发软键，使其显示 ON（当对协议进行触发设置后，此处固定为 ON），此操作其实就是将触发类型设置为 UART。

(3) 设置协议参数

用户按下协议参数软键，可以对协议参数进行设置，其中包括总线设置与触发设置。



图 10.25 解码协议参数

总线设置

总线设置中包括对 7 个指标的设置。下面分别对其进行介绍。

● 通道使能

用户可在通道使能选项菜单中可选择通道 1、通道 2、通道 3 和通道 4。当四个通道都未选中时，通道使能显示为 NONE。

● 数据位宽

数据位宽可选择 4、5、6、7、8、9、12、16。默认为 8 位，传输模式为 LSB。

● 波特率



图 10.26 波特率自定义

用户可根据通道信号数据的最小脉宽估算通道信号的波特率。

● 结束位宽

结束位为一段数据的结束标志，可以设置为 1 位，1.5 位，2 位。默认为 1 位。

● 校验模式

校验位可有可无，用户可根据自己的具体需要设置。ZDS2022 示波器校验模式可选择：Even（偶校验）、Odd（奇校验）、Mark（填充 1）、Space（填充 0）、None（无校验）。默认为 None（无校验）。

● 数据模式

数据模式有两种选择：LSB、MSB。默认为 LSB。

● 电平反相

在解码的过程中，对原始信号的电平取反，当设置为“TRUE”时，电平反相；当设置为“FALSE”时，电平不反相。

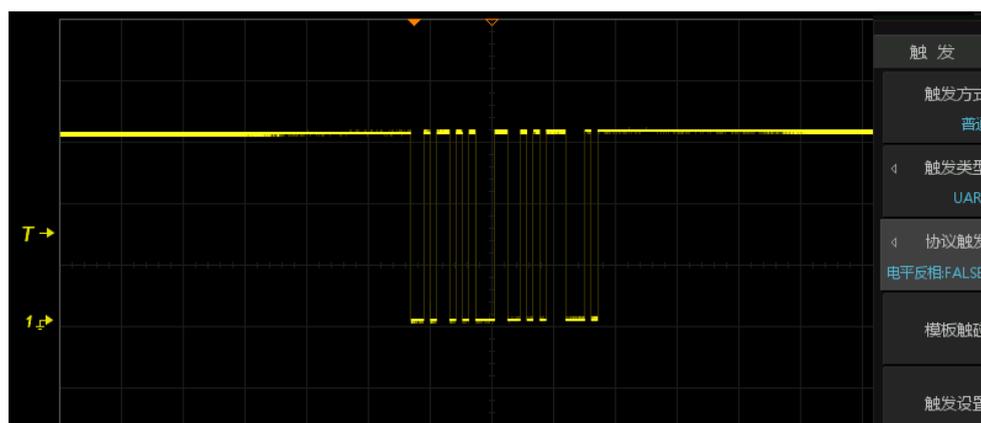


图 10.27 ZDS2000 系列示波器的 UART 信号

触发设置

触发设置分为开始位触发和数据触发，具体内容详见（2）设置协议触发参数。

（4）解码设置

用户在设置好协议参数后，就可以按下解码设置软键，对协议进行解码，其中包括对阈值的设置、显示方式与细节是否显示。

(5) 打开事件表

按下事件表软键，使其显示 ON，用户可以通过查看事件表更清晰地了解 UART 协议信号。同时可以通过旋转旋钮 B 来查看各个事件，在停止状态下，短按旋钮 B 可定位到选中的解码事件。

10.4.3 UART 触发与解码效果图

UART 协议触发设置条件为 8 位数据位宽，触发数据为 0x5A（字符显示为 Z），波特率为 9600，1 位结束位宽，无校验模式，数据模式为默认的 LSB，电平无反相。由图 10.28 中所示可知 UART 协议触发点准确定位在数据 0x5A。

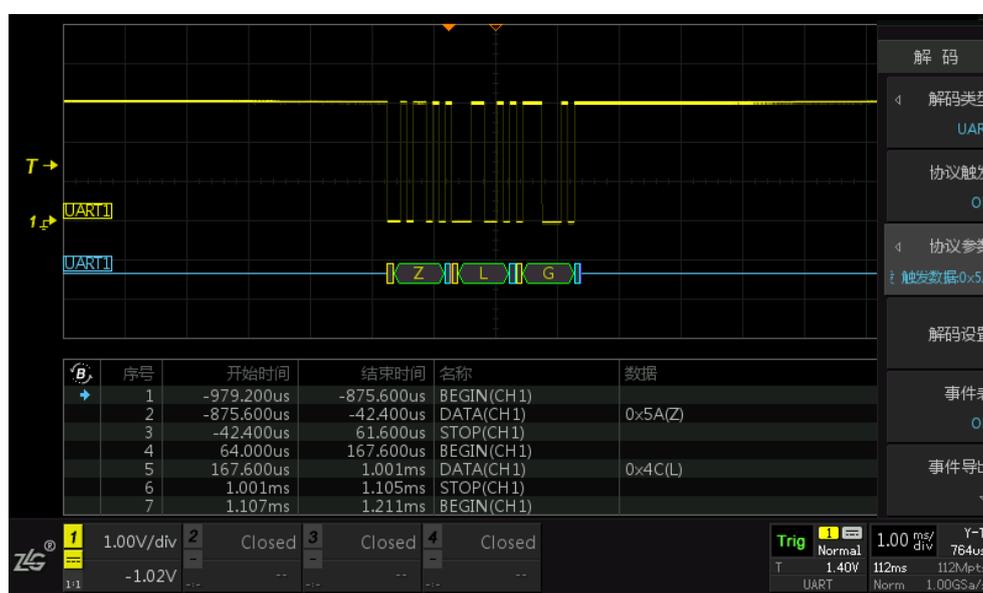


图 10.28 UART 协议触发与解码

11. 数学运算

11. 数学运算.....	115
11.1 概述.....	116
11.2 加法、减法、乘法、除法运算.....	116
11.3 微分.....	117
11.4 积分.....	119
11.5 数字滤波.....	120

11.1 概述

ZDS2000 系列示波器可实现各通道波形的多种数学运算，包括加法（ $A+B$ ）、减法（ $A-B$ ）、乘法（ $A \times B$ ）、除法（ $A \div B$ ）、FFT。用户按下前面板的数学运算功能键，显示数学运算菜单如图 11.1 所示，用户可选择运算模式、运算算子、信源等。

注：当用户改变了“模式选择”、“算子选择”、“信源 A”、“信源 B”中任何一个菜单的设置后，数学运算波形的档位与偏移会被自动设置以进行合适的显示。

11.2 加法、减法、乘法、除法运算

加法（ $A+B$ ）、减法（ $A-B$ ）、乘法（ $A \times B$ ）、除法（ $A \div B$ ）的操作基本一致，下文以加法运算为例说明数学运算功能的操作步骤。加法运算可将信源 A 与信源 B 的波形电压值逐点相加并显示结果。用户可使用如图 2.23 所示辅助功能区的垂直位移旋钮、垂直档位调节旋钮调节运算结果的垂直位移和垂直档位。

1. 选择运算模式

在图 11.1 所示运算菜单里，选择运算模式为基本运算，如图 11.2 所示。



图 11.2 选择基本运算

2. 选择运算类型为加法

选择运算模式后，再选择运算类型为加法，如图 11.3 所示。



图 11.3 选择运算类型为加法

3. 选择加法运算的通道

用户需要选择执行加法运算的通道，可在信源 A 和信源 B 里选择 CH1、CH2、CH3 或 CH4，如图 11.4 所示。



图 11.1 数学运算菜单

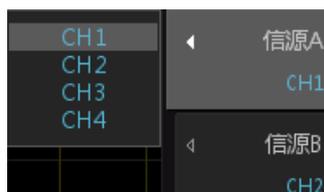


图 11.4 选择运算通道

4. 选择反相显示

用户可选择按下“反相”软键，确定是否打开或关闭运算结果的反相显示，如图 11.5 所示。



图 11.5 选择反相显示

5. 运算结果示例

如图 11.6 所示，是 CH1 波形与 CH2 波形相加的例子。



图 11.6 CH1+CH2 运算示例

11.3 微分

波形微分运算可用于测量波形瞬间的斜率，例如，可使用微分函数来测量运算放大器的转换速率。因为求微分对噪声很敏感，所以将捕获模式设置为平均有助于求微分。波形微分运算的操作步骤如下所述。

