



ZDL 系列

示波记录仪

UM01010101 1.1 Date:2023/12/12

类别	内容
关键词	ZDL6000 ZDL5000 ZDL3000 大数据分析、高级分析、技术指标
摘要	介绍ZDL6000 ZDL5000 ZDL3000示波记录仪使用方法



修订历史

版本	日期	原因
V1.00	2022/12/6	创建文档
V1.01	2023/2/17	修正 DQM-16250 16CH 卡带宽规格
V1.02	2023/12/6	1、公司 logo 变更 2、公司名称变更 3、公司愿景变更 4、公众号二维码变更 5、公司网站变更

目 录

1. 安全须知	1
1.1 警示信息	1
1.2 安全信息	1
1.2.1 一般注意事项	1
1.2.2 连接电源和地	2
1.2.3 仪器安置注意事宜	3
2. 产品简介	4
2.1 简介	4
2.2 主机功能特性	5
2.3 板卡功能特性	6
2.4 系统框图	6
2.5 应用系统	7
3. 面板介绍	8
3.1 正面	8
3.1.1 面板组件	8
3.1.2 功能按键区	9
3.1.3 显示界面	15
3.2 顶部	18
3.3 左侧	19
3.4 右侧	20
4. 快速入门	21
4.1 观察波形前的准备工作	21
4.1.1 上电	21
4.1.2 连接探头	21
4.1.3 探头补偿	22
4.2 屏幕上显示波形	22
4.2.1 自动设置	22
4.3 稳定波形	22
4.3.1 设置触发	22
4.4 改变波形显示条件	24
4.4.1 设置窗口显示数	24
4.4.2 改变垂直刻度	25
4.4.3 改变垂直偏移	26
4.4.4 改变水平时基	26
4.4.5 波形在垂直轴上放大	27
4.4.6 波形在时间轴上放大	28
4.5 测量波形	29
4.5.1 使用水平和垂直光标	29
4.5.2 自动参数测量	31
4.5.3 FFT 测量	33
4.6 回读文件	34

4.7 保存文件	34
4.7.1 保存屏幕波形到指定存储器	34
4.8 常用快捷按键	35
5. 功能描述	36
5.1 垂直和水平轴	36
5.1.1 垂直轴	36
5.1.2 水平轴	36
5.2 子卡	37
5.2.1  2 通道隔离高速 100MS/s 电压测量	37
5.2.2  2 通道隔离高速 20MS/s 电压测量	44
5.2.3  16 通道电压测量	45
5.2.4  低压 16 通道电压测量	50
5.2.5  16 通道隔离电压温度测量	50
5.2.6  2 通道隔离 CANFD 采集	56
5.3 采集	68
5.3.1  波形采集	68
5.3.2  触发	76
5.3.3  历史记录	81
5.3.4  存储	85
5.3.5  回读	97
5.3.6  捕获	103
5.3.7  显示	112
5.4 基础分析功能	125
5.4.1  测量	125
5.4.2  搜索	150
5.4.3  FFT	170
5.4.4  GO-NOGO	183

5.4.5	 缩放	196
5.4.6	 标记	204
5.4.7	 光标	207
5.4.8	 动作	231
5.4.9	 CAN 报文	237
5.4.10	 踪迹	247
5.4.11	 X-Y	251
5.5	高级分析功能	261
5.5.1	 实时运算	261
5.5.2	 功率运算	266
5.5.3	 数学运算	272
5.5.4	 历史搜索	293
5.6	大数据分析功能	307
5.6.1	 实时事件	307
5.6.2	 时序分析	334
5.6.3	 谐波分析	340
5.6.4	 趋势分析	345
5.6.5	 波形对比	352
5.6.6	 大数据分析	373
5.6.7	 ATE 功能	380
5.7	系统功能	389
5.7.1	 文件管理	389
5.7.2	按键锁和按键设置	391
5.7.3	屏幕亮度	392
5.7.4	日期/时间	392

5.7.5 远程控制	392
5.7.6 网络服务	393
5.7.7 软件更新	399
5.7.8 系统信息	400
5.7.9 电源管理	401
5.7.10 设备自检	401
5.7.11  系统配置	407
5.7.12 投影功能	408
5.7.13  恢复出厂	408
5.7.14 异常处理	411
5.7.15 推荐部件更换周期	412
6. 规格	413
6.1 主机参数规格	413
6.2 板卡参数规格	414
6.3 波形采集	419
6.3.1 示波模式	419
6.3.2 记录模式	420
6.4 触发功能	420
6.5 界面显示	421
6.6 分析功能	422
6.6.1 基础分析功能	422
6.6.2 高级分析功能	423
6.6.3 大数据分析功能	424
6.7 存储特性	425
6.8 USB 外设特性	425
6.9 相关 I/O 特性	425
6.9.1 Trig In I/O 端口	425
6.9.2 Trig Out I/O 端口	426
6.9.3 外部时钟输入 (EXT CLK IN)	426
6.9.4 GO-NOGO 和外部开始/停止 I/O 接口	426
6.9.5 传感器供电接口	426
6.9.6 IRIG 同步信号输入	426
6.9.7 GPS 接口	427
6.9.8 外观尺寸	427
7. 免责声明	430

1. 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，广州致远仪器有限公司概不承担责任。

1.1 警示信息



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。

1.2 安全信息

请勿禁用电源线的安全接地功能，将仪器插入已良好接地的电源插座。

请勿按照非本手册指定方式使用仪器。

如果遇到故障，请勿擅自更换零件，或者擅自对产品进行调整，请联系广州致远仪器有限公司进行处理。

示波记录仪安全符号如表 1.1 所示。

表 1.1 示波记录仪安规符号

	小心，危险		CE 认证		地端子
	小心，电击危险		请勿将使用过的 电池丢入垃圾桶		使用期限为 40 年，可回收利用
	交流		直流		保护导体端子

1.2.1 一般注意事项

针对人身安全与设备保护，列出注意事项如下所述：



- 仅为了预期目的而使用仪器。该仪器是一种用于监测和测量电信号的波形测量装置。除了用作波形测量装置外，不要将此仪器用于其他用途。



- **检查外观。**如果仪器的外观有问题，请勿使用。
- **不损害接地保护。**切勿切断内部或外部保护接地线或断开保护接地线的端子。若损害接地保护会导致电击或损坏仪器。
- **不使用有缺陷的保护接地或熔断器。**如果保护接地或保险丝有缺陷，请不要操作仪器。在操作前检查接地和保险丝。
- **切断电源。**长时间不使用仪器时。请切断测量回路和仪器的电源，将仪器的电源插头从插座拔出。
- **不要在易燃易爆的环境下工作。**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。
- **请勿损伤液晶屏幕。**液晶显示器极易受损，注意不要让锋利物品损伤其表面。另外，请避免振动和碰撞；
- **请勿在仪器上摆放物品。**请勿叠放仪器或在仪器上摆放其他仪器或盛液体的容器，否则可能引起故障；
- **请勿拆卸仪器的机箱。**仪器内部有高压，非常危险。若要对仪器内部进行检查和调试，请咨询广州致远仪器有限公司。
- **清理污渍时。**清理机箱和操作面板的污渍时，请切断测量回路和仪器的电源，将仪器的电源插头从插座拔出后，使用干净柔软的干布轻轻擦拭。请勿使用挥发性化学药剂，可能引起变色或变形。
- **搬运仪器时。**首先，请切断测量回路的电源，除去测量用电缆。接着，关闭仪器电源开关，除去电源线和其它电缆。搬运时，要注意双手握住把手。

1.2.2 连接电源和地



- **正确使用电源。**在连接电源之前，确保电源电压、频率与 ZDL6000 的额定电源电压、额定频率范围相匹配，并且在所提供电源线的最大额定电压范围内。
- **使用正确的电源线和插头。**为防止触电或火灾的发生，请务必使用广州致远仪器提供的电源线。主电源插头必须插入带有保护接地端子的插座。不要使用无接地保护的延长线。此外，不要使用本仪器提供的电源线给它仪器。
- **连接保护接地端子。**在开启电源前，一定要连接保护接地，以防止电击。该仪器附带的电源线是三叉式电源线，连接电源线到接地良好的三叉插座上。
- **不损害接地保护。**切勿切断内部或外部保护接地线或断开保护接地线的端子。若损害接地保护会导致电击或损坏仪器。
- **不使用有缺陷的保护接地或熔断器。**如果保护接地或保险丝有缺陷，请不要操作仪器。在操作前检查接地和保险丝。
- **防止触电危险。**电源线必须插在墙壁上或在可视范围内的插座上，不

可插在引线混乱的插座上，插座不可过流使用。

- **安全使用探头。**测量高压时，使用隔离探针或差分探头。且确保将差分探头的地连接到 ZDL6000 的功能接地端。

1.2.3 仪器安置注意事项

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场所。如使用场所不平稳或倾斜，可能影响测量精度，并存在跌落危险；
- **通风良好。**仪器的上盖板和底部均有通气孔。为防止内部温度过高，通气孔与安置面的距离请设置在 20mm 以上，当连接测试线或各种电缆线时，请另外保留操作所必须的空间；
- **环境温度与环境湿度。**环境温度：5~40℃，环境湿度：20~80%RH。



如果未按照广州致远仪器有限公司指定的方式使用测试附件，测试附件提供的保护功将会削弱。另外，已损坏或磨损的测试附件可能会导致仪器损坏或人身伤害，请勿使用。

2. 产品简介

2.1 简介

ZDL3000、ZDL5000、ZDL6000 系列示波记录仪是广州致远推出的三个不同系列示波记录仪。三个系列仅在分析功能有差别，其余功能则基本一致，本文以 ZDL 全系列简称 ZDL3000、ZDL5000、ZDL6000 三系列，见图 2.1、图 2.2、图 2.3 所示。

ZDL 全系列数字示波记录仪具有高速采样能力和高测量带宽，集示波器、功率分析仪及数字录波仪优点为一体的高端测量仪器。以 ZDL6000 示波记录仪外观如图 2.1。



图 2.1 ZDL6000 系列示波记录仪



图 2.2 ZDL5000 系列示波记录仪

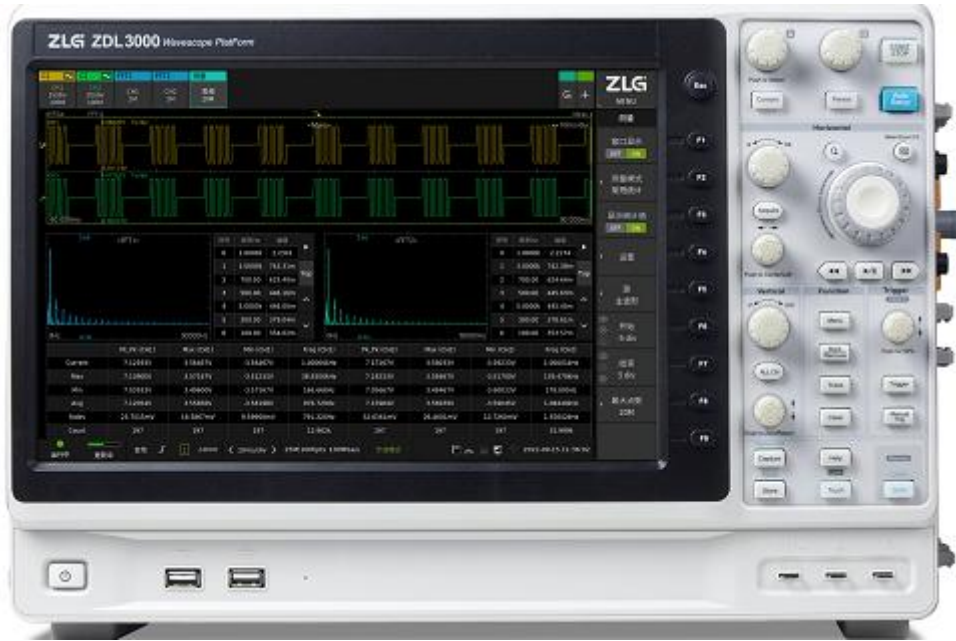


图 2.3 ZDL3000 系列示波记录仪

2.2 主机功能特性

ZDL 全系列示波记录仪共用相同的主机，主要功能特性如下所述：

- 支持 8 个卡槽；卡类型可以灵活组合，最多可以支持 16 通道；
- 通道与通道隔离、通道与机壳隔离，隔离最高达 3kV，可确保高分辨率、采样率和精度；
- 标配了最高 2Gpts 数据记录长度；
- 标配单通道硬盘记录最高 50MS/s 采样率；
- 标配 500GB SSD，支持 USB 存储，支持扩展到 2T SSD；
- **7 种大数据分析功能**^[1]。实时事件、时序分析、谐波分析、趋势分析、波形对比、大数据分析 & 柔性 ATE 功能，帮助用户高效分析、定位、解决问题；
- **4 种高级分析功能**^[2]。实时运算、数学运算、功率运算、历史搜索，帮助用户高效分析问题；
- **双 ZOOM 波形缩放功能**。可同时使用两个 ZOOM 窗口对多个波形细节进行多方位对比分析；
- **55 种参数测量统计功能**。支持在线测量和离线测量，波形参数的自动测量值统计，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；
- **强大的运算能力**。标配高达 10M 点 Math 运算和 10M 点 FFT 运算。
- 支持波形存储和回读，支持实时运算；
- 可通过 USB、Ethernet、GPIB、WiFi、4G 方式与示波记录仪进行通信，管理示波记录仪的测量功能，实时获取数据进行分析 and 存储；
- GPS 和 IRIG 时间同步；
- 12.1" 彩色液晶显示器，1280×800 像素分辨率。显示更多参数和更详细波形细节；

- 保存文件支持二进制、CSV、Float、Matlab、Labview 和 SystemView 格式，便捷客户使用第三方数据处理软件进行存储数据的分析处理；
- 提供丰富、快捷的功能按键，支持触摸屏和鼠标键盘控制。

备注：

[1]：6 种大数据功能仅 ZDL6000 系列示波记录仪支持；

[2]：4 种高级分析功能仅 ZDL6000 系列、ZDL5000 系列示波记录仪支持。

2.3 板卡功能特性

全系列子卡适配 ZDL 全系列示波记录仪，各系列子卡功能特性如下：

- **2 通道隔离 100MS/s 高速电压采集卡：**每通道高速采样率达 100MS/s，测量带宽 DC-20MHz，14 位 ADC，精度 $\pm 0.3\%$ （10div），是 ZDL 系列示波记录仪的一个双通道隔离的模拟电压采集模块，输入端子为安全型 BNC 端子；
- **2 通道隔离 20MS/s 高速电压采集卡：**每通道高速采样率达 20MS/s，测量带宽 DC-5MHz，14 位 ADC；精度 $\pm 0.3\%$ （10div），是 ZDL 系列示波记录仪的一个双通道隔离的模拟电压采集模块，输入端子为安全型 BNC 端子；
- **2 通道隔离 CANFD 采集卡：**波特率支持 25kbit/s~5Mbit/s，符合 CAN 规范 2.0A/B 和 CAN FD，ZDL6000 示波记录仪的 CAN/CANFD 协议收发板卡；
- **16 通道电压采集卡^[1]：**每通道采样率达 200kS/s，测量带宽 DC-15kHz，16 位 ADC，电压精度 $\pm 0.05\%$ （10div），ZDL 系列示波记录仪的一个 16 路电信号同步采集模块，输入为弹簧固定接线端子；
- **16 通道隔离电压温度采集卡：**采样率最高 1200S/s，采样周期为 100ms，200ms，500ms，1s，3s，电压分辨率 1 μ V，温度分辨率 0.1℃，ZDL6000 示波记录仪的一个 16 通道（温度/电压）采集模块，输入端子类型为 16 接口接线端子；

备注：

[1]：16 通道隔离电压采集卡，通道 1-8 为一组，通道 9-16 为一组，组内通道间不隔离，组间隔离、且与机壳之间隔离。

2.4 系统框图

ZDL 系列示波记录仪系统框图如下图 2.4 所示。

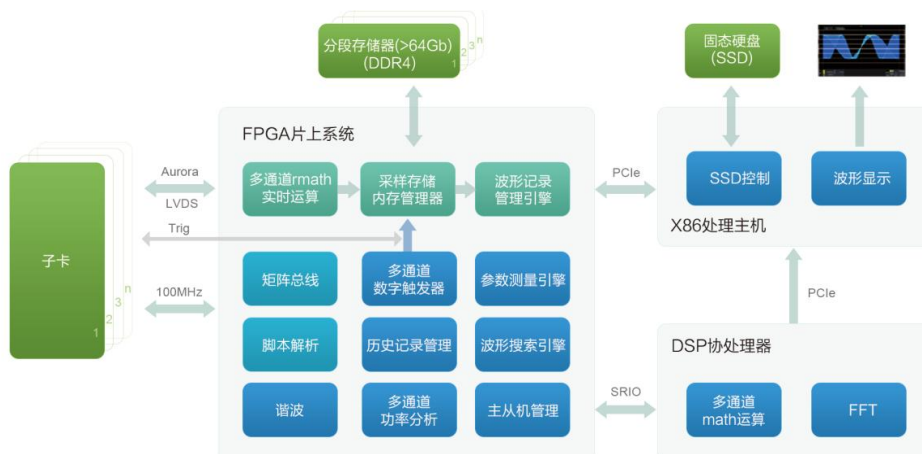


图 2.4 系统框图

2.5 应用系统

示波记录仪应用系统见图 2.5。

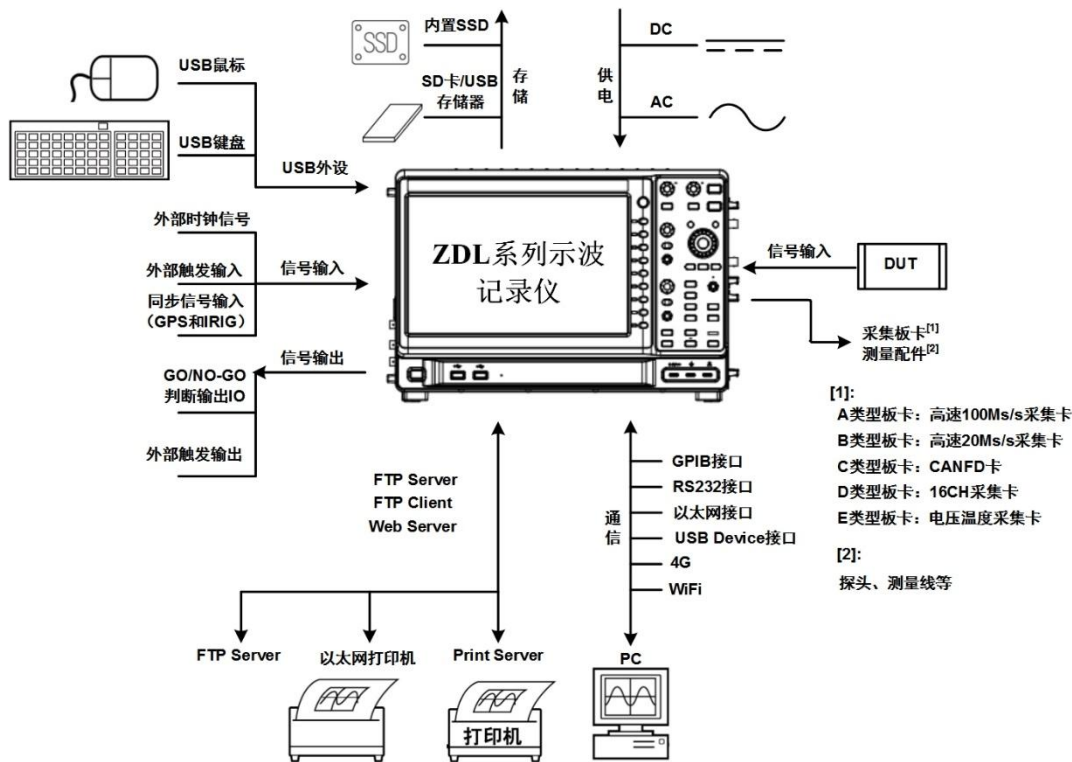


图 2.5 应用系统

3. 面板介绍

3.1 正面

3.1.1 面板组件

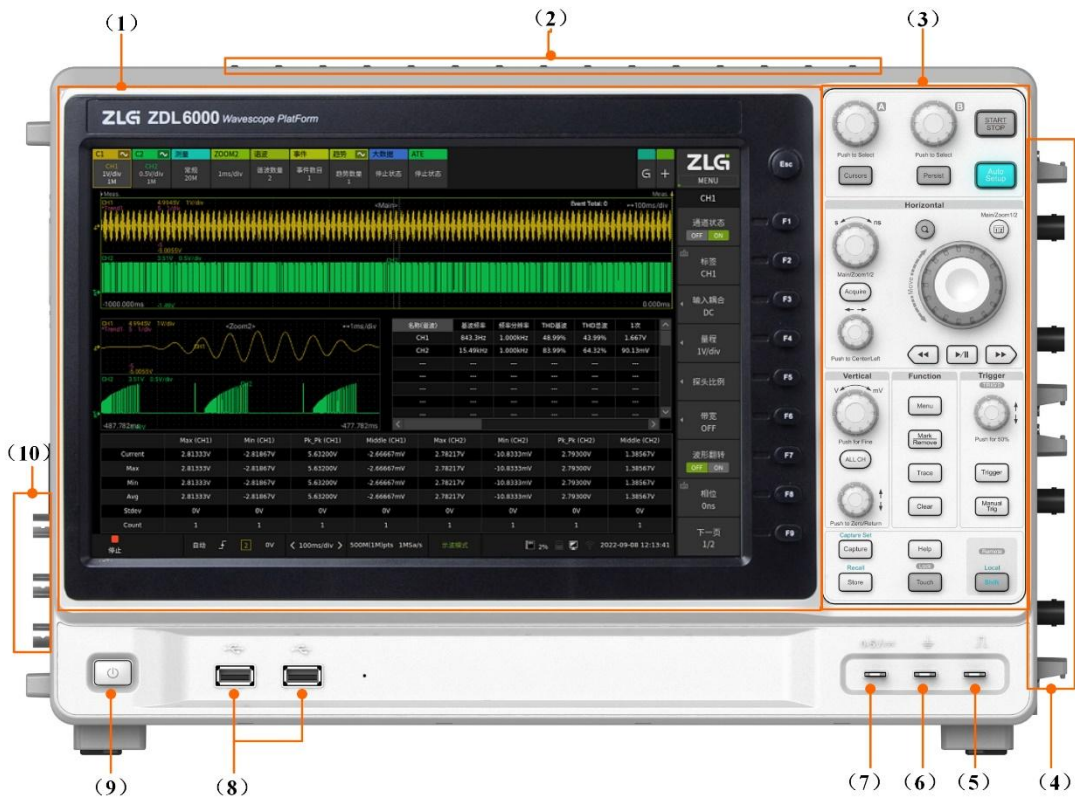


图 3.1 前面板

表 3.1 前面板功能简介

序号	名称	功能描述
(1)	LCD	12.1" 英寸彩色带触摸的液晶显示屏
(2)	提手	用于移动示波记录仪
(3)	功能按键区	按键操作仪器
(4)	输入接口	子卡输入端口
(5)	探头补偿器信号输出端	输出频率 1kHz, 约 3Vpp 方波信号
(6)	输出信号参考地	探头补偿信号和直流输出信号参考地
(7)	直流信号输出端	输出 0~5V 可调的直流信号
(8)	USB Host 接口	用于连接 USB 外部存储器及 USB 键盘等
(9)	电源按键	用于接通和切断示波记录仪的电源
(10)	同步 BNC 接口	连接外部输入输出信号

3.1.2 功能按键区

功能按键区如图 3.2 所示。对于具有上档功能的按键，用户按 shift 按键组合启用。例如，图 3.2 所示的【Capture】按键组合【Shift】按键，可进行捕获设置。

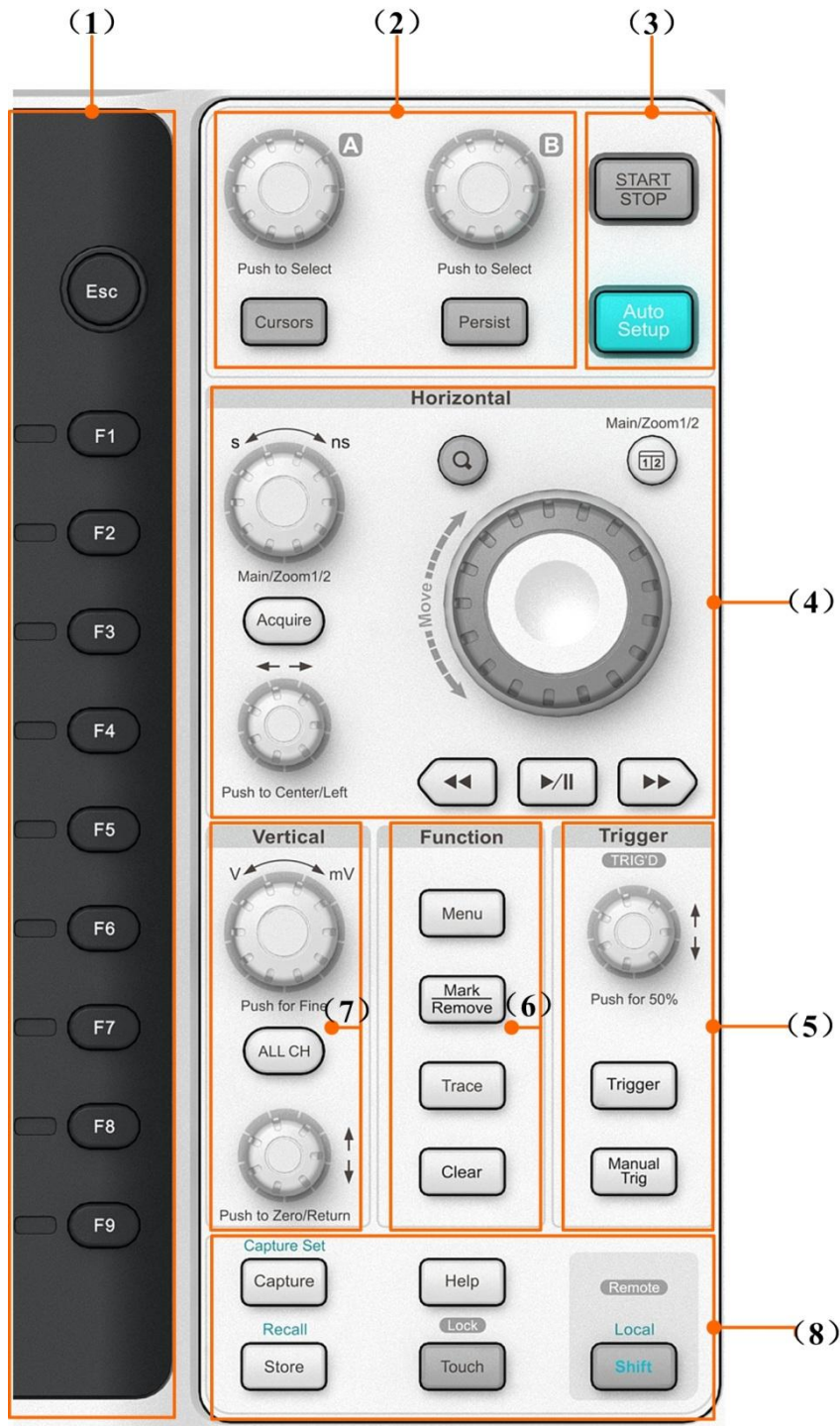


图 3.2 功能按键区

表 3.2 功能按键区介绍

序号	名称	功能描述	使用说明
(1)	功能按键 选择键	用于执行显示界面里的菜单选择操作	按键操作
(2)	多功能按 键区	旋钮用于菜单选择及数值调节、光标设置、累积时间调节	● 旋钮可顺时针或逆时针调节 ● 【A】、【B】旋钮主要进行菜单选择或数值调节 ● 【A】开始位置/范围/点/记录/中心位置，【B】结束位置/范围/点/记录/上下限/
(3)	运行控制 按键区	用于启动或停止示波记录仪的采样，示波记录仪测量的自动设置	按键操作
(4)	波形侦测 按键区	● 水平时基旋钮、水平偏移旋钮用于调节波形/缩放窗口 ● 旋转飞梭用于调节缩放窗口 ● 【Acquire】采集功能相关设置	● 旋转飞梭 缩放模式下：可快速移动所选择的缩放区域；非缩放模式下，左右移动波形 ● “水平时基旋钮”调波形的胖瘦 ● “水平偏移旋钮”调波形水平偏移
(5)	触发控制 按键区	设置触发功能	顺时针或逆时针旋转旋钮可调触发电平
(6)	快捷按键 区	主要实现快速实现功能模式选择、一键清除、一键轨迹及波形标记	按键操作
(7)	垂直控制 按键区	垂直方向波形的缩放和偏移	● 旋钮可顺时针或逆时针调节 ● “垂直量程调节旋钮”调波形的高矮 ● “垂直偏移旋钮”调波形垂直偏移
(8)	系统功能 按键区	主要实现一键捕获、触摸功能开关及存储设置等。	按键操作

1. 功能按键区

(1) ESC 按键

用于退出设置菜单，显示屏幕波形当前实时值。

- **退出设置菜单。**如果当前菜单不是最上级菜单，按下该键返回上一级菜单；
- **隐藏当前菜单。**如果当前菜单已是最上级菜单，则按下 ESC 键后，隐藏当前菜单；
- **显示实时值菜单。**如果当前菜单非实时值界面，则按下 ESC 键后，可显示实时值界面。

(2) F1~F9 功能按键区

F1~F9 功能按键区包括 F1~F9 一共 9 个按键，如图 3.3 所示。F1~F9 功能按键区可以用于选择屏幕上与左边按键相邻的菜单。例如，如图 3.3 所示，按 F1 选择【捕获类型】设置，按 F2 选择【存储位置】。

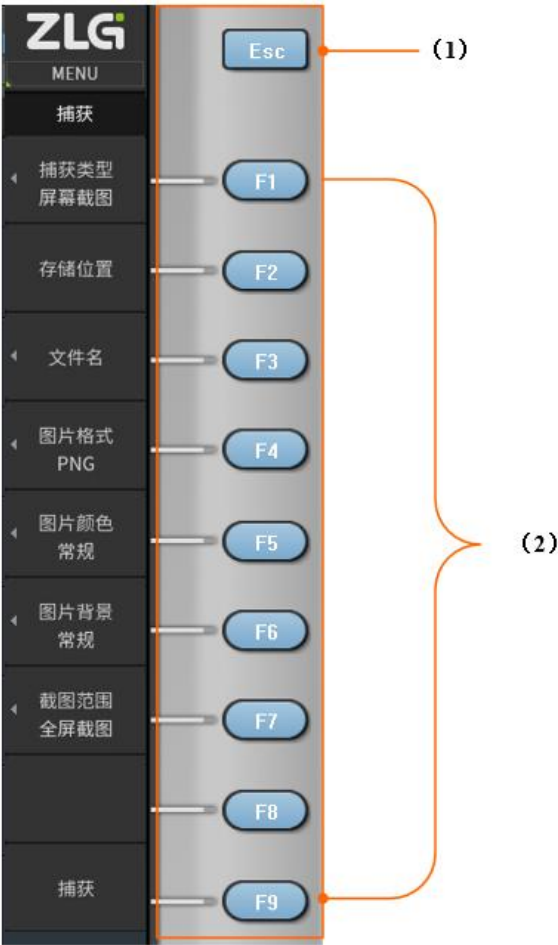


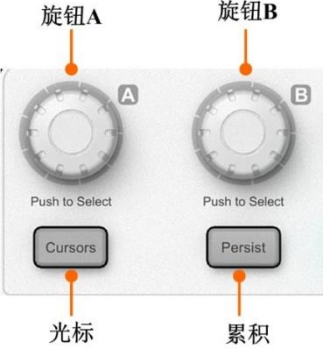
图 3.3 功能按键区

2. 多功能按键区

表 3.3 多功能按键区

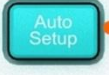
按键名称		功能
		旋钮 A/B 相同点用途： ● 主菜单的选择。 旋转旋钮 A/B 可选中菜单，短按旋钮 A/B 可确认选择。 旋钮 A/B 不同点用途： ● 测量功能。 旋转旋钮 A 确定水平测量开始位置；旋转旋钮 B 确定水平测量结束位置。 ● 数学运算。 旋转旋钮 A 确定数学运算区间开始位置；旋转旋钮 B 确定数学运算区间结束位置。 ● X-Y 功能。 旋转旋钮 A 设置 X-Y 显示开始点；旋转旋钮 B 设置 X-Y 显示结束点。 ● 搜索功能。 旋转旋钮 A 设置搜索区域开始点；旋转旋钮 B 设置搜索区域结束点。 ● 历史记录。 旋转旋钮 A 选中当前显示帧；旋转旋钮 B 设置开始记录显示范围。

续上表

按键名称	功能
	旋钮 A/旋钮 B - 光标。旋转旋钮 A 可移动水平或垂直光标 1 的位置，旋转旋钮 B 可移动水平或垂直光标 2 的位置，短按旋钮 A/B 可开启联动模式同时移动 1/2 光标，再次短按旋钮 A/B 则关闭 12 联动模式。 - 操作 FFT 频谱表。在 FFT 运算功能里，旋转旋钮 A 设置 FFT 开始位置；垂直缩放旋转手动时，旋转旋钮 B 设置频谱上下垂直刻度值
【Persist】	历史波形显示在屏幕上的帧数。可设置无限、2~128（2 的 n 次方）。当波形处于滚动模式或开启双捕获功能时，不支持打开累积功能。
【Cursors】	显示与光标测量相关菜单。点击【Cursors】键，进入光标测量菜单，设置光标测量参数。

3. 运行按键控制区

表 3.4 运行按键控制区按键介绍

按键名称	功能
 运行/停止	【START/STOP】 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，表示波形正在采集中，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。
 一键捕获	【AutoSetup】 【Auto Setup】为一键捕获键，用户可按下【Auto Setup】键，会自动设置各参数，以产生适合观察的波形显示。

4. 波形侦测按键区

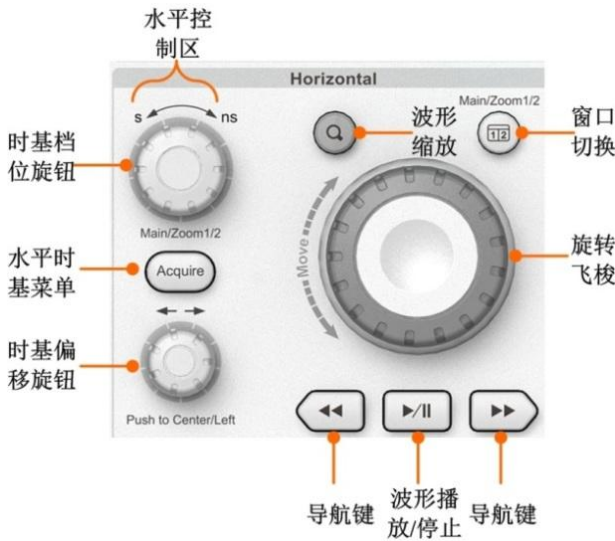


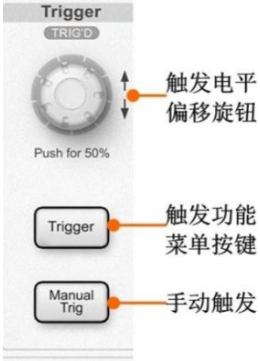
图 3.4 波形侦测控制区

表 3.5 波形侦测控制区按键介绍

按键名称	功能
波形缩放	按下该键可使时基显示模式在“缩放模式（ZOOM）”和“标准模式”之间切换。
窗口切换	- 当切换到常规显示视图（主时基）时，水平调节区和旋转飞梭用于调节主时基波形的档位和偏移。 - 当切换到缩放显示视图（ZOOM）时，水平调节区和旋转飞梭用于调节缩放窗口的大小和偏移。
旋转飞梭 (快速偏移旋钮)	其主要用于波形的快速偏移，具有力矩反馈的作用，该旋钮转动幅度越大，力矩越大，波形移动越快。
左右导航键	- 该按键可用作标注导航定位，当波形标注功能开启后，短按【<<】键定位到上一个标注事件，短按【>>】键定位到下一个标注事件。 - 该按键还可用于在进行波形播放时波形播放方向、速度的调节，点击向左/右导航键可改变播放速度和方向。
波形的播放和停止	- 该旋钮主要是在缩放模式下播放主时基中存储的波形，在副时基可观察波形播放的动态，副时基窗口波形疏密程度由缩放窗口大小控制。 - 在波形播放时可通过点击导航键调节播放速度和方向，点击次数越多，播放速度越快，反向导航键可进行减速操作，当速度减为 0 时，将往反方向播放。
时基偏移旋钮	- 非缩放模式下： - 旋转时基偏移旋钮即改变触发点的位置，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，波形的触发偏移复位，即水平偏移量为 0，触发位置位于跳回屏幕中心位置。 - 缩放模式下： - 时基偏移旋钮可用于调节主波形或缩放窗口的移动，点击该旋钮可精确调节缩放窗口的中心位置。
时基偏移旋钮	快速移动模式：正常速度旋转时基偏移旋钮，步进 0.01div，若快速移动，速度最快会提升 10 倍，即 0.1div。 高精度移动模式：短按一次水平时基偏移旋钮，步进速度=0.01div×缩放倍数。其中缩放倍数=缩放时基÷主波形时基。
【Acquire】	【Acquire】键为采集功能按键，按下该键可采集功能控制菜单，并设置【记录长度】、【采集模式】、【触发模式】、【采集次数】、【硬盘记录】。
时基档位旋钮	用于设置时间轴范围。 - 非缩放模式下：水平时基是指水平时间基准，即记录仪每格对应的时间。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。 - 缩放模式下：主要用于调节缩放窗口的大小/主时基波形的时基档位。

5. 触发控制按键区

表 3.6 触发控制按键区域

按键名称	功能
	触发电平偏移旋钮 ● 设置触发电平大小。顺时针转动旋钮，增大触发电平即触发电平线往上偏移；逆时针转动旋钮，则减小触发电平即触发电平线往下偏移。 ● 按下触发电平偏移旋钮可快速将触发电平设置到相应触发通道零参考线处（0 电平）。
	【Trigger】 进入触发菜单，进行以下触发设置：触发模式、触发类型、触发源选择、边沿类型、触发电平、触发迟滞及触发保持设置
	【Manual Trig】 忽略所有触发条件，直接按键执行触发

6. 快捷按键区

表 3.7 快捷按键区介绍

按键名称	功能
	【Menu】 快速弹出主菜单，可设置相关采集功能、分析功能、高级功能及相关设置。
	【Mark/Remove】 可以标记或删除测量关注的波形信号
	【Trace】 可以保持当前的轨迹，方便后期观察和对比。
	【Clear】 可清除累积显示、踪迹和标记点。

7. 垂直控制区

表 3.8 垂直控制按键区介绍

按键名称	功能
	垂直量程调节旋钮 ● 用于设置电压灵敏度。 ● 旋转该旋钮可修改对应通道的垂直量程档位。 ● 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。 ● 短按旋钮可切换垂直量程为粗调或微调。
	全通道设置按键 用列表显示并编辑各通道设置。
	垂直偏移设置旋钮 ● 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。

8. 系统功能按键区

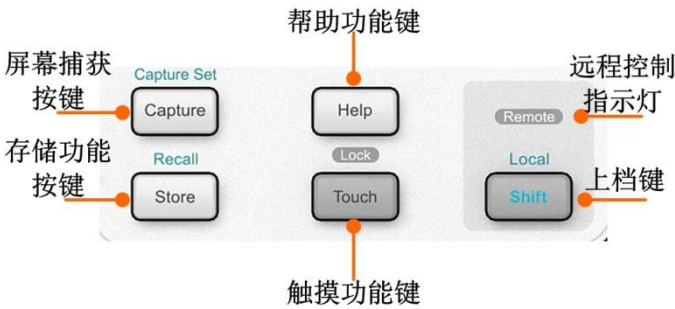


图 3.5 系统功能按键区

表 3.9 系统功能按键区介绍

按键名称	功能
屏幕捕获键 【Capture】	用于保存屏图像数据。按下 Shift+Capture 键则进入屏幕捕获设置菜单。
存储功能键 【Store】	用于启动/停止存储操作等。按下 Shift+Store 键则进入 Recall 数据加载模式。
帮助功能键【Help】	按下此键后显示帮助窗口，为当前菜单提供帮助信息。
触摸功能键 【Touch】	触摸屏开关。当按下 Touch 键，Touch 键亮后，记录仪触摸屏功能启动；再按一下 Touch 键，Touch 键灭，则记录仪触摸屏功能关闭。
远程控制指示灯 【Remote】	进入远程模式时，该指示灯亮。
上档键 【shift】	- 当示波记录仪处于本地操作模式时，按下 Shift 键可激活上档键功能，此时可执行面板按键的上档功能(该功能在按键上方用蓝色文字标注) - 当示波记录仪处于远程控制模式时，按下 Shift 键，则激活本地操作模式，此时用户可以使用面板按键；若再按一次 Shift 键，则激活上档键功能

3.1.3 显示界面

1. 界面区域划分

示波记录仪界面区域划分 7 大块：功能卡片区、G 键、功能管理区、系统菜单区及功能显示区、状态区和菜单区，如图 3.6 所示。

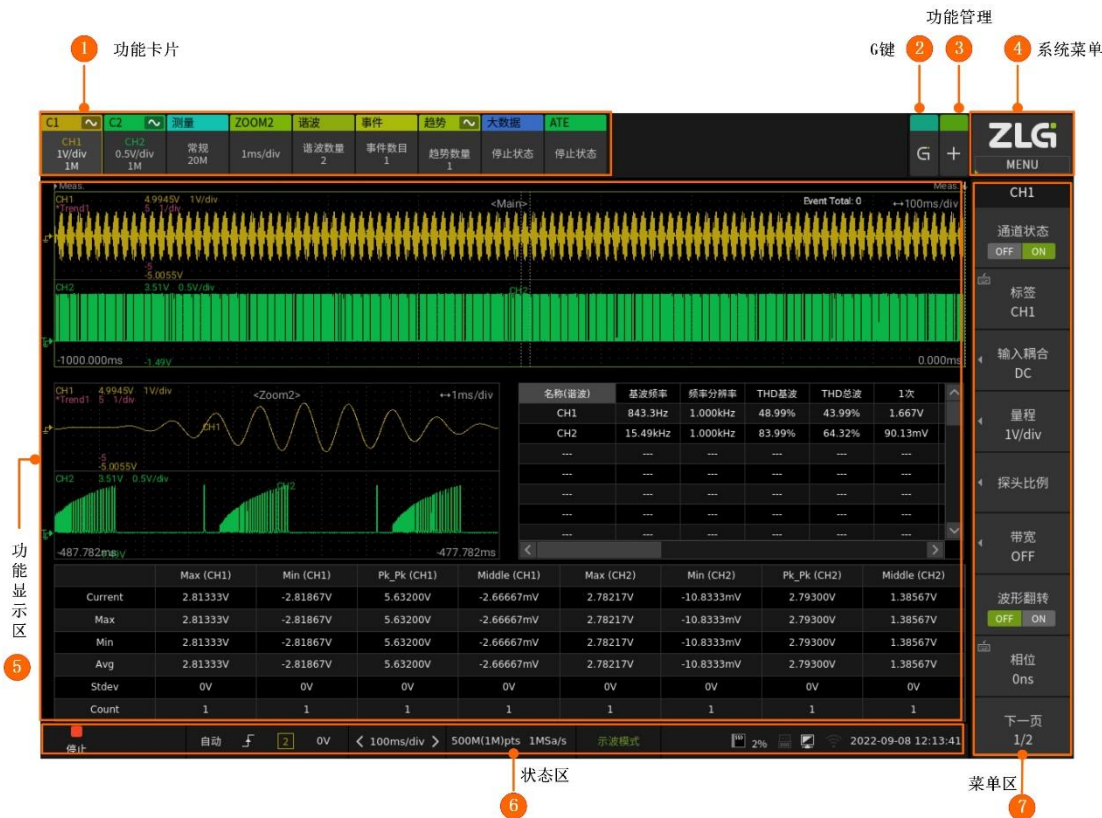


图 3.6 界面区域划分

图 3.6 中各部分功能依次序说明如下：

- ① 功能卡片。显示已开启的功能及显示功能的一些参数说明，可根据当前开启卡片，直观查看到已打开的功能，选中卡片，向下拉功能卡片会出现垃圾桶图标，拖卡片到垃圾桶图标可快速删除选中的功能卡片，选中卡片可左右移动卡片。



图 3.7 删除卡片

- ② G 键。导航键，选中已开启的功能卡片，可快速配置选中的功能卡片。
- ③ 功能管理。功能卡片和通道卡片生成入口，点击“+”键，可以快速添加功能卡片和开启示波记录仪上可识别到的通道。其中功能卡片有基础功能、高级分析功能和大数据分析功能卡片。见图 3.8 所示。



图 3.8 功能管理

- ④ 系统菜单。点击该菜单，可进行示波模式和记录模式切换，可快速访问采集、触发、文件管理、存储、捕获、回读、历史记录、显示、恢复出厂、系统设置等系统相关功能。
- ⑤ 功能显示区。显示当前界面开启功能卡片对应的视图，可以新增功能卡片，查看、切换不同的功能视图。
- ⑥ 状态区。显示设备状态等信息，如采集状态、触发设置状态、系统时间、设备连接状态等。
- ⑦ 菜单区。菜单区主要完成对功能显示方式以及操作流程的控制，切换不同功能，菜单区会动态切换。

2. 界面描述

因测量模式不同，显示界面也不同。每个波形窗口显示界面在水平方向和垂直方向上固定各有 10 格，其中主波形视图界面见图 3.9。

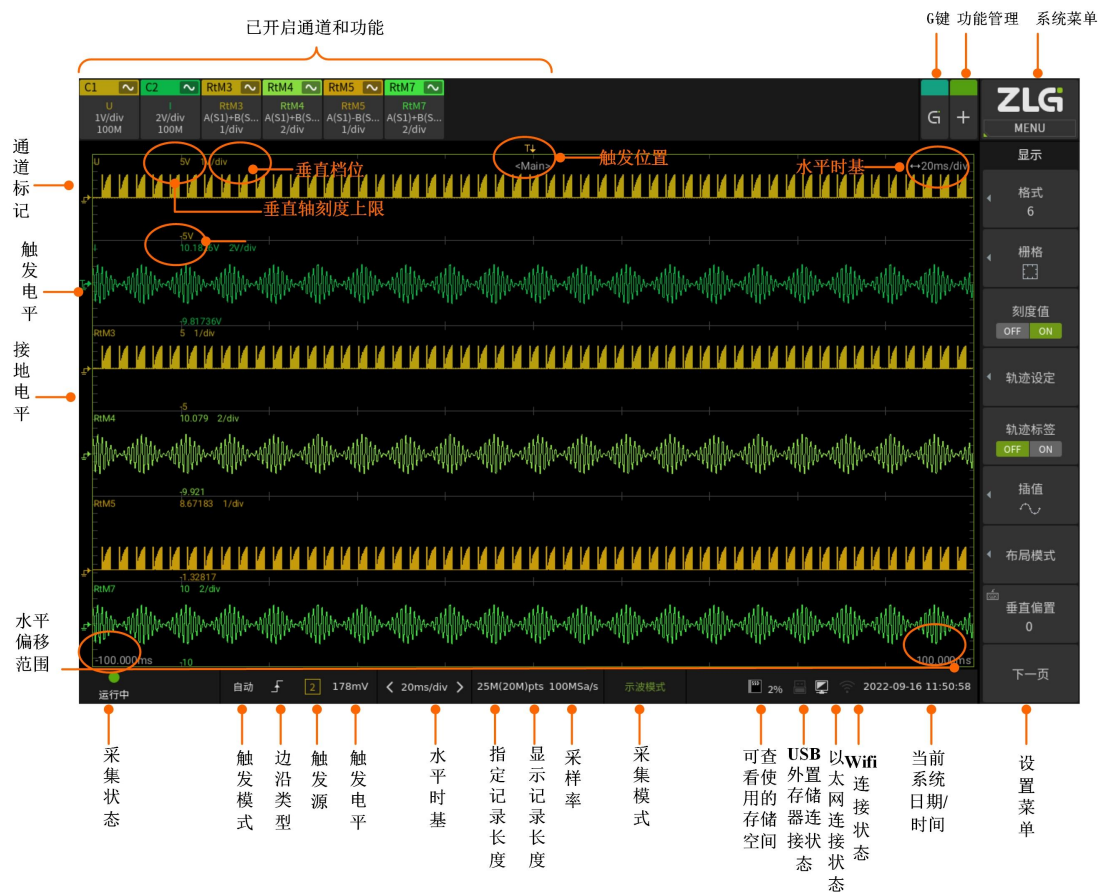


图 3.9 普通视图界面

3.2 顶部

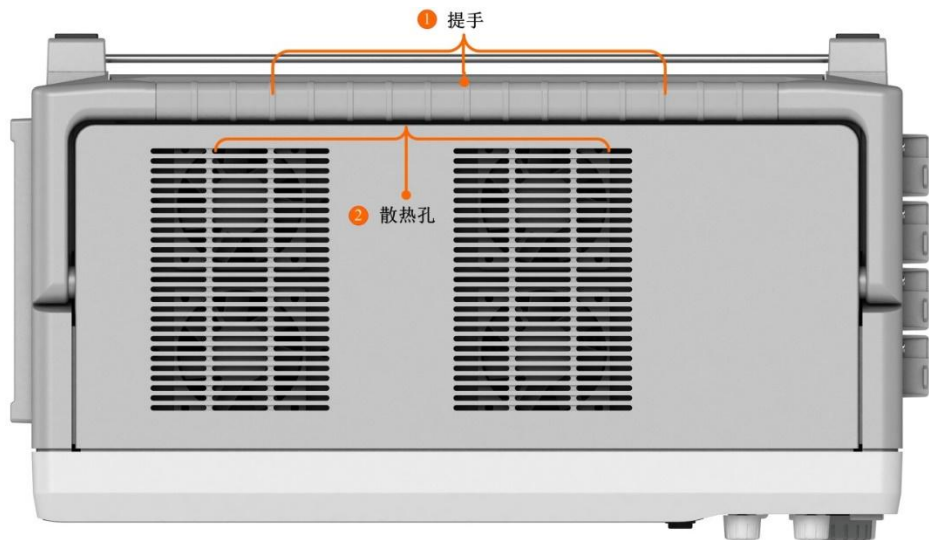


图 3.10 顶部

对图 3.10 中各部分功能依次序说明如下：

- ① 提手。用于移动示波记录仪设备。如图 3.10 的标注①处所示。
- ② 散热孔。用于示波记录仪的散热。如图 3.10 的标注②处所示。

3.3 左侧

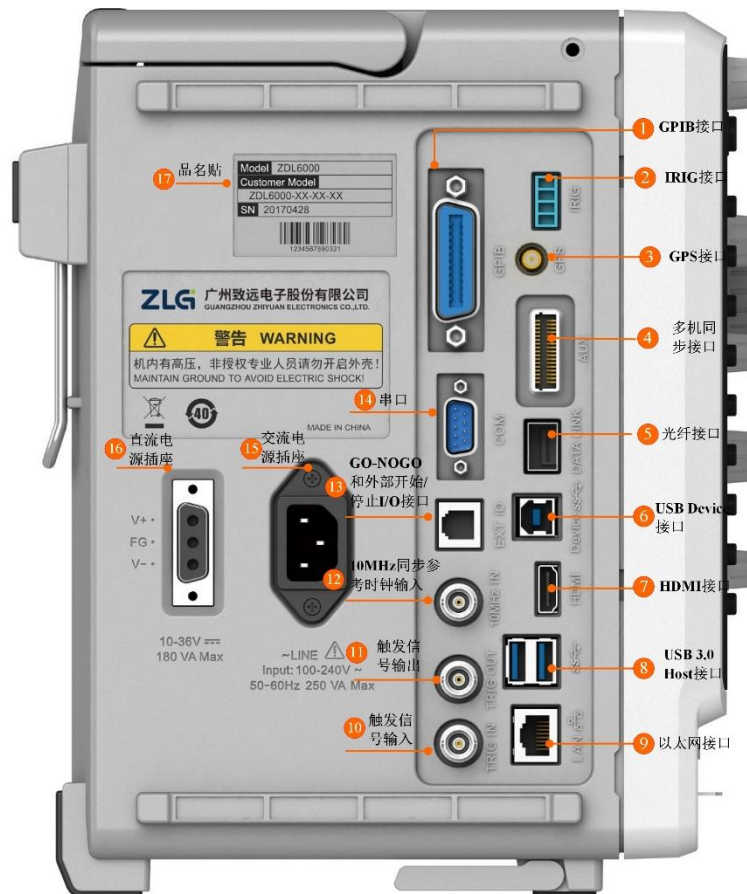


图 3.11 左侧

对图 3.11 中各部分功能依次序说明如下：

- ① GPIB 接口。用于对终端机的远程控制。
- ② IRIG 接口。使用此端子可应用外部同步信号。
- ③ GPS 接口。使用此端子可应用外部同步信号。
- ④ 多机同步接口。可用于多机同步。
- ⑤ 光纤接口。
- ⑥ USB Device 接口。USB 3.0 高速 Device 接口，支持自定义协议，支持远程操作。
- ⑦ HDMI 接口。
- ⑧ USB3.0 Host 接口。两个 USB Host 接口，可用于连接 USB 存储器或 USB 键盘。
- ⑨ 以太网接口。该接口为一 10M/100M/1000M 以太网，用于对终端机的远程控制。右侧指示灯为数据传输指示灯，有数据传输时为黄色；左侧为链路指示灯，灯为绿色表示链路为 1000M 以太网；橙色表示为链路为 100M 以太网，灯灭则表示链路为 10M 以太网。
- ⑩ 触发信号输入。
- ⑪ 触发信号输出。
- ⑫ 10MHz 同步参考信号输入。用户可使用 10MHz 同步时钟同步记录仪。

- ⑬ GO-NOGO 和外部开始/停止 I/O 接口。
- ⑭ 标准全功能串口串口。速率最大支持 115200bps。
- ⑮ 交流电源插座。接入交流信号供电。
- ⑯ 直流电源插座。接入直流信号供电。
- ⑰ 品名帖。可查看机器型号、序列号等信息。

3.4 右侧



图 3.12 右侧

- ① 输入模块安装卡槽。插入子卡。
- ② 用于连接高压差分探头的地线或加强测量接地。
- ③ 传感器供电接口。用于电流探头供电，供电电压 $\pm 12V$ 。
- ④ 输入模块安装卡槽。插入子卡。

备注：

ZDL 系列示波记录仪最多可安装 8 张板卡，5 种型号，板卡安装要求如下：

- (1) 不同类型板卡依次组装顺序：DQM-12180、DQM-12270、DQM-16250、DQM-36413、DQM-62151；
- (2) 同一类型板卡组装完成后，在组装其它类型板卡；
- (3) 安装板卡时，机器垂直放置时，板卡从上向下垂直插入，机器平放时，板卡从右向左，水平插入，以免刮蹭。

4. 快速入门

4.1 观察波形前的准备工作

4.1.1 上电

ZDL 系列示波记录仪支持直流交流两种供电方式，连接电源时请使用本产品专用的电源线进行上电。

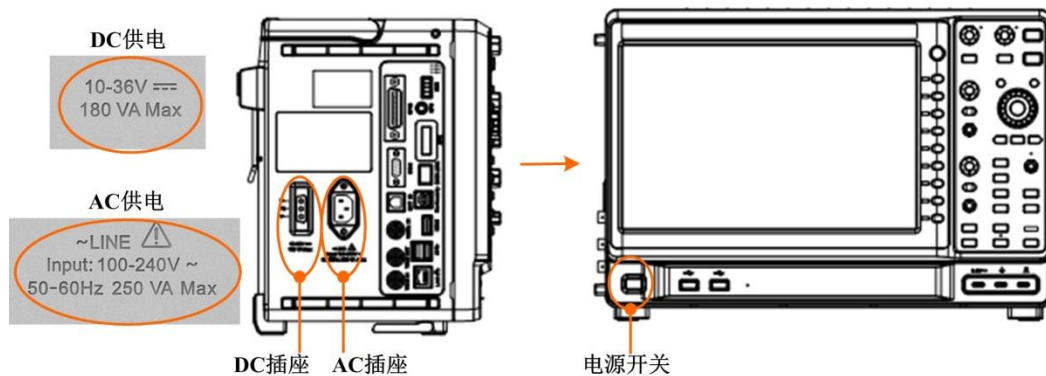


图 4.1 上电

4.1.2 连接探头

接入信号，使用普通无源探头与面板上的“探头补偿端”进行连接，本文以 ZDL6000 为例，如图 4.2 所示。

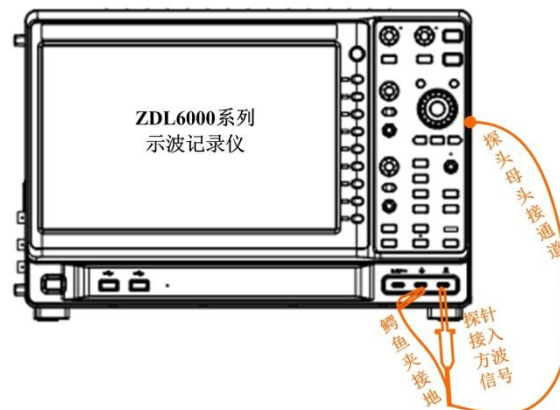


图 4.2 连接探头

【Auto Setup】一键捕获波形，此时屏幕上可能会出现图 4.3 所示三种波形其中一种，探头补偿端约 3 Vpp 方波，频率为 1kHz。当观察波形时，如果出现上图所示的过补偿或欠补偿现象的波形，请进行探头的低频补偿调节。

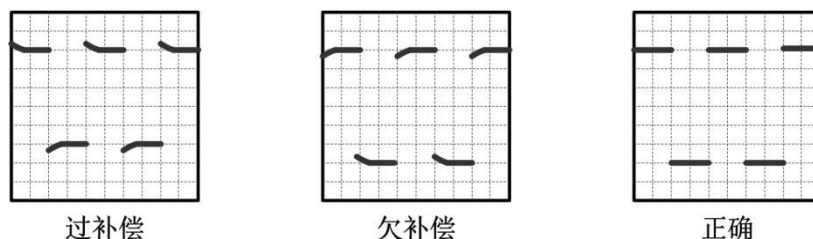


图 4.3 探头补偿信号

4.1.3 探头补偿

为何会出现如图 4.3 示的过补偿和欠补偿现象。原因是没有对探头进行低频补偿调节，使用任一无源探头与示波记录仪首次相连均须进行低频补偿，以便与示波记录仪通道的输入特性匹配，否则可能导致显著的测量误差。以标配的无源安全探头为例说明低频补偿步骤。

- 1) 将探头 BNC 母头连接到示波记录仪的 BNC 输入通道中，探钩接到示波记录仪前面板的“探头补偿端”，设置探头比例 10:1。按下【Auto Setup】一键捕获，波形以较好的效果显示在屏幕上。



图 4.4 安全探头

- 2) 波形在屏幕上显示 2~3 个信号周期且信号所占垂直刻度为 2 至 6 格。可以在示波记录仪的屏幕上看到如图 4.3 所示三种波形其中的一种，若出现过补偿和欠补偿现象则需要进行探头的低频补偿调节。
- 3) 可以用手或者一字起子旋转调节低频补偿调节孔，直到方波顶部最平坦（注意低频补偿调节是在探头补偿端接入补偿信号的情况下方可进行）。

4.2 屏幕上显示波形

4.2.1 自动设置

按下【Auto Setup】一键捕获，使测量信号波形显示到最优状态。

4.3 稳定波形

4.3.1 设置触发

设置触发为采集信号波形期间显示波形时间位置的设置，打开触发菜单有 2 种方式：面板按键、界面快捷菜单。

按键板触发按键

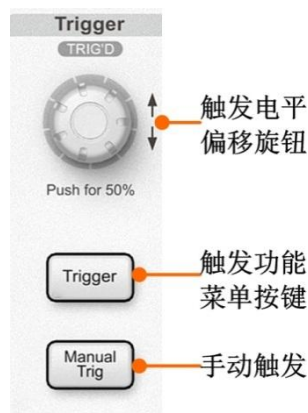


图 4.5 触发功能相关按键

界面快捷菜单



图 4.6 界面快捷菜单

- 触发源：为已选择的触发类型设置目标信号源。
- 触发沿：当触发源从低触发电平值变化到高触发电平时的触发（上升沿）或从高触发电平值时到低电平触发电平值时的触发（下降沿）。可设置上升沿、下降沿或双边沿。
- 触发电平：设置输入信号的触发沿通过的电平。
- 触发模式：选择波形的显示方式与指定触发沿的检测有关。
- 触发位置：设置触发时，采集数据的时间轴位置。
- 触发迟滞：触发电平裕度，不触发此范围内信号电平的变化。
- 触发延迟：触发点的延迟。

1. 改变触发模式

点击“触发控制区”的【Trigger】按键，触发方式由“Auto”切换到“Normal”，并调节“触发电平旋钮”将触发电平调至波形中央使波形稳定触发和显示。



图 4.7 触发模式设置

2. 改变触发电平

如图 4.8 触发电平 1V，下降沿处触发，触发迟滞需设置成“高”，否则会导致触发不稳或触发不到。

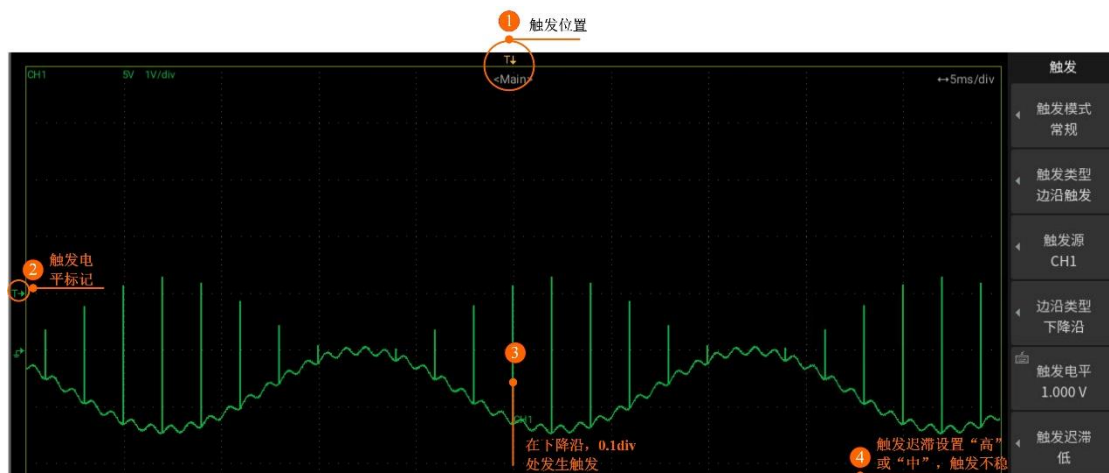


图 4.8 改变触发沿和触发迟滞

3. 改变触发位置

按下对应按键，选择 10%，50%，90%三个常用触发点，使用键盘可设置触发位置在屏幕的 0~100%，步进 1%。



图 4.9 改变触发位置

4.4 改变波形显示条件

4.4.1 设置窗口显示数

默认情况下，屏幕显示一个窗口，显示格式设置是 4，设置步骤如图 4.10，显示波形

如图 4.11。



图 4.10 设置显示格式程序序号图

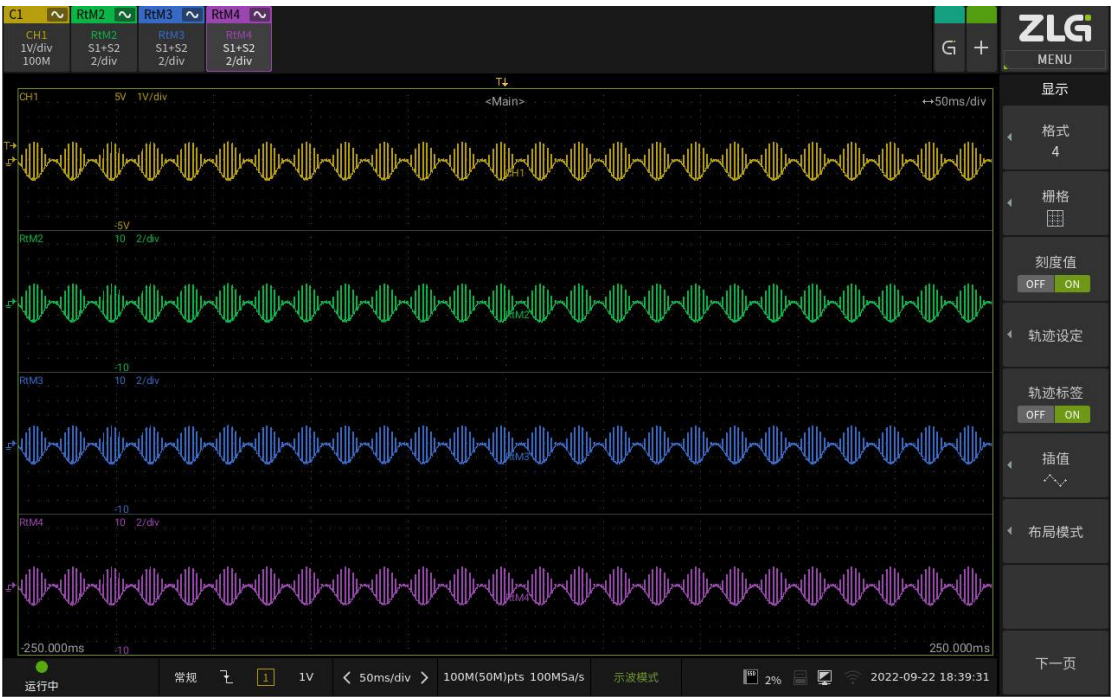


图 4.11 界面显示单屏显示

4.4.2 改变垂直刻度

顺时针旋转垂直档位旋钮，如图 4.12，电压档位（灵敏度增加）调小到 0.5V/div，出现波形消顶，如图 4.13。

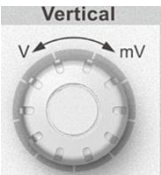


图 4.12 垂直量程调节旋钮

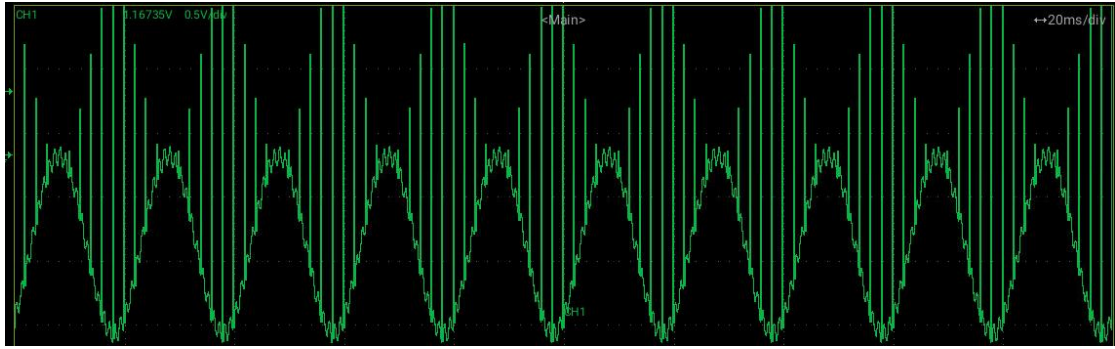


图 4.13 改变垂直档位

4.4.3 改变垂直偏移

逆时针旋转垂直位移旋钮如图 4.14，垂直位置和地参考位置一同下移，使整个波形显示在屏幕内，方便用户观察整个波形，如图 4.15。

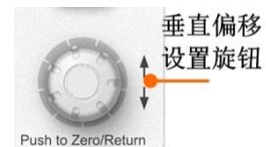


图 4.14 垂直偏移

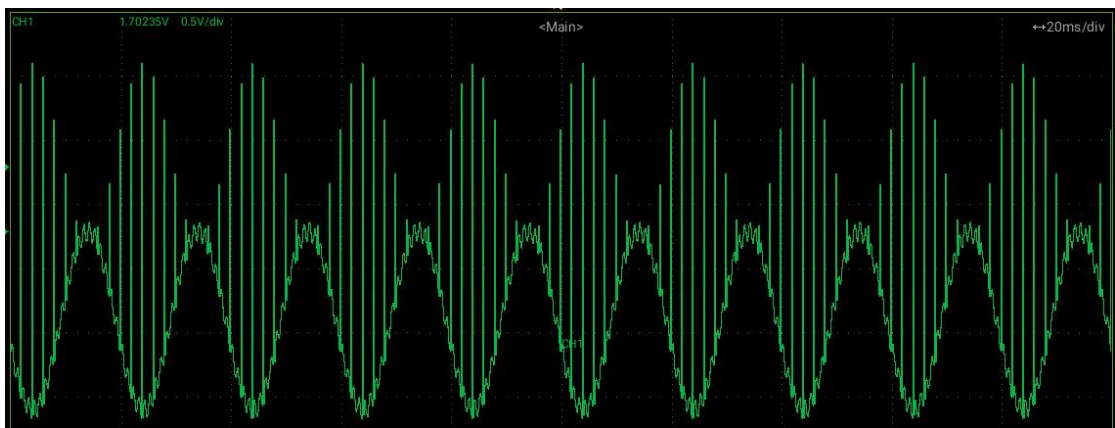


图 4.15 改变垂直偏移

4.4.4 改变水平时基

时间轴设置是设置水平栅格的时间。通过改变水平时基，屏幕显示在更新模式和滚动模式之间切换。

更新模式波形在同一个位置重复显示，滚动模式中波形是从右往左在屏幕上滚动。滚动适合观察长周期信号或变化缓慢的信号。

1. 更新模式到滚动模式

逆时针旋转水平时基旋钮增大时基，如图 4.16，水平时基从 5ms/div 改变到 2s/div。波形如图 4.17。

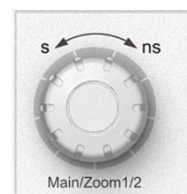


图 4.16 水平时基旋钮

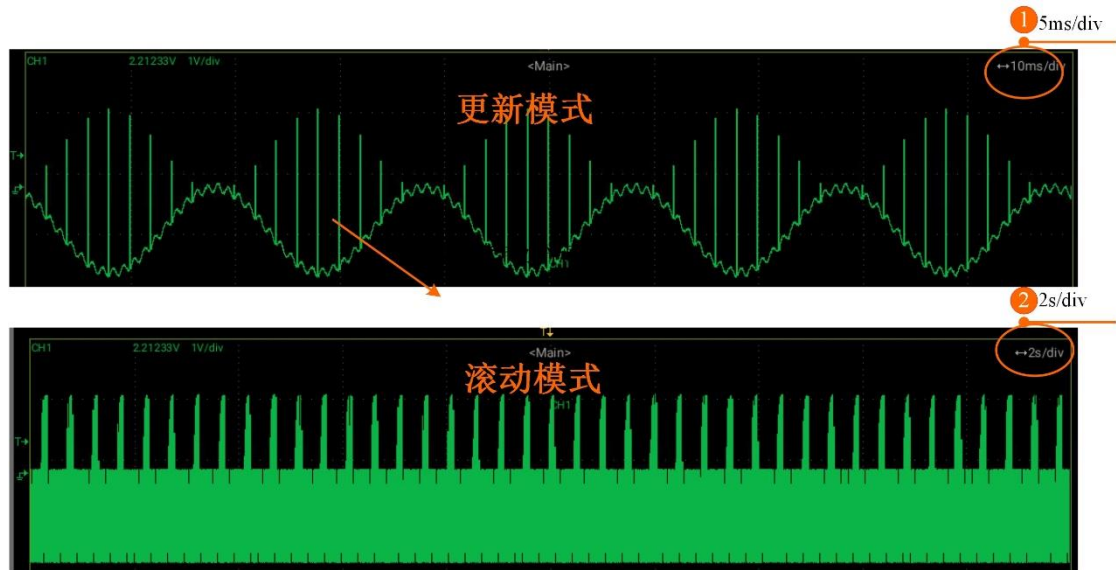


图 4.17 更新到滚动模式显示

2. 滚动模式大更新模式

逆时针旋转水平时基旋钮如图 4.16, 水平时基从 2ms/div 改变到 8s/div, 顺时针旋转水平时基旋钮, 水平时基从 8s/div 改变到 2ms/div。波形如图 4.18 所示。

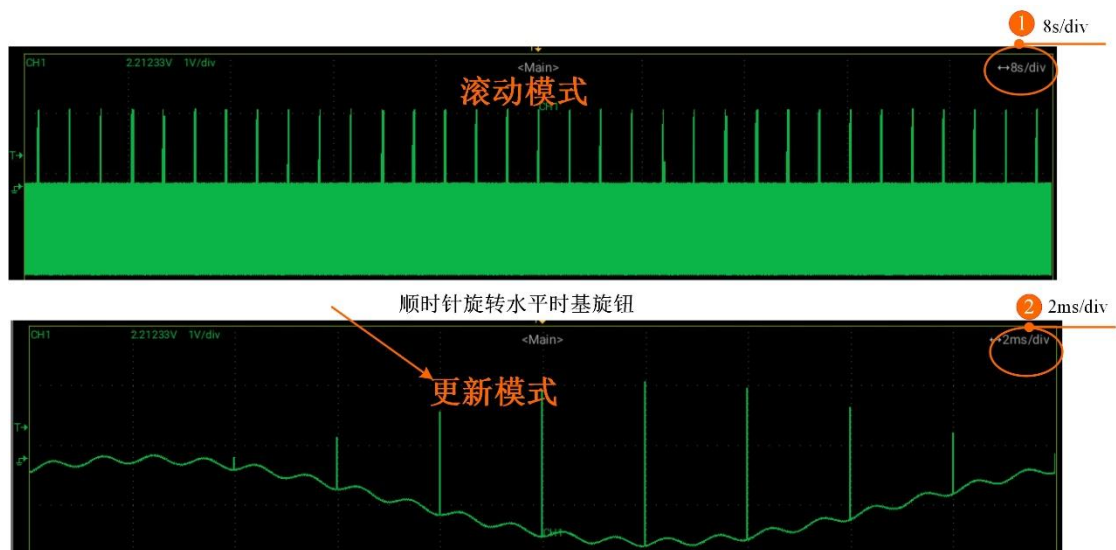


图 4.18 滚动模式到更新模式

4.4.5 波形在垂直轴上放大

选中需缩放的波形通道, 如图 4.19, 设置通道 1 输入波形。按照①->②->③操作步骤, 可设置通道 1 波形在垂直轴上放大或缩小。



图 4.19 设置波形垂直缩放步骤图

用户可以沿输入零位线，在垂直轴方向对每个显示波形进行缩放；还可以在垂直轴方向移动波形以便观察，如图 4.20。

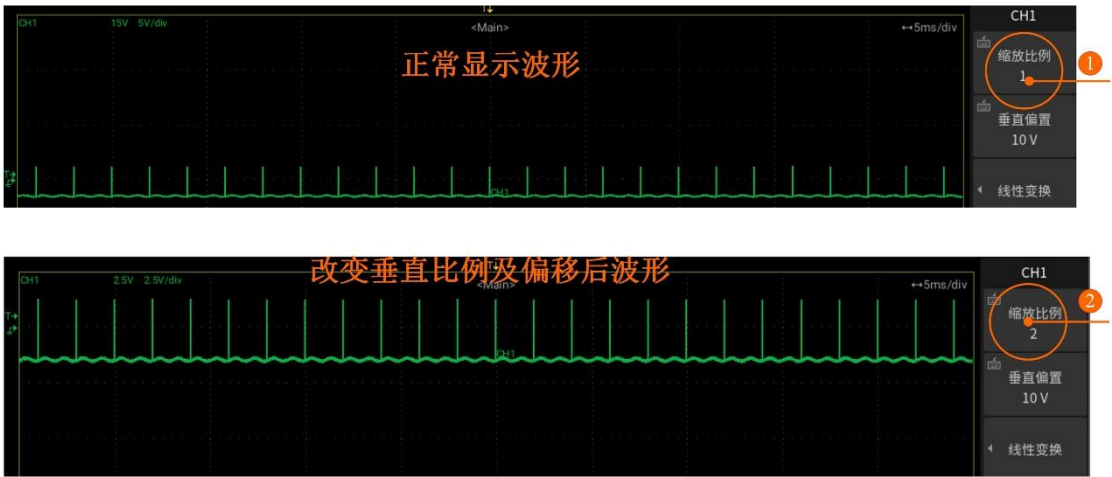


图 4.20 波形在垂直轴上放大

4.4.6 波形在时间轴上放大

可以同时显示主波形和两个位置的放大波形，当放大波形被显示时，在主波形窗口，放大位置的放大框可观察和移动。

开启缩放波形显示有 2 种方法：面板按键、界面快捷菜单。

面板按键



图 4.21 面板按键

界面快捷菜单

点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“缩放”功能，主界面上会出现“ZOOM”功能卡片。ZOOM1 和 ZOOM2 都添加后，功能管理“+”键菜单中“缩放”会是禁用状态，删掉“ZOOM1”或“ZOOM2”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②->③操作步骤，可开启 ZOOM 功能，见图 4.22。



图 4.22 界面快捷菜单



图 4.23 水平方向缩放波形

4.5 测量波形

4.5.1 使用水平和垂直光标

打开光标菜单有 2 种方式：面板按键、界面快捷菜单，如图 4.24。

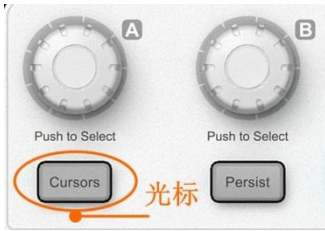


图 4.24 多功能按键区光标按键

点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“光标”功能，主界面上会出现“光标”功能卡片。光标功能添加后，功能管理“+”键菜单中“光标”会是禁用状态，删掉“光标”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启光标功能，见图 4.25。



添加光标功能卡片



已添加光标功能卡片

图 4.25 快捷菜单

如图 4.26 水平光标 A 测量信号峰峰值，垂直光标 B 测试信号周期。旋转旋钮 A 可设置水平光标线 A1 和 A2，旋转旋钮 B 可以设置光标线 B1 和 B2。顺时针增大，逆时针减小。

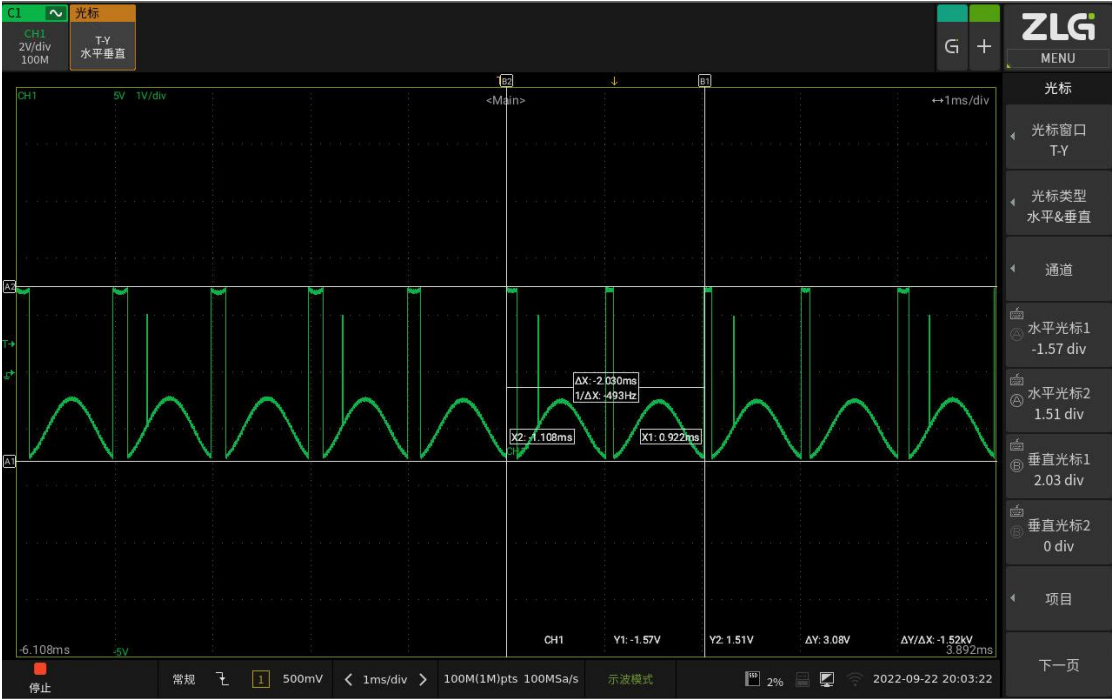


图 4.26 水平和垂直光标测峰峰值和周期

4.5.2 自动参数测量

点击界面主菜单，选择点击【测量】进入测量显示界面，点击【测量统计】选择“ON”可显示测量值的当前值、最大值、最小值、平均值等，或者选择“OFF”只显示当前值。如图 4.27。

在【设置】界面中，旋转旋钮 A 或 B 可框选测量通道及通道所测的选项，短按旋钮 A 或 B 可确认选择所测的参数如“峰峰值”、“周期”等如图 4.28，点击【ESC】，可返回屏幕界面观察所测的参数值，界面显示如图 4.29。



添加测量功能卡片



已添加测量功能卡片

图 4.27 打开测量功能



图 4.28 设置对应测量项目



图 4.29 自动参数测量

4.5.3 FFT 测量

- 为了对更多的信号进行 FFT 分析，需设置存储深度，点击【Acquire】选中【存储深度】；
- 点击【FFT】进入 FFT 显示界面，进行 FFT 设置：谱类型、信号源、窗函数及平均模式设置等；
- 点击【停止】后将进入运算；
- 运算完成后，旋转旋钮 A 设置 FFT 开始位置；旋转旋钮 B 设置频谱上下垂直刻度值；
- 可实时查看频谱视图区的右侧的频谱表。

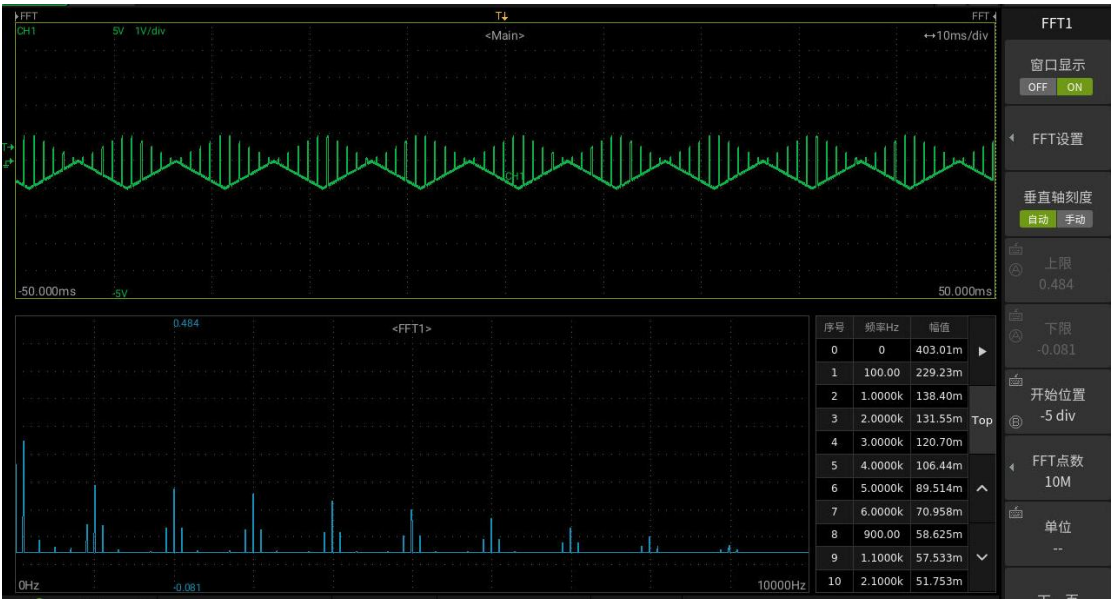


图 4.30 FFT 分析频谱

4.6 回读文件

回读配置文件和波形数据有两种方法：面板按键、界面快捷菜单。见图 4.31



图 4.31 回读配置或文件

4.7 保存文件

4.7.1 保存屏幕波形到指定存储器

保存及回读波形有 2 种方法：面板按键、界面快捷菜单，其中面板按键见图 4.31，界面快捷菜单见图 4.32 所示。



图 4.32 存储波形数据

需注意：在仪器保存数据时突然关闭电源开关或拔下电源线可能会损坏保存数据的介质，请勿在保存操作时断电。

4.8 常用快捷按键

ZDL 示波记录仪有多个一键设置按键，易于识别，操作连贯，一键到位，显著提高了测试测量效率，常用快捷按键功能见表 4.1 所示。

表 4.1 常用快捷按键功能表

按键名称	按键作用	图片
功能管理 “+” 键	- 快速弹出功能菜单，可设置基础功能、高级分析功能、及大数据分析功能； - 可快速开启主通道。	
Auto setup	会自动设置时基、记录长度等参数，以产生适合观察的波形	
Trace	可以保持当前波形的轨迹，并以白色显示，方便后期观察和对比。	
Cursors	进入光标测量菜单，设置光标测量参数，选择光标窗口和类型	
Mark	可以标记或测量关注的波形信号，黄色倒△显示	
Capture	用于快速保存屏图像数据	
Zoom	按下该键可使时基显示模式在“缩放模式(ZOOM)”和“标准模式”之间切换。 用户可通过缩放直接观察波形的细节信息，而不需调节时基将波形展开。	
All CH	批量设置各板卡配置	
Clear	可清除累积、标记、踪迹辅助功能，测量统计和当前波形清除是由历史记录功能的清除历史集实现	

5. 功能描述

5.1 垂直和水平轴

5.1.1 垂直轴

用户可打开或关闭指定通道输入信号的波形显示，并设置电压测量垂直轴相关设置。

以垂直刻度值为基准显示垂直轴方向上显示区间，垂直轴一屏有 10 格，若垂直档位设置为 0.2V/div 时，以零接地电平参考地线为中心，显示区间上限 1V (0.2V/div×5div)，显示下限-1V，如图 5.1 所示。超出此区间的波形将被削顶或削底。

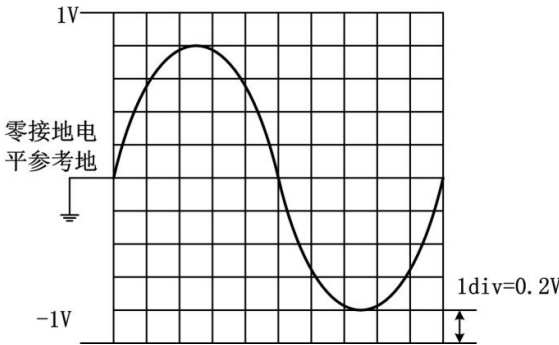


图 5.1 垂直轴示意图

旋转垂直档位旋钮可改变垂直档位，探头比例设置 1×，用户可设置档位如下：

按照 1/2/5 步进：0.01V/div、0.02V/div、0.05V/div、0.1V/div、0.2V/div、0.5V/div、1V/div、2V/div、5V/div、10V/div、20V/div。

5.1.2 水平轴

示波记录仪水平轴为时间轴，水平轴一共有 10 格，水平方向的时间长度等于水平时基×10，用户可设置水平时基来确定每格对应的的时间，如图 5.373 所示。

旋转水平时基旋钮，用户可设置的水平时基档位如下：

1 μs/div ~ 1s/div (1-2-5 步进)、2s/div、3s/div、4s/div、5s/div、6s/div、8s/div、10s/div、20s/div、30s/div、1min/div ~ 10min/div (1min 步进)、12min/div、15min/div、30min/div、1hour/div ~ 10hour/div (1hr 步进)、12hour/div、1day/div、2day/div、3day/div、4day/div、5day/div、6day/div、8day/div、10day/div、20day/div。

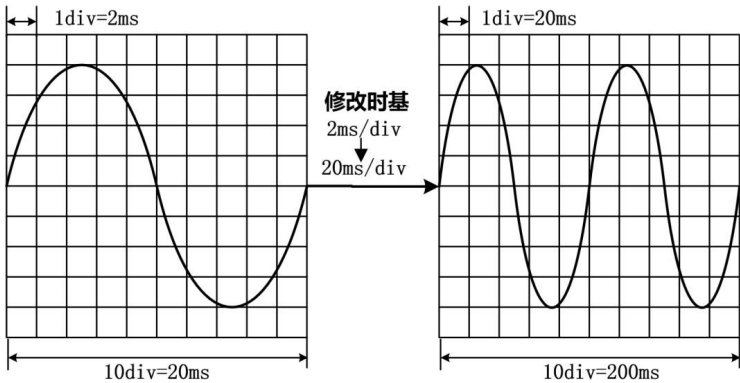


图 5.2 水平轴示意图

备注：若仪器安装有 2 通道隔离 100MS/s 高速电压采集卡时，时基范围为 100ns/div 至 50day/div；若无，时基范围为 5us/div 至 20day/div。

5.2 子卡

用户可根据测量要求自由定制组合电信号采集、总线分析等多种板卡。所有通道信号均可实现同步测量，并支持数据回读、二次处理。此外测试控制支持脚本语言，文件存储支持二进制、Matlab、LabView 等标准格式，便于对数据进行二次开发，最终完成闭环测试分析。

表 5.1 可选配板卡

板卡展示				
100M 模拟电压板卡	20M 模拟电压板卡	16 通道电压卡	CANFD 卡	16 通道温度电压卡
DQM-12180	DQM-12270	DQM-16250	DQM-62151	DQM-36413
				

5.2.1 2 通道隔离高速 100MS/s 电压测量

1. 功能简介

记录仪 100M 电压采集卡，可直接测量电压信号。使用电流探头，将电流信号转换成电压信号同样实现电流信号测量。本仪器支持 8 卡 16 通道信号同步测量，8 通道同步测量采样率高达 100MS/s，测量结果见图 5.3 所示。



图 5.3.8 通道 100MS/s 采样率

2. 操作步骤

ZDL 系列示波记录仪支持弹出设置和菜单设置两种方式实现物理通道测量设置，见图 5.4 所示。

— 方法 1：选中待配置物理通道，查看屏幕右侧配置菜单；

— 方法 2：选中待配置物理通道，点击“G”导航键。



图 5.4 两种方式配置 100M 卡物理通道相关设置

3. 功能菜单

本节介绍电压测量设置，如图 5.5 所示，在此可以打开/关闭波形显示、显示标签、设置输入耦合、选择探头类型及设置探头比例、设置带宽限制、打开/关闭反转波形显示、选择缩放方式、设置波形缩放比例及垂直位置偏移等。



图 5.5 100M 电压卡通道菜单设置

(1) 通道状态

用户通过设置 ON，OFF 来选择模拟通道打开关闭。

(2) 标签

选择图 5.5 中【标签】将弹出一个通道标签命名框如图 5.6 所示，使用键盘输入进行通道命名，设置后，新的通道标签名显示在菜单【标签】处和视图界面通道显示处显示。



图 5.6 标签

(3) 设置输入耦合

用户须设置通道耦合方式滤除不需要的信号，耦合方式有直流 DC、交流 AC 两种方式：

- DC: 输入信号直接耦合到垂直控制电路的衰减器，被测信号的直流分量和交流分量可通过；
- AC: 输入信号通过电容耦合到垂直控制电路的衰减器，被测信号的直流分量及 10Hz 以下的信号被阻隔，可使用更高的灵敏度显示信号的 AC 分量



图 5.7 输入耦合

输入耦合幅频特性曲线，如图 5.8 所示。

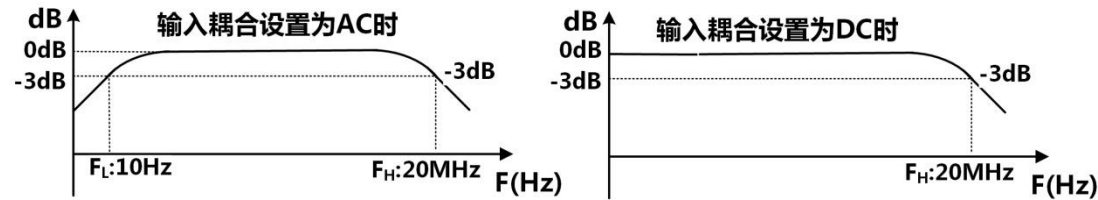


图 5.8 幅频特性曲线

输入耦合电路示意图，如图 5.9 所示。

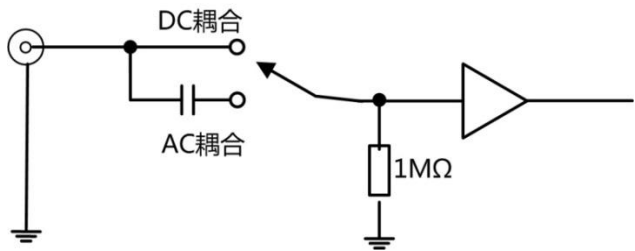


图 5.9 输入耦合示意图

(4) 量程

用于垂直档位设置，范围 10mV/div~20V/div, 1-2-5 步进。



图 5.10 量程设置菜单

(5) 探头比例

示波记录仪支持电压探头（U）和电流探头（I）两种类型，开始测试前用户需设置对应的探头类型。当设置探头比例后，量程、垂直偏移电压值、触发电平值、光标测量值测量功能菜单中测量值等都跟随着改变。例如，当探头比例为 1×档位时，屏幕上的垂直档位为 1V/div；若将探头打到 10×档位时，设置探头比例 10×，屏幕上显示的垂直档位更新为 10V/div。



图 5.11 探头比例

当探头类型是“U”时，可对电压探头进行自校准，重新调整校准系数。执行探头自校准通过将探头接到记录仪的直流输出端口，在探头比例菜单点击“探头校准”功能。记录仪会依次控制直流输出端口输出标准电压，对应板卡通过探头进行采集、测量统计后，得到与标准输出对应的测量电压值。通过计算输出电压以及采集电压得到对应的线性关系参数，该参数作为探头校准系数可用于消除由于探头差异性导致的测量偏差。如记录仪标配的 ZP250-1000 探头自校准可接入图 5.12 红色框输出信号参考地和直流信号输出端可进行探头自校准。



图 5.12 电压探头自校准端口

注意：

外部被测电压若超过示波记录仪的最大额定输入电压，可能会损坏仪器；而如果配以不同衰减比的安全探头后，可扩展示波记录仪电压（电流）的测量范围。例如，示波记录仪 2 通道隔离 100MS/s 电压采集卡最大额定电压 200V，使用一个 10:1 倍衰减比的电压探头后，最大可测量的电压就可到 2kv。

知识点扩展：

1. 探头

大多数无源探头有衰减比例指标，例如 1×、10×、100×，其中前面数字 10、100 是衰减因数，且衰减因数后面要标注×。其中 1×不会降低或衰减信号、10×则会把信号降低到探头幅度的 1/10。

2. 探头应用

- **带宽：**这个通常会在探头上写明，要求有足够带宽，否则示波记录仪带宽再高，探头带宽跟不上也没用；
- **阻抗匹配：**探头在使用之前应该进行低频补偿调节达到阻抗匹配，具体方法“4.1.3 章节”，若阻抗不匹配，可能会导致信号幅值的衰减；
- **探头比例选择：**使用前需参考探头使用手册，了解其可设置的探头比例，若只支持 10×档位，仪器上设置了 1×档位，测量信号就会严重失真；
- **连接到仪器：**测量前，先将探夹接地，在用探钩/探针测量被测信号；测量后，先断开探钩或探针，后断开接地夹子。
- **额定最大电压：**每个探头都有其额定最大电压值，在使用过程中应避免接近甚至超过这个值，因为容易造成探头的损坏，使用探头前请先仔细阅读探头规格。

(6) 带宽限制

DQM-12180 采集卡可选择内部模拟 2 阶低通滤波器，-3dB 截止频率 2MHz。

选择如图 5.5 中【带宽】，用户可根据实际测量环境选择 OFF、2MHz、1.28MHz、640kHz、320kHz、160kHz、80kHz、40kHz、20kHz、10kHz，如图 5.13，当关闭带宽限制时，被测信号含有的高频分量可通过；若将带宽限制打开并限制至 2MHz，被测信号中频率高于 2MHz 的信号成分被衰减，对同一个信号带宽限制分别设置 OFF、2MHz，波形对比显示如图 5.14 所示。



图 5.13 带宽限制

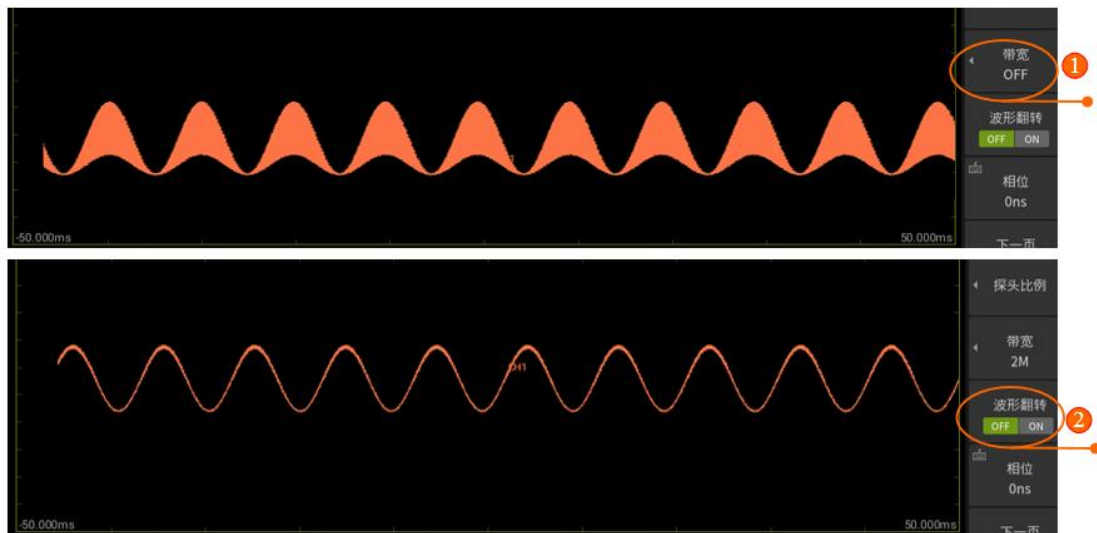


图 5.14 带宽限制 OFF、2M 对比

(7) 波形翻转

用户可将指定通道的波形电压值反相，即打开波形翻转功能时，波形显示相对地电位翻转 180 度；关闭波形翻转时，波形正常显示。使用波形翻转功能，在使用基本触发时，示波记录仪会通过更改触发设置来尝试保持相同的触发点。



图 5.15 波形翻转设置菜单

(8) 相位

用于补偿外部传感器/互感器的延时，可设置范围-650us-650us，默认 0ns。

(9) 缩放比例

波形的缩放比例是指在垂直方向上对波形显示区域的放大或缩小，并不改变波形各点的坐标值及各测量值，可设置范围 0.1-100，默认 1。

此方式是改变电压垂直档位，如图 5.16 所示，可看到沿着零接地电平参考地线，波形在垂直方向上的显示区域扩大了两倍，便利了用户的观察。

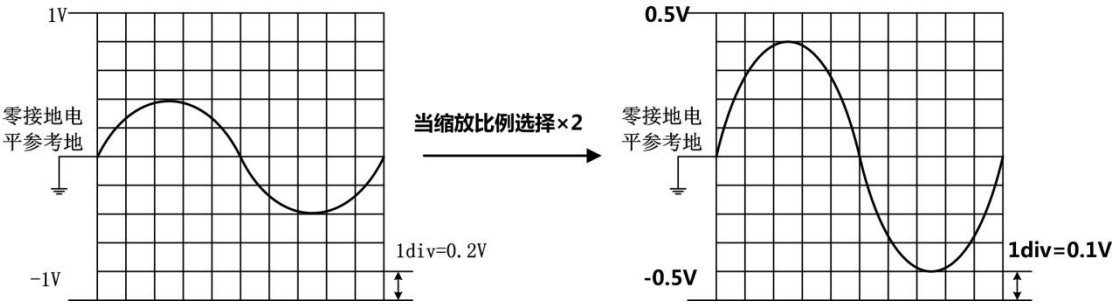


图 5.16 缩放比例示意图

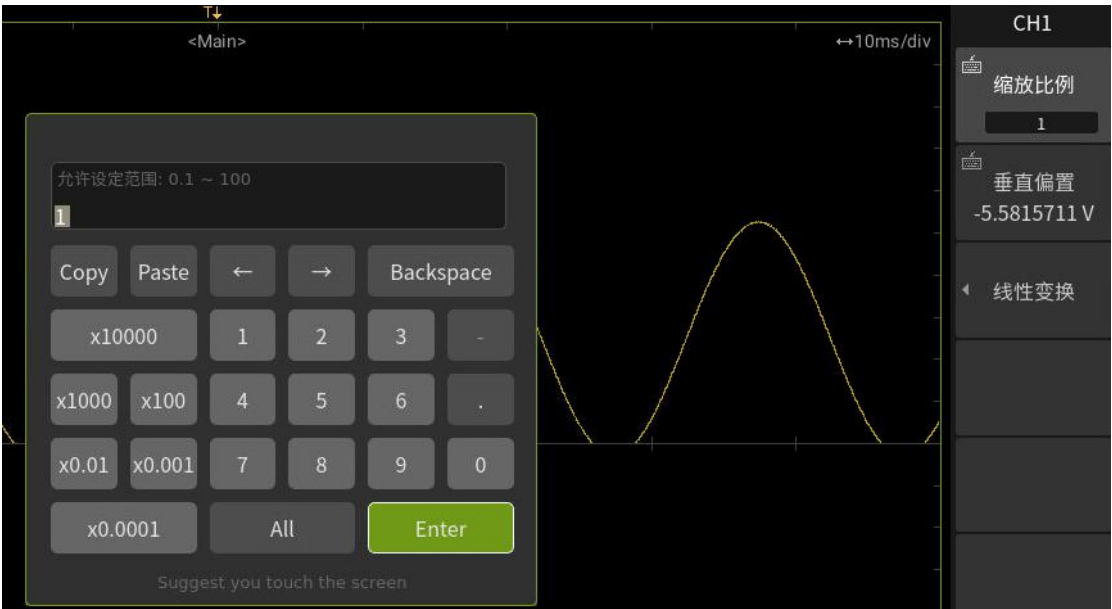


图 5.17 缩放方式

(10) 垂直偏置

有时为了观察两个波形的相互关系，或是希望观察到溢出屏幕显示区域以外的波形显示部分，可以将波形垂直移动。如图 5.18 所示，可以看到将两个波形各自垂直移动 50%，叠加在一起，可以直观地对比两者的关系。

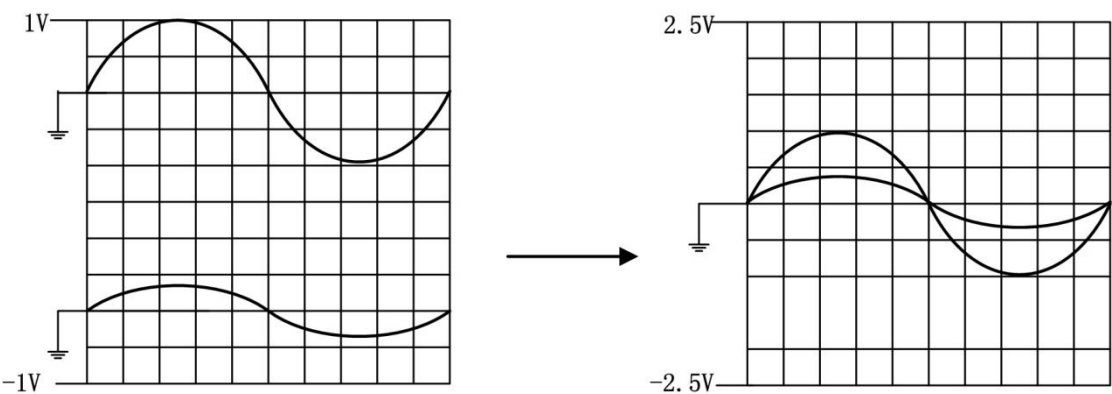


图 5.18 垂直偏置示意图

(11) 线性变换

线性变换功能使用测试值转换成物理值，支持两种变换方式。支持板卡有 100M 卡、20M 卡、16CH 卡、温度卡、CANFD 卡，各板卡功能类似，以 100M 卡菜单界面展示。线性变换菜单见图 5.19，示意图见图 5.20 所示。

- $AX+B$: 使用测量系数 A 与偏移量 B ，计算公式 $Y=AX+B$ (X : 测量值、 Y : 物理量)；
- $P1-P2$: 对应任意两点的测量值 ($P1$: X 、 $P2$: X)，设定变换后的每个物理量 ($P1$: Y 、 $P2$: Y)，由 $P1$ 和 $P2$ 决定公式 ($Y=AX+B$)。



图 5.19 线性变换菜单

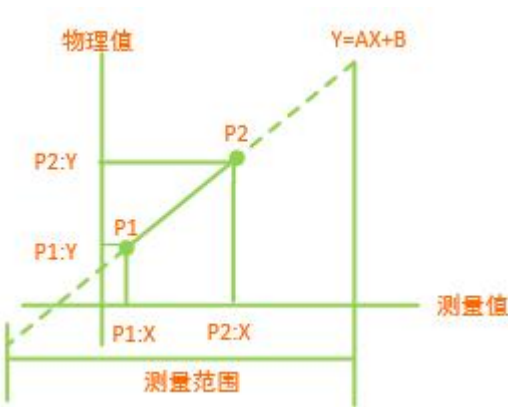


图 5.20 线性变换示意图

1. 功能简介

记录仪 20M 电压采集卡，可直接测量电压信号。使用电流探头，将电流信号转换成电压信号同样实现电流信号测量。本仪器支持 8 卡 16 通道信号同步测量，8 通道通道测量采样率高达 20MS/s，全通道记录模式采样率 1MS/s。

2. 电压测量设置

类似 5.2.1 章节，不再赘述。

5.2.3 16 通道电压测量

1. 功能简介

记录仪 16 通道采集卡，可直接测量电压信号。本仪器支持 8 卡 16 通道信号同步测量，全通道开启支持 200kSa/s 采样率，测量结果如图 5.21 所示。

