

类别	内容
关键词	ZUS5054Pro、ZUS5054
摘要	本文主要介绍ZUS5000系列示波器中的基本功能使用说明

修订历史

版本	日期	原因
V1.0	2024/11/5	完成初稿

目 录

1. 安全须知.....	8
1.1 一般性安全概要.....	8
1.2 警示标志.....	10
1.3 测量类别.....	11
1.4 仪器安置注意事项.....	12
1.5 保养与清洁.....	12
2. 前言.....	13
2.1 固件升级说明.....	13
3. 产品简介.....	14
3.1 产品选型.....	14
3.2 ZUS5054Pro 示波器主要特色.....	15
3.3 系统框图.....	15
3.4 文档中的内容约定.....	16
4. 切换语言.....	17
5. 快速入门.....	18
5.1 概述.....	18
5.2 用前准备.....	18
5.2.2 探头知识.....	20
5.3 面板介绍.....	21
5.3.1 前面板/后面板总览.....	21
5.3.2 前面板各区操作解析.....	24
5.3.3 面板组件.....	33
5.4 快速使用示例.....	35
6. 大数据存储.....	41
6.1 概述.....	41
6.2 深存储的重要性.....	41
6.3 深存储触发机制.....	41
6.4 深存储的设置.....	41
6.4.1 波形缩放.....	42
6.4.2 搜索.....	45
7. 亮度调节.....	46
7.1 概述.....	46
7.2 设置波形和网格强度.....	46
8. 余辉调节.....	47
8.1 概述.....	47
8.2 余辉调节方式.....	47
9. 采集信号.....	49
9.1 概述.....	49
9.2 设置垂直系统.....	49
9.2.1 通道开启.....	49
9.2.2 通道显示.....	50

9.2.3	波形反相	50
9.2.4	通道耦合设置	51
9.2.5	阻抗	51
9.2.6	带宽限制设置	51
9.2.7	延迟校正	51
9.2.8	拷贝通道参数	51
9.2.9	通道标签	52
9.2.10	探头类型	52
9.2.11	外部衰减	52
9.3	设置水平系统	53
9.3.1	时基模式	53
9.3.2	存储深度	53
9.3.3	设置捕获模式	54
9.3.4	滚动模式	55
9.3.5	自动滚动	55
9.3.6	缩放模式	55
9.4	设置采样系统	55
9.4.1	采样系统的停止/启动	55
9.4.2	采样方式	55
9.4.3	采样率	56
10	波形触发	57
10.1	概述	57
10.1.1	触发电平	57
10.2	触发参数	58
10.2.1	触发类型	59
10.2.2	信源选择	60
10.2.3	具体使用实例	61
10.2.4	复制到搜索	62
10.3	触发设置	62
10.3.1	触发方式	63
10.3.2	具体使用实例	63
10.3.3	触发释抑	64
10.3.4	强制触发	66
10.3.5	触发耦合	66
10.3.6	触发灵敏度设置	67
10.4	模板触发	69
10.4.1	简介	69
10.4.2	使用示例	69
10.5	与触发类型相关的触发设置	70
10.5.1	边沿触发设置	71
10.5.2	脉宽触发设置	71
10.5.3	斜率触发设置	72
10.5.4	欠幅触发	73
10.5.5	超幅触发	75

10.5.6 第 N 边沿触发	76
10.5.7 超时触发	76
10.5.8 建立/保持触发	78
10.5.9 码型触发	79
10.5.10 视频触发	81
10.5.11 触发协议参数设置	83
11. 显示设置	84
11.1 概述	84
11.1.1 显示模式	84
11.1.2 分屏显示窗口	84
11.1.3 显示类型	85
11.1.4 色温	85
11.1.5 插值模式	86
11.1.6 冻结	86
11.1.7 余辉时间	86
12. 光标测量	87
12.1 概述	87
12.2 光标设置	87
12.2.1 显示模式	88
12.2.2 光标类型	90
12.2.3 光标调节	90
12.2.4 通道类型	90
12.2.5 自定义光标位置	91
12.3 一键光标的使用	92
13. “真正意义”参数测量统计	94
13.1 概述	94
13.2 何谓真正意义的参数测量统计?	95
13.3 快速设置测量项	95
13.3.1 快速关闭测量项	95
13.3.2 快速设置测量项	96
13.4 测量项添加	97
13.4.1 测量项选择	98
13.4.2 测量项设置	99
13.4.3 测量项说明	99
13.4.4 导出结果	107
13.4.5 删除所有	107
13.5 测量设置	108
13.5.1 测试统计	108
13.5.2 测量区域	109
13.5.3 阈值设置	109
13.6 硬件频率计	111
14. 波形搜索	112
14.1 概述	112
14.2 搜索区域	112

14.3	信源选择	113
14.4	搜索模式	113
14.5	搜索类型	113
14.6	搜索结果显示	114
14.7	搜索与波形缩放综合运用	114
14.8	搜索毛刺信号实例	115
15.	协议解码	117
15.1	概述	117
15.2	操作步骤	119
15.3	解码各项设置	122
15.3.1	解码参数	122
15.3.2	通用设置	123
15.3.3	解码范围	127
15.3.4	阈值设置	128
15.3.5	事件表	129
15.4	CAN-FD 解码实例	130
15.4.1	CAN-FD 解码操作步骤	130
15.5	I ² C 解码实例	133
15.5.1	I ² C 解码操作步骤	133
15.6	UART/RS232/422/485 解码实例	138
15.6.1	UART 解码操作步骤	138
16.	FIR 硬件实时滤波器	143
16.1	概述	143
16.2	通道源	143
16.3	滤波触发/显示	143
16.4	滤波频率	144
16.5	运用实例	145
17.	数学运算	146
17.1	概述	146
17.1.1	计算区域	147
17.1.2	垂直档位/偏移	147
17.2	基本运算	148
17.2.1	运算类型	148
17.2.2	信源选择	148
17.2.3	实例运用	148
17.3	滤波运算	149
17.3.1	信源选择	149
17.3.2	滤波器类型	149
17.3.3	通带类型	150
17.3.4	截止频率	150
17.3.5	实例运用	150
17.4	高级运算	151
17.4.1	自定义表达式操作	153
17.4.2	运用实例	154

18. XY 模式	156
19. 趋势图	161
19.1 概述	161
19.2 参数设置	162
19.2.1 信源	162
19.2.2 趋势图类型	162
19.2.3 计算区域	162
19.2.4 垂直档位/偏移	163
19.3 阈值设置	163
19.4 实例分析	164
20. 分段存储	166
20.1 概述	166
20.2 分段存储原理	166
20.3 分段设置	166
20.4 导出结果	168
21. FFT 运算	170
21.1 概述	170
21.2 运算界面	170
21.3 信源选择	171
21.4 窗函数	171
21.5 显示模式	172
21.6 频谱图水平/垂直调节	173
21.6.1 水平/垂直轴自动跨度	173
21.6.2 频谱图水平调节	173
21.6.3 频谱图垂直调节	174
21.7 FFT 样本点数	174
21.8 具体实例应用步骤	175
21.9 FFT 频谱表操作	176
21.10 相关公式	176
22. 信号发生器	177
22.1 概述	177
22.2 信号发生器使能	177
22.3 基础设置	177
22.3.1 波形参数设置	177
22.3.2 高级设置	179
22.4 通道同步	183
22.5 导入文件	184
23. 参考波形	187
23.1 概述	187
23.2 设置	188
23.2.1 选择信源	188
23.2.2 计算区域	189
23.2.3 垂直档位/偏移	189
23.2.4 暂存波形/清除波形	190

23.3 参考波形标签	190
23.4 存储	190
23.4.1 导出文件	190
23.4.2 导入文件	191
23.5 具体使用	191
24. 存储与导入	195
24.1 概述	195
24.2 导出	195
24.2.1 存储类型	195
24.2.2 存储路径选择	197
24.2.3 存储文件名	200
24.2.4 保存文件	202
24.3 导入	202
24.3.1 导入类型	202
24.3.2 导入路径选择	203
24.3.3 导入文件	203
24.4 截图设置	205
24.5 报表生成	207
24.5.1 解码事件表报表导出	207
24.5.2 FFT 运算结果报表导出	209
25. 系统辅助设置	213
25.1 概述	213
25.2 系统设置	213
25.2.1 系统语言	213
25.2.2 按键声音	213
25.2.3 上电启动	213
25.2.4 示波器锁定	213
25.2.5 波形扩展	214
25.2.6 恢复出厂设置	214
25.3 网络设置	214
25.4 时间设置	215
25.5 系统信息	216
25.6 自校准	217
25.7 系统升级	218
25.7.1 在线升级	219
26. 模板测试	221
26.1 概述	221
26.1.1 模板测试特点	221
26.1.2 模板测试结果	221
26.1.3 测试界面	221
26.2 设置	222
26.2.1 Aux 输出	222
26.2.2 通道源	222
26.2.3 停止条件	222

26.2.4 失败操作	223
26.2.5 信息显示	223
26.3 模板生成	224
26.3.1 调节垂直容限范围	224
26.3.2 调节水平容限范围	225
26.3.3 模板导入	225
26.3.4 模板导出	227
26.4 结果导出	227
27. 常见问题及应对方法	229
27.1 具体问题阐述	229
27.1.1 按下电源键，示波器黑屏，没有任何显示	229
27.1.2 有波形显示，但不能稳定下来	229
27.1.3 按下【Run/Stop】键无任何显示	229
27.1.4 U 盘设备不能被识别	229
27.1.5 测量的电压幅度值比实际值大或者小	229
28. ZUS5000 系列示波器技术参数	230
28.1 垂直系统	230
28.2 水平系统	231
28.3 采样系统	231
28.4 触发系统	231
28.5 触发种类	232
28.6 解码种类	232
28.7 测量参数	235
28.8 波形数学运算	235
28.9 信号发生器	236
28.10 显示特性	239
28.11 输入/输出端口	239
28.12 普通技术规格	239
28.13 产品尺寸	241
28.14 配件	241
29. 免责声明	242

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不予以承担责任。

1.1 一般性安全概要

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

使用正确的电源线

只允许使用所在国家认可的本产品专用电源线，中国大陆规格：3×0.75mm²，Φ6.3，IEC 6022753，L=1500mm，大烟斗三插+品字尾，CCC 认证。

将产品接地

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

正确连接探头

探头地线与地电势相同。请勿将地线连接至高电压。

查看所有终端额定值

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

使用合适的过压保护

示波器交流电源输入端过电压类别 II，不能应用在过电压类别 III 和 IV 的电网上。

请勿开盖操作

请勿在仪器机箱打开时运行本产品。

使用指定规格的电源保险丝

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

电池

电池型号 CR2032 或是等同，用在主板 PCB 上。

防止触电危险

电源线必须插在墙壁上或在可视范围内的具有保护地的插排上，不可插在引线混乱的插排上，插排不可过流使用。

怀疑产品出故障

怀疑产品出故障时，请勿拆装把手处的螺钉，避免划伤。产品出现任何问题，请勿进行拆机操作，请及时联络广州致远仪器有限公司授权的维修人员进行检测、维护、调整或零件更换。

保持适当的通风

通风不良会引起仪器温度升高，进而引起仪器损坏。使用时应保持有良好的通风，定期检查通风口和风扇。

请勿在潮湿环境下操作

为避免仪器内部电路短路或发生电击的危险，请勿在潮湿环境下操作仪器。

请勿在易燃易爆的环境下操作

为避免仪器损坏或人身伤害，请勿在易燃易爆的环境下操作仪器。

请保持产品表面的清洁和干燥

为避免灰尘或空气中的水分影响仪器性能，请保持产品表面的清洁和干燥。

防静电保护

示波器在静电抗扰度试验上，满足实验室仪器中接触式放电 4kV、空气放电 8kV 的防护等级。但在日常使用中，需时刻注意静电对仪器的损害。

关于防静电保护我们有以下建议措施：

- 1、保持仪器电源线接地良好，将静电泄放到大地；
- 2、仪器使用环境中需要铺防静电毯，或穿戴防静电衣帽、手环等；
- 3、测试产品时先接探头地线，再接探针到信号线；
- 4、切勿用手去触摸示波器探头探针。

操作者在使用仪器时，一定要有静电防护意识，特别是干燥的冬天，这样才可以减少静电放电对仪器的伤害。

注意搬运安全

为避免仪器在搬运过程中滑落，造成仪器面板上的按键、旋钮或接口等部件损坏，请注意搬运安全。

把手使用

为了保证示波器把手使用时，示波器的安全，请按照下图所示进行使用。



①



②



③

1.2 警示标志

注意



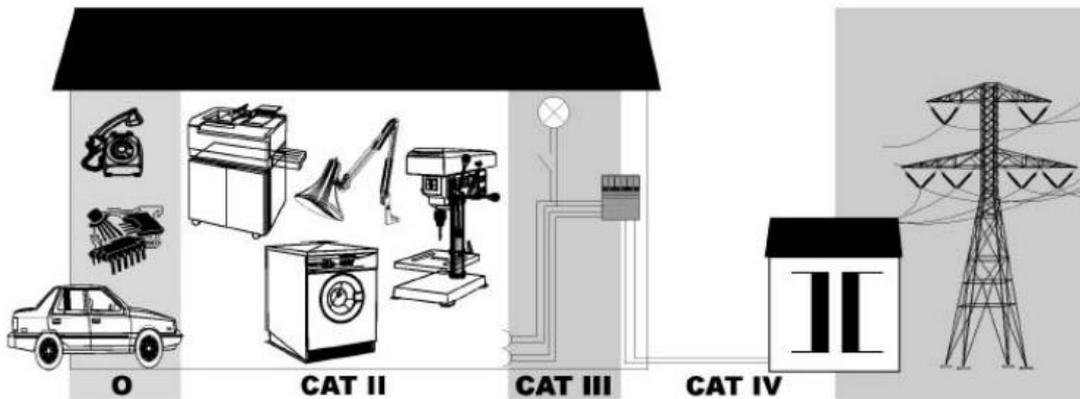
注意符号表示存在危险。提示用户对某一过程、操作方法或类似情况进行操作时，如果不按照说明书的要求操作，则可能对产品造成损坏或者丢失重要数据。在完全阅读和充分理解说明书**注意**所要求的事项之前，请不要继续操作。

(1) 示波器面板中的图标的意义：

	安全警示		探头补偿接地端		探头补偿输入端
	电源开关标志		USB 数据接口		使用期限为 40 年，可回收利用
	请勿将使用过的仪器丢入垃圾桶		CE 认证		
 All inputs 1M Ω ~13pF 300V _{RMS} CAT I; 50 Ω ≤5V _{RMS} (100mV/div及其以下档位最大2.5V _{RMS})			所有通道均有 1M Ω /50 Ω 的输入电阻切换，13pF 的输入电容。示波器信号输入端具有 300V _{rms} “CAT I” 等级规格，即最大输入大电压不能超过 300V _{rms} (有效值)。		

(2) 测量类别介绍：

测量类别有 O、CAT II、CAT III 和 CAT IV，主要的介绍如下所示：



测量类别	测量类别显示	说明	备注
I	O	为适用于在不直接与电网电源连接的电路上进行的测量。	在不由电网电源供电的电路上和作了特殊保护由电网供电的电路上进行的测量
II	CAT II	为适用于在直接与低压设施连接的电路上进行的测量。	在家用电器上、便携式工具上和类似设备上的测量。
III	CAT III	为适用于在建筑物设施中进行的测量。	在配电板上、断路器上、布线上包括电缆、汇流条上、接线盒上、开关上、固定设施的输出插座上、工业用设备上以及其他设备上，例如与固定设施永久连接的驻立式电动机上的测量。
IV	CAT IV	适用于在低压设施的源端处进行的测量。	在初级过流保护装置上和纹波控制单元上的测量

注：引用标准 IEC/EN61010-2-030 CAT I 被替换为 O，O 指在没有直接连接到主电源的电路上进行测量。例如，对没有从主电源导出的电路，特别是受保护（内部）的主电源导出的电路进行测量。在后一种情况下，瞬间应力会发生变化。因此，用户应了解设备的瞬间承受能力。

警告



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

1.3 测量类别

ZUS5000 系列示波器可在 CAT I 下进行测量，最大输入电压需保持在 CAT I 300Vrms 范围内。

警告



ZUS5000 系列示波器仅允许在指定的测量类别中使用。

1.4 仪器安置注意事项

注意



仪器安置场所相关注意事项如下：

- **远离恶劣环境。** 远离阳光直射、热源、大量烟尘、蒸汽、腐蚀性或可燃性气体、强烈磁场源、高压设备与动力线、水、油、化学剂的场所；
- **水平平坦。** 请将仪器安置在水平平坦的场所，以便更好地观察测量结果；
- **通风良好。** 为了保证示波器内部有良好的通风，在仪器的后面板有散热孔的设计，可使示波器在运行时，内部温度不会过高；请确保进气和排气区域无阻塞并有自由流动的空气。为保证充分的通风，在工作台机架中使用示波器时，请确保其两侧、上方、后面应留出至少 10 厘米的间隙。



警告 通风不良会引起仪器内部温度升高，进而引起仪器损坏。使用时应保持良好的通风，定期检查通风口和风扇。

1.5 保养与清洁

保养

请勿将仪器放置在长时间受到日照的地方。

清洁

请根据使用情况对仪器进行清洁。方法如下：

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

警告



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

2. 前言

2.1 固件升级说明

示波器功能在不断地迭代更新，下载最新固件并安装，可了解和使用最新的功能。以下为 ZUS5000 系列示波器的固件下载路径及安装方法。

打开致远仪器官网示波器首页 <https://www.zlgtmi.com/osc.html>，或扫描如图 2.1 所示的二维码，点击对应系列示波器，在“资料下载”页面选择对应的“【固件升级】ZUSxxxx”下载固件。



图 2.1 示波器官网链接

ZUS5000 系列示波器**固件升级步骤【请严格按照下述步骤操作】**：

1. 将升级包解压，并确保解压后的文件夹在 U 盘根目录下，即 U 盘中的目录如表 2.1 所列。

表 2.1 U 盘目录

固件名称	型号	U 盘目录
ZUS5000 系列示波器固件	ZUS5054Pro ZUS5054	U 盘：\ZUS5000\ZUS5000.bin

2. 插入升级 U 盘，给示波器上电，开机，示波器会自动进入升级界面，升级需要几分钟，请耐心等待；若等待一段时间后未进入升级界面，请检查固件路径是否正确，同时确认 U 盘的文件系统为 FAT32 格式（不支持 NTFS 格式）。
3. 升级完成后，蜂鸣器会响，示波器会自动重启，并进入正常界面，至此升级完成，可拔出 U 盘。

【注意事项】

- 升级过程中不能拔插 U 盘或断电，否则可能会导致升级失败，需按固件升级步骤 2 重新升级。
- 升级完成后，依次点击“系统”、“系统信息”，可查看当前机器的版本，可依此来判断是否升级成功。
- ZUS5000 系列固件仅适应于 ZUS5000 系列示波器。

3. 产品简介

ZUS5000 系列示波器是 ZTMI 致远仪器继 ZUS6000 系列示波器后全新推出的数据挖掘型高性能示波器，配备强大的参数测量、统计功能和全面的触发、解码功能，是 500M 示波器中功能较为齐全并具有突破性指标的代表，可广泛应用于通信、航天、国防、嵌入式系统、计算机、研究和教育等众多行业和领域。



图 3.1 ZUS5054 示波器面板

3.1 产品选型

ZUS5000 系列示波器相关型号及参数如表 3.1 所列。

表 3.1 产品选型表

型号	ZUS5054Pro	ZUS5054
模拟带宽	500MHz	
通道	4	
采样率 ^注	5GSa/s	
刷新率	300kwfms/s	100kwfms/s
存储深度 ^注	500Mpts	250Mpts
参数测量	32 种	
触发种类	43 余种	20 种（标配）
协议解码	40 余种	11 种（标配）
波形搜索	7 种	
双 ZOOM	支持	

续上表

型号	ZUS5054Pro	ZUS5054
FIR 滤波器	10Hz~500MHz	
分段存储	支持	
模板测试	支持	
电源分析	支持	选配
环路分析	支持	选配
时序分析	支持	选配
屏幕大小	10.1 英寸电容触摸屏	

注：存储深度每两通道复用。以 ZUS5054Pro 为例，CH1 和 CH2 独立共用 500Mpts，CH3 和 CH4 独立共用另外的 500Mpts。只打开单通道时，该通道最大存储深度可达 500Mpts，若同时打开相对应的两个通道，则每个通道最大存储深度均为 250Mpts。同理，采样率的分配原则也是两通道共用，以 ZUS5054Pro 为例，只打开单通道时，该通道最大采样率可达 5GSa/s，若同时打开相对应的两个通道，则每个通道最大采样率均为 2.5GSa/s。

3.2 ZUS5054Pro 示波器主要特色

- 500MHz 带宽，标配了最高 5GSa/s 的采样率；
- 标配了最高 500Mpts 海量存储深度；
- 标配 10 种基础触发，33 种协议触发，40 余种协议解码类型；
- 标配了最高 300kwfms/s 的波形刷新率；
- 最多 32 种“真正意义”参数测量统计。通过 FPGA 全硬件并行处理，基于原始的采样点，对全存储深度的波形进行测量；
- **波形搜索功能**。支持边沿、脉宽、欠幅、斜率、周期/频率和占空比多种搜索条件；
- **分析功能**。ZUS5054Pro 示波器标配有时序分析功能、**电源分析功能**、分段存储功能、**FIR 硬件滤波功能**以及上位机软件分析功能等，可以辅助分析波形信号，快速找到问题；
- 10.1 英寸彩色**触摸**显示屏，分辨率 1280×800，并具有优化的 256 级灰度等级显示；
- 支持 USB Host、USB Device、LAN、HDMI 等接口，支持程控设备标准命令（SCPI），为仪器的二次编程控制提供丰富通信接口。
- 支持 USB 鼠标、键盘进行控制。

3.3 系统框图

ZUS5000 系列示波器使用超大容量 FPGA 结合 MPSOC 平台，全硬件加速实现了最高 500Mpts 大数据存储、最大 300,000 帧/秒的高波形刷新率、硬件滤波、自动参数测量及波形搜索标记等功能，极大增强和改善了示波器的性能。示波器的系统框图如下图 3.3 所示。

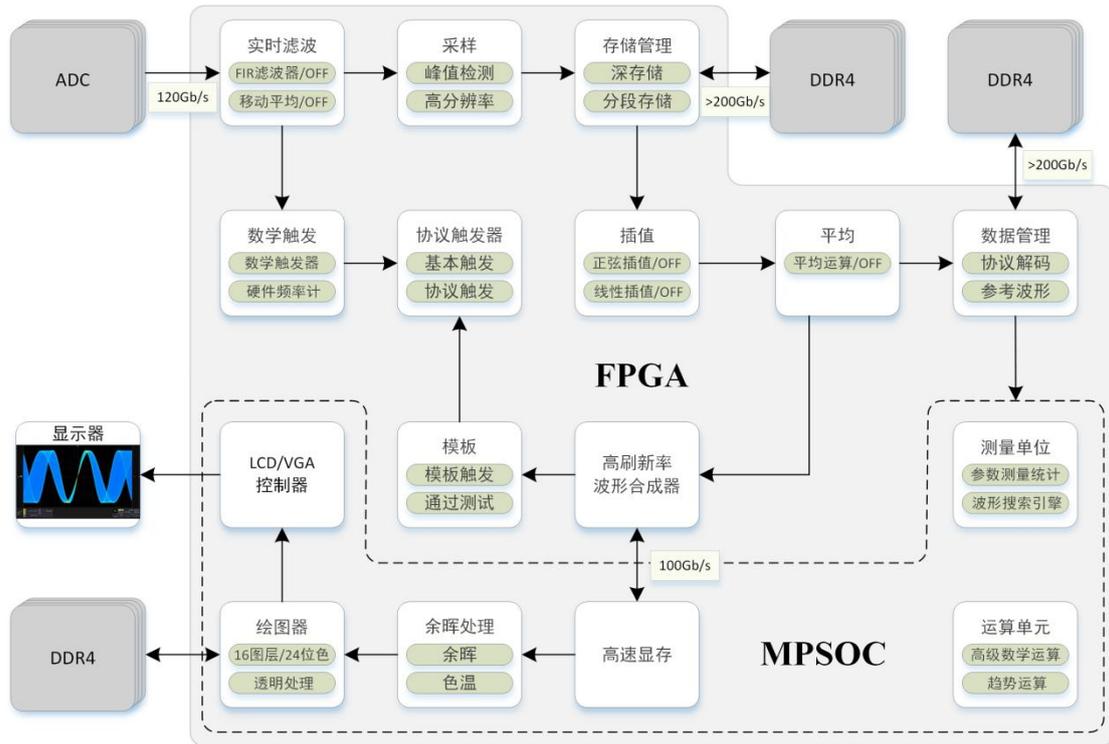


图 3.3 ZUS5000 系列示波器系统框图

3.4 文档中的内容约定

ZUS5000 系列包括：ZUS5054pro 和 ZUS5054。除特别注明外，本手册的说明主要以 ZUS5054pro 示波器指标为例。

4. 切换语言

ZUS5000 系列示波器提供中英文使用界面切换，具体请执行下列操作：

点击【系统】-【设置】进入系统设置界面，示波器语言默认为中文，选择【系统语言】中选项可切换中英文，如图 4.2 所示。



图 4.1 系统设置

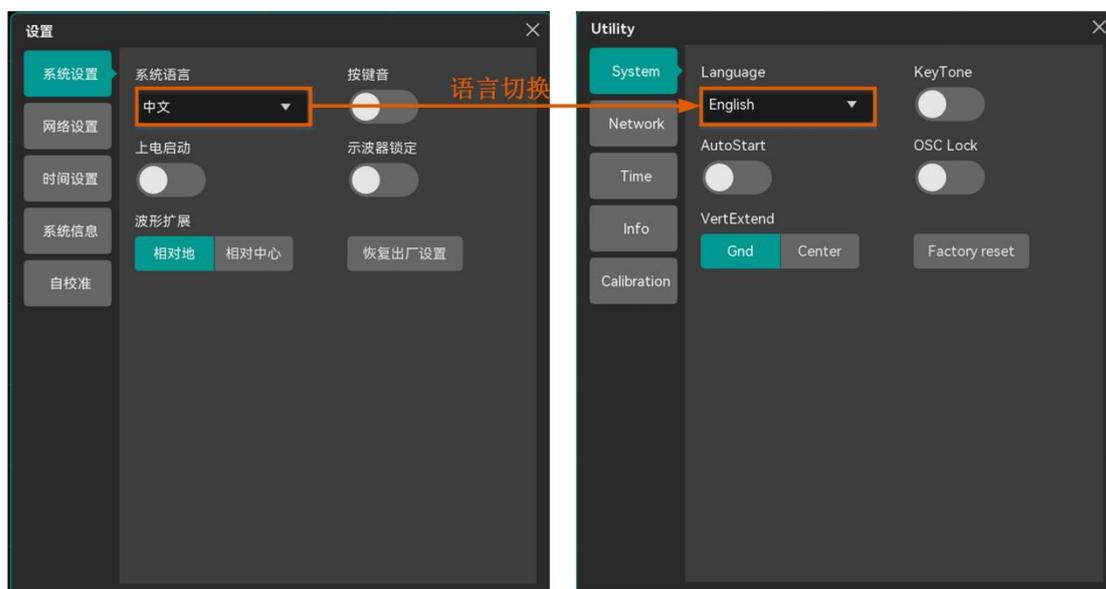


图 4.2 语言切换界面

5. 快速入门

5.1 概述

本章以 ZUS5054Pro 为例，从最基本的操作开始介绍，讲解示波器的前/后面板信息，结合快速使用示例可了解和掌握示波器的基本操作，相关内容如下所述。

5.2 用前准备

1. 检查

检查示波器主机及其配件无缺漏和无损坏后，可进行操作，主机与配件清单如下表 5.1 所列。

表 5.1 主机与配件清单

序号	名称	数量	单位	实例图
1	示波器 ZUS5054Pro	1	台	
2	示波器探头, ZP1050	4	套	
3	USB 通讯电缆, A-B, 双磁环, L=1500mm	1	根	
4	国标电源线 L=1500mm	1	根	
5	合格证	1	张	
6	入门手册	1	本	
7	校准报告	1	份	

2. 上电

使用所在国家认可的本产品专用电源线进行上电操作，如图 5.1 所示。

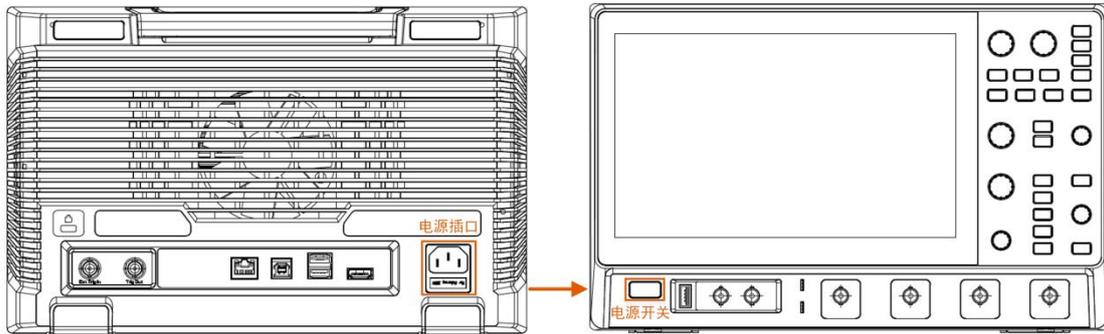


图 5.1 上电操作

3. 功能检测

功能检测的目的是为了验证示波器是否正常工作。

(1) 按下电源按钮开机启动，点击【Default Setup】，此时所有的配置参数将恢复默认状态，具体可参考表 5.7。

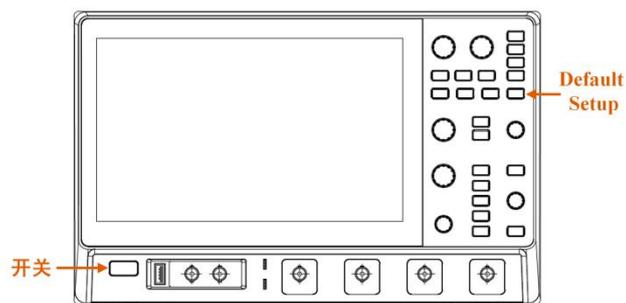


图 5.2 默认设置

(2) 恢复默认状态后，可接入信号，使用普通无源探头与面板上的“探头补偿端”进行连接，如下图 5.3 所示。

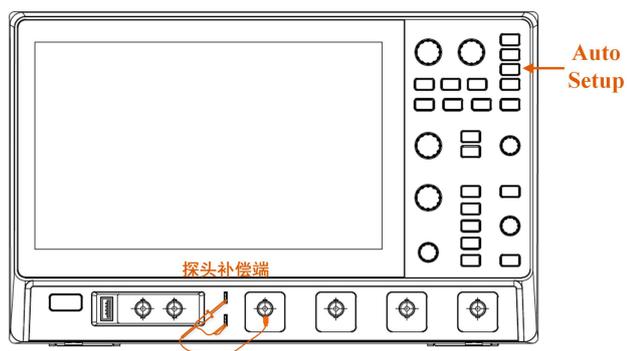


图 5.3 探头连接

使用 ZP1050 型号的探头（由于公司探头会不断地更新升级，最终以实际标配的实物为准），示波器自动识别衰减档位 X10 档，比率为 10:1（无 X1 档），接入示波器中（将探头母头 BNC 端对准示波器通道 C1 BNC 插头，按下向右旋转即可，同时将探头的探钩接到示波器探头补偿端接口，鳄鱼夹接地），具体如图 5.3 所示。

注：若探头接入的不是 C1 而是 C2、C3 或 C4，则按下面板上的【1】软键，软键变灰则关闭通道 1，按下【2】、【3】或【4】软键则打开相应通道则软键变亮。

(3) 接入探头补偿端信号后，点击【Auto Setup】一键捕获波形，此时屏幕上可能会出现图 5.4 所示三种波形其中一种，探头补偿端方波幅值约为 3.0V，频率为 1KHz。

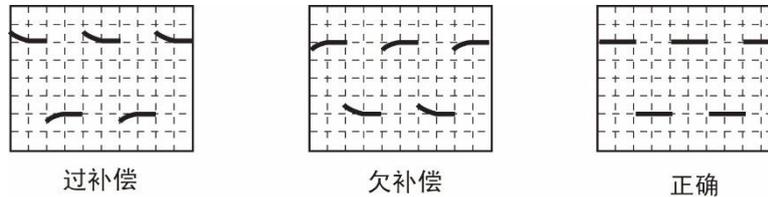


图 5.4 探头补偿信号

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，具体如下节 5.2.2 [探头知识](#)内容所介绍。

5.2.2 探头知识

标配的 ZP1050 无源高阻抗示波器探头可在输入阻抗为 $1M\Omega$ （并联 $9pF$ 的电容）的示波器上使用，通过补偿，它可以用在 $10-35pF$ 输入电容的示波器上。探头设计为 10 倍的衰减，示波器可自动识别探头的衰减比例，具体配件如下图 5.5 所示。



图 5.5 探头及其配件

注：探头配件有线标、接地弹簧、探钩、补偿调节棒、绝缘护套 1、绝缘护套 2、鳄鱼夹。

表 5.2 ZP1050 探头参数表

带宽(-3 dB)	DC-500MHz
上升时间(10% - 90%)	700 ps
衰减比	10:1 (固定)
输入阻抗 (端接到 $1M\Omega$ 时)	$10M\Omega \pm 2\%$
输入电容	$9pF \pm 2pF$
最大输入电压	300Vrms CAT I
示波器补偿范围	10-35 pF

续上表

安全性	符合 EN 61010-031 CAT I
电缆长度	140±2cm
操作环境	0 至 50℃, 0 至 80% RH
存储环境	-20 至 60℃, 0 至 90% RH

1. 探头补偿

为何会出现如图 5.4 所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器首次相连均须进行低频补偿，以便与示波器通道的输入特性匹配，否则可能导致显著的测量误差。以标配的 500M 无源探头 ZP1050 为例说明低频补偿步骤。

(1) 将探头 BNC 母头（带检测探针，见图 5.6）连接到示波器的 BNC 输入通道 1 中，探钩接到示波器前面板的“探头补偿端”。按下【Auto Setup】一键捕获，示波器将自动识别探头比率为 10:1，波形以较好的效果显示在屏幕上。



图 5.6 自动识别探头比率

(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。可以在示波器的屏幕上看到如图 5.4 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) 用“低频补偿调节棒”旋转调节低频补偿调节孔，如图 5.7 所示，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）。



图 5.7 探头补偿调节孔

注 1: 示波器的【探头比率】自动识别为 X10 档，带宽为 500MHz。最大电压值不可超过 300V 的有效电压（这里指的是低频信号范畴）。

注 2: 示波器探头可能因库存或批次原因，导致外观、型号和包装存在差异，但不影响产品使用。

5.3 面板介绍

5.3.1 前面板/后面板总览

ZUS5000 数字示波器前面板如图 5.8 所示，包括操作按键/旋钮和 I/O 接口等功能简介如表 5.3 所列。ZUS5000 系列示波器带触摸显示屏，可使用全屏触摸的方式进行操作，操作简便。

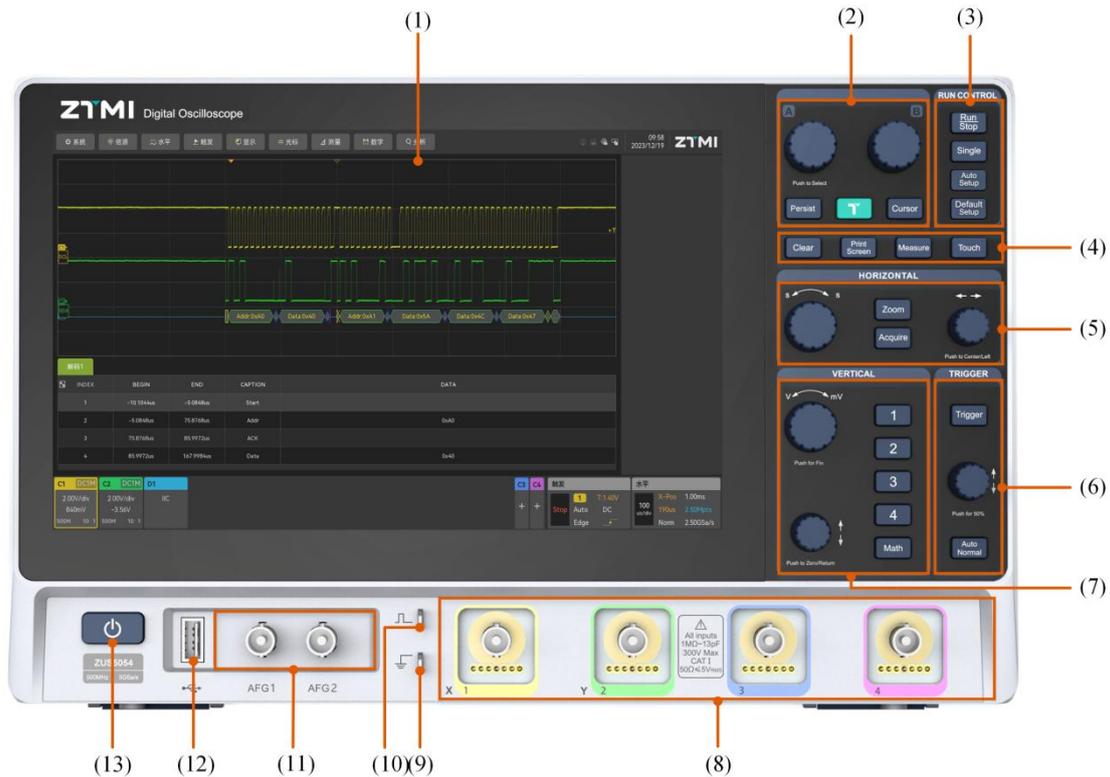


图 5.8 ZUS5000 示波器前面板

表 5.3 前面板功能简介

序号	名称	功能描述	使用说明
(1)	LCD	带触摸的液晶显示屏	10.1 英寸的彩色触摸显示屏
(2)	多功能旋钮区	主要用于光标的选择和调节	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】为“微调”，【B】为“粗调”
(3)	运行控制键区	用于启动或停止示波器的采样，示波器测量的自动设置，恢复示波器的默认设置和触控屏使能	均属按键操作
(4)	快捷功能键	主要实现一键清除、一键截屏、波形测量和触控屏使能的功能	均属按键操作
(5)	水平控制区	用于波形/缩放窗口水平时基的调节，和波形/缩放窗口水平偏移的调节	旋钮可顺时针或逆时针调节，“大旋钮”调水平时基，“小旋钮”调水平偏移
(6)	触发控制区	设置触发功能	旋钮可顺时针或者逆时针调节触发电平的位置
(7)	垂直控制区	垂直方向波形的偏移和波形的缩放	旋钮可顺时针或逆时针调节，“大旋钮”调节垂直档位，“小旋钮”调波形垂直偏移

续上表

序号	名称	功能描述	使用说明
(8)	模拟通道输入端	接入须测量的模拟信号 注：最大输入电压 CAT I 300Vrms	接入方式：将探头的 BNC 母头接入示波器模拟输入的 BNC 端，向右旋转，两接口卡住即连接成功
(9)	探头补偿器信号接地端	接地端子	将探头的鳄鱼夹连接至接地端子即可
(10)	探头补偿器信号输出端	输出 1kHz，约 3Vpp 方波信号	将探头的探钩接入输出端口即可
(11)	信号发生器输出端	用于信号发生器的输出	将外部接口的 BNC 母头接入信号发生器输出的 BNC 端，向右旋转套住即可
(12)	USB Host 接口	用于连接 U 盘以进行外部存储，支持外设可通过鼠标和键盘控制	将 Type A 类型的 USB 直接插入 USB Host 接口即可使用
(13)	电源按键	用于关闭和开启电源	按键操作

注：所有按键在打开使用时软键变亮，关闭不使用时按键变灰，灯灭无亮度。

ZUS5000 台式示波器的后面板如图 5.9 所示。

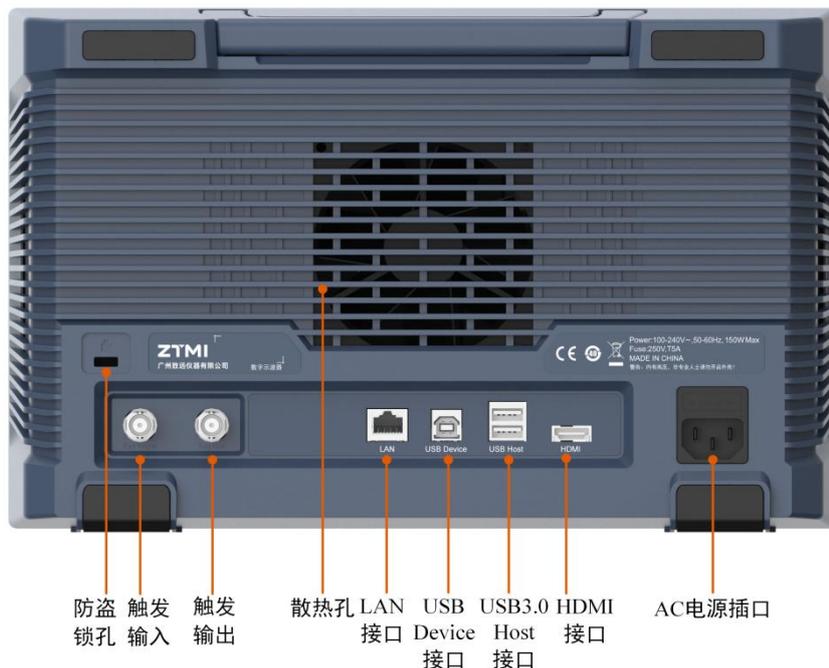


图 5.9 ZUS5000 示波器后面板

安全锁：用户可使用安全锁将示波器锁在固定位置。沿与后面板垂直的方向对准图 5.9 中的“防盗锁孔”将锁头插入，顺时针旋转钥匙锁定示波器，然后拔出钥匙。注意，不要将其它物品插入防盗锁孔以免损坏仪器。

◎ 触发输入：将连接线的 BNC 母头接口与触发输入接口连接，顺时针旋转，两接口卡住即可。

- ◎ 触发输出：将连接线的 BNC 母头接口与触发输出接口连接，顺时针旋转，两接口卡住即可。
- ◎ HDMI 接口：该接口可用于外接显示器。
- ◎ LAN 接口：将网线接口对准 LAN 接口连接，可进行网络通讯。
- ◎ USB3.0 Host 接口：用于连接 U 盘以进行外部存储，支持鼠标和键盘控制。
- ◎ USB Device：将 Type-B 类型 USB 线接入 USB Device 接口即可使用。
- ◎ AC 电源插口：将符合规定的电源线对准电源接口连接即可。（注意事项见“一般性安全概要”）。

5.3.2 前面板各区操作解析

1. 多功能旋钮区

多功能旋钮区的按键和旋钮如下图 5.10 所示。多功能旋钮区主要用于菜单和波形光标测量的调节。



图 5.10 多功能旋钮区面板

表 5.4 多功能旋钮区按键功能

按键名称	功能
旋钮 A	<p>旋钮 A 可用于如下用途：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 主菜单的选择。 旋转旋钮 A 可选中菜单，短按旋钮 A 可确认选择。 ● 参数值微调。 顺时针方向旋转旋钮 A，则参数数值以较小步进增大；逆时针方向旋转旋钮 A，则参数数值以较小步进减小 ● 移动光标。 在光标测量功能中，旋转旋钮 A 可移动 A 光标的位置，短按旋钮 A 可开启 AB 联动模式同时移动 AB 光标，再次短按旋钮 A 则关闭 AB 联动模式 ● 操作 FFT 频谱表。 在 FFT 运算功能里，旋钮 A 用于操作 FFT 频谱表，短按旋钮 A 用于选中频率点，旋转旋钮 A 则在不同频率点里进行选择 ● 协议解码事件表的光标操作。 在协议解码事件表里操作光标，在停止状态，短按旋钮 A 可将触发点定位在指定的事件 ● 调节模板位置。 模板触发功能/模板测试功能开启后，进行模板大小调节时，旋钮 A 可调节模板的宽度 ● 调节输入框中光标位置。 双击任意可输入数值的输入框，旋转旋钮 A 可调节光标位置

续上表

按键名称	功能
旋钮 B	旋钮 B 可用于如下用途： <ul style="list-style-type: none"> ● 参数值粗调。旋钮 B 用于粗调参数数值 ● 移动光标。在光标测量功能中，旋转旋钮 B 可移动 B 光标的位置，短按旋钮 B 可开启 AB 联动模式同时移动 AB 光标，再次短按旋钮 B 则关闭 AB 联动模式 ● 操作 FFT 频谱表。在 FFT 运算功能里，旋钮 B 用于操作 FFT 频谱表，短按旋钮 B 用于选中频率点，旋转旋钮 B 则在不同频率点里进行选择 ● 协议解码事件表的光标操作。在协议解码事件表里操作光标，在停止状态，短按旋钮 B 可将触发点定位在指定的事件 ● 调节模板位置。模板触发功能/模板测试功能开启后，进行模板大小调节时，旋钮 B 可调节模板的高度 ● 调节输入框中光标位置。双击任意可输入数值的输入框，旋转旋钮 B 可调节光标位置
【Persist】	【Persist】 “一键余辉”键，主要操作如下： <ul style="list-style-type: none"> ● 点击【Persist】，可打开无限余辉功能，再次点击可关闭余晖功能
X-Key 功能键	<ul style="list-style-type: none"> ● 点击【T】打开功能大菜单；
【Cursor】	【Cursor】 为“光标”键，按下 【Cursor】 键打开光标测量功能，此时可旋转旋钮 A 或 B 对光标位置进行调节。再次点击 【Cursor】 可切换光标类型，短按 A 或 B 旋钮可启动联动光标

2. 运行控制区

运行控制区被用于控制示波器采样的运行/停止，功能参数的复位。运行控制区内的各按键如下图 5.11 所示。

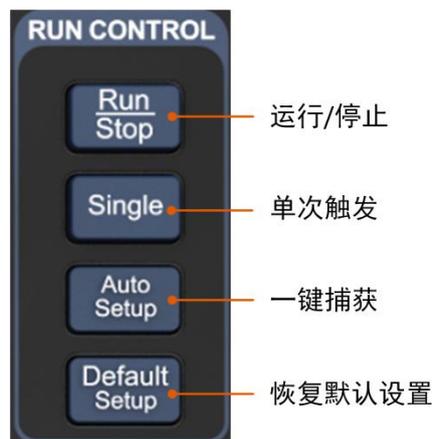


图 5.11 运行控制区

表 5.5 运行控制区功能

按键名称	功能
【Run/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，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
【Single】	【Single】为单次触发键，按下该键后，示波器将一直等待，直至出现符合触发条件波形时，进行一次触发并记录存储波形，然后停止波形采样
【Auto Setup】	【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。一键捕获后的参数设置可参考表 5.6
【Default Setup】	<ul style="list-style-type: none"> ● 【Default Setup】为恢复默认设置键，按下该键后，恢复示波器基本设置参数的默认值，如：垂直参数、水平参数、触发参数等 ● 在【系统】-【设置】的系统设置菜单栏中，有“恢复出厂设置”选项，可用于恢复全部出厂设置。恢复出厂设置是将所有参数恢复到默认设置 ● 注意【Default Setup】按键是除了【系统设置】、【存储】菜单中的参数以及示波器自动测得的探头衰减比参数外，其它的参数都恢复到默认值，可参考表 5.7

功能补充:

当前【Auto Setup】的通道显示策略为：当所有通道都关闭时，会对所有通道进行扫描，但只对有信号的通道进行自动捕获；当有通道开启时，只对打开的通道进行自动捕获。使用【Auto Setup】按键时，需保证波形频率大于 20Hz。

按下【Auto Setup】键后，各系统设置的各个参数的状态如表 5.6 所列。

表 5.6 一键捕获后的设置

参数	设置值
垂直系统	
垂直量程档位	使用定标后的结果
垂直偏移	使用定标后的结果
通道耦合	保持 DC/AC, GND 耦合会改为 DC
带宽限制	保持不变
探头类型及探头比率	保持不变
档位调节	保持不变
反相功能	保持不变
延迟校正	保持不变
水平系统	
时基模式	Y-T
存储深度	保持不变
捕获模式	保持不变
水平时基档位	根据定标确定的触发源通道的信号频率决定
水平偏移	0 ns
双时基模式	保持不变
双 ZOOM 模式	保持不变
自动滚动	保持不变

续上表

触发系统	
触发方式	自动
触发类型	边沿触发
边沿类型	上升沿
触发源	若 C1 定标成功，则固定使用 C1；若 C1 为直流信号而 C2 测频成功，则使用 C2 为触发源，同理类推适用于 C3、C4 通道
触发释抑	0 ns
触发灵敏度模式	手动
触发耦合	保持不变
光标测量	
若 X 型光标有效，则在定标成功后，跟随波形移动。	

按下【Default Setup】键后，各系统设置的各个参数的默认值如下表 5.7 所列。

表 5.7 默认值

水平设置相关参数的默认值	
时基档位	1 μ s/div
水平偏移	0 ns
缩放模式	关闭
时基模式	Y-T
捕获模式	标准
存储深度	自动 10Mpts
垂直设置相关参数的默认值	
垂直档位	1V/div
垂直偏移	0mV
C1 开关	打开
C2 开关	关闭
C3 开关	关闭
C4 开关	关闭
通道耦合	直流
带宽限制	关闭
探头比	1 \times
通道反相	关闭
垂直设置相关参数的默认值	
档位调节	粗调
探头类型	电压探头
垂直扩展	相对地
触发设置相关参数的默认值	
触发类型	边沿
触发通道	C1
边沿类型	上升沿

续上表

触发设置相关参数的默认值	
触发方式	自动
触发耦合	直流
触发释抑	0ns
灵敏度模式	自动
触发电平	0mV
模板触发	关闭
模板通道	C1
显示设置相关参数的默认值	
显示模式	层叠
显示类型	线
色温模式	关闭
插值模式	正弦
冻结显示	关闭
余辉时间	关闭
网格亮度	50%
背光亮度	80%
波形亮度	60%
光标设置相关参数的默认值	
光标使能	关闭
光标类型	垂直
显示模式	线
光标调节	独立
通道类型	相同
数学运算设置相关参数的默认值	
功能使能	关闭
模式选择	基本运算
算法选择	+
信源 1	C1
信源 2	C1
测量设置相关参数的默认值	
功能使能	关闭
测量统计	关闭
阈值类型	基顶基底值
阈值设置	10% 50% 90%
信源选择	C1
测量项设置	空
频率计相关参数的默认值	
频率计功能	关闭
功能使能	关闭
搜索模式	边沿、上升沿

续上表

搜索设置相关参数的默认值	
阈值设置	0V
信源	C1
解码设置相关参数的默认值	
功能使能	关闭
解码类型	UART
协议触发	OFF
自动阈值	ON
灵敏度模式	自动
协议参数	默认值
显示类型	十六进制
细节显示	ON
显示事件表	关闭
参考波形设置相关参数的默认值	
通道使能	关闭
通道显示	ON
信源	C1

注：断电启动恢复、Auto Setup、Default Setup、恢复出厂设置

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

- 示波器断电重新启动后，自动恢复断电前示波器的所有设置参数（示波器每 20s 自动保存一次设置参数）；
- Auto Setup 是示波器内部自动调整垂直通道的档位、偏移、水平通道的时基档位等（详见表 5.6），使输入信号以适合观察的方式显示；
- Default Setup 只是将绝大部分参数恢复成默认值，而不是将所有值恢复成默认值，比如，用户在【系统】-【网络设置】中设置的以太网的 IP 等，详见表 5.7；
- 恢复出厂设置是将示波器的所有参数恢复成默认值。

3. 快捷功能区

快捷功能区的面板如下图 5.12 所示，快捷功能区主要对波形进行一键清除、一键截屏、波形测量和触控屏使能的操作。

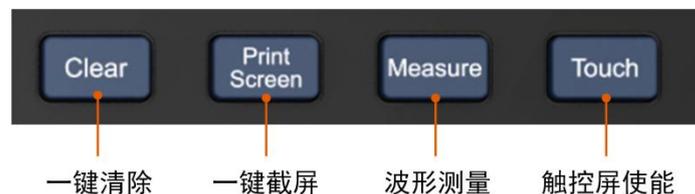


图 5.12 快捷功能区面板

表 5.8 快捷功能菜单键介绍

按键名称	功能
一键清除	点击【Clear】可清除当前波形、余辉显示、测量参数统计数据 and 标记点等。
一键截屏	点击【Print Screen】会以图像形式自动保存当前屏幕显示的内容到指定存储器。

续上表

按键名称	功能
【Measure】	【Measure】键可打开测量菜单，其支持时间、电压等 54 种参数测量，最多可在菜单选择 24 种测量参数同时显示。
触控屏使能	点击【Touch】可打开或关闭触控屏状态。

4. 水平控制区

水平控制区的面板如下图 5.13 所示，水平控制区主要用于波形时基档位和波形偏移的调节（包括主时基和副时基）。



图 5.13 水平控制区

表 5.9 水平控制区功能

按键名称	功能
时基档位旋钮	<ul style="list-style-type: none"> ● 非缩放模式下：水平时基是指水平时间基准，即示波器每格对应的的时间。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
视图窗口切换	<ul style="list-style-type: none"> ● 开启缩放显示视图（ZOOM） ● 当切换到常规显示视图（主时基）时，水平调节区和大旋钮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，水平调节区和大旋钮用于调节缩放窗口的大小和偏移
【Acquire】	【Acquire】键为水平时基菜单键，按下该键可打开水平控制菜单，并设置【存储深度】、【捕获模式】、【水平档位】和【水平偏移】等
时基偏移旋钮	<ul style="list-style-type: none"> ● 非缩放模式下： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 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，再次短按时基偏移旋钮则波形触发偏移往左偏移 4 小格 ● 缩放模式下： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 时基偏移旋钮可用于调节缩放窗口的移动，点击该旋钮可将缩放窗口跳回到主时基的屏幕中心位置 ➢ 时基偏移旋钮也可用于主时基波形的移动，短按该旋钮可将波形触发偏移将复位

5. 触发功能区

触发功能区如图 5.14 所示，触发功能区的按键功能如表 5.10 所列。



图 5.14 触发功能区

表 5.10 触发功能区

按键名称	功能
触发功能菜单键	<ul style="list-style-type: none"> ● 点击可进入触发菜单，用户可设置触发参数、触发设置、触发阈值和触发模板等信息 ● 触发参数中的触发类型可选择边沿触发、斜率触发、脉宽触发、视频触发或具体的协议触发来获取稳定的波形
触发电平偏移旋钮	<ul style="list-style-type: none"> ● 触发电平偏移旋钮如图 5.14 所示，用于设置触发电平大小。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波形的 50% 位置
【Auto/Normal】	<ul style="list-style-type: none"> ● 按下按键，使触发方式在自动（Auto）、普通（Normal）触发模式之间进行切换 ● 自动触发模式下，无论是否满足触发条件都采集波形并显示 ● 普通触发模式下，只有在满足触发条件时才会采集并显示波形

6. 垂直控制区

垂直控制区如图 5.15 所示，用于在垂直方向上控制波形的位罝、波形的扩展或压缩显示。垂直控制区的按键功能说明如表 5.11 所示。

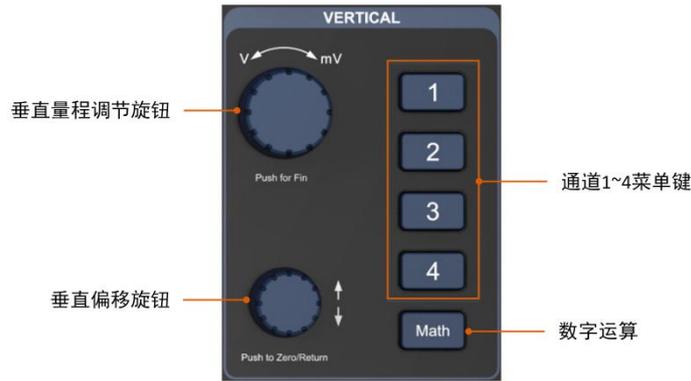


图 5.15 垂直控制区

表 5.11 按键功能

按键名称	功能
垂直量程调节旋钮	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调节方式为粗调或微调 注：若在调节垂直档位时波形会大幅度往上/或往下偏移，则波形缩放以“地”为中心参考，此时可点击【系统】，选择【系统设置】中的【波形扩展】，将“相对地”改为“相对中心”，波形缩放将以屏幕的中心为参考进行缩放
C1~4 菜单键	按下通道菜单键可打开对应通道的菜单，并开启对应通道；再次按下通道菜单键则关闭对应通道。屏幕中 C1 波形和标签用 黄色 标识，C2 波形和标签用 绿色 标识，C3 波形和标签用 蓝色 标识，C4 波形和标签用 紫色 标识
垂直偏移旋钮	旋转该旋钮可修改对应通道的 垂直偏移 ，顺时针转动增大偏移，逆时针转动减小偏移。旋转过程中，屏幕中的波形会上下移动，同时屏幕下方的偏移信息实时变化。短按该旋钮可将垂直偏移置 0
【Math】	【Math】为数学运算功能键，按下【Math】打开 M1 数学运算，可实现通道波形的多种数学运算，包括 基本运算、滤波运算和高级运算 。该按键灯亮则指示数学运算功能已激活

7. 模拟通道信号输入端

如图 5.8 ZUS5000 示波器前面板中标注（13）处显示，是示波器的信号输入端，输入阻抗为 $1M\Omega/50\Omega$ 可切换。

8. 探头补偿信号接地端

如图 5.8 ZUS5000 示波器前面板中标注（11）处显示，为探头补偿信号接地端，用于探头补偿信号地线输入。

9. 探头补偿信号信号输入端

如图 5.8 ZUS5000 示波器前面板中标注（12）处显示，为探头补偿信号输入端，用于探头补偿信号的输入端。

10. 信号发生器输出端

如图 5.8 ZUS5000 示波器前面板中标注（10）处显示，本示波器前面板提供了两个 AFG 接口用做信号发生器的信号输出端。

11.USB Host 接口

本示波器前面板提供了一个USB Host 接口用于连接 U 盘进行外部存储,同时支持外设,可通过鼠标和键盘控制示波器,如图 5.8 ZUS5000 示波器前面板中标注(9)处所示。

12.电源键

如图 5.8 ZUS5000 示波器前面板中标注(8)处所示,是示波器的电源键。按一下电源键,即可快速开启/关闭示波器电源。

5.3.3 面板组件

1. 显示界面

ZUS5000 系列示波器的显示界面为一块 10.1 英寸的 TFT 彩色触摸显示屏,分辨率 1280 × 800,如图 5.16 所示。示波器显示界面在水平方向上共有 10 格,在垂直方向上有 8 格。

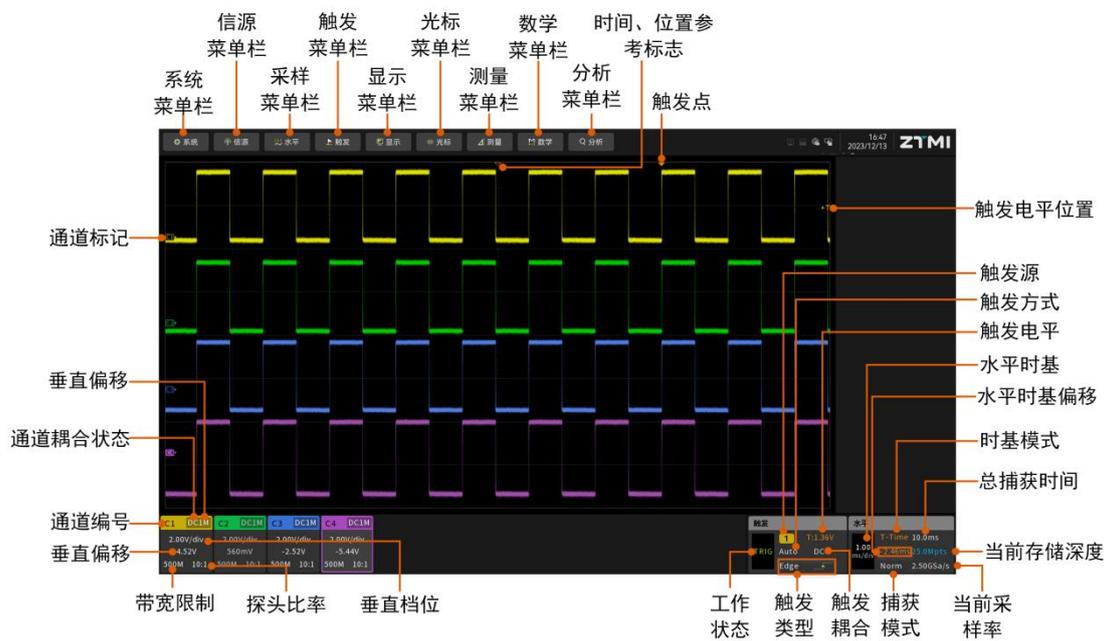


图 5.16 面板组件

表 5.12 菜单栏信息介绍

菜单栏名称	说明
系统菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 打开系统设置菜单栏,查看相关系统信息 ● 设置启动/停止 (Run/Stop)、单次采集 (Single)、自动设置 (Auto Setup)、恢复默认设置(Default Setup)、存储、截图等功能
信源菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 添加 C1、C2、C3、C4、AFG1 和 AFG2 通道
水平菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 打开采样设置菜单栏,设置存储深度、捕获模式、滚动模式和缩放模式等参数 ● 设置缩放模式 (Zoom)、滚动模式、分段存储和 FIR 数字滤波