1. 选择运算模式

在图 11.1 所示运算菜单里，选择运算模式为基本运算，如图 11.7 所示。



图 11.7 选择基本运算

2. 选择运算类型为微分

选择运算模式后，再选择运算类型为微分，如图 11.8 所示。



图 11.8 选择运算类型为微分

3. 选择微分运算的通道

用户须选择执行微分运算的通道，可在信源 A 里选择 CH1、CH2、CH3 或 CH4，如图 11.9 所示。



图 11.9 选择运算通道

4. 选择反相显示

用户可选择按下“反相”软键，确定是否打开或关闭运算结果的反相显示。如图 11.10 所示，是同一运算结果在“反相 ON”和“反相 OFF”时的显示。

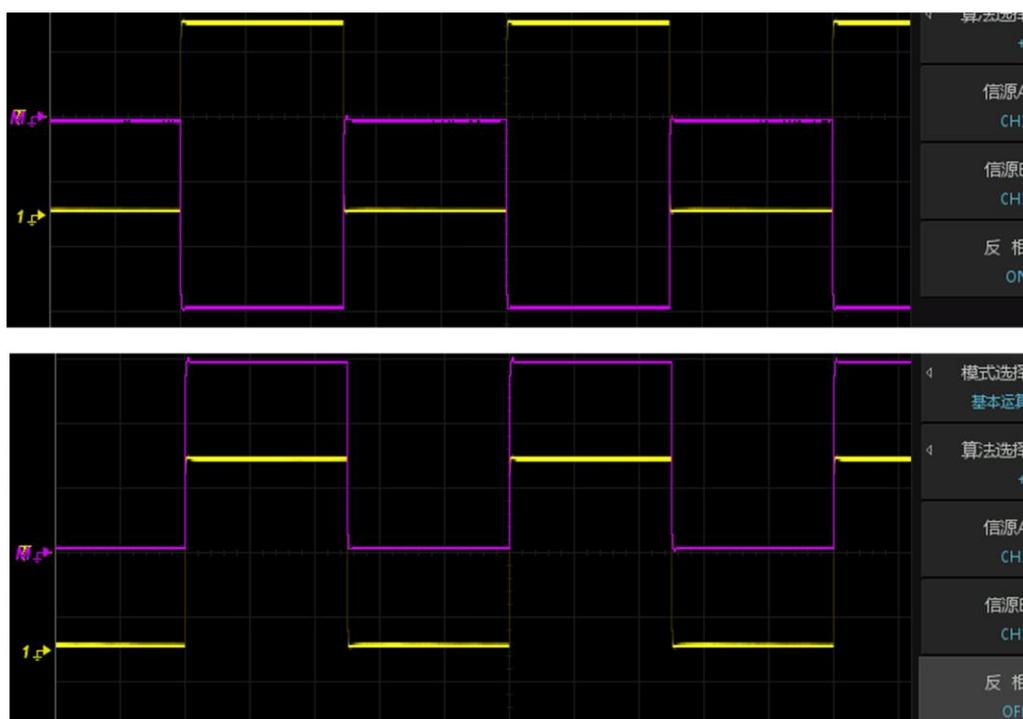


图 11.10 选择是否反相显示

5. 微分运算示例

如图 11.11 所示，是对 CH1 通道执行微分运算的例子。

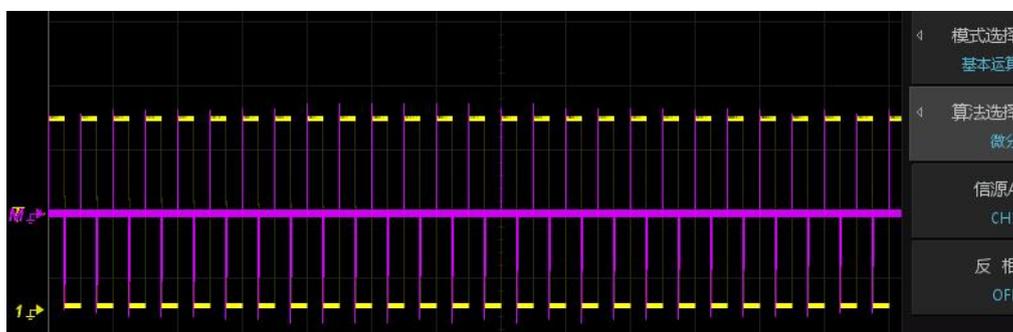


图 11.11 微分运算示例

11.4 积分

ZDS2000 系列示波器支持计算所选信号源的积分，可使用积分以伏-秒为单位计算脉冲能量或测量波形下的面积，操作步骤如下所述。

1. 选择运算模式为基本运算

在图 11.1 所示运算菜单里，选择运算模式为基本运算，如图 11.12 所示。



图 11.12 选择基本运算

2. 选择运算类型为积分

选择运算模式后，再选择运算类型为积分，如图 11.13 所示。



图 11.13 选择运算类型为积分

3. 选择通道

选择执行积分运算的通道，可在信源 A 里选择，如图 11.14 所示。



图 11.14 选择运算通道

4. 选择反相显示

按“反相”软键，可打开或关闭运算结果的反相显示，如图 11.15 所示。



图 11.15 选择反相显示

5. 积分运算示例

如图 11.16 所示，是一个积分运算示例。

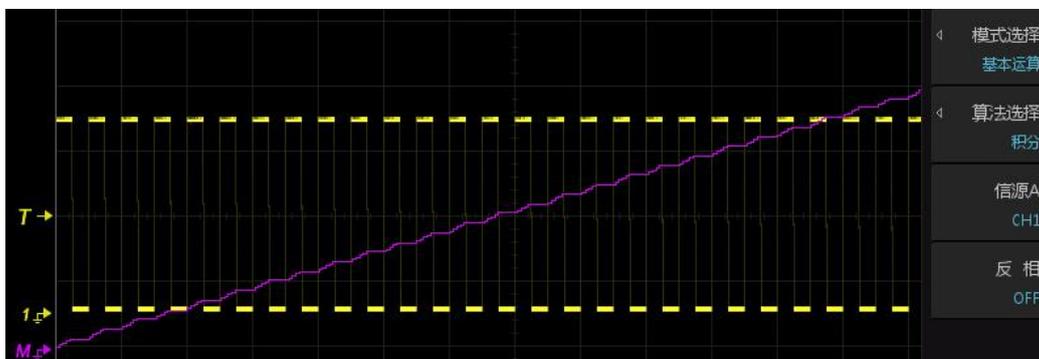


图 11.16 积分运算示例

11.5 数字滤波

11.5.1 概述

数字滤波是 ZDS2024、ZDS2024 Plus 三个四通道示波器特有的功能，它主要是通过一定的运算关系对特定频率的频段或该频段以外的频率进行有效滤除。可以将输入信号的某些频率成分或者某个频带进行压缩、放大，从而改变输入信号的频谱结构。

点击“多功能控制区”的【Math】可进入数学运算界面，在点击菜单右侧相应的【模式选择】，旋转旋钮 A 选中【数字滤波】，短按旋钮 A 即可选择完成，此时显示数字滤波菜单界面，如下图 11.17 所示。



图 11.17 数字滤波界面

注：根据傅里叶级数的展开可知，任何的周期函数都可以用正弦函数和余弦函数构成的无穷级数来表示。傅里叶变换的实质是任何时域的序列都可以表示为不同频率的正弦信号的无限叠加。

11.5.2 滤波面板

滤波面板显示信息如下图 11.18 所示。



图 11.18 滤波面板

其中“运算模式”当为【基本运算】时显示“BASIC”，【FFT】则显示“FFT”，【数字滤波】显示“FILT”。

“信源通道”：显示为 CH1、CH2、CH3 或 CH4。

“滤波类型”：显示为低通滤波“LowPass”或高通滤波“HighPass”。

“垂直偏移量”：通过“多功能控制区”的 M2 旋钮进行调节，M1 旋钮不起作用。

11.5.3 滤波类型

四通道示波器支持低通滤波和高通滤波，点击菜单右侧相应软键【滤波类型】即可进行低通滤波与高通滤波的切换，如下图 11.19 所示。

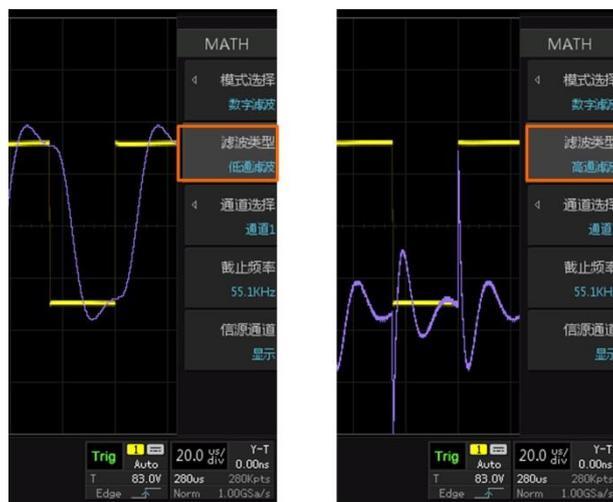


图 11.19 滤波类型选择

11.5.4 通道选择

用户需要选择进行数字滤波的通道，可点击菜单右侧相应软键【通道选择】中选择“通道 1、通道 2、通道 3、通道 4”，通过旋转旋钮 A 可选中通道，短按旋钮 A 即可选择完成。如下图 11.20 所示。

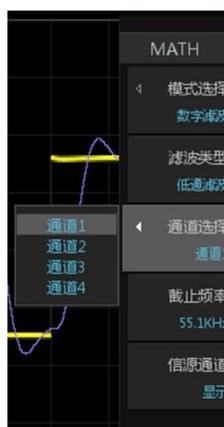


图 11.20 通道选择

11.5.5 截止频率

截止频率即为从滤波器的通带的增益算起下降到-3dB 的位置的频率点。低通滤波和高通滤波的截止频率如图 11.21 所示。

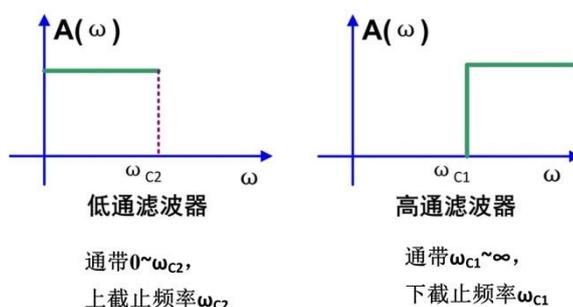


图 11.21 滤波器的幅频特性

低通滤波：它允许信号中的低频或直流分量通过，抑制高频分量或干扰和噪声；通带 $0 \sim \omega_{c2}$ ，上截止频率 ω_{c2} 。

高通滤波：它允许信号中的高频分量通过，抑制低频或直流分量；通带 $\omega_{c1} \sim \infty$ ，下截止频率 ω_{c1} 。

点击菜单右侧相应软键【截止频率】，旋转旋钮 A 或 B 可增大或者减小截止频率，其中旋钮 A 为细调，旋钮 B 为粗调，旋钮顺时针旋转截止频率增大，旋钮逆时针旋转截止频率减小。主要界面如下图 11.22 所示。



图 11.22 截止频率

11.5.6 信源通道

点击菜单右侧相应软键【信源通道】可以切换“显示”信源通道波形或者“隐藏”信源通道波形，如图 11.23 和图 11.24 所示。

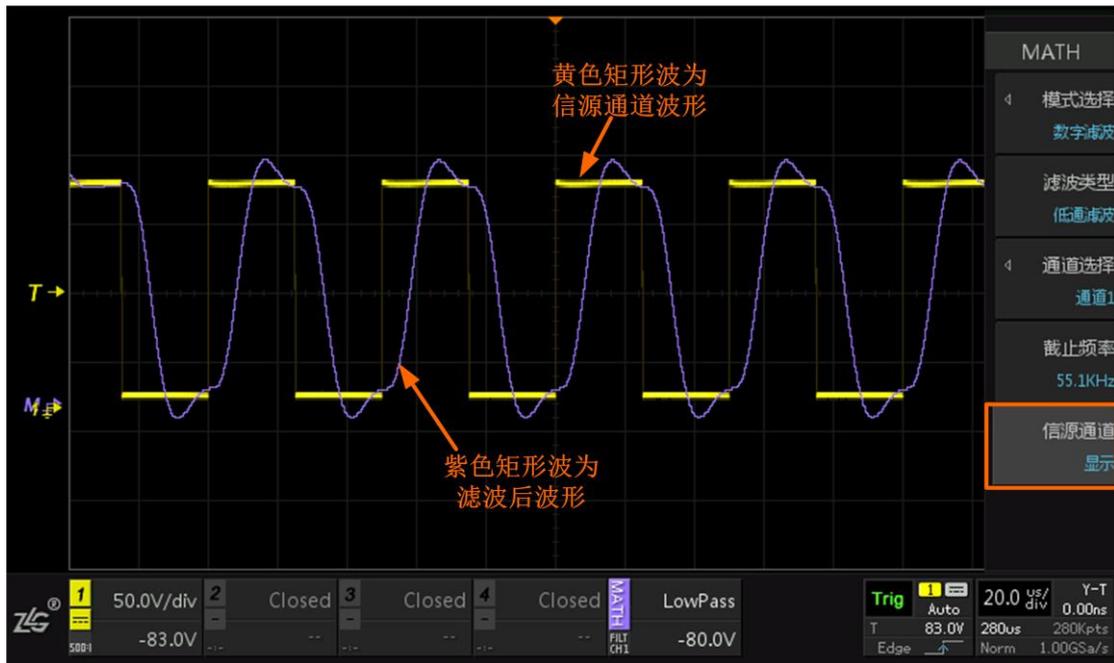


图 11.23 显示信源通道波形



图 11.24 隐藏信源通道波形

11.5.7 具体实例

- 1、使用高压差分探头（普通探头均可）在通道 1 接入电源芯片输出信号如图 11.25 所示，衰减倍数为 X50，信号的频率为 350Hz，点击【Auto Setup】一键捕获波形，波形图如下图 11.26 所示，可以看到电源芯片输出信号的噪声很大，可用数字滤波功能将信号的噪声有效的滤除。

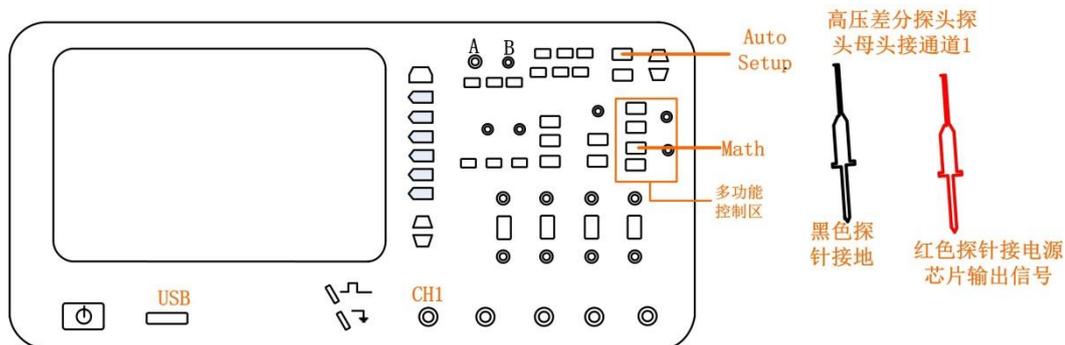


图 11.25 接入电源芯片输出信号



图 11.26 电源芯片输出波形

- 2、点击“多功能控制区”的【Math】进入数学运算界面，点击菜单右侧相应软键【模式选择】，旋转旋钮 A 选中【数字滤波】，短按旋钮 A 选择完成。【滤波类型】选择【低通滤波】，【通道选择】选择【通道 1】，【截止频率】通过旋转旋钮调节，使其大于信号本身的频率，直至信号完整呈现，可设在 1KHz 左右，1K 大概可看到信号的 3 次谐波，其它更高频率的谐波和干扰就会被过滤。具体波形如图 11.27 所示。