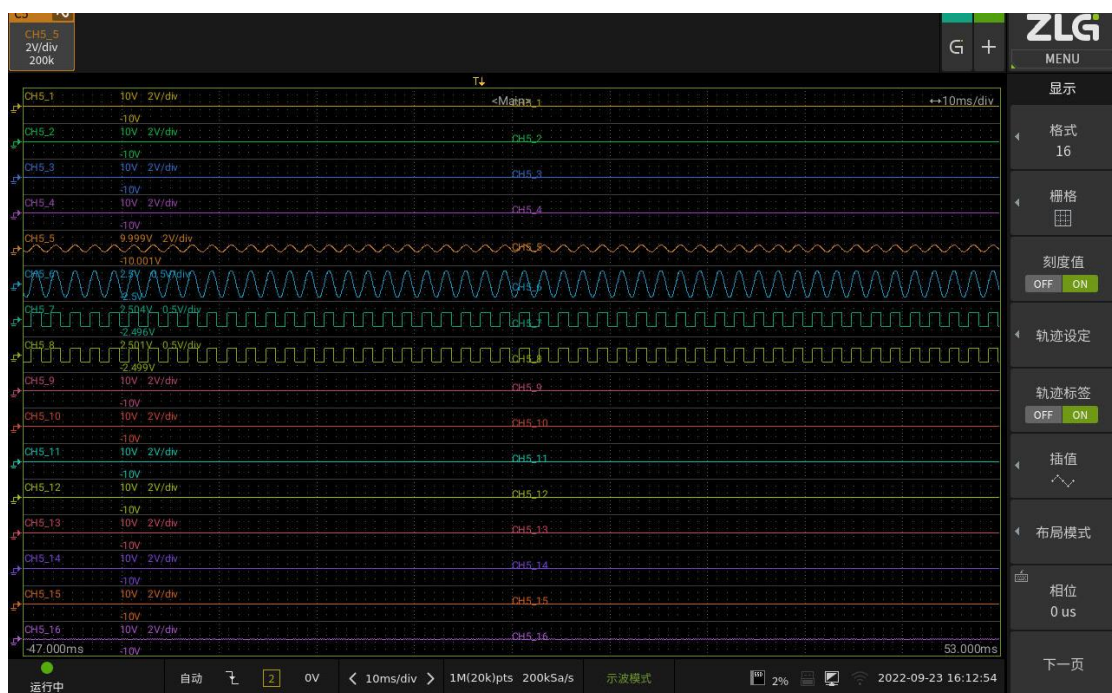


图 5.21 全通道 200kS/s 采样率

2. 操作步骤

ZDL 系列示波记录仪支持弹出设置和菜单设置两种方式实现 16CH 电压物理通道测量设置，见图 5.22 所示。

- 方法 1：选中待配置物理通道，查看屏幕右侧配置菜单；
- 方法 2：选中待配置物理通道，点击“G”导航键。



图 5.22 两种方式配置 16CH 电压卡物理通道相关设置

3. 功能菜单

本节介绍电压测量设置，如图 5.23 所示，在此可以打开/关闭波形显示、子通道设置、设置带宽限制、打开/关闭反转波形显示、设置波形缩放比例及垂直位置偏移等。



图 5.23 16CH 卡子通道菜单

(1) 通道开关

用户通过设置 ON, OFF 来选择模拟通道打开关闭,其中逻辑通道通道号默认 CH1~CH16,物理子通道号在逻辑通道号后跟下划线和数字,如 CH1_1 表示。

(2) 子通道设置

用户可通过子通道菜单统一或独立设置每个子通道重新自定义标签、量程、相位、带宽、缩放比例、垂直偏置,探头比例系数和线性变换进行设置。



图 5.24 全部子通道设置菜单

16CH 电压卡全部子通道支持电压探头（U）和电流探头（I）两种类型，每种支持自定义比例设置，除此外，支持探头比例校准功能，见图 5.25 所示。探头相关知识扩展，可查阅 5.2.12 章节。



图 5.25 全部子通道探头设置

16CH 电压卡全部子通道支持两种变换方式， $AX+B$ 和 $P1-P2$ ，见图 5.26。相关详情，可查阅 5.2.12 章节。



图 5.26 全部子通道线性变换设置

(3) 通道开关

用户单独设置 1~16 子通道其中一个。

(4) 标签

16CH 电压卡是一个 16 路电信号同步采集模块，1 张板卡 16 个通道，通道标签建议设置成 CHn_m 格式，方便区分是带子通道的板卡， n 和 m 用数字表示，标签设置类似 5.2.13 章节，不再赘述。

(5) 子通道状态

当前选中的子通道执行打开/关闭操作，设置成 ON 开启子通道，设置成 OFF 关闭子通道。

(6) 探头比例

支持电压探头 (U) 和电流探头 (I) 两种类型，支持自定义比例设置，同时支持探头比例校准功能，详情见 5.2.13 章节。

(7) 波形翻转

用户可将指定通道的波形反相，即打开波形翻转功能时，波形显示相对地电位翻转 180 度；关闭波形翻转时，波形正常显示。

(8) 相位

用于补偿外部传感器/互感器的延时，可设置范围 -650us-650us，默认 0ns。

(9) 带宽限制

用 DQM-62151 采集卡可选择内部模拟 2 阶低通滤波器，-3dB 截止频率 10kHz。

用户可根据实际测量环境带宽限制可选择 OFF，10kHz。当关闭带宽限制时，被测信号含有的高频分量可通过；若将带宽限制打开并限制至 10kHz，被测信号中频率高于 10kHz 的信号成分被衰减。

(10) 线性变换

支持 A-B、P1-P2 两种线性变换，详情见 5.2.13 章节，不再赘述。

(11) 缩放比例

用户可在垂直方向上对波形显示区域的放大或缩小，设置范围 0.1-100，默认 1。

(12) 垂直偏置

用户可在垂直方向上对波形进行移动，可设置 $\pm 5\text{div}$ ，默认 0V。

5.2.4 低压 16 通道电压测量

1. 功能简介

记录仪低压 16 通道采集卡与 16 通道采集卡类似，可直接测量电压信号。本仪器支持 8 卡 16 通道信号同步测量，全通道开启支持 200kSa/s 采样率。

2. 低压 16 通道电压测量设置

类似 5.2.3 节，不再赘述。

5.2.5 16 通道隔离电压温度测量

1. 功能简介

16 通道隔离电压温度采集卡，通过电缆连接到扫描仪器盒（型号：DQM-36413 Scanner Box）实现电压信号和温度信号测量。当测量模式选择温度时，16 通道执行温度测量；当测量模式选择电压时，16 通道执行电压测量。

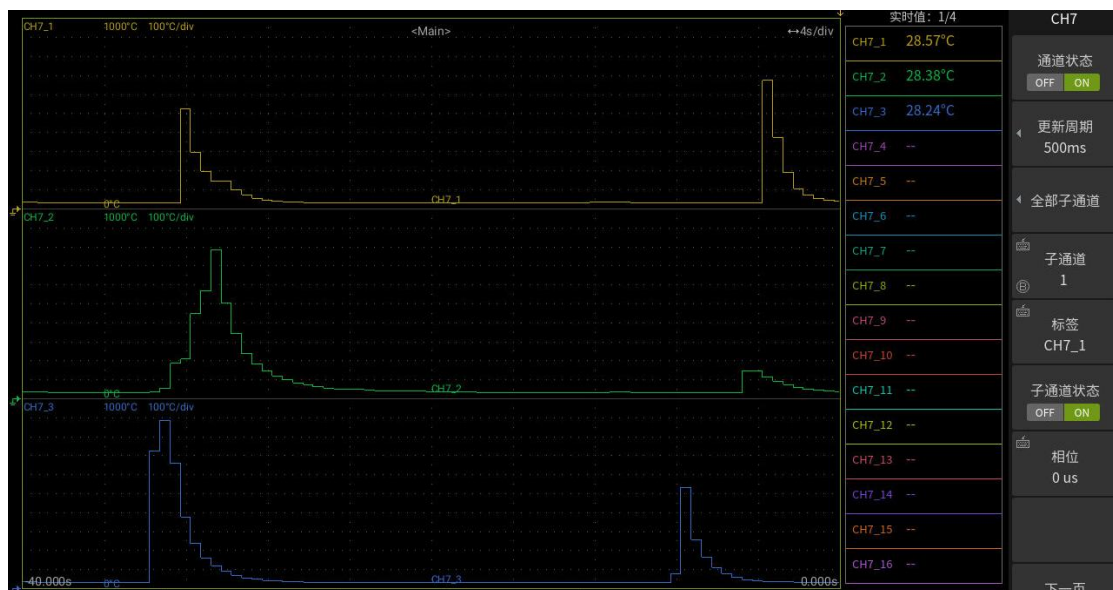


图 5.27 热电偶测量

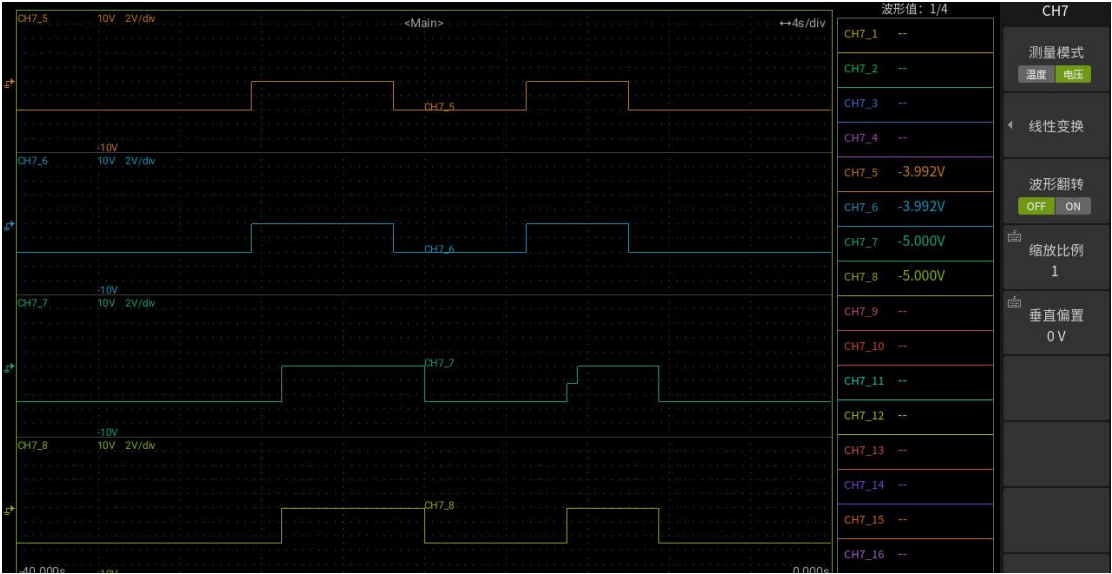


图 5.28 直流电压测量

2. 操作步骤

ZDL 系列示波记录仪支持弹出设置和菜单设置两种方式实现 16CH 隔离电压温度物理通道测量设置，见图 5.29 所示，菜单详情图 5.29 所示。

- 方法 1：选中待配置物理通道，查看屏幕右侧配置菜单；
- 方法 2：选中待配置物理通道，点击“G”导航键。



图 5.29 两种方式配置 16CH 电压温度卡物理通道相关设置



图 5.30 16CH 电压温度卡功能菜单

3. 基础设置

(1) 通道状态

点击图 5.30 中【通道状态】选项，可选择温度卡逻辑通道的打开或关闭，其中逻辑通道通道号默认 CH1~CH16，物理子通道号在逻辑通道号后跟下划线和数字，如 CH1_1 表示。

- ON: 优先打开历史开启的所有子通道，首次使能默认开启第一个子通道。
- OFF: 关闭历史开启的所有子通道，逻辑通道的默认状态。

(2) 更新周期

更新周期指依次扫描 16 个通道的一次采集时间。可设置 5 挡，分别是 100ms、200ms、500ms、1s、3s。点击图 5.30 中【更新周期】选项，显示菜单如图 5.31 所示。



图 5.31 16CH 电压温度卡功能菜单

(3) 全部子通道

用户可通过子通道菜单统一或独立设置每个子通道重新自定义标签、相位、测量模式选择及相关设置、线性变换进行设置，点击图 5.30 中【全部子通道】选项，显示菜单如图 5.31 图 5.32 所示。



图 5.32 全部子通道设置菜单

(4) 子通道

单击图 5.30 中【子通道】选项，单独设置 1~16 物理子通道其中一个。

(5) 标签

类似 5.2.13 章节，不再赘述。

(6) 子通道状态

点击图 5.30 中【子通道状态】选项，对当前选中子通道的打开关闭设置。

(7) 相位

用于补偿外部传感器/互感器的延时，可设置范围-650us-650us，类似 5.2.13 章节，不再赘述。

4. 测量模式-电压

点击图 5.30 中【测量模式】，选择【电压】，弹出菜单见图 5.33 所示。



图 5.33 “电压”测量模式

(1) 线性变换

支持 A-B、P1-P2 两种线性变换，详情见 5.2.13 章节，不再赘述。

(2) 波形翻转

用户可将指定通道的波形电压值反相，即打开波形翻转功能时，波形显示相对地电位翻转 180 度。

(3) 缩放比例

用户可在垂直方向上对波形显示区域的放大或缩小，通过内置弹窗按键设置缩放比较，设置范围 0.1-100，默认 1。

(4) 垂直偏置

用户可在垂直方向上对波形进行移动，可设置±5div，默认 0V。

5. 测量模式-温度

点击图 5.30 中【测量模式】，选择【温度】，弹出菜单见图 5.34 所示。



图 5.34 “温度”测量模式

(1) 热电偶类型

ZDL 示波记录仪 DQM-36413 温度卡支持 8 种热电偶类型： K、E、J、T、N、R、S、B，测试前请选择合适的热电偶类型。



图 5.35 热电偶类型

(2) 上限值

示波记录仪 DQM-36413 温度卡支持 8 种热电偶类型，每种类型可设置的范围不同，测试前请选择合适的上限值，减少量程误差。

- K 型：上限值，设置范围-299.9℃~-1300℃；

- J 型：上限值，设置范围-199.9℃~-1200℃；
- E 型：上限值，设置范围-299.9℃~-1000℃；
- B 型：上限值，设置范围 200.1℃~-1800℃；
- N 型：上限值，设置范围-199.9℃~-1300℃；
- S 型：上限值，设置范围-49.9℃~-1800℃；
- R 型：上限值，设置范围-49.9℃~-1800℃；
- T 型：上限值，设置范围-299.9℃~-400℃。

(3) 下限值

示波记录仪 DQM-36413 温度卡支持 8 种热电偶类型，每种类型可设置的范围不同，测试前请选择合适的下限值，减少量程误差。

- K 型：下限值，设置范围-300℃~-1299.9℃；
- J 型：下限值，设置范围-200℃~-1199.9℃；
- E 型：下限值，设置范围-300℃~-999.9℃；
- B 型：下限值，设置范围 200℃~-1799.9℃；
- N 型：下限值，设置范围-200℃~-1299.9℃；
- S 型：下限值，设置范围-50℃~-1799.9℃；
- R 型：下限值，设置范围-50℃~-1799.9℃；
- T 型：下限值，设置范围-300℃~-399.9℃。

5.2.6 2 通道隔离 CANFD 采集

1. 功能简介

DQM-62151 CANFD 采集卡可实现 CAN 报文显示、发送报文周期统计分析，DBC 文件解析及显示 DBC 解析后模拟量趋势图等。

- 支持 CAN2.0，CANFD 协议的收发，支持 2 路 CAN 相关协议信号；
- 支持实时 DBC 协议解析以及趋势图生成；
- 比特率最高可达 8Mbps；
- 支持 2 路 DIDO 辅助数字量输入输出接口，其中 DI 为输入数字信号，DO 为输出数字信号，可用于频率检测以及外部触发；
- 可通过解读 CAN 总线协议，监视总线上的通信数据，显示趋势波形。也可以作为一个总线节点连接到 CAN 总线，读取 CAN 总线的通信数据帧；
- 单台记录仪设备支持最多插入 4 张 CANFD 卡，同时监听 8 路 CAN 总线，生成 480 路趋势波形数据。其中每一路趋势波形采样率最高 100kSa/s，但合计采样率不超过 500kSa/s。

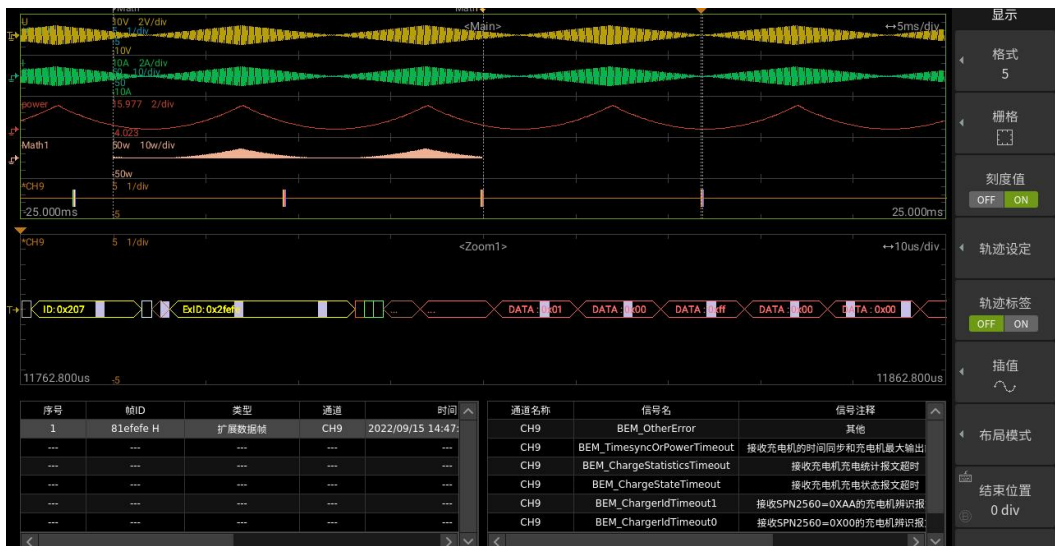


图 5.36 CAN 报文显示和 DBC 文件解析后趋势图

2. 操作步骤

ZDL 系列示波记录仪支持弹出设置和菜单设置两种方式实现 CANFD 采集卡物理通道测量设置，见图 5.37 所示。

- 方法 1：选中待配置物理通道，查看屏幕右侧配置菜单；
- 方法 2：选中待配置物理通道，点击“G”导航键。



图 5.37 两种方式配置 CANFD 卡物理通道相关设置

3. CAN 采集设置

本节介绍 CANFD 卡测量设置。菜单显示如图 1.2 所示，可以打开/关闭波形显示、子通道设置、DI 子通道设置、DBC 文件加载、打开/关闭监听模式、端口设置、白名单设置及垂直偏置设置。

- ① **通道状态**: 用户通过设置 ON, OFF 来选择 CAN 通道打开关闭。
- ② **子通道**: 每张 DQM-62151 CANFD 采集卡有两路 CAN 通道, 单路 CAN 通道有 60 个虚拟子通道; 选中【子通道】选项, 可对子通道进行设置和加载.DBC 文件。
- ③ **DI 子通道设置**: 支持辅助数字量 DIDO 输入输出。选中【DI 子通道设置】, 可对 DI 子通道和 DI/DO 设置。可选择 DI/DO 设置 ON 或 OFF, 其中 DI 输入数字信号, 支持 CMOS 和 TTL 两种逻辑电平, DO 电平固定为低。
- ④ **标签**: 用户使用键盘输入进行通道命名, 设置后, 新的通道标签名显示在菜单【标签】处和视图界面通道显示处显示。
- ⑤ **控制设置**: CAN 属性设置, 收发器选择、监听模式设置、终端电阻设置、波特率设置, 采样点、采样相位等设置。
- ⑥ **帧发送设置**: CAN 通信收发状态相关设置。
- ⑦ **白名单设置**: 过滤掉采集数据中不关注的帧 ID。
- ⑧ **垂直偏置**: 可设置范围, $\pm 5\text{div}$ 。



图 5.38 CAN 通道设置菜单

(1) 子通道相关

每张 CANFD 采集卡有两路 CAN 通道，单路 CAN 通道有 60 个虚拟子通道；点击图 5.38 【子通道】选项，可对子通道进行设置和加载.DBC 文件。

- ✧ 子通道设置：子通道设置功能可打开/关闭子通道、查看导入的 DBC 文件的编码规则，修改子通道设置，见图 5.40 所示；
- ✧ DBC 文件加载：加载 DBC 文件。

DBC文件路径: Local/J1939.dbc

全部子通道设置			子通道 显示上限/显示下限		子通道 持续时间/复位值								子通道	
		输入	标签	消息名	信号名	帧类型	帧ID	起始位	位长度	大小端	数据类型		子通道设置	
All		OFF											DBC文件加载	
1		ON	CH4_1	VehicleDataMulti	VehicleSignal2	扩展帧	2563309310	16	16	小端(intel)	signed			
2		ON	CH4_2	VehicleDataMulti	VehicleSignal4	扩展帧	2563309310	48	16	小端(intel)	signed			
3		ON	CH4_3	VehicleDataMulti	VehicleSignal6	扩展帧	2563309310	80	16	小端(intel)	signed			
4		ON	CH4_4	VehicleDataSingle	VehicleSignal2	扩展帧	2560491262	16	16	小端(intel)	signed			
5		ON	CH4_5	VehicleDataSingle	VehicleSignal4	扩展帧	2560491262	48	16	小端(intel)	signed			
6		OFF	CH4_6											
7		OFF	CH4_7											
8		OFF	CH4_8											
9		OFF	CH4_9											
10		OFF	CH4_10											

图 5.39 CAN 通道设置菜单

子通道显示上限/显示下限：

- ① 输入：用户通过设置 ON，OFF 来选择 CAN 子通道打开关闭；
- ② 标签：用户使用键盘输入进行通道命名，设置后，新的通道标签名显示在菜单【标签】处和视图界面通道显示处显示。
- ③ 波形上限：设置屏幕上波形的显示上限，+5div；
- ④ 波形下限：设置屏幕上波形的显示下限，-5div；
- ⑤ 系数：根据 DBC 文件解析得来的信息，读取 DBC 规则中的系数，不可设置；
- ⑥ 偏移：根据 DBC 文件解析得来的信息，读取 DBC 规则中的偏移，不可设置；
- ⑦ 数据上限：根据 DBC 文件解析得来的信息，读取 DBC 规则中数据上限，不可设置；
- ⑧ 数据下限：根据 DBC 文件解析得来的信息，读取 DBC 规则中数据下限，不可设置；
- ⑨ 单位：根据 DBC 文件解析得来的信息，读取 DBC 规则中单位，不可设置。



图 5.40 设置子通道上下限

子通道持续时间/复位值：

- ① 输入：用户通过设置 ON，OFF 来选择 CAN 子通道打开关闭。
- ② 标签：用户使用键盘输入进行通道命名，设置后，新的通道标签名显示在菜单【标签】处和视图界面通道显示处显示。
- ③ 波形持续时间设置：DBC 解析后模拟量趋势图中报文空闲电平状态设置，默认和持续时间设置两种。
 - ✧ 默认：首帧报文起始电平值取决于设置的复位值，空闲电平保持前一帧报文帧结束电平值，直到下一帧报文到来；
 - ✧ 持续时间设置：首帧报文起始电平值取决于设置的复位值，空闲电平保持前一帧报文帧结束电平值的维持时间不超过设置的持续时间，超过持续时间电平值恢复到设置的复位值。
- ④ 持续时间：空闲电平值保持时间；
- ⑤ 复位值：空闲电平值。



图 5.41 设置子通道持续时间/复位值

对接收数据进行应用层解析，可以导入 DBC 文件，查看 DBC 解析结果。



图 5.42 加载 DBC

(2) DI 子通道

CAN 卡支持 2 路 DIDO 辅助数字量输入输出接口，其中 DI 为输入数字信号，DO 为输出数字信号。DI 子通道支持辅助数字量 DIDO 输入输出。

选中【DI 子通道设置】，可对 DI 子通道和 DIDO 设置。可选择 DI/DO 设置 on 或 off，其中 DI 输入数字信号，支持 COMS 和 TTL 两种逻辑电平，Do 电平固定为低。

DI 子通道设置：

- ✧ 通道开关状态设置
- ✧ 通道自定义命名，可使用键盘界面自定义命名通道标签

- ◇ DI 通道量程（垂直档位）上下限设置
- ◇ 支持 $AX+B$ 和 P1-P2 两种线性变换，关详情，可查阅 5.2.12 章节。

DI/DO 设置：

- ◇ 数字量输入输出设置
- ◇ DI/DO 开启或关闭
- ◇ DI 类型选择（CMOS、TTL）
- ◇ DO 电平（低、高）设置，低 0V，高 5V
- ◇ DI 电平低



图 5.43 DI 子菜单设置

(3) 控制设置

点击图 5.38【控制设置】选项，弹出的菜单见图 5.44 图 5.45 所示，进行 CAN 属性设置，如收发器选择、监听模式设置、终端电阻设置、波特率设置，采样点、采样相位等设置。



图 5.44 CAN 属性控制设置菜单



图 5.45 CANFD 属性控制设置菜单

CAN、CANFD 属性设置:

- ✧ 收发器：是指位于 CAN-bus 物理层的器件要完成逻辑信号与电缆上物理信号的转换的器件。ZD 系列示波记录仪支持 CAN 和 CANFD，其中 CANFD 可以理解成 CAN 协议的升级版，升级了协议、物理层未改变，两种主要区别在传输速率不同、数据长度不同、帧格式不同及 ID 长度不同；
- ✧ 只听模式：打开或关闭只听模式。
ON，不发送 ACK 位、只接收不响应其它节点
OFF，发送 ACK 位，接收并响应其它节点。
- ✧ 终端电阻：可选择 OFF 或 ON。D 系列示波记录仪转换器内部电路有集成 120 Ω 的终端电阻，客户可选择连接或断开；
ON 时：CAN 总线上 CAN_H 和 CAN_L 之间的 120 Ω 终端开启；
OFF 时，CAN 总线上 CAN_H 和 CAN_L 之间的 120 Ω 终端关闭。

按照 ISO11898 规范，为增强 CAN 总线通信的可靠性，CAN 总线网络的两个端点通常要加入终匹配电阻（终端电子的大小由传输线缆的特性阻抗所决定，例如，双绞线的特性阻抗为 $120\ \Omega$ ，总线上的两个端点也应集成 $120\ \Omega$ 终端电阻）。

- ✧ 显示报文：ON 开启报文显示波形，OFF 关闭报文显示波形；
- ✧ 最大报文：单通道 CAN 收发器 10K~40M 条、CANFD 收发器 10K~1.4M 条。

CAN/CANFD 仲裁域/数据域设置：

- ✧ 波特率（baud）：设置 CAN 总线信号传输速度；
CAN 仲裁域：范围 5Kbps~8Mbps（5kbps、10kbps、20kbps、50kbps、100kbps、125kbps、200kbps、250kbps、400kbps、500kbps、1Mbps、2Mbps、4Mbps、5Mbps、8Mbps）；
CAN 数据域：范围 5Kbps~1Mbps（5kbps、10kbps、20kbps、50kbps、100kbps、125kbps、200kbps、250kbps、400kbps、500kbps、1Mbps）；
- ✧ 采样点（Sample Point）：读取总线电平并将其解析为对应位的值的时间点。采样点的位置介于采样相位 1 和采样相位 2 之间，允许设置范围 70%~85%；
- ✧ 预分频因子（BRP_DIV）：波特率分频系数，取决于仪器控制器芯片，和采样相位 1 和采样相位 2 共同影响波特率值；
- ✧ 采样相位 1（TSEG1）：位时间的一部分，用于补偿边沿相位错误，它可能因再同步而延长；
- ✧ 采样相位 2（TSEG2）：位时间的一部分，用于补偿边沿相位错误，它可能因再同步而缩短；
- ✧ 同步跳转宽度（SJW）：设置校正去同步发送和接收节点之间位时序，用于延长采样相位 1 或缩短采样相位 2 的时间量子（ T_q 指一个最小时间量子，来源于对系统时钟可编程的分频），可设置范围 0~127。

CAN仲裁域

波特率：

1Mbps

 同步跳转宽度：

9

☐ tseg2 >= sjw 允许误差：

0.05%

序号	预分频因子	采样相位1	采样相位2	采样点	波特率	误差
19	1	31	6	82.50%	1000 Kbps	0%
20	1	32	5	85.00%	1000 Kbps	0%
21	3	12	5	70.00%	1000 Kbps	0%
22	3	13	4	75.00%	1000 Kbps	0%
23	3	14	3	80.00%	1000 Kbps	0%
24	3	15	2	85.00%	1000 Kbps	0%
25	4	10	3	75.00%	1000 Kbps	0%
26	4	11	2	81.25%	1000 Kbps	0%
27	7	5	2	70.00%	1000 Kbps	0%
28	7	6	1	80.00%	1000 Kbps	0%
29	9	4	1	75.00%	1000 Kbps	0%
30	15	2	0	80.00%	1000 Kbps	0%
31	19	1	0	75.00%	1000 Kbps	0%

取消

确定

图 5.46 CAN 仲裁域配置菜单

CANFD仲裁域

波特率：

1Mbps

 同步跳转宽度：

9

☐ tseg2 >= sjw 允许误差：

0.05%

序号	预分频因子	采样相位1	采样相位2	采样点	波特率	误差
23	3	14	3	80.00%	1000 Kbps	0%
24	3	15	2	85.00%	1000 Kbps	0%
25	4	10	3	75.00%	1000 Kbps	0%
26	4	11	2	81.25%	1000 Kbps	0%

CANFD 数据域

波特率：

1Mbps

 同步跳转宽度：

9

☐ tseg2 >= sjw 允许误差：

0.05%

序号	预分频因子	采样相位1	采样相位2	采样点	波特率	误差
2	3	14	3	80.00%	1000 Kbps	0%
3	3	13	4	75.00%	1000 Kbps	0%
4	3	12	5	70.00%	1000 Kbps	0%
5	4	11	2	81.25%	1000 Kbps	0%

取消

确定

图 5.47 CANFD 仲裁域和数据域配置菜单

(4) 帧发送设置

手动配置并发送 CAN/CANFD 帧。点击图 5.38【帧发送设置】选项，弹出的菜单见图 5.48 所示，设置发送帧，如协议选择、帧类型、帧 ID、数据长度、重复次数等等设置。

发送帧设置菜单：

- ✧ **协议：**设置协议类型，可选择 CAN 或 CANFD 协议。
- ✧ **帧类型：**设置帧类型，可选择标准数据帧、标准远程帧、扩展数据帧、扩展远程帧。
- ✧ **CANFD 加速：**协议类型是 CANFD 时，数据区域选用数据域波特率还是仲裁波特率，开启加速，选用数据域波特率，反之仲裁波特率；例如仲裁波特率 1Mpts，数据波特率 5Mpts，不开 CANFD 加速，全帧波特率都用 1Mpts。
- ✧ **帧 ID：**10 进制显示，标准帧 11 位（0~2047），扩展帧 29 位（0-1.07274e+9）。
- ✧ **数据长度：**设置帧数据长度，0-8 可设定。
- ✧ **数据：**0~ff ff ff ff ff ff ff ff，数据 1~数据 8。
- ✧ **重复次数：**每次重复发送多少帧，可设置 1-255 次。
- ✧ **发送次数：**总发送批次数，可设置无限、1、10、100、1000。
- ✧ **发送延时：**设置两个帧之间的发送延时，设置范围 0ms-1.66667min。
- ✧ **发送间隔：**设置两个帧之间的发送间隔时间，设置范围 0ms-1.66667min，步进 1ms。
- ✧ **递增选择：**递增方式选择，支持不递增、帧 ID 递增、数据递增、帧 ID 和数据递增四种方式。
- ✧ **发送：**发送与停止菜单，启动开始发送，开始后会切换到“停止”。

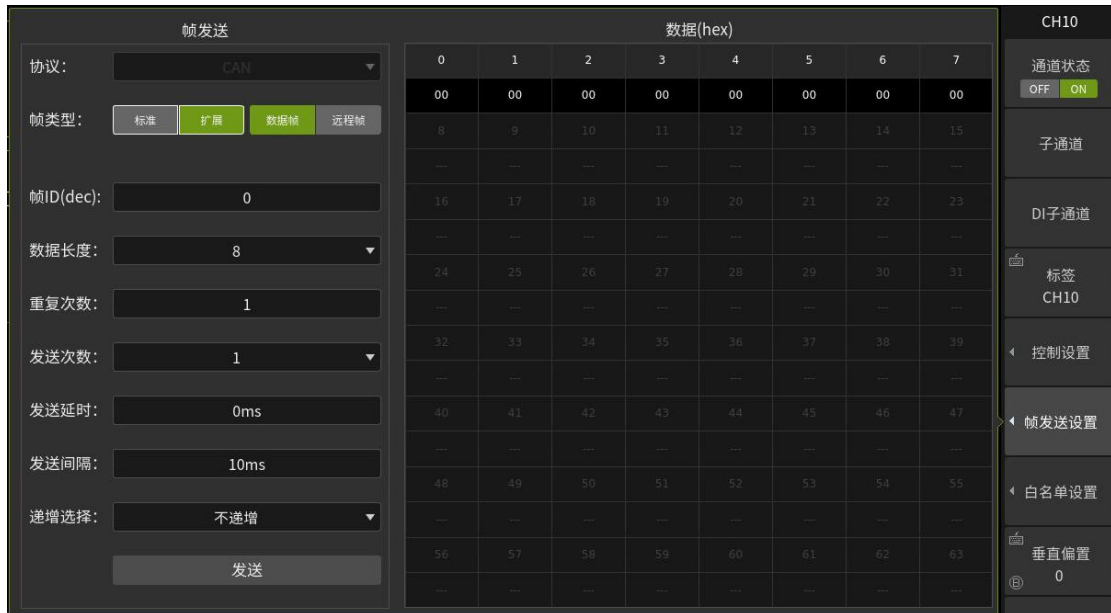


图 5.48 CAN 帧发送设置菜单

区别 CAN 帧发送设置，CANFD 多了 CANFD 加速选择，见图 5.49 所示。



图 5.49 CANFD 帧发送设置菜单

(5) 白名单设置

当帧数据较多且种类复杂时候，可以用白名单来定制采集的规则，过滤掉采集数据中不关注的帧 ID，可以节省时间、提高性能，配合 CAN 子通道设置或列表设置更便捷定位数据。

点击图 5.38 【白名单设置】选项，弹出的菜单见图 5.49 所示。白名单使能“ON”，输入帧 ID，可添加目标 ID 到白名单或删除白名单中的目标 ID。



图 5.50 白名单设置菜单

(6) 垂直偏置

在垂直方向上对波形进行移动，可设置±5div。

5.3 采集

5.3.1 波形采集

1. 功能概述

波形采集功能是基于存储在采集存储器中的数据，执行各种操作，如在屏幕上显示波形、测量计算、光标测量等。ZDL 示波记录仪支持两种采集模式，示波模式和记录模式。

- 示波模式：传统示波器采集模式，数据存放到内存中，中途断电关机将导致数据丢失，需要通过存储功能存储数据到硬盘；
- 记录模式：示波记录仪特有的模式，用户可将长时间的测量数据实时记录到硬盘，并可仪器上回读存储在内存中的波形数据，PC 机上管理分析测量的数据。中途断电关机依旧能还原已经采集到的数据。采集持续时间取决于硬盘空间的大小。该功能模式下，数据管理流程见图 5.51 所示。

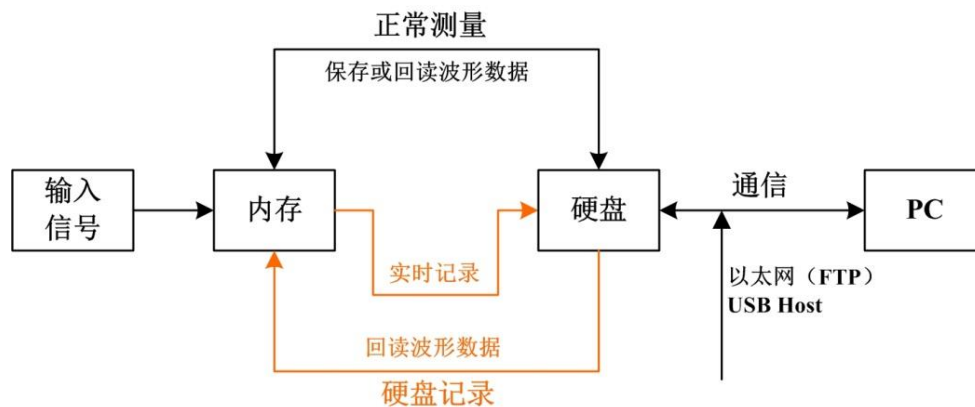


图 5.51 实时记录到硬盘记录

2. 操作步骤

点击系统菜单“ZLG SYSTEM”，在弹出框中可通过滑动按钮选择采集模式，示波模式或记录模式；采集模式选择后，点击弹出框中“采集”功能选项，可设置波形采集条件，示波模式显示菜单如图 5.52 所示，记录模式显示菜单如图 5.53 所示。此外，可点击按键 Acquire 软键进入“采集”系统菜单，见图 5.54 所示。



图 5.52 ZLG SYSTEM 菜单，进入示波模式采集菜单



图 5.53 ZLG SYSTEM 菜单，进入记录模式采集菜单



图 5.54 Acquire 按键，进入采集菜单

3. 功能菜单

(1) 记录长度

点击图 5.52、图 5.53 中的【记录长度】，弹出对话框记录长度设置菜单，如图 5.55 所示，ZDL6000 和 ZDL5000 系列示波记录仪，示波模式下记录长度范围 1kpts~2Gpts，ZDL3000 示波记录仪记录长度范围 1kpts~1Gpts。

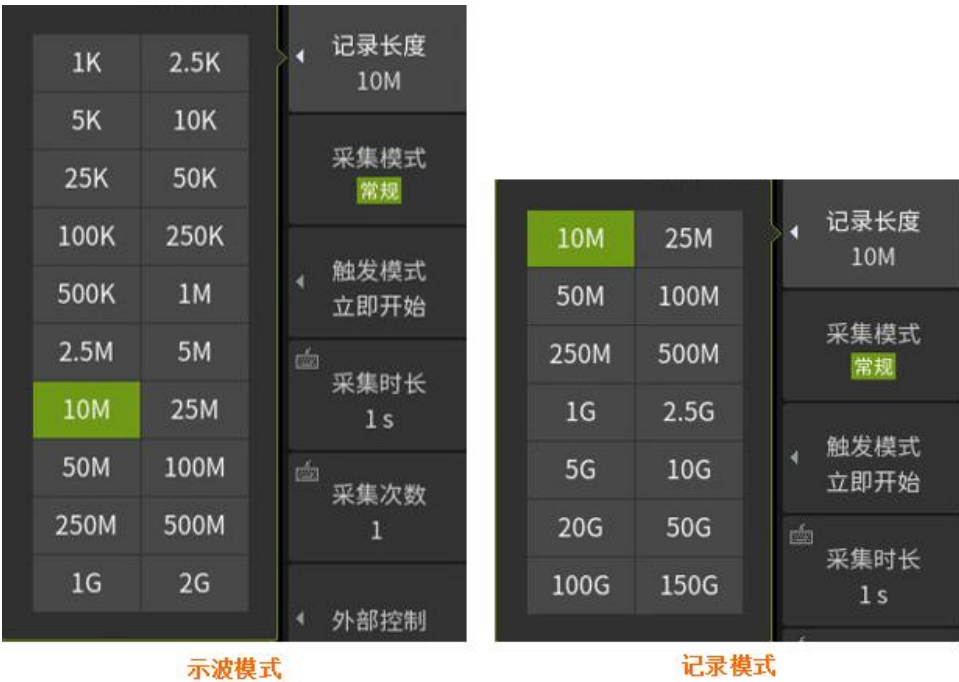


图 5.55 记录长度菜单

(2) 采集模式

ZDL 系列示波记录仪采用常规模式采样数据。将存储在内存中的数据，在屏幕上显示出波形。

常规模式以波形片段的采样点数与屏幕点数的固定比例，等间隔地抽取采样点，抽出来的采样点显示到屏幕上。这种方案优点在于实现简单且能反应波形的大致轮廓，适用于较低频率的信号。

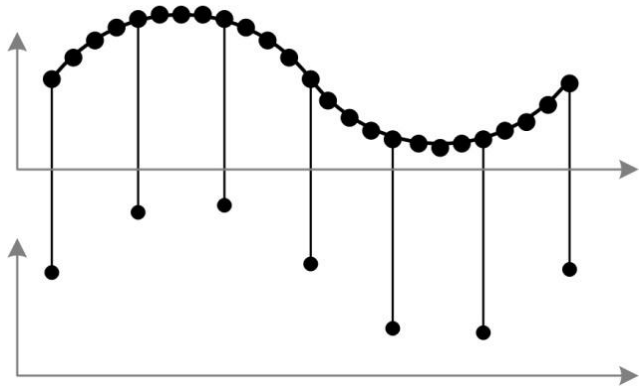


图 5.56 常规模式

(3) 触发模式

触发模式决定更新显示波形的条件。示波记录仪支持五种触发模式：自动、自动电平、常规、单次及立即开始。

表 5.2 五种触发模式功能特性

触发模式	功能特性
自动	- 如果在 50ms 之内触发条件成立，示波记录仪将在每次触发时更新显示波形。如不是，示波记录仪将自动更新显示波形； - 如果时间轴的设置会使显示切换到滚动模式，滚动模式将被启用
自动电平	- 超时时间(约 1 秒)之前如果触发发生，示波记录仪更新波形的方式与自动模式相同。如未触发，示波记录仪会自动把触发电平改为触发源振幅的中间值，触发并更新显示波形； - 自动电平触发只在 CH1 ~ CH16 有效，包括子通道、不支持实时运算的通道； - 改变时基，当时基$\geq 100\text{ms/div}$ 时，滚动模式将被启用
常规	只在触发条件成立时更新显示波形
单次	- 当触发条件成立时，示波记录仪只更新一次显示波形，并停止波形采集； - 改变时基，当时基$\geq 100\text{ms/div}$ 时，滚动模式将被启用； - 触发后示波记录仪开始记录数据； - 当采集到由记录长度指定的波形数量时，示波记录仪将停止波形显示。
立即开始	按 START 键后，示波记录仪将更新一次显示波形，并停止波形采集。这与触发设置无关

点击图 5.52、图 5.53 中的【触发模式】，弹出触发模式设置菜单，如图 5.57 所示。



图 5.57 触发模式菜单

(4) 采集时长

仅记录模式下支持。

用户可自定义设置单次采集时长（最小单位秒），设置范围 $10\times$ 当前水平时基内，例如当前水平时基 1s/div ，采集时长可设置范围 $1\sim 10\text{s}$ 内，最小时间单位 1s 。



图 5.58 采集时长

(5) 采集次数

用户可设置波形采集次数的范围进行设置，当采集模式不同时，采集次数设置范围也是不同的。需注意，在波形采集中不能修改采集次数，停止采集后才能进行修改。

- 示波模式：采集次数可设置 0~65536，当设置 0 时，代表采集次数是无限。其中采集次数默认是无限，表示示波记录仪将继续进行波形采集，直到使用运行/停止按键停止为止；
- 记录模式：采集次数可设置 1~5000。记录模式下也支持多次采集，相当于按了一次停止，再按了一次采集；两次采集期间会存在死区；每次记录独立生成记录文件。



图 5.59 采集次数菜单

(6) 记录设置

仅记录模式下支持。

支持记录文件自动命名，自动编号和时间两种，菜单见图 5.60 所示。



图 5.60 硬盘记录菜单

(7) 外部控制

ZDL 系列示波记录仪外部控制功能结合记录模式，可实现外部触发存储；结合大数据功能的实时趋势分析、实时事件和线性运算功能，可实时发现光纤生产过程品质问题。

点击图 5.54 采集功能菜单下的“外部控制”功能，支持外部输入信号进行设备采集控制。外部控制菜单见图 5.61 所示。

启动/停止条件：

- 启动条件：高电平、低电平、上升沿、下降沿；
- 停止条件：高电平、低电平、上升沿、下降沿。



外部控制菜单



外部控制：启动条件选择

图 5.61 外部控制菜单

外部控制功能通过 IRIG 同步信号输入检测接口，从下到上 1-4 个端子，1、2 为地，3、4

为电平（TTL 5V），可直接接杜邦线。

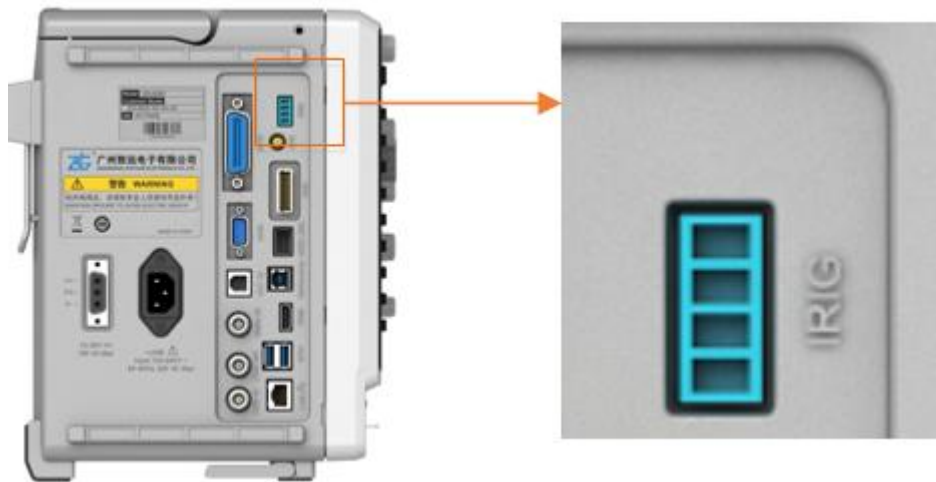


图 5.62 外部控制功能硬件接口

4. 注意事宜

记录模式，注意事宜如下：

- 当记录长度小于 2Mpts 或 GO-NOGO/动作模式开启时，无法使用硬盘记录；
- 硬盘记录模式下，触发方式自动切换到立即开始；
- 硬盘记录模式下，不同测量模块时基要求不同；
- 硬盘记录采集时，可以调整缩放，只是缩放范围受限；
- 硬盘记录模式下，保存的文件可回读，回读后的硬盘记录文件可以再导出非二进制数据文件。

5. 补充阅读

（1） 采样率

随着更改时间轴设置（通过改变时基），采样率和获取内存记录长度则会跟随变化。

如果改变了水平时基，采样率也会跟着改变。采样率是每秒采样数（Sa/S）。当采样率低于输入信号的频率时，波形的高频分量会误读为低频分量。

（2） 记录长度

指存储到每个通道内存中数据点的数量。显示记录长度是指将采集到的数据点存储下来并显示在屏幕上。通常情况下，采集内存记录长度和实际显示的记录长度是相同的，但是由于水平时基的原因可能会有区别。在波形的采集，若记录长度足够，则能以高采样率捕获长时间波形，若记录长度不足，则只能通过降低采样率的方式来捕获长时间波形。

ZDL 系列示波记录仪记录长度设置范围：1kpts 到 2Gpts 之间固定值，具体可查阅参数表，其中 ZDL3000 系列示波记录仪最大记录长度 1Gpts。

（3） 工作模式

示波模式根据采集模式不同细分两种工作模式：更新模式、滚动模式。

- 更新模式：更新模式捕获信号的过程是典型的“采集-处理-采集-处理”过程
- 滚动模式：滚动模式下触发系统不会生效，数据将通过 ADC 采样后直接写入存储器；当触发模式设置为“自动”、“自动电平”、“单次”、“立即开始”，水平时基设

置大于或等于 100ms/div，自动进入滚动模式。在滚动模式下，波形从右向左移动显示。

5.3.2 触发

1. 功能概述

触发功能仅在示波模式下有效。

示波记录仪工作时，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。触发是用来在屏幕上显示波形的提示。当满足指定的触发条件并在屏幕上显示波形时，触发发生。

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单设置和按键面板按键两种设置触发条件，如图 5.63 所示。

- 方法 1 快捷菜单操作：点击主菜单“ZLG SYSTEM”，在弹出的菜单中选择【触发】选项，进行触发菜单；
- 方法 2 面板按键：按下前面板的 Trigger 按键，进入 Trigger 触发模式设置界面。



图 5.63 触发菜单

3. 功能菜单

- (1) 触发模式

随触发模式决定更新显示波形的条件，示波记录仪提供五种触发模式。详情可参考“5.3.13”章节，此处不再赘述。

(2) 触发类型

示波记录仪支持边沿触发和 1 种特殊触发类型：手动触发，可忽略所有触发条件，用户可以通过在按键面板上按下手动触发键【Manual Trig】来进行触发，不在此章节介绍。

(3) 触发源

示波记录仪已选择的触发类型设置目标信号源。可以做源波形的信号如下：CH1~CH16、RTM1~RTM16 及子通道 CH1_1~CH16~16。

(4) 边沿类型

边沿触发是在高或低电平保持的时间内触发，边沿触发是边沿变换这一瞬间触发，即当触发源通过指定边沿类型（上升沿、下降沿、上升沿或下降沿）时，发生触发。

(5) 触发电平

示波记录仪已选择的触发信号电平作为检测信号上下边缘或高低状态的参考值。

(6) 触发迟滞

对触发信号识别的灵敏度，通过设置触发迟滞，能有效滤除可能叠加在触发信号上的噪声，防止误触发；但是对于触发迟滞，不是越高越好；有时触发迟滞太高会造成误触发，触发迟滞太低又会不触发，因此触发迟滞选择很重要。迟滞分为三种，低、中高，区别是容错电平范围不同，电压测量信号时，每种触发迟滞下触发电压范围如表 5.3 所示，触发迟滞菜单见图 5.64



图 5.64 触发迟滞菜单

表 5.3 电压信号下各种触发迟滞下触发电平范围

迟滞类型	低	中	高
示意图			
范围	约±0.1div	约±0.5div	约±1div

(6) 触发保持

触发成功后，暂停检测，持续指定的时间后，在启动触发检测。

触发保持时间指示波记录仪重新启用触发电路所等待的时间，在保持期间，触发功能

暂停。示波记录仪采用触发保持功能后，当示波记录仪第一次触发之后，必须经过触发保持的时间才能够进行第二次触发。设置触发保持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（或其它事件）。例如，要在图 5.65 所示的重复脉冲触发上获得稳定触发，可将保持时间设置为 300 ns 和 600 ns 间。注意，设置的触发保持时间必须大于示波记录仪图像显示、处理与死区的时间，否则无法稳定触发，同时需在大于触发点到屏幕最右侧时长，触发保持菜单如图 5.66 所示。

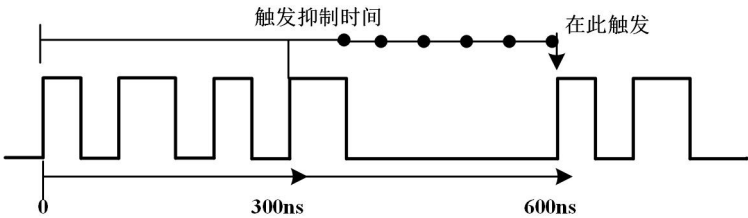


图 5.65 触发保持示意图

触发保持可设置范围：0.00 μ s~4000000.00 μ s（4s），默认值 0.00 μ s，步进 0.01 μ s。
点击图 5.63 选择【触发保持】，显示菜单如图 5.66 所示。

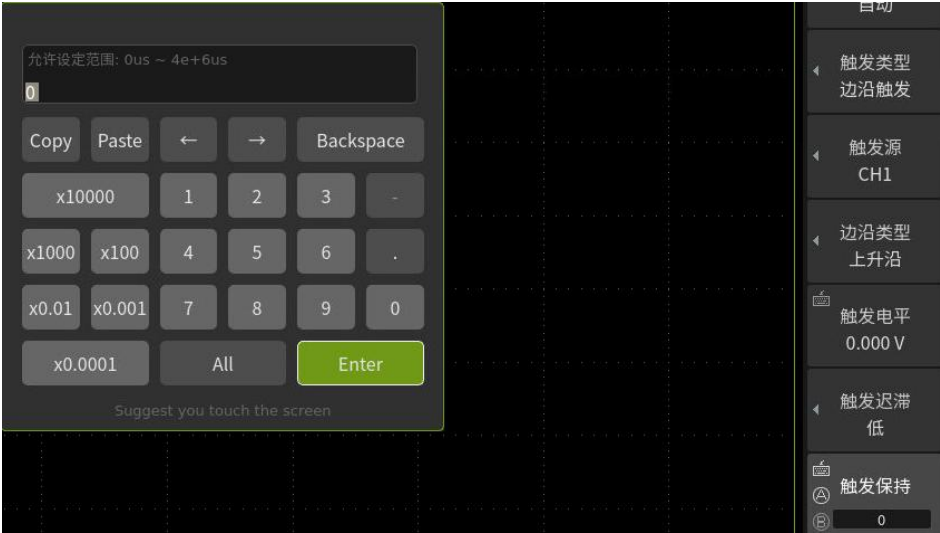


图 5.66 触发保持菜单

(7) 触发延迟

触发延迟检测到触发条件满足后，等待指定时间再正式触发。
触发点前后可以显示波形，设置延迟显示指定时间后的波形，示意图如图 5.67 所示。

- 延迟时间可设置范围：0.00~4000000.00 μ s；
- 默认值：0.00 μ s。

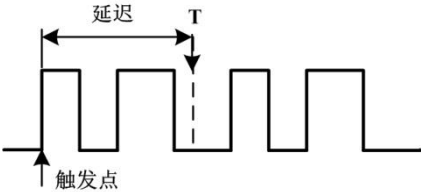


图 5.67 触发延迟示意图

点击图 5.63 选择【触发延迟】，显示菜单如图 5.68 所示。

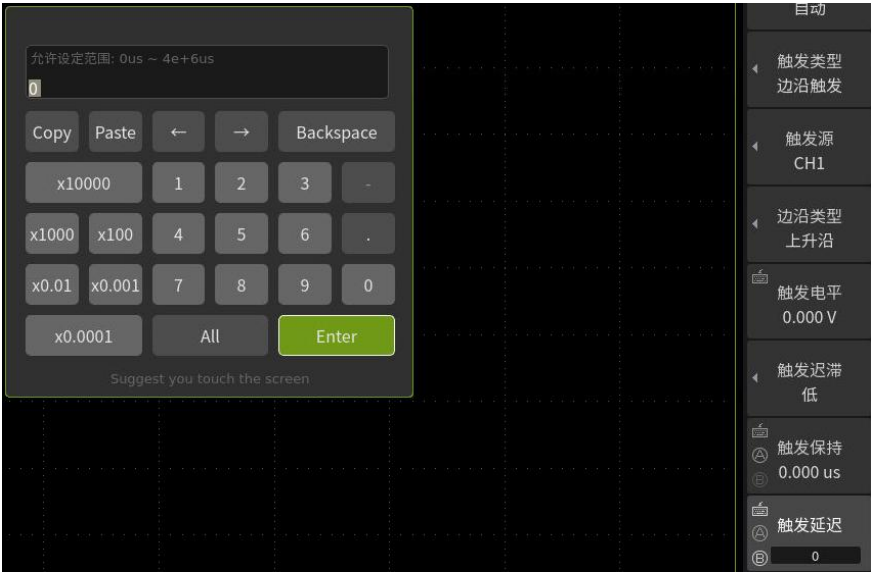


图 5.68 触发延迟菜单

(8) 触发位置

触发位置显示记录长度分为预触发和后触发区，分别记录触发前后的波形。用户可使用内置键盘输入修改触发点的位置，从而调整预触发区和后触发区的比例。当用户需要关注触发前发生的事件时，则需要增大预触发区比例；此时，示波记录仪设置的记录长度越大，可观察区间越长，有利于调试过程中快速发现异常问题。

若用户重新设置触发位置，预触发区和后触发区的占显示记录长度的比例会改变。如图 5.69 所示。当触发延迟为 0 时，触发点和触发位置重合。

- 当波形停止采集时，重新设置触发点位置会立即生效。
- 当改变波形水平时基（旋转水平时基旋钮），触发点位置不变。

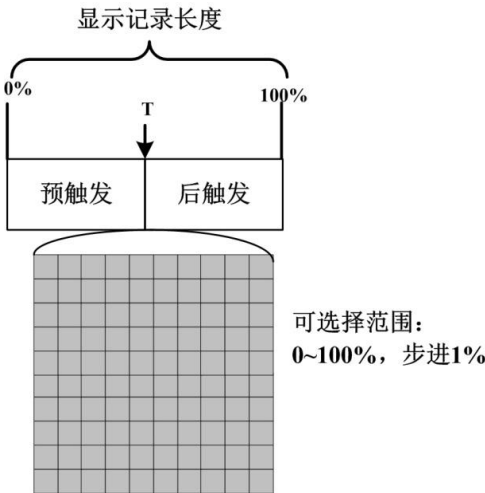


图 5.69 触发位置

点击图 5.63 选择【触发位置】，显示菜单如图 5.70 所示。



图 5.70 触发位置和延迟菜单

相关联知识点：时间参考点

主视图显示界面，除了触发位置，还有时间参考基准。出现在屏幕左下角和右下方的时间是从这个时间参考点开始的时间。光标时间测量值也基于这个参考点。

当波形采集停止时，时间参考点的显示位置和显示模式、触发模式设置有关，详情见下图 5.71 所示。

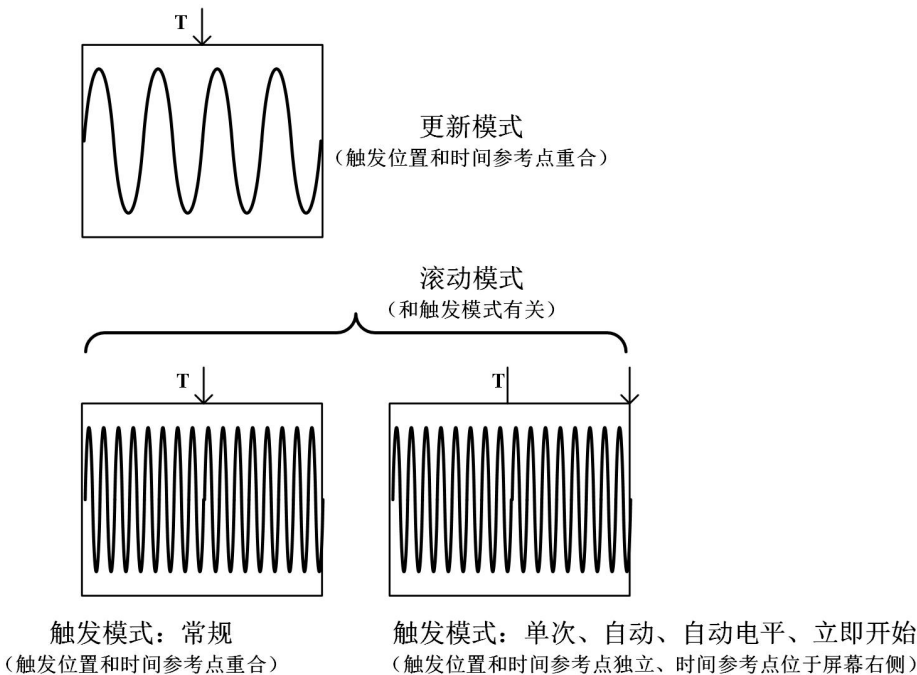


图 5.71 时间参考点显示在屏幕位置

(9) 动作

触发一次，动作一次。如保存数据/保存截图/打印屏幕/蜂鸣器响/根据检测结果发送电子邮件。

点击图 5.63 【动作】菜单，可开关触发动作，点击【动作源】可设置多种触发动作，选择【触发】进到触发动作设置菜单。点击【跳转触发】，回到触发菜单。触发动作菜单显

示界面见图 5.72 所示。需注意，GO-NOGO 和实时事件动作开启时，不支持触发动作功能。



图 5.72 触发动作设置菜单

5.3.3 历史记录

1. 功能概述

ZDL 系列示波记录仪最多支持 5000 条历史记录，历史记录功能仅在示波模式有效。

测量波形时，由于触发发生而存储在内存中的波形数据以波形的形式显示在屏幕上。在波形连续测量过程有异常波形出现时，屏幕上新波形到来之前，不可能及时停止测量，过去的异常波形不能停留在屏幕上显示出来，历史记录功能可以很好显示出存储在内存中的历史波形数据。

此外，历史记录功能组合“波形对比”大数据分析功能，用户可以方便的将所有保存的波形进行对比分析，观察波形走势以及差异化。历史记录功能组合“历史搜索”高级分析功能，可对历史所有波形进行搜索并得到所有符合条件的帧。

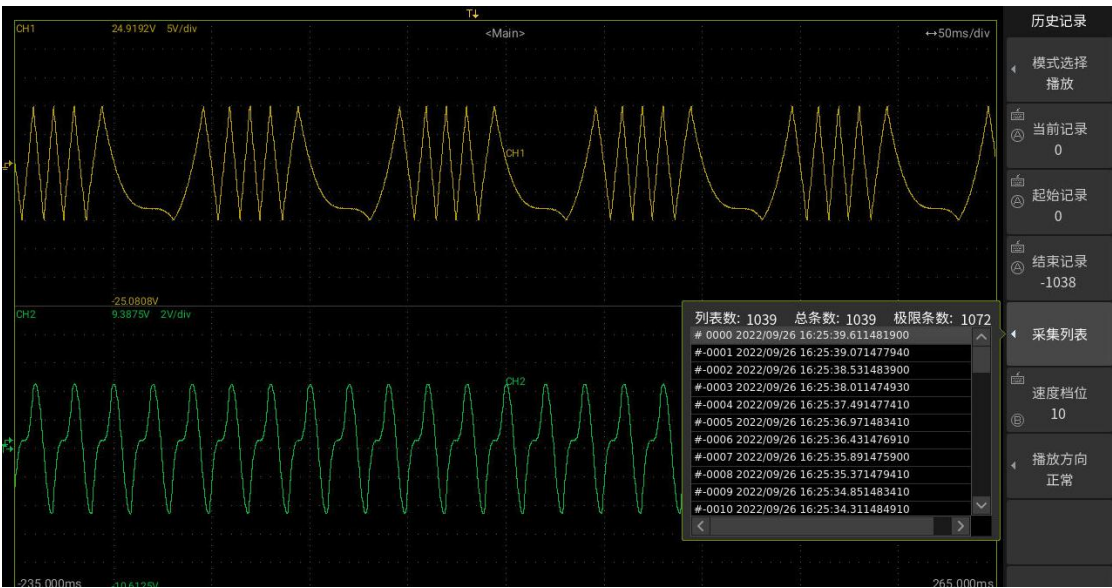


图 5.73 历史记录功能界面

2. 操作步骤

点击主菜单“ZLG SYSTEM”，在弹出的菜单中选择【历史记录】选项，打开历史记录功能，见图 5.74 所示。

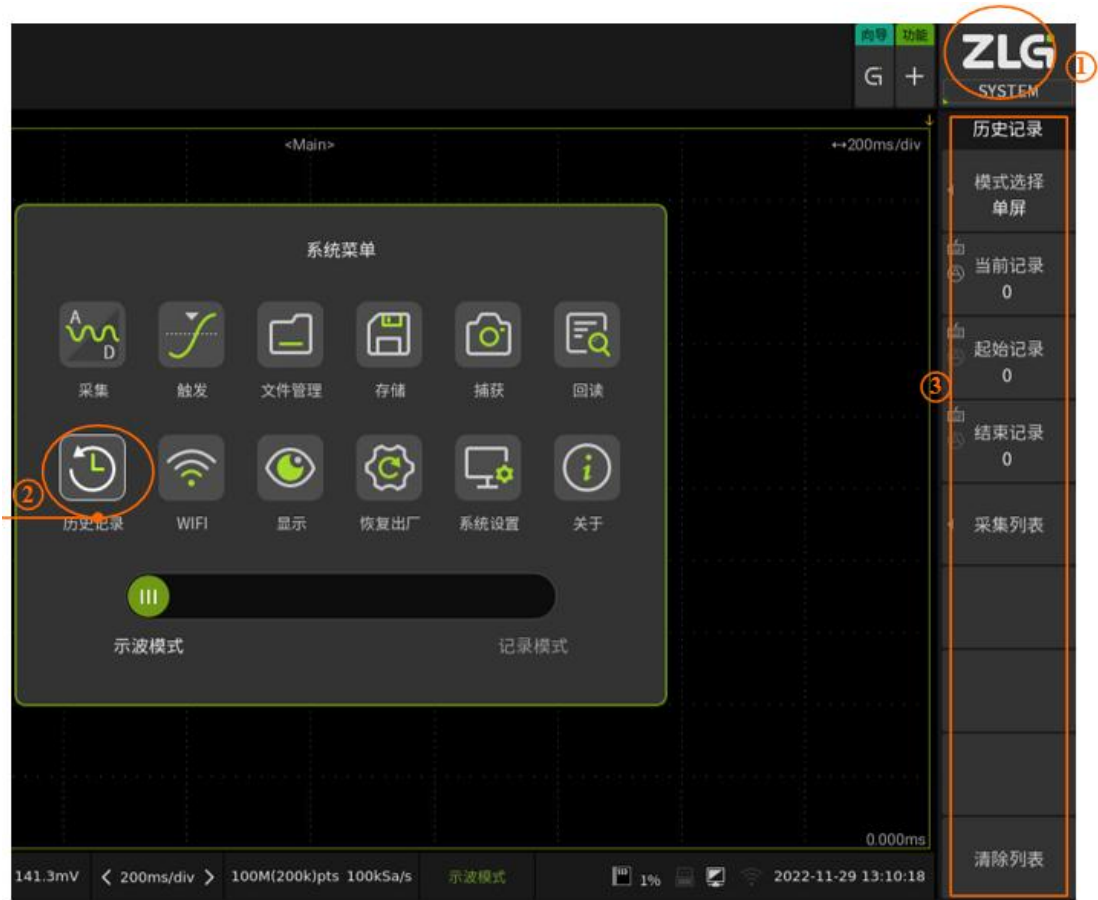


图 5.74 打开历史记录菜单

3. 功能菜单

(1) 模式选择

示波记录仪历史记录功能用户可设置三种记录模式：单屏、播放、累积，点击图 5.74，选择【模式选择】菜单，三种模式弹出菜单如图 5.75 所示。

- 单屏：只显示指定的一帧波形，显示“当前记录”编号对应的波形；
- 播放：按照时间顺序把从“起始记录”到“结束记录”之间的历史记录波形播放一遍，播放过程屏幕只显示一帧波形；
- 累积：按时间顺序叠加显示从“起始记录”到“结束记录”之间的历史记录波形。



图 5.75 历史记录模式选择菜单

(2) 记录

用户可旋转旋钮 A 或键盘设置当屏显示记录编号，历史记录显示范围（起始和结束记录）。

可选范围：

- 当前显示记录：0 到-(波形获取数-1)；
- 起始和结束记录：0 到-(波形获取数-1)。

(3) 采集列表

点击图 5.75 中【采集列表】项目，可显示波形列表。用户可查看波形的历史记录、记录次数和采集波形时的时间。其中列表记录数取决于设置的开始和结束记录，总记录数取决于当前设置记录长度。需注意，当采集次数小于当前记录长度下的总记录数时，列表中显示的总记录数等于当前的采集数。

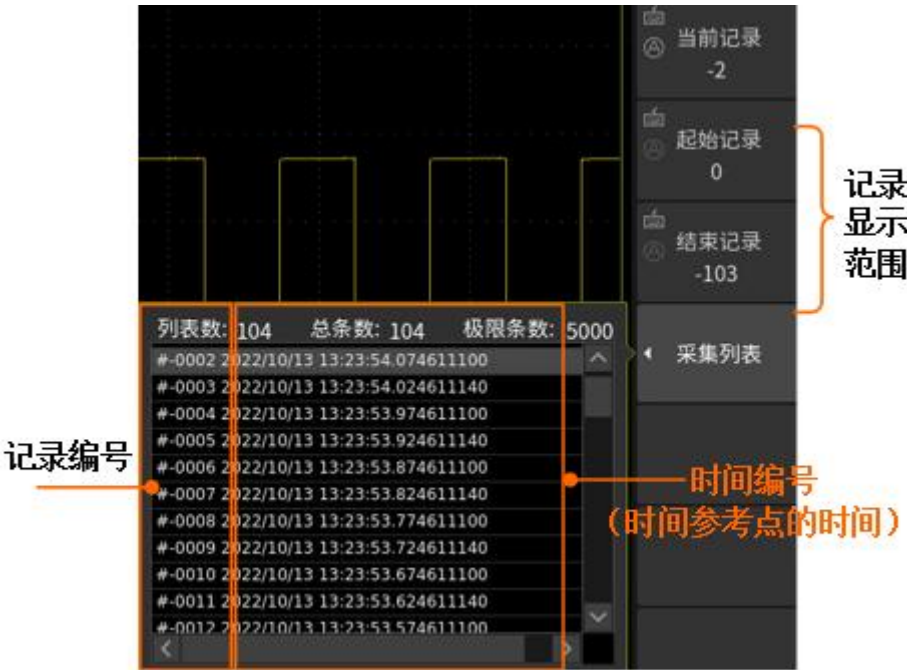


图 5.76 采集列表

(4) 清除列表

点击图 5.75 中【清除列表】项目，可清除历史记录数据。

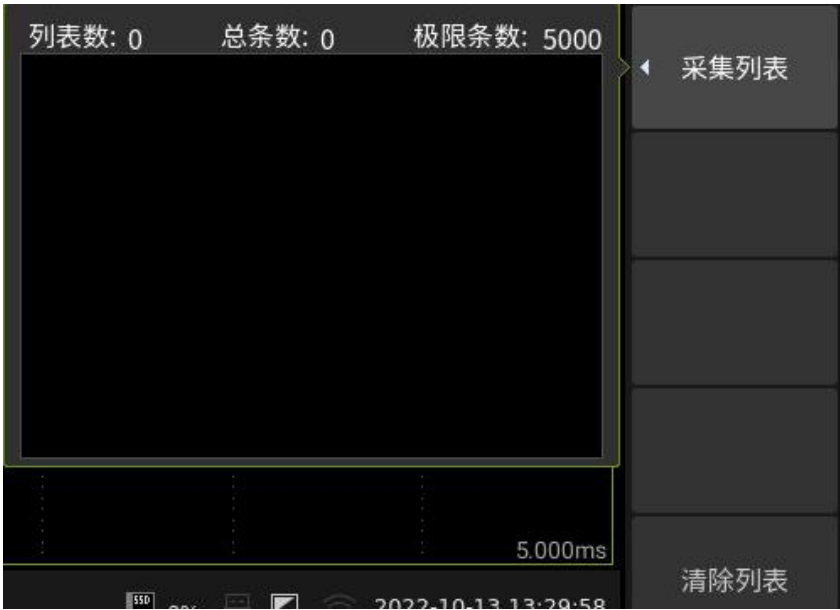


图 5.77 清除列表

(5) 不同模式独有功能

点击图 5.75 中【模式选择】项目“播放”时，可设置播放档位和播放方向，点击“播放”选项，会按照选择播放方向和播放档位从“起始记录”到“结束记录”或从“结束记录”到“起始记录”播放一遍。

- 速度档位：可设置 1~10。按照从小到大梯度进行递增的。
- 播放方向：正常、逆转。默认“正常”，从“开始记录”到“结束记录”播放历史数据。

点击图 5.75 中【模式选择】项目“累积”时，点击“累积”，记录仪会按采集过程叠加显示从“起始记录”到“结束记录”之间的历史记录波形。

4. 注意事宜

关于使用历史记录功能的说明。

- 当显示“历史记录”菜单时，可以启动波形采集。但是，在进行波形采集时，不能更改历史特征设置；
- 记录模式开启时，用户不能使用历史记录功能；
- 示波模式，水平时基 $\geq 100\text{ms/div}$ ，只回读单屏的历史波形；
- 如果停止波形采集，即使没有获取一个完整的波形数据值，触发发生的波形也会显示为单屏的历史波形；
- 如果停止波形采集，然后在不改变波形采集条件的情况下再次启动波形数据，波形数据继续存储在采集存储器中；
- 如果改变波形采集条件并启动波形采集，则清除存储在采集存储器中的过去数据。

5.3.4 存储

1. 功能概述

存储功能在示波模式和记录模式都有效。

保存文件支持二进制、CSV、Float、Matlab、Labview 和 SystemView 格式，可以非常容易的使用第三方数据处理软件进行存储数据的二次分析处理。

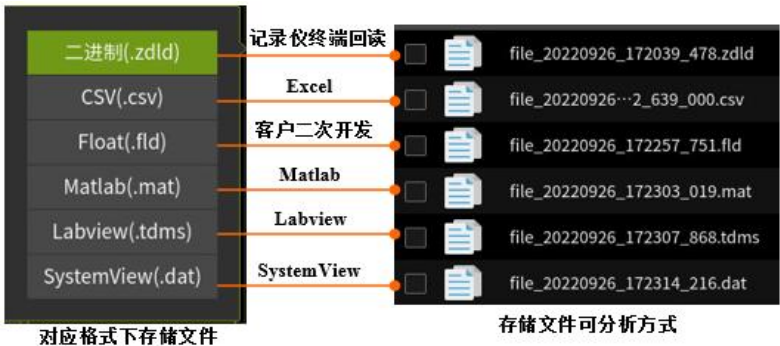


图 5.78 6 种存储格式

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单设置和按键面板按键两种方式进入存储菜单设置，如图 5.79 所示。

- 方法 1 快捷菜单操作：点击主菜单“ZLG SYSTEM”，选在弹出的菜单中选择【存储】选项，进入存储设置菜单；

— 方法 2 面板按键： 按下前面板 Store 按键，进入 Store 存储参数设置界面。



图 5.79 进入存储菜单

3. 功能菜单

示波记录仪支持五种存储类型，分别是波形数据、屏幕截图、测量结果、FFT 数据和 CAN 数据，如图 5.80 所示，不同的存储类型显示的界面不同。



图 5.80 存储类型

(1) 存储类型-波形数据

用户在执行波形数据存储操作前，需要预先指定存储文件路径、名称、数据格式、保

存范围及选择需要保存的波形；存储操作开始后，波形数据会被存储至预先指定的存储位置内。如图 5.81 示。



图 5.81 存储类型波形数据界面

存储文件有六种类型供选择：二进制、CSV、Float、Matlab、Labview、SystemView。在如图 5.81 所示存储设置菜单里，按下“文件格式”软键，弹出文件类型对话框如图 5.82 所示。



图 5.82 文件格式设置

用户可选择波形保存范围，示波记录仪只能回读加载“文件格式”设置为二进制后保

存的数据。在如图 5.81 所示存储设置菜单里，按下“保存范围”软键，弹出文件类型对话框如图 5.83。



图 5.83 保存范围设置

用户可设置波形保存条件，在如图 5.81 所示存储设置菜单里，按下“数据源设置”软键，弹出文件类型对话框如图 5.84。

A. 选择要保存的波形：默认全选和自定义选择通道

- 自定义：可以从全选、CH1~CH16、RTM1~RTM16、Math1~Math8 等中选择要保存的波形。选好波形后，该波形将被保存。
- 显示通道：开启的通道，默认全部保存。

B. 文件格式：不同的文件格式，历史记录模式设置菜单不同

B.1 文件格式二进制

历史模式设置：

- 单个：只保存在历史记录配置中指定的当前序号的数据；
- 范围：保存历史记录配置中，开始和结束序号范围内的所有数据。



图 5.84 二进制文件格式数据源设置

B.2 文件格式 CSV

设置历史模式（同二进制）

设置波形间隔

可设置时间间隔：关闭、5pts、10pts、20pts、50pts、100pts、200pts、500pts、1000pts、

2000pts、3000pts、5000pts、6000pts。

- 关闭：波形不抽样，直接保存到 CSV 文件；
- 其它：如 Per5，每 5 个波形点抽样成 1 个波形点；Per5000，每 5000 个波形点抽样成 1 个波形点。

设置时间信息

- 关闭：CSV 文件不记录波形点时间信息；
- 开启：CSV 文件记录波形点时间信息。

文件分割行数

- 导出波形 CSV 文件会自动分割设置的行数，可设置行数 10000~50000000 行。



图 5.85 CSV 文件格式数据源设置

导出时间：

关闭

开启

header info size	15				
instrument model	ZDL6000				
remark	Guangzhou ZHIYUAN Electronics Co.,Ltd.				
software version	1.1.66.57990				
wave source	main				
channel	CH1				
history sum	1				
record point	500000				
block sum	1				
block data point	1000000				
vertical unit	V				
sampling rate	100000000				
horizontal resolu	10				
horizontal unit	ns				
timel	2020/10/28_13:45:03.653522750				
	7.93E-03				
	7.67E-03				

导出时间：

关闭

开启

header info size	15				
instrument model	ZDL6000				
remark	Guangzhou ZHIYUAN Electronics Co.,Ltd.				
software version	1.1.66.57990				
wave source	main				
channel	CH1				
history sum	1				
record point	500000				
block sum	1				
block data point	1000000				
vertical unit	V				
sampling rate	1E+08				
horizontal resolutio	10				
horizontal unit	ns				
timel	2020/10/28_13:45:03.653522750				
	13:45:03:653522750	7.93E-03			
	13:45:03:653522760	7.67E-03			

图 5.86 不同设置存储 CSV 文件对比

B.3 文件格式 Float

- 历史模式：设置历史模式（同二进制），不再此处赘述；
- 抽样间隔：同 CSV，不再此处赘述。



图 5.87 Float 文件格式数据源设置

B.4 文件格式 Matlab

- 设置历史模式：只保存历史记录菜单列表上选择的当前记录波形。
- 设置波形间隔：（同 CSV），不在此处赘述。



图 5.88 Matlab 文件格式数据源设置

B.5 文件格式 LabView 和 SystemView

- 历史模式：设置历史模式（同二进制），不在此处赘述；
- 抽样间隔：同 CSV，不在此处赘述。
- 设置 Labview 导出种类：
 - float：数据以 32-bit IEEE 浮点格式转换并保存至 tdms 文件；
 - double：数据以 64-bit IEEE 浮点格式转换并保存至 tdms 文件；
 - string：数据以字符串格式转换并保存至 tdms 文件；
- 设置 SystemView 导出种类；

- float: 数据以 32-bit IEEE 浮点格式转换并保存至 dat 文件；
- double: 数据以 64-bit IEEE 浮点格式转换并保存至 dat 文件；
- string: 数据以字符串格式转换并保存至 txt 文件。



图 5.89 LabView 和 SystemView 文件格式数据源设置

当设置完存储参数，按下“执行保存”即可导出执行格式，指定范围数据到文件。不同文件格式使用说明见表 5.4。

表 5.4 文件格式说明

文件格式	文件类型	数值类型	说明
二进制	.zldd	二进制格式	存储速度较快，文件体积小。可本仪器上回读
CSV	.csv	波形数据保存为 ASCII 格式	存储速度较慢，文件体积较大，但文件可在 PC 上用 Excel 等软件直接编辑并阅读
Float	.fld	32bit 浮点格式数据	不能在本仪器上回读
Matlab	.mat	二进制格式	本仪器上不支持加载和回读，但可在 PC 上用 MATLAB 软件打开
Labview	.tdms	二进制格式	本仪器上不支持加载和回读，但可在 PC 上用 Labview 软件打开
SystemView	.dat	纯文本格式	本仪器上不支持加载和回读，但可在 PC 上用记事本、写字板等软件打开

(2) 存储类型-屏幕截图

用户在执行屏幕截图存储操作前，需要预先指定存储文件位置、名称、图片格式、图片颜色、图片背景；点击执行保存软键后，屏幕截图会被存储至预先指定的存储位置内，如图 5.90 所示。存储位置和文件名设置操作方法和保存“波形数据”相同，不在此章节赘述

- 用户可选择四种图片格式：PNG、BMP、JPEG、TIFF。



用户可选择四种图片颜色：常规、灰色、反色、黑白。

- 用户可选择两种背景：常规、透明。
- 截图范围：全屏截图、主视图截图和自定义截图。



图 5.90 存储类型屏幕截图设置

(3) 存储类型-测量结果

用户在执行测量数据存储操作前，需要预先指定存储文件位置、名称及波形参数自动测量值额保存条件；点击执行保存软键后，波形参数数据会被存储至预先指定的存储位置内，存储结果保存为.CSV 文件。详情菜单如图 5.91 所示。存储位置和文件名设置操作方法和保存“波形数据”相同，不在此章节赘述。

设置波形参数自动测量值的保存条件：

- 导出单位：是或否；
- 导出时间：是或否。

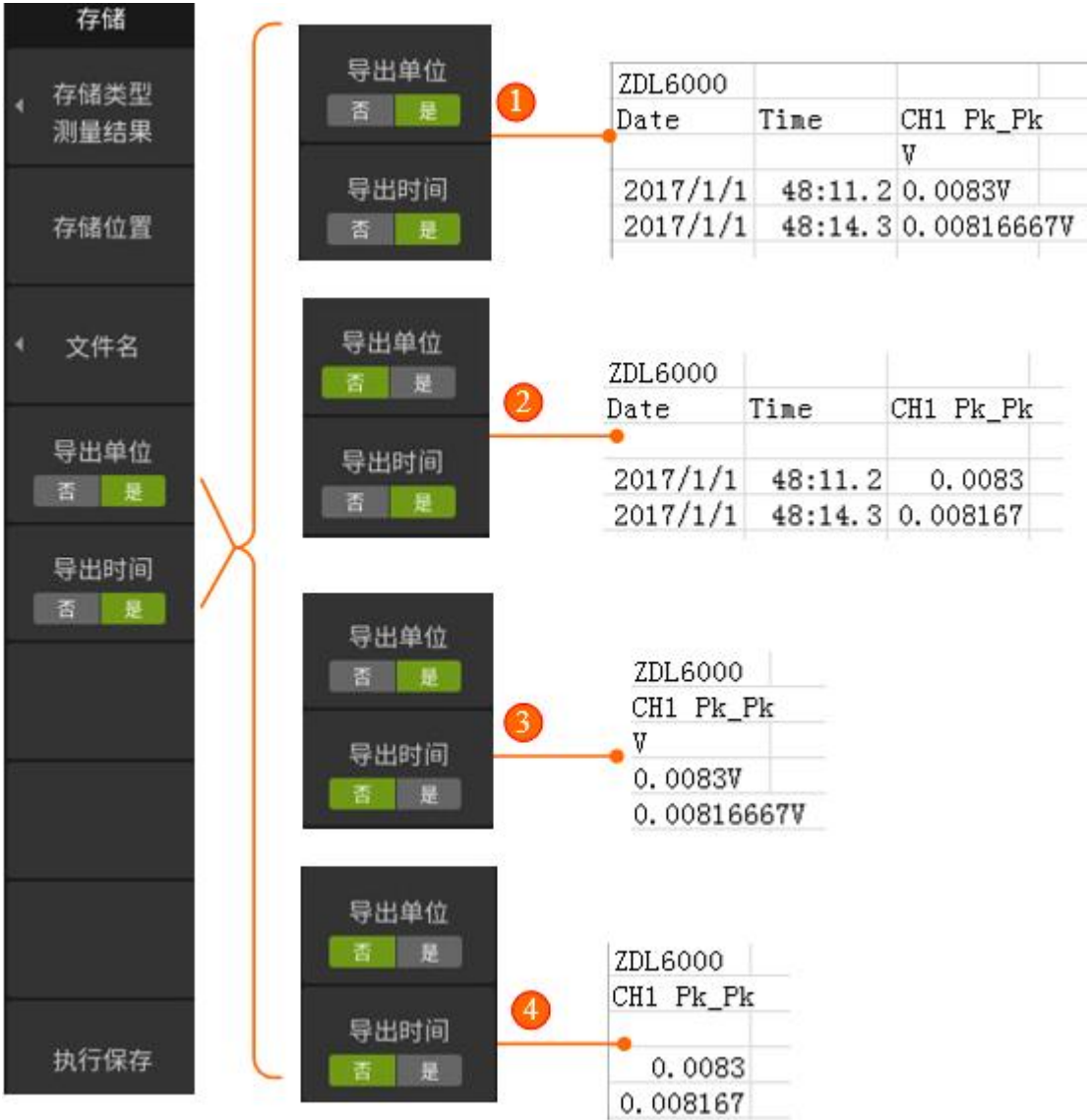


图 5.91 存储类型测量结果设置

(4) 存储类型-FFT 数据

用户在执行 FFT 数据存储操作前，需要预先指定存储文件位置、名称及 FFT 分析结果的保存条件；点击执行保存软键后，FFT 分析结果会被存储至预先指定的存储位置内，如图 5.92 所示。存储位置和文件名设置操作方法和保存“波形数据”相同，不在此章节赘述。

设置 FFT 分析结果的保存条件：

- 导出频率：是或否。

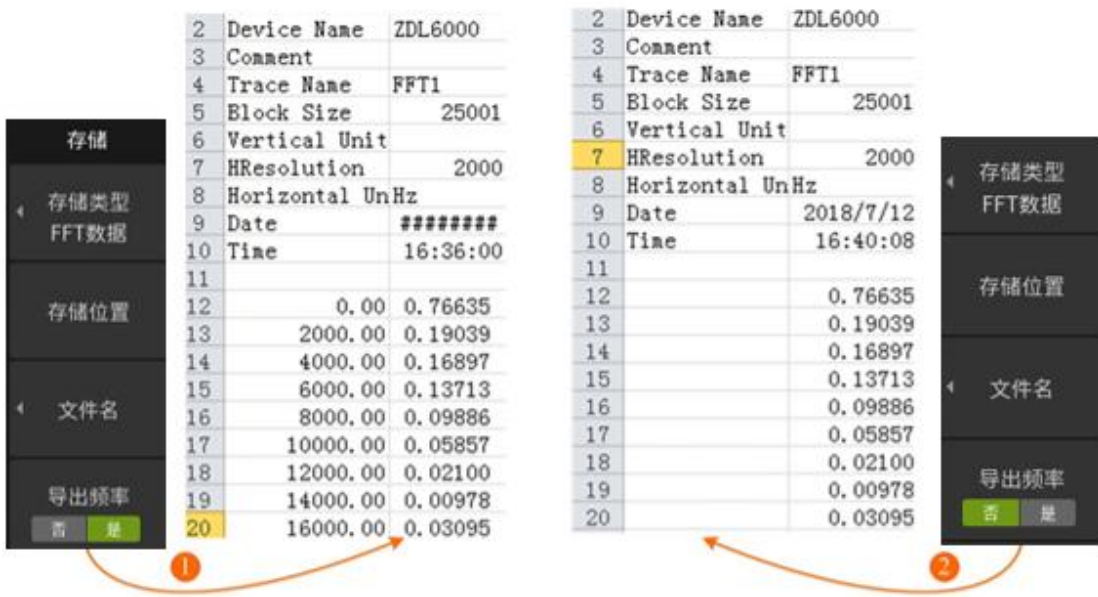


图 5.92 存储类型 FFT 数据设置

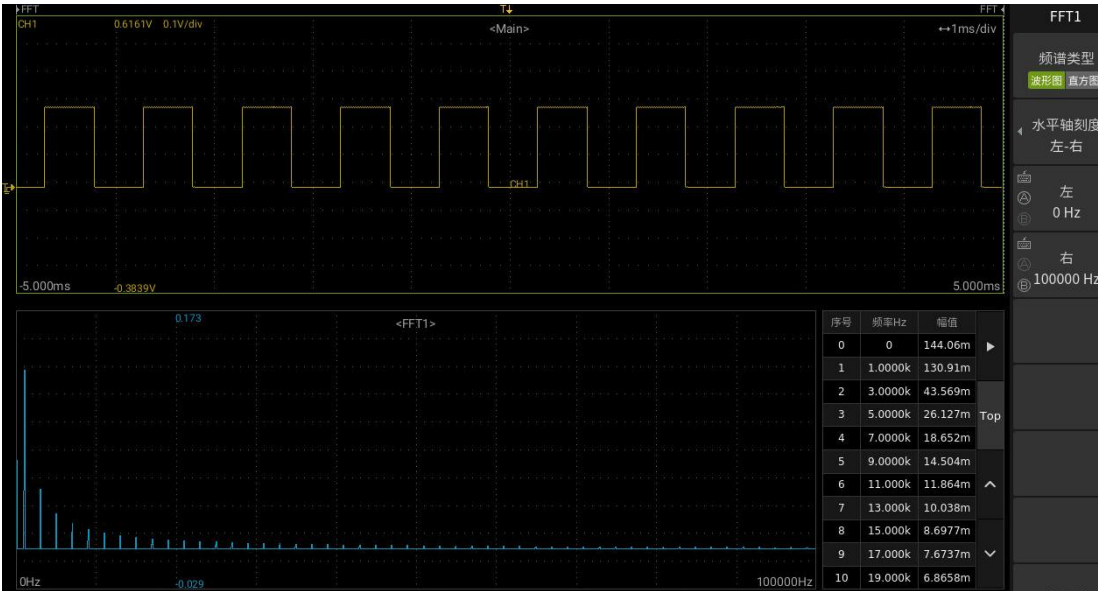


图 5.93 FFT 测量数据界面

(5) 存储类型-CAN 数据

用户在执行 CAN 数据存储操作前，需要预先指定存储文件位置，选择 CAN 数据类型；点击执行保存软键后 CAN 数据会被存储至预先指定的存储位置内，如图 5.92 所示。存储位置和文件名设置操作方法和保存“波形数据”相同，不在此章节赘述。



图 5.94 存储类型 CAN 数据设置

数据类型：

- 信号 DBC 数据：包括信号所属通道、信号传输方向，信号名、帧 ID、帧数据等，见图 5.95、图 5.96。
- 信号周期统计：对保存下来的报文进行周期统计，筛选出周期异常的报文。
- ASC 格式数据：存储报文数据，方便客户后续数据回看及对数据进行二次分析。

DBC文件路径：Local:/J1939_bms_2015.dbc

全部子通道设置			子通道 显示上限/显示下限		子通道 持续时间/复位值						
		输入	标签	消息名	信号名	帧类型	帧ID	起始位	位长度	大小端	数据类型
All		ON		BSP	BSP_Reserve1						
1		ON	CH9_1	BSP	BSP_Reserve1	扩展帧	2618818302	0	8	小端(intel)	signed

图 5.95 DBC 信号信息

序号	通道	传输方向	时间	信号	帧ID	数据(HEX)	数据	单位	描述
1	CH5_1	发送	16:25:00:37	SPN3908_BEM_OtherErr	136206068	3F		-1	其他:-1
2	CH5_1	发送	16:25:00:49	SPN3908_BEM_OtherErr	136206068	3F		-1	其他:-1
3	CH5_1	发送	16:25:00:59	SPN3908_BEM_OtherErr	136206068	3F		-1	其他:-1
4	CH5_1	发送	16:25:00:71	SPN3908_BEM_OtherErr	136206068	3F		-1	其他:-1
5	CH5_1	发送	16:25:00:81	SPN3908_BEM_OtherErr	136206068	3F		-1	其他:-1

图 5.96 CSV 格式信号 DBC 数据

[illegible]

图 5.97 报文周期统计结果

序号	通道	消息名	帧id	条数	平均周期(ms)	最小周期(ms)	最大周期(ms)	全部周期(ms)	帧初次时间	帧末次时间	标准差(ms)
1	CH5	BEM	136206068	9	11.118	10.5	11.69	88.947	16:50:01:329	16:50:01:418	0.546

图 5.98 CSV 格式报文周期统计数据



图 5.99 存储 ASC 格式数据文件及报文数据回看

(3) 所有存储类型共有功能

用户在执行数据存储操作前，除了需要预先指定存储文件的类型，还需要设置文件名、存储路径；存储操作开始后，数据会被存储至预先指定的存储文件内。

存储位置

在如图 5.81 所示存储设置菜单里按下“存储位置”软键，弹出对话框，用户可在对话框里设置文件的存储路径，如图 5.100 所示。



图 5.100 存储位置设置

文件名

选中图 5.81 中【文件名】软键，弹出对话框，用户可在对话框设置文件命名规则，如图 5.101、图 5.102 所示。

- OFF：关闭自动命名功能，将使用在文件名设置中设置的文件名。保存目的地文件夹里有相同文件名的文件时，不能保存数据。
- 自动编号：在常规文件名后自动添 4 位数字(0001 ~ 9999 之间)，然后保存文件。常规文件名可以在文件名设置(最多 4 个字符) 中指定。
- 日期：保存文件时的日期和时间(单位最小为 ms)就是文件名。不使用在文件名设置中指定的文件名。
- 备注：保存文件时最多可以添加 120 字的备注，也可以不加备注。备注中可以使用所有字符，包括空格。



图 5.101 文件名设置



图 5.102 保存文件

5.3.5 回读

1. 功能介绍

回读功能在示波模式和记录模式都有效。

ZDL 示波记录仪支持回读保存的二进制波形数据或配置参数，并可对存储的波形进行测

量分析，如改变垂直刻度、波形缩放、波形参数测量、历史记录搜索等。此外，回读的硬盘记录二进制文件，可保存其他格式文件。



图 5.103 回读后进入历史记录分析功能

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单设置和按键面板按键两种方式进入回读菜单设置，如图 5.104 所示。

- 方法 1 快捷菜单操作：点击主菜单“ZLG SYSTEM”，在弹出的菜单中选择【回读】选项；
- 方法 2 面板按键：按下前面板的 Shift 键和 Store 键或双击 Store 键，进入 Recall 回读参数设置界面。



图 5.104 进入回读菜单

3. 功能菜单

(1) 回读的文件类型

须选择回读的文件类型：.zdlld 格式波形数据、.zdlcfg 格式配置参数。图 5.104 回读菜单中，【文件类型】菜单项，可选择需回读的文件类型波形数据或配置参数，文件类型选择菜单见图 5.105。



图 5.105 回读文件类型

(2) 载入存储波形数据文件

须选择回读的存储文件执行载入操作。

首先，图 5.104 回读菜单中，【文件类型】菜单项，选择【波形数据】，如如图 5.105.；

然后，图 5.104 回读菜单中，【文件类型】菜单项，选择【波文件路径】，定位到指定的回读文件然后选中目标文件，如图 5.106 所示；用户可对选中文件执行删除、重命名、复制、剪切等操作。按下【确认】菜单项，数据加载过程中可看到加载进度条，如图 5.107 所示。

最后，示波记录仪可对回读后的波形数据进行二次分析，并支持导出多种格式波形数

据，如图 5.108 所示。



图 5.106 选中回读文件



图 5.107 正在加载数据



图 5.108 回读后波形



图 5.109 回读后可多次多种格式文件

(4) 批量加载 zldd，实现连续回读

ZDL 系列示波记录仪的回读功能支持批量载入 ZDL 文件，该功能可以同时加载（可双击或旋转单击）多个同一个文件夹下.zldd 文件，翻条显示每个 zldd 文件。回读的 zldd 文件可来自多个功能模块，如存储功能、硬盘记录功能、实时事件功能等保存的 zldd 文件。

ZD 系列示波记录仪批量加载 zldd 文件操作如下：

- ① 按 shift+Store 按键，进入回读功能；
- ② 在回读功能菜单中，文件类型选择【波形数据】；
- ③ 通过【文件路径】菜单项，查找并选中目标文件夹或目标 zldd 文件；
- ④ 通过【文件列表】菜单项，在弹出的【文件名称】窗口中可查看已加的目标文件；
- ⑤ 点击目标文件前的白色“.”，点击图 5.111 中的【加载】按钮，启动文件自动加载-；在选择目标文件时，可同时预览到目标文件信息。



图 5.110 加载 zdl 文件夹



图 5.111 回读文件列表

(5) 加载配置文件

图 5.105 中文件类型选择“配置参数”，可加载文件管理器任一路径下.zdlcfg 后缀的文件，见图 5.112，配置加载成功后，会有“加载配置完成”窗口信息提示，见图 5.113。



图 5.112 加载配置文件



图 5.113 配置加载完成窗口提示

5.3.6 捕获

1. 功能概述

捕获功能在示波模式和记录模式都有效。

ZDL 系列示波记录仪提供了捕获截图、波形数据、执行录屏、执行离线波形对比的功能，方便用户通过图片、视频、文件等保存仪器显示的重要信息。在使用捕获功能前，须完成捕获参数设置。

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单设置和按键面板按键两种方式进入捕获设置菜单，如图 5.114 所示。

- 方法 1 快捷菜单操作：点击主菜单“ZLG SYSTEM”，在弹出的菜单中选择【捕获】选项；
- 方法 2 面板按键：按下前面板的 Shift 键和 Capture 键或双击 Capture 键，进入 Capture set 捕获参数设置界面。



图 5.114 进入捕获功能菜单

3. 功能菜单

用户可以通过前面板上的 Capture 键执行捕获操作，捕获得到的屏幕截图、波形数据文件、屏幕截图和波形数据、录屏文件保存至用户置的存储位置里、快捷生成二次运算对比波形便于波形对比。



图 5.115 捕获类型

4. 通用设置

(1) 存储位置

设置图片或文件存储的位置，将当前显示内容截图保存到指定目录，可存储在内置硬盘或外置存储器。

(2) 文件名

保存屏幕截图或数据波形文件命名规则。

● OFF: 关闭自动命名功能，将使用在文件名设置中设置的文件名。保存目的地文件

夹里有相同文件名的文件时，不能保存数据。

- 自动编号：在常规文件名后自动添 4 位数字(0000 ~ 9999 之间)，然后保存文件。常规文件名可以在文件名设置(最多 4 个字符) 中指定。例如编号格式为：file_XXXX. 扩展名，其中 X 是 0~9)。每生成一个新文件则文件名编号递增，例如：file_0001.jpg，file_0002.jpg。
- 时间：保存文件时的日期和时间(单位最小为 ms)就是文件名。不使用在文件名设置中指定的文件名。

5. 独有设置

(1) 捕获类型：屏幕截图

图 5.114 中捕获类型选择【屏幕截图】，用户可选择截图存储位置、自定义文件名、选择图片格式、设置图片颜色和选择截图范围，见图 5.116。

- 图片格式：屏幕截图可选择四种图片格式，PNG、BMP、JPEG、TIFF；
- 图片颜色：屏幕截图可选择四种颜色模式，常规、灰色、反色、黑白；
- 图片背景：屏幕截图可选择两种图片的背景，常规、透明；
- 截图范围：支持全屏截图、主视图截图和自定义截图，见图 5.117。

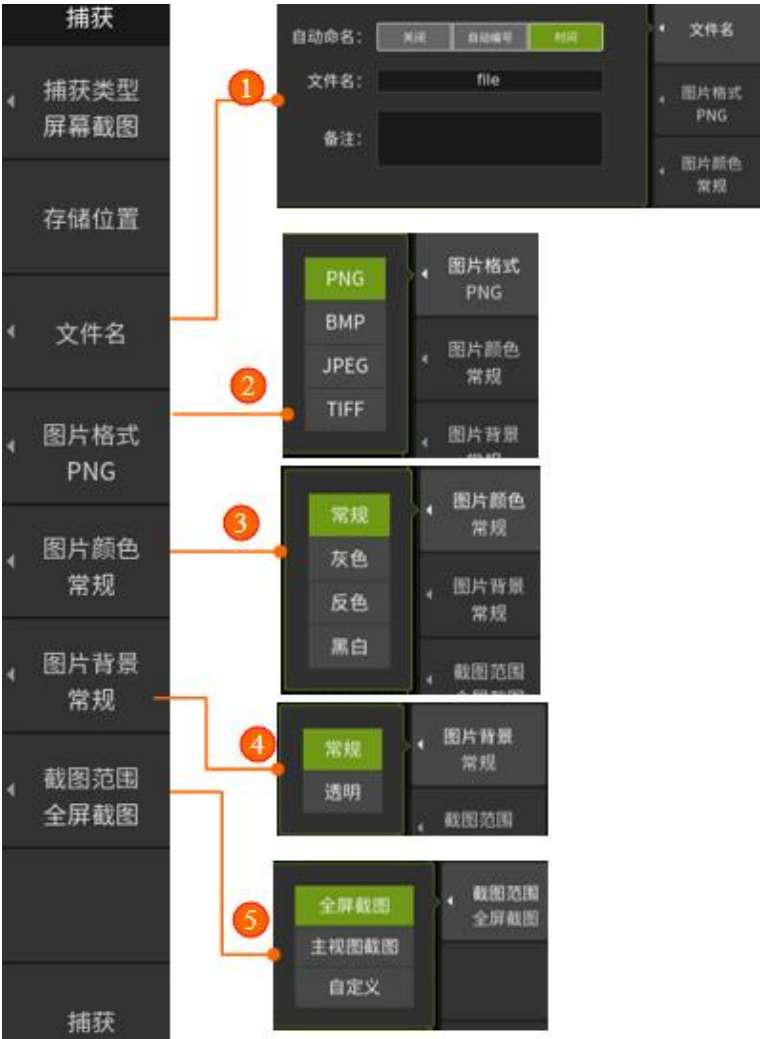


图 5.116 “屏幕截图”捕获类型

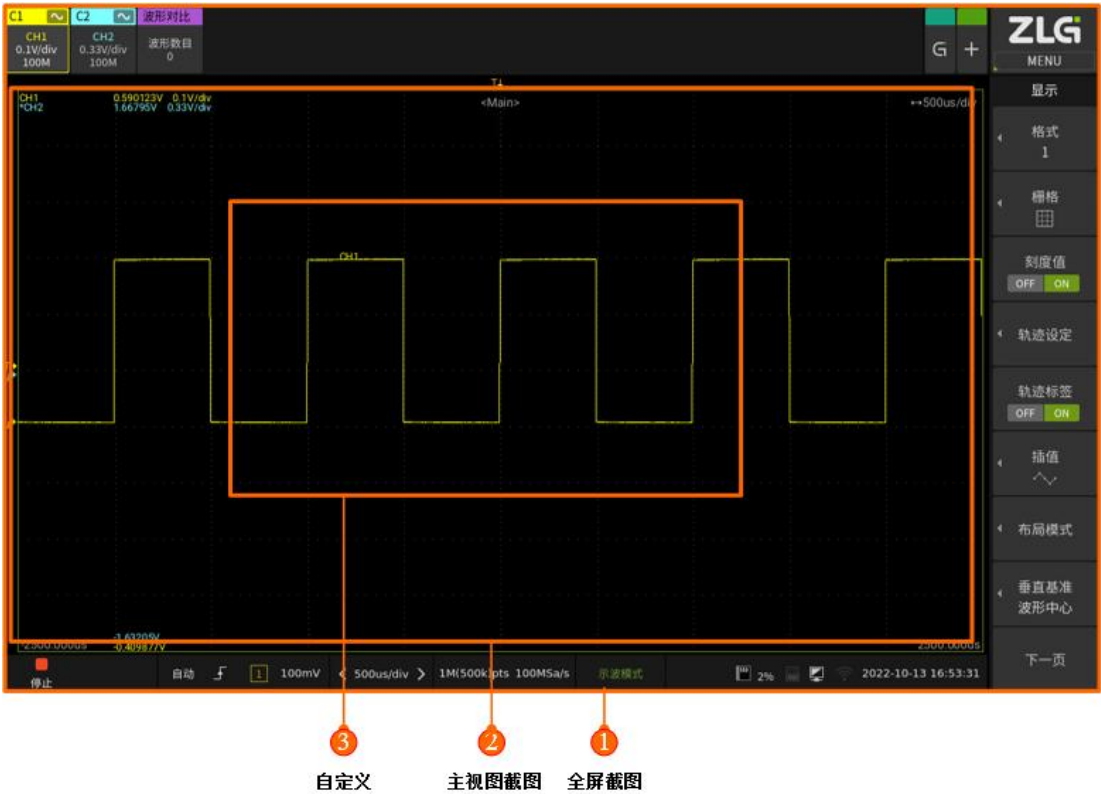


图 5.117 截图范围设置菜单

(2) 捕获类型：波形数据

存储一帧波形数据(按一次 Capture 键则存储一帧)，支持多种文件格式。图 5.114 中捕获类型选择【波形数据】，用户可选择波形数据存储位置、自定义文件名、选择多种文件格式、等，见图 5.116。

具体详情“5.3.4 存储功能”章节，波形数据存储，此处不再赘述。



图 5.118 “波形数据”捕获类型

(3) 捕获类型：截图和波形

存储一帧数据(按一次 **Capture** 键则存储一帧)，同时支持存储波形数据和当前测量界面截图。

具体详情“5.3.43 存储功能”章节，波形数据存储，和“图 5.119 捕获功能”此处不再赘述。

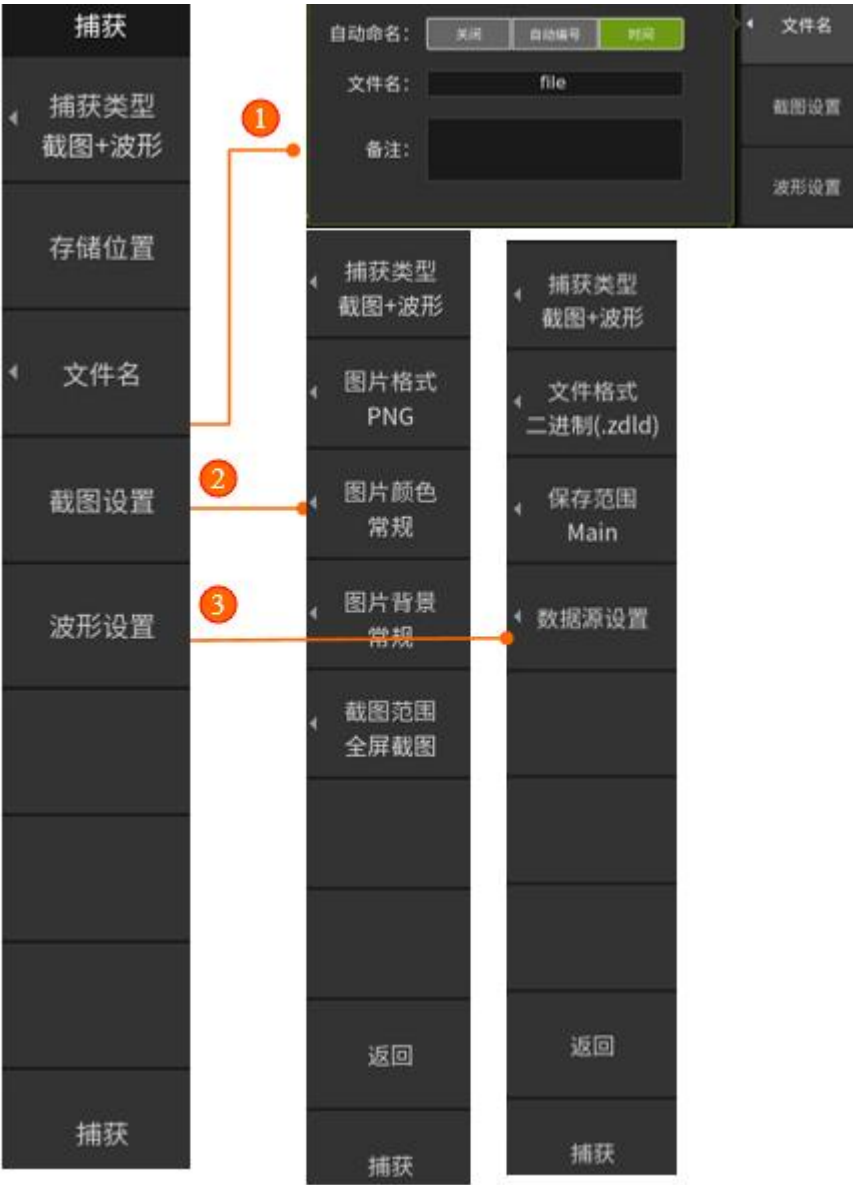


图 5.119 “截图和波形”捕获类型

(4) 捕获类型：录屏

示波记录仪的录屏功能，可录制用户对仪器执行的一系列操作及实时的屏幕显示。录屏菜单见图 5.120 所示。



图 5.120 “录屏”捕获类型

按上档+Capture 按键进入捕获功能，捕获类型选择【录屏】，点击【开始录屏】菜单项，即时启动录屏。在录屏过程中，点击【暂停】菜单项，会暂停录制，【暂停】菜单项会切到【继续】菜单项；点击【停止】菜单项，关闭录屏功能。录屏过程菜单见图 5.121 所示。



图 5.121 录屏过程菜单

录屏保存.avi 格式，avi 格式不仅支持仪器上回放，同时也支持在其他.avi 格式的载体上播放。录屏启动前，需设置录屏文件的存储位置和录屏 avi 文件的文件名：

- **存储位置：**点击图 5.120 中【存储位置】菜单项，弹出文件管理器对话框，用户可在对话框里设置文件的存储路径，如图 5.122 所示。



图 5.122 录屏存储路径

- **录屏文件：**支持手动自定义录屏文件名和自动编号|时间两种自动命名录屏文件名，菜单见图 5.123。



图 5.123 录屏文件名

录制单文件约 2GB 容量，会停止录制，录制时长约 20 分钟，录制过程中可以手动暂停。录制完成后，可以在录屏文件的存储位置，查找 avi 格式的文件，见图 5.124 所示。



图 5.124 录屏 avi 文件

(5) 捕获类型：波形对比

功能卡片已开启且选中的物理通道,通过波形对比功能已设置的“捕获公式”可一键生成二次运算对比波形,和源物理通道波形进行波形对比。其中,生成的对比波形,可通过“波形对比”功能的通道管理删除。详情可查阅 5.6.5 波形对比章节,此处不再赘述。



