MS032A/052A/102A
高分辨率
模块化示波器

用户手册

CN01A



深圳市鼎阳科技股份有限公司
SIGLENT TECHNOLOGIES CO., LTD.

目录

1 引言 9

2 安全要求 10

2.1 安全符号和术语 10

2.2 工作环境 11

2.3 冷却要求 12

2.4 电源和接地连接 12

2.5 校准 12

2.6 清洁 12

2.7 异常情况 13

3 交付示波器 14

3.1 检查装箱物品 14

3.2 质保 14

3.3 维护协议 14

4 文档约定 15

5 使用前准备 16

5.1 安装 16

5.2 软面板 SFP 16

5.3 版本信息 16

5.4 添加新选件 16

6 快速入门 17

6.1 外观尺寸 17

6.2 前面板 18

6.3 连接 19

6.3.1 探头 19

6.3.2 辅助输出 19

6.3.3 参考时钟输入/输出 20

6.4 设备管理 20

6.5 时滞校正 21

6.6 终端设置 23

7 远程控制 24

8 用户界面 25

8.1 概述 25

8.2 菜单栏 26

8.3 网格区域 26

8.4 通道参数区 27

8.5 时基和触发参数区 28

8.6 对话框 30

8.7 鼠标控制 32

8.8 多窗口显示 33

8.9 语言选择 33

9 通过不同方式完成同一操作 34

9.1 顶部菜单栏 34

9.2 参数区 34

10 快速捕获信号 35

11 垂直设置 36

11.1 开启/关闭通道 36

11.2 通道设置 37

12 水平和采样设置 42

12.1 时基设置 42

12.2 采样设置 44

12.2.1 概述 44

12.2.2 采集方式 45

12.2.3 存储模式 47

12.2.4 分段采样（Sequence）模式 48

12.3 历史（History）模式 51

13 缩放波形（Zoom） 53

14 触发 55

14.1 概述 55

14.2 触发设置 56

14.3 触发电平 57

14.4 触发模式 57

14.5 触发类型 59

14.5.1 概述 59
14.5.2 边沿触发 60
14.5.3 斜率触发 60
14.5.4 脉宽触发 62
14.5.5 视频触发 63
14.5.6 窗口触发 66
14.5.7 间隔触发 67
14.5.8 超时触发 67
14.5.9 欠幅触发 68
14.5.10 码型触发 69
14.5.11 前提边沿触发 70
14.5.12 第 N 边沿触发 71
14.5.13 延迟触发 72
14.5.14 建立/保持触发 72
14.5.15 串行触发 73
14.5.16 外部数字 73
14.6 触发源 73
14.7 触发释抑（Holdoff） 74
14.8 触发耦合 75
14.9 噪声抑制 75
15 串行触发和解码 77
15.1 概述 77
15.2 I2C 触发和串行解码 79
15.2.1 I2C 信号设置 79
15.2.2 I2C 触发 80
15.2.3 I2C 解码 83
15.3 SPI 触发和串行解码 86
15.3.1 SPI 信号设置 86
15.3.2 SPI 触发 88
15.3.3 SPI 解码 88
15.4 UART 触发和串行解码 89
15.4.1 UART 信号设置 89
15.4.2 UART 触发 89
15.4.3 UART 解码 90