图 11.27 滤波后的波形

通过图 11.27 可知，通过较少的计算量，可以使通带内具有很好的平坦度、阻带内有足够的衰减和足够小的阻带纹波，以及陡降的过渡带。

注：数字滤波功能是四通道示波器特有的功能，两通道不予支持，若四通道示波器中无该功能，请到官网下载最新固件，进行升级。

12. 4Mpts FFT 运算

12. 4Mpts FFT 运算	121
12.1 概述.....	128
12.2 FFT 样本点数.....	128
12.3 运算界面.....	128
12.4 FFT 设置操作.....	129
12.4.1 选择运算模式.....	129
12.4.2 选择运算通道.....	130
12.4.3 选择 M 旋钮模式	130
12.4.4 选择 FFT 频谱图的显示模式.....	130
12.4.5 选择窗函数.....	131
12.4.6 单次运算操作.....	131
12.4.7 显示复位.....	131
12.4.8 FFT 频谱图操作.....	131
12.4.9 FFT 频谱表操作.....	132
12.4.10 FFT 报表导出.....	132
12.4.11 相关公式.....	132

12.1 概述

用户可使用 FFT 运算功能计算快速傅立叶变换。执行 FFT 运算后，FFT 频谱被绘制在示波器显示屏上，水平轴的读数单位为赫兹 (Hz)，垂直轴的读数单位为 dB 或 V。使用 FFT 运算功能可查找串扰问题、在模拟波形中查找由放大器非线性引起的失真问题或用于调整模拟滤波器。ZDS2000 系列示波器支持通过 FFT 运算完成以下工作：

- 测量系统中的谐波分量和失真；
- 测量直流电源中的噪声特性；
- 分析振动。

12.2 FFT 样本点数

ZDS2000 系列示波器 FFT 运算支持的样本点数为 500、1K、2K、5K、10K、20K、50K、100K、200K、500K、1M、2M、4M；示波器在运行模式下，支持的最大 FFT 样本点数为 100K 点，在停止模式下支持的最大 FFT 样本点数为 4M 点。具体的 FFT 样本点数由示波器采样点数决定，如下所述。

示波器处于运行模式

当示波器采样点数小于或等于 100K 点，FFT 样本点数在支持的样本点数中取最接近且不大于示波器采样点数的值；当示波器采样点数大于 100K 点，FFT 样本点数固定为 100K 点。

注：当处于 Zoom 显示模式，示波器采样点数以缩放显示视图内的采样点数为准。

示波器处于停止模式

当示波器采样点数小于或等于 4M 点，FFT 样本点数在支持的样本点数中取最接近且不大于示波器采样点数的值；当示波器采样点数大于 4M 点，FFT 样本点数固定为 4M 点。

注：当处于 Zoom 显示模式，示波器采样点数以缩放显示视图内的采样点数为准。

12.3 运算界面

FFT 运算显示界面如图 12.1 所示，相关说明如表 12.1 所示。

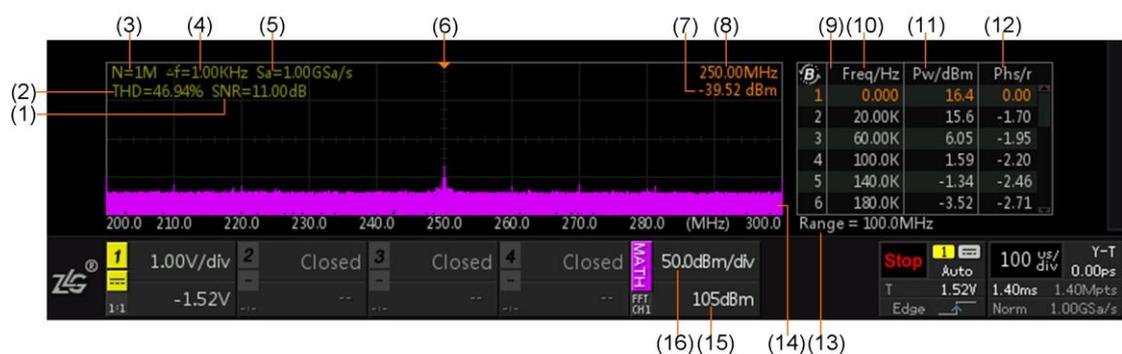


图 12.1 FFT 运算界面

表 12.1 FFT 运算界面描述

位置	名称	说明
图 12.1 中 (1)	信噪比 (SNR)	指基波成分与其它频率成分的比值。能分析出当前信号中的噪声能量, 该值越大代表信号的噪声干扰越小, 相关公式见手册 132 页的表 12.2
图 12.1 中 (2)	总谐波失真 (THD)	指所有谐波成分与基波成分的比值。能分析出当前信号中 50 次以下的谐波成分, 并计算谐波的含量, 该值越小代表信号谐波干扰越小, 相关公式见手册 132 页的表 12.2
图 12.1 中 (3)	FFT 采样点数	用于计算 FFT 的点的数量
图 12.1 中 (4)	频谱分辨率	示波器最小能分辨的频率, 即两个相邻频点之间的频率间隔
图 12.1 中 (5)	FFT 采样率	每秒采集的点的数量
图 12.1 中 (6)	中心频率点标记	标记 FFT 频谱图中心的频率点
图 12.1 中 (7)	中心频率点的 FFT 运算实时值	短按 M1 旋钮, 切换 M 旋钮模式到水平模式, 此时可通过旋转 M2 旋钮调整频谱的水平偏移, 则中心频率点的 FFT 运算实时值会随着频谱的水平移动而变化
图 12.1 中 (8)	中心频率点的频率	FFT 频谱图中心的频率值, 会随着频谱的水平移动实时变化
图 12.1 中 (9)	FFT 频率表	频谱图对应的频率表, 可通过旋转旋钮 B 查看每一个频率点的分析结果, 短按旋钮 B 可快速将该频率点定位到中心频率点处
图 12.1 中 (10)	频率表的频率值	以能量依次减小的顺序, 列出能量前 20 大的频率值
图 12.1 中 (11)	频率表中功率	以能量依次减小的顺序, 列出能量前 20 大的功率值
图 12.1 中 (12)	频率表中相位	以能量依次减小的顺序, 列出能量前 20 大的相位值
图 12.1 中 (13)	频谱范围 Range	短按 M1 旋钮, 切换 M 旋钮模式到水平模式, 此时可通过旋转 M1 旋钮改变频谱档位, 调整频谱范围
图 12.1 中 (14)	FFT 频谱图	对输入信号进行快速傅立叶变换后得到的频谱图
图 12.1 中 (15)	FFT 频谱图垂直偏移	短按 M1 旋钮, 切换 M 旋钮模式到垂直模式, 此时可通过旋转 M2 旋钮调整频谱图的垂直偏移
图 12.1 中 (16)	FFT 频谱图垂直档位	短按 M1 旋钮, 切换 M 旋钮模式到垂直模式, 此时可通过旋转 M1 旋钮调整频谱图的垂直档位

12.4 FFT 设置操作

对 FFT 的设置依次介绍如下。

12.4.1 选择运算模式

按下【Math】键后, 在模式选择中设置运算模式为 FFT, 则 FFT 运算即刻开始, 如图

12.2 所示。



图 12.2 选择 FFT 运算

12.4.2 选择运算通道

运算模式设置完成后，选择须执行 FFT 运算的通道，用户可选择 CH1、CH2、CH3 或 CH4，如图 12.3 所示。



图 12.3 选择执行 FFT 运算的通道

12.4.3 选择 M 旋钮模式

在 MATH 菜单中，还需选择 M 旋钮模式。M 旋钮模式有“水平”和“垂直”两个选项，用于切换 M1 和 M2 旋钮的功能。

当选择“水平”时，M1 旋钮用于调整 FFT 频谱图的水平档位，M2 用于调整 FFT 频谱图的水平偏移；当选中“垂直”时，M1 旋钮用于调整 FFT 频谱图的垂直档位，M2 调整 FFT 频谱图形的垂直偏移，相关菜单如图 12.4 所示。此外，短按 M1 旋钮可切换 M 旋钮的水平或垂直调节方式，短按 M2 旋钮则复位偏移。



图 12.4 M 旋钮模式选择

12.4.4 选择 FFT 频谱图的显示模式

模式选择设置为 FFT 后，可选择显示模式，如图 12.5 所示。

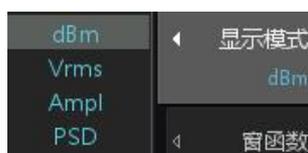


图 12.5 显示模式选择

FFT 频谱图的显示模式如下所述：

- dBm: 以分贝毫瓦方式显示 FFT 结果，计算方式 $\text{dBm} = 20 \log (V_{\text{rms}} / V_{\text{ref}})$ ，其中 $V_{\text{ref}} = \sqrt{1 \text{mW} \times 50\Omega}$ ；
- Vrms: 显示电压有效值；

- Ampl: 显示 FFT 的真实幅值, 且 $V_{rms} = \text{Ampl}/\sqrt{2}$;
- PSD: 显示功率谱密度。

12.4.5 选择窗函数

将模式选择设置为 FFT 后, 可选择窗函数, 如图 12.6 所示。



图 12.6 窗函数选择

FFT 分析研究的是从信号开始到结束时的时域与频域的关系, 当用示波器对信号进行 FFT 分析时, 当前屏幕只会显现一段信号波形, 由于截取周期可能具有不完整性, 则首尾波形能量会分散到整个频谱范围内, 不同的窗函数对这种能量的分散抑制能力是不同的(但不能消除), 用户可根据自己的需求来选择合适的窗函数。

窗函数包括 4 种模式, 对可选择的窗函数说明如下:

- **矩形窗**。频谱图具体为主瓣窄(频率分辨率最佳), 旁瓣大(幅度分辨率最低), 适合测量信号电平前后大致相等的暂态或短脉冲、频率非常接近的等幅正弦波、具有变化较缓慢波谱宽带的随机噪声;
- **汉宁窗**。如果被测信号有多个频率分量, 频谱表现很复杂, 且多关注频率点而非能量的大小时, 可选择汉宁窗;
- **海明窗**。频率分辨率好于汉宁窗。适合测量信号电平前后相差很大的暂态或短脉冲;
- **布莱克曼窗**。频率分辨率最低、幅度分辨率最佳。适合测量单频信号, 寻找更高次谐波。

12.4.6 单次运算操作

当示波器处于运行模式, 并在数学运算菜单选择 FFT 模式后, FFT 运算就开始执行, 直至用户切换到其它的数学运算模式或按下【Run/Stop】键令示波器进入停止模式。

进入停止模式后, FFT 运算完成, 此时用户可执行 FFT 单次运算。在如图 12.7 所示菜单里, 按下“单次运算”软键, 示波器会马上执行一次 FFT 运算。



图 12.7 单次运算

12.4.7 显示复位

在数学运算菜单的第二页, 可执行如图 12.8 所示的显示复位功能, 按下“显示复位”软键后, 频谱图的水平/垂直档位、水平/垂直偏移复位。



图 12.8 显示复位

12.4.8 FFT 频谱图操作

用户可通过 M1 和 M2 旋钮移动和缩放 FFT 频谱图。

M1 旋钮的功能

当 M 旋钮模式为水平时, 旋转 M1 旋钮可调整 FFT 频谱图的水平档位; 当 M 旋钮模式为垂直时, 旋转 M1 旋钮可调整 FFT 频谱图的垂直档位。

短按 M1 旋钮则切换 M1 和 M2 旋钮的工作模式为垂直或水平。

M2 旋钮的功能

当 M 旋钮模式为水平时，旋转 M2 旋钮可调整 FFT 频谱图的水平偏移；当 M 旋钮模式为垂直时，旋转 M2 旋钮可调整 FFT 频谱图的垂直偏移。

短按 M2 旋钮则复位频谱图的垂直或水平偏移。

12.4.9 FFT 频谱表操作

FFT 频谱表的操作是通过旋钮 B 进行的。旋转旋钮 B 可选择频谱表里的频率点，被浏览的频率点变为橙色高亮，此时短按旋钮 B 则可选中该频率点，同时 FFT 频谱图定位至选中浏览事件的频率点，此时中心频率点即为 FFT 频谱表里选中的频率点，其频率值和 FFT 运算实时值^[注]显示于 FFT 频谱图的右上角，详见图 12.9。