图 5.125 “对比波形”捕获类型

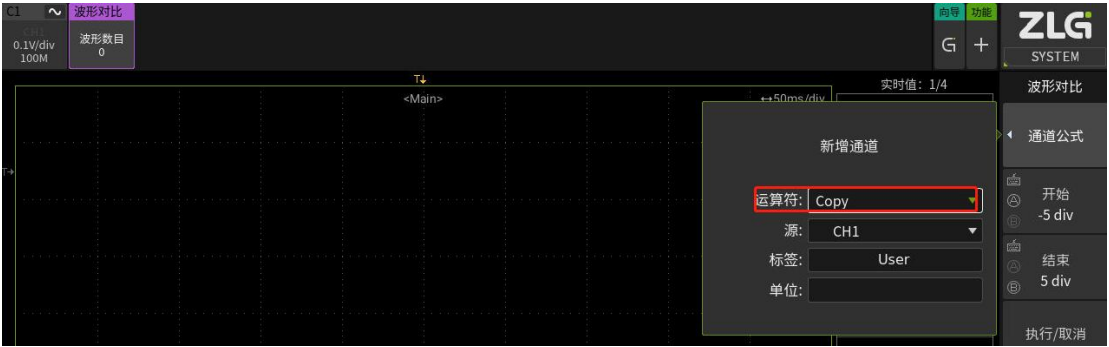


图 5.126 对比波形设置的通道公式

点击图 5.115，捕获类型选择【对比波形】，弹出菜单见图 5.127 所示。执行一键“对比波形”前，用户需提前设置捕获公式和选中通道的目标通道。**捕获公式设置可查阅 5.6.5 波形对比章节，此处不在赘述。**其中目标通道，仅支持功能卡片中已开启的物理通道。



图 5.127 “对比波形”捕获菜单

5.3.7 显示

1. 功能概述

示波记录仪采样、计算后数据显示波形在屏幕上，支持多种不同窗口显示，且支持单窗口显示、双窗口、三窗口组合显示。



图 5.128 两屏三窗口显示

- T-Y 波形显示窗口：主窗口显示正常未放大的波形；
- 缩放窗口（ZOOM1 和 ZOOM2）：根据缩放设置显示缩放波形；
- X-Y 窗口（XY1 和 XY2）：根据 X-Y 设置显示 X-Y 波形。

示波记录仪支持单窗口显示、双窗口、三窗口组合显示，见下表 5.5 所示。

表 5.5 显示窗口组合

窗口	个数	组合
单窗口	1	<Main>（主窗口）
双窗口	6	<Main&ZOOM1>、<Main&ZOOM2>、<Main&XY1>、<Main&XY2>、<Main&FFT1>、<Main&FFT2>
三窗口	14	<Main&ZOOM1&ZOOM2>、<Main&ZOOM1&XY1>、<Main&ZOOM1&XY2>、<Main&ZOOM1&FFT1>、<Main&ZOOM1&FFT2>、<Main&ZOOM2&XY1>、<Main&ZOOM2&XY2>、<Main&ZOOM2&FFT1>、<Main&ZOOM2&FFT2>、<Main&XY1&XY2>、<Main&XY1&FFT1>、<Main&XY1&FFT2>、<Main&XY2&FFT1>、<Main&XY2&FFT2>、

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单打开显示菜单功能，如图 5.129、图 5.130 所示。

- 方法一：快捷菜单操作：点击主菜单“ZLG MENU”，在弹出的菜单中选择【显示】选项。
- 方法二：直接点击 T-Y 主窗口。

方法1:快捷菜单操作



图 5.129 进入显示菜单



图 5.130 显示设置菜单

3. 功能菜单

对于示波记录仪显示设置菜单，用户可设置波形格式、栅格、刻度、轨迹设定、标签、差值、布局模式、手动事件及累积显示参数。

(1) 格式

设置波形窗口平均分屏数量，用户可设置分屏数量如下：1/2/3/4/5/6/8/12/16。点击图 5.130 中【格式】选项，弹出如图 5.131 所示设置菜单。

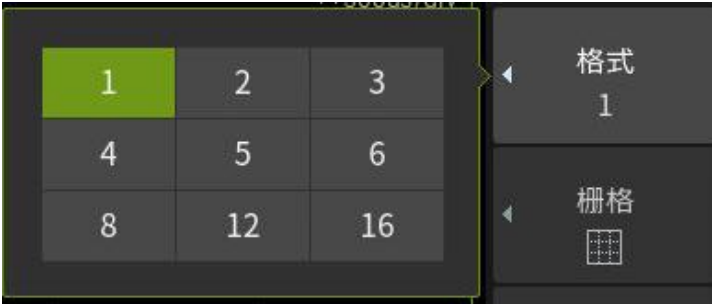


图 5.131 显示格式菜单

(2) 栅格

用户可选择显示界面上的栅格类型，包括：边框、虚线、十字。点击图 5.130 中【栅格】选项，弹出如图 5.132 所示设置菜单。启用栅格选择不同类型的显示图如图 5.133、图 5.134、图 5.135 所示。



图 5.132 栅格菜单

栅格选中【边框】

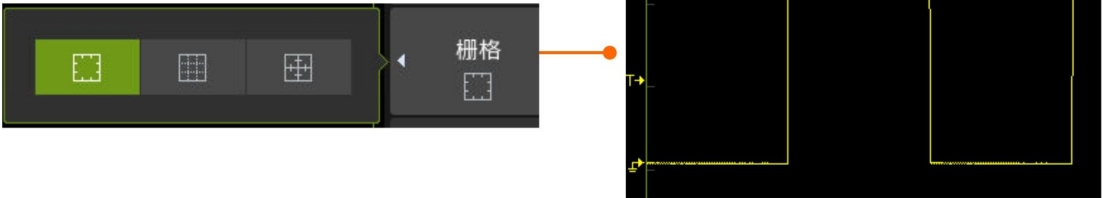


图 5.133 栅格类型边框

栅格选中【虚线】

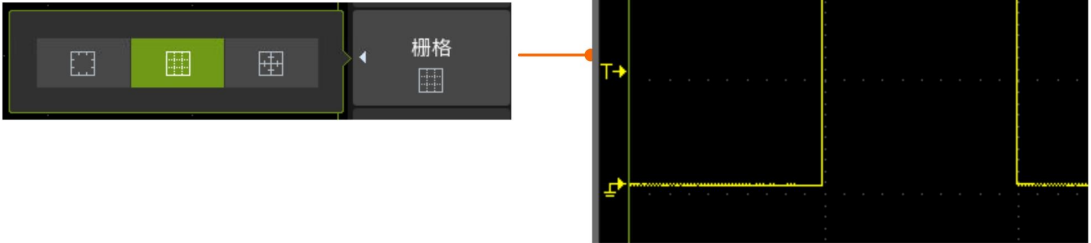


图 5.134 栅格类型虚线

栅格选中【十字】



图 5.135 栅格类型十字

(3) 刻度值

用户可选择开启或关闭显示幅值、垂直档位的刻度值。点击图 5.130 中【刻度值】选项，启用或关闭刻度值显示图如图 5.136 所示。

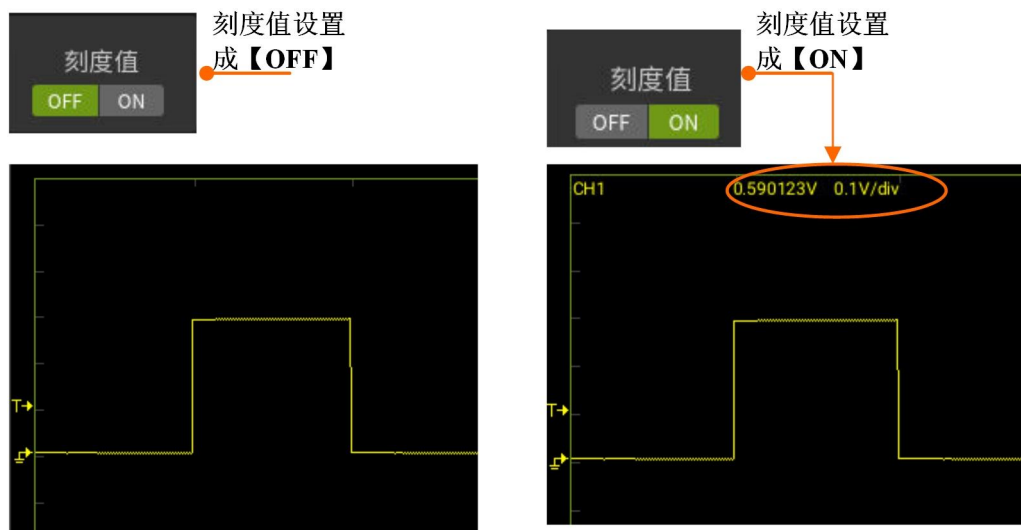


图 5.136 刻度值设置及显示界面

(4) 轨迹设定

用户可自定义设置波形通道所在编组、还原编组、波形颜色及波形所在显示区域等，点击图 5.130 中【轨迹设定】选项，显示菜单如图 5.137 所示。轨迹设置参数说明见表 5.6 所示。

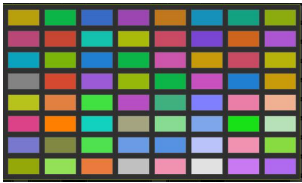


图 5.137 轨迹设置界面

表 5.6 轨迹设置参数描述

序号	参数示意	参数设置说明
①		编组: ➤ 示波记录仪支持四个编组：编组 1~编组 4，每个编组最多支持 64 个通道； ➤ 用户可自定义每个通道设置所属编组； ➤ 任意一个通道可所属一个或多个编组。
②		清除该组: ➤ 只清除当前显示页编组
③		还原编组: ➤ 只还原当前显示页最近一次修改设置

续上表

序号	参数示意	参数设置说明
④		自动编组: ➤ 当前所有开启通道自动编组, 从编组 1 开始, 64 个通道设置满后, 自动往后顺延
⑤		通道: 不同类型板卡最多可选择的通道不同, ➤ 2 通道隔离 100MS/s 电压采集卡: 可设置 24 个通道, CHn、RTMm、Math1~Math8; ➤ 16 通道 200kS/s 电压采集卡: 8 卡槽, 8 卡槽最多可设置 128 个 CH 通道 (CHn、RTMm)、8 个 Math (Math1~Math8) 通道。
⑥		颜色透明度: 所有分组共用。 ➤ 设置范围 0~100, 步进 10
⑦		颜色: 可区分不同通道波形色彩显示 ➤ 支持 64 种颜色设置
		区域: 取决于当前设置的格式数目 ➤ 设置当前设置区号 a, 当前显示设置格式数目 b, 当前开启通道实际显示区域号 a', 满足以下公式: $a' = (a - 1) \% b + 1$ ➤ a 可设置范围: 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16 - b 可设置范围: 1/2/3/4/5/6/8/12/16

（4） 轨迹标签

用户可选择开启或关闭显示轨迹标签。点击图 5.130 中【轨迹标签】选项，启用或关闭轨迹标签如图 5.138 所示。

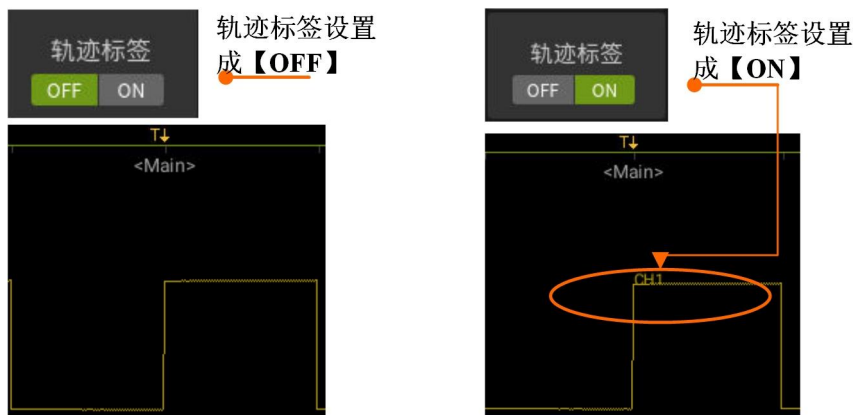


图 5.138 轨迹标签

（5） 插值

插值模式在当屏幕点数小于分辨率时的特殊模式。由于两个原始采样点间存在很大的空隙，通常会用一些方法处理后在显示。所有提高波形采样率增加数据的过程为信号的“插值”。插值模式主要提供四种：无、正弦插值、线性插值、方波插值。

- **无：**在没有插值的情况下使用点显示数据；
- **正弦插值：**使用 $\frac{\sin x}{x}$ 函数插值两个点之间的连线。由于基于任意波形都是可以无限次分解成正弦波的，所以通过正弦内插的方式，能够比较准确和平滑地还原真实波形信号。
- **线性插值：**也叫线性内插，这是最简单的插值方式。在 ADC 的相邻采样数据点之间按照线性多项式的计算方式插入一个计算值，插入的这个点为相邻两个采样点连线上的值。通过点与点之间的直接连接形成的波形，细节上能够看到类似于锯齿波的形状，这种插值方式局限于直边缘的信号。
- **脉冲插值：**在需要填充虚构采样点的位置上，直接复制前面一个真实采样点。这种方案实现简单，缺点在于会使波形呈阶梯状，不真实。

示波记录仪屏幕显示的点数是 2000，若采样点数在 2000 以内，可以启用插值或者不用，若采样点在 2000 以上，使用 P-P 压缩法显示波形。

- 采样点在 2000 以内

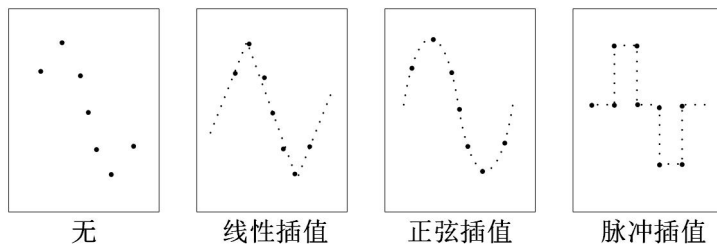


图 5.139 插值区域内

➤ 采样点在 2000 以上

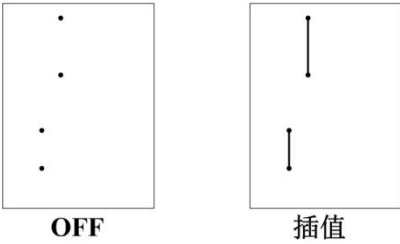


图 5.140 插值区域外

点击图 5.130 中【插值】选项，显示菜单如图 5.141 所示。



图 5.141 插值设置菜单

(6) 布局模式

示波记录仪支持单窗口显示、双窗口、三窗口组合显示，同一时刻显示窗口数量不同时，可设置的布局模式也不同。点击图 5.130 中【布局模式】选项，显示菜单如图 5.142 所示。

举例，其中一个两窗口显示图标，白色方框代表主窗口，黑色框代表其他显示窗口。当两个以上窗口同时显示时，主窗口占比可设置以下占比：20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%。菜单设置界面如图 5.143 所示。

三个及以上波形显示窗口开启



两个波形显示窗口开启



一个波形窗口显示



图 5.142 布局模式显示菜单



图 5.143 主窗口占比菜单

(7) 垂直基准

垂直基准是改变量程后波形的变化基准，ZDL 系列示波记录仪支持三种波形压缩或扩展的基准。点击图 5.130 中【垂直基准】选项，显示菜单如图 5.144 所示。

- 屏幕中心：改变波形的垂直档位时，波形相对与屏幕中心扩展或压缩；
- 波形中心：改变波形的垂直档位时，波形相对于波形中值进行扩展或压缩；
- 零点中心：改变波形的垂直档位时，波形相对于的接地电平进行扩展或压缩。



图 5.144 垂直基准设置菜单

（8） 累积

垂直基准是改变量程后因波形是一直在更新的，瞬时异常波形是很难识别的，开启波形累积功能，历史波形会在屏幕上停留一段时间，方便观察到异常波形。

点击图 5.130 中【累积】选项，累积设置菜单如图 5.145 所示。

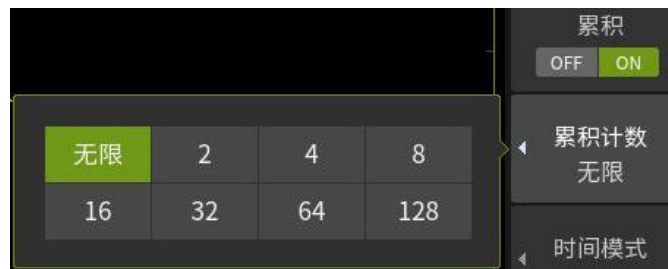


图 5.145 累积功能显示菜单

- **OFF。**波形不累积、清除累积波形；
- **无限累积模式。**示波记录仪显示新采集波形时，不会清除之前采集的波形。已采集的波形会以亮度较低的颜色显示，新采集的波形则以正常的亮度和颜色显示，使用无限累积可测量噪声和抖动，捕获偶发事件；
- **有限累积模式。**示波记录仪采集的波形会在屏幕上保留一段时间，即为累积时间，可通过设置累积波形指定数目确定累积时间。累积次数可设置范围;2~128, 2ⁿ 步进。有限累积模式适用于观察变化较慢或者出现概率较低的毛刺。

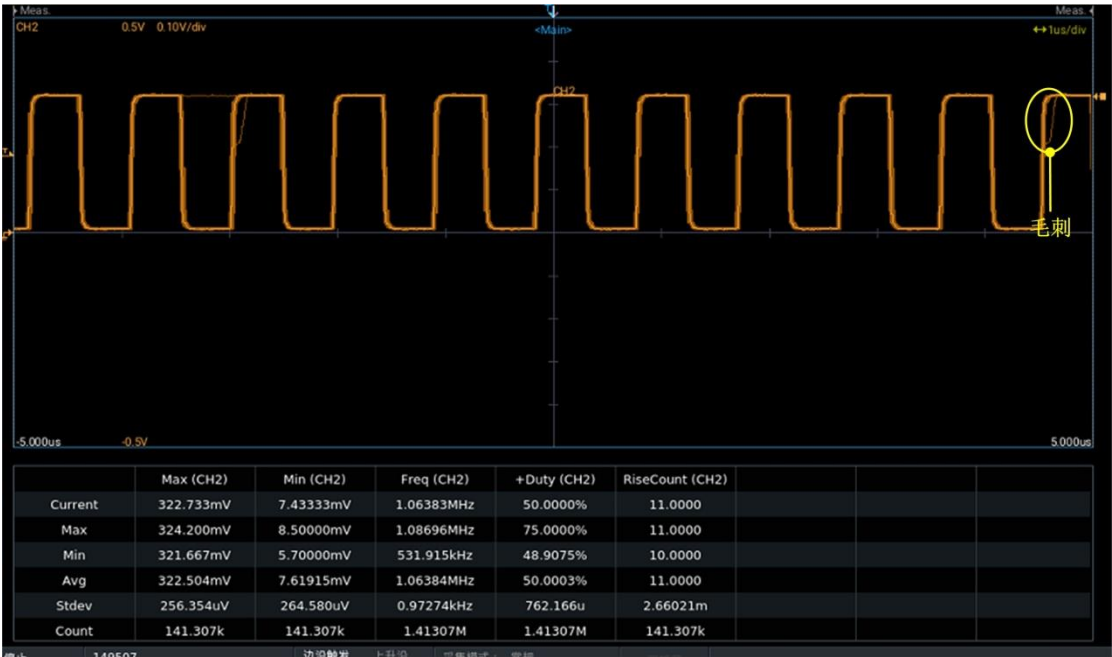


图 5.146 无限累积搜索毛刺信号

(9) 时间模式

ZDL 示波记录仪除了触发位置，还有时间参考基准。用户可以选择出现在屏幕左下角和右下角时间的模式（屏幕左右边界时间是从时间参考点开始的时间）。示波记录仪时间模式三种模式可选择，相对时间、绝对时间和自动，客户可按需设置。

点击图 8.2 中【时间模式】选项，时间模式设置菜单如图 5.147 所示。

- 相对模式下，波形下方时间轴相对于触发时间；
- 绝对模式下，波形下方时间轴相对于实际时间；
- 自动模式下，屏幕时间超过 1h 用绝对时间，否则用相对时间。



图 5.147 时间模式菜单

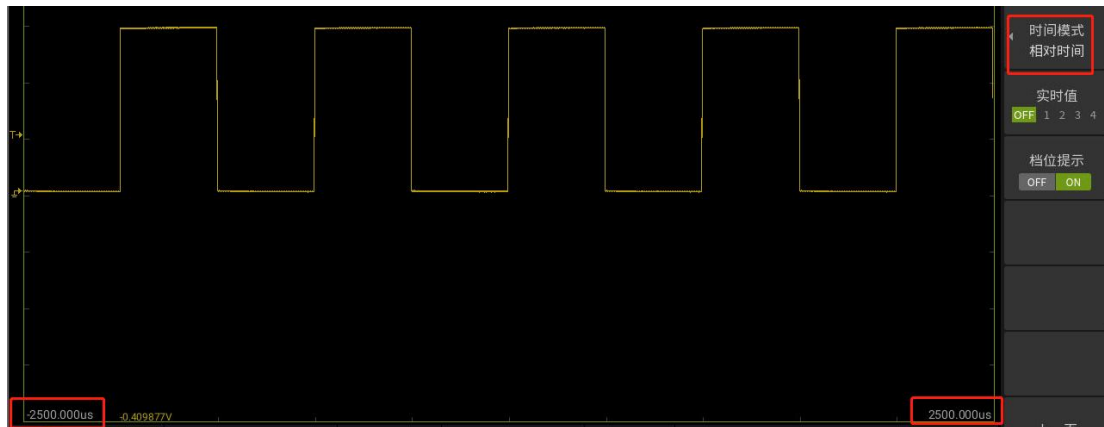


图 5.148 时间模式：相对时间

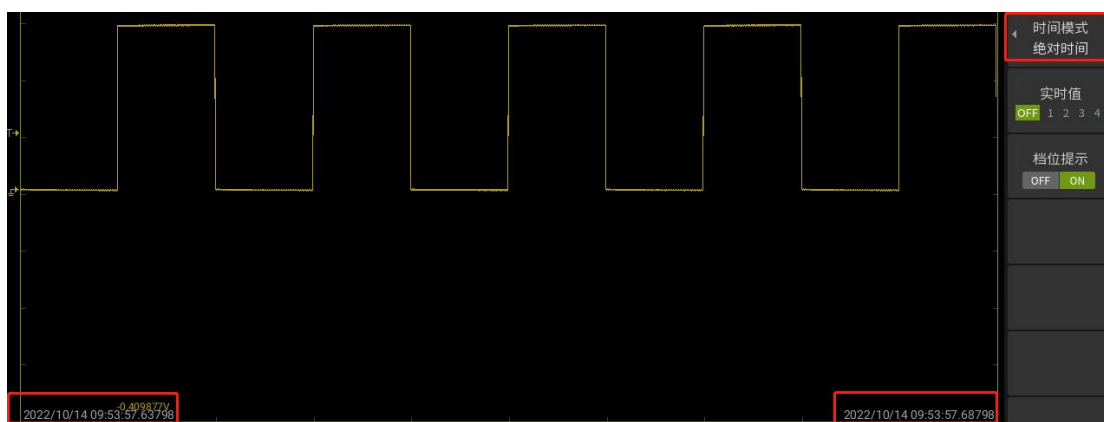


图 5.149 时间模式：绝对时间

（10） 实时值

示波记录仪的波形显示功能，支持实时查看波形值。4 页共显示 64 个通道，1 页有 16 个通道，同时可观测 16 通道波形实时值，通道顺序跟轨迹设定顺序一样，直流或者波动较慢的信号做长时间测量非常有用。需注意，采集中，该值是波形值，停止采集是实时值。

实时值功能开启后，可以通过 ESC 按键开启和隐藏该功能。

方式 1：快捷操作

- 首先点击波形显示界面，再按 ESC，该功能界面弹出；再按下 ESC 键后，该功能界面隐藏。

方式 2：菜单操作

- 按” ZLG SYSTEM >显示->下一页->实时值>OFF/1/2/3/4。



图 5.150 实时值菜单

(11) 档位显示

ZDL 示波记录仪显示功能支持垂直档位（量程）显示 ON/OFF 设置。在测量时，调节主时基、缩放时基或双捕获垂直或水平时基，窗口有垂直档位/水平档位遮挡重要观察波形，此时可关闭档位显示功能，观察完整波形。

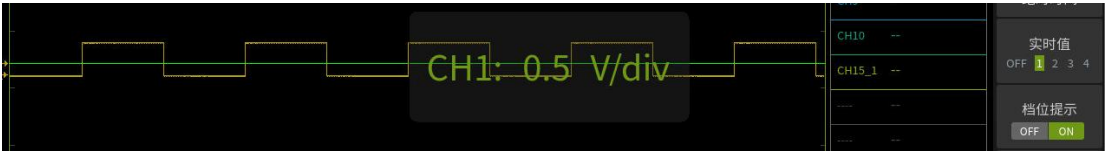


图 5.151 档位显示 ON

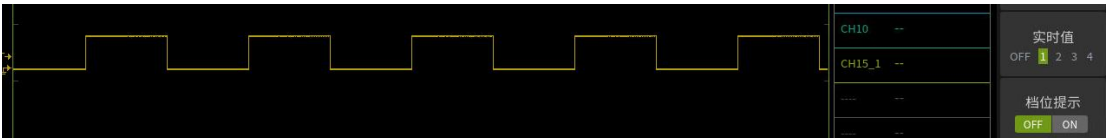


图 5.152 档位显示 OFF

5.4 基础分析功能

5.4.1 测量

1. 功能概述

参数测量功能在示波模式和记录模式都有效。需要注意的是，在记录模式下，参数测量、数学运算和 FFT 功能只能开启一种。

55 种波形参数自动测量统计功能，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、标准差及测量次数。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，测量次数展现测量样本次数的总和，是最大值、最小值、平均值及标准差的参考依据，支持自动测量和离线测量。



图 5.153 55 种测量参数



图 5.154 测量结果列表

2. 操作步骤

示波记录仪支持界面快捷方式打开测量功能，如图 5.155。

点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“测量”功能，主界面上会出现“测量功能卡片”。测量功能添加后，功能管理“+”键菜单中“测量”会是禁用状态，删掉“测量”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启测量功能，见图 5.155 所示。



图 5.155 添加测量功能卡片

3. 功能菜单

示波记录仪提供三种测量模式对参数进行自动测量，如图 5.156。

- 常规统计：统计功能对用户多次采集的数据进行统计，统计项目与测量项目相同，，更新模式采集过程中统计，停止在重新采集，重新统计；滚动模式和硬盘记录模式，停止采集后，需手动执行测量。
- 历史波形的统计 (历史统计)：对历史波形进行统计处理，对历史波形进行统计，采集停止，自动测量采集波形上的测量项，并可对测量项进行统计处理。
- 离线统计：对波形对比的离线波形进行统计处理，相较于常规统计，无通道间相关测量项。



图 5.156 测量模式界面

(1) 常规统计

在获取波形时，计算到目前为止获得的波形的统计量。更新模式下，如果停止波形采集，然后重新启动，将继续对数据进行统计处理，包括停止波形采集前的数据，选定的自动测量项目进行统计处理。若滚动模式和硬盘记录模式下，需停止采集后，手动执行测量。

点击图 5.156 【常规统计】选项，弹出如图 5.157 所示菜单。



图 5.157 常规统计菜单

设置测量项后常规统计显示界如图 5.158、图 5.159。

- 显示统计值打开：界面显示 6 种数据，当前值、最大值、最小值和算术平均值、标准差、样本数，如图 5.158 所示；
- 显示统计值关闭： 界面只显示 1 种数据，只显示当前值，如图 5.159 所示。

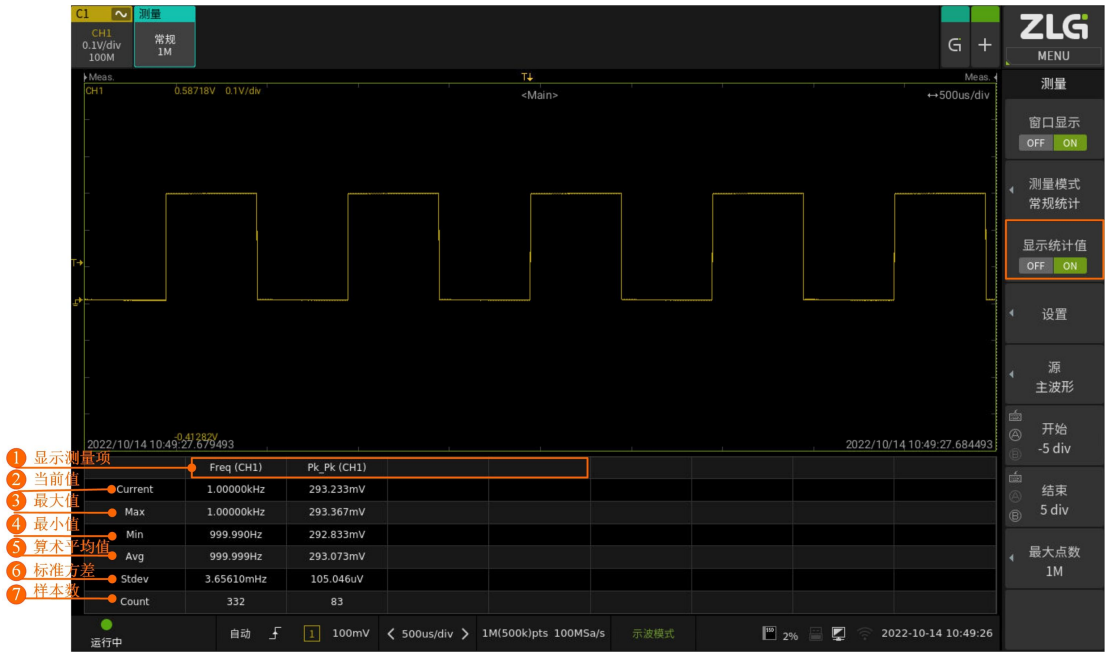


图 5.158 显示统计值功能打开



图 5.159 显示统计值功能关闭

常规统计功能针对【设置】菜单选中的每一种测量项，进行统计计算后，得出以下 6 种数据，当前值、最大值、最小值和算术平均值、标准差、样本数。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，通过观察算术平均值、标准差可快速评估信号特性。

常规统计 6 种测量数据，解析见表 5.7 所示。

表 5.7 6 种数据解释

名称	说明
当前值	当前数据帧的第一个样本值（比如一帧数据有多个周期，指这帧数据的第一个周期的样本值）
最大值	所有参与统计的样本中的数值最大的样本值
最小值	所有参与统计的样本中的数值最小的样本值
算术平均值	所有参与统计的样本的算术平均值
标准方差	所有参与统计的样本的标准方差值
样本数	所有统计的样本数，每次将会成倍增加

(2) 历史统计

采集停止，历史统计功能自动测量采集波形上的测量项，并对测量项进行统计处理。对旧波形数据进行统计处理，统计处理的波形显示在统计数据列表中。

点击图 5.156 【历史统计】选项，弹出如图 5.160 所示菜单。



图 5.160 历史统计菜单

点击图 5.160 【统计数据】菜单，可以查看选定测量项的周期统计结果，如图 5.161 界面显示。



图 5.161 历史统计界面

- ①设置历史波形：选择历史数据统计通道；
- ②显示历史波形测量项：显示所选择历史统计通道的测量项；
- ③选择排序方法：升序、降序；
- 升序：选择测量范围内，时间顺序把从“开始记录”到“结束记录”之间的历史记录波形；
 - 降序：选择测量范围内，时间顺序把从“结束记录”到“开始记录”之间的历史记录波形。
- ④是否标记统计极值：若勾选【统计极值】时，屏幕周内最大值、最小做特殊颜色标识；
- 最大值：显示蓝色字体；
 - 最小值：显示红色字体；
 - 普通值：显示白色字体；
 - 相同数值：屏幕当前第一个数值显示绿色字体。
- ⑤显示历史记录波形个数
- ⑥滚动条：若显示测量项及周期数比较多时，弹出的屏幕窗口显示不完时，滚动滚动条时可查看完整数据。

(3) 离线统计

针对高级分析功能“波形对比”的离线波形，离线统计功能自动测量采集波形上的测量项，并对测量项进行统计处理。首先对旧波形数据进行统计处理，统计处理的波形显示在统计数据列表中。

点击图 5.156 【离线统计】选项，弹出如图 5.162 所示菜单。功能菜单类似“常规统计”，不再赘述。



图 5.162 离线统计菜单

开启离线波形，测量通道选择离线通道，执行测量结果见图 5.163 所示。

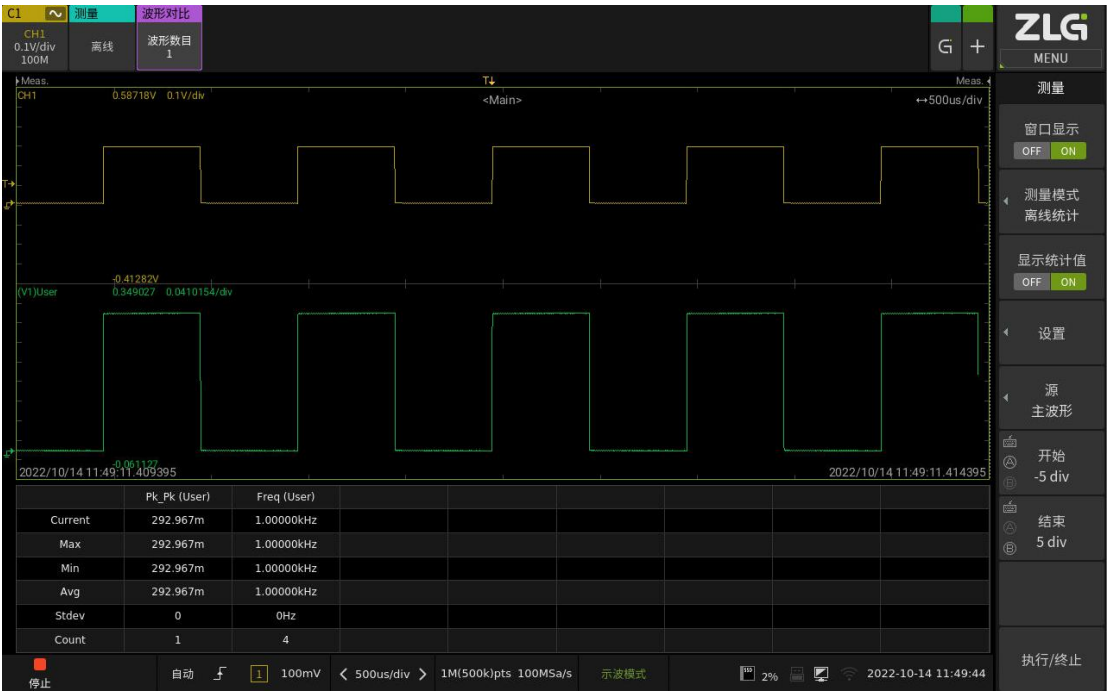


图 5.163 离线统计测量界面

开启功率运算，测量通道选择功率运算通道，执行测量结果见图 5.164 所示。

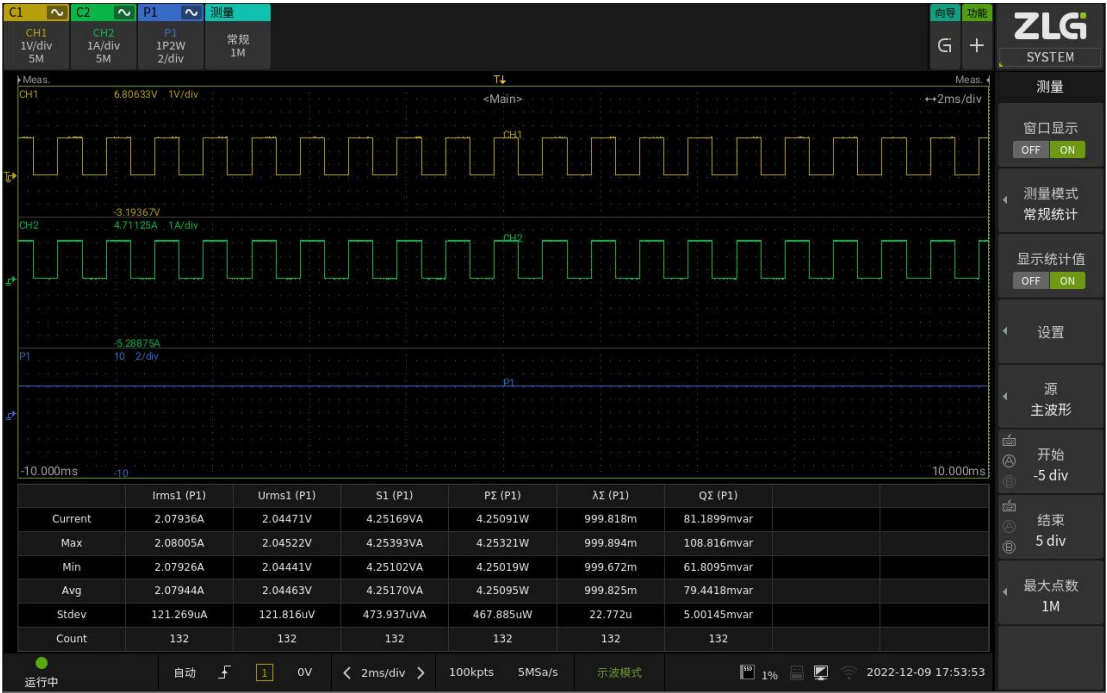


图 5.165 离线统计测量界面

(4) 参数设置

用户可设置选择的测量项，电压参数、时间参数、计数及其他，拷贝当前通道设置到其它通道，清除所有通道设置、模式设置、阈值测量、延迟设置、参考通道设置。

测量模式选择【常规统计】或【历史统计】，点击图 5.157【设置】选项，弹出如图 5.166

所示菜单。



图 5.166 常规统计/历史统计设置界面

测量模式选择【离线统计】，点击图 5.157【设置】选项，弹出如图 5.167 所示菜单。



图 5.167 离线统计设置界面

三种测量模式下的设置界面区别在测量项目上不同，菜单配置相同：

- ① 打开/关闭全部自动测量项
- ② 选择通道：设置每个通道测量项；
- ③ 清空所有通道：取消所有通道所选择测量项；
- ④ 快捷设置：将测量项复制到指定的通道；
- ⑤ 模式设置：选择测量模式和迟滞选择；

- 测量模式：示波记录仪支持两种测量模式，抗干扰和普通。

- 抗干扰：统计同时穿越低、中、高三个阈值的边沿数量。抗干扰模式对上下边界的判断比较严格，可以滤掉中心抖动较大的那部分数据。该参数会影响 N 周期，以及部分时间相关的测量参数结果。抗干扰模式下，周期和周期并不一定连续。因此所有的周期测量参数在抗干扰模式下为无效测量。
- 普通：只统计穿越中阈值的边沿数量。
- 迟滞：正常采集的波形存在一定的数值波动，为了防止阈值附近的正常数值波动影响条件判断。需要在阈值点设置迟滞，只有穿过阈值点附近的迟滞区域才作为一个有效条件判断，记录仪的迟滞设置菜单如图 5.168 所示，功能如表 5.8 所示。



图 5.168 迟滞设置菜单

表 5.8 迟滞对比

阈值	迟滞	迟滞范围
高阈值	自动迟滞	由幅度值动态计算
中阈值	自动迟滞	由幅度值动态计算
	低迟滞	阈值点上下各 0.1div
	中迟滞	阈值点上下各 0.5div
	高迟滞	阈值点上下各 1div
低阈值	自动迟滞	由幅度值动态计算

⑥ 阈值设置：阈值是针对幅度值比例的参考点。自动测量需要配置低、中、高三个阈值点。用户可在阈值设置菜单里设置较低、中等、较高阈值，这三个阈值共同决定了上升时间、下降时间、正脉冲脉宽、负脉冲脉宽等所有时间参数。阈值设置适用于所有信号通道，较低阈值、中等阈值、较高阈值分别默认为 10%、50%、90%。



图 5.169 阈值设置菜单

⑦其他设置：

延迟设置：两个通道开启时，该设置生效。用户可设置边沿计数和延迟参数（普通、触发）。

参考通道：两个通道开启时，该设置生效。

此外，当时间参数选择“脉冲串长度”时，模式设置中的脉冲计数功能有效。

⑧ 设置测量项：示波记录仪支持 55 个测量参数，离线 43 个测量参数。

- 电压测量参数：在线 20 个，离线 18 个；
- 时间测量参数：在线 23 个，离线 14 个；
- 计数测量参数：在线 6 个，离线 5 个；
- 其他测量测试：在线/离线 6 个。

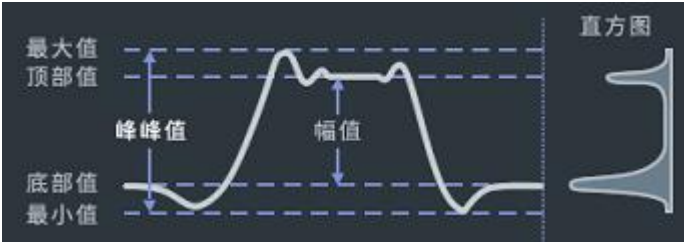
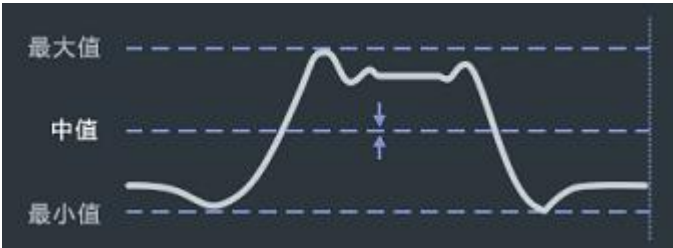
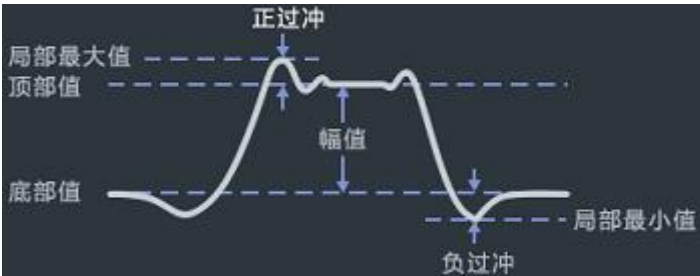
(5) 测量项说明

示波记录仪的各测量项符号和对应测量项说明如表 5.9 所列。

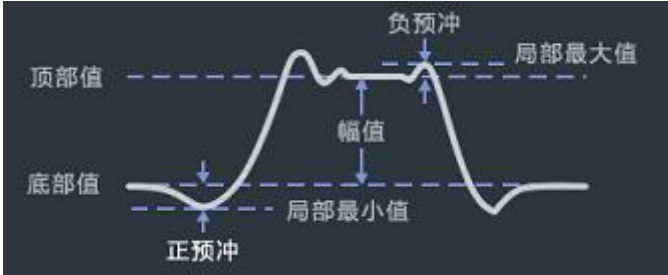
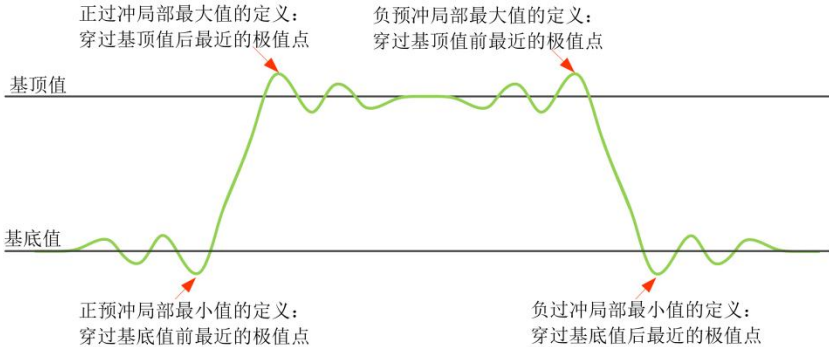
表 5.9 测量项和测量项符号

测量项	测量项符号	测量项	测量项符号
电压参数			
峰峰值	Pk-Pk	平均值-周期	Avg-N
幅度	Ampl	平均值-全屏	Avg-S
最大值	Max	真有效值-周期	DCRMS-N
最小值	Min	真有效值-全屏	DCRMS-S
顶部值	Top	交流有效值-周期	ACRMS-N
底部值	Base	交流有效值-全屏	ACRMS-S
正过冲	Over+	比率-周期	Ratio-N
负过冲	Over-	比率-全屏	Ratio-S
正预冲	Pre+	校准平均值	V-Mean
负预冲	Pre-	中值	Middle
周期	Period	X@min	X@min
频率	Freq	X@max	X@max
上升时间	RiseTime	延迟 1↑2个	Delay↑↑
下降时间	FallTime	延迟 1↓-2↓	Delay↓↓
时间参数			
平均周期	Avg-Period	延迟 1个-2↓	Delay↑↓
平均频率	Avg-Frep	延迟 1↓-2个	Delay↓↑
正脉冲宽度	+PulseWD	相位 1个2个	Phase↑↑
负脉冲宽度	-PulseWD	相位 1↓-2↓	Phase↓↓
正占空比	+Duty	保持时间	HoldT
负占空比	-Duty	建立时间	SetupT
突发宽度	BurstWD	建立保持比率	SHRatio
脉冲串长度	PulseTrain		
计数参数			
上升沿计数	RiseCount	负脉冲计数	-PulseCnt
下降沿计数	FallCount	触发计数器	TrigCnt
正脉冲计数	+PulseCnt		
其他			
面积-周期	Area-N	负面积-周期	NArea-N
面积-全屏	Area-S	正面积-全屏	PArea-S
正面积-周期	PArea-N	负面积-全屏	NArea-S

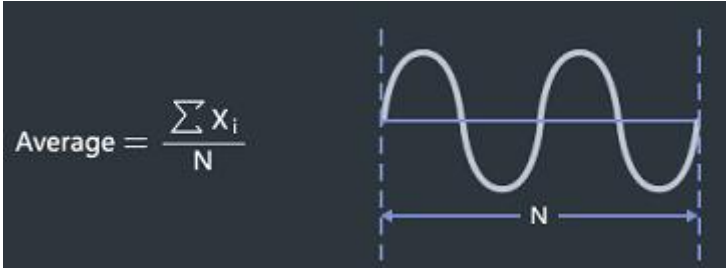
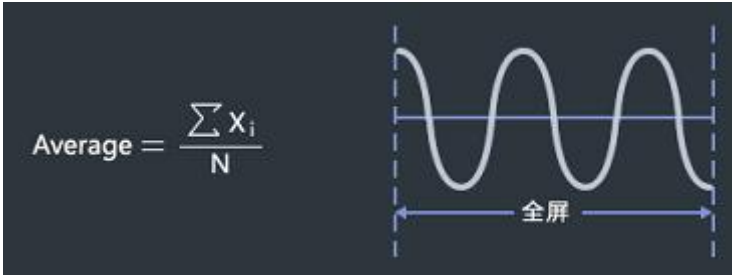
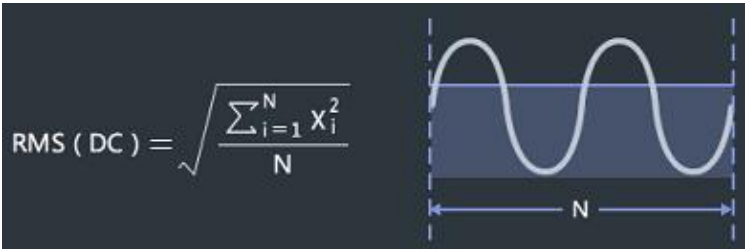
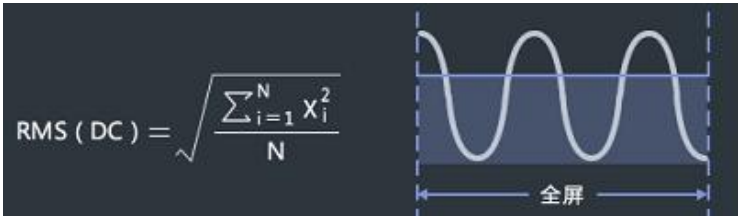
表 5.10 测量项说明

测量项目	计算说明
峰峰值、幅值、最大值、最小值、顶部值、底部值	
 ● 峰峰值 = 最大值－最小值 ● 幅值 = 顶部值－底部值 ● 最大值是指波形显示的最高值 ● 最小值是指波形显示的最低值 ● 顶部值是波形较高部分的众数，即最高部分的最普遍值 ● 底部值是波形较低部分的众数，即最低部分的最普遍值	
中值	
 ● 中值是指波形最大值与最小值中间的值 $\text{中值} = \frac{\text{最大值} + \text{最小值}}{2}$	
正过冲、负过冲	
 ● 波形的过冲是指主要跃迁后的失真，比上幅值的百分比表示。	
正过冲	$\text{正过冲} = \frac{\text{局部最大值} - \text{顶部值}}{\text{幅值}} \times 100\%$

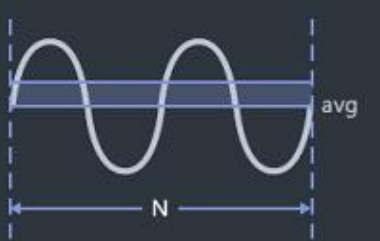
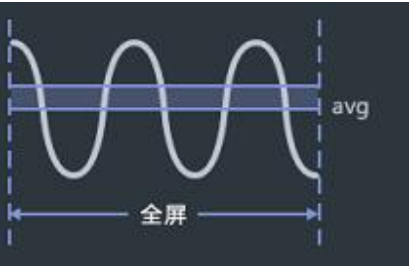
续上表

测量项目	计算说明
负过冲	$\text{负过冲} = \frac{\text{底部值} - \text{局部最小值}}{\text{幅值}} \times 100\%$
正预冲、负预冲	
	
● 波形的过冲是指主要跃迁前的失真，比上幅值的百分比表示。	
正预冲	$\text{正预冲} = \frac{\text{底部值} - \text{局部最小值}}{\text{幅值}} \times 100\%$
正预冲、负预冲	
负预冲	$\text{负预冲} = \frac{\text{局部最大值} - \text{顶部值}}{\text{幅值}} \times 100\%$
局部最大/最小值原理解析：	
	
● 正过冲局部最大值：上升沿信号穿过顶部值后最近的极值点	
● 负过冲局部最小值：下降沿信号穿过底部值后最近的极值点	
● 正预冲局部最小值：上升沿信号穿过顶部值前最近的极值点	
● 负预冲局部最大值：下降沿信号穿过底部值前最近的极值点	

续上表

平均值-周期
$\text{Average} = \frac{\sum X_i}{N}$  ● 平均值周期：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。如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效。
平均值-全屏
$\text{Average} = \frac{\sum X_i}{N}$  ● 平均值全屏：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数据点上的值。
真有效值-周期
$\text{RMS (DC)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N X_i^2}{N}}$  ● 真有效值-周期：指一个或对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。如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效。
真有效值-全屏
$\text{RMS (DC)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N X_i^2}{N}}$  ● 真有效值-全屏：指一个或对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数据上的值。

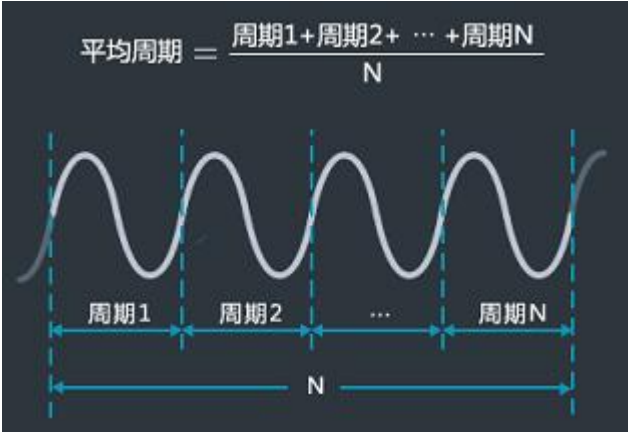
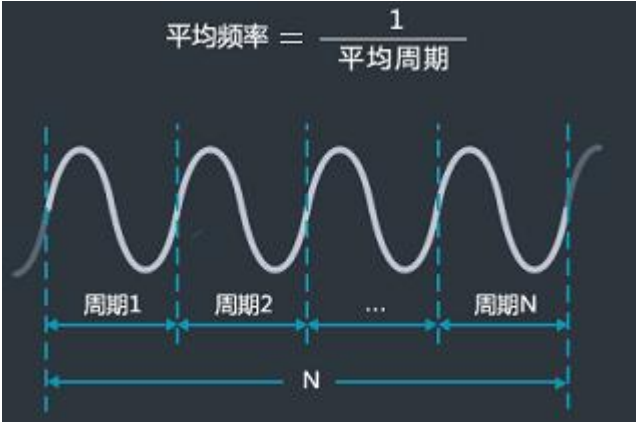
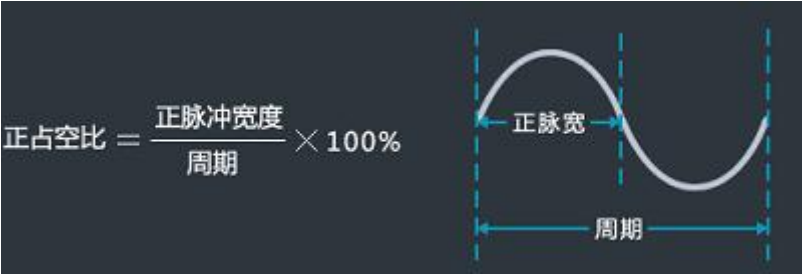
续上表

交流有效值-周期
$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \overline{X})^2}{N}}$  交流有效值-周期：波形的交流有效值采用当前显示电压值得标准差，它是移除直流分量的 RMS 测量。N 周期测量值可测量所显示信号的整数周期上的值。如存在上升沿数量小于两个，则测量项将显示无效，数据集合的标准差数据是数据与平均值的差值。
交流有效值-全屏
$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \overline{X})^2}{N}}$  交流有效值-全屏：波形的交流有效值采用当前显示电压值得标准差，它是移除直流分量的 RMS 测量。全屏测量值可测量所有显示数据上的值。
比率-周期
$\text{比率 (周期)} = 20 \log_{10} \left[\frac{\text{信号源 1 交流有效值 (N个周期)}}{\text{信号源 2 交流有效值 (N个周期)}} \right]$ 比率-周期：比率是测量两个信号源的交流有效值电压的比例，用 dB 表示，全屏测量值可测量所有显示信号的整数周期上的值。如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效。
比率-全屏
$\text{比率 (全屏)} = 20 \log_{10} \left[\frac{\text{信号源 1 交流有效值 (全屏)}}{\text{信号源 2 交流有效值 (全屏)}} \right]$ 比例-全屏：比率是测量两个信号源的交流有效值电压的比例，用 dB 表示，全屏测量值可测量所有显示数据点上的值。
校准平均值
校准平均值：校准有效值时是整流平均值乘以波形因素，一般用于计算正弦交流电的有效值。

续上表

周期、频率、上升时间、下降时间、正脉冲脉宽、负脉冲宽度
● 周期：指整个波形周期的时间间隔，此时间是在两个连续、同极性边沿中间阈值点之间测量的，中间阈值跨越必须也要穿过低阈值和高阈值电平，这样可以消除矮脉冲。 ● 频率：定义为周期的倒数。指整个波形周期的时间间隔，此时间是在两个连续、同极性边沿中间阈值点之间测量的，中间阈值跨越必须也要穿过低阈值和高阈值电平，这样可以消除矮脉冲。 ● 上升时间：正向沿的较低阈值交叉点和较高阈值交叉点之间的时间。 ● 下降时间：负向沿的较低阈值交叉点和较高阈值交叉点之间的时间。 ● 正脉冲宽度：指上升沿的中间阈值到下一个下降沿的中间阈值的时间。 ● 负脉冲宽度：指下降沿的中间阈值到下一个上升沿的中间阈值的时间。

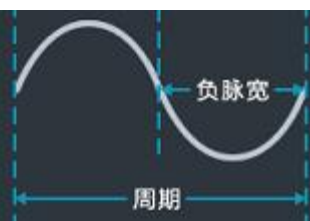
续上表

平均周期
平均周期 = $\frac{\text{周期1} + \text{周期2} + \dots + \text{周期N}}{N}$  ● 平均周期：是指测量范围内所有周期的平均值。
平均频率
平均频率 = $\frac{1}{\text{平均周期}}$  ● 平均频率：是指平均周期的倒数。
正占空比
正占空比 = $\frac{\text{正脉冲宽度}}{\text{周期}} \times 100\%$  ● 正占空比：波形的正脉冲宽度和周期的比率，以百分比表示。

续上表

负占空比

$$\text{负占空比} = \frac{\text{负脉冲宽度}}{\text{周期}} \times 100\%$$



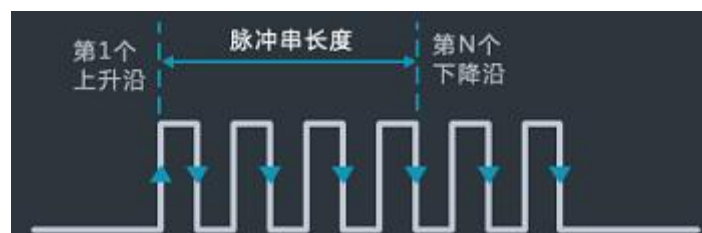
- **负占空比**：波形的负脉冲宽度和周期的比率，以百分比表示。

突变宽度



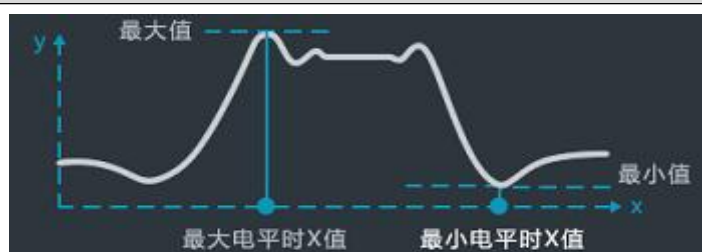
- **突变宽度：**指屏幕上第一个沿的中等阈值交叉点到最后一个沿的中等阈值交叉点的时间，如果被测信号只有一个沿，则显示无效。

脉冲串长度



- **脉冲串长度：**N 个正脉冲的持续时间，持续时间是第一个脉冲的上升沿到第 N 个脉冲的下降沿，N 可以在测量菜单中进行配置。

$X_{\min}$, $X_{\max}$



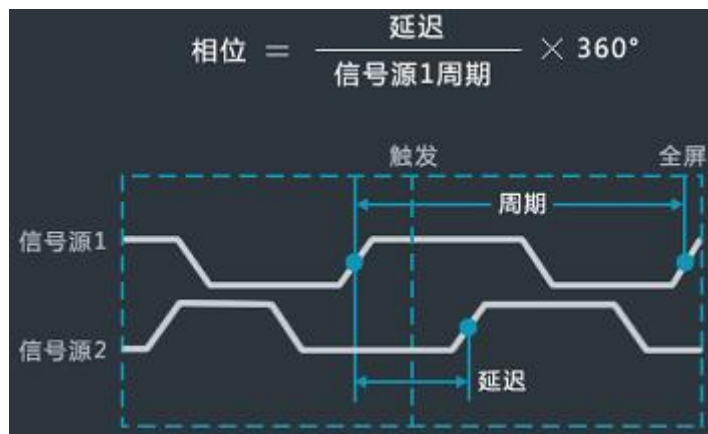
- **X@min:** 指从显示屏的左侧到右侧出现波形最小值得 X 轴值（通常为时间）。对于周期信号，最小值的位置可沿整个波形变化。
- **X@max:** 指从显示屏的左侧到右侧出现波形最大值得 X 轴值（通常为时间）。对于周期信号，最小值的位置可沿整个波形变化。

续上表

延迟 1↑2↑、延迟 1↓-2↓、延迟 1↓-2↑、延迟 1↑-2↓	
	● 延迟 1↑2↑：指从最接近于屏幕中心的通道 1 的上升沿与通道 2 的上升沿在波形中等阈值处的时间之差。当两个通道都开启时该参数才有效。
	● 延迟 1↓-2↓：指从最接近于屏幕中心的通道 1 的下降沿与通道 2 的下降沿在波形中等阈值处的时间之差。当两个通道都开启时该参数才有效。
	● 延迟 1↓-2↑：指从最接近于屏幕中心的通道 1 的上下降沿与通道 2 的上升沿在波形中等阈值处的时间之差。当两个通道都开启时该参数才有效。
	● 延迟 1↑-2↓：指从最接近于屏幕中心的通道 1 的上升沿与通道 2 的下降沿在波形中等阈值处的时间之差。当两个通道都开启时该参数才有效。

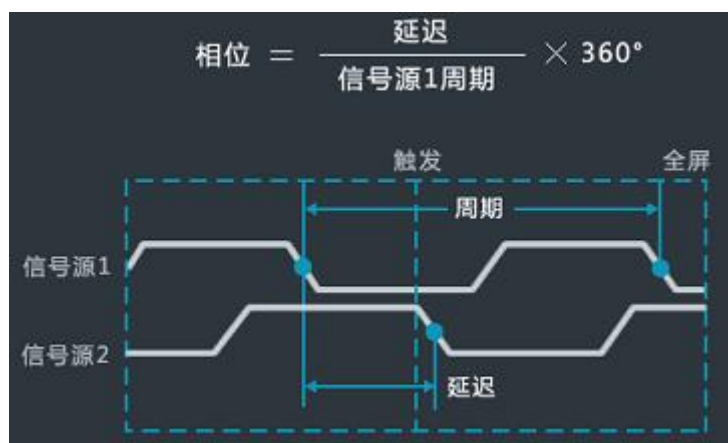
续上表

相位 $1 \uparrow 2 \uparrow$ 、相位 $1 \downarrow -2 \downarrow$



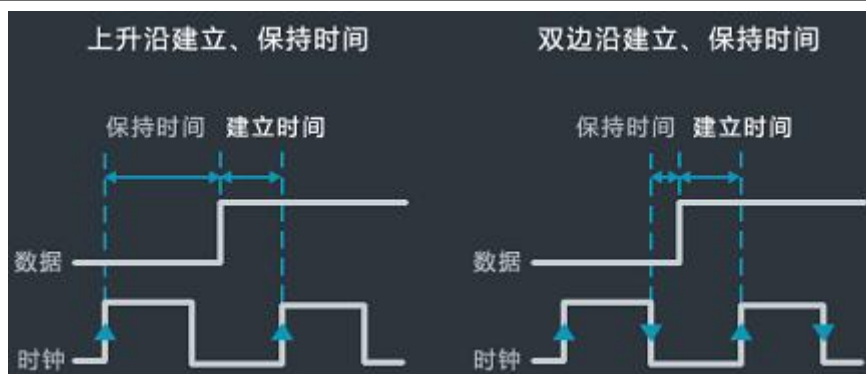
- 相移 1↑2↑：指从通道 1 的上升沿与通道 2 的上升沿中等阈值处的相位。以度表示。当两个通道都开启时该参数才有效。

相位 $1 \uparrow 2 \uparrow$ 、相位 $1 \downarrow -2 \downarrow$



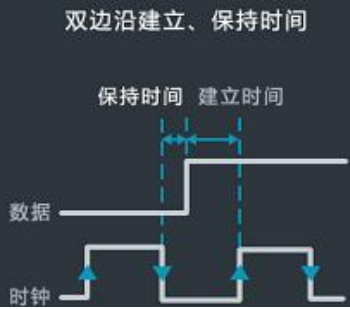
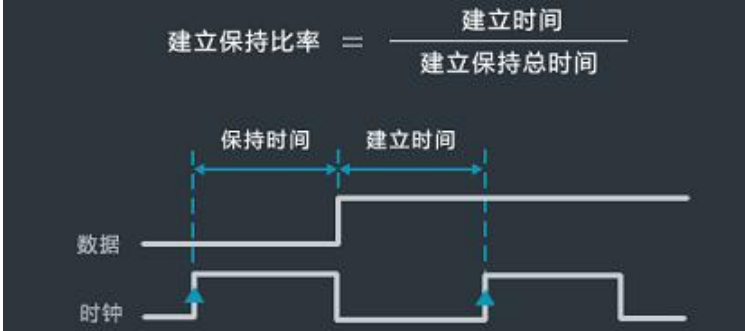
延迟 1↓-2↓：指从通道 1 的下降沿与通道 2 的下降沿中等阈值处的相位。以度表示。当两个通道都开启时该参数才有效。

建立时间

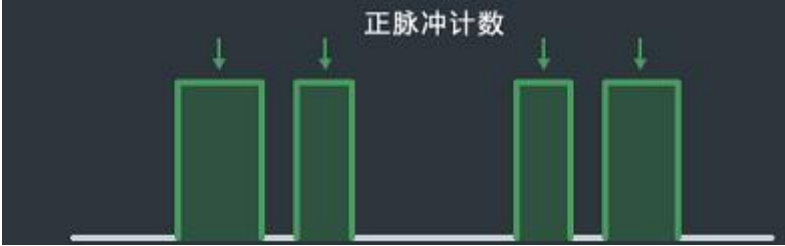
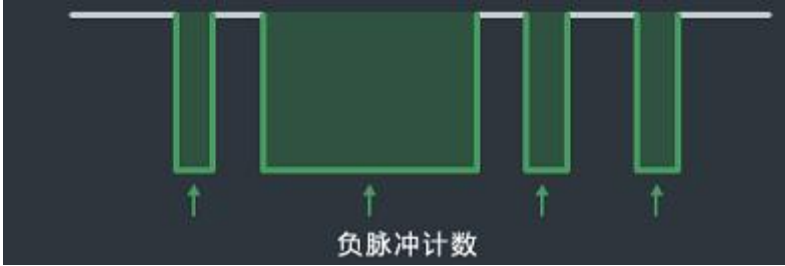
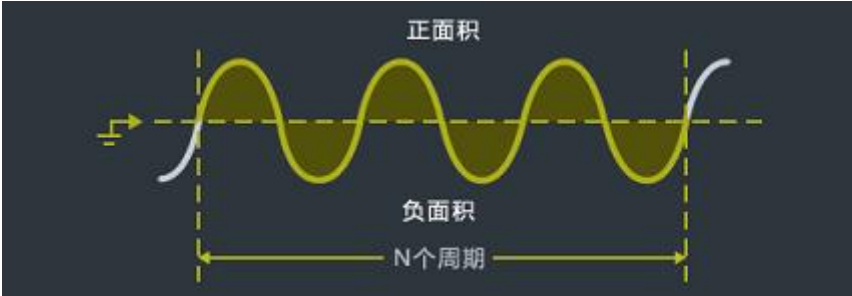


- **建立时间**：指从时钟通道（参考通道）的指定沿到来前，数据通道的信号维持不变的持续时间。当时钟通道频率比数据通道频率小的时候，测量值是不可靠的。

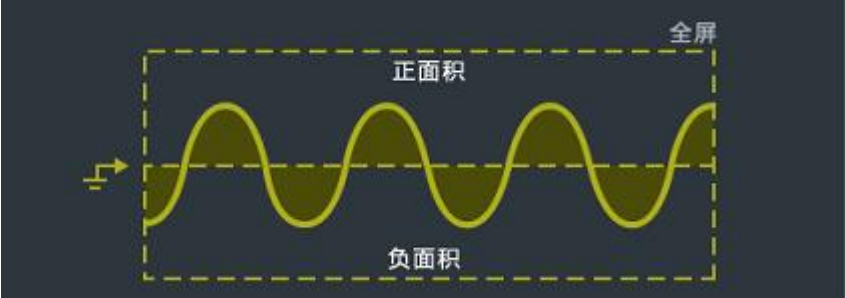
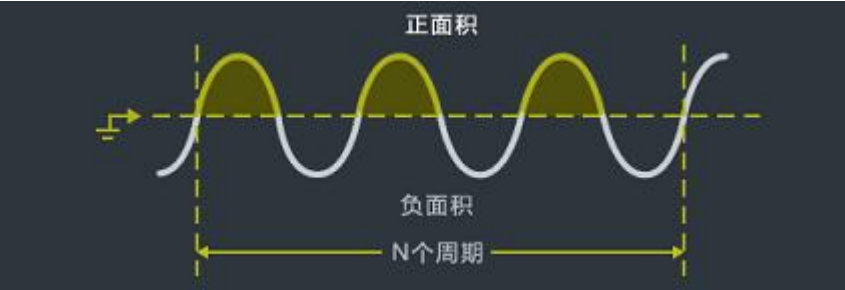
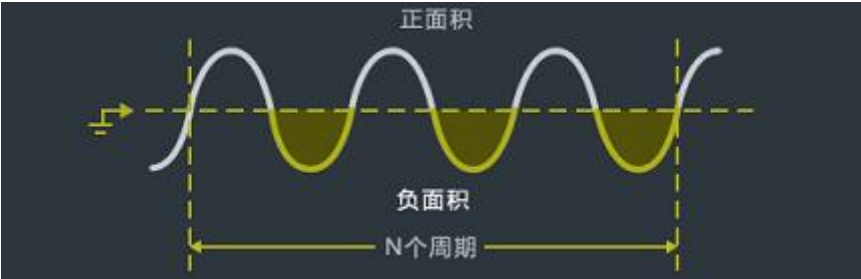
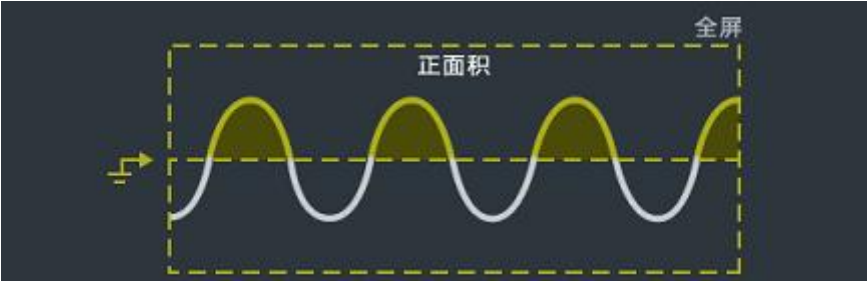
续上表

保持时间	
上升沿建立、保持时间  双边沿建立、保持时间 	
● 保持时间：指从时钟通道（参考通道）的指定沿到来后，数据通道的信号维持不变的持续时间。当时钟通道频率比数据通道频率小的时候，测量值是不可靠的。	
建立保持比	
建立保持比率 = $\frac{\text{建立时间}}{\text{建立保持总时间}}$ 	
● 建立保持比：指建立时间与建立保持总时间的比率值。当时钟通过频率比数据通道频率小的时候，测量值是不可靠的。	
上升沿计数、下降沿计数	
上升沿计数  下降沿计数 	
● 上升沿计数：指测量所选波形源的上升沿的个数。 ● 下降沿计数：指测量所选波形源的下降沿的个数。	

续上表

正脉冲计数、负脉冲计数	
正脉冲计数  ● 正脉冲计数：指测量所选波形源的正脉冲的个数。  负脉冲计数 ● 负脉冲计数：指测量所选波形源的负脉冲的个数。  ● 脉冲计数：指测量所选波形源的正脉冲的个数和负脉冲的个数中较大的一个计数。	
触发计数器	
● 触发计数器：指在特定时间内对触发电平交叉点的计数，并以 Hz 为单位显示结果。	
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	
 ● 面积-周期：指测量波形与接地电平之间的面积。即接地电平上方的面积加上接地电平下方的面积。N 周期测量可测量显示信号的整数周期上的值。如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效。	

续上表

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
 ● 面积-全屏：指测量波形与接地电平之间的面积。即接地电平上方的面积加上接地电平下方的面积。全屏测量值可测量显示所有显示的数据点上的值。
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
 ● 正面积-周期：指测量波形与接地电平上方的面积。N 周期测量可测量显示信号的整数周期上的值。如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效。
 ● 负面积-周期：指测量波形与接地电平下方的面积。N 周期测量可测量显示信号的整数周期上的值。如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效。
 正面积-全屏：指测量波形与接地电平上方的面积。全屏测量值可测量显示所有显示的数据点上的值。

续上表

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
● 负面积-全屏：指测量波形与接地电平下方的面积。全屏测量值可测量显示所有显示的数据点上的值。

（6）源波形

示波记录仪源波形可选择主波形或缩放波形作为源波形，菜单界面见图 5.170 所示。



图 5.170 源

（7）测量区间

用户可通过键盘输入或 AB 旋钮设置测量区间,设置范围-5div-5div,菜单界面见图 5.171 所示。



图 5.171 测量区间

（8）最大点数

用户可选择测量计算点数，最大支持 1Gpts，需注意选择的最大点数不能小于仪器设置的实际记录长短，计算点数不足，测量结果会不准，选择菜单，见图 5.172 所示。

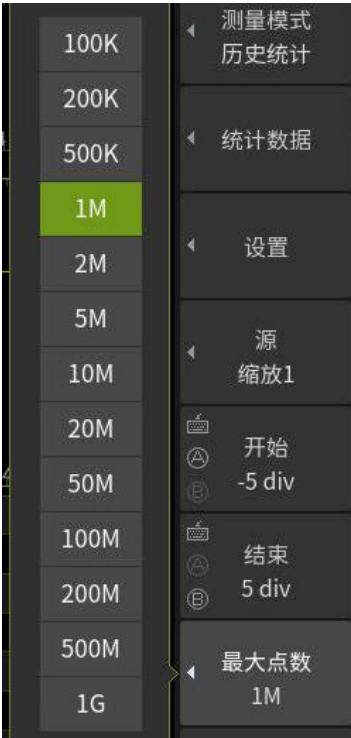


图 5.172 测量计算点数

4. 注意事项

关于测量功能说明。

- 不能对快照波形或不是最新波形的累积波形进行测量。
- 当一项无法测量时，其测量值显示带 ‘*’。
- 当测量范围超过 100 毫秒时，当延迟测量模式为度时，触发源被设置为参考波形的基准。
- 如果波形幅值较小，可能无法正确测量。
- 如果在测量时间周期内有两个或两个以上的波形周期，则在第一个周期上测量时间轴参数。
- 当对已记录到硬盘的波形执行自动测量时，将需要额外的时间来进行硬盘访问。
- 自动测量可能需要额外的时间，具体取决于内存长度、测量项目数和输入波形。
- 若要取消自动测量，请将窗口显示“关闭”。测量立即停止。
- FFT 波形只能测量最大项和最小项。只有总均方根功率谱值可以测量。

5.4.2 搜索

1. 功能概述

搜索功能在示波模式和记录模式都有效。需要注意的是，不同模式下搜索类型会略有不同。区别历史记录搜索，搜索功能对当前屏幕波形数据满足设置条件做判断，并给出所有符合条件的位置或位置和数值。

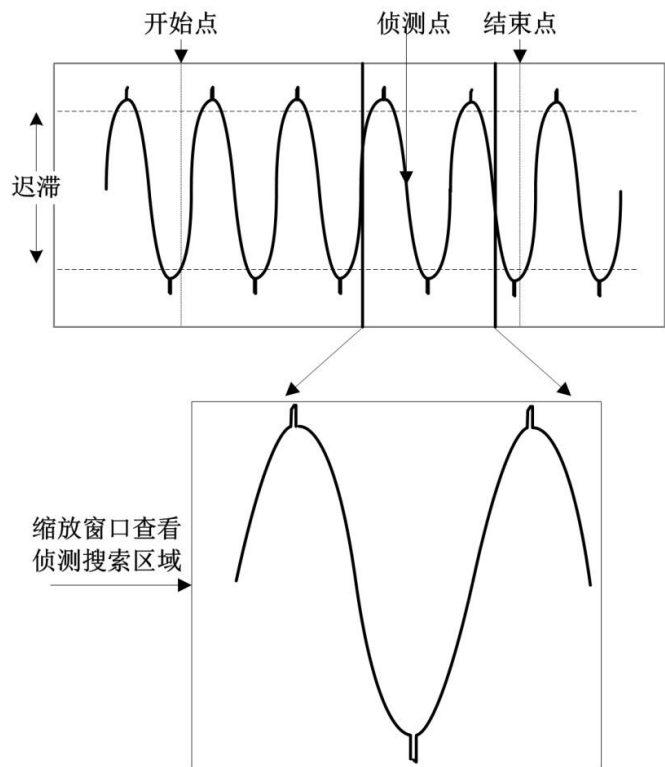


图 5.173 搜索示意图



图 5.174 周期/频率波形搜索

2. 操作步骤

点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“搜索”功能，主界面上会出现“搜索”功能卡片。测量功能添加后，功能管理“+”键菜单中“搜索”会是禁用状态，删掉“搜索”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启搜索功能，见图 5.175 所示。



添加搜索功能卡片



已添加搜索功能卡片

图 5.175 进入搜索菜单



图 5.176 各种搜索类型菜单

3. 搜索类型-示波模式

示波记录仪示波模式支持 10 种搜索类型，记录模式支持 7 种搜索类型。此外，不同搜索类型，配置菜单不同，见图 5.176 所示。

本小节讲解示波模式下 10 种搜索类型：

- 边沿：搜索边沿；
- 脉宽：搜索脉冲；
- 上升/下降时间：搜索上升/下降时间；
- 周期/频率：搜索周期限值/频率限值；
- 占空比：搜索占空比；
- 欠幅：搜索欠幅；
- 时间：搜索一段时间；
- 电平：搜索波形位置及时间；
- 事件：搜索事件；
- 高级：多通道电平搜索

点击图 5.176 【搜索类型】，弹出图 5.177 所示界面。



图 5.177 搜索类型

(1) 边沿搜索

搜索指定波形的上升、下降或上升/下降穿过参考零电平，示意如图 5.178。

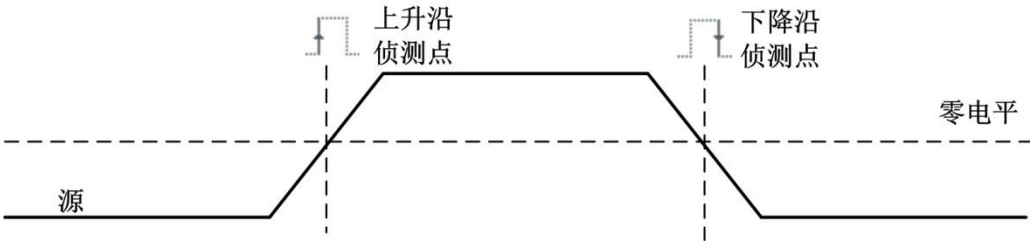


图 5.178 电平触发



图 5.179 边沿搜索菜单

a. 搜索条件设置

点击图 5.179 中【设置】菜单项，弹出边沿搜索菜单，见图 5.180 所示。

设置搜索源波形：

CH1~CH16、
CH1_1~CH16_16、
RTM1~RTM16

搜索类型：

上升沿、下降沿、上升或下降沿

中阈值：迟滞中阈值设置值

设置迟滞：低、中、高

设置条件检测次数



图 5.180 边沿搜索条件设置

①源波形：CH1~CH16、SCH1~SCH16（CH1_1~CH16_16）、RTM1~RTM16（实时通道开启）；

- ②搜索类型：边沿搜索提供上升沿搜索、下降沿搜索、上升或下降搜索。
- ③中阈值：迟滞中阈值设置值。
- ④迟滞：触发灵敏度，可设置低、中、高，见表 5.11。
- ⑤条件检索次数：指定边沿上升、下降或上升或下降边沿重复次数，可设置范围 1~1000000。

表 5.11 电压信号搜索迟滞范围

迟滞类型	低	中	高
示意图			
范围	约±0.1div	约±0.5div	约±1div

b. 缩放窗口

【缩放窗口】用户可选择将搜索点在缩放窗口查看波形细节，前提是缩放 ZOOM1 或 ZOOM2 打开。

c. 开始点和结束点

用户可通过选择旋钮 A 或旋钮设置【开始点】、【结束点】设置屏幕搜索范围。默认设置是开始点：-5div~4.99div，结束点 5div 可选范围-4.99div~5div。

d. 边沿搜索侦测

如果峰值低于上升沿的迟滞上限或低于下降沿的迟滞下限，搜索将不计数，【搜索结果】中“搜索记录”显示为 0。

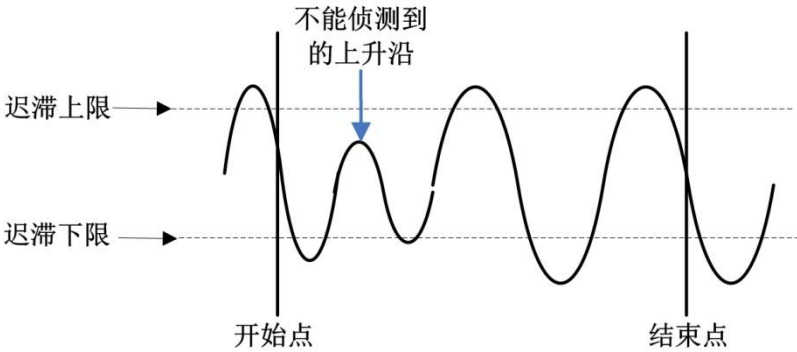


图 5.181 边沿侦测示意图

e. 搜索结果

【搜索结果】显示符合设置条件的结果，如图 5.182，“搜索记录”中，位置显示是满足条件结束位置，若选中符合条件的某条搜索记录，缩放窗口中以结束位置作为屏幕窗口中心位置显示相应波形。



图 5.182 边沿搜索结果

(2) 脉宽搜索

搜索指定波形的正脉冲、负脉冲或正负脉冲符合设定限定的脉宽时间条件，示意如图 5.183。

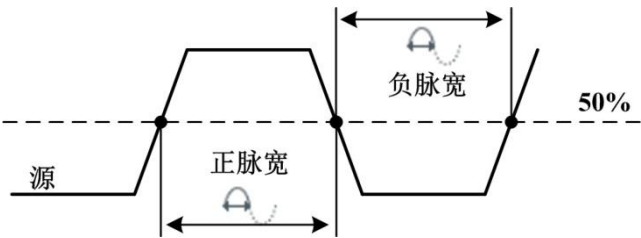


图 5.183 脉宽示意图

a. 搜索条件设置

当【搜索类型】选择脉宽时，点击图 5.176【搜索设置】中弹出图 5.184 菜单。



图 5.184 脉宽搜索设置菜单

①源波形：CH1~CH16、SCH1~SCH16（CH1_1~CH16_16）、RTM1~RTM16（实时通道开启）；

②搜索类型：边沿搜索提供正脉冲搜索、负脉冲搜索、

正负脉冲搜索。

③ 搜索条件：需同时满足条件 1 和条件 2。

- 限定符：关闭、>、<、≥、≤，如图 5.185 所示。
- 脉宽时间：默认 1.000ns，可设置范围 1ns-2s。



图 5.185 限定符

④迟滞：触发灵敏度，可设置低、中、高，见表 5.11。

⑤条件检索次数：指定正脉宽、负脉宽或正负脉宽的重复次数，可设置范围 1~1000000。

b. 缩放窗口

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

c. 开始点和结束点

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

d. 脉宽搜索侦测

如果峰值不再设定限定的脉宽时间条件内，搜索将不计数，【搜索结果】中“搜索记录”显示为 0。

(3) 上升/下降时间搜索

搜索指定波形的上升时间、下降时间或上升/下降时间符合设定限定的上升/下降时间条件及阈值设置，示意如图 5.186 中，举例较高阈值 90%，中阈值 50%，较低阈值 10%。

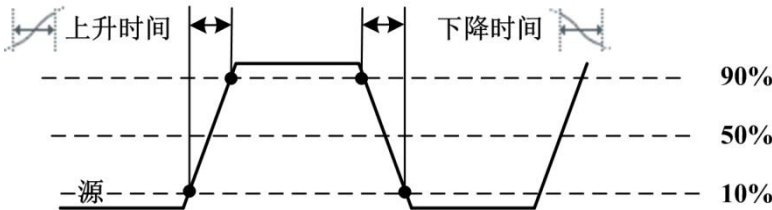


图 5.186 上升/下降时间示意图

a. 搜索条件设置

当【搜索类型】选择上升/下降时间，点击图 5.176【设置】中弹出图 5.187 菜单。



图 5.187 上升下降搜索条件设置

①源波形：CH1~CH16、RTM1~RTM16（实时通道开启）；

②搜索类型：搜索提供上升时间搜索、下降时间搜索、上升/下降时间搜索。

③ 搜索条件：需同时满足条件 1 和条件 2。

- 限定符：关闭、>、<、≥、≤，如图 5.185 所所示。
- 上升/下降时间：默认 1.000ns，可设置范围 1ns-2s。

④迟滞：触发灵敏度，用户可根据需求设置较高阈值、较低阈值、中等阈值，默认较高阈值 90%，中等阈值 50%，较低阈值 10%，可设置范围 0~100%，步进 0.1%。

⑤条件检索次数：指定上升时间、下降时间、上升/下降时间的重复次数，可设置范围 1~1000000。

b. 缩放窗口

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

c. 开始点和结束点

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

d. 上升/下降时间搜索侦测

如果峰值不符合设定限定的上升/下降时间条件和阈内，搜索将不计数，【搜索结果】中“搜索记录”显示为 0。

e. 搜索结果

【搜索结果】显示符合设置条件的结果，如图 5.188，“搜索记录”中，位置显示是满足条件结束位置，若选中符合条件的某条，缩放窗口中以结束位置作为屏幕窗口中心位置显示相应波形。

区别图 5.182 边沿搜索结果，上升下降时间结果同时查看符合条件的结束位置及时间长度。



图 5.188 上升/下降时间搜索结果

(4) 周期/频率搜索

周期搜索指定波形按周期的上限或下限或上下限，搜索符合设定限定的周期时间条件；
频率搜索指定设定按频率的上限或下限或上下限，搜索符合设定限定的频率值条件。

a. 搜索条件设置

当【搜索类型】选择周期/频率时，点击图 5.189【设置】中弹出图 5.189 菜单。



图 5.189 周期频率搜索条件设置

①源波形：CH1~CH16、RTM1~RTM16（实时通道开启）。

②搜索类型：搜索提供时间搜索 、频率搜索 。

③ 搜索条件：需同时满足条件 1 和条件 2。

限定符：关闭、>、<、≥、≤，如图 5.185 所示。

- 周期：默认 1.000ns，可设置范围 1ns-2s。
- 频率：默认 1Hz，可设置范围 1Hz~2.000GHz，步进 1Hz。
- ④迟滞：触发灵敏度，用户可根据需求选择较高阈值、较低阈值、中等阈值。
- ⑤条件检索次数：指定周期、下降时间、频率的重复次数，可设置范围 1~1000000。

b. 缩放窗口

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

c. 开始点和结束点

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

d. 周期/频率搜索侦测

如果峰值不符合设定限定的周期/频率条件，搜索将不计数，【搜索结果】中“搜索记录”显示为 0。

(5) 占空比搜索

占空比搜索指定波形按占空比的上限或下限或上下限，搜索符合设定限定的比例的条件。

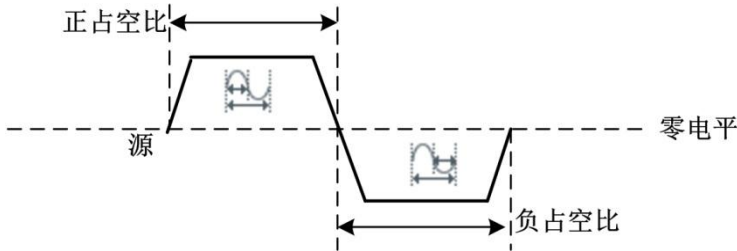


图 5.190 占空比示意图

a. 搜索条件设置

当【搜索类型】选择“占空比”时，点击图 5.176【设置】中弹出图 5.191 菜单。

设置搜索源波形：

CH1~CH16、
CH1_1~CH16_16、
RTM1~RTM16

搜索类型：占空比上限、下限

搜索条件：限定符及占空比上下限

中阈值：迟滞中阈值设置值

设置迟滞：低、中、高

设置条件检测次数



图 5.191 占空比搜索条件菜单

①源波形：CH1~CH16、SCH1~SCH16 (CH1_1~CH16_16)、RTM1~RTM16 (实时通道开启)；

②搜索类型：搜索提供正占空比搜索、负占空比.

③ 搜索条件：需同时满足条件 1 和条件 2。

- 限定符：关闭、>、<、≥、≤，如图 5.185 所示。
- 占空比：条件 1 默认 5%，条件 2 默认 50%，可设置范围 0~100%。

④迟滞：触发灵敏度，用户可根据需求选择较高阈值、较低阈值、中等阈值。

⑤条件检索次数：条件的重复判断次数，可设置范围 1~1000000。

b. 缩放窗口

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

c. 开始点和结束点

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

d. 占空比搜索侦测

如果峰值不符合设定限定的占空比条件，搜索将不计数，【搜索结果】中“搜索记录”显示为 0。

(6) 欠幅搜索

搜索指定波形的正欠幅脉冲、负欠幅脉冲或正负脉冲条件及阈值设置，示意如图 5.192。

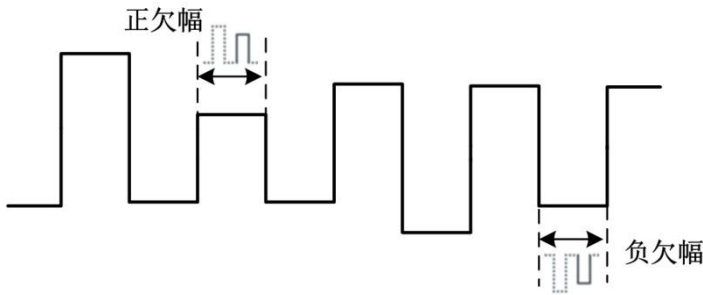


图 5.192 欠幅示意图

a. 搜索条件设置

当【搜索类型】选择“欠幅”时，点击图 5.182 【设置】中弹出图 5.193 菜单。



图 5.193 欠幅搜索设置菜单

- ①源波形：CH1~CH16、SCH1~SCH16（CH1_1~CH16_16）、RTM1~RTM16（实时通道开启）；
- ②搜索类型：搜索提供正欠幅搜索、负欠幅搜索、正负欠幅搜索.
- ③阈值：用户可根据需求设置较高阈值、较低阈值、默认较高阈值 90%，较低阈值 10%，可设置范围 0~100%，步进 0.1%。
- ④迟滞：触发灵敏度，可设置低、中、高，见表 5.11。
- ⑤条件检索次数：指正负欠幅的重复次数，可设置范围 1~1000000。
- (7) 时间搜索

搜索指定的年、月、日时间，采集停止，执行搜索。以指定的日期和时间为中心在缩放窗口显示相应波形。

搜索类型，选择【时间】，搜索菜单如图 5.194 所示。



图 5.194 时间搜索菜单

点击图 5.194 中【搜索条件】，弹出图 5.195 设置菜单。指定搜索的日期和时间，设置年、月、日、小时、分钟、秒、微秒。搜索时间范围：开始采集时间和停止采集时间。

可使用旋钮 A/B 设置搜索时间。选中待设置目标项，旋钮 A 将光标左右移动一个数值或从最左（右）端到最右（左）端，旋钮 B 调节数值增大或减小。



图 5.195 时间搜索条件设置菜单从最右端位动到最左端

（8）事件搜索

用户可查看在测量区间分配的时间编号。

搜索类型，选择【事件】，搜索菜单如图 7.95 所示。支持手动搜索和双捕获搜索。

手动搜索：功能暂未开放。

双捕获搜索：

- 双捕获功能的【事件】功能开启时，可搜索当屏幕双捕获事件，执行搜索后，以指定搜索结果中事件编号为中心在缩放窗口显示相应波形；
- 可选择范围是 0~5000（捕获的最大数量）；
- 若选择搜索结果序号 0，则搜索最新的捕获事件。



图 5.196 事件搜索菜单

（9）电平搜索

通过设置波形的电平范围条件以及最低维持时间，搜索出所有满足条件的波形位置及条件维持的时间，示意如图 5.197。

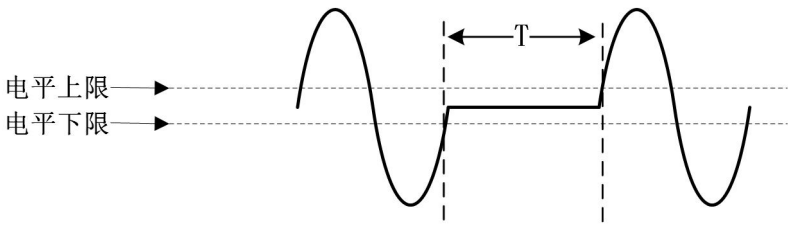


图 5.197 电平搜索示意图

a. 搜索条件设置

搜索类型，选择【电平】，点击图 5.179【设置】中弹出图 5.184 菜单。



图 5.198 电平搜索设置菜单

①源波形：CH1~CH16、SCH1~SCH16、RTM1~RTM16（实时运算通道）、VR1~VR16（离线通道）；

②搜索条件：需同时满足条件 1 和条件 2。

- 限定符：关闭、>、<、≥、≤，如图 5.185 所示。
- 电平：默认 0V，可设置范围：垂直轴上下范围。

① 电平持续时间：满足波形的电平范围条件的最低维持时间。

② 条件检索次数：条件重复判断次数，可设置范围 1~1000000。

b. 缩放窗口

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

c. 开始点和结束点

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

（10）高级搜索

多通道电平搜索，最多同时支持 16 个通道电平搜索功能，支持逻辑“与”、“或”两种搜索方式，示意如图 5.199 所示。

- 与：所有的波形同时满足条件；
- 或：任意波形满足各自的条件。

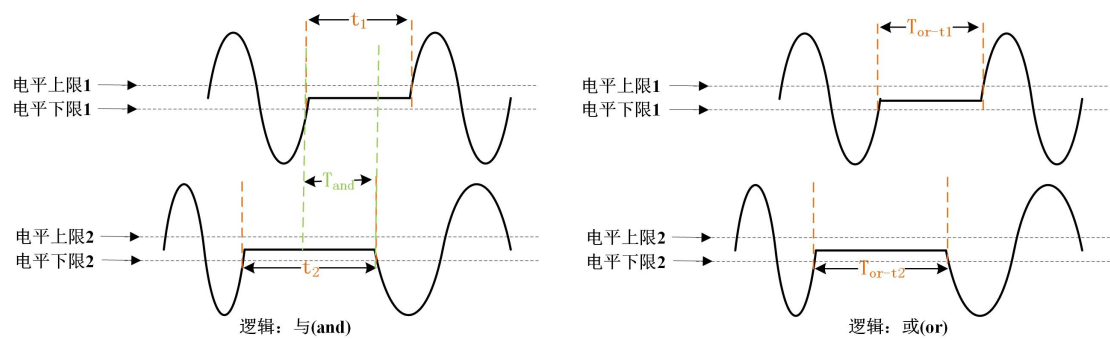


图 5.199 高级搜索示意图

a. 搜索条件设置

搜索类型，选择【高级】，点击图 5.179 【设置】中弹出图 5.200 菜单。

- ①源通道：CH1~CH16、SCH1~SCH16、RTM1~RTM16（实时运算通道）、VR1~VR16（离线通道）；
- ②搜索条件：需同时满足条件 1 和条件 2。
 - 限定符：关闭、>、<、≥、≤，如图 5.185 所示。
 - 电平：默认 0V，可设置范围：垂直轴上下范围。
- ③ 电平持续时间：满足波形的电平范围条件的最低维持时间。
- ④ 逻辑：支持逻辑“与”、“或”两种搜索方式。

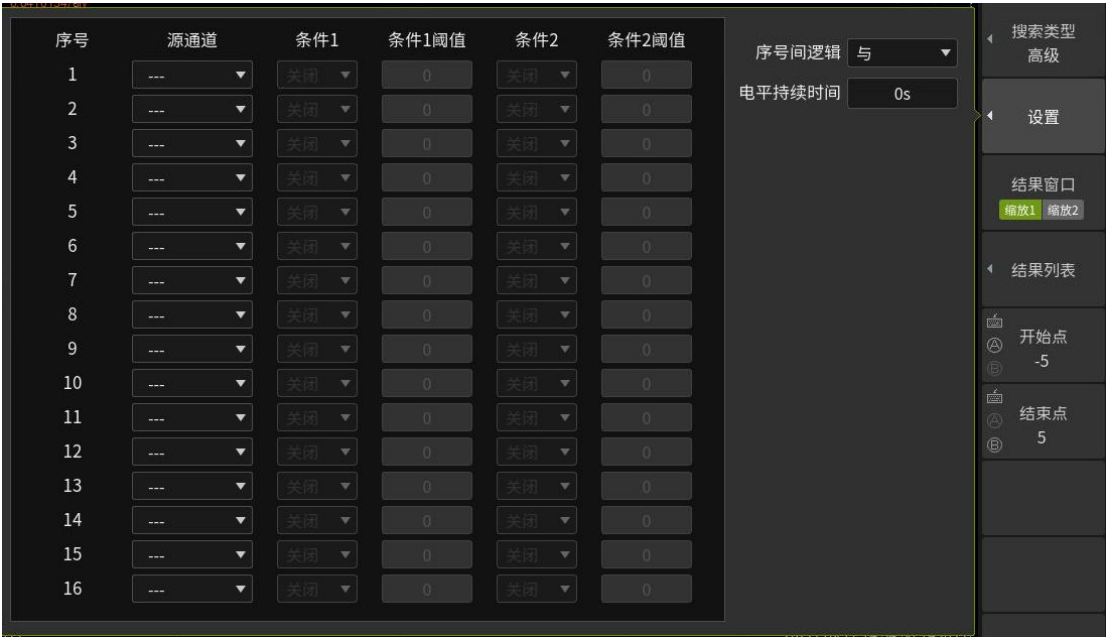


图 5.200 高级搜索菜单

b. 缩放窗口

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

c. 开始点和结束点

类似“边沿搜索”，此处不再赘述。

4. 搜索类型-记录模式

区别示波模式下，硬盘记录模式下，支持边沿、欠幅、过冲、时间、事件、电平、高级和脚本 7 种搜索功能，见图 5.201。其中边沿、欠幅、事件、时间、电平、高级和示波模式下使用基本相同，本章节主要讲解边沿和过冲搜索两种。

记录模式：

- 边沿：搜索边沿；
- 欠幅：搜索欠幅；
- 过冲：搜索过冲；
- 事件：搜索事件；
- 时间：搜索一段时间；
- 电平：搜索波形位置及时间；
- 高级：多通道电平搜索



图 5.201 记录模式下搜索菜单

(1) 边沿搜索

搜索指定波形的上升、下降或上升/下降穿过参考零电平，示意如图 5.178。类似示波模式下，边沿搜索功能。

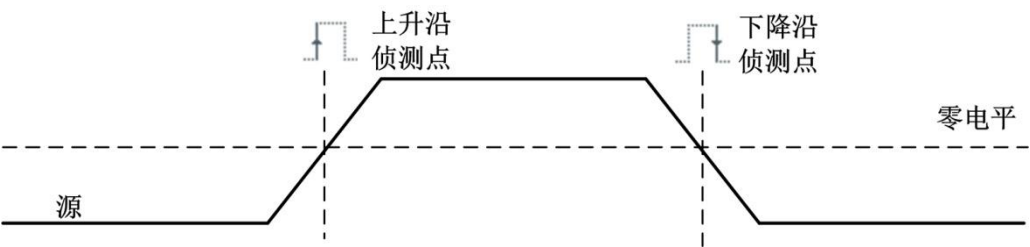


图 5.202 电平触发



图 5.203 边沿搜索菜单

a. 搜索条件设置

类似更新模式下，边沿搜索功能，此处不再赘述。

b. 缩放窗口

类似更新模式下，边沿搜索功能，此处不再赘述。

c. 开始点和结束点

类似更新模式下，边沿搜索功能，此处不再赘述。

d. 开始点和结束点

类似更新模式下，边沿搜索功能，此处不再赘述。

e. 当前项

按一下“执行”按键，搜索一个数据，可以一直按，搜索结果见图 5.204。



图 5.204 搜索列表

(2) 过冲搜索

搜索指定波形的正过冲、负过冲或正负过冲穿过参考零电平，示意如图 5.205。

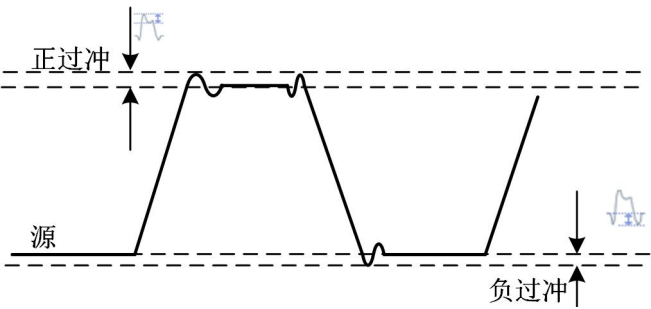


图 5.205 过冲搜索示意图

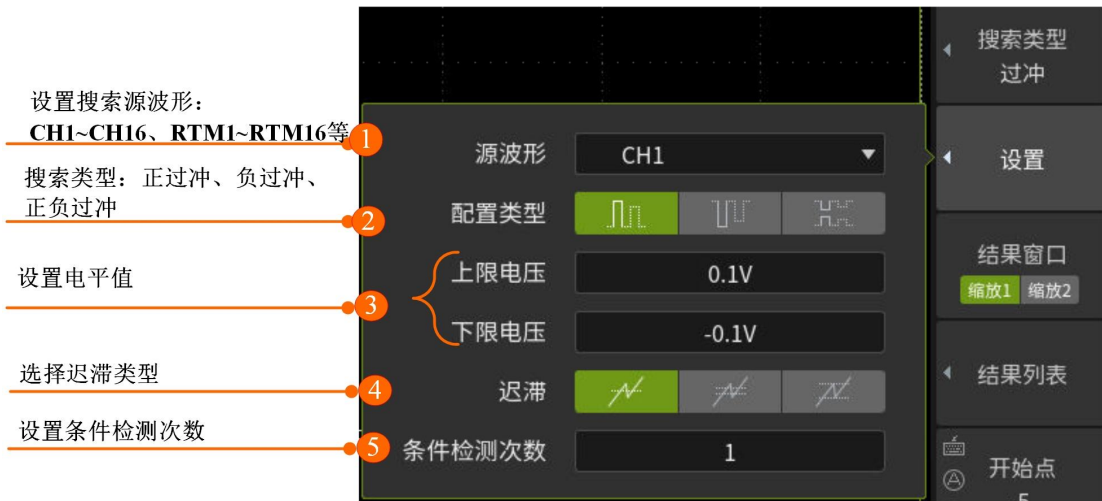


图 5.206 过冲类型配置菜单

a. 搜索条件设置

类似更新模式下，边沿搜索功能，此处不再赘述。

b. 缩放窗口

类似更新模式下，边沿搜索功能，此处不再赘述。

c. 开始点和结束点

类似更新模式下，边沿搜索功能，此处不再赘述。

d. 当前项

按一下，搜索一个数据，可以一直按。

5. 不同模式区别

示波模式：点击执行可得到最多 8000 条搜索结果，通过[结果列表]查看结果数据。

记录模式：点击执行可得到 1 条新的搜索结果，可通过多次点击得到多条搜索结果。数据可通过[结果列表]和[当前项]两种方式查看，无搜索条数限制。

5.4.3 FFT

1. 功能概述

FFT 功能在示波模式和记录模式都有效。需要注意的是，在记录模式下，参数测量、数学运算和 FFT 功能只能开启一种。

ZDL 系列示波记录仪支持对输入波形的线性谱、功率谱密度、交叉谱、传递函数和相干函数进行 FFT 分析，最多支持 2 个 FFT 窗口显示，并支持保存 FFT 分析结果到 CSV 格式的文件中。如图 5.207 双窗口显示的 FFT 分析功能。

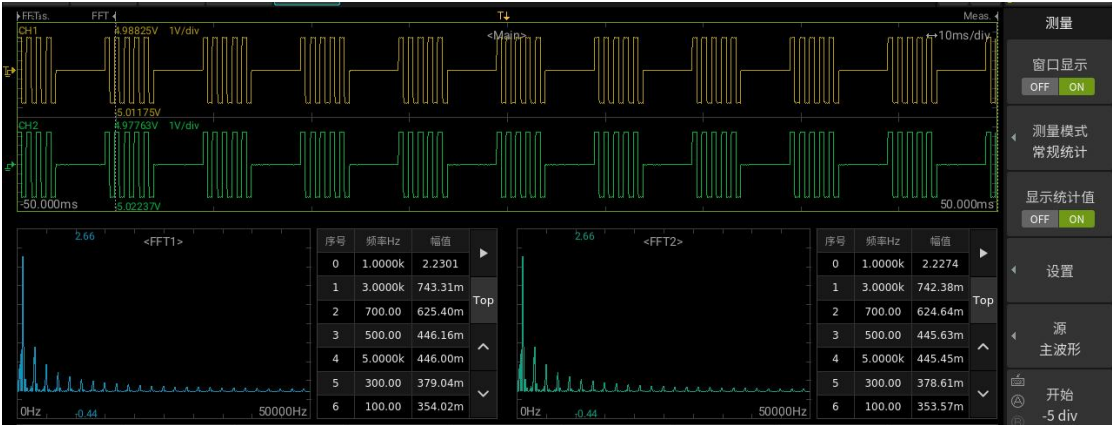


图 5.207 双窗口 FFT 波形及分析结果显示

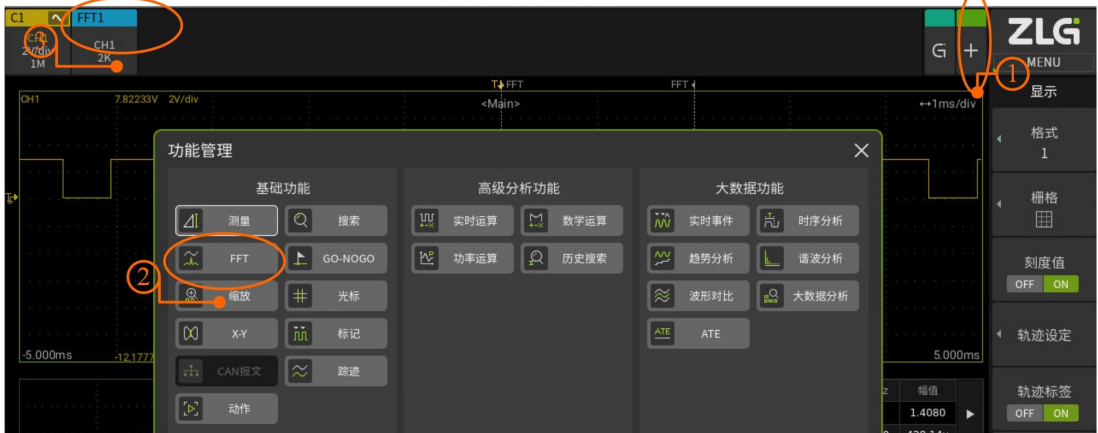
2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷方式打开 FFT 功能，如图 5.208 所示。

点击功能管理 “+” 键，在弹出框中选择“FFT”功能，主界面上会出现“FFT”功能卡片。示波记录仪支持开启 2 个 FFT，添加一个 FFT 功能，功能管理“+”键菜单中“FFT”非禁用状态，可再次添加，添加两个 FFT 后，功能管理“+”键菜单中“FFT”会是禁用状态，删掉“FFT”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启 FFT 功能，见图 5.208 所示。



添加FFT功能卡片



添加一个FFT功能卡片



已添加2个FFT功能卡片

图 5.208 进入 FFT 分析功能



图 5.209 FFT 菜单

3. 功能界面

FFT (Fast Fourier Transformation), 即为快速傅里叶变换。通过傅立叶变换算法, 可以将直接测量到的原始信号, 计算得到该信号中不同正弦波信号的频率、振幅。在示波记录仪里, 用户可通过 FFT 显示输入信号的频谱, 支持同时显示两个 FFT 波形, 如图 5.211 所示。

图 5.209 中【窗口切换】和【窗口显示】设置是否执行 FFT 分析, 当【窗口显示】选择 ON 时, 则出现 FFT 窗口。当 FFT1 和 FFT2 同时显示时, FFT 的分析结果在 FFT1 和 FFT2 窗口中分开显示, 如图 5.211 所示。