续上表

菜单栏名称	说明
触发菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 打开触发设置菜单栏，设置触发类型、触发方式和触发阈值等参数 ● 开启/关闭分段存储功能、切换触发方式、开启强制触发功能和模板触发使能
显示菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 打开显示设置菜单栏，设置显示模式、显示类型、色温和亮度调节等参数 ● 开启/关闭余晖功能和清除余晖
光标菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 打开光标设置菜单栏，设置显示模式、光标类型等参数 ● 切换垂直光标、水平光标和网格光标
测量菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 打开测量设置菜单栏 ● 可一键添加测量项、开启/关闭统计显示和一键清空测量历史数据
数学菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 添加数学运算和参考波形，可最多同时开启 4 个数学运算和 4 个参考波形 ● 开启/关闭 FFT 功能
分析菜单栏	<ul style="list-style-type: none"> ● 开启解码功能，可最多同时开启 2 个解码功能 ● 开启搜索功能、时序分析功能、XY 模式、趋势图、环路分析、电源分析和模板测试

表 5.13 面板组件信息介绍

面板名称	说明
通道耦合状态	通道耦合状态提供 DC、AC、GND 三种方式
探头比率	显示所使用的电压探头/电流探头的探头比率
触发耦合	触发耦合提供直流、交流、低频抑制和高频抑制耦合四种方式
总捕获时间、当前采样率、存储深度	<ul style="list-style-type: none"> ● 三者的关系如下：存储深度=采样率*捕获时间 ● 当存储深度设为固定存储深度(即存储深度为固定值)时，当调大水平时基档位即捕获时间逐渐增大，采样率会被迫下降，但是存储深度不会改变 ● 当存储深度设为自动时，所有捕获到的波形都会显示在屏幕上，当水平时基档位改变时，存储深度与捕获时间相互适应调节改变，若存储深度不足采样率将会被迫下降
时基模式	X-T、X-Y 和 ROLL 三种

面板组件中的工作状态有以下几种：

表 5.14 工作状态说明

工作状态显示	说明
Auto	自动触发模式下，无信号时强制触发显示 Auto
Run	预触发过程，显示 Run
Stop	示波器进入停止工作状态时显示 Stop
Trig	有效触发后显示 Trig
Wait	等待触发时，显示 Wait

面板组件中的波形捕获方式有以下几种：

表 5.15 捕获模式显示

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

示波器的触发源有以下几种：



图 5.17 触发源显示

5.4 快速使用示例

用户可参考下述示例，快速了解 ZUS5054Pro 示波器的使用步骤（以下操作均可以使用触屏功能完成）。

(1) 上电开机

- ◇ 连接上电源线后，按下电源开关键，启动开机。

(2) 设置菜单语言

- ◇ 如果用户习惯英文环境，可点击【系统】，将菜单【系统语言】切换为英文，再随意点击菜单栏外空白处可关闭相关的菜单显示。

(3) 将探头连接至探头补偿端

- ◇ 探头连接示波器如图 5.18 所示。

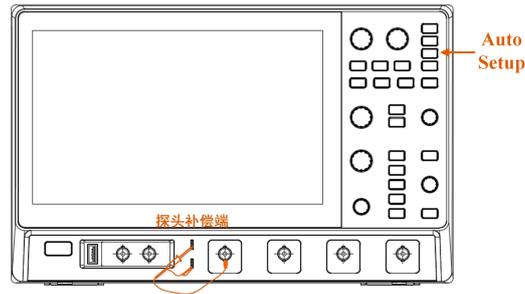


图 5.18 探头接线图

(4) 一键捕获

- ◇ 按下【Auto Setup】键或点击屏幕【系统】-【自动设置】，系统自动定标，快速捕获输入信号的波形，用户可清晰看到波形，若出现欠补偿或过补偿现象，请使用低频补偿调节棒调节探头补偿端直至屏幕上出现顶部平坦的方波，并以此方波为例进行观察，如图 5.4。（有关探头补偿请参照 5.2.2 的探头知识）

(5) 稳定波形

- ◇ 点击“触发控制区”的【Auto Normal】键或点击屏幕【触发】-【自动/正常】，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。

(6) 设置显示信息

- ◇ 点击屏幕【显示】进入显示菜单栏界面，选择【余辉】，即可开启/关闭余晖功能，选择【清除】，即可清除余晖；
- ◇ 点击【显示】-【设置】-【余晖时间】，即可选择余晖时间；
- ◇ 【色温】、【冻结】等操作同理；
- ◇ 点击【显示】-【亮度】可调节【网格亮度】、【背光亮度】和【波形亮度】，单击输入框可通过旋转旋钮 A/B（微/粗）调亮度，双击输入框可手动输入亮度值。

(7) 波形调整

可使用“水平控制区”与“垂直控制区”的旋钮调节波形的缩放与移动。

- ◇ 旋转大旋钮可以调节波形水平或垂直的缩放，即胖瘦与高矮的调节；
- ◇ 旋转小旋钮可以改变水平或垂直的零点位置，使波形在水平或垂直方向发生偏移，短按小旋钮可回到中心点位置。



图 5.19 波形调整区

(8) 存储深度设置

- ◇ 点击【Acquire】或点击屏幕【水平】-【设置】进入水平时基调节界面，展开【存储深度】选择所需的存储深度。
- ◇ 旋转旋钮 A 选择存储深度为 10Mpts，并短按旋钮 A 即可确认选择，可根据自己的需求进行选择。

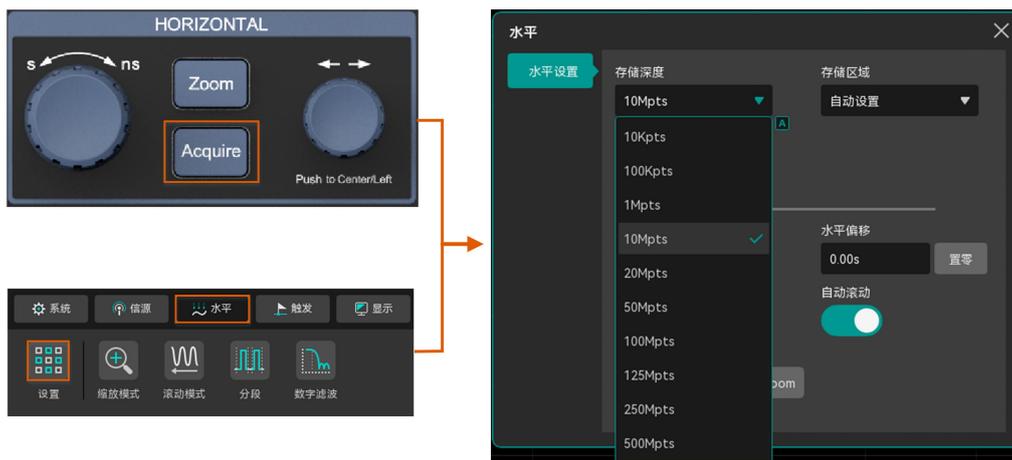


图 5.20 存储深度的调节

(9) 触发设置

- ◇ 点击按键【Trigger】或点击屏幕【触发】-【设置】进入触发菜单栏界面；
- ◇ 点击【触发参数】进入触发参数设置界面，展开【触发类型】选中“边沿触发”，通过轻触即可完成；
- ◇ 展开【信源选择】后轻触即可选择“C1”，展开【边沿类型】选择“上升沿”；
- ◇ 点击【触发设置】进入触发设置界面，点击【触发方式】切换为“普通”；
- ◇ 选择【触发灵敏度】为“自动”；
- ◇ 选择【触发耦合】为“直流”即可完成触发设置。

(10) 参数测量

- ◇ 点击屏幕【测量】进入测量菜单栏，点击【统计】，图标变亮可显示测量项的当前值、最大值、最小值、平均值等，再次点击图标变暗仅显示当前值；或者点击按键【Measure】-【测量设置】-【测试统计】也可实现上述功能；
- ◇ 点击屏幕【测量】进入测量菜单栏，点击【添加测量】进入【测量项添加】菜单栏，选择所测的【测量项选择】中参数如“峰峰值”、“幅度”、“最大值”、“最小值”等，点击【添加】即可在屏幕右侧显示区显示；点击按键【Measure】可直接进入【测量项添加】菜单栏；
- ◇ 进入【测量项添加】，展开【信源选择】，轻触即可选中“C1”；
- ◇ 选择完所要测量的参数后，可对测量数据进行导出处理，进入【测量项添加】菜单栏，点击【导出结果】，选择保存的类型为“CSV”或“网页报表”，选择保存路径为本地存储或者是外部存储（即U盘），点击【保存】可导出测量数据。
- ◇ 选中需要删除的测量项，将测量项往“波形显示区”中拖动即可删除该测量项。

(11) 基本运算

- ◇ 点击“垂直控制区”的【Math】可直接打开数学运算；
- ◇ 双击【M1】通道即可打开数学菜单栏，展开【数学表达式】可以选择“+、-、x、÷、微分、积分”中的任意一项。本次选择最常用的“+”法；
- ◇ 【信源1】选择“C1”，【信源2】也可以选择“C1”或者其他，根据自己的需求进行选择。

设置完以上的参数运算已经完成。

- ◇ 可对运算后的波形进行调整。【垂直档位】、【垂直偏移】可以适当调节运算后的波形垂直显示情况。

(12) FFT 运算

- ◇ 为了对更多的信号进行FFT分析，需设置存储深度，点击【Acquire】-【存储深度】选择合适的存储深度，尽量采集多点数据；
- ◇ 调节“时基档位旋钮”将时基档位调至50ms/div即可；
- ◇ 点击【数学】，选择【FFT】打开FFT设置菜单栏，配置【信源】为“C1”，【窗函数】选择“矩形窗”，【显示设置】为“dBm”；
- ◇ 点击【停止】后将进入运算；
- ◇ 运算完成后可查看频谱视图区的右侧为频谱表，可以观察前20大的频率列表，旋转旋钮A/B可逐一查看；
- ◇ 将【水平轴自动跨度】和【垂直轴自动跨度】关闭，可通过单击【水平跨度】或【垂直跨度】通过旋转A/B旋钮调节跨度，或双击【水平跨度】或【垂直跨度】手动输入跨度值。

(13) 协议解码

- ◇ 输入协议信号如UART协议，点击【Auto Setup】一键捕获波形，点击【Auto/Normal】键，将触发方式改为“Normal”，旋转“触发电平偏移旋钮”将触发电平线调至波形中央；
- ◇ 点击【Acquire】进入水平时基界面，点击【存储深度】，选择10Mpts（或其他的存储深度），调节“时基档位旋钮”，将时基调至1ms/div左右即可；

- ◇ 点击【分析】，选择【解码 1】进入解码菜单栏，展开【解码类型】选中 UART 协议，点击【解码参数】进入解码参数配置界面，将 UART 信号的【信源选择】、【波特率】、以及【数据模式】和【电平反相】等配置好，点击【复制到触发】即将协议触发打开；
- ◇ 点击【通用设置】-【显示事件表】为“ON”状态，即可查看解码的列表。

(14) 波形搜索

- ◇ 输入 1KHz 的方波信号，点击【Auto Setup】一键捕获波形，点击【Auto/Normal】键，将触发方式改为“Normal”，旋转“触发电平旋钮”将触发电平线调制波形中央；
- ◇ 点击【Acquire】进入水平时基界面，点击【存储深度】，选择 10Mpts（或其他的存储深度），调节“时基档位旋钮”，将时基调至 50ms/div 左右即可；
- ◇ 点击屏幕【分析】，选择【搜索】进入搜索界面，点击【搜索模式】可选择“边沿”搜索方式，【类型】为上升沿，将【功能使能】打开，可看到波形上方出现白色实心三角符号为符合搜索条件的波形。

(15) 波形缩放

- ◇ 根据以上（14）的波形搜索例子，查看波形细节，点击【Zoom】按钮，进入波形缩放界面；
- ◇ 可点击屏幕主/副时基窗口可进行切换，绿色框为可调节选框，选中副时基窗口并顺时针旋转“时基档位旋钮”将缩放窗口调小，并使用“时基偏移旋钮”将缩放窗口定位到某个搜索结果上，并顺时针调节“时基档位旋钮”即缩放窗口不断缩小，此时可以看到波形细节倍不断放大，可在副时基窗口观察波形细节；

(16) 文件存储

- ◇ 点击屏幕【系统】，选择【存储】进入存储界面，展开【类型】选择所需的存储类型，轻触确认选择；
- ◇ 点击【浏览】，可以配置存储的路径为“外部存储”或者“本地存储”，轻触可以进入相应的文件夹，点击【确定】即可完成存储路径设置；
- ◇ 点击【自动命名】，可以选择【序号自增】或【当前时间】命名方式。若有需要可双击【文件名】输入框自定义输入文件头，输入完成后点击【确认】可返回存储界面后，最后点击【导出】即可保存文件。

(17) 波形分屏

- ◇ 点击屏幕【显示】，选择【设置】进入显示设置界面，点击【显示模式】将状态改为“分屏”，即可将各通道分屏展示。在分屏模式下，每个通道的波形独立使用一个视图区域能在统一屏幕观察所有通道波形的情况下，不会影响采集的垂直精度。

(18) 快速关闭通道

- ◇ 选中需要关闭的通道，将通道往“波形显示区”拖动即可关闭该通道。

(19) 通道隐藏

- ◇ “双击”通道标签，将【通道显示】关闭，即可隐藏该通道，可选择隐藏“C1”、“C2”、“C3”、“C4”、“M1”、“M2”、“M3”、“M4”、“R1”、

“R2”、“R3”、“R4”等通道波形，此时通道仍然在工作并且不占用屏幕区域。

(20) 快速拷贝通道参数

- ◇ “双击”通道标签，点击【快速拷贝通道参数至】，选择其余 3 个模拟通道中的一个，可将该通道参数快速拷贝至选中通道。

(21) 家族式操作界面

- ◇ 单击“ZTMI”可打开功能大菜单，可快速打开相应功能。



图 5.21 功能大菜单

6. 大数据存储

6.1 概述

ZUS5054Pro 示波器最高具有 5GSa/s 的采样率，300k wfm/s 的波形刷新率以及最大 500Mpts 的存储深度，实现了大数据存储，开启数据挖掘与分析新时代。

6.2 深存储的重要性

在波形的采集中，若存储深度足够，则能以高采样率捕获长时间波形，若存储深度不足，则只能通过降低采样率的方式来捕获长时间波形。

捕获时间 T 和采样率 Fs、存储深度 N 三者必然满足如下关系式：

$$N = F_s * T \quad (1)$$

$$T = N / F_s \quad (2)$$

根据上述公式，当存储深度 N 一定时，要想捕获更长时间的波形，只能降低采样率 Fs，但若 Fs 过低，则可能导致采集到的波形失真，更坏的情况是若 Fs 低于被测信号的 2 倍，根据奈奎斯特采样定理，将存在混叠现象，此时显示的波形具有迷惑性，是不可靠的。

为了保证信号采集的准确性，一般采样率要在信号频率的 4~5 倍左右，所以增大存储深度可以在高采样率的条件下，采集更长时间的波形信号，且不丢失波形细节，这就是深存储存储的重要性。

6.3 深存储触发机制

如图 6.1 所示，示波器的存储区分为**预触发**和**后触发**存储区，分别记录触发点前后的波形。用户可通过调节“水平偏移旋钮”来改变触发点的位置，从而调整预触发存储区和后触发存储区的比例。当用户需要关注触发前发生的事件时，则需要增大预触发存储区的比例；此时，示波器的存储深度越大，则可观察区间更长，有利调试快速定位问题。

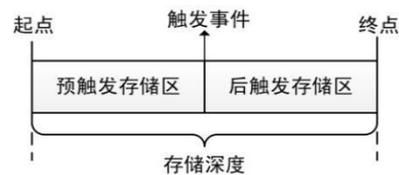


图 6.1 存储深度和可观察区间

6.4 深存储的设置

存储深度默认状态下为“自动”10Mpts 的存储深度，若想存储长时间波形需进行手动设置存储深度，点击【Acquire】进入水平时基调节界面，选择【存储深度】，选中 500Mpts 的存储深度，轻触确认选择，【存储区域】可选择自动或者固定，如图 6.2 所示。



图 6.2 存储深度配置

注：其中 CH1 和 CH2 共用 500Mpts，CH3 和 CH4 独立共用另外的 500Mpts。当同时打开 CH1 和 CH2

或者同时打开 CH3 和 CH4 时存储深度最大为 250Mpts; 只打开单个通道时, 存储深度最大可选择 500Mpts, 或者同时打开 CH1 和 CH3 (CH1 和 CH4、CH2 和 CH3、CH2 和 CH4) 时, 存储深度最大可选择 500Mpts。

6.4.1 波形缩放

波形缩放功能既展现了整个波形的概况, 也能显示局部波形的细节, ZUS5000 系列示波器通过强大的多片 FPGA 阵列高速并行处理, 实现海量数据实时响应的缩放模式。

点击【Zoom】按键, 可进入波形缩放界面, 如图 6.3 所示。

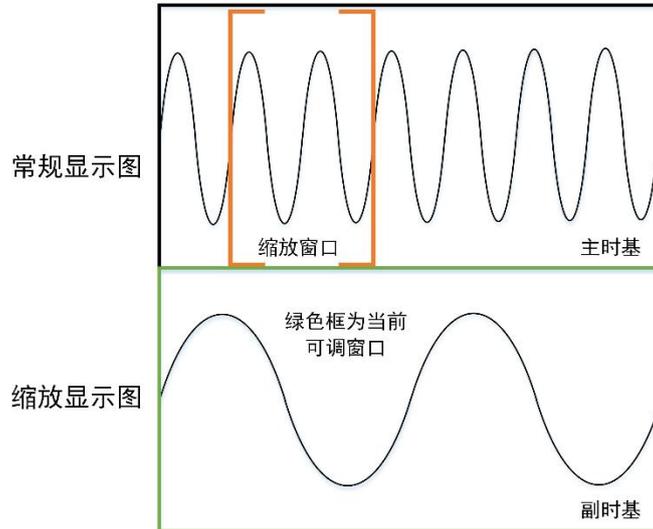


图 6.3 波形缩放

此时显示屏分为两部分。显示屏的上半部分是常规显示视图, 常规显示视图也被称为主时基; 下半部分是缩放显示视图, 缩放显示视图是常规显示视图指定区域波形的放大显示, 缩放显示视图也被称为副时基。

1. 单 ZOOM 与双 ZOOM 缩放模式

ZUS5000 系列示波器提供单/双的缩放窗口模式, 可同时显示两个缩放窗口视图, 可同时分析不同部位的波形细节。

短按一下【Zoom】按键进入单 ZOOM 显示如图 6.4 所示, 再次短按【Zoom】按键进入双 ZOOM 显示如图 6.5 所示。进入缩放模式后, 短按时基档位旋钮进行切换可调窗口, 被选中窗口颜色为绿色选框, 可对该窗口的波形进行水平时基调节或水平偏移调节。

注: 点击屏幕【水平】-【缩放模式】进入单 ZOOM 显示, 单 ZOOM 显示下, 再次点击【缩放模式】进入双 ZOOM 显示。

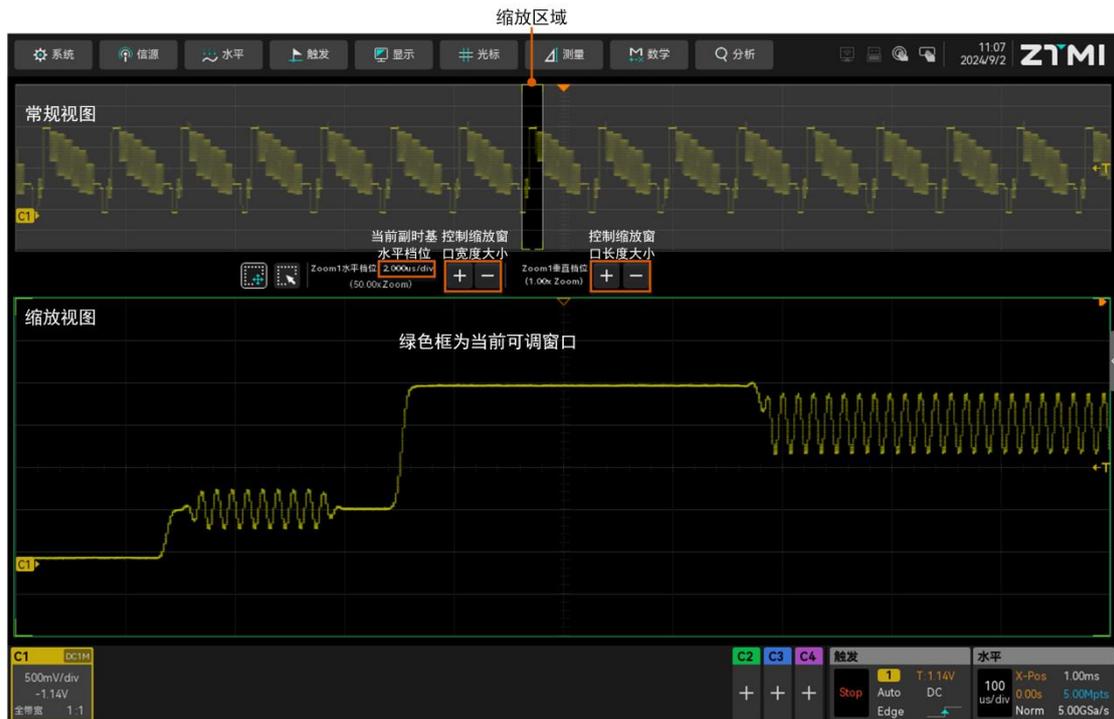


图 6.4 单 ZOOM 模式

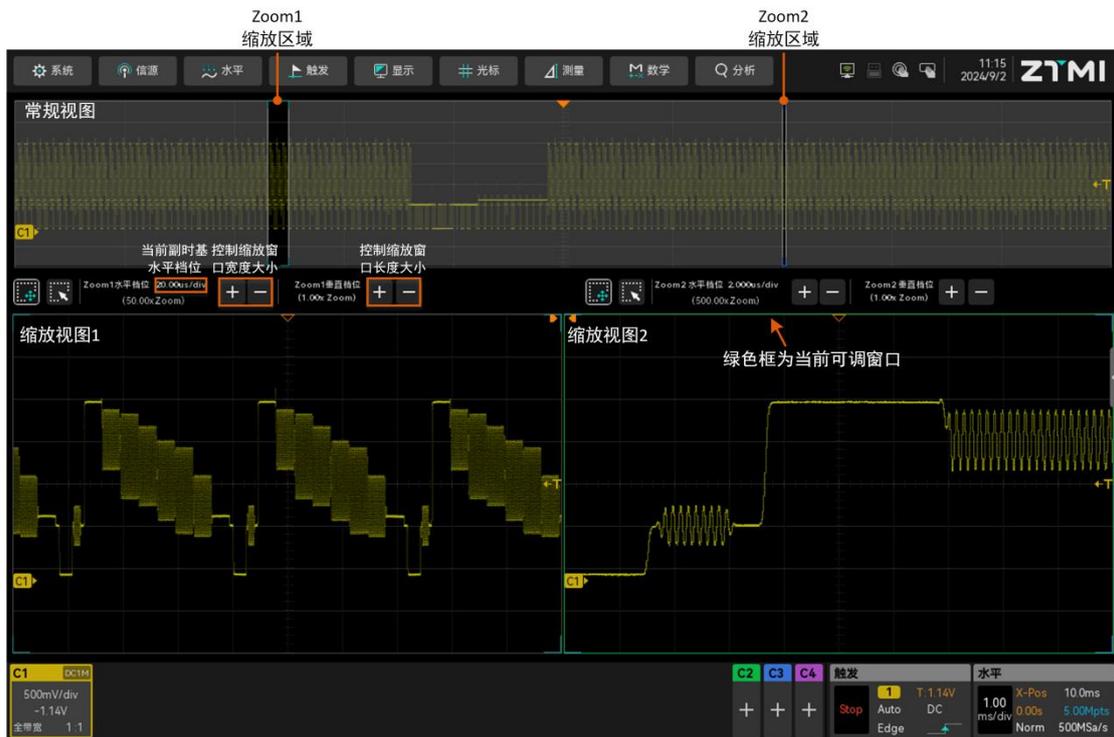


图 6.5 双 ZOOM 显示模式

2. 缩放模式波形水平时基调节

进入缩放模式后可对选中的“绿色”选框视图的波形进行调节。若选中的为常规模式则可调节波形的水平扩展和压缩；若选中的为缩放视图模式，则可调节缩放窗口大小来查看波形细节。



图 6.6 水平控制区

3. 缩放模式下波形平移

水平偏移旋钮控制主时基波形或副时基缩放窗口的偏移调节，主要用于主时基波形和副时基缩放窗口的缓慢移动，以观察不同位置的波形情况，如图 6.7 所示。

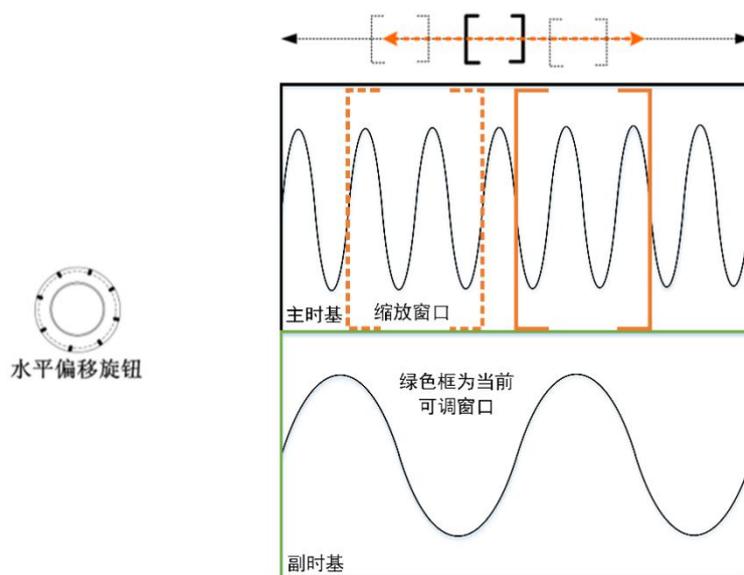


图 6.7 波形/缩放窗口偏移

4. 自定义框选区

在“波形显示区”中若图标为“”时，可手动拖动缩放窗口，实现副时基缩放窗口的快速移动。点击该图标则变为“”，此时可在主/副时基中自定义框选缩放窗口以便查看波形细节，如图 6.8 所示。



图 6.8 自定义框选缩放窗口

6.4.2 搜索

“搜索”功能可快速的找到感兴趣的波形信号，方便后期的查看。搜索功能提供了边沿搜索、脉宽搜索、斜率、周期、频率、占空比和欠幅搜索类型。



图 6.9 波形搜索/标记

7. 亮度调节

7.1 概述

波形亮度和网格亮度可根据不同的使用习惯进行调节。用户可调整显示模拟通道的波形亮度，以说明各种信号特征；通过调节网格亮度，方便波形幅值与周期的目测与参考，所以增加波形亮度可提高低概率波形的轨迹亮度，降低网格亮度可显示复杂信号的更多细节。

波形亮度调整影响模拟通道波形、数学运算波形、参考波形。

7.2 设置波形和网格强度

如图 7.1 点击【显示】，选择【设置】进入显示设置界面，选择【亮度】进入亮度设置界面，可调节网格亮度、通道、波形亮度和背光亮度如图 7.2 所示。

通过选择不同通道，可对指定通道进行亮度调节。网格亮度、波形亮度和背光亮度的调节范围为 0%~100%，单击输入框可使用旋转旋钮 A 进行微调，步进均为 1%；使用旋转旋钮 B 进行粗调，步进均为 10%；双击输入框可自定义输入调节范围。



图 7.1 显示设置界面



图 7.2 亮度设置界面

8. 余辉调节

8.1 概述

余辉功能可以将历史捕获的波形轨迹保持在屏幕上显示，便于观察一闪而过的低概率异常信号。通过点击【显示】，选择【余晖】可打开余晖功能，默认打开**无限余晖**，进入**显示设置**菜单后可进行余晖时间的调节。

8.2 余辉调节方式

模拟示波器的电子打在荧光屏上产生的荧光效果是随着时间渐渐变暗直到消失的，此即余辉效应。

波形在屏幕上会停留一段时间然后逐渐消失，此即余辉时间。余辉时间直接影响对波形的观测，例如：当余辉时间过短，用户可能在眨眼时漏过部分信号。要显示多次采集的数据，可使用余辉。

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

1. 调节余辉时间

点击【显示】，选择【设置】可进入显示设置界面，点击【余辉时间】，展开选中轻触可对余辉时间进行调节。余辉时间分为三大类：**余辉关闭**、**有限余辉**和**无限余辉**，如图 8.1 所示。

余辉选项有关闭、100ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、10s、20s、50s、无限，所选的余辉时间越长，波形在屏幕上停留的时间就越久。



图 8.1 余辉设置

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

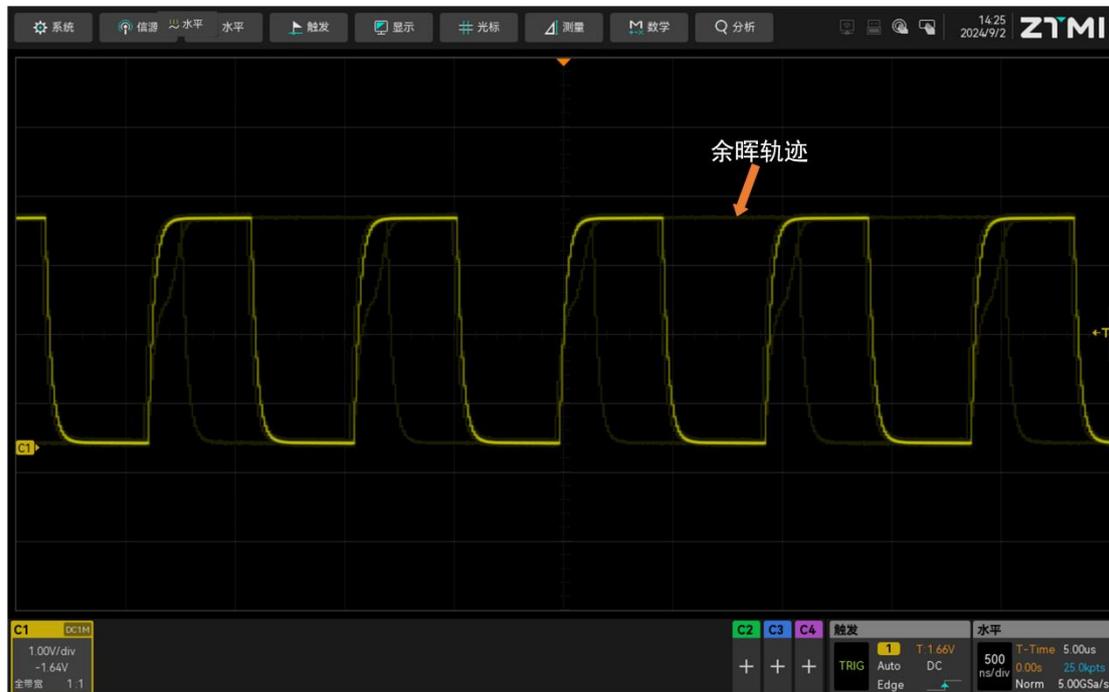


图 8.2 无限余辉显示效果

9. 采集信号

9.1 概述

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

9.2 设置垂直系统

垂直系统的调节可进入菜单面板的“垂直控制区”进行设置与调节。ZUS5000 系列示波器提供 4 个模拟输入通道 C1-C2-C3-C4，并且为每个通道提供独立的垂直控制系统。本节以通道 C1 为例介绍垂直系统的设置方法，每个通道的垂直系统设置方法完全相同。

9.2.1 通道开启

将一个信号通过标配的 ZP1050 探头接入示波器中，可通过三种方式开启通道 1，如下所示：

- 在前面板的垂直控制区按下按键【1】开启通道 1；
- 点击屏幕上方【信源】菜单栏添加【C1】开启通道 1；
- 在屏幕右下方通道标签区点击“+”开启通道 1。

此时，按键【CH1】亮，屏幕左下方的通道 1 标签显示，如图 9.1 所示。“单击”标签可快捷设置波形“垂直缩放”和“关闭通道”；“双击”标签可进行通道相关设置。

ZUS5000 系列示波器的通道输入阻抗 1M Ω 或者 50 Ω 可调，可用于多种设备的接入测量。这些输入阻抗可在被测设备上使示波器的负载效应最小化，使用户能够进行最精确的测量，适用于许多无源探头。

在此可进行【通道显示】、【反相】、【档位调节】、【通道耦合】、【阻抗】、【档位】、【偏移】、【带宽限制】、【延迟校正】、【标签名】、【探头类型】、【外部衰减】的设置，接下来将进行各项设置解析。

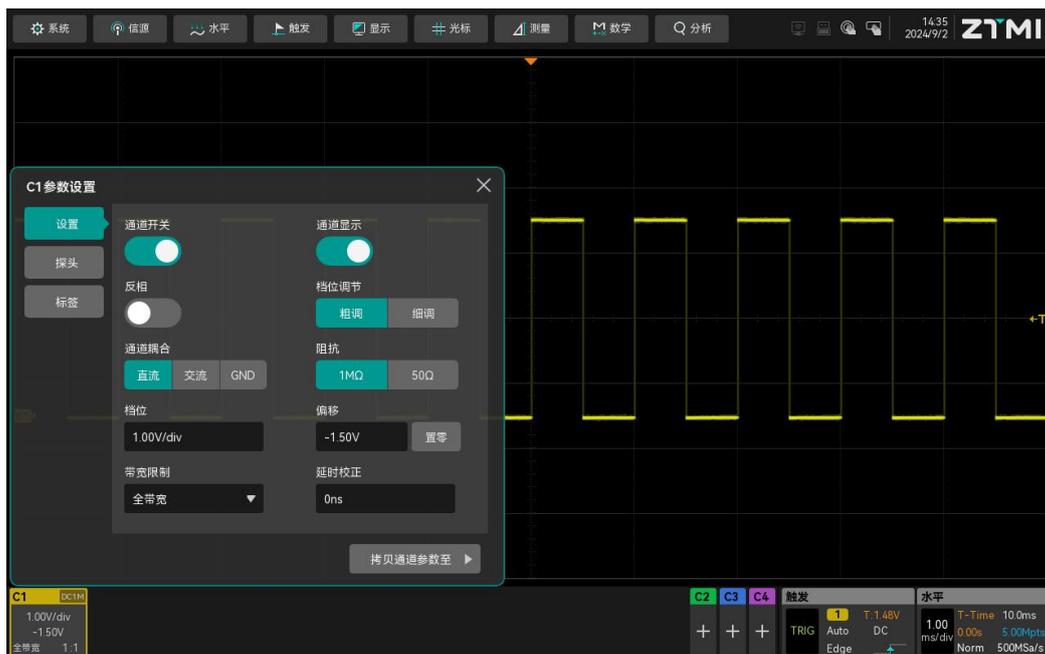


图 9.1 选中通道 1

再次按下按键【CH1】或选中 C1 标签上划即可关闭通道 1，按键【CH1】灯灭。

注：垂直档位的调节方式有“粗调”和“微调”两种，按下“垂直档位旋钮”可切换“粗调”和“微调”。

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

9.2.2 通道显示

示波器同时显示模拟通道、Math 和 Ref 得到的波形时，界面波形分布杂乱，不利于观测波形。用户可将【通道显示】关闭，可以在更好的观测所需波形的同时不影响其他需要该通道的功能运算。将【通道显示】关闭，相应通道标签会变暗并且通道标签上方会出现“”标志，如下图 9.2 所示：

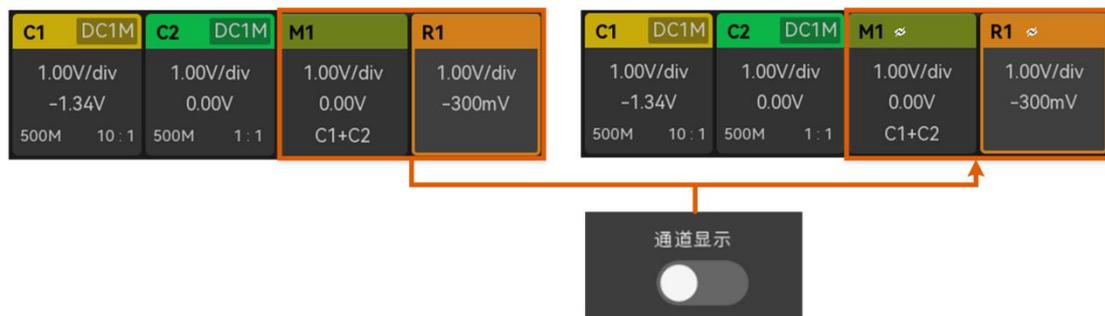


图 9.2 通道隐藏

9.2.3 波形反相

用户可将指定通道的波形电压值反相，即：打开波形反相功能时，波形显示相对地电位翻转 180 度；关闭波形反相时，波形正常显示。波形反相的设置可在通道设置菜单如图 9.3 所示处完成。同时相应通道标签上方会出现“X”标志。

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



图 9.3 波形反相

9.2.4 通道耦合设置

用户须设置通道耦合方式滤除不需要的信号，耦合方式有直流“DC”、交流“AC”、接地“GND”三种方式：

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



图 9.4 通道耦合设置示例

在如图 9.4 所示通道设置菜单的“通道耦合”菜单里，用户可选择所需的耦合方式（默认为直流）。当前耦合方式会显示在屏幕下方的“通道耦合显示”标签中，在面板组件中可见。

9.2.5 阻抗

根据输入探头的输入阻抗值选择合适的终端匹配电阻，有 $1\text{M}\Omega$ 和 50Ω 两种选择。一般的普通无源探头输入阻抗使用 $1\text{M}\Omega$ 即可，若为电流探头或者传输线探头等有特殊要求的则可使用 50Ω 。

9.2.6 带宽限制设置

示波器中存在限制示波器带宽的电路。限制带宽后，可减少显示波形噪声，令波形显示更清晰。带宽限制可选 20MHz 和全带宽。须注意的是带宽限制会减少或消除高频信号成分。例如，当被测信号含有高频振荡脉冲信号时：

- 当带宽限制为全带宽时，被测信号含有的高频分量可通过；
- 将带宽限制限制至 20MHz ，被测信号的大于 20MHz 的高频分量将被衰减。

带宽限制默认为“全带宽”。

9.2.7 延迟校正

示波器各个通道间的传输延时受测量探头的类型、电缆长度影响可能不同，会影响测量结果的正确性，因此需要对各通道间的延时进行校正。

使用电流探头和电压探头，不同类型的探头需要延时校准。例如计算功率若不对电压通道与电流通道进行延迟校正将会出错。

ZUS5000 系列示波器支持用户设定一个延迟时间以校正通道间的时间偏差。用户可在如图 9.5 所示菜单里，单击【延时校正】输入框可旋转旋钮 A/B 设置所需的延迟时间（旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调），双击【延时校正】输入框可自定义输入数值，该参数的可设置范围为 -100ns 至 100ns 。

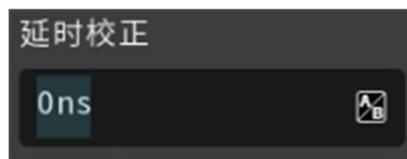


图 9.5 延迟校正设置菜单

9.2.8 拷贝通道参数

若需要设置多个相同参数的通道，用户可点击【拷贝通道参数至】，选择“所有通道”将通道参数拷贝至其余所有模拟通道，或者选择“单个通道”将通道参数拷贝至其余某一个

模拟通道。

9.2.9 通道标签

双击【C1】标签，将弹出通道设置菜单栏，点击【标签】，展开实心倒三角可选择“DATA、SCL、SDA、SCK、CLK、CLOCK、INT、TX、RX、IN、OUT、PIN”等标签名；“双击”输入框将弹出一个通道标签命名框如图 9.6 所示，点击【确定】即可完成命名，若需局部删除命名，可使用“删除”键，若需删除所有输入可点击“清空”。通道标签将在通道名称显示处显示。



图 9.6 通道标签

9.2.10 探头类型

示波器支持电压探头和电流探头，用户需要事先设置探头的类型，探头类型有电压探头、电流探头。

9.2.11 外部衰减

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

ZUS5000 系列示波器支持普通无源探头，用户在通道设置菜单可选择探头的衰减比如图 9.7 所示。大多数无源探头具有衰减比技术指标，例如 10×、100×；按照惯例，衰减因数在因数后面标注×，例如 10×衰减比。可通过三种方式设置衰减比，如下所示：

- 方式一：展开实心倒三角，衰减比可设为“0.1X、0.2X、0.5X、1X、2X、.....、500X、1kX、10kX”；
- 方式二：单击【外部衰减】输入框，旋转旋钮 A/B 设置所需的衰减比（旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调）；
- 方式三：双击【外部衰减】输入框，可自定义输入衰减比，该参数的可设置范围为 0.01X 至 10kX。



图 9.7 探头比率设置

当设置探头衰减比后，垂直量程值、垂直偏移电压值、触发电平值、光标测量的值、测量菜单中的测量值也都跟着改变。例如，当探头比率为 1×时，屏幕上的垂直档位为 5V/div；将探头衰减比打到×10 挡，设置示波器探头比率为 10×，则屏幕上显示的垂直量程更新为 50V/div。

9.3 设置水平系统

水平系统的调节可进入前面板的“水平控制区”进行设置与调节。

9.3.1 时基模式

1. Y-T 模式

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

2. ROLL 模式

即滚动模式，若【自动滚动】式为“ON”状态，则当水平时基档位大于等于 100ms/div 时将自动进入滚动模式。

- 在该模式下，水平时基档位不小于 100ms/div，波形自右向左缓慢移动显示，屏幕上的固定参考点是屏幕的右边沿，指的是当前时间；
- 此状态下波形的水平偏移、触发设置、协议解码、设置余辉时间等功能均不可用；
- 另外，此时的【Single】按键，功能等同于【Run/Stop】按键；
- ROLL 模式下水平时基档位最小为 100ms/div，最大为 1Ks/div；
- 触发为 AUTO 时才会自动 ROLL，若触发为 Normal 则还是保留在 YT。

9.3.2 存储深度

ZUS5054Pro 示波器最大可选 500Mpts，点击实心倒三角可展开【存储深度】，轻触可选中所需的存储深度。

存储区域分为**固定**和**自动设置**：

- 固定存储区域表示存储数据时使用所设置的存储深度；

- 自动存储区域表示根据当前屏幕的存储时间会自动调整存储深度大小，以所设存储深度为上限。

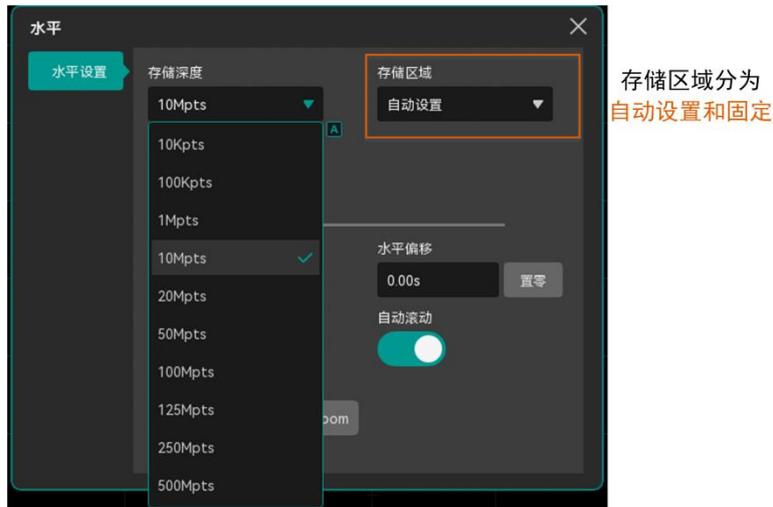


图 9.8 存储深度

9.3.3 设置捕获模式

在前面板上处按下【Acquire】键（水平控制菜单键）或点击屏幕【水平】-【设置】，进入水平控制菜单。点击“捕获模式”，可选择合适的捕获模式。**捕获模式**用于控制如何从采样点中获取波形点，如图 9.9 所示捕获方式包括：

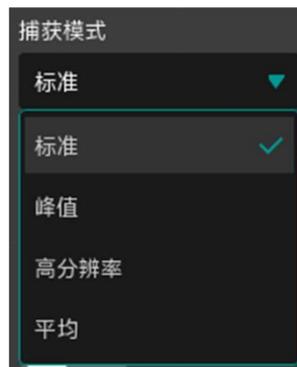


图 9.9 捕获模式设置

1. 标准

- 该模式下，示波器按相等时间间隔对信号采样以重建波形。对于大多数波形来说，使用该模式可产生最佳的显示效果。

2. 平均

- 该模式下，示波器对多次采样的波形进行平均，以减少输入信号上的随机噪声并提高垂直分辨率；
- 平均次数越高，噪声越小，但波形显示对波形变化的响应也越慢；
- 平均数的可设置范围是 2~65536（ROLL 模式不支持平均模式）。

3. 峰值

- 该模式下，示波器采集采样间隔信号的最大值和最小值，以获取信号的包络或可能丢失的窄脉冲；
- 使用该模式可避免信号混淆，但显示的噪声较大；
- 该模式下，示波器能显示出至少与采样周期一样宽的所有脉冲。

4. 高分辨率

- 该模式采用一种超取样技术，对采样波形的邻近点平均，减小输入信号上的随机噪声并在屏幕上产生更平滑的波形；
- 通常用于数字转换器的采样率高于采集存储器的存速率的情形；
- 须注意的是，“平均”和“高分辨率”模式使用的平均方式不一样，前者为“波形平均”，后者为“点平均”。

9.3.4 滚动模式

若时基大于等于 100ms/div 时，此时将滚动模式**关闭**，时基会自动调整至 **20ms/div**，再次打开滚动模式时基还原；若时基小于 100ms/div 时，将滚动模式**打开**，时基会自动调整至 **100ms/div**，再次关闭滚动模式时基还原。

9.3.5 自动滚动

【自动滚动】打开为“ON”状态，则当时基档位 $\geq 100\text{ms/div}$ 时可自动进入滚动模式即 Roll 模式，波形自右往左滚动，【自动滚动】关闭为“OFF”状态，则波形不会进入滚动模式。

9.3.6 缩放模式

ZUS5000 系列示波器中，缩放模式有【主时基】、【单 Zoom】、【双 Zoom】等三种方式，分别表示关闭 Zoom 功能、使能单 Zoom 功能和使能双 Zoom 功能。默认缩放模式为关闭状态，如图 9.10 所示。

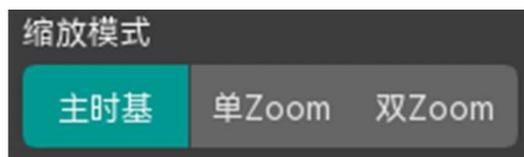


图 9.10 缩放模式

9.4 设置采样系统

9.4.1 采样系统的停止/启动

选择“运行控制区”或点击屏幕【系统】菜单栏中的【Run/Stop】运行/停止和【Single】单次采集键，启动和停止示波器的采集系统：

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

9.4.2 采样方式

ZUS5000 系列示波器支持实时采样方式。该采样方式下，示波器在一次触发中采样并产生波形显示。

9.4.3 采样率

采样率是示波器在单位时间内对信号进行采样的次数 (Sa/s)。ZUS5000 系列示波器每通道单独最高实时采样率为 5GSa/s，并且会根据当前的捕获模式、存储深度、时基的设置自动切换，自动计算合适的采样率，无需用户手动设置。

10. 波形触发

10.1 概述

数字示波器在工作时，不论仪器是否稳定触发，总是在不断采集波形，但只有稳定的触发才有稳定的显示，触发设置指示示波器何时采集和显示数据。ZUS5000 示波器提供了 10 种基础触发，33 种协议触发，可使用户关注感兴趣的波形细节。

10.1.1 触发电平

1. 面板控制

旋转如图 10.1 所示的触发电平偏移旋钮，可修改当前触发电平，顺时针转动旋钮，增大触发电平；逆时针转动旋钮则减小触发电平。短按触发偏移旋钮则可将触发电平线快速设置到相应触发通道波形 50% 的位置。



图 10.1 触发面板功能

2. 屏幕操作

点击屏幕【触发】-【设置】或按下【Trigger】键（触发功能键），在弹出的触发功能菜单里选择【触发阈值】也可设置触发电平，有三种调节方式，如所图 10.2 所示。

- **设置 50%：**快速设置到相应触发通道波形 50% 的位置（“斜率触发、欠幅触发、超幅触发”除外）；
- **单击阈值输入框：**旋转旋钮 A/B（微调/粗调）进行调节；
- **双击阈值输入框：**手动输入阈值位置。



图 10.2 触发电平设置

如图 10.3 所示，橘红色的线为触发电平线，“T”为触发标志，触发电平线会随触发偏移旋钮的转动而上下移动，并在“T”下方显示当前的触发电平值。触发电平偏移旋钮调节完毕后，触发电平线约在 2s 后消失。（“斜率触发、欠幅触发、超幅触发”除外）

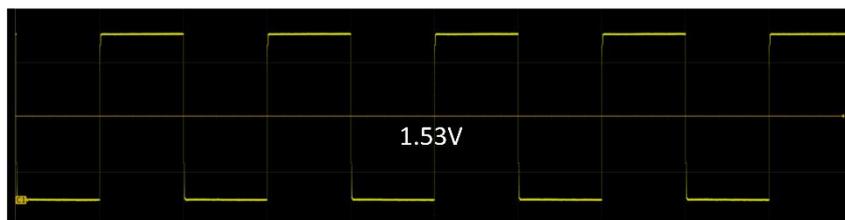


图 10.3 触发电平线

如图 10.4 所示，当触发类型设置为“斜率触发、欠幅触发、超幅触发”这三种模式时，屏幕出现触发电平箭头以及触发标志“T_H”或“T_L”，注意当触发标志为“T_H”或“T_L”时，短接触发偏移旋钮，可在“只调节 T_H”、“只调节 T_L”、“同时调节 T_H 和 T_L”三种调节模式之间切换。

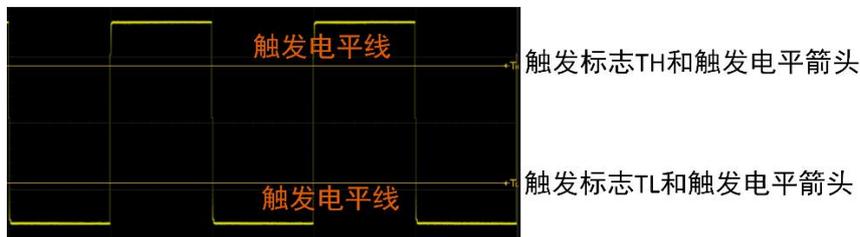


图 10.4 T_H 和 T_L 触发标志

10.2 触发参数

如图 10.5 所示，点击前面板“触发控制区”【Trigger】键，进入触发参数菜单栏，在这可以设置【触发类型】、【信源选择】、【复制到搜索】等信息。



图 10.5 触发菜单

10.2.1 触发类型

ZUS5000 系列示波器拥有丰富的触发类型供用户使用，ZUS5054Pro 示波器触发类型如图 10.6 所示。每种型号示波器具体触发类型可详见表 28.5。

注 1：支持边沿、脉宽、斜率、视频、欠幅、超幅、码型、第 N 边沿、超时、建立保持、UART、I2C、I2C device、SPI、CAN、CAN FD、USB、LIN、SD_SPI、SD_SD、Wiegand、FlexRay、DS18B20、PS/2、MDIO、DALI、HDQ、1-Wire、Manchester、Diff-Manche、Miller、1553B、MVB、Modbus、ISO7816、WTB、SENT、MIPI_DSI、MIPI_RFFE、DHT11、SHT11、SPC、DMX512。

注 2：ZUS5054 标配基础触发和以下协议触发类型：边沿、脉宽、斜率、视频、欠幅、超幅、码型、第 N 边沿、超时、建立保持、CAN、USB、UART、I²C、I²C device、SPI、I²S、ModBus、1553B、PS/2，其余协议触发类型可选配。



图 10.6 ZUS5054Pro 触发类型

10.2.2 信源选择

触发源的设置选择如图 10.7 所示。

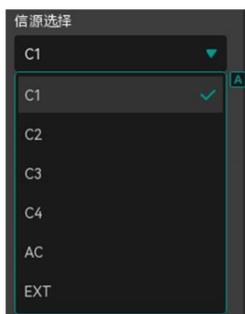


图 10.7 信源选择

- **C1、C2、C3 和 C4**：4 个通道的输入信号均可作为触发信源，被选中作为触发源的通道可正常工作，而不再受通道选择键影响；
- **AC（市电）**：触发信号取自示波器的交流电源输入。这种触发信源可用于显示信号（如照明设备）与动力电（动力提供设备）之间的关系，主要应用于电力行业的相关测量；

- **EXT（外部触发输入）**：所有通道都在采集数据时，可用外部触发源作为触发源。外部触发输入阻抗为 $1M\Omega$ 。这便于使用无源探头进行通用测量。高阻抗可在被测设备上使示波器的负载效应最小化。

10.2.3 具体使用实例

- 1、C1 接入**等脉宽的欠幅信号**，其中探头 BNC 接口接 C1，探钩接欠幅信号输出口，鳄鱼夹接地，如图 10.8 所示；
- 2、点击【Default Setup】所有参数恢复默认设置，短按“触发控制区”中的“触发电平旋钮”调节触发电平至触发波形 50%的位置；
- 3、旋转“垂直控制区”的“垂直档位旋钮”即大旋钮，调节垂直档位到合适的位置，波形占满屏幕 2~6 格左右，调节“垂直偏移旋钮”即小旋钮，让波形在屏幕中间；
- 4、调节“水平控制区”的“水平时基档位旋钮”即大旋钮和“水平偏移旋钮”即小旋钮，调节合适的水平时基，让波形尽可能都能在屏幕上显示；

注：以上 2~4 步可用【Auto Setup】一键捕获代替，一键捕获可以自动设置参数让波形以最好的效果显示在屏幕上。

- 5、点击“触发控制区”中的【Auto/Normal】系统默认的触发方式为“自动”，点击后可变为“普通”，波形可较稳定显示；
- 6、按下【Trigger】键，进入触发参数菜单栏，点击实心倒三角展开“触发类型”，轻触选中【欠幅触发】；
- 7、点击“信道选择”，选择“C1”；
- 8、点击实心倒三角展开“脉冲类型”可进行类型选择，轻触选中第一个“正向欠幅脉冲触发”；
- 9、点击实心倒三角展开“限定符”设置为“NONE”。因为是等脉宽的欠幅信号所以限定脉宽符不需要设置；
- 10、点击【触发阈值】，进入触发阈值菜单栏，单击“C1 阈值(L)”，旋转旋钮 A/B(微调/粗调)，将 TL 电平移动至波形中下部；再单击“C1 阈值(H)”，旋转旋钮 A/B(微调/粗调)，将 TH 其移动至波形的中上部直到欠幅信号被触发即可。

注：第 10 步可通过旋转【触发电平偏移】旋钮代替，短按【触发电平偏移】旋钮可在“只调节 TH”、“只调节 TL”、“同时调节 TH 和 TL”三种调节模式之间切换。

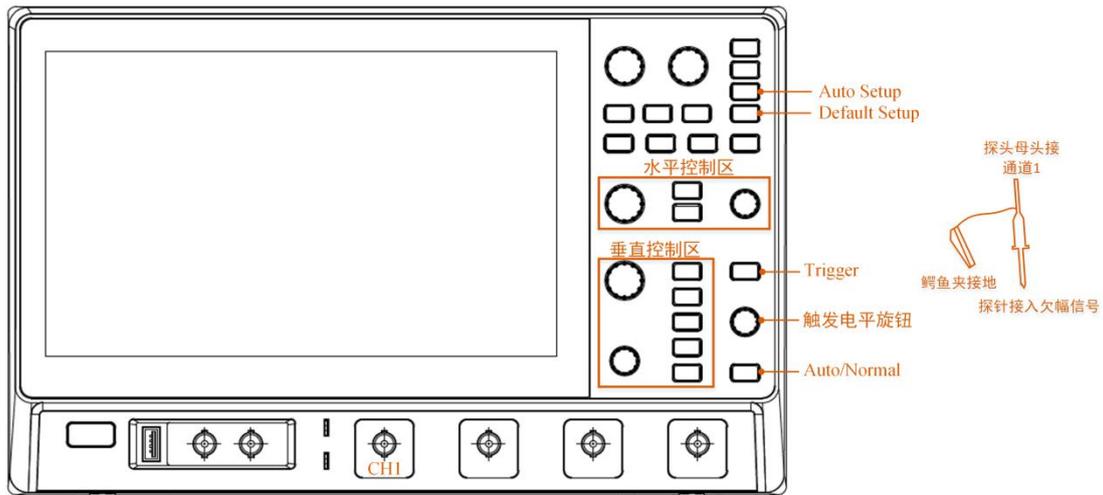


图 10.8 欠幅信号的输入



图 10.9 欠幅触发

注：欠幅信号的触发也可以使用余辉显示和【模板触发】完成，有关模板触发在 10.4 节中有所讲解。

10.2.4 复制到搜索

用户将感兴趣的事件通过触发方式将其触发出来，若想了解其出现的频率等信息可将欠幅触发条件直接同步到搜索条件中，在搜索中无需再设置欠幅搜索。

10.3 触发设置

【触发设置】菜单栏如下图 10.10 所示，有【触发方式】、【触发释抑】、【强制触发】、【触发耦合】、【灵敏度模式】的设置，这些都是比较细微的触发设置细节，但是对波形的稳定性以及噪声的抑制有很大的作用。

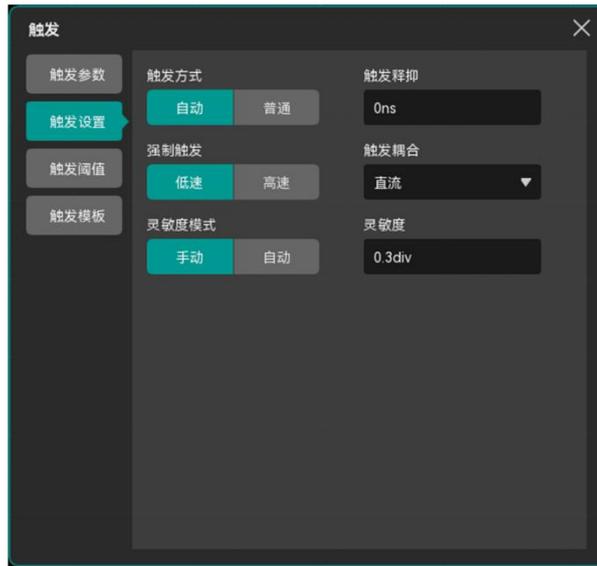


图 10.10 触发设置菜单栏

10.3.1 触发方式

点击【Trigger】键后，再点击【触发设置】进入触发设置菜单栏，选择“触发方式”，可切换“自动”、“普通”的触发方式。如图 10.11 所示。



图 10.11 触发方式设置

对 ZUS5000 系列示波器的各触发方式介绍如表 10.1 所列。

表 10.1 触发方式

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

10.3.2 具体使用实例

- 1、在 C1 中接入 UART 协议，其中探头 BNC 接口接 C1，探钩接 UART 协议 (TXD)，鳄鱼夹接地，如图 10.12；
- 2、点击【Default Setup】恢复默认设置，短按“触发控制区”中的“触发电平偏移旋钮”调节触发电平至触发波形 50% 的位置；
- 3、旋转“垂直控制区”的“垂直量程档位旋钮”即大旋钮，调节垂直档位到合适的位置，波形占满屏幕 2~6 格左右，调节“垂直偏移旋钮”即小旋钮，让波形在屏幕中间显示；

- 4、 调节“水平控制区”的“水平时基档位旋钮”即大旋钮和“水平偏移旋钮”即小旋钮至合适的水平时基，让波形尽可能在都能在屏幕上显示；
- 5、 点击“触发控制区”中的【Auto/Normal】系统默认的触发方式为“自动”，点击后可切换为“普通”，波形较稳定显示。