注：选中频率点在 FFT 频谱图显示的 FFT 运算实时值保留四位有效数字，而 FFT 频谱表中的 FFT 运算实时值受示波器显示面积所限，仅保留三位有效数字。

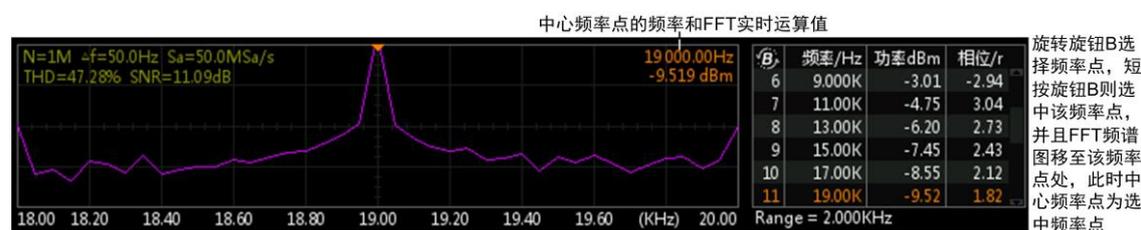


图 12.9 FFT 频谱表操作

12.4.10 FFT 报表导出

FFT 分析和运算结果可导出为报表，详见第 147 页，“FFT 运算结果报表导出”。

12.4.11 相关公式

FFT 运算相关的公式说明如表 12.2 所示。

表 12.2 FFT 相关公式

计算项	公式	说明
dBm	$dBm = 20 \log(V_{rms} / V_{ref})$	分贝毫瓦，其中 $V_{ref} = \sqrt{1mW \times 50\Omega}$ ，下同
Ampl	—	幅值。一个周期内信号的最大绝对值
Vrms	—	电压有效值，即均方根值
PSD	$PSD = 10 \log(V_{rms} / V_{ref} \times \Delta f)$	功率谱密度， Δf 为频谱分辨率
THD	$THD = \sqrt{\sum_{i=2}^{50} \frac{V_i^2}{V_1^2}}$	示波器将当前频谱中除直流分量外值最大的频点认为是基波，公式中 V_1 为基波有效值， V_i 为谐波有效值
SNR	$SNR = 10 \lg\left(\frac{P_1}{P_{total} - \sum_{i=1}^6 P_i}\right)$	示波器将当前频谱中除直流分量外值最大的频点认为是信号，公式中 P_1 为信号功率， P_i 为谐波功率，去除了前 6 次谐波功率

13. 参考波形

13. 参考波形.....	133
13.1 概述.....	134
13.2 使能参考波形通道.....	134
13.3 选择当前通道.....	134
13.4 选择信源.....	134
13.5 暂存波形/清除波形.....	134
13.6 参考波形文件的导出/导入.....	135

13.1 概述

用户可将模拟通道波形保存到示波器中的参考波形位置然后与其它波形进行比较,从而判断故障原因。

此外,用户可将参考波形保存到内部或外部存储器的参考波形文件,或从参考波形文件导出保存的参考波形进行显示。

注:时基为 X-Y 模式时,不能启用参考波形功能。

ZDS2024 Plus 示波器最多可提供 5 个参考波形通道。启用参考波形功能后,用户可执行如下操作:

- 设置参考通道的信号源;
- 设置参考波形的垂直档位和位移;
- 保存参考波形到内部或外部存储;
- 调出参考波形显示。



图 13.1 参考波形设置菜单

按下前面板上如图 13.1 所示的参考波形功能键,弹出参考波形设置菜单如图 13.1 所示。

13.2 使能参考波形通道

ZDS2000 系列示波器提供 5 个参考波形通道,可分别设置是否使能。用户可在如图 13.1 所示的参考波形设置菜单里,按下“通道使能”软键,使能各个参考波形通道,如图 13.2 所示。

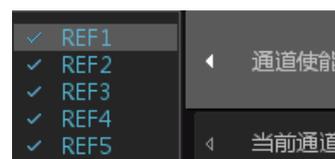


图 13.2 参考波形通道

13.3 选择当前通道

用户如果需要对某一参考波形通道进行操作,可设置该参考波形为当前通道。在如图 13.1 所示的参考波形设置菜单里,按下“当前通道”软键,选择当前通道,如图 13.3 所示。

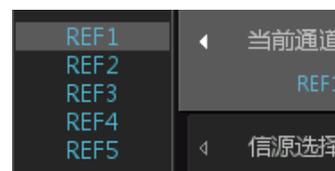


图 13.3 选择当前通道

13.4 选择信源

选择当前通道之后,用户可选择 CH1、CH2、CH3 和 CH4 通道作为当前通道的信号源。在如图 13.1 所示的参考波形设置菜单里,按下“信源选择”软键,选择信号源,如图 13.4 所示。



图 13.4 信源选择通道

13.5 暂存波形/清除波形

在如图 13.1 所示的参考波形设置菜单里,按下“暂存波形”软键则当前参考通道的波形被保存,并作为参考波形显示,如图 13.5 所示;按下“清除波形”软键,则清除当前参考波形的显示和当前暂存的参考波形。

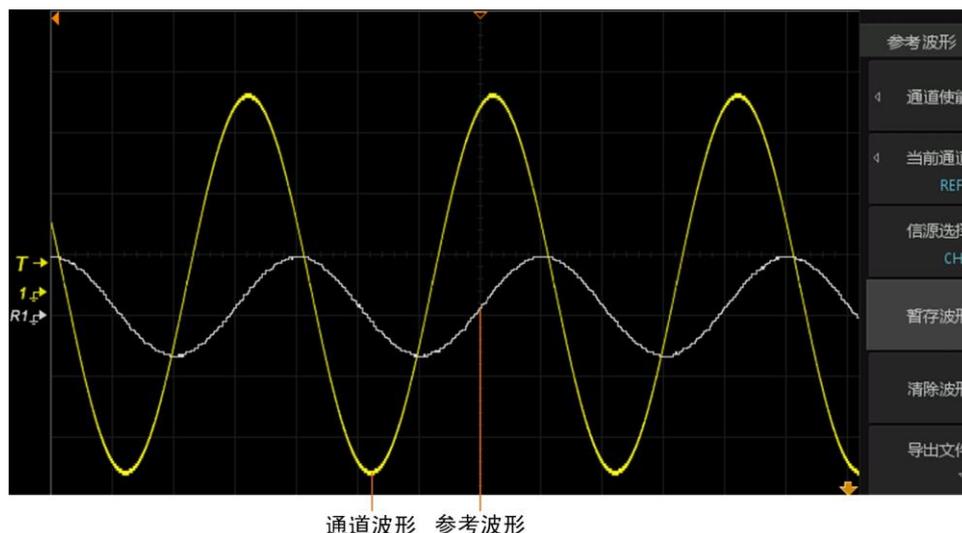


图 13.5 参考波形显示与对比

13.6 参考波形文件的导出/导入

1. 导出文件

用户可将当前参考波形的波形数据，水平和垂直缩放档位、水平和垂直偏移、探头衰减比等测量设置信息保存至内部 Flash 存储器或外部 U 盘。参考波形文件的文件名格式为“*.ref”。如图 13.6 所示，按下“导出文件”软键，进入文件保存界面。请参考“存储与导入”一节中的相关说明将参考波形保存到内部或外部存储器中。



图 13.6 导出文件

2. 导入文件

用户还可将仪器内部 Flash 存储器或外部 U 盘中存储的参考波形文件导入，显示保存的参考波形。在参考波形的下页菜单中按下“导入文件”软键，进入文件导入界面，如图 13.7 所示。请参考“存储与导入”一章中的相关说明将参考波形导入内存。

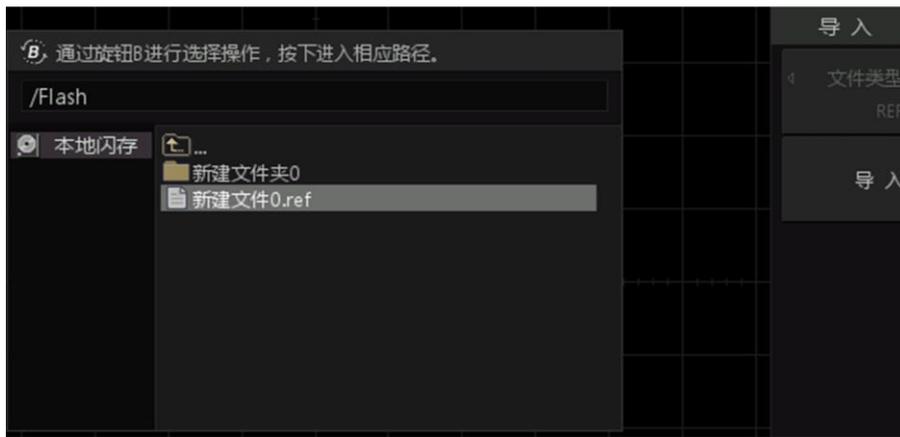


图 13.7 导入参考波形文件

14. 存储与导入

14. 存储与导入.....	137
14.1 概述.....	138
14.2 存储.....	138
14.2.1 波形数据和设置信息存储.....	138
14.2.2 报表生成.....	145
14.3 导入.....	150

14.1 概述

用户可将当前示波器的设置、波形数据、屏幕图像以多种格式保存到内部存储器或外部 USB 存储设备，可存储的文件大小仅受内部存储器或外部 USB 存储设备的容量限制；并且，用户可在需要时导入这些文件。另外，示波器更有创新的 ScopeReport™ 功能，可对所有协议解码分析和 FFT 分析“打包”，自动生成 html 或 CSV 格式的报告。

14.2 存储

用户按下前面板如图 14.1 所示的【Save/Recall】键，打开存储/导入菜单。

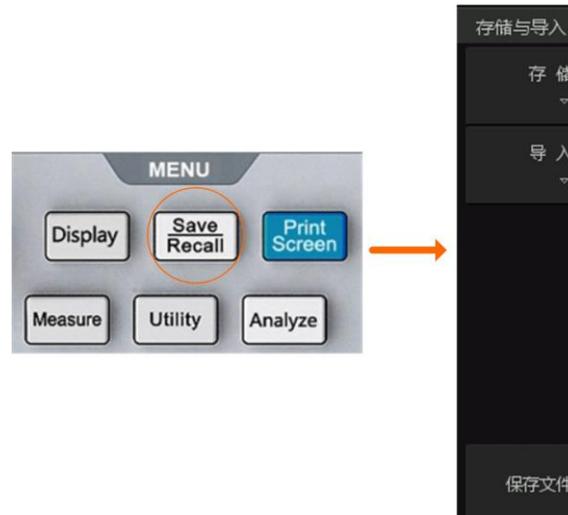


图 14.1 存储菜单

14.2.1 波形数据和设置信息存储

1. 存储格式

对于波形数据和设置信息，ZDS2000 系列示波器提供了多种存储格式供用户选择。

ZDS2000 系列示波器支持的存储格式包括：

- 设置文件；
- 二进制数据；
- CSV 数据；
- BMP/JPG/PNG/灰度图像。

各种存储格式的存储信息和导入简单说明如表 14.1 所示。其中，BMP/JPG/PNG/灰度（BMP）存储都是常见的存储格式，这里不再详细介绍，仅分别对设置文件、二进制数据、CSV 数据进行说明。