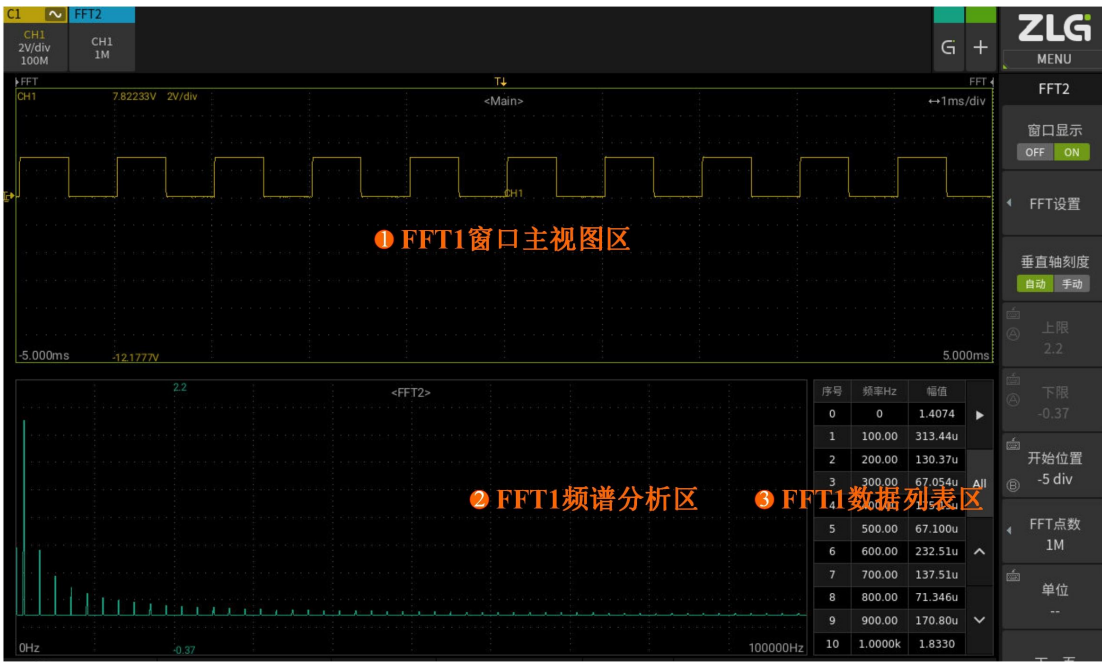


图 5.210 单窗口 FFT

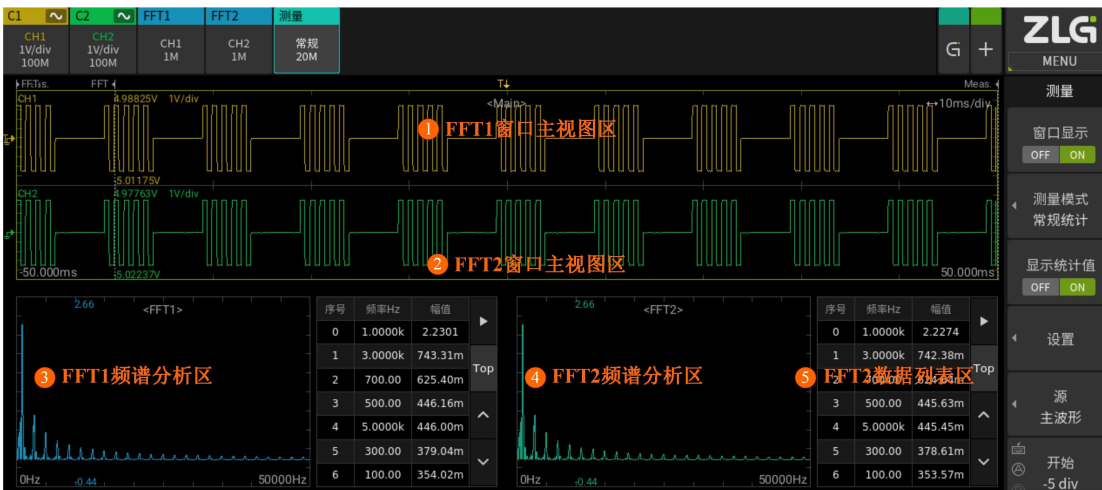


图 5.211 双窗口 FFT

表 5.12 FFT 界面描述

名称	说明
FFT 窗口主视图区	输入信号波形图
FFT 频谱分析区	对输入信号进行快速傅立叶变换后得到的频谱图
数据列表区	频谱图对应的频率/幅值表，列出的频点取决于当前设置的采样率和 FFT 点数
FFT 采样点数	用于计算 FFT 的点的数量
频谱分辨率	示波记录仪最小能分辨的频率，即两个相邻频点之间的频率间隔。 频谱分辨率=当前采样率÷FFT 点数
FFT 采样率	每秒采集的点的数量

(1) FFT 设置菜单

点击图 5.209【设置】选项，弹出以下图 5.212 菜单，当频谱类型设为 CS、TF、CH 时，可以设置源 2，如图 5.213 所示。



图 5.212 FFT 设置菜单



图 5.213 设置两个 FFT 源

谱类型

FFT 功能可分析七种类型频谱，LS、RS、PS、PSD、CS、TF、CH，如图 5.214 所示。

- 单信号 FFT 分析：LS、RS、PS、PSD；
- 双信号 FFT 分析：CS、TF、CH。

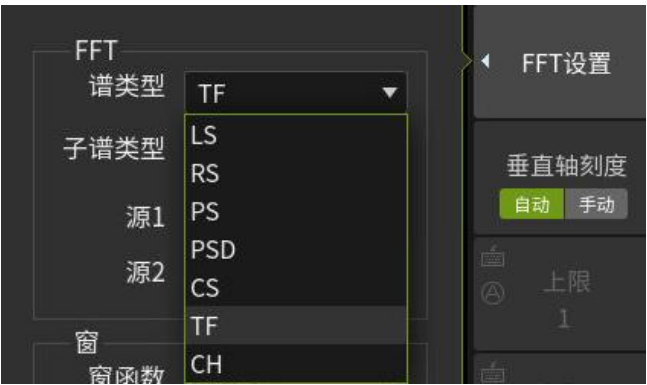


图 5.214 谱类型

七种功率谱有不同的子谱类型，示波记录仪支持以下五种子谱类型：REAL、IMAG、MAG、LOGMAG、PHSHA，见图 5.215 所示。



图 5.215 子谱类型

谱类型和子谱类型见表 5.13 所示。

表 5.13 谱类型和子谱类型

谱类型	子谱类型	描述
LS（线性谱）	MAG（线性）	指定波形线性谱的幅值
LS（线性谱）	LOGMAG（指数）	指定波形线性谱的对数幅值
LS（线性谱）	PHASE（相位）	指定波形的线性相位
LS（线性谱）	REAL（实部）	指定波形线性频谱的实部
LS（线性谱）	IMAG（虚部）	指定波形线性频谱的虚部
RS（RMS 功率谱）	MAG（线性）	指定波形 RMS 的幅值
RS（RMS 功率谱）	LOGMAG（指数）	指定波形 RMS 谱的对数幅度
PS（功率谱）	MAG（线性）	指定波形功率谱的幅值
PS（功率谱）	LOGMAG（指数）	指定波形功率谱的对数幅值
PSD（功率谱密度）	MAG（线性）	指定波形功率谱密度的幅值
PSD（功率谱密度）	LOGMAG（指数）	指定波形功率谱密度的对数幅值
CS（两个波形的交叉谱）	MAG（线性）	指定的两个波形的交叉谱的幅值
CS（两个波形的交叉谱）	LOGMAG（指数）	指定的两个波形的交叉谱对数幅值
CS（两个波形的交叉谱）	PHASE（相位）	指定的两个波形的交叉谱相位
CS（两个波形的交叉谱）	REAL（实部）	指定的两个波形的交叉谱实部
CS（两个波形的交叉谱）	IMAG（虚部）	指定的两个波形的交叉谱虚部
TF（两个波形传递函数）	MAG（线性）	指定的两个波形的传递函数的幅值
TF（两个波形传递函数）	LOGMAG（指数）	指定的两个波形的传递函数的对数幅值

续上表

谱类型	子谱类型	描述
TF（两个波形传递函数）	PHASE（相位）	指定的两个波形的传递函数的相位
TF（两个波形传递函数）	REAL（实部）	指定的两个波形的传递函数的实部
TF（两个波形传递函数）	IMAG（虚部）	指定的两个波形的传递函数的虚部
CH（两个波形的相干函数）	MAG（线性）	指定的两个波形的相干函数的幅值

源波形

【源】选择须执行 FFT 运算的通道,用户可选择 CH1~CH16、SCH1~SCH16、RTM1~RTM16、MATH1~MATH8，设置菜单见图 5.216 所示。当谱类型设置为 CS、TF 或 CH 时，可以设置源 2。



图 5.216 源波形设置

(2) 窗函数

使用窗函数可以有效的减小频谱的泄露，默认的为“矩形窗”，选择窗函数如图 5.217 所示。



图 5.217 窗函数菜单

信号分析时，一般会截取有限的波形数据做傅里叶变换，截断引起的泄漏会使功率扩散到整个频谱范围，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。常规四种窗函数加窗后频率谱图，如图 5.218 所示。

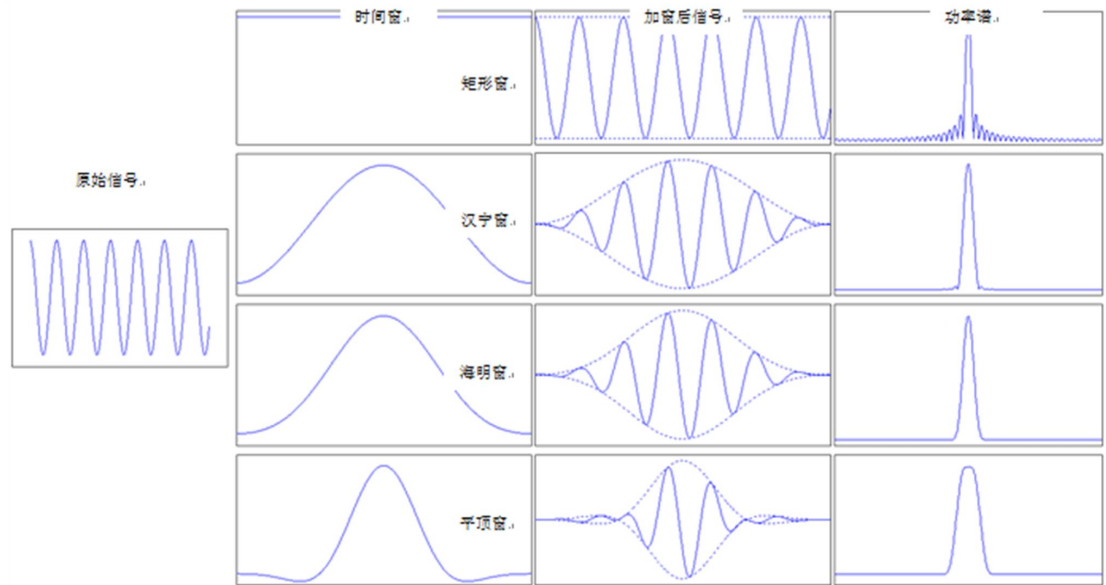


图 5.218 信号加窗后频率谱图

窗函数包括 4 种模式，对可选择的窗函数说明如表 5.14 所列。

表 5.14 窗函数说明

FFT 窗函数	特点	适用场合
Rectangle (矩形窗)	对连续信号不合适。其功率谱旁瓣较多，泄露较大	适用于瞬态信号的分析。例如，脉冲信号，其幅值在时间窗内已全部衰减。
Hanning (汉宁窗)	- 使信号在窗函数的起点和终点逐步衰减到零； - 频率分析准确度较高，幅值准确度较低；对于连续信号的分析，功率谱主瓣较窄，即分析频率很强。	适用于连续信号的分析。
Hamming (海明窗)	改进的汉宁窗，第一旁瓣衰减比汉宁窗大	适合应用于区分主瓣、第一旁瓣幅值。
Flattop (平顶窗)	- 使信号在窗函数的起点和终点逐步衰减到零； - 频率分析准确度较低，幅值准确度较高；对于连续信号的分析，功率谱主瓣较宽，即分析幅值很强。	适用于连续信号的分析。
Blackman (布莱克曼窗)	- 幅度衰减在以上窗中是最出色的； - 主瓣最宽，即分辨率最差。	适合应用于单频信号，寻找更高此谐波。

窗函数计算公式如下表 5.15 所示：

表 5.15 窗函数计算公式

FFT 窗函数	特点
Rectangle (矩形窗)	$w(n)=1$; n 表示当前点数。
Hanning (汉宁窗)	$w(n) = 0.5(1 - \cos(2\pi n/(N - 1)))$ 其中：n 表示当前点数，N 表示总采集点数。
Hamming (海明窗)	$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos(2\pi n/(N - 1))$ 其中：n 表示当前点数，N 表示总采集点数。
Flattop (平顶窗)	$w(n) = \{0.54 - 0.46 \cos(\frac{2\pi n}{N-1})\} \{ \sin\{2\pi(1 - \frac{2n}{N})\} / 2\pi(1 - \frac{2n}{N}) \}$ 其中：n 表示当前点数，N 表示总采集点数。
Blackman (布莱克曼窗)	$w(n) = 0.42 - 0.5 \cos(2\pi n/(N - 1)) + 0.08 \cos(4\pi n/(N - 1))$ 其中：n 表示当前点数，N 表示总采集点数。

(3) 平均

FFT 分析数据支持线性或指数平均，可以计算其峰值。平均模式选择如图 5.219 所示。



图 5.219 平均模式菜单

线性平均

计算算术平均值。用户需设置平均范围和线性计数，设置菜单如图 5.220 所示。

- 选择平均范围类型：时阈信号选择“时间”、频域信号选择“频率”。
- 线性计数设置范围： 2、4、8、16、32、64、128。



图 5.220 线性平均

指数平均

用户需设置平均范围和平均权重，设置菜单如图 5.221 所示。

- 选择平均范围类型：时阈信号选择“时间”、频域信号选择“频率”。
- 线性计数设置范围： 2、4、8、16、32、64、128、256。



图 5.221 指数平均

峰值平均

确定计算数据的每个点的最大值，并将所得值用于显示波形。对于每一次计算，新的计算值和历史计算值进行比较，并保持最大值，设置菜单如图 5.221 所示。



图 5.222 峰值平均

(4) 垂直缩放

垂直缩放功能设置 FFT 的垂直刻度，有两种方式：自动、手动模式。

两种刻度模式：

- 自动。仪器根据 FFT 显示数据的最大值和最小值自动确定屏幕显示的上限值和下限值；
- 手动刻度：可由用户自行根据需要设定上限值和下限值，旋转旋钮 A 可以在-10~10 的范围的范围内设定上下限值。



图 5.223 垂直缩放菜单

(5) FFT 开始位置

【开始位置】设置计算起点。用户可通过使用键盘输入计算起点或旋转旋钮 B 修改开始位置，见图 5.224 所示。默认设置是 0div，可选范围-5div~5div。



图 5.224 开始位置

(6) FFT 点数

用户可以配置 FFT 功能的运算点数为 1k~10M，1-5 步进在如图 5.209 所示 FFT 格式菜单里，按下“FFT 点数”软键后，可在如图 5.225 所示菜单里选择运算点数。**需注意：FFT 计算要求【开始位置，5div】范围的点数需不小于设置的 FFT 点数。**



图 5.225 FFT 点数

(7) 单位

可以将长度为四个字符的单位分配给计算结果。指定的单元反映在刻度值上。

(8) 频谱类型

用户可选择波形和直方图两种频谱类型。见图 5.226、图 5.227 所示。

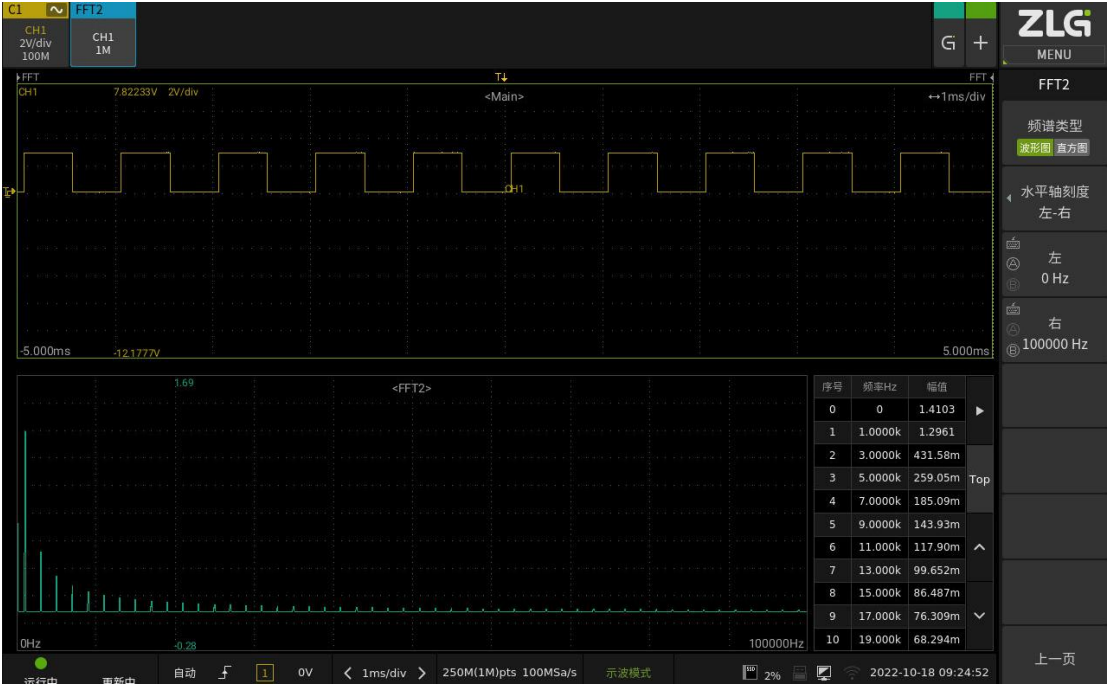


图 5.226 波形图

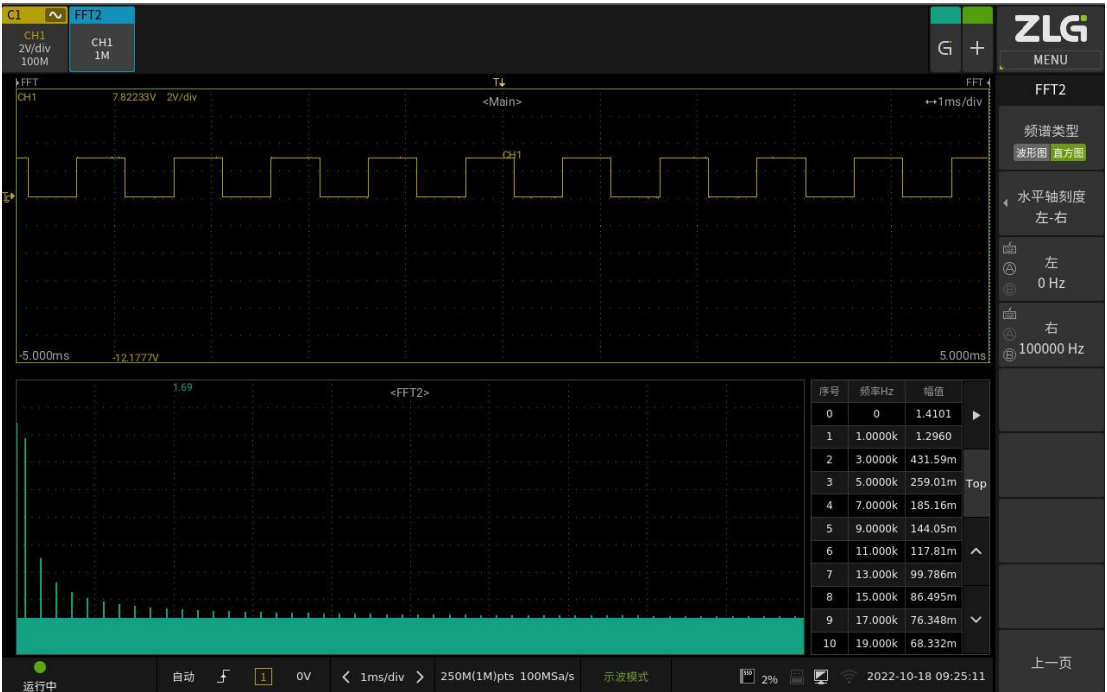


图 5.227 直方图

(9) 水平缩放

【水平缩放】功能，用户可以设定频谱显示在 X 轴方向的起始位置和结束位置，示波记录仪支持：自动、中心-跨度、左-右。

- 自动：水平中心点和跨度自动设置（显示整个范围）；
- 中心-跨度：用户须手动设置水平中心点和跨度，中心点可选择范围：0~最大采样

频率、可选的跨度范围：10 倍当前频率分辨率~最大采样频率。

- 左-右：用户须手动设置显示范围的左右端，可选择范围：0Hz~最大采样频率。



图 5.228 水平缩放设置菜单

5. 补充阅读

FFT 可以用如下公式计算频谱。

假设 FFT 运算后电压的复合函数是 $U = U_r + jU_j$ ，电流的复合函数是 $I = I_r + jI_j$ 。 U_r 、 I_r ：实数部分； U_j 、 I_j ：虚数部分，则：

$$\text{电压的频谱} = \sqrt{\frac{U_r^2 + U_j^2}{2}}$$

$$\text{电流的频谱} = \sqrt{\frac{I_r^2 + I_j^2}{2}}$$

$$\text{有功功率的频谱} = U_r I_r + U_j I_j \quad \text{无功功率的频谱} = U_r I_j - U_j I_r$$

5.4.4 GO-NOGO

1. 功能概述

GO-NOGO 功能仅在示波模式下有效。可用于生产测试中检查信号和跟踪异常情况等。

该功能判断波形是否进入预设区域的方法，并在判定结果为 GO-NOGO 时执行预设的动作，如保存数据/保存截图/打印屏幕/蜂鸣器响/根据检测结果发送电子邮件等。

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷方式打开 GO-NOGO 功能。

点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“GO-NOGO”功能，主界面上会出现“GO-NOGO”功能卡片。GO-NOGO 功能添加后，功能管理“+”键菜单中“GO-NOGO”会是禁用状态，删掉“GO-NOGO”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启 GO-NOGO 功能，见图 5.229 所示。



图 5.229 进入 GO-NOGO 菜单

3. 功能菜单

示波记录仪 GO-NOGO 可选择的三种判断方法如下：

- OFF：不执行 GO-NOGO。
- 设定波形区域：波形是否在或不在波形创建区域返回 GO-NOGO 结果。
- 设定参数的范围：设置波形参数自动测量值得上限和下限。根据符合波形参数内或外的值执行 GO-NOGO 判断。



图 5.230 GO-NOGO 模式

根据选择的参考基础波形创建的区域，判断波形是否在或不在所需所创建区域，如图 5.231 所示。返回设置的 GO-NOGO 结果，并执行设置的特定动作。

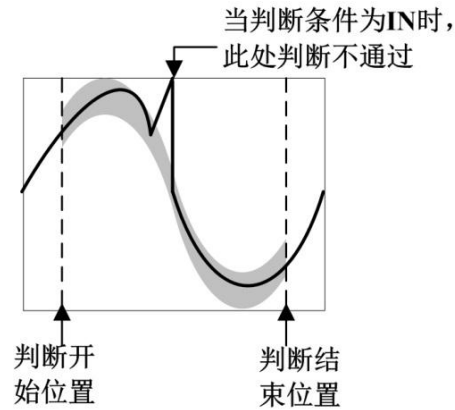


图 5.231 区域波形示宜图

4. 选择模式-波形

(1) 模式选择

图 5.230 中选择模式选中【波形】，弹出波形区域设置菜单，见图 5.232 所示。



图 5.232 模式设置为波形时设置菜单

(2) 区域

图 5.232 选中【区域】，弹出图 5.233 波形区域编辑菜单，用户可选择波形区域、波形范围、源波形、设置源波形标签、保存区域设置及退出区域编辑。



图 5.233 波形区域编辑菜单

a. 波形区域编号

用户可以从区域 1~区域 6 中选择要编辑的波形区域，如图 5.234 所示。如果一个区域已经编辑过，区域将在波形界面显示。



图 5.234 波形区域菜单

b. 波形范围

【波形范围】是基于所选的源通道波形编辑区域范围，用户可设置全部、部分两种，示意图如图 5.235 所示。

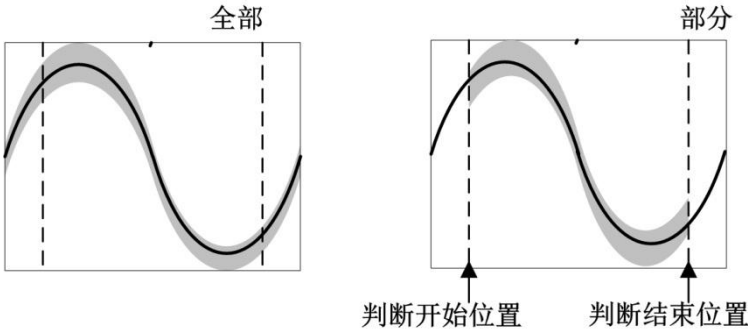


图 5.235 波形范围示意图

图 5.232 选中【波形范围】，显示如图 5.236 所示菜单。

- 全部：整体波形为中心上下左右编辑，整个波形在编辑区域内。
 - 上下限：可选择范围，基于源波形 $\pm 5\text{div}$ ，步进 0.01div 。默认值，上限 0div ，下限 0div ；
 - 左右端：可选择范围，基于屏幕中心 $\pm 5\text{div}$ ，步进 0.01div 。默认值，左端 0div ，右端 0div 。
- 部分：部分波形为中心上下编辑，部分波形在编辑区域内。
 - 上下限：默认 0div
 - 仅“上限”高亮，顺时针旋转旋钮 A，沿垂直轴放大 $+5\text{div}$ 波形，逆时针旋转旋钮 A，实现沿直轴缩小 $+5\text{div}$ ；
 - 仅“下限”高亮，顺时针旋转旋钮 A，实现沿垂直轴放大 -5div 波形，逆时针旋转旋钮 A，实现沿直轴缩小 -5div 波形；
 - 短按旋钮 A 可启动联动模式，同时点亮“上限”和“下限”，顺时针旋转旋钮 A，实现沿垂直轴放大整体波形，逆时针旋转旋钮 A，实现沿垂直轴整体缩小波形；
 - 再次短按旋钮 A，可关闭联动模式，上限或下限有效。
 - 开始结束范围：可选择范围基于屏幕中心 $\pm 5\text{div}$ ，步进 0.01div 。默认值，开

始范围-5div，结束范围 5div。



图 5.236 波形范围设置

波形范围分别设置全部、部分、全部组合部分，显示界面效果如图 5.237、图 5.238、图 5.239 所示。

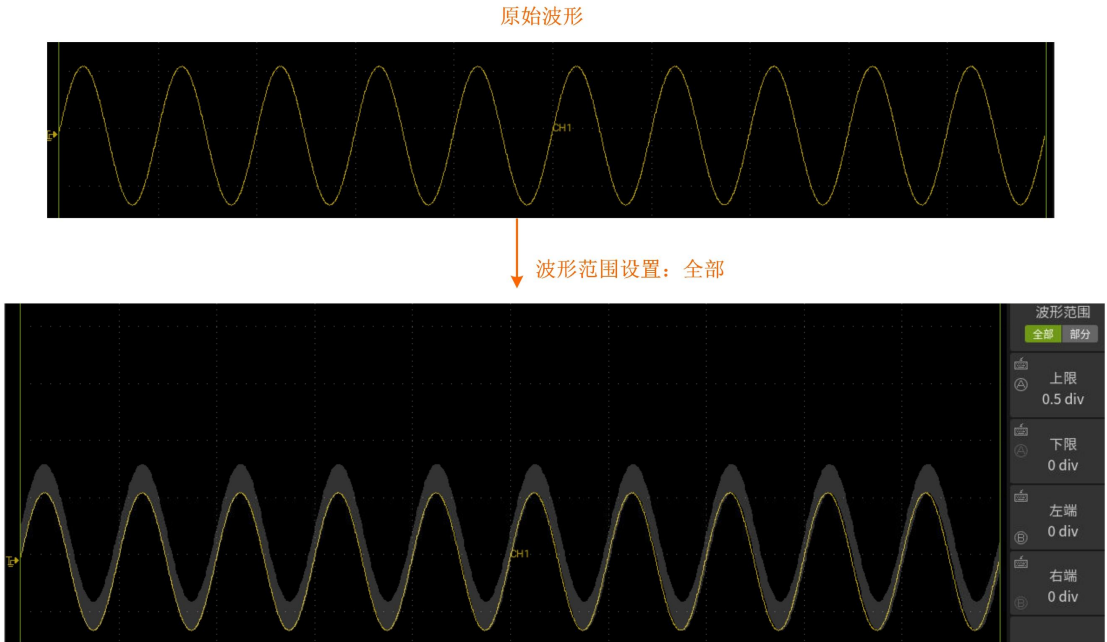


图 5.237 波形范围设置全部

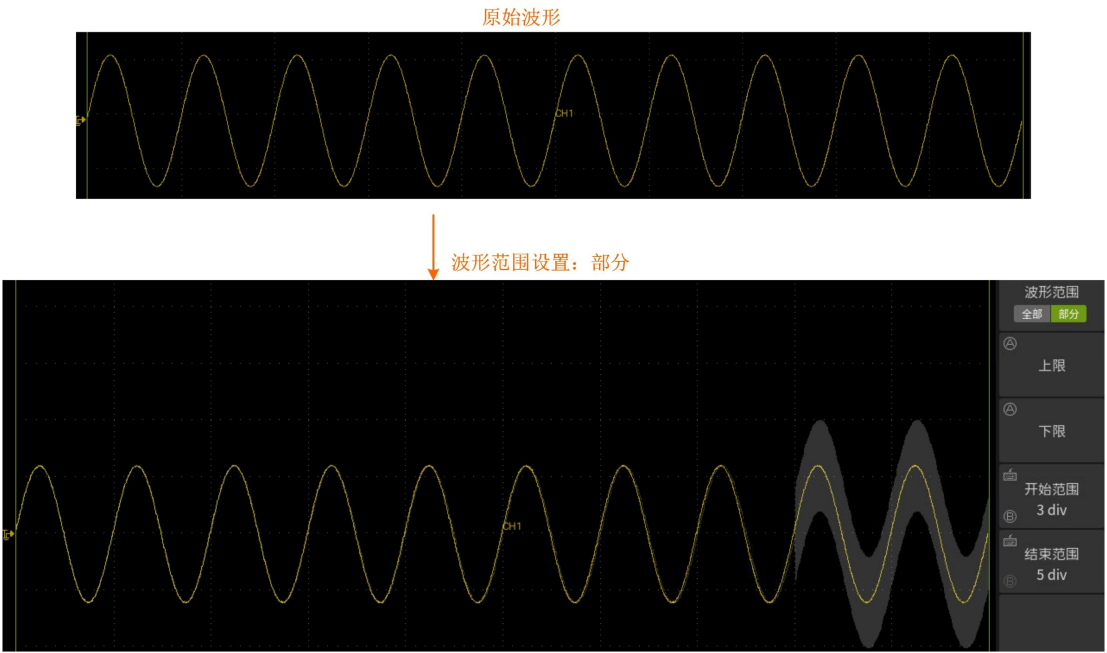


图 5.238 波形范围设置部分

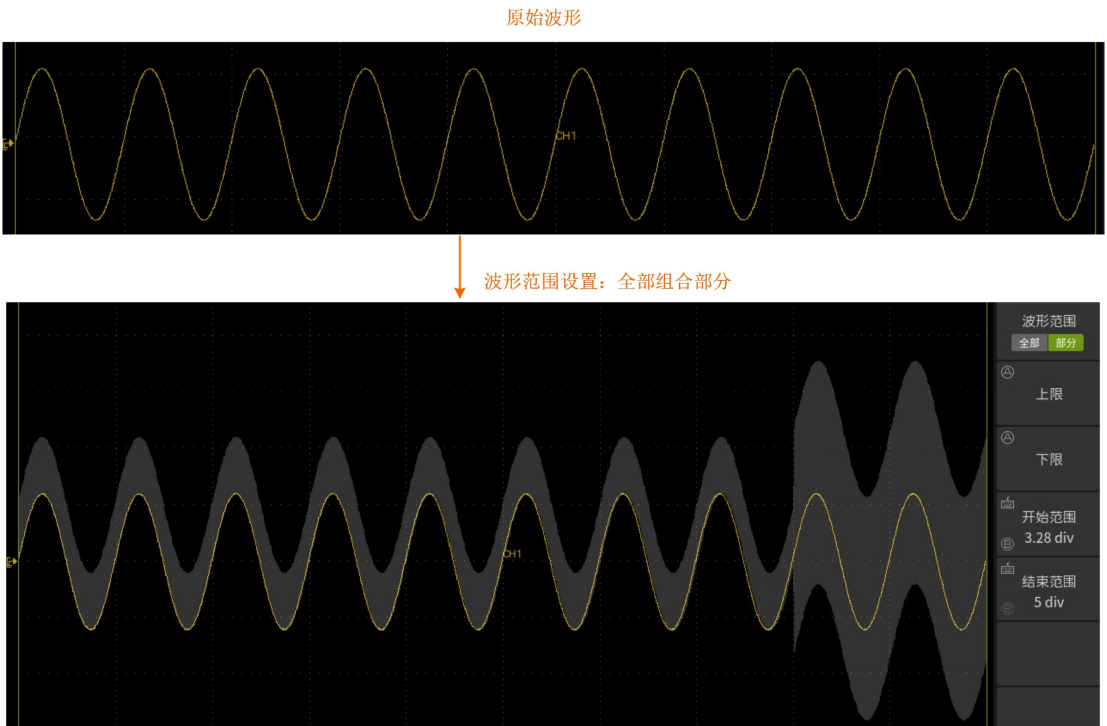


图 5.239 部分和全部组合使用

c. 源通道

当用户创建一个新的波形区域时，用户需选择基本参考波形。可选择源通道如下：CH1~CH16、SCH1_1~SCH16_16、Math1~Math8、区域 1~区域 6 等。

图 5.232 选中【源通道】，显示如图 5.240 所示菜单。



图 5.240 源通道菜单

d. 标签

用户可使用键盘界面自定义设置判断菜单中区域标签。默认波形区域标签和波形区域名称名称一致，区域 1~区域 6。

e. 保存

保存波形区域编辑设置，如波形区域、波形范围设置、便签设置等。

(2) 判断

对于 16 个判断条件中的每一个，用户可设置源波形、判断标准、区域编号。此外可以设置判断逻辑、动作条件、序列、采集次数、计数及外部同步开启或关闭。

图 5.232 选中【判断】，弹出图 5.241 波形区域判断菜单。



图 5.241 波形区域判断菜单

- ① 编号：判断条件个数，最多可同时设置 16 个；
- ② 判断标准：IN、OUT、X。
 - X：该条件不用于 GO-NOGO 判断，界面显示“-”；
 - IN：当源波形在 GO-NOGO 波形区域内，则返回一个 GO 结果，界面显示“O”，当有一部分不在 GO-NOGO 波形区域内，则返回一个 NOGO 结果，界面显示“X”；
 - OUT：当源波形全部在 GO-NOGO 波形区域外，则返回一个 GO 结果，界面显示“O”，当有一部分在 GO-NOGO 波形区域内，则返回一个 NOGO 结果，界面显示“X”。
- ③ 设置源波形：可选择源通道如下：CH1~CH16、RTM1~RTM16 等；
- ④ 选择区域编号：默认区域 1~区域 6；
- ⑤ 逻辑：与、或。
 - 与：满足 1~16 所有条件时，执行动作；
 - 或：1~16 中任意一个满足条件时，执行动作。
- ⑥ 动作条件：总是、满足、不满足。
 - 总是：触发一次动作一次；
 - 不满足：当不满足指定的 GO 条件时执行动作；
 - 满足：当满足指定的 GO 条件时执行动作。

- ⑦ 序列：单次、多次。
 - 单次：执行一次后停止；
 - 多次：动作反复执行，直到达到设置的采集次数，若采集次数设置“无限”时，则动作持续，直到通过通过开始/停止按键停止波形采集为止。
- ⑧ 采集次数：设置波形采集的数量，可设置无限、计数。
 - 无限：波形采集一直持续到按下开始/结束按键为止；
 - 计数：可设置范围 1~65536，获得指定数量后停止波形采集。
- ⑨ 计数：当采集次数设置“计数”时，可设置范围 1~65536。
- ⑩ 外部同步：打开或关闭 GO-NOGO 判断的外部同步功能。
- ⑪ 重置列表：清除当前配置到默认状态。

(3) 动作

设置满足 GO-NOGO 功能时执行的动作，详情操作可参考“5.4.8 动作”章节，此处不再赘述。

a. 设置判断范围

用户可设置开始和结束范围，来确认 GO-NOGO 的判断区域。

- 开始范围：默认-5div，可设置范围-5div~0；
- 结束范围：默认 5div，可设置范围 0~5div。

b. GO-NOGO 判断结果

GO-NOGO 的测定结果出现在界面的底部，如图 5.242 所示。图例中，条件 1 满足，条件 2 不满足，条件 3~16 不作判断。

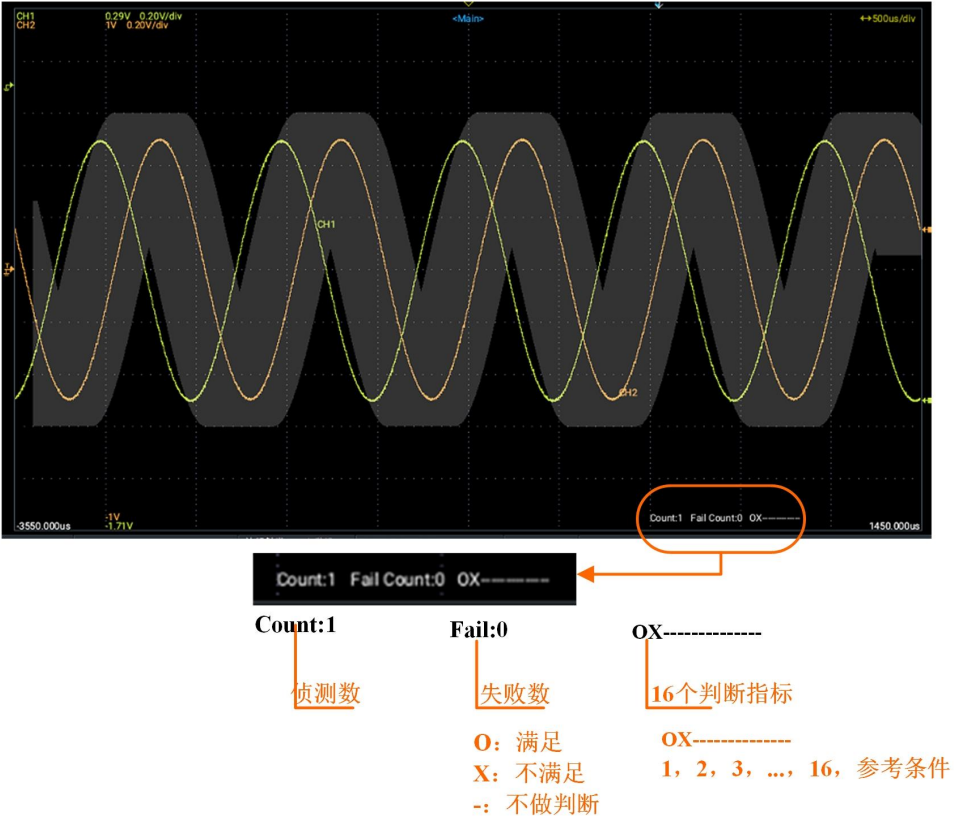


图 5.242 波形区域判断结果

5. 选择模式-参数

设置波形参数自动测量值上限和下限。根据符合波形参数内或外的值执行 GO-NOGO 判断。

(1) 选择模式

图 5.230 选中【参数】，弹出图 5.243 波形区域设置菜单。



图 5.243 模式设置为参数时菜单

(2) 判断

对于 16 个判断条件中的每一个，用户可设置源波形、判断标准、波形参数上下限。此外可以设置判断逻辑、动作条件、序列、采集次数、计数及外部同步开启或关闭。

图 5.243 选中【判断】，弹出图 5.241 波形区域判断菜单。



图 5.244 参数判断菜单

- ① 编号：判断条件个数，最多可同时设置 16 个；
- ② 判断标准：IN、OUT、X。
 - X：该条件不用于 GO-NOGO 判断，界面显示“-”；
 - IN：当参数在指定范围内，则返回一个 GO 结果，界面显示“O”，当参数超出指定范围时，则返回一个 NOGO 结果，界面显示“X”；
 - OUT：当参数超出指定范围时，则返回一个 GO 结果，界面显示“O”，当参数在指定范围内时，则返回一个 NOGO 结果，界面显示“X”。
- ③ 设置源波形：可选择源通道如下：CH1~CH16、RTM1~RTM16 等；
- ④ 选择波形参数：可以使用所有自动测量参数作为参考条件。用户同时最多可设置 16 个参数进行判断，可设置 54 个波形参数，列表见图 5.245 所示；
- ⑤ 设置参数上限：可设置范围，-9.9999e+30~9.9999e+30；
- ⑥ 设置参数下限：可设置范围，-9.9999e+30~9.9999e+30。
- ⑦ 逻辑：与、或。
 - 与：满足 1~16 所有条件时，执行动作；
 - 或：1~16 中任意一个满足条件时，执行动作。
- ⑧ 动作条件：总是、满足、不满足。
 - 总是：触发一次动作一次；
 - 不满足：当不满足指定的 GO 条件时执行动作；
 - 满足：当满足指定的 GO 条件时执行动作。
- ⑨ 序列：单次、多次。
 - 单次：执行一次后停止；

- 多次：动作反复执行，直到达到设置的采集次数，若采集次数设置“无限”时，则动作持续，直到通过通过开始/停止按键停止波形采集为止。
- ⑩ 采集次数：设置波形采集的数量，可设置无限、计数。
 - 无限：波形采集一直持续到按下开始/结束按键为止；
 - 计数：可设置范围 1~65536，获得指定数量后停止波形采集。
- ⑪ 计数：当采集次数设置“计数”时，可设置范围 1~65536。
- ⑫ 外部同步：打开或关闭 GO-NOGO 判断的外部同步功能。
- ⑬ 重置列表：清除当前配置到默认状态。



图 5.245 波形参数列表

(3) 动作

设置满足 GO-NOGO 功能时执行的动作，详情操作可参考“5.4.8 动作”章节，此次不再赘述。

(1) 开始结束范围

用户可设置开始和结束范围，来确认 GO-NOGO 的判断区域。

- 开始范围：默认-5div，可设置范围-5div~0；
- 结束范围：默认 5div，可设置范围 0~5div。

(4) GO-NOGO 判断结果

GO-NOGO 的测定结果出现在界面的底部，如图 5.242 所示。图例中，条件 1~3 满足，条件 4~8 不满足，条件 9~16 不作判断。

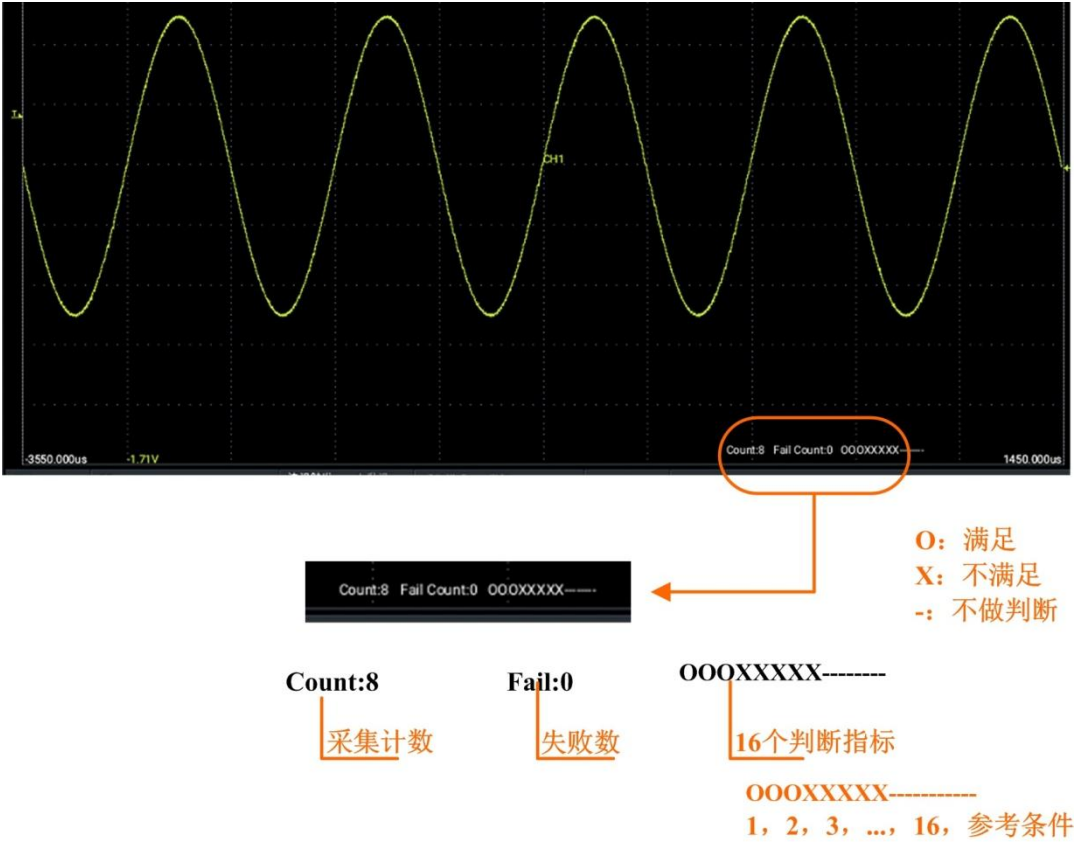


图 5.246 参数判断结果

5.4.5 缩放

1. 功能概述

缩放功能在示波模式和记录模式都有效。

波形缩放功能即展示了整个波形的概况，又能体现局部波形的细节。沿时间轴方向改变时基扩展（放大）波形，一次可放大一个或两个位置。支持同一个时刻两个缩放窗口同时开启，窗口 2 选择以窗口 1 作为源波形可实现主波形的二次缩放。在长时间波形检测中，观测波形一部分细节时非常方便。

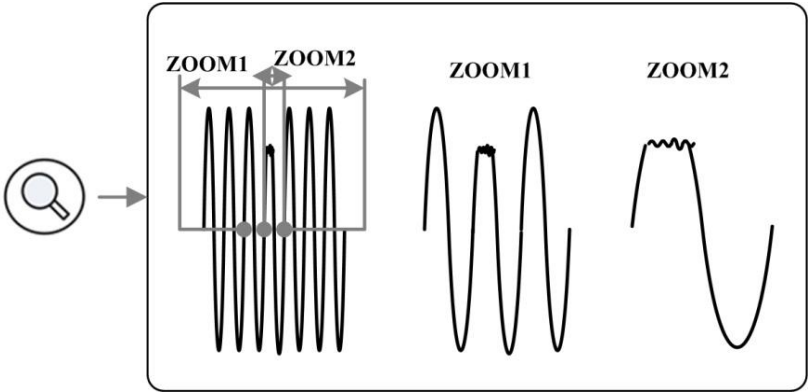


图 5.247 缩放功能示意图

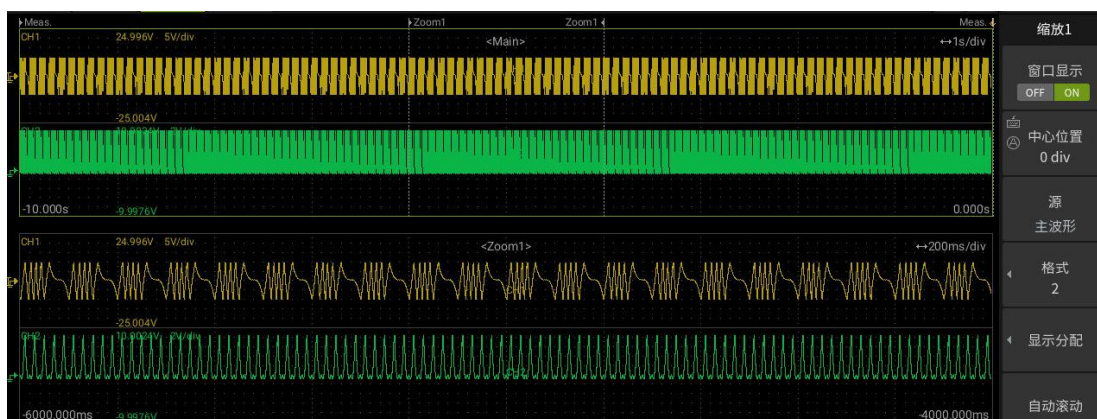


图 5.248 单窗口缩放波形显示

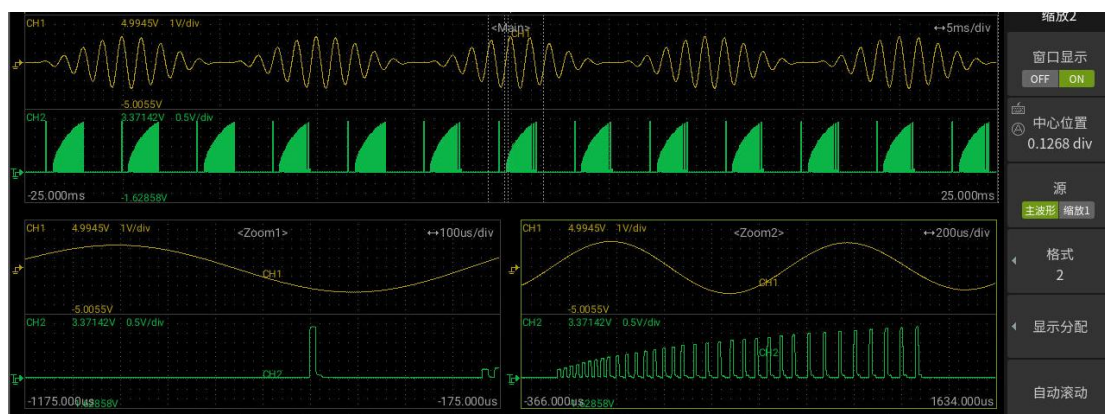


图 5.249 双窗口缩放波形显示

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单和按键面板按键两种方式打开缩放功能，如图 5.250、图 5.251 所示。

- 方法 1 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“缩放”功能，主界面上会出现“缩放”功能卡片。示波记录仪支持开启 2 个缩放，添加一个缩放功能，功能管理“+”键菜单中“缩放”非禁用状态，可再次添加，添加两个缩放后，功能管理“+”键菜单中“缩放”会是禁用状态，删掉“缩放”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启缩放功能，见图 5.250；

- 方法 2 面板按键：按下前面板的  按键，进入缩放功能设置界面，见图 5.251 所示。



图 5.250 进入缩放功能菜单

方法2：面板按键



图 5.251 面板按键



图 5.252 缩放菜单

3. 功能菜单

(1) 窗口显示

点击图 5.252 中序号①【窗口显示】可开启或关闭 ZOOM 窗口。示波记录仪支持单窗口 ZOOM 或双窗口双 ZOOM 同时显示。序号②处的缩放功能卡片同时点亮，开启双 ZOOM 模式，窗口编号 ZOOM1、ZOOM2。

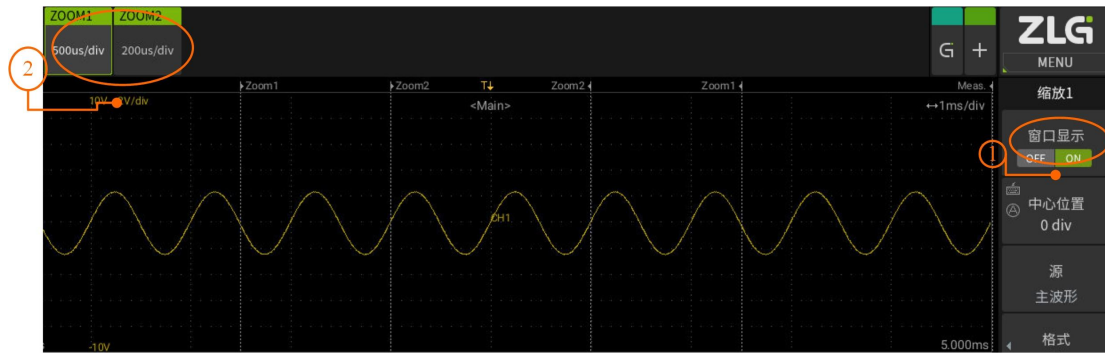


图 5.253 开启双 ZOOM

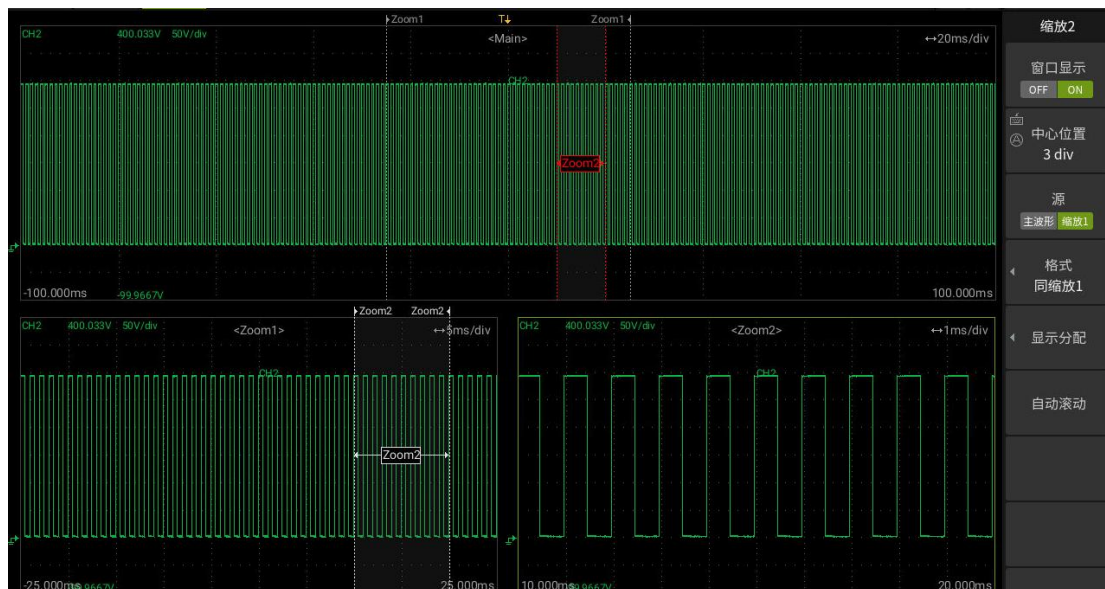


图 5.254 双 ZOOM 显示模式

(2) 设置缩放的中心位置

点击图 5.252 中【中心位置】，设置缩放波形的中心位置。选中对应的缩放窗口，用户可使用旋转旋钮 A 或弹出框窗口键盘设置缩放波形的中心位置。主窗口上缩放中心位置为 0div 时，缩放窗口的中心位置可设置 -5div~5div。

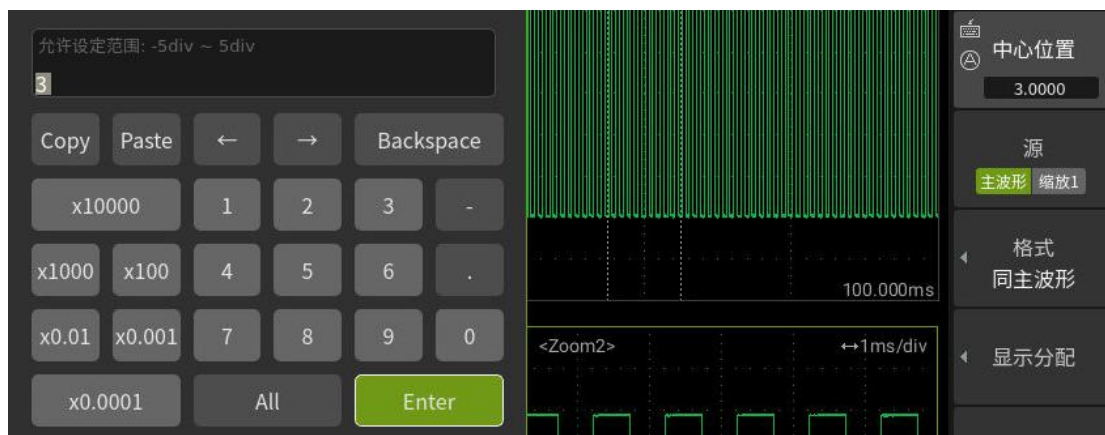


图 5.255 设置中心位置菜单

(3) 源波形

点击图 5.252 中【源】，弹出图 5.256 所示源菜单，可选择主波形和缩放 1 窗口，选择在缩放窗口中放大的波形。

- 缩放 1：源仅可选择“主波形”，缩放 1（ZOOM1）在主波形上的缩放区域显示白色虚线；
- 缩放 2：源可选择主波形或缩放 1，选择“主波形”作为源，缩放 2（ZOOM2）在主波形上的缩放区域显示白色虚线，见图 5.257，选择“缩放 1”作为源，缩放 2（ZOOM2）在主波形上的缩放区域显示红色虚线，见图 5.254 所示。



图 5.256 源菜单

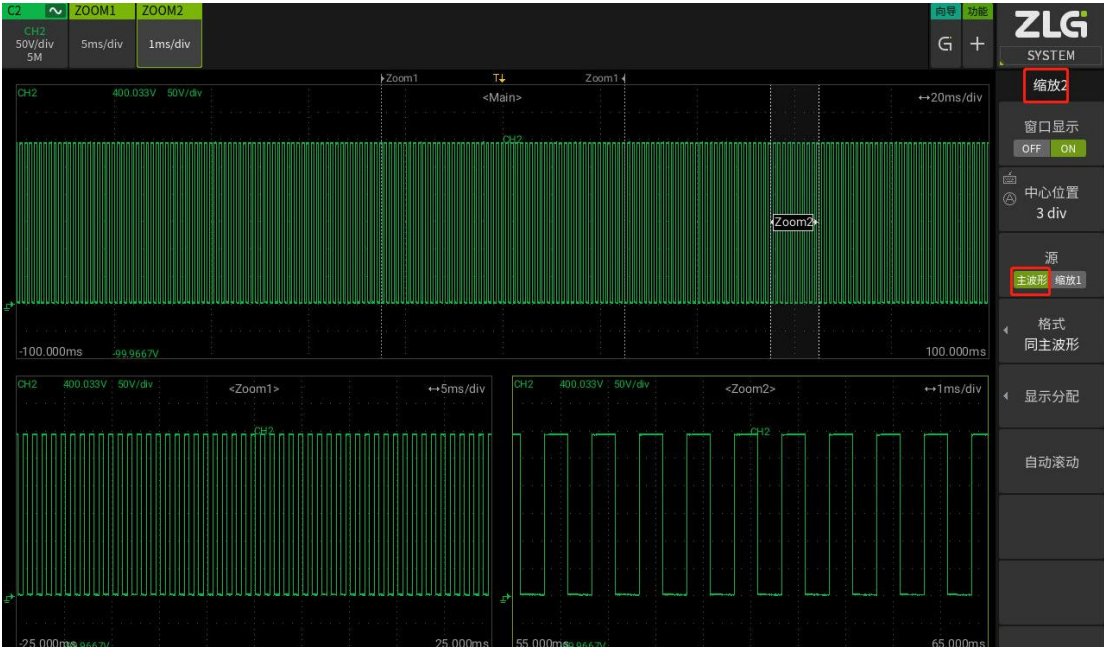


图 5.257 ZOOM2 源波形选择“主波形”界面显示

(4) 格式

点击图 5.252 中【格式】，缩放窗口显示指定数量的分屏数。

- 缩放 1：同主波形、1、2、3、4、5、6、8、12、16，如图 5.258 所示；
- 缩放 2：同主波形或同缩放 1、1、2、3、4、5、6、8、12、16，如图 5.259 所示。



图 5.258 缩放 1 格式菜单

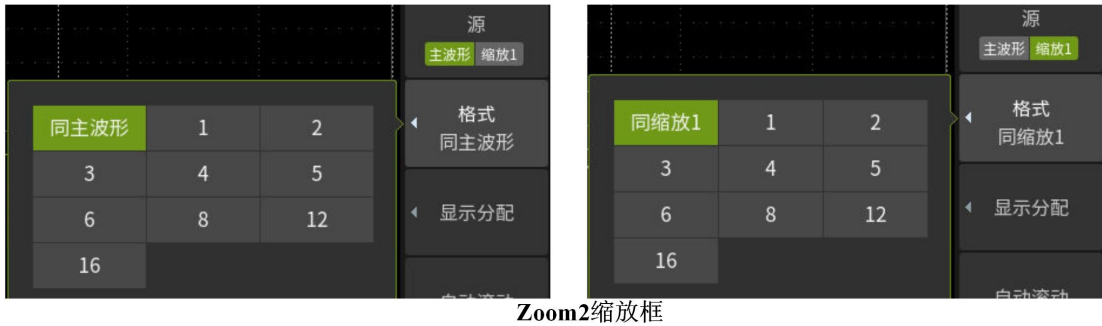


图 5.259 缩放 2 格式菜单

(5) 显示分配

点击图 5.252 中【显示分配】，用户可选择缩放窗口（ZOOM1/ZOOM2）显示的源通道，显示菜单如图 5.260 所示。



图 5.260 显示分配菜单

(6) 自动滚动

点击图 5.252 中【自动滚动】，用户可随时播放或停止波形播放，显示菜单如图 5.261 所示。



图 5.261 自动滚动菜单

当存储深度较大时，记录的波形数据较多，无法完整观察波形信号，这时在缩放模式下，点击“波形播放/暂停”按键，可使缩放波形自动播放和移动。缩放 1 和缩放 2 窗口可独立设置滚动速度及滚动方向等。

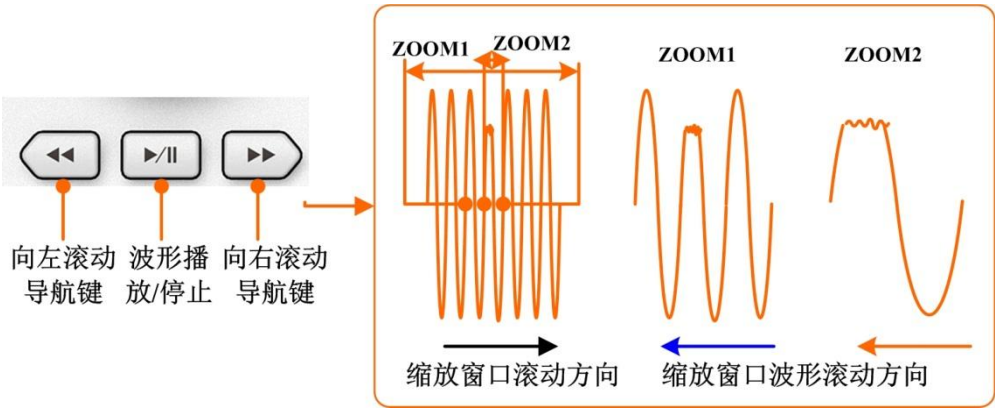


图 5.262 滚动示意图

- ①速度：旋转“旋钮”可调整波形播放速度，调节滚动 div，速度越大，动的 div 越多，旋转得越快，力度越大，播放速度就越快，可达到一个最大点，可设置播放速度范围 1-10。

- ②延时：延时一段时间，才会动作下一次，延时越大，滚动越慢。
- ③主窗口右端缩放：点击图 5.261 中向左滚动导航键或点击图 5.262 中  旋钮，主波形中缩放窗口按照设置的播放速度往左移动，此时波形不断从左往右穿过缩放窗口，所以缩放窗口中波形不断向右移动；
- ④向左滚动：点击图 5.261 中向右滚动导航键或点击图 5.262 中  旋钮，主波形中缩放窗口按照设置的播放速度往右移动，此时波形不断从右往左穿过缩放窗口，所以缩放窗口中波形不断向左移动；
- ⑤停止键：点击图 5.261 中波形播放/暂停” 按键或点击图 5.262 中  旋钮“波形播放/暂停” 按键将暂停波形的移动；
- ⑥向右滚动：点击图 5.262 中  旋钮，缩放窗口中心移到到主波形的最右端；
- ⑦主窗口左端缩放：点击图 5.262 中  旋钮，缩放窗口中心移到到主波形的最左端。
- ⑧退出功能键：退出自动滚动菜单

5.4.6 标记

1. 功能概述

标记功能在示波模式和记录模式都有效。

用户可在采集到的波形上感兴趣的波形位置作标记，可快速定位异常信号，此外，缩放窗口可随时跳转到对应序号标记的位置。

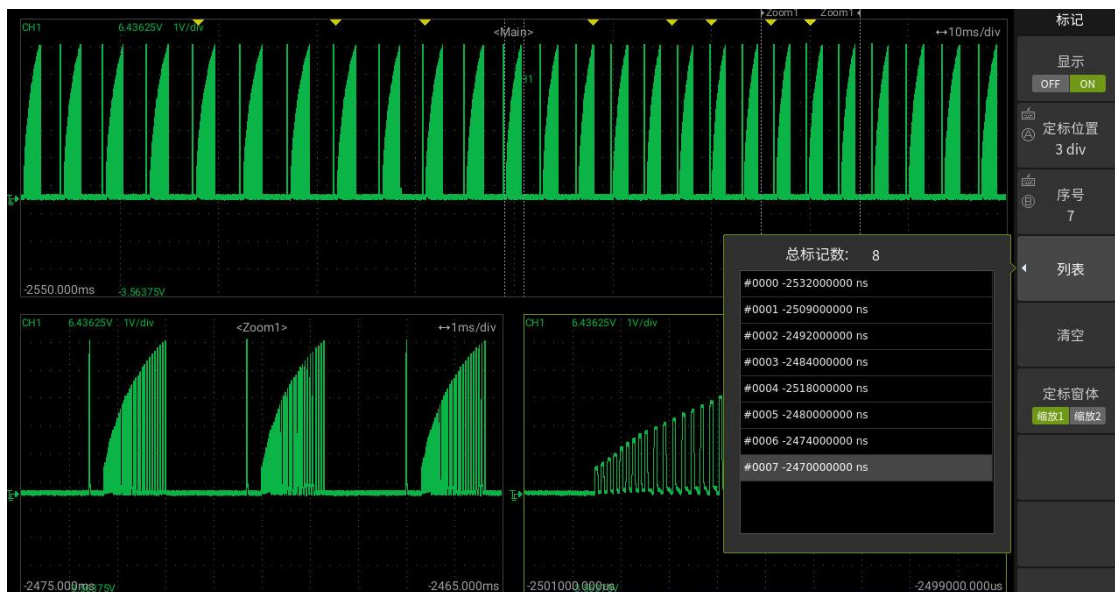


图 5.263 标记功能

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单和按键面板按键两种方式打开标记功能，如图 5.264 所示。

- 方法 1 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“标记”功能，主界面上会出现“标记”功能卡片。标记功能添加后，功能管理“+”键菜单中“标记”会是禁用状态，删掉“标记”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启标记功能；
- 方法 2 面板按键：按下前面板的【Remark】按键，进入标记功能设置界面。

方法1：快捷菜单操作 方法2：面板按键



图 5.264 进入标记菜单

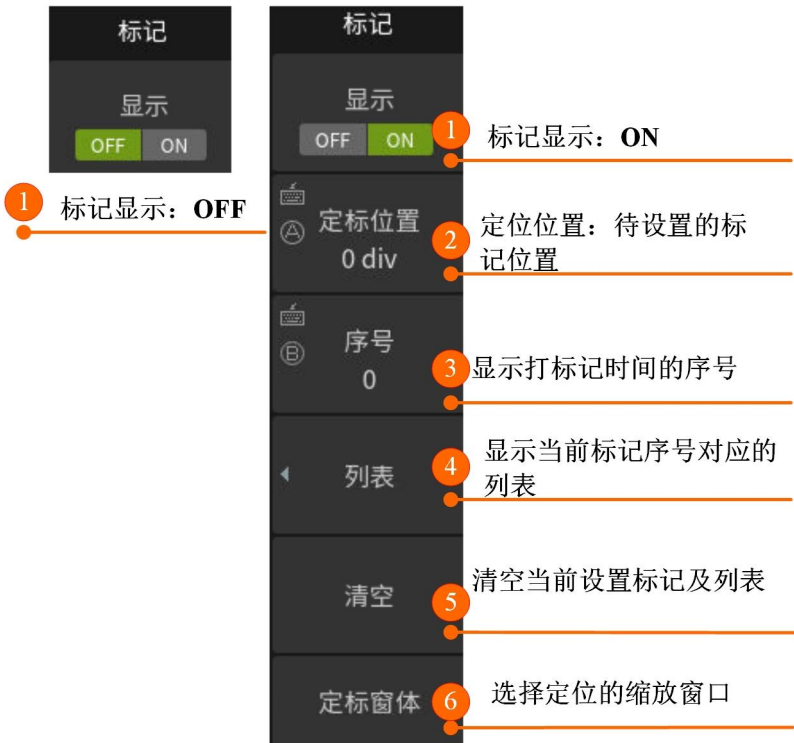


图 5.265 标记设置菜单

3. 功能菜单

(1) 标记显示

标记显示功能开启后，波形感兴趣位置设置标记后，支持定位 n 个标记，屏幕界面会显示黄色实心的倒三角▽，待标记位置显示黄的空心倒三角▽，界面显示如图 5.266 所示。

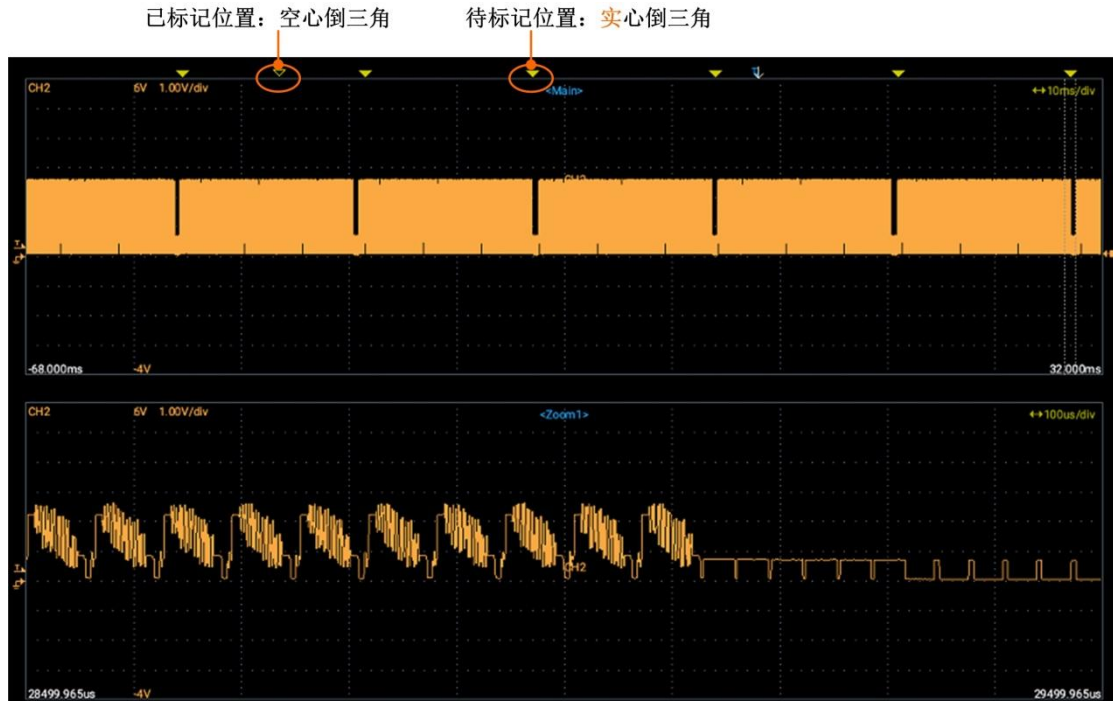


图 5.266 手动标记界面

(2) 定位标记

点击图 5.265 中【定位标记】，旋转旋钮 A 空心倒三角会在波形移动，按下旋钮 A 固定标记位置，黄色空心倒三角▽变成黄色实心倒三角▽，手动可设置 n 个标记，设置的标记信息可在【列表】弹出框中查看。

(3) 序号

显示手动设置的标记个数，标记序号从 0 开始。若设置的标记个数为 n ，可选择的序号是 $n-1$ ，数值大小代表设置标记的时间先后顺序，序号 0 代表最早设置的标记。旋转旋钮 B 可选中需显示的标记位置。

(4) 序号

已设置标记的显示列表，包含已设置的标记号及当前标记在主波形时间轴上的位置，显示列表如图 5.267 所示。



图 5.267 记列表

(5) 清空

点击图 5.265 中【清空】选项，清除当前已设置的标记及标记列表信息。

(6) 定位窗体

设置感兴趣标记操作前，需选中图 5.265 中【定标窗体】中的特定缩放窗口，此时设置的标记只会在选中的缩放窗口中生效。

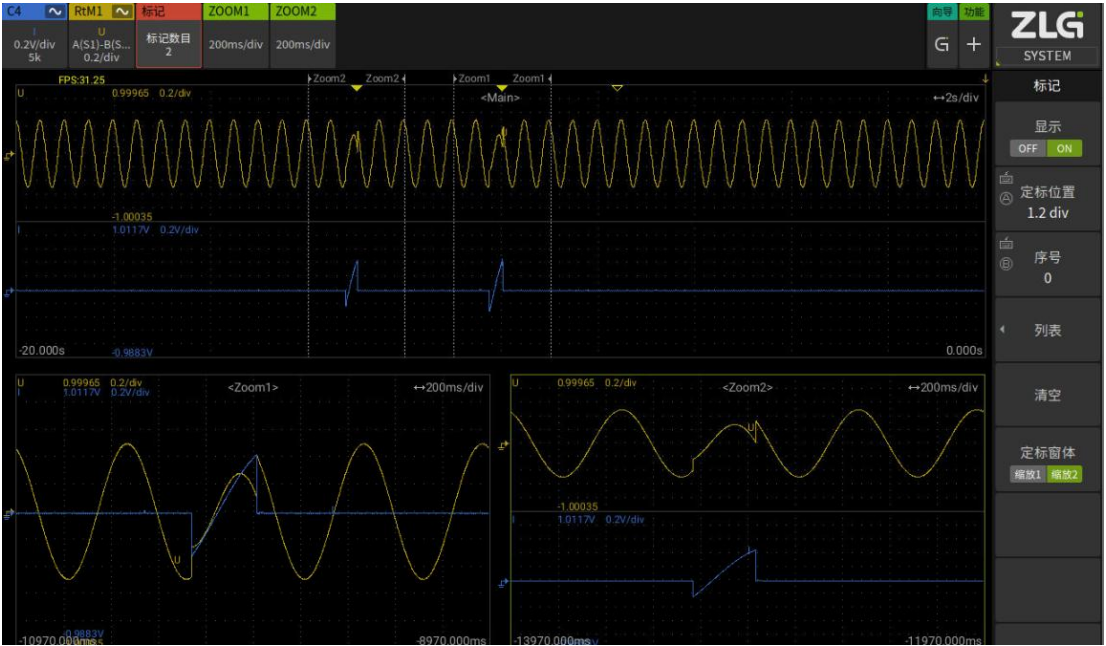


图 5.268 缩放窗口中显示定标位置

5.4.7 光标

1. 功能概述

光标测量功能在示波模式和记录模式都有效。

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）。T-Y(时间轴)、X-Y 和 FFT 波形可设置光标，将光标放置在波形上，用户可以在屏幕波形上移动光标，可查看光标与波形的交集处的各种相关测量值。

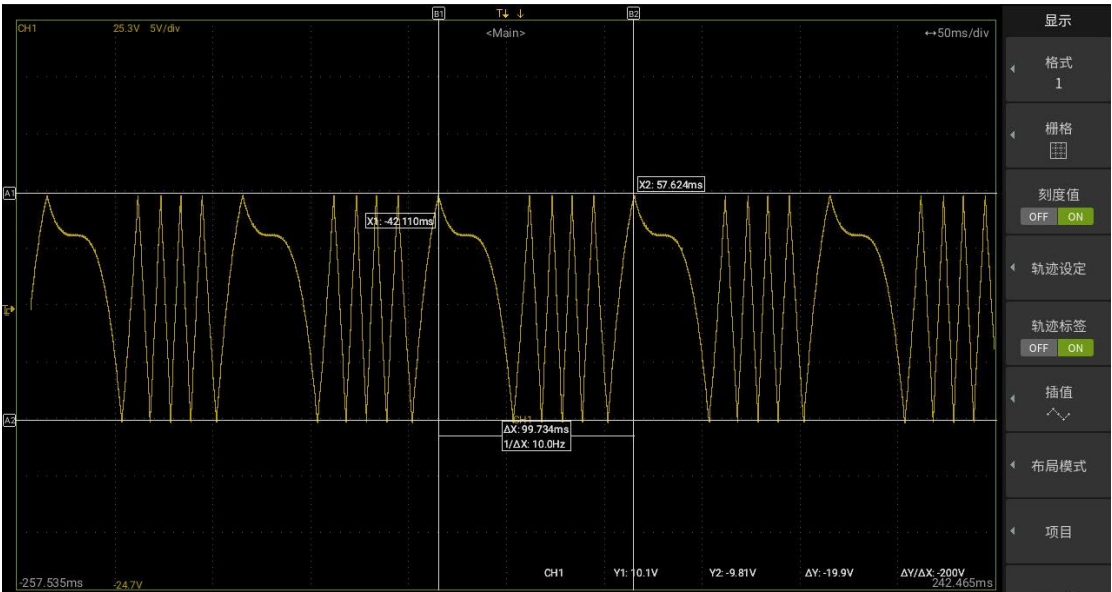


图 5.269 光标测量界面

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单设置和按键面板按键两种设置光标条件，如图 5.270 所示。

- 方法 1 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“光标”功能，主界面上会出现“光标”功能卡片。光标功能添加后，功能管理“+”键菜单中“光标”会是禁用状态，删掉“光标”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启光标功能；
- 方法 2 面板按键：按下前面板的 Cursors 按键，进入光标设置界面。



图 5.270 进入光标菜单

3. 功能菜单

根据当前测量显示界面的不同，光标测量菜单的内容也会有所不同，示波记录仪在 T-Y、X-Y 及 FFT 波形可设置不同类型光标。

点击图 5.270 中【光标窗口】，弹出图 5.271 三种光标类型窗口。

三种光标窗口如下：

- T-Y：显示 T-Y 波形光标测量值；
- X-Y：添加 X-Y 功能卡片，X-Y 窗口显示设置“ON”时，光标窗口中出现 X-Y，X-Y 波形窗口中显示光标测量值；
- FFT：添加 FFT 功能卡片，FFT 窗口显示设置“ON”时，光标窗口中出现 FFT，FFT 窗口中显示光标测量值。

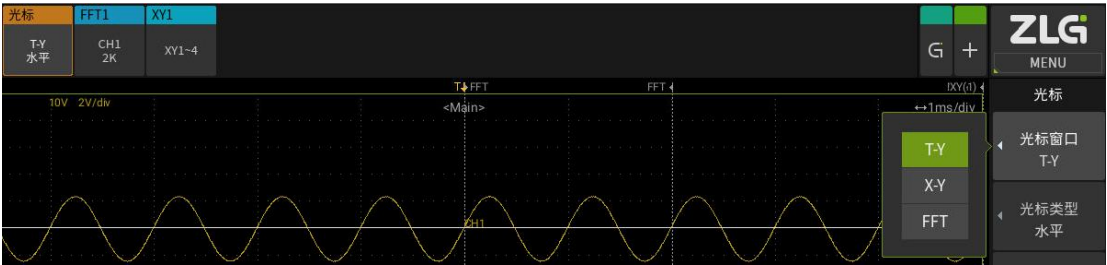


图 5.271 三种类型光标窗口

4. T-Y 波形

图 5.271【光标窗口】设置“T-Y”，以下光标类型可用：水平光标、垂直光标、标记光标、角度光标、水平&垂直光标，五种光标菜单如图 5.272 所示。

- 关闭：不执行光标测量。
- 水平光标：两个水平光标被用来测量垂直值；
- 垂直光标：两个垂直光标被用来测量时间值；
- 标记光标：四个标记光标在波形上移动用来测量波形值；
- 角度光标：两个角度光标用来测量角度；
- 水平&垂直光标：两个水平光标和两个垂直光标用来测量垂直值和时间值。



图 5.272 T-Y 窗口光标类型菜单



图 5.273 T-Y 波形下五种类型光标菜单

(1) 水平光标

水平轴上出现两条白色实线 A、B，用来测量每条水平光标的垂直值，并可测量垂直值之间的水平差，其中白色实线 A 代表水平光标 1，B 代表水平光标 2。

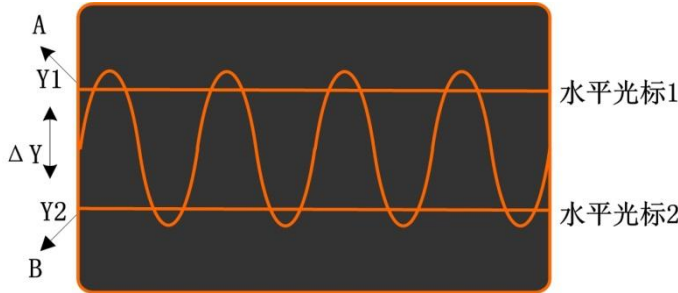


图 5.274 水平光标示意图

测量源波形

T-Y 窗口下，可选择一些波形作为源波形，CH1~CH16、SCH1~SCH16(CH1_1~CH16_16)、Rtm1~Rtm16、Math1~Math8。点击图 5.273 左①菜单【通道】，弹出测量源波形菜单如图 5.275 所示，其中光标通道支持多选。



图 5.275 通道菜单

移动光标

用户旋转旋钮 A 或 B 移动水平光标 1 和水平光标 2。此外，短按旋钮 A/B 可开启联动模式同时移动 1/2 光标，再次短按旋钮 A/B 则关闭 1/2 联动模式。

默认波形显示窗口中心设为 0div，光标 1、光标 2 移动范围±5div，步进 0.01，默认 0div。



图 5.276 移动光标菜单

测量项目

两个水平光标可测量垂直值和垂直值之差，点击图 5.273 左①菜单【项目】，弹出水平光标菜单如图 5.277 所示，用户可设置全开、全关或其中某个测量项。

- Y1: 光标 A 的 Y 轴值；
- Y2 光标 B 的 Y 轴值；
- ΔY: 光标 A 与光标 B 的 Y 轴值之差。



图 5.277 测量项目菜单

界面显示

T-Y 窗口，水平光标界面显示如图 5.278 所示。

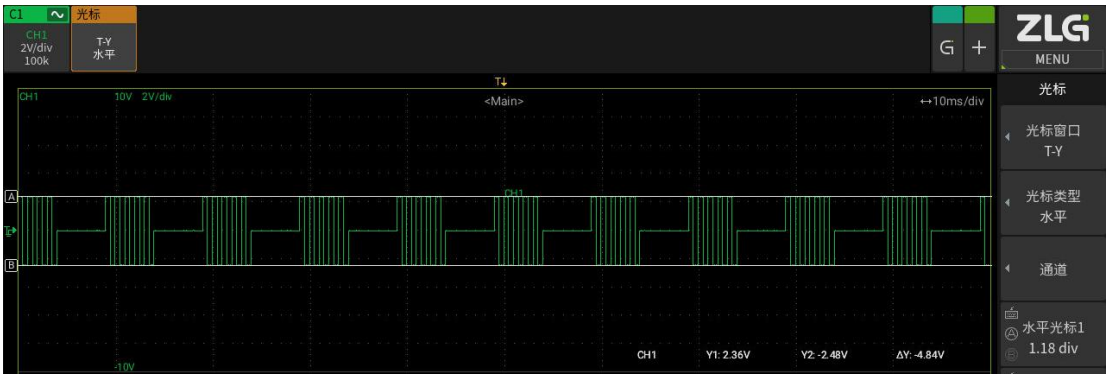


图 5.278 波形界面显示

(2) 垂直光标

垂直轴上出现两条白色直线 A 和 B。用户可以测量光标和触发位置之间的时间、两个光标之间的时间差及时间差的倒数、每个光标和波形相交的垂直值。

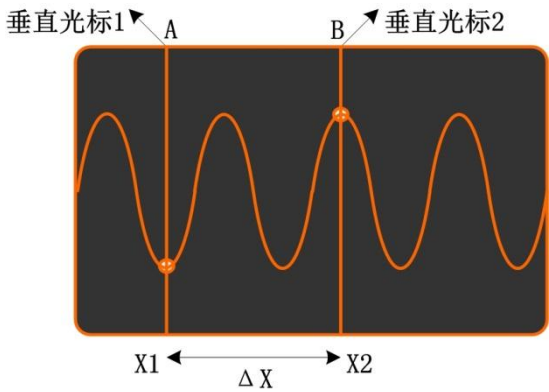


图 5.279 垂直光标示意图

测量源波形

T-Y 窗口下，可选择一些波形作为源波形，CH1~CH16、SCH1~SCH16(CH1_1~CH16_16)、Rtm1~Rtm16、Math1~Math8。点击图 5.273 左②菜单【通道】，弹出测量源波形菜单如图 5.280 所示，其中光标通道支持多选。



图 5.280 通道菜单

用户旋转旋钮 A 或 B 移动垂直光标 1 和垂直光标 2。此外，短按旋钮 A/B 可开启联动模式同时移动 1/2 光标，再次短按旋钮 A/B 则关闭 1/2 联动模式。

默认波形显示窗口中心设为 0div，光标 1、光标 2 移动范围±5div，步进 0.01，默认 0div。



图 5.281 移动光标菜单

测量项目

两个垂直光标可以测量光标和触发位置之间的时间、两个光标之间的时间差及时间差的倒数、每个光标和波形相交的垂直值，点击图 5.273 左②菜单【项目】，弹出垂直光标菜单如图 5.282 所示，用户可设置全开、全关或其中某个测量项。

- X1: 光标 A 与触发位置时间差；
- X2: 光标 B 与触发位置的时间差；
- ΔX: 光标 A 与光标 B 的时间差；
- 1/ΔX: 光标 A 与光标 B 的时间差的倒数；
- Y1: 光标 A 和波形 1 相交的垂直值；
- Y2: 光标 B 和波形 1 相交的垂直值；
- ΔY: 垂直光标 1 和 2 垂直值之间的差值。



图 5.282 测量项目菜单

光标源

光标源功能可以选择主窗口和缩放窗口，可以通过光标 A 源或光标 B 源跳转到主窗口或指定缩放窗口，修改【垂直光标 1】或【垂直光标 2】设置光标范围。



图 5.283 垂直光标跳转

界面显示

T-Y 窗口，垂直光标界面显示如图 5.284 所示。

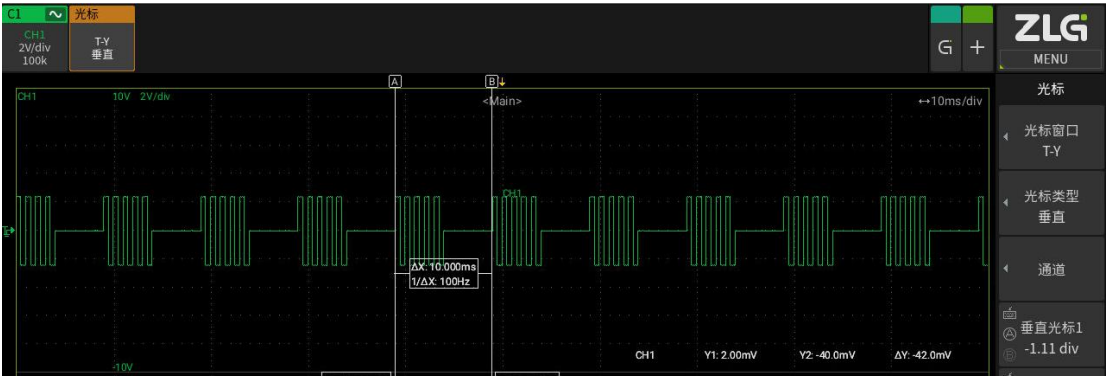


图 5.284 垂直光标界面

(3) 标记光标

用户可选择两种标记格式：标记、线。两种格式都可测量每个光标点和触发位置之间的时间值、四个光标点之间的时间差、每条水平光标的垂直值，并可测量垂直值之间的水平差。

- 标记：四个光标显示在选择的通道波形上，显示格式设置标记时，界面依次是白色 $+$ 、 $\times$ 、 Y 、 λ ；
- 线：若显示格式设置“线”时，界面依次显示 A1、A2、A3、A4。

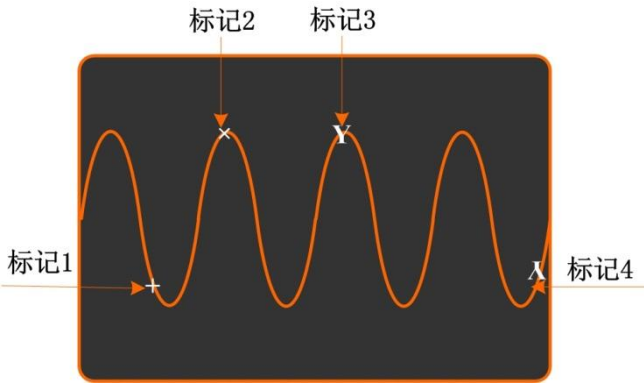


图 5.285 标记格式光标示意图

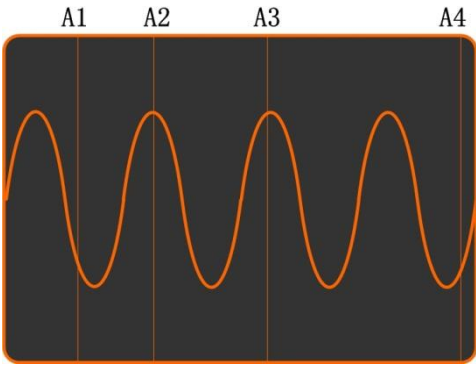


图 5.286 线格式光标示意图

标记格式

显示在屏幕上的标记显示格式：标记、线。下文介绍以显示格式“标记”阐述。

标记

可以设置四个显示标记，标记 1~4，可以在一个波形上显示，也可以在不同波形上显示。点击图 5.273 左③菜单【标记】，弹出测量标记菜单如图 5.287 所示。

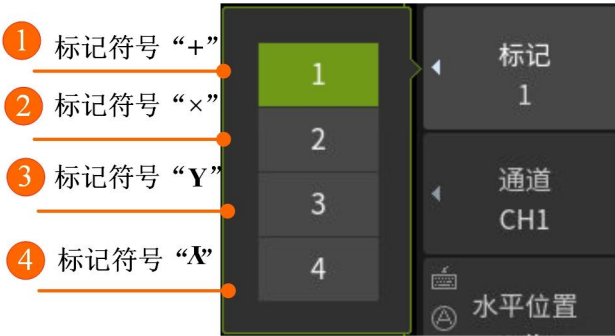


图 5.287 标记设置菜单

源通道

T-Y 窗口下，可选择一些波形作为源波形，CH1~CH16、SCH1~SCH16(CH1_1~CH16_16)、Rtm1~Rtm16、Math1~Math8。点击图 5.273 左③菜单【通道】，弹出测量源波形菜单如图 5.288 所示。



图 5.288 源通道

水平位置

设置所需标记的水平位置，用户旋转旋钮 A 移动光标位置。

默认波形显示窗口中心设为 0div，四个标记光标移动范围±5div，步进 0.01，默认 0div。



图 5.289 移动水平位置

项目

点击图 5.273 左①菜单【项目】，弹出水平光标菜单如图 5.290 所示，用户可设置全开、全关或其中某个测量项。

- X1: 标记光标 1 与触发位置时间差；
- X2: 标记光标 2 与触发位置的时间差；
- X3: 标记光标 3 与触发位置时间差；
- X4: 标记光标 4 与触发位置的时间差；
- $\Delta(X2-X1)$: 标记光标 1 与光标 2 的时间差；
- $\Delta(X3-X1)$: 标记光标 1 与光标 3 的时间差；
- $\Delta(X4-X1)$: 标记光标 1 与光标 4 的时间差；
- $\Delta(X3-X2)$: 标记光标 2 与光标 3 的时间差；
- $\Delta(X4-X2)$: 标记光标 2 与光标 4 的时间差；
- $\Delta(X4-X3)$: 标记光标 3 与光标 4 的时间差；
- Y1: 标记光标 1 的垂直值；
- Y2: 标记光标 2 的垂直值；
- Y3: 标记光标 3 的垂直值；
- Y4: 标记光标 4 的垂直值；
- $\Delta(Y2-Y1)$: 标记光标 1 与光标 2 的垂直值之差；
- $\Delta(Y3-Y1)$: 标记光标 1 与光标 3 的垂直值之差；
- $\Delta(Y4-Y1)$: 标记光标 1 与光标 4 的垂直值之差；
- $\Delta(Y3-Y2)$: 标记光标 2 与光标 3 的垂直值之差；
- $\Delta(Y4-Y2)$: 标记光标 2 与光标 4 的垂直值之差；
- $\Delta(Y4-Y3)$: 标记光标 3 与光标 4 的垂直值之差。

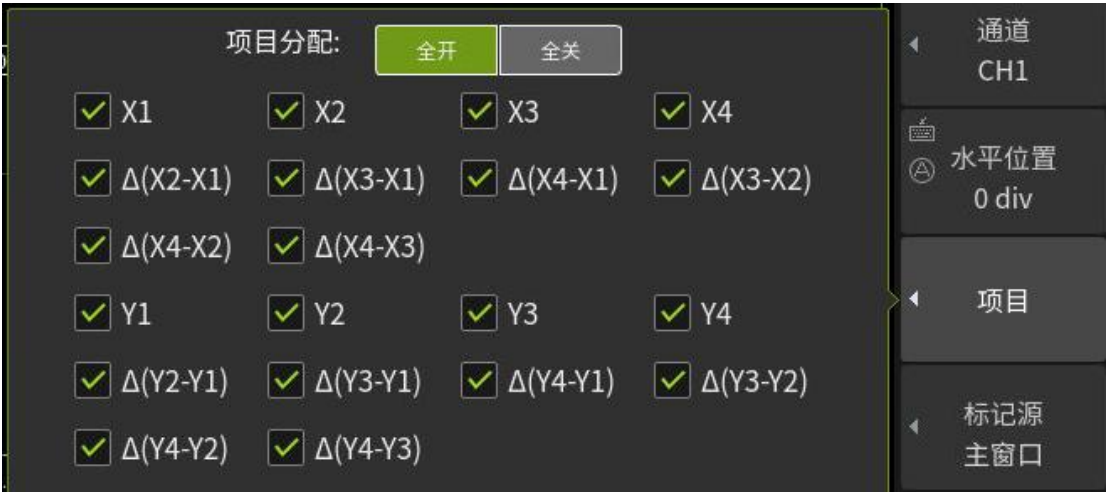


图 5.290 标记显示项目

标记源

光标跳转功能通过光标 1、光标 2、光标 3、光标 4 跳转到指定缩放窗口。点击图 5.273 左③菜单【标记源】弹出图 5.291 所示界面，可在主窗口和缩放窗口间切换光标显示。



图 5.291 标记源菜单

界面显示

T-Y 窗口，标记光标界面显示如图 5.292、图 5.293 所示。

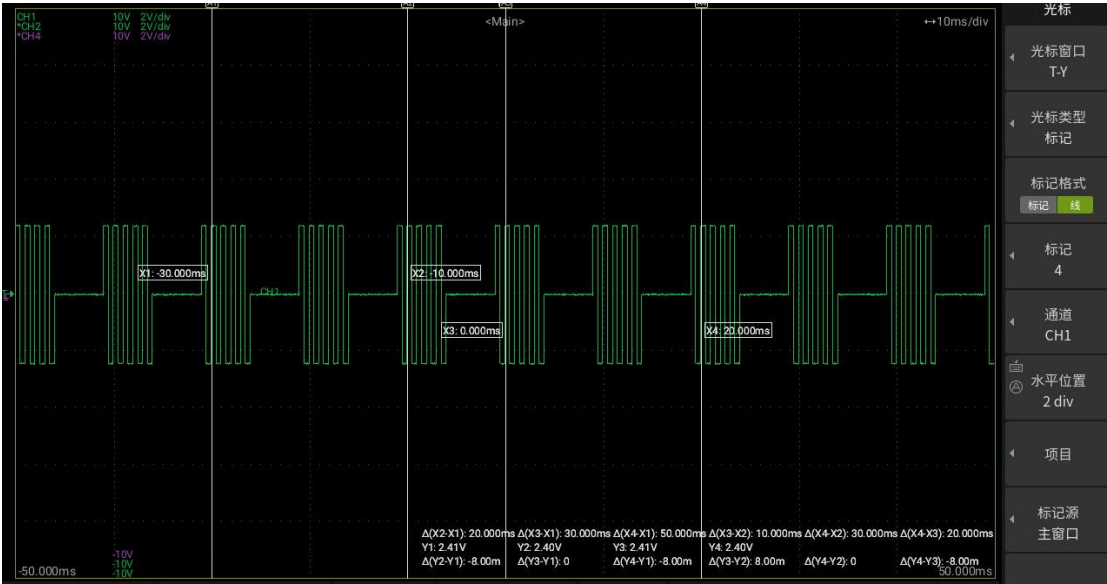


图 5.292 线格式光标界面显示

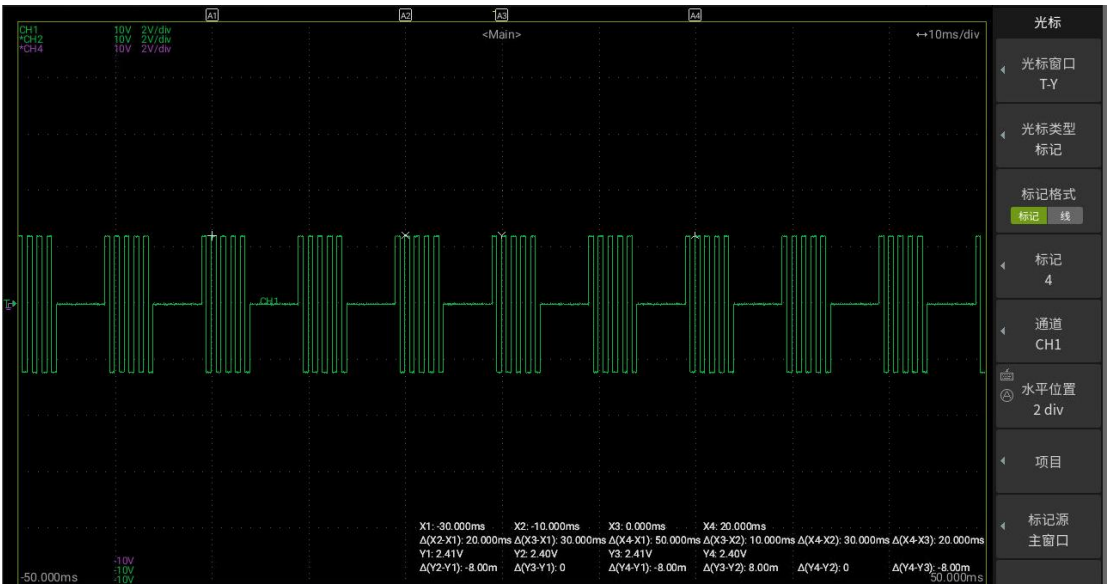


图 5.293 记光标界面显示

(4) 角度光标

角度光标可实现通过测量时间值转换成角度。在时间轴上，设置引用 1 确定光标基准角度的零点位置、设置引用 2 确定基准角度的结束位置，从而实现光标 1、光标 2 距离零点位置的角度及两个光标之间的夹角。

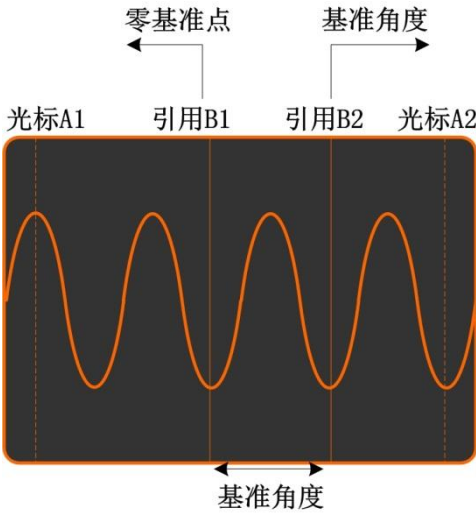


图 5.294 角度光标示意图

源通道

T-Y 窗口下，可选择一些波形作为源波形，CH1~CH16、SCH1~SCH16(CH1_1~CH16_16)、Rtm1~Rtm16、Math1~Math8。点击图 5.273 左④菜单【通道】，弹出测量源波形菜单如图 5.295 所示，光标通道支持多选。



图 5.295 源通道选择

移动光标

用户旋转旋钮 A 移动光标 1 和光标 2。此外，短按旋钮 A 可切换光标 1/2、开启联动模式同时移动 1/2 光标，再次短按旋钮 A 关闭 1/2 联动模式。

默认波形显示窗口中心设为 0div，光标 1/2 移动范围±5div，步进 0.01，默认 0div。



图 5.296 光标菜单

引用

用户旋转旋钮 B 移动引用 1 和引用 2。此外，短按旋钮 B 可切换光标 1/2、开启联动模式同时移动引用 1/2，再次短按旋钮 B 关闭 1/2 联动模式。

默认波形显示窗口中心设为 0div，引用 1/2 移动范围±5div，步进 0.01，默认 0div。



图 5.297 引用菜单

基准角度

设置要分配给引用 1 和引用 2 光标定义范围的参考角度。可选择范围 1~720。默认 360。



图 5.298 基准角度菜单

项目

点击图 5.273 左④菜单【项目】，弹出水平光标菜单如图 5.299 所示，用户可设置全开、全关或其中某个测量项。

- X1: 角度光标 1 与零基准位置引用 1 的角度；
- X2: 角度光标 2 与零基准位置引用 1 的角度；
- ΔX : 光标 1 和光标 2 之间的夹角；
- Y1: 光标 1 与源波形交叉处的垂直值；
- Y2: 光标 2 与源波形 2 交叉处的垂直值；
- ΔY : 光标 1 和光标 2 和波形交叉的垂直差值。



图 5.299 项目菜单

引用源

光标跳转功能通过修改引用源在指定缩放窗口 ZOOM1、ZOOM2 和主窗口间相互切换。点击图 5.273 左④菜单【光标跳转】或点击“光标”功能卡片，弹出如图 5.300 所示界面。



图 5.300 引用源菜单

T-Y 窗口，角度光标界面显示如图 5.301 所示。

- 当【光标】1/2 范围设置在【引用】1 右侧时，X1 和 X2 显示角度为正，如图 5.301 所示；
- 当【光标】1/2 范围设置载在【引用】1/左侧时，X1 和 X2 显示角度为负。

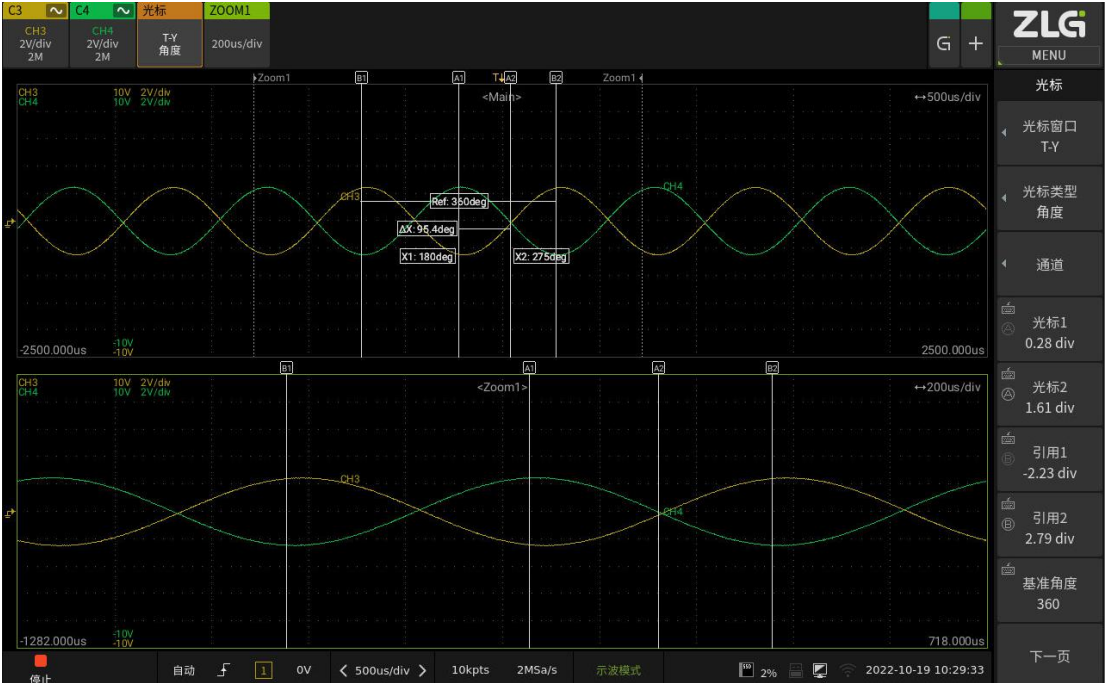


图 5.301 光标界面

(5) 垂直&水平光标

水平光标和垂直光标同时显示。

- 水平轴上出现两条白色实线 A1、A2，用来测量每条水平光标的垂直值，并可测量垂直值之间的差值；
- 垂直轴上出现的两条白色实线 B1、B2，用来测量光标和触发位置之间的时间、两个光标之间的时间差及时间差的倒数
- 此外还可以测量光标范围内单位时间内垂直值得变化量。

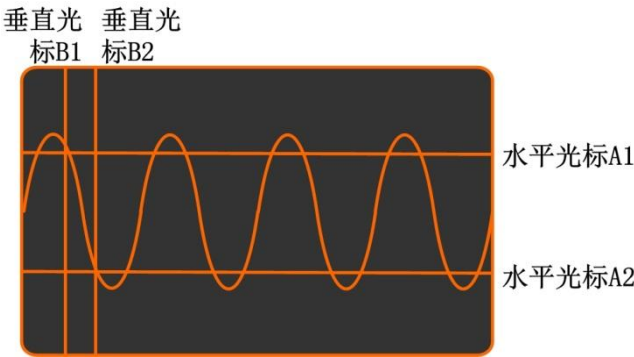


图 5.302 垂直&水平光标示意图

源通道

和“水平光标”和“垂直光标”可选择通道源相同，此处不再赘述。

移动光标

用户旋转旋钮 A 移动水平光标 1 和 2。此外，短按旋钮 A 可切换光标 1 和 2、开启联动模式同时移动水平光标 1 和 2，再次短按旋钮 A 关闭 1 和 2 联动模式。

用户旋转旋钮 B 移动垂直光标 1 和 2。此外，短按旋钮 B 可切换光标 1 和 2、开启联动模式同时移动垂直光标 1 和 2，再次短按旋钮 B 关闭 1 和 2 联动模式。

默认波形显示窗口中心设为 0div，垂直&水平光标 1、光标 2 移动范围 $\pm 5\text{div}$ ，步进 0.01，默认 0div。



图 5.303 光标设置菜单

项目

点击图 5.273 左⑤菜单【项目】，弹出水平&垂直光标菜单如图 5.304 所示，用户可设置全开、全关或其中某个测量项。

- X1: 垂直光标 1 与触发位置时间差；
- X2: 垂直光标 2 与触发位置的时间差；
- ΔX : 垂直光标 1 与光标 2 的时间差；
- $1/\Delta X$: 垂直光标 1 与光标 2 若的时间差的倒数；
- Y1: 水平光标 1 和波形 1 相交的垂直值；
- Y2: 光标光标 2 和波形 1 相交的垂直值；
- ΔY : 垂直光标 1 与光标 2 的差值；
- $\Delta Y/\Delta X$: 光标范围内单位时间内垂直值的变化量。



图 5.304 水平&垂直光标项目菜单

光标跳转

光标跳转功能通过修改垂直 1 源和垂直 2 源在指定缩放窗口 ZOOM1、ZOOM2 和主窗口间相互切换。点击图 5.273 左⑤菜单【光标跳转】弹图 5.305 所示界面。