15.5 CAN 触发和串行解码 92
15.5.1 CAN 信号设置 92
15.5.2 CAN 触发 92
15.5.3 CAN 解码 93
15.6 LIN 触发和串行解码 94
15.6.1 LIN 信号设置 94
15.6.2 LIN 触发 94
15.6.3 LIN 解码 94
15.7 FlexRay 触发和串行解码 96
15.7.1 FlexRay 信号设置 96
15.7.2 FlexRay 触发 96
15.7.3 FlexRay 解码 97
15.8 CAN FD 触发和串行解码 99
15.8.1 CAN FD 信号设置 99
15.8.2 CAN FD 触发 99
15.8.3 CAN FD 解码 100
15.9 I2S 串行解码 102
15.9.1 I2S 信号设置 102
15.9.2 I2S 解码 102
15.10 MIL-STD-1553B 触发和串行解码 103
15.10.1 MIL-STD-1553B 信号设置 103
15.10.2 MIL-STD-1553B 触发 103
15.10.3 MIL-STD-1553B 解码 105
15.11 SENT 触发和串行解码 106
15.11.1 SENT 信号设置 106
15.11.2 SENT 触发 106
15.11.3 SENT 解码 109
15.12 Manchester 串行解码 111
15.12.1 Manchester 信号设置 111
15.12.2 Manchester 解码 112
15.13 ARINC 429 触发和串行解码 113
15.13.1 ARINC 429 信号设置 113
15.13.2 ARINC 429 触发 113
15.13.3 ARINC 429 解码 114

15.14 CAN XL 串行解码 116
15.14.1 CAN XL 信号设置 116
15.14.2 CAN XL 解码 116
15.15 SPMI 串行解码 118
15.15.1 SPMI 信号设置 118
15.15.2 SPMI 解码 121
16 光标测量 123
16.1 概述 123
16.2 光标模式 125
16.3 参考光标 127
16.4 光标显示 128
16.5 选择和移动光标 132
17 参数测量 134
17.1 概述 134
17.2 设置参数 135
17.3 了解测量参数 139
17.3.1 垂直测量 139
17.3.2 水平测量 141
17.3.3 混合测量 142
17.3.4 通道延迟 144
17.4 测量趋势图 146
17.5 测量轨迹图 146
17.6 显示模式 146
17.7 测量统计 147
17.8 统计直方图 149
17.9 基本测量 150
17.10 门限测量 150
17.11 幅度策略 150
17.12 阈值电平 150
18 数学运算 152
18.1 概述 152
18.2 算术运算 153
18.2.1 加法/减法/乘法/除法 153

18.2.2 恒等和相反 154
18.2.3 平均值和增强分辨率 154
18.2.4 最大保持和最小保持 155
18.2.5 包络 155
18.3 代数运算 155
18.3.1 微分 156
18.3.2 积分 156
18.3.3 平方根 157
18.3.4 绝对值 157
18.3.5 符号 158
18.3.6 指数 158
18.3.7 对数 159
18.3.8 插值 159
18.3.9 正切 160
18.3.10 反正切 161
18.4 滤波 162
18.5 频率分析 164
18.6 测量运算 173
18.6.1 测量趋势图 173
18.6.2 测量轨迹图 175
18.7 公式编辑器 176
19 内存波形 179
20 分析门限 182
20.1 概述 182
20.2 门限快捷设置 184
21 导航 185
22 SignalScan 186
23 模板测试 187
23.1 概述 187
23.2 模板设置 188
23.2.1 创建规则模板 189
23.2.2 创建多边形模板 189
23.3 判断规则 191

23.4 操作 191
24 计数器 192
24.1 概述 192
24.2 计数模式 193
25 直方图 194
25.1 概述 194
25.2 区域设置 196
26 电源分析 198
26.1 概述 198
26.2 电源质量 198
26.3 电流谐波 200
26.4 浪涌电流 201
26.5 开关损耗 202
26.6 转换速率 205
26.7 调制分析 205
26.8 输出纹波 206
26.9 开启/关闭 206
26.10 瞬变响应 208
26.11 电源抑制比 209
26.12 安全工作区 210
27 波特图 212
27.1 配置信息 212
27.1.1 连接配置 212
27.1.2 扫描配置 213
27.2 显示设置 214
27.3 数据分析 216
28 显示 219
28.1 显示类型 220
28.2 色温显示 220
28.3 设置余辉 221
28.4 设置网格 222
28.5 颜色设置 223
28.6 轴标签设置 224