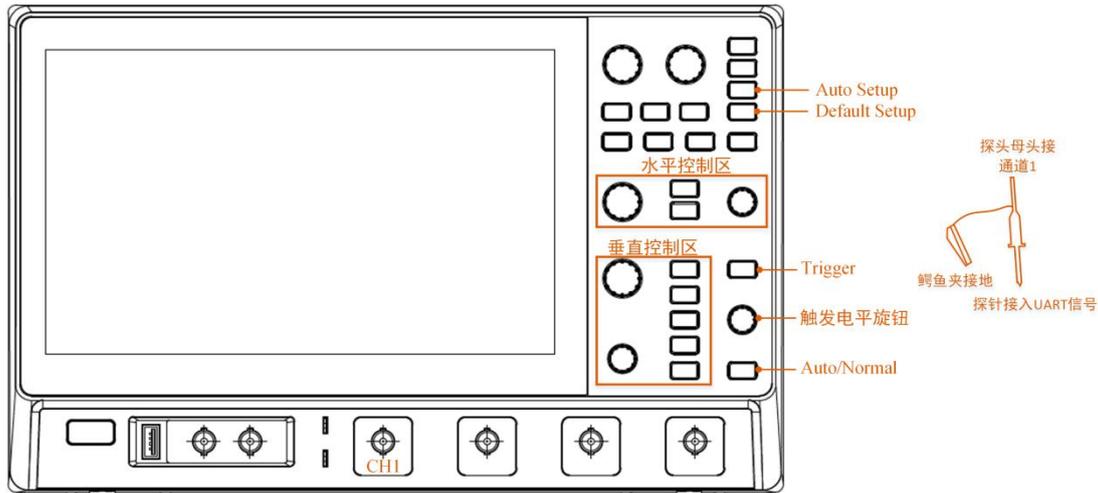


图 10.12 UART 协议连接线路

10.3.3 触发释抑

释抑时间是指示波器重新启用触发电路所等待的时间，在释抑期间，触发功能暂停。示波器采用触发释抑功能后，当示波器第一次触发之后，必须经过触发释抑的时间才能够进行第二次触发。设置触发释抑可稳定触发复杂波形。例如，在重复波形上触发，重复波形之间具有多个边沿（或其他事件）。例如，要在图 10.13 所示的重复脉冲触发上获得稳定触发，可将释抑时间设置为 $>0\text{ns}$ 但 $<13.7\text{s}$ 的值。注意，设置的触发释抑时间必须大于示波器图像显示、处理与死区的时间，否则无法稳定触发，触发释抑菜单如图 10.14 所示。

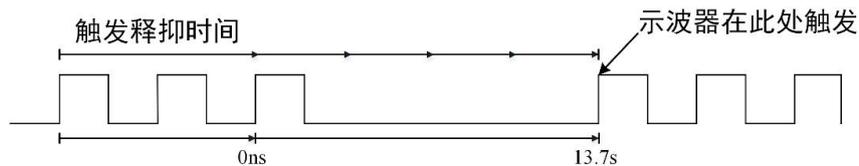


图 10.13 触发释抑时间设置

单击“触发释抑”输入框，可通过旋转 A/B 旋钮（微调/粗调）设置触发释抑的时间；双击“触发释抑”输入框可手动输入触发释抑的时间。如下图 10.14 所示。



图 10.14 触发释抑设置菜单

1. 具体实例应用：

- 将频率为 100KHz，调制频率为 100Hz 的信号输入示波器中，点击【Auto Setup】一键捕获，可以看到如图 10.15 所示的波形，由于信号中存在多个上升沿，波形在上升沿的触发下将会识别多个上升沿的位置导致触发位置不统一，波形显示不稳定；

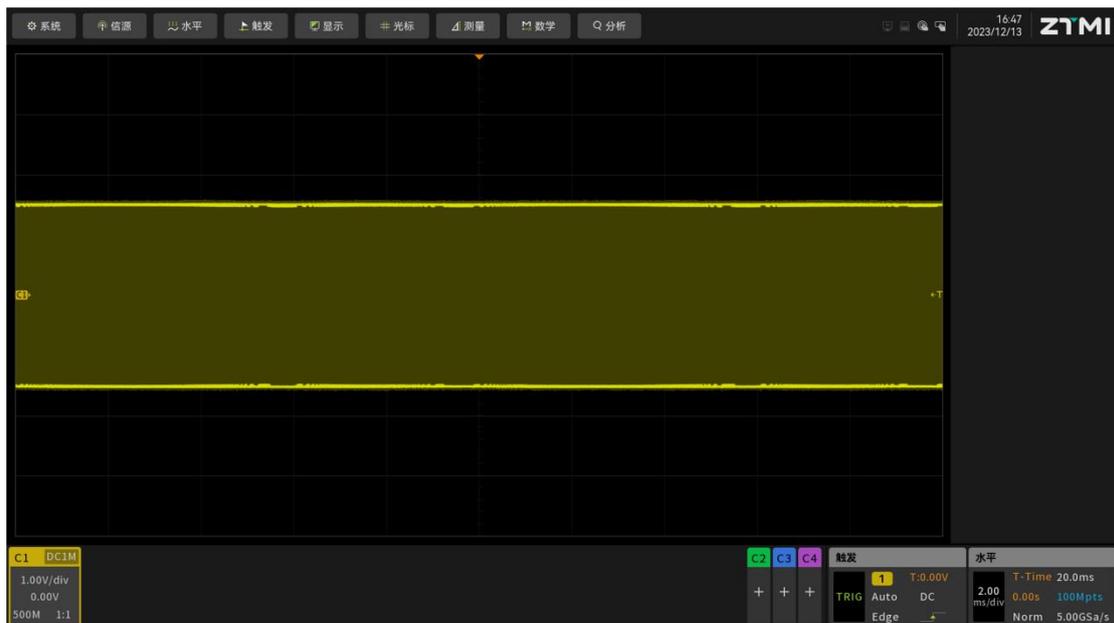


图 10.15 波形不稳定显示

- 用户可按下前面板的【Trigger】键（触发功能键），在弹出的触发功能菜单栏里点击【触发设置】进入触发设置界面。单击【触发释抑】用户可旋转旋钮 A 和旋钮 B 调节触发释抑时间的大小，最大为 13.7s，其中旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调；
- 旋转旋钮 A 或 B 对触发释抑时间进行调节直至波形可稳定触发即可，如图 10.16 所示，根据信号特征调制频率为 100Hz，周期为 10ms，将触发释抑时间可以大致调为 10ms 左右即可稳定触发。

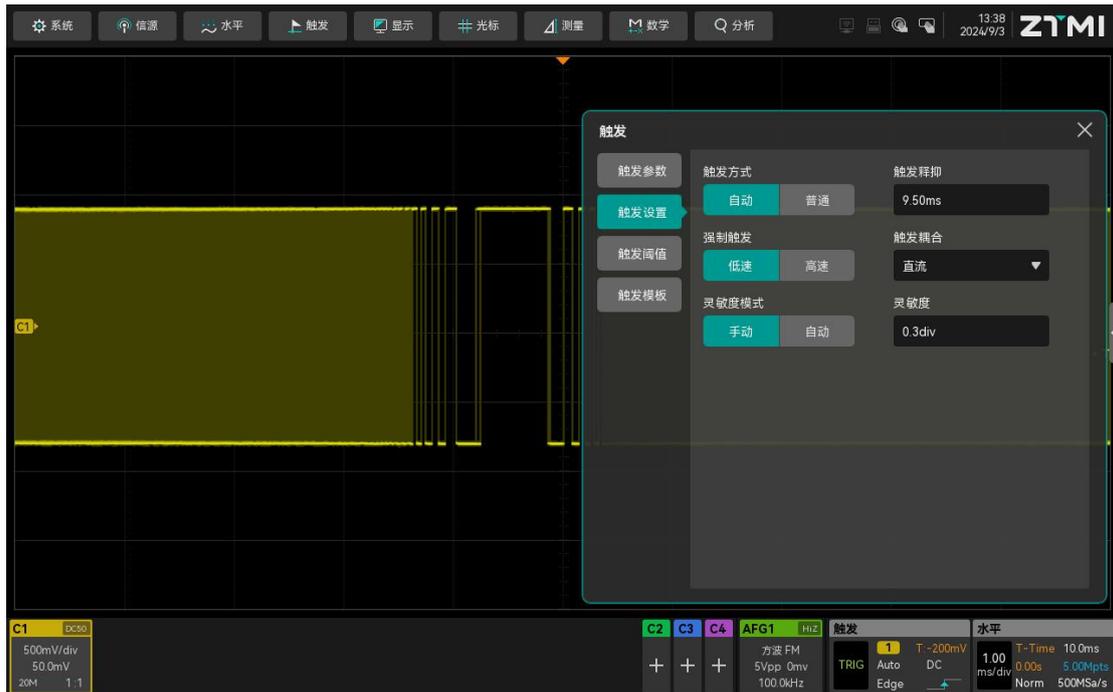


图 10.16 波形稳定显示

10.3.4 强制触发

设置 Auto 模式下，无触发时，触发的速率，有以下两种模式：

- **低速**：小于等于 20Hz；
- **高速**：最高速率。

具体步骤：按下【Trigger】键（触发功能键）或双击屏幕右下角“触发标签区”，在弹出的触发功能菜单里选择【触发设置】中配置【强制触发】类型，如所图 10.17 所示。



图 10.17 强制触发设置

10.3.5 触发耦合

触发耦合决定输入触发电路的输入信号分量，有以下四种类型：

- **直流**：允许直、交流成分通过触发路径；
- **交流**：阻挡直流成分并衰减 8 Hz 以下的信号；
- **低频抑制**：阻挡直流成分并抑制 50 KHz 以下的低频成分；
- **高频抑制**：抑制 50KHz 以上的高频成分。

具体步骤：按下【Trigger】键（触发功能键）或双击屏幕右下角“触发标签区”，在弹出的触发功能菜单里选择【触发设置】中配置【触发耦合】类型，如图 10.18 所示。



图 10.18 触发耦合设置

10.3.6 触发灵敏度设置

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

1. 触发灵敏度界面：

- 用户按下前面板【Trigger】键或双击屏幕右下角“触发标签区”，在弹出的触发功能菜单中点击【触发设置】，可对【灵敏度模式】进行设置；
- 【灵敏度模式】分为“自动”和“手动”，如果是“手动”触发灵敏度则需要配置触发灵敏度大小，具体有 0~1.5div，旋转 A 旋钮步进为 0.1div，旋转 B 旋钮步进为 0.5div，不同幅度的波形需要设置不一样的灵敏度，幅度越小要设置的灵敏度值就越小，相关菜单如图 10.19 所示。用户可配置触发灵敏度的大小为相对每格电压的比例，例如 0.3div 即 1 格电压的 30%。



图 10.19 触发灵敏度设置

2. 具体实例应用

本次实例主要是检测 12V 电源掉电重启瞬间的变化情况，变化大概在 0.1~1V 左右，在使用 2V/div 的垂直档位下实时检测，发现无法捕获掉电瞬间波形，什么原因呢？

原因在于触发灵敏度不合适，具体解决方案如下：

- 首先将 10V 直流电源接入示波器中，点击【Auto Setup】一键捕获，垂直档位设置为 2V/div，可发现捕获到一条直流信号线，无跳变；
- 此时可点击【Trigger】进入触发界面，选择【触发设置】点击【触发灵敏度】设置为“手动”，触发灵敏度默认为 0.3div，而掉电瞬间变化很微小，在 2V/div 的垂直档位下跳变 0.1~1V 左右，所以触发灵敏度在 0.3div 无法捕获时，可适当调小触发灵敏度的值，旋转旋钮 A 将灵敏度调为最小 0.1div 进行捕获；
- 最后给电源进行掉电重启操作，在单次捕获【Single】的条件下，可看到掉电瞬间波形完美捕获，如图 10.20 所示。



图 10.20 掉电波形稳定捕获

10.4 模板触发

10.4.1 简介

在使用上述触发参数以外，用户还可设置模板触发，开启模板触发功能后，示波器只捕获穿越白色矩形框（模板区域）的信号，其它信号均被过滤。

某些信号出现频率低，无法观察其特征，难以通过标准触发将信号触发出来的情况下，模板触发对特殊信号的触发提供了便利。模板触发功能菜单如图 10.21 所示。

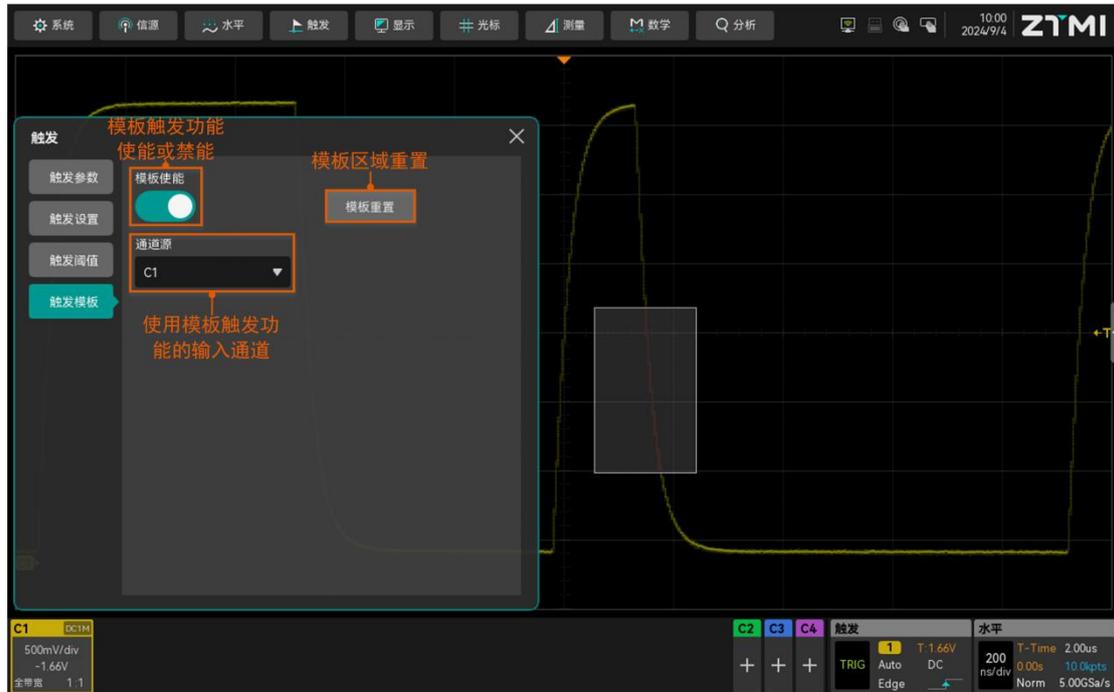


图 10.21 模板触发功能菜单

10.4.2 使用示例

以下的所有操作均可使用触屏的功能快速完成。

- 1、 C1 接入带毛刺的方波信号（即带有异常信号的波形），如图 13.6 所示，点击【Auto Setup】一键捕获波形，让它以最好的效果显示在屏幕上；
- 2、 点击屏幕【显示】-【余晖】使用无限余辉的方式让闪现的波形留在屏幕上；
注：亦可点击【Persist】按键开启无限余辉。
- 3、 点击【Trigger】进入触发菜单，点击【通道源】选择“C1”（使用哪个通道选哪个）；
- 4、 点击【模板触发】，设置【模板绘制】为“ON”，如图 10.21 所示，屏幕上出现一个灰色区域，此即为模板触发区域，只有通过该区域并且符合触发菜单中其它触发参数设置的波形才能触发显示，如图 10.22 所示，点击【Clear】一键清除可将余辉清除掉，让触发波形清晰显示；
- 5、 单击“灰色区域”，会出现一个白色矩形框，此时可拖动该矩形框将位置调节到要触发的毛刺的位置；并且可通过旋钮 A 和旋钮 B 调节矩形框的大小，让它刚好框住要触发的毛刺，双击“灰色区域”，可清除模板，如图 10.23 所示；

注：旋钮 A 可调节矩形框宽度，旋钮 B 可调节矩形框高度，短按旋钮 A/B 确定调节参数。

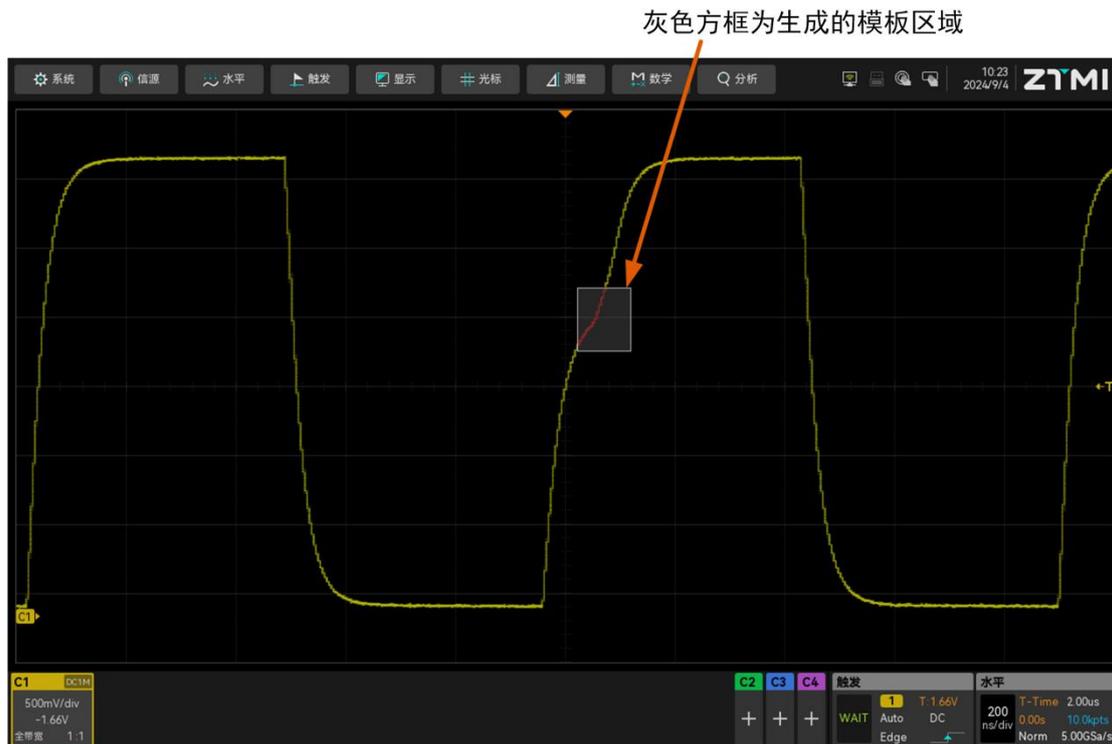


图 10.22 生成模板

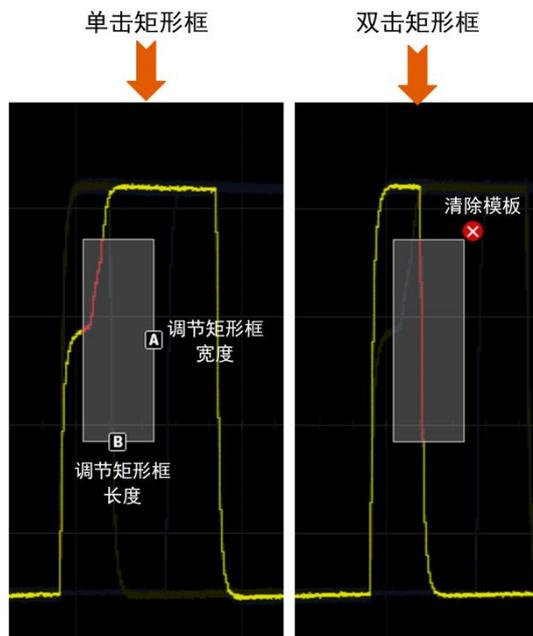


图 10.23 调节模板区域

10.5 与触发类型相关的触发设置

按下【Trigger】键（触发功能键），在弹出的触发功能菜单中选择【触发参数】，展开【触发类型】输入框的实心倒三角可以设置触发类型，并出现相应类型需要设置的信息，如图 10.5 所示。接下来将对部分触发类型进行分析。

10.5.1 边沿触发设置

选择“边沿触发”类型后须在如图 10.24 所示菜单设置触发【边沿类型】。

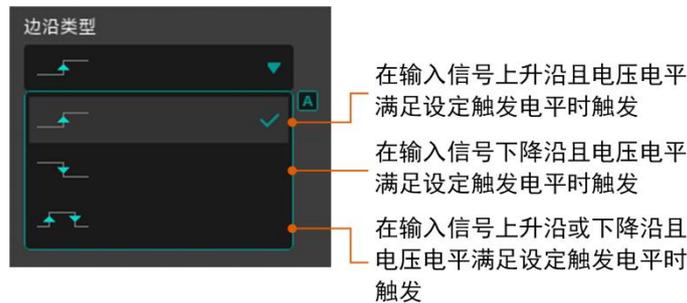


图 10.24 触发边沿类型

边沿触发参数的设置范围如表 10.2 所列。

表 10.2 边沿触发参数设置范围

参数	设置范围
触发源	C1、C2、C3、C4、AC、EXT
边沿类型	上升沿、下降沿、双边沿

10.5.2 脉宽触发设置

【信源选择】有“C1”、“C2”、“C3”和“C4”四种选择，对应选择通道。选择“脉宽触发”类型后，须配置“脉宽类型”和“脉冲宽度”，如图 10.25 所示。



图 10.25 脉宽配置

脉宽触发参数的设置范围如表 10.3 所列。

表 10.3 脉宽触发参数设置范围

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

10.5.3 斜率触发设置

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

1. 触发模式

在触发功能菜单里配置“触发模式”，如图 10.26 所示。对正斜率时间的说明见图 10.27，触发电平在触发电平上限和下限之间升高的时间即为正斜率时间。



输入信号的正斜率时间大于指定时间时触发
 输入信号的正斜率时间小于指定时间时触发
 输入信号的正斜率时间在指定时间时触发
 输入信号的负斜率时间大于指定时间时触发
 输入信号的负斜率时间小于指定时间时触发
 输入信号的负斜率时间在指定时间时触发

图 10.26 触发模式设置

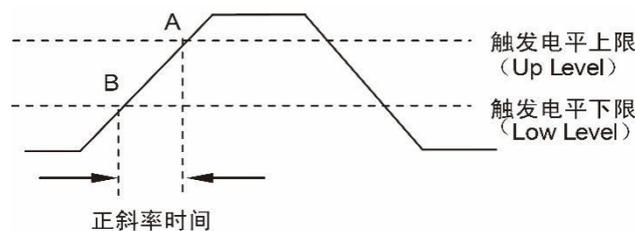


图 10.27 正斜率时间说明

2. 设置时间上限、下限

根据设置的触发模式，须设置时间上限、下限，如图 10.28 所示。单击【时间上限/下限】输入框，可通过旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调；双击【时间上限/下限】输入框可自定义输入值，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置。



图 10.28 设置时间上限下限

3. 触发阈值

触发电平上限和触发电平下限决定了正斜率时间和负斜率时间。用户可通过【触发阈值】调节触发电平上限和触发电平下限，如下图 10.29 所示。详细调节方式可参考 10.1.1 [触发电平](#)。



图 10.29 阈值调节

4. 斜率触发参数设置范围

表 10.4 斜率触发参数设置范围

触发模式	参数	设置范围
—	触发源	C1、C2、C3、C4
当正斜率大于时间下限时触发	时间下限	$1\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq 1\text{s}$
当正斜率小于时间上限时触发	时间上限	$1\text{ns} \leq \text{时间上限} \leq 1\text{s}$
当正斜率在指定范围时触发	时间下限、时间上限	$1\text{ns} \leq \text{时间下限} < \text{时间上限} \leq 1\text{s}$
当负斜率大于时间下限时触发	时间下限	$1\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq 1\text{s}$
当负斜率小于时间上限时触发	时间上限	$1\text{ns} \leq \text{时间上限} \leq 1\text{s}$
当负斜率在指定范围时触发	时间下限、时间上限	$1\text{ns} \leq \text{时间下限} < \text{时间上限} \leq 1\text{s}$

10.5.4 欠幅触发

ZUS5000 系列示波器支持欠幅触发功能，用户可通过欠幅触发捕获介于指定门限电平的信号，大大缩短故障排查时间。

1. 欠幅触发脉冲类型设置

用户首先需要选择欠幅触发脉冲的类型，详见图 10.30。



图 10.30 欠幅触发的脉冲类型

2. 限定符设置

然后，用户须指定欠幅触发信号的电平范围是否作为触发条件，具体见图 10.31。

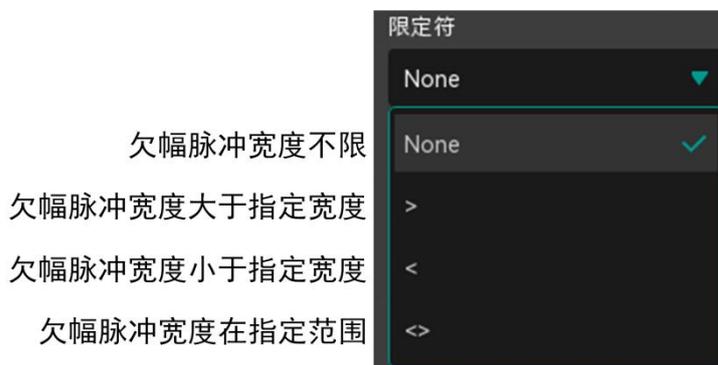


图 10.31 欠幅脉冲宽度限定

3. 触发阈值

用户可设置欠幅触发电平的范围，这可通过调节上限幅度电平和下限幅度电平来实现，详细调节方式可[参考 10.1.1 触发电平](#)内容。欠幅原理解析如下图 10.32 所示。

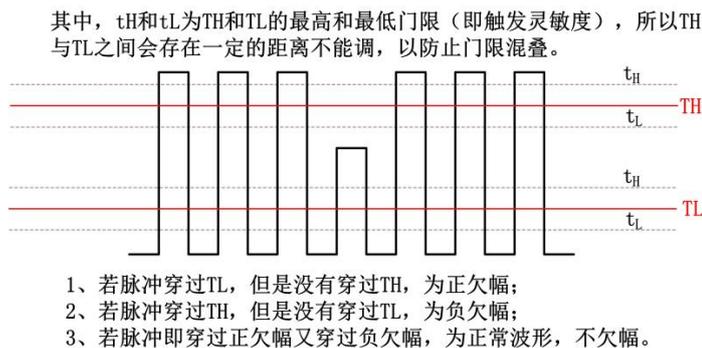


图 10.32 欠幅原理解析

4. 欠幅触发参数设置范围

参数的设置范围见表 10.5。

表 10.5 欠幅触发参数设置范围

触发模式	参数	设置范围
—	触发源	C1、C2、C3、C4
—	脉冲类型	正极性、负极性、双极性
—	限定符	NONE、>、<、<>
欠幅脉冲宽度小于脉宽上限时触发	脉宽上限	$2\text{ns} \leq \text{脉宽上限} \leq 1\text{s}$
欠幅脉冲宽度大于脉宽下限时触发	脉宽下限	$2\text{ns} \leq \text{脉宽下限} \leq 1\text{s}$
欠幅脉冲宽度在指定范围内时触发	脉宽上限、脉宽下限	$2\text{ns} \leq \text{脉宽下限} < \text{脉宽上限} \leq 1\text{s}$

10.5.5 超幅触发

1. 超幅触发脉冲类型设置

用户首先需要选择超幅触发脉冲的类型，详见图 10.33。

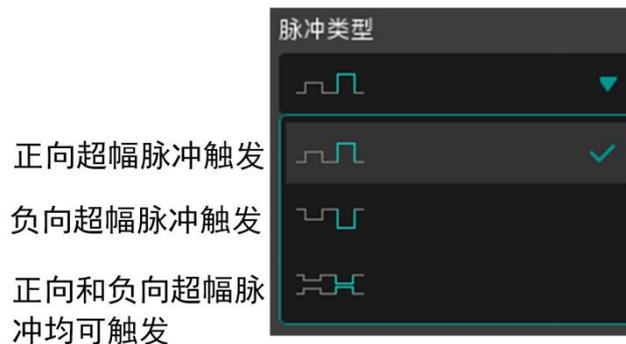


图 10.33 超幅触发的脉冲类型

2. 限定符

用户须指定超幅触发信号的电平范围是否作为触发条件，具体见图 10.34。

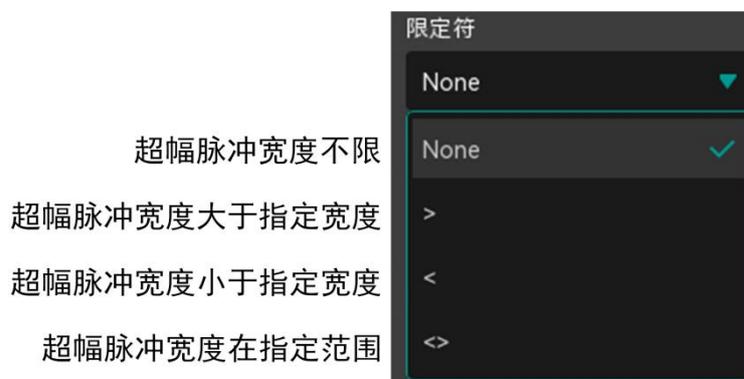


图 10.34 超幅触发的限定符

3. 触发阈值

用户可设置超幅触发信号的电平范围,这可通过调节上限幅度电平和下限幅度电平来实现,详细调节方式可参考 10.1.1 触发电平内容。

4. 超幅触发参数的设置范围

超幅触发参数的设置范围如表 10.6 所列。

表 10.6 超幅触发参数设置范围

触发模式	参数	设置范围
—	触发源	C1、C2、C3、C4
—	脉冲类型	正极性、负极性、双极性
—	限定符	NONE、>、<、<>
超幅脉冲宽度小于脉宽上限时触发	脉宽上限	$4\text{ns} \leq \text{脉宽上限} \leq 1\text{s}$
超幅脉冲宽度大于脉宽下限时触发	脉宽下限	$4\text{ns} \leq \text{脉宽下限} \leq 1\text{s}$
超幅脉冲宽度在指定范围内时触发	脉宽上限、脉宽下限	$4\text{ns} \leq \text{脉宽下限} < \text{脉宽上限} \leq 1\text{s}$

10.5.6 第 N 边沿触发

在数据传输过程中,一般会有一段持续较长时间的空闲信号。第 N 边沿是在指定空闲时间后第 N 个边沿上进行触发。第 N 边沿触发的参数设置说明详见图 10.35,参数设置范围见表 10.7。



图 10.35 第 N 边沿触发

表 10.7 第 N 边沿触发参数范围

参数	设置范围
触发源	C1、C2、C3 和 C4
边沿类型	上升沿、下降沿
边沿数	1~65535
空闲时间	10ns~1.7s

10.5.7 超时触发

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

1. 触发模式

超时触发有多种模式，需要用户设置，详见图 10.36。

检测到上升沿后开始计时高电平的持续输出时间，当高电平输出时间超过超时时间时产生触发

检测到下降沿后开始计时低电平的持续输出时间，当低电平输出时间超过超时时间时产生触发

检测到上升沿或下降沿后开始计时高电平或低电平的持续输出时间，当输出时间超过超时时间时产生触发



图 10.36 设置触发模式

2. 超时时间

用户单击【超时时间】输入框可旋转旋钮 A 和旋钮 B 设置超时时间，其中旋钮 A 微调超时时间，旋钮 B 粗调超时时间；双击【超时时间】输入框可自定义输入值，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置，详见图 10.37。



图 10.37 超时时间调节

3. 超时触发参数设置范围

超时触发参数的设置范围见表 10.8。

表 10.8 超时触发参数的设置范围

参数	设置范围
触发源	C1、C2、C3 和 C4
触发模式	可设置 3 种触发模式，详见图 10.36
超时时间	8ns ≤ 超时时间 ≤ 800ms

10.5.8 建立/保持触发

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

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

1. 触发类型

用户可选择建立触发或保持触发，如图 10.38 所示。



建立触发：信号的数据建立时间小于设定的建立时间则触发
保持触发：信号的数据保持时间小于设定的保持时间则触发

图 10.38 触发类型

2. 建立时间和保持时间

当选择触发类型后，相应地需要设置建立时间或保持时间，单击【建立/保持】输入框可旋转旋钮 A 和旋钮 B 设置建立/保持时间，其中旋钮 A 微调建立/保持时间，旋钮 B 粗调建立/保持时间；双击【建立/保持】输入框可自定义输入值，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置，详见图 10.39。



图 10.39 保持时间调节

3. 时钟通道、数据通道

用户需要指定输出时钟信号和数据的通道。



图 10.40 时钟通道、数据通道设置

4. 采样类型

用户需要选择是在何种时钟边沿对数据进行采样，相关菜单操作见图 10.41。

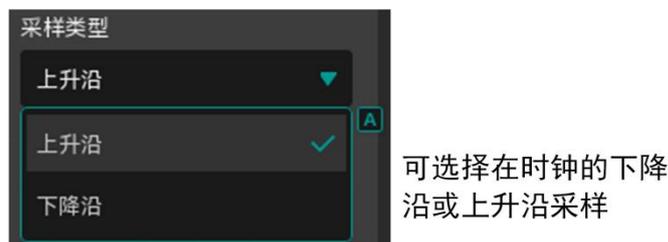


图 10.41 采样类型设置

5. 数据类型

用户需要设定被认为是有效数据的电平类型，详见图 10.42。

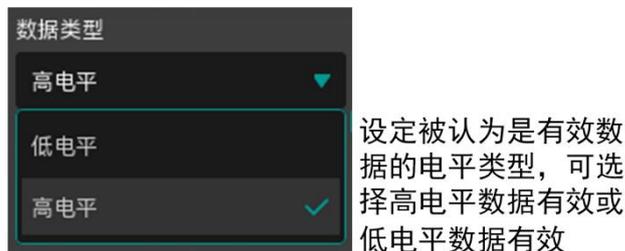


图 10.42 数据类型

6. 触发参数设置范围

建立/保持触发的参数设置范围见表 10.9。

表 10.9 建立/保持触发的参数设置范围

参数	设置范围
时钟、数据通道	C1、C2、C3 和 C4
采样类型	上升沿、下降沿
数据类型	高电平、低电平
建立时间	$2\text{ns} \leq \text{建立时间} \leq 1\text{s}$
保持时间	$2\text{ns} \leq \text{保持时间} \leq 1\text{s}$

10.5.9 码型触发

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

1. 设置码型

最多可设置 C1、C2、C3 和 C4 的码型，可选择高电平、低电平、忽略、上升沿、下降沿。如下图 10.43 所示。

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

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



图 10.43 码型触发设置

2. 限定符

限定符仅在通道码型为电平时生效，用于设置通道触发电平的时间长度，详见图 10.44。

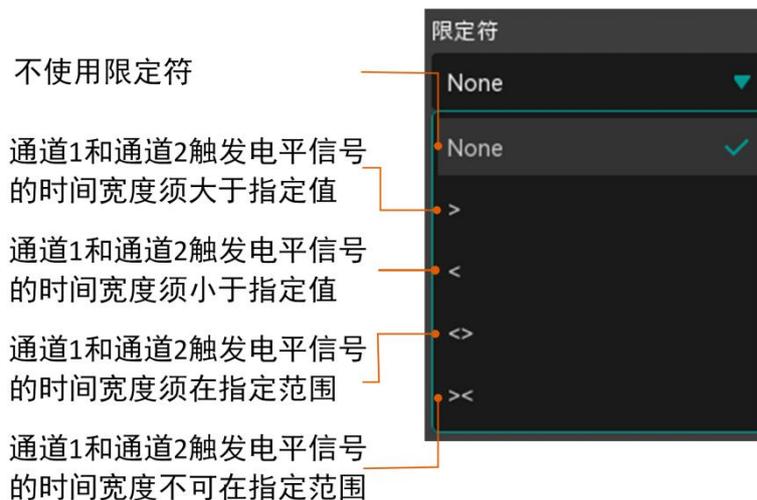


图 10.44 限定符设置说明

3. 时间上下限

设置与限定符对应的时间上下限，例如当设置限定符为“>”时，须设置时间下限，当设置限定符为“<”时，须设置时间上限，单击【时间上限/下限】输入框可旋转旋钮 A 和旋钮 B 设置时间上限/下限，其中旋钮 A 微调时间上限/下限，旋钮 B 粗调时间上限/下限；双击【时间上限/下限】输入框可自定义输入值，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置，如图 10.45 所示。



图 10.45 时间下限

4. 参数设置范围

码型触发的参数设置范围见表 10.10。

表 10.10 码型触发的参数设置范围

参数	设置范围
通道码型	高电平、低电平、忽略、上升沿、下降沿
限定符	NONE、>、<、<>、><
时间上限	当限定符为“<”时， $5\text{ns} \leq \text{时间上限} \leq 4\text{s}$ 当限定符为“<>”和“><”时， $4\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq \text{时间上限} \leq 4\text{s}$
时间下限	当限定符为“>”时， $4\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq 4\text{s}$ 当限定符为“<>”和“><”时， $4\text{ns} \leq \text{时间下限} \leq \text{时间上限} < 4\text{s}$

10.5.10 视频触发

用户可在触发功能菜单里选择视频触发类型，并配置视频触发参数：视频格式、视频极性、触发模式，如图 10.46 所示。

1. 视频格式选择

选择触发源的视频格式：

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



图 10.46 视频触发

2. 视频极性

用户可在视频触发菜单的极性菜单里配置所需视频极性为正极性或者负极性。

3. 模式

用户可指定触发模式, 如图 10.47 所示:

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



图 10.47 视频触发模式设置

10.5.11 触发协议参数设置

其它高级通信协议例如 SPI、I²C、UART 等，需要设置触发的协议参数，其中 UART、SPI 触发协议参数的设置如图 10.48、图 10.49 所示。

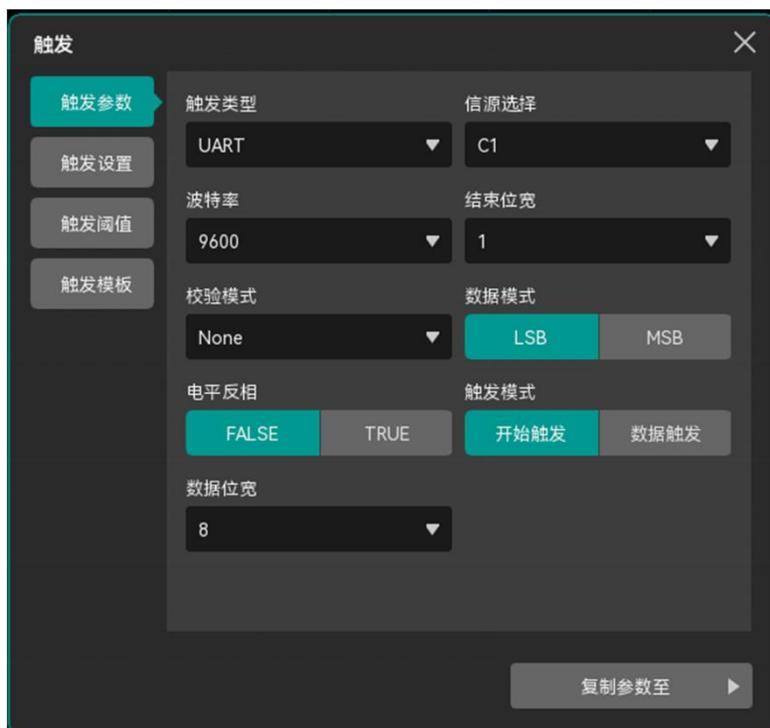


图 10.48 UART 触发协议参数

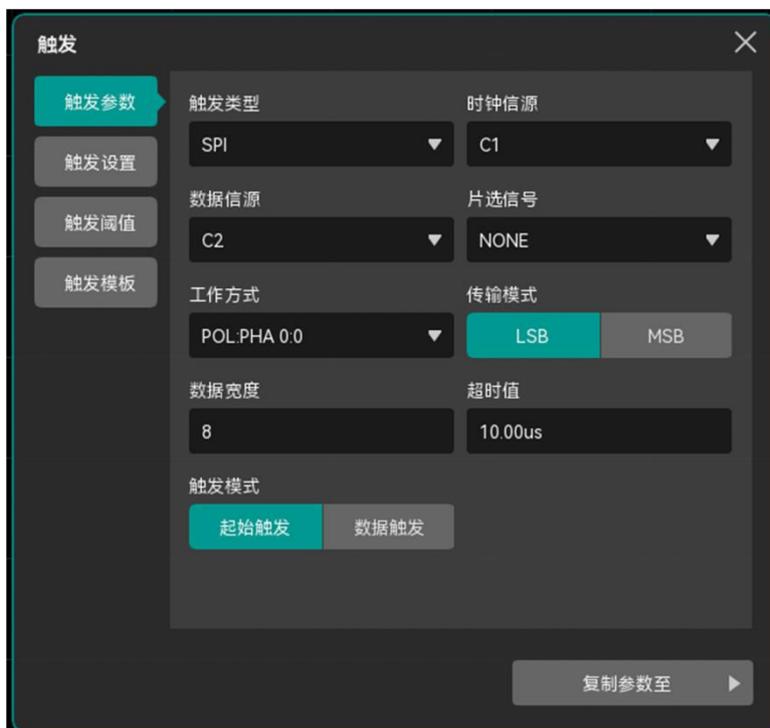


图 10.49 SPI 触发协议参数

11. 显示设置

11.1 概述

显示设置主要涉及信号的余辉、色温和冻结显示等的设置。

点击屏幕【显示】-【设置】进入显示设置界面，如图 11.1 所示。

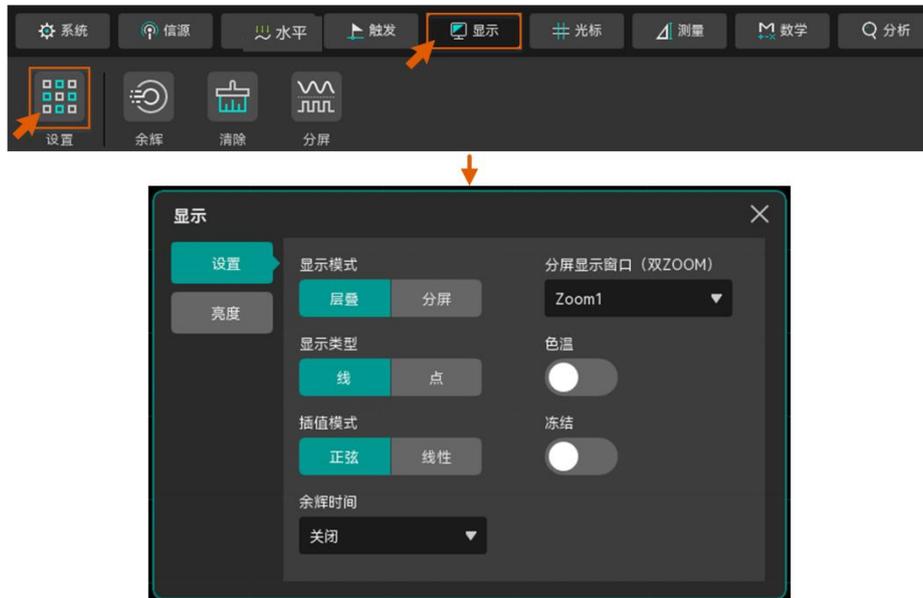


图 11.1 显示设置界面

11.1.1 显示模式

用户可设置波形的显示模式为“层叠”或“分屏”：

- **层叠**：所有通道的波形使用一个视图区域。一般情况下默认“层叠”模式。
- **分屏**：每个通道的波形独立使用一个视图区域。该模式能在统一屏幕观察所有通道波形的情况下，不会影响采集的垂直精度。

11.1.2 分屏显示窗口

用户在波形的显示模式为“分屏”的基础上，可设置分屏窗口。若 Zoom 功能未使能时，对主时基所有通道的波形进行分屏；若 Zoom 功能使能时，可根据实际情况设置需分屏窗口，分屏窗口可选 Zoom1、Zoom2 和 ALL ZOOM，如图 11.2 所示。

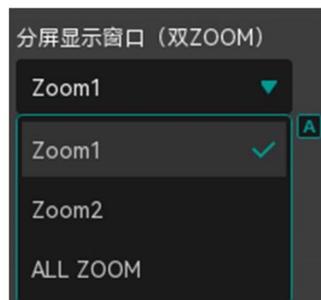


图 11.2 分屏显示窗口

11.1.3 显示类型

用户可设置波形的显示方式为“线”或“点”：

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

11.1.4 色温

在图 11.1 所示显示菜单处，点击【色温】，可以启用或关闭色温显示模式。当关闭色温显示模式后，示波器进入灰度显示模式，此时用不同亮度的颜色来显示波形，波形出现的概率越大，则波形的颜色越亮，否则越暗。

色温模式下用颜色的变化来体现波形出现频率的大小，波形出现的频率越大，颜色越暖，出现的频率越小，颜色越冷，图 11.3 为冷色向暖色渐变的图片。

此外，色温显示模式下，波形的颜色更鲜艳，对比度更好，也更容易观察波形轨迹。图 11.4 是某次捕获的波形的灰度显示效果，图 11.5 是色温显示的效果。

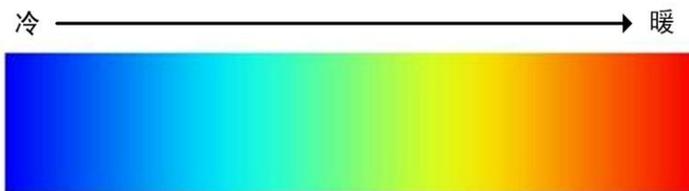


图 11.3 冷暖色渐变

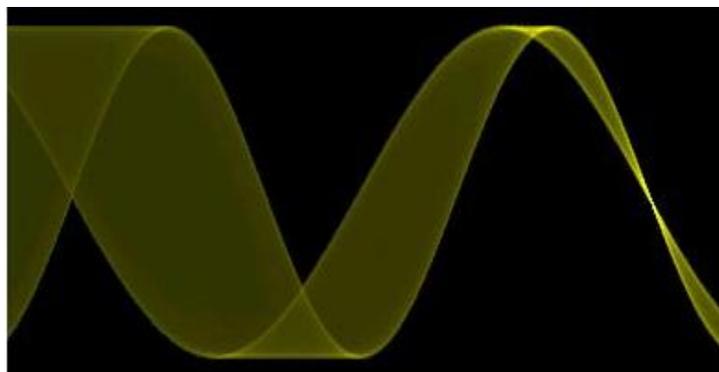


图 11.4 灰度显示模式下的波形全局图

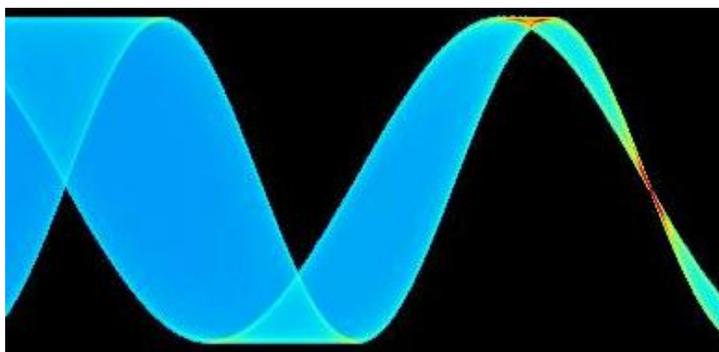


图 11.5 色温显示模式下的波形全局图

11.1.5 插值模式

提高波形采样率增加数据的过程为信号的“插值”。插值模式主要提供两种：正弦插值和线性插值。

- **正弦插值：**是示波器默认的插值方式。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。

11.1.6 冻结

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

11.1.7 余辉时间

用户可在显示菜单设置余辉时间，如图 11.6 所示。余辉时间可设置为 OFF、100ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、10s、20s、50s、无限。



图 11.6 余辉时间设置

注：仅对当前显示区域保留波形余辉；不能平移和缩放余辉显示。

12. 光标测量

12.1 概述

本章介绍光标测量功能及其使用方法。用户可使用光标测量功能测量所选波形的 X 轴值（如时间）和 Y 轴值（如电压）。光标测量功能里，有两对测量光标，包括 X 型光标或 Y 型光标。X 型光标通常用于测量时间参数，Y 型光标通常用于测量电压参数，如图 12.1 所示。

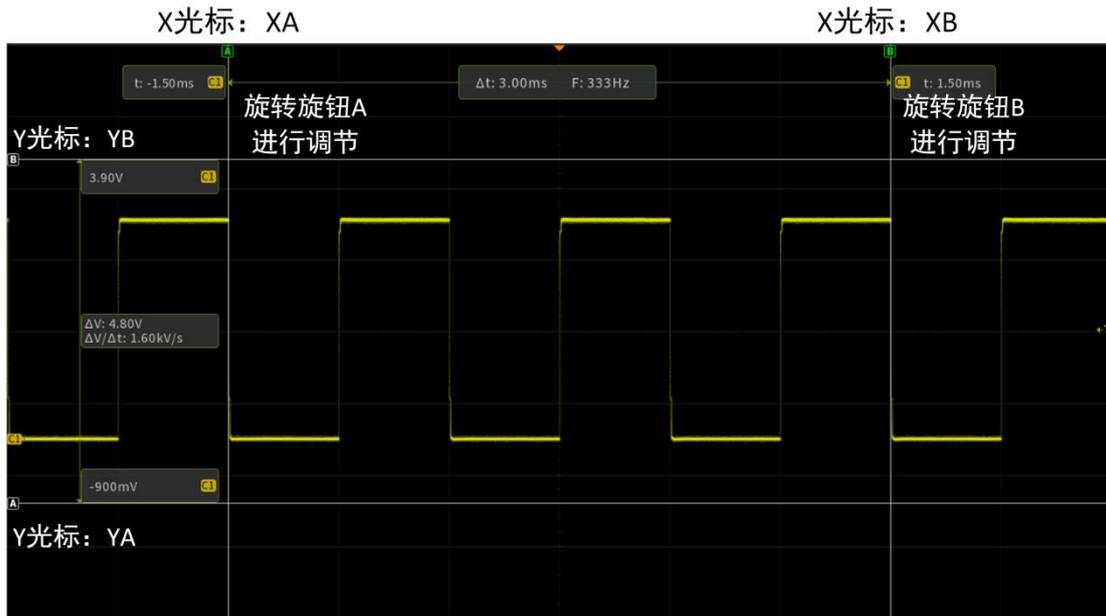


图 12.1 X 型光标和 Y 型光标

12.2 光标设置

用户点击屏幕【光标】-【设置】可进入光标设置菜单栏，可对【显示模式】、【光标类型】、【光标调节】、【通道类型】等参数进行设置。如下图 12.2 所示。

注 1: 光标信源通道可选择“C1”、“C2”、“C3”、“C4”、“M1”、“M2”、“M3”、“M4”、“R1”、“R2”、“R3”、“R4”和“Trend”。



图 12.2 光标设置菜单栏

12.2.1 显示模式

点击屏幕【光标】-【设置】进入光标设置菜单栏后，选择【显示模式】，可对“线”、“表格”的光标显示模式进行切换，如图 12.3 所示。

仅当显示模式为“表格”时，可同时选择多个通道进行光标测量，如图 12.4 所示。

注 1：双击屏幕 A 光标或 B 光标可打开光标设置菜单栏。

注 2：“线”显示时，按住光标显示标签可移动位置。

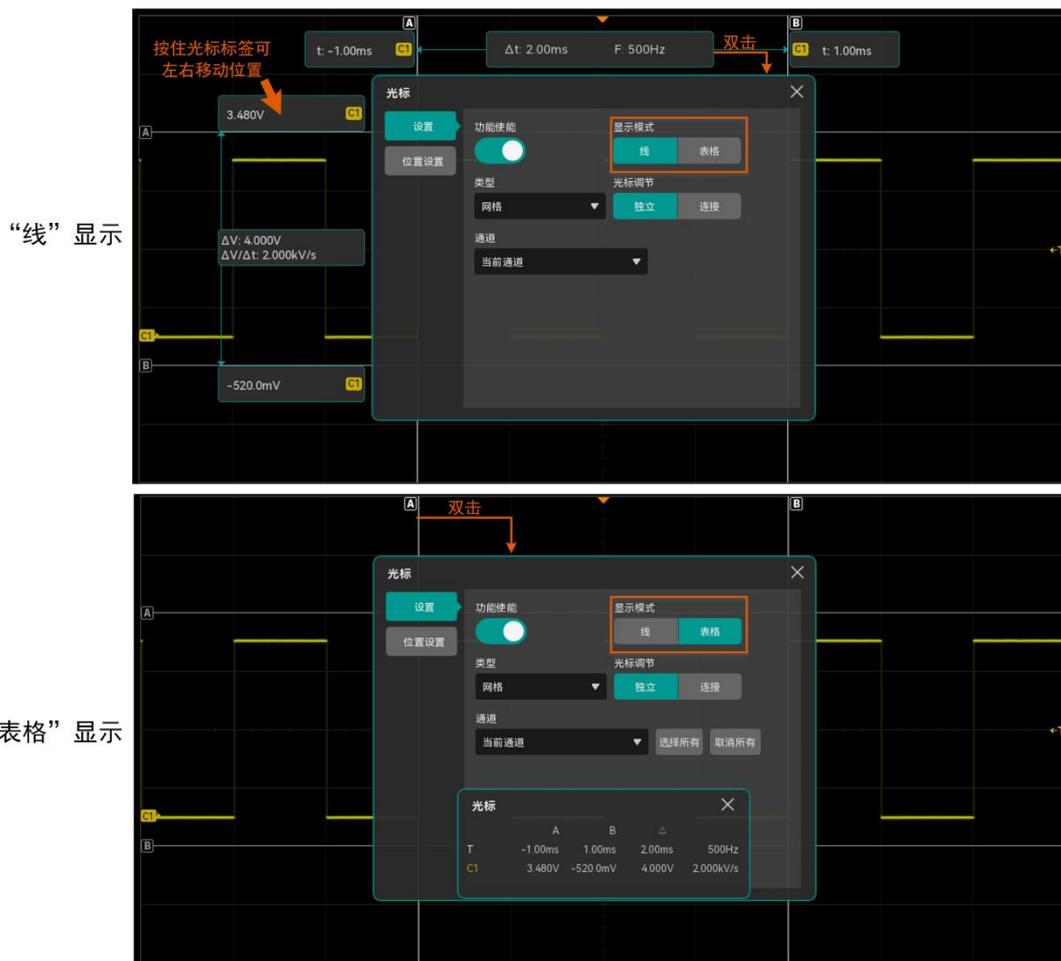


图 12.3 显示模式

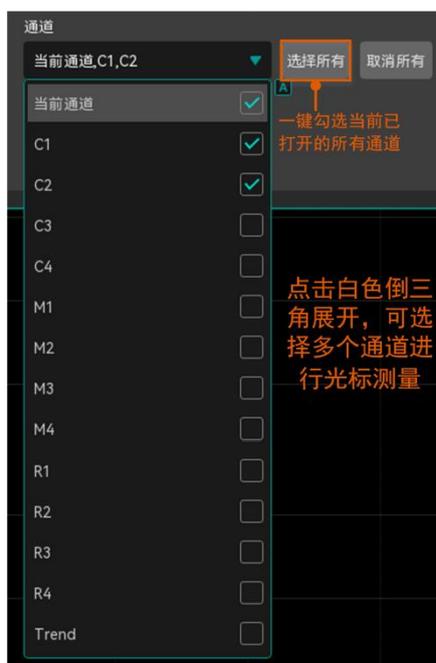


图 12.4 多通道光标测量

12.2.2 光标类型

光标类型有“垂直”、“水平”和“网格”三种，可通过以下三种方式对光标类型进行切换：

- **方式一：**短按多功能旋钮区的【Cursor】可进行“垂直”、“水平”和“网格”光标切换；
- **方式二：**点击屏幕【光标】，在光标菜单栏中选择“垂直”、“水平”和“网格”光标；
- **方式三：**点击屏幕【光标】-【设置】可进入光标设置菜单栏，展开【类型】输入框中的实心倒三角可选择“垂直”、“水平”和“网格”光标。

如下图 12.5 所示。



图 12.5 光标类型

12.2.3 光标调节

光标调节有“独立”、“连接”两种，如图 12.6 所示。切换该模式，A/B 光标可相应进行单独或者联动调节。光标调节为“连接”时，旋转旋钮 A 可联动调节光标位置，旋转旋钮 B 可调节光标宽度。可通过以下两种方式对光标调节进行切换：

- **方式一：**短按多功能旋钮区的 A 旋钮/B 旋钮可进行切换；
- **方式二：**点击屏幕【光标】-【设置】可进入光标设置菜单栏，选择【光标调节】进行“独立”、“连接”切换。



图 12.6 光标调节

12.2.4 通道类型

通道类型有“相同”、“区分”两种，如下图 12.7 所示，便于用户精准定位光标位置。

- **相同**：A/B 光标在同一通道进行测量，小方框将会跟随光标在同一通道进行移动；
- **区分**：A/B 光标可选择在不同的两个通道进行测量，可分别测量两通道某点位置和电压。

注：仅“垂直”、“水平”光标时可选择通道类型。

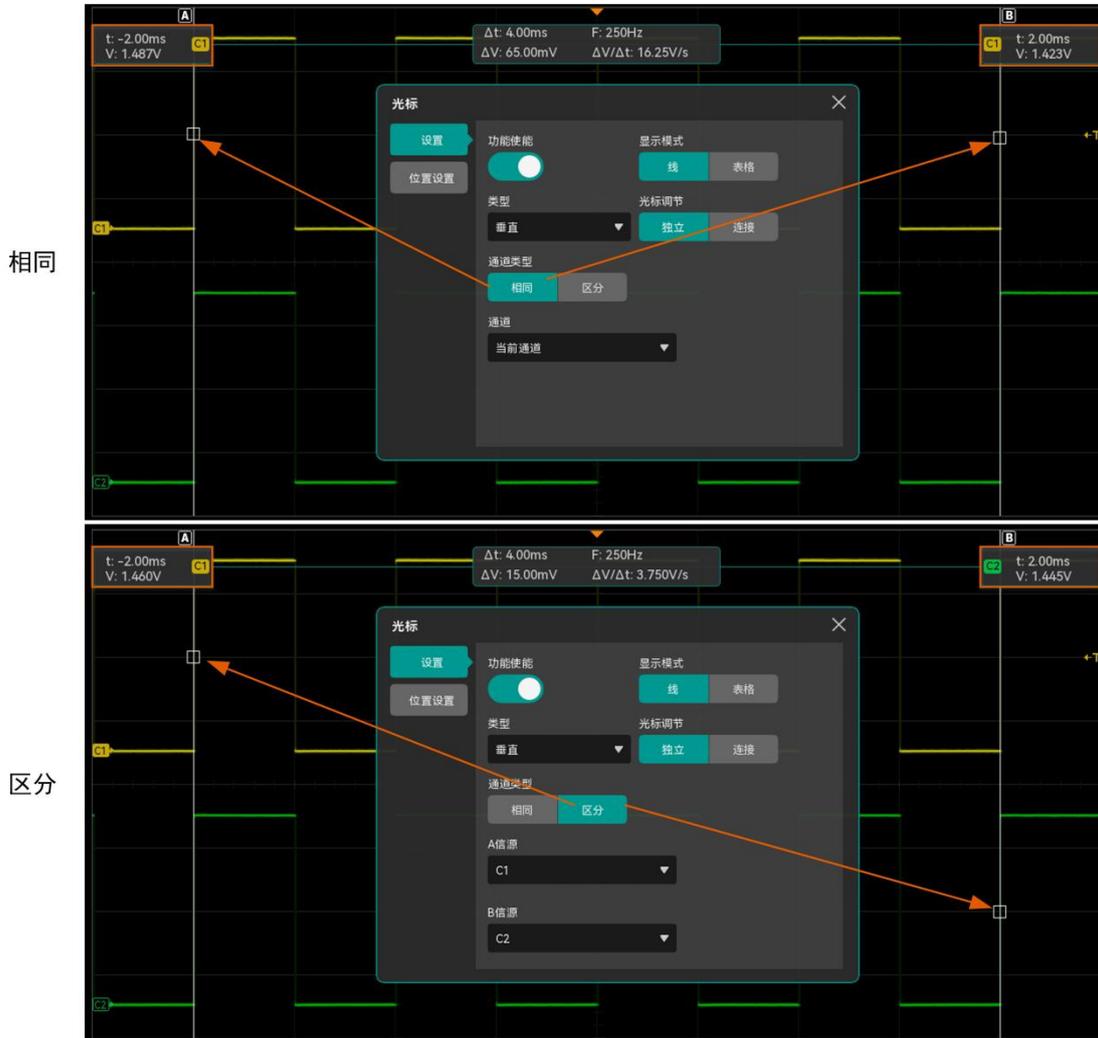


图 12.7 通道类型

12.2.5 自定义光标位置

双击任意光标标签打开光标设置菜单，点击【位置设置】，此时单击【A/B 光标时间】或【A/B 水平位置】输入框可旋转旋钮 A 和旋钮 B 设置 A/B 光标位置，其中旋钮 A 微调，旋钮 B 粗调；双击【A/B 光标时间】或【A/B 水平位置】输入框可自定义输入值，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置。



图 12.8 自定义光标位置

12.3 一键光标的使用

本次案例使用一键光标测量波形的周期和峰峰值。

- 在 C1 接入信号，点击【Auto Setup】一键捕获波形，此时按下前面板的【Cursor】一键光标，如图 12.9 所示，可进入光标测量界面中；
- 在界面中有两条垂直实线为 X 光标，分别标明 A、B，旋转 A 旋钮可对 A 光标进行移动，旋转 B 旋钮可以移动 B 光标，短按旋钮 A 或 B 可开启光标联动功能，移动 X 光标可测出波形的周期；
- 再次点击【Cursor】可出现两条水平实线 Y 光标；
- 点击【Cursor】可切换光标类型，切换对象为 X 型光标、Y 型光标和 XY 光标，A/B 字体为高亮白色时，光标为可移动光标，短按 A 或 B 旋钮启动联动光标，联动时旋转旋钮 A 可联动移动两条光标，旋转旋钮 B 可在联动时调节光标宽度，再次短按 A 或 B 旋钮可关闭联动光标，此时移动 Y 型光标可测出信号峰峰值；
- 当切换到 XY 光标类型，X 光标中 A/B 字体为高亮白色时，短按 A 或 B 旋钮可开启光标联动，再次短按 A 或 B 旋钮可切换到 Y 光标可调；