表 14.1 存储格式与导入

存储格式	保存信息	保存方式	导入说明
设置文件	示波器的设置信息	以“*.stp”格式存至内部或外部存储	可导入/导出任意示波器设置
二进制数据	选中通道的二进制一维原始数据	以“*.wfm”格式存至内部和外部存储器	不支持导入
CSV 数据	屏幕显示或指定通道的波形数据	以单个“*.CSV”格式文件存至内部或外部存储器，可指定文件名和保存的路径	不支持导入
BMP 图像	屏幕图像	屏幕图像以“*.BMP”格式存至内部或外部存储器中，可指定文件名和保存的路径	不支持导入
JPG 图像	屏幕图像	屏幕图像以“*.JPG”格式存至内部或外部存储器中，可指定文件名和保存的路径	不支持导入
PNG 图像	屏幕图像	屏幕图像以“*.PNG”格式存至内部或外部存储器中，可指定文件名和保存的路径	不支持导入
灰度图像	仅保存屏幕图像的灰度信息	屏幕图像以“*.BMP”格式存至内部或外部存储器中，可指定文件名和保存的路径	不支持导入

(1) 设置文件

设置文件的扩展名为.stp，存储示波器的系统设置。用户可将示波器的设置导出到存储器，或者从存储器导入到示波器。

(2) 二进制数据

二进制数据的扩展名为.wfm，主要用于存储选中存储通道的二进制一维原始数据，其格式如图 14.2 所示。

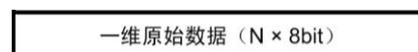


图 14.2 二进制存储格式

如图 14.2 所示，一维原始数据的基本单位“8bit”指示 ZDS2000 系列示波器的 ADC 是 8 位的，每个采样点占用 1 个字节。其中，一维原始数据中 N 的具体大小与示波器设置的存储深度、捕获模式、时基档位及存储中设置的数据长度（屏幕/内存）有关。

(3) CSV 数据

CSV 数据也即 Comma Separated Values，是一种逗号分隔值文件格式，其文件以纯文本形式存储表格数据。ZDS2000 系列示波器的 CSV 数据文件里，包含设备信息、水平档位、水平偏移、采样率、触发模式、通道源以及通道的相关信息等。

2. 磁盘选取

用户在存储路径里选择须管理的磁盘，之后即可在磁盘内进行文件夹新建/删除/重命名等操作，如图 14.3 所示。



图 14.3 进入本地闪存

3. 新建文件夹

进入如图 14.3 所示的文件列表界面后，用户可按下“新建文件夹”，设置新文件夹的名称，如图 14.4 所示。新文件夹的名称可以由 0~9 和英文字符和“.”、“_”任意组合而成。



图 14.4 新建文件夹操作说明

4. 自定义文件名

用户可对文件执行自定义文件名操作（不支持对文件夹执行自定义文件名操作）。首先，用户按下“存储文件名”软键，弹出文件名输入界面，如图 14.5 所示。文件名可以由 0~9 和英文字符和“.”、“_”任意组合而成。



图 14.5 自定义命名操作

命名方式

如图 14.6 所示，命名方式可选择“输入文件名”或“以时间命名”。在“输入文件名”命名方式下，用户输入文件名；在“以时间命名”命名方式下，示波器自动按“年月日-时分秒”的格式，用系统时间为文件命名，例如：“20141230_111830”。



图 14.6 自定义命名操作

移动名称光标

按下“名称光标”后，用户可使用旋钮 A 控制文件名输入对话框里的光标，如图 14.4 所示。旋钮 B 用于选择键盘字符。

自动增加

自动增加是指以用户定义的文件名为基准，在文件名后增加一个后缀：“_索引号”；每保存一次文件，则后缀里的索引号增加 1，文件名后缀自动增加的一个范例如图 14.7 所示。

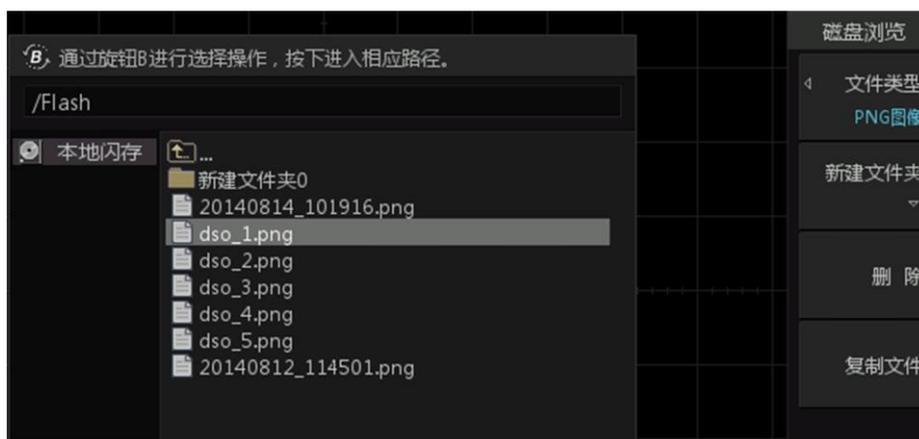


图 14.7 自动增加命名示例

5. 保存文件

在按下“保存文件”软键之前，须确定存储类型、存储路径、存储文件名或其它存储参数，不同的存储类型，则保存文件的菜单也有所不同，存储参数也不同。执行文件保存操作。

注：当执行文件保存操作时，示波器上除电源键以外的所有按键均无效。

当选择图像反色为 ON 时，保存图像的 RGB 颜色编码会按位取反后再保存，图像反色

示例如图 14.8 所示，图像反色参数设置如图 14.9 所示。

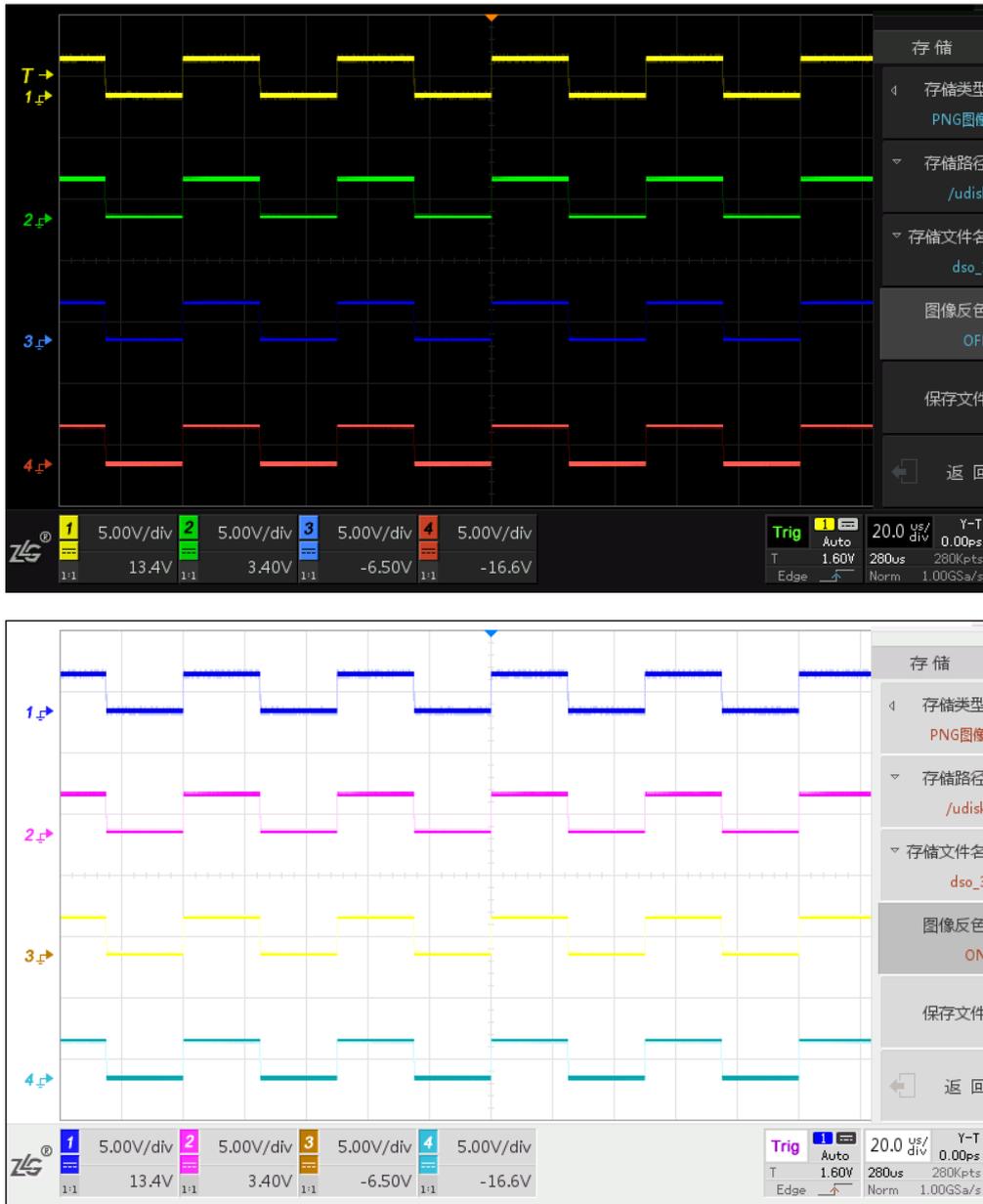


图 14.8 图像反色示例



图 14.9 图像反色参数

存储通道设置如图 14.10 所示。若选择二进制和 CSV 存储类型，还须设置存储数据长度，详见图 14.10。



图 14.10 存储通道和数据长度说明

6. 删除文件/文件夹

用户可删除外部或内部磁盘的指定文件或文件夹，操作步骤见图 14.11。

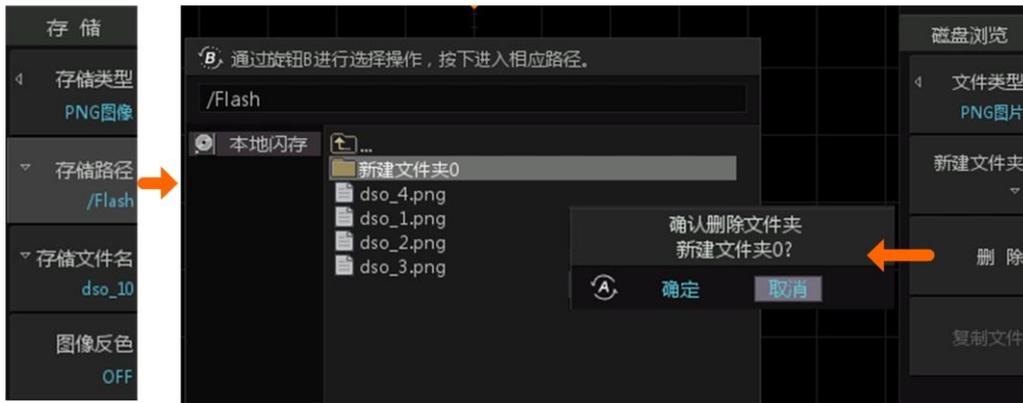


图 14.11 删除文件/文件夹

此外，用户可一次性删除内部磁盘的所有文件，首先选中内部磁盘，然后再执行“删除”功能，如图 14.12 所示。



图 14.12 删除本地闪存的所有文件

7. 复制和粘贴文件

用户可将内部存储器中的文件复制，再粘贴至外部存储器的指定路径，步骤如下所述。

(1) 复制文件

首先进入须复制文件所在的路径，然后复制指定的文件，如图 14.13 所示。

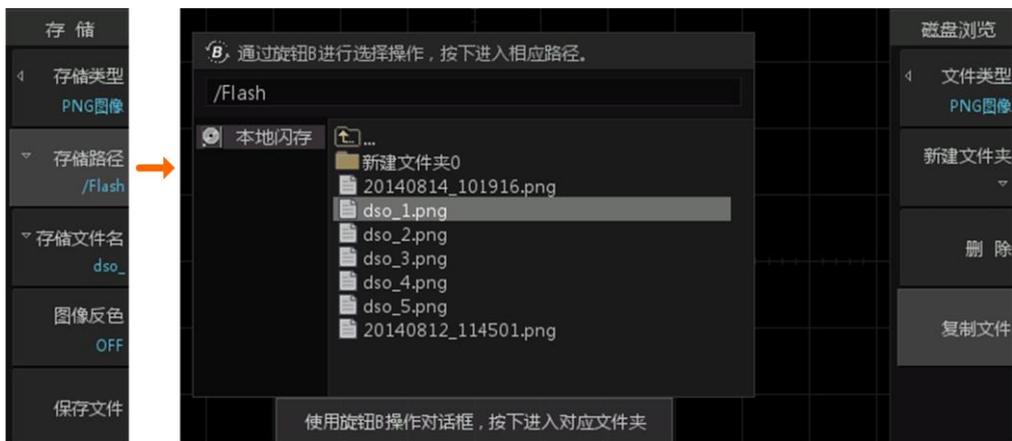


图 14.13 进入复制文件所在的路径

(2) 粘贴文件

完成复制后，即可将复制内容从内部存储器粘贴至外部存储器，如图 14.14 所示。注意，

文件只能粘贴至外部存储器。



图 14.14 粘贴文件操作示意

8. 一键存储

用户可按下【Print Screen】键，将当前的屏幕显示以 JPG、PNG、BMP、灰度格式保存到指定存储路径。一键存储的设置存储在存储/导入菜单完成。若不指定存储格式，则按下【Print Screen】键后，默认以 PNG 格式保存屏幕显示。