28.7 多窗口设置 225
28.8 字体设置 228
29 存储和调用 229
29.1 存储类型 229
29.2 存储和调用实例 231
29.3 快捷保存与截图 233
29.4 自动保存 233
30 系统功能设置 235
30.1 查看系统状态 235
30.2 系统设置 235
30.2.1 设置语言 235
30.2.2 设置扩展策略 235
30.3 接口设置 236
30.3.1 Raw Socket 端口 236
30.4 安装选件 236
30.5 维护 237
30.5.1 自校正 237
30.5.2 开发人员选项 237
31 故障处理 238
32 联系我们 239

1 引言

本用户手册包括与 MS（Module Scope）高分辨率模块化示波器系列有关的重要的安全和安装信息，并包括示波器软面板（Soft Front Panel）基本操作使用的简单操作教程。

2 安全要求

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

2.1 安全符号和术语

当仪器的前面板或后面板上或本手册中出现下述符号或术语时，它们表示在安全方面要特别注意。

	这个符号用于需要小心的地方。参阅附带信息或文件，以防止造成人身伤害或损坏仪器。
	这个符号警示可能存在电击危险。
	这个符号用来表示测量接地连接。
	这个符号用来表示安全接地连接。
	这个符号表明开关是一个启动/待机开关。按一下开关，示波器的状态会在工作状态和待机状态之间切换。这个开关不能断开设备电源。为使示波器完全断电，在示波器处于待机状态后，必须从 AC 插座中拔下电源线。
	这个符号用来表示“交流”。
	“**小心**”符号表示存在潜在危险。它提醒人们注意如果不遵守可能有危险的程序、做法或状况。在完全理解和满足其条件之前，请勿继续。
	“**警告**”符号表示潜在危险。它要求遵守某个程序、惯例或条件，如果没有遵守这个程序、惯例或条件，可能会造成人身伤害或死亡。如果标明警告，那么只有在完全了解和满足条件时才能继续操作。

2.2 工作环境

本仪器用于室内，应在干净干燥的环境中操作，环境温度范围为 0℃ – 55℃。



在评估环境温度时应考虑阳光直射、电暖炉和其它热源。

⚠警告

不得在爆炸性、多尘或潮湿的空气中操作示波器。

经检验，本仪器设计符合 EN 61010-1 安全标准，拥有下述限制：

安装（过压）类别：二类（市电连接器）和一类（测量端子）

污染程度：2 类

保护等级：一级



安装（过压）类别 II 是指本地配电电平，其适用于连接到市电（交流电源）的设备。

安装（过压）类别 I 是指信号电平，其适用于连接到源电路中的设备测量端子，其中已经采取措施，把瞬时电压限定在相应的低水平。

污染程度 2 是指只发生干燥非传导污染的工作环境。有时候必须预计到浓缩引起的临时传导率。

保护等级 1 指接地设备，它通过基本绝缘及通过连接到大楼配线中的保护接地导线，来防止发生电击。

⚠小心

不要超过规定的前面板端子（C1~C2，EXT）最大电压。详情请参见技术数据。

在连接到电源上时，不要连接或断开探头或测试线。

2.3 冷却要求

本模块化仪器依靠机箱进行强制通风冷却，功耗典型值约 30 W，最大值约 33 W，选用的机箱的系统槽位需具备足够的散热能力，推荐使用鼎阳科技的 MR 系列机箱。

2.4 电源和接地连接

本模块化仪器配套机箱带有一套地线，其中包含一个模制三端子极化插头和一个标准 IEC60320-1 连接器，用于线路电压和安全接地连接。AC 入口接地端子直接连接到仪器框上。为充分防止电击危险，电源线插头必须插入配套的包含安全接地触点的 AC 插座中。本仪器只应使用指定的、经过认证可以在本国使用的电源线。