图 5.305 垂直源设置菜单

显示界面

T-Y 窗口，水平&垂直光标界面显示如图 5.306 所示。

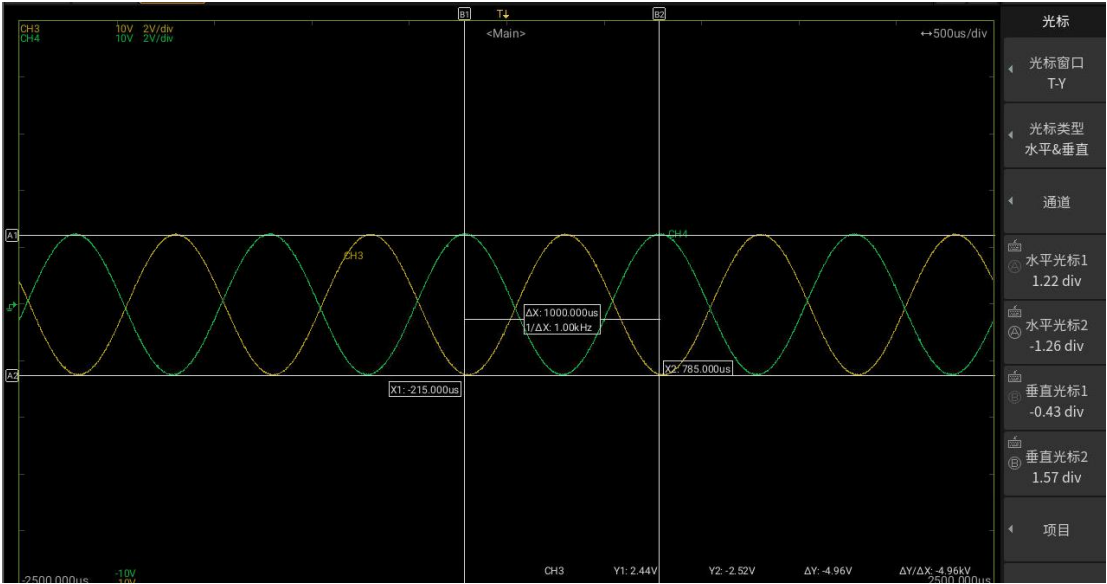


图 5.306 水平垂直光标界面

5. X-Y 波形

图 5.271【光标窗口】设置“X-Y”，以下光标类型可用：水平光标、垂直光标、标记光标、水平&垂直光标，四种光标菜单如图 5.307 所示。

- 关闭：不执行光标测量。
- 水平光标：两个水平光标被用来测量 Y 轴垂直值。
- 垂直光标：两个垂直光标被用来测量 X 轴时间值。
- 水平&垂直光标：两个水平光标和两个垂直光标用来测量 Y 垂直值和 X 时间值；
- 标记光标：四个标记光标在波形上移动用来测量波形值。



图 5.307 X-Y 窗口光标类型菜单



图 5.308 X-Y 光标窗口四种光标类型菜单

X-Y 界面四种光标各菜单功能描述如表 5.16 所示。

表 5.16 X-Y 界面各菜单描述

序号	光标类型	通道设置	移动光标	项目
①	水平光标	XY1~XY8	类似 T-Y 界面水平光标, 此处不再赘述	项目分配: 全开 全关 ☒ Y1 ☒ Y2 ☒ ΔY ➤ Y1: 光标 1 中 Y 踪迹的垂直值; ➤ Y2: 光标 2 中 Y 踪迹的垂直值; ➤ ΔY: 光标 1 与光标 2 的 Y 踪迹垂直差值。

续上表

序号	光标类型	通道设置	移动光标	项目
②	垂直光标		类似 T-Y 界面垂直光标，此处不再赘述	项目分配: 全开 全关 ☒ X1 ☒ X2 ☒ ΔX ➤ X1: 光标 1 中 X 踪迹的垂直值; ➤ X2: 光标 2 中 X 踪迹的垂直值; ➤ ΔX: 光标 1 与光标 2 的 X 踪迹垂直差值。
③	标记光标	XY1~XY8 	类似 T-Y 界面标记光标，此处不再赘述	项目分配: 全开 全关 ☒ X1 ☒ X2 ☒ X3 ☒ X4 ☒ Y1 ☒ Y2 ☒ Y3 ☒ Y4 ☒ T1 ☒ T2 ☒ T3 ☒ T4 ☒ Δ(T2-T1) ☒ Δ(T3-T1) ☒ Δ(T4-T1) ➤ X1: 标记光标 1 中 X 踪迹的垂直值; ➤ X2: 标记光标 2 中 X 踪迹的垂直值; ➤ X3: 标记光标 3 中 X 踪迹的垂直值; ➤ X4: 标记光标 4 中 X 踪迹的垂直值; ➤ Y1: 标记光标 1 中 Y 踪迹的垂直值; ➤ Y2: 标记光标 2 中 Y 踪迹的垂直值; ➤ Y3: 标记光标 3 中 Y 踪迹的垂直值; ➤ Y4: 标记光标 4 中 Y 踪迹的垂直值; ➤ T1: 标记光标 1 水平位置对应的时刻; ➤ T2: 标记光标 2 水平位置对应的时刻; ➤ T3: 标记光标 3 水平位置对应的时刻; ➤ T4: 标记光标 4 水平位置对应的时刻; ➤ Δ(T2-T1): 标记光标 2 与光标 1 的时间差; ➤ Δ(T3-T1): 标记光标 3 与光标 1 的时间差; ➤ Δ(T4-T1): 标记光标 4 与光标 1 的时间差。

续上表

序号	光标类型	通道设置	移动光标	项目
④	水平&垂直光标		类似 T-Y 界面垂直&水平光标，此处不再赘述	项目分配: 全开 全关 ☒ X1 ☒ X2 ☒ ΔX ☒ Y1 ☒ Y2 ☒ ΔY ➤ X1: 垂直光标 1 中 X 踪迹的垂直值; ➤ X2: 垂直光标 2 中 X 踪迹的垂直值; ➤ ΔX: 垂直光标 1 与光标 2 的 X 踪迹垂直差值; ➤ Y1: 水平光标 1 中 Y 踪迹的垂直值; ➤ Y2: 水平光标 2 中 Y 踪迹的垂直值; ➤ ΔY: 水平光标 1 与光标 2 的 Y 踪迹垂直差值。

6. FFT 波形

图 5.271【光标窗口】设置“FFT”，以下光标类型可用标记光标、峰值光标，光标菜单如图 5.309 所示。

- 关闭：不执行光标测量；
- 标记光标：四个标记光标在波形上移动测量频率值及光标间差值、幅值；
- 峰值光标：在 FFT 测量范围内，自动识别并标记出峰值。



图 5.309 FFT 光标窗口类型



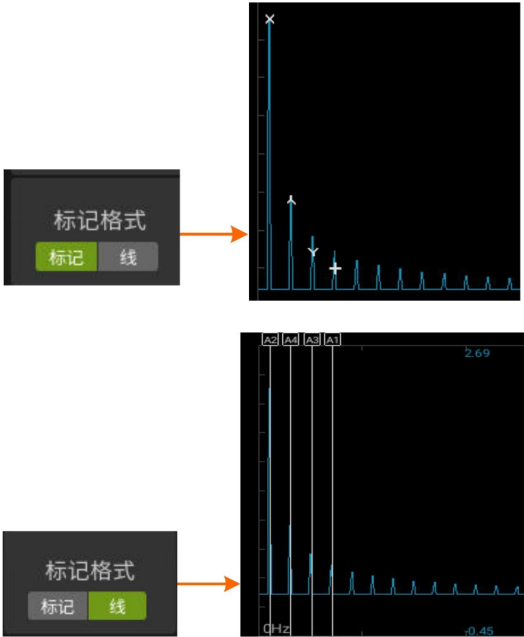
图 5.310 FFT 两种光标类型菜单

(1) 标记光标

FFT 标记光标可测量每个光标处的频率、幅值及光标之间的频率差值、幅值差值，每个光标可以独立选择通道源。

FFT 标记光标参数说明见表 5.17 所示。

表 5.17 FFT 标记光标参数说明

图片示意	参数设置说明
	用户可选择两种标记格式：标记、线。 ➤ 记：四个光标显示在选择的通道波形上，显示格式设置标记时，界面依次是白色； ➤ 线：若显示格式设置“线”时，界面依次显示 A1、A2、A3、A4。
	标记： ➤ 用户可设置四个显示标记，标记 1~4。 ➤ 可以在一个波形上显示，也可以在不同波形上显示。
	通道源选择： ➤ FFT1、FFT2。
	移动光标： ➤ 选择旋钮 A 移动光标在 FFT 波形图上的位置。默认值为 0div，可设置范围-5div~5div，步进 0.01div。
	项目：用户可设置全开、全关或其中某个测量项。 ➤ X1：标记光标 1 位置的频率值； ➤ X2：标记光标 2 位置的频率值； ➤ X3：标记光标 3 位置的频率值； ➤ X4：标记光标 4 位置的频率值； ➤ Δ(X2-X1)：标记光标 2 与光标 1 的频率差值；

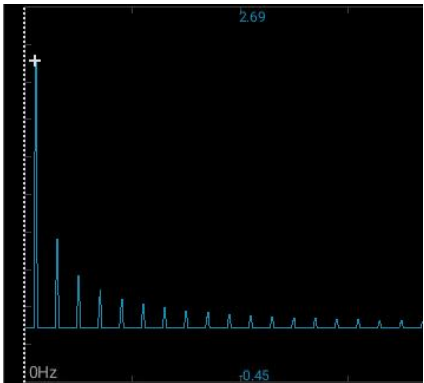
续上表

图片示意	参数设置说明
	➤ $\Delta(X3-X1)$: 标记光标 3 与光标 1 的频率差值; ➤ $\Delta(X4-X1)$: 标记光标 4 与光标 1 的频率差值; ➤ $\Delta(X3-X2)$: 标记光标 3 与光标 2 的频率差值; ➤ $\Delta(X4-X2)$: 标记光标 4 与光标 2 的频率差值; ➤ $\Delta(X4-X3)$: 标记光标 4 与光标 3 的频率差值; ➤ Y1: 标记光标 1 位置的垂直值; ➤ Y2: 标记光标 2 位置的垂直值; ➤ Y3: 标记光标 3 位置的垂直值; ➤ Y4: 标记光标 4 位置的垂直值; ➤ $\Delta(Y2-Y1)$: 标记光标 2 与光标 1 的垂直差值; ➤ $\Delta(Y3-Y1)$: 标记光标 3 与光标 1 的垂直差值; ➤ $\Delta(Y4-Y1)$: 标记光标 4 与光标 1 的垂直差值; ➤ $\Delta(Y3-Y2)$: 标记光标 3 与光标 2 的垂直差值; ➤ $\Delta(Y4-Y2)$: 标记光标 4 与光标 2 的垂直差值; ➤ $\Delta(Y4-Y3)$: 标记光标 4 与光标 3 的垂直差值。

(2) 峰值光标

FFT 峰值光标自动检测峰值，并测量出峰值处的频率和幅值。FFT 峰值光标参数说明见表 5.18 所示。

表 5.18 峰值光标参数说明

图片示意	参数设置说明
	支持 FFT1、FFT2 单窗口或双窗口峰值光标功能。

续上表

图片示意	参数设置说明
	移动光标： ➢ 用户旋转旋钮 A 设置 FFT1 窗口中光标的起点和终点。此外，短按旋钮 A 可切换起点和终点、开启联动模式同时移动起点和终点，再次短按旋钮 A 关闭联动模式； ➢ 用户旋转旋钮 B 设置 FFT2 窗口中光标的起点和终点。此外，短按旋钮 A 可切换起点和终点、开启联动模式同时移动起点和终点，再次短按旋钮 A 关闭联动模式； ➢ 起点：默认值 0div，可设置范围-5div~5div，步进 0.01div。 ➢ 终点：默认值 0div，可设置范围-5div~5div，步进 0.01div。
	项目：用户可设置全开、全关或其中某个测量项。 ➢ F1: FFT1 窗口光标显示处峰值频率值； ➢ F2: FFT2 窗口光标显示处峰值频率值； ➢ Y1: FFT1 窗口光标显示处峰值幅值； ➢ Y2: FFT2 窗口光标显示处峰值幅值。

5.4.8 动作

1. 功能概述

动作功能仅在示波模式下有效。

触发一次，执行一次动作，如保存数据/保存截图/打印屏幕/蜂鸣器响/根据检测结果发送电子邮件，支持触发动作、实时事件动作和 GO-NOGO 三种动作源，见图 5.311。



图 5.311 三种动作源

当实时事件功能和 GO-NOGO 打开时，菜单中的动作功能不能执行。

记录仪支持三种动作：触发动作、双捕获动作、GO-NOGO 动作。

- 触发动作：动作功能开启时，触发一次，就会按照指定的操作，执行一次动作。
- 双捕获动作：双捕获更开启时，双捕获触发一次，就会按照指定的操作，动作一次；

- GO-NOGO 动作：符合 GO 或 NOGO 设置条件成立时，按照指定的操作执行动作。

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷方式打开动作功能。

- 点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“动作”功能，主界面上会出现“动作”功能卡片。动作功能添加后，功能管理“+”键菜单中“动作”会是禁用状态，删掉“动作”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启动作功能，如图 5.312、图 5.316 所示。
- 选中“动作”卡片，点击导航键“G 键”，可选择不同动作，设置不能功能类型动作，见触发动作、GO-NOGO 动作、实时事件动作菜单分别见图 5.313、图 5.314、图 5.315 所示。

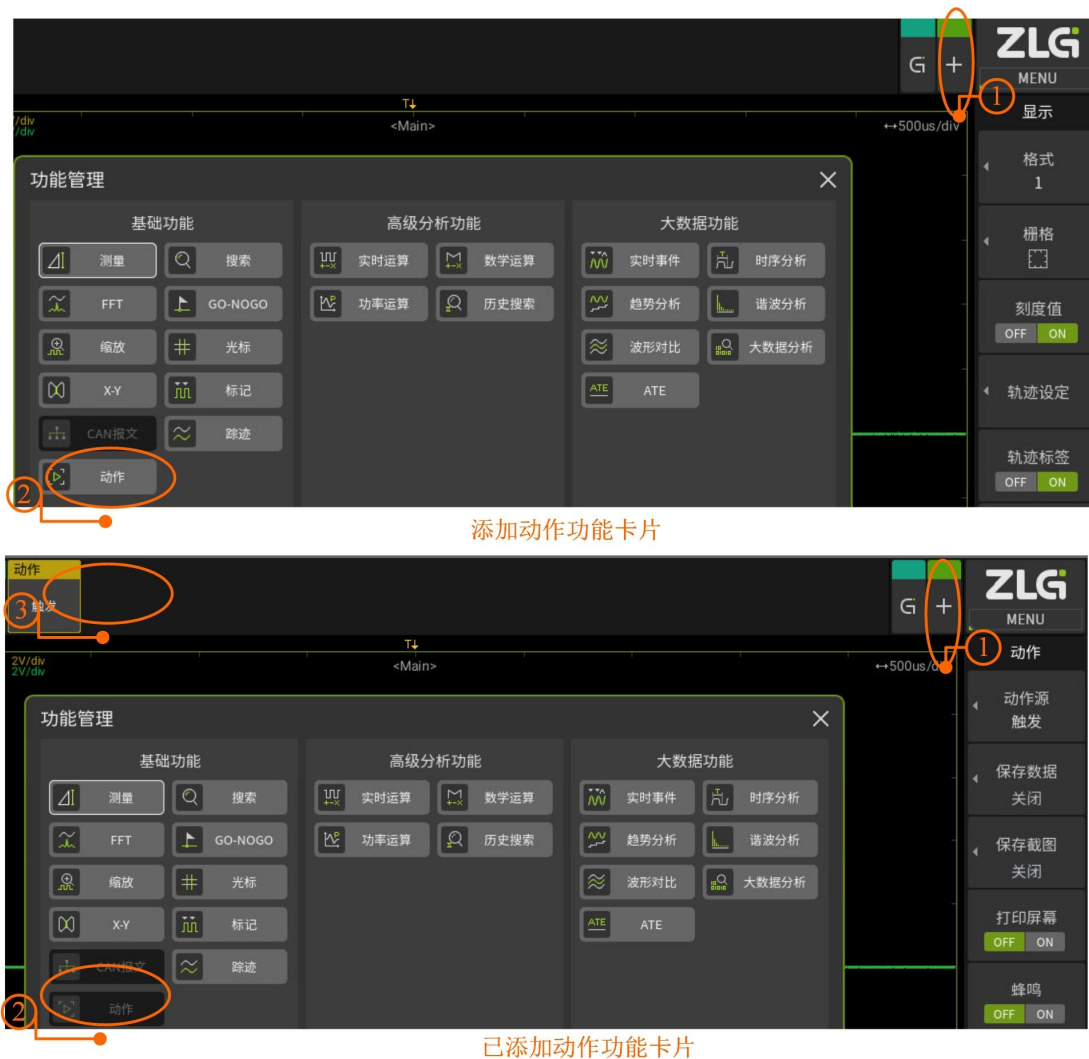


图 5.312 进入动作菜单



图 5.313 触发动作菜单

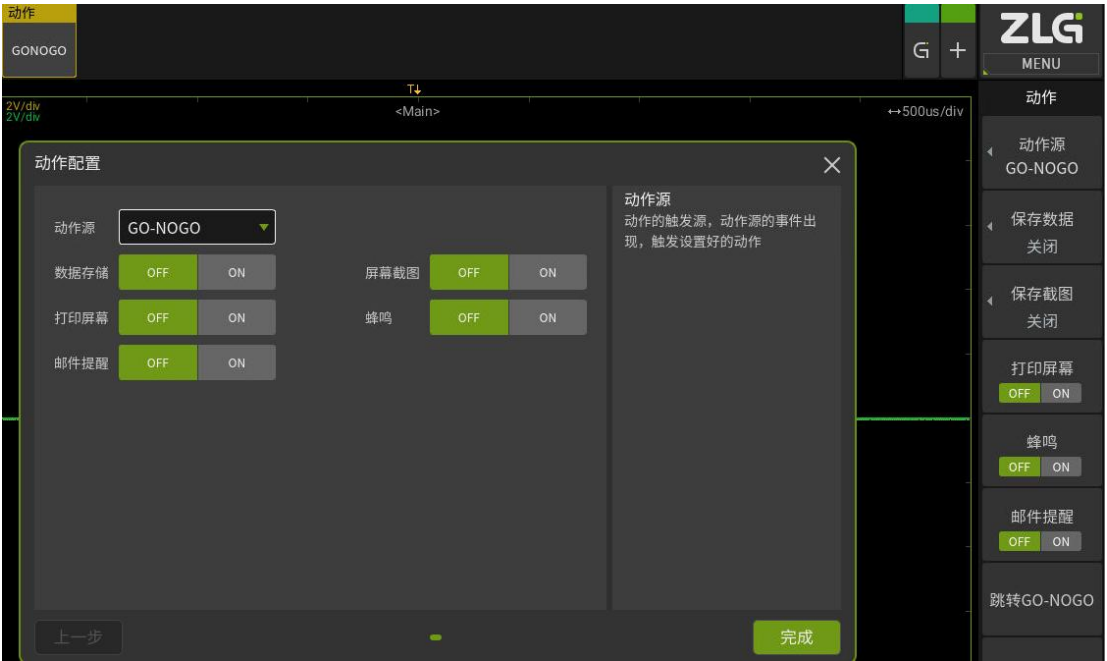


图 5.314 GO-NOGO 动作菜单

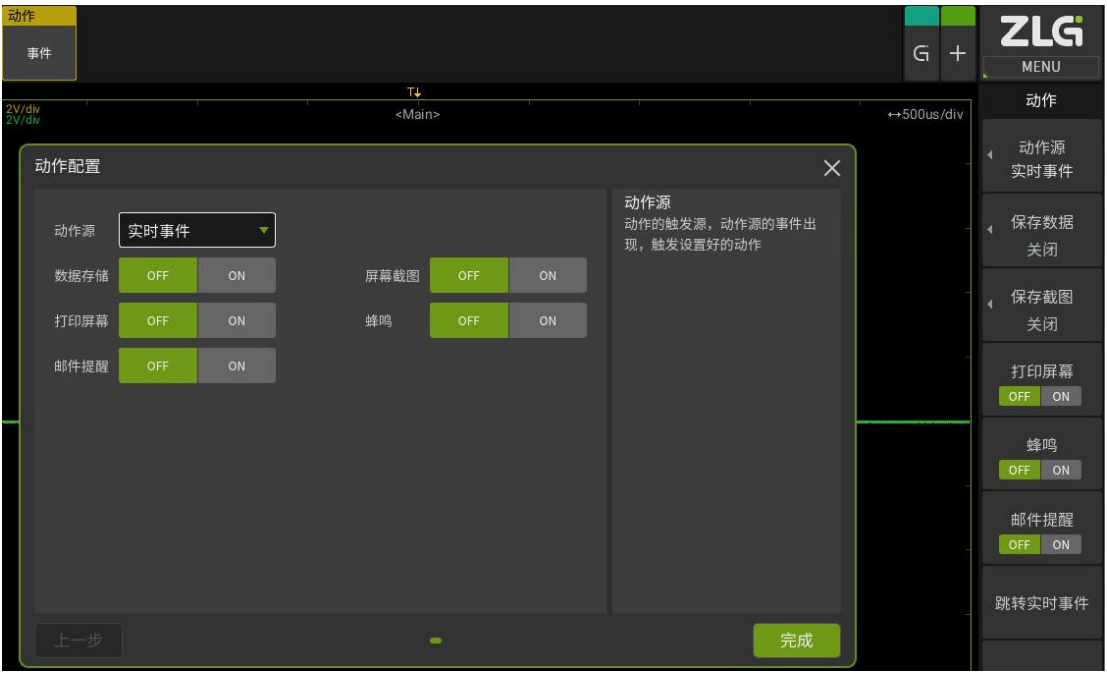


图 5.315 实时事件动作菜单



图 5.316 动作功能菜单

3. 功能菜单

动作功能作用时，示波记录仪支持以下几种可选操作，且各个操作之间是独立的，可同时设置。

- 保存数据：保存数据开启时，可将波形数据保存到指定的路径（内置硬盘或外置存储器）、按照编号或时间自动命名存储文件名、选择存储的文件格式，设置菜单如图 5.317 所示，详情操作可参考“**存储**”章节。
- 保存截图：保存截图开启时，可将屏幕截图保存到指定的路径（内置硬盘或外置存储器）、按照编号或时间自动命名存储文件名、选择截图的文件格式，设置菜单如图 5.317 所示，详情操作可参考“**5.3.6 捕获**”章节。
- 打印屏幕：动作生效时，用户可以在网络打印机上打印屏幕截图，详情操作可参考“**5.3.6 网络打印机**”章节。
- 蜂鸣：触发一次，动作一次，蜂鸣器响一次。
- 邮件提醒：用户可以将触发时间和其他电子邮件信息发送到特定的电子邮件地址，作为动作功能中的操作，详情可参考“**5.3.6 邮件**”章节。



图 5.317 保存数据

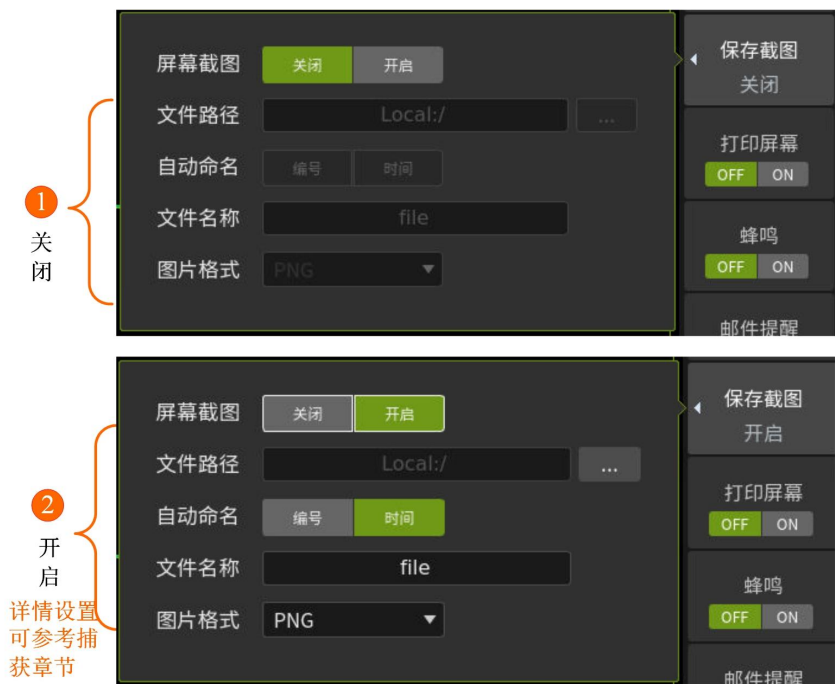


图 5.318 保存截图

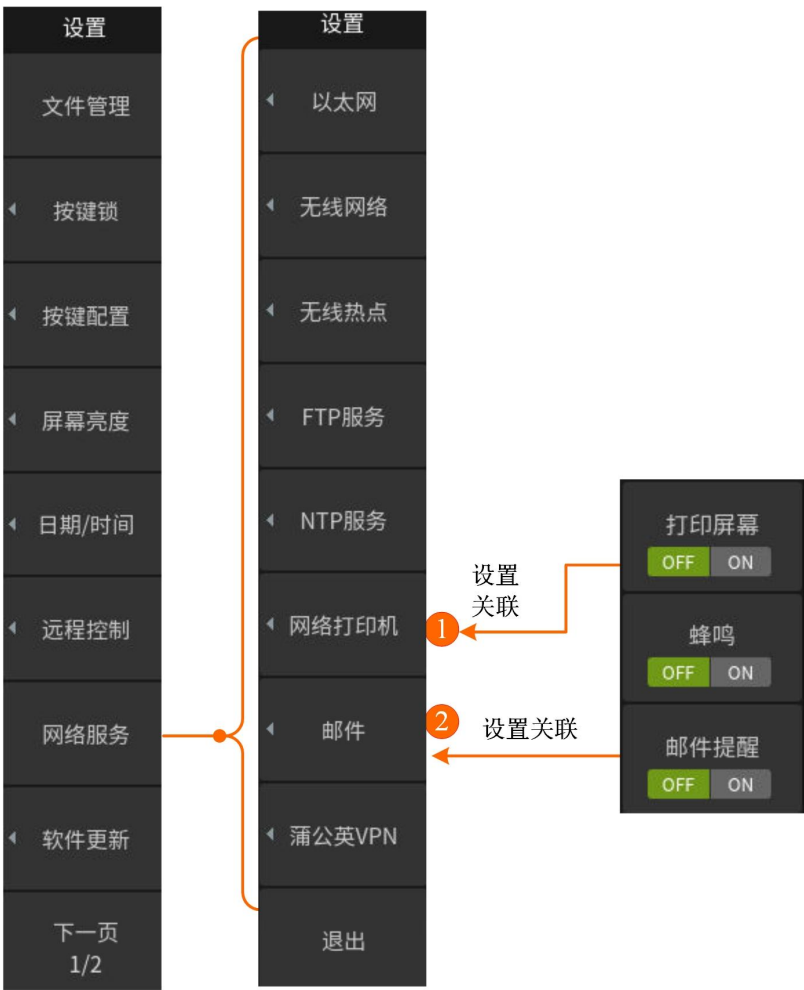


图 5.319 打印屏幕和邮件提醒

5.4.9 CAN 报文

1. 功能概述

CAN 报文功能仅应用在 DQM-62151 CANFD 采集卡，CAN/CANFD 通道开启时有效。CAN 报文分析功支持 CAN 报文统计、周期统计分析、DBC 解析、报文列表显示等。

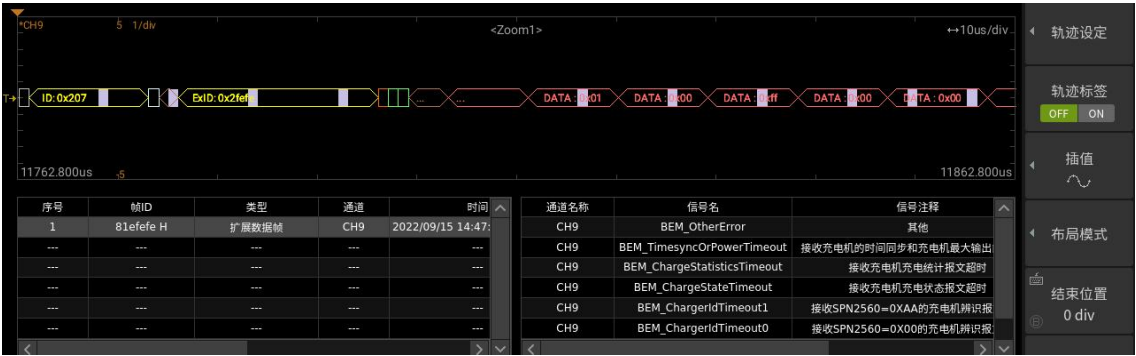


图 5.320 DBC 报文解析

2. 操作步骤

CANFD 卡开启时，CAN 报文功能有效。

- 点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“CAN 报文”功能，主界面上会出现“CAN 报文”功能卡片。CAN 报文添加后，功能管理“+”键菜单中“CAN 报文”会是禁用状态，删掉“CAN 报文”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启 CAN 报文功能，见图 5.321 所示。
- 选中“CAN 报文”卡片，点击导航键“G 键”，进入 CAN 报文菜单，见图 5.322 所示。



添加CAN报文功能卡片



已添加CAN报文功能卡片

图 5.321 进入 CAN 报文功能

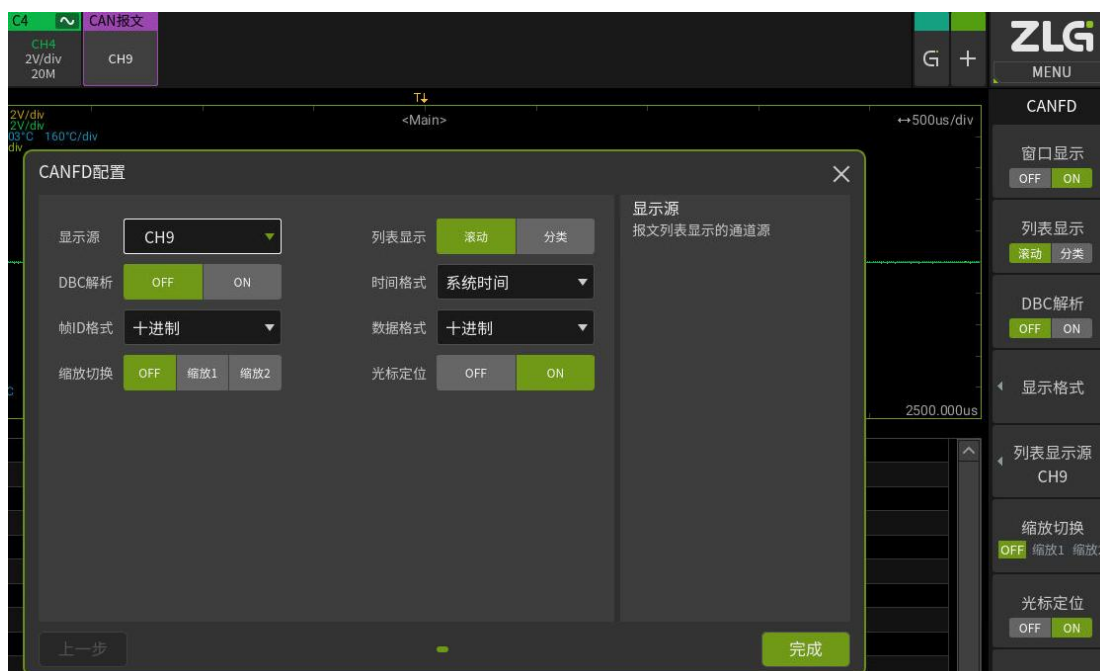


图 5.322 CAN 报文菜单



图 5.323 CAN 报文菜单

3. 功能菜单

(1) 窗口显示

点击图 5.323 中【窗口显示】设置 ON 或 OFF，开启或关闭 CAN 协议报文。

(2) 列表显示

CAN 报文列表显示支持两种显示方式：滚动和分类

- 滚动：显示当前一屏报文所有帧信息，见图 5.324；
- 分类：根据帧 ID 分类，仅显示最新的帧信息，见图 5.325。



图 5.324 列表显示设置“滚动”方式



图 5.325 列表显示设置“分类”方式

(3) DBC 解析

对接收数据进行应用层解析，可以导入 DBC 文件，查看 DBC 解析结果，ZDL 系列示波记录仪支持两种 DBC 解析格式，普通和 J1939，见图 5.326，J1939 标准，解析结果图 5.327 所示。此外，通过存储功能，可保存信号 DBC 数据。



图 5.326 DBC 解析格式



图 5.327 J1939 DBC 解析

需注意：当 DBC 解析格式选择“J1939”，发送的 ID 是子通道 ID 最高三位置 0 得到的 id。见图 5.328。



图 5.328 J1939 DBC 解析 发送的 ID

按仪器面板【store】按键，存储类型选择【CAN 数据】，数据类型选择【信号 DBC 数据】，点击【执行保存】，导出的 DBC 解析结果，见图 5.329 所示。

序号	通道	传输方向	时间	信号	帧ID	数据 (HEX)	数据	单位	描述
1	CH5_1	发送	15:33:35:959	SPN3908_BEM_OtherErr	136206068	0	0		其他:0
2	CH5_2	发送	15:33:35:959	SPN3903_BEM_ToPTimeout	136206068	0	0		接收充电机的时间同步和充电机最大输出能力超时:正常
3	CH5_3	发送	15:33:35:959	SPN3907_BEM_ChStTimeout	136206068	0	0		接收充电机充电统计报文超时:正常
4	CH5_4	发送	15:33:35:959	SPN3905_BEM_CSTimeout	136206068	0	0		接收充电机充电状态报文超时:正常
5	CH5_5	发送	15:33:35:959	SPN3902_BEM_ChTimeout1	136206068	0	0		接收SPN2560=0XAA的充电机辨识报文超时:正常
6	CH5_6	发送	15:33:35:959	SPN3901_BEM_ChTimeout0	136206068	0	0		接收SPN2560=0X00的充电机辨识报文超时:正常
7	CH5_7	发送	15:33:35:959	SPN3904_BEM_ChFinTimeout	136206068	0	0		接收充电机完成充电准备报文超时:正常
8	CH5_8	发送	15:33:35:959	SPN3906_BEM_CATimeout	136206068	0	0		接收充电机中止充电报文超时:正常

图 5.329 DBC 接线分析报表

(4) 周期统计

ZDL6000 示波记录仪报文周期统计功能，可统计出帧数量、全部周期、最大最小周期、平均周期、标准差及帧起始结束时间，便于筛选出周期异常的报文。此外，通过存储功能，可保存信号周期统计结果。

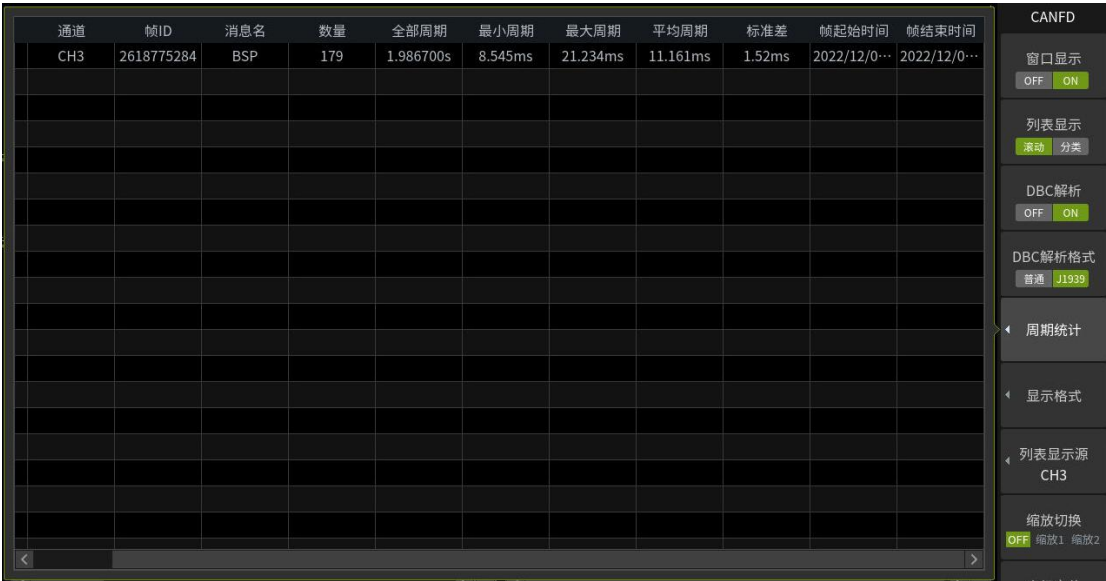


图 5.330 周期统计

按仪器面板【store】按键，存储类型选择【CAN 数据】，数据类型选择【信号周期统计】，点击【执行保存】，导出的周期统计数据报表见图 5.331 所示。

序号	通道	消息名	帧id	条数	平均周期(ms)	最小周期(ms)	最大周期(ms)	全部周期(ms)	帧初次时间	帧末次时间	标准差(ms)
1	CH3	CHM	-1742274818	450	11.103	10.211	17.528	4985.606	16:40:59:355	16:41:04:341	0.639

图 5.331 周期统计保存报表

(5) 数据显示格式

通过设置显示方式，可改变 CAN 报文列表中的数据显示格式，见图 5.332 所示。

- ✧ 时间格式：支持系统时间和相对时间：
 - 相对时间：开始采集时刻为 0 开始标记时间；
 - 系统时间：按电脑系统时间来标记时间。
- ✧ 帧 ID 格式：二进制、八进制、十进制、十六进制。
- ✧ 数据格式：二进制、八进制、十进制、十六进制。



图 5.332 数据显示格式

(6) 列表显示源

切换报文列表显示源，可分别查看两个通道的报文接收发送详情，见图 5.333、图 5.334。



图 5.336 开启光标定位

4. 硬件接口

CAN 卡支持 2 路 CAN 相关协议信号，支持 2 路 DIDO 辅助数字量输入输出接口，其中 DI 为输入数字信号，DO 为输出数字信号。CAN 硬件接口图见图 5.337，引脚说明见表 5.19 所示。

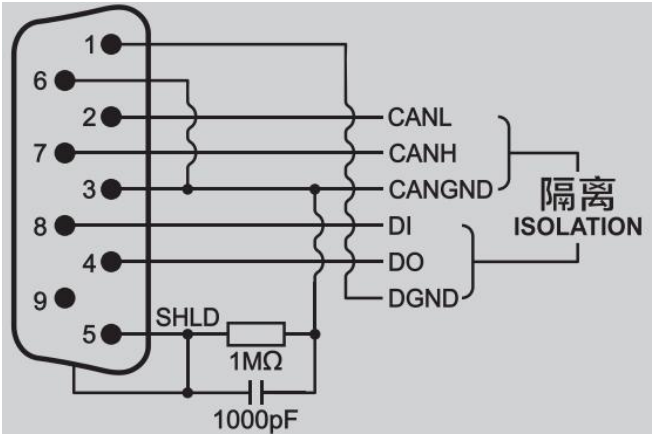


图 5.337 硬件接口图

表 5.19 CANFD 卡硬件接口

引脚	引脚名称	功能
1 脚	DGND	DI/DO 信号地连接端
2 脚	CANL	CAN 低信号线连接端
3 脚	CANGND	CAN 信号地连接端
4 脚	DO	DO 输出信号线连接端

续上表

引脚	引脚名称	功能
5 脚	SHLD	与机壳地接在一起
6 脚	CANGND	CAN 信号地连接端
7 脚	CANH	CAN 高信号线连接端
8 脚	DI	DI 输入信号连接端
9 脚	NC	未定义

5. 补充阅读

CAN 总线通信是通过数据帧、远程帧、错误帧、过载帧及帧间隔五种类型的帧进行的。

- ✧ 数据帧：用于发送节点向接收节点传输数据，是使用最多的帧类型；
- ✧ 远程帧：用于接收节点向某个发送节点请求数据的帧；
- ✧ 错误帧：用于在检测出通信错误（如校验错误）时向其它节点通知错误的帧；
- ✧ 过载帧：用于接收节点通知；
- ✧ 帧间隔：用于将数据帧和远程帧与全面的帧分离开来的帧。

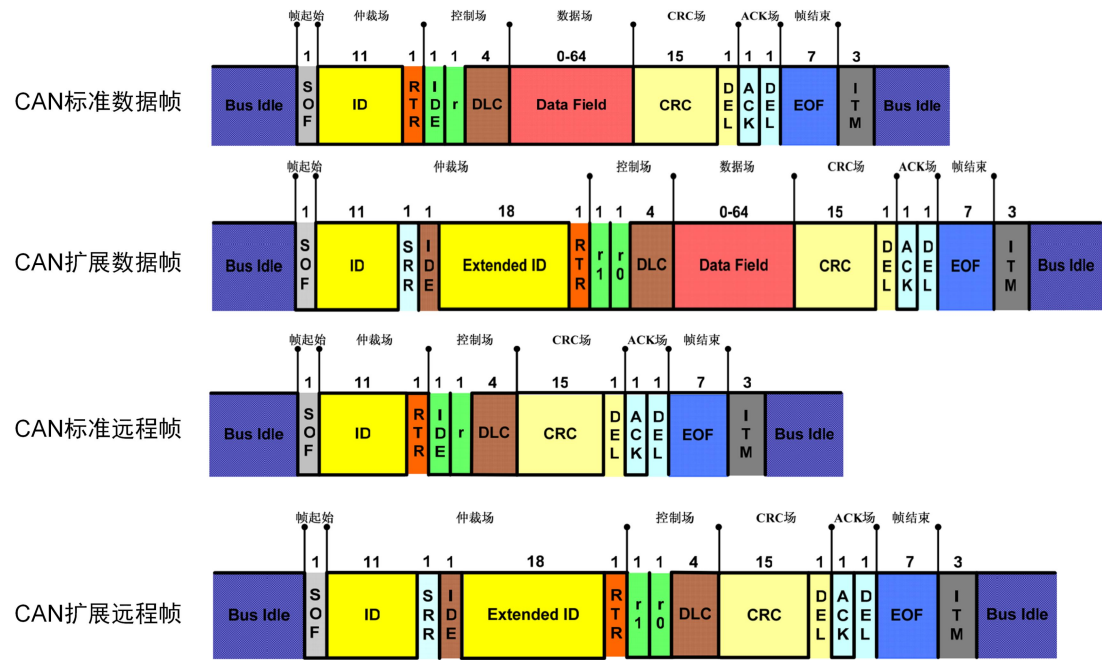


图 5.338 CAN 帧类型

数据帧各段功能：

- ✧ 帧起始位 SOF：是一位显性位，标识一个数据帧的开始，用于同步。只有在总线空闲期间节点才能够发送 SOF。
- ✧ 仲裁场：唯一确定一条报文，表明报文的含义和优先级，其中标准帧 11 位，扩展帧 29 位；
- ✧ 控制场：表示数据场的字节数；
- ✧ 数据场：0-8 个字节长度，包含 CAN 数据帧发送的内容，其中远程帧没有数据场；

- ✧ **CRC 场：**循环冗余检查（CRC）通过在发送和接收 CAN 模块时实现的多项式来执行，用于检测发送的 CAN 数据帧或 CAN 远程帧出现的数据损坏；
- ✧ **ACK 场：**ACK 位，它由报文发送节点隐性发送，而由成功执行 CRC 的所有接收器显示发送，如果生成报文的节点检测到该位为显性，那么至少有一个节点已正确接收到报文；
- ✧ **帧结束：**7 个连续的隐性位，表示数据帧结束，节点在检测到 11 个连续的隐性位后认为总线空闲。

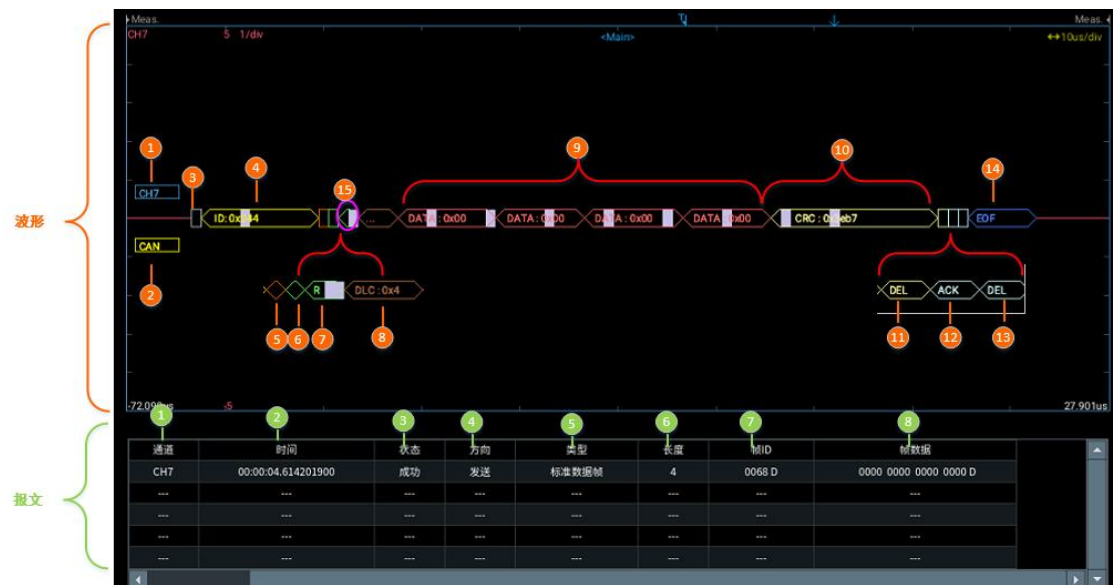


图 5.339 CAN 报文

CAN 波形界面显示

- ①：CAN 通道标号，用户可自定义标签
- ②：CAN 协议标识，区别 CANFD
- ③：SOF 帧起始，标识一个帧的开始，用于同步，只有在总线空闲期间节点才能够发送 SOF；
- ④：帧 ID 标识符，唯一确定一条报文
- ⑤：RTR 远程发送请求，不带数据段
- ⑥：IDE 标书符扩展位
- ⑦：R 保留位
- ⑧：DLC，数据长度，支持 0~8 设置
- ⑨：数据段，0~8 字节长度
- ⑩：CRC 校验，用于 CRC 检验
 - : DEL，CRC 界定符，界定 CRC 序列
 - : ACK，确定报文至少被一个节点接收
 - : DEL，ACK 界定符
 - : EOF，表示帧结束

白色色块，位填充标识，5 个连续相同极性位后插入一个相反极性位

CAN 报文解码显示

- ①: CAN 通道标号
- ②: 报文采集时间, 当前显示相对时间 (支持三种时间格式)
- ③: 通信结果状态: 成功、失败等
- ④: 方向: 发送和接收
- ⑤: 类型: 标准数据帧、标准远程帧、标准数据帧、扩展远程帧
- ⑥: 帧数据长度, 0~8, 当前帧是 4 字节
- ⑦: 帧 ID, 当前 10 进制显示 (支持四种帧 ID 格式)
- ⑧: 数据长度 4 时, 4 个字节十进制显示 (支持四种数据格式)

5.4.10 踪迹

1. 功能概述

踪迹功能在示波模式和记录模式都有效。

除了单触发模式外, 屏幕图像以更新模式显示或者滚动模式显示。快照波形是在屏幕更新模式下清除波形后或波形离开屏幕后, 继续在屏幕上显示的波形并以白色显示, 作为参考波形和新波形进行比较, 从而判断故障原因。

启用快照波形功能后, 用户可执行如下操作:

- 清空当下快照波形踪迹;
- 设置踪迹通道的信号源;
- 设置快照波形的垂直偏移;
- 设置快照波形的垂缩放。

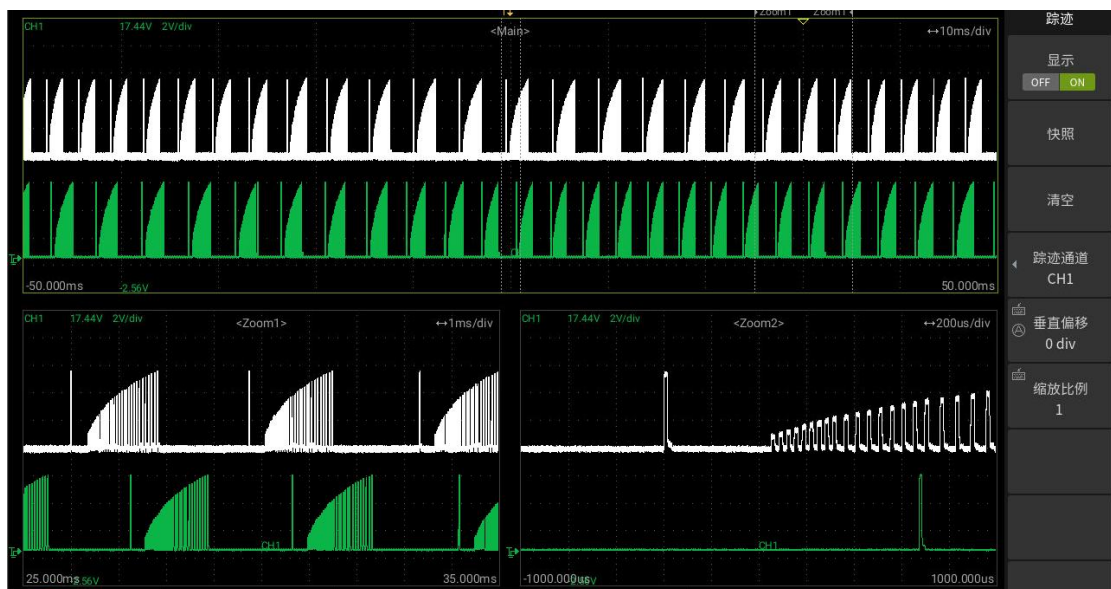


图 5.340 白色快照参考波形

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单和按键面板按键两种方式打开踪迹功能, 如图 5.341 所示。

- 方法 1 快捷菜单操作：点击功能管理 “+” 键，在弹出框中选择“踪迹”功能，主界面上会出现“踪迹”功能卡片。踪迹功能添加后，功能管理“+”键菜单中“踪迹”会是禁用状态，删掉“踪迹”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开踪迹功能；
- 方法 2 面板按键：按下前面板的【Trace】按键，进入踪迹功能设置界面。
- 选中“踪迹”卡片，点击导航键 “G 键”，进入踪迹功能菜单，见图 5.342 所示。



图 5.341 进入踪迹菜单



图 5.342 踪迹菜单

3. 功能菜单

(1) 显示

点击图 5.342 中【显示】选项，选择【ON】，显示踪迹菜单，选择【OFF】，关闭踪迹设置菜单。

(2) 快照

点击图 5.342 中【快照】选项或点击按键面板【Trace】，屏幕会自动执行当前设置下的快照功能，执行快照时候是执行当前所有开启通道，显示如图 5.343 所示。最多可显示 24 条快照波形。

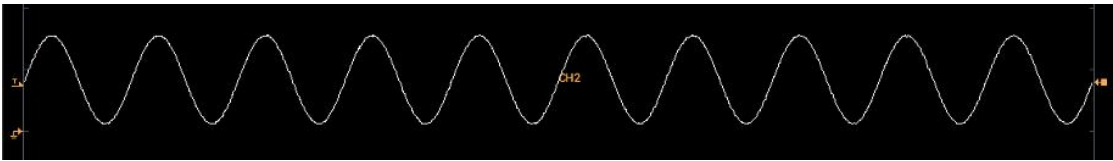


图 5.343 显示快照

(3) 清空

白色快照波形会一直保留在屏幕上，除非执行清空波形操作。点击图 5.342 中【清空】，清除屏幕上显示的快照波形。

(4) 踪迹轨道

选中一个踪迹通道后，可以更改它的垂直偏移和缩放比例，点击图 5.342 中【踪迹通道】，弹出窗口菜单如图 5.345 所示。



图 5.344 无通道开启，显示 Unknown

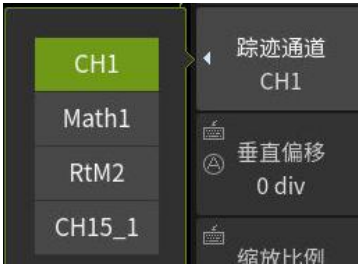


图 5.345 踪迹通道菜单

(5) 垂直偏移

旋转旋钮 A 可以设置当前踪迹通道波形下的快照波形进行垂直偏移，默认 0div，可设置范围-5div~5div。

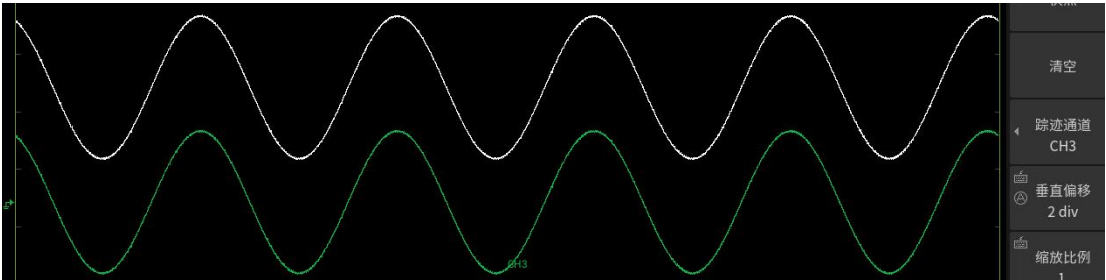


图 5.346 选中的踪迹通道 2 快照波形执行垂直偏移设置

(6) 缩放比例

点击图 5.342 中【缩放比例】，可更改选一个踪迹通道快照的缩放比例，比例设置菜单如图 5.347 所示。

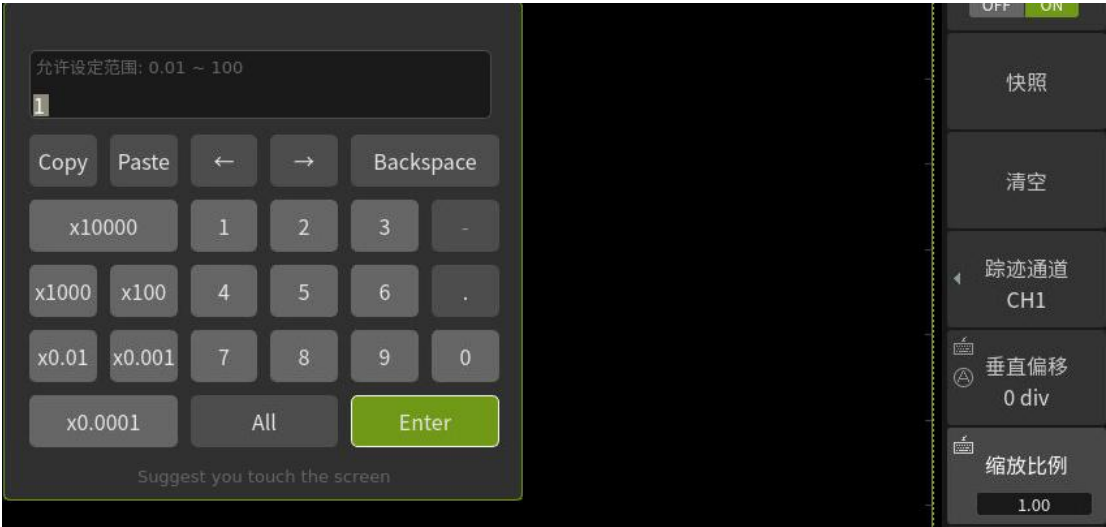


图 5.347 比例设置菜单

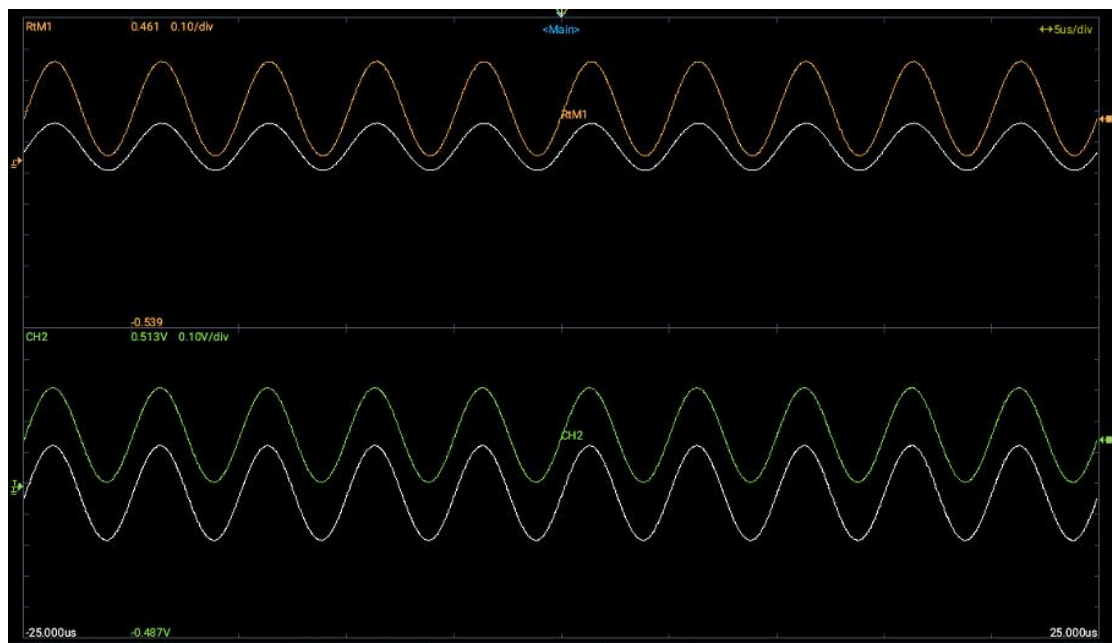


图 5.348 不同踪迹通道快照波形设置偏移和缩放比例显示界面

5.4.11 X-Y

1. 功能概述

X-Y 波形显示功能在示波模式和记录模式都有效。需要注意的是，在记录模式下，不支持 XY 累积。

XY 图有两个数值轴，沿水平轴(X 轴)方向显示一组数值数据，沿垂直轴(Y 轴)方向显示一组数值数据，每一个 X 轴值、Y 轴值配对(X, Y)会在坐标系里显示为一点。XY 图被用于显示数据数值之间的关系，例如科学数据、统计数据、工程数据。如图 5.350 所示，是示波记录仪的一个 X-Y 图示例，X 轴值和 Y 轴值为相同的测量项，因此对应的 X-Y 图为 45° 斜线。同一个界面也可以同时观测 X-Y 波形和标准 T-Y 波形。

XY(1)和 XY(2) 2 个 X-Y 操作窗口，最多支持 8 个 X-Y 波形重叠显示。

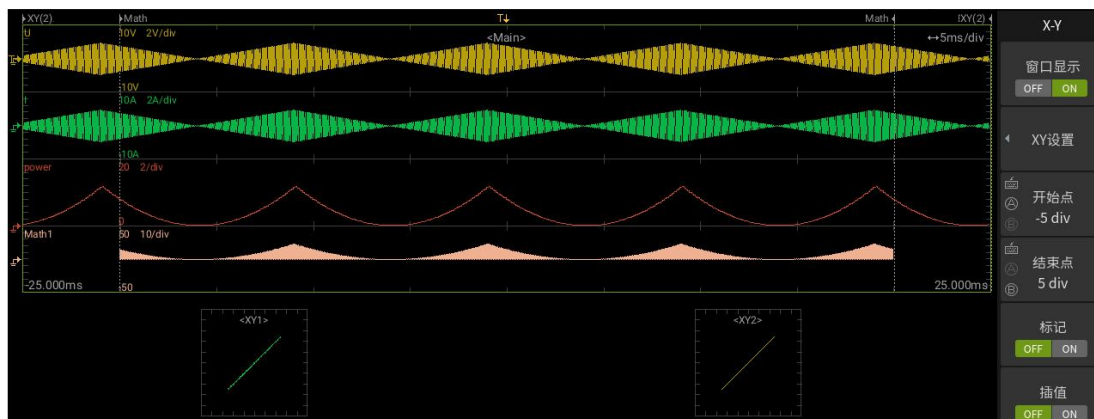


图 5.349 X-Y 波形显示

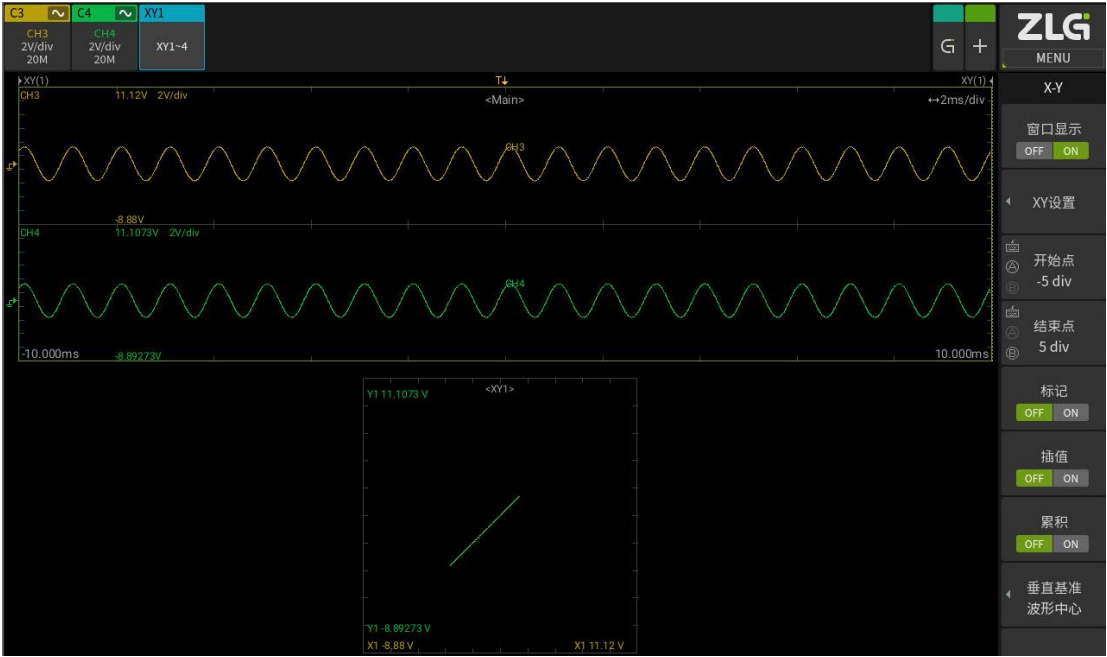


图 5.350 单窗口显示界面

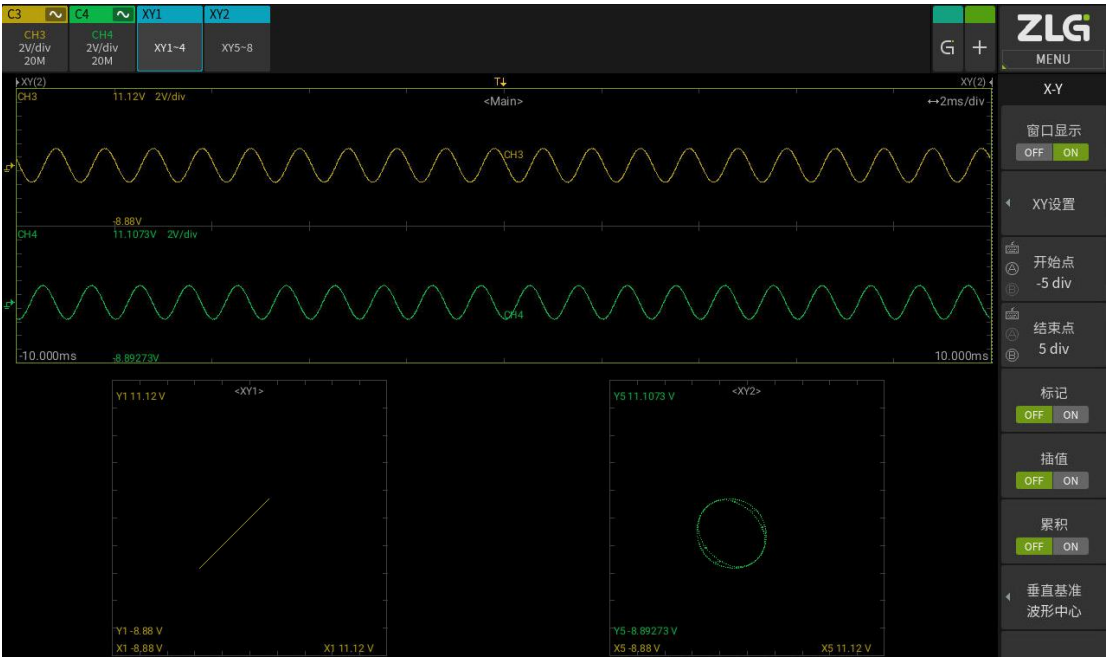


图 5.351 双窗口显示界面

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷方式打开 X-Y 功能，如图 5.352 所示。

- 点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“X-Y”功能，主界面上会出现“X-Y”功能卡片。示波记录仪支持开启 2 个 X-Y，添加一个 X-Y 功能，功能管理“+”键菜单中“X-Y”非禁用状态，可再次添加，添加两个 X-Y 后，功能管理“+”键菜单中“X-Y”会是禁用状态，删掉“X-Y”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启 X-Y 功能，见图 5.352 所示。
- 选中“X-Y”卡片，点击导航键“G 键”，进入 X-Y 功能菜单，见图 5.353 所示。



添加X-Y功能卡片



添加一个X-Y功能卡片



已添加2个X-Y功能卡片

图 5.352 打开 X-Y 功能卡片



图 5.353 X-Y 菜单



图 5.354 X-Y 设置菜单

3. 功能菜单

(1) X-Y 设置

图 5.354 中【操作窗口】中 XY (1) 和 XY (2) 只设置其中一个【显示窗口】设置为

ON 时，可以设置四对 X-Y 波形，两个都设置为 ON 时，可以设置八对 X-Y 波形。显示配置如图 5.355 所示。

- XY (1)：显示 XY1~XY4；
- XY (2)：显示 XY5~XY8；
- 其中 X 踪迹和 U 踪迹，用户可选择 CH1~CH16、SCH1~SCH16(CH1_1~CH16_16)、RTM1~RTM16、MATH1~MATH8。

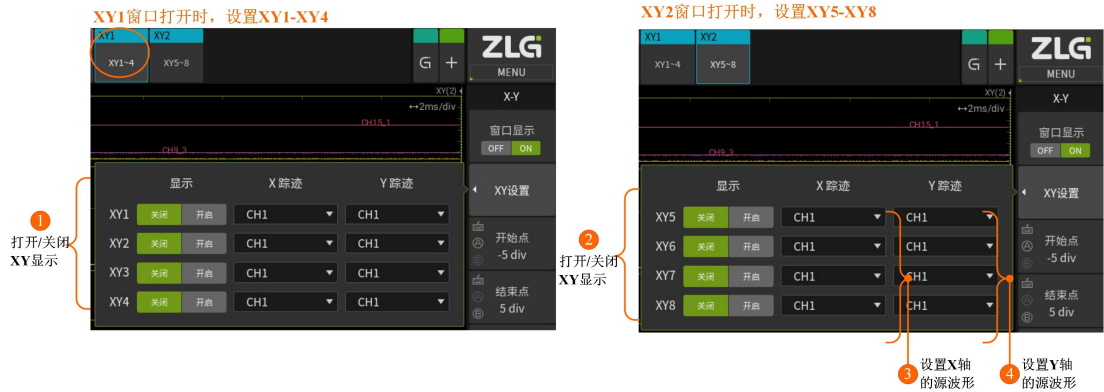


图 5.355 X-Y 设置菜单

(2) X-Y 设置起点和终点

用户可在 X-Y 波形上设置 X-Y 波形的开始和结束点，每个 X-Y 窗口设置开始和结束点，可通过键盘输入开始点或通过旋转 A/B 设置开始点，可选择范围主波形窗口中心±5div。

- 开始点/结束点：短按旋钮 A/B 可点亮/熄灭旋钮 A 或旋钮 B，通过旋转高点的旋钮，修改开始点或结束点位置；【开始点】或【结束点】设置菜单上旋钮 A/B 同时高亮时，可联动修改开始点和结束点位置。



图 5.356 起点和终点设置

(3) 标记

用户可开启标记功能，在开启的波形上可看到白色的标记，显示 XY 范围的结束位置如图 5.357 所示。



图 5.357 标记

(4) 插值

当数据点的数量在 X-Y 波形内插区域内时，示波记录仪通过采样点数据之间的插值来显示波形。

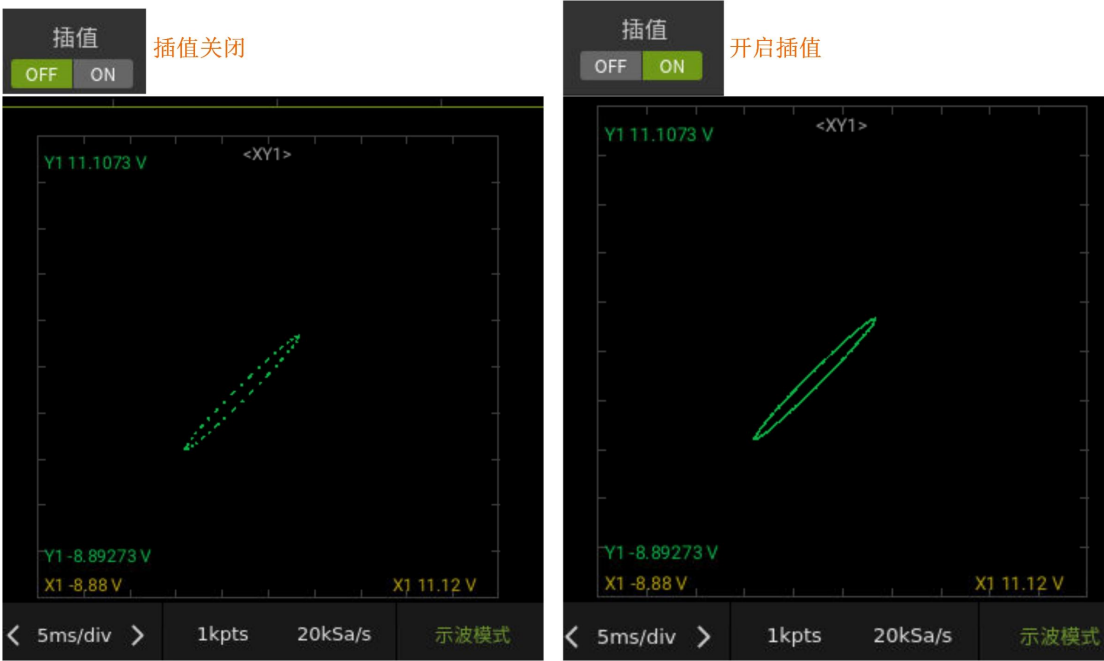


图 5.358 插值

(5) 累积

点击图 5.354 中【累积】，设置开启，可启动 X-Y 视图无限累积功能，累积效果见图 5.359。

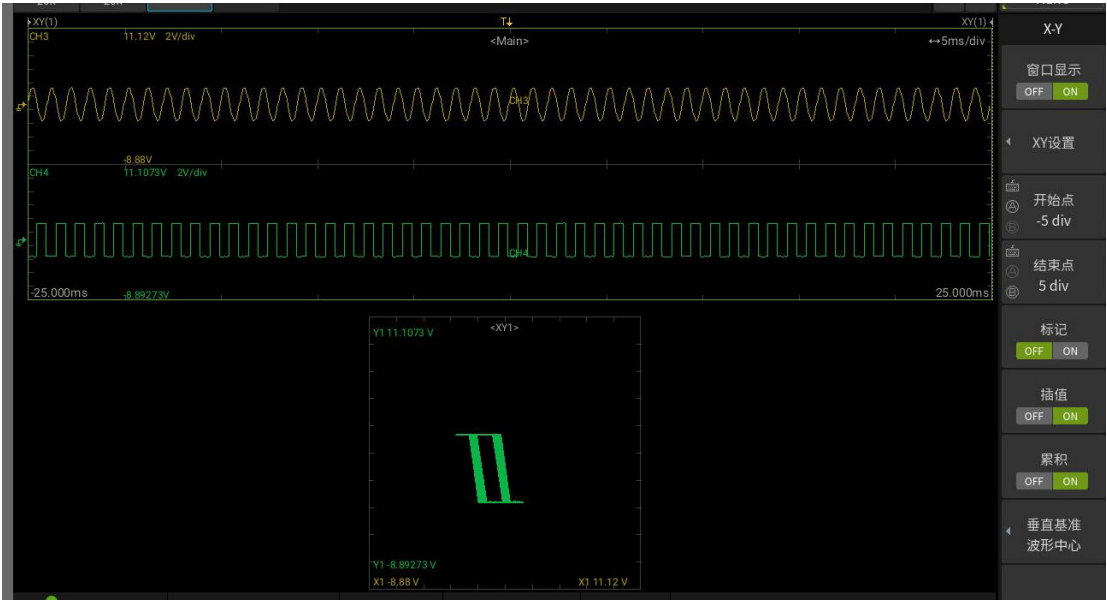


图 5.359 X-Y 累积

(6) 注意事项

X-Y 功能注意事项如下：

- 进行 X-Y 运算的窗口，采样率必须相同；
- X-Y 波形只能从 T-Y 波形创建，不能从 Zoom 波形中创建；
- 一个时域的波形和一个频域的波形不能执行 x-y 显示。

4. 补充阅读

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 5.360 所示。

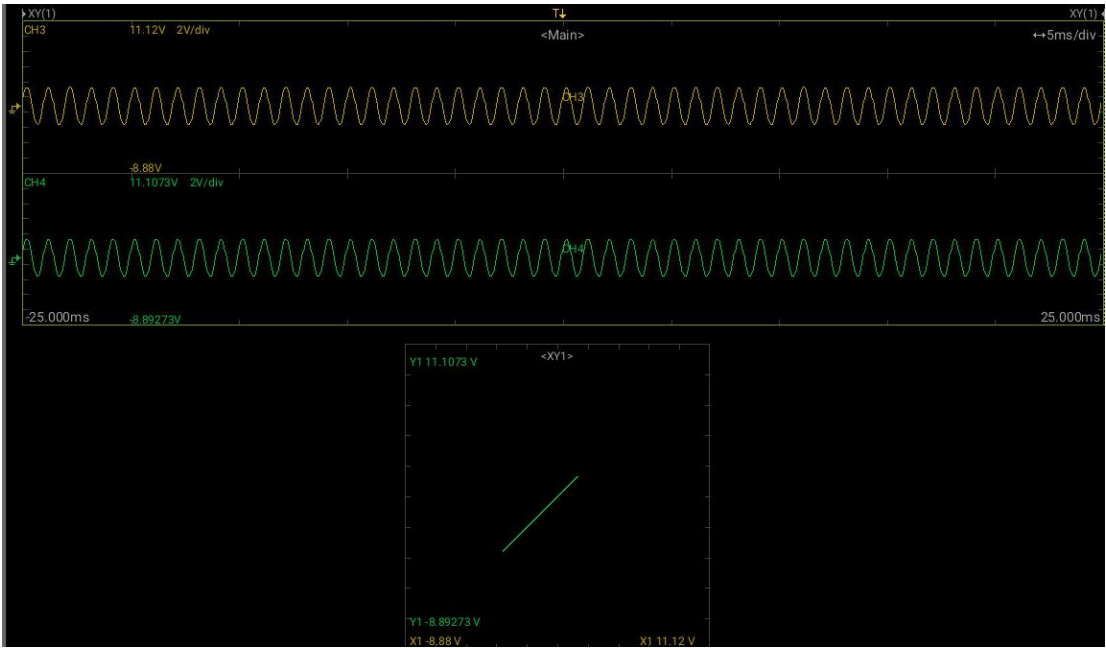


图 5.360 相同频率相位为 0°

- 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 45° 斜线，如图 5.361 所示；

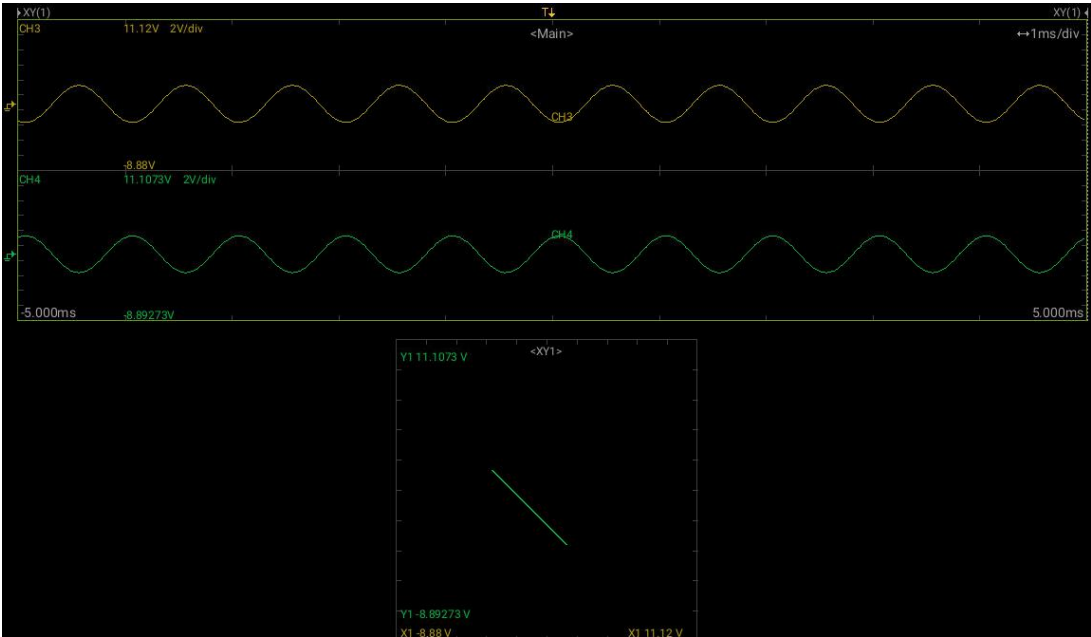


图 5.361 相同频率相位为 180°

- 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 5.362 所示；

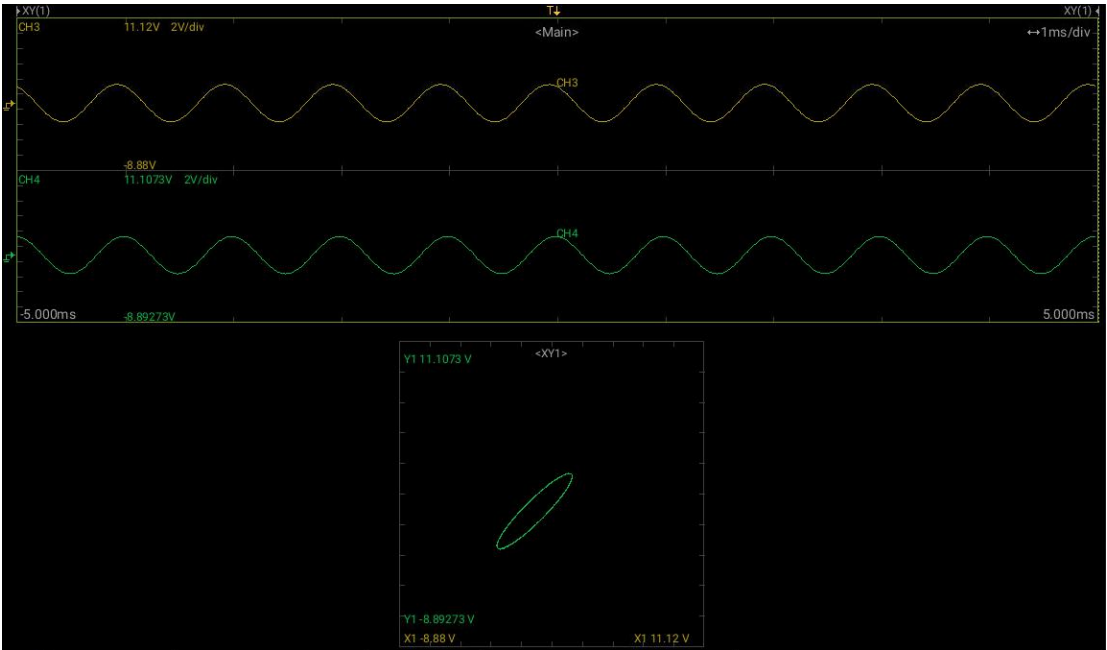


图 5.362 相同频率相位为 45°

- 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 5.363 所示。

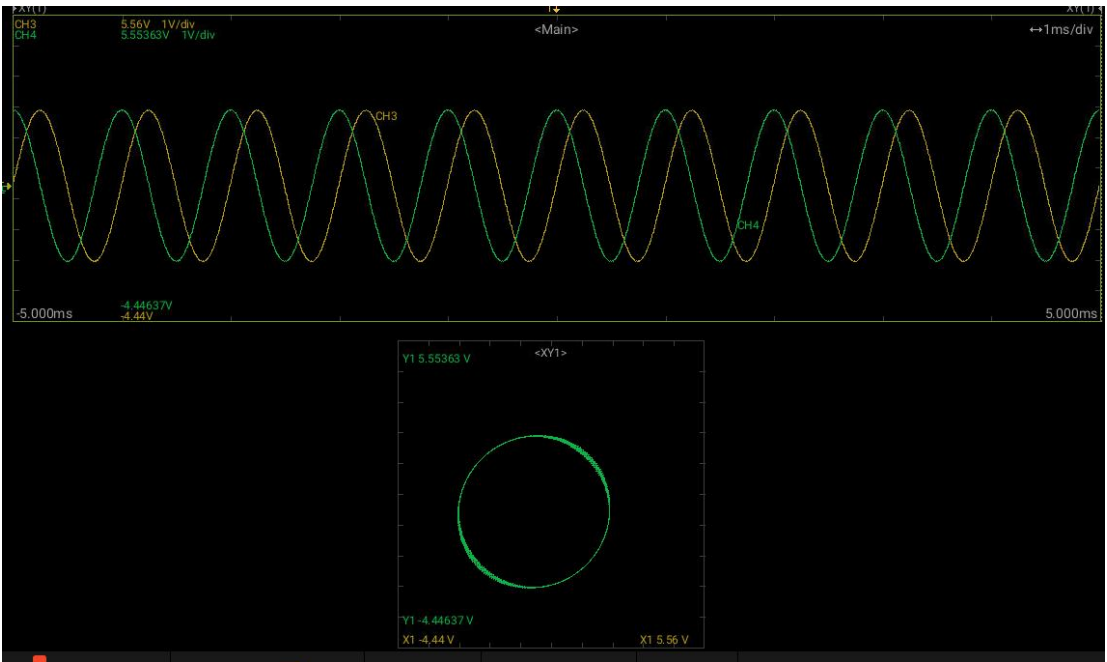


图 5.363 相同频率相位为 90°

(2) 输入频率倍频关系，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 $Y = B \sin(k \omega t + \Phi)$ ，显示如图 5.364 所示。

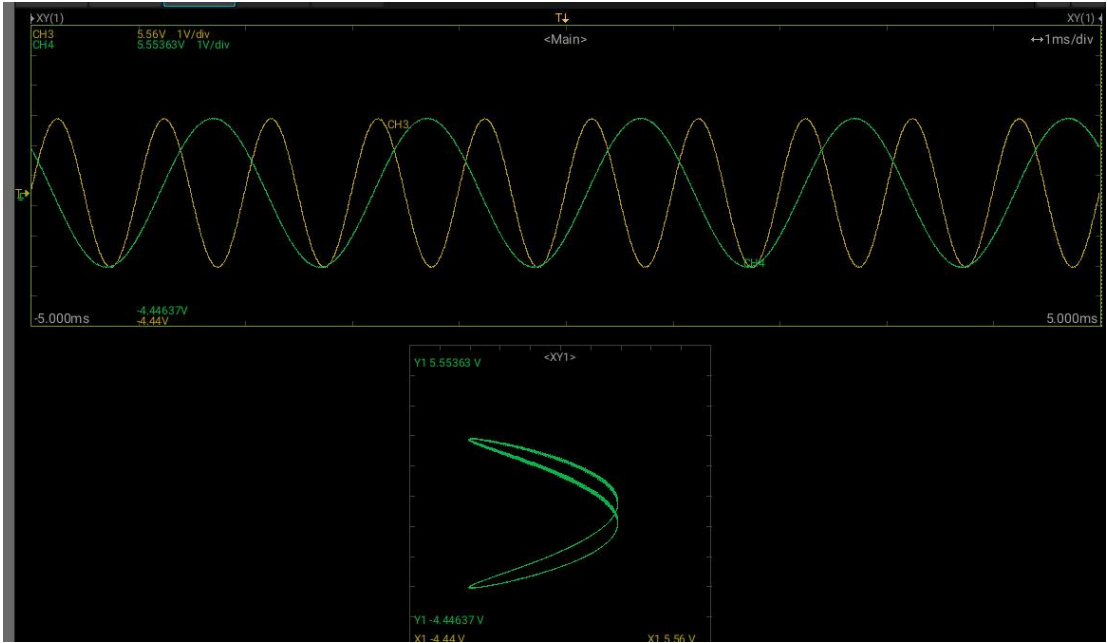


图 5.364 输入频率倍频关系，相位不同正弦波时显示

(3) 输入频率非倍频关系，相位不同正弦波时的图形显示

设通道 1 信号的幅值 $X = A \sin \omega_1 t$ ，通道 2 信号的幅值 $Y = B \sin(k \omega_2 t + \Phi)$ ，显示如图 5.365 所示。

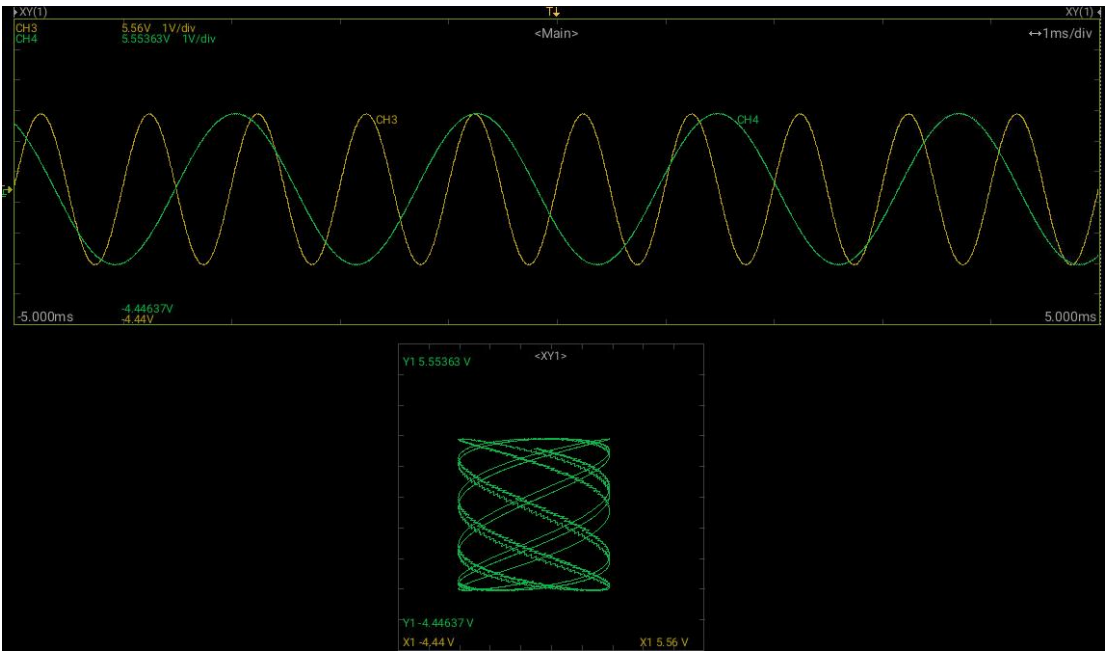


图 5.365 输入频率非倍频关系，相位不同正弦波时的图形显示

(4) 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 NY 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 NX 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:

$$\text{CH1 信号频率} : \text{CH2 信号频率} = NX : NY$$

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。

5.5 高级分析功能

5.5.1 实时运算

1. 功能概述

实时运算支持 +、-、 $\times$ 、 $\div$ 以及带系数的四则运算。实时运算功能通过实时运算通道进行操作。记录仪支持 16 个实时运算通道, 每个通道可以选择实时运算的类型, 运算源, 运算源只能选择真实通道 (包括 100M/20M 采样率电压卡通道、16 子通道电压通道、温度通道)。

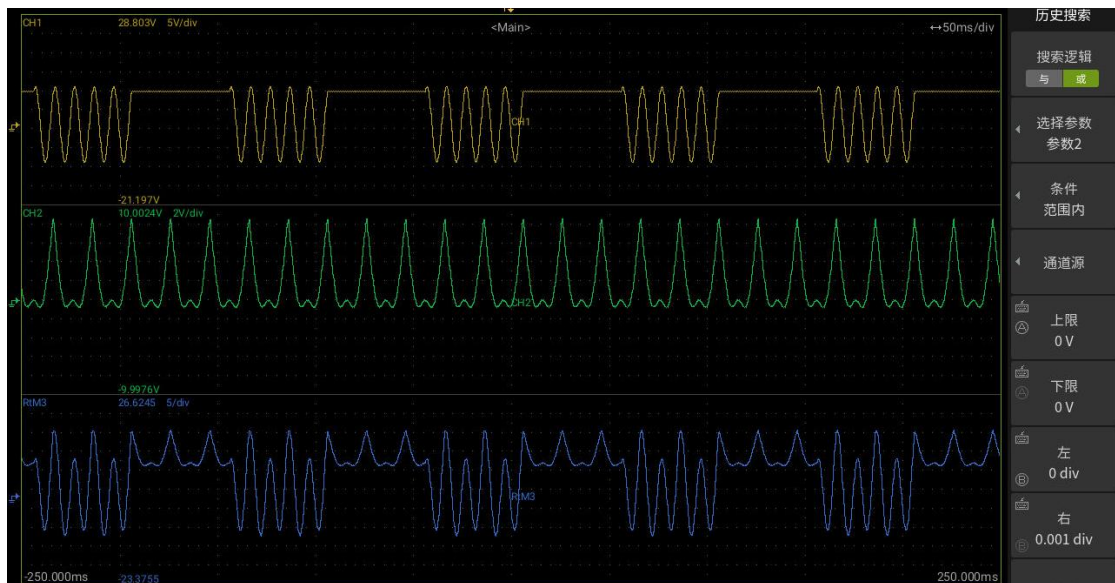


图 5.366 实时运算波形显示

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单打开实时运算功能, 如图 5.367 所示。

- 快捷菜单操作: 点击功能管理 “+” 键, 在弹出框中选择 “实时运算” 功能, 主界面上会出现 “实时运算” 功能卡片。16 个实时运算功能添加后, 功能管理 “+” 键菜单中 “实时运算” 会是禁用状态, 删掉 “实时运算” 功能卡片, 禁用状态会释放。按照 ①->② 操作步骤, 可开实时运算功能。

- 选中“实时运算”卡片，点击导航键“G 键”，进入实时运算功能菜单，见图 5.353 所示。



添加实时运算功能卡片



已添加实时运算功能卡片

图 5.367 打开实时运算功能卡片



图 5.368 实时运算功能菜单



图 5.369 实时运算菜单

3. 功能菜单

(1) 通道状态

用户通过设置 ON，OFF 来选择实时运算打开关闭。

(2) 通道标签

实时运算功能的“通道便签”设置方法类似物理波形通道“通道标签”操作，详情可参考“5.2.1”章节，不在此章节赘述。

(3) 量程

实时运算功能的“量程”设置方法类似物理波形通道“量程”操作，详情可参考“5.2.1”章节，不在此章节赘述。

(4) 运算设置

当实时运算通道开启后，点图 5.369 中【运算设置】菜单，可设置 9 种运算类型。其中数据源 CH1~CH16 选择安装支持基本算法的输入板卡的通道，RTM1~RTM15 可以选择数量比正在运行的通道小的通道，详细菜单如图 5.370 所示。

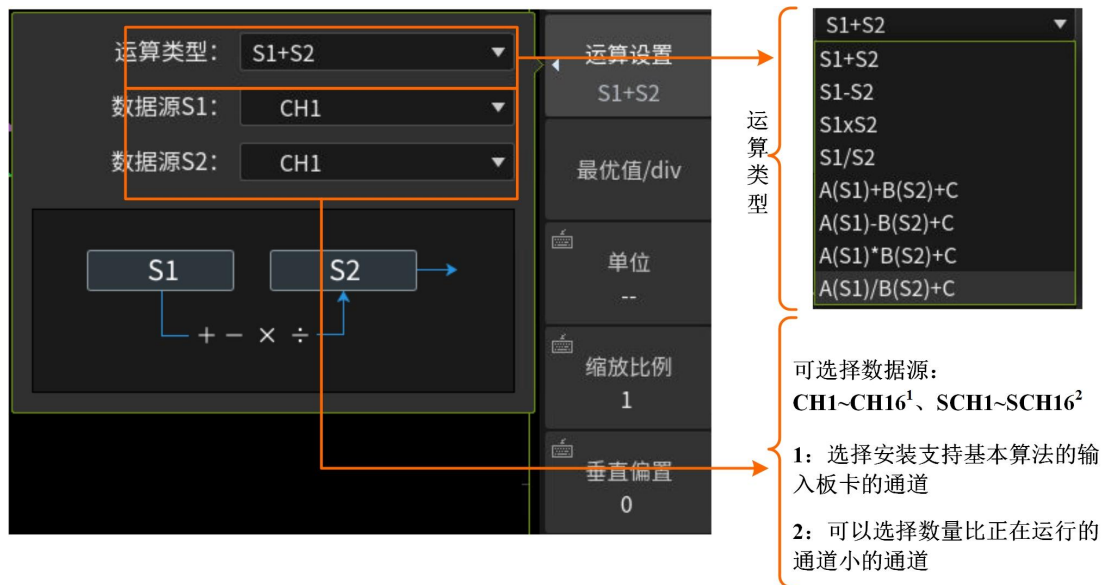


图 5.370 配置实时运算

9 种运算类型

1) 基本含义

- **S1+S2**: 分配给 Source 1 的波形中加上分配给 Source 2 的波形;
- **S1-S2**: 从分配给 Source 1 的波形中减去分配给 Source 2 的波形;
- **S1×S2**: 将分配给 Source 1 和 Source 2 的波形相乘;
- **S1/S2**: 将分配给 Source 1 的波形除以给 Source 2 的波形;
- **A(S1)+B(S2)+C**: 对分配给 Source1 和 Source 2 的波形进行系数加法;
- **A(S1)-B(S2)+C**: 对分配给 Source 1 和 Source 2 的波形执行系数减法;
- **A(S1)*B(S2)+C**: 对分配给 Source 1 和 Source 2 的波形进行系数乘法;
- **A(S1)/B(S2)+C**: 对分配给 Source1 和 Source 2 的波形进行系数除法;

2) 系数

系数(A 和 B)和偏移量(C)可设置范围:

- -9.9999E30 至 9.9999E30
- A 和 B 的默认值: 1
- 默认值 C: 0

3) 基本含义

基本算法(S1+ S2, S1-S2, S1×S2 和 S1/S2)

对分配给源 1 和源 2 的两个波形执行加法、减法、乘法或除法。

点击图 5.370 中【运算类型】, 显示框图如所示。

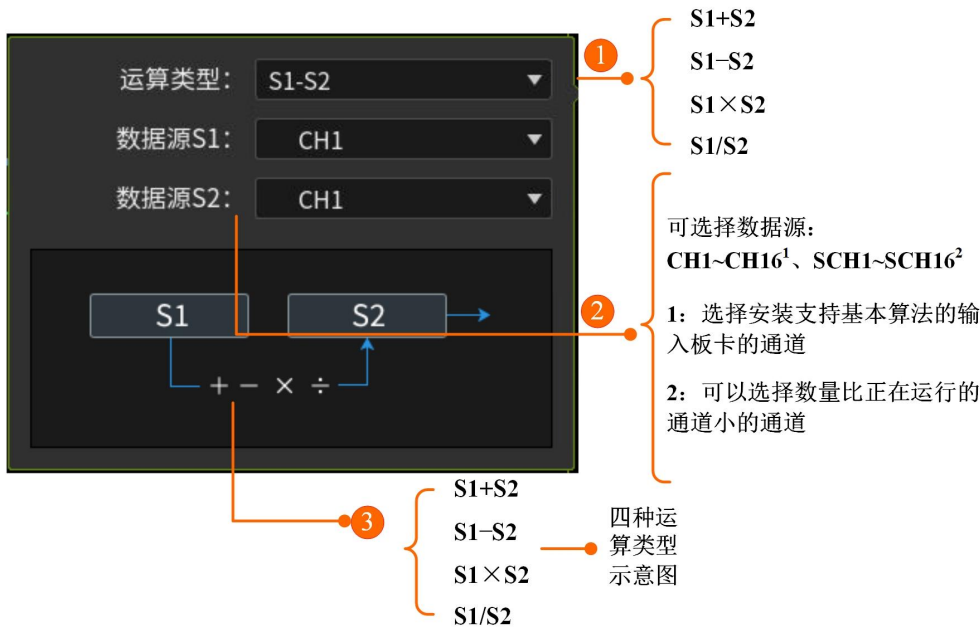


图 5.371 基本算法示意图

带系数算法($A(S1)+B(S2)+C$, $A(S1)-B(S2)+C$, $A(S1) \times B(S2)+C$ 和 $A(S1)/B(S2)+C$)

用分配给 Source 1 和 Source 2 的两个波形上的系数执行加法、减法、乘法或除法。

点击图 5.370 中【运算类型】，显示框图如图所示。

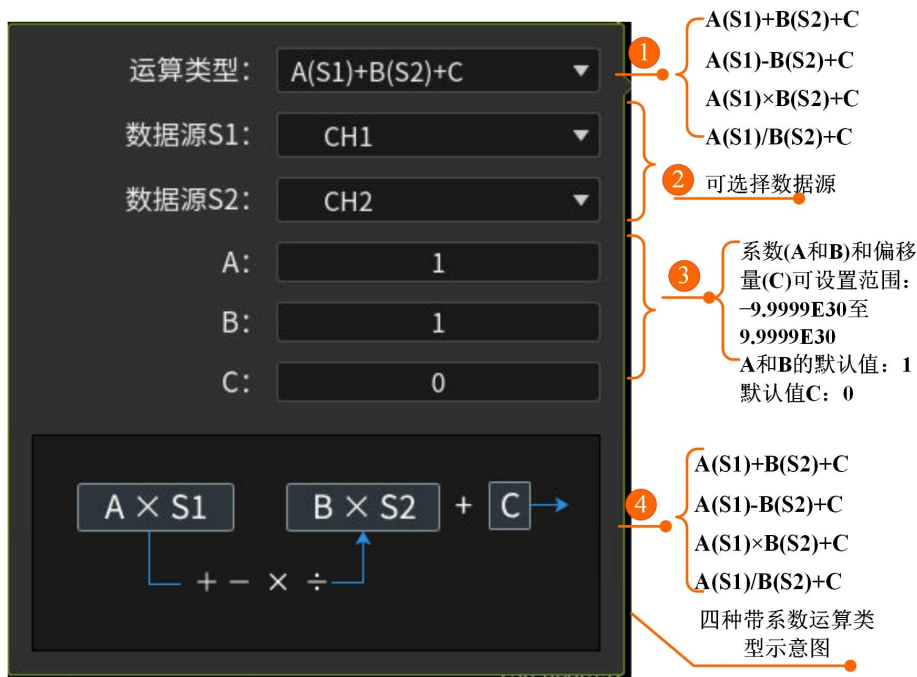


图 5.372 带系数示意图

(5) 最优值和单位

不同物理量不同量程的通道进行运算时，执行的是数值运算，运算过程是忽略单位的，同时也忽略量程，所有需要自行设置量程和单位。

➤ 最优值/div: 自行设置的一个量程。

➤ 单位：不同物理量之间的运算单位是不同的，可以针对运算结果自行设置一个。

点击图 5.370 中【最优值/div】、【单位】，如图 5.373 所示。用户可根据实际测量情况灵活设置。其中【最优值/div】功能暂未对外开放。



图 5.373 最优值及单位菜单

(6) 缩放比例

实时通道下的“缩放比例”设置方法类似物理波形通道中“缩放比例”设置，详情可参考“5.2.1”章节，不在此章节赘述。

(7) 垂直偏置

实时通道下的“垂直偏置”设置方法类似物理波形通道中“垂直偏置”设置，详情可参考“5.2.1”章节，不在此章节赘述。

5.5.2 功率运算

1. 功能概述

功率运算在示波模式和记录模式都有效。支持该功能的示波记录仪系列有 ZDL5000 系列和 ZDL6000 系列。

ZDL 示波记录仪支持单相和三相系统的功率运算，同时支持两个接线组测量，用户可获取每一相的 U_{rms} 、 I_{rms} 、 S ，接线组的 $U_{rms}\Sigma$ 、 $I_{rms}\Sigma$ 、 $P\Sigma$ 、 $Q\Sigma$ （正负需手动选择）、 $S\Sigma$ 、 $\lambda\Sigma$ 、 η (当前接线组 $P\Sigma$ /另一接线组 $P\Sigma$) 等功率测量参数。

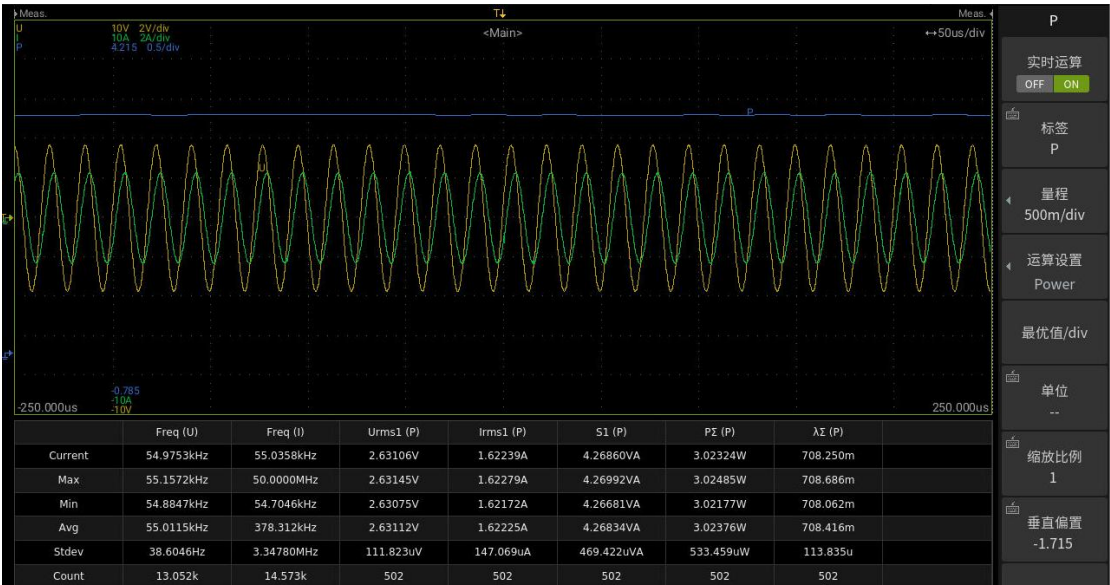


图 5.374 功率测量界面

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单打开功率运算功能，如图 5.375 所示。

- 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“功率运算”功能，主界面上会出现“功率运算”功能卡片。2 个功率运算功能添加后，功能管理“+”键菜单中“实时运算”会是禁用状态，删掉“实时运算”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开功率运算功能。
- 选中“功率运算”卡片，点击导航键“G 键”，进入功率运算功能菜单，见图 5.376 所示、图 5.377 所示。



添加功率运算功能卡片



已添加功率运算功能卡片



已添加两个功率运算功能卡片

图 5.375 打开功率运算功能卡片



图 5.376 功率运算功能菜单



图 5.377 功率运算功能菜单

(1) 实时运算

用户通过设置 ON, OFF 来选择功率运算打开关闭。

(2) 标签

功率运算的通道便签设置方法类似物理波形通道中功能菜单“5.2.1”操作及应用相同，不在此章节赘述。

(3) 量程

功率运算的量程设置方法类似物理波形通道中功能菜单“5.2.1”操作及应用相同，不在此章节赘述。

(4) 运算设置

当运功率运算开启后，点图 5.377 中【运算设置】菜单，可选择布线类型、计算周期，详细菜单如图 5.378 所示。

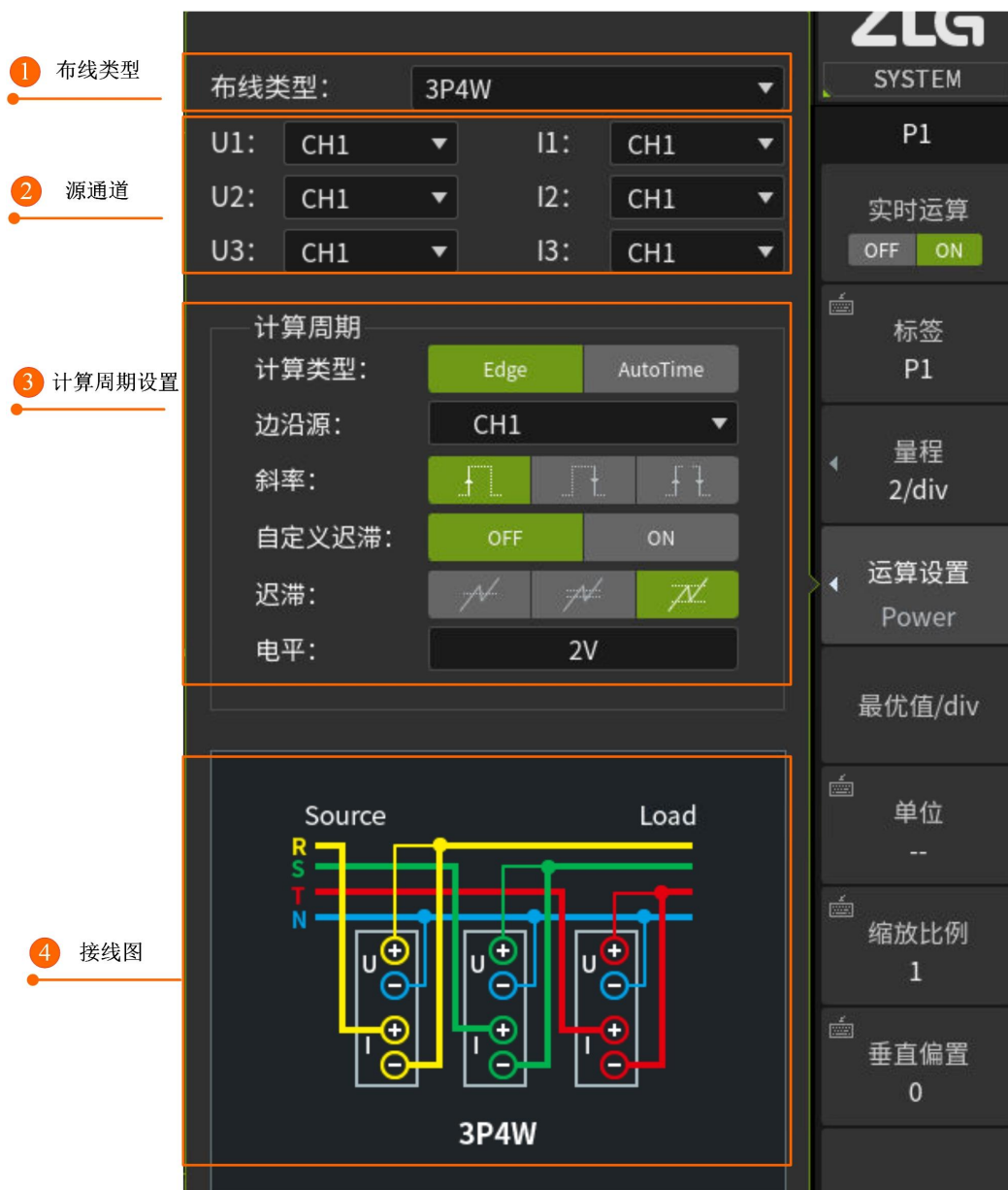


图 5.378 配置功率运算

布线类型

用户首先需要设置源通道的接线方式。在如图 5.378 序号①【布局类型】菜单项，选择接线方式，转动菜单操作旋钮，在如图 5.378 所示对话框下拉框中选择需要配置接线方式的输入单元。