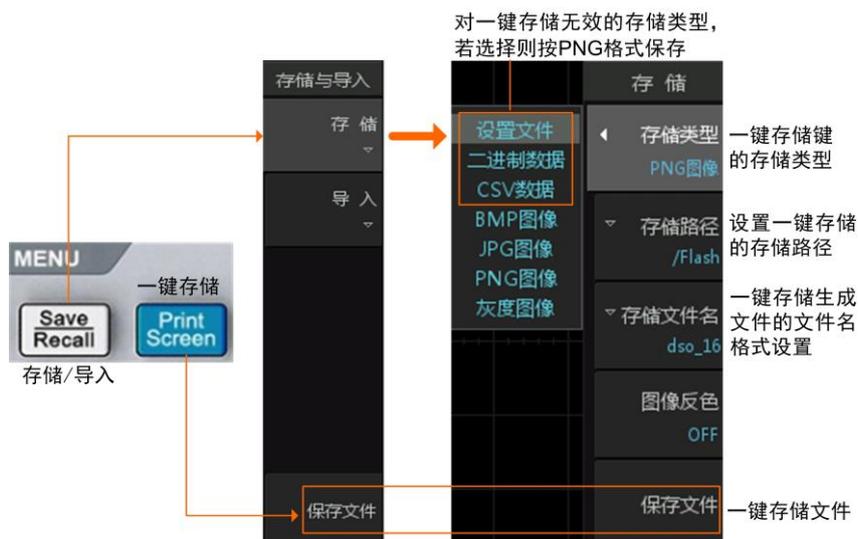


图 14.15 一键存储按键

14.2.2 报表生成

通过 ScopeReport™ 功能, 可对所有协议与 FFT 分析结果“打包”, 自动生成 html 或 CSV 格式的报告供用户浏览。

1. 解码事件表报表导出

用户可在协议解码功能里将解码分析的结果导出报表。当协议解码处于运行状态时, 按下【Run/Stop】键令示波器进入停止状态, 此时出现“事件导出”软键, 按下“事件导出”软键, 并选择“报表网页”, 执行导出报表功能, 如图 14.16 所示。保存报表之前, 可设置报表的保存路径和文件名, 如图 14.16 所示。



图 14.16 解码事件表的报表文件导出



图 14.17 设置存储路径和存储文件名

生成的一个报表文件实例如图 14.18 所示。

ZLG ZDS2022

Date : 2014-08-12

Time : 15:03:40

Type : Decoder



ScopeReport



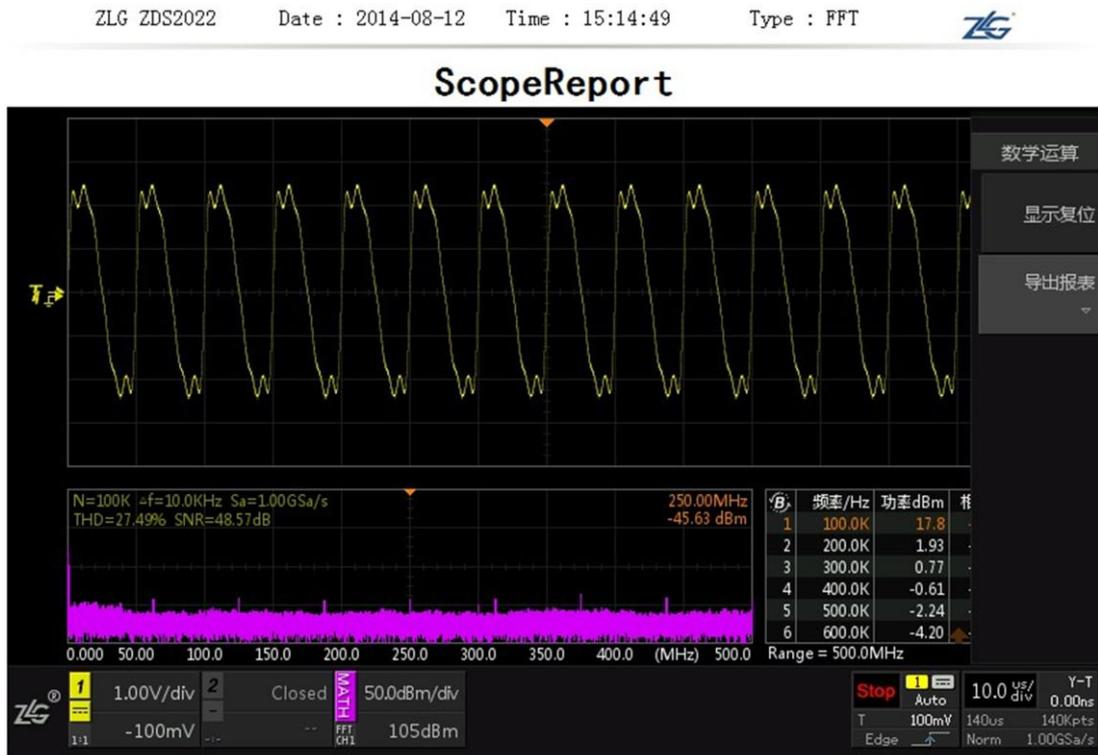
序号	开始时间	结束时间	名称	数据
1	3.111ms	3.215ms	BEGIN(CH1)	
2	3.215ms	4.048ms	DATA(CH1)	0x55
3	4.048ms	4.152ms	STOP(CH1)	
4	4.187ms	4.291ms	BEGIN(CH1)	
5	4.291ms	5.124ms	DATA(CH1)	0xAD
6	5.124ms	5.228ms	STOP(CH1)	
7	5.277ms	5.381ms	BEGIN(CH1)	
8	5.381ms	6.214ms	DATA(CH1)	0x5A
9	6.214ms	6.318ms	STOP(CH1)	
10	6.333ms	6.437ms	BEGIN(CH1)	
11	6.437ms	7.270ms	DATA(CH1)	0x4C
12	7.270ms	7.374ms	STOP(CH1)	
13	7.389ms	7.492ms	BEGIN(CH1)	
14	7.492ms	8.326ms	DATA(CH1)	0x47
15	8.326ms	8.430ms	STOP(CH1)	
16	8.444ms	8.547ms	BEGIN(CH1)	
17	8.547ms	9.381ms	DATA(CH1)	0x2E
18	9.381ms	9.485ms	STOP(CH1)	

图 14.18 解码事件表报表实例

2. FFT 运算结果报表导出

用户可通过 FFT 报表导出功能，将 FFT 运算结果作为报表文件保存到内部和外部磁盘，图 14.19 所示是一个 FFT 报表文件的部分内容。FFT 报表输出功能仅在示波器处于停止模式

时可用。FFT 报表功能菜单如图 14.20 所示，用户可在内部或外部磁盘里管理 FFT 报表文件。



序号	频率/Hz	功率/dBm	相位/rad
1	100.0K	17.8	-1.64
2	200.0K	1.93	-1.69
3	300.0K	0.77	-1.75
4	400.0K	-0.61	-1.81
5	500.0K	-2.24	-1.86
6	600.0K	-4.20	-1.91
7	0.000	-7.69	0.00
8	375.0M	-39.6	-2.46
9	125.0M	-43.9	1.43
10	437.5M	-44.3	0.02
11	250.0M	-45.6	0.39
12	312.5M	-45.7	-2.83
13	375.1M	-46.5	3.05
14	62.50M	-46.8	-2.31
15	249.9M	-47.3	-0.85
16	499.9M	-47.4	-1.49
17	187.5M	-47.8	-0.56
18	374.9M	-48.1	0.05
19	250.1M	-48.3	2.20
20	4.700M	-49.6	-1.20

图 14.19 FFT 报表

导出报表

首先，需要令示波器进入停止状态，然后选择导出报表，并且选择需要在磁盘浏览视图里显示的文件类型，用户可选择只显示网页文件也可显示所有文件，如图 14.20 所示。



图 14.20 FFT 报表导出功能

然后使用旋钮 B 在磁盘浏览对话框里选择保存文件的路径，用户也可在指定路径里新建文件夹用于存储 FFT 报表，如图 14.21 所示。



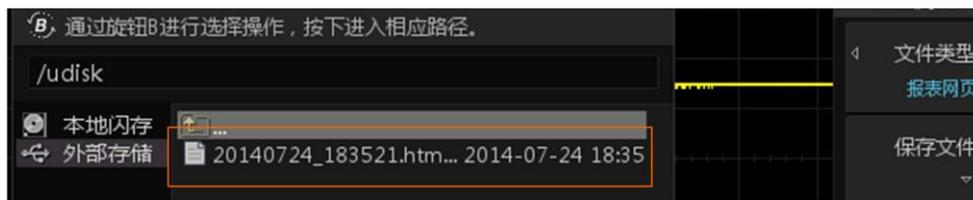
图 14.21 选择报表存储路径

保存文件名

接下来，需要确定保存文件的名称。按下图 14.21 所示的“保存文件”软键，选择命名方式，用户可以选择“输入文件名”也可选择“以时间命名”。若选择“输入文件名”，则文件名由用户直接输入，光标由旋钮 A 和旋钮 B 一起控制，如图 14.22 所示。若选择“以时间命名”，则由系统自动按“年月日_时分秒.html”的命名格式命名，如图 14.23 所示。



图 14.22 输入文件名



以系统时间自动命名的报表文件

图 14.23 以系统时间自动命名的报表文件

最后，按下图 14.22 所示的“确认输入”软键，确认保存文件名，然后在图 14.23 所示菜单里按下“保存文件”软键，即执行文件保存操作，此时系统会显示文件保存进度条直至保存完成。当文件保存时，除电源键以外的所有按键均无效。

14.3 导入

只有设置文件波形文件可导入，如表 14.1 所示。在如图 14.1 所示菜单里，按下“导入”软键，可导入内部存储器或外部存储器的存储文件，如图 14.24 所示。

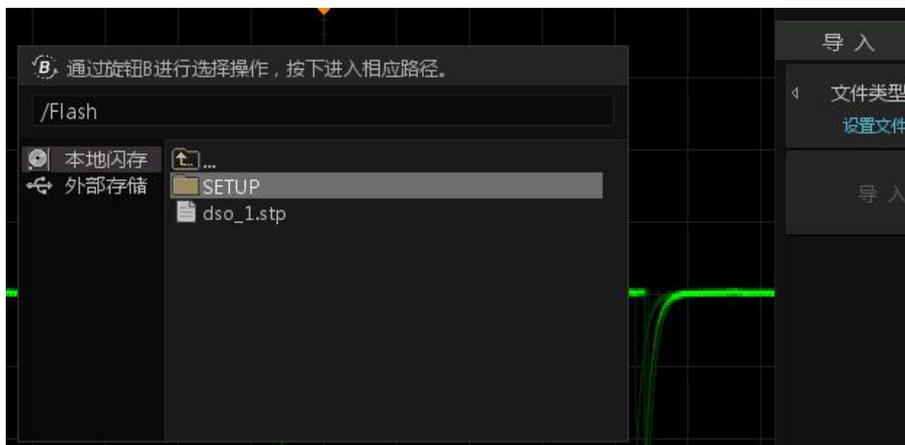


图 14.24 导入存储文件

15. 系统辅助设置

15. 系统辅助设置.....	151
15.1 概述.....	152
15.2 LAN 设置	152
15.3 语言.....	153
15.4 系统设置.....	153
15.4.1 声音.....	153
15.4.2 Aux 输出.....	153
15.4.3 波形扩展.....	153
15.4.4 系统信息.....	154
15.4.5 恢复出厂设置.....	154
15.5 时间设置.....	155
15.6 自校正.....	155