警告

有电击危险！

机箱内部或外部的保护导线中断，或断开安全接地端子，都会产生触电危险。

严格禁止故意断开保护导线或安全端子。

示波器所在位置应能够简便接触插座。为使示波器完全断电，应从 AC 插座中拔下机箱电源线。当示波器在较长时间内不使用时，建议从机箱拔出。

小心

前面板端子（C1~C2）外壳连接到仪器机壳上，通过面板 2 个固定螺钉拧紧，进而连接到安全接地上。

2.5 校准

推荐校准周期是一年。只应由具有相应资质的人员进行校准。

2.6 清洁

只应使用柔软的湿布，清洁仪器表面。不得使用化学物质或腐蚀性元素。在任何情况下，不得使潮气渗入仪器。为避免电击，在清洁前应从 AC 插座中拔下电源线。

警告

有电击危险！

内部没有操作人员可以使用的部件。不要拆下保护盖。

必须由具有相应资质的人员进行保养。

2.7 异常情况

只应在制造商指定的用途中使用本仪器。

在仪器表现出看得见的损坏或受到严重的运输压力时，示波器保护装置可能会损坏。

如果怀疑保护装置受到损坏，断开电源线，防止示波器上发生非预计的操作。

为正确使用示波器，应认真阅读所有说明和标记。

警告

以制造商没有指明的方式使用示波器，可能会损坏示波器的安全保护。本仪器和相关配件不应直接连接到人体上，或用于患者监护。

3 交付示波器

3.1 检查装箱物品

首先，检验装箱清单上列明的所有物品都已经交付。如有遗漏或损坏，请及时与鼎阳客户服务中心或全国经销商联系。如果在发生遗漏或损坏时您未能立即与我们联系，我们将不能负责更换。

3.2 质保

模块化示波器从发货之日起、在正常使用和操作时拥有为期 1 年的质保。SIGLENT 可以维修或选择更换在保修期内退回授权服务中心的任何产品。但为此，我们必须先检查产品，确定缺陷是由工艺或材料引起的，而不是由于滥用、疏忽、事故、异常条件或操作引起的。

SIGLENT 对下述情况导致的任何缺陷、损失或故障概不负责：

a) 由 SIGLENT 授权之外的人员进行维修或安装；

b) 连接不兼容的设备，且连接不当；

c) 使用非 SIGLENT 供应商提供的产品导致的任何损坏或故障。此外，如果产品已经被改动或集成、且这些改动或集成提高了示波器维护任务的时间或难度，那么 SIGLENT 将不负责维护改动或集成的示波器产品。所有备件和更换部件及维护均有 90 天的质保期。

示波器的软件已经经过全面测试，视为功能正常。然而，软件提供时没有任何类型的涵盖详细性能的保证。非 SIGLENT 制造的产品仅由原始设备制造商提供质保。

3.3 维护协议

我们以维护协议为准提供各种服务。我们提供延长保修，您可以在一年保修期过后制订维护费用预算。我们通过专门的补充支持协议提供安装、培训、增强和现场维修及其它服务。详情请咨询 SIGLENT 客户服务中心或全国经销商。

4 文档约定

为方便描述，本文中采用采用斜体加字符底纹的文字来表示显示屏上可通过鼠标点击的菜单、选项和虚拟按键，如 *显示* 代表软面板 SFP 上的“显示”菜单。



对于含有多个步骤的操作，采用“步骤 1 > 步骤 2 > ...”的形式进行描述，如进入自校正界面的步骤：

功能 > *菜单* > *维护* > *自校正*

代表第 1 步点击菜单栏的 *功能* 菜单，第 2 步点击 *菜单* ，第 3 步点击 *维护* 选项，第 4 步点击 *自校正* ，即可进入自校正界面。

本文中的注意事项提示了一些重要信息，每个注意事项前有图标  标示。

5 使用前准备

5.1 安装

参考快速指南，按照“模块安装”章节将模块化示波器插入机箱；按照“安装软件流程”、“系统检查”章节安装并检查操作系统、管理软件、模块化示波器驱动软件、软面板 SFP 等。

5.2 软面板 SFP

模块化示波器本身不带显示界面，可通过 PC 上的软件 SigScopeLab_MS 进行单板或多板的通道配置、触发配置、波形显示及分析。该软件可以视作模块化示波器的软面板（Soft Front Panel，以下简称 SFP），同时管理驱动硬件运行的固件版本。它并非向仪器发送常规编程指令，而是直接与模块硬件进行底层通信，是一个功能完备的全功能软件套件。