源通道

接收要测量的电压和电流信号的通道称为源通道，在如图 5.378 序号②可选择源通道，电压和电流分别有三个源频道编号：U1-U2-U3，I1-I2-I3。DQM-12180 100Ms/s 的物理通道可选做源通道，CH1~CH16.布线系统和布线单元的配置示例见图 5.379 所示。

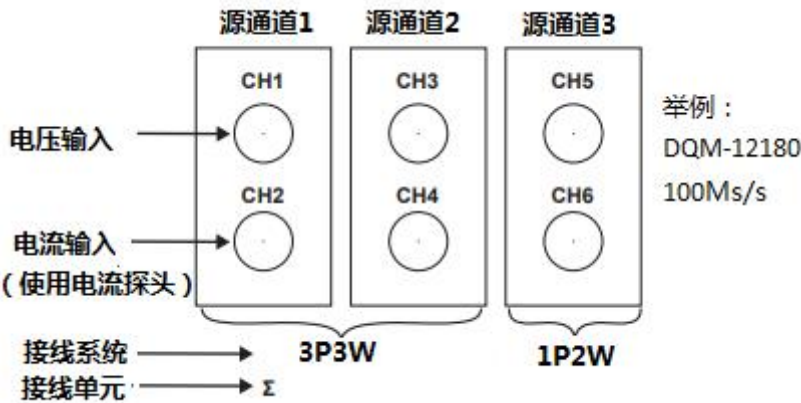


图 5.379 布线系统和布线单元的配置示例

接线图

为测量各种单相、三相输电方式下的功率，示波记录仪提供了 5 种接线方式：单相 2 线制(符号：1P2W)、单相 3 线制(符号：1P3W)、三相 3 线制(符号：3P3W)、三相 3 线制(3 电压 3 电流表法，符号：3P3W (3V3A))和三相 4 线制(符号：3P4W)。5 种接线方式见图 5.380 所示。

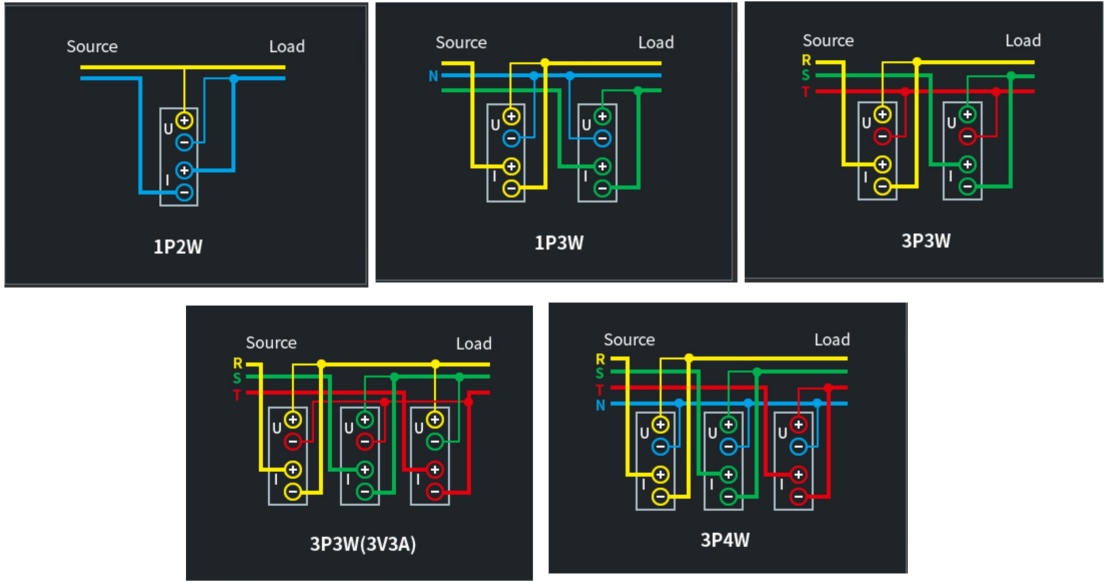


图 5.380 五种接线方式

备注：DQM-12180 100Ms/s 每张板卡的 2 个通道即可以做电压源，也可以做电流源，为了更好布线管理，建议每张卡的奇数通道做电压源，偶数通道做电流源。

计算周期

ZDL 系列示波记录仪支持两种计算类型：Edge 边沿、AutoTime 自动周期。设置菜单见图 5.381。

Edge 相当于自动周期，AUTotime 相当于固定周期，若信号质量太差，无法找到边沿，自动测周，建议通过手动输入周期，人为判断范围。



图 5.381 两种计算类型

Edge 边沿计算周期支持自定义迟滞设置和固定迟滞设置，菜单界面见图 5.382，迟滞示意图见图 5.383 和图 5.384 所示。

- 自定义迟滞：依据当前选择的边沿源的量程，用户在 $\pm 5\text{div}$ 范围内，设置迟滞上限和迟滞下限；
- 固定迟滞：依据当前设置的电平值和边沿源的量程，可选择低(0.1div)、中(0.5div)、高(1div)三种迟滞选择。



自定义迟滞

固定迟滞

图 5.382 迟滞设置

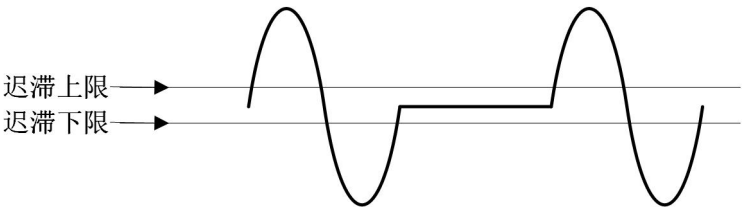


图 5.383 手动迟滞示意图



图 5.384 自定义迟滞示意图

(5) 最优值和单位

功率运算功能的“最优值和单位”设置方式类似实时运算“最优值”和“单位”设置，详情可参考 5.5.1 章节，不在此章节赘述。

(6) 缩放比例

实时通道下的“缩放比例”设置方法类似物理波形通道中“缩放比例”设置，详情可参考“5.2.1”章节，不在此章节赘述。

(7) 垂直偏置

实时通道下的“垂直偏置”设置方法类似物理波形通道中“垂直偏置”设置，详情可参考“5.2.1”章节，不在此章节赘述。

4. 注意事项

关于使用功率运算功能的说明：

- 若记录仪 8 卡槽（最后一个卡槽）插入的是 16 通道电压卡或 16 通道隔离电压温度卡功率运算只能开启一个。

5.5.3 数学运算

1. 功能概述

数学运算在示波模式和记录模式都有效。

需要注意的是，在记录模式下，参数测量、数学运算和 FFT 功能只能开启一种。支持该功能的示波记录仪系列有 ZDL5000 系列和 ZDL6000 系列。

ZDL 示波记录仪支持+、-、×、÷、二进制运算、相移、功率谱及用户自定义运算，可以同时多达 16 个通道上执行数学操作。



图 5.385 S1*S2 二进制数学运算

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷方式打开数学运算功能：

- 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“数学运算”功能，主界面上会出现“数学运算”功能卡片。8 个数学运算功能添加后，功能管理“+”键菜单中“数学运算”会是禁用状态，删掉“数学运算”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开功率运算功能。
- 选中“数学运算”卡片，点击导航键“G 键”，进入数学运算功能菜单，见图 5.387 所示。



添加数学运算功能卡片



已添加8个运算功能卡片

图 5.386 添加数学运算功能卡片

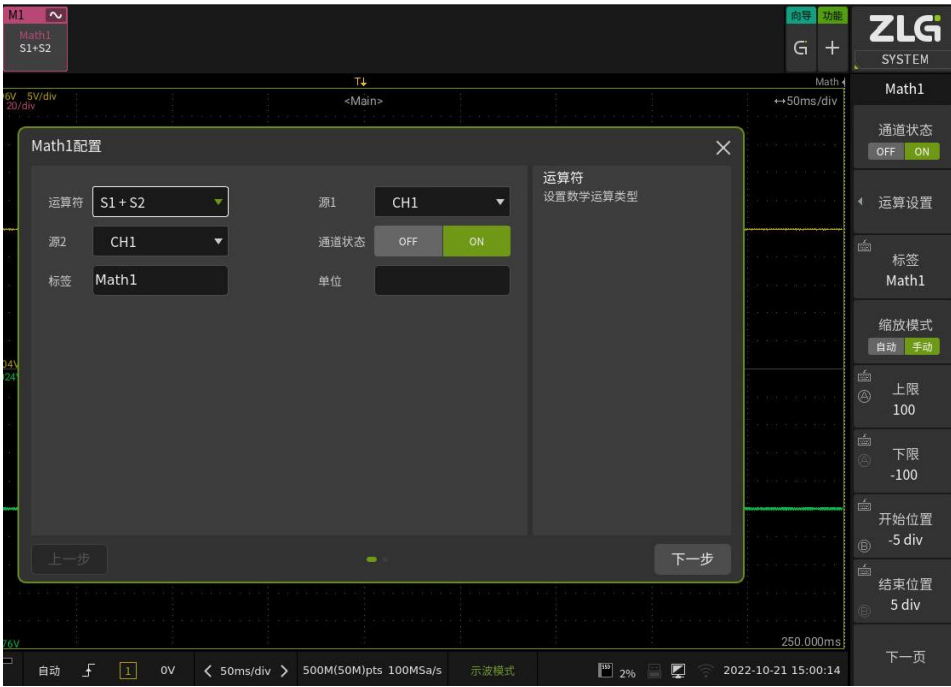


图 5.387 进入数学运算菜单



图 5.388 设置菜单

3. 功能菜单

(1) 显示模式

点击图 5.388 设置菜单中【通道状态】选项，选择【ON】，显示数学运算菜单，选择【OFF】，关闭显示模式设置菜单。

(2) 运算设置

点击图 5.388 设置菜单中【运算设置】选项，用户可以选择运算踪迹源及设置当前选择踪迹进行数学公式设置。

- 运算踪迹源：选择用于显示计算结果的波形；
- 运算符：加减乘除四则运算、二进制运算、功率谱运算、相移及用户自定义运算。

■ 四则运算

- ✧ $S1 + S2$ ：分配给 Source 1 的波形中加上分配给 Source 2 的波形；
- ✧ $S1 - S2$ ：从分配给 Source 1 的波形中减去分配给 Source 2 的波形；
- ✧ $S1 \times S2$ ：将分配给 Source 1 和 Source 2 的波形相乘；
- ✧ $S1 / S2$ ：将分配给 Source 1 的波形除以给 Source 2 的波形。

■ 二进制运算

- ✧ Bin (S1)：分配给 Source1 的波形转换为二进制。

■ 功率谱运算

- ✧ PS (S1)：计算分配给 Source1 的波形求功率谱。

- 相移运算
 - ✧ Shift (S1): 显示分配给 Source1 的波形的相移。
- 用户自定义
 - ✧ 执行用户自定义的运算。



图 5.389 运算设置菜单

a. 基本四则运算

分配给 S1 和 S2 两个波形进行简单加减乘除四则运算。点击图 5.389 中运算符，分别选择【S1+S2】、【S1-S2】、【S1*S2】、【S1/S2】，显示菜单如图 5.390。

通道 1 和通道 2 输入同频幅值不同的正弦波形信号，显示界面如图 5.391 所示。



图 5.390 四则运算设置菜单

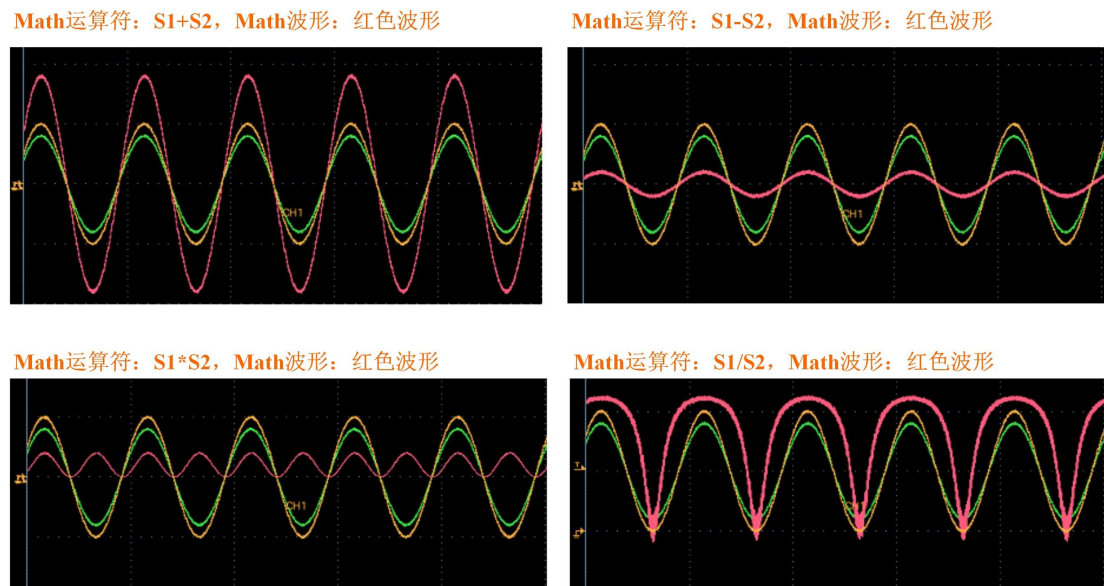


图 5.391 四则运算显示界面

b. 二进制运算

使用指定的阈值电平，可以将分配给源的波形转换为 0 和 1 数字波形。通过设置上下限值判断条件高于上限转换为 1，低于下限为 0，其他保持原来状态，详细见图 5.392 所示。

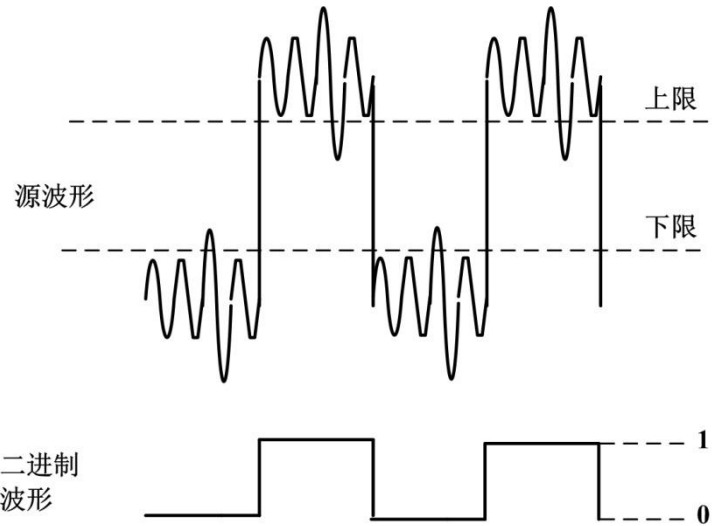


图 5.392 二进制运算示意图

点击图 5.389 中运算符或选中 Math 功能卡片，点击 G 导航键，分别选择【Bin (S1)】，显示菜单如图 5.393。

源通道 1 输入正弦波形信号，执行二进制函数后，显示界面数学函数 Math1 如图 5.394 中红色轨迹波形。

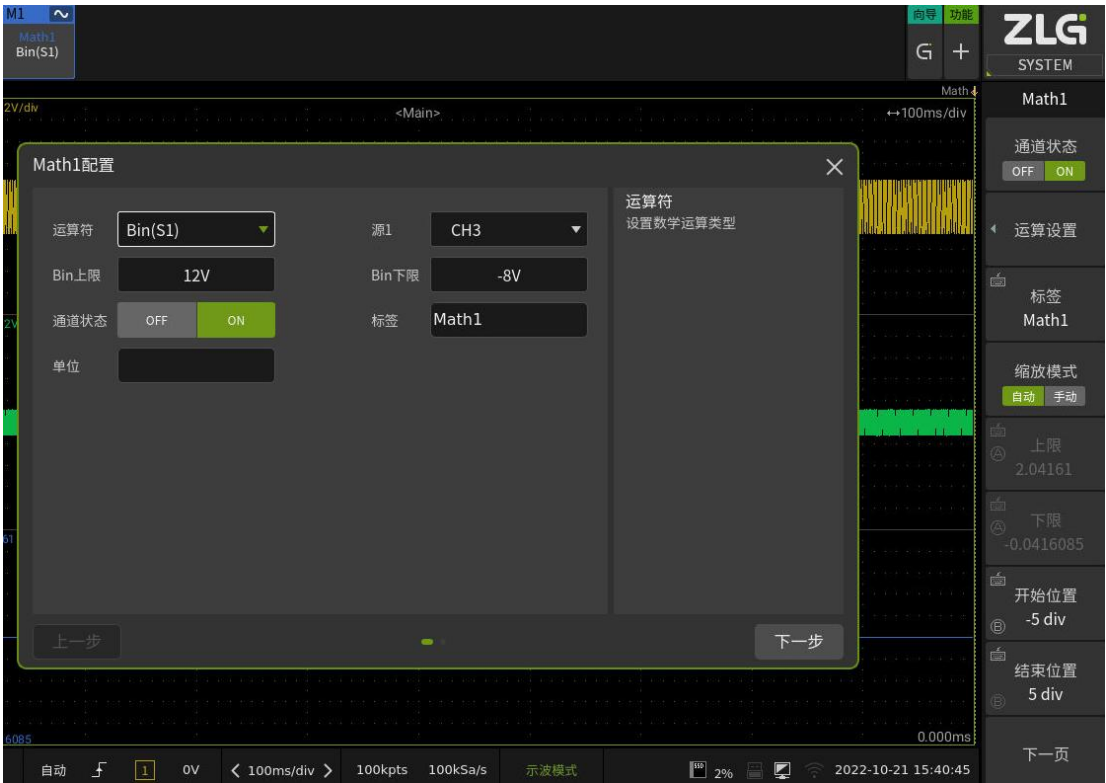


图 5.393 二进制运算设置菜单

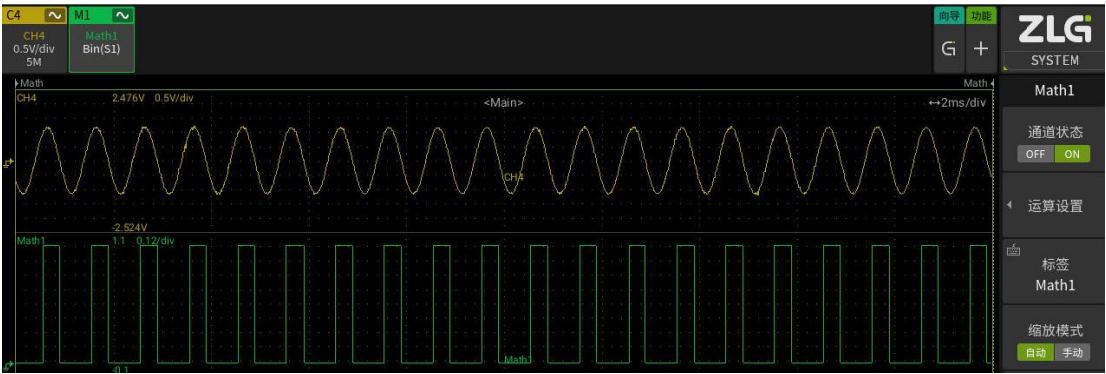


图 5.394 二进制函数显示界面

c. 显示功率谱运算

将分配给源的波形执行 FFT 运算，并显示功率谱。用户可通过该函数来查看输入信号的频率分布。点击图 5.389 中运算符或选中 Math 功能卡片，点击 G 导航键，分别选择【PS (S1)】，显示菜单如图 5.395。

源通道 1 输入调整波形信号，执行功率谱函数后，显示界面数学函数 Math1 如图 5.396 中绿色轨迹波形。

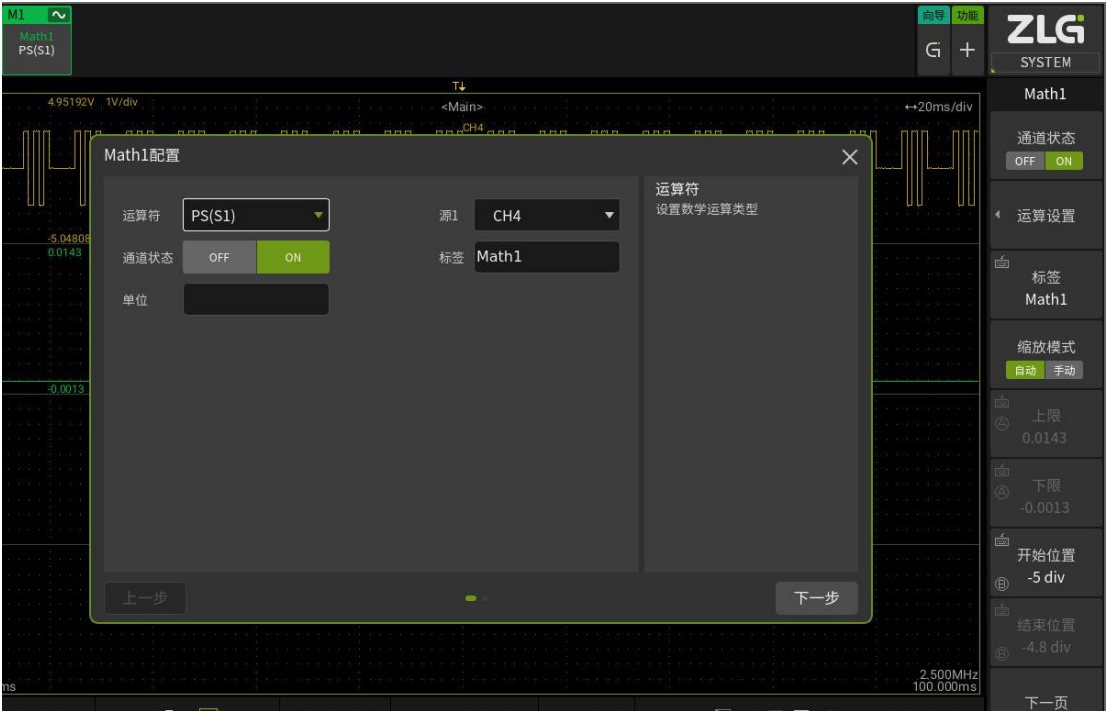


图 5.395 显示功率谱设置菜单

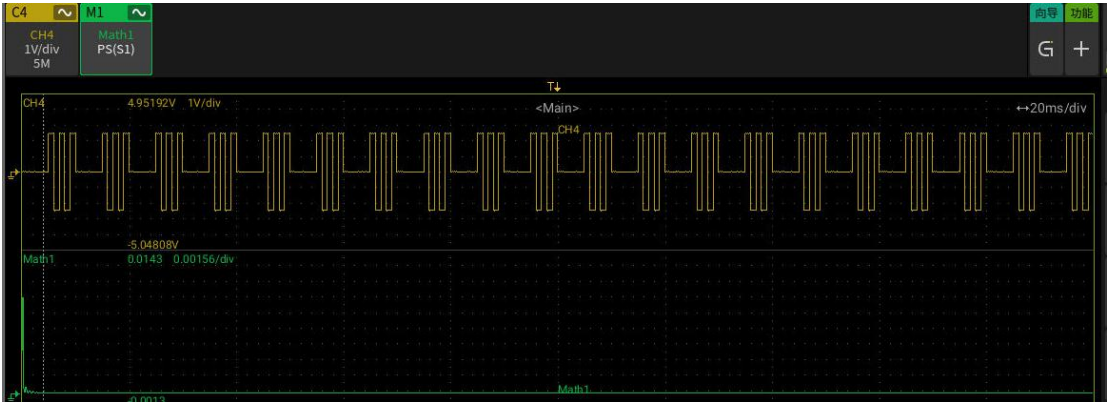


图 5.396 功率谱显示界面

d. 显示相移函数运算

通过设置相移范围，将分配给源的波形执行相移运算，并显示改变相移后的新波形，并可计算相移数据。

其中【shift】菜单，可设置相移范围-10div~10div，步进 0.01div，其中正负是表示移动方向，正数整个波形相对屏幕右移，负数整个波形相对屏幕左移。

点击图 5.389 中运算符，分别选择【shift (S1)】，显示菜单如图 5.397。

源通道 1 输入调整信号信号，执行相移函数后，显示界面数学函数 Math1 如图 5.398 中绿色轨迹波形。

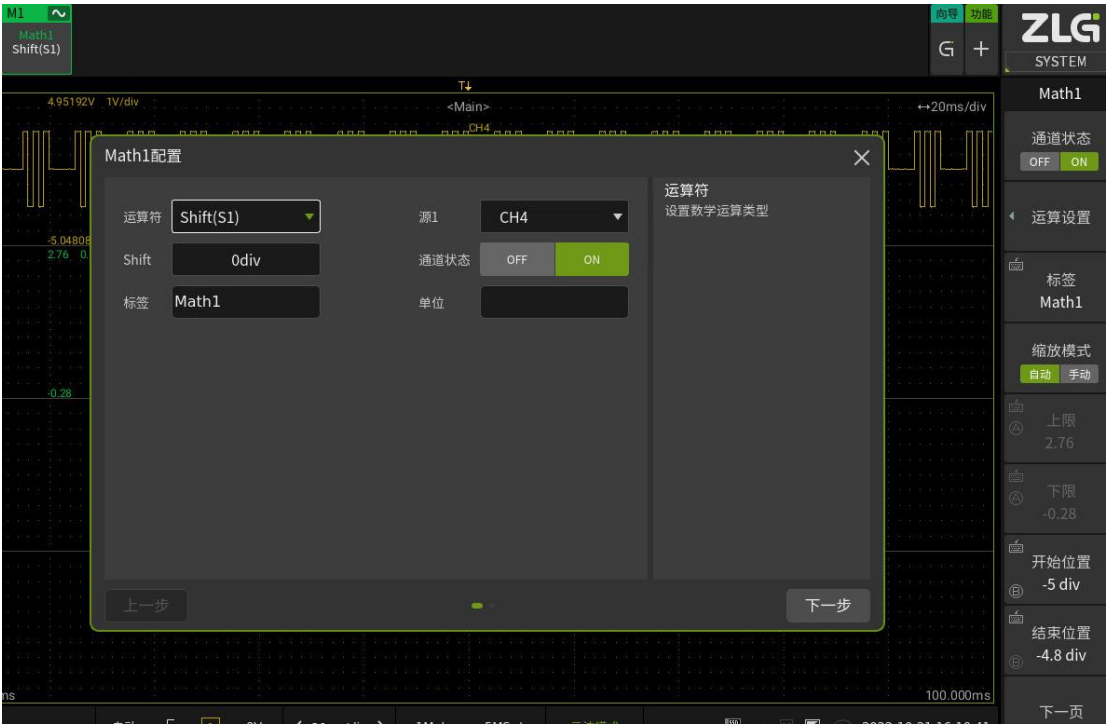


图 5.397 相移设置菜单

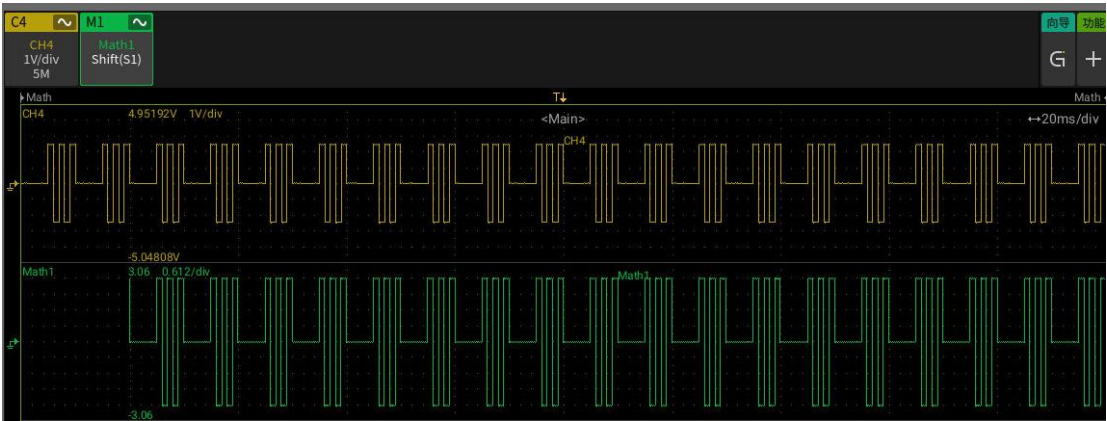


图 5.398 相移函数显示界面

- e. 用户自定义函数运算
- 用户可自定义运算公式，求取测量功能以外的物理量。运算公式由源波形、变量、常数、运算符及函数定义公式组成。
- 点击图 5.389 中运算符，选择【User Define】，显示菜单如图 5.399。点击图 5.399 中【表达式】，显示菜单如图 5.400 所示。

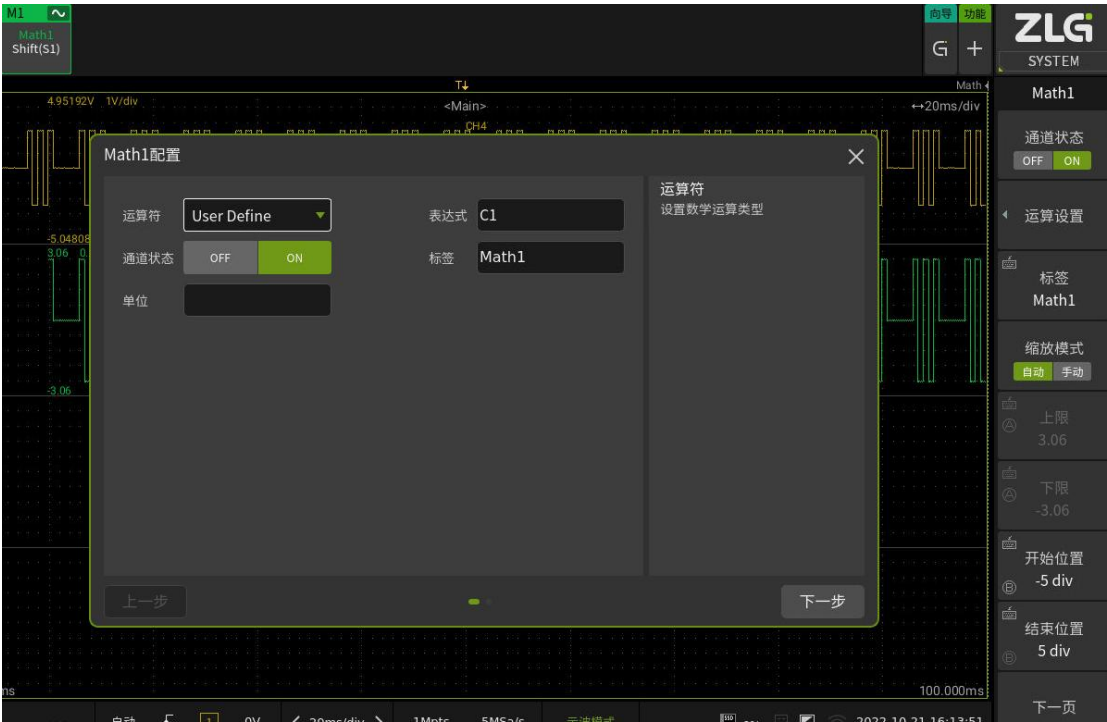


图 5.399 自定义函数设置菜单



图 5.400 自定义表达式界面

- ① 自定义公式显示区：主要是由通道、函数、变量、运算符和数字等组成的表达式。表达式长度限制为 80 个字符。
- ② 常用功能菜单区：主要是功能实现，如返回上个菜单、移动光标、清除一个字符、清空当前编辑公式及确定编辑公式；
- ③ 常用参数符号设置区：主要提供通道、公式、时间、常量及数字区；
- ④ 简单四则符号运算区：加、减、乘、除四则运算；
- ⑤ 数字运算符区：1~9、.、E；
- ⑥ 高级数学函数运算区：滤波函数、希伯特转换及十阶移动平均运算区；
- ⑦ FFT 函数运算区：主要功能是 FFT 运算相关函数；
- ⑧ 波形运算函数区：主要功能是求波形参数相关函数；
- ⑨ 常用数学函数区：常用三角函数区。

表 5.20 常规功能菜单区设置表

符号	含义
ESC	退出公式编辑
<	左移光标
>	右移光标
←	删除一个字符
Clear	清空
Enter	确定公式

表 5.21 常用参数数字运算符区表

符号	描述
0~9	可选择 0~9 之间的整数数字
.	小数点字符
E	科学计数法的指数符号，可选范围：-30~30， 常见表示（1E+2=100）

表 5.22 常用参数符号区相关参数设置表

符号	含义	表示	备注
C	通道	C1 to C16	CH1~CH16 波形
C1_1 to C16_16	对应 CH 通道	C1 到 C16 的子通道	---
M	公式	M1 to M7	只能调用比自身靠前的公式，例如 M5 无法调用 M6，可以调用 M1-M4
T	时间	T	时间趋势内的的所有数据点
K	常量	K1 to K8	自定义的常数
(	插入左括号 “(”	--	可用于提高括号内运算符的优先级
)	插入右括号 “)”	--	可用于提高括号内运算符的优先级
_	插入 “_”	--	---
,	插入 “,”	--	---

表 5.23 简单四则符号运算区函数表

符号	含义	支持参数	例子	描述
+*/	运算符	所有	C1+C2	计算在两个波形上执行基本数学运算的结果

表 5.24 高级数学函数表

符号	含义	例子	特性	规范
FILT1	滤波	FILT1(C1)	显示滤波器应用于指定波形的结果	支持参数：所有 ^[1] ，必须最少包含 C、M 或 T 中之一
FILT2	滤波	FILT2(C1)	显示滤波器应用于指定波形的结果	
SHIFT	相移	SHIFT(C1,5)	显示移动指定波形相位的结果	
HLBT	希伯特变换	HLBT(C1)	描显示指定波形的希尔伯特变换	
INTG	积分	INTG(C1)	显示指定波形的积分	
IINTEG	二次积分	IINTEG(C1)	显示指定波形的二次积分	
NEG	取反	NEG(C1)	显示指定波形的反函数	
PH	相位差	PH(C1, C2)	显示两个指定波形的相位差	

续上表

符号	含义	例子	特性	规范
DIF	微分波形	DIF(C1)	显示指定波形的导数	支持参数：所有 ^[1] ，必须最少包含 C、M 或 T 中之一
DDIF	次微分波形	DDIF(C1)	显示指定波形的第二阶导数	
MEAN	十阶移动平均	MEAN(C1)	显示指定波形第十阶移动平均值	
P2	平方	P2(C1)	显示指定波形的平方	
P3	立方	P3(C1)	显示指定波形的立方	
F1	平方和开根	F1(C1, C2)	显示指定两个波形的平方和绝对值开根 公式： $\sqrt{ C1^2 + C2^2 }$	
F2	平方差开根	F2(C1, C2)	显示指定波形平方差绝对值开根 公式： $\sqrt{ C1^2 - C2^2 }$	

[1] 参数分成波形和系数两类，C1、M1 这种归为波形，系数是常数 K、及立即数等，大部分计算都是用于波形的，少量需要一些计算的系数

表 5.25 FFT 函数自定义表

符号	函数	例子	描述
LS-	LS-MAG	LS-MAG(C1)	计算指定波形的线性谱幅值
	LS-LOGMAG	LS-LOGMAG(C1)	计算指定波形的线性谱的对数幅值
	LS-PHASE	LS-PHASE(C1)	计算指定波形的线性谱的相位
	LS-REAL	LS-REAL(C1)	计算指定波形的线性谱的实部
	LS-IMAG	LS-IMAG(C1)	计算指定波形的线性谱的虚部
RS-	RS-MAG	RS-MAG(C1)	计算指定波形的 RMS 的频谱的幅度的平方
	RS-LOGMAG	RS-LOGMAG(C1)	计算指定波形的 RMS 的频谱的幅度的平方的对数
PS-	PS-MAG	PS-MAG(C1)	计算指定波形功率谱的幅值
	PS-LOGMAG	PS-LOGMAG(C1)	计算指定波形功率谱的对数幅值
PSD-	PSD-MAG	PSD-MAG(C1)	计算指定波形功率谱密度的大小
	PSD-LOGMAG	PSD-LOGMAG(C1)	计算指定波形功率谱密度的对数
CS-	CS-MAG	CS-MAG(C1, C2)	计算两个指定波形的交叉谱幅值
	CS-LOGMAG	CS-LOGMAG(C1, C2)	计算两个指定波形的交叉谱对数幅值
	CS-PHASE	CS-PHASE(C1, C2)	计算两个指定波形的交叉谱的相位

	CS-REAL	CS-REAL(C1, C2)	计算两个指定波形的交叉谱的实部
	CS-IMAG	CS-IMAG(C1, C2)	计算两个指定波形的交叉谱的虚部
TF-	TF-MAG	TF-MAG(C1, C2)	计算两个指定波形的传递函数的幅值
	TF-LOGMAG	TF-LOGMAG(C1, C2)	计算两个指定波形的传递函数的对数幅值
	TF-PHASE	TF-PHASE(C1, C2)	计算两个指定波形的传递函数的相位
	TF-REAL	TF-REAL(C1, C2)	计算两个指定波形的传递函数的实部
	TF-IMAG	TF-IMAG(C1, C2)	计算两个指定波形的传递函数的虚部
CH-	CH-MAG	CH-MAG(C1, C2)	计算两个指定波形的相干函数的幅值

表 5.26 波形运算函数表

符号	含义	例子	特性
PWHH	上升沿到下个上升沿的脉冲宽度	PWHH(C1,Up,Lo)	参数 1: 必须包含 C 或者 M 或者 T 参数 2, 3: 不能包括 C 或者 M 或者 T
PWHL	上升沿到下个下降沿的脉冲宽度	PWHL (C1,Up,Lo)	
PWLH	下降沿到下个上升沿的脉冲宽度	PWLH (C1,Up,Lo)	
PWLL	下降沿到下个下降沿的脉冲宽度	PWLL (C1,Up,Lo)	
PWXX	改变沿到下个改变沿的脉冲宽度	PWXX (C1,Up,Lo)	
FV	PWHH 取倒数	FV(C1, Up, Lo)	
DUTYH	高电平占比	DUTYH(C1,Up,Lo)	
DUTYL	低电平占比	DUTYL(C1,Up,Lo)	

表 5.27 常用三角函数表

符号	含义	例子	描述
SIN	正弦	SIN (C1)	计算指定波形的正弦
COS	余弦	COS(C1)	计算指定波形的余弦
TAN	正切	TAN(C1)	计算指定波形的正切
ATAN	反正切	ATAN(C1)	计算指定波形的反正切
ABS	绝对值	ABS(C1)	计算指定波形的绝对值
SQRT	平方根	SQRT(C1)	计算指定波形的平方根
LOG	对数	LOG(C1)	计算指定波形的对数
EXP	指数	EXP(C1)	计算指定波形的指数

(3) 缩放模式

用于设置计算波形的垂直显示范围的上下限，点击图 5.388 设置菜单中【缩放模式】选项对话框，弹出如图 5.401 所示界面，用户可以从以下选择缩放模式：

- 自动：设为自动缩放模式。仪器根据计算波形的最大值和最小值自动确定屏幕显示的上限值和下限值。
- 手动：设为手动缩放模式。可由用户自行根据需要设定上限值和下限值。



图 5.401 缩放模式菜单

(4) 上下限

当缩放模式为手动时，用户根据实际需要旋转旋钮 A 或键盘输入设置上下限值。默认上限 100，下限-100，可设置范围-9.9999e+30~9.9999e+30。

(5) 开始和结束位置

通过设置计算起点和终点来确定计算范围。默认设置开始位置-5div，结束位置 5div。计算起点和终点决定计算的点数，单通道最多计算点数为 10Mpts。

点击图 5.388 设置菜单中【开始位置】和【结束位置】选项对话框，弹出如图 5.402 所示界面，用户可以根据需求设置计算范围。旋转旋钮 B 可设置开始和结束位置。



图 5.402 开始结束位置设置菜单

(6) 平均设置

示波记录仪可以开启平均功能，多次平均计算并显示数学运算测量值。用户可设置以下五种平均模式：关闭、线性、指数、周期及峰值。点击图 5.388 设置菜单中【平均设置】选项对话框，弹出如图 5.403 所示菜单。



图 5.403 平均设置菜单

a. 线性平均

点击图 5.403 选择【线性】平均，显示菜单如图 5.404 所示。其中线性平均公式，线

性平均：
$$A_n = \frac{\sum_{i=1}^N X_n}{N}$$
，其中 A_n 是第 n 次采样值， N 是平均次数，衰减常数越大，噪声去除效果越好；但测量延迟也会相应变长。

- 平均范围：时间、频率两种。
 - 时间：在时间范围执行平均；
 - 频率：在频率范围执行平均。
- 线性计数：设置平均次数（波形采集数量），2~128（2 的 n 次方步进），可选择线性计数值如图 5.405 所示。



图 5.404 线性平均

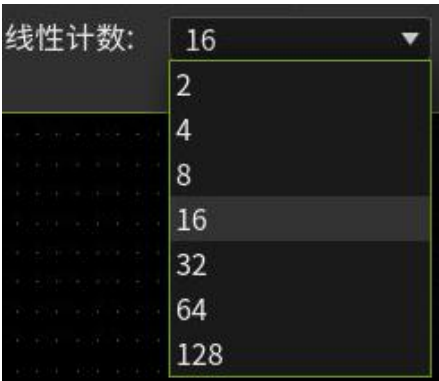


图 5.405 线性计数

b. 指数平均

点击图 5.403 选择【指数】平均，显示菜单如图 5.406 所示。其中指数平均公式，指

数平均 $A_n = \frac{1}{N} \{(N-1) - 1 + X_n\}$, A_n 是第 n 次采样值, X_n 是第 n 次测量值, N 是衰减比。

衰减常数越大, 噪声去除效果越好; 但测量延迟也会相应变长。

- 平均范围: 时间、频率两种。
 - 时间: 在时间范围执行平均;
 - 频率: 在频率范围执行平均。
- 平均权重: 设置衰减常数, 2~56 (2 的 n 次方步进), 可选择平均权重如图 5.407 所示。



图 5.406 指数平均

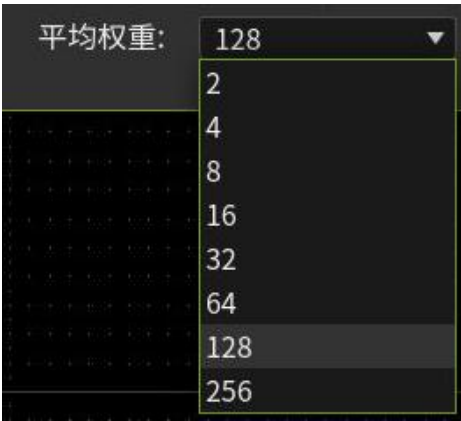


图 5.407 平均权重

c. 周期平均

将数据按数据点数拆分为多个周期, 然后将每个周期中偏移值相同的点取平均, 最终得到一个平均后的周期数据。点击图 5.403 选择【周期】平均, 显示菜单如图 5.408 所示。

循环计数: 设置一个周期的数据点数。



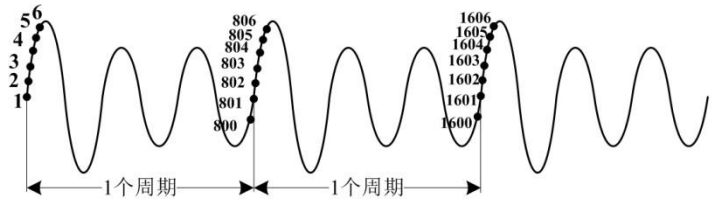
图 5.408 周期平均

举例, 当记录长度为 10kpts, 循环计数设置为 800 时, 计算开始位置-5div, 计算结束位置 5div。

周期数=[记录长度/循环计数], 根据公式, 当前周期数为[10k/800]=[12.5]=12, 计数采

用 12 个周期， $12 \times 800 = 9.6k$ 。非完整周期数据会丢掉，所以从计算起点 1 到 9600 的数据包含在周期平均计算中。

- ① 将原始波形平均分成多个周期，循环计数设置为800



- ② 将每个周期中偏移值相同的点取平均，最终得到一个平均后的周期数据

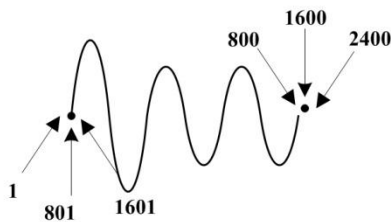


图 5.409 周期平均示意图

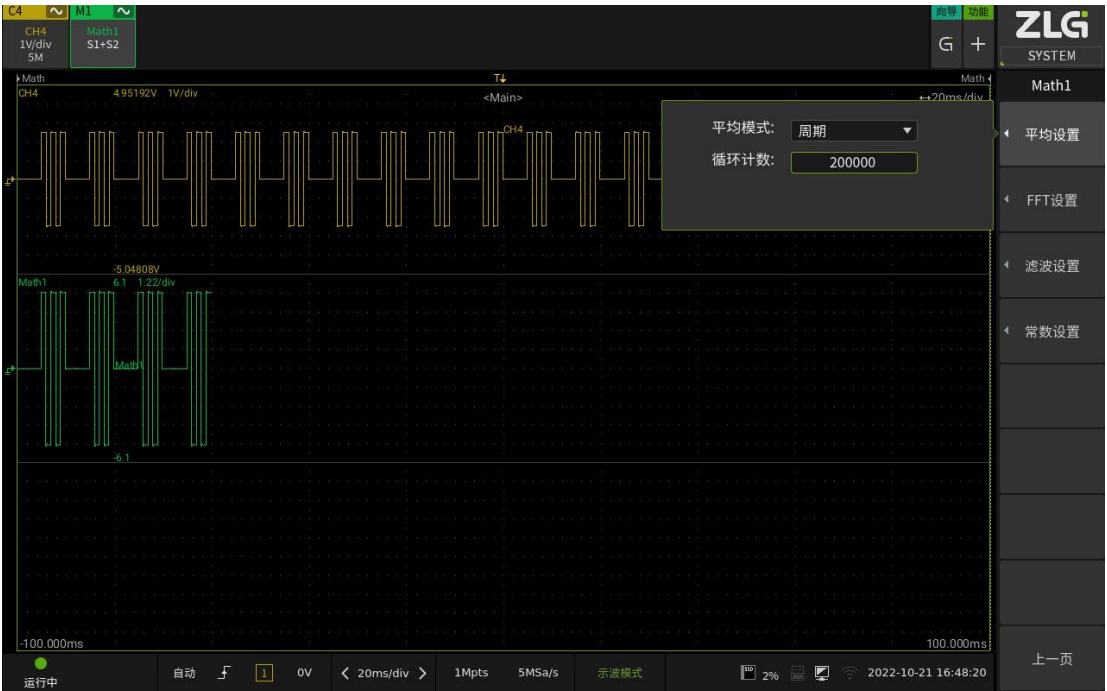


图 5.410 周期平均界面显示图举例

d. 峰值平均

确定计算数据的每个点的最大值，并将所得值用于显示波形。对于每一次计算，新的计算值与历史值进行比较，并且保持较大的值。点击图 7.30 选择【峰值】平均，显示菜单如图 7.35 所示。



图 5.411 峰值平均

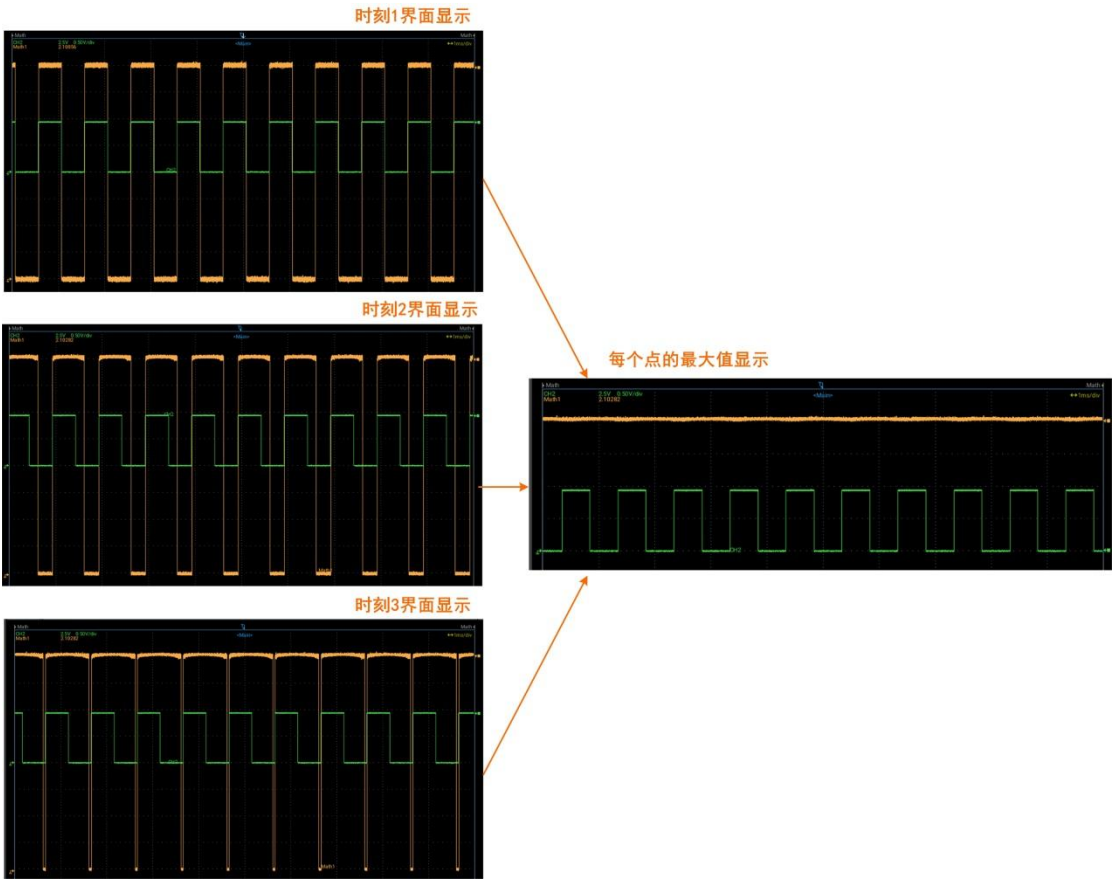


图 5.412 峰值平均界面显示图

(7) FFT 设置

当用户自定义数学运算时，当指定使用 FFT 相关函数（LS、PS、PSD、CS、TF）时执行 FFT 运算。需设置 FFT 点数和窗函数。功能效果和 FFT 功能相同。点击图 7.30 选择【FFT 设置】，显示菜单如图 5.413 所示。

- FFT 点数：1k、2k、5k、10k、20k、50k、100k、200k、500k、1M、2M、5M、10M；
- 窗函数：矩形窗、汉宁窗、海明窗、布莱克曼窗、平顶窗。

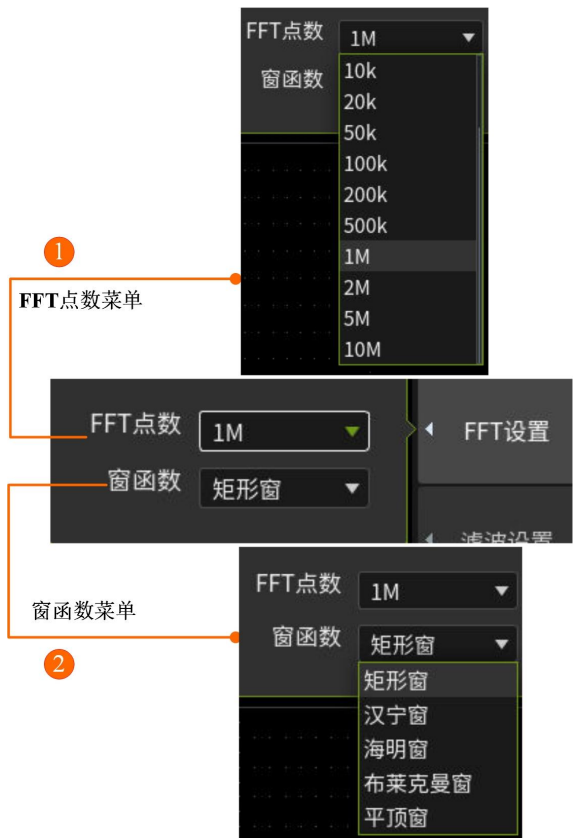


图 5.413 FFT 设置菜单

(8) 滤波设置

当用户自定义数学运算时使用到 FLIT1 和 FLIT2 时，需设置滤波类型、滤波器通带及节奏频率。点击图 7.30 选择【滤波器设置】，显示菜单如图 5.415 所示。

滤波器设置：

- 滤波类型：Sharp、Gauss、IIR。
- 滤波器通带：LowPass、HighPass、BandPass、BandStop。
- 截止比率：当前采样率一半的 1%~80%，步进 1%。

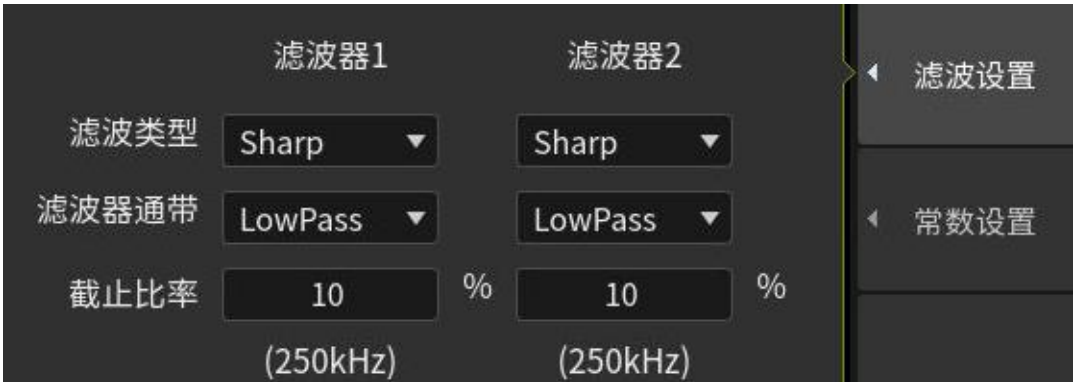


图 5.414 滤波器设置

不同滤波类型，设置的滤波器通带也是不同的，详情见图 5.415。

➤ Gauss: Lowpass。

➤ Sharp: LowPass、HighPass、BandPass、BandStop。



➤ IIR: LowPass、HighPass、BandPass、BandStop。



图 5.415 滤波类型和滤波器通带

当滤波器通带是 LowPass、HighPass 时，则需设置一个截止比率，如图 5.416 所示；当滤波器通带是 BandPass 时，则需设置两个截止比率，如图 5.417 所示。

截止比率可设置范围：当前采样率一半的 1%~80%，步进 1%。



图 5.416 滤波器通带是 LowPass、HighPass 截止比率设置



图 5.417 滤波器通带 BandPass 截止比率设置

(9) 常数设置

用户自定义数学运算时，常数 k1~k8 设置，可选择范围-99999E+30~99999E+30。点击图 5.387 选择【常数设置】，显示菜单如图 5.418 所示。

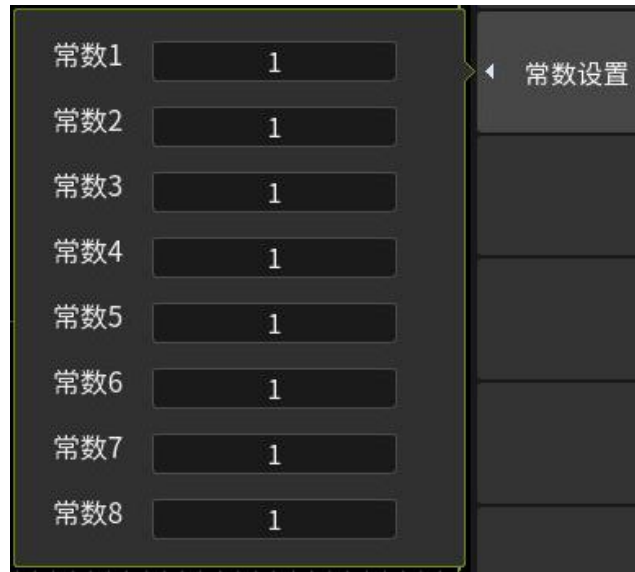


图 5.418 常数设置

5.5.4 历史搜索

1. 功能概述

ZDL6000 系列和 ZDL5000 系列示波记录仪可以保存历史 5000 屏的数据，还可以针对 5000 屏的数据进行历史搜索，用户可以快速定位异常信号，支持区域搜索和参数搜索。

区域搜索

搜索通过（或不通过）指定搜索区域的历史波形。图 5.419 白色框框内是设置的搜索区域。

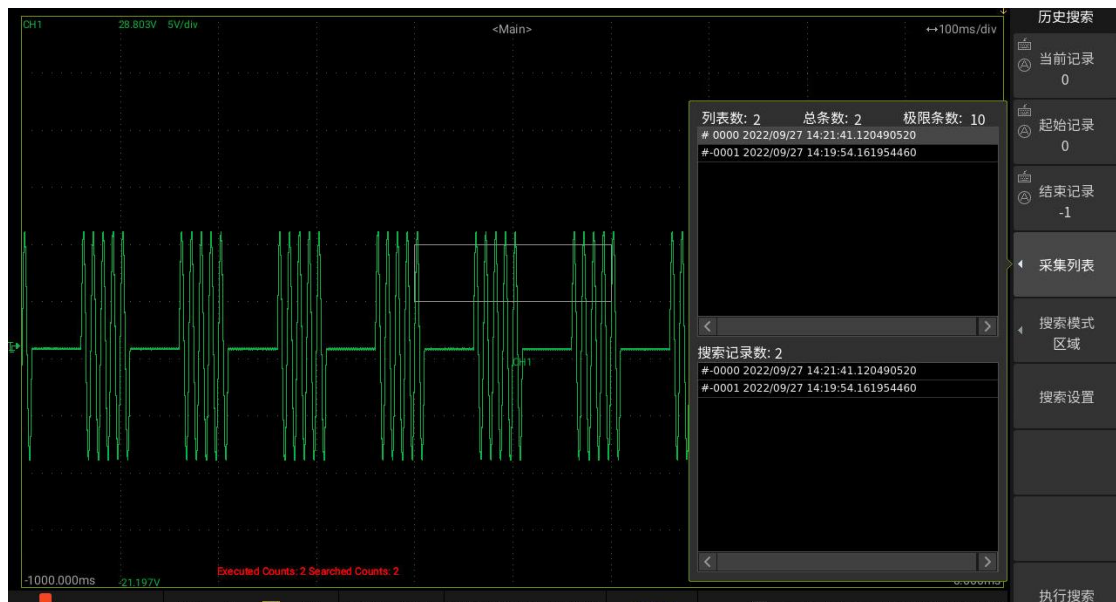


图 5.419 区域搜索

参数搜索

搜索其测量参数满足（或不满足）指定条件的波形。



图 5.420 参数搜索

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷方式打开历史搜索功能。

- 点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“历史搜索”功能，主界面上会出现“历史搜索”功能卡片。历史搜索添加后，功能管理“+”键菜单中“历史搜索”会是禁用状态，删掉“历史搜索功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启历史搜索功能，见图 5.421 所示。
- 选中“历史”卡片，点击导航键“G 键”，进入历史菜单，见图 5.422 所示。



图 5.421 打开历史搜索功能卡片



图 5.422 打开历史搜索功能卡片



图 5.423 历史搜索功能菜单

3. 功能菜单

(1) 记录

用户可旋转旋钮 A 或键盘设置当屏显示记录编号，使用旋钮 B 或键盘设置历史记录显示范围（开始和结束记录）。

可选范围：

- 当前显示记录：0 到-(波形获取数-1)；
- 开始和结束记录：0 到-(波形获取数-1)。

(2) 采集列表

点击图 5.423 中【采集列表】项目，弹出如图 5.424 所示窗口，用户可查看到符合搜索条件的记录条数，其中搜索记录数小于等于列表记录数。

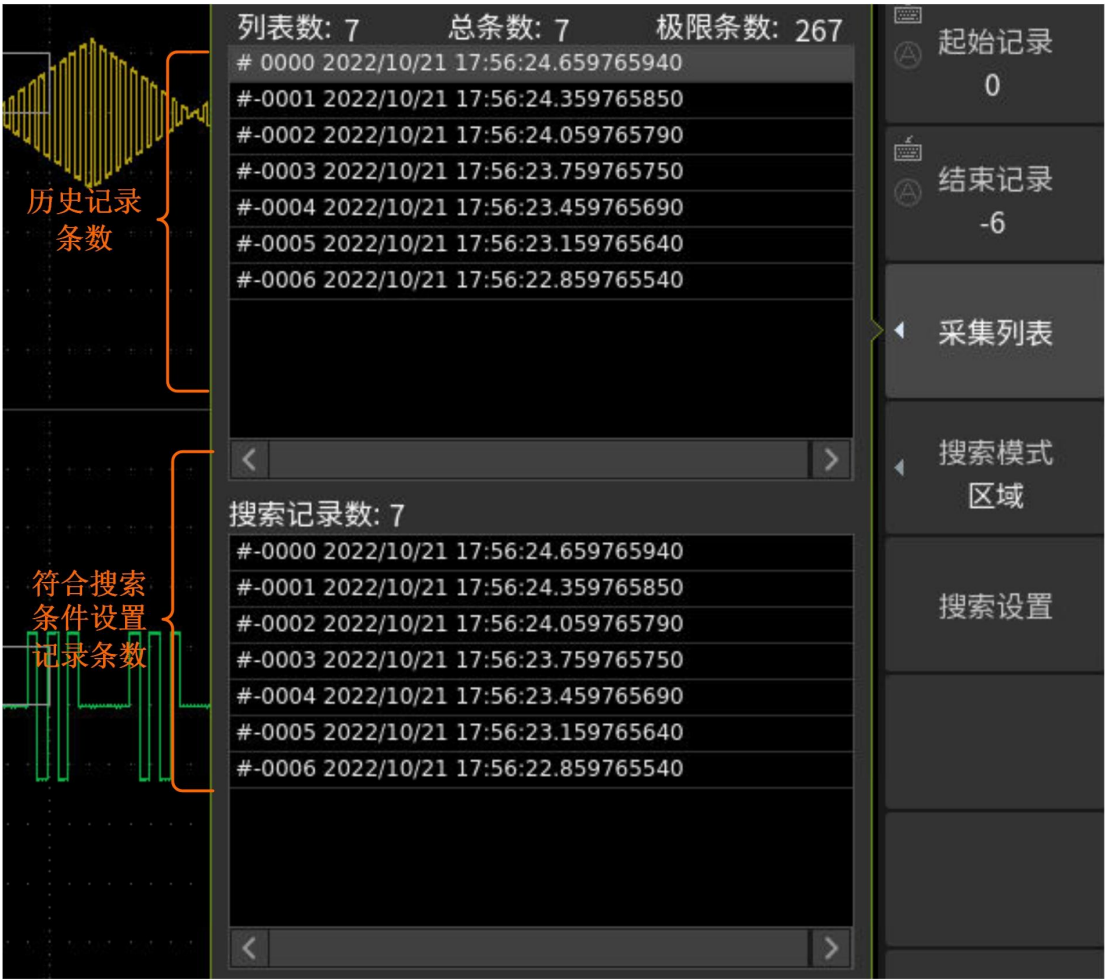


图 5.424 搜索采集列表

4. 搜索模式-区域

示波记录仪历史记录支持两种搜索模式：区域、参数；图 5.424 显示界面中，选择【搜索模式】菜单，弹出菜单如图 5.425 所示。

两种搜索模式

- 区域：搜索穿过或不穿过指定搜索区域的历史波形，设置搜索逻辑、搜索区域、搜索条件（关闭、范围内、范围外）、源波形；
- 参数：搜索与指定参数条件匹配或不匹配的波形，设置搜索逻辑、搜索参数、搜索条件（关闭、范围内、范围外）、源波形（踪迹源、项目）。



图 5.425 搜索模式菜单

(1) 区域搜索

图 5.425 搜索模式选择【区域】，点击【搜索设置】弹出菜单如图 5.426 所示。



图 5.426 区域搜索菜单

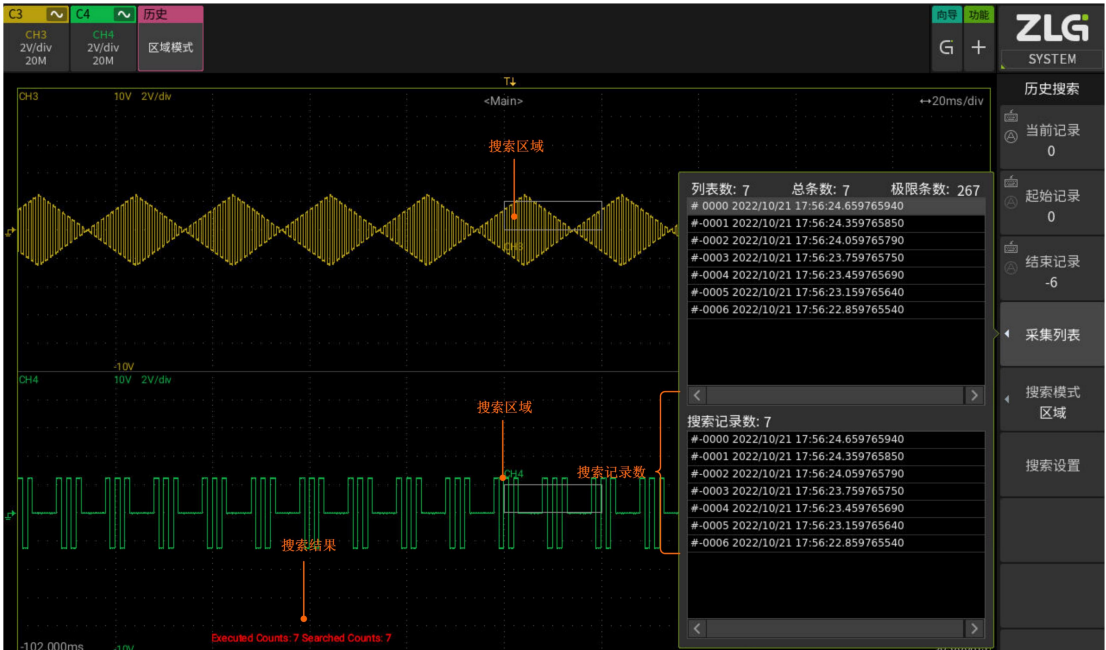


图 5.427 区域搜索显示界面

搜索逻辑

- 与：搜索满足区域 1 到区域 4 指定的所有搜索条件的波形。
- 或：搜索满足区域 1 到区域 4 指定的至少一个搜索条件的波形。



图 5.428 搜索逻辑设置

选择区域

用户可以设置四个搜索区域，区域 1 到区域 4。对于每个搜索区域，可独立设置要搜索的源、搜索条件和搜索范围。

图 5.425 显示界面图 5.425 选择【选择区域】菜单，弹出菜单如图 5.429 所示，在界面显示成白色框框，如图 5.427 中“区域搜索”标识处。



图 5.429 选择区域

搜索条件

- 关闭：当前区域不选做搜索区域；
- 范围内：搜索穿过指定区域内的波形；
- 范围外：搜索未穿过指定区域的波形。



图 5.430 搜索条件设置

源波形(源)

选中的波形中搜索。您可以选择从 CH1 到 CH16 的波形、RTM1~RTM16 的波形、SCH1_1~SCH16_16。其中未指定为搜索源信道的波形也会显示。

点击图 5.425 显示界面图 5.425 选择【源】菜单，弹出菜单如图 5.431 所示。



图 5.431 区域搜索源菜单

搜索窗口上、下限值(上、下)

用户通过旋转旋钮 A 或弹出的内置键盘设置搜索窗口的上限和下限值，设置范围±5div 值，步进 0.01div。须注意，不能将上限设置为小于下限的值。

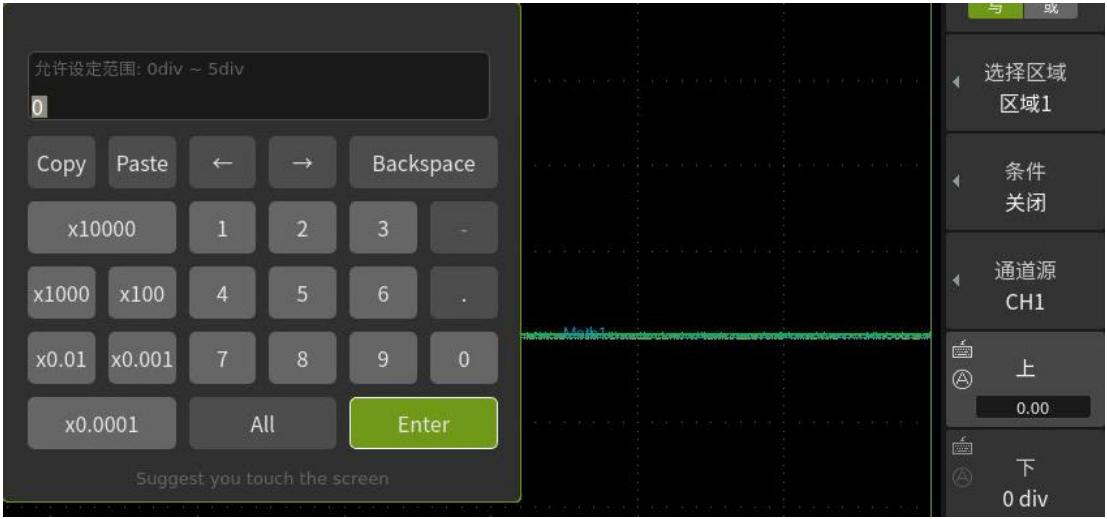


图 5.432 区域搜索源菜单

搜索窗口的左右两侧(左和右)

用户通过旋转旋钮 A 或弹出的内置键盘设置搜索窗口的左右两侧，设置范围±5div 值，步进 0.01div。须注意，不能将左侧设置为大于右侧的值。

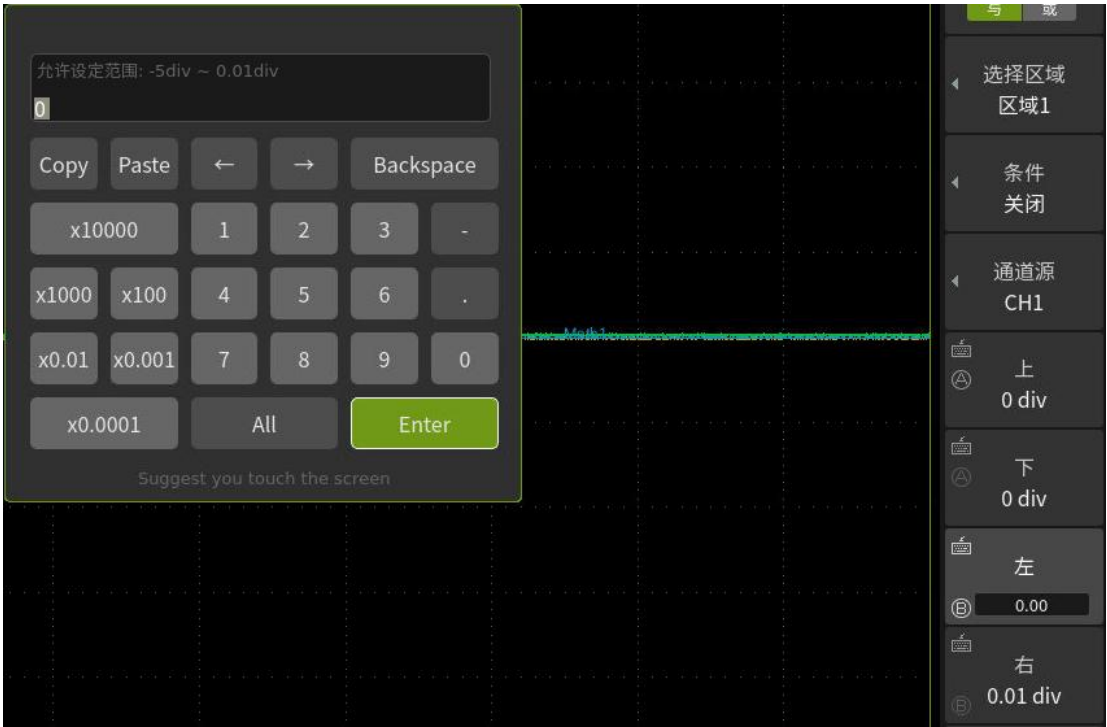


图 5.433 区域搜索源菜单

5. 搜索模式-参数

图 5.425 搜索模式选择【参数】，点击【搜索设置】弹出菜单如图 5.434 所示。



图 5.434 参数搜索菜单

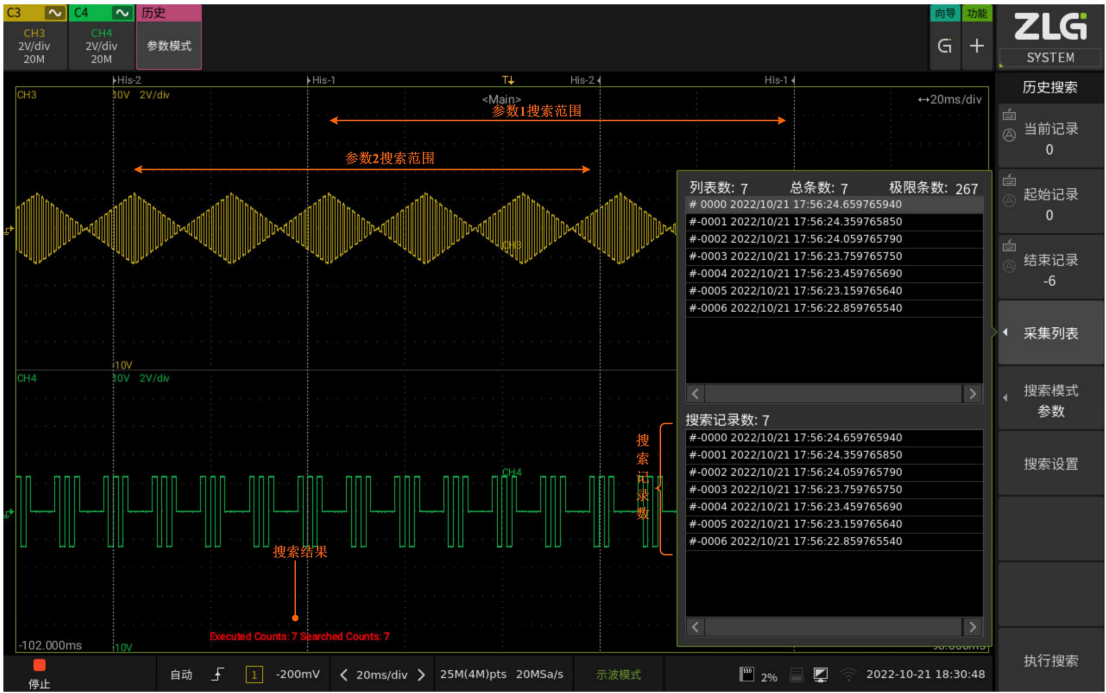


图 5.435 参数搜索界面

用于波形参数搜索的搜索条件设置(搜索设置)如下:

搜索逻辑(逻辑)

- 与：搜索满足参数 1 到参数 4 的所有搜索条件的波形；
- 或：搜索至少满足第 1 至第 4 段指定的搜索条件之一的波形。

选择参数

用户可以设置四个搜索参数，参数 1 到参数 4。对于每个搜索条件，可独立设置要搜索的源、搜索条件和搜索范围。

图 5.434 显示界面图 5.425 选择【选择参数】菜单，弹出菜单如图 5.436 所示，参数在界面显示 His-x，如参数 1 显示成 His-1、参数 2 显示成 His-2，如图 5.435 中“参数搜索”标识处。



图 5.436 参数搜索菜单

条件(搜索条件)

- 关闭：不搜索波形，即当前参数不选做搜索参数；
- 范围内：搜索指定参数在指定范围内的波形；
- 范围外：搜索指定参数在超出范围内的波形。



图 5.437 搜索条件菜单

通道源（踪迹源和项目）

ZDL6000/ZDL5000 系列示波记录仪用户指定一种自动测量波形参数。

- 踪迹源：选中的波形中搜索。您可以选择从 CH1 到 CH16 的波形、RTM1~RTM16、SCH1_1~SCH16_16 的波形。未指定为搜索源信道的波形也会显示。
- 项目：可作为参数的可达 44 项参数项，其中电压参数 20 个、时间参数 12 个、计数参数 6 个，其他 6 个，见图 5.438 所示。其中可选做参数的测量项目对照表如表 5.28 所示。

电压参数：20个



时间参数：12个



计数参数：6个



其他参数：6个



图 5.438 参数项目表

表 5.28 测量项和测量项参数对照表

测量项	测量项符号	测量项	测量项符号
电压参数			
峰峰值	Pk-Pk	平均值-周期	Avg-N
幅度	Ampl	平均值-全屏	Avg-S
最大值	Max	直流有效值-周期	DCRMS-N
最小值	Min	直流有效值-全屏	DCRMS-S
顶部值	Top	交流有效值-周期	ACRMS-N
底部值	Base	交流有效值-全屏	ACRMS-S
正过冲	Over+	比率-周期	Ratio-N
负过冲	Over-	比率-全屏	Ratio-S
正预冲	Pre+	校准平均值	V-Mean
负预冲	Pre-	中值	Middle
时间参数			
周期	Period	平均周期	AVG.Period
频率	Freq	平均频率	AVG.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	负占空比	-Duty
突发宽度	BurstWD	脉冲串长度	PulseTrain
计数参数			
上升沿计数	RiseCount	负脉冲计数	-PulseCnt
下降沿计数	FallCount	触发计数器	TriggerCnt
正脉冲计数	+PulseCnt		
其他			
面积-周期	Area-N	负面积-周期	NArea-N
面积-全屏	Area-S	正面积-全屏	PArea-S
正面积-周期	PArea-N	负面积-全屏	NArea-S

点击图 5.434 显示界面，选择【源】菜单，可设置踪迹源和项目，弹出菜单如图 5.439 所示。

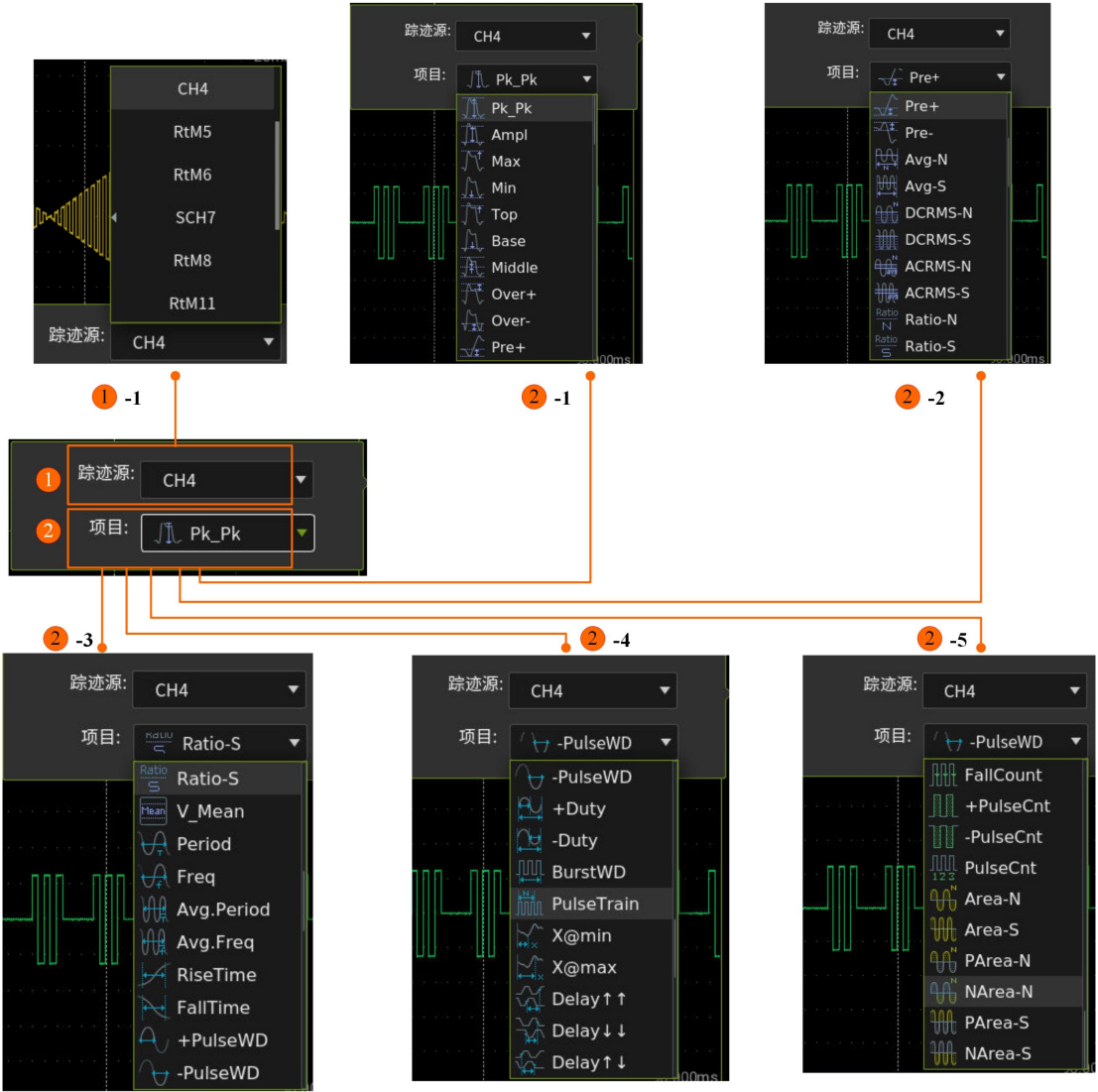


图 5.439 参数搜索源设置菜单

搜索窗口上、下限值(上、下)

用户通过旋转旋钮 A 或弹出的内置键盘设置上限和下限值，范围 0-9.999e+30。需注意，不能将上限设置为小于下限的值。

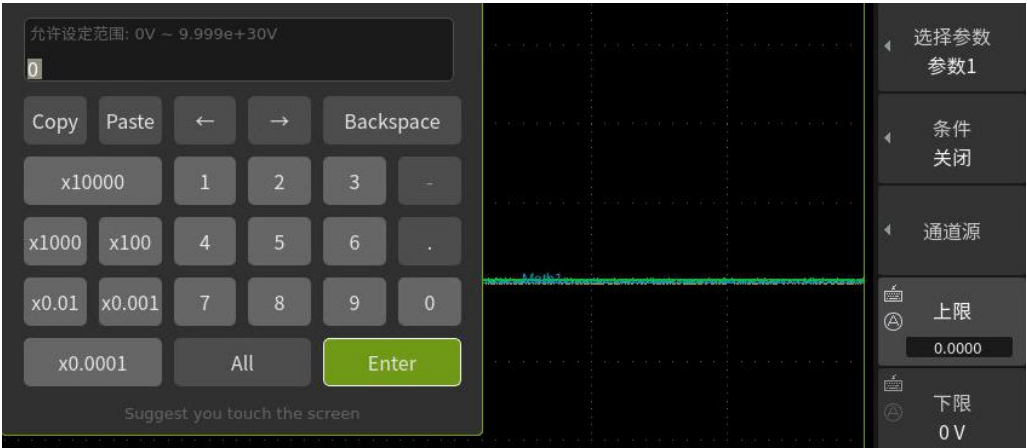


图 5.440 参数搜索源设置菜单

搜索窗口的左右两侧(左和右)

用户通过旋转旋钮 B 或弹出的内置键盘在 $\pm 5\text{div}$ 的范围内设置左右两侧，步进 0.01div 。不能将左侧设置为大于右侧的值。

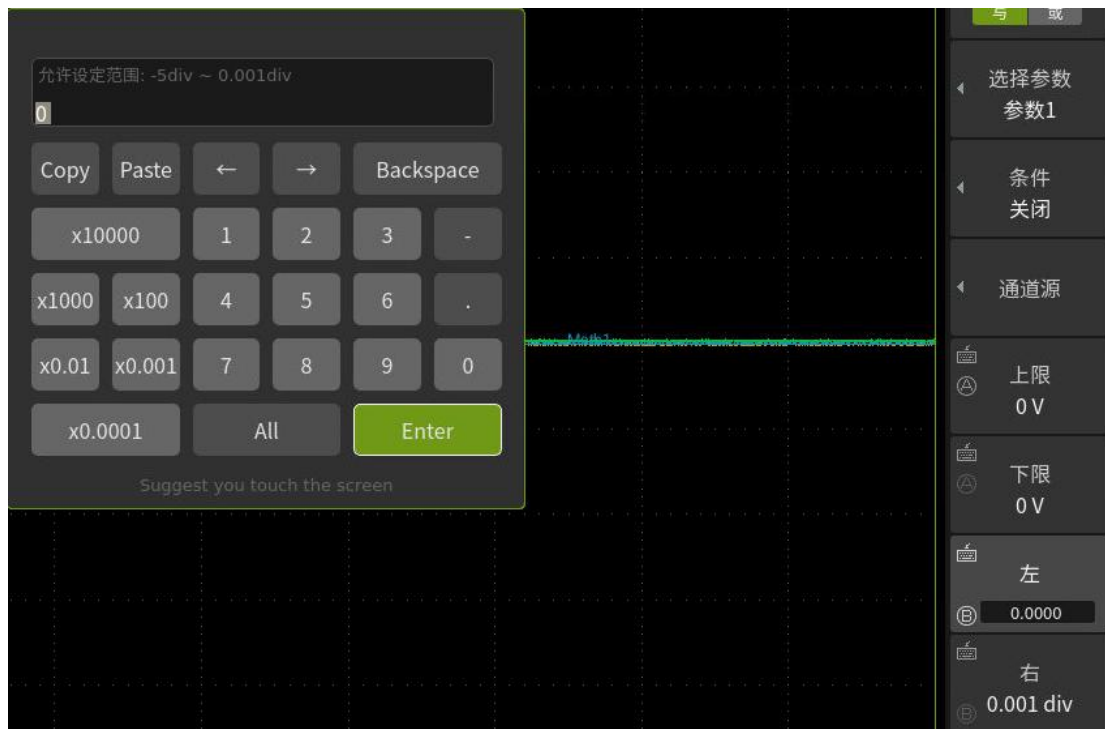


图 5.441 参数搜索源设置菜单

5.6 大数据分析功能

5.6.1 实时事件

1. 功能概述

实时事件在示波模式和记录模式都有效。仅 ZDL6000 系列支持。

ZDL 示波记录事件模块可对波形进行多路并发的“或”波形判断，并对所有满足条件的波形位置打上事件标识。

- 同时对高达 128 路信号同步实时监控、实时分析、实时存储；
- 可以监控脉宽，幅度，频率等参数；
- 支持 9 种事件类型；
- 保存波形的异常段，连续滚动分析不会丢失数据，偶发事件绝对捕获。

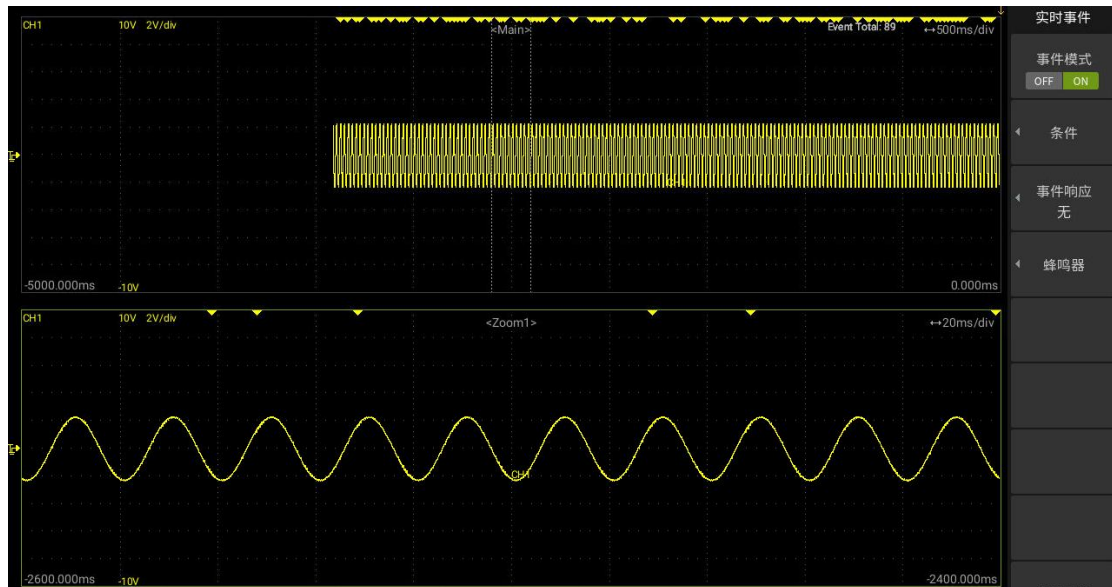


图 5.442 模板触发波形界面

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷方式打开【实时事件】，操作如下：

- 点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“实时事件”功能，主界面上会出现“实时事件”功能卡片。历史搜索添加后，功能管理“+”键菜单中“实时事件”会是禁用状态，删掉“实时事件”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，可开启“实时事件”，见图 5.443 所示。
- 选中“实时事件”卡片，点击导航键“G 键”，进入实时事件，见图 5.444 所示。

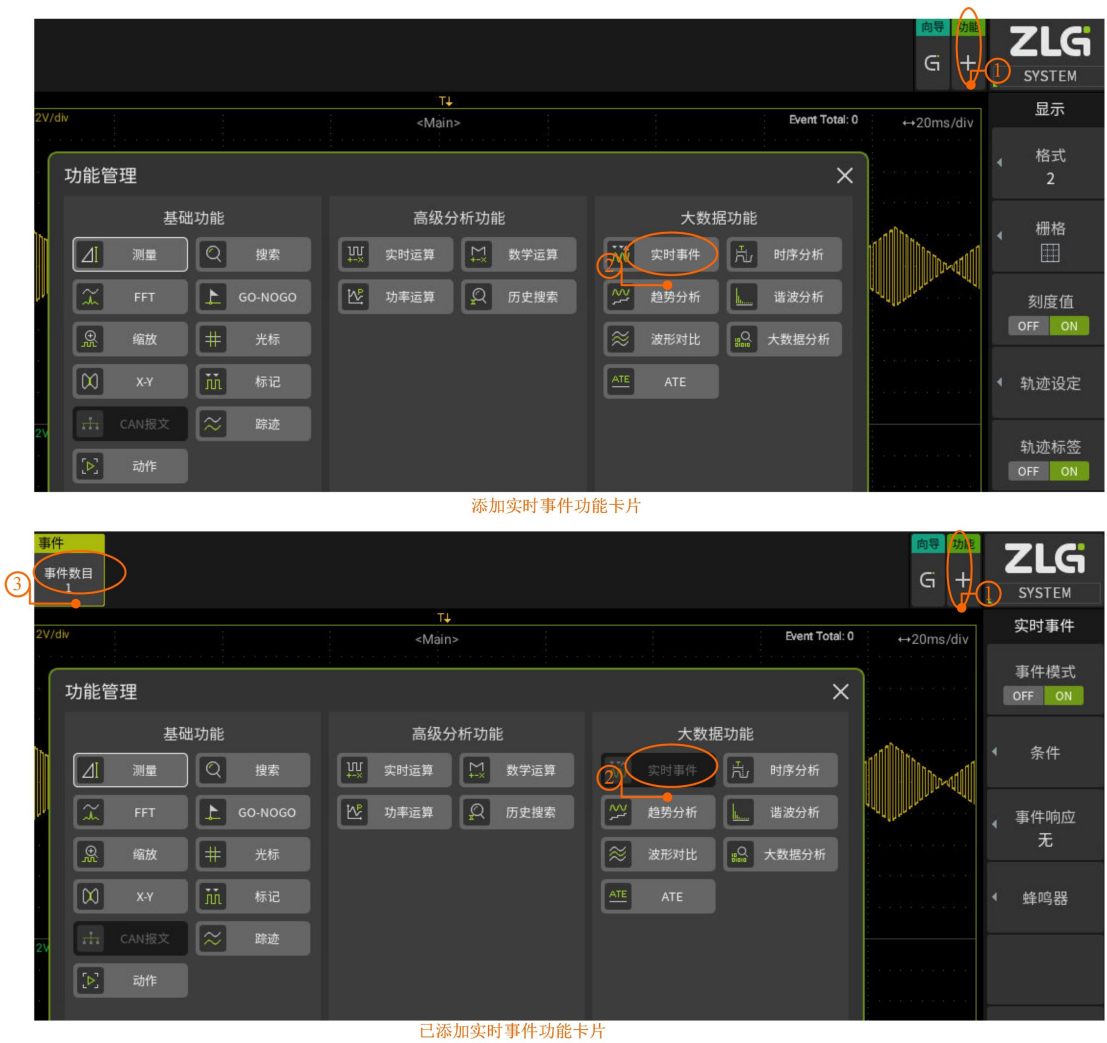


图 5.443 打开实时事件卡片



图 5.444 进入事件功能菜单

3. 功能菜单

(1) 事件条件

ZDL6000 示波记录仪支持 8 种事件类型，最高可判断 128 路并发判断条件，点击图 5.444 中【条件】，弹出对话框，点击【增加事件】，可添加具体事件配置，具体见图 5.445 所示。



图 5.445 事件条件菜单

- 边沿事件：每当波形按指定方向穿过中阈值时，发起一次事件
- 超幅事件：每当波形幅度超过设定条件值时，发起一次事件
- 脉宽事件：每当波形脉宽的持续时间满足设置时，发起一次事件
- N 边沿事件：每当波形按指定方向、指定次数穿过中阈值时，发起一次事件
- 超时事件：每当波形某种电平状态持续时间超过指定时间，发起一次事件
- 周期事件：每当波形的周期时间满足设置时，发起一次事件
- 延迟事件：每当波形指定的边沿时间差满足条件时，发起一次事件
- 模板事件：当波形第一段满足条件的波形区域作为参考模板，依次与后续满足条件的区域进行形状匹配，当波形匹配度满足/不满足条件时，发起一次事件
- 抖动事件：可对直流进行波形的抖动判断，当直流抖动幅度值到指定范围后发起一次实践。

a. 边沿事件

每当波形按指定方向穿过中阈值时，发起一次事件。边沿事件示意图见图 5.446 所示。

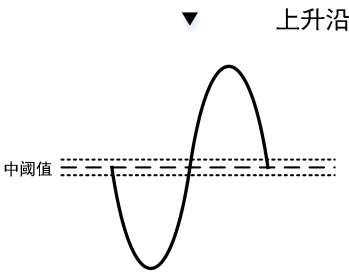


图 5.446 边沿事件示意图

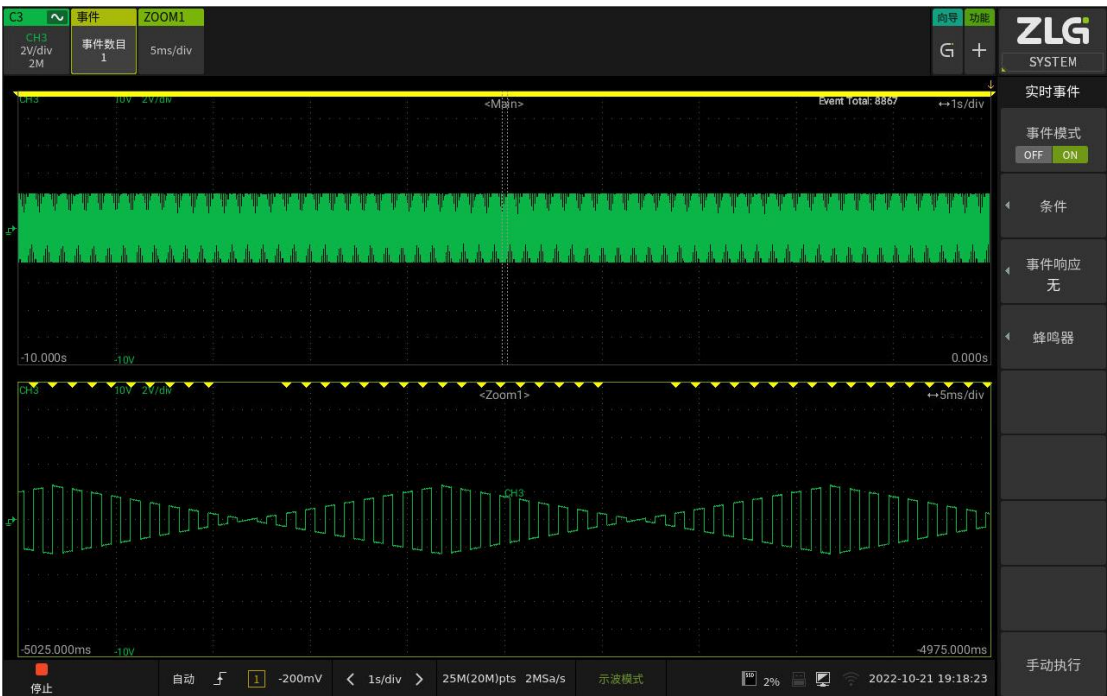


图 5.447 边沿事件波形界面

附：

- ① 当波形抖动较大时，可以通过提高迟滞，可以避免将波形抖动识别成边沿
- ② 事件位置为波形穿过中阈值的交点

点击图 5.445，增加事件，选择事件类型选择【边沿事件】，弹出界面见图 5.448。事件添加支持手动和自动选择源，全部事件开启时，源自动排序，见图图 5.449、图 5.450 所示。