注：直接点击屏幕 YA/YB 光标也可切换到 Y 光标。

- 在 X 型光标、Y 型光标和 XY 光标，被选中的光标类型 A 和 B 光标标志会变为高亮白色。



图 12.9 光标测量菜单



图 12.10 光标测量结果

13. “真正意义”参数测量统计

13.1 概述

ZUS5000 系列示波器提供参数自动测量和对测量结果的统计分析功能。按下前面板的【Measure】键，显示测量菜单如图 13.1 所示，可进行【测量项添加】、【测量设置】和【硬件频率计】等设置。



图 13.1 自动测量菜单

选择【测量设置】进入测量设置界面，如图 13.12 所示，打开【测量统计】后自动测量界面如图 13.2 所示。亦可点击屏幕【测量】-【统计】后也可打开测量统计功能。



图 13.2 自动测量界面

表 13.1 测量项目解析

名称	说明
当前值 (CurrentValue)	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 (Max)	所有参与统计的样本中的数值最大的样本值
最小值 (Min)	所有参与统计的样本中的数值最小的样本值
算术平均值 (Avg)	所有参与统计的样本的算术平均值
标准方差 (Stdev)	所有参与统计的样本的标准方差值
样本数 (Count)	所有统计的样本数，每次将会成倍增加

13.2 何谓真正意义的参数测量统计？

以图 13.3 所示为例，虽然屏幕上捕获了 10 个正脉冲，但是传统示波器只能测量屏幕中央（或最左边）一个周期的波形而忽略另外 9 个正脉冲，屏幕上的异常脉冲没有检测到。这种测量统计我们称之为“伪测量统计”，因为它提供的测量统计信息不能全面反映被捕获数据的信息。如果工程师不了解这种测量统计算法的实质，并误认为系统正处于最佳工作状态，将得出错误的结论。

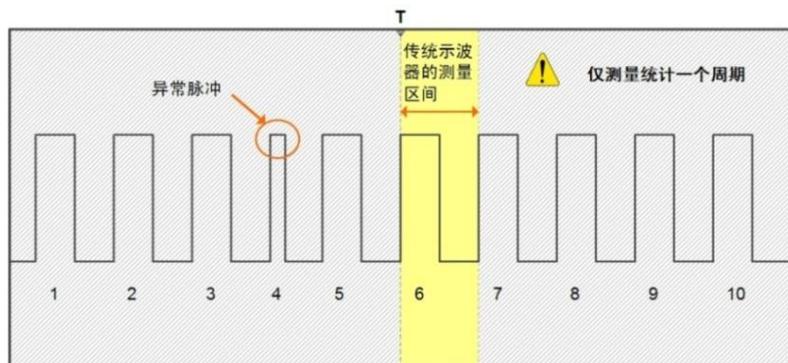


图 13.3 传统示波器只测量一个周期

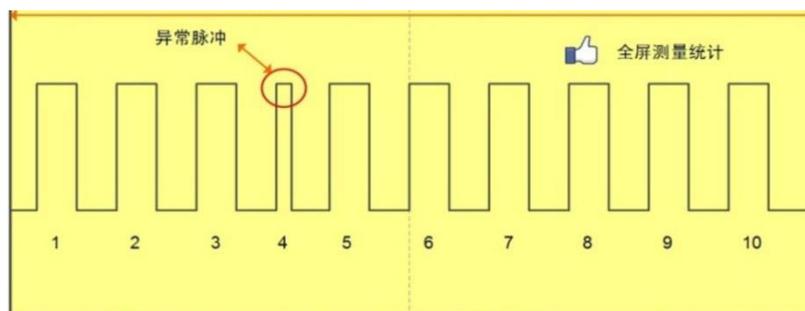


图 13.4 真正意义的参数测量统计

如图 13.4 所示“真正意义”的参数测量统计会把屏幕上捕获的所有波形进行测量统计，得出当前值、最大值、最小值和平均值、标准差、测量次数。用户通过观察统计的最大值和最小值可快速了解波形中可能存在的异常，通过观察平均值、标准差可快速评估信号特性。

13.3 快速设置测量项

13.3.1 快速关闭测量项

选中需删除的测量项向左滑动可关闭该测量项，如图 13.5 所示。

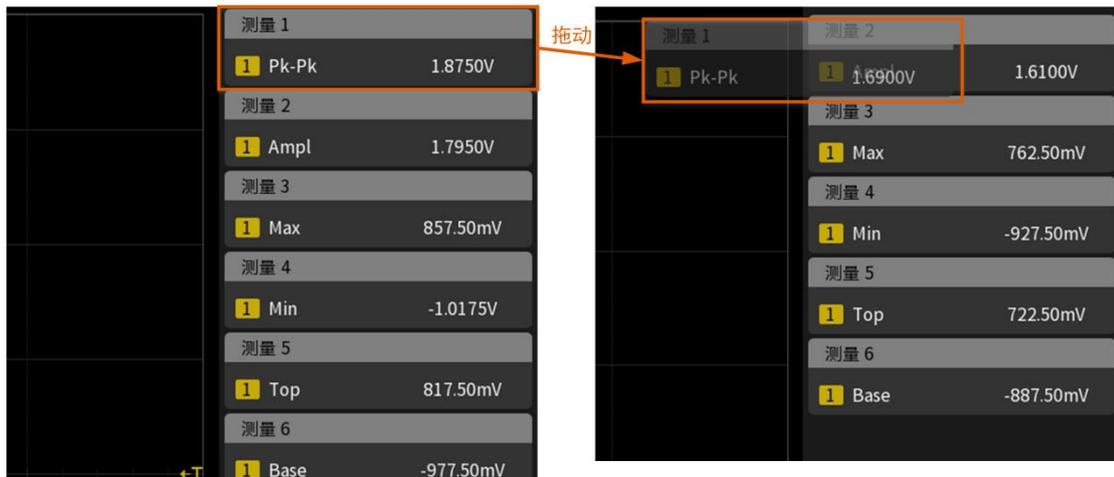


图 13.5 快速删除测量项

13.3.2 快速设置测量项

如图 13.6 所示，“双击”测量项显示区中某个测量项，可快速实现对该测量项的【测量项设置】和【参数设置】的设置。如图 13.7 所示，在【阈值和区域】中选择【全局】，此次的参数设置将应用于所有测量项；选择【本地】时，此次的参数设置将仅应用于该测量项。



图 13.6 快速设置信源选择

注：测量项设置会根据不同的测量参数项有所不同。



图 13.7 快速设置参数设置

注：快速设置测量参数需右侧卡片显示区有测量项才能进行设置。

13.4 测量项添加

点击面板多功能旋钮区的【Measure】-【测量项添加】可进入测量项添加设置界面，如图 13.8 所示。可对【测量项选择】、【测量项设置】、【导出结果】等参数进行设置。轻触可选中所需的测量项，同时该测量项方框背景会变为青色。



图 13.8 测量项添加界面

完成测量项的选择后，点击图 13.8 中的【添加】，屏幕上将显示测量结果列表，如图 13.9 所示。

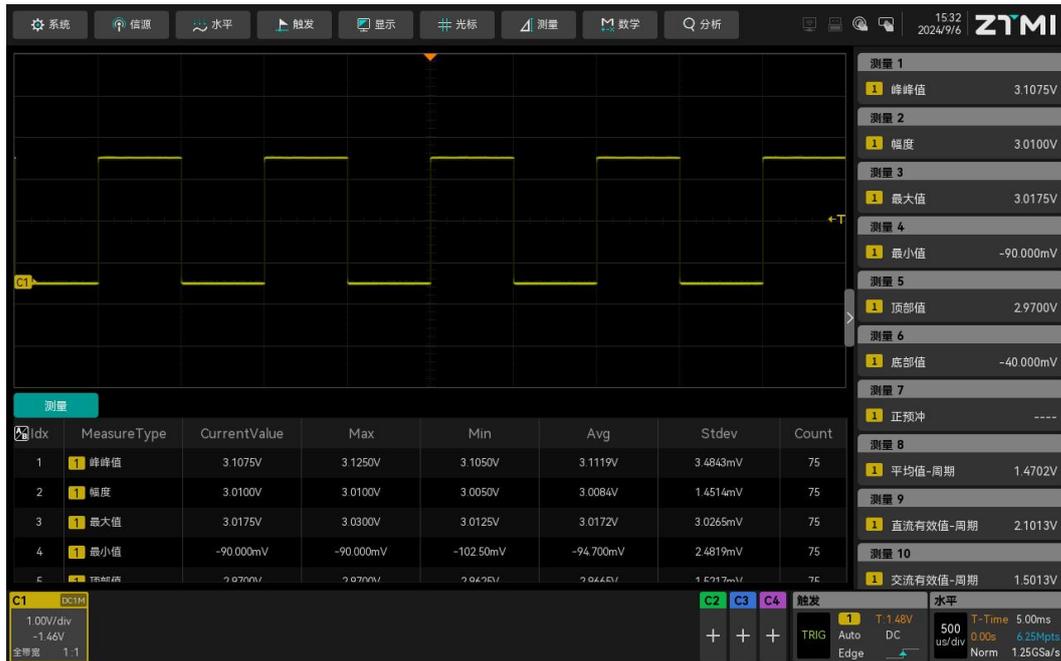


图 13.9 测量结果列表

13.4.1 测量项选择

测量项选择中可对【电压类】、【时间类】和【其他类】进行选择。如下图 13.10 所示：

- **电压类**：包括峰峰值、幅度、最大值、顶部值、底部值、过冲、预冲、平均、直流有效值、交流有效值、比率、校准平均值等；
- **时间类**：包括周期、频率、上升时间、下降时间、脉宽、占空比、突发宽度、脉冲串长度、位置、延迟、相位、建立保持、波特率等；
- **其他类**：包括边沿计数、脉冲计数、触发计数器、面积、负面积、正面积等。



图 13.10 测量项选择

13.4.2 测量项设置

测量项设置可对【信源选择】、【类型选择】等进行设置。【信源选择】可选“C1”、“C2”、“C3”、“C4”、“M1”、“M2”、“M3”、“M4”、“R1”、“R2”、“R3”、“R4”等。【类型选择】仅部分测量项可设置，详细内容可查看表 13.3。

13.4.3 测量项说明

示波器的各测量项符号和对应测量项说明如表 13.2 所列。

表 13.2 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	Avgrage-Ncycle
幅度	Ampl	平均值-全屏	Avgrage-Screen
最大值	Max	直流有效值-周期	DC RMS-Ncycle
最小值	Min	直流有效值-全屏	DC RMS-Screen
顶部值	Top	交流有效值-周期	AC RMS-Ncycle
底部值	Base	交流有效值-全屏	AC RMS-Screen
正过冲	Overshoot+	比率-周期	Ratio-Ncycle
负过冲	Overshoot-	比率-全屏	Ratio-Screen
正预冲	Preshoot+	校准平均值	V-Mean
负预冲	Preshoot-		
时间参数(n 表示信源 1 选择的通道, i 表示信源 2 选择的通道)			
周期	Period	延迟 (n) ↑ (i) ↑	Delay (n) ↑ (i) ↑
频率	Frequency	延迟 (n) ↓ (i) ↓	Delay (n) ↓ (i) ↓
上升时间	Rise Time	延迟 (n) ↑ (i) ↓	Delay (n) ↑ (i) ↓
下降时间	Fall Time	延迟 (n) ↓ (i) ↑	Delay (n) ↓ (i) ↑
正脉冲宽度	+ Width	相位 (n) ↑ (i) ↑	Phase (n) ↑ (i) ↑
负脉冲宽度	- Width	相位 (n) ↓ (i) ↓	Phase (n) ↓ (i) ↓
正占空比	+Duty	相位 (n) ↑ (i) ↓	Phase (n) ↑ (i) ↓
负占空比	-Duty	相位 (n) ↓ (i) ↑	Phase (n) ↓ (i) ↑
突发宽度	Burst Width	建立时间	Setup Time
脉冲串长度	Pulse train	保持时间	Hold Time
最小值位置	X@min	建立保持比率	SH Ratio
最大值位置	X@max	波特率	Baudrate
其他			
上升沿计数	Rise Edge Count	面积-全屏	Area-Screen
下降沿计数	Fall Edge Count	负面积-周期	-Area-Ncycle
正脉冲计数	Meas_+Pulse	负面积-全屏	-Area-Screen
负脉冲计数	Meas_-Pulse	正面积-周期	+Area-Ncycle

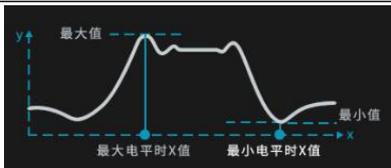
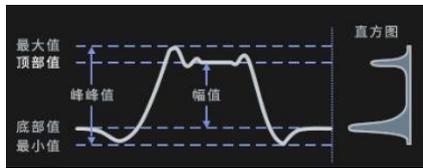
续上表

测量项	测量项符号	测量项	测量项符号
其他			
触发计数器	Trig Counter	正面积-全屏	+Area-Screen
面积-周期	Area-Ncycle		

注1: 测量项符号前的“**1**”等标识指示通道编号, “**1**”为C1, “**2**”为C2, 依此类推。

注2: 以上涉及“-全屏”的测量项, 是指若测量范围选择的是光标区域, 则全屏指的就是光标区域的所有数据; 若测量范围选择的是其他也是同理。

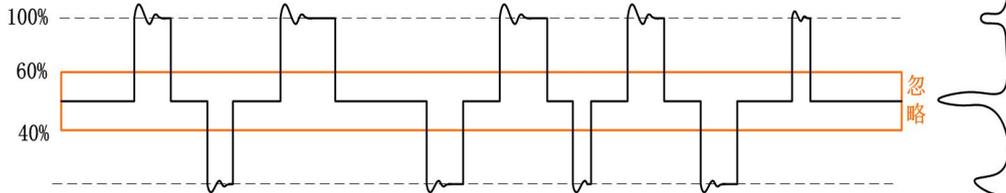
表 13.3 测量项说明

测量项目	计算说明
占空比	
正占空比	$\frac{\text{正脉冲宽度}}{\text{周期}} \times 100\%$
负占空比	$\frac{\text{负脉冲宽度}}{\text{周期}} \times 100\%$
最大值、最小值以及对应的 x 值	
	
<ul style="list-style-type: none"> ● 最大值: 波形最高点至地的电压值 ● 最小值: 波形最低点至地的电压值 ● X@min、X@max: 是指从显示屏的左侧到右侧出现波形 Y 值的最小/大值时的 X 轴值。 	
注意	
信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。仅“位置”测量项需要选择“类型选择”切换 X@min、X@max。	
顶部值、底部值、峰峰值、幅值	
	
<ul style="list-style-type: none"> ● 顶部值是波形平顶至地的电压值 ● 底部值是波形平底至地的电压值 ● 幅值 = 顶部值 - 底部值 ● 峰峰值 = 最大值 - 最小值 	
注释: 顶部值和底部值的计算原理	

顶部值、底部值、峰峰值、幅值

注释：顶部值和底部值的计算原理

为了防止三态信号（高电平、低电平、空闲电平）中空闲电平对基顶、基底的取值影响。在计算过程中，底部值将在如图中0%~40%区间获取，顶部值将在如图中60%~100%区间获取，40%~60%的值系统会自动忽略。



只要某一数字化电平出现的频数达到整屏样点总数的5%以上，就可以认定此数字化电平为顶部值或者底部值，否则采用波形中的最大值表示顶部值，最小值表示底部值。若0%~40%和60%~100%的部分占总频点数不到5%，则将会无法准确计算，将显示？。

过冲和预冲

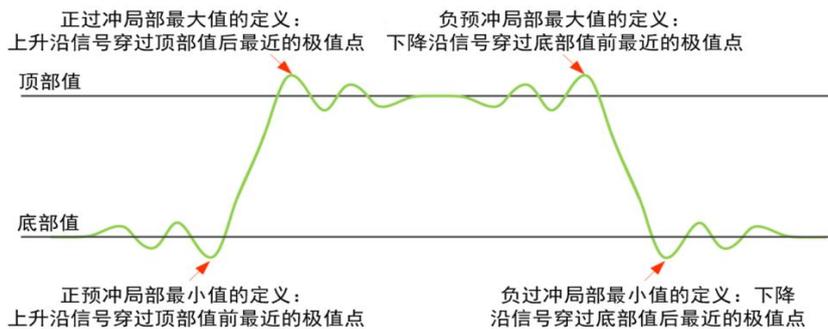


计算公式：

$$\text{正过冲} = \frac{\text{局部最大值} - \text{顶部值}}{\text{幅值}} \times 100\% \quad \text{正预冲} = \frac{\text{底部值} - \text{局部最小值}}{\text{幅值}} \times 100\%$$

$$\text{负过冲} = \frac{\text{底部值} - \text{局部最小值}}{\text{幅值}} \times 100\% \quad \text{负预冲} = \frac{\text{局部最大值} - \text{顶部值}}{\text{幅值}} \times 100\%$$

局部最大/最小值原理解析：



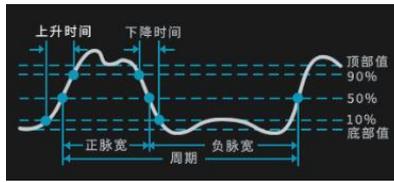
- 正过冲局部最大值：上升沿信号穿过顶部值后最近的极值点
- 负过冲局部最小值：下降沿信号穿过底部值后最近的极值点
- 正预冲局部最小值：上升沿信号穿过顶部值前最近的极值点
- 负预冲局部最大值：下降沿信号穿过底部值前最近的极值点

注意

信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“过冲”测量项中可选择“类型选择”切换正过冲、负过冲；“预冲”测量项中可选择“类型选择”切换正预冲、负预冲。

续上表

周期、频率、上升时间、下降时间、脉宽

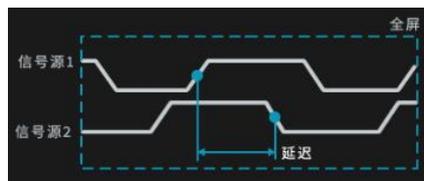


- 周期：定义为两个连续的上升沿的中间阈值交叉点之间的时间
- 频率：定义为周期的倒数
- 正脉宽、负脉宽、上升时间和下降时间的计算如上图所示

注意

信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。仅“脉宽”测量项需要选择“类型选择”切换正脉宽宽度、负脉宽宽度。

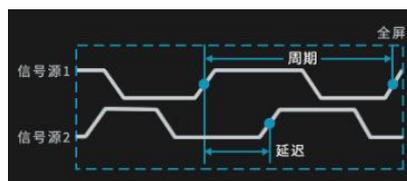
延迟（以上升沿-下降沿延迟（Up To Down 延迟）为例）和相位



Up To Down 延迟：如上图所示波形的上升沿到下降沿延迟是指从信源 1 的上升沿与信源 2 的下降沿在波形中等阈值处的时间之差，当两个通道都开启的时候该参数才有效。其它延迟解释类似。

注意

信源 1 选择、信源 2 选择、信源 1 边沿类型、信源 2 边沿类型、信源 1 测量边沿、信源 2 测量边沿可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“信源 1 边沿类型、信源 2 边沿类型”共同决定延迟类型；“信源 1 测量边沿、信源 2 测量边沿”可自定义信源 1 和信源 2 的起始测量边沿。



$$\text{相位} = \frac{\text{延迟}}{\text{信号源 1 周期}} \times 360^\circ$$

Up To Up 相位：信源 1 的上升沿与信源 2 的上升沿在波形中等阈值处的相移。如上图所示。

Down To Down 相位：信源 1 的下降沿与信源 2 的下降沿在波形中等阈值处的相移。

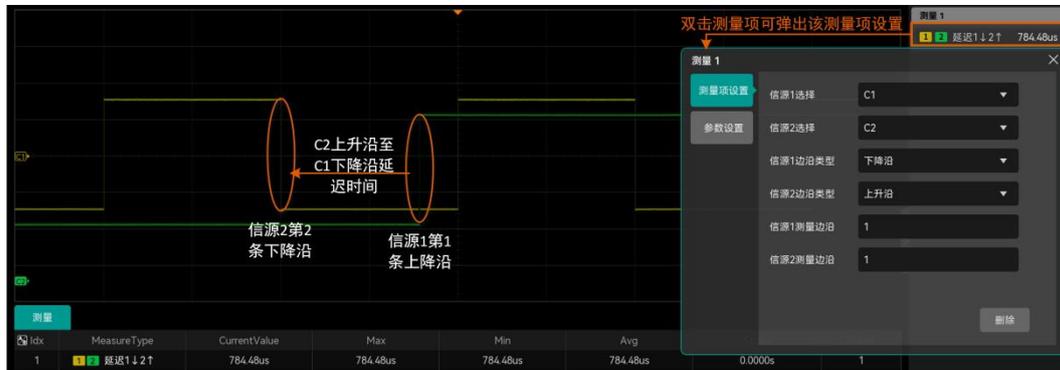
Up To Down 相位：信源 1 的上升沿与信源 2 的下降沿在波形中等阈值处的相移。

Down To Up 相位：信源 1 的下降沿与信源 2 的上升沿在波形中等阈值处的相移。

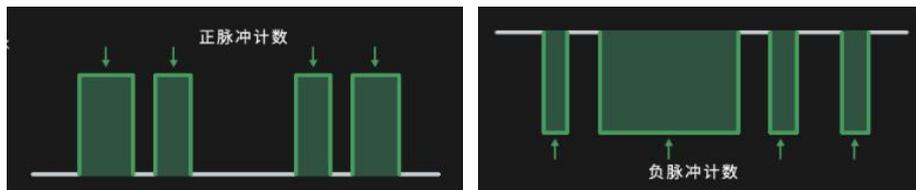
续上表

延迟（以上升沿-下降沿延迟（Up To Down 延迟）为例）和相位

实例剖析：如下图所示的信号，求 C2 下降沿到 C1 下降沿延迟的时间 784.48us。



正脉冲和负脉冲计数



正脉冲计数：测量所选波形源的正脉冲个数。

负脉冲计数：测量所选波形源的负脉冲个数。

注意

信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“类型选择”可切换正脉冲计数、负脉冲计数。

上升沿和下降沿计数



上升沿计数：测量所选波形源的上升沿个数。

下降沿计数：测量所选波形源的下降沿个数。

注意：

信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“类型选择”可切换上升沿计数、下降沿计数。

【测量设置】中的“抗干扰”关闭时，计数值为信号穿越“中等阈值”（默认 50%）的边沿数量；

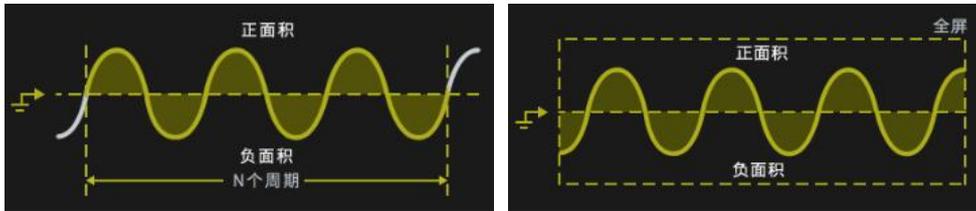
【测量设置】中的“抗干扰”开启时，计数值为信号穿越“中等阈值”（默认 50%），同时也穿越“高阈值”（默认 90%）和穿越“低阈值”（默认 10%）的边沿数量；

续上表

触发计数器

示波器每捕获到一次信号就会产生一次触发输出，触发计数器对触发输出计数，并将结果用频率表示，即：每秒的信号捕获次数。

面积-周期和面积-全屏



正面积：测量波形和接地电平之间上方的面积；

负面积：测量波形和接地电平之间下方的面积；

N 周期：可测量屏幕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；

全屏：可测量所有显示的数据点上的值；

$$\text{面积} - \text{N 周期} = (\text{正面积} - \text{N 周期}) + (\text{负面积} - \text{N 周期})$$

$$\text{面积} - \text{全屏} = (\text{正面积} - \text{全屏}) + (\text{负面积} - \text{全屏})$$

面积的单位是电压-秒

注意：

信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“类型选择”可切换 N 周期、全屏。

平均值-周期和平均值-全屏

$$\text{Average} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

波形的 N 周期平均值

是指在一个或多个完整周期内波形采样的电平和除以采样的数目。如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效。

波形的全屏平均值

是指在所有显示的波形数据范围内的波形采样的电平和除以采样的数目。

注意：

信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“类型选择”可切换 N 周期、全屏。

续上表

直流有效值-周期和直流有效值-全屏

$$\text{RMS (DC)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N X_i^2}{N}}$$

波形的 N 周期直流有效值

指一个或多个完整周期内波形的均方根值。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。

波形的全屏直流有效值

指所有显示的波形数据范围内的波形的均方根值。

注意：

信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“类型选择”可切换直流有效值-周期、直流有效值-全屏。

交流有效值-周期和交流有效值-全屏

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{x})^2}{N}}$$

波形的 N 周期交流有效值

指在一个或多个完整周期内电压值的标准偏差，它是移除了直流分量的 RMS 测量。如果存在的上升沿小于两个，则测量将显示无效。

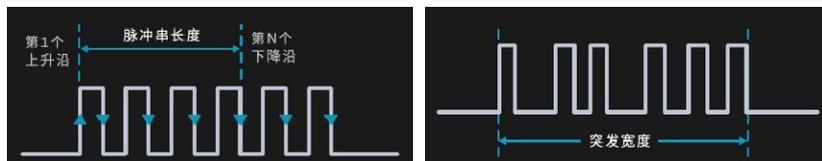
波形的全屏交流有效值

指在所有显示的波形数据范围内的电压值的标准偏差，它是移除了直流分量 RMS 的测量。

注意：

信源选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“类型选择”可切换交流有效值-周期、交流有效值-全屏。

脉冲串长度和突发宽度

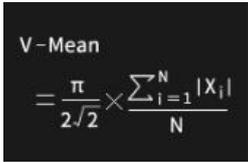
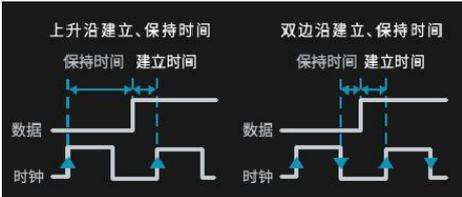
**脉冲串长度**

指 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（脉冲串个数）可以在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行设置。

突发宽度

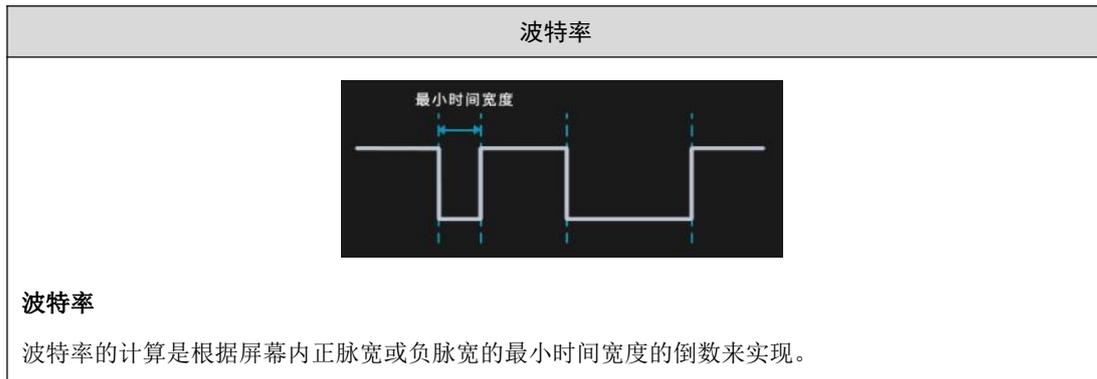
指屏幕上从第一个沿的中等阈值交叉点到最后一个沿的中等阈值交叉点的时间，如果被测信号只有 1 个沿，则显示无效。

续上表

校准平均值

<p>校准平均值：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。</p>
建立和保持

<p>建立时间 从时钟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；</p> <p>保持时间 从时钟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；</p> <p>建立保持比率 建立时间与建立保持总时间的比例值。</p> <p>注意 时钟信源、数据信源、时钟采样边沿、以及类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“类型选择”可切换建立时间、保持时间、建立保持比率；“时钟采样边沿”可切换上升沿、下降沿、双边沿。</p> <p>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。建议以数据通道为触发源，选择上升沿触发可以保证触发的稳定性。</p>
比率-周期和比率-全屏

<p>比率 测量两个信号源的交流有效值电压的比例，用 dB 表示。</p> <p>周期 N 周期测量值可测量屏幕内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。</p> <p>全屏 全屏测量值可测量所有显示的数据点上的值。</p> <p>注意 信源 1 选择、信源 2 选择、类型选择可在【测量项添加】菜单中的“测量项设置”进行配置。“类型选择”可切换比率-周期、比率-全屏。</p>

续上表



13.4.4 导出结果

参数测量提供“测量数据导出”功能，测量数据可导出为“网页报表”格式或者“CSV”格式，具体如下图 13.11 所示。

点击【导出结果】进入导出界面，【文件类型】可以选择“CSV”和“网页报表”；在保存文件界面内可选择合适的保存路径（可在路径下新建文件夹进行保存）；点击【保存】即可保存完成。



图 13.11 导出结果

13.4.5 删除所有

如图 13.8 所示点击【删除所有】可一键清空所有测量项。

13.5 测量设置

点击面板多功能旋钮区的【Measure】，在弹出的菜单栏中选择【测量设置】可进入测量设置菜单，如图 13.12 所示。可对【测量统计】、【抗干扰】、【测量区域】、【阈值类型】等参数进行设置。

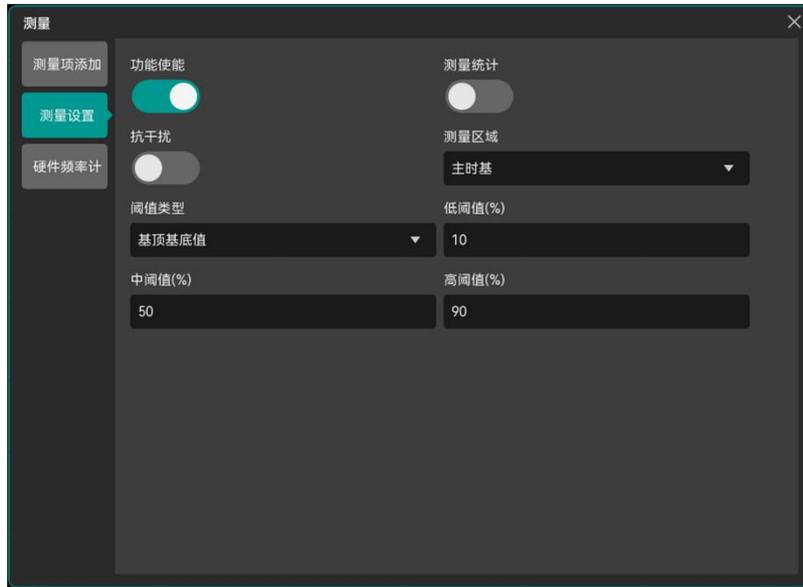


图 13.12 测量设置界面

13.5.1 测试统计

打开测试统计后，点击屏幕任意区域，即可关闭测量设置菜单，并将测量结果列表显示在波形显示区下方，图 13.13 所示。



图 13.13 测量结果列表

13.5.2 测量区域

测量范围可根据用户需求进行选择，测量范围有在全内存模式下的计算、主时基模式下的计算，Zoom1 缩放区域下的计算、Zoom2 缩放区域下的计算和光标范围计算，具体如下图 13.14 所示。



图 13.14 测量范围选择

13.5.3 阈值设置

用户可在【测试设置】菜单里设置低阈值、中阈值、高阈值，这三个阈值共同决定了上升时间、下降时间、正脉宽、负脉宽等时间参数。阈值设置适用于所有信号通道。阈值设置菜单如图 13.15 所示。

阈值类型可选择基顶基底值、最大最小值、绝对值三种，选择基顶基底值、最大最小值时，低阈值、中阈值、高阈值分别默认为该阈值类型的 10%、50%、90%；选择绝对值时，低阈值、中阈值、高阈值分别默认为 1V、0V、-1V，详见图 13.16、图 13.17、图 13.18。

点击【Measure】后，再点击【测量设置】进入测量设置菜单，可对阈值类型、低阈值、中阈值、高阈值进行调节。

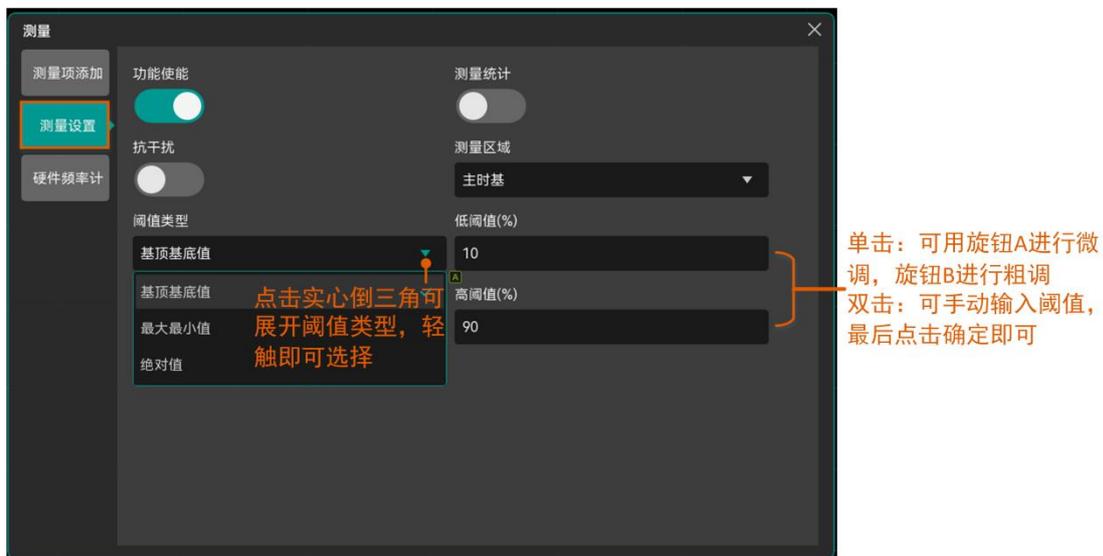
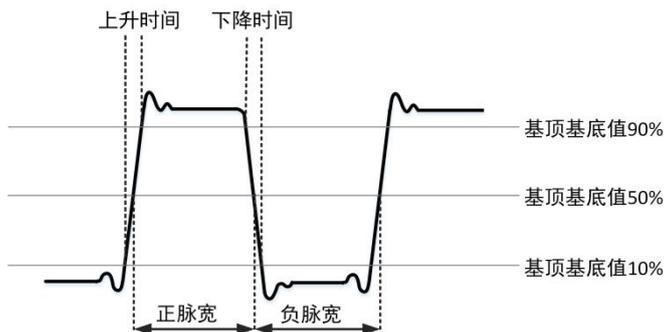
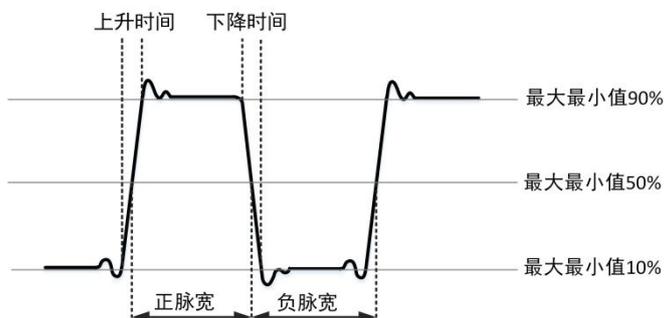


图 13.15 阈值设置



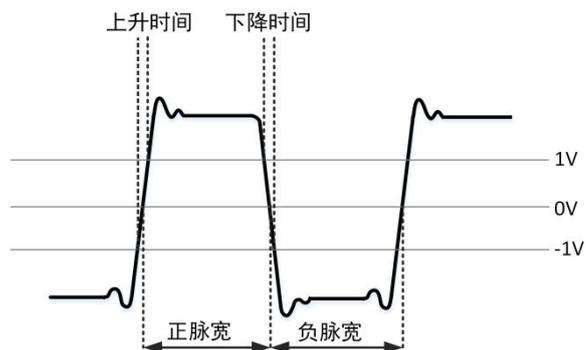
- 1、上升时间：信号幅度从10%上升至90%所经历的时间。
- 2、下降时间：信号幅度从90%下降至10%所经历的时间。
- 3、正脉宽：从脉冲上升沿的50%阈值处到紧接着的一个下降沿的50%阈值处之间的时间差。
- 4、负脉宽：从脉冲下降沿的50%阈值处到紧接着的一个上升沿的50%阈值处之间的时间差。

图 13.16 阈值类型_基顶基底值阈值说明



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

图 13.17 阈值类型_最大值最小值阈值说明



- 1、上升时间：信号-1V上升至1V所经历的时间。
- 2、下降时间：信号从1V下降至-1V所经历的时间。
- 3、正脉宽：从脉冲上升沿的0V阈值处到紧接着的一个下降沿的0V阈值处之间的时间差。
- 4、负脉宽：从脉冲下降沿的0V阈值处到紧接着的一个上升沿的0V阈值处之间的时间差。

图 13.18 阈值类型_绝对值阈值说明

13.6 硬件频率计

ZUS5000 系列示波器还提供硬件频率计，对输入信号进行更精确的频率测量，测量结果显示在屏幕最右侧。点击【Measure】后，选择【硬件频率计】进入硬件频率计菜单。如图 13.19 所示，频率计可同时测量并显示 4 个通道输入信号的频率。

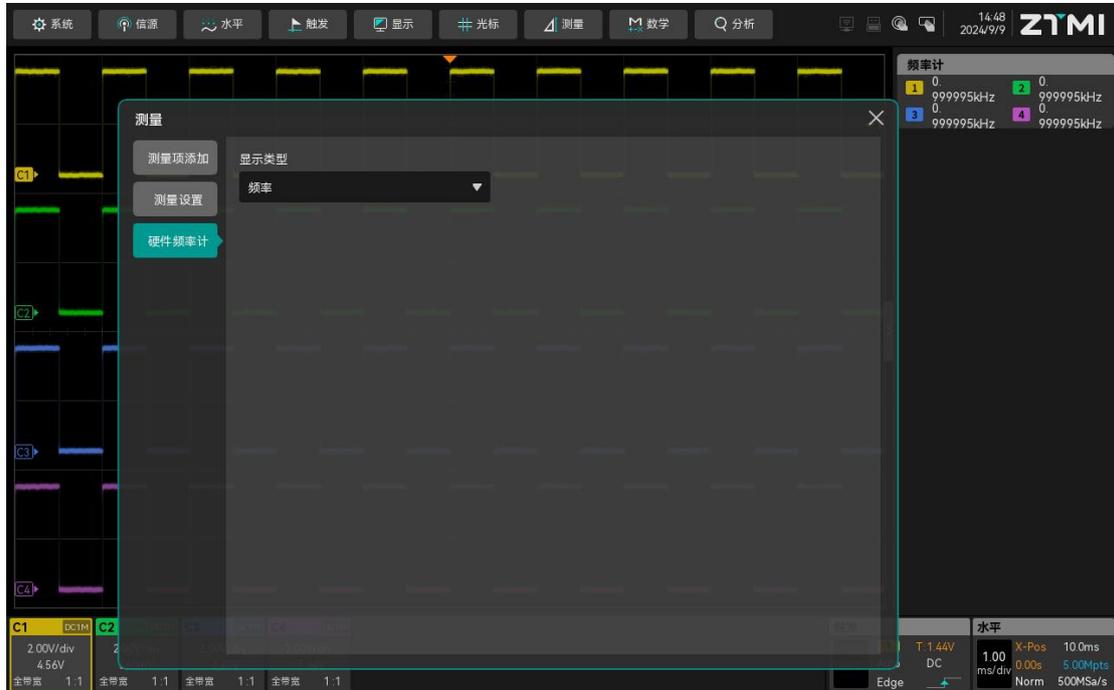


图 13.19 通道选择和频率显示

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

14. 波形搜索

14.1 概述

用户可根据需要设置特定的搜索条件，令示波器自动搜索所需信号并标记搜索结果。通过 FPGA 全硬件并行处理，可在几百毫秒内快速遍历全存储深度的波形数据。

点击屏幕【分析】-【搜索】进入波形搜索界面，如下图 14.1 所示。



图 14.1 搜索设置菜单

14.2 搜索区域

搜索区域可根据用户需求进行选择，搜索区域有在全内存模式下的搜索、主时基模式下的搜索、Zoom1 缩放区域下的搜索、Zoom2 缩放区域下的搜索和光标范围搜索，具体如下图 14.2 所示。



图 14.2 搜索区域选择

14.3 信源选择

用户首先须确定搜索信号所在的通道，在图 14.1 所示菜单里展开“信源”中的实心倒三角，可选择 C1、C2、C3、C4、M1、M2、M3、M4、R1、R2、R3 或 R4。

14.4 搜索模式

ZUS5000 系列提供了 7 种搜索条件，例如边沿、脉宽、斜率、周期、频率、占空比、欠幅等，用户可根据需求进行选择，如图 14.3 所示。

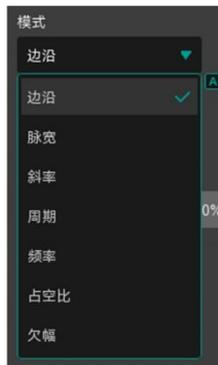


图 14.3 搜索模式

14.5 搜索类型

不同搜索模式有不同的搜索类型，详见表 14.1 所列。

表 14.1 搜索类型解析

搜索类型	说明
边沿搜索	<ul style="list-style-type: none"> 边沿搜索提供上升沿搜索、下降沿搜索
脉宽搜索	<ul style="list-style-type: none"> 脉宽搜索提供正脉冲搜索、负脉冲搜索 搜索条件: 可用于设定按脉冲宽度的上限或下限或上下限搜索，单击输入框通过旋转旋钮 A/B 调节其脉宽时间；双击输入框可自定义输入其脉宽时间
斜率搜索	<ul style="list-style-type: none"> 搜索类型选择上升沿斜率搜索、下降沿斜率搜索 搜索条件: 可用于设定按上升时间/下降时间的上限或下限或上下限搜索，单击输入框通过旋转旋钮 A/B 调节其上升时间/下降时间，双击输入框可自定义输入其上升时间/下降时间
周期搜索	<ul style="list-style-type: none"> 搜索条件: 可用于设定按周期的上限或下限或上下限搜索，单击输入框通过旋转旋钮 A/B 调节其周期，双击输入框可自定义输入其周期
频率搜索	<ul style="list-style-type: none"> 搜索条件: 可用于设定按频率的上限或下限或上下限搜索，单击输入框通过旋转旋钮 A/B 调节其频率，双击输入框可自定义输入其频率
占空比搜索	<ul style="list-style-type: none"> 占空比搜索提供正占空比搜索、负占空比搜索 搜索条件: 可用于设定按占空比的上限或下限或上下限搜索，单击输入框通过旋转旋钮 A/B 调节占空比，双击输入框可自定义输入占空比
欠幅脉冲搜索	<ul style="list-style-type: none"> 欠幅搜索提供正欠幅搜索、负欠幅搜索和任意欠幅搜索 搜索条件: 可用于设定按欠幅脉冲宽度的上限或下限或上下限搜索，单击输入框通过旋转旋钮 A/B 调节欠幅脉冲宽度，双击输入框可自定义输入欠幅脉冲宽度

14.6 搜索结果显示

搜索功能开启后，使用全硬件搜索，当满足搜索条件时，搜索结果立刻实时显示。搜索结果的显示格式在屏幕左侧显示，如下图 14.4 所示。



图 14.4 搜索结果显示示例

对通道编号、事件索引、搜索事件总数说明如下：

搜索源

通道编号包括 C1、C2、C3、C4、M1、M2、M3、M4、R1、R2、R3 和 R4。

搜索事件总数

搜索事件总数受搜索区域限制。

事件索引

当示波器处于运行状态，仅显示搜索事件总数；当示波器处于停止状态时，会显示当前标记的编号和搜索事件总数。事件索引是当前搜索事件的索引，当前搜索事件位于显示区域的中央，如图 14.5 所示。

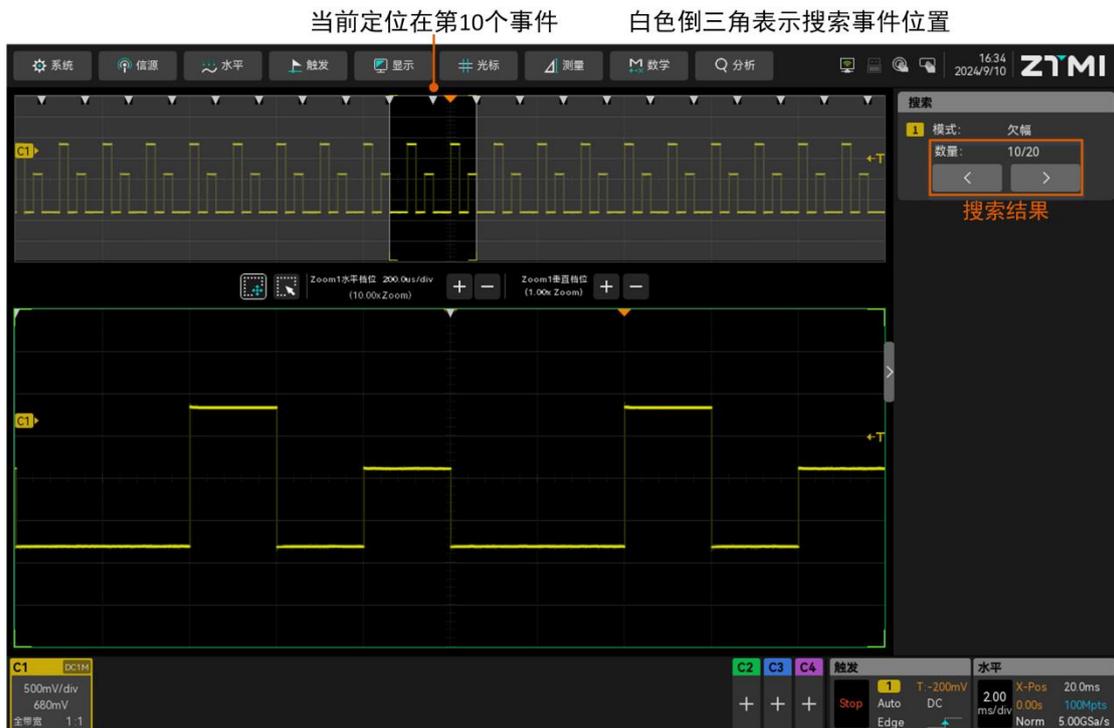


图 14.5 事件索引

14.7 搜索与波形缩放综合运用

在波形搜索时，点击示波器面板上的【Zoom】按键进入缩放模式，若搜索条件成立则在“主时基”上方会出现实心“白色倒三角形”的标记。

点击面板 Run/Stop 按键暂停，再如图 14.5 所示点击屏幕左侧“<”或“>”搜索跳转导航键，使标记事件跳转到缩放区域中心，手动触屏点击选择副时基为绿色可调选框，此时可旋转“时基档位旋钮”不断地调小缩放窗口，可对已标记的波形进行放大观察波形细节。

14.8 搜索毛刺信号实例

- 1、C1 接入一个脉宽异常信号，点击【Auto Setup】一键捕获让波形以较好的效果显示在屏幕中，如图 14.6 所示；
- 2、点击【Acquire】，选中其菜单的【存储深度】，点击实心倒三角展开，轻触选中 500Mpts 的较深存储，调节水平时基尽量让屏幕上出现较多的波形；
- 3、点击屏幕【测量】-【测量项添加】进入测量项添加界面，点击【时间类】中的【脉宽】后，【类型选择】为“正脉宽宽度”，最后点击【添加】，即可查看所测的脉冲中最小脉冲的大小，大概在 160ns 左右；
- 4、点击屏幕【分析】-【搜索】进入搜索设置界面，【搜索使能】为“ON”，【搜索区域】为“主时基”，【信源】为“C1”，【模式】选择“脉宽”，【类型】为“正脉冲”，【条件】为“小于”，【上限值】单击输入框可通过旋转旋钮 A/B 即可改变它的值，此例中调其值为 165ns（稍大于 160ns 即可）；

注：单击输入框可通过旋钮 A/B（细调/粗调）改变上限值；双击输入框可自定义输入上限值。

- 5、调节水平时基旋钮，将时基调为 50ms 左右，尽量让屏幕上有较多的波形，结果如图 14.7 所示，屏幕上的三角形白点即为搜索结果；
- 6、点击【Zoom】按键，波形进入单 ZOOM 显示模式；
- 7、点击【Stop】，在停止状态下，将水平时基慢慢调小即顺时针旋转水平时基旋钮调节到可清楚看见搜索的毛刺信号位置，如图 14.8 所示；
- 8、此时屏幕上共出现 10 个搜索结果，显示在左上角，当前为第 5 个，点击屏幕左侧“<”或“>”搜索跳转导航键可调到上一个或下一个搜索结果。

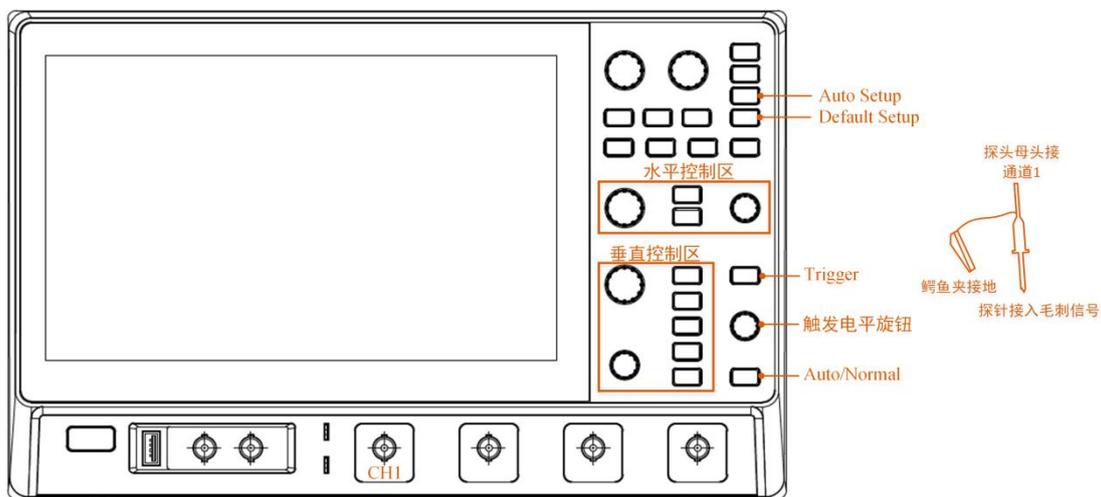


图 14.6 接入毛刺信号

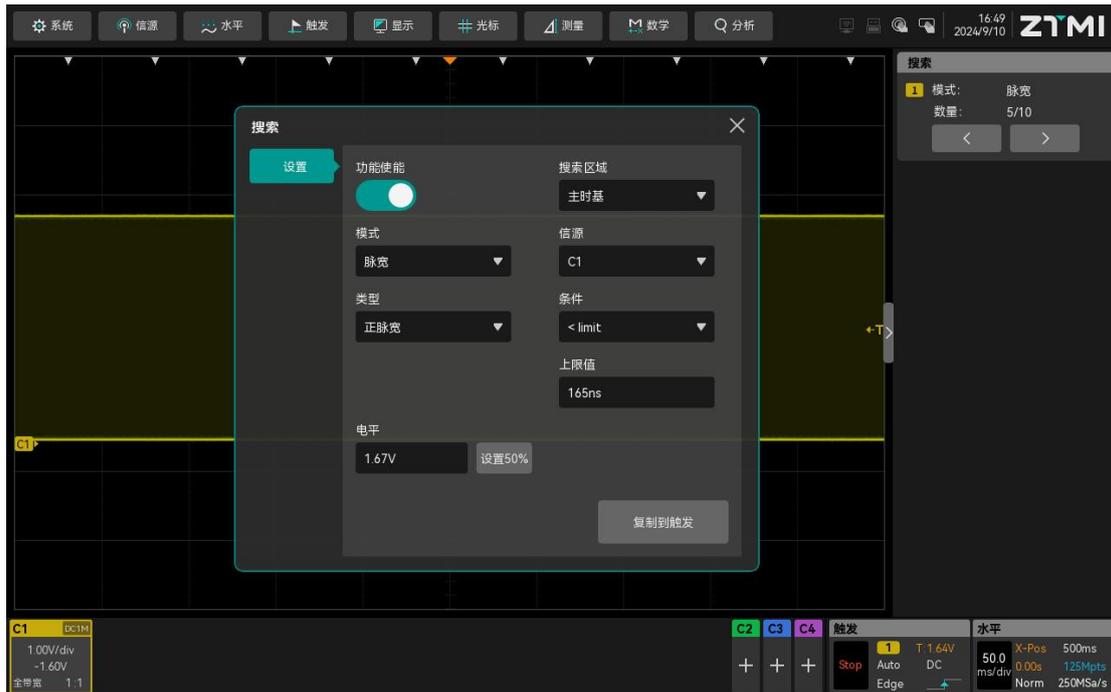


图 14.7



图 14.8

15. 协议解码

15.1 概述

用户可通过解码功能轻松发现通信错误、调试硬件、加快开发进度，如图 15.1 所示。解码帧信息简介如表 15.1 所列。



图 15.1 解码功能示意（ZUS5054Pro 型）

表 15.1 解码帧信息简介

序号	含义
(1)	最左边的箭头，用于标记一帧的开始
(2)	中间的括号内容，表示波形的协议解码结果
(3)	最右的箭头，用于标记一帧的结束

ZUS5054Pro 示波器可对四个模拟通道（C1-C2-C3-C4）的输入信号进行协议解码，包括 UART、SPI、I²C、CAN-FD、CAN、FlexRay、USB、Wiegand、LIN 等 40 余种常用协议，如图 15.2 所示。

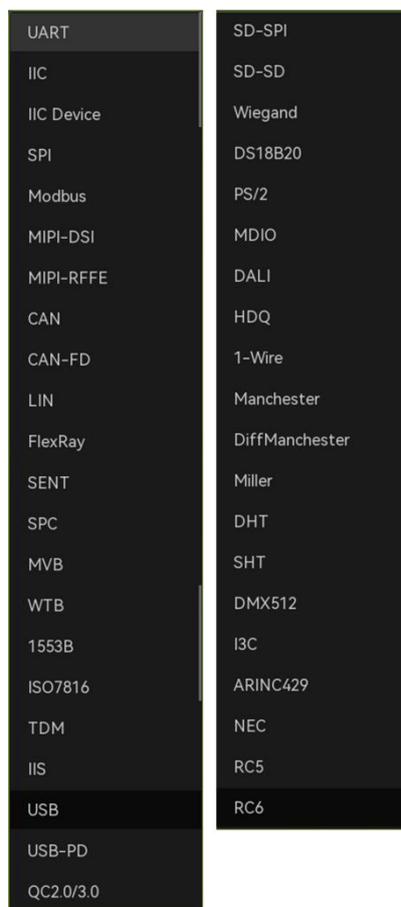


图 15.2 ZUS5054Pro 协议解码类型

点击屏幕【分析】-【解码 1】进入协议解码菜单如图 15.3 所示。

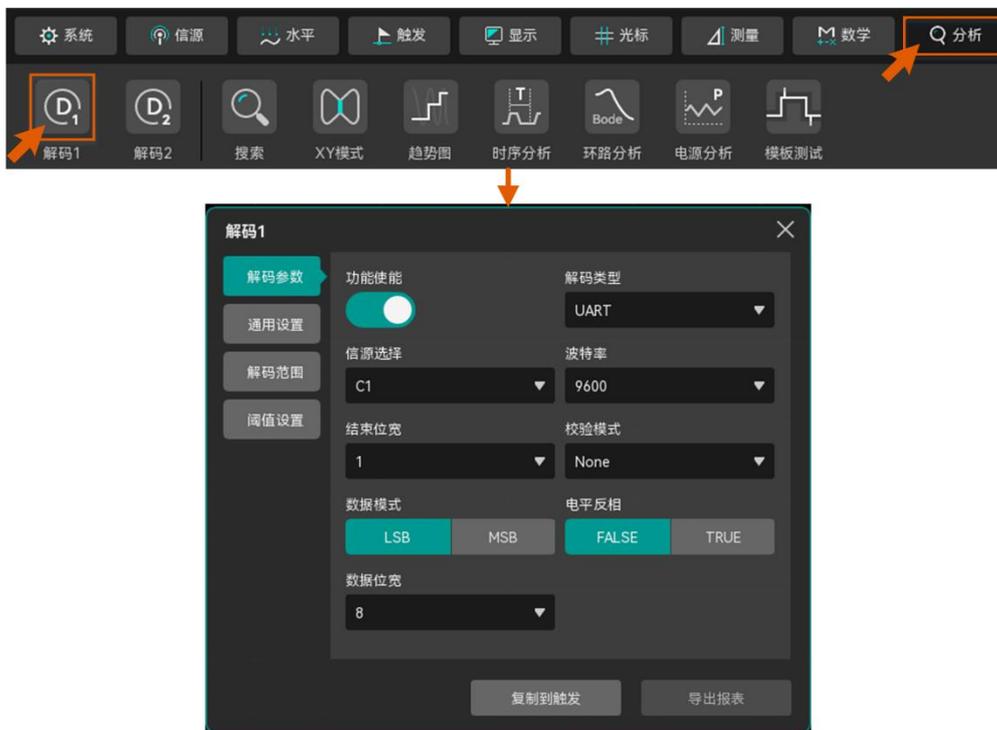


图 15.3 解码菜单

15.2 操作步骤

- 1、C1 接入一个 CANH 协议信号，如下图 15.4 所示，点击【Auto Setup】一键捕获，让波形以较好的效果显示在界面；
- 2、点击【Auto/Normal】触发方式切换为“普通”，波形较稳定显示，顺时针调节水平时基旋钮让波形至少一个完整帧显示在屏幕中央；
- 3、点击屏幕【分析】-【解码 1】，进入解码菜单，如图 15.5 所示；
- 4、选择【解码参数】中的【解码类型】，点击输入框实心倒三角展开解码类型，轻触选中“CAN”，如图 15.6 所示；在【解码参数】中可对【信源选择】、【总线类型】、【波特率】、【采样位置】等参数进行修改，参数如图 15.5 所示。可点击“复制到触发”进行协议触发；
- 5、点击【通用设置】进入通用设置界面，【显示事件表】可以设置为“ON”或“OFF”，“ON”即为打开事件表，如图 15.7 所示；【显示细节】可以设置为“ON”或“OFF”；单击【解码线位置】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）调节解码线位置，双击【解码线位置】输入框可自定义输入值进行调节；【显示类型】设置主要有“十六进制、十进制和字符”；
- 6、点击【设置】进入解码设置界面，阈值的调节可进行“手动”或者“自动”阈值调节，阈值也就是所谓的门限电压，因此这个阈值在波形的中间范围较为合适。选择手动调节阈值时，单击【阈值 C1】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）调节阈值，双击【阈值 C1】输入框可手动输入值调节阈值，如图 15.8 所示；
- 7、点击屏幕任意空白处可退出解码设置，点击“事件表显示区”，如图 15.9 所示，可通过旋转旋钮 A/B 对所有解码事件进行查看，在停止状态下，短按旋钮 A/B 可使解码事件准确定位在屏幕中央；
- 8、在停止状态下双击【D1】标签，点击【通用设置】-【导出结果】，具体可参考 24.5 [报表生成](#)。

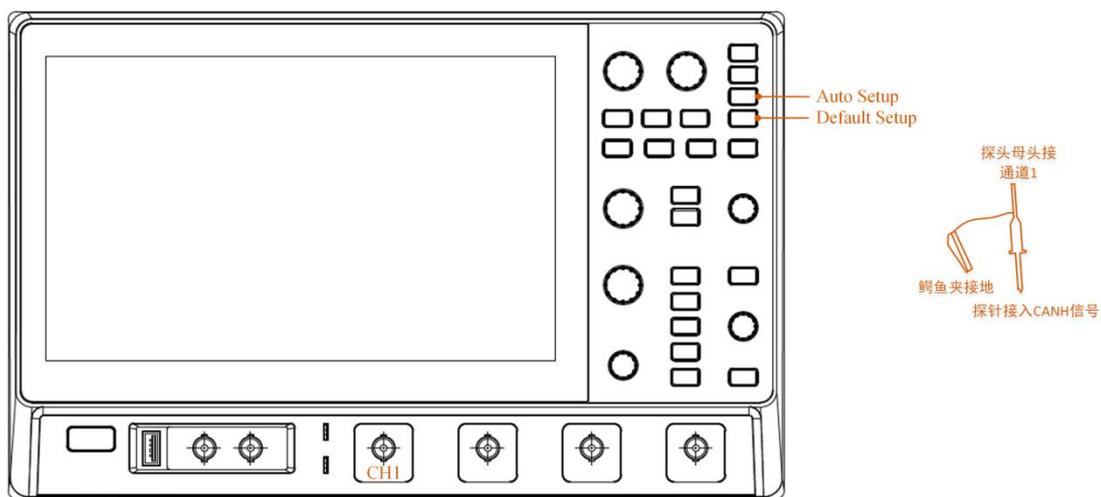


图 15.4 接入 CANH 协议



图 15.5 CAN 解码界面



图 15.6 解码类型选择



图 15.7 打开事件表



图 15.8 手动调节阈值



图 15.9 查看事件表

15.3 解码各项设置

通过上面的例子大家对协议解码有了一定的了解，接下来将进行全面的讲解。

15.3.1 解码参数

1. 选择须解码的协议

首先用户须选择要解码的协议类型。在解码参数设置菜单里，用户可选择解码类型如图 15.2 所示，包括：UART、I²C、SPI、CAN-FD、CAN、USB、LIN 等。