15.1 概述

用户按下前面板上的系统功能设置键，可进入系统设置菜单，如图 15.1 所示。

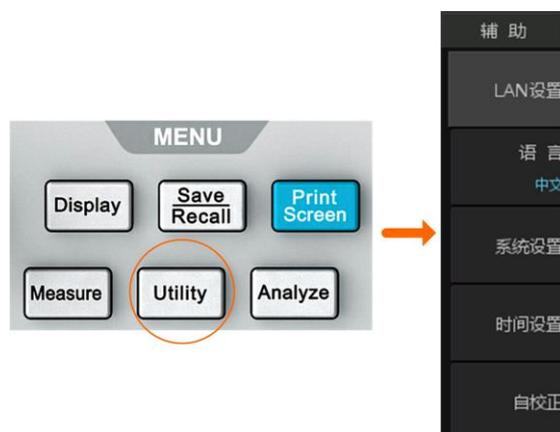


图 15.1 系统设置菜单

15.2 LAN 设置

按下前面板上【Utility】按键，选择“LAN 设置”，进入 LAN 设置对话框，如图 15.2 所示。用户可查看网络连接状态和配置网络参数。



图 15.2 LAN 设置

IP 地址配置类型可以是 DHCP、静态 IP。不同 IP 地址配置类型，IP 地址等网络参数的配置方式不同。

DHCP 模式

在图 15.2 所示“模式”菜单里选择“DHCP”。DHCP 类型有效时，将由当前网络中的 DHCP 服务器向示波器分配 IP 地址等网络参数。设置完毕后，按下菜单里的“应用”软键，即可令当前设置生效，如图 15.3 所示。

静态 IP 模式

在如图 15.2 所示“模式”菜单里选择“静态 IP”；则用户可自定义示波器的 IP 地址、网关、DNS 等网络参数，然后保存到至非易失性存储器里；最后，按下菜单里的“应用”软键，即可令当前设置生效，如图 15.4 所示。



图 15.3 DHCP 设置



图 15.4 静态 IP 选择

15.3 语言

用户可在如图 15.1 所示系统设置菜单里，选择菜单和提示信息的语言。当前可选择的语言有简体中文和 English。

15.4 系统设置

15.4.1 声音

用户可在如图 15.1 所示系统设置菜单里，进入如图 15.5 所示声音设置菜单项，打开或关闭声音提示。启用声音提示后，在操作菜单或弹出提示消息时，将可听到蜂鸣器的声音。



图 15.5 声音设置

15.4.2 Aux 输出

用户可以设置后面板【Trig Out】连接器上输出的信号类型。当前，Aux 输出可设置为触发输出和通过失败（暂不支持）。当设置为触发输入时，示波器产生一次触发，可通过【Trig Out】接口输出一个反映示波器当前捕获率的信号。

15.4.3 波形扩展

用户可设置波形扩展或压缩的基准：

- **相对中心：**改变波形的垂直档位时，波形围绕屏幕中心扩展或压缩；
- **相对地：**改变波形的垂直档位时，波形的接地电平将保持在显示屏同一点，波形以该点为中心扩展或压缩。

按下前面板的【Utility】按键，进入辅助菜单，然后按下“系统”软键，则进入波形扩展基准的设置菜单，如图 15.6 所示。



图 15.6 扩展基准设置

15.4.4 系统信息

用户可通过系统设置菜单，查看示波器系统信息，如图 15.7 所示。



图 15.7 系统信息查看（ZDS2024 型）

15.4.5 恢复出厂设置

按下图 15.6 所示系统菜单中的出厂设置之后显示如图 15.8 所示，用户可执行出厂设置操作，将仪器所有参数均恢复至默认值。



图 15.8 恢复出厂设置

15.5 时间设置

用户可设置系统时间值，如图 15.9 所示；然后使用旋钮 A 设置年月日时分秒时间参数值，各时间参数设置范围如下所述：

- 年：1900 至 2099；
- 月：01-12；
- 日：01-31（28、29 或 30）；
- 时：00 至 23；
- 分：00 至 59；
- 秒：00 至 59。

设置完后按下“应用”软键，令设置生效。



图 15.9 时间设置信息

15.6 自校正

自校正程序可迅速使示波器达到最佳工作状态，以取得最精确的测量值。用户可在任何时候执行该功能，尤其是当环境温度变化范围达到或超过 5°C 时。执行自校正操作之前，请确保示波器已预热或运行 30 分钟以上，且各输入通道的连接须完全断开。ZDS2022 示波器的自校正过程须耗时 3 分钟左右，ZDS2024 Plus 示波器的自校正过程须耗时 6 分钟左右。在自校正菜单可完成自校正的启动和中止操作，详见图 15.10。自校正过程中会报告校正进度，如图 15.11 所示。

注：自校正前须确保各输入通道完全断开，不可连接任何探头。

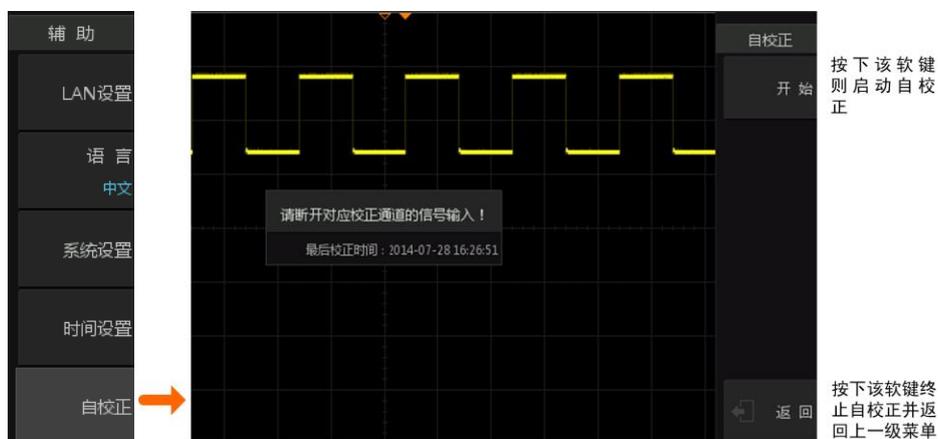


图 15.10 自校正菜单



图 15.11 自校正进度

注意：自校正过程中，大部分按键的功能已被禁用。

16. 常见问题及应对方法

下面列举了示波器在使用过程中可能出现的故障及排查方法。当您遇到这些故障时，请按照相应的步骤进行处理，如不能处理，请与广州致远电子股份有限公司联系，同时请提供您机器的设备信息。

1. 按下电源键，示波器黑屏，没有任何显示

- (1) 检查电源接头是否接好。
- (2) 检查电源开关是否打开。
- (3) 检查保险丝是否熔断。如需更换电源保险丝。请更换本产品指定规格（T 级，额定电流 5A，额定电压 250V）的保险丝。
- (4) 做完上述检查后，重新启动仪器。
- (5) 如果仍然无法正常使用本产品，请与致远电子联系。

2. 测量的电压幅度值比实际值大或者小（注意，此处一般在使用探头时才会出现）

检查通道衰减系数是否与实际使用的探头衰减比例相符。

3. 有波形显示，但不能稳定下来

- (1) 检查触发信源：检查菜单里的触发信源选择是否与实际使用的信号通道相符。
- (2) 只有设置成合适的触发方式，波形才能稳定显示，如边沿触发、视频触发等。
- (3) 尝试改变“触发耦合”为“高频抑制”或“低频抑制”显示，以滤除干扰触发的高频或低频噪声。
- (4) 改变触发释抑设置。
- (5) 查看并设置合适的触发灵敏度。

4. 按下【Run/Stop】键无任何显示

检查触发方式是否为“普通”档，且触发电平是否超出波形范围。如果是，将触发电平位于波形幅值的 50% 处；或者设置“触发方式”为“自动”档（按【Auto/Normal】键切换）。

注：使用【Auto Setup】键可自动完成以上设置。

5. 方波顶部显示不平

- (1) 检查探头是否使用了×10 档。一般探头使用×1 档时带宽小于 10MHz，仅×10 档时带宽较高。
- (2) 使用×10 档时，检查探头是否补偿，补偿方法详见第 37 页“探头补偿器信号输出端”小节。

6. U 盘设备不能被识别

- (1) 检查 U 盘设备是否可正常工作。
- (2) 检查 U 盘设备是否可靠插入。
- (3) 更换其它品牌的 U 盘设备再试。部分品牌的 U 盘识别时间较长，用户可耐心等待一段时间。
- (4) 重新启动仪器后，再插入 U 盘设备进行检查。

17. 技术参数

所有参数均可保证，但示波器须在规定的操作温度下连续运行 30 分钟以上。

17.1 垂直系统

表 17.1 垂直系统模拟通道特性

特性	说明	
	ZDS2022/ ZDS2022 Plus	ZDS2024/ZDS2024 Plus
通道数	2	4
垂直分辨率	8 bit	
模拟带宽(-3dB)	200MHz	
计算的上升时间	3.5ns/1.75ns	
带宽限制	20MHz	
输入耦合	DC、AC、GND	
输入阻抗	1M Ω \pm 1% 16pF \pm 4pF	
输入灵敏度范围	2mV/div ~ 10V/div, 1-2-5 步进	
最大输入电压 (1M Ω)	CAT I 300Vrms, CAT II 100 Vrms	
直流增益精度	2 mV/div ~ 5 mV/div : \pm 3% 满量程 10 mV/div ~ 10 V/div : \pm 2% 满量程	
直流偏移准确度	-2V \leq 偏移值 \leq 2V : \pm 0.1 div \pm 2 mV \pm 2% 偏移值 偏移值 $>$ 2V, 偏移值 $<$ -2V: \pm 0.1 div \pm 2 mV \pm 3% 偏移值	
通道间隔离	$>$ 40dB	
低频响应(交流耦合, -3dB)	\leq 5Hz	
偏置范围	2mV/div 至 50mV/div: \pm 2V 100mV/div 至 200mV/div: \pm 10V 500mV/div 至 10V/div: \pm 40V	
探头衰减系数	0.1 \times --1000 \times , 1-2-5 倍步进	

17.2 水平系统

表 17.2 水平系统模拟通道

特性	所有 ZDS2000 型号
时间档位	1ns/div ~ 50s/div, 1-2-5 步进
时基精度	25ppm \pm 5ppm/年(老化)
波形刷新率	330,000wfms/s
延时范围	预触发: \leq 存储深度、后触发: 40ms -- 2000s
时基模式	Y-T、X-Y、ROLL

注：单通道，点显示模式，50ns/div 时基档位，自动存储深度，输入信号大于 5MHz。

17.3 采样系统

表 17.3 采集模式

模式	说明	
采样方式	实时采样	
最大采样率	每通道 1GSa/s	
存储深度	ZDS2022	单通道: 自动、14Kpts、140Kpts、1.4Mpts、14Mpts、28Mpts、56Mpts、112Mpts 双通道: 自动、14Kpts、140Kpts、1.4Mpts、14Mpts、28Mpts、56Mpts
	ZDS2022 Plus	单通道: 自动、14Kpts、140Kpts、1.4Mpts、14Mpts、28Mpts、70Mpts、125Mpts、250Mpts 多通道: 自动、14Kpts、140Kpts、1.4Mpts、14Mpts、28Mpts、70Mpts、125Mpts
	ZDS2024	单通道: 自动、14Kpts、140Kpts、1.4Mpts、14Mpts、28Mpts、56Mpts、112Mpts 双通道: 自动、14Kpts、140Kpts、1.4Mpts、14Mpts、28Mpts、56Mpts
	ZDS2024 Plus	单通道: 自动、14Kpts、140Kpts、1.4Mpts、14Mpts、28Mpts、70Mpts、125Mpts、250Mpts 多通道: 自动、14Kpts、140Kpts、1.4Mpts、14Mpts、28Mpts、70Mpts、125Mpts
峰值检测	所有扫描速度的取样毛刺窄至 1ns	
平均	平均包含 2 至 65536 个波形	
高分辨率	实时平均可降低随机噪声, 提高垂直分辨率 9bit: 采样率 \leq 250MSa/s 10bit: 采样率 \leq 62.5MSa/s 11bit: 采样率 \leq 12.5MSa/s 12bit: 采样率 \leq 2.5MSa/s	
滚动	在屏幕上从右向左滚动波形, 时基档位大于或等于 100ms/div	