图 5.448 边沿事件菜单



图 5.449 源自动排序 OFF 时，手动选择源



图 5.450 源自动排序 ON 时，源自动添加

表 5.29 边沿菜单说明表

配置项	说明
源	参与判断的通道号
边沿	上升沿：当波形向上穿过中阈值时发起事件 下降沿：当波形向下穿过中阈值时发起事件 双边沿：当波形穿过中阈值时发起事件
中阈值	判断边沿事件产生的电平
迟滞	代表波形需要穿过中阈值附近 0.1/0.5/1 div 范围

b. 超幅事件

每当波形幅度超过设定条件值时，发起一次事件。正向超幅示意图见图 5.451 所示。

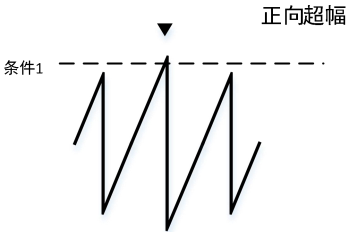


图 5.451 正向超幅示意图

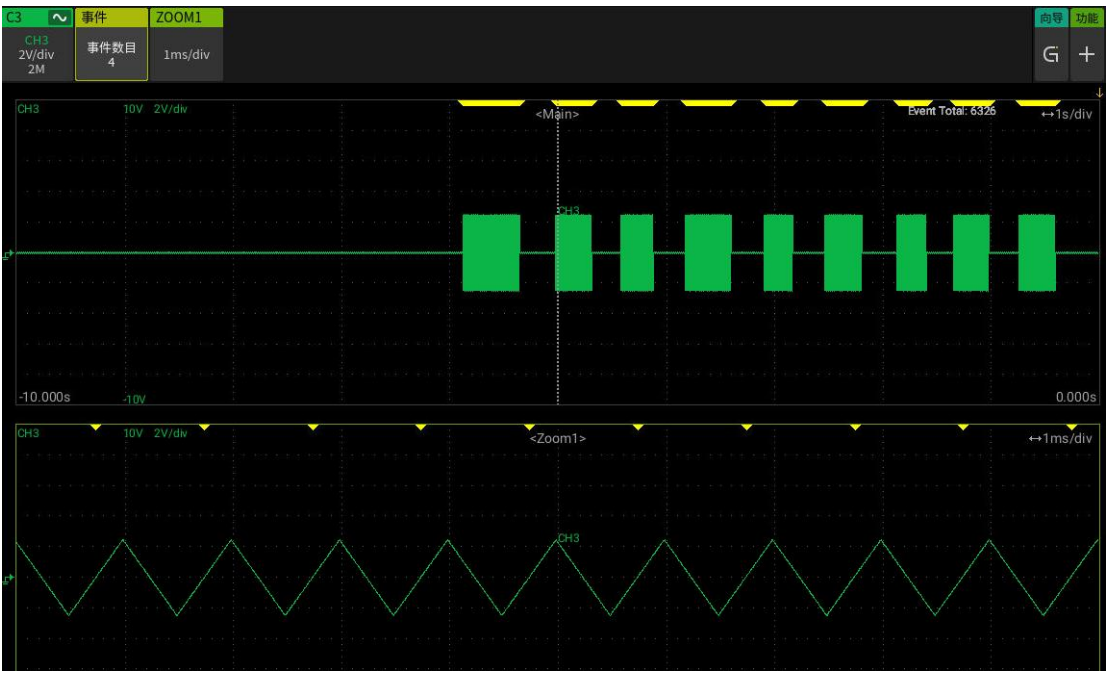


图 5.452 超幅事件波形界面

附：

- ① 超幅事件发生后，在恢复至判断电平前，不会重复发起相同的超幅事件；
- ② 事件位置为第一个超过条件点的位置。

点击图 5.445，增加事件，选择事件类型选择【超幅事件】，弹出界面 5.453 所示，菜单说明表见表 5.30。

事件4设置

全部事件

OFFON

事件类型

超幅事件

源

CH1

极性

正向

条件1

0V

条件2

0V

抑制

0s

高采样率

OFFON

取消

确定

图 5.453 超幅事件菜单

表 5.30 超幅事件菜单说明表

配置项	说明
源	参与判断的通道号
极性	正向：波形幅度大于条件 1 时发起事件 负向：波形幅度小于条件 1 时发起事件 双向：波形幅度大于条件 1，条件 2 中的较大值，或者小于条件 1，条件 2 中的较小值时发起事件
条件 1	参与判断的幅度值
条件 2	参与判断的幅度值
抑制	在事件发生后，在指定时间内不再进行事件判断

c. 脉宽事件

每当波形脉宽的持续时间满足设置时，发起一次事件。正脉宽示意图见图 5.454 所示。

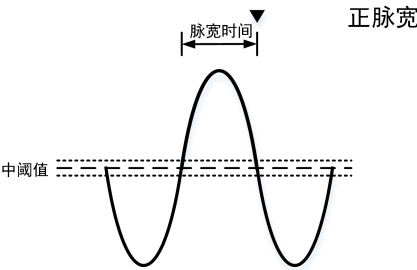


图 5.454 脉宽示意图

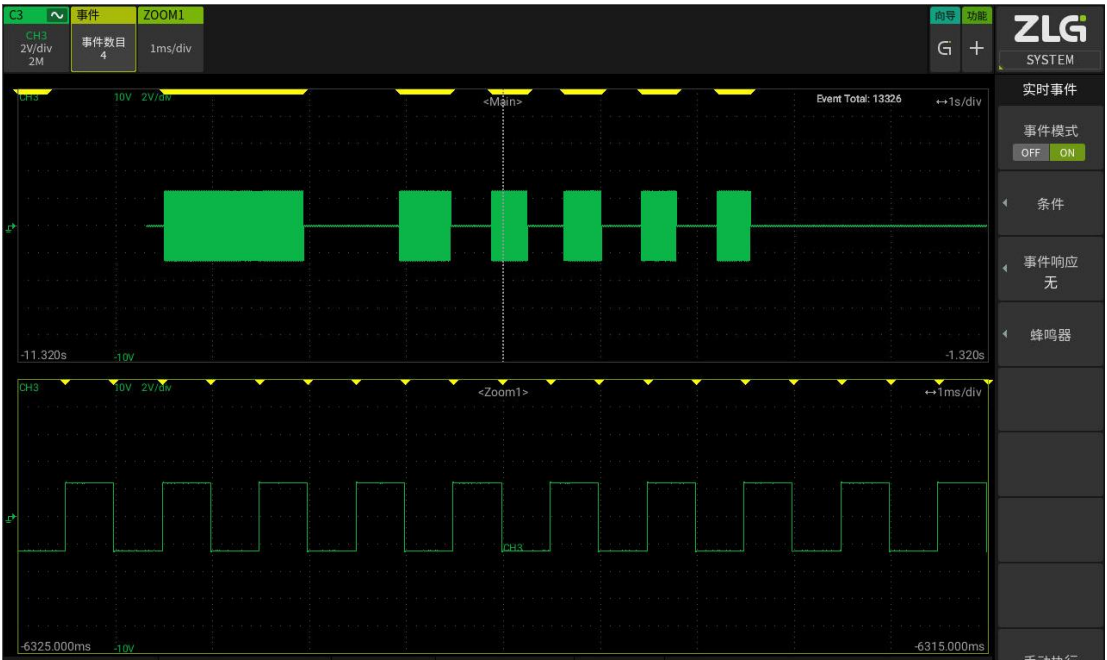


图 5.455 脉宽事件波形界面

- ① 事件位置为脉宽的结束位置，即回到中阈值点的位置
- 点击图 5.445，增加事件，选择事件类型选择【脉宽事件】，弹出界面见图 5.456 所示。

事件4设置

全部事件

OFF

ON

事件类型

脉宽事件

源

CH1

脉宽

正脉宽

中阈值

0V

判断

大于

条件1

0s

条件2

0s

取消

确定

图 5.456 脉宽事件菜单

表 5.31 脉宽事件菜单说明表

配置项	说明
源	参与判断的通道号
脉宽	正脉宽：以持续高于中阈值状态的时间作为脉宽时间 负脉宽：以持续低于中阈值状态的时间作为脉宽时间
中阈值	决定脉宽边界状态的判断电平
判断	大于：当脉宽时间大于条件 1 时发起事件 小于：当脉宽时间小于条件 1 时发起事件 范围内：脉宽时间落入条件 1，条件 2 之内时发起事件 范围外：脉宽时间落入条件 1，条件 2 之外时发起事件
条件 1	参与判断的时间值
条件 2	参与判断的时间值

d. N 边沿事件

每当波形按指定方向、指定次数穿过中阈值时，发起一次事件，边沿 N=2 时，示意图见图 5.457 所示。

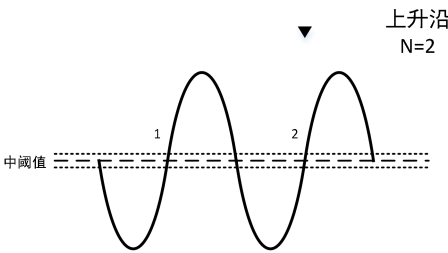


图 5.457 边沿 N=2 时，示意图

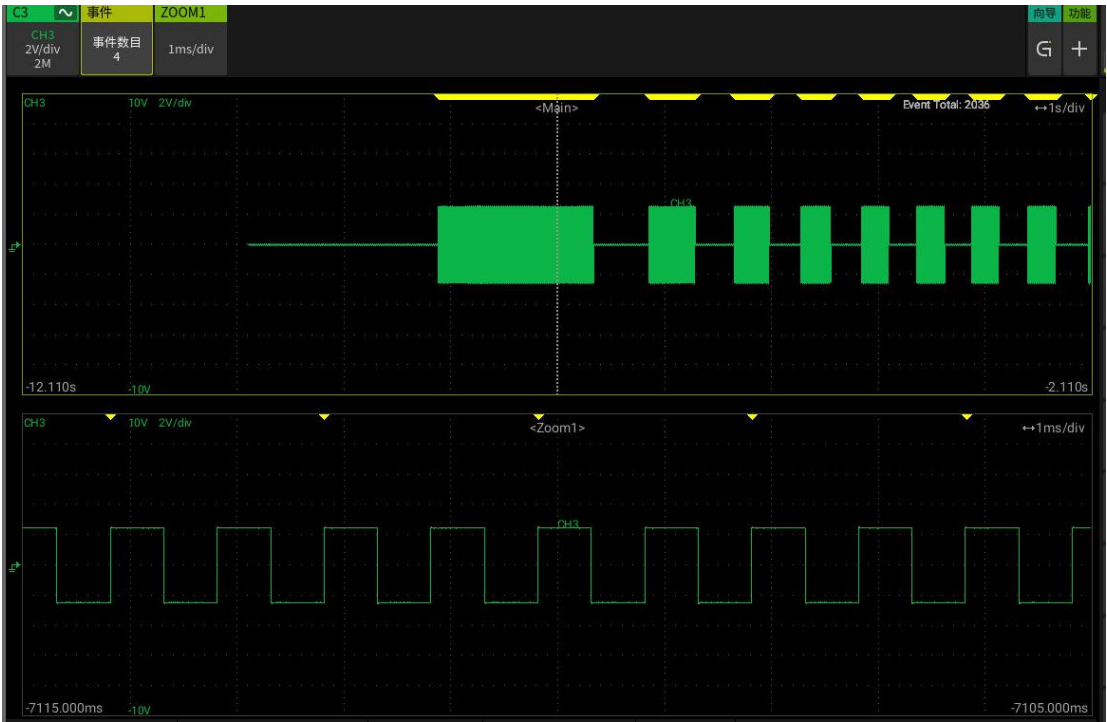


图 5.458 N 边沿事件波形界面

附：

- ① 事件位置为最后一个边沿的中阈值点的位置
- ② 超时时间为 0 时表示不进行超时判断

点击图 1.3，增加事件，选择事件类型选择【N 边沿事件】，弹出界面见图 5.459 所示，菜单说明见表 5.32。



图 5.459 N 边沿事件菜单

表 5.32 N 边沿事件菜单说明表

配置项	说明
源	参与判断的通道号
边沿	上升沿：当波形向上穿过中阈值时增加一次计数 下降沿：当波形向下穿过中阈值时增加一次计数 双边沿：每当波形穿过中阈值时增加一次计数
中阈值	判断边沿事件产生的电平
迟滞	代表波形需要穿过中阈值附近 0.1/0.5/1 div 范围
边沿数	统计的边沿次数，当次数满足时发起一次事件
超时时间	当超时时间内没有产生边沿，重新边沿计数

e. 超时事件

每当波形某种电平状态的持续时间超过指定时间，发起一次事件，范围内条件判断示意图见图 5.460 所示。

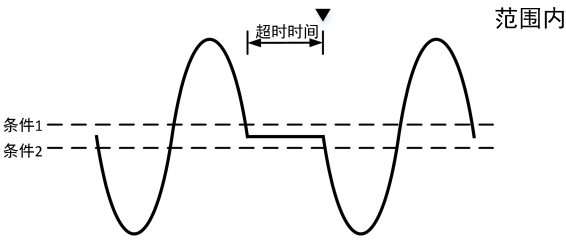


图 5.460 超时事件示意图

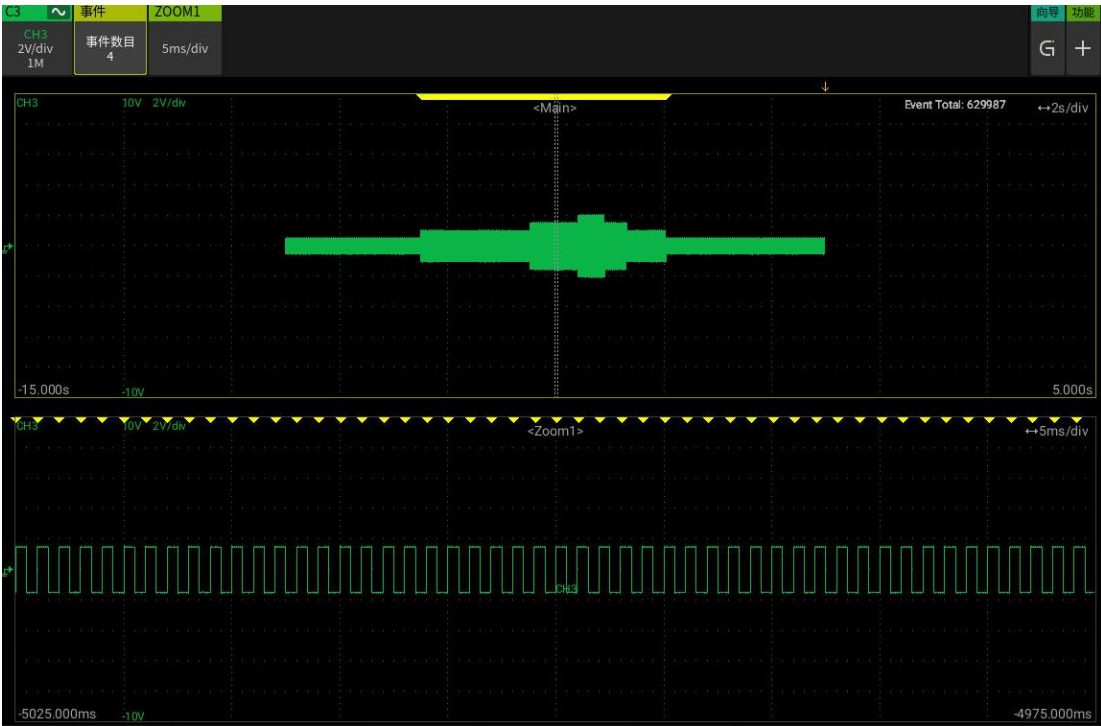


图 5.461 超时事件波形界面

附：

- ① 事件位置为维持电平状态的最后一个点位置

点击图 5.445，增加事件，事件类型选择【超时事件】，弹出界面见图 5.462 所示，菜单说明见表 5.33。



图 5.462 超时事件菜单

表 5.33 超时事件菜单说明表

源	参与判断的通道号
判断	大于：统计电平幅度值大于条件 1 的持续时间 小于：统计电平幅度值小于条件 1 的持续时间 范围内：统计电平幅度值落入条件 1，条件 2 之内的持续时间 范围外：统计电平幅度值落入条件 1，条件 2 之外的持续时间
条件 1	参与判断的电平幅度值
条件 2	参与判断的电平幅度值
超时时间	满足条件的状态持续超过超时时间，发起一次事件
抑制	在事件发生后，在指定时间内不再进行事件判断

f. 周期事件

每当波形的周期时间满足设置时，发起一次事件。周期事件示意图见图 5.463。

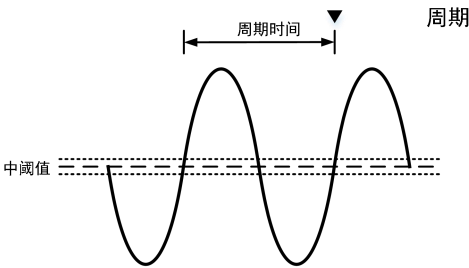


图 5.463 周期事件示意图

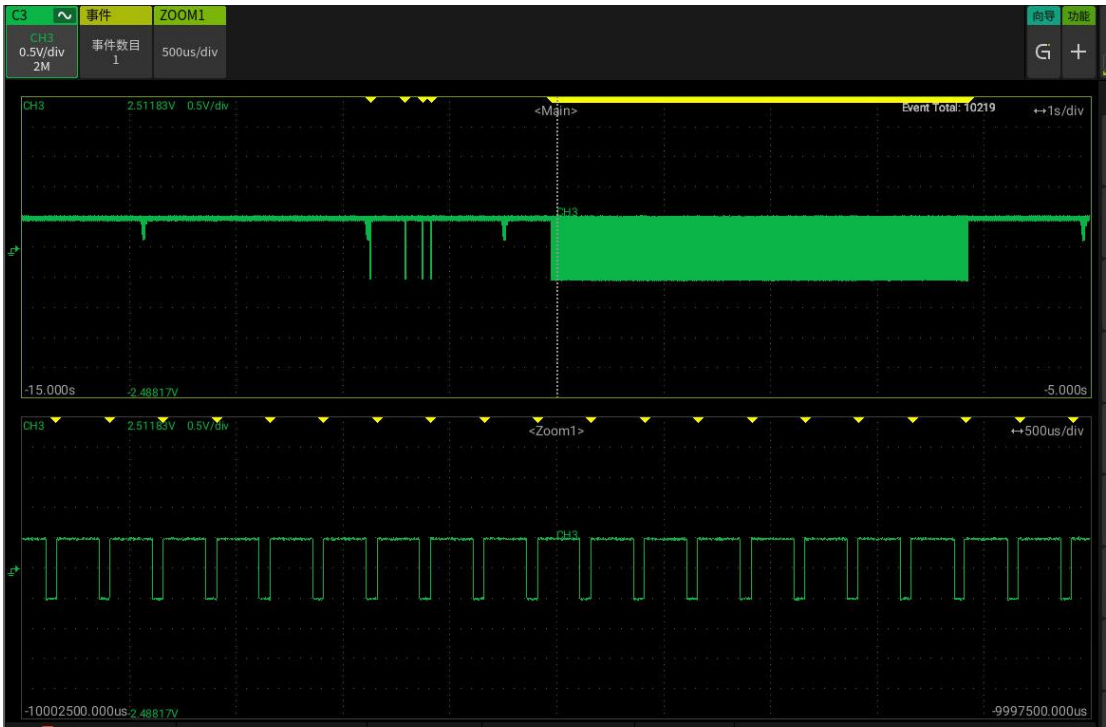


图 5.464 周期事件波形界面

附：

- ① 周期时间为两次穿过中阈值的上升沿之间的时间差
- ② 事件位置为周期的最后一个点位置，即第二个上升沿的中阈值位置

点击图 5.445，增加事件，事件类型选择【周期事件】，弹出界面见图 5.465 所示，菜单说明见表 5.34。



图 5.465 周期事件菜单

表 5.34 周期事件菜单说明表

源	参与判断的通道号
中阈值	判断周期事件产生的电平
迟滞	代表波形需要穿过中阈值附近 0.1/0.5/1 div 范围
判断	大于：当周期时间大于条件 1 时发起事件 小于：当周期时间小于条件 1 时发起事件 范围内：周期时间落入条件 1，条件 2 之内时发起事件 范围外：周期时间落入条件 1，条件 2 之外时发起事件
条件 1	参与判断的时间值
条件 2	参与判断的时间值

g. 延迟事件

当两个波形指定的边沿时间差满足条件时，发起一次事件，延迟事件示意图见图 5.466。

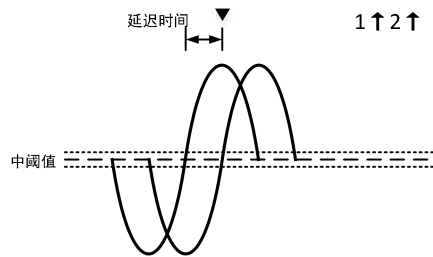


图 5.466 延迟事件示意图

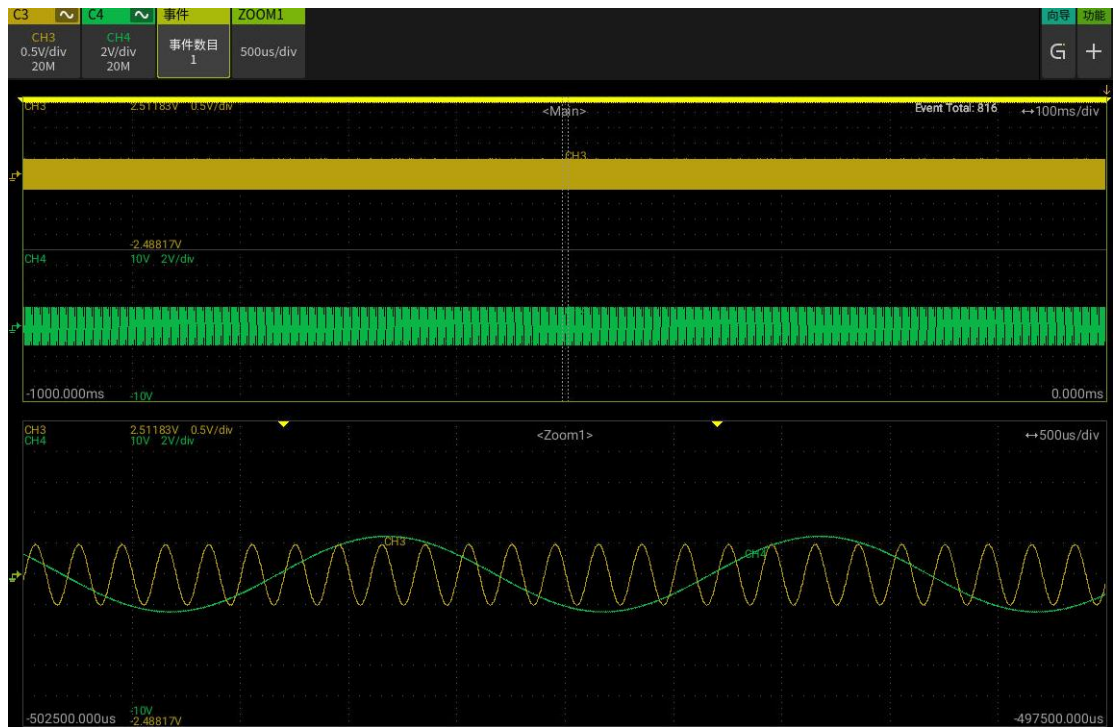


图 5.467 延迟事件波形界面

附：

- ① 时间差为通道 1 的边沿中阈值点时间与通道 2 的中阈值点时间相减
- ② 事件位置为通道 2 的中阈值点位置

点击图 5.445，增加事件，事件类型选择【周期事件】，弹出界面见图 5.468 所示。



图 5.468 延迟示意菜单

表 5.35 延迟事件菜单说明表

源	参与判断的通道号
模式	延迟 1↑2↑：通道 1 的上升沿与通道 2 的上升沿时间差 延迟 1↑2↓：通道 1 的上升沿与通道 2 的下降沿时间差 延迟 1↓2↑：通道 1 的下降沿与通道 2 的上升沿时间差 延迟 1↓2↓：通道 1 的下降沿与通道 2 的下降沿时间差
中阈值	两个通道号的边沿判断电平
判断	大于：当时间差大于条件 1 时发起事件 小于：当时间差小于条件 1 时发起事件 范围内：时间差落入条件 1，条件 2 之内时发起事件 范围外：时间差间落入条件 1，条件 2 之外时发起事件
条件 1	参与判断的时间值
条件 2	参与判断的时间值

h. 模板事件

将波形第一段满足条件的波形区域作为参考模板，依次与后续满足条件的区域进行形状匹配，当形状匹配度满足/不满足条件时发起一次事件。

模板事件支持四种类型：周期匹配、周期相斥、时间匹配、时间相斥，分别见图 5.469、

图 5.470、图 5.471、图 5.472。

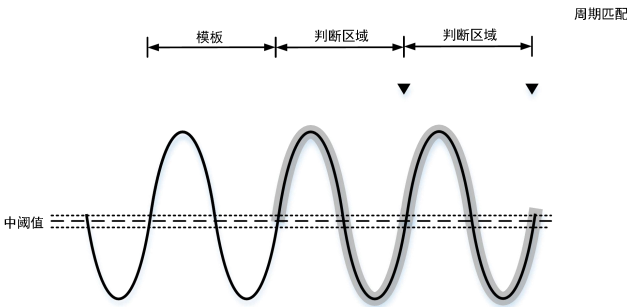


图 5.469 周期匹配示意图

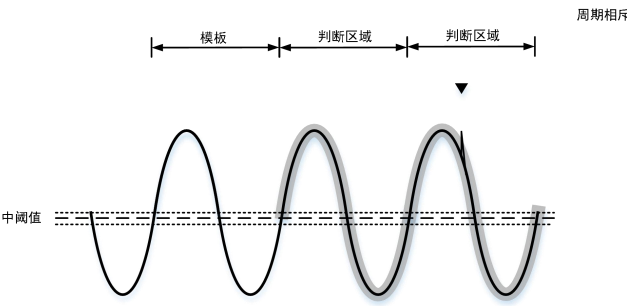


图 5.470 周期相斥示意图

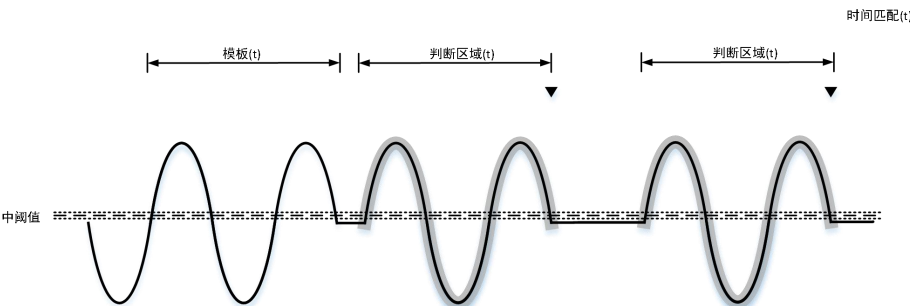


图 5.471 时间匹配示意图

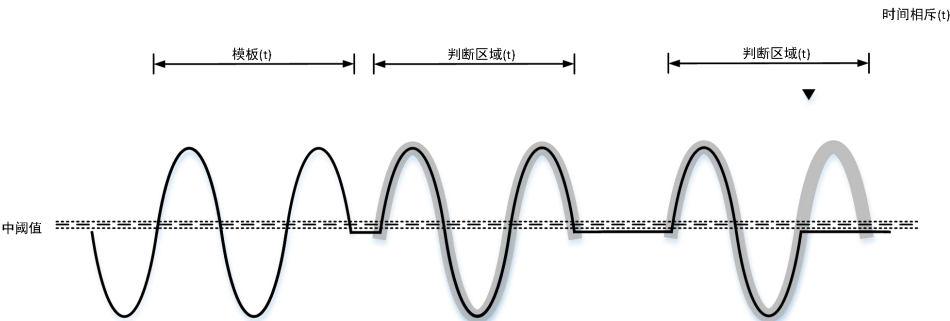


图 5.472 时间相斥示意图

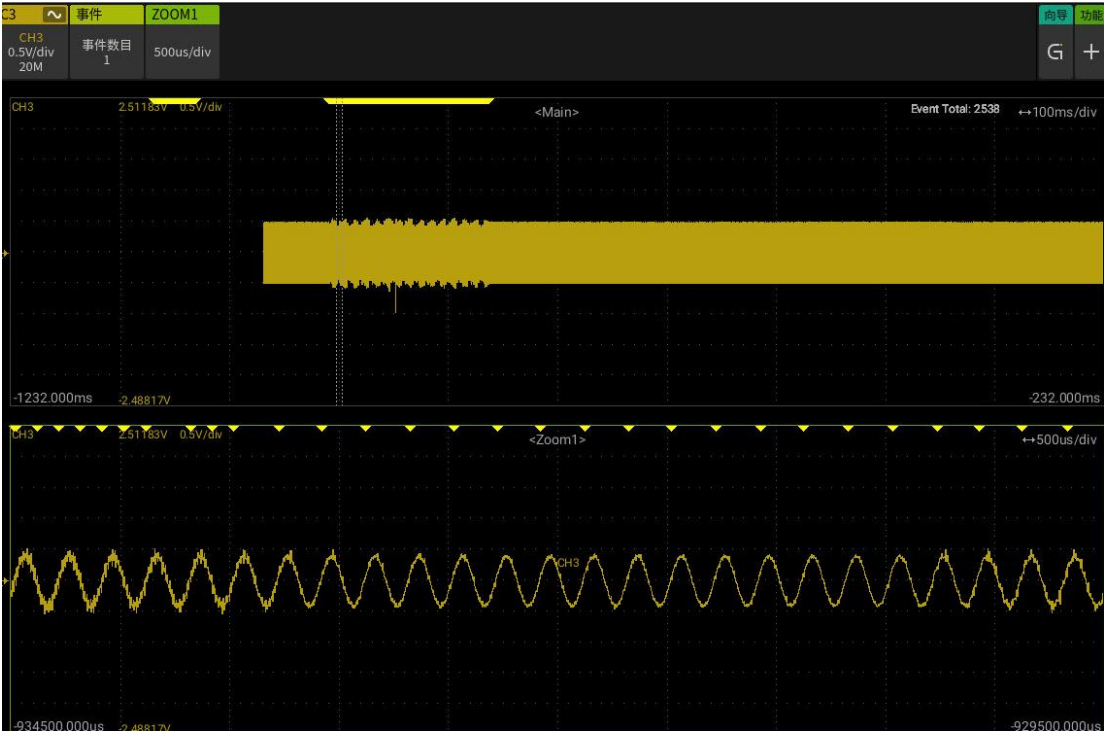


图 5.473 模板触发波形界面

点击图 5.445，增加事件，事件类型选择【模板事件】，弹出界面见图 5.474 所示，模板事件菜单说明表，见表 5.36 所示。

事件1设置

全部事件

OFFON

事件类型

模板事件

源

CH3

模式

相斥

判断模式

周期

周期数

1

中閾值

0V

迟滞

低

水平容忍度

1%

垂直容忍度

1%

取消

确定

图 5.474 模板事件菜单

表 5.36 事件模板菜单说明表

源	参与判断的通道号	
源	参与判断的通道号	
模式	匹配：待测波形段与模板波形段完全匹配时生成事件。 相斥：待测波形段与模板波形段不匹配时生成事件。	
判断	周期：以周期划分区域	时间：以时间划分区域
周期数/时间长度	取中阈值后的 N 个周期作为区域	取中阈值后的固定时间作为区域
中阈值	进入波形匹配的判断电平	
迟滞	代表波形需要穿过中阈值附近 0.1/0.5/1 div 范围	
水平容忍度	待测区域与模板区域水平方向上的允许偏差	
垂直容忍度	待测区域与模板区域垂直方向上的允许偏差	

i. 抖动事件

抖动事件可对直流进行波形的抖动判断，当直流抖动幅度值到指定范围后发起一次事件。

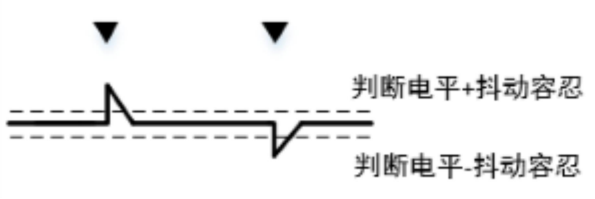


图 5.475 模板事件菜单

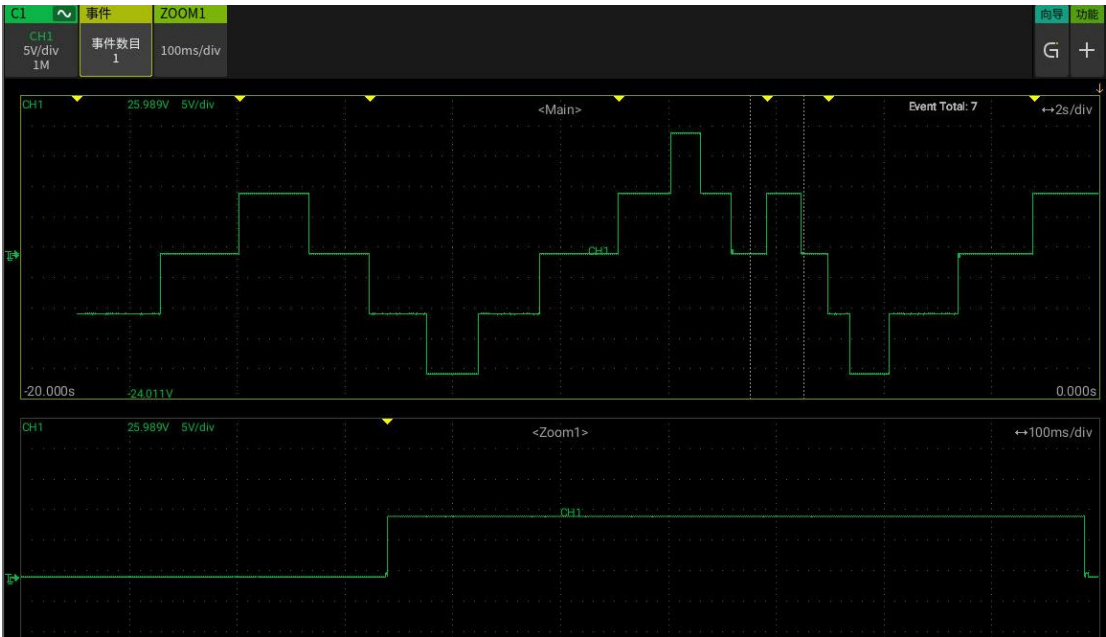


图 5.476 模板事件菜单

点击图 5.445，增加事件，事件类型选择【抖动事件】，弹出界面见图 5.474 所示，模板事件菜单说明表，见表 5.37 所示。



图 5.477 模板事件菜单

表 5.37 抖动事件模板菜单说明表

源	参与判断的通道号
源	参与判断的通道号
自动电平	ON：以直流初始电平作为比较基准 OFF：以用户设置电平作为比较基准
判断电平	自动电平为 OFF 时，输入比较基准的物理值
抖动容忍	允许直流在垂直方向上的物理偏移，当波形电平超过（基准值±容忍值）的时候，发起一次事件

（2）事件响应

ZDL6000 示波记录仪事件响应支持四种类型，分别是无、停止、波形存储、停止+存储，菜单见图 5.478、图 5.479 所示。满足事件条件，会在波形上显示黄色倒三角实心标识。



图 5.478 事件响应菜单



图 5.479 四种事件响应菜单

- a. 事件响应：无
- 当事件发生后，不做任何处理，满足事件条件，会在波形上显示黄色倒三角实心标识。

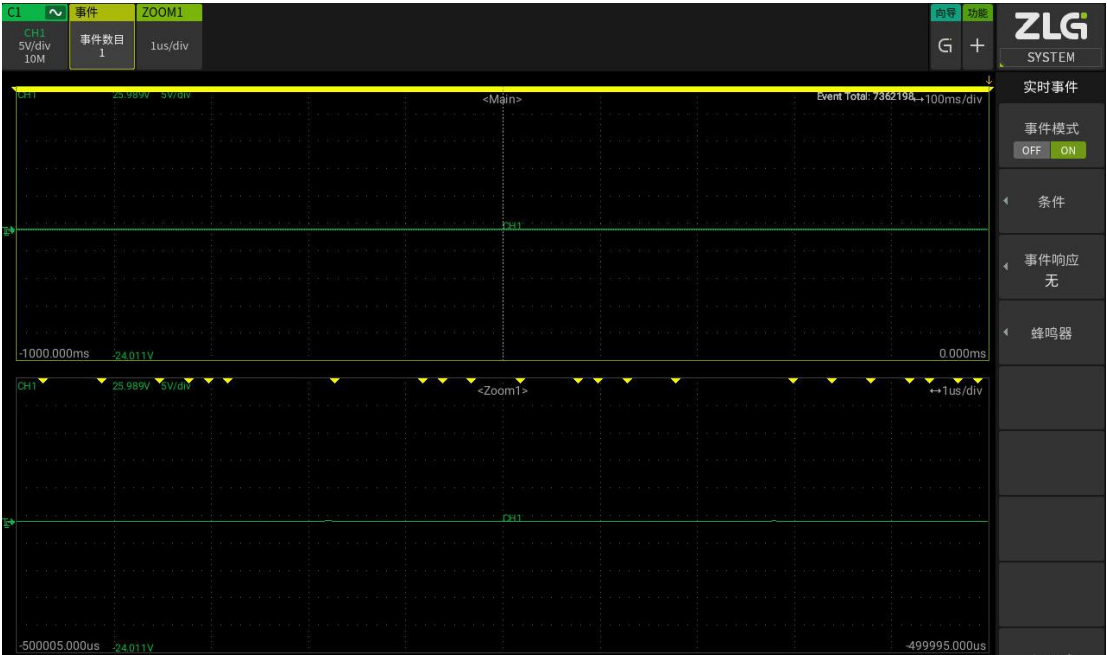


图 5.480 事件响应“无”

b. 事件响应：停止

当事件发生后，[立刻/0.5s/1s]延迟后发起一次停止采集操作。该功能与用户手动点击停止采集功能相同，波形会在稍后一段时间后停止(数十毫秒)，若开启“重复采集”，停止后会自动重新采集，满足事件条件，停止采集。

① 延迟类型：

“停止”事件响应，可选择立即停止、0.5s 延时和 1s 延时，事件发生后，到达延时时间停止采集。



图 5.481 延迟类型菜单

② 动作

事件响应停止后，若开启“动作”功能，会触发动作操作，动作操作可参考“动作”章节功能描述，不再此处赘述。

③ 重复采集

若开启“重复采集”，停止后会自动重新采集，满足事件条件，停止采集，直到手动停止采集。

c. 事件响应：波形存储

当事件发生后，将指定通道事件附近的波形区域存储成.zdld 文件。存储波形区域为事件发生时间点前后合计[1k/5k/10k/50k/100k/500k/1M]存储点数或对应点数的波形时长[100us/500us/1ms/5ms/10ms/50ms/100ms]。

数据源设置

- 保存波形选择支持保存默认开启通道和自定义勾选通道两种，默认开启通道见图 5.482 所示，保存自定义勾选通道见图 5.483 所示；
- 模式：事件存储范围的规则，支持时间和点数两种，见图 5.484 所示；
- 事件位置：引起存储的事件落在存储波形的位置，可设置范围 0-100%，默认 50%，示意图见图 5.485 所示。



图 5.482 保存默认开启通道菜单

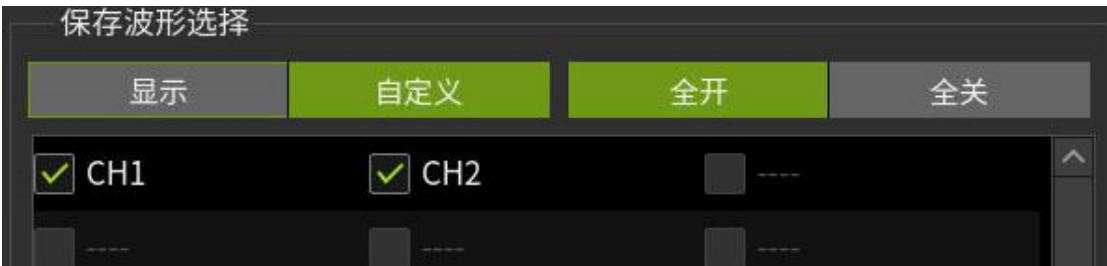


图 5.483 保存自定义勾选通道



模式选择：点数

模式选择：时间

图 5.484 事件响应存储模式

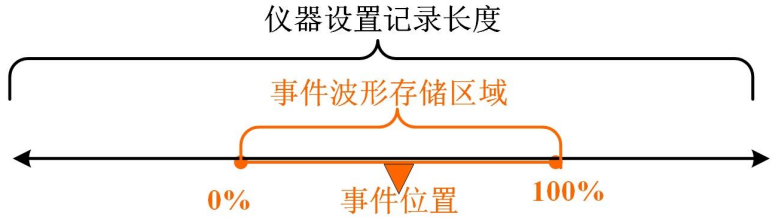


图 5.485 事件响位置示意图

存储位置

在如图 5.479 所示存储设置菜单里按下“存储位置”软键，弹出对话框，用户可在对话框里设置文件的存储路径，如图 5.486 所示。



图 5.486 存储位置设置

d. 事件响应：停止+存储

当事件发生后，将指定通道事件附件的波形区域存储成.zdld 文件，波形存储完成后发起一次停止操作。存储波形区域为事件发生时间点前后合计[1k/5k/10k/50k/100k/500k/1M]存储点数或对应点数的波形时长。

存储路径选择与数据源设置操作类似“波形存储”事件类型响应，不再此处赘述。

(3) 事件标识

每个事件屏幕上最多允许同时显示 10,000,000 (10M)个事件标识，事件达到上限后，图 5.487 ①~④步骤，点击⑤，可查看结果列表，见图 5.488 所示。



图 5.487 事件列表查看步骤



图 5.488 事件结果查看

(3) 蜂鸣器

开启蜂鸣器，提示用户有事件发生，蜂鸣器报警支持四种选择：关闭、0.1s、2s、持续，见图 5.489 所示。

- 关闭：事件发生，蜂鸣器不报警。
- 0.1s：事件发生后，蜂鸣器持续报警 0.1s，中途可按图 5.489 中“停止”按键停止报

警；

- 2s: 事件发生后，蜂鸣器持续报警 2s，中途可按图 5.489 中“停止”按钮停止报警；
- 持续: 事件发生后，蜂鸣器持续报警，直到按图 5.489 中“停止”按钮停止报警。

1 蜂鸣器关闭



2 启用蜂鸣器

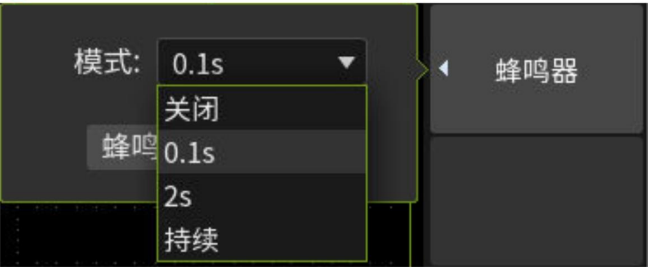


图 5.489 蜂鸣器设置菜单

4. 功能指标

事件的生成操作，可分为下面两种：

- 自动执行：指在示波滚动模式采集期间，设置条件实现的波形实时监控，可在事件发生后实时打上事件标识，并可以实现条件停止或者局部存储功能。
- 手动执行：指在波形采集完毕后，设置条件后并手动点击执行菜单，手动事件只会在事件点打上事件标识，不会触发响应。

表 5.38 两种事件生成方式

事件生成方式	自动执行	手动执行
执行环境	采集期间（示波滚动模式）	停止采集后
最高采样率	40Msa/s（合计）	无限制
支持源	实时运算、100M/20M/16CH/温度卡	实时运算、100M/20M/16CH/温度卡
条件并发	128 条	128 条
事件标识上限	10,000,000	10,000,000
事件响应	无响应、停止、波形存储、停止+存储	无响应

5.6.2 时序分析

1. 功能概述

时序分析在示波模式和记录模式都有效。仅 ZDL6000 系列支持。

ZDL 示波记录仪提供了一种实时分析功能时序分析，实时分析通过分别设置开始条件的通道源、边沿方向、判断电平值，以及结束条件的通道源、边沿方向、判断电平值来计算两个条件发生的数据差。时序分析就是测量并统计时间差的一种功能以此来满足需要测量时序的研发、生产流程。如图 5.490 所示，ZDL 的时序分析功能能够测试出同源或者不同源的时序差，包括 ACON 通道的 1 到 2 的时序，ACON 的 1 到+3.3V 通道的 3 的时序，+3.3V 的 3 到 ACON 的 2 的时序等等。

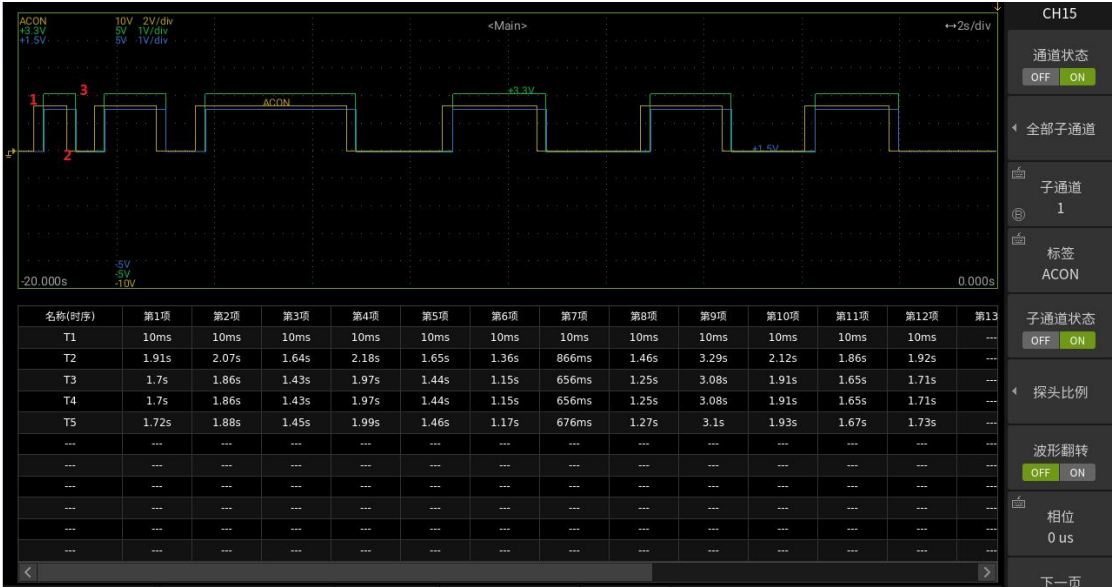


图 5.490 ZDL 系列时序分析波形

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单打开时序分析功能卡片，操作如下：

- 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“时序分析”功能，主界面上会出现“时序分析”功能卡片。时序分析功能添加后，功能管理“+”键菜单中“时序分析”会是禁用状态，删掉“时序分析”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，进入时序分析功能，如图 5.491 所示；
- 选中“时序分析”卡片，点击导航键“G 键”，进入时序分析功能菜单，见图 5.492 所示。



添加时序分析功能卡片



已添加时序分析功能卡片

图 5.491 进入时序分析



图 5.492 时序分析菜单



图 5.493 时序分析菜单

3. 功能菜单

ZDL6000 示波记录仪的时序分析功能是用于测量两个条件之间的时间差，并将结果显示在界面窗口。时序分析功能必须在滚动模式下开启，且不支持硬盘记录模式。时序分析测试前，按需设置超时时间和设置条件，时序分析的界面由：菜单界面、设置界面和结果显示界面三个核心部分组成。

(1) 超时时间

所有的时序分析时间的超时时间，如果事件的开始条件满足，超过超时时间还没有满足的结束条件，测量结果显示“error”，见图 5.494 所示。

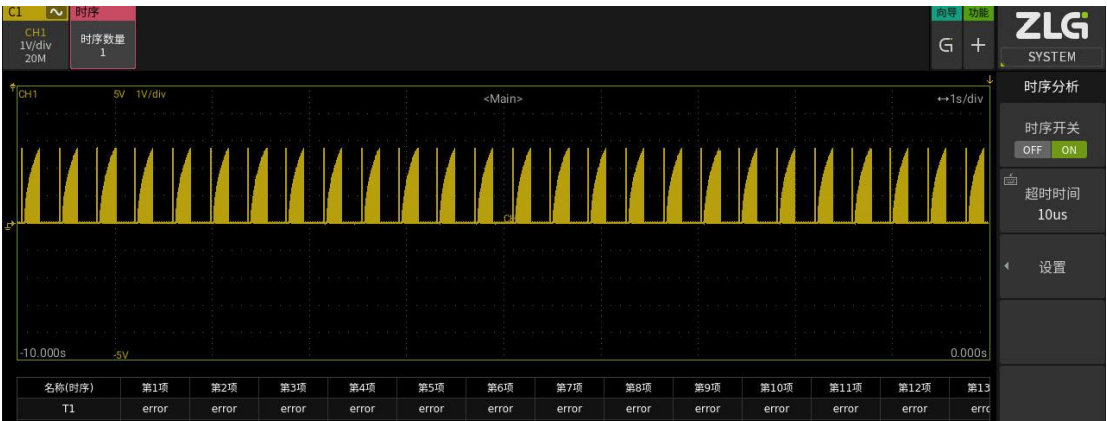


图 5.494 分析结果显示“error”

(2) 事件设置

时序分析的设置界面主要设置时序分析的条件，如图 5.495 时序设置窗口，时序可以看做一个个事件，点击“增加”按钮，增加时序分析事件，点击“删除”选项，删除已创建时序分析事件。可以设置界面设置时序分析时间的开始条件和结束条件，设置一个便于识别的时序事件名称，同时也可以点击开关选择启动或者不启用实时分析事件，最多支持 255 个事件，支持批量设置。



图 5.495 设置界面

- ① 开关：用户可单个控制时序测量项目开关，也可以批量设置；
- ② 名称：用户可根据实际测试项目，通过内置键盘自定义命名时序测试项目名，默认是 Tx，x=1~16；

开始时序统计的相关配置：序号③-⑤

- ③ 配置源：可以做源波形的信号 CH1~CH16、RTM1~RTM16 及子通道 CH1_1~CH16~16。
- ④ 边沿类型：上升沿或下降沿，默认上升沿
- ⑤ 判断电平（可设置范围-300000~300000，默认 0）；

结束时序统计的相关配置：序号⑥-⑨

- ⑥ 配置源：可以做源波形的信号 CH1~CH16、RTM1~RTM16 及子通道 CH1_1~CH16~16。
- ⑦ 边沿类型：上升沿或下降沿，默认上升沿
- ⑧ 判断电平（可设置范围-300000~300000，默认 0）；
- ⑨ 判断条件：判断条件设置上下限后，如果时序得到的结果不在范围内，表格里面的数值会是红色，如图 5.498，判断范围上下限范围【0,1.00us】，T2 时序结果 10ms，结果就变红。

⑩ 删除：用户可单个删除时序测量项目，也可以批量删除。



图 5.496 判断条件设置

名称(时序)	第1项	第2项	第3项	第4项	第5项	第6项	第7项	第8项	第9项	第10项	第11项	第12项	第13项
T1	1.32ms	22.03ms	1.28ms	1.28ms	1.29ms	1.29ms	1.3ms	1.3ms	1.3ms	1.31ms	1.3ms	1.3ms	1.3n
T2	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms	10ms
T3	error	error	error	error	error	error	error	error	error	error	error	error	error
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

图 5.497 时序结果不在范围内，数值变红

4. 操作流程

- 首先，示波记录仪设置成非硬盘记录的滚动波形模式下；
- 其次，打开时序分析菜单，如图 5.493 时序分析菜单所示；
- 然后，配置时序分析的条件，并开启时序分析事件-；
- 最后，开始采集，即可获取时序分析结果。

注意：时序分析的各参数在采集过程中是可以修改的，但是并不会立刻生效，会在下次采集开始时生效。

5. 结果显示

时序分析分析结果以表格的形式显示时序分析事件的结果，其中时序分析事件的结果保留前 20 项，超过 20 项后，不再显示后续的测试项。

测试项的结果表现为三种：正确的测试结果如“1.32ms、500us”、错误的测试结果“error”以及不存在的测试结果“---”，如图 5.498 所示。

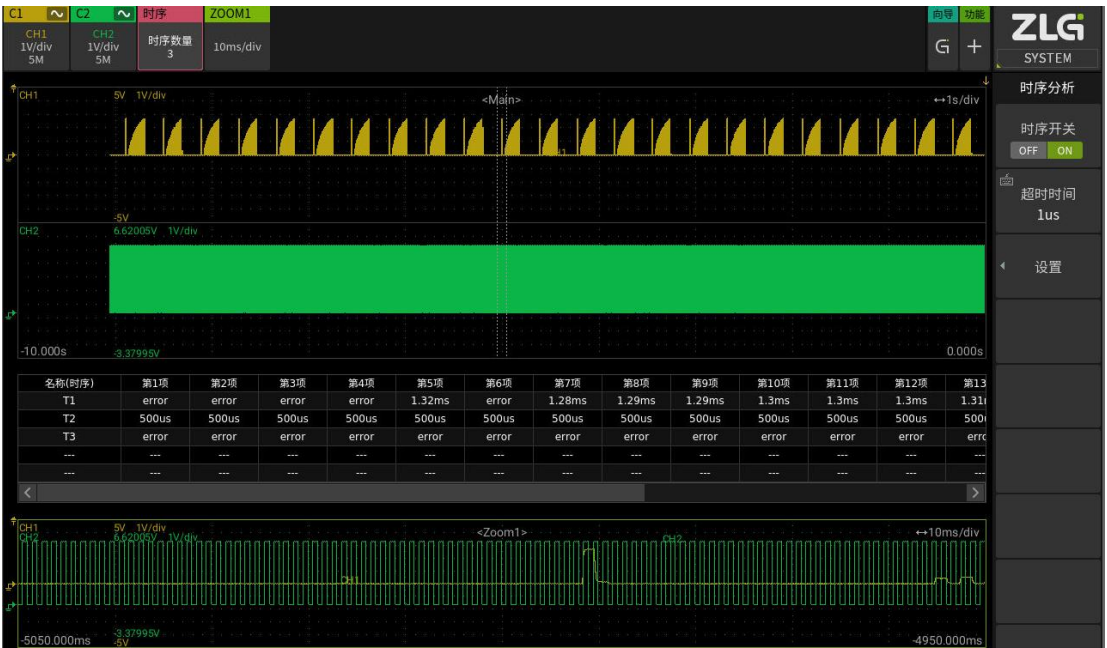


图 5.498 时序分析结果显示

5.6.3 谐波分析

1. 功能概述

谐波分析在示波模式和记录模式都有效。仅 ZDL6000 系列支持。

ZDL 系列示波记录仪的谐波分析功能在采集中在界面列表可查看幅值、有效值、频率分辨率及 THD 等，采集中可实时保存电压幅值、有效值、阻抗模值、阻抗角度等测量值，可同时查看 16 个源通道谐波分析结果。



图 5.499 ZDL 系列谐波分析界面

2. 操作步骤

ZDL6000 示波记录仪支持快捷菜单打开谐波分析功能，操作如下：

- 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“谐波分析”功能，主界面上会出现“谐波分析”功能卡片。谐波分析功能添加后，功能管理“+”键菜单中“谐

波分析”会是禁用状态，删掉“谐波分析”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，进入谐波分析功能，如图 5.491 所示：

- 选中“谐波分析”卡片，点击导航键“G 键”，进入实现分析功能菜单，见图 5.492 所示。



添加时序分析功能卡片



已添加时序分析功能卡片

图 5.500 进入谐波分析界面

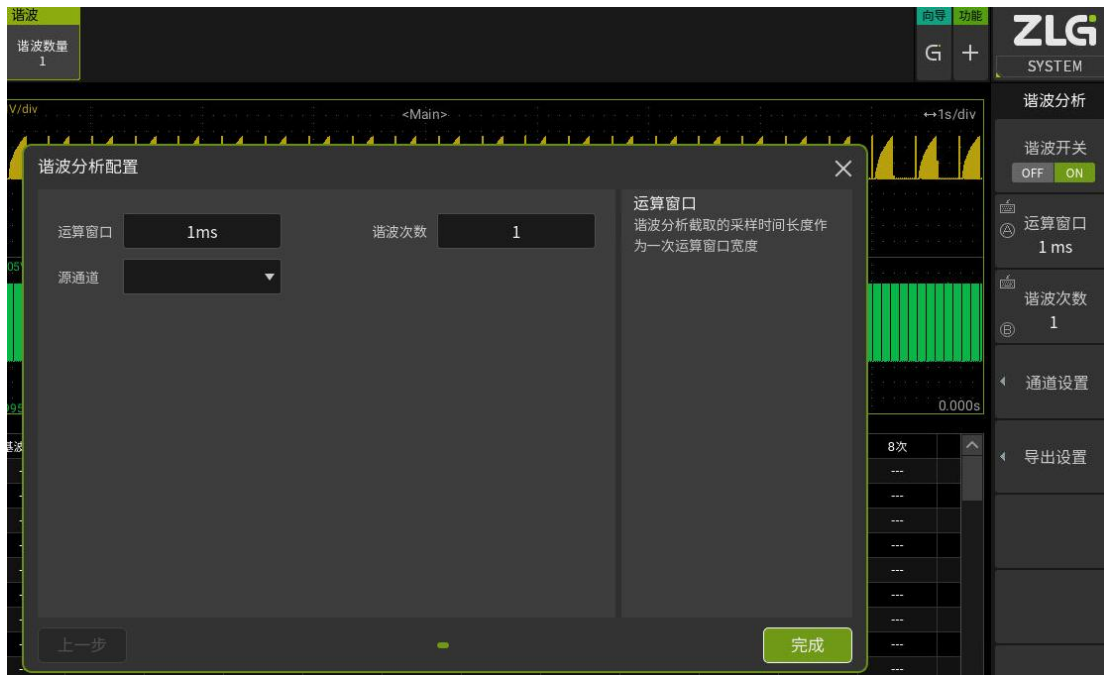


图 5.501 谐波分析菜单



图 5.502 谐波分析菜单

3. 功能菜单

ZDL6000 示波记录仪的谐波分析功能在滚动模式下，界面列表可查看幅值、有效值和当前频率分辨率等；采集中可实时保存电压幅值、有效值、阻抗模值、阻抗角等。谐波分析测试前，按需设置运算窗口、谐波次数、通道设置和导出设置条件，谐波分析的界面由：菜单界面、设置界面和结果显示界面三个核心部分组成。

(1) 开关谐波分析

点击图 5.502，选中【谐波开关】选项，可开启或关闭谐波分析功能。

(2) 运算窗口

点击图 5.502，选中【运算窗口】选项，通过键盘输入或旋转旋钮 A 设置运算周期，可设置范围 1ms-100ms，默认 1ms，见图 5.503 所示。运算周期=1/频率分辨率=FFT 点数/

采样率，采样率通过修改时基和记录长度手动设置，运算周期可手动设置，运算周期是运算截取时间窗口，建议至少 2 个信号周期以上，如 1KHz 方波，运算周期至少选择 2ms 及其以上。

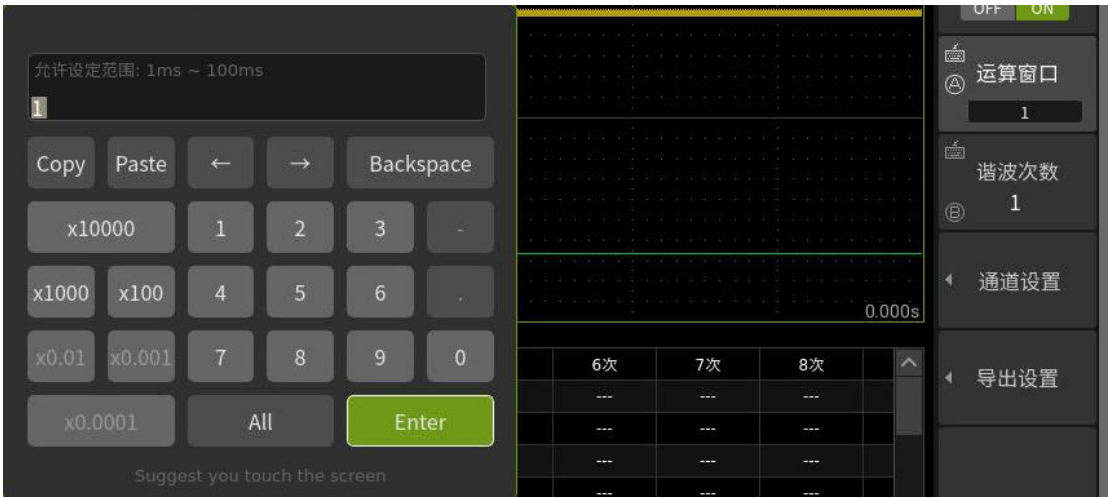


图 5.503 运算窗口设置

(3) 谐波次数

点击图 5.502，选中【谐波次数】选项，通过键盘输入或旋转旋钮 B 设置谐波次数，可设置范围 1-15 次，默认 1 次，见图 5.504 所示。

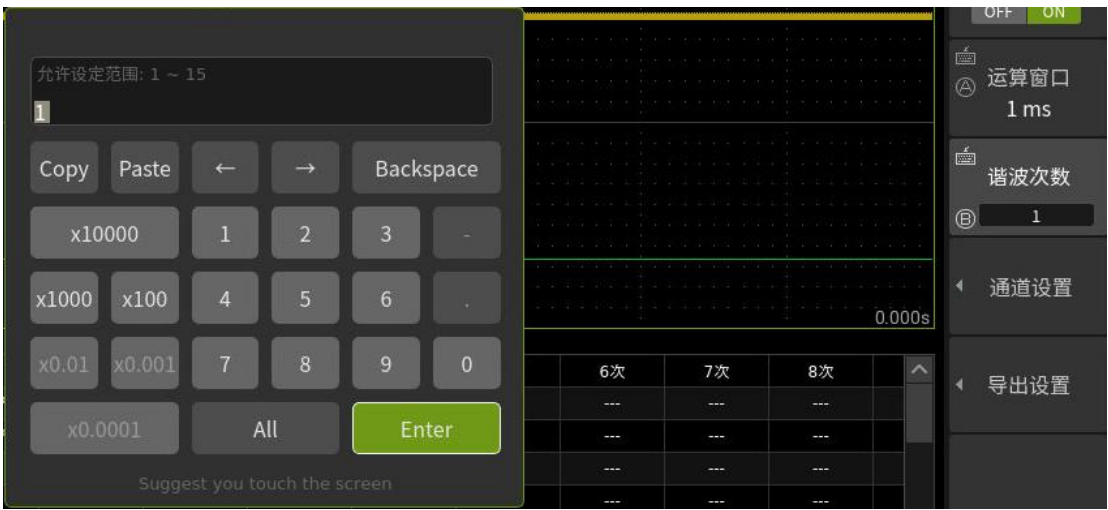


图 5.504 谐波次数设置

(4) 通道设置

点击图 5.502，选中【通道设置】选项，可设置界面显示项目和二次运算可存储的项目，见图 5.505 所示。谐波分析前，请在“通道设置”菜单中，配置需分析的测量项，如幅值、有效值、频率分辨率及 THD、阻抗模值、阻抗角度等测量值。



图 5.505 通道设置

- ①：开关：用户可单个控制谐波分析开关，也可以批量设置；
- ① 设置界面显示项目：开启源通道，界面上显示对应源通道相关测量信息，如基波频率、频率分辨率、THD 基波、THD 总波及设置的谐波次数内的谐波幅值，见图 5.506 所示，若谐波次数设置 1 次，界面显示仅显示基波的结果，2-15 次谐波幅值显示-----。

名称(谐波)	基波频率	频率分辨率	THD基波	THD总波	1次	2次	3次	4次	5次	6次	7次	8次	
CH1	4.819kHz	1.000kHz	53.92%	47.46%	27.06mV	---	---	---	---	---	---	---	
CH2	197.8kHz	1.000kHz	44.56%	40.70%	589.5uV	---	---	---	---	---	---	---	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

图 5.506 界面显示

- ② 通道：可以做源波形的信号：实时运算、100M/20M/16CH/温度卡（CH1~CH16、RTM1~RTM16 及子通道 CH1_1~CH16~16）。
- ③ 二次运算：开启二次运算，选择源通道后，可保存源通道电压电流有效值及二次计算的阻抗模值、阻抗角度到 CSV 文件。
- ④ 二次运算通道：可以做二次运算源波形的信号：实时运算、100M/20M/16CH/温度卡（CH1~CH16、RTM1~RTM16 及子通道 CH1_1~CH16~16）。
- ⑤ 二次运算项目：勾选“阻抗模值或阻抗角度”，采集前勾选自动保存功能，会自动保存到 CSV 文件。

谐波次数	电压数值(rms)	电流数值(rms)	基波频率	阻抗模值	阻抗角度	电压源	电流源
1	2.216198V	1.848742A	50000.135	1.19876	-46.5687	CH5	CH6
2	1.112171V	0.927597A		1.198982	89.2626	CH5	CH6
3	0.744577V	0.620509A		1.199945	44.54094	CH5	CH6
4	0.561731V	0.467826A		1.200727	-0.35127	CH5	CH6
5	0.453019V	0.378448A		1.197043	-45.1207	CH5	CH6
6	0.380429V	0.316823A		1.200762	89.80291	CH5	CH6

图 5.507 谐波分析存储结果

点击图 5.502，选中【导出设置】选项，可设置保存文件的路径、文件名及备注文件信息，见图 5.508 菜单。采集前需勾选自动保存功能，采集时同步保存测量项到 CSV 文件；若不动保存，无数据保存。



图 5.508 导出设置菜单

5.6.4 趋势分析

1. 功能概述

趋势分析在示波模式和记录模式都有效。仅 ZDL6000 系列支持。

ZDL 系列示波记录仪的趋势分析功能将实时分析波形的周期数、周期、频率及占空比等测量项目，并生成对应的趋势。

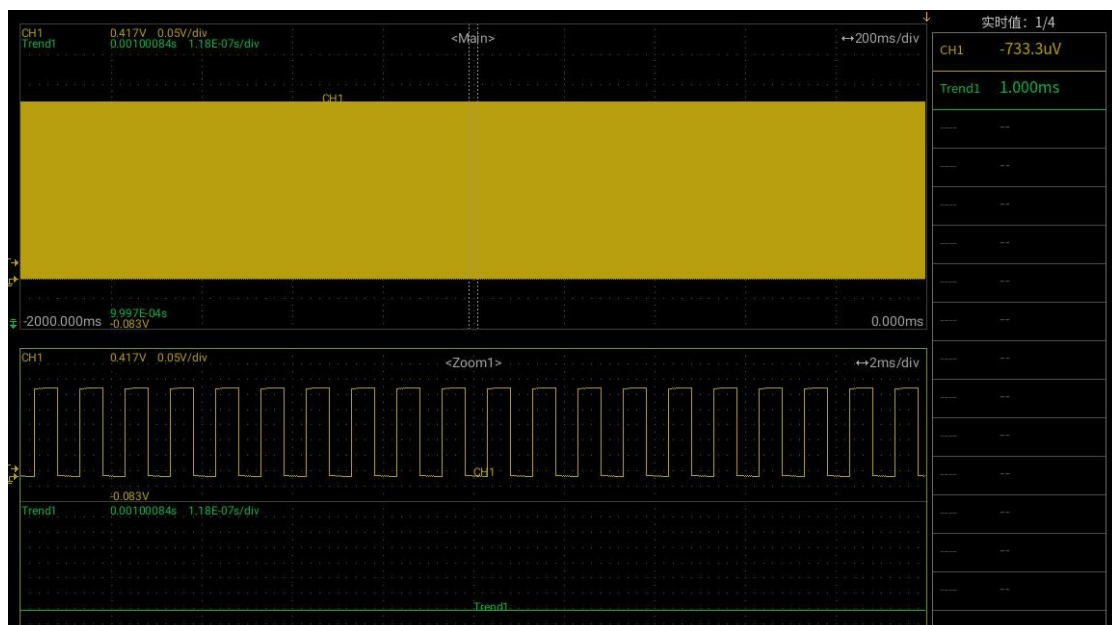


图 5.509 ZDL 系列趋势分析测周期

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单添加趋势分析功能卡片，操作如下：

- 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“趋势分析”功能，主界面上会出现“趋势分析”功能卡片。趋势分析功能添加后，功能管理“+”键菜单中“趋势分析”会是禁用状态，删掉“趋势分析”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，进入趋势分析功能，图 5.510 所示；

➤ 选中“趋势分析”卡片，点击导航键“G 键”，进入功能菜单，见图 5.511 所示。



添加趋势分析功能卡片



已添加趋势分析功能卡片

图 5.510 添加趋势分析功能卡片



图 5.511 趋势分析功能菜单



图 5.512 趋势分析功能菜单

3. 功能菜单

ZDL6000 示波记录仪的趋势分析功能将实时分析的某个测量项目，生成对应的趋势波形，并将结果显示在界面窗口。趋势分析功能必须在滚动模式下开启，趋势分析测试前，按需开启子通道、选择趋势类型及进行子通道参数设置，趋势分析的界面由：菜单界面、设置界面和结果显示界面三个核心部分组成。

(1) 开关趋势分析

点击图 5.512，选中【趋势开关】选项，可开启或关闭趋势分析功能。

(2) 全部子通道设置

点击图 5.512，选中【全部子通道】选项，设置趋势分析 16 个子通道，支持单个或统一设置 16 个趋势测量项参数，可对子通道进行通道设置、上下限制设置、持续时间/复位设置，见图 5.513、图 5.516、图 5.520 所示。



图 5.513 趋势分析通道设置菜单

- 点击图 5.513 任一参数项，可在弹出框图 5.514 中配置通道相关设置。
- ① 标签：趋势测量项标签，使用键盘输入进行趋势项命名，设置后，新的趋势项标签名显示在菜单【标签】处和视图界面通道显示处显示。默认 Trend1~Trend16。
 - ② 趋势类型：示波记录仪当前支持 9 种趋势分析，周期数、周期、频率、占空比、平均值，直流有效值、交流有效值、功率、能耗，不同趋势项，配置的通道设置菜单不同，见图 5.514 所示。其中平均值、有效值、功率趋势支持运算源和同步通道选择、更新周期配置。
 - ③ 通道源/运算源/电压源/电流源：参与趋势分析源波形，支持源可选择实时运算、100M/20M/16CH/温度卡。需注意：不同趋势类型设置的源不同。
 - ④ 同步通道：需选择畸变小、输入电平和频率都稳定的输入信号作为同步源。只有能精确测量出同步源信号的周期，才能取得正确的测量值。需注意：趋势类型平均值，直流有效值、交流有效值、功率需设置该参数。
 - ⑤ 更新周期：更新周期是运算截取时间窗口，建议至少 2 个信号周期以上，如 1kHz 方波，运算周期至少选择 2ms 及其以上。需注意：趋势类型平均值，直流有效值、交流有效值、功率需设置该参数。
 - ⑥ 中阈值：可设置范围-300000~300000，默认 0。需注意：趋势类型周期数、周期、频率、占空比、平均值，直流有效值、交流有效值、功率需设置该参数。
 - ⑦ 迟滞：触发灵敏度，可设置低、中、高，见表 5.11。需注意：趋势类型周期数、周期、频率、占空比、平均值，直流有效值、交流有效值、功率需设置该参数。
 - ⑧ 模式：趋势类型是平均值，直流有效值、交流有效值、功率时，可选择周期和时间两种模式，其中周期相当于自动周期，时间相当于固定周期。若信号质量太差，无法找到边沿，自动测周，建议通过手动输入周期，模式选择“时间”，人为判断范围。



图 5.514 通道设置菜单明细



图 5.515 通道设置菜单明细

点击图 5.513 任一参数项，可在弹出框图 5.514 中上下限制设置。

- ① 标签：趋势测量项标签，使用键盘输入进行趋势项命名，设置后，新的趋势项标签名显示在菜单【标签】处和视图界面通道显示处显示。默认 Trend1~Trend16。
- ② 通道量程设置：支持自动量程和手动设置上下限，各趋势项可分开设置见图 5.517。
- ③ 单位设置：可以通过弹出的内置键盘，设置趋势项的单位，见图 5.518 所示。
- ④ 线性变换：支持两种变换方式， $AX+B$ 和 $P1-P2$ ，见图 5.518。相关详情，可查阅 5.2.12 章节。



图 5.516 上下限制菜单

手动量程设置

通道1设置

自动量程 手动

上限 956

下限 -156

单位 ---

线性变换 OFF

取消 确定

自动量程设置

通道1设置

自动量程 自动

上限 956

下限 -156

单位 ---

线性变换 OFF

取消 确定

图 5.517 趋势项量程设置

q w e r t y u i o p ←

a s d f g h j k l Enter

↑ z x c v b n m ! ? En

.? 123 Ins #+= Close

Suggest you touch the screen

图 5.518 趋势项单位设置

通道1设置

自动量程 自动

上限 956

下限 -156

单位 ---

线性变换 OFF

取消 确定

线性变换菜单

通道1设置

自动量程 自动

上限 956

下限 -156

单位 ---

线性变换 AX+B

A值 1

B值 0

取消 确定

线性变换: AX+B

通道1设置

自动量程 自动

上限 956

下限 -156

单位 ---

线性变换 P1-P2

P1[X]值 1

P1[Y]值 1

P2[X]值 0

P2[Y]值 0

取消 确定

线性变换: P1-P2

图 5.519 趋势项量程设置菜单

点击图 5.513 任一参数项，可在弹出框图 5.514 中**持续时间/复位设置**。

- ① 标签：趋势测量项标签，使用键盘输入进行趋势项命名，设置后，新的趋势项标签名显示在菜单【标签】处和视图界面通道显示处显示。默认 Trend1~Trend16。
- ② 选择复位模式：复位规则支持四种，默认、复位电平，参考电平，参考边沿。
 - (1) 默认：不执行复位判断，默认拷贝上一个数据；
 - (2) 复位电平：当超过指定时间未产生满足趋势条件的参数，将数据置为复位值；
 - (3) 参考电平：当参考通道满足指定电平时，将数据置为复位值；
 - (4) 参考边沿：当参考通道满足指定边沿时，将数据置为复位值。
- ③ 不同复位模式：不同复位模式，配置界面见图 5.521 所示。
 - (1) 复位值：空闲电平值；趋势测量项的第一个起始电平值取决于设置的复位值，空闲电平保持前一个趋势值结束电平值的维持时间不超过设置的持续时间，超过持续时间电平值恢复到设置的复位值。
 - (2) 持续时间：空闲电平值保持时间，持续时间设置若少于一个信号周期，持续时间少于一个信号周期，那每一个周期内都会复位一次，建议设置 1 个信号周期以上；
 - (3) 初始状态：趋势测试项的第一个值可以选择空值和复位值；
 - (4) 插值方式：可以选择空值和拷贝值。



图 5.520 趋势分析持续时间/复位设置菜单



图 5.521 趋势分析持续时间/复位设置菜单

5.6.5 波形对比

1. 功能概述

波形对比在示波模式和记录模式都有效。仅 ZDL6000 系列支持。

波形对比功能是 ZDL6000 示波记录仪最具创意的功能。它允许用户随时随地的保存屏幕中的波形到波形对比库，用户可以方便的将所有保存的波形进行对比分析，观察波形走势以及差异化。ZDL6000 记录仪的离线分析包括数据生成、数据管理以及数据分析。采集停止状态，记录仪记录数据到达一定数量级，可快速问题分析。

- 离线测量支持 43 个测量项（单通道）；
- 多个场景下的数据保存成离线数据统一处理；
- 离线功能管理，通道公式支持通道复制、通道间执行加减乘除四则运算、通道滤波、通道定制化脚本功能及通道自定义公式；
- 将不同数据合并成统一数据，例如将采样率不同的两条波形合并成一条；或者将同一时间产生的几条波形合并成一条；

- 混合板卡混合运算，支持混合板卡不同采样率的混合运算，如 100M 卡混合 CAN 卡，可同步看 CANFD DBC 趋势图和 CANFD 的 DI 频率趋势。

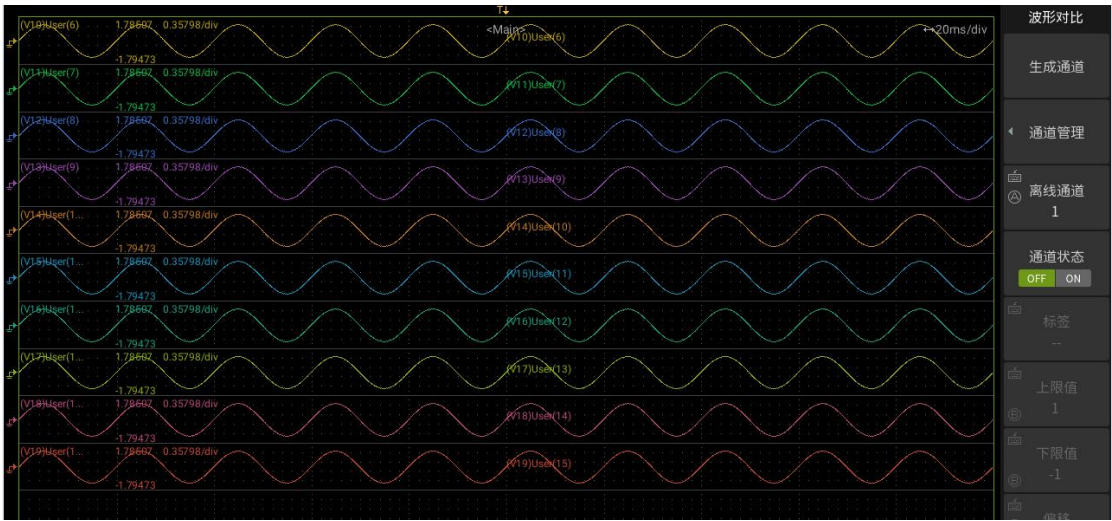


图 5.522 波形对比功能

2. 操作步骤

示波记录仪支持快捷菜单添加波形对比功能卡片，操作如下：

- 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“波形对比”功能，主界面上会出现“波形对比”功能卡片。波形对比功能添加后，功能管理“+”键菜单中“波形对比”会是禁用状态，删掉“波形对比”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，进入波形对比功能，图 5.523 所示；
- 选中“波形对比”卡片，点击导航键“G 键”，进入功能菜单，见图 5.511 所示。



添加波形对比功能卡片



已添加波形对比分析功能卡片

图 5.523 打开波形对比卡片



图 5.524 离线管理三大功能

3. 生成通道

(1) 波形对比数据

波形对比的数据以通道的形式显示。其通道通过文件描述出来，包括描述数据信息的.json 文件和描述数据的.fld 文件。

- .json 文件：描述通道的信息，例如通道名称、采样时间、通道上下限等等。
- .fld 文件：以二进制的形式存储数据。



图 5.525 生成的对比波形分析数据

(2) 离线数据生成

ZDL6000 示波记录仪支持可实现多种离线数据生成方式，包括拷贝离线或在线数据通道、加法 ($S1+S2$)、减法 ($S1-S2$)、乘法 ($S1*S2$)、除法 ($S1/S2$) 四则运算生成离线数据通道、数据滤波 (FILT ($S1$))、Script 脚本及用户自定义 (User Define) 运算生成离线通道。可以同时生成达 32 个离线通道，见图 5.526。其中添加离线通道后菜单见图 5.527 所示。

通道号	开关	标签	上限值	下限值	单位	偏移	采样率	点数	运算类型	生成时间	操作	删除通道	锁
20	OFF	b(9)	6.36	-8.29333	Opts	50M	192.19Mpts	C1	15:52:22.969382000	2022/11/01 15:52:38.538577000	导出	删除	
21	OFF	b(10)	6.36	-8.29333	Opts	50M	250Mpts	C1	2022/11/01 15:57:21.803221000	15:58:22.195135000	导出	删除	
22	OFF	b(11)	5.29333	-7.49333	Opts	100k	265.919k...	C1	2022/11/01 15:58:22.195135000	15:58:23.733913000	导出	删除	
23	OFF	b(12)	5.29333	-7.49333	Opts	100k	265.919k...	C1	2022/11/01 15:58:23.733913000	15:58:58.642558000	导出	删除	
24	OFF	b(13)	4.28	-7.01333	Opts	100k	25.841kpts	C1	2022/11/01 15:58:58.642558000	15:59:01.877990000	导出	删除	
25	OFF	b(14)	4.28	-7.01333	Opts	100k	25.841kpts	C1	2022/11/01 15:59:01.877990000	2022/11/01 16:01:57.497568000	导出	删除	
26	OFF	b(15)	4.28	-7.01333	Opts	100k	25.841kpts	C1	2022/11/01 16:01:57.497568000	2022/11/01 16:02:08.094711000	导出	删除	
27	OFF	b(16)	2.89333	-2.42667	Opts	100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:08.094711000	2022/11/01 16:02:16.745523000	导出	删除	
28	OFF	b(17)	0.253333	-5.72	Opts	100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:16.745523000	2022/11/01 16:02:16.982290000	导出	删除	
29	OFF	b(18)	0.253333	-5.72	Opts	100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:16.982290000	2022/11/01 16:02:21.274259000	导出	删除	
30	ON	b(19)	0.2	-5.4	Opts	100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:21.274259000		导出	删除	
31	ON	b(20)	0.2	-5.4	Opts	100M	200pts	C1			导出	删除	
32	ON	b(21)	0.2	-5.4	Opts	100M	200pts	C1			导出	删除	
											导入		

图 5.526 32 个离线通道



图 5.527 添加离线通道后菜单

（3）离线数据生成操作

点击图 5.524，选择【生成通道】，在弹出的菜单图 5.528 中，点击图 5.528 设置菜单中【通道公式】选项，用户可以选择运算符、通道源及设置通道标签和单位进行通道公式设置，见图 5.529 所示。

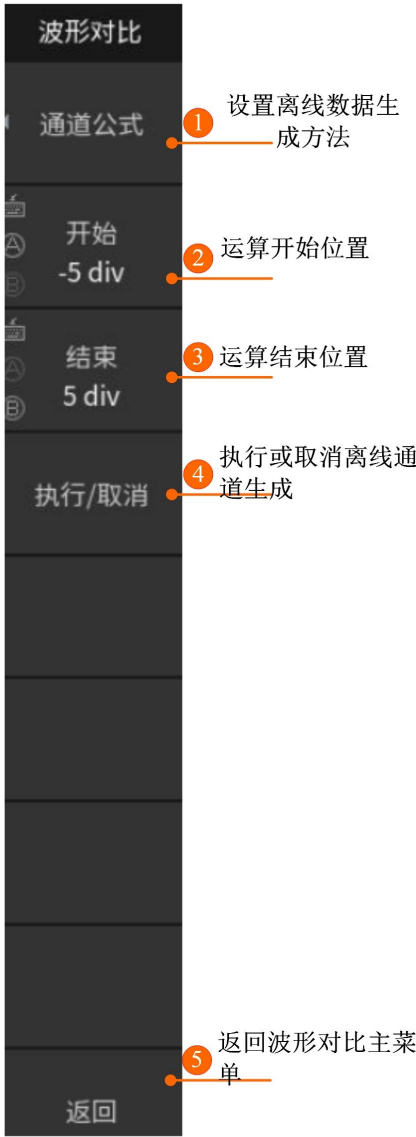


图 5.528 生成通道菜单



图 5.529 通道公式菜单

● 运算符：加减乘除四则、滤波、脚本及用户自定义运算，菜单见图 5.530；

- 源：选择用于生成离线数据通道的离线或在线数据通道；
- 标签：用户可使用键盘界面自定义命名生成离线通道，见图 5.531；
- 单位：用户可使用键盘界面自定义命名生成离线单位，见图 5.531。



图 5.530 运算符菜单

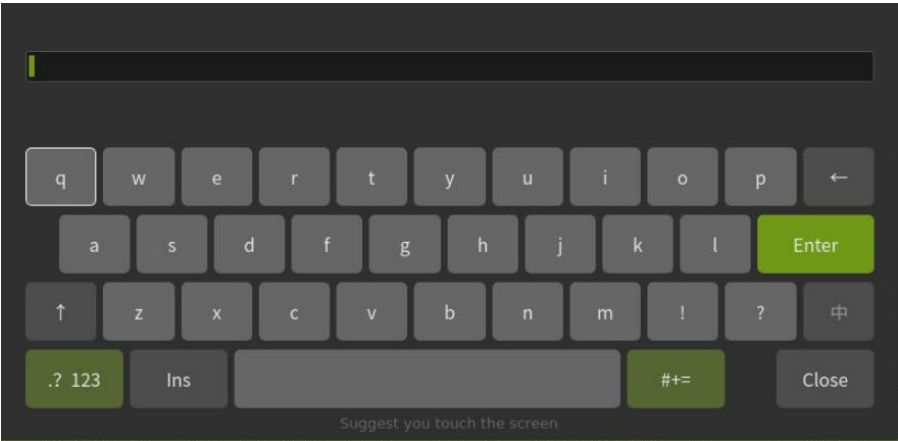


图 5.531 自定义键盘可命名离线通道名和单位

(4) 运算符说明

Copy 运算符

Copy 是将离线或在线的数据拷贝生成一个离线数据通道。

四则运算符

分配给 S1 和 S2 两个波形进行简单加减乘除四则运算。点击图 5.529 中运算符，分别选择【S1+S2】、【S1-S2】、【S1*S2】、【S1/S2】，可分别对离线或在线的两个数据源通过“加”、“减”、“乘”、“除”方式生成一个离线数据通道。

FILT 运算符

当用户选择 FLIT(s1)时，需设置滤波类型、滤波器通带及截止频率 FILT 运算符菜单见图 5.532 所示。



图 5.532 FILT 运算符设置菜单

- 滤波类型：Sharp、Gauss、IIR。
- 滤波器通带：LowPass、HighPass、BandPass、BandStop。

不同滤波类型，设置的滤波器通带也是不同的，详情见图 5.415。

- Gauss：Lowpass。
- Sharp：LowPass、HighPass、BandPass、BandStop。
- IIR：LowPass、HighPass、BandPass、BandStop。



图 5.533 滤波类型和滤波器通带

当滤波器通带是 BandPass 和 BandStop 时，则需设置两个截止频率，如图 5.416 所示；

当滤波器通带是 LowPass、HighPass 时，则需设置一个截止频率，如图 5.417 所示。

截止频率可设置范围：当前采样率一半的 1%~80%，步进 1%。



图 5.534 滤波器通带是 BandStop 和 BandPass 截止频率设置



图 5.535 滤波器通带 LowPass 和 HighPass 截止频率设置

- 截止比率：当前采样率一半的 1%~80%，步进 1%。
- 抽取倍率：正常截止频率的范围只能设置到 1%，如果需要更加低频的滤波，可以对原始波形进行 N 抽 1 的方式进行抽取处理，可设置范围 1-10000000。抽取倍率分别设置 1、1/10、1/1000，分析结果见图 5.536，通道管理抽取倍率效果见图 5.537 所示。

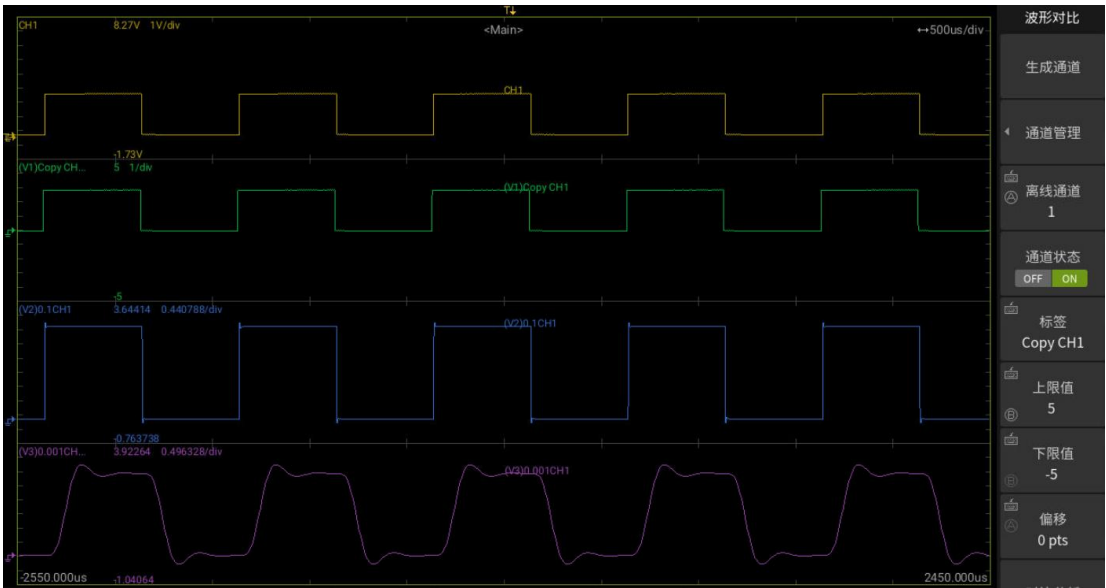


图 5.536 抽取倍率分别设置 1、1/10、1/1000 分析结果

	开关	标签	上限值	下限值	单位	偏移	采样率	点数	运算类型	生成时间	操作	删除通道	锁
All	ON		---	---		Opts							
1	ON	Copy CH1	5	-5		Opts	100M	500kpts	C1	2022/11/01 17:17:43.373430000	导出	删除	
2	ON	0.1CH1	3.64414	-0.763738		Opts	10M	50kpts	FILT(EXTR...	2022/11/01 17:39:42.976479000	导出	删除	
3	ON	0.001CH1	3.92264	-1.04064		Opts	100k	500pts	FILT(EXTR...	2022/11/01 17:40:04.196539000	导出	删除	

图 5.537 通道管理抽取倍率效果

(4)脚本运算符

将离线或在线的数据滤波生成一个离线数据通道，在脚本运算中，通过点击“脚本”这一控件选择一个脚本，点击“执行”便可运算脚本得出离线通道数据。



图 5.538 脚本运算符公式菜单

(5)用户自定义运算符

用户自定义一种合法的运算方式生成一个离线数据通道，自定义菜单，见图 5.539。

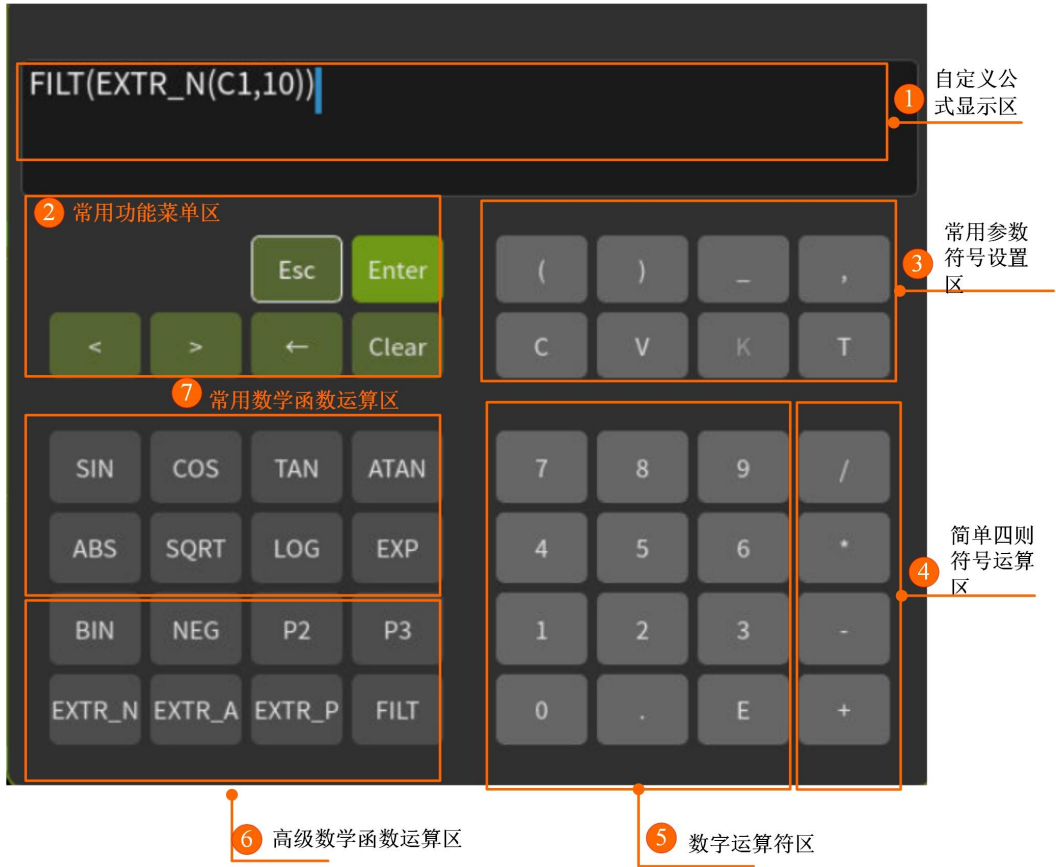


图 5.539 用户自定义菜单

- ① 自定义公式显示区：主要是由通道、函数、变量、运算符和数字等组成的表达式。表达式长度限制为 80 个字符；
- ② 常用功能菜单区：主要是功能实现，如返回上个菜单、移动光标、清除一个字符、清空当前编辑公式及确定编辑公式，见表 5.20 所示；
- ③ 常用参数符号设置区：主要提供通道、公式、及数字区，见表 5.21；
- ④ 简单四则符号运算区：加、减、乘、除四则运算，见表 5.23；
- ⑤ 数字运算符区：1~9、.、E，见表 5.42；
- ⑥ 高级数学函数运算区：滤波函数、抽样、取反等运算区，见表 5.43；
- ⑦ 常用数学函数区：常用三角函数区，见表 5.27。

表 5.39 常规功能菜单区设置表

符号	含义
ESC	退出公式编辑
<	左移光标
>	右移光标
←	删除一个字符
Clear	清空
Enter	确定公式

表 5.40 常用参数数字运算符区表

符号	描述
0~9	可选择 0~9 之间的整数数字
.	小数点字符
E	科学计数法的指数符号，可选范围：-30~30，常见表示（1E+2=100）

表 5.41 简单四则符号运算区函数表

符号	含义	支持参数	例子	描述
+*/	运算符	所有	C1+C2	计算在两个波形上执行基本数学运算的结果

表 5.42 常用参数符号区相关参数设置表

符号	含义	表示	备注
C	物理通道	C1 to C16	CH1~CH16 波形
C1_1 to C16_16	对应 CH 通道	C1 到 C16 的子通道	---
V	虚拟运算通道	V1 to V31	只能调用比自身靠前的公式，例如 V5 无法调用 V6，可以调用 V1-V4
(	插入左括号“(”	--	可用于提高括号内运算符的优先级
)	插入右括号“)”	--	可用于提高括号内运算符的优先级
_	插入“_”	--	---
,	插入“,”	--	---

表 5.43 高级数学函数表

符号	含义	例子	特性	规范
BIN	二进制	BIN (C1,0,0.5)	显示指定波形的二进制运算	支持参数：所有 ^[1] ，必须最少包含 C、V 中之一
NEG	取反	NEG(C1)	显示指定波形的反函数	
P2	平方	P2(C1)	显示指定波形的平方	
P3	立方	P3(C1)	显示指定波形的立方	
EXTR_N	间隔 抽样	EXTR_N(V1,10)	间隔抽样指定波形	
EXTR_A	平均 抽样	EXTR_A(V1,10)	平均抽样指定波形	
EXTR_P	峰峰值 抽样	EXTR_P(V1,10)	峰值抽样指定波形	
FILT	滤波	FILT(V1)	显示滤波器应用于指定波形的结果	

[1] 参数分成波形和系数两类，C1、V1 这种归为波形，大部分计算都是用于波形的，少量需要一些计算的系数。

表 5.44 常用三角函数表

符号	含义	例子	描述
SIN	正弦	SIN(C1)	计算指定波形的正弦
COS	余弦	COS(C1)	计算指定波形的余弦
TAN	正切	TAN(C1)	计算指定波形的正切
ATAN	反正切	ATAN(C1)	计算指定波形的反正切
ABS	绝对值	ABS(C1)	计算指定波形的绝对值
SQRT	平方根	SQRT(C1)	计算指定波形的平方根
LOG	对数	LOG(C1)	计算指定波形的对数
EXP	指数	EXP(C1)	计算指定波形的指数

(4) 生成通道案例

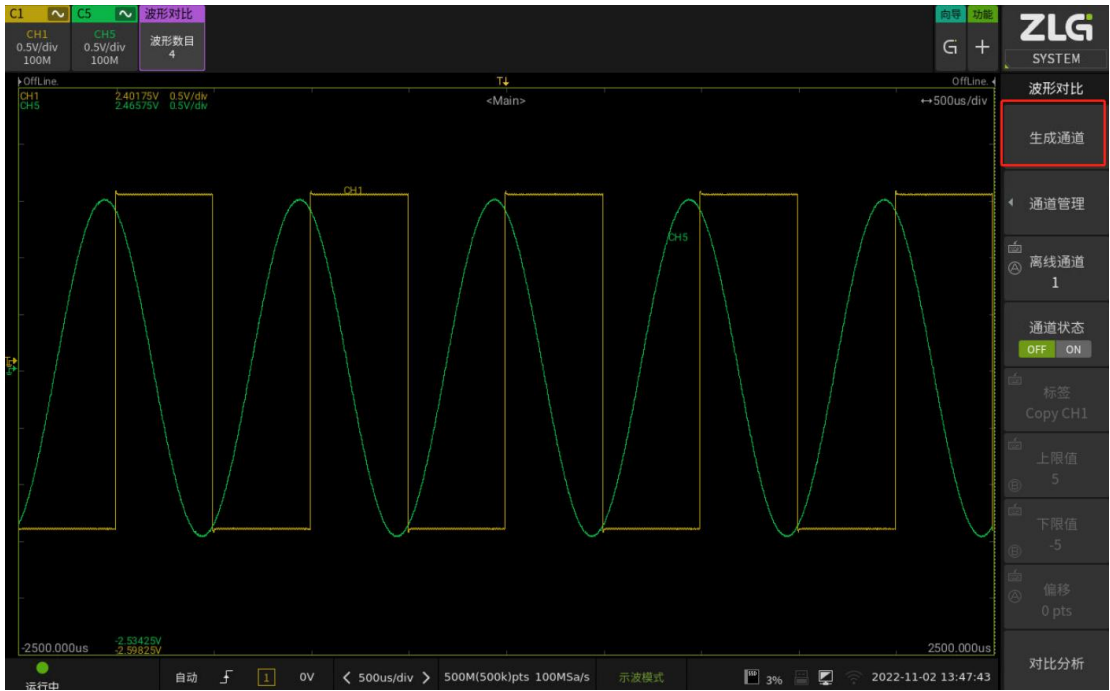


图 5.540 离线分析菜单

如图 5.540，终端打开了 CH1，CH5 通道，分别采集方波，正弦波波形。进入波形对比分析模块后，选择生成通道。然后选择通道公式。如图 5.541。

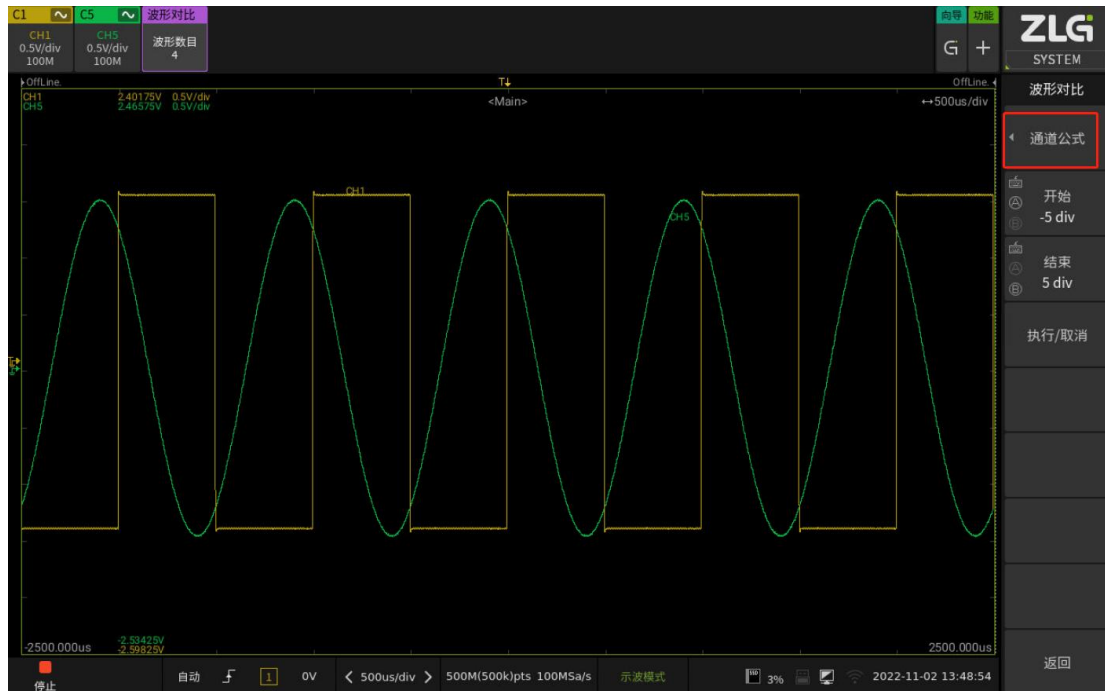


图 5.541 选择通道公式

如图 5.542，①在运算符下拉控件选择“Script”；②点击脚本编辑框，在新弹出的文件管理器选择要加载的运算脚本，本例选择 Local:\script\zdl_math_add.py，即“CH1+CH5”运算；③调整要运算的数据范围本例是-5div~5div；④最后点击执行。

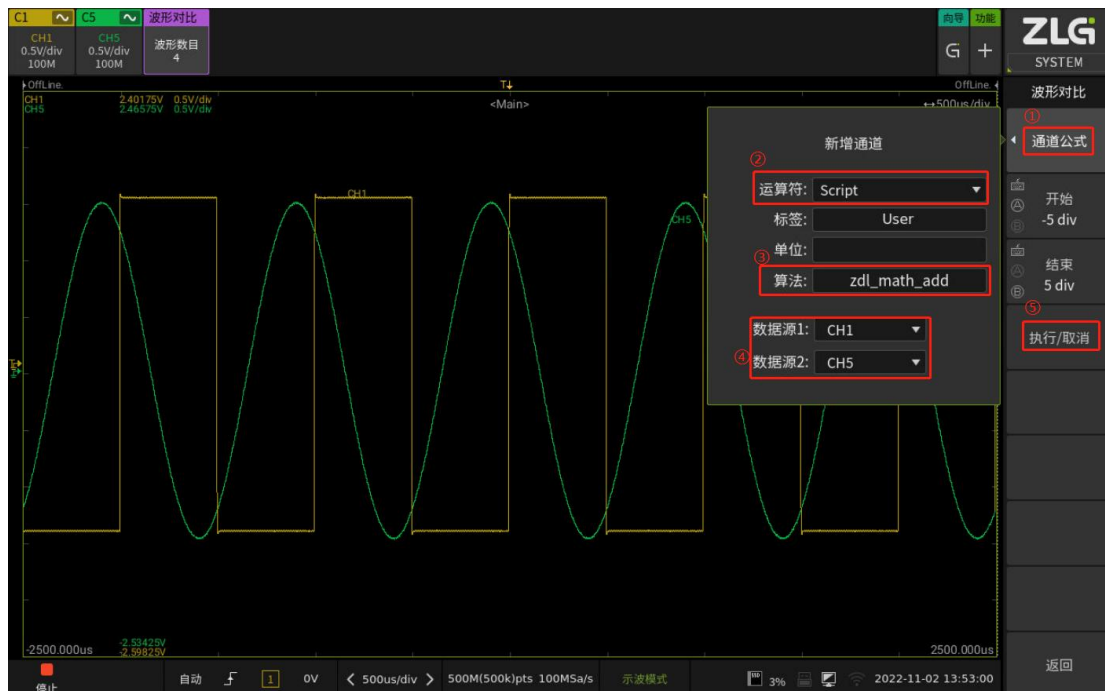


图 5.542 选择脚本运算符

等待波形运算完成后，主波形上新增 ADD_CH 通道（标签名称是脚本文件指定），如图 5.543 所示，绿色波形即是通过离线分析脚本生成的波形。离线分析通道波形支持量程旋钮、垂直旋钮调节。最多支持生成 32 个离线分析通道。

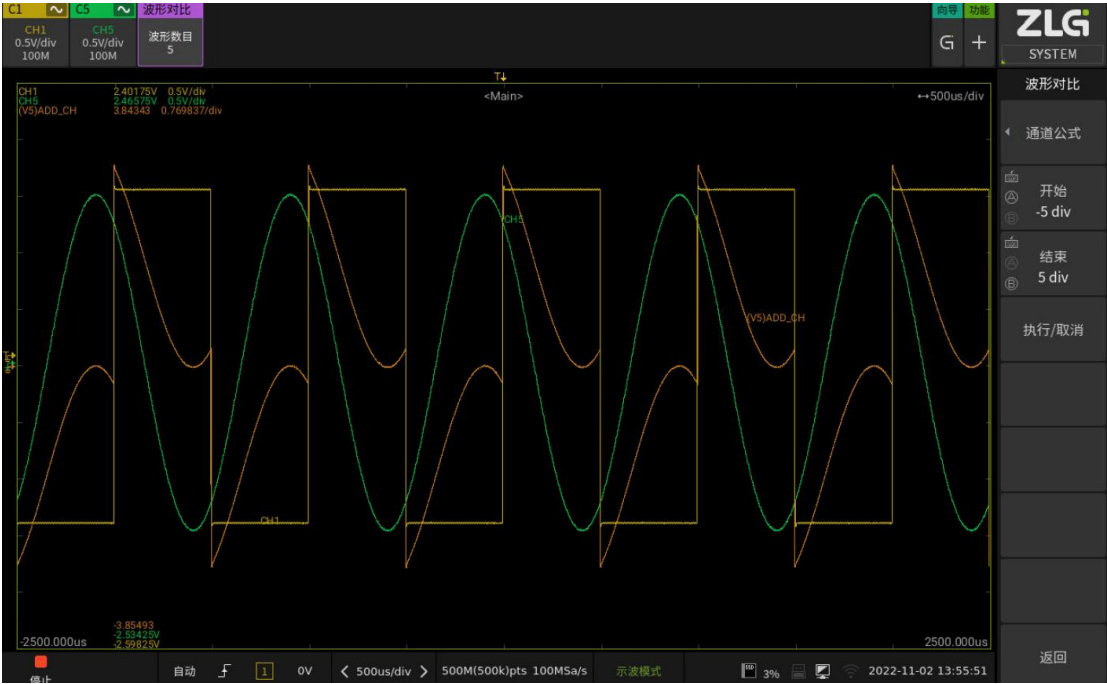


图 5.543 离线分析加法

4. 通道管理

通道管理功能是对生成的离线通道进行通道数据管理，管理面板会显示当前离线分析通道，在通道面板上可以统一修改每个离线分析通道颜色、标签、上下限值、单位、水平偏移。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	开关	标签	上限值	下限值	单位	偏移	采样率	点数	运算类型	生成时间	操作	删除通道	锁
20	OFF	b(9)	6.36	-8.29333	Opts		50M	192.19Mpts	C1	2022/11/01 15:52:22.969382000	导出	删除	
21	OFF	b(10)	6.36	-8.29333	Opts		50M	250Mpts	C1	2022/11/01 15:57:21.803221000	导出	删除	
22	OFF	b(11)	5.29333	-7.49333	Opts		100k	265.919k...	C1	2022/11/01 15:58:22.195135000	导出	删除	
23	OFF	b(12)	5.29333	-7.49333	Opts		100k	265.919k...	C1	2022/11/01 15:58:23.733913000	导出	删除	
24	OFF	b(13)	4.28	-7.01333	Opts		100k	25.841kpts	C1	2022/11/01 15:58:58.642558000	导出	删除	
25	OFF	b(14)	4.28	-7.01333	Opts		100k	25.841kpts	C1	2022/11/01 15:59:01.877990000	导出	删除	
26	OFF	b(15)	4.28	-7.01333	Opts		100k	25.841kpts	C1	2022/11/01 15:59:03.936261000	导出	删除	
27	OFF	b(16)	2.89333	-2.42667	Opts		100M	200pts	C1	2022/11/01 16:01:57.497568000	导出	删除	
28	OFF	b(17)	0.253333	-5.72	Opts		100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:08.094711000	导出	删除	
29	OFF	b(18)	0.253333	-5.72	Opts		100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:08.325859000	导出	删除	
30	ON	b(19)	0.2	-5.4	Opts		100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:16.745523000	导出	删除	
31	ON	b(20)	0.2	-5.4	Opts		100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:16.982290000	导出	删除	
32	ON	b(21)	0.2	-5.4	Opts		100M	200pts	C1	2022/11/01 16:02:21.274259000	导出	删除	
											导入		

图 5.544 通道管理管理面板

- ① 开关：打开或关闭离线管理通道，ON 开启通道，OFF 关闭通道；
- ② 标签：离线通道标签，按 ZLG->显示->轨迹标签，可选择开或关通道标签；
- ③ 上限值：+5div 垂直刻度值；
- ④ 下限值：-5div 垂直刻度值；

- ⑤ 单位：自定义的离线通道单位；
- ⑥ 偏移：生成的离线波形在水平方向上的二次偏移点数；
- ⑦ 采样率：生成的离线通道的采样率；
- ⑧ 点数：生成的离线通道的实际记录长度；
- ⑨ 运算类型：生成离线通道的运算符类型；
- ⑩ 生成时间：生成离线通道的时间；
- ⑪ 操作：可导入或导出离线波形数据，导出通道功能可以将离线分析波形数据备份存储；导入通道功能可以加载以前的离线分析波形数据。
- ⑫ 删除通道：支持全部群删和单通道独立删除；
- ⑬ 锁：离线通道锁住之后，无法删除，用于保护数据。

5. 导出通道

导出通道功能可以将离线分析波形数据备份存储，方便加载或者在上位机分析。在图 5.544 通道管理面板基础上，选择离线分析通道，点击“导出”，选择导出路径后，在选择路径下会创建新的文件夹，文件夹以离线分析通道生成时间命名，文件夹里面会添加两类文件.fld(波形数据文件)和.json（波形信息文件），如图 5.545 所示。



图 5.545 导出离线分析通道

6. 导入通道

导入通道功能可以加载以前的离线分析波形数据。进入图 5.544 离线分析面板，点击“导入通道”，选择有.fld 和.json 文件的文件夹目录，如图 5.546。然后界面会新增通道波形，如图 5.547。

注意：

- 1. 新导入通道生成时间不能跟已加载通道生成时间重复，否则会加载失败。
- 2. 通道加载满 32 个，不能再导入。



图 5.546 导入通道选择文件

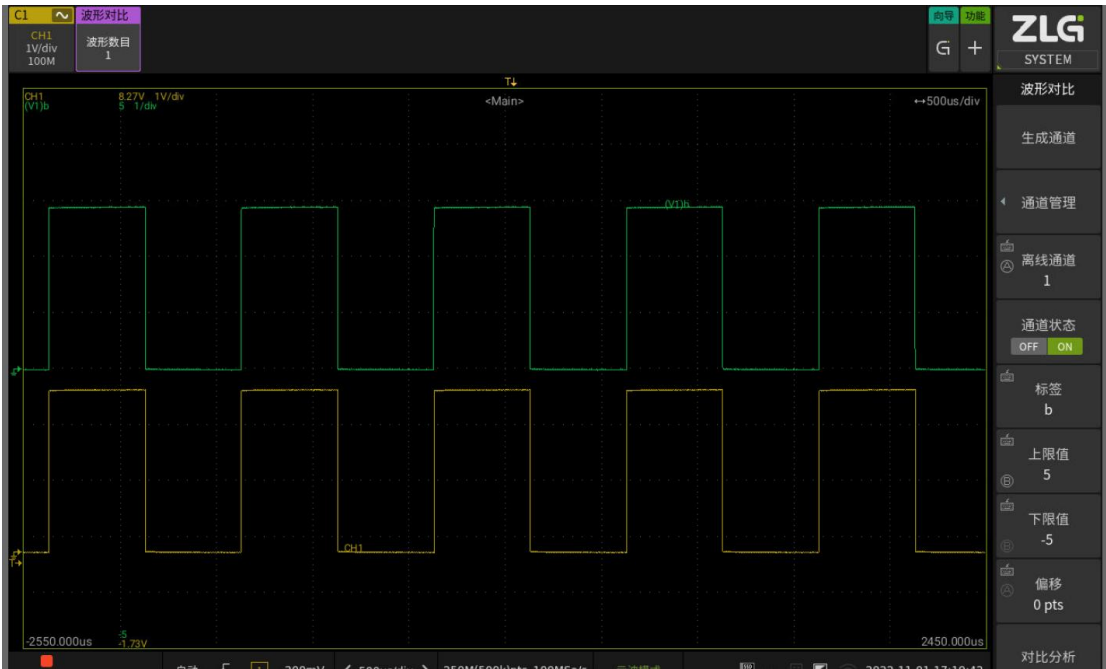


图 5.547 导入通道后波形

7. 离线测量

离线分析通道支持测量功能，入口在测量模块中。如图 5.548，进入测量模块，①选择“测量模式”为“离线统计”；②在“设置”面板选择要测量的通道和项目；③调节要测量的数据范围；④点击“执行”；等待终端测量完成。测量结果会显示在测量结果窗口，如图 5.549。



图 5.548 打开离线分析测量



图 5.549 显示离线分析测量结果

8. 对比分析

对比分析功能可以对比以前的离线分析波形数据。进入图 5.524 离线分析面板，点击“对比分析”，弹出框中选择要对比的离线波形，如图 5.550。选择“对比方式”，点击“对比分析”，不同对比方式，对比结果不同。

六种对比方式：触发、起始点、结束点、上升沿、下降沿、双边沿，见图 5.551 所示。



(1) 触发：以选择的所有对比波形触发位置点为基准，对齐波形，见图 5.552；

- (2) 起始点：以选择的所有对比波形起始点为基准，对齐波形，见图 5.553；
- (3) 结束点：以选择的所有对比波形结束点为基准，对齐波形，见图 5.554；
- (4) 上升沿：以选择的所有对比波形上升沿为基准，对齐波形，见图 5.555；
- (5) 下降沿：以选择的所有对比波形下降沿为基准，对齐波形，见图 5.556；
- (6) 双边沿：以选择所有对比波形上升沿或下降沿为基准，对齐波形，见图 5.557；