2. 协议参数

在使用解码功能或协议触发功能之前，用户须设置波形的协议参数。以 CAN 为例，在【解码参数】界面，进行协议参数设置如图 15.10 所示。协议参数会根据不同的协议有所不同。



图 15.10 设置协议参数

3. 协议触发

用户可设置是否启用协议触发功能，在如图 15.11 所示，点击协议解码参数设置菜单中【复制到触发】，信号将按照协议的开始位、数据位或地址位等进行触发，双击屏幕左下角“触发标签”可查看触发设置。

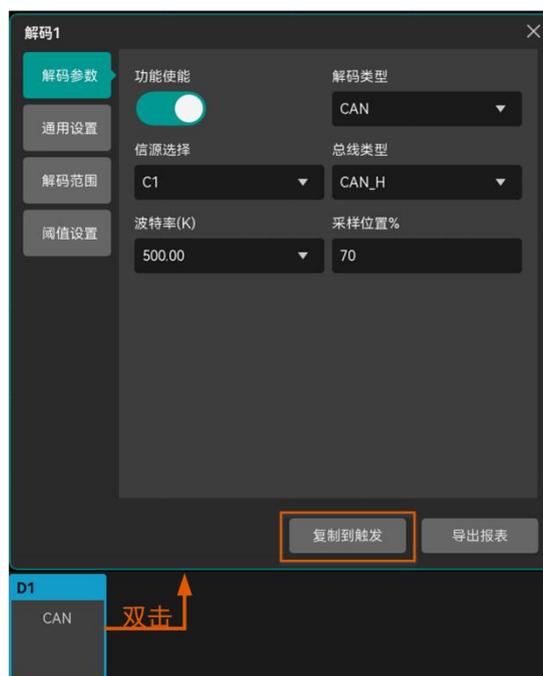


图 15.11 复制到触发

15.3.2 通用设置

通用设置可对【显示事件表】、【显示细节】、【解码线位置】、【显示类型】、【参数导入导出】等参数进行设置，如图 15.12 所示。



图 15.12 通用设置

1. 显示事件表

显示事件表可以设置为开启或关闭，开启即为打开事件表，如图 15.7 所示。

2. 显示细节

用户可选择将解码信息中一些不重要的部分屏蔽暂不显示，便于观察重要数据；在如图 15.12 所示通用设置菜单里，可选择关闭或开启细节显示功能，详见图 15.13 中细节显示功能开启与关闭时的显示内容对比。

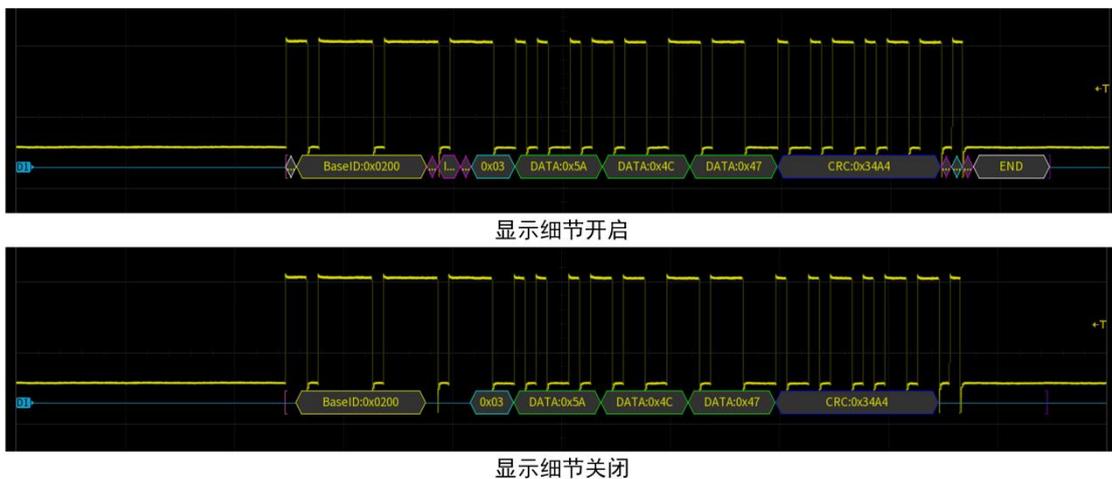


图 15.13 显示细节开启与显示细节关闭

3. 解码线位置

解码线位置可通过以下三种方式对进行调节：

- 方式一：单击【解码线位置】输入框，旋转旋钮 A/B（微调/粗调）设置解码线位置；
- 方式二：双击【解码线位置】输入框，可手动输入值调节解码线位置；
- 方式三：选中【D1】，通过旋转“垂直偏移旋钮”可调节解码线位置。



图 15.14 调节解码线位置

4. 显示类型

点击【显示类型】输入框中的白色倒三角，可选择解码分析结果的显示格式为十六进制、十进制、ASCII 字符，如图 15.15 所示。



图 15.15 编码设置

5. 参数导出导入

(1) 参数导出

用户可将当前解码参数菜单中解码类型和协议参数保存至内部 Flash 存储器或外部 U 盘。解码参数文件的文件名格式为“*.ini”。如图 15.16 所示，点击【导出】，进入文件保存界面。

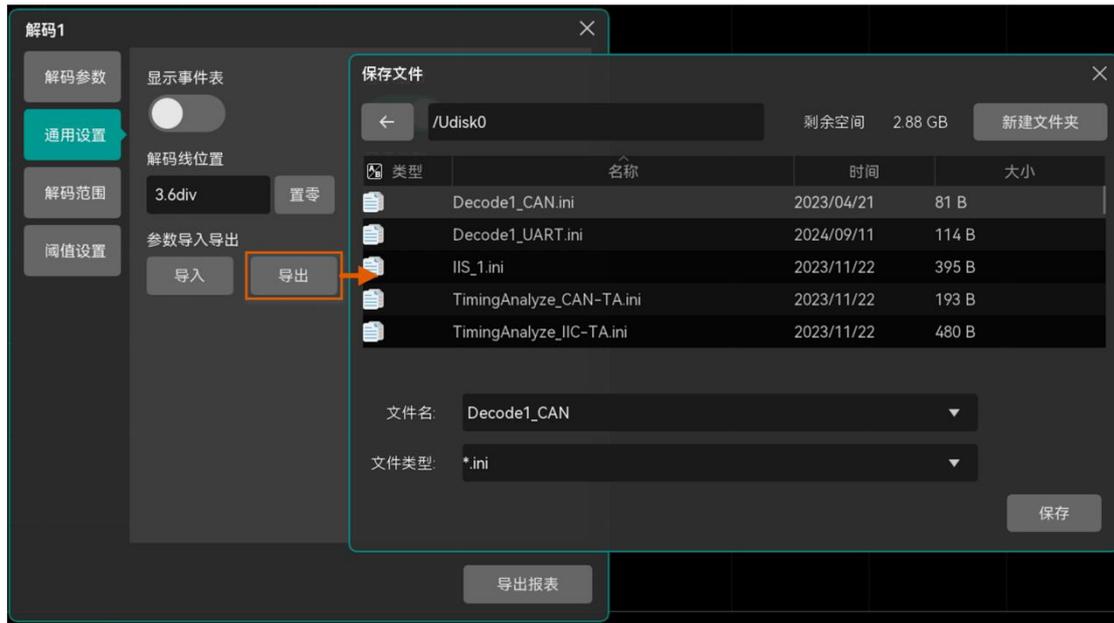


图 15.16 导出参数文件

(2) 参数导出

用户还可将仪器内部 Flash 存储器或外部 U 盘中存储的解码参数文件导入，恢复保存的解码参数设置。点击【导入】，进入文件导入界面，如图 15.17 所示。

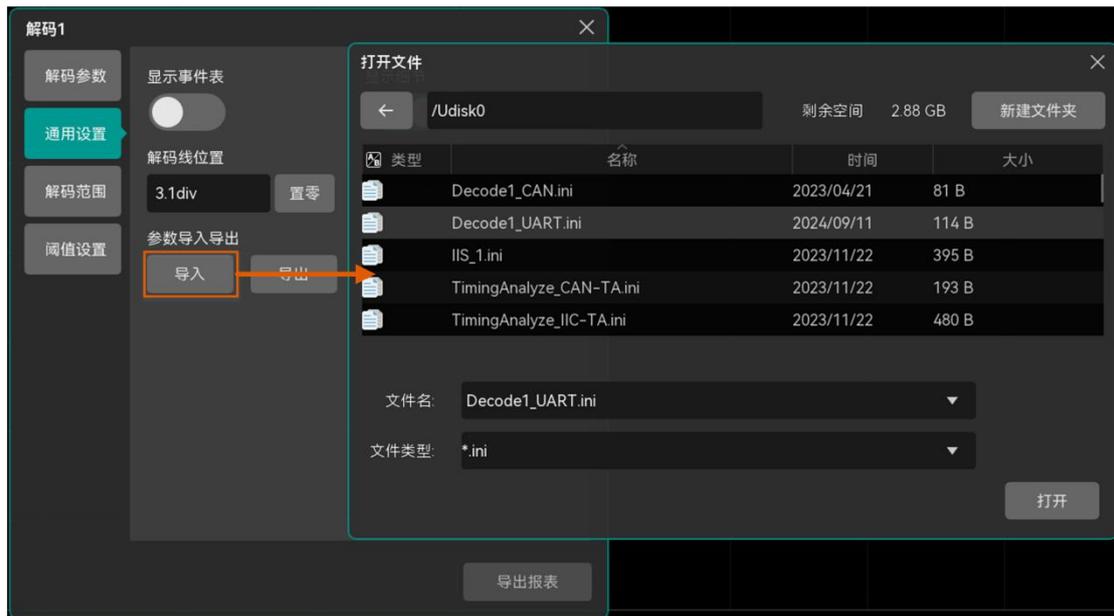


图 15.17 导入参数文件

6. 导出报表

确认事件表状态已打开时，点击【导出报表】，可将解码结果保存至内部 Flash 存储器或外部 U 盘。文件名可保存为“网页报表”格式或者“CSV”格式，具体如下图 15.18 所示。

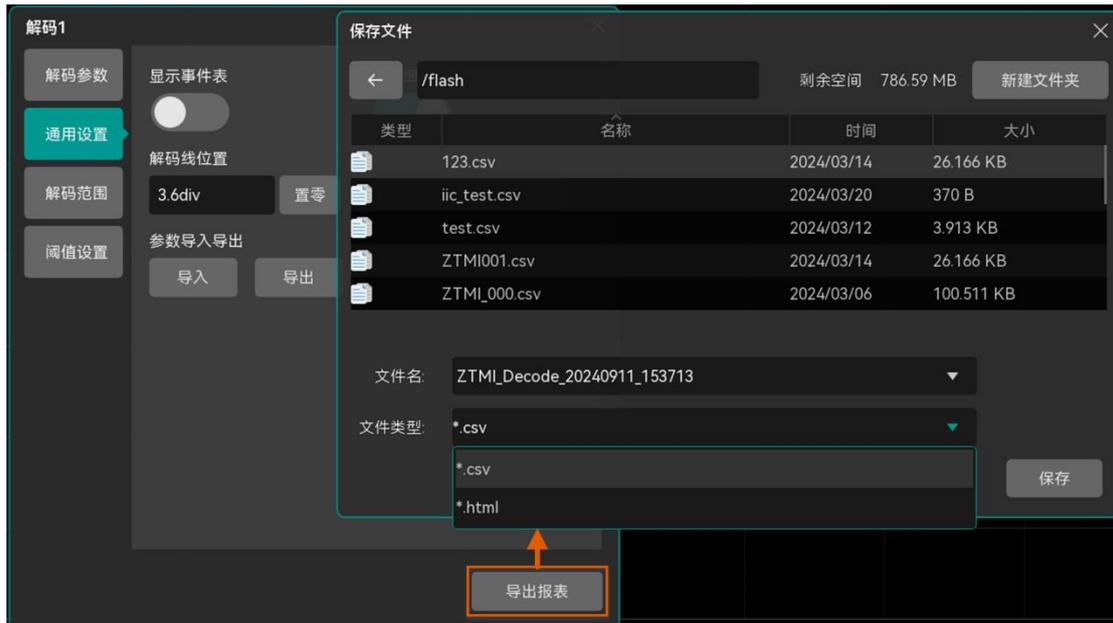


图 15.18 导出事件表

15.3.3 解码范围

1. 选项

用户可选解码范围，可选【全内存】、【全屏】、【自定义】。若选择【自定义】时，可自定义设置解码起始时间和终止时间，由两个红绿标签标注位置，如图 15.19 所示。用户可将“当前屏幕、光标、Zoom1、Zoom2、解码 2、时序分析、电源分析”的范围同步到解码 1 解码范围设置，也可将解码 1 的解码范围设置同步到“解码 2、时序分析、电源分析”的范围设置，如图 15.20 所示。

注：仅光标、Zoom1、Zoom2、解码 2、时序分析、电源分析使能时才将其范围同步到解码 1。

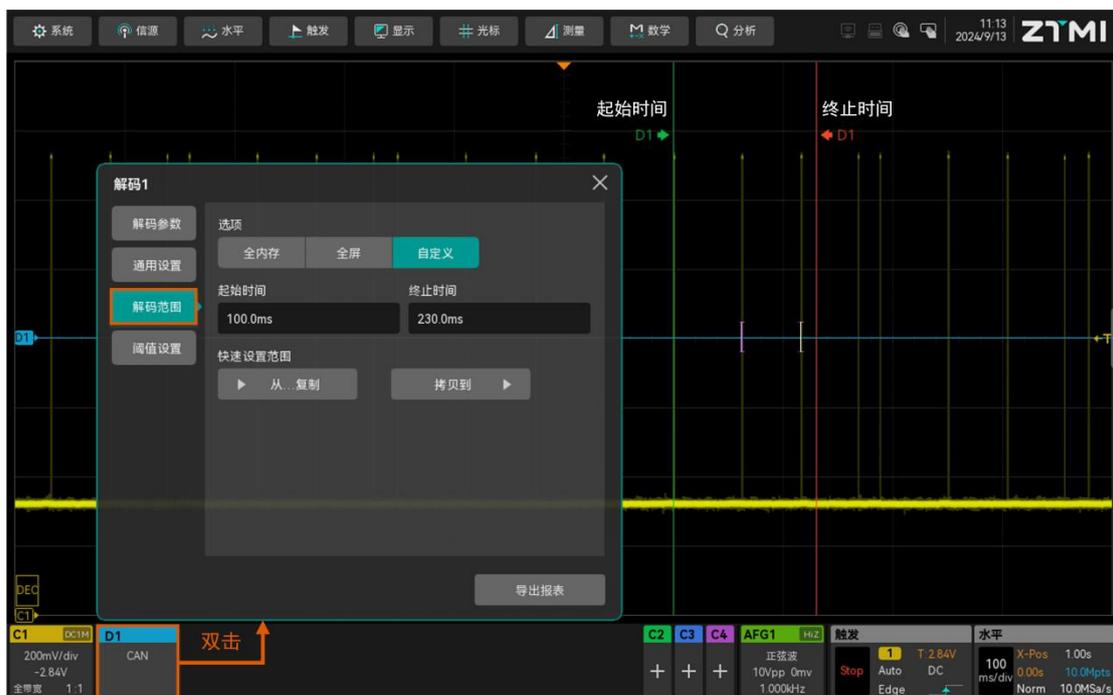


图 15.19 解码范围



图 15.20 范围同步设置

15.3.4 阈值设置

1. 自动灵敏度

【自动灵敏度】可“开启”和“关闭”，状态为“关闭”时则需要配置协议灵敏度大小，范围为 0~3div，旋转旋钮 A 步进为 0.1div，旋转旋钮 B 步进为 0.2div，不同幅度的波形需要设置不一样的灵敏度，幅度越小要设置的灵敏度值就越小，相关菜单如图 15.21 所示。用户可配置协议灵敏度的大小为相对每格电压的比例，例如 0.3div 即 1 格电压的 30%。

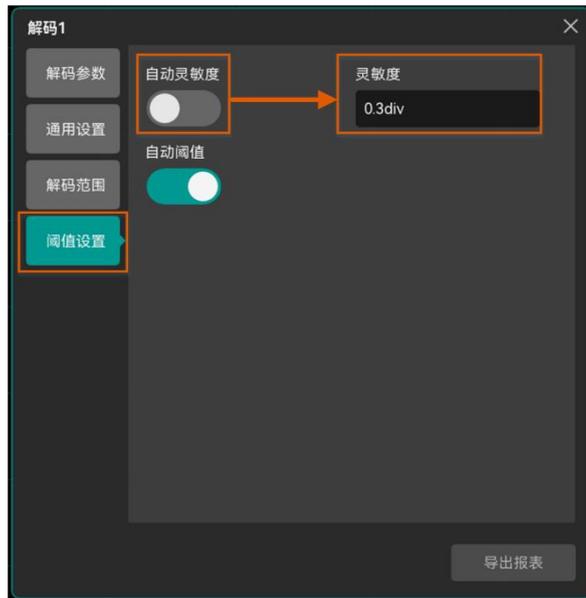


图 15.21 自动灵敏度

2. 自动阈值

一般情况下，进行解码时系统会按照波形情况自动设置通道阈值，若波形不是正常的规则信号，在运行解码功能之前，用户须自行设置通道阈值，高于通道阈值的信号电压识别为高电平，低于通道阈值的信号电压识别为低电平。通道阈值可自动设置，也可手动设置，详见图 15.22。



图 15.22 自动阈值说明

15.3.5 事件表

示波器支持以列表方式显示当前解码帧的帧信息，即事件表，如图 15.23 所示。

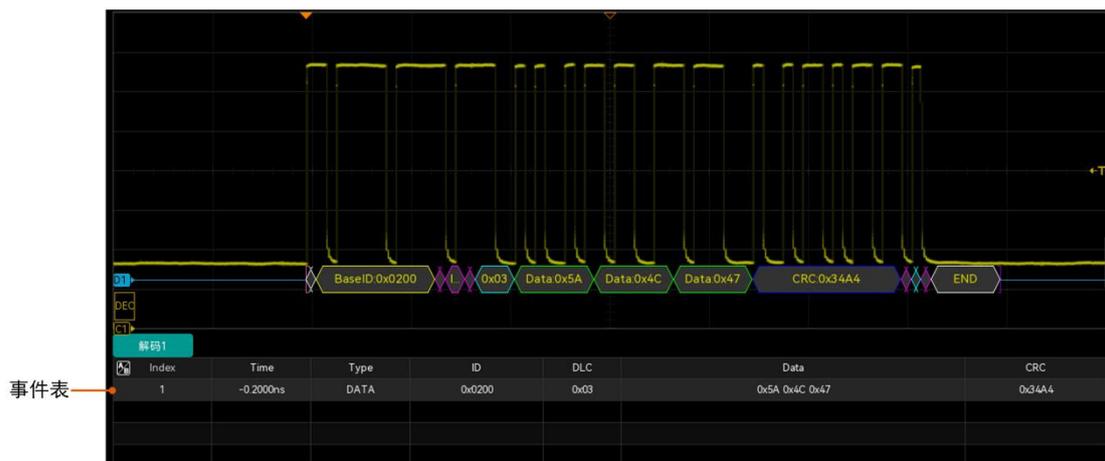


图 15.23 事件表

在图 15.23 中的事件表中具体的解析如下：

- “1”为事件帧索引编号；
- “-0.2000ns”为索引编号为1的帧数据开始时间；
- “DATA”为帧的类型；
- “0200”为帧的ID。

后面三栏的内容因协议类型不同而变化，图 15.23 中显示的为 CAN 总线的一些信息：

- “DLC”为数据长度代码；
- “DATA”为帧的数据；
- “CRC”为循环冗余检验。

点击事件表显示区，事件表显示区的右上角将会显现“”，此时可通过旋转旋钮 A/B 对所有解码事件进行查看。在停止状态下，短按旋钮 A/B 可使解码事件准确定位在屏幕中

央。在打开事件表状态下，可点击【通用设置】-【导出结果】，具体可参考 24.5 [报表生成](#)。

15.4 CAN-FD 解码实例

CAN-FD 在继承 CAN 绝对优势的基础上，弥补了 CAN 本身总线带宽和数据长度的不足。它可在保持通信可靠性的同时，通过变速传输方式大幅度的提高了数据吞吐量。

CAN-FD 升级的内容：

- 可单独提高数据段的传输波特率，最大可升高到 8Mbit/s；
- 增大每帧数据长度，字节数从 8 提升到 64；
- 使用新的 CRC 校验方案；
- 向下兼容 CAN 协议；

15.4.1 CAN-FD 解码操作步骤

- 1、 将 CAN-FD 的信号接到 C1 中，点击【Auto Setup】一键捕获波形，让波形以较好的效果显示在界面，如图 15.24 所示；

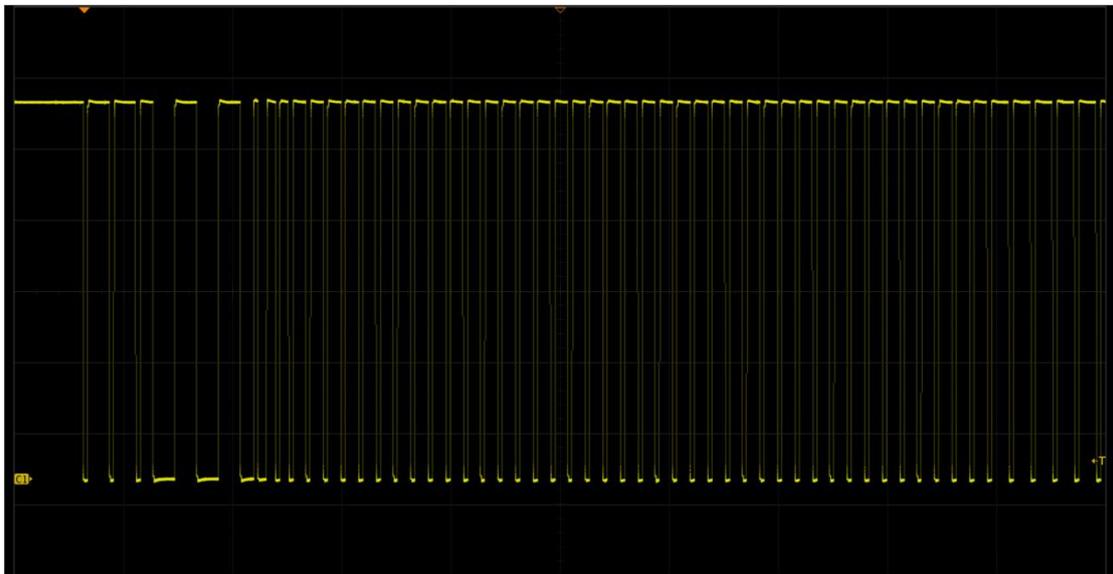


图 15.24 CAN-FD 信号捕获

- 2、 点击【Auto/Normal】将【触发方式】由自动“Auto”切换为普通“Normal”，使信号在默认上升沿触发方式下进行触发和显示；
- 3、 点击屏幕【分析】，选择【解码 1】进入解码界面；
- 4、 点击【解码类型】输入框中的白色倒三角，选中 CAN-FD 协议，点击【复制到触发】，此操作其实就是将触发类型设置为 CAN-FD，信号将触发类型由上升沿改为 CAN-FD 协议触发，信号可稳定显示，如图 15.25 所示；



图 15.25 CAN-FD 解码类型选择

- 在【解码参数】中，可以对协议参数进行设置，点击各协议参数输入框中的白色倒三角展开后可对参数进行修改，如图 15.26 所示，C1 为信号输入，总线类型为 CAN_L 或 CAN_H，波特率为 450K（可选或自定义）即普通的传输速率，FD 波特率为 500K（可选或自定义）即 CAN-FD 数据段传输的速率，一般 FD 波特率要高于普通波特率；

注：【波特率】、【FD 波特率】和【采样位置】单击输入框可通过旋转旋钮 A/B（细调/粗调）进行参数修改；双击输入框可手动输入值进行参数修改。



图 15.26 CAN-FD 协议参数配置

- 6、双击屏幕右下角触发标签可对触发模式进行设置，触发模式可选“开始位触发”、“标准数据帧触发”、“扩展数据帧触发”、“标准远程帧触发”、“扩展远程帧触发”、“错误/过载帧触发”、“FD 标准数据帧触发”和“FD 扩展数据帧触发”，如图 15.27 所示；

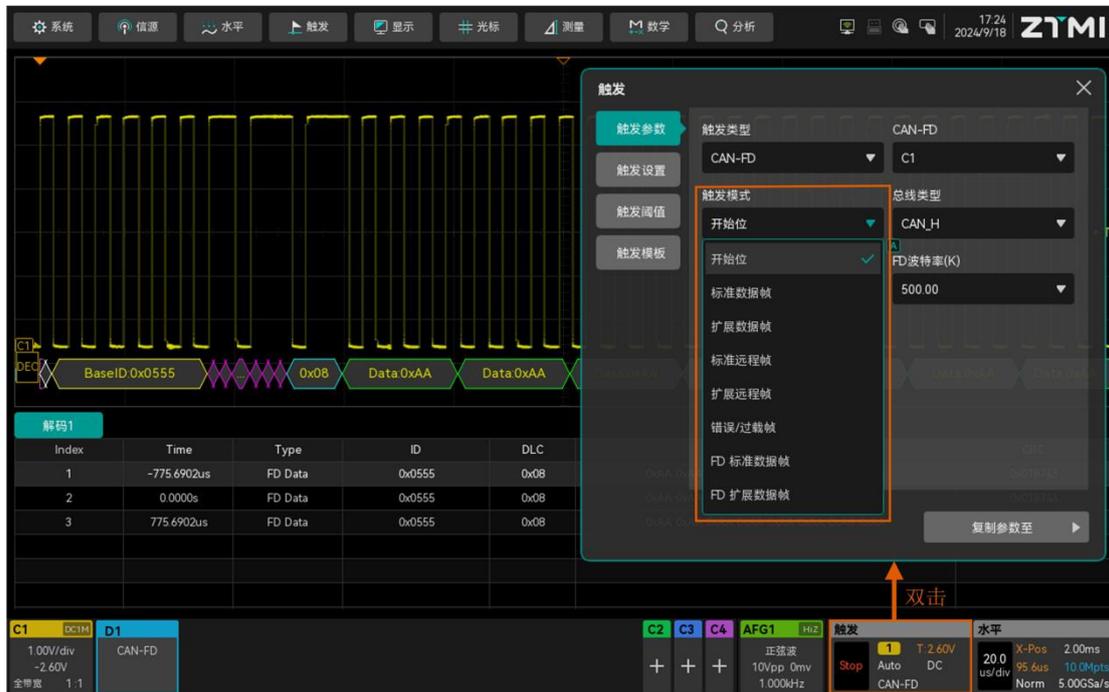


图 15.27 CAN-FD 触发模式

- 7、配置好协议参数后打开事件表即可查看所有的解码数据列表，如图 15.28 所示。点击事件表显示区将会显示“”，此时可通过旋转旋钮 A/B 选中对应的数据帧，短按旋钮 A/B 可定位选中的数据帧对其进行分析。



图 15.28 CAN-FD 解码效果

15.5 I²C 解码实例

本节介绍 ZUS5000 系列示波器的 I²C 触发与解码。

15.5.1 I²C 解码操作步骤

- 1、将 I²C 的数据和时钟信号分别接到 C1 和 C2 中，点击【Auto Setup】一键捕获波形，让波形以较好的效果显示在界面；
- 2、点击【Auto/Normal】将【触发方式】由自动“Auto”切换为普通“Normal”，使信号在默认上升沿触发方式下进行触发和显示；
- 3、点击屏幕【分析】，选择【解码 1】进入解码界面；
- 4、点击【解码类型】输入框中的白色倒三角，选中 I²C 协议，点击【复制到触发】，此操作其实就是将触发类型设置为 I²C，信号将触发类型由上升沿改为 I²C 协议触发，信号可稳定显示；
- 5、在【解码参数】中，可以对协议参数进行设置，点击各协议参数输入框中的白色倒三角展开后可对参数进行修改，如图 15.31 所示，C1 为时钟信源，C2 为数据信源，地址类型为 7 位；

● 协议参数

总线设置包括时钟信源、数据信源和地址类型：

- 时钟信源可以选择 C1-C2-C3-C4，多个通道不能同时选中同一通道。此项设置应与实际输入示波器的信号类型相符；
- 地址类型默认设为 7 位，还可以设为 10 位。10 位寻址格式与 7 位寻址格式类似，只是主模块通过两个字节的传输来发送从地址。具体区别如图 15.29 与图 15.30 所示。

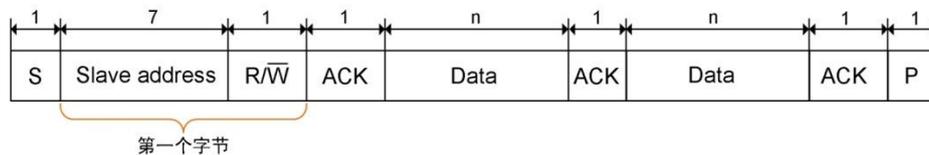


图 15.29 7 位寻址

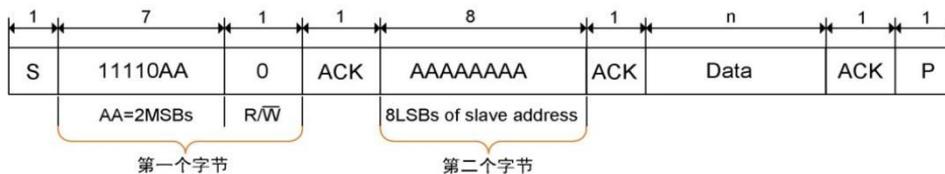


图 15.30 10 位寻址

- 6、双击屏幕右下角触发标签可对触发模式进行设置，触发模式设为地址值，触发地址为 0x50，读写模式为 R，响应类型为 ACK，如图 15.32 所示；

● 触发模式

触发设置是对触发模式的设置。I²C 协议触发模式共包括 3 种模式：**起始位**、**结束位**和**地址值**。

- 7、用户设置好【解码参数】后，可以点击【通用设置】，对【显示事件表】、【显示细节】、【解码线位置】、【显示类型】等参数进行设置，点击【显示事件表】将其打开，用户可以通过查看事件表更清晰地了解 I²C 协议信号；
- 8、点击【设置】可对【自动灵敏度】和【自动阈值】进行设置。【自动灵敏度】和【自动阈值】关闭时，可单击输入框通过旋转旋钮 A/B 进行调节，双击输入框可手动输入灵敏度和阈值；
- 9、点击事件表显示区将会显现“”，此时可以通过旋转旋钮 A/B 来查看各个事件，在停止状态下，短按旋钮 A/B 可定位到选中的解码事件，如图 15.33。在打开事件表状态下点击【通用设置】中的【导出结果】，可将解码分析的结果导出报表，具体可参考 24.5 [报表生成](#)。



图 15.31 解码协议参数



图 15.32 I²C 触发设置



图 15.33 I²C 协议解码图（7 位地址模式）

➤ 7 位寻址与 10 位寻址模式设置示例

图 15.34 为 7 位寻址与 10 位寻址的事件表对比图。

10位寻址模式	序号	开始时间	结束时间	名称	数据
	3	-288.5048us	-288.5048us	Addr_H	0x50
	4	-217.6632us	-217.6632us	W	
	5	-207.5432us	-207.5432us	NACK	
	6	-197.4228us	-197.4228us	Addr_L	0x40

7位寻址模式	序号	开始时间	结束时间	名称	数据
	3	-288.5048us	-288.5048us	Addr	0x50
	4	-217.6632us	-217.6632us	W	
	5	-207.5432us	-207.5432us	NACK	
	6	-197.4228us	-197.4228us	Data	0x40

图 15.34 7 位与 10 位地址模式解码对比

➤ 显示类型设置示例

在解码设置中可对解码波形的显示方式进行设置，显示方式包括十六进制、十进制和字符显示三种类型，如图 15.35、图 15.36 和图 15.37 所示。



图 15.35 十六进制显示



图 15.36 十进制显示



图 15.37 字符显示

➤ 显示细节效果图

在解码设置中同样可对细节是否显示进行设置，用户可通过点击【显示细节】，对显示细节设置为 ON 或是 OFF。细节显示与关闭的区别主要体现在解码的事件个数。

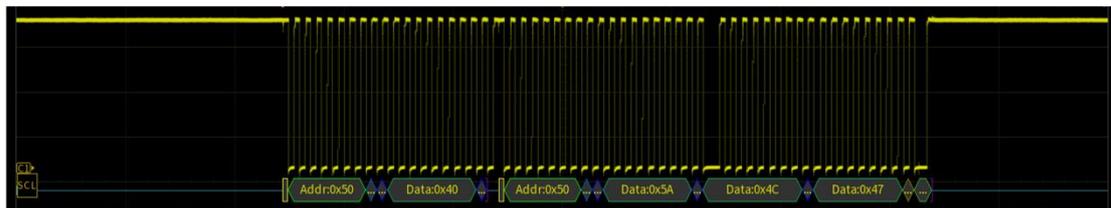


图 15.38 细节显示

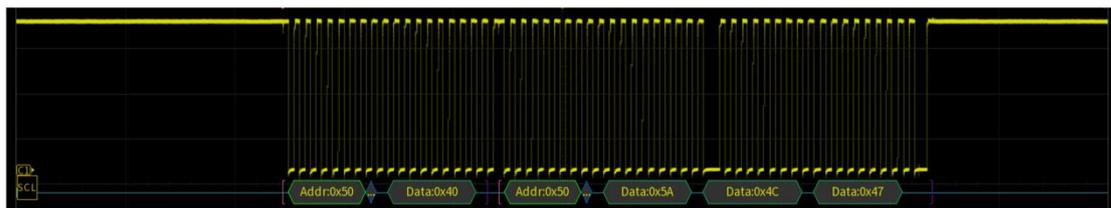


图 15.39 细节关闭

图 15.38 与图 15.39 中解码的事件表显示分别如图 15.40 和图 15.41。由事件表可得知，细节显示时有 19 个事件，而细节关闭时只有 10 个事件。同时可看出，细节关闭的解码内容相对细节显示的解码内容来说，开始位、ACK 位、NACK 位和结束位都没有显示。用户可根据具体情况设置细节的开启与关闭。

序号	开始时间	结束时间	名称	数据
1	-16.4000ns	-16.4000ns	Write	
2	-16.4000ns	-16.4000ns	Start	
3	5.0016us	5.0016us	Addr	0x50
4	75.8428us	75.8428us	W	
5	85.9632us	85.9632us	ACK	
6	96.0832us	96.0832us	Data	0x40
7	177.0452us	177.0452us	ACK	
8	197.7076us	197.7076us	Read	
9	197.7076us	197.7076us	Restart	
10	202.7256us	202.7256us	Addr	0x50
11	273.5668us	273.5668us	R	
12	283.6872us	283.6872us	ACK	
13	293.8072us	293.8072us	Data	0x5A
14	374.7888us	374.7888us	ACK	
15	384.9092us	384.9092us	Data	0x4C
16	475.8908us	475.8908us	ACK	
17	486.0112us	486.0112us	Data	0x47
18	568.1128us	568.1128us	NACK	
19	578.2328us	578.2328us	Stop	

图 15.40 细节显示完整事件表

序号	开始时间	结束时间	名称	数据
1	5.0016us	5.0016us	Addr	0x50
2	75.8428us	75.8428us	W	
3	96.0832us	96.0832us	Data	0x40
4	202.7256us	202.7256us	Addr	0x50
5	202.7256us	202.7256us	Addr	0x50
6	273.5668us	273.5668us	R	
7	293.8072us	293.8072us	Data	0x5A
8	384.9092us	384.9092us	Data	0x4C
9	384.9092us	384.9092us	Data	0x4C
10	486.0112us	486.0112us	Data	0x47

图 15.41 细节关闭完整事件表

15.6 UART/RS232/422/485 解码实例

UART 作为一种常用协议，考虑到用户对该协议的需求，ZUS5000 系列示波器也开放了对 UART 协议的解码。本章主要介绍 UART 协议的触发与解码操作。

这里说的 UART 是指 TTL 电平的串口，而 RS232 是负逻辑电平，即高电平为逻辑“0”，低电平为逻辑“1”，故在解码 RS232 时需将电平反相。具体见 15.6.1UART 解码中的电平反相。同样，在解码 RS422/485 时，也应注意电平是否要设置反相的问题。

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

15.6.1 UART 解码操作步骤

- 1、将 UART 的 TXD 接到 C1 中，点击【Auto Setup】一键捕获波形，让波形以最好的效果显示在界面中；
- 2、点击【Auto/Normal】将【触发方式】由自动“Auto”切换为普通“Normal”，使信号在默认上升沿触发方式下进行触发和显示；
- 3、点击【分析】，选择【解码 1】进入解码界面；

- 4、 点击【解码类型】输入框中的白色倒三角，选中 UART，点击【复制到触发】，此操作其实就是将触发类型设置为 UART，信号将触发类型由上升沿改为 UART 协议触发，信号可稳定显示；
- 5、 在【解码参数】中，可以对协议参数进行设置，点击各协议参数输入框中的白色倒三角展开后可对参数进行修改，如图 15.42 所示。

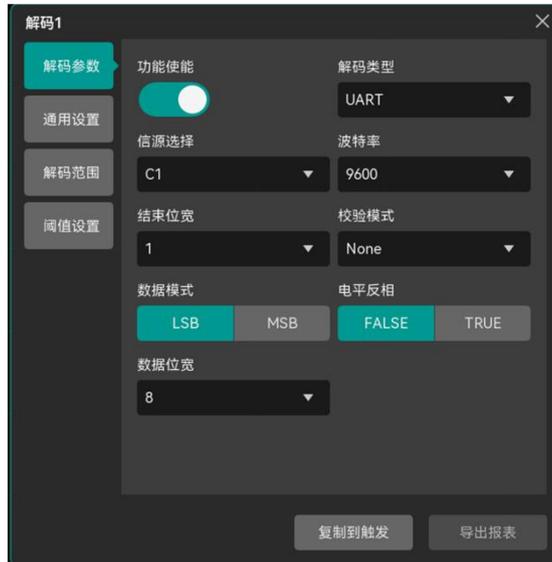


图 15.42 UART 解码协议参数

- 协议参数

协议参数中包括对 7 个指标的设置，下面分别对其进行介绍。

- 通道使能

用户可在通道使能选项菜单中可选择 C1、C2、C3 和 C4。

- 波特率

据通道信号数据的最小脉宽的倒数来估算通道信号的波特率。



图 15.43 波特率自定义

➤ 结束位宽

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

➤ 校验模式

校验位可有可无，用户可根据自己的具体需要设置。ZUS5000 系列示波器校验模式可选择：Even（偶校验）、Odd（奇校验）、Mark（填充 1）、Space（填充 0）、None（无校验）。默认为 None（无校验）。

➤ 数据模式

数据模式有两种选择：LSB、MSB。默认为 LSB 即最低有效位，数据低位先传输。而 MSB 即最高有效位，数据高位先传输。

➤ 电平反相

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

➤ 数据位宽

可选择 4、5、6、7、8、9、12、16，默认为 8 位。



图 15.44 ZUS5000 系列示波器的 UART 信号

6、双击屏幕右下角触发标签可对触发模式进行设置，触发模式如图 15.45 所示；

● 触发设置

ZUS5000 系列示波器 UART 协议的触发模式包括开始触发与数据触发两种。

➤ 开始触发

当选择开始位触发则遇到开始位进行触发。

➤ 数据触发



图 15.45 数据触发模式设置

当选择数据触发模式时，则需要进一步具体设置，数据输入为十六进制，范围为 0x00~0xFF，单击【触发数据】输入框可通过旋钮 A/B（微调/粗调）；双击【触发数据】输入框可手动输入值。

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

注：除设置【触发模式】，其余设置可在【解码参数】中一键【复制到触发】。

- 用户在设置好【解码参数】后，可以点击【通用设置】，对【显示事件表】、【显示细节】、【解码线位置】、【显示类型】等参数进行设置，点击【显示事件表】将其打开，用户可以通过查看事件表更清晰地了解 UART 协议信号；
- 点击事件表显示区将会显现“”，此时可以通过旋转旋钮 A/B 来查看各个事件，在停止状态下，短按旋钮 A/B 可定位到选中的解码事件，如图 15.46 所示。在打开事件表状态下可点击【通用设置】中的【导出结果】，可将解码分析的结果导出报表，具体可参考 24.5 [报表生成](#)；
- UART 协议触发设置条件为 8 位数据位宽，触发数据为 0x5A（字符显示为 Z），波特率为 9600，1 位结束位宽，无校验模式，数据模式为默认的 LSB，电平无反相。由图 15.46 中所示可知 UART 协议触发点准确定位在数据 0x5A。



图 15.46 UART 协议触发与解码

16. FIR 硬件实时滤波器

16.1 概述

FIR 数字滤波器是“有限长单位冲击响应滤波器”，又称为非递归型滤波器，它可以在保证任意幅频特性的同时具有严格的线性相频特性，同时其单位抽样响应是有限长的。

FIR 硬件实时数字滤波器处于数字信号处理前端，可以对 ADC 采样的数字信号进行实时低通滤波，可广泛应用于电源、电机测试等场合，能有效滤除噪声与干扰信号。

点击屏幕【水平】-【数字滤波】进入数字滤波界面，目前硬件滤波仅支持低通滤波，如下图 16.1 所示。

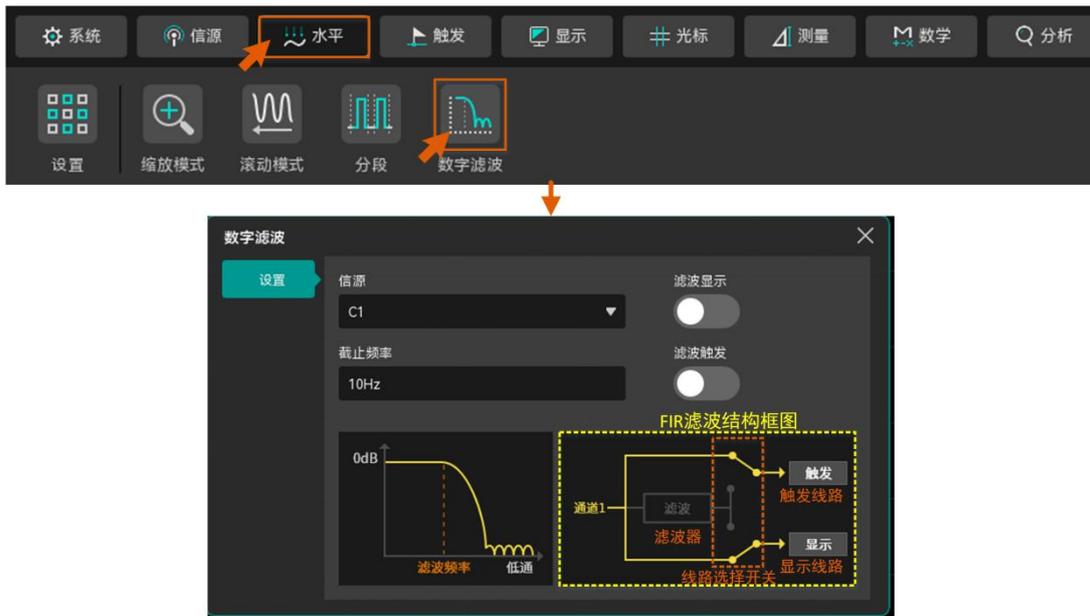


图 16.1 FIR 滤波界面

16.2 通道源

用户首先须确定输入信号所在的通道，在如图 16.2 所示菜单里点击【信源】，可选择 C1、C2、C3 或 C4。

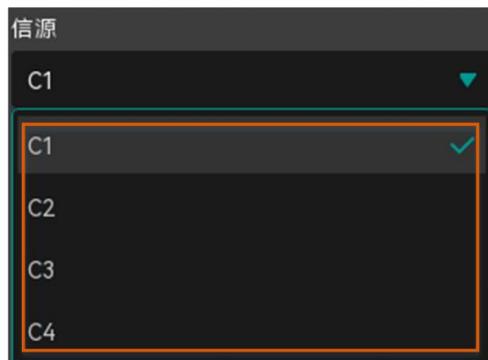


图 16.2 通道源选择

16.3 滤波触发/显示

【滤波触发】默认是关闭 OFF 状态，经过 ADC 后的波形直接进行触发；点击切换为

ON 状态，此时经过 ADC 后的波形会先经过滤波再进行触发。

【滤波显示】默认是关闭 OFF 状态，经过 ADC 后的波形直接进行存储和显示；点击切换为 ON 状态，此时经过 ADC 后的波形会先经过滤波再进行存储和显示。

主要如图 16.3 所示。



图 16.3 滤波触发和显示

16.4 滤波频率

单击【截止频率】输入框可通过旋钮 A 进行微调，旋钮 B 进行粗调；双击【截止频率】输入框可手动输入滤波频率。滤波频率范围为 10Hz~500MHz，如图 16.4 所示。信号高于所设置的截止频率时将会进行滤波处理。



图 16.4 滤波频率调节

16.5 运用实例

C1 和 C2 输入相同的 500 Hz 带噪声的信号，C1 不使用 FIR 硬件滤波功能，C2 使用 FIR 硬件滤波功能，且开启滤波显示，滤波频率为 536Hz，点击屏幕任意一处可关闭框图显示信息，效果如图 16.5 所示。



图 16.5 噪声滤波设置

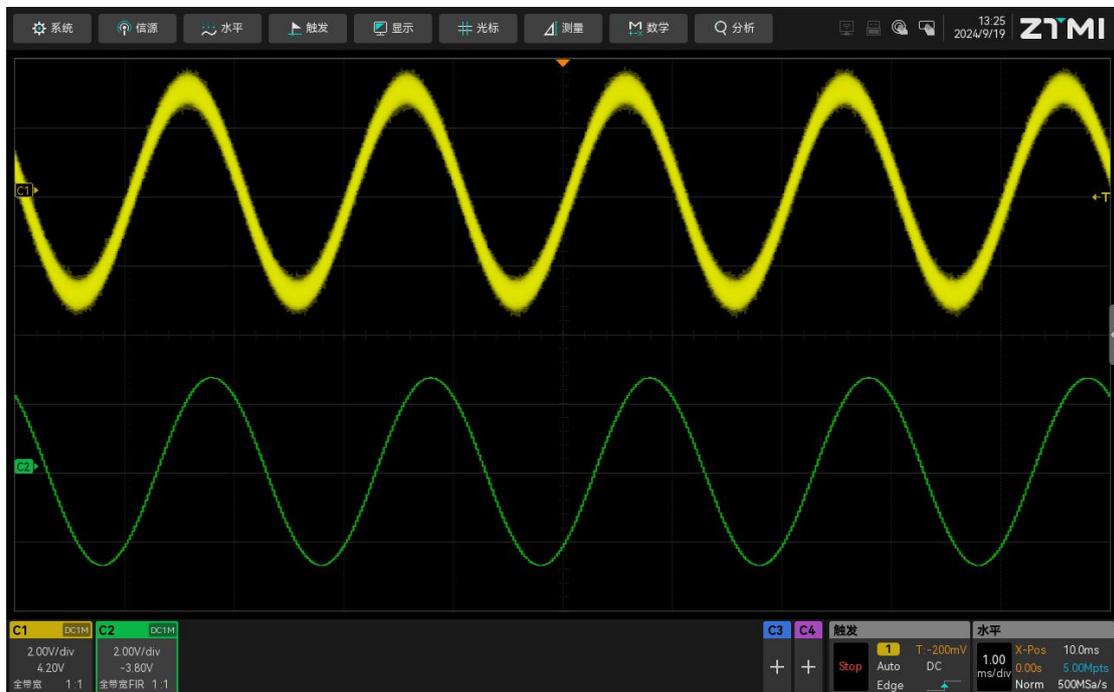


图 16.6 噪声滤波效果图

17. 数学运算

17.1 概述

ZUS5000 系列示波器可实现各通道波形的多种数学运算，包括加法 ($A+B$)、减法 ($A-B$)、乘法 ($A\times B$)、除法 ($A\div B$)、微分、积分、滤波运算、三角函数、指数、对数、开方、绝对值、取反、逻辑运算等。

用户点击屏幕【数学】-【数学 1】进入数学运算菜单，如图 17.1 所示。用户可设置运算模式、表达式类型、信源等参数。

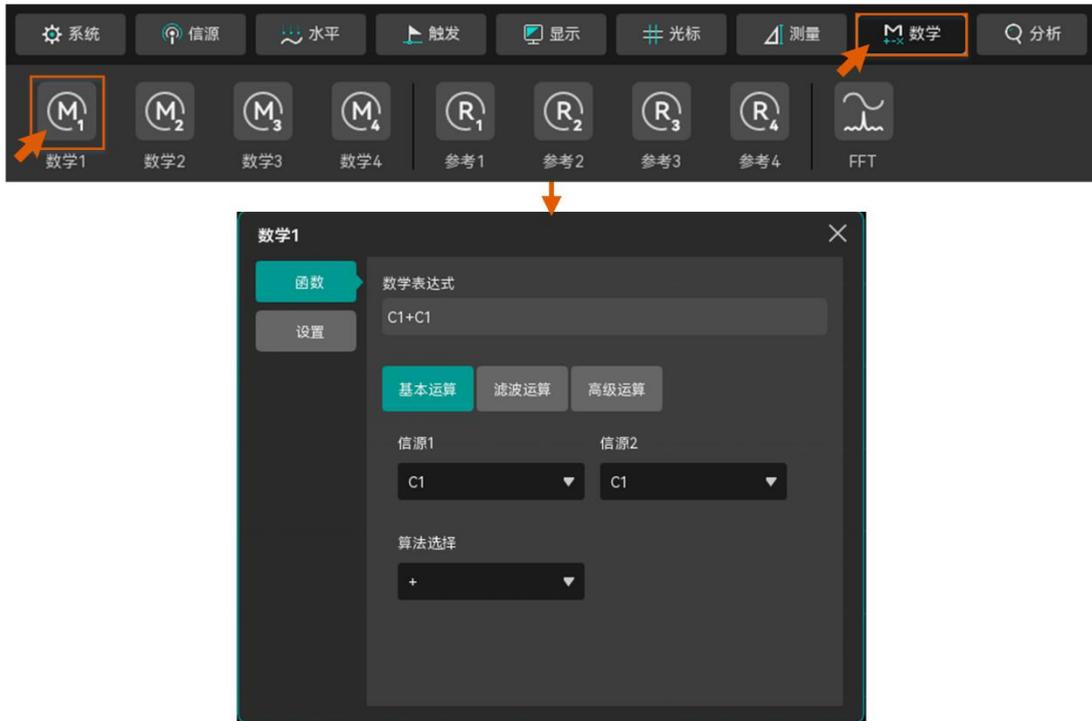


图 17.1 数学运算菜单

如图 17.2 所示，点击【设置】可对【通道开关】、【通道显示】、【标签】、【计算区域】、【档位】、【偏移】等参数进行设置。



图 17.2 数字运算通用设置

17.1.1 计算区域

数学运算可对信号进行区域运算，计算范围有在全内存模式下的计算、普通模式下的计算，Zoom1 缩放模式下的计算、Zoom2 缩放模式下的计算和光标范围计算，具体如下图 17.3 所示。



图 17.3 计算区域

17.1.2 垂直档位/偏移

垂直档位/偏移有两种方式进行调节，具体调节如图 17.4 所示。垂直档位范围为 $1nU/div \sim 500GU/div$ ，垂直偏移范围为 $-2TU \sim 2TU$ ，U (unit) 表示任意计算单位。

注：用户可自定义修改单位，展开【自定义单位】输入框内白色倒三角可选择常见单位或双击输入框自定义单位。

- 方式一：垂直量程调节旋钮可用于调节运算后波形的垂直量程；垂直偏移旋钮可调节运算后波形的垂直偏移；
- 方式二：双击数学运算标签后点击【设置】，再单击【档位】或【偏移】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）进行调节；双击【档位】或【偏移】输入框可手动输入值进行调节。



图 17.4 运算波形垂直调节

17.2 基本运算

基本运算主要是加法，减法，乘法，除法，微分和积分的运算。

17.2.1 运算类型

点击【算法选择】，可以选择不同的运算方式，如图 17.5 所示。

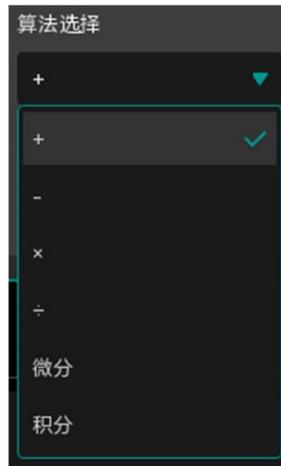


图 17.5 算法选择

17.2.2 信源选择

信源 1 和信源 2 可以选择 C1、C2、C3、C4、M1、M2、M3、M4、R1、R2、R3、R4，如图 17.6 所示，选择完信源后将会按照所选的通道进行数学运算。

注：信源 1 和信源 2 不可选本次数学运算通道。

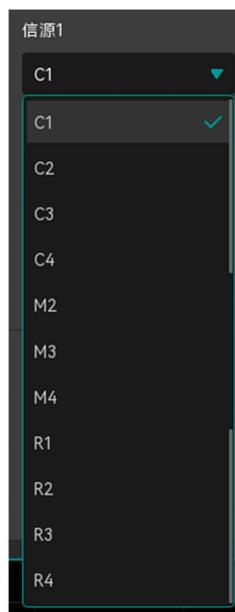


图 17.6 信源选择

17.2.3 实例运用

积分运算可以伏-秒为单位计算脉冲能量或测量波形下的面积。以积分信源 1 的方波波形为例，实现效果如下图 17.7 所示。



图 17.7 积分运算

17.3 滤波运算

滤波运算类型有低通滤波、高通滤波。

17.3.1 信源选择

信源可以选择 C1、C2、C3、C4、M1、M2、M3、M4、R1、R2、R3、R4，如图 17.8 所示，选择完信源后将会按照所选的通道进行滤波运算。

注：信源选择不可选本次数学运算通道。

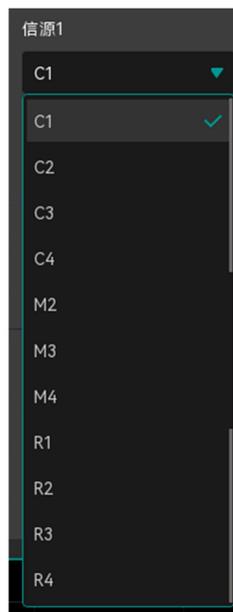


图 17.8 滤波运算信源选择

17.3.2 滤波器类型

点击【滤波器类型】，滤波器类型分为有限长单位冲激响应（FIR）滤波器和无限脉冲响应（IIR）滤波器。滤波器类型如下图 17.9 所示。



图 17.9 滤波器类型

17.3.3 通带类型

点击【通带类型】，通带类型分为低通和高通，如图 17.10 所示。



图 17.10 通带类型

17.3.4 截止频率

单击【截止频率】输入框可通过旋转旋钮 A 进行微调，旋转旋钮 B 进行粗调；双击【截止频率】输入框可手动输入滤波频率。滤波频率范围为 1Hz~10GHz，如图 17.11 所示。



图 17.11 截止频率

17.3.5 实例运用

C1 输入 1kHz 带 10kHz 噪声的信号，使用低通滤波运算，截止频率为 2kHz，效果如图 17.12 所示。



图 17.12 低通滤波运算

17.4 高级运算

高级运算包含基本运算符、逻辑运算符、函数运算等组合而成的多项表达式运算，主要是微分、积分、对数、指数、三角函数以及逻辑关系等多种运算方式的综合运算。可自定义运算表达式的运算方式和运算类型，双击【数学表达式】后界面如下图 17.13 所示。



图 17.13 高级运算界面

- **数学表达式:** 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 64 个字节；
- **滤波类型选项:** 可以组合成低通滤波、高通滤波、带通滤波、带阻滤波等运算。如表 17.1 所示；

- **函数选项:** 主要提供几种常用的函数式, 表 17.2 为各个函数的功能;
- **通道选项:** 可以与数字通道组合成 C1、C2、C3、C4、M1、M2、M3、M4、R1、R2、R3、R4 提供任一通道或者多个通道选择;
- **数字选项:** 可选择 0~9 之间的整数数字, 与通道选项或者函数选项组成运算表达式;
- **运算选项:** 主要是逻辑运算符的选择, 如下表 17.3、表 17.4 所示、表 17.5 为基本运算关系介绍。

表 17.1 滤波组合选项

滤波类型	滤波器类型	表达式
低通滤波	FIR	FIRLowPassFILT(i,n)
	IIR	IIRLowPassFILT(i,n)
高通滤波	FIR	FIRHighPassFILT(i,n)
	IIR	IIRHighPassFILT(i,n)
带通滤波	FIR	FIRBandPassFILT(i,m,n)
	IIR	IIRBandPassFILT(i,m,n)
带阻滤波	FIR	FIRBandStopFILT(i,m,n)
	IIR	IIRBandStopFILT(i,m,n)

注: “i” 表示通道, “m” 和 “n” 表示截止频率。

表 17.2 函数选项功能

函数名	功能
Intg(积分的计算。对波形的积分运算可以衡量波形下的面积或脉冲能量
Diff(离散时间的微分计算。对波形微分可以衡量波形瞬间的斜率
Ln(所选项的自然对数的计算 (以常数 e 为底数)
Exp(所选项的指数计算, 即以 e 为底的指数计算
Sqrt(所选项的平方根计算
Sin(所选项的正弦值计算
Cos(所选项的余弦值计算
Tan(所选项的正切值计算

表 17.3 运算符选项功能

运算符	功能
.	小数点: 整数部分和小数部分的分界号
,	逗号: 可用于间隔不同参数项
()	圆括号: 可用于提高括号内运算符的优先级

表 17.4 运算符格式

运算功能	运算符格式	运算功能	运算符格式
加	+	等于	=
减	-	大于等于	>=
乘	*	小于等于	<=
除	/	逻辑“与”	&&
大于	>	逻辑“或”	
小于	<	逻辑“非”	!