5.3 版本信息

执行 *设备* 打开本地子板管理窗口，可以确定示波器的版本信息，详见“设备管理”一节。

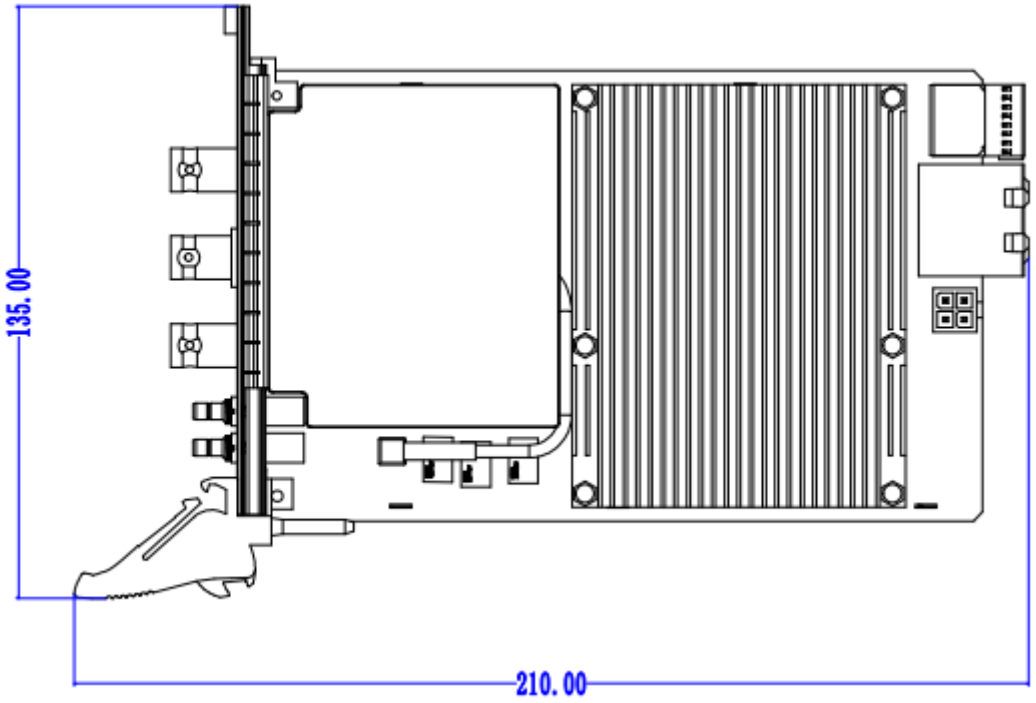
执行 *功能* > *菜单* > *系统信息* 确定 SFP 的版本信息，详见“查看系统状态”一节。

5.4 添加新选件

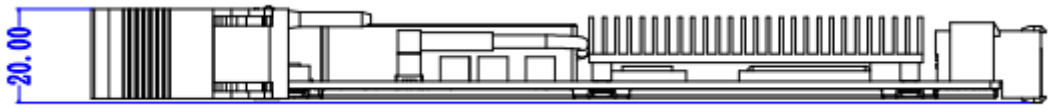
为添加软件选件，需要一个授权码激活这个选件。详细请见“安装选件”章节。

6 快速入门

6.1 外观尺寸



正视图(单位 mm)



右视图(单位 mm)

6.2 前面板



A. **状态指示灯** 指示单板当前运行状态

- 绿色（常亮）：单板已连接，正在运行
- 红色（常亮）：单板已加载但未连接
- 红色闪烁：异常严重警告

B. **模拟通道输入端** 用于模拟信号输入

C. **EXT 输入输出端** 外触发输入端用于外触发信号输入，校准信号补偿输出端用于补偿无源探头

D. **PF1/PF2** SMB 母头，数字 Tigger I/O、辅助 Trig Out 和 Pass/fail 共用输出接口

E. **CLK_IN** SMB 母头，10MHz 参考时钟输入

F. **CLK_OUT** SMB 母头，10MHz 参考时钟输出

G. **手柄**

小心

模拟通道输入端的输入电压不得超过±42 V，否则有损伤内部电路的风险！

6.3 连接

6.3.1 探头

本设备支持有源探头(不含 SAPBus 接口)和无源探头,探头的规格和文档可以在 www.siglent.com 获取。

无源探头补偿

首次使用探头时，应进行探头补偿调节，使探头与示波器输入通道匹配。未经补偿或补偿偏差的探头会导致测量偏差或错误。探头补偿步骤如下:

1. 把无源探头的同轴线缆接口（BNC 接头）连接到任意通道上。
2. 把探头信号端通过 BNC 适配器连接到示波器正面的 EXT 端补偿信号（Cal）输出连接器上。
3. 开启 SFP，执行 *功能* > *菜单* > *服务* > *1 kHz 输出* ，开启补偿信号；执行 *采样* > *自动设置* 。
4. 检查所显示的波形形状并与下图对比。



欠补偿　　补偿适当　　过补偿

5. 用非金属质地的“一”字型螺丝刀调整探头上的低频补偿调节孔，直到显示的波形如上图“补偿适当”。

有源探头无需补偿。

SP6150/SP6150A 无源探头无需补偿。

6.3.2 辅助输出

当“模板测试”（Pass/Fail）功能打开时，输出通过/失败指示信号；其它情况下输出触发指示信号。

辅助输出端口设置，详见“设置”一节；设置 Pass/Fail，详见“模板测试”一章。

6.3.3 参考时钟输入/输出

该设备可以使用内部的高精度 10 MHz 时钟作为参考，也可以接受来自机箱的时钟，或外部的 10 MHz 参考，同时支持将参考源整形为方波后输出给其它设备。参考“设备管理”一节进行时钟源设置。

6.4 设备管理

执行 *设备* 打开本地子板管理窗口，如下图所示：



A. **单板信息显示区** 已插入机箱的单板按槽位顺序显示

- 名称：单板在系统内的名称
- 状态：单板连接状态，有“已连接”、“未连接”两种状态
- 型号：单板机型号信息
- 序列号：单板序列号
- 硬件版本：单板硬件版本
- 固件版本：单板固件版本，通过右侧升级固件选项进行升级
- 带宽：单板带宽，可支持的带宽选件详见数据手册
- 槽位：单板所在槽位的物理位置，“1_6”代表该板卡位于机箱 1 的槽位 6