图 5.550 选择离线管理对比通道



图 5.551 六种对比方式

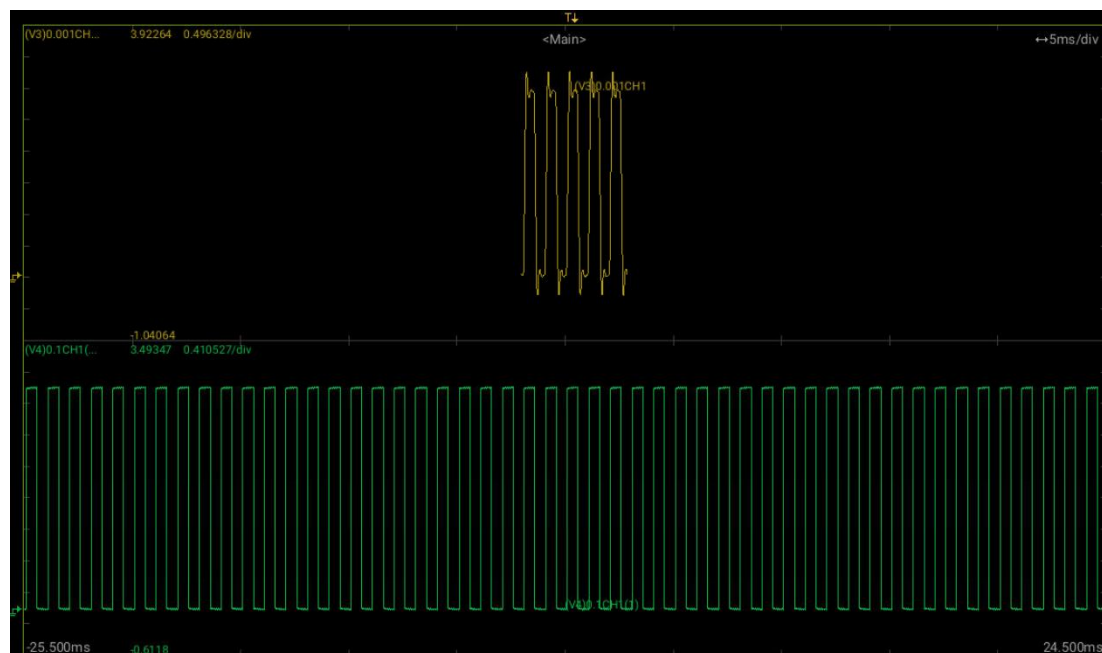


图 5.552 触发对比方式

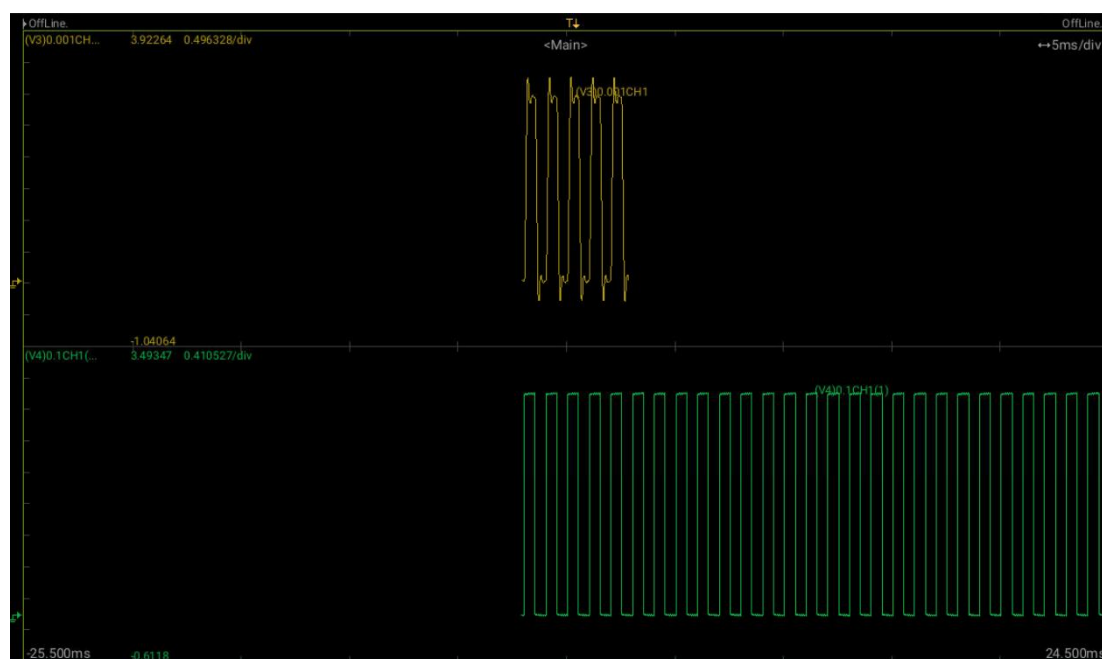


图 5.553 起始点对比方式

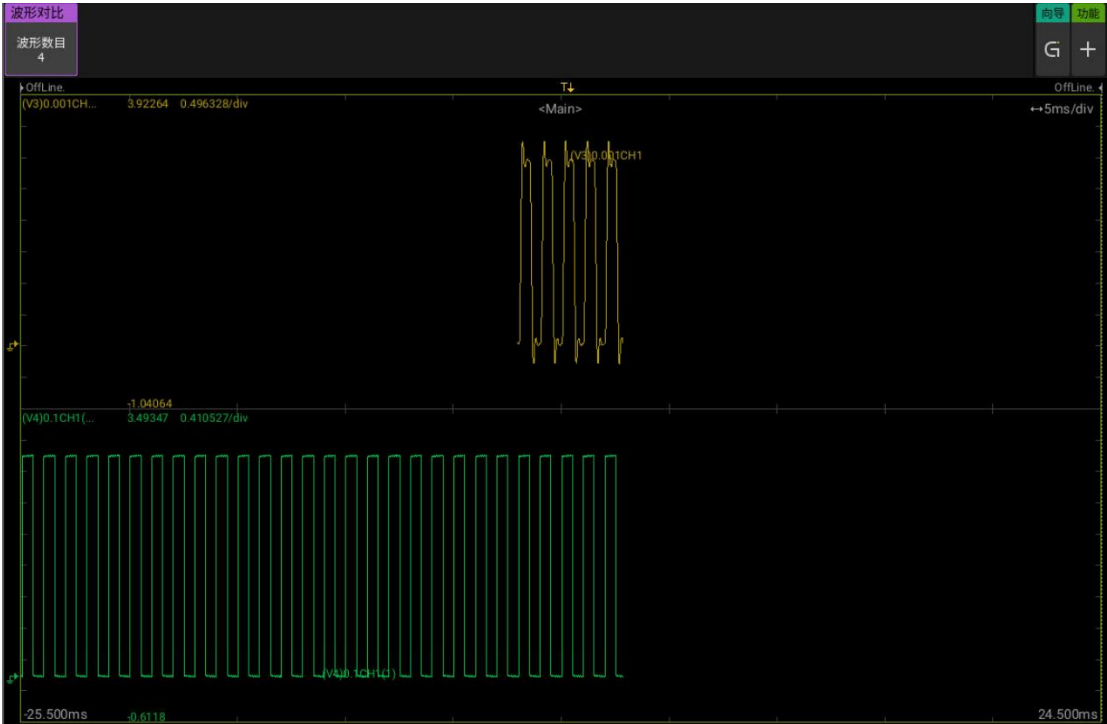


图 5.554 结束点对比方式

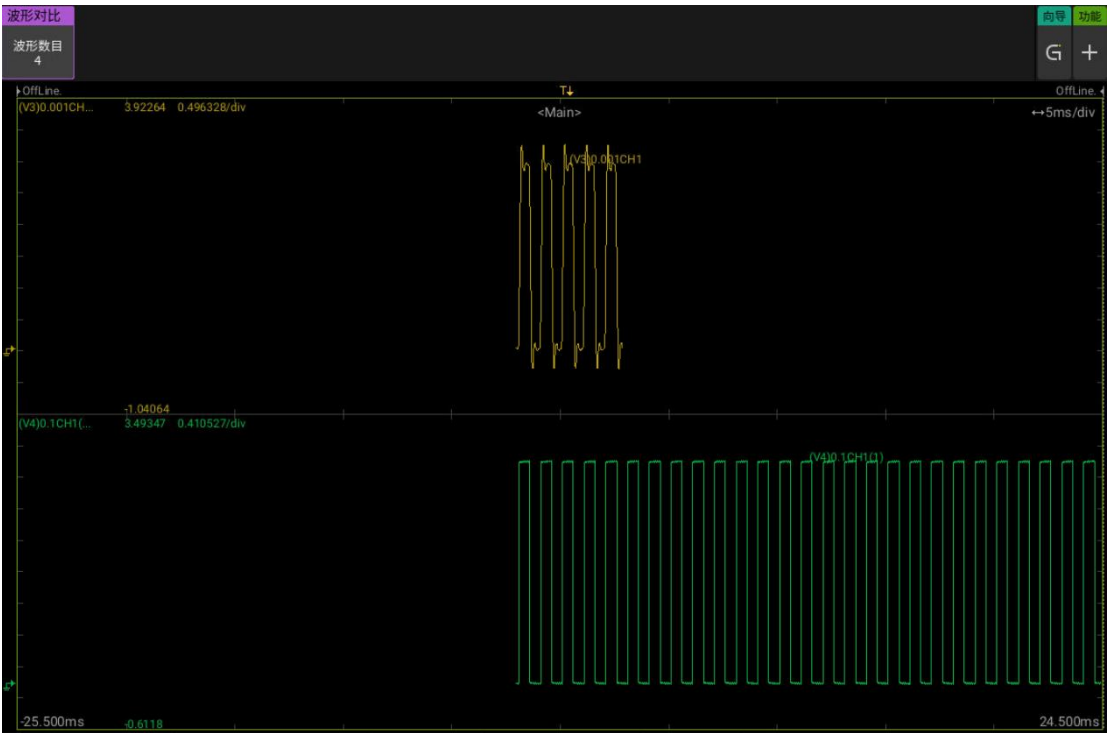


图 5.555 上升沿对比方式

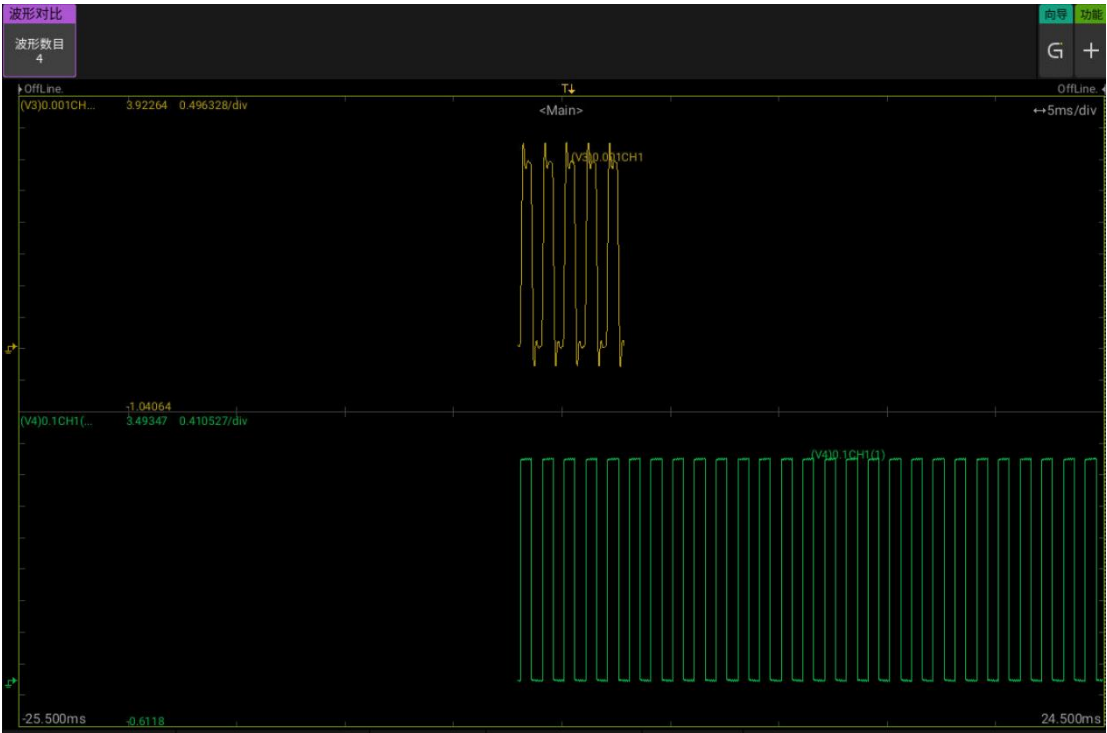


图 5.556 下降沿对比方式

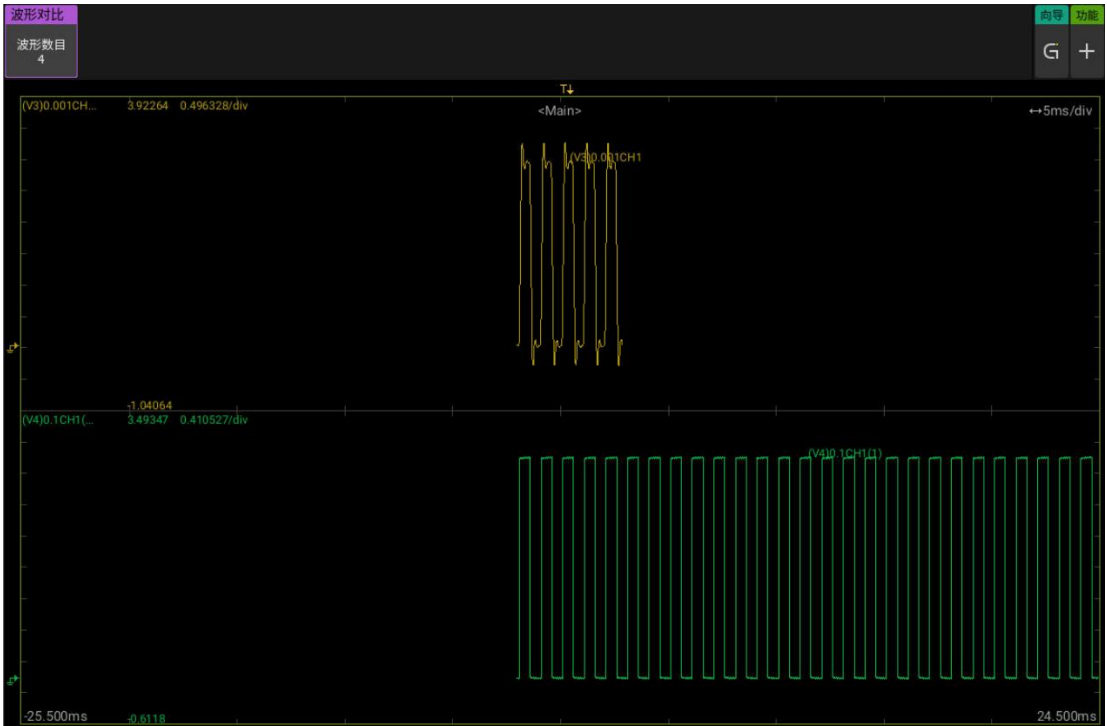


图 5.557 双边沿对比方式

5.6.6 大数据分析

1. 功能概述

大数据分析功能在示波模式和记录模式都有效。仅 ZDL6000 系列支持。

大数据分析是 ZDL6000 示波记录仪最灵活的功能，大数据分析允许用户加载自定义的分析算法，尤其是面对固定的测试标准（典型如国标测试、IEC 标准等）或者有规律的测试方法时，它将可以大大提高数据分析的效率。

大数据分析算法通过脚本加载执行，分析结果“成功”，则将文本结果返回到“分析结果”界面显示，将非文本结果返回“结果列表”显示。分析结果“失败”，提示失败情况。

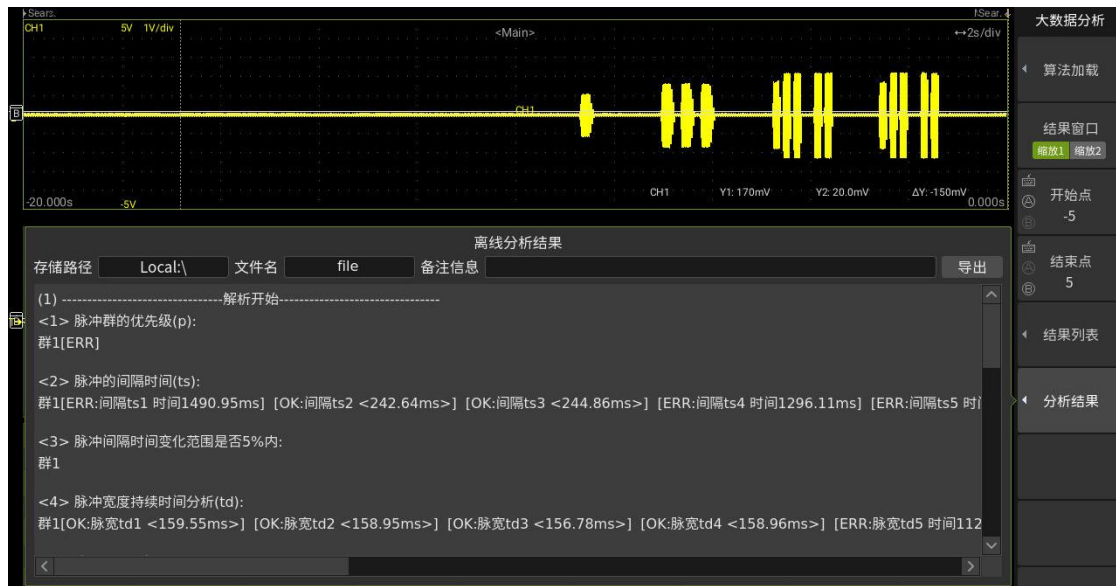


图 5.558 大数据分析功能

2. 操作流程

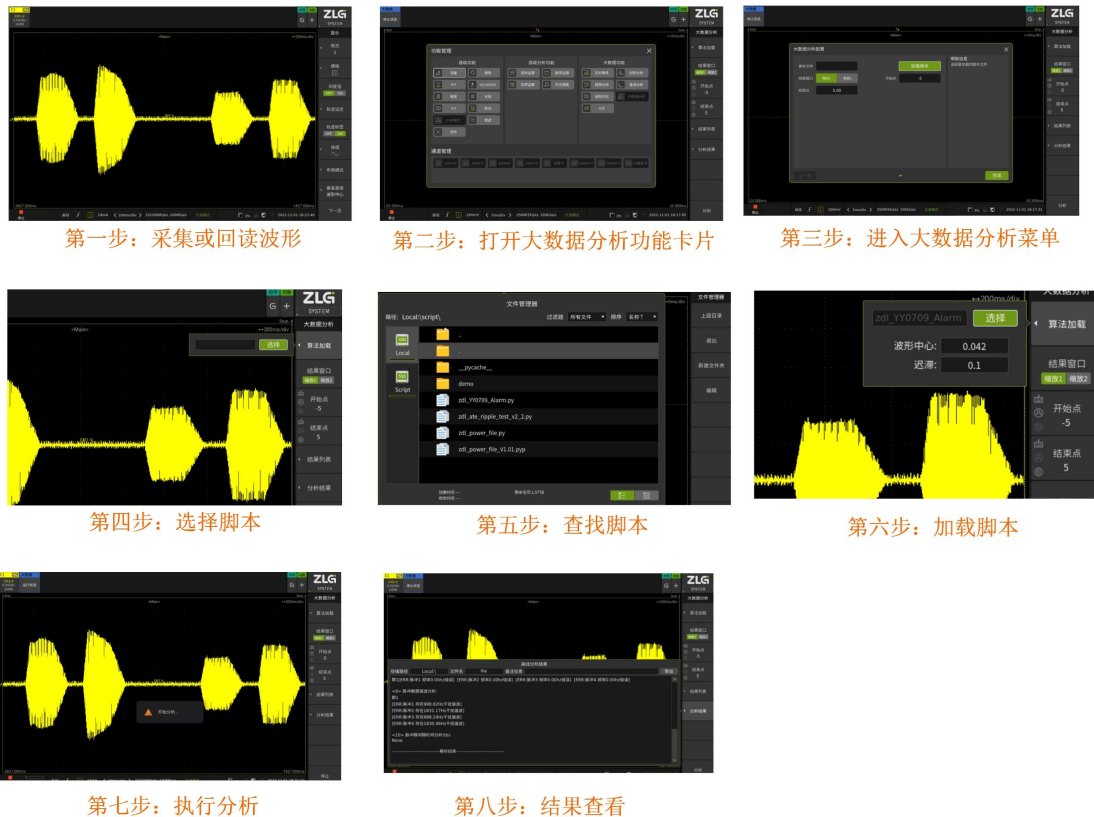


图 5.559 大数据分析流程图

3. 操作步骤

(1) 获取源数据

ZDL6000 记录仪大数据分析功能，不仅支持数据采集停止后直接进行分析，同时支持数据采集后转换为离线分析进行分析。本手册主要讲解波形采集完成后，停止采集，然后直接调用 ZDL6000 内置的大数据分析算法，得到分析结果。

(2) 打开大数据分析功能

示波记录仪支持快捷菜单打开大数据分析功能卡片，操作如下：

- 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“大数据分析”功能，主界面上会出现“大数据分析”功能卡片。波形对比功能添加后，功能管理“+”键菜单中“大数据分析”会是禁用状态，删掉“大数据分析”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，进入大数据分析功能，图 5.560 所示；



图 5.560 ZDL6000 分析菜单界面

(3) 进入大数据分析菜单

选中“大数据分析”功能卡片，点击导航键“G 键”，进入功能菜单，见图 5.486 所示。ZDL6000 示波记录仪大数据分析功能菜单及选项说明见图 5.562 所示。

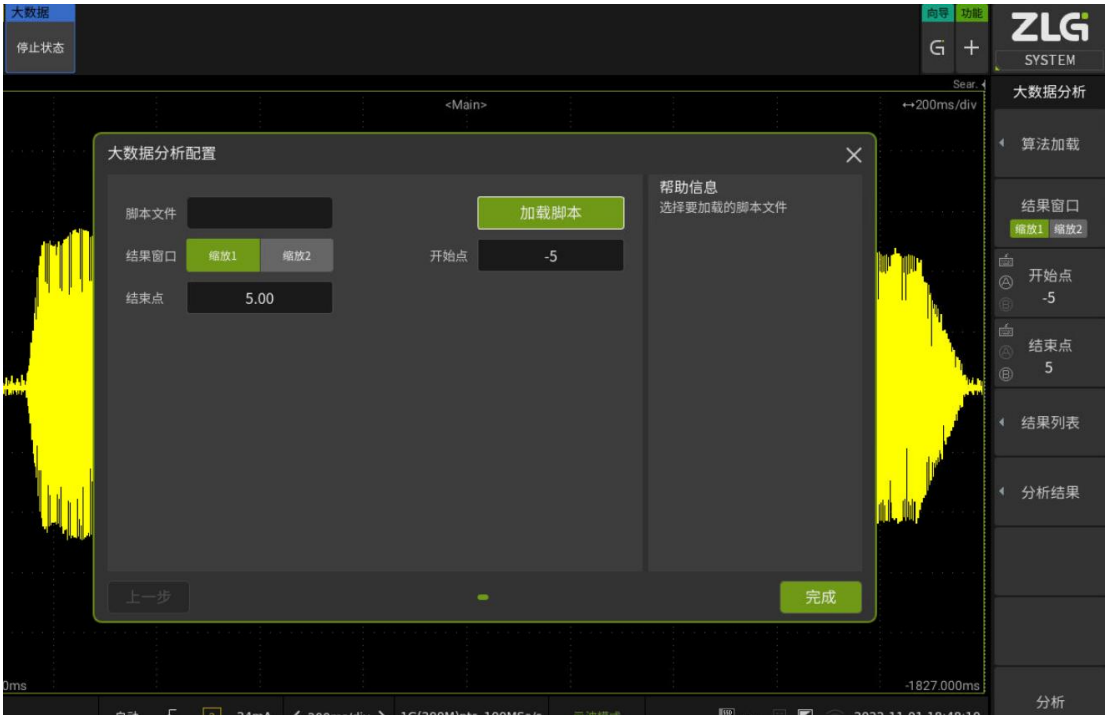


图 5.561 离线分析菜单界面



图 5.562 离线分析菜单界面

(4) 选择脚本

图 5.562 中选择【算法加载】菜单，在 Local:\script 文件夹目录下或者 Local:\script 文件夹下查找目标脚本，脚本算法加载菜单见图 5.563。



图 5.563 算法加载菜单

(5) 查找脚本

找到分析脚本存放路径，选择脚本文件，点击【确定】选项，进行脚本加载，操作见图 5.564 红色框框脚本。



图 5.564 脚本选择

(6) 加载脚本

图 5.562 中选择【算法加载】菜单，在 Local:\script 文件夹目录下或者 Local:\script 文件夹下的其他子文件夹下选择已导入分析脚本，并根据实际波形设置合适的迟滞电平，脚本算法加载菜单见图 5.563。



图 5.565 算法加载菜单

(7) 执行分析

选择正确脚本后，点击图 5.566 的第①步“分析”按钮，ZDL6000 开始对数据进行大数据分析，分析后显示第②步“搜索结束”，分析工作完成。



图 5.566 执行大数据分析

(8) 结果查看

选择正确脚本后，点击图 5.566 中③对应的【分析结果】，即可查看声音测试脚本的分析结果如图 5.567 所示，并且支持测试结果的导出成 TXT 文档提供用户进一步做报告和记录。

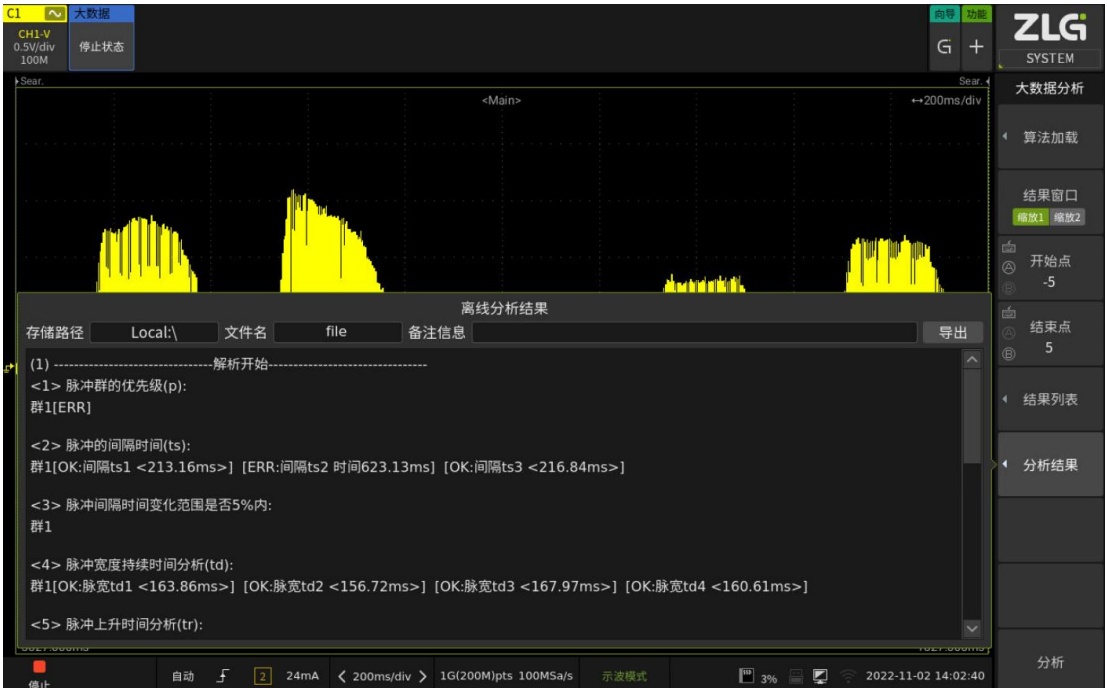


图 5.567 分析点击①处“导出”，在②处结果存储路径下，双击存储的 txt 文档，可在仪器上查阅分析结果，见图 5.569、图 5.570。





图 5.569 分析结果 txt 文件查看

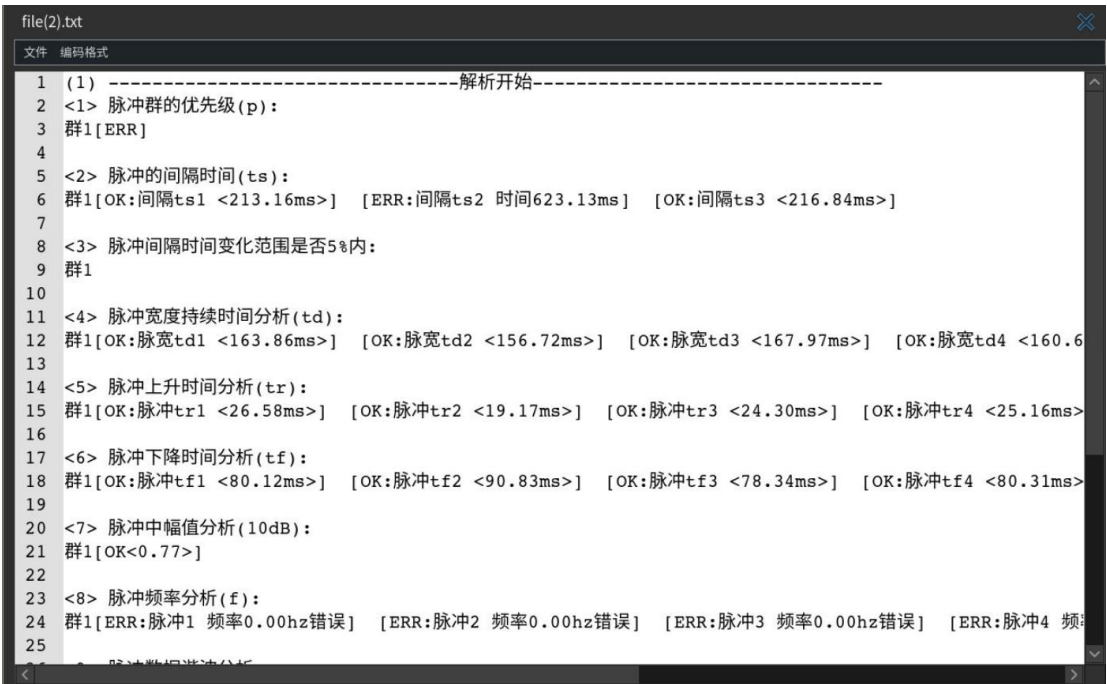


图 5.570 分析结果机器界面查看

5.6.7 ATE 功能

1. 功能概述

ATE 功能在示波模式和记录模式都有效。仅 ZDL6000 系列支持。

ZDL 示波记录仪 ATE 功能自动测试应用，解放测试人力投入，主要提供脚本运行的接口和脚本信息的操作窗口来控制仪器，并显示脚本运行的信息。

- ATE 功能，提供了一个接口运行.py 文件，通过记录仪文件管理器选择一个 python 文件，然后在线脚本模块确认执行；
- 防止误操作，ATE 脚本执行结果界面，仅 F2、F3 和 touch 按键可用。



图 5.571 ATE 功能

2. 开发环境

电脑安装有 python3。

掌握 python 基础。

3. 功能说明

记录仪在线脚本旨在提供一个独立的功能来控制机器，并显示脚本运行的信息。在线脚本模块执行脚本时，会将记录仪的屏幕与键盘锁住，只提供关于脚本运行信息显示窗口的相关操作，如图 5.572 所示：



图 5.572 在线脚本模式下记录仪可操作的按键与屏幕范围

图 5.572 在线脚本模式主要提供脚本运行的接口和脚本信息的操作窗口。脚本主要的方向是使用 SCPI 命令控制机器，并实时显示脚本执行信息，监测脚本的运行情况。

4. 操作流程

可按照图 5.573 七步，运用 ZDL6000 示波记录仪 ATE 分析功能。



图 5.573 ATE 功能操作流程

5. 操作步骤

(1) 打开 ATE 功能卡片

示波记录仪支持快捷菜单打开【ATE】功能卡片，操作如下：

- 快捷菜单操作：点击功能管理“+”键，在弹出框中选择“ATE”功能，主界面上会出现“ATE”功能卡片。ATE 功能添加后，功能管理“+”键菜单中“ATE”会是禁用状态，删掉“ATE”功能卡片，禁用状态会释放。按照①->②操作步骤，进入 ATE 功能，图 5.560 所示；



添加ATE功能卡片



已添加ATE功能卡片

图 5.574 添加 ATE 功能卡片

(2) 进入 ATE 功能菜单

选中“ATE”功能卡片，点击导航键“G 键”，进入功能菜单，见图 5.575 图 5.576 所示。ZDL6000 示波记录仪大数据分析功能菜单及选项说明见图 5.537 所示。

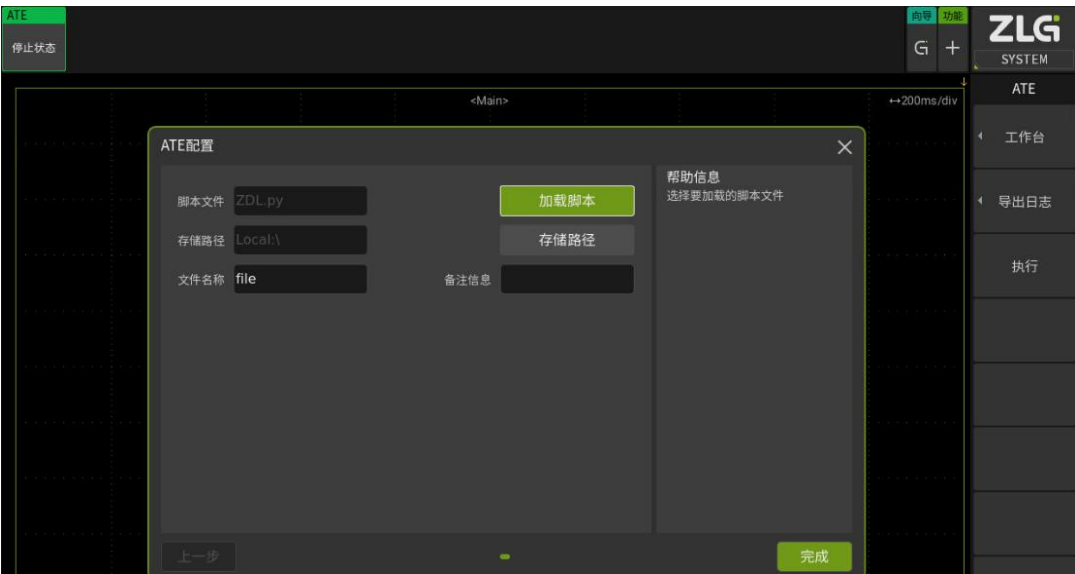


图 5.575 进入 ATE 菜单



图 5.576 ATE 菜单

- ① 工作台：点击图 5.576 中【工作台】可在弹出框中，加载算法脚本、执行算法、停止分析、清除分析结果日志，并可检查当前运行正常，运行状态或停止状态，见图 5.577。
- ② 导出日志：点击图 5.576 中【导出日志】可在弹出框中，设置导出日志存储路径、命名文件及执行导出日志，见图 5.578。
- ③ 执行：点击图 5.576 中【工作台】，在工作台界面点击【执行】按钮或点击图 5.576 中【执行】按钮，可启动 ATE 分析，见图 5.579。



图 5.577 ATE 工作台菜单

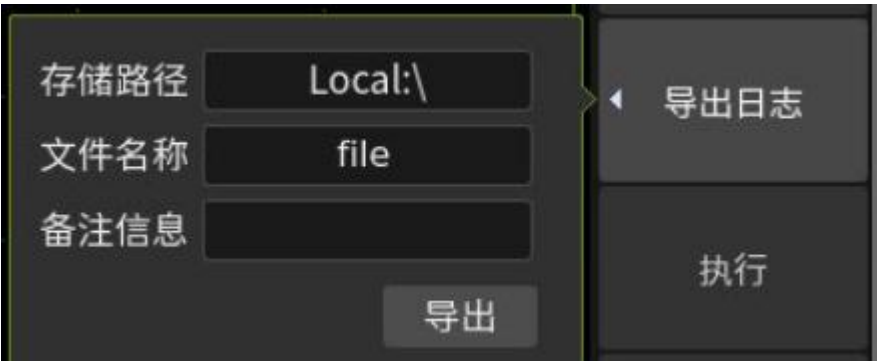


图 5.578 ATE 导出日志菜单



图 5.579 ATE 执行按钮

(3) 选择脚本

首先编辑好一个 python 脚本文件，并将文件拷贝到记录仪的 Local:\script 文件夹目录下或者 Local:\script 文件夹下的其他子文件夹下。如图 5.580 所示。



图 5.580 ATE 文件目录

其次在 ATE 工作台界面，点击【算法加载】，选择要分析的脚本文件，见图 5.581 所示。

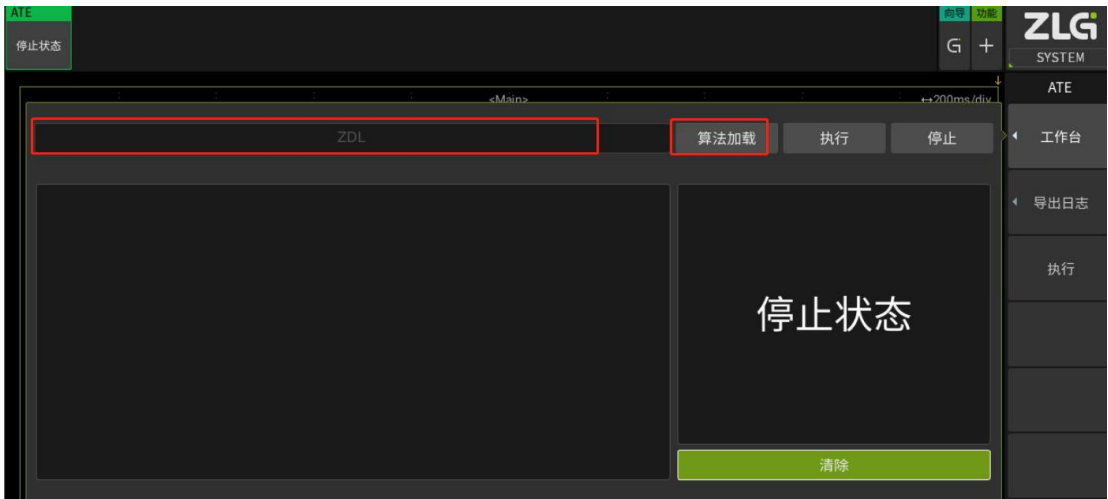


图 5.581 选择 ATE 算法

(4) 查找/加载脚本

ATE 菜单【工作台】菜单中，点击【程序加载】选项，选择需要执行的脚本文件，再点击【执行】即可执行一个在线脚本。如图 5.582 所示：



图 5.582 查找 ATE 算法

(5) 执行分析

然后，点击图 5.576 中【工作台】，在工作台界面点击【执行】按钮或点击图 5.576 中【执行】按钮，可启动 ATE 分析，分析中，窗口显示“运行状态”，见图 5.583，分析结束，窗口显示“停止状态”，图 5.584。

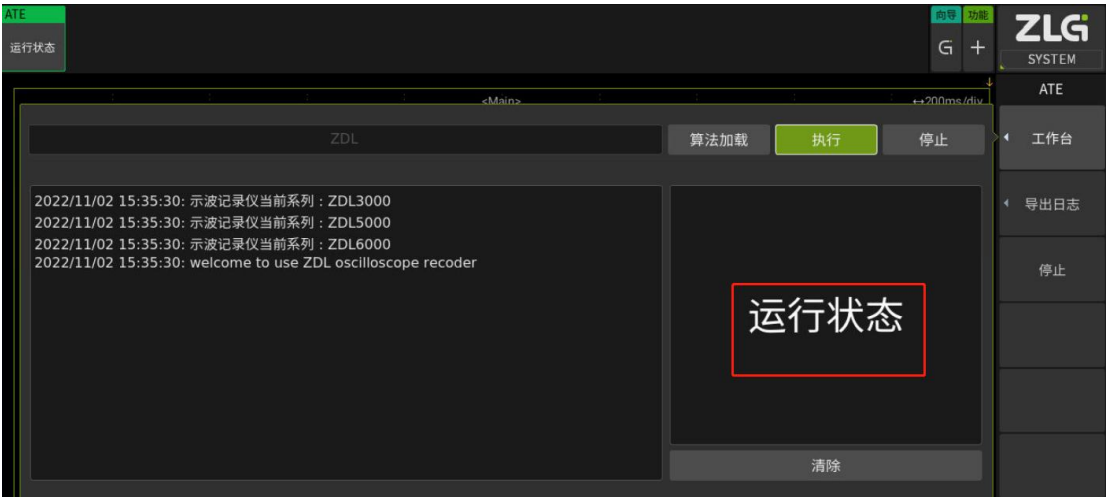


图 5.583 ATE 分析运行状态

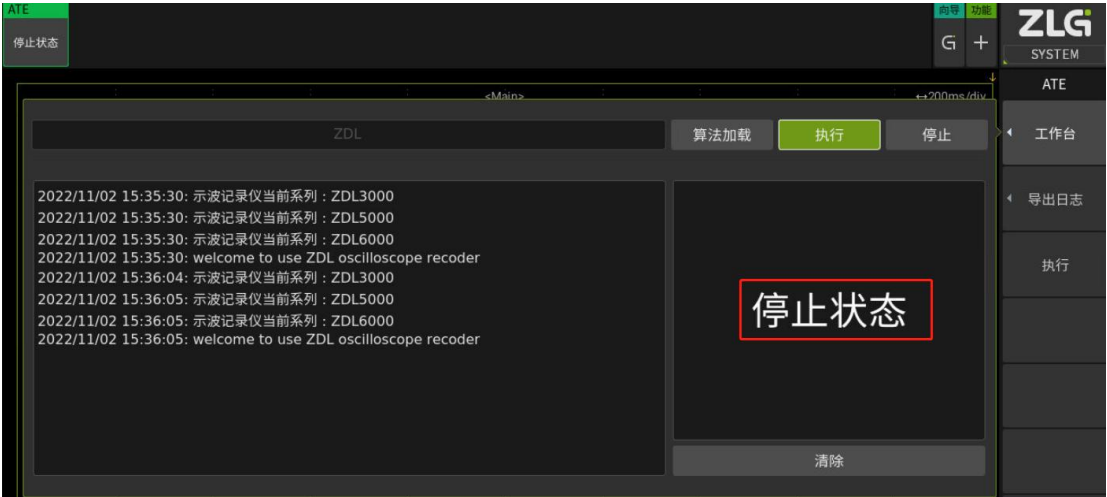


图 5.584 ATE 分析停止状态

(6) 结果查看

最后，点击图 5.576 中【导出日志】，在弹出窗口中，设置导出文件路径、文件名称，设置备注信息 2022-11-02 bella，在结果存储路径下，双击存储的 txt 文档，可在仪器上查阅分析结果，见图 5.586，其中备注信息，见红色框框中打印信息。



图 5.585 ATE 分析停止状态

文件	编码格式
1	2022/11/02 15:46:20: 示波记录仪当前系列 : ZDL3000
2	2022/11/02 15:46:20: 示波记录仪当前系列 : ZDL5000
3	2022/11/02 15:46:20: 示波记录仪当前系列 : ZDL6000
4	2022/11/02 15:46:20: welcome to use ZDL oscilloscope recoder
5	
6	2022-11-02 bella

图 5.586 ATE 分析结果

6. 脚本说明

ZDL 的 ATE 在线脚本模块支持任何意义上的 python 脚本文件，但是需要用户在脚本上实现 run()函数，ZDL 支持的日志信息监测需要使用 print()函数将信息打印出来，脚本示例见图 5.587，ATE 功能执行后，日志信息见图 5.588。

```
ZDL.py
文件 编码格式
1 # coding = utf-8
2 def run():
3     ZDL_recoder = ['ZDL3000', 'ZDL5000', 'ZDL6000']
4     for index in range(len(ZDL_recoder)):
5         print('示波记录仪当前系列 : %s' % ZDL_recoder[index])
6
7     print('welcome to use ZDL oscilloscope recoder')
8
9
10 #程序主入口
11 if __name__ == '__main__':
12     run()
```

图 5.587 脚本示例

```
ZDL
2022/11/02 15:46:20: 示波记录仪当前系列 : ZDL3000
2022/11/02 15:46:20: 示波记录仪当前系列 : ZDL5000
2022/11/02 15:46:20: 示波记录仪当前系列 : ZDL6000
2022/11/02 15:46:20: welcome to use ZDL oscilloscope recoder
```

图 5.588 执行后，日志信息

7. 注意事项

关于 ATE 功能的说明：

- ATE 功能运行和记录仪采集状态不关联。

- ATE 菜单及工作台窗口中的“执行”和“停止”面向对象是当前的 ATE 脚本文件的运行和停止。

5.7 系统功能

用户可在仪器上执行或设置如下系统功能：文件管理、按键锁、按键配置、设置语言、日期/时间、远程控制、网络服务、软件更新、系统信息、上电自启、触摸屏、设备自检、屏幕亮度、系统配置、恢复出厂，如图 5.589 所示。



图 5.589 系统设置菜单

5.7.1 文件管理

用户可在示波记录仪上直接进行文件管理操作，包括：新建/删除文件夹、文件夹重命名、文件夹复制/剪切、后退到上一级目录、操作确认等。在图 5.589 所示系统设置菜单里，按下“文件管理”软键弹出文件管理操作窗口如图 5.590 所示。



图 5.590 文件管理

1. 过滤器

通过过滤器功能，可只显示指定类型的文件，如图 5.591 所示。例如，若选择图片，则只显示图片类型的文件。

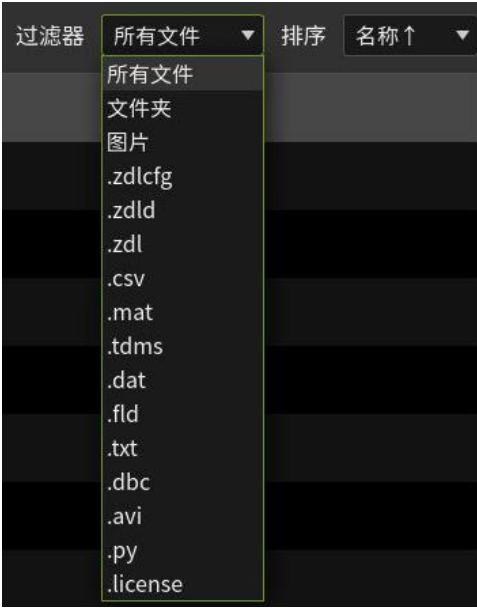


图 5.591 过滤器

2. 排序

用户也可按文件的名称、大小、修改日期、类型排序显示，如图 5.592 所示。

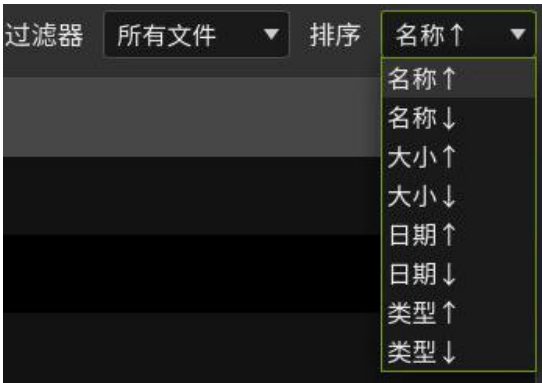


图 5.592 排序

3. 视图

用户可选择文件视图显示类型为列表或图标，如图 5.593 所示。



图 5.593 视图

5.7.2 按键锁和按键设置

1. 按键锁

设置按键锁可避免因疏忽大意导致的错误操作。

(1)加锁

若没有开启按键锁功能，在图 5.589 所示系统设置菜单按下“按键锁”软键可弹出设置窗口。在设置窗口里按下“加锁”软键，即可设置按键锁控制码，如图 5.594 所示。



图 5.594 按键锁

按键锁控制码被用于解锁按键锁，长度为 0~260 个字符，为字母数字符号的任意组合。控制码可通过软键盘输入，也可以为空。设置控制码后，按键锁立即生效，此时，无论是本地操作仪器还是远程操作仪器，触摸屏和几乎所有按键均失效(仅 F2 键、两个菜单操作旋钮、ESC 键仍然有效)。

(2)解锁

用户在按键锁解锁对话框输入按键锁控制码方可解锁。注意，此时用户只能使用 A/B 旋钮输入并确认按键锁控制码。

2. 按键配置



图 5.595 按键配置

按键配置包括 Shift 键锁和按键音设置。在图 5.589 所示系统设置菜单里，按下“按键配置”软键弹出按键配置对话框如图 5.595 示。

设定 Shift 键锁可降低频繁使用 Shift 键的次数。当 Shift 锁开启，按下 Shift 键则上档功能一直有效并且 Shift 键常亮直至用户再次按下 Shift 键；当 Shift 锁关闭，则按下 Shift 键后上档功能仅生效一次，之后 Shift 键自动熄灭。

在不需要按键音时，可以选择关闭按键音。

5.7.3 屏幕亮度

用户可以配置示波记录仪显示器的显示亮度，在图 5.589 所示系统设置菜单里，按下“屏幕亮度”软键弹出设置窗口如图 5.596 所示，用户通过旋转 A/B 旋钮调整亮度范围 10~100，步进 10，按下 A/B 旋钮可确定亮度值，其中 10 最暗，100 最亮。



图 5.596 屏幕亮度

5.7.4 日期/时间

用户可在日期/时间菜单里设置示波记录仪的系统时间和日期。在图 5.589 所示系统设置菜单里，按下“日期/时间”软键弹出设置窗口如图 5.597 示波记录仪所示。在该窗口里，用户可以使用菜单操作旋钮来设置所需的日期和时间。



图 5.597 日期/时间

5.7.5 远程控制

示波记录仪支持远程控制功能。在远程控制示波记录仪前，须根据实际连接选择对应的远程控制通信接口。在图 5.589 所示设置菜单按下“远程控制”软键，显示可选的远程通信接口如图 5.598 所示，如果选择的通信接口与实际连接不一致，将可能导致远程通信失败。



图 5.598 远程控制

5.7.6 网络服务

示波记录仪可连接到以太网。在图 5.589 所示系统设置菜单里，按下“网络服务”软键弹出网络参数配置窗口如图 5.599 所示。用户通过菜单操作旋钮可配置示波记录仪的网络通信方式（以太网、无线网络、无线热点、FTP 服务、NTP 服务）IP 地址、子网掩码、网关、DNS 服务器、IP 地址等网络信息。



图 5.599 网络服务

1. 以太网

示波记录仪可连接到以太网。在图 5.599 所示网络服务菜单里，按下“以太网”软键弹出网络参数配置窗口如图 5.600 所示。用户通过菜单操作旋钮可配置示波记录仪的 IP 地址、子网掩码、网关、DNS 服务器、IP 地址等网络信息。



图 5.600 以太网配置菜单

2. 无线网络

用户可配置无线网络，示波记录仪连接无线网络，在图 5.599 所示网络服务菜单里，按下“无线网络”软键弹出如图 5.601，显示了当前检测到的无线网络信息。如果需要刷新当前可用无线网络显示。

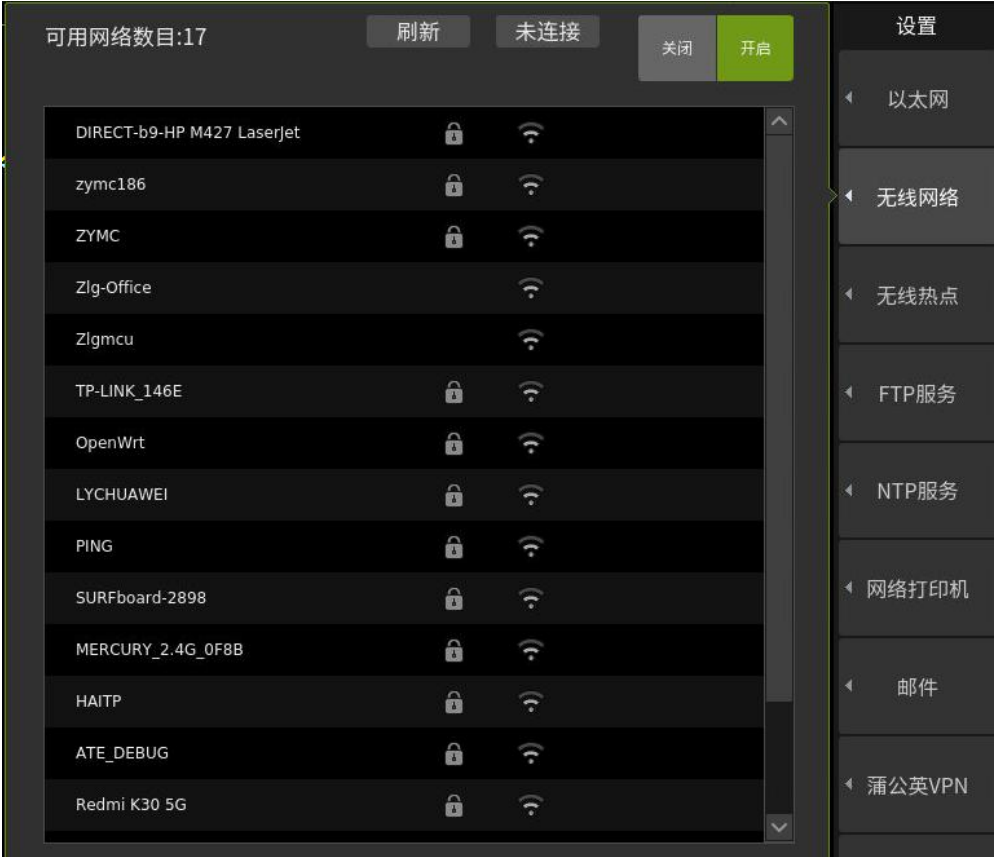


图 5.601 无线网络



图 5602 开启 DHCP 菜单

3. 无线热点

示波记录仪可作无线热点，开启时，其他设备通过无线可连接示波记录仪。



图 5.603 无线热点

4. FTP 服务

ZDL 示波记录仪可以作为 FTP 服务器连接到网络，可以从同一网络上的 PC 连接到记录仪，并检索波形数据，此外也可作为客户端，访问 PC 机或者其他设备。

(1) 启动 FTP 服务

示波记录仪作为服务器（PC 或其他设备作为客户端），需设置网络上设备访问示波记录仪的用户名、密码和访问超时值。

登录名

设置用于从 PC 访问示波记录仪的用户名。可用密码的字符是键盘上的所有 ASCII 字符。

登录密码

设置用于从 PC 访问示波记录仪的密码。可用密码的字符是键盘上的所有 ASCII 字符。

超时时间

如果在这里指定的时间内无法在示波记录仪和 PC 之间建立 ftp 连接，则示波记录仪将中止连接进程。设置时间范围：0~3600s。

匿名登录

如果匿名登录，设置成“打开”，您可以连接到 ZDL 示波记录仪，而无需输入密码。

(2) 连接到 FTP 服务

示波记录仪作为客户端（PC 或者其他设备作为服务器），需设置需访问主机的 IP 地址、文件目录、登录名及登录密码，保持设置后，可进行测试。

登录名

设置用于从 PC 访问示波记录仪的用户名。可用密码的字符是键盘上的所有 ASCII 字符。

登录密码

设置用于从 PC 访问示波记录仪的密码。可用密码的字符是键盘上的所有 ASCII 字符。



图 5.604 FTP 服务配置菜单

5. NTP 服务

当 ZDL 示波记录仪设置了有效的 NTP 服务器地址，并且能与 NTP 服务器正常通信时，ZDL 示波记录仪能够根据 NTP 服务器调整仪器系统时间。如果自动调整设置成“启动”，每次开机将自动执行一次时间调整，若设置成“关闭”，则需要手动点击调整时间按钮进行时间调整，界面显示如图 5.605 所示。



图 5.605 NTP 服务调整方式

6. 网络打印机

用户可以在网络打印机上打印屏幕截图。点击图 5.606 中“新增打印机”，可自动扫描和手动添加打印机，如图 5.607 所示。



图 5.606 网络打印机配置菜单



图 5.607 添加打印机

7. 邮件

用户可以将触发时间和其他电子邮件信息发送到特定的电子邮件地址，作为动作功能中的操作。

SMTP 邮件服务器

指定示波记录仪将使用的网络上邮件服务器的 IP 地址。在具有 DNS 服务器的网络中，可以指定主机名和域名，而不是 IP 地址。

邮件地址(邮件地址)

用户可以指定多个电子邮件收件人地址。用逗号分隔每个地址。

登录类型

匿名登录和密码登录，密码登录时需设置邮箱密码。

发送测试邮件

发送测试邮件，以检查电子邮件是否可以正确发送。



图 5.608 登陆界面

8. 蒲公英 VPN

ZDL 示波记录仪支持 VPN 功能，可以作为一个服务器供外网访问，并提供 scpi、ftp、ntp、远程桌面等服务。用户可手机扫描图 5.609 中二维码或通过电脑下载并安装蒲公英客户端软件来远程控制记录仪。需注意，使用 VPN 功能前，要确保机器已经连上互联网。



图 5.609 蒲公英 VPN 连接界面

9. 补充知识

IP 地址(Internet Protocol Address)

可以设定分配到 ZDL 示波记录仪的 IP 地址。默认地址是 0.0.0.0。

- IP 地址是分配给因特网或以太网设备的 ID。
- IP 地址是个 32 位数值，由 4 个 0~255 的数字组成，每个数字间用小数点隔开，如 [192.168.10.121]。
- 使用 DHCP 的网络自动设定 IP 地址。

子网掩码

可以设定从 IP 地址决定子网网址时使用的掩码。默认地址是 255.255.255.0。

• 像因特网如此庞大的 TCP/IP 网络经常被划为若干个小网络，即子网。子网掩码是用于标识 IP 地址的 32 位数值中有多少位属于网络地址。而网络地址以外的部分则是用于标识网络上每台电脑的主机号。

- 使用 DHCP 的网络自动设定子网掩码。

网关

可以设定网关(默认网关)的 IP 地址，用于和其它网络的设备进行通信。默认地址是 0.0.0.0。

- 默认网关在多个网络和协议间控制数据交换，以保证数据传输的畅通。
- 使用 DHCP 的网络自动设定默认网关。

DNS (Domain Name System)

DNS 是将因特网上的主机名或域名和 IP 地址对应起来的系统。例如在 AAA.BBBBB.com 中，AAA 是主机名，BBBBB.com 是域名。可以用主机名和域名代替数字 IP 地址访问网络。

- 设定域名、DNS 服务器地址及域名后缀。DHCP 网络里，这些值可以自动设定。

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol: 动态主机分配协议)

DHCP 是向连接因特网的计算机临时分配所需信息的通信协议。如果网络上存在 DHCP 服务器，打开服务器后就会向网络上的计算机和其他设备自动分配以下信息：IP 地址、子网掩码、默认网关、广播、DNS，使用 DHCP 必须有 DHCP 服务器。

NTP (Network Time Protocol) 服务器

NTP 是使计算机时间同步的一种协议，它可以使计算机对其服务器或时钟源做同步化，它可以提供高精度度的时间校正，且可介由加密确认的方式来防止恶毒的协议攻击。

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

SMTP 是简单邮件传输协议，它是一组用于从源地址到目的地址传送邮件的规则，由它来控制信件的中转方式。SMTP 服务器则是遵循 SMTP 协议的发送邮件服务器，用来发送或中转发出的电子邮件。

VPN (Virtual Private Network)

VPN 虚拟专用网，通过在公用网络上建立专用网络，进行加密通信，VPN 网关通过对数据包的加密和数据包目标地址转换实现远程访问。VPN 可通过服务器、硬件、软件等多种方式实现。

5.7.7 软件更新

ZDL 示波记录仪支持传统 U 盘升级和在线联网升级。

1. 传统 U 盘升级

升级步骤如下：

- 准备一个 NTFS 或 FAT32 的 U 盘；
- 将升级包后缀名.zdl 文件拷贝到 U 盘，然后接入机器 USB 接口；
- 点击主菜单“ZLG MENU”，选中弹出菜单中的【系统设置】选项，按【软件更新】选项后选择 U 盘中待升级版本的.zdl 文件，然后点击更新按钮即可自动更新；
- 系统关机后，重启仪器即可。

2. 在线联网升级

通过网络在线下载固件，在线升级，支持有线和无线。以下是使用手机热点实现在线升级操作。

- 开启手机热点；
- 点击主菜单“ZLG SYSTEM”按键，选中弹出菜单中的【系统设置】->【网络服务】->【无线网络】，点击“开启”按键，启动并配置成功可用无线网络。
- 点击主菜单“ZLG SYSTEM”按键，回到【系统设置】界面，选择【软件更新】，点击界面的“下载更新”菜单，软件自行执行在线升级。



图 5.610 网络更新

此外，ZDL 记录仪支持通过致远固件升级管理程序在线升级。
首先，访问致远仪器官网示波记录仪资料下载网址：
<https://www.zlg.cn/zdl/down/down/id/235.html>，或扫描如图 5.611 所示的二维码，可
随时下载最新版本升级软件。（待官网发布）



图 5.611 固件升级程序官网链接

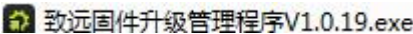


图 5.612 程序名

5.7.8 系统信息

用户可通过系统信息功能了解到示波记录仪的硬件信息、FPGA 版本、DSP 版本、驱动版本、A7 版本、软件版本等信息。用户可在图 5.589 所示系统设置菜单里，按下“系统信息”软键即可弹出系统信息窗口，如图 5.613。

	单元1	单元2	单元3	单元4	单元5	单元6	单元7	单元8	
板卡类型	12180-4-1	12270-1	----	36413-2	62151-3	----	----	16250-4	系统信息
板卡版本	1.0.3.152	1.0.0.113	----	1.0.1.139	1.0.2.119	----	----	1.0.3.119	
校准日期	2022-09-05	2020-06-17	----	----	----	----	----	2022-04-02	电源管理
校准有效期	2023-09-05	2021-06-17	----	----	----	----	----	2023-04-02	
硬件序列号	202209061 2365485241	123456789 0123456784	----	????????? ??????????	789456123 1325645687	----	----	820400029 2201210003	设备自检
仪器型号:	ZDL6000-1266		系统版本:	v1.1.1		设备编号:	8204000522206220001		系统配置
按键板版本:	1.0.0.0		电源版本:	1.0.0.124		DSP版本:	2.5.3.82		
软件版本:	1.2.21.59735		FPGA1版本:	1.1.1.1479		运行时间:	1小时23分钟35秒		
FPGA2版本:	1.0.0.1268		FPGA3版本:	1.0.0.110					

图 5.613 系统信息

5.7.9 电源管理

示波记录仪内有风扇用于散热。用户可调节风扇的速度，以减少风扇产生的功耗、噪音。如果令“上电自动开机”有效，则当仪器一通电就启动测量系统，无须再按下电源键。此外，示波记录仪配置传感器电源模块时，可通过此菜单关闭/打开传感器电源。



图 5.614 上电自启

5.7.10 设备自检

用户可对单元板卡、面板按键执行检查，观察这些部件是否正常工作。此外，支持 0-5V 的直流源输出，支持导出自检报告，导出系统日志。

- 单元板卡主机测试：按图 5.615 中开始自检按钮，执行自检，自检前界面会提示勾选自检项目，见图 5.616 所示，自检结果会显示在显示框中，测试通过颜色显示绿色，测试失败，显示红色，自检结果见图 5.617 所示。
- 屏幕自检测试：点击自检界面【屏幕自检】，在弹出图 5.618 屏幕自检界面，用户可用专用触摸笔或手肚从左向右滑过方格走直线，进行触摸屏自检，正常显示绿色，有断点显示白色。屏幕自检完成后，按 ESC 按键，退出屏幕自检。
- 面板按键测试：点击自检界面【面板自检】，在弹出图 5.619 面板自检界面，在该测试项目中，用户可按下前面板的按键，然后观察仪器显示的按键信息是否与按键对应。无异常显示按键显示绿色，异常无变化，如果退出按键自检，按界面“退出”，可退出面板自检。
- 直流输出：控制前面板上直流端子的电压输出功能，点击自检界面【直流输出】，可选择直流档位见图 5.620，前面板直流端子见图 5.621 所示。

- 导出自检报告：点击“导出自检报告”，报告成功导出后，会提示成功导出提示，见图 5.622，会在文件管理目录下生成 selfcheck.dat 文件，见图 5.623。当仪器出现故障时，可发该文件给原厂；
- 导出系统日志：点击“导出系统日志”报告成功导出后，会提示成功导出提示，见图 5.624，会在文件管理目录下生成 zdl.dat 文件，当仪器出现故障时，可发该文件给原厂，见图 5.625 所示。



图 5.615 设备自检菜单



图 5.616 勾选自检项目



图 5.617 自检结果界面

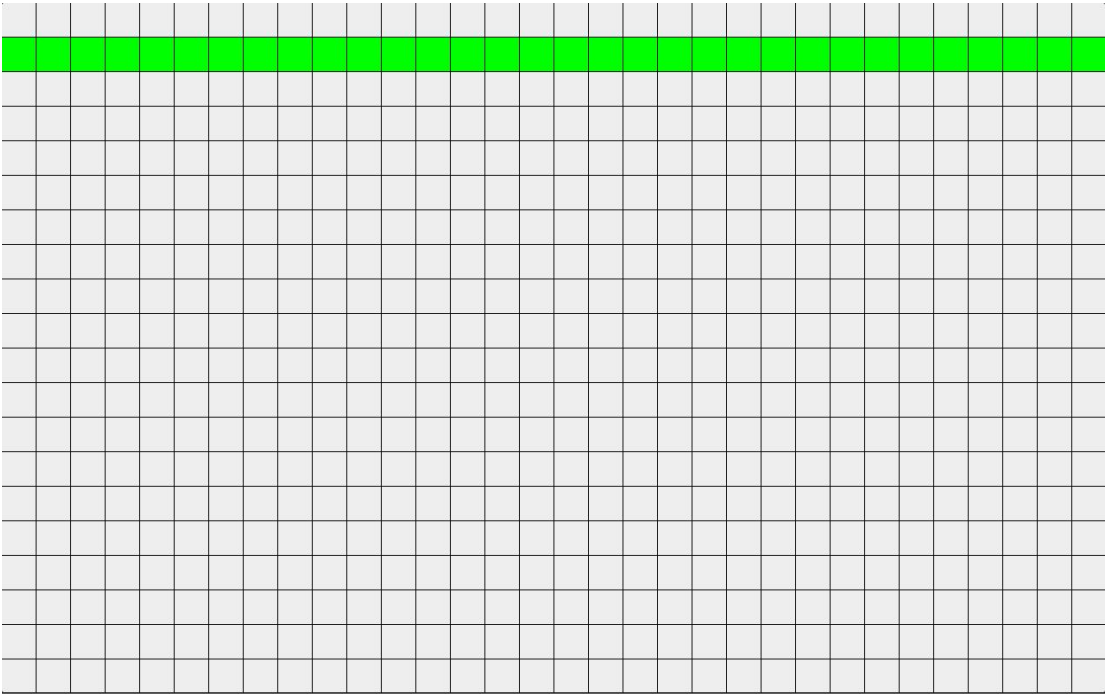


图 5.618 屏幕自检界面

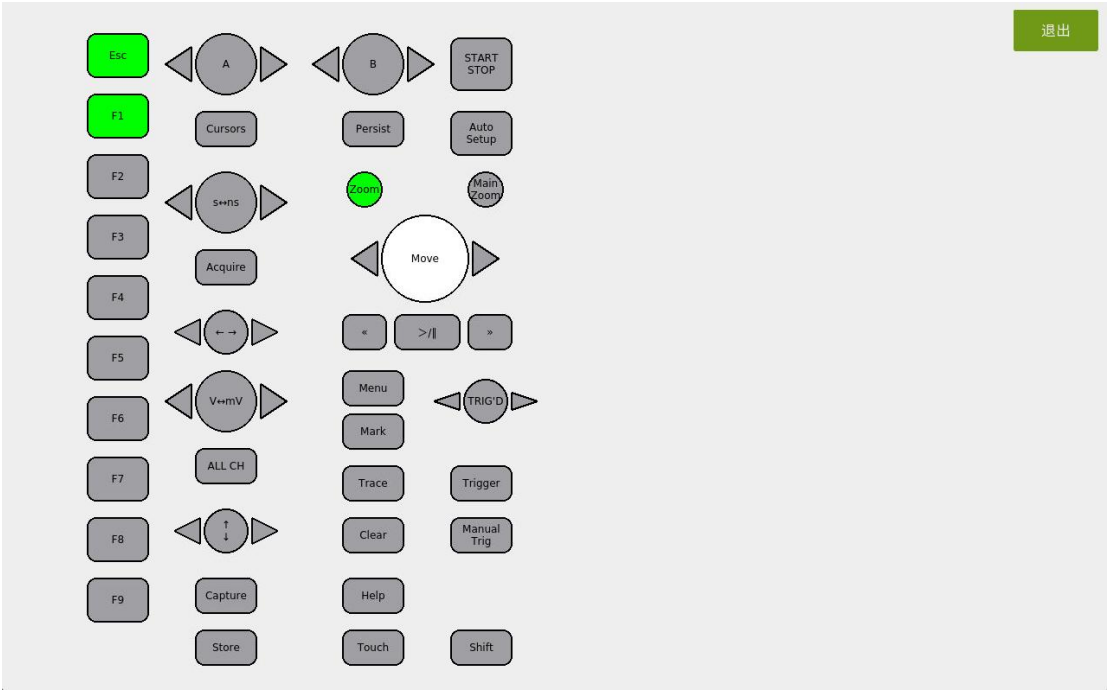


图 5.619 面板自检界面



图 5.620 直流输出菜单



图 5.621 直流输出端口



图 5.622 执行导出自检报告



图 5.623 查看自检报告文件



图 5.624 执行导出系统日志



图 5.625 查看导出系统日志文件

5.7.11 系统配置

用户可将对仪器功能参数的所有配置保存为配置文件，也可以从配置文件里读取对所有功能参数的配置。在图 5.589 示系统设置菜单里，按下【配置管理】软键弹出设置窗口如图 5.626 所示。

➤ 文件名

功能 1：自定义命名保存配置文件名，命名规则如下所述：

- ✧ 文件名长度为 1~255 个字符；
- ✧ 文件名中不能出现 \、/、*、?、〈、〉、| 等字符，可以包含空格、下划线等；
- ✧ 区分英文字母大小写。

功能 2：搜索配置文件关键字索引。

- #### ➤ 搜索：
- 若在【文件名】中输入搜索关键字，搜索结果光标指示在符合关键字的配置文件处；若【文件名】为空时，搜索结果光标指示在第一条配置文件上。

- #### ➤ 回读：
- 用户可读取并应用配置文件列表中的配置信息。

保存：配置文件格式为.zdlcfg。仪器将配置文件保存在指定路径，用户不能选择保存路径。

- #### ➤ 删除：
- 删除配置列表中指定的配置文件。

- #### ➤ 配置列表：
- 显示当前已保存的配置列表。



图 5.626 系统配置菜单

5.7.12 投影功能

示波记录仪支持 HDMI 同步显示功能。每次连接后仪器会自动检测一次当前接入的显示屏的型号及当前设置的分辨率。只有点击“设置”菜单，HDMI 同步显示功能才生效。

已连接 HDMI 显示屏前提下，示波记录仪显示支持两种方式：复制显示、关闭。

- 设置“复制显示”，示波记录仪界面显示会复制及同步显示到外部显示屏；
- 设置“关闭”，记录仪界面显示不会投影到外部显示屏上。



图 5.627 投影菜单设置

5.7.13 恢复出厂

示波记录仪提供了恢复出厂设置功能供用户使用。图 5.589 所示系统设置菜单里，按下【配置还原】选项弹出设置窗口图 5.628 所示恢复出厂设置对话框。



图 5.628 配置还原对话框

按下【配置还原】键后，各系统设置的各个参数的默认值如下表 5.45 所列。

表 5.45 恢复出厂设置默认值

2 通道隔离 100MS/s 电压采集卡相关参数默认值	
时基档位	1 ms/div
水平偏移	0.000ms
垂直偏移	0.00div
通道状态	ON
实时运算	OFF
标签	通道标签
输入耦合	DC
探头类型	U
探头比例	1×
带宽	OFF
波形翻转	OFF
比例系数	1.0
垂直偏置	0V
线性变换	OFF
采集设置相关参数的默认值	
采集模式	示波模式
采集状态	STOP
记录长度	10kpts
采样率	1MS/s
采集模式	常规
触发模式	自动
采集次数	无限
触发设置相关参数的默认值	
触发模式	自动
触发类型	边沿触发
触发源	CH1
边沿类型	上升沿
触发电平	0V
触发迟滞	低
触发位置	50%
触发延迟	0.000 μ s

续上表

触发设置相关参数的默认值	
触发保持	0.000 μ s
动作模式	OFF
历史记录设置相关参数的默认值	
记录模式	单屏
当前记录	0
开始记录	0
结束记录	0
回读设置相关参数的默认值	
文件类型	波形数据
捕获设置相关参数的默认值	
捕获类型	屏幕截屏
图片格式	PNG
图片颜色	常规
图片背景	常规
截图范围	全屏截图
回读设置相关参数的默认值	
文件类型	波形数据
存储设置相关参数的默认值	
存储类型	波形数据
文件格式	二进制
保存范围	Main
数据源设置	历史模式—单个 保存波形选择—全选
显示设置相关参数的默认值	
格式	1
栅格	边框
刻度值	ON
轨迹标签	ON
插值	线性插值
布局模式	主窗口占比：50%
累积	OFF
基础功能管理	
测量	卡片 OFF
搜索	卡片 OFF
FFT	卡片 OFF
GO-NOGO	卡片 OFF
缩放	卡片 OFF

续上表

基础功能管理	
光标	卡片 OFF
X-Y	卡片 OFF
标记	卡片 OFF
CAN 报文	卡片 OFF
踪迹	卡片 OFF
动作	卡片 OFF
高级分析功能	
实时运算	卡片 OFF
数学运算	卡片 OFF
功率运算	卡片 OFF
历史搜索	卡片 OFF
大数据分析功能	
实时事件	卡片 OFF
时序事件	卡片 OFF
趋势分析	卡片 OFF
谐波分析	卡片 OFF
波形对比	卡片 OFF
大数据分析	卡片 OFF
ATE	卡片 OFF

5.7.14 异常处理

发生异常时，当屏幕上显示提示信息，请对照从下页开始的内容；需要服务或按照以下处理方法仪器仍然无法恢复正常时，请联系广州致远仪器有限公司进行处理，可拨打致远全国销售与服务免费服务热线：400-888-4005 进行维修或提供技术支持。

表 5.46 异常处理表

症状	处理方法
打开电源后屏幕无任何显示	请确保电源线与主机电源接口、电源插座连接正常
	请将电源电压设置在允许范围内
	请确认显示设置
	请确认保险丝是否熔断
显示的数据不正确	请确认仪器环境温度和湿度是否符合规格
	请确认是否有噪声影响
	请确认测试线的接线
	请确认探头比例设置
	请重启电源

续上表

症状	处理方法
操作键失灵	请确认锁键是否关闭
	操作键测试，如果测试失败，需要维修服务
触发失灵	请确认触发条件
	请确认触发源是否有输入
无法识别存储介质	请确认存储介质的格式。如有需要，对存储介质进行格式化
	存储介质可能受损
无法将数据保存至已选介质	如有需要，对存储介质进行格式化
	请确认存储介质的剩余容量。根据需要删除不需要的文件或换一个新介质
无法通过通信接口设置或控制操作	请确认 GPIB 地址或串行口信息设置是否符合规格
	请确认接口是否满足电气机械的规格

5.7.15 推荐部件更换周期

以下易磨损部件建议定期更换，关于部件更换，请联系广州致远。

表 5.47 推荐更换配件周期表

部件名称	建议更换周期
风扇	3 年
备用电池	3 年
硬盘	5 年或 3TBW 每 GB 标称容量

6. 规格

6.1 主机参数规格

表 6.1 信号输入

项目	规格
类型	插入式输入单元
卡槽数	8 (不同类型子卡可混搭配置) • 1 台主机最多可装配 4 个 DQM-12180、或 8 个 DQM-12270 或 8 个 DQM-36413 或 8 个 DQM-16250 • 1 台主机最多可装配 4 个 QDM-62151 子卡
主机重量	约 7.675kg (仅限于主机)
最多输入通道数量	1 个卡槽 16 输入通道, 最多支持 128 通道 (DQM-36413 和 DQM-36413) 备注: 不同类型板卡支持通道数有区别
最大记录长度	最大记录长度由产品型号、子卡类型、通道数和采集模式有关。 示波模式: • ZDL6000/ZDL5000: 单通道最大 2Gpts • ZDL3000: 单通道最大 1Gpts 记录模式: ZDL 全系列根据硬盘大小有调整。
时基档位	100ns/div~1s/div (1-2-5 步进)、2s/div、3s/div、4s/div、5s/div、6s/div、8s/div、10s/div、20s/div、30s/div、1min/div~10min/div (1min 步进)、12min/div、15min/div、30min/div、1hour/div~10hour/div (1hr 步进)、12hour/div、1day/div、2day/div、3day/div、4day/div、5day/div、6day/div、8day/div、10day/div、20day/div、50day/div
时基精度	±0.005%
通道开关	CHn 和 RTMm 可单独设置开关
批量设置	ALL CH 按键
垂直档位设置	DQM-12180 100MS/s 电压采集卡和 DQM-12270 高速 20MS/s 采集卡 • 0.01V/div~20V/div (1-2-5 步进) DQM-36413 电压温度采集卡 • 测量模式“温度”: 具体可参考板卡规格章节 • 测量模式“电压”: 0.002V/div~5V/div (1-2-5 步进) DQM-16250 16 通道电压采集卡 • 0.5V/div、1V/div、2V/div、5V/div
测量/显示范围	测量范围±10div、显示范围±5div

表 6.2 显示特性

项目	规格
显示器类型	12.1 英寸液晶触摸屏 (电阻屏)
显示器分辨率	1280×800
显示格式	最多可同时显示三个屏幕分区, 每个分区包含以下窗口之一: T-Y、ZOOM1、ZOOM2、XY(1)、XY(2)、FFT1、FFT2

表 6.3 常规特性

项目	规格
预热时间	≥30 分钟
供电方式	DC/AC 自动切换（AC 优先），DC 输入端和记录仪隔离
AC 电源电压	100~240VAC 50~60Hz
保险丝	内置（不能替换）
额定功率	250VA
耐压	1500VAC 电源和机壳间 1 分钟
DC 电源电压	24VDC(10-36VDC，低压时需轻载)
直流额定功率	180VA
待机功耗	约 4.5W
校准要求	1 年
工作环境	5℃至 40℃，20%~80% R.H.，无结露
存储温度	-20℃至 60℃
运输温度	-20℃至 60℃
海拔高度	2000m 及以下
冷却方法	强制风冷，空气从底部进入，顶端排出
通讯接口	GPIO、1000Mbit LAN、RS-232、USB2.0 High Speed Device 复合设备、USB2.0 High Speed、USB3.0 High Speed、Host 支持 U 盘、GPS、IRIG
重量	7.675kg（主机）
尺寸	397mm×204mm×265mm（不包含支架、旋钮、端子等凸起部分）
安全标准	IEC/EN61010-1: 2010、61010-2-030:2010、测量 CAT II 600V（和子卡相关），污染等级 2
EMC 标准	IEC/EN61326:2013 ^[1]

备注：[1]DQM-12180 和 DQM-12270 最大空气放电±6KV。

6.2 板卡参数规格

表 6.4 DQM-12180 100MS/s 电压采集卡基本特性

项目	规格
型号	DQM-12180
图片	
输入连接器	安全型 BNC
通道数目	2 通道
输入阻抗	1MΩ，约 22pF
输入耦合	AC、DC
电气隔离	隔离
最大采样率	100MS/s
带宽(-3dB) ^[1]	DC-20MHz
带宽限制	off, 2MHz/1.28MHz/640kHz/320kHz/160kHz/80kHz/40kHz/20kHz/10kHz
ADC 分辨率	14bit

续上表

项目	规格
电压垂直档位	0.01V/div~20V/div (1-2-5 步进) 0.01V/div、0.02V/div、0.05V/div、0.1V/div、0.2V/div、0.5V/div、1V/div、2V/div、5V/div、10V/div、20V/div 备注：使用 1:1 衰减探头
垂直轴直 ^[1] 流精度	量程误差：10mV/div~20V/div：±（10div 的 0.3%） 增益误差：±读数的 0.15%
探头类型	U、I
探头比例	电压探头： 自定义比例可设置范围 1e-6~1e+6 电流探头： 自定义比例可设置范围 1e-6V/A~1e+6V/A
探头校准	复位、未校准
最大输入电压	直接输入 200V（DC+ACpeak）
最大允许共模电压	直接输入：42V（DC+ACpeak），CATIII 30V
耐压	1500Vrms 1 分钟 每个端子和地之间（50Hz）
绝缘电阻	500VDC，10MΩ 以上，每个端子和地之间
波形反转	OFF、ON
相位延时	-650ns~650ns
垂直位置设置	±0.5div（距屏幕中心）
垂直位置缩放（缩放方式）	• 缩放比例：0.1-100，最小分辨率 0.00001 • 垂直偏置：±0.5div（距屏幕中心）
重量	约 0.335kg

表 6.5 2. DQM-12270 高速 20MS/s 采集卡

项目	规格
型号	DQM-12270
图片	
输入连接器	安全型 BNC
通道数目	2 通道
重量	约 0.335kg
电气隔离	隔离
最大采样率	20MS/s
带宽 ^[1]	DC-5MHz
ADC 分辨率	14bit
电压垂直档位	0.01V/div~20V/div (1-2-5 步进) 0.01V/div、0.02V/div、0.05V/div、0.1V/div、0.2V/div、0.5V/div、1V/div、2V/div、5V/div、10V/div、20V/div 备注：使用 1:1 衰减探头
垂直轴直 ^[1] 流精度	量程误差：10mV/div~20V/div：±（10div 的 0.3%） 增益误差：±读数的 0.15%

续上表

项目	规格
探头类型	U、I
探头校准	复位、未校准
探头比例	电压探头: 自定义比例可设置范围 1e-6~1e+6 电流探头: 自定义比例可设置范围 1e-6V/A~1e+6V/A
最大输入电压	直接输入 200V (DC+ACpeak)
耐压	1500Vrms 1 分钟 每个端子和地之间 (50Hz)
最大允许共模电压	直接输入: 42V (DC+ACpeak), CATII 30V
绝缘电阻	500VDC, 10MΩ 以上, 每个端子和地之间
输入阻抗	1MΩ, 约 22pF
输入耦合	AC、DC
带宽限制	off, 2MHz/1.28MHz/640kHz/320kHz/160kHz/80kHz/40kHz/20kHz/10kHz
波形反转	OFF、ON
相位延时	-650ns~650ns
垂直位置设置	±0.5div (距屏幕中心)
垂直位置缩放 (缩放方式)	• 缩放比例: 0.1-100, 最小分辨率 0.00001 • 垂直偏置: ±0.5div (距屏幕中心)

表 6.6 5. DQM-16250 16 通道电压采集卡

项目	规格
型号	DQM-16250
图片	
输入接口	弹簧型端子
重量	约 0.335kg
通道数	16 通道
电气隔离	通道 1~8 为一组, 通道 9~16 为一组, 组内通道间不隔离, 组间隔离、且与机壳之间隔离
分辨率	16bit
采样率	200kSa/s 同步采样
耦合方式	DC
带宽 ^[1]	DC~50kHz
电压垂直档位	500mV/div~5V/div, 1/2/5 步进
最大电压测量量程	±50V
有效测量范围	20div (显示范围: 10div)
最大允许直接输入电压	50V (DC+AC 峰值)
垂直轴直流精度 ^[1]	± (满量程*0.05%+测量值*0.05%)
带宽限制	10kHz
输入阻抗	约 1MΩ

DQM-16251 低压 16 通道电压采集卡

项目	规格
型号	DQM-16251
图片	
输入接口	弹簧型端子
重量	约 0.335kg
通道数	16 通道
电气隔离	通道 1~8 为一组，通道 9~16 为一组，组内通道间不隔离，组间隔离、且与机壳之间隔离
分辨率	16bit
采样率	200kSa/s 同步采样
耦合方式	DC、单端
带宽 ^[1]	DC~50kHz
电压垂直档位	50mV/div、100mV/div、200mV/div、1V/div
最大电压测量量程	±10V
有效测量范围	20div（显示范围：10div）
最大允许直接输入电压	10V（DC+AC 峰值）
垂直轴直流精度 ^[1]	±（满量程*0.05%+测量值*0.05%）
带宽限制	10kHz
输入阻抗	约 1MΩ

表 6.7.3. DQM-62151 CANFD 卡

项目	规格
型号	DQM-62151
图片	
重量	约 0.325kg
通道数	2（2 个报文通道）
子通道数	120（120 个趋势图通道）
电气隔离	隔离（端口和主机之间，各端口之间）
输入连接器	DB9 公头
数字量输入/输出	2 路 DI/2 路 DO
CAN 物理层协议	CAN2.0 A/B
最高采样率	单子通道波形采样率为 100k Sa/s 多个子通道总采样率不超过 500kSa/s
最大允许	直接输入：42V（DC+ACpeak），CATII 30V
最大允许共模电压（频率≤1kHz）	42V（DC+AC 峰值）（CATII，30Vrms）

续上表

项目	规格
采样点	70%~85%，步进 1%
终端电阻	每个通道均可选端接电阻 120 Ω
高速 CAN 波特率	5kbit/s~8Mbit/s
自定义波特率	5kbit/s~1Mbit/s
报文数	最小：10000 条 最大：40000000 条
辅助数字量输入输出	可选择 DI/DO 设置 on 或 off • DI 类型：CMOS、TTL • DO 电平：低、高 • DI 电平：低
解析功能	支持报文查看、支持 DBC 文件导入和解析、支持 can 报文统计分析

表 6.8 4 . DQM-36413 16-CH 电压/温度采集卡

项目	规格
型号	DQM-36413 组合 DQM-36413 Scanner Box
图片	
输入连接器	弹簧型端子
通道数	16 通道
重量	约 0.285kg（仅温度卡） 约 0.54kg（组合外部盒子型号 DQM-36413 Scanner Box）
电气隔离	隔离
输入类型	DC 电压、TC 热电偶
热电偶	K、E、J、T、N、R、S、B
采样周期	100ms、200ms、500ms、1s、3s 备注：采样周期指依次扫描 16 个通道的一次采集时间
最大带宽	400Hz（100ms 更新周期）
带宽 ^[1]	100ms：滤波器带宽 400Hz 200ms：滤波器带宽 120Hz 500ms：滤波器带宽 50Hz 1s：滤波器带宽 50Hz 3s：滤波器带宽 10Hz
最大允许直接输入电压	50V（DC+AC 峰值）
耐电压	3000V AC，1 分钟，输入端子与内部电路
绝缘电阻	500V DC，20M Ω，输入端子与内部电路
输入电阻	1M Ω
共模抑制比	电压测量：≥80dB（采样周期 500ms 以上） 温度测量：≥120dB（3s 采样周期下）

续上表

项目	规格	
电压分辨率	1uV	
温度分辨率	0.1℃	
测量量程	TC 热电偶（FS 满量程）	电压（FS 满量程）
	K: -270~1373℃ E: -270~1000℃ J: -200~1200℃ T: -270~400℃ N: -270~1300℃ R: -40~1768℃ S: -40~1768℃ B: 0~1820℃	±20mV、±50mV ±100mV ±500mV ±1V ±2V ±5V ±10V ±20V ±50V
电压精度 ^[1] (采样周期 500ms 以上)	±20mV	±(读数的 0.05%+0.01mV)
	±50mV、±100mV、±500mV	±(读数的 0.05%+0.03mV)
	±1V、±2V	±(读数的 0.05%+1.2mV)
	±5V、±10V、±20V	±(读数的 0.05%+3mV)
	±50V	±(读数的 0.05%+0.03V)
温度精度 ^[1] (采样周期 500ms 以上)	R、S、B	±(读数的 0.15%+3℃)
	K、E、J、T、N	±(读数的 0.15%+1.5℃)

注：[1] 温度：23±5° C。湿度：20~80%RH，预热至少 30 分钟。推荐校准周期 1 年。

6.3 波形采集

6.3.1 示波模式

表 6.9 示波模式波形采集特性

项目	规格
记录长度	1kpts、2.5kpts、5kpts、10kpts、25kpts、50kpts、100kpts、250kpts、500kpts、1Mpts、2.5Mpts、5Mpts、10Mpts、25Mpts、50Mpts、100Mpts、250Mpts、500Mpts、1Gpts、2Gpts* *可设置的最大长度取决于配置板卡类型。 举例 2 通道隔离 100M 电压采集卡 • 2Gpts: 1 个通道开启 • 1Gpts: 2 个通道开启 • 500Mpts: 3~4 个通道开启 • 250Mpts: 5~8 个通道开启 • 100Mpts: 9~16 个通道开启
采样模式	常规: 正常波形采集不处理采样数据
触发模式	自动: • 如果在 50ms 内触发条件成立，将在每次触发时更新显示波形 • 如不是，将自动更新显示波形

续上表

项目	规格
触发模式	自动电平: • 超过时间（约 1s）之前如果触发发生，更新波形的方式和自动模式相同 • 如未触发，将探测触发源幅值得中间值，自动把触发电平改为出发圆振幅的中间值，在此电平处触发后更新显示波形。 常规: 只在触发条件成立时更新一次显示波形。 单次: 当触发条件成立时，只更新一次显示波形，并停止波形采集。
触发模式	立即开始 • 按 Start 按键后，更新一次显示波形，并停止波形采集。这与触发设置无关。当采集到右记录长度指定的波形数量时，将停止波形显示。

6.3.2 记录模式

表 6.10 记录模式波形采集特性

项目	规格
记录长度	10Mpts、25Mpts、50Mpts、100Mpts、250Mpts、500Mpts、1Gpts、2Gpts、5Gpts、10Gpts、20Gpts、50Gpts、100Gpts、150Gpts* *最大记录长度，根据硬盘大小有调整。
采样模式	常规: 正常波形采集不处理采样数据
硬盘记录	需手动开启硬盘记录功能 开启硬盘记录，触发模式会自动切换到立即开始模式 存储深度要求：大于 1Mpts 或 100ms/div 或滚动模式，其它情况不支持 采样率要求： • 50Msa/s: 1 通道 • 20Msa/s: 2 通道 • 10Msa/s: 3~4 通道 • 5Msa/s: 5~8 通道 • 1Msa/s: 9~16 通道
功能特性	• 断电时文件也能回读 • 支持自定义次数硬盘记录，连续硬盘记录时，两次采集期间存在死区 • 支持自定义时长硬盘记录，单次记录记录时长≤10div • 数据回读后支持导出波形文件 • 硬盘记录文件格式 zld，支持回读后导出 matlab、labview、systemview、CSV 等格式

6.4 触发功能

表 6.11 触发功能

项目	规格
触发模式	自动、自动电平、常规、单次、立即开始
触发类型	边沿触发: 当触发源通过指定触发级别（上升沿、下降沿、上升沿或下降沿）时，发生触发。 - 触发源: CHn（选择一个输入单元）、RTMm（选择一个输入单元） - 边沿类型: 上升沿、下降沿、双边沿 - 触发电平: $0 \pm 10\text{div}$（距屏幕中心 $\pm 10\text{div}$） - 触发迟滞: 低: $\pm 0.1\text{div}$、中: $\pm 0.5\text{div}$、高: $\pm 1\text{div}$
触发位置	屏幕从左到右的显示位置的 0~100%处，步进 1%
触发迟滞	低、中、高
触发延迟	0~4s，步进 1us
触发保持	0~4s，步进 1us
手动触发按键	直接可操作手动触发按键
动作触发	OFF、ON

6.5 界面显示

表 6.12 显示界面

项目	规格
T-Y 显示	坐标显示方式 - 可设置多条波形共有 1 个纵坐标 - 独立纵坐标时，最大 16 行波形 抽样显示方式 - 数据多，显示不完时，使用“P-P 压缩”方式显示波形，即最大值、最小值 插值显示方式 - 采样点可选择 4 种插值方式显示：无插值（直接绘制数据点，不连线）、正弦插值、直线插值、脉冲插值
常规显示	- 显示格式: 1/2/3/4/5/6/8/12/16 波形显示窗口 - 网格: 虚线、十字线、边框 3 种方式 - 轨迹显示数目: 可在 4 个显示组之间切换，每个显示组有 24 个轨迹 - 累积: 无限、2~128（2 的 n 次方）
垂直位置设置	可从波形画面中心在 $\pm 5\text{div}$ 范围内移动波形
线性变换	可对 CHn 单独设置 Ax+B 模式、P1-P2 模式
垂直基准	改变量程后波形三种垂直基准方式选择：幕中心、波形中心、接地电平
时间模式	三种时间模式选择：相对时间、绝对时间、自动
实时值显示	4 组实时值，每组可同时观测 16 通道波形

6.6 分析功能

6.6.1 基础分析功能

表 6.13 参数测量功能特性

项目	规格
测量	支持在线测量、离线测量 • 单通道 55 种测量参数 • 单通道 55 种测量项实时显示 • 单通道 55 种测量项常规统计 • 全通道 880 种测量参数实时、792 个常规统计
	• 电压测试: 20 种 峰峰值、幅值、最大值、最小值、顶部值、底部值、中值、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。 • 时间测量: 23 种 周期、频率、平均周期、平均频率、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↑→2↑、延迟 1↓→2↓、延迟 1↑→2↓、延迟 1↓→2↑、相位 1↑→2↑、相位 1↓→2↓、建立时间、保持时间、建立保持比率
测量	• 计数测量: 6 种 上升沿计数、下降沿计数、正脉冲计数、负脉冲计数、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 波形参数的自动测量值统计: 最大值、最小值、平均值、标准偏差、计数

表 6.14 FFT 分析功能特性

项目	规格
基本功能	• 支持同步生成频谱表格 • FFT 下可以查看频点数值 • 支持频谱查看和数值的实时查看与存储 • 支持光标测量，可以自动捕捉峰值
窗口显示	最多可同时显示三个屏幕分区，每个分区包含以下窗口之一。 T-Y、ZOOM1、ZOOM2、XY(1)、XY(2)、FFT1、FFT2 • FFT 样本点数: 1k、2k、5k、10k、20k、50k、100k、1M、2M、5M、10M • FFT 谱类型: LS、RS、PS、PSD、CS、TF、CH
窗口显示	• FFT 子谱类型: REAL、IMAG、MAG、LOGMAG、PHASE • FFT 窗类型: 矩形窗、汉宁窗、海明窗、布莱克曼窗、平顶窗 • FFT 平均模式: 关闭、线性、指数、峰值 • 源: 从 CHn、RTMm 和 MATHa 中选择 (n: 1~16 m: 1~16 a: 1~8)

表 6.15 其它基础功能特性

项目	规格
搜索功能	搜索、展开和显示所显示波形的一部分，对当前屏幕波形数据满足设置条件做判断，并给出所有符合条件的位置或位置数值
	示波模式支持 10 种搜索类型：边沿、脉宽、上升/下降时间、周期/频率、占空比、欠幅、事件、时间、电平、高级
	记录模式支持 8 种搜索类型：边沿、欠幅、过冲、时间、电平、事件和高级
光标	• T-Y 波形显示：水平、垂直、标记、角度、水平&垂直 • X-Y 光标：水平、垂直、标记、水平&垂直 • FFT 光标：标记、峰值 • 光标支持多通道同时测量 • 光标支持缩放分区定位
GO-NOGO	设定波形区域 • 6 个波形区域组合作为判断标准（“和”“或”）。 设定波形参数的范围 • 16 个波形参数组合作为判断标准。 执行动作： 保存数据、保存截图、打印屏幕、蜂鸣器响、根据检测结果发送电子邮件
缩放	显示的波形沿时间轴展开，做多同时显示 2 个缩放窗口，ZOOM1、ZOOM2 备注：当屏幕数据<10 个点，不能使用 ZOOM
X-Y 功能	• X 轴和 Y 轴可以从 CHn、RTMm 和 MATHa 中选择，8 条轨迹，2 个窗口。 备注： n: 1~16 m: 1~16 a: 1~8 • 在记录模式下，不支持 XY 累积。
标记	• 缩放定位标记后，可以利用缩放范围实现其他的功能，如光标，测量等都可以根据缩放来二次统计。 • 最多支持 4000 条标记。
CAN 报文	• 支持滚动和列表两种显示方式 • 支持 DBC 解析 • 开启光标定位后，可通过点击报文自动定位缩放位置
轨迹	• 一键清空快照波形踪迹 • 自由选择踪迹通道信号源 • 支持偏移和缩放配置 • 数据显示格式支持十进制、八进制、二进制
动作	• 触发发生或波形停止采集时 • 三种动作源：触发、GO-NOGO 和实时事件 • 执行动作：保存数据、保存截图、打印屏幕、蜂鸣器响、发送电子邮件
历史记录	最多支持 5000 条

6.6.2 高级分析功能

表 6.16 分析功能

项目	规格
功率测量	支持单相和三相功能运算： 功率参数： - 测量单元：Urms、Irms、S - 接线组：UrmsΣ、IrmsΣ、PΣ、QΣ、SΣ、$\lambda \Sigma$、η
实时运算	100M 真实时运算
	可配置 16 个实时运算通道 RTMm (m 为通道单元号, 1~16)
	实时运算支持+、-、 $\times$ 、 $\div$ 以及带系数的四则运算
数学运算	支持 +、-、 $\times$ 、 $\div$ 、二进制运算、相移、功率谱用户自定义运算
	平均设置：关闭、线性、指数、周期、峰值
	FFT 设置： - FFT 点数：1k、2k、5k、10k、20k、50k、100k、1M、2M、5M、10M - FFT 窗类型：矩形窗、汉宁窗、海明窗、布莱克曼窗、平顶窗
	滤波器设置： - 滤波类型：Sharp、Gauss、IIR - 滤波器通带：LowPass、HighPass、BandPass - 截止比率：当前采样率一半的 1%~80%，步进 1%
历史搜索	搜索模式支持区域搜索和参数搜索

6.6.3 大数据分析功能

表 6.17 大数据分析功能特性

项目	规格
实时事件	- 同时对高达 128 路信号同步实时监控、实时分析、实时存储 - 支持 9 种事件类型：边沿事件、超幅事件、脉宽事件、N 边沿事件、超时事件、周期事件、延迟事件、模板事件、抖动事件 - 事件生成方式：自动执行、手动执行 - 事件标识上限：10,000,000 - 事件响应： - 自动执行：无响应、停止和存储。手动执行：无响应
时序分析	- 测量并统计时间差的一种功能以此来满足需要测试时序的研发、生产流程 - 支持达 255 个事件
谐波分析	- 执行环境：采集期间(示波滚动模式) - 最高采样率：5MSa/s(合计) - 支持源：实时运算、100M/20M/16CH/温度卡 - 最大谐波分析次数：15 - 运算周期：1~100ms，步进 1ms - 保存文件：CSV
谐波分析	- 执行环境：采集期间(示波滚动模式) - 最高采样率：40MSa/s(合计) - 支持源：实时运算、100M/20M/16CH/温度卡 - 类型：周期数/周期/频率

续上表

项目	规格
趋势分析	- 最大趋势数量： 16 - 趋势波形采样率：合计 100kSa/s - 趋势波形点数合计 50Mpts - 线性变换规则：A-B、P1P2 - 复位规则：默认，复位电平，参考电平，参考边沿
波形对比	- 包括数据生成、数据管理以及数据分析、一键捕获及波形对齐功能 - 支持离线测量，单通道支持 43 个测量项 - 支持通道复制、通道间加减乘除四则运算、通道滤波、通道定制化脚本功能及通道自定义公式
大数据分析	在线和离线环境下，支持用户加载自定义的分析算法
ATE	在线脚本，自动测量设备

6.7 存储特性

表 6.18 存储特性

项目	规格
保存数据种类	波形数据、配置数据、截屏数据、快照波形数据、FFT 分析结果数据、自动测量数据、CAN 数据
波形数据格式	Matlab、SystemView、Labview，二进制和 CSV
数据加载格式	波形数据、配置数据、快照波形数据
存储方式	内置 SSD、USB 外置存储器

6.8 USB 外设特性

表 6.19 USB 外设特性

项目	规格
连接器	USB A 型口
端口数	4 (USB2.0*2、 USB3.0*2)
电气与机械规格	兼容 USB Rev.2.0
支持的传输模式	高速、全速、低速
电源	5V，500A（每个端口）

6.9 相关 I/O 特性

6.9.1 Trig In I/O 端口

表 6.20 Trig In I/O 端口

项目	规格
连接器类型	BNC
输入电平	TTL（0~5V）
最小脉宽	100ns
检测边沿	上升或下降沿
触发延迟时间	100ns+1 个采样点内

6.9.2 Trig Out I/O 端口

表 6.21 Trig Out I/O 端口

项目	规格
连接器类型	BNC
输出电平	5V CMOS
输出格式	常规模式 逻辑电平：触发时低，获取后高
输出格式	- 输出延时：100ns+1 个采样间隔 - 输出保持：100ns 以上 开始/停止模式 - 逻辑电平：波形采集过程中高电平输出，停止采样低电平输出

6.9.3 外部时钟输入（EXT CLK IN）

表 6.22 外部时钟输入

项目	规格
连接器类型	BNC
输入电平	TTL
最小脉宽	50ns
检测边沿	上升沿
采样抖动	100ns+1 个采样点内

6.9.4 GO-NOGO 和外部开始/停止 I/O 接口

表 6.23 GO-NOGO 和外部开始/停止 I/O 接口

项目	规格
连接器类型	RJ11 6 针插座
输入电平	TTL
输出电平	5V CMOS

6.9.5 传感器供电接口

表 6.24 传感器供电接口

项目	规格
输出端口数	4
输出电压	±12V
输出电流	高达 1A

6.9.6 IRIG 同步信号输入

表 6.25 IRIG 同步信号输入

项目	规格
输入连接器	BNC
连接器数目	1
支持 IRIG 信号类型	B002、B122
输入阻抗	50 Ω 和 50k Ω 之间切换

续上表

项目	规格
最大输入电压	±8V
作用	同步记录仪时间、同步采样时钟
时钟同步范围	±80ppm
同步后精度	输入信号无偏移

6.9.7 GPS 接口

表 6.26 GPS 接口

项目	规格
输入连接器	SMA
连接器数目	1
接收信号类型	GPS L1 C/A code SBAS:WAAS EGNOS MSSA
输入阻抗	50 Ω 和 50k Ω 之间切换
最大输入电压	±8V
作用	同步记录仪时间、同步采样时钟
同步时间	开机后 5 分钟
兼容天线	有源天线，3.3V 电源

6.9.8 外观尺寸

ZDL 系列外形尺寸统一描述所示，如图 6.1、图 6.2、图 6.3、图 6.4 所示，单位：mm。

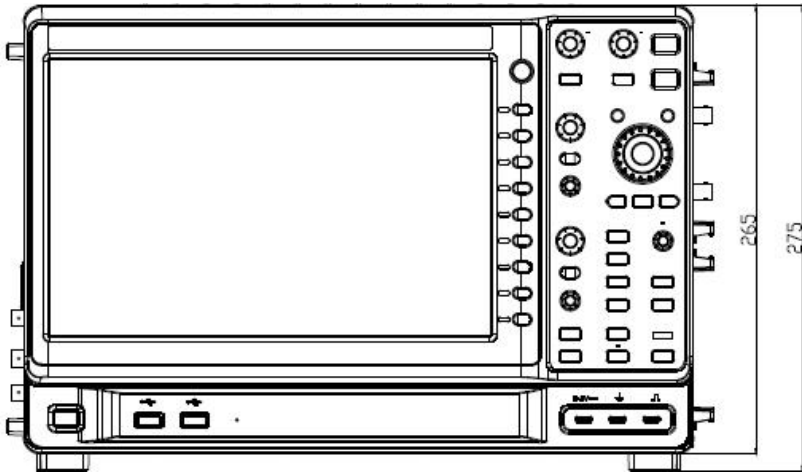


图 6.1 正面图

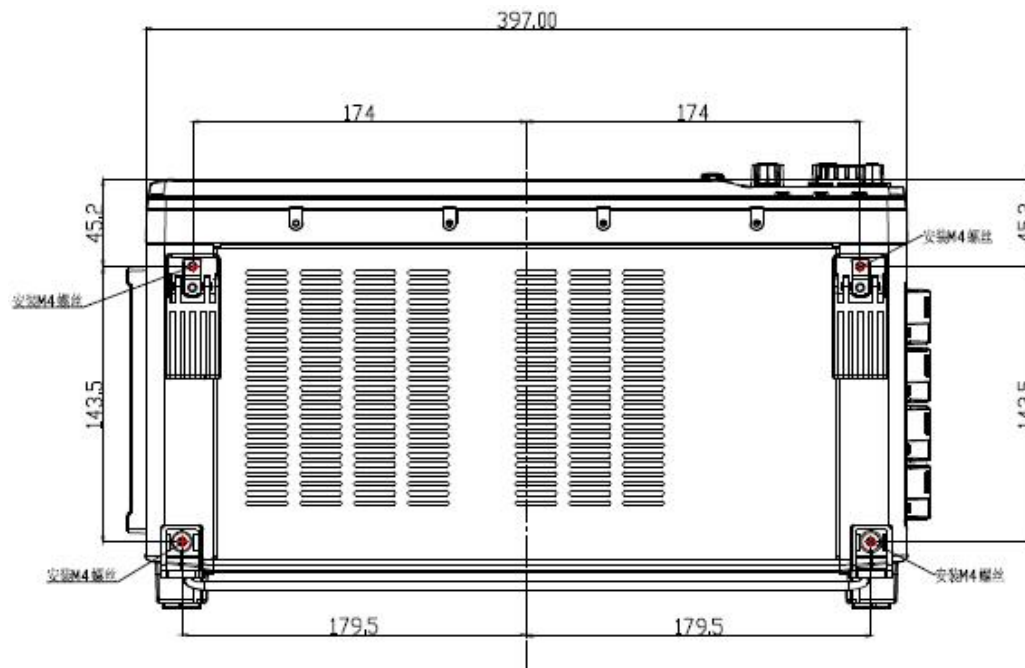


图 6.2 底视图

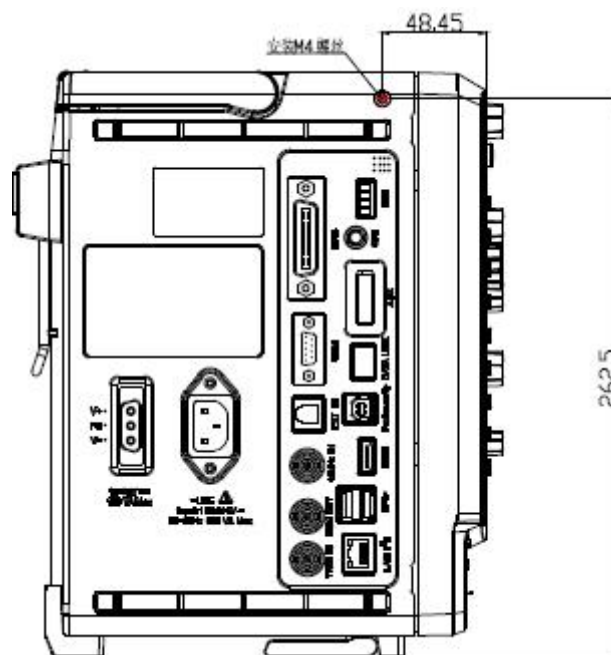


图 6.3 左侧图

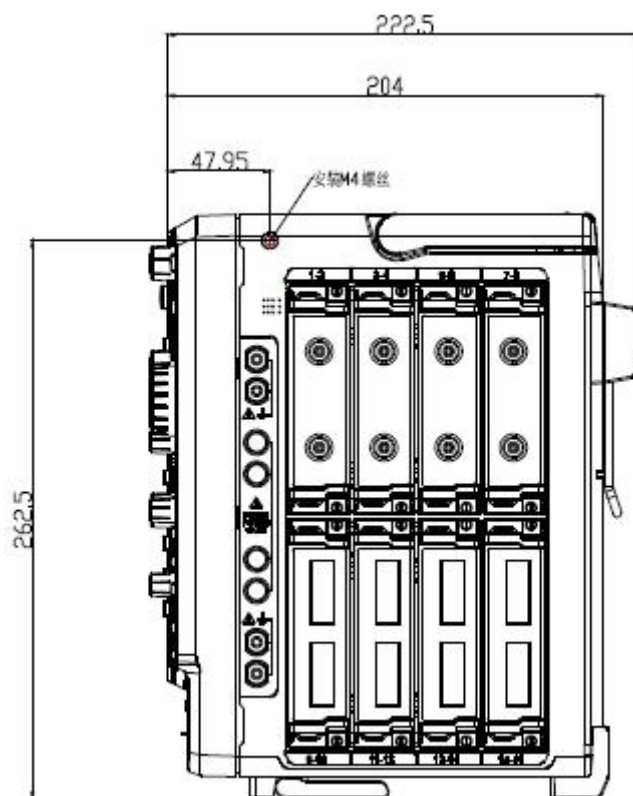


图 6.4 右侧图

7. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州致远仪器有限公司（下称“致远仪器”）在本手册中将尽可能地为用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，致远仪器不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。致远仪器有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问致远仪器官方网站或者与致远仪器工作人员联系。感谢您的包容与支持！

附录 A 功率运算测量功能求法

项目		符号和含义		
常规测量时的测量功能		运算公式和求法 关于公式符号的相关信息，请查阅本表格后的注释		
电压 U [V]	真有效值 Urms	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u_n^2}$		
电流 I [A]	真有效值 Irms	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i_n^2}$		
有功功率 P [W]		$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (u_n \cdot i_n)$ n 为采样点数，由测量区间决定		
视在功率 S [VA]		U × I(代数相乘)		
无功功率 Q [var]		s×√S ² －P ² 。s 在超前相时为-1、滞后相时为 1		
功率因数λ		P/S		
接线方式	单相 3 线制 1P3W	三线 3 线制 3P3W	3 电压 3 电流表法 3P3W(3V3A)	三线 4 线制 3P4W
U _Σ [V]	(U1 + U2) / 2		(U1 + U2 + U3) / 3	
I _Σ [V]	(I1 + I2) / 2		(I1 + I2 + I3) / 3	
P _Σ [V]	P1 + P2			P1 + P2 + P3
S _Σ [V]	S1 + S2	$\frac{\sqrt{3}}{2}(S1 + S2)$	$\frac{\sqrt{3}}{3}(S1 + S2 + S3)$	S1 + S2 + S3
Q _Σ [var]	Q1+Q2			Q1 + Q2 + Q3

注：

- u (n) 表示电压的瞬时值 (电压信号的采样数据) ；
- i (n) 表示电流的瞬时值 (电流信号的采样数据) ；
- 表格中的输入单元 1、2、3 组成接线方式时，在 U_Σ、I_Σ、P_Σ、S_Σ、Q_Σ 的运算公式中表示为数字 1、2、3。表格中如果是单元 2、3、4 组成接线组，请用 2、3、4 分别替换 1、2、3；
- 计算 Q[var] 时，当电流相位超前电压时，Q 值为负 (-)；电流相位滞后电压时，Q 值为正 (+)。Q_Σ 的结果可能为负，因为它是从每个单元带符号的 Q 值运算而得。

赋能高效测试， 共创美好生活

Empower efficient testing, co-create a better life

广州致远仪器有限公司

更多详情请访问

www.zlgtmi.com

欢迎拨打全国服务热线

400-888-4005