注：逻辑“与”、“或”、“非”需按上述格式书写。

表 17.5 逻辑运算选项表

运算符	具体描述		
与“&&”	两个二进制位逻辑与关系如下所示：		
	A	B	A&&B
	0	0	0
	0	1	0
	1	0	0
	1	1	1
或“ ”	两个二进制位逻辑或关系如下所示：		
	A	B	A B
	0	0	0
	1	0	1
	0	1	1
	1	1	1
非“!”	一位二进制逻辑非运算结果如下所示：		
	A	! A	
	0	1	
大于“>”	关系运算符“>”运算结果如下：		
	A>B	A<B	A=B
	1	0	0
小于“<”	关系运算符“<”运算结果如下：		
	A>B	A<B	A=B
	0	1	0
大于等于“>=”	关系运算符“>=”运算结果如下：		
	A>B	A<B	A=B
	1	0	1
小于等于“<=”	关系运算符“<=”运算结果如下：		
	A>B	A<B	A=B
	0	1	1

17.4.1 自定义表达式操作

如图 17.14 界面所示：

- 轻触选中【滤波类型选项】、【函数选项】、【通道选项】、【数字选项】和【运算选项】中的任意一项，所选的项目将显示在“数学表达式”的方框中；

- 在编辑表达式时，可以通过【←】键删除当前输入框中光标左侧的字符，也可以通过【清空】键，清除表达式框中已输入的所有字符；
- 完成表达式编写后，点击【确定】，示波器将根据您的表达式进行运算并显示结果。点击“确定”后，自定义表达式界面关闭，已设置的表达式将会在“数学运算通道标签”中显示。

17.4.2 运用实例

C1 输入电压信号，C2 输入电流信号，对两个信号的乘积（功率）进行积分运算可以得到信号的能量损耗，具体运算如下图 17.14 所示。

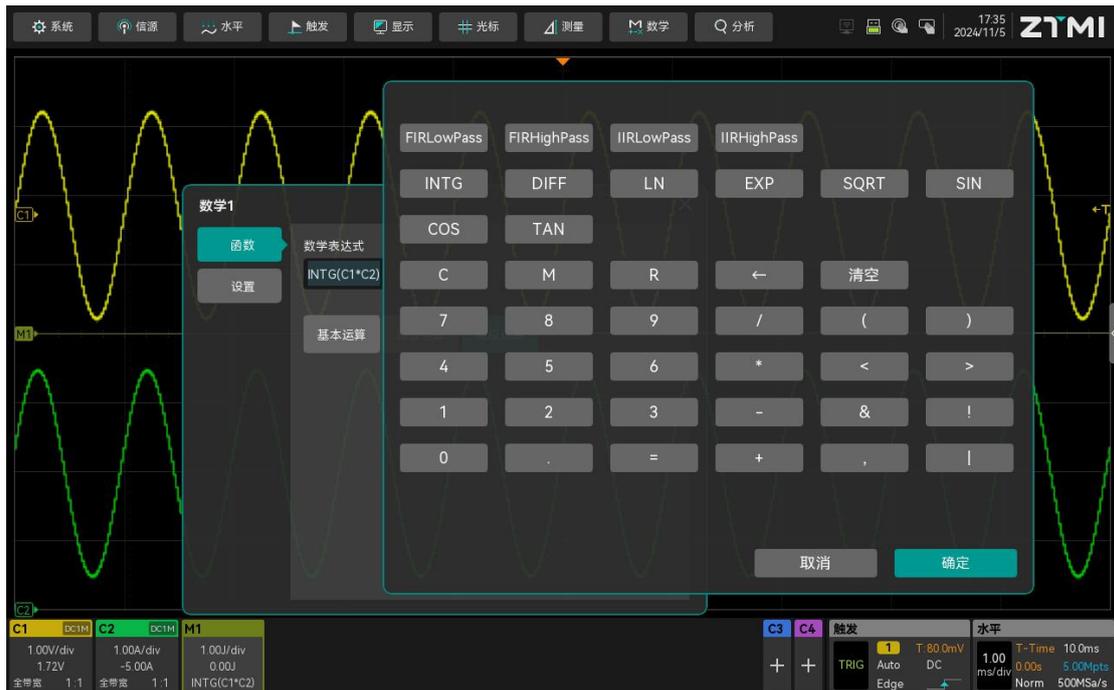


图 17.14 能量损耗表达式

确认选择表达式后，点击“确定”可进行表达式运算，点击屏幕任意一处可查看运算结果，如下图 17.15 所示。



图 17.15 能量损耗运算结果

高级运算可对信号进行区域运算，双击【M2】标签，在弹出的数字运算菜单栏中点击【设置】后，再点击【计算区域】选择【光标区域】，可打开光标区域计算。通过点击【Cursor】打开光标测量，可移动光标 A 和 B 选择计算的范围，如图 17.16 所示。



图 17.16 能量损耗的区域运算结果

18. XY 模式

ZUS5000 系列示波器时基模式除 Y-T 模式和 ROLL 模式外还可切换 X-Y 模式。

点击屏幕【分析】-【XY 模式】，当【功能使能】为“ON”状态时，将进入 XY 模式，X-Y 模式可将电压-时间显示更改为电压-电压显示，X 通道和 Y 通道可选“C1”、“C2”、“C3”和“C4”、如下图 18.1 所示。

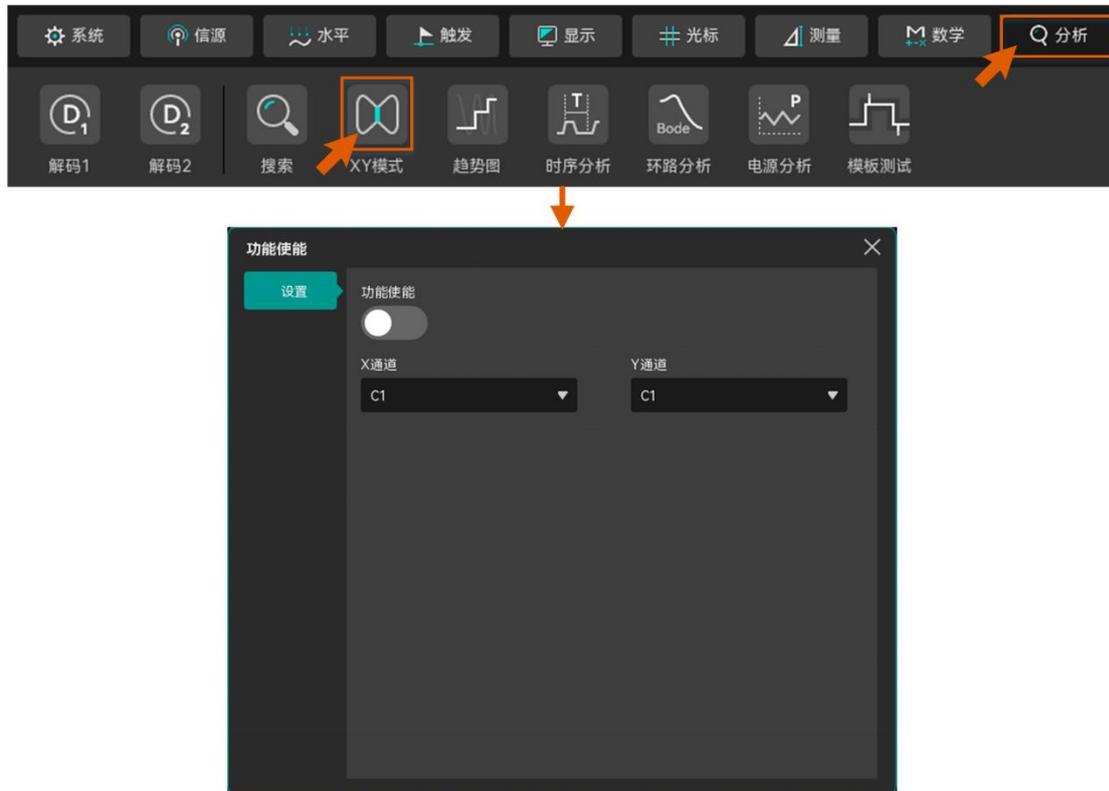


图 18.1 X-Y 模式菜单

- 开启此模式时，X 通道和 Y 通道对应通道两个通道都将自动打开，X-Y 模式显示的图形是把 Y-T 时基下的两通道输入波形的每一个点对应到 X-Y 时基中的结果；
- ZUS5000 系列示波器开启此模式时，波形显示区左侧显示 Y-T 模式原始波形，波形显示区右侧显示 X-Y 模式结果。

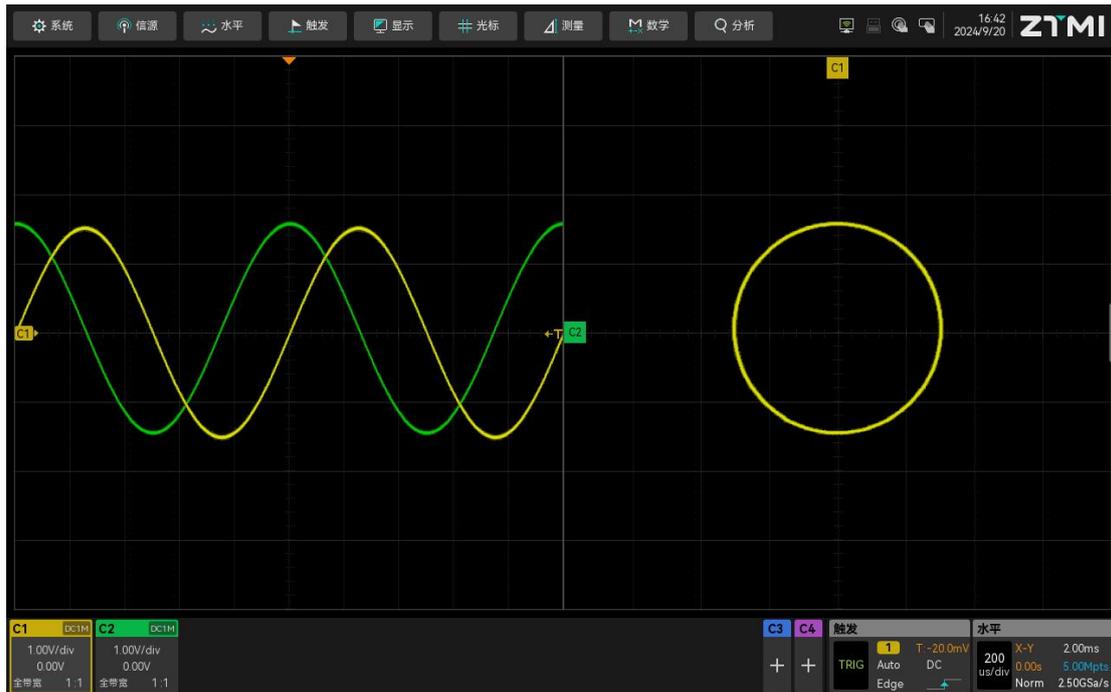


图 18.2 示波器 X-Y 模式

可以使用 X-Y 模式比较两个信号的频率和相位关系，例如测试信号经过一个电路网络产生的相位变化。

补充阅读：X-Y 模式

ZUS5000 系列各型号示波器的 X-Y 模式原理均相同，这里以 ZUS6014 示波器为例说明 X-Y 模式。X-Y 模式下，以 C1 通道信号电压为 X 值，以 C2 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 C1 通道和 C2 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 C1 通道信号和 C2 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 C1 信号的幅值 $X = A \sin(\omega t)$ ，C2 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条 45° 斜线，如图 18.3 右图所示；
- 当 $\Phi = \pi$ 时，即两个通道的信号相位相反，则 $Y = -X$ ($A = B$)，对应的显示波形即为一条 45° 斜线，如图 18.4 右图所示；
- 当 Φ 处于 0 与 π 之间时，则 X 与 Y 的关系可表示为 $X^2/a^2 + Y^2/b^2 = c^2$ (其中 a、b、c 为常数)，此时对应波形是椭圆，示例如图 18.5 右图所示；
- 当 $\Phi = \pi/2$ 并且 $A = B$ 时，得到 X 和 Y 的关系为 $A^2(\sin^2\omega t) + A^2(\cos^2\omega t) = A^2$ ，此时波形即为以 A 为半径的圆，如图 18.6 右图所示。

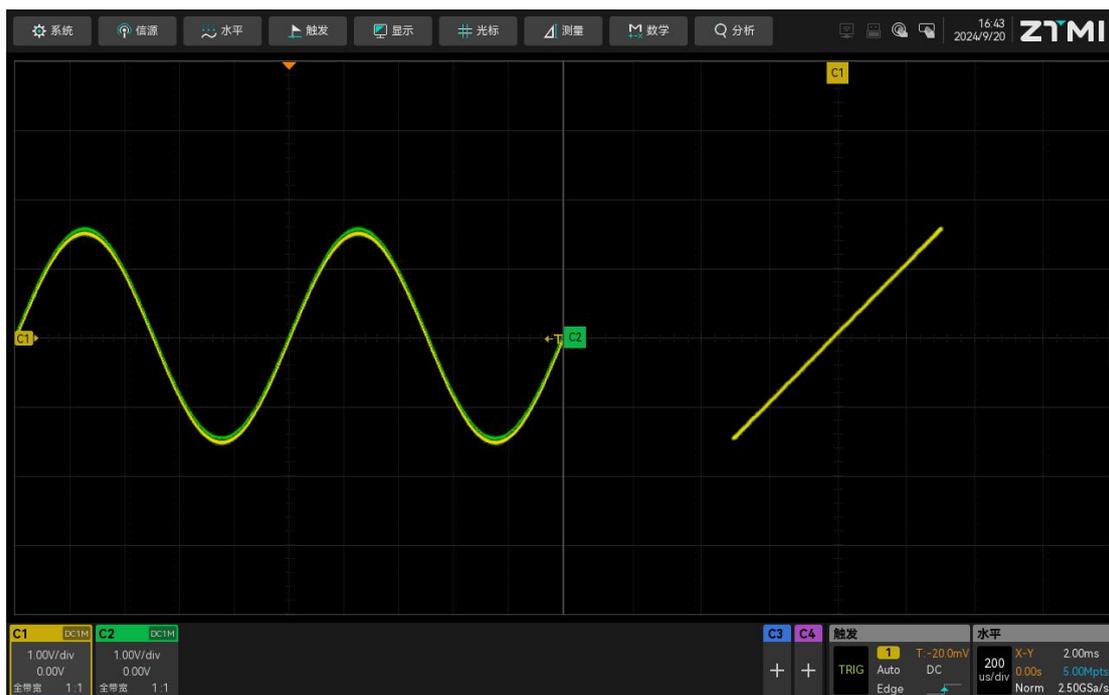


图 18.3 45°斜线

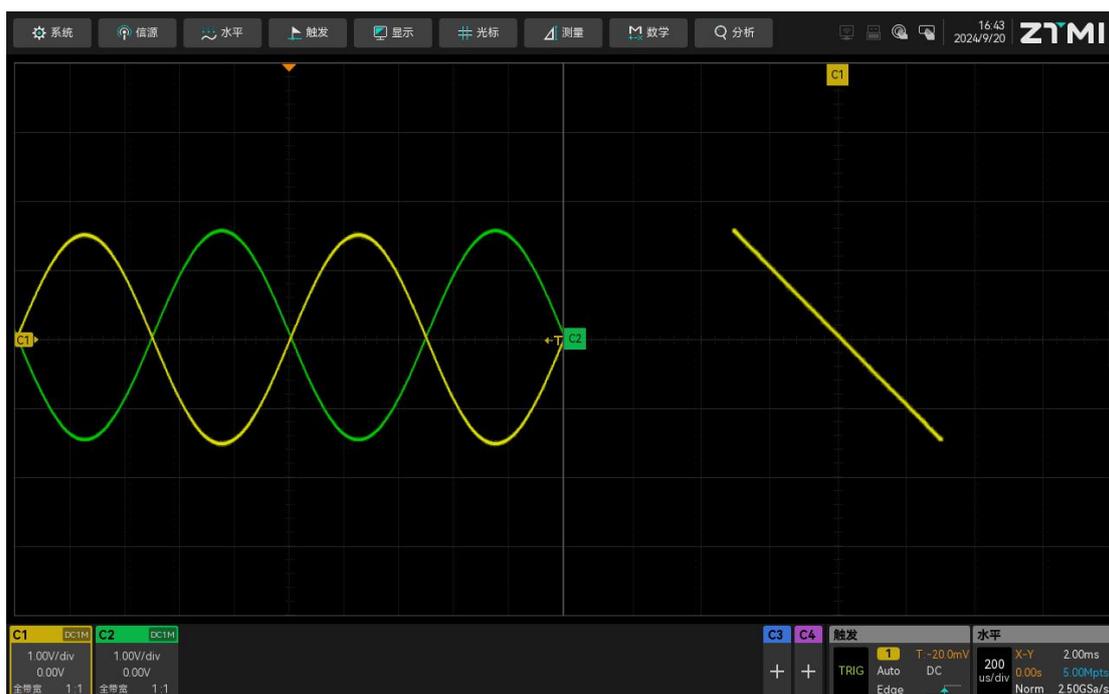


图 18.4 -45°斜线

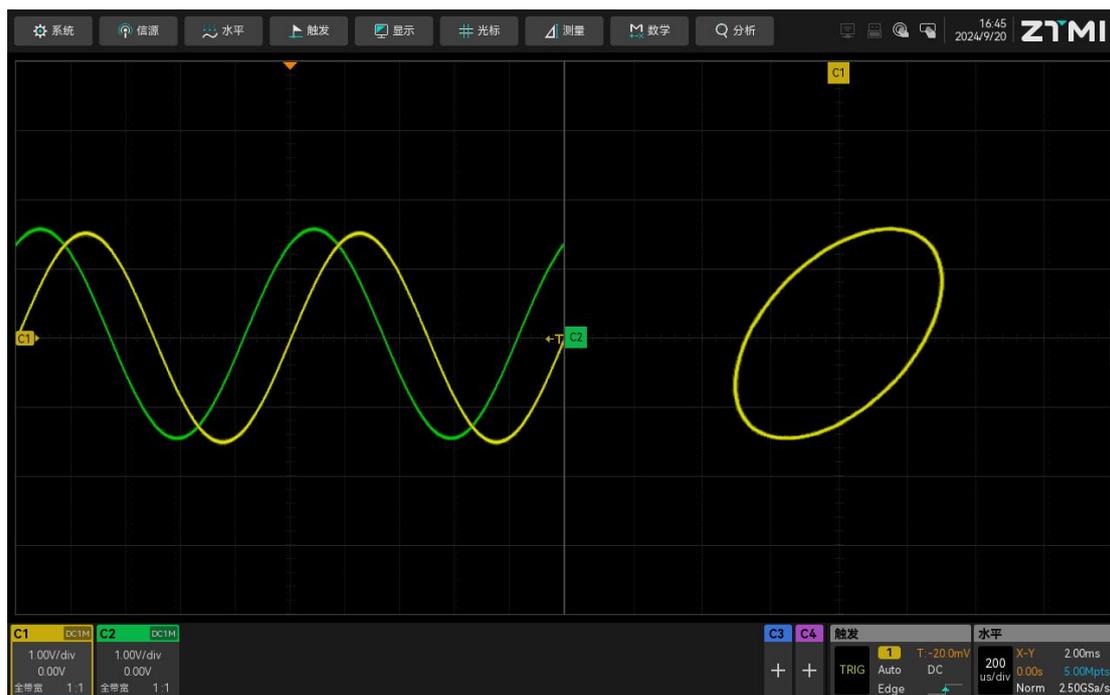


图 18.5 椭圆

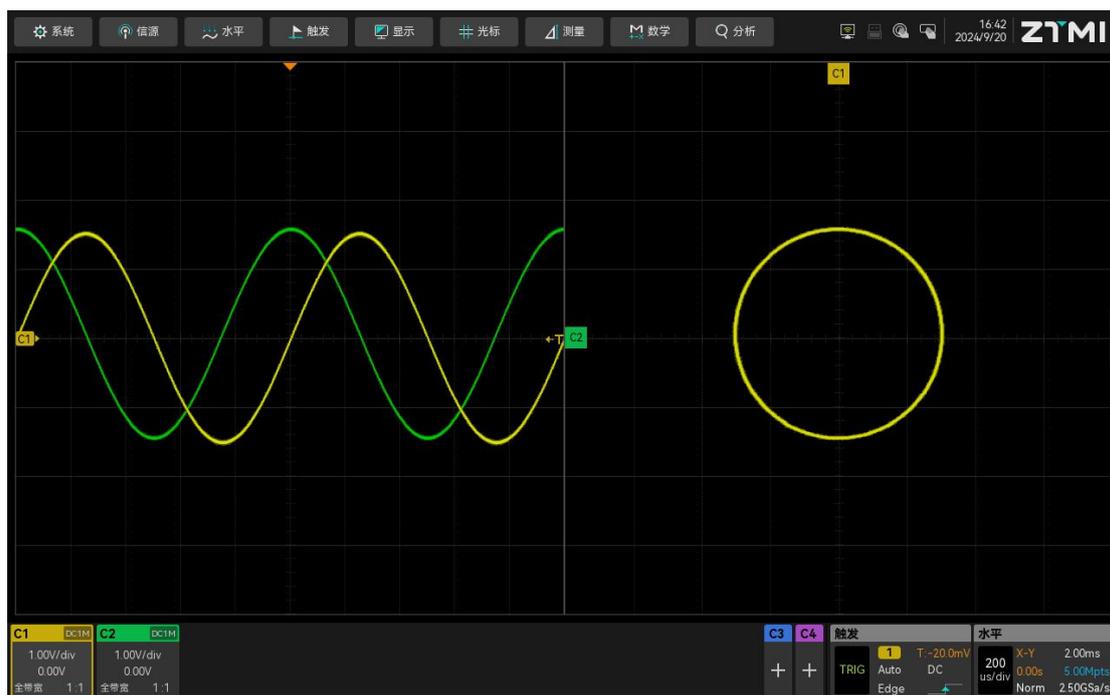


图 18.6 圆

(2) 频率和周期计算

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

计算频率

当两个信号的频率比为整数时，可通过一个已知频率的通道信号，X-Y 模式下显示波形和外切水平线、

外切垂直线的切点数来计算另一通道信号的频率。

X-Y 模式下的波形与外切水平线的切点数 NY 为 Y 轴方向最大值或最小值的数目，即 C2 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 C1 通道输入信号的最大值或最小值个数。据此，得出 C1 通道输入信号频率和 C2 通道输入信号频率的关系如下所示：

$$C1 \text{ 信号频率} : C2 \text{ 信号频率} = NX : NY$$

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 C1 通道信号周期和 C2 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。

19. 趋势图

19.1 概述

趋势图是运算分析的一种形式，趋势运算界面如图 19.1 所示。趋势图主要有频率、周期和占空比三种类型，也就是用户可通过趋势图观看信号的频率、周期和占空比的变化情况，并描绘成曲线显示在屏幕上。

用户点击屏幕【分析】-【趋势图】进入趋势图菜单，如图 19.2 所示，用户可选择趋势图类型、信源等。

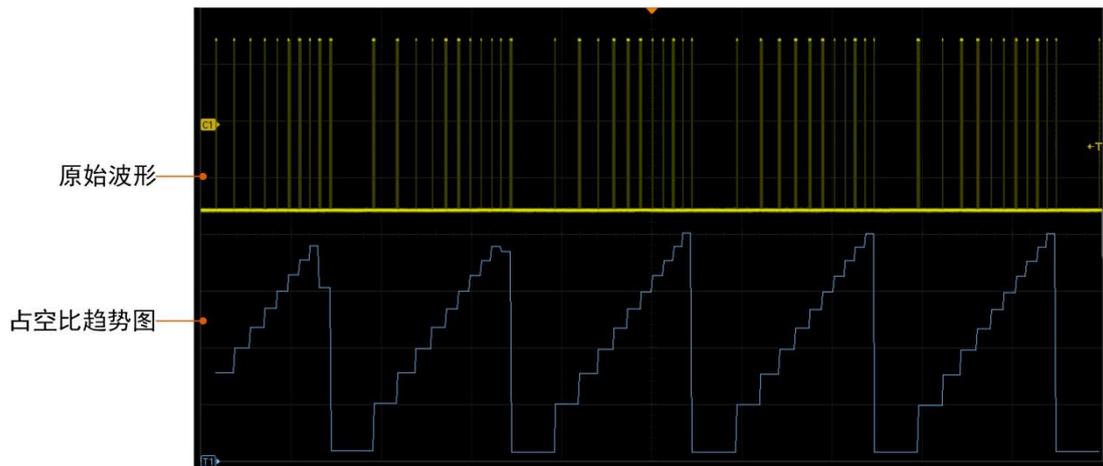


图 19.1 趋势运算界面



图 19.2 趋势图菜单

19.2 参数设置

19.2.1 信源

趋势图提供了 C1、C2、C3、C4、M1、M2、M3、M4、R1、R2、R3、R4 等信源，用户可根据所需进行选择，如图 19.3 所示。

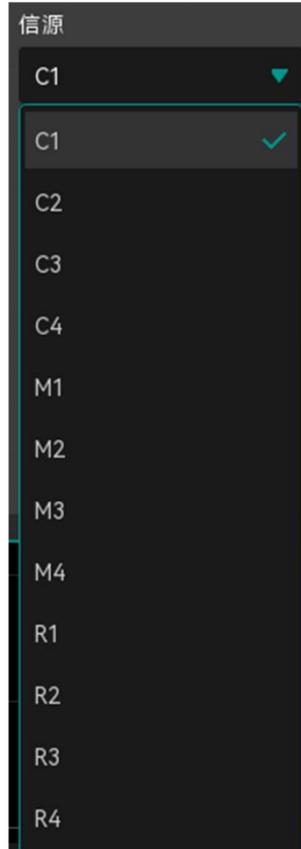


图 19.3 趋势图信源选择

19.2.2 趋势图类型

趋势图主要有频率、周期和占空比三种类型，如图 19.4 所示。



图 19.4 趋势图类型

19.2.3 计算区域

趋势图可对信号进行区域运算，计算范围有在全内存模式下的计算、普通模式下的计算、Zoom1 缩放模式下的计算、Zoom2 缩放模式下的计算和光标范围计算，具体如下图 19.5 所示。



图 19.5 趋势图计算区域

19.2.4 垂直档位/偏移

垂直档位/偏移有两种方式进行调节，具体调节如图 19.6 所示。

- 方式一：垂直量程调节旋钮可用于调节运算后波形的垂直量程；垂直偏移旋钮可调节运算后波形的垂直偏移；
- 方式二：双击趋势图标签后点击【设置】，再单击【档位】或【偏移】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）进行调节；双击【档位】或【偏移】输入框可手动输入值进行调节，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置。



图 19.6 趋势图垂直调节

19.3 阈值设置

用户可在阈值设置菜单里设置低阈值、中阈值、高阈值，这三个阈值共同决定了正脉宽、负脉宽等时间参数，进而影响占空比和频率的测量。在 ZUS5000 系列示波器里，阈值类型选择基底基顶值时，低阈值、中阈值、高阈值分别默认为 10%、50%、90%，如图 19.7 所示。趋势图阈值设置与测量阈值设置相同，详细说明见 13.5.3 阈值设置。



图 19.7 趋势图阈值设置

19.4 实例分析

给示波器输入一个调频信号，通过趋势图可观察调频信号的频率变化情况。

- 捕获信号并调整合适的时基档位和垂直档位，让波形显示在屏幕中央；
- 点击屏幕【分析】-【趋势图】进入趋势图运算界面，【信源】为“C1”，【趋势图类型】为“频率”，可观察到有一条蓝色的波形显示在屏幕上，该波形为趋势运算后的波形；
- 旋转“垂直控制区”的“垂直档位/偏移旋钮”，调节垂直档位/偏移调到合适的位置；
- 点击“FFT”可清晰的看到调频信号的频谱分布情况，如图 19.8 所示；



图 19.8 趋势分析

- 开启色温显示可以观察频率的分布情况，如图 19.9 所示，颜色越深出现的概率就越大；
- 选择“缩放模式”中【双 Zoom】进入双 ZOOM 缩放状态，可观察具体的频率变化细节，若想观察信号不同位置的频率情况，可通过光标测量定位波形信号，在屏幕的下方将显示信号的频率值，如图 19.9 所示，可观察到光标测量值与 FFT 分析的频谱分析值是相对应的。



图 19.9 趋势分析效果图

20. 分段存储

20.1 概述

分段存储在采集过程中进行多次触发时，对每次触发采样得到的数据存放到各段的存储空间中。

20.2 分段存储原理

如下图 20.1 所示，512Mpts 分为 n 段，第 1 段用于显示，第 2 段开始存储，也就是当发生第一次触发时采集的数据存储到第 2 段存储空间中，当第 2 段存储空间存储满之后，结束第一次触发，等待第二次触发的到来，触发后把数据存储到第 3 段存储空间中，以此类推。

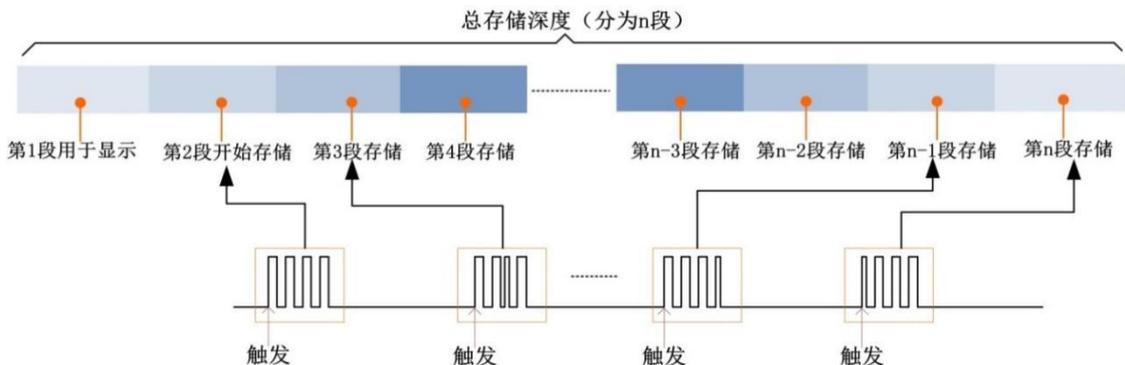


图 20.1 分段存储结构图

ZUS5054Pro 示波器为例，段数分配计算公式如下：

$$N=512*1024*1024/\text{【当前存储容量向 } 2^n \text{ 次幂取整】}-1。$$

注 1：当示波器存储深度最大只有 250Mpts 时，段数分配计算公式为 $N=256*1024*1024/\text{【当前存储容量向 } 2^n \text{ 次幂取整】}-1$ ；

注 2：分段存储至少可分为 1 段。

20.3 分段设置

ZUS5000 示波器在保持 5GSa/s 采样率的情况下，支持分段存储范围：1~262143 段。

点击屏幕【水平】-【分段】，进入【基础功能】界面中将【功能使能】打开，通过调节时基档位，在 500Kpts 存储深度的状态下，将分成 1023 段进行存储和采集，如下图 20.3 所示：



图 20.2 分段设置菜单栏



图 20.3 分段存储设置

设置触发方式为【普通】，将触发电平调到合适的位置，等待小概率异常信号到来。

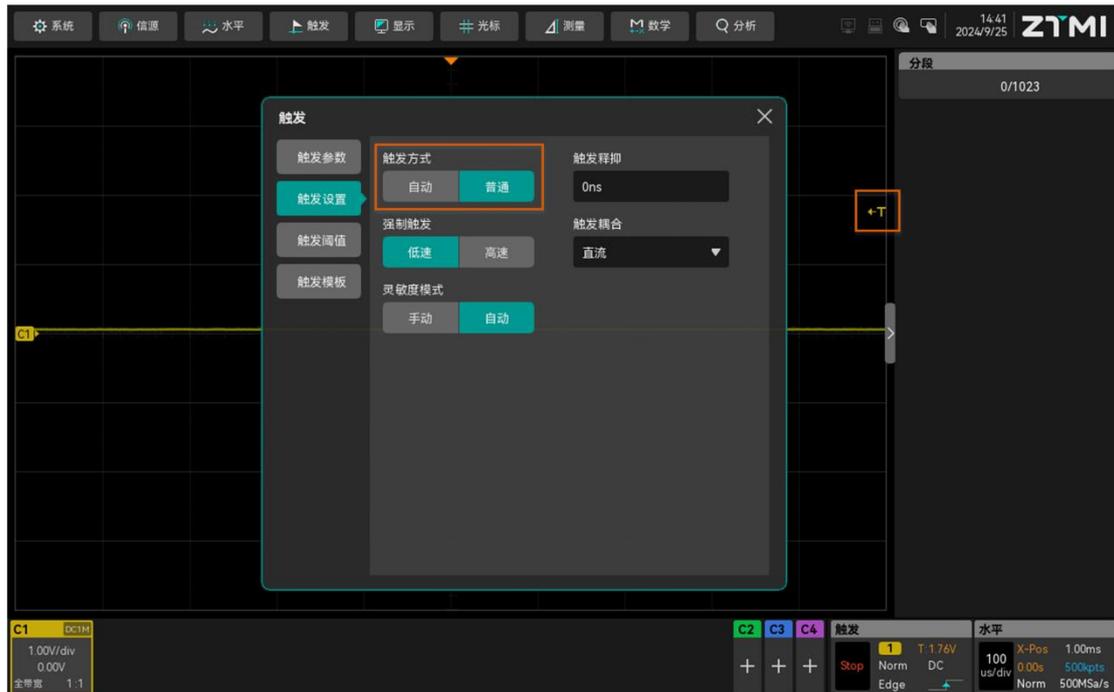


图 20.4 触发方式设置

通过手指触碰探头，可模拟小概率异常信号的发生，等分段存储完成，点击【Stop】，点击屏幕右上侧【<】和【>】可查看所有分段存储情况，如图20.5所示为第29段存储的波形。



图 20.5 分段存储结果

20.4 导出结果

分段功能提供“导出”功能，可导出为“Bmp”格式、“Wfm”或者“CSV”格式，具体如下图 20.7 所示。

双击右侧分段标签，在分段设置菜单栏中点击【导出】进入导出界面，【类型】可选择“Bmp”格式、“Wfm”或者“CSV”格式；

在保存文件界面内可选择合适的保存路径（可在路径下新建文件夹进行保存）；

可设置保存【起始帧】和【终止帧】的帧值，单击【起始帧】或【终止帧】输入框可旋转旋钮 A 和旋钮 B 设置帧值，其中旋钮 A 微调，步进为“1”，旋钮 B 粗调，步进为“10”；双击【起始帧】或【终止帧】输入框可自定义输入帧值。如下图 20.6 所示；

最后点击【导出】即可保存。



图 20.6 调节起始帧/终止帧

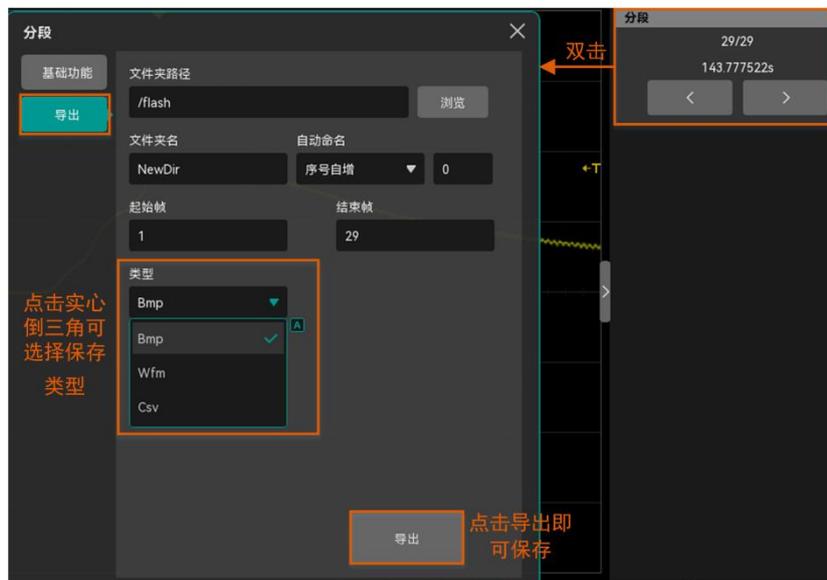


图 20.7 导出结果

21. FFT 运算

21.1 概述

用户可使用 FFT 运算功能计算快速傅立叶变换。执行 FFT 运算后，FFT 频谱被绘制在示波器显示屏上，水平轴的读数单位为赫兹（Hz），垂直轴的读数单位为 dB 或 V。使用 FFT 运算功能可查找串扰问题、在模拟波形中查找由放大器非线性引起的失真问题或用于调整模拟滤波器。ZUS5000 系列示波器支持通过 FFT 运算完成以下工作：

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



图 21.1 FFT 菜单

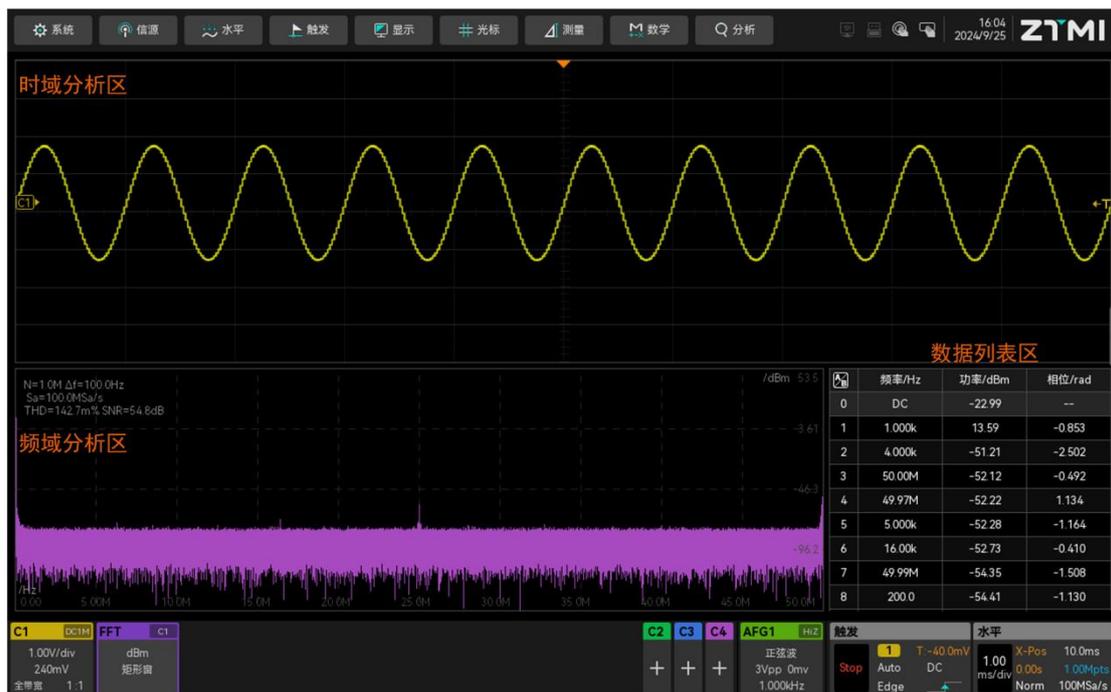


图 21.2 FFT 界面视图

21.2 运算界面

FFT 运算显示界面如图 21.3 所示，相关说明如表 21.1 所示。

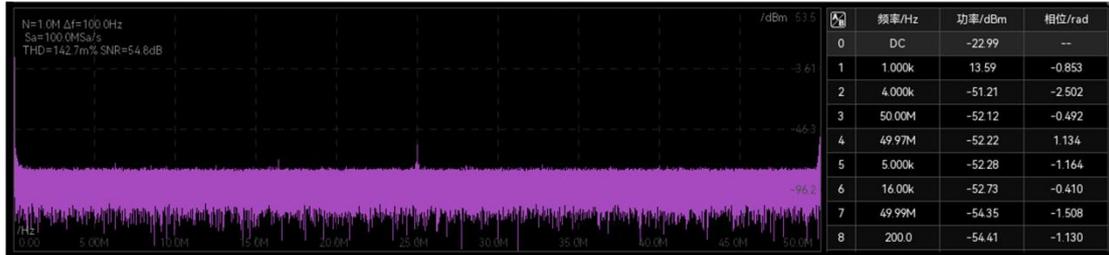


图 21.3 FFT 运算界面

表 21.1 FFT 运算界面描述

名称	说明
FFT 采样点数 (N)	用于计算 FFT 的点的数量
频谱分辨率 (Δf)	示波器最小能分辨的频率, 即两个相邻频点之间的频率间隔
FFT 采样率 (S_a)	每秒采集的点的数量
总谐波失真 (THD)	指所有谐波成分与基波成分的比值。能分析出当前信号中 50 次以下的谐波成分, 并计算谐波的含量, 该值越小代表信号谐波干扰越小
信噪比 (SNR)	指基波成分与其它频率成分的比值。能分析出当前信号中的噪声能量, 该值越大代表信号的噪声干扰越小
FFT 频谱图	对输入信号进行快速傅立叶变换后得到的频谱图
FFT 频率表	频谱图对应的频率表, 可通过旋转旋钮 A/B 查看每一个频率点的分析结果
频率表的频率值	以能量依次减小的顺序, 列出能量前 20 大的频率值
频率表中有效值	以能量依次减小的顺序, 列出能量前 20 大的功率值
频率表中相位	以能量依次减小的顺序, 列出能量前 20 大的相位值

21.3 信源选择

【信源选择】选择须执行 FFT 运算的通道, 用户可选择 C1、C2、C3、C4、M1、M2、M3 或 M4。

21.4 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 21.4 所示。

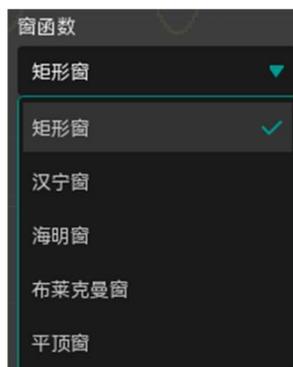


图 21.4 窗函数选择

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

窗函数包括 5 种模式，对可选择的窗函数说明如表 21.2 所列。

表 21.2 FFT 窗函数特点介绍

FFT 窗函数	特点	使用场合
Rectangle (矩形窗)	矩形窗属于时间变量的零次幂窗。 优点： 主瓣比较集中 缺点： 旁瓣较高，并有负旁瓣，导致变换中带进了高频干扰和泄露，甚至出现负谱现象	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 适合应用于对频率分辨率要求较高的场合； ➢ 暂态或短脉冲，信号电平在此前后大致相等； ➢ 频率非常相近的等副正弦波； ➢ 具有波普变化比较缓慢的宽带噪声。
Hanning (汉宁窗)	又称升余弦窗。 优点： 主瓣加宽并降低，旁瓣则显著减小，减小泄露 缺点： 分析带宽加宽，频率分辨率下降	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 适合应用于分析窄宽信号，且有较强的干扰噪声的信号； ➢ 正弦、周期和窄带随机噪声。 ➢ 被测信号有多个频率分量，频谱表现很复杂，且多关注频率点而非能量的大小
Hamming (海明窗)	改进的升余弦窗。 优点： 第一旁瓣衰减比汉宁窗大 缺点： 旁瓣衰减速度慢	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 适合应用于区分主瓣、第一旁瓣幅值。 ➢ 暂态或短脉冲，信号电平在此前后相差很大。
Blackman (布莱克曼窗)	优点： 幅度衰减在以上窗中是最出色的 缺点： 主瓣最宽，即分辨率最差	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 适合应用于单频信号，寻找更高此谐波。
Flattop (平顶窗)	优点： 主瓣稍宽，幅度的准确性较高 缺点： 频率分辨率较差一些	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可用于纯音（单频）信号的精确幅值测量，特别适用于测量系统的标定。

注：窗函数计算公式如下

矩形窗： $w(n) = 1$ ；

海明窗： $w(n) = 0.53836 - 0.46164\cos(2\pi n/(N-1))$ ；

汉宁窗： $w(n) = 0.5(1 - \cos(2\pi n/(N-1)))$ ；

布莱克曼窗： $w(n) = 0.42 - 0.5\cos(2\pi n/(N-1)) + 0.08\cos(4\pi n/(N-1))$ ；

平顶窗： $w(n) = 1 - 1.93\cos(2\pi n/(N-1)) + 1.29\cos(4\pi n/(N-1)) - 0.388\cos(6\pi n/(N-1)) + 0.032\cos(8\pi n/(N-1))/4.634$ ；

其中： n 表示当前点数， N 表示总采集点数。

21.5 显示模式

FFT 频谱图的显示模式如下所述：

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

- Vrms: 显示电压有效值，即均方根值；
- Ampl: 显示 FFT 的真实幅值，一个周期内信号的最大绝对值，且 $V_{rms} = Ampl/\sqrt{2}$ ；
- PSD: 显示功率谱密度。

21.6 频谱图水平/垂直调节

21.6.1 水平/垂直轴自动跨度

在如图 21.5 所示中，当水平/垂直轴自动跨度为“ON”时，频域分析区将会自行调整为合适的水平/垂直轴跨度进行显示，于此同时水平跨度、水平轴中心、垂直跨度、和垂直轴中心等输入框将变灰，不可进行操作。

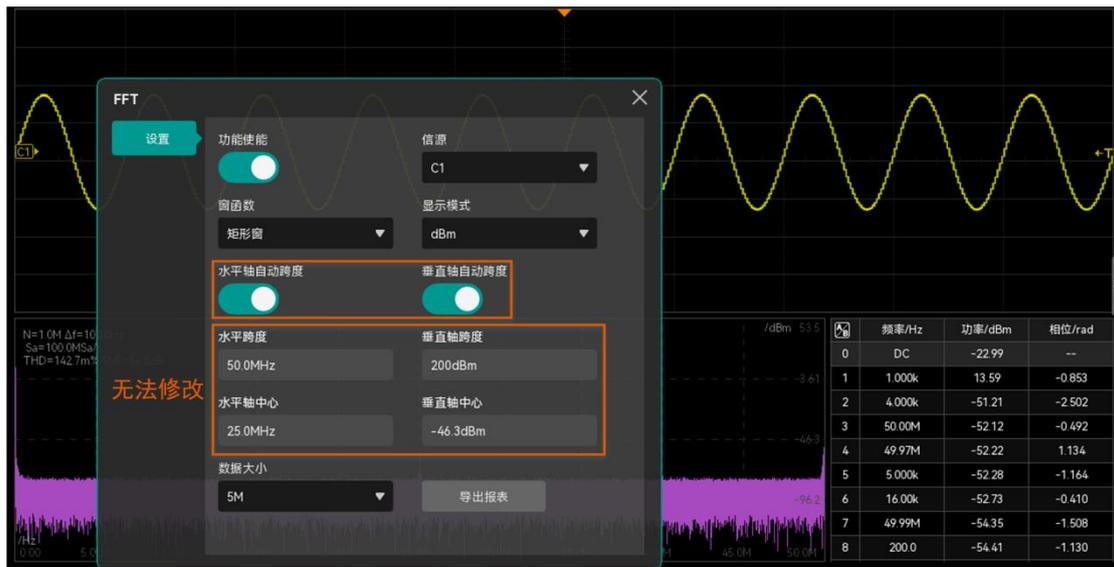


图 21.5 水平/垂直轴自动跨度

21.6.2 频谱图水平调节

当水平轴自动跨度为“OFF”时，可根据右侧数据列表区数据调节【水平跨度】和【水平轴中心】控制频谱图水平方向的缩放观察细节。单击【水平跨度】或【水平轴中心】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）进行调节；双击【水平跨度】或【水平轴中心】输入框可手动输入值进行调节，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置，如图 21.6 所示：



图 21.6 频谱图水平调节

21.6.3 频谱图垂直调节

当垂直轴自动跨度为“OFF”时，可根据右侧数据列表区数据调节【垂直跨度】和【垂直轴中心】控制频谱图垂直方向的缩放观察细节。单击【垂直跨度】或【垂直轴中心】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）进行调节；双击【垂直跨度】或【垂直轴中心】输入框可手动输入值进行调节，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置，如图 21.7 所示。



图 21.7 频谱图垂直调节

21.7 FFT 样本点数

ZUS5000 系列示波器 FFT 运算支持的样本点数为 100k、1M、5M。具体的 FFT 样本点数由示波器采样点数决定，如下所述。

当示波器采样点数小于或等于所选**数据大小**，FFT 样本点数取示波器采样点数的值；当示波器采样点数大于**数据大小**，FFT 样本点数取示波器采样点数等间距抽样的值，且等间距

抽样的值不大于数据大小。

21.8 具体实例应用步骤

- 1、在 C1 接入有谐波混杂的正弦信号，如图 21.8 所示，点击【Auto Setup】一键捕获波形，如下图 21.9，此时可以很明显的观察到信号中存在干扰谐波，此时可利用 FFT 计算整个信号的频率，分析出干扰谐波的频率值；

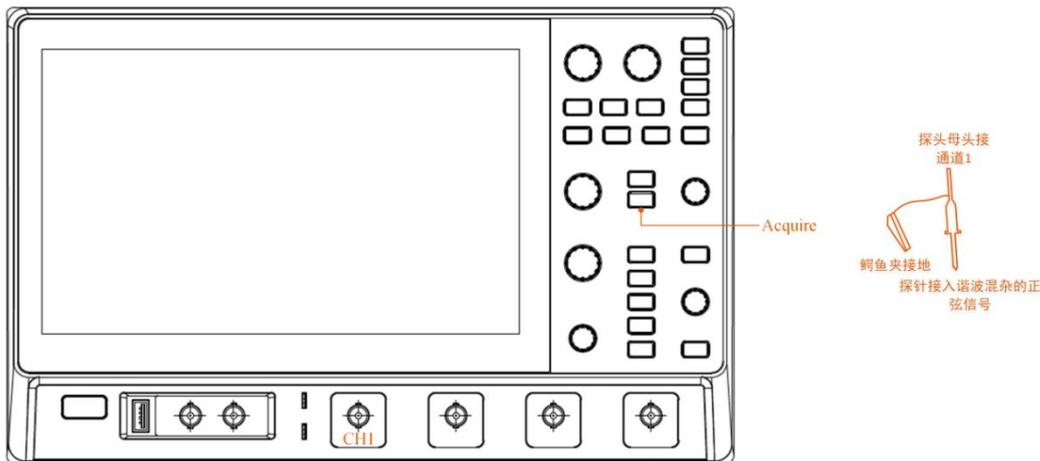


图 21.8 接入信号

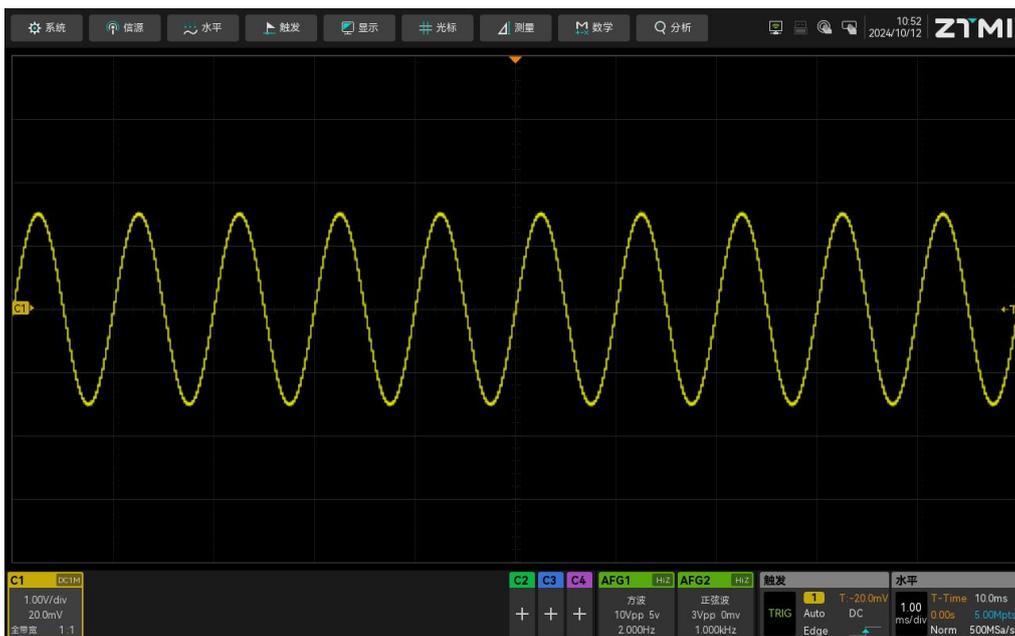


图 21.9 采集信号

- 2、点击【Acquire】按键，在【存储深度】中选择 10Mpts（即尽可能大些，分析更多有效数据），调节水平时基档位至 10ms/div~50ms/div 左右均可；
- 3、点击【数学】，选择【FFT】进入 FFT 分析界面，配置【信源】、【窗函数】、【显示设置】后，在停止状态【Stop】下进行计算，结果如下图 21.10 所示；从图中可以看到除了直流分量和第一次谐波，分析出频率为 9.999MHz 的干扰谐波，可从表中分析出波形中所掺杂的谐波信号和其对应的 dBm 值等信息，方便对信号进行异常分析和异常滤除。



图 21.10 FFT 分析结果

21.9 FFT 频谱表操作

FFT 频谱表的操作是通过旋钮 A/B 进行的。旋转旋钮 A/B 可选择频谱表里的频率点，被浏览的频率点变为灰色底纹。当水平轴自动跨度为“OFF”时，此时短按旋钮 A/B 可选中该频率点，同时 FFT 频谱图将定位至选中浏览事件的频率点，即频谱区的中心频率点为频谱表中选择的频率点，详见图 21.11。

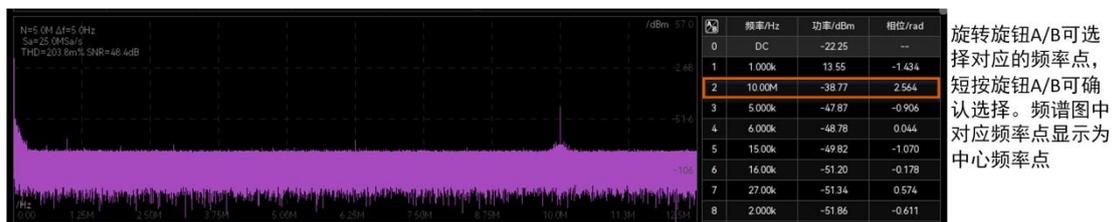


图 21.11 FFT 频谱表操作

21.10 相关公式

FFT 运算相关的公式说明如表 21.3 所列。

表 21.3 FFT 相关公式

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

22. 信号发生器

22.1 概述

信号发生器能单通道或双通道同时输出各种电信号。在测量各种电子电路的幅频特性、相频特性、传输特性等电参数以及测量元器件的特性与参数时，信号发生器可为被测电路提供符合指定技术条件的电信号。

22.2 信号发生器使能

用户如果需要对信号发生器某一通道进行操作，点击屏幕【信源】-【AFG1】或【AFG2】，当该图标中波形颜色变为绿色时，即“开启”该通道为输出通道，如图 22.1 所示。

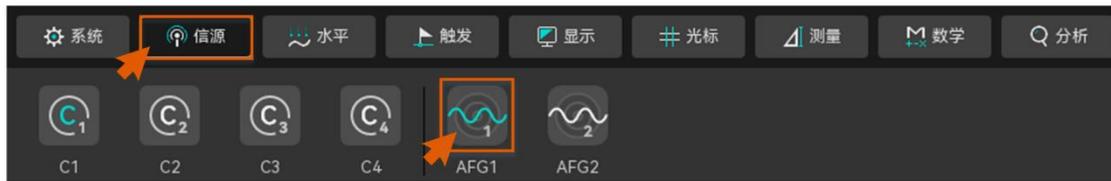


图 22.1 信号发生器使能

再次点击该图标即可“关闭”通道或者选中屏幕下方【AFG1】标签向上划动亦可关闭通道。

22.3 基础设置

双击【AFG1】标签可弹出信号发生器菜单栏。如图 22.2 所示。

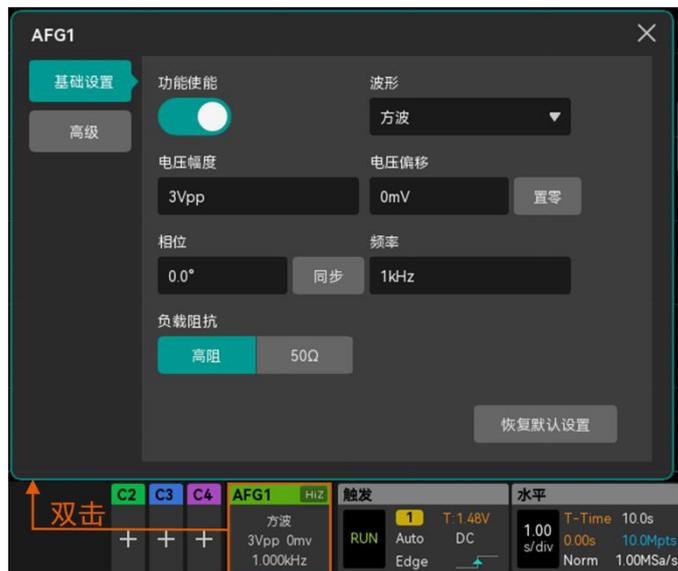


图 22.2 信号发生器菜单栏

22.3.1 波形参数设置

信号发生器可单通道或双通道输出六种基本波形，包括正弦波、三角波、脉冲波、方波、噪声和直流，如图 22.3 所示。若用户需获得某种特定类型的波形，可点击【波形】输入框，选择所需输出的波形类型。

用户选择所需设置的波形类型后，可根据特定需求设置该波形的各项参数，如表 22.1

所示。各项参数均可通过“单击”各参数输入框旋转旋钮 A/B 设置参数，其中旋钮 A 微调参数，旋钮 B 粗调参数；“双击”各参数输入框可自定义输入值。

点击【恢复默认设置】恢复默认值，AFG 功能禁能。



图 22.3 波形选择

表 22.1 波形参数

参数 \ 波形	正弦波	三角波	脉冲波	方波	噪声	直流
频率	√	√	√	√		
电压幅度	√	√	√	√	√	
电压偏移	√	√	√	√	√	√
相位	√	√	√	√		
阻抗	√	√	√	√	√	√
对称度		√				
占空比			√			

- **频率**：单击【频率】输入框可通过旋转旋钮 A/B（细调/微调）来设置频率值；双击【频率】输入框可自定义输入频率值，如图 22.4 所示。不同波形的可设置频率范围不同，默认为 1kHz；

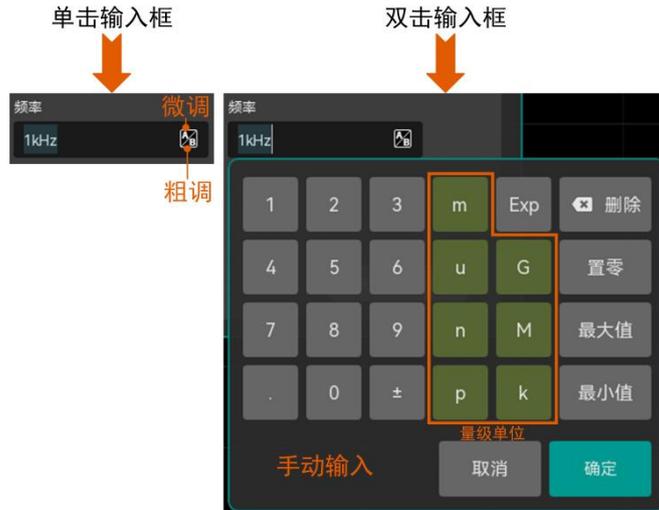


图 22.4 频率设置

- **电压峰峰值/电压偏移/相位角：**与频率调节方式一致；

注：相位角默认为 0° ，可设置范围为 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

- **负载阻抗：**点击【高阻】和【 50Ω 】可切换；

表 22.2 参数项范围

阻抗	参数项	默认值	设置范围
50 Ω	电压幅度	3V	32mV ~ 5V
	电压偏移	0V	$\pm (5-1/2 * V_{pp})$
高阻	电压幅度	3V	64mV ~ 10V
	电压偏移	0V	$\pm (10-1/2 * V_{pp})$

- **对称度：**当【波形】选为三角波时可设置，调节方式与频率一致。对称度默认为 50%，可设置范围为 0% ~ 100%；
- **占空比：**当【波形】选为脉冲波时可设置，调节方式与频率一致。占空比默认为 50%，可设置范围为 0.01% ~ 99.99%。

22.3.2 高级设置

信号发生器高级设置包含扫频、调制和猝发功能。用户根据需求设置【基础设置】后，可在此基础上使用扫频、调制和猝发功能。点击信号发生器菜单栏中【高级】进入高级功能设置，点击【功能选择】设置扫频、调制和猝发功能。如图 22.5 所示。

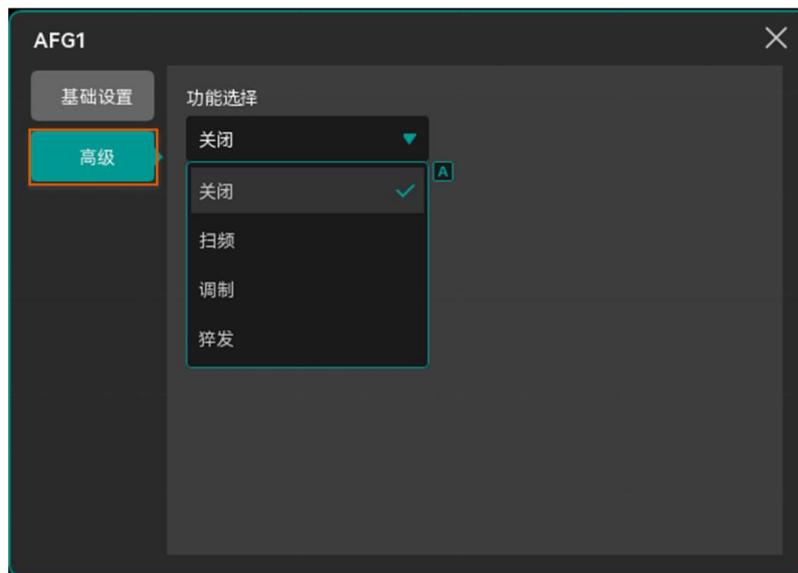


图 22.5 高级功能

1. 扫频

指信号在一个频段内，频率由高到低（或由低到高）连续变化的过程，扫频效果如图 22.7 所示。

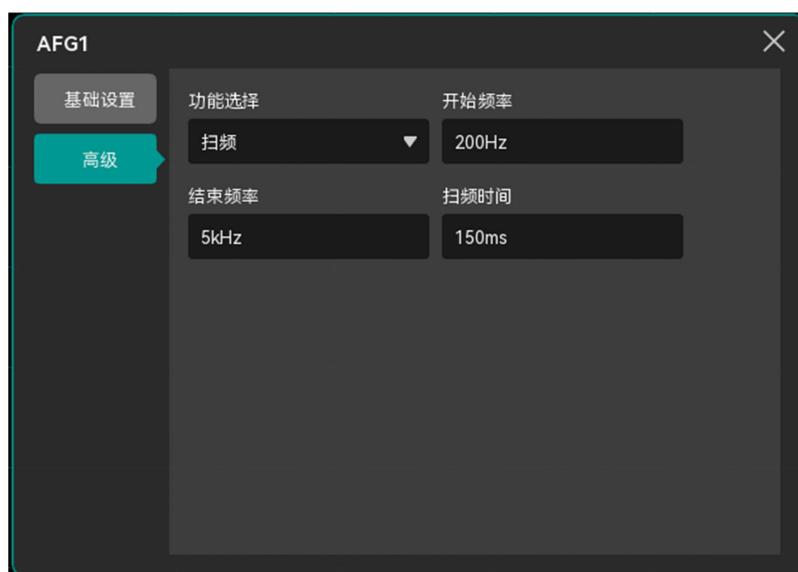


图 22.6 扫频参数设置



图 22.7 扫频效果图

2. 调制

将载波信号加载到调制信号上，使其变为适合于信道传输的形式。支持的调制类型包含调幅（AM）、调频（FM）、调相位（PM）、BASK、BFSK、BPSK 和 PWM。调制效果如图 22.9 所示。