17.4 触发系统

表 17.4 触发系统

特性	说明
触发源	ZDS2022/ ZDS2022 Plus: CH1、CH2、外触发、电源触发 ZDS2024/ ZDS2024 Plus: CH1、CH2、CH3、CH4、外触发、电源触发
触发模式	自动、普通
触发耦合	DC、AC、高频抑制(50KHz)、低频抑制(50KHz)
触发释抑范围	8ns 至 34s
触发灵敏度	内部: 0 ~ 1 div, 外部: 300mV
触发电平范围	内部: 距屏幕中心 \pm 5 div, 外部: \pm 5V

17.5 触发种类

表 17.5 触发种类

型号	触发种类	
	基础触发	协议触发
ZDS2022	11 种： 边沿、脉宽、欠幅、建立和保持、延迟、第 N 边沿、码型、超时、超幅、斜率、视频	21 种： UART、SPI、I ² C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、 CAN、LIN、FlexRay
ZDS2022 Plus		23 种： UART、SPI、I ² C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、 CAN、LIN、FlexRay、CAN FD、MDIO
ZDS2024		21 种： UART、SPI、I ² C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、 CAN、LIN、FlexRay
ZDS2024 Plus		23 种： UART、SPI、I ² C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、 CAN、LIN、FlexRay、CAN FD、MDIO

表 17.6 触发模式

特性	说明
边沿	任何通道或前面板辅助输入上的正斜率或负斜率
脉冲宽度	在正负脉冲<、>、><指定时间时触发
欠幅	当脉冲幅值小于正常幅值时触发（幅值大于最低门限电压且小于正常门限电压），支持正脉冲、负脉冲或任一，支持欠幅时间大于、小于指定时间或者在指定时间范围内
建立时间和保持时间	在时钟通道与数据通道上出现数据信号建立与信号保持的时间违规时触发。时钟信号类型支持上升沿或下降沿判断，数据信号则支持高电平或低电平判断
延迟	当信源 A 的指定边沿与信源 B 的指定边沿的时间差满足设置时产生延迟触发
第 N 边沿	在信号遇到空闲后的第 N 个边沿触发
码型	所有通道在满足指定码型时触发，通道可设置上升沿、下降沿、高电平、低电平、忽略
超时	当电平持续时间大于规定时触发，可设置高电平，低电平，任意电平
超幅	当脉冲幅值大于正常幅值时触发（幅值小于最低门限电压或者大于最高限电压），支持正脉冲、负脉冲或任一，支持超幅时间大于、小于指定时间或者在指定时间范围内
斜率	在脉冲边沿速率快于或慢于规定值时触发。斜率可为正、负或任一
视频	在 NTSC、PAL 和 SECAM 视频信号的指定行、任意行、偶数场、奇数场、任意场上触发

续上表

特性	说明
UART	在 10Mb/s 以内的类 UART (RS-232/422/485/UART) 总线上开始位、指定数据时触发
CAN	在 CAN 总线上帧开始、标准数据帧、扩展数据帧、标准远程帧、扩展远程帧、过载帧触发。支持仅帧 ID、帧 ID+帧 DLC、帧 ID+帧 DLC+帧数据触发
CAN FD	CAN FD 触发。可设置特定的触发模式并指定 FD 校验位数
LIN	在 1Mb/s 以内 LIN 总线上同步间隔、同步场、特定 ID、特定 ID+特定数据触发
FlexRay	在 20Mb/s 以内的 FlexRay 总线上起始位、特定帧 ID 时触发
SPI	在 20Mb/s 以内 SPI 总线上遇到指定数据时触发
I ² C	在 20Mb/s 以内 I ² C 总线上的开始 (重复开始)、停止、地址触发
USB	在 20Mb/s 以内 USB2.0 (低速+全速) 总线上输出包、输入包、起始包、建立包、DATA0、DATA1、回应包、无回应包、停止包、前同步包、包同步、包结束符触发。每一种触发方式可进一步指定相应包的具体信息, 如起始包要设置扩展参数和账号值, 建立包要设置扩展参数、地址值和端口值等
PS/2	在 1Mb/s 以内 PS/2 总线上的开始位、数据触发。支持主机到从机和从机到主机触发
MDIO	支持在 MDIO 总线上对 ST 段、OP 段、PHYAD 段、REGAD 段和 DATA 段进行触发, 同时可在 LSB 和 MSB 两种传输模式下进行解码
DALI	在 DALI 总线上遇到指定的 Forward19、Forward27、Backward 帧时触发
Wiegand	在 Wiegand 总线 (26Bit、39Bit、44Bit、自定义帧格式) 上遇到指定的 OEM、FC、CC 段或者数据为指定数值时触发。支持根据需要屏蔽某些字段
1-Wire	在 1-Wire 总线 (低速、高速模式) 上开始位、指定 ROM 指令触发
DS18B20	在 DS18B20 总线上开始位、指定 ROM 指令、指定 RAM 指令触发
HDQ	在 HDQ 总线上的复位段、指定指令触发
SD_SPI	在 20Mb/s 的 SD 总线 (SPI 模式) 上, 指定指令或指定指令+参数触发
SD_SD	在 20Mb/s 的 SD 总线 (SD 模式) 上, 指定指令或指定指令+参数触发
IrDA	在 IrDA 总线上, 支持 SIR、HDLC、CIR、FIR 插件的开始位、数据触发
Manchester	在 Manchester 总线上指定位宽的数据触发
Diff-Manche	在差分 Manchester 总线上指定位宽的数据触发
Miller	在 Miller 总线上指定位宽的数据触发
DHT11	在 DHT11 总线上, 起始位触发
SHT11	在 SHT11 总线上, 指定指令触发

17.6 解码种类

表 17.7 解码种类

型号	解码种类
ZDS2022	24 种: UART、SPI、I ² C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、NEC、RC5、RC6、CAN、LIN、FlexRay

续上表

型号	解码种类
ZDS2022 Plus	26 种： UART、SPI、I ² C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、NEC、RC5、RC6、 CAN、LIN、FlexRay、CAN FD、MDIO
ZDS2024	24 种： UART、SPI、I ² C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、NEC、RC5、RC6、 CAN、LIN、FlexRay
ZDS2024 Plus	26 种： UART、SPI、I ² C、USB、PS/2、DALI、Wiegand、1-Wire、DS18B20、HDQ、SD_SPI、SD_SD、IrDA、Manchester、Diff-Manche、Miller、DHT11、SHT11、NEC、RC5、RC6、 CAN、LIN、FlexRay、CAN FD、MDIO

17.7 测量参数

表 17.8 测量参数

特性	说明	
光标测量	同时显示 X1、X2、 ΔX 、 $1/\Delta X$ 、Y1、Y2、 ΔY 、 $1/\Delta Y$	
参数测量 (51 种)	电压参数 (19 种)	峰峰值、幅度、最大值、最小值、顶部值、底部值、正过冲、负过冲、正预冲、负预冲、平均值-周期、平均值-全屏、直流有效值-周期、直流有效值-全屏、交流有效值-周期、交流有效值-全屏、比率-周期、比率-全屏、校准平均值
	时间参数 (21 种)	周期、频率、上升时间、下降时间、正脉冲宽度、负脉冲宽度、正占空比、负占空比、突发宽度、串脉冲长度、X@min、X@max、延迟 1 \uparrow →2 \uparrow 、延迟 1 \downarrow →2 \downarrow 、延迟 1 \uparrow →2 \downarrow 、延迟 1 \downarrow →2 \uparrow 、相位 1 \uparrow →2 \uparrow 、相位 1 \downarrow →2 \downarrow 、建立时间、保持时间、建立保持比率
	计数 (5 种)	上升沿计数、下降沿计数、正脉冲计数、负脉冲计数、触发计数器
	其他 (6 种)	面积-周期、面积-全屏、正面积-周期、负面积-周期、正面积-全屏、负面积-全屏
测量数量	同时显示 24 种	
测量统计	当前值、最大值、最小值、平均值、标准差、统计次数	
硬件频率计	支持，最大频率为示波器带宽	

17.8 波形数学运算

表 17.9 波形数学运算

特性	说明
波形运算	A+B、A-B、A×B、A/B、积分、微分、FFT
FFT 样本点数	4Mpts
数字滤波器	低通滤波和高通滤波
FFT 显示模式	dBm、Vrms、Ampl、PSD
FFT 窗类型	Rectangle、Hamming、Hanning、Blackman-Harris

17.9 显示特性

表 17.10 显示特性

特性	说明
显示器类型	9.0 英寸 TFT 屏
显示器分辨率	800 水平×480 垂直
波形类型	点、矢量
显示模式	普通、余辉、色温
余辉时间	100ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、10s、20s、50s、无限
刻度	14div（水平）×8div（垂直）

17.10 输入/输出端口

表 17.11 输入/输出端口

端口类型	说明
USB HOST	连接 U 盘
USB DEVICE	连接 PC
LAN	RJ-45 连接器，支持 10/100BASE-T
RS-232	RS-232 通讯接口
Trig Out	后面板 BNC 连接器在示波器触发时提供脉冲输出
探头补偿输出	前面板针脚；幅度：约 3.0V、频率：1KHz

17.11 普通技术规格

表 17.12 普通技术规格

电源	说明	
电源电压	85 ~ 265VAC	
电源频率	47 ~ 63 Hz	
功率	30 W max（2 通道）/ 100W max（4 通道）	
保险丝	5A, T 级, 220V	
机械规格	说明	
尺寸	宽×高×深 = 427mm × 204mm × 120mm	
重量	2 通道示波器	4 通道示波器
	净重: 3.7Kg; 毛重: 5.8Kg	净重: 3.9Kg; 毛重: 6.1Kg
环境	说明	
温度范围	操作: 10℃~+40℃、储存: -20℃~+70℃	
湿度范围	≤60%相对湿度	
冷却方法	风扇	
海拔高度	操作 3000 米以下、非操作 12000 米以下	
电磁兼容	2004/108/EC、EN61326-1: 2006、EN61326-2-1: 2006	
安全性	UL61010-1: 2004、EN61010-1: 2001、IEC61010-1: 2001	

17.12 配件

ZDS2000 示波器的配件信息见表 17.13 和表 17.14。

表 17.13 标准配件

配件名称	描述
USB 通信电缆	实现 PC 和示波器通信
探头	每通道标配 1 套 1:1/10:1 无源探头
电源线	用于示波器供电
资料光盘	产品相关电子版资料
保修卡	申请产品保修服务

表 17.14 选配件

配件名称	描述
电流探头	用于电流信号的测量
高压差分探头	用于高压测量、悬浮电压测量
通过式终端	50Ω 匹配

18. 免责声明

此用户手册的著作权属于广州致远电子股份有限公司。任何个人或者是单位，未经广州致远电子股份有限公司同意，私自使用此用户手册进行商业往来，导致或产生的任何第三方主张的任何索赔、要求或损失，包括合理的律师费，由您赔偿，广州致远电子股份有限公司与合作公司、关联公司不承担任何法律责任。

广州致远电子股份有限公司特别提醒用户注意：广州致远电子股份有限公司为了保障公司业务发展和调整的自主权，拥有随时自行修改此用户手册而不通知用户的权利。如有必要，修改会以通告形式公布于广州致远电子股份有限公司网站重要页面上。