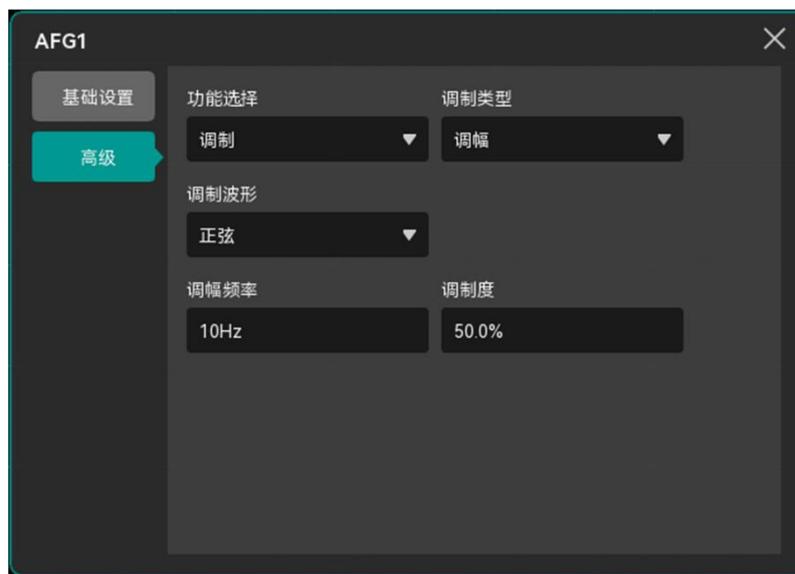


图 22.8 调制参数设置

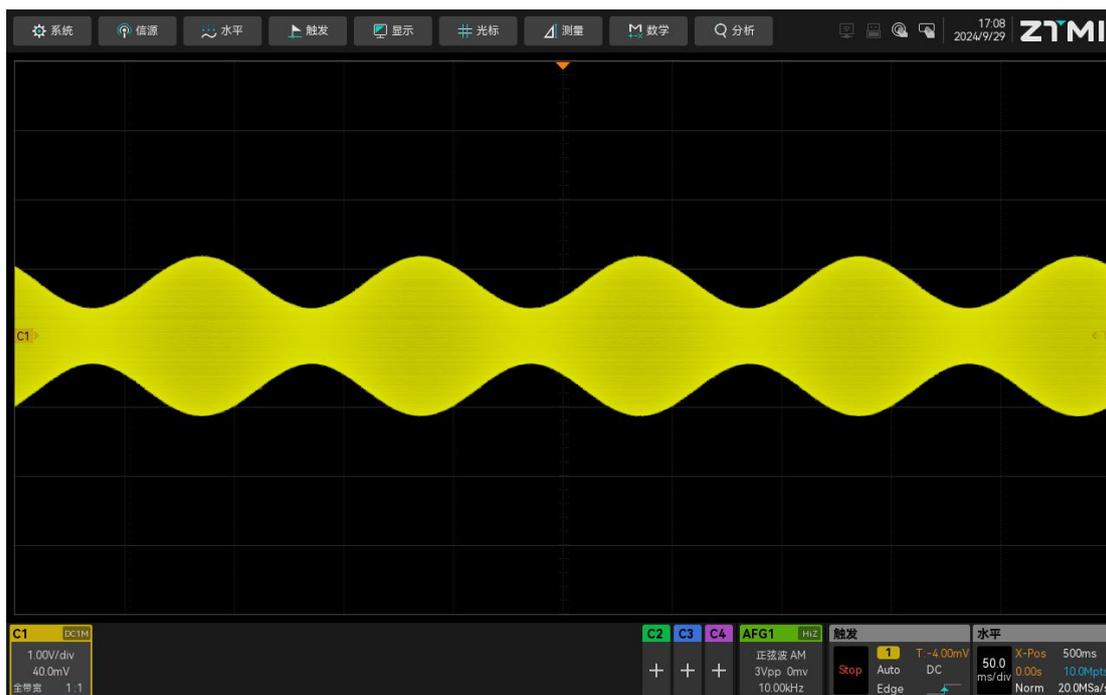


图 22.9 调制效果图

3. 猝发

指某一时间段内可猝发输出多个周期波形的过程，猝发效果如图 22.11 所示。

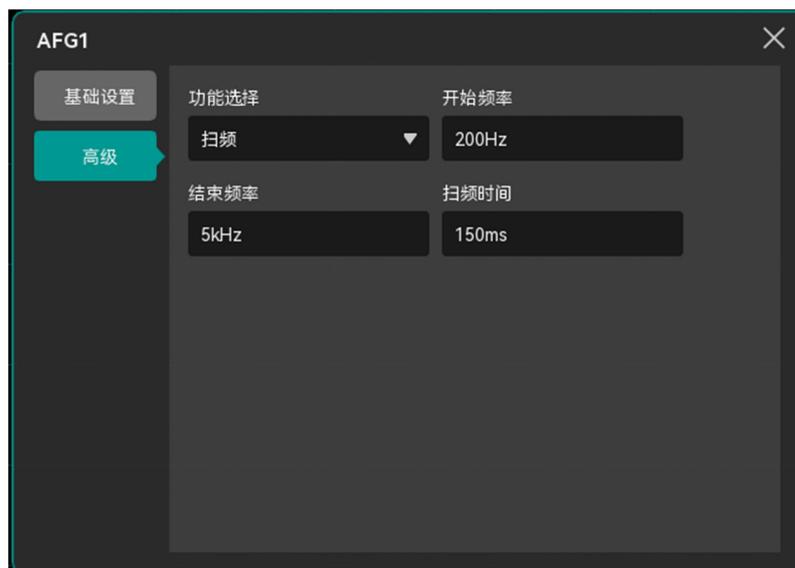


图 22.10 猝发参数设置

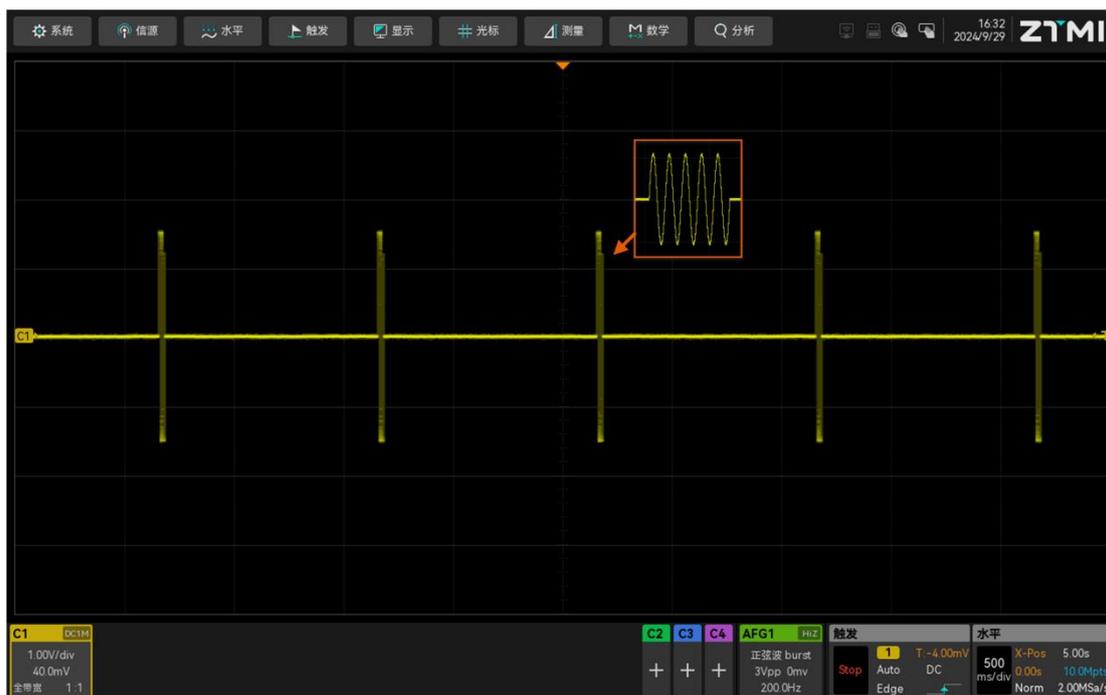


图 22.11 猝发效果图

22.4 通道同步

将两个通道的输出信号设置为一样时，示波器上显示的两个波形的相位存在偏差，如图 22.12 所示。此时在【基础设置】中点击【同步】，即可修正两个信号的相位差，如图 22.13 所示。

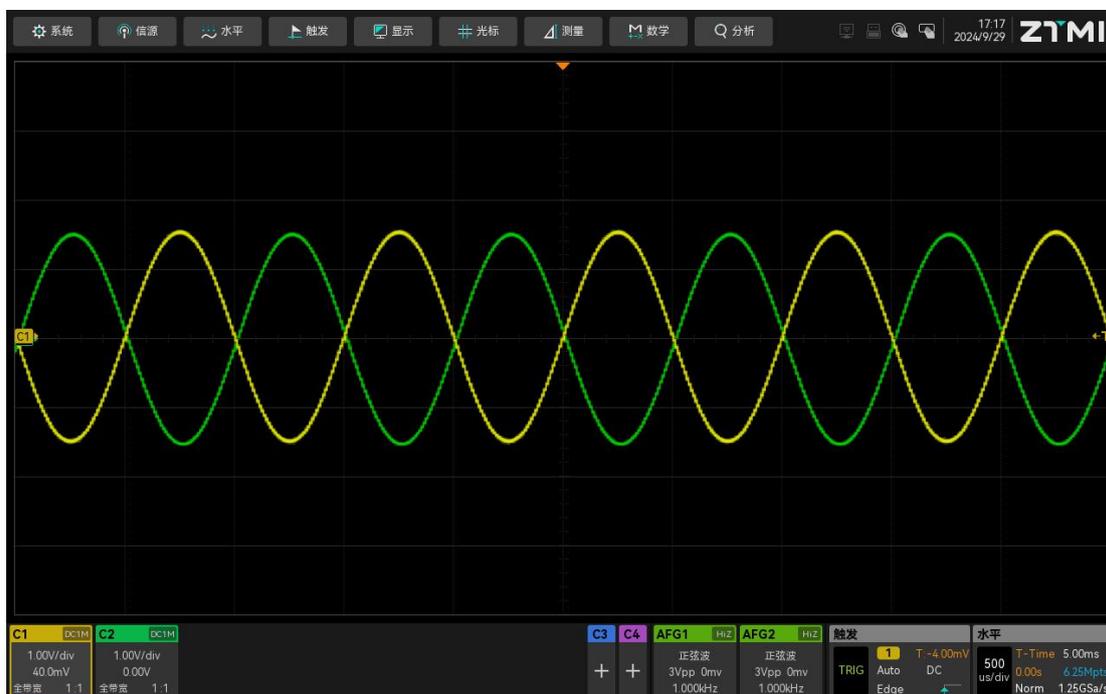


图 22.12 使能通道同步前

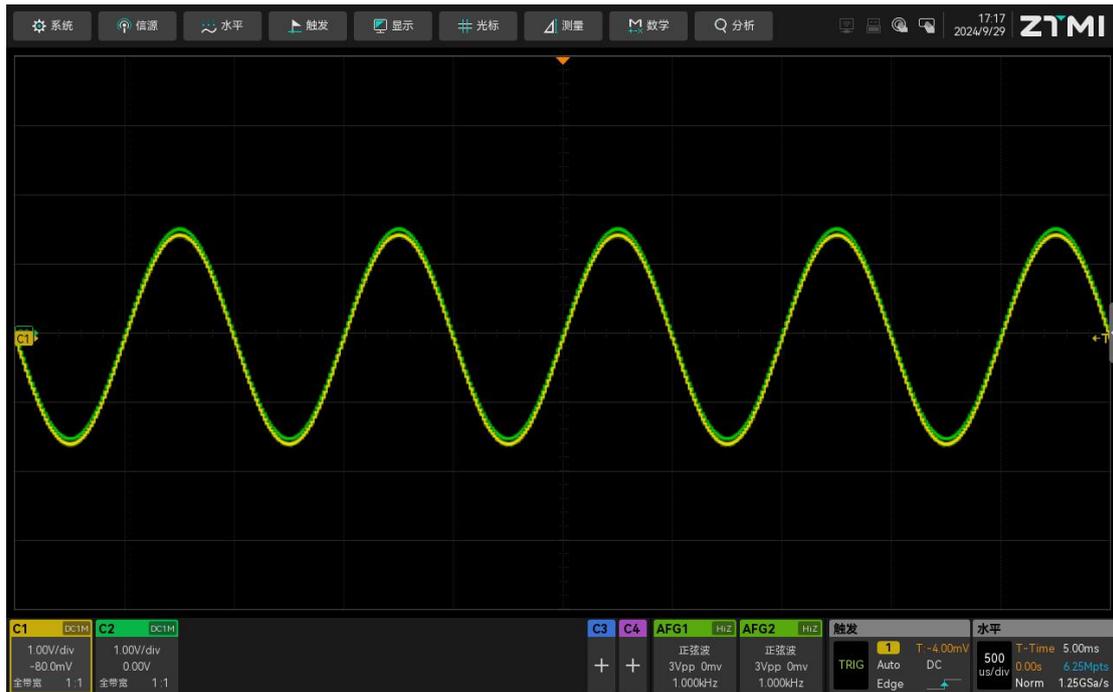


图 22.13 使能通道同步后

22.5 导入文件

信号发生器支持用户自定义波形。点击【基础设置】将【波形】选为“自定义”，可设置自定义波形的频率等参数，如图 22.14 所示；点击【加载】将 CSV 文件导入，示波器屏幕显示“导入成功”如图 22.15 所示，即可输出自定义波形，如图 22.16 所示。

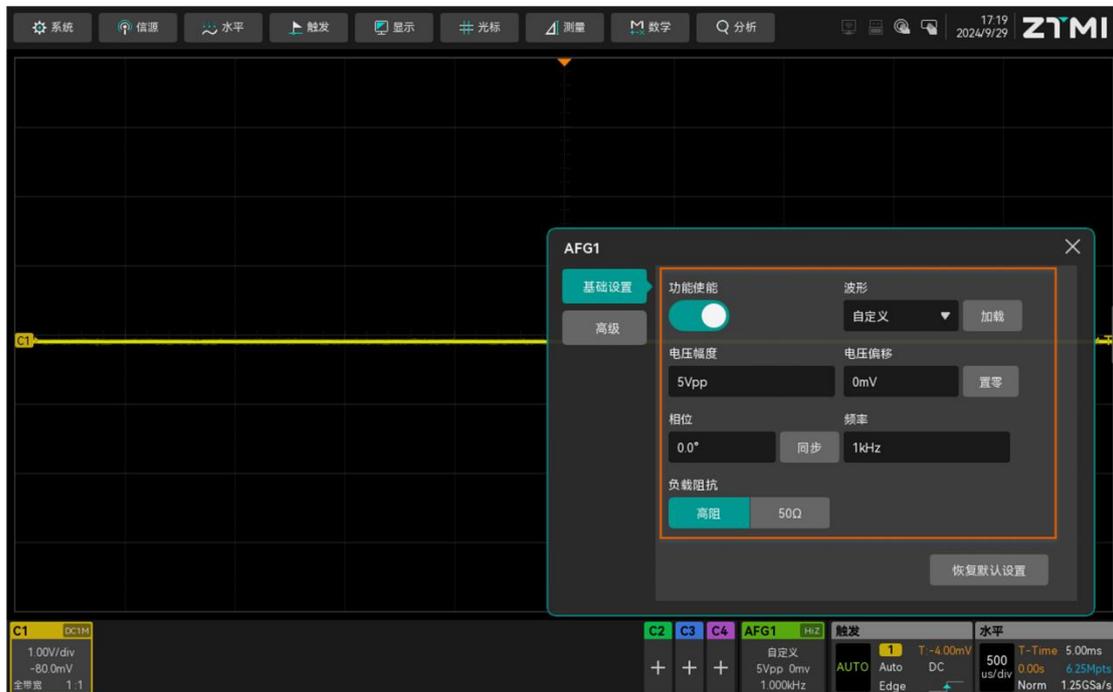


图 22.14 自定义波形设置



图 22.15 导入文件

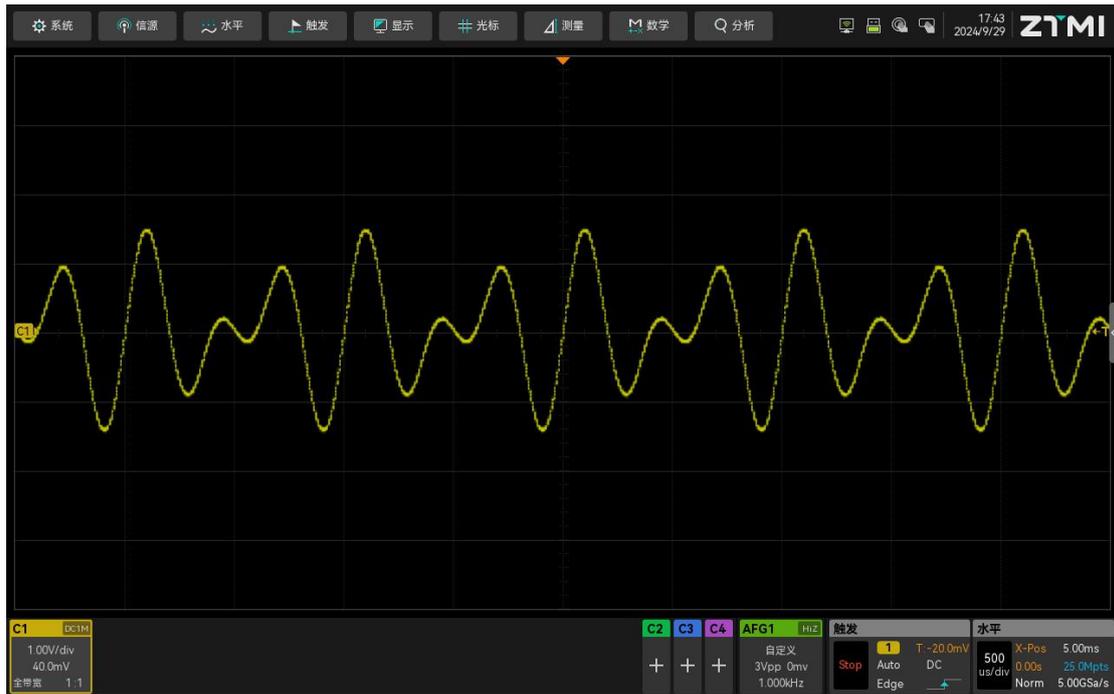


图 22.16 自定义波形显示

23. 参考波形

23.1 概述

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

点击屏幕【数学】-【R1】进入参考波形设置菜单如图 23.1 所示。



图 23.1 参考波形界面

ZUS5000 系列示波器可提供 4 个参考波形通道。启用参考波形功能后,用户可执行如下操作:

- 设置参考通道的信号源;
- 设置参考波形的垂直档位和偏移;
- 保存参考波形到内部或外部存储,内部存储提供 1GB 的存储深度;
- 调出参考波形显示。

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



图 23.2 四条参考波形同时显示

23.2 设置

23.2.1 选择信源

选择当前通道之后，用户可选择 C1、C2、C3、C4、M1、M2、M3、M4、R2、R3、R4 通道作为当前通道的信号源。在如图 23.1 所示的参考波形设置菜单中，点击【信源】，选择需暂存波形的信号源，如图 23.3 所示。

注：信源不可选本次参考波形通道。

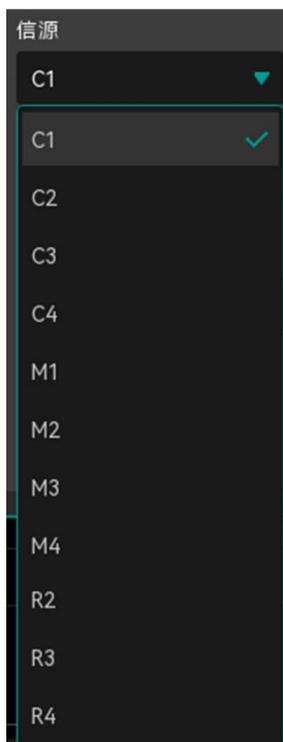


图 23.3 信源选择通道

23.2.2 计算区域

参考波形可对信号进行区域运算，计算范围有在全内存模式下的计算、普通模式下的计算，Zoom1 缩放模式下的计算、Zoom2 缩放模式下的计算和光标范围计算，具体如下图 23.4 所示。



图 23.4 计算区域

23.2.3 垂直档位/偏移

垂直档位/偏移有两种方式进行调节，具体调节如图 23.5 所示。垂直档位范围为 $1\text{nV}/\text{div} \sim 500\text{GV}/\text{div}$ ，垂直偏移范围为 $-2\text{TV} \sim 2\text{TV}$ ，单位默认为伏，可自定义修改。

- 方式一：垂直量程调节旋钮可用于调节运算后波形的垂直量程；垂直偏移旋钮可调节运算后波形的垂直偏移；
- 方式二：双击参考波形标签后点击【设置】，再单击【档位】或【偏移】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）进行调节；双击【档位】或【偏移】输入框可手动输入值进行调节，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置。

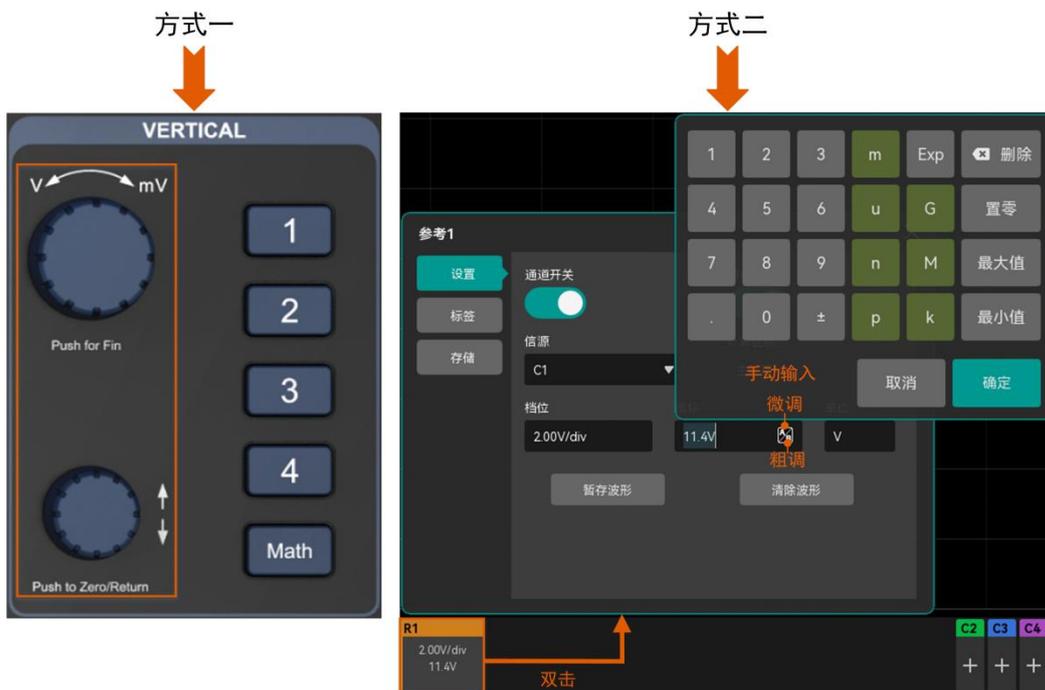


图 23.5 垂直调节

23.2.4 暂存波形/清除波形

在如图 23.1 所示的参考波形设置菜单中，点击【暂存波形】则“信源”通道的波形被保存，并作为 R1 通道的参考波形进行显示，如图 23.6 所示；点击【清除波形】，则清除当前参考波形。



图 23.6 参考波形显示与对比

23.3 参考波形标签

用户可自定义参考波形通道标签，双击参考波形标签后点击【标签】可进行修改，详细内容可参考 9.2.8 [通道标签](#)。

23.4 存储

23.4.1 导出文件

用户可将当前参考波形的波形数据，水平和垂直缩放档位、水平和垂直偏移、探头衰减比等测量设置信息保存至内部 Flash 存储器或外部 U 盘。参考波形文件的文件名格式为“*.wfm”。如图 23.7 所示，点击【存储】-【导出文件】，进入文件保存界面。

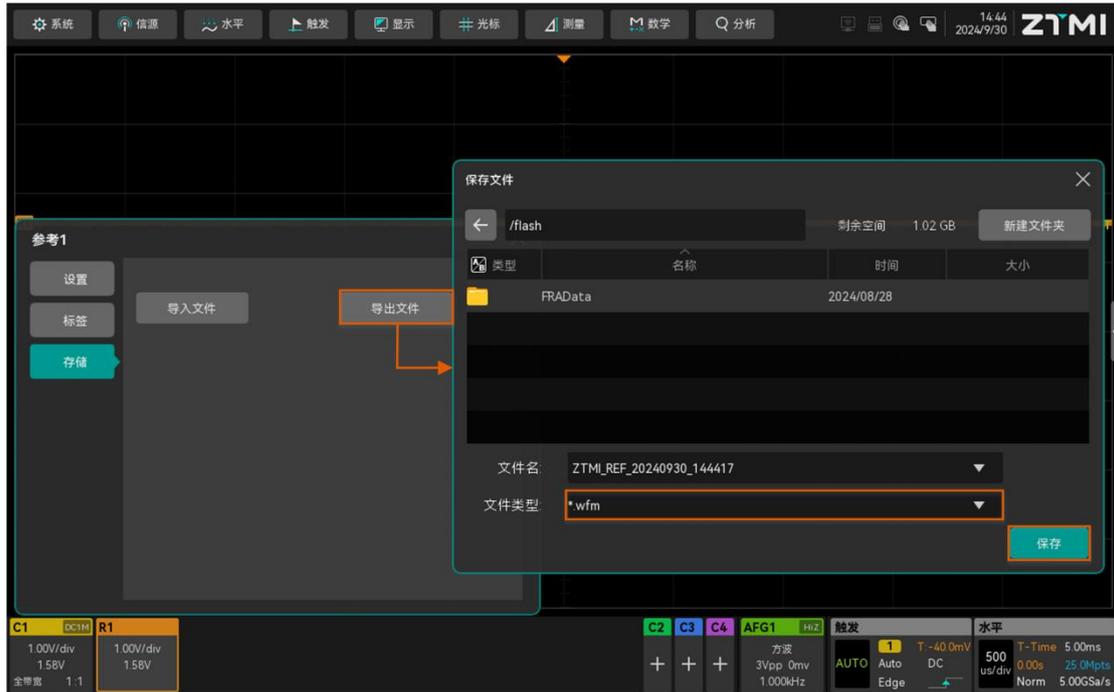


图 23.7 导出文件

23.4.2 导入文件

用户还可将仪器内部 Flash 存储器或外部 U 盘中存储的参考波形文件导入，显示保存的参考波形。点击【导入文件】，进入文件导入界面，如图 23.8 所示。

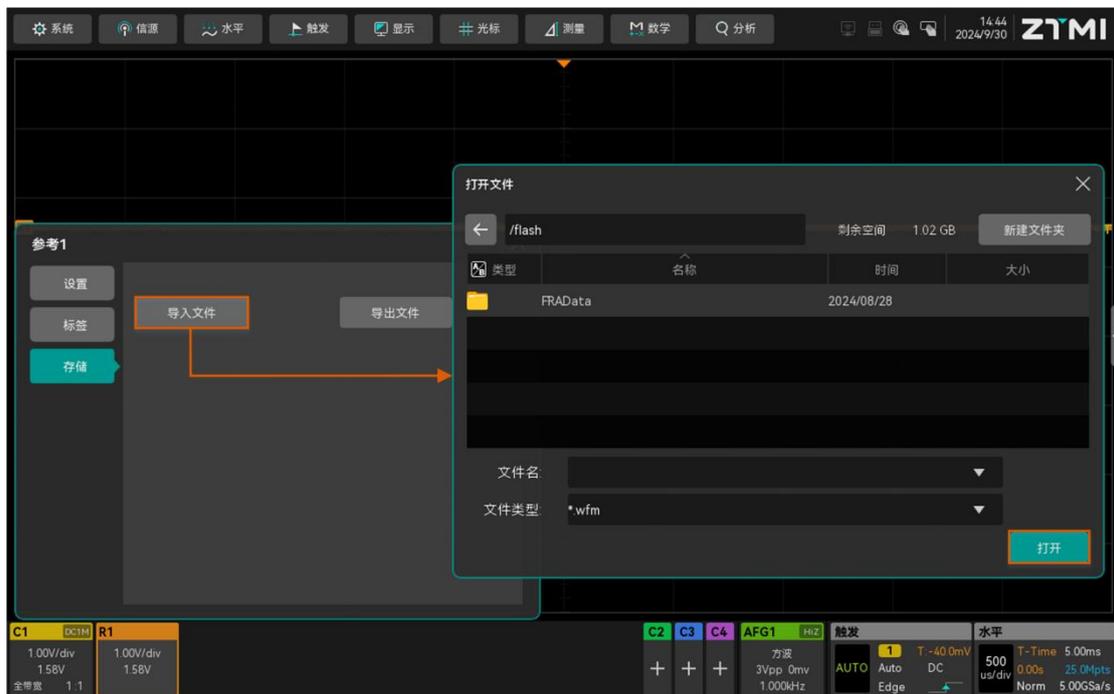


图 23.8 导入参考波形文件

23.5 具体使用

本次案例对同一波形不同时间段的波形变化进行比较。

- 1、 C1 接入视频信号，点击【Auto Setup】一键捕获波形，让它以最好的效果显示在屏幕上；
- 2、 点击【Auto/Normal】将触发方式切换为“Normal”普通的形式；
- 3、 点击【Trigger】进入触发菜单，触发类型选择“视频触发”，配置好通道源 C1、正极性和 NTSC 视频格式等，并调节“触发电平偏移旋钮”将触发电平调至信号的正极性部分，可看到波形在正极性稳定触发并显示，如图 23.9 所示；
- 4、 调节“垂直档位旋钮”至 1V/div 左右，合适即可；
- 5、 调节“水平时基旋钮”将时基档位调至 50us/div，合适即可；
- 6、 点击【数学】-【R1】进入参考波形界面，点击【暂存波形】将视频信号进行临时保存，可看到有参考波形轨迹显示在屏幕上如图 23.10 所示；
- 7、 可对参考波形在垂直方向上调节，旋转面板垂直偏移旋钮，可将参考波形调至合适的位置，如图 23.11 所示；
- 8、 点击【Stop】在停止状态下可观察波形的变化情况，如图 23.12 所示；
- 9、 可将参考波形进行保存，点击【设置】-【导出文件】，选择“参考波形”文件类型，后缀为.wfm，以方便后期进行二次分析。



图 23.9 视频触发

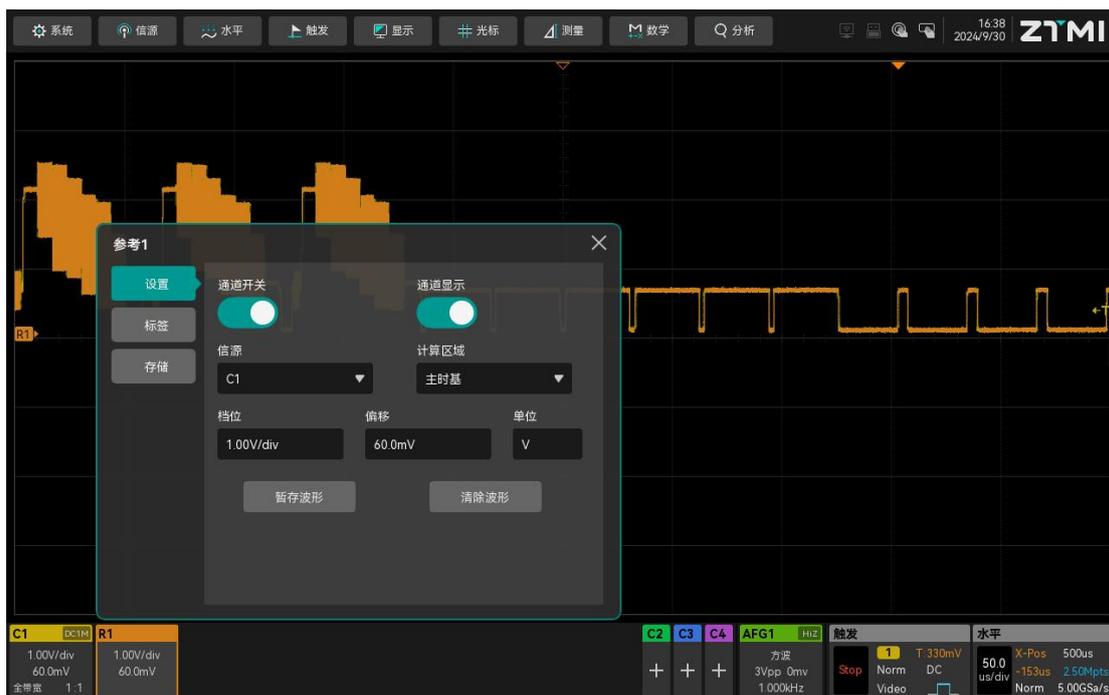


图 23.10 暂存波形



图 23.11 参考波形垂直方向调节



图 23.12 波形对比分析

24. 存储与导入

24.1 概述

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

24.2 导出

用户点击【系统】键，选择【存储】打开导出/导入菜单。



图 24.1 存储菜单

24.2.1 存储类型

点击【类型】选择所要存储的文件格式，ZUS5000 系列示波器支持的存储格式包括：**Bmp 图像**、**Wfm 二进制文件**、**CSV 数据**、**Stp 设置文件**、**PNG 图像**，如下图 24.2 所示。

注：Bmp 图像、PNG 图像在截图设置中设置。



图 24.2 存储文件类型

各种存储格式的存储信息和导入简单说明如表 24.1 所示。其中，BMP/PNG 存储都是常见的存储格式，这里不再详细介绍，仅分别对设置文件、二进制数据、CSV 数据进行说明。

表 24.1 存储格式与导入

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

● 设置文件

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

● 二进制数据

二进制数据的扩展名为.wfm，主要用于存储选中存储通道的二进制一维原始数据，其格式如图 24.3 所示。



图 24.3 一维原始数据

如图 24.3 所示，一维原始数据的基本单位“12bit”指示 ZUS5000 系列示波器的 ADC

是 12 位的，每个采样点占用 2 个字节。其中，一维原始数据中 N 的具体大小与示波器设置的存储深度、捕获模式、时基档位及存储中设置的数据长度（屏幕/内存）有关。

● CSV 数据

CSV 数据也即 Comma Separated Values，是一种逗号分隔值文件格式，其文件以纯文本形式存储表格数据。ZUS5000 系列示波器的 CSV 数据文件里，包含设备信息、水平档位、水平偏移、采样率、触发模式、通道源以及通道的相关信息等。

24.2.2 存储路径选择

用户点击【浏览】可进入磁盘内部，在此旋转旋钮 A/B 选择所需存储的文件夹，短按旋钮 A/B 或者轻触即可选中文件夹，同时可在磁盘内进行文件夹新建，长按选中文件夹可进行复制/移动/删除/重命名等操作，如图 24.4 所示。



图 24.4 存储路径选择

1. 新建文件夹

进入如图 24.4 所示的文件列表界面后，用户若想新建一个文件夹可点击【新建文件夹】，并设置新文件夹的名称，如图 24.5 所示。新文件夹的名称可以由 0~9 和英文字符和特殊字符任意组合而成。具体如下操作：



图 24.5 新建文件夹操作说明

- 点击面板上的数字或字符作为新建文件夹名；
- 若想删除某个字符可以点击【删除】；
- 若想删除所有输入，可点击【清空】将所有输入删除，此时可重新输入文件名。
- 输入完成点击【确定】可退出输入界面，在新建文件夹菜单中再次点击【确定】即可完成并返回存储路径界面，此时旋转旋钮 A/B 选中所建立的文件夹，点击【确定】即可完成路径选择。

2. 删除文件/文件夹

用户长按指定文件或文件夹可删除外部或内部磁盘的指定文件或文件夹，操作步骤见图 24.6。

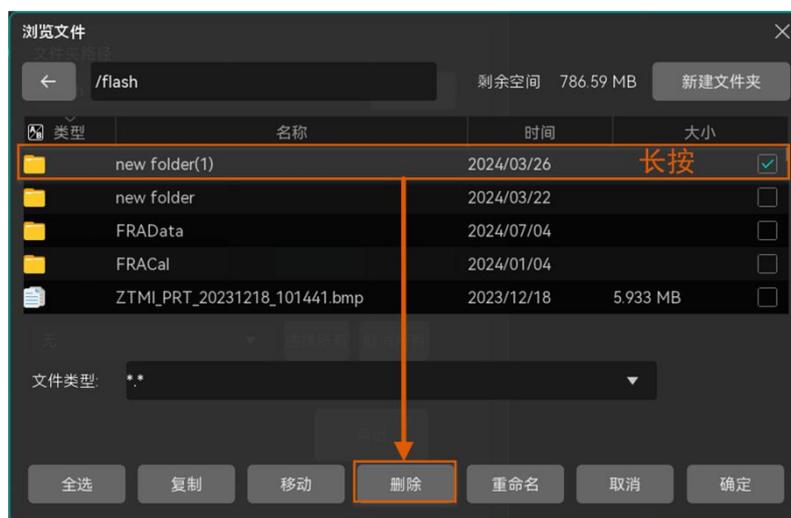


图 24.6 删除文件/文件夹

此外，用户可选择多个文件或文件夹进行删除，首先长按指定文件或文件夹，然后点击全选或者勾选多个文件或文件夹，再执行【删除】功能。

3. 复制、移动和粘贴文件

用户可将文件复制或移动，再粘贴至指定路径，步骤如下所述。

(1) 复制文件

首先点击【浏览】进入须复制文件所在的路径，然后长按指定文件或文件夹，点击【复制】即可复制指定的文件，如图 24.7 所示。

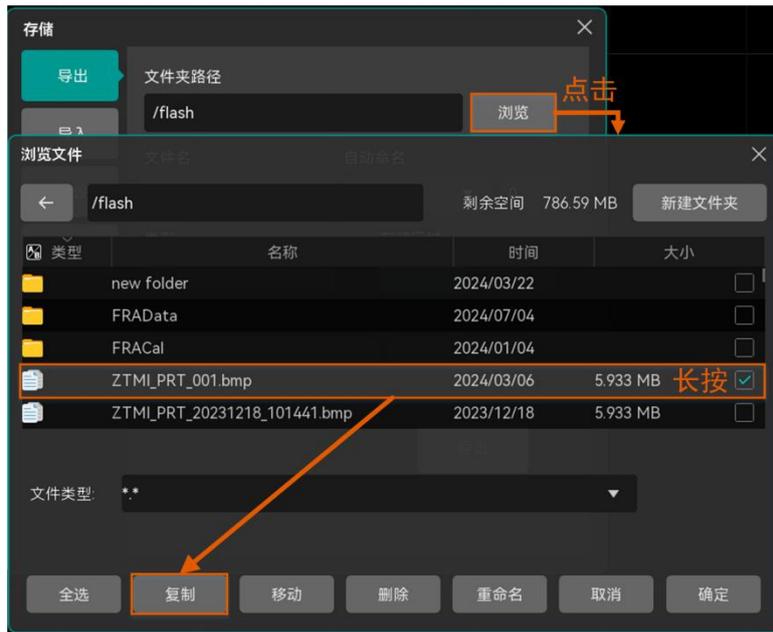


图 24.7 进入复制文件所在的路径

(2) 移动文件

点击【浏览】进入须移动文件所在的路径，然后长按指定文件或文件夹，点击【移动】即可剪切指定的文件，如图 24.8 所示。

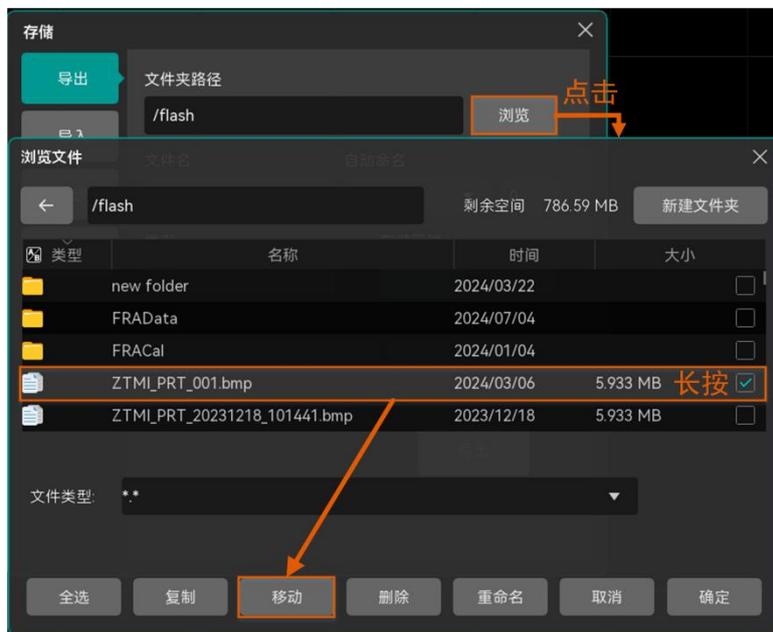


图 24.8 进入移动文件所在的路径

(3) 粘贴文件

完成复制或移动后，即可将复制或剪切内容从内部存储器粘贴至外部存储器，如图 24.9 所示。

注：文件可以粘贴到内部存储器或外部存储器。



图 24.9 粘贴文件操作示意

4. 重命名

进入如图 24.4 所示的文件列表界面后，用户若想将文件重命名可长按指定文件或文件夹，点击【重命名】在弹出的重命名菜单中设置文件夹的名称，如图 24.10 所示。文件夹的名称可以由 0~9 和英文字符和特殊字符任意组合而成。具体如下操作：



图 24.10 重命名操作说明

- 点击面板上的数字或字符作为文件夹名；
- 若想删除某个字符可以点击【删除】；
- 若想删除所有输入，可点击【清空】将所有输入删除，此时可重新输入文件名。
- 输入完成点击【确定】可退出输入界面，在重命名菜单中再次点击【确定】即可完成重命名并返回存储路径界面。

24.2.3 存储文件名

确定好文件存储路径后，用户双击【文件名】，弹出文件名输入界面，如图 24.11 所示。文件名可以由 0~9 和英文字符和特殊字符任意组合而成。



图 24.11 自定义命名操作

命名方式可以以“序号自增”和“当前时间”两种方式进行命名。选择“序号自增”时示波器自动按“文件名_序号”的格式，用序号为文件名，例如：“ZTMI_000”；选择“当前时间”时示波器自动按“文件名_年月日_时分秒”的格式，用系统日期为文件命名，例如：“ZTMI_20240306_141749”。如图 24.12 所示。

注：每保存一次文件，则存储类型后的序号增加 1，序号以 0 开始计数。

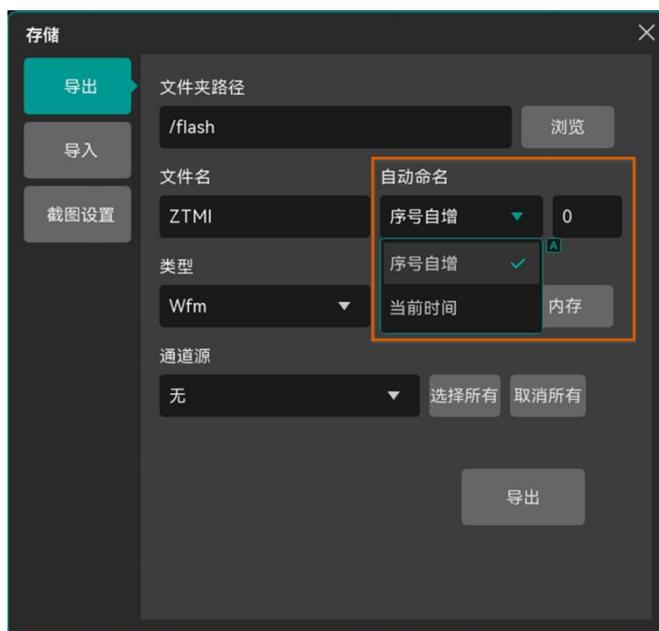


图 24.12 自动命名操作

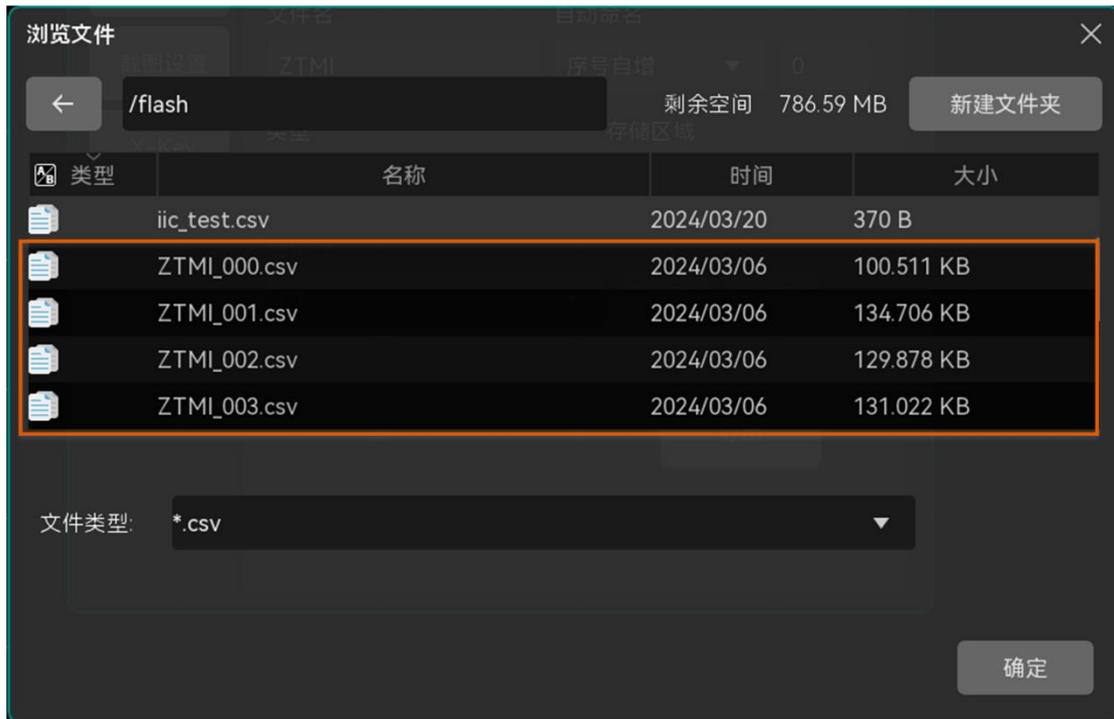


图 24.13 自动增加命名示例

24.2.4 保存文件

在点击【导出】之前，须确定存储类型、存储路径、存储文件名或其它存储参数，不同的存储类型，则保存文件的菜单也有所不同，存储参数也不同。最后再执行文件保存操作。

注：当执行文件保存操作时，示波器上除电源键以外的所有按键均无效。

24.3 导入

只有设置文件和 Wfm 文件可导入，如表 24.1 所列。在如图 24.1 所示菜单里，点击【导入】进入导入菜单栏。

24.3.1 导入类型

点击【类型】选择所要导入的文件格式，ZUS5000 系列示波器支持的导入格式包括：Wfm 二进制文件、Stp 设置文件，如下图 24.14 所示。

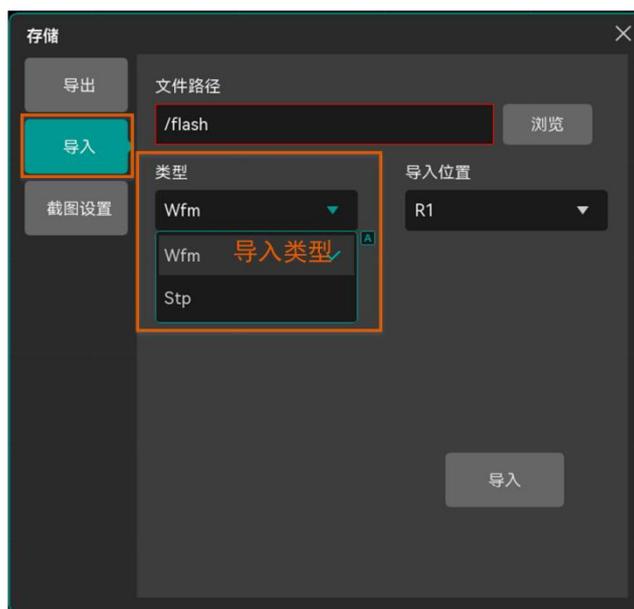


图 24.14 导入文件类型

24.3.2 导入路径选择

用户点击【浏览】可进入磁盘内部，在此旋转旋钮 A/B 选择所需存储的文件夹，短按旋钮 A/B 或者轻触即可选中文件夹，可选择导入内部存储器或外部存储器的存储文件。如图 24.15 所示。



图 24.15 导入路径选择

24.3.3 导入文件

在点击【导入】之前，须确定导入类型、导入路径和其它导入参数，不同的导入类型，则导入文件的菜单也有所不同，导入参数也不同。最后再执行文件导入操作：

注：当执行文件导入操作时，示波器上除电源键以外的所有按键均无效。

当选择类型为 **Wfm 文件** 时，需设置导入位置，导入位置可选择 R1、R2、R3 和 R4，如下图 24.16 所示。最后点击【导入】，即可导入 Wfm 文件，如下图 24.17 所示。



图 24.16 Wfm 文件导入设置

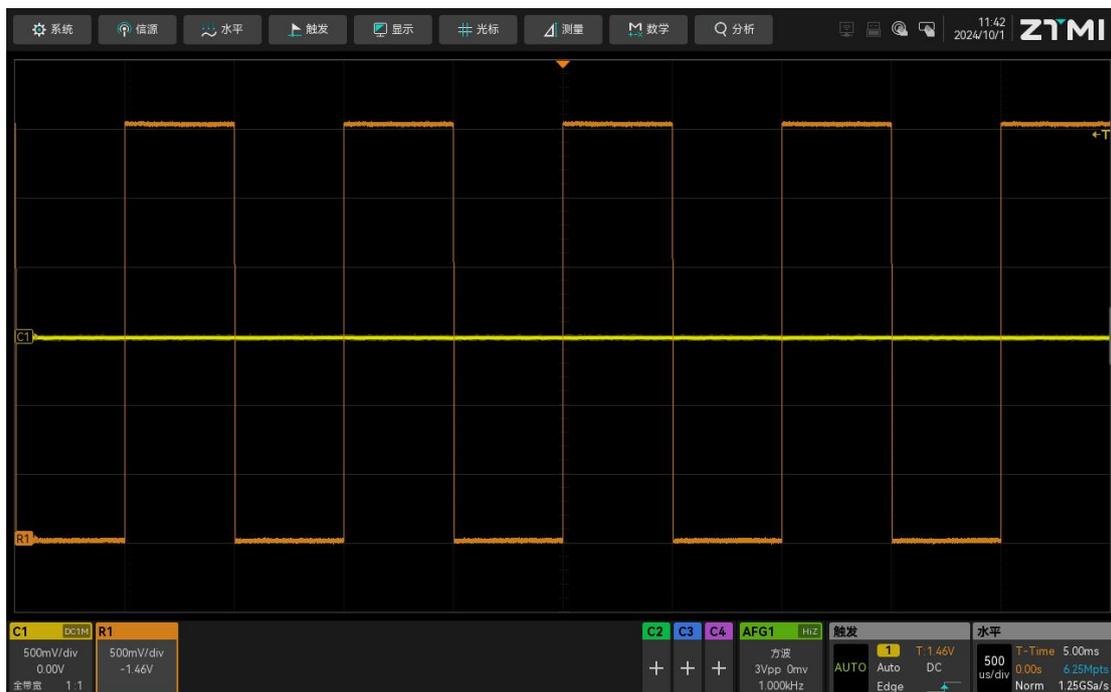


图 24.17 Wfm 文件导入结果

当选择类型为 **Stp 文件** 时，选择合适的导入路径后点击【导入】，即可导入 Stp 参数设置文件，如下图 24.18 所示。

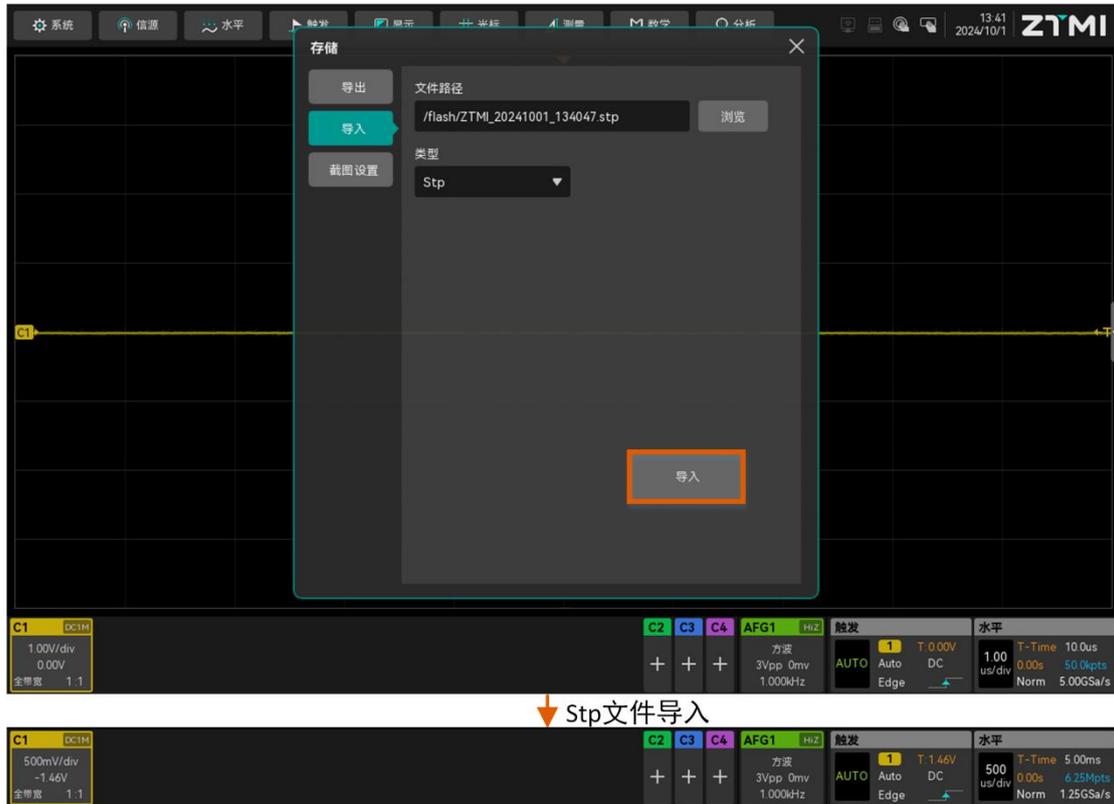


图 24.18 Stp 文件导入

24.4 截图设置

用户可按下【Print Screen】键，将当前的屏幕显示以 BMP/PNG 格式保存到指定存储路径。进入【存储】菜单后，点击【截图设置】即可进行一键存储设置。若提前设置好保存的格式，路径等，一键存储的文件将按照所设置的参数进行保存。若不指定存储格式，则按下【Print Screen】键后，默认以 BMP 格式保存屏幕显示。

注：当勾选“截图时隐藏菜单”时，此后截图的图片将不保留菜单存储。

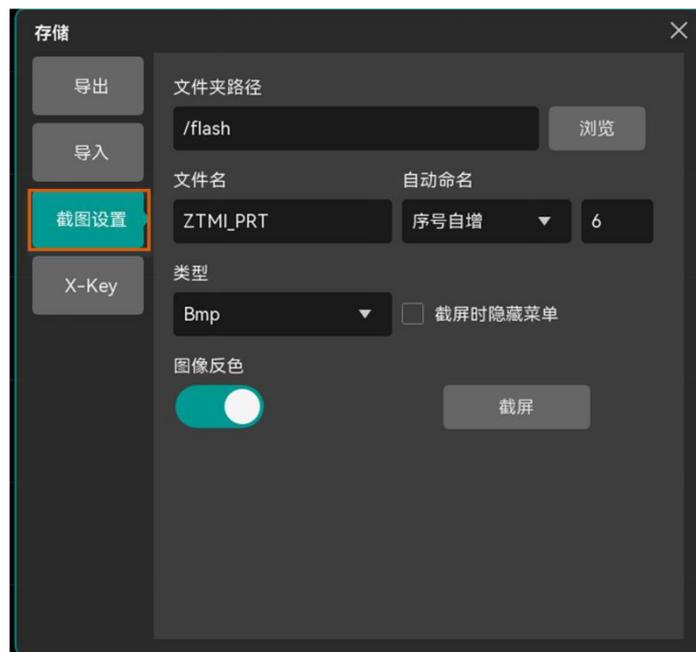


图 24.19 一键存储按键

当选择图像反色为 ON 时，保存图像的 RGB 颜色编码会按位取反后再保存，图像反色示例如图 24.21 所示，图像反色参数设置如图 24.22 所示。



图 24.20 图像反色为“OFF”

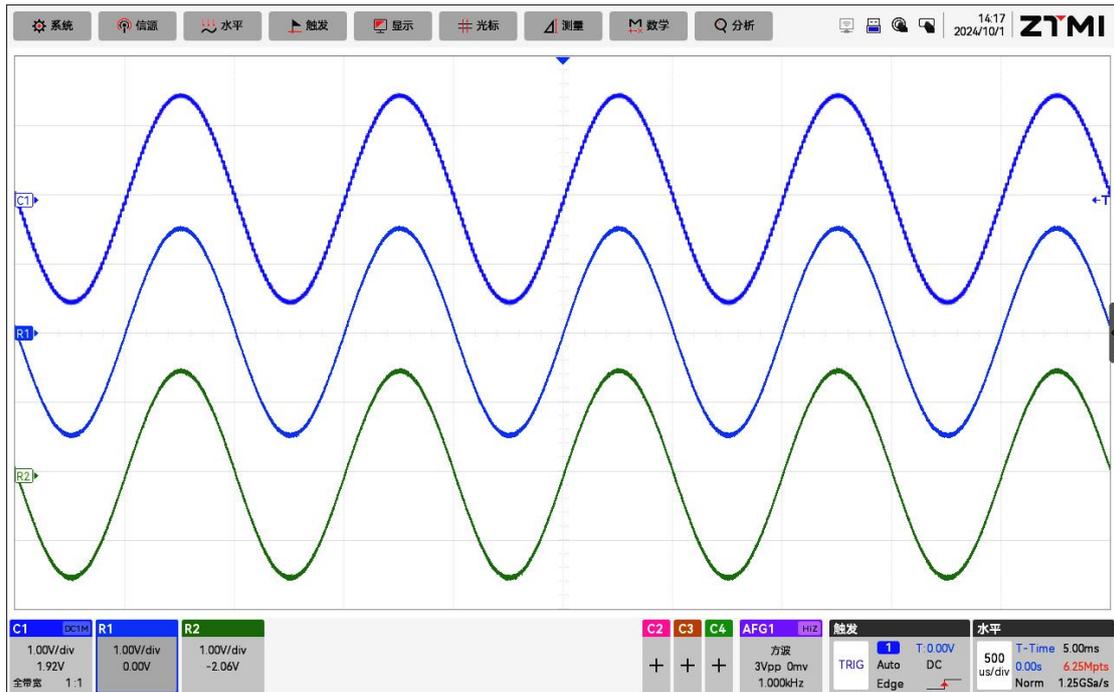


图 24.21 图像反色为“ON”



图 24.22 图像反色参数

24.5 报表生成

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

24.5.1 解码事件表报表导出

用户可在协议解码功能里将解码分析的结果导出报表。当协议解码处于运行状态时，按下【Run/Stop】键令示波器进入停止状态，此时双击【D1】标签进入解码菜单，点击【通道设置】中的【显示事件表】后将会出现【导出结果】，点击【导出结果】，并选择“*.html”，执行导出报表功能，如图 24.23 所示。保存报表之前，可设置报表的保存路径和文件名，如图 24.24 所示。



图 24.23 解码事件表的报表文件导出



图 24.24 设置存储路径和存储文件名

生成的一个报表文件实例如图 24.25 所示。

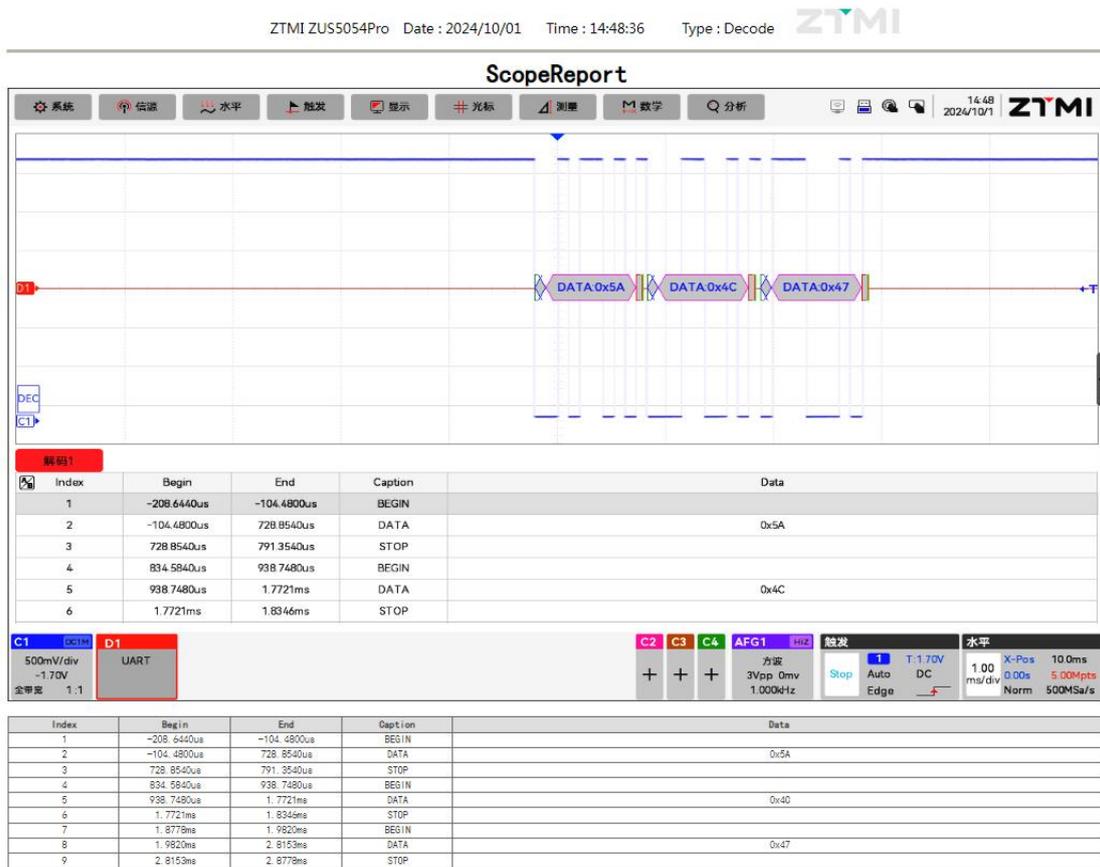


图 24.25 解码事件表报表实例

24.5.2 FFT 运算结果报表导出

用户可通过 FFT 报表导出功能，将 FFT 运算结果作为报表文件保存到内部和外部磁盘，图 24.26 所示是一个 FFT 报表文件的部分内容。FFT 报表功能菜单如图 24.27 所示，用户可在内部或外部磁盘里管理 FFT 报表文件。

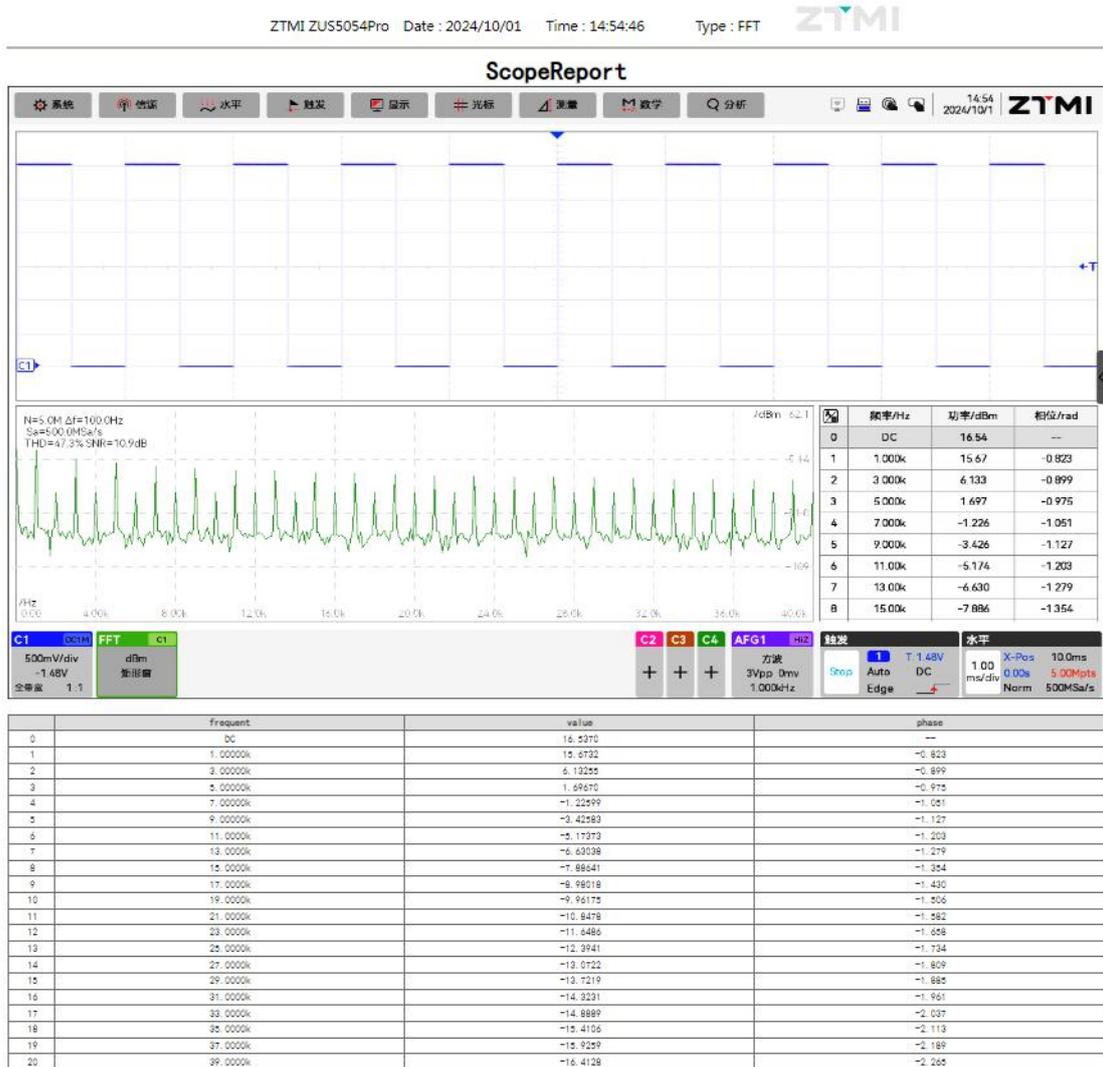


图 24.26 FFT 报表

1. 导出报表

首先，需要令示波器进入停止状态，然后双击【FFT】标签打开 FFT 菜单栏，选择**导出报表**，并且选择需要在磁盘浏览视图里显示的文件类型，用户可选择网页报表也可选择 CSV 文件，如图 24.27 所示。

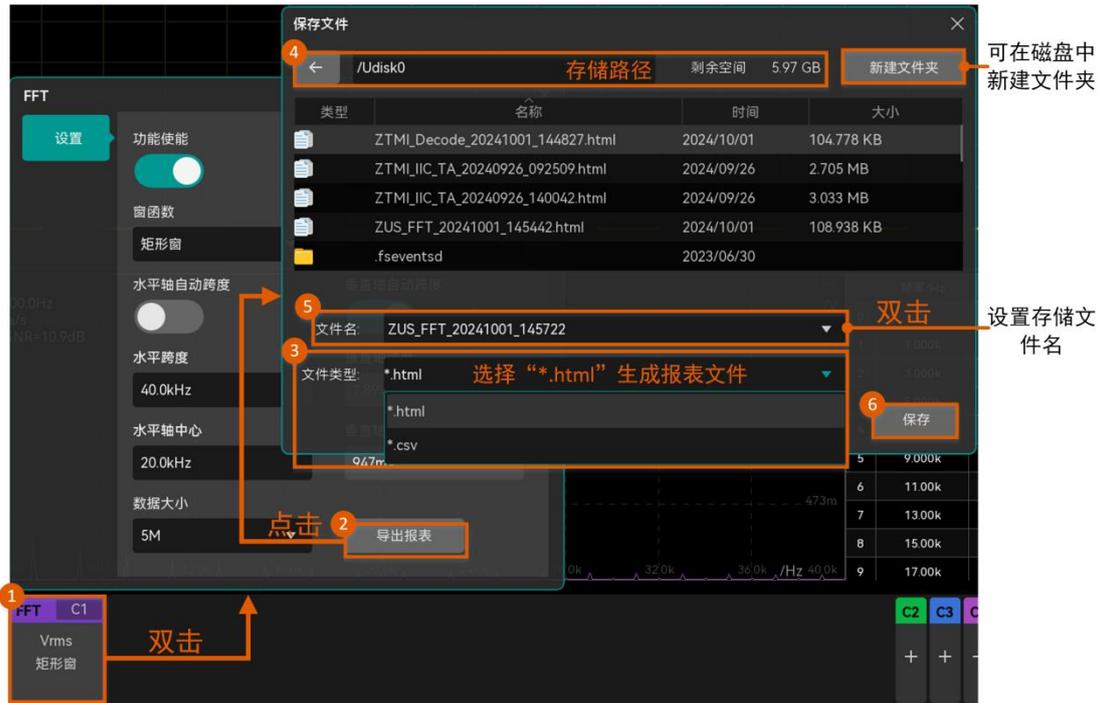


图 24.27 FFT 报表导出功能

然后使用旋钮 A/B 在磁盘浏览对话框里**选择保存文件的路径**，用户也可在指定路径里新建文件夹用于存储 FFT 报表，设置完毕后可双击【文件名】进入文件名设置界面，如下所述。

2. 保存文件名

接下来，需要**确定保存文件的名称**。默认状态时，示波器自动按“ZUS_FFT_年月日_时分秒.html”的格式命名，如图 24.28 所示；双击图 24.29 所示的【文件名】后，在弹出输入框中可自定义命名，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置，如图 24.29 所示。

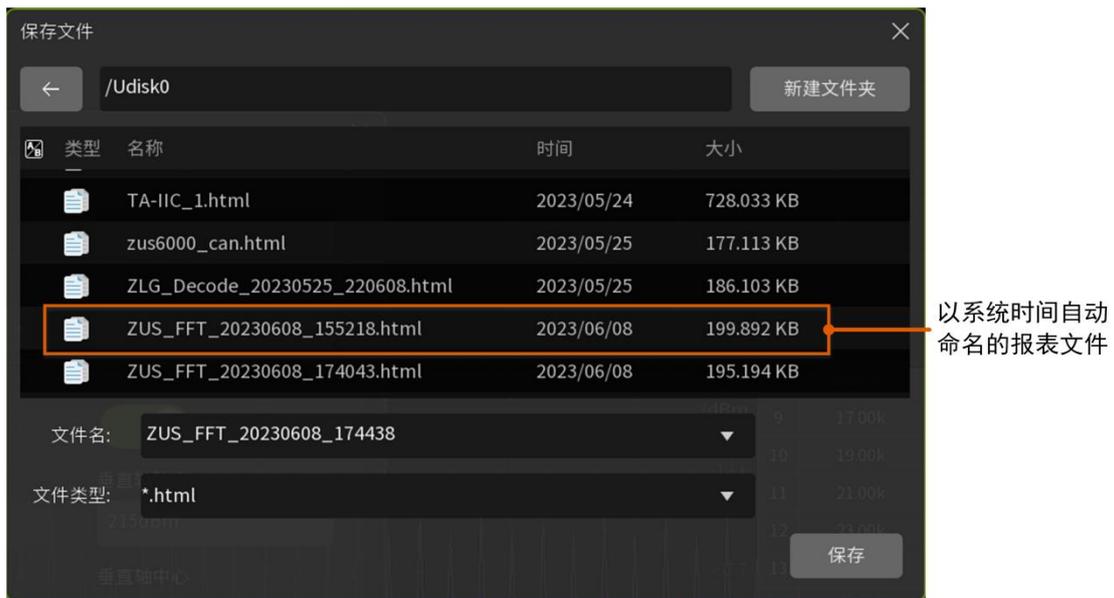


图 24.28 以系统时间自动命名的报表文件



图 24.29 输入文件名

最后，点击图 24.29 所示的【确定】，确认保存文件名，然后在图 24.27 所示菜单里点击【保存】，即执行文件保存操作，此时系统会显示文件保存进度条直至保存完成。当文件保存时，除电源键以外的所有按键均无效。

25. 系统辅助设置

25.1 概述

用户点击【系统】-【设置】可进入系统设置菜单，如图 25.1 所示。

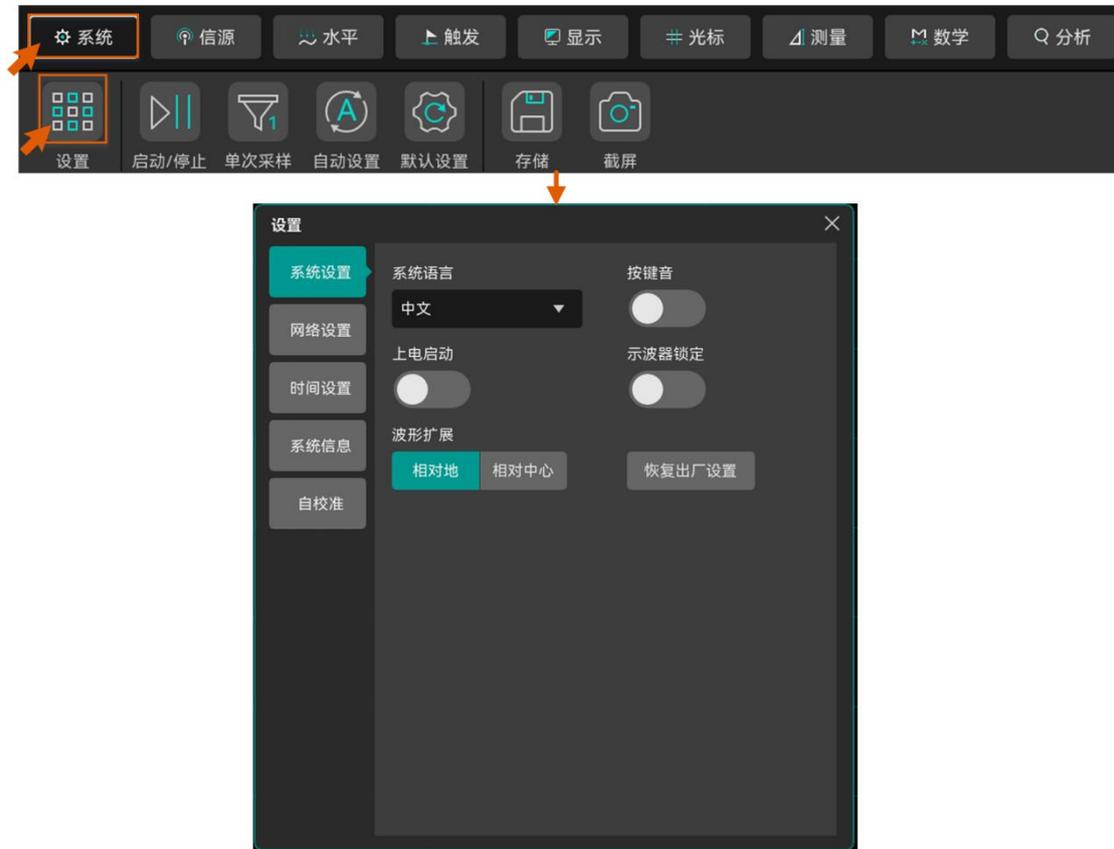


图 25.1 系统设置菜单

25.2 系统设置

25.2.1 系统语言

用户可在如图 25.1 所示【系统设置】菜单里，选择菜单和提示信息语言。当前可选择语言有简体中文和 English。

25.2.2 按键声音

用户可在如图 25.1 所示【系统设置】菜单里，设置按键音，打开“ON”状态或关闭“OFF”状态声音提示。启用声音提示后，在操作界面菜单和按键时，将可听到蜂鸣器的声音。

25.2.3 上电启动

用户可在如图 25.1 所示【系统设置】菜单里，设置上电启动，打开“ON”状态或关闭“OFF”状态上电自启动。启用上电启动后，在上电时，示波器将会自启动。

25.2.4 示波器锁定

用户可在如图 25.1 所示【系统设置】菜单里，设置示波器锁定，可设打开“ON”状态或关闭“OFF”状态两种状态。启用示波器锁定时，示波器上除“Run/Stop”以外的所有按

键和点击屏幕操作均无效，连接三次“Run/Stop”以解锁。

25.2.5 波形扩展

用户可在如图 25.1 所示【系统设置】菜单里，可设置波形扩展或压缩的基准：

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

25.2.6 恢复出厂设置

用户可执行恢复出厂设置操作，按下图 25.1 所示【系统设置】菜单中的【恢复出厂设置】之后显示如图 25.2 所示，点击【确认】即可将仪器所有参数均恢复至默认值。

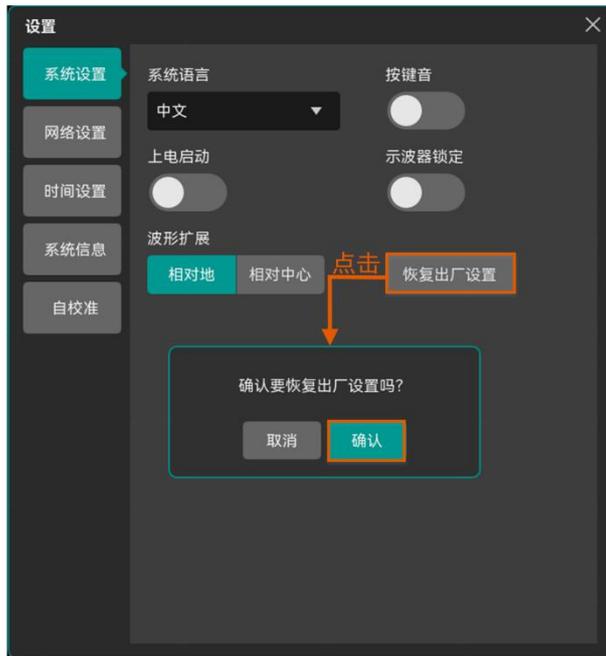


图 25.2 恢复出厂设置

25.3 网络设置

点击【系统】，选择【设置】-【网络设置】进入网络设置菜单，用户可查看网络连接状态和配置网络参数，双击输入框可手动修改当前设置。旋转旋钮 A/B 可移动光标位置，如图 25.3 所示。



图 25.3 LAN 设置

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

1. DHCP 模式

在图 25.4 所示【模式】菜单里选择“动态地址”。DHCP 类型有效时，将由当前网络中的 DHCP 服务器向示波器分配 IP 地址等网络参数。

2. 静态 IP 模式

在如图 25.4 所示【模式】菜单里选择“静态 IP”；则用户可自定义示波器的 IP 地址、网关、DNS 等网络参数，然后保存到至非易失性存储器里。



图 25.4 两种网络设置模式

25.4 时间设置

用户可设置系统时间值，单击“年月日时分秒”输入框，可通过旋转 A/B 旋钮（微调/粗调）设置值；双击“年月日时分秒”输入框可手动输入值，此时旋转旋钮 A/B 可移动编辑光标位置，如图 25.5 所示。各时间参数设置范围如下所述：

- 年：1970 至 2099；
- 月：01-12；
- 日：01-31（28、29 或 30）；
- 时：00 至 23；

- 分：00 至 59；
- 秒：00 至 59。

点击【确定】，令设置生效。

具体的时间显示如下图 25.6 所示。



图 25.5 时间设置



图 25.6 时间显示于右上角

25.5 系统信息

用户可通过系统设置菜单，查看示波器系统信息，如图 25.7 所示。



图 25.7 系统信息查看

25.6 自校准

自校准主要是校准垂直偏移量，DC 耦合模式下，输入悬空，正常情况信号电压应与“地电平”在同一垂直位置，若不一致，则需要自校准。

自校准的原理就是不断递归测量修正，最终使“信号”与“地”处于同一垂直位置。

自校准程序可迅速使示波器达到最佳工作状态，以取得最精确的测量值。用户可在任何时候执行该功能，尤其是当环境温度变化范围达到或超过 5℃时。执行自校正操作之前，请确保示波器已预热或运行 30 分钟以上，且各输入通道的连接须完全断开。ZUS5000 系列示波器的自校正过程须耗时 8 分钟左右。在自校准菜单可完成自校准的启动和中止操作，如图 25.8 所示。自校准过程中会报告校正进度，如图 25.9 所示。

注：自校正前须确保各输入通道完全断开，不可连接任何探头。



图 25.8 自校准菜单

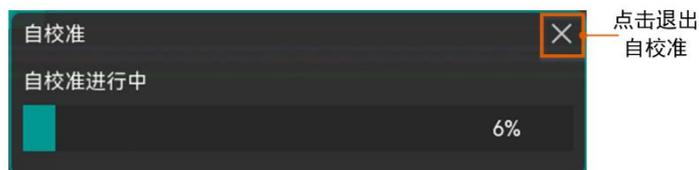


图 25.9 自校正进度

注：自校正过程中，大部分按键的功能已被禁用。

25.7 系统升级

示波器的固件升级不单单只能通过 U 盘进行升级,用户通过网线将示波器连到 Internet,可直接进行在线升级。如下图 25.10 所示,点击【系统信息】中的【检查更新】,会出现“最新版本: xxx”、“已是最新版本”或“无法连接到服务器”等三种情况,如下图 25.11 所示。



图 25.10 升级路径



图 25.11 更新状态

25.7.1 在线升级

点击【检查更新】，出现“最新版本: xxx”时，点击【开始更新】，ZUS5000 从云端下载最新固件，如图 25.12 所示。下载完成后如图 25.13 所示会出现“下载完成，重启完成升级”，此时点击【重启】完成固件升级。

注：升级过程中请不要断电。

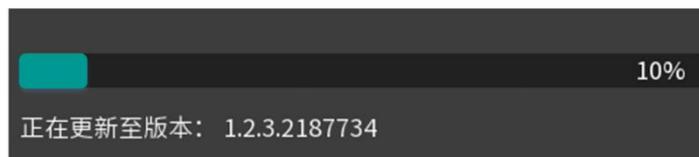


图 25.12 下载最新固件

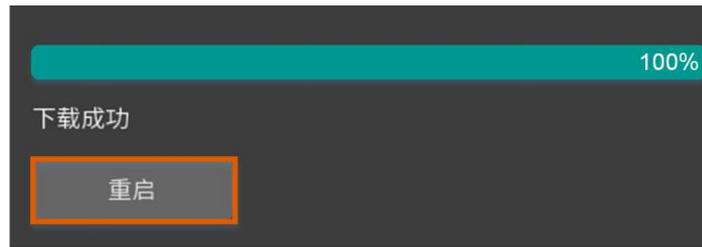


图 25.13 重启升级固件

26. 模板测试

26.1 概述

模板测试功能主要用于信号质量的评估,通过在示波器中设置模板对波形进行实时测试,统计在规定的测试条件内测试的次数、失败的数据帧个数、失败比率、测试时间等,并显示测试的结果和输出测试的数据。测试在设计和制造过程中能够节省时间和费用,并确保客户能够更快收到更高的质量产品。

26.1.1 模板测试特点

- 模板测试速率最高可达 10 万帧每秒
- 测试模板可灵活快速的自动生成
- 支持失败次数、总次数、测试时间、总次数、总 Sigma 等多种停止条件
- 测试失败时,支持声音提示、屏幕截图、保存数据、AUX 输出等操作
- 支持 sigma 高质量测试标准,6sigma 测试最快仅需 3s
- 支持多区域模板自定义导入/导出
- 测试结果支持自动保存或导出

26.1.2 模板测试结果

模板测试显示结果如图 26.1 所示:



图 26.1 测试显示

26.1.3 测试界面

点击屏幕【分析】-【模板测试】进入分析界面,功能使能后模板测试界面如下图 26.2 所示。

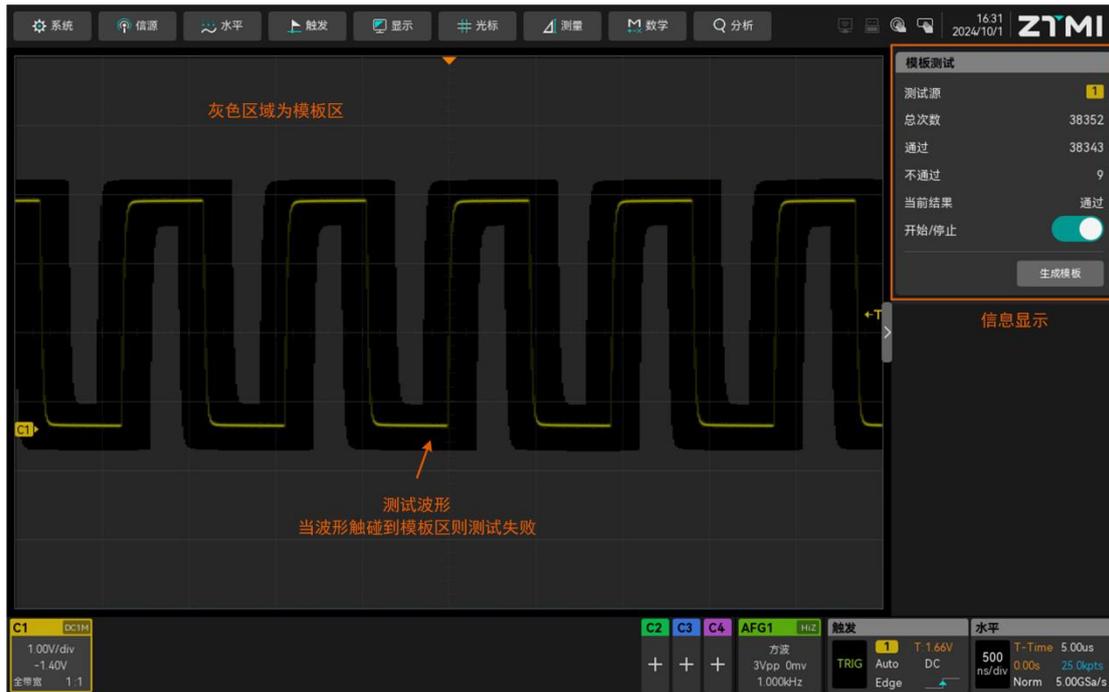


图 26.2 模板测试界面

注：当示波器处于滚动模式时，不能启用模板测试功能。当模板测试运行后，不允许更改信号源通道和调整测试规则。

26.2 设置

26.2.1 Aux 输出

当为【Aux 输出】ON 时，若检测到失败波形，将输出一个 TTL 高电平直至本帧波形结束，从下一帧波形开始比较时输出低电平。当【Aux 输出】为 OFF 时，后面板连接器不输出。

26.2.2 通道源

使用模板测试前用户需选择【通道源】，即需要测试的波形通道，通道源可以选择 C1、C2、C3、C4，如图 26.3 所示。



图 26.3 通道选择

26.2.3 停止条件

停止条件即测试过程当到达所设置的停止条件时立即停止，如图 26.4 所示。

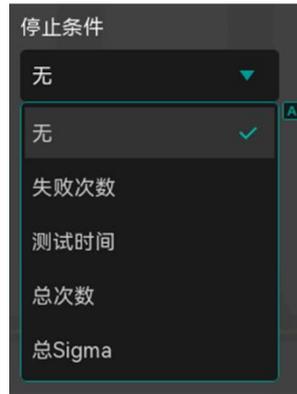


图 26.4 测试停止条件

模板测试的停止条件包括：

None: 即无停止条件，测试持续进行，直到手动点击停止才结束测试。

失败次数: 测试过程中，当失败次数达到所设的值时，测试立即停止。

测试时间: 测试时间达到所设置的时间值时，测试立即停止。

总次数: 测试过程中，当测试次数达到所设的总次数时，测试立即停止。

总 Sigma: 测试过程，当 Sigma 值达到所设定的值时，测试立即停止。

26.2.4 失败操作

失败操作即若波形进行测试过程中无法通过测试时，将执行警示操作。失败操作如图 26.5 所示。



图 26.5 失败操作

失败操作包括：

声音提示: 即当出现测试不通过项时，系统会发出警报声（蜂鸣器）提醒；

保存截屏: 即当出现测试不通过项时，系统会自动对失败项进行截屏保存；

保存数据: 即当出现测试不通过项时，系统会自动进行数据存储。

三项失败操作可以选择多项进行提示，不选择任何失败提醒操作，则若出现失败项不做任何提醒。

26.2.5 信息显示

点击【信息显示】可选择显示类型“精简模式”和“标准模式”，可将测量结果统计信息显示在屏幕上，主要包括测试次数，测试失败次数，测试失败比例，测试 sigma 值，测试时间和测试状态等，如图 26.6 所示。



图 26.6 信息显示

26.3 模板生成

点击【模板生成】，进入模板生成设置界面，如图 26.7 所示。通过调整垂直容限范围和水平容限范围，在视图区可看到加亮区为模板测试区域，点击【生成模板】即可形成模板测试。



图 26.7 模板生成界面

用户若想重新设置模板，可点击【重置模板】后重新设置垂直容限和水平容限值，点击【生成模板】即可。

用户也可将已有的模板导入作为测试模板，也可以将当前所设置的模板导出，方便后期测试使用，模板文件类型为.mask。

26.3.1 调节垂直容限范围

单击【垂直容限】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）进行调节；双击【垂直容限】输入框可手动输入值进行调节，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置。可调整的

范围 0.02div~2.00div，调整过程中，界面中出现两条界线以表示当前规则的轮廓，该轮廓呈加亮状态。

26.3.2 调节水平容限范围

单击【水平容限】输入框可通过旋转旋钮 A/B（微调/粗调）进行调节；双击【水平容限】输入框可手动输入值进行调节，此时旋转旋钮 A/B 可调节输入框光标位置。可调整的范围 0.02div~2.00div，调整过程中，界面中出现两条界线以表示当前规则的轮廓，该轮廓呈加亮状态。

26.3.3 模板导入

用户还可将仪器内部 Flash 存储器或外部 U 盘中存储的测试模板文件导入，导入的波形可以是以前保存的*.mask 文件或者是自行设置的*.json 文件，如图 26.8 所示。点击【模板导入】，进入文件导入界面进行导入，如图 26.9 所示。

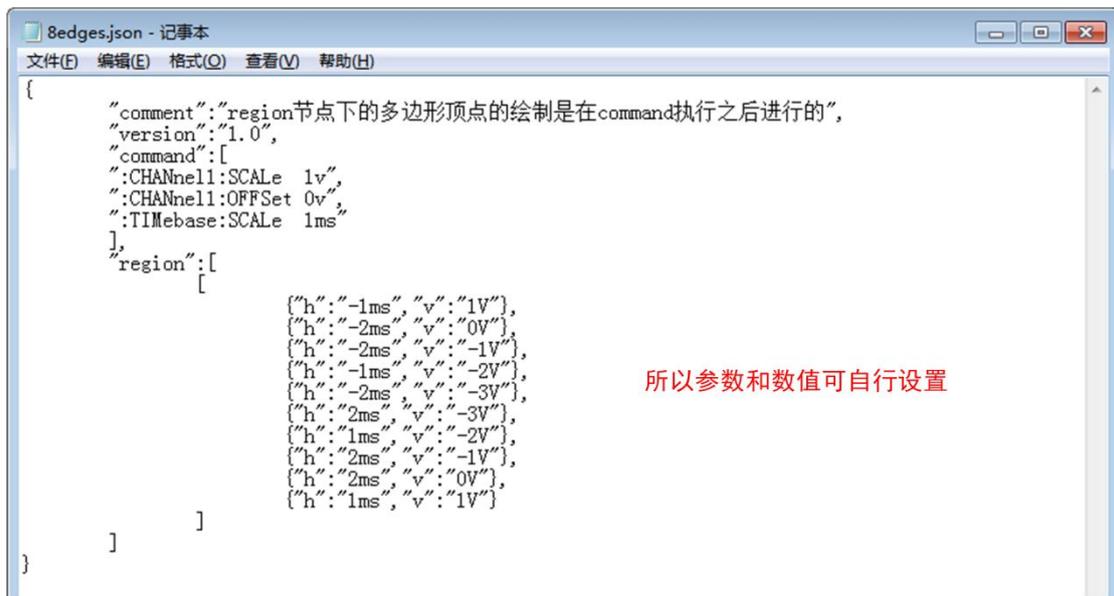


图 26.8 *.json 文件



图 26.9 模板导入流程

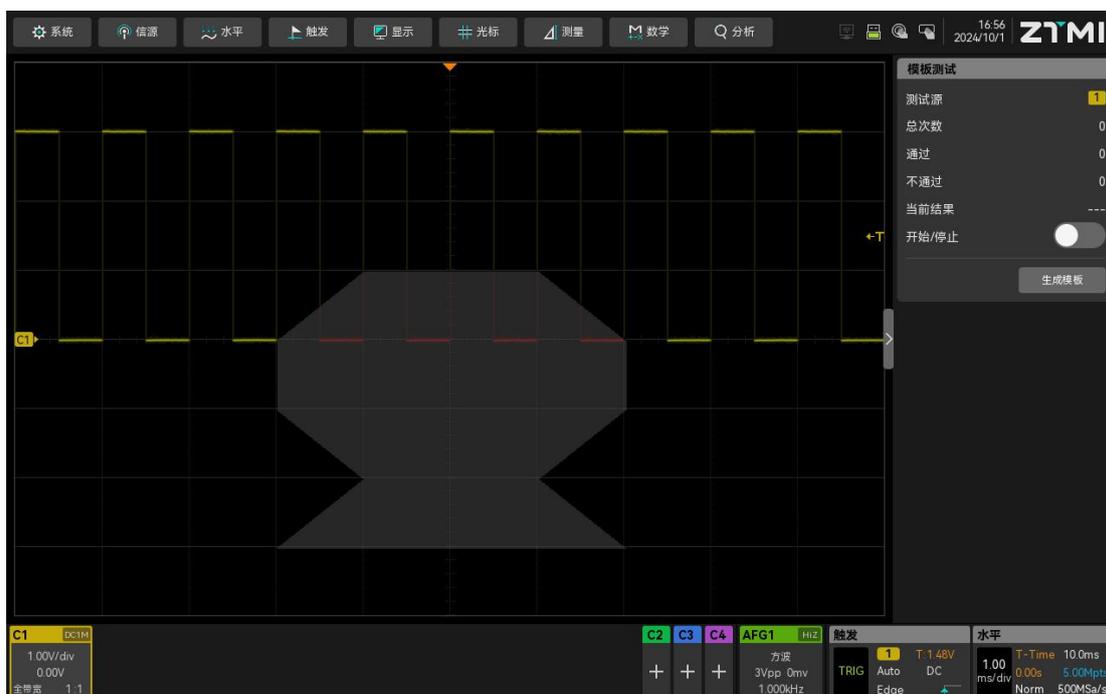


图 26.10 模板导入结果

26.3.4 模板导出

用户可将当前测试模板的模板设置，水平和垂直缩放档位、水平和垂直偏移等设置信息保存至内部 Flash 存储器或外部 U 盘。文件名格式为“*.mask”，如图 26.11 所示，点击【模板导出】，进入文件保存界面。



图 26.11 模板导出

26.4 结果导出

模板测试停止后可将测试最终结果导出，双击模板测试卡片打开模板测试菜单栏，点击【结果导出】，进入文件保存界面，导出文件为.csv 文件，具体如图 26.12 所示。



图 26.12 导出结果

系统信息				
	设备名称	ZUS5054Pro		
	设备厂商	Guangzhou Zhiyuan Instruments Co., Ltd.		
	通道1档位	1.00V/div		
	通道2档位	Closed		
	通道3档位	Closed		
	通道4档位	Closed		
	时基档位	500ns/div		
	采样率	5.00GSa/s		
	采样时间	5.00us		
	采样点数	25.0kpts		
模板测试结果导出:				
	保存时间	2024/10/1 17:04		
	测试源	C1		
	总次数	30618		
	通过	30612		
	不通过	6		
	失败率	0.02%		
	西格玛	5.0/5.4 Sigma		
	时间	00:06.6		

图 26.13 模板测试结果

27. 常见问题及应对方法

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

27.1 具体问题阐述

27.1.1 按下电源键，示波器黑屏，没有任何显示

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

27.1.2 有波形显示，但不能稳定下来

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

27.1.3 按下【Run/Stop】键无任何显示

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

注：使用【Auto Setup】键可自动完成以上设置。

27.1.4 U 盘设备不能被识别

- (1) 检查 U 盘设备是否为 FAT32 格式。
- (2) 检查 U 盘设备是否可靠插入。
- (3) 更换其它品牌的 U 盘设备再试。部分品牌的 U 盘识别时间较长，用户可耐心等待一段时间。
- (4) 重新启动仪器后，再插入 U 盘设备进行检查。

27.1.5 测量的电压幅度值比实际值大或者小

检查通道衰减系数是否与实际使用的探头衰减比例相符。

注：此处一般在使用探头时才会出现。

28. ZUS5000 系列示波器技术参数

所有参数均可保证，但示波器须在规定的操作温度下连续运行 30 分钟以上。

28.1 垂直系统

表 28.1 垂直系统模拟通道特性

特性		说明	
		ZUS5054Pro	ZUS5054
通道数		4	
模拟带宽(-3dB)		500MHz	
计算的上升时间		≤ 0.8ns	
垂直分辨率		12 bit	
带宽限制		20MHz	
输入耦合		DC、AC、GND	
输入阻抗		1MΩ ± 1% 13pF ± 2pF 50 Ω ± 1.5%	
输入灵敏度范围	1MΩ	1mV/div ~ 10V/div, 1-2-5 步进	
	50Ω	1mV/div ~ 1V/div, 1-2-5 步进	
最大输入电压	1MΩ	CAT I 300Vrms	
	50Ω	5Vrms (100mV/div 及其以下档位最大 2.5V _{RMS})	
直流增益精度 ^{注1}		2mV/div ~ 10V/div: ±1%满量程; 1mV/div: ±2%满量程	
直流偏移准确度		2mV/div ~ 10V/div: ±0.2div±0.5%偏移值; 1mV/div: ±0.4div±0.5%偏移值	
通道间隔离		> 40dB	
低频响应(交流耦合, -3dB)		≤ 5Hz	
偏置范围	1MΩ	1mV/div 至 100mV/div: ±2V; 200mV/div 至 1V/div: ±20V; 2V/div 至 10V/div: ±40V	
	50Ω	1mV/div 至 100mV/div: ±2V; 200mV/div 至 1V/div: ±20V	
动态范围		屏幕中心±6div	
探头衰减系数		0.01×~10k×	

注 1: 使用 1kHz 满量程方波计量; 幅度测量取 10 次平均值。

28.2 水平系统

表 28.2 水平系统模拟通道

特性	说明
时间档位	单通道: 500ps/div ~ 1Ks/div, 1-2-5 步进 双通道: 1ns/div ~ 1Ks/div, 1-2-5 步进
时基精度	25ppm ± 5ppm/年(老化)
波形刷新率 ^注	300kwfms/s
延时范围	预触发: ≤存储深度、后触发: 1s – 80Ks
时基模式	Y-T、X-Y、ROLL
硬件滤波	10Hz~500MHz

注 1: 单通道, 点显示模式, 20ns/div 时基档位, 自动存储深度, 输入信号大于 5MHz。

注 2: ZUS5054 示波器波形刷新率为 100kwfms/s。

28.3 采样系统

表 28.3 采集模式

模式	说明
采样方式	实时采样
最大采样率	5GSa/s(单通道) ; 2.5GSa/s(双通道)
存储深度 ^注	单通道: 10Kpts、100Kpts、1Mpts、10Mpts、20Mpts、50Mpts、100Mpts、125Mpts、 250Mpts、 500Mpts 多通道: 10Kpts、100Kpts、1Mpts、10Mpts、20Mpts、50Mpts、100Mpts、125Mpts、 250Mpts
峰值检测	所有扫描速度的取样毛刺窄至 1ns
平均	平均包含 2 至 65536 个波形
高分辨率	实时平均可降低随机噪声, 提高垂直分辨率
滚动	在屏幕上从右向左滚动波形, 时基档位大于或等于 100ms/div

注: ZUS5054 示波器单通道时最大存储深度为 250Mpts, 多通道时最大存储深度为 125Mpts。

28.4 触发系统

表 28.4 触发系统

特性	说明
触发源	CH1、CH2、CH3、CH4、外触发、市电触发
触发模式	自动、普通
触发耦合	DC、AC、高频抑制(50kHz)、低频抑制(50kHz)
触发释抑范围	0ns 至 13.7s
触发灵敏度	内部 范围: 0~1.5 div 默认值为: 1mV/div: 2div; 2mV/div~5mV/div: 1div; 10mV/div ~ 10V/div: 0.3div;
	外部 触发输入频率 ≤ 1MHz, 默认为 300mV; 触发输入频率 ≤ 10MHz, 默认为 500mV。

特性	说明
触发电平范围	内部：距屏幕中心±5 div，外部：±5V

28.5 触发种类

表 28.5 触发种类

触发种类	ZUS5000
基础触发	边沿、脉宽、斜率、视频、欠幅、超幅、码型、第 N 边沿、超时、建立保持
协议触发 ^注	UART、I2C、I2C device、SPI、CAN、CAN FD、USB、LIN、SD_SPI、SD_SD、Wiegand、FlexRay、DS18B20、PS/2、MDIO、DALI、HDQ、1-Wire、Manchester、Diff-Manche、Miller、1553B、MVB、Modbus、ISO7816、WTB、SENT、MIPI_DSI、MIPI_RFFE、DHT11、SHT11、SPC、DMX512

注：ZUS5054 标配基础触发和以下协议触发类型：CAN、USB、UART、I²C、I²C device、SPI、I²S、ModBus、1553B、PS/2，其余协议触发类型可选配。

表 28.6 基础触发类型说明

特性	说明
边沿触发 (Edge)	分为上升沿触发、下降沿触发和双边沿触发，当边沿穿过触发电平时将进行触发
脉宽触发 (Pulse)	正脉冲或负脉冲在指定脉宽时间触发
斜率触发 (Slope)	在脉冲边沿速率快于或慢于规定值时触发
视频触发 (Video)	在 NTSC、PAL 和 SECAM 视频信号的指定行、任意行、偶数场、奇数场、任意场上触发
欠幅触发 (Runt)	当脉冲幅值大于或小于所设置的幅值时可触发
超幅触发 (Pos-Runt)	当脉冲幅值大于正常幅值时可触发
码型触发 (Pattern)	两通道间的码型类型有高电平、低电平、忽略、上升沿和下降沿，设置完毕后符合条件的波形将进行触发
第 N 边沿触 (Nth-Edge)	信号在空闲后的第 N 个边沿触发
超时触发 (Time-out)	当电平持续时间大于规定时间值时触发
建立/保持 (Setup/Hold)	当满足数据建立或保持的时间时可进行触发

28.6 解码种类

表 28.7 协议解码类型表

型号	协议类型	协议名称
ZUS5000	快充&电源管理	USB-PD2.0\3.0(PPS)、QC2.0\3.0、QC4.0\4.0+*、HDQ、PMBus*、SMBus*、AVSBus*、DMX512、DALI
	汽车&轨道交通	CAN-FD、LIN、FlexRay、SENT、SPC、MVB、WTB
	手机&智能硬件	I ² C、TDM、MIPI-DSI、MIPI-RFFE、MDIO、SD-SPI、SD-SD
	通用串行协议	CAN、UART (RS232、RS485)、I ² C、I ² C Device、SPI、I ² S、1553B、ModBus、ARINC429、USB1.1 (USB2.0 全速)、PS/2
	传感器&RFID	NEC、Philips RC5、Philips RC6、1-WIRE、DS18B20、SHT11、DHT11、Manchester、Diff-Manchester、WIEGAND、Miller、ISO7816

注 1：带*协议目前暂不支持，敬请期待。

注 2: ZUS5054 示波器标配以下协议: CAN、UART、I²C、I²C device、SPI、I²S、ModBus、1553B、ARINC429、USB、PS/2, 其余协议可选配。

表 28.8 解码协议信息表

特性	说明
UART	UART 协议有发送 TXD 和接收 RXD 两路信号, 在 20Mb/s 以内的 UART (RS-232/422/485/UART) 总线可在示波器上进行触发和解码
I2C	I2C 协议有时钟线 SCL 和数据线 SDA 两路信号, 支持标准、快速和高速 I2C 总线的触发和解码
SPI	SPI 有 3 条 (或 2 条) 信源, 时钟线、数据线和片选线 (可为 NONE), 在 20Mb/s 以内 SPI 总线可进行触发和解码, 通过设置其工作方式, 传输模式、数据位宽和 (空闲时间) 即可进行解码
1553B	1553B 为 1 条数据信源, 可设置起始位触发和地址触发
ARINC429	ARINC-429 通信采用带有奇偶校验的 32 位信息字, 采用双极性归零码的三态调制编码方式。
Modbus	Modbus 为 1 条数据信源, 在 10Mb/s 以内并将其波特率, 检验位和传输模式参数设置即可进行触发和解码
MIPI-DSI	MIPI-DSI 拥有 2 条数据线 D+和 D-, 可使用起始位触发、传输模式、总线转向触发
CAN	CAN 协议有 3 种数据类型, CANH、CANL 和 CAN-DIFF, 可自行配置触发方式
CAN-FD	CAN-FD 协议有 3 种数据类型, CANH、CANL 和 CAN-DIFF, 需设置普通波特率和 FD 波特率, 可自行配置开始位触发和各类数据帧触发
LIN	LIN 协议支持 LIN1.1 和 LIN1.3 版本, 在 1Mb/s 以内 LIN 总线上同步间隔、同步场、特定 ID、特定 ID+特定数据触发
FlexRay	FlexRay 为 1 条数据线, FlexRay 总线可在 TSS 和 frame ID 进行触发
SENT	SENT 为 1 条数据信源, 可设置其数据脉冲个数和时间片宽度, 可使用同步场触发和状态场触发
MVB	MVB 为 1 条数据信源, 可设置其波特率, MSD 和 SSD 触发模式进行解码
WTB	WTB 为 1 条数据信源, 可设置其波特率和触发模式进行解码
TDM	TDM 有 3 条信源, 时钟线、数据线和片选信号线
ISO7816	ISO7816 拥有 2 条信源, 复位信源和数据信源, 可调节其波特率, 使用 TS 和 RST 触发进行解码
IIS	IIS 有 3 条信源, 时钟线、数据线和通道信源选择, 协议格式可选 IIS、Left 和 Right
SD_SPI	SD_SPI 有 2 条信源, 时钟信源和命令信源 支持指定指令或指定指令+参数触发和解码
SD_SD	SD 总线 (SD 模式), 支持指定指令或指定指令+参数触发
USB	USB 有 2 条信源, D+和 D- 支持 USB2.0 (低速或全速) 总线上输出包、输入包、起始包、建立包、DATA0、DATA1、回应包等触发。每一种触发方式可进一步指定相应包的具体信息, 如起始包要设置扩展参数和账号值, 建立包要设置扩展参数、地址值和端口值等
DMX512	DMX512 协议规定数据包从传输必须按照规定的格式和传输波特率进行, 一个完整的 DMX512 数据包的格式由一个 MTBP 信号、一个 BREAK 信号、一个 MAB 信号和一个 SC 信号, 以及后面的数据帧组成

续上表

特性	说明
SPC	SPC 协议以单线半双工传输的方式进行数据传输，最多可以同时控制 4 个传感器。与 SENT 不同，SPC 新增了触发字段，可表示三种模式：同步模式，ID 选择与范围选择
I3C	I3C 协议有时钟线 SCL 和数据线 SDA 两路信号，SDR 模式是 I3C 总线上的默认通讯模式
Wiegand	在 Wiegand 总线（26Bit、39Bit、44Bit、自定义帧格式）上遇到指定的 OEM、FC、CC 段或者数据为指定数值时触发。支持根据需要屏蔽某些字段
DS18B20	DS18B20 为 1 条数据通道，可设置解码温度分辨率为 9、10、11、12 位进行解码；在 DS18B20 总线上开始位、指定 ROM 指令、指定 RAM 指令触发
MDIO	MDIO 有 2 条信源，时钟信源 MDC 和数据信源 MDI 支持在 MDIO 总线上对 ST 段、OP 段、PHYAD 段、REGAD 段和 DATA 段进行触发，同时可在 LSB 和 MSB 两种传输模式下进行解码
DALI	DALI 有 1 条数据信源，在 DALI 总线上遇到指定的 Forward19、Forward27、Backward 帧时触发解码
HDQ	HDQ 有 1 条数据信源，可设置数据长度为 8 位或 16 位进行解码 在 HDQ 总线上的复位段、指定指令触发
1-Wire	1-Wire 有 1 条数据信源，其速度模式可设置为标准或驱动进行解码 在 1-Wire 总线（低速、高速模式）上开始位、指定 ROM 指令触发
MIPI-RFFE	单个总线上可以挂载 1 个主机，同时最多挂载 15 个从机。该总线使用 2 条信号线，一条是主机控制的时钟线 SCLK，另一条是双向数据线 SDATA
Miller	Miller 有 1 条数据信源，可自行设置比特率进行解码，在 Miller 总线上指定数据传输模式进行数据触发
Manchester	Manchester 有 1 条数据信源，编码模式可选 G.E 或者 IEEE 进行解码，在 Manchester 总线上指定包起始位触发
Diff-Manche	Diff-Manche 有 1 条数据信源，编码模式可选 G.E 或者 IEEE 进行解码，在差分 Manchester 总线上指定包起始位触发
DHT11	DHT11 有 1 条数据信源，在 DHT11 总线上，起始位触发
SHT11	SHT11 有 1 条数据信源，在 SHT11 总线上，指定指令触发
NEC	NEC 有 1 条数据信源，通过设置电平反相和载波调解进行解码，无协议触发
RC5	RC5 有 1 条数据信源，通过设置电平反相和载波调解进行解码，无协议触发
RC6	RC6 有 1 条数据信源，通过设置电平反相和载波调解进行解码，无协议触发
USB PD	USB PD 快充协议解码
I2C device	新唐科技音频编解码器芯片 NAU8810、NAU8811、NAU8812、NAU8814、NAU88C10、NAU8820、NAU8822、NAU88C22、NAU88L24、NAU88L25、NAU8401、NAU8402、NAU8501、NAU8502、NAU85L40 的 2 线接口协议解码
QC2.0/3.0	高通 QC2.0 和 QC3.0 快充协议解码
PS/2	PS/2 有 2 条信源，时钟信源和数据信源 在 1Mb/s 以内 PS/2 总线上的开始位、数据触发，支持主机到从机和从机到主机触发

28.7 测量参数

表 28.9 测量参数

特性	说明	
光标测量	同时显示 X1、X2、 Δt 、F、Y1、Y2、 ΔV 、 $\Delta V/\Delta t$	
参数测量 (32 种)	电压参数 (13 种)	峰峰值、幅度、最大值、最小值、顶部值、底部值、过冲、预冲、平均、直流有效值、交流有效值、比率、校准平均值
	时间参数 (13 种)	周期、频率、上升时间、下降时间、脉宽、占空比、突发宽度、脉冲串长度、位置、延迟、相位、建立保持、波特率
	其他 (6 种)	边沿计数、脉冲计数、触发计数器、面积、正面积、负面积
测量数量	同时显示 24 种	
测量统计	当前值、最大值、最小值、平均值、标准差、统计次数	
硬件频率计	支持, 5Hz~300MHz	

28.8 波形数学运算

表 28.10 波形数学运算

特性	说明
波形运算	$A+B$ 、 $A-B$ 、 $A \times B$ 、 A/B 、积分、微分、滤波运算、自定义公式
FFT	傅里叶变换
FFT 显示模式	dBm 、 V_{rms} 、 Ampl 、 PSD
FFT 窗类型	Rectangle、Hamming、Hanning、Blackman-Harris、Flatop

28.9 信号发生器

表 28.11 信号发生器特性

特性	说明		
通道数	2		
最高频率	30MHz		
采样率	200MSa/s		
标准波形	正弦波、方波、三角波、脉冲波、噪声、直流		
任意波	自定义		
调制类型	AM、FM、PM、BASK、BFSK、BPSK、PWM		
频率特性	正弦波	1uHz ~ 30MHz	
	方波	1uHz ~ 10MHz	
	三角波	1uHz ~ 100kHz	
	脉冲波	1uHz ~ 1MHz	
	噪声	30MHz 模拟带宽	
	任意波	1uHz ~ 5MHz	
	分辨率	1uHz	
	准确度	> 10Hz (1Vpp) : $\pm 2\text{ppm}$, 18°C - 28°C	
正弦波频谱纯度	谐波失真	DC ~ 1MHz: < -60dBc	
	总谐波失真	< 1% (典型, 1Vpp, 10MHz)	
	无谐波杂散信号	< 1 MHz: -60dBc (Vout=1Vpp) < 10 MHz: -50dBc (Vout=1Vpp) < 30 MHz: -40dBc (Vout=1Vpp)	
信号特性	方波	上升与下降时间	< 20ns (典型, 1Vpp, 1kHz)
		过冲	< 5% (典型, 100kHz, 1Vpp)
		占空比	50%
		抖动	< 5MHz: 500ps (Vout=1Vpp)
		不对称性	周期的 1%
	脉冲波	占空比	0.01% ~ 99.99% (受当前频率设置限制)
		上升/下降沿	< 20ns (典型, 1V, 占空比 1%~99%)
		过冲	< 5% (典型, 1Vpp, 1kHz)
		抖动 (rms)	< 1MHz: 500ps (Vout=1Vpp)
	三角波	对称性	0% ~ 100%
	任意波	波形长度	16Kpts
垂直分辨率		14bits	
直流特性	电压范围	50Ω: MAX 2.5V 高阻: MAX 5V	
	精度	$\pm (V_{\text{set}} \times 0.5\% + 2\text{mV})$	

续上表

特性	说明		
通道特性—相位偏移	范围	0° ~ 360°	
	波形相位分辨率	0.1°	
输出特性	电压范围	50Ω: 5Vpp 高阻: 10Vpp	
	准确度	典型(1kHz 正弦, 0V 偏移) ± (Vamp × 2% + 2mV)	
	平坦度	< 1MHz: ±0.2dB < 30MHz: ±0.3dB	
	偏移范围	50Ω: ±5Vpk (Vac+dc) 高阻: ±10Vpk (Vac+dc)	
	偏移准确度	± (Vset × 1% + 5mV + Vamp × 0.5%)	
	输出阻抗	50Ω	
	输出保护	短路保护	
扫频特性	载波	正弦波, 方波, 脉冲波, 三角波, 任意波 (直流除外)	
	类型	线性	
	方向	上/下	
	起始/停止频率	和相应载波频率上下限一致	
	扫描时间	1ms ~ 1000s	
	触发源	内部	
猝发特性	载波	正弦波, 方波, 脉冲波, 三角波, 任意波 (直流除外)	
	载波频率	1mHz ~ 30MHz (受波形选择设置而限制)	
	脉冲计数	1 ~ 1 000 000 (受猝发周期设置而限制)	
	猝发周期	2us ~ 1000s	
	触发源	内部	
调制特性	AM	载波	正弦波, 方波, 脉冲波, 三角波, 任意波 (直流除外)
		调制源	内部
		调制波	正弦波, 方波, 三角波, 噪声
		调制深度	0% ~ 100%
		调制频率	1mHz ~ 1MHz (当载波或调制波为三角波时, 最大调制频率为 100kHz)
	FM	载波	正弦波, 方波, 脉冲波, 三角波, 任意波 (直流除外)
		调制源	内部
		调制波	正弦波, 方波, 三角波, 噪声
		频偏	0Hz ~ 设定载波频率 (受载波频率设置而限制, 频偏与载波频率的和不能超过载波频率上限)
		调制频率	1mHz ~ 1MHz (当载波或调制波为三角波时, 最大调制频率为 100kHz)

续上表

特性	说明		
调制特性	PM	载波	正弦波, 方波, 脉冲波, 三角波, 任意波 (直流除外)
		调制源	内部
		调制波	正弦波, 方波, 三角波, 噪声
		相移	0° ~ 360°
		调制频率	1mHz ~ 1MHz (当载波或调制波为三角波时, 最大调制频率为 100kHz)
	BASK	载波	正弦波, 方波, 脉冲波, 三角波, 任意波 (直流除外)
		调制源	内部
		调制波	50%占空比的方波
BASK 速率		1mHz ~ 1MHz (当载波为三角波时, 最大调制频率为 100kHz)	
调制特性	BFSK	载波	正弦波, 方波, 脉冲波, 三角波, 任意波 (直流除外)
		调制源	内部
		调制波	50%占空比的方波
		跳频频率	和频率特性标定一致 (当载波为正弦波时, 载波频率上限为 10MHz)
		BFSK 速率	1mHz ~ 1MHz (当载波为三角波时, 最大调制频率为 100kHz)
调制特性	BPSK	载波	正弦波, 方波, 脉冲波, 三角波, 任意波 (直流除外)
		调制源	内部
		调制波	50%占空比的方波
		BPSK 速率	1mHz ~ 1MHz (当载波为三角波时, 最大调制频率为 100kHz)
	PWM	载波	脉冲波
		调制源	内部
		调制波	正弦波, 方波, 三角波, 噪声
		占空比偏差	0% ~ 49.9% (受当前频率和占空比设置限制)
		PWM 频率	1mHz ~ 1MHz (当载波或调制波为三角波时, 最大调制频率为 100kHz)

28.10 显示特性

表 28.12 显示特性

特性	说明
显示器类型	10.1 英寸 TFT 触摸屏
显示器分辨率	1280 水平×800 垂直
波形显示类型	点、矢量
显示模式	普通、余辉、色温
余辉时间	100ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、10s、20s、50s、无限
刻度	10div（水平）×8div（垂直）

28.11 输入/输出端口

表 28.13 输入/输出端口

端口类型	说明
USB HOST	前面 1 个，背部 2 个；支持 USB3.0；可插 U 盘存储数据
USB DEVICE	支持 USB3.0；连接 PC
LAN	RJ-45 连接器，支持 10/100/1000 BASE-T
HDMI	支持视频信号输出
Trig Out	后面板 BNC 连接器在示波器触发时提供脉冲输出
ExtTrig In	外部触发输入端子
探头补偿输出	前面板针脚；幅度：约 3.0V、频率：1KHz

28.12 普通技术规格

ZUS5000 系列示波器的普通技术规格如表 28.14 所列。

表 28.14 普通技术规格

电源	说明
电源电压	100—240V~
电源频率	50—60 Hz
功率	150W max
保险丝	5A, T 级, 220V
过电压类别	II
污染等级	2
防电击保护类别	Class I (PE 线连接)
机械规格	说明
尺寸	宽×高×深 = 336mm × 214mm × 129mm
重量	净重: 3.8Kg; 毛重: 6.0Kg
环境	说明
温度范围	操作: 10°C ~ +50°C、储存: -20°C ~ +70°C
IP 等级	IP20
湿度范围	≤ 60% 相对湿度
冷却方法	风扇

续上表

环境	说明
海拔高度	操作 3000 米以下、非操作 12000 米以下
电磁兼容	IEC/EN 61326-1:2020 IEC/EN 61326-2-1:2020 IEC/EN 61000-3-2:2018 IEC/EN 61000-3-3:2013
安全性	IEC/EN 61010-1:2010 IEC/EN 61010-2-030:2017 IEC/EN 61010-031:2015

28.13 产品尺寸

ZUS5000 系列示波器尺寸图见图 28.1。

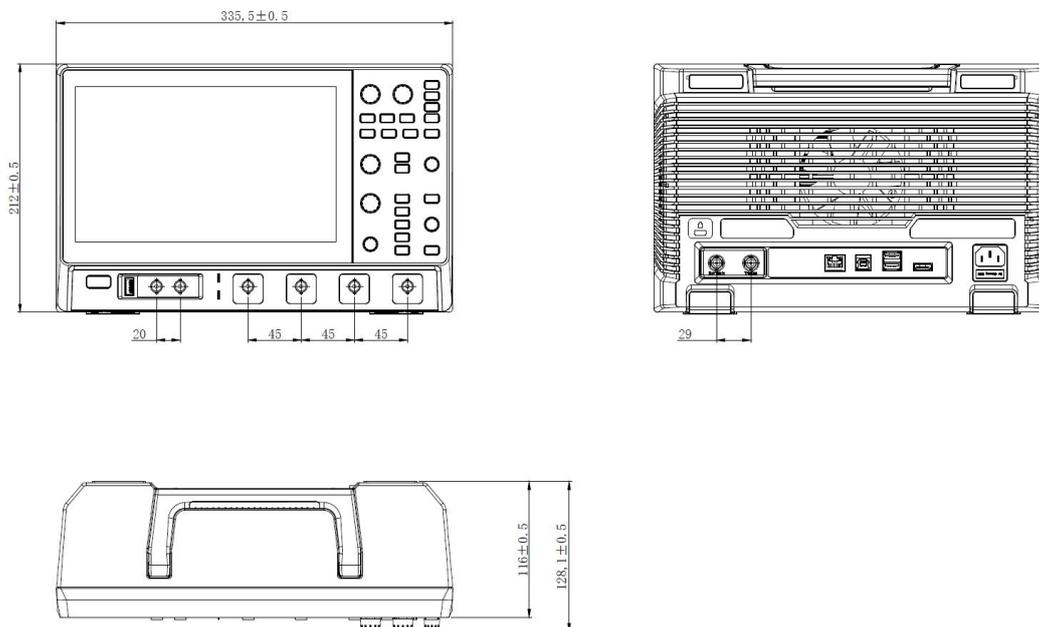


图 28.1 ZUS5000 示波器尺寸图

28.14 配件

ZUS5000 系列示波器的配件信息见表 28.15 和表 28.16 所列。

表 28.15 标准配件

配件名称	描述
USB 通信电缆	实现 PC 和示波器通信
探头	每通道标配 1 套 500MHz 无源探头
电源线	用于示波器供电
入门手册	产品入门手册
保修卡	申请产品保修服务

注：非本公司探头使用带来的危险本公司不承担责任。

表 28.16 选配件

配件名称	描述
电流探头	用于电流信号的测量
高压差分探头	用于高压测量、悬浮电压测量

29. 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！

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