B. **查询设备** 重新查询机箱已连接的单板，刷新单板信息显示区

C. **连接设备** 勾选单板后进行连接

D. **断开设备** 断开所有已连接的单板

E. **升级固件** 勾选单板后点击此处，在弹出的文件管理器中选择升级文件(.bin)，等待升级完成。升级完成后核对固件版本，升级过程请勿关闭 SFP

F. **总线设置区** 连接多张单板前需设置采集开始总线、采集停止总线、触发总线，可选 PXI TRIG0-7

G. **时钟源** 连接单板前需要设置参考时钟输入，多张单板连接时，时钟源将自动设置为 PXI_10M

LOCAL_10M：单板板载时钟

PXI_10M：机箱提供的 10M 时钟，从单板背板连接器输入

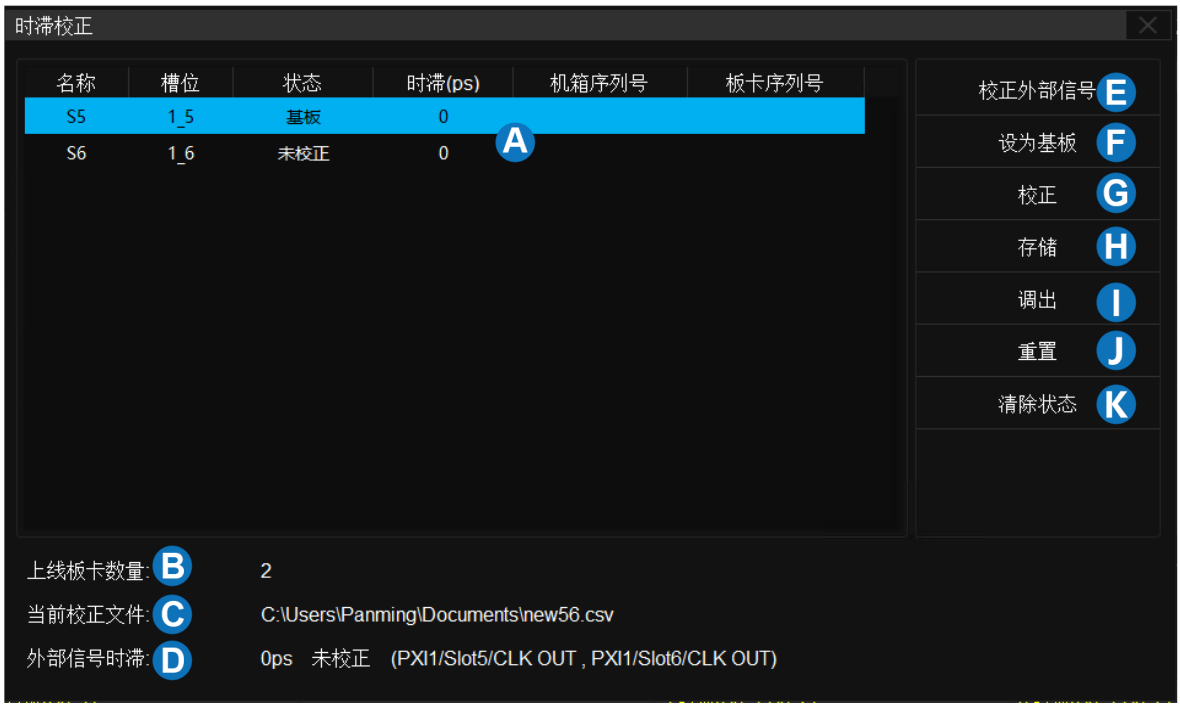
EXT_10M_IN：CLK_IN 端口输入的外部 10M 参考时钟

PXIE_100M：机箱提供的 100M 时钟，从单板背板连接器输入

6.5 时滞校正

模块化示波器组成多板多通道的采集系统时，未校正状态下，板卡间模拟通道同步精度和机箱的背板时钟同步特性有关。例如 MR590A 机箱用户手册中描述背板 PXI10M 槽位间 Skew 最大 300ps，硬件组成（机箱，板卡，槽位位置）不变的情况下，板卡间 Skew 最大也会达到 300ps。SFP 提供各单板板间的 Skew 校正功能，能够将板卡间 Skew 校正到<30ps 的指标范围内。

连接设备后，执行 *设备* > *本地子板管理* > *时滞校正* 进入时滞校正页面：



A. **单板信息显示区** 已插入机箱的单板按槽位顺序显示

- 名称：单板在系统内的名称
- 槽位：单板所在槽位的物理位置，“1_6”代表该板卡位于机箱 1 的槽位 6
- 状态：单板校正状态，有“基板”、“未校正”、“已校正”、“校正失败”四种状态
- 时滞：单板相对基板的时滞值，单位 ps
- 机箱序列号
- 板卡序列号

B. **上线板卡数量** 显示本系统内单板的数量

C. **当前校正文件** 显示当前所调用的校正文件路径

D. **外部信号时滞** 显示用于校正的外部信号 CLK OUT 间的时滞、当前校正状态

E. 时滞校正前需对外部信号 CLK OUT 进行校正

F. 设置当前选中的单板为基板（多机箱远距离级联时建议使用）。上线单板中，如均未校正，则可设置任意单板为基板；若部分单板已校正，仅可在已校正的单板中设置基板，如需设置未校正的单板为基板，请先清除所有单板状态

G. 校正当前选中的单板和基板之间的时滞

H. 存储当前校正值到文件中，并更新当前校正文件路径

I. 从已存储的校正文件中调出校正值，并更新当前校正文件路径

J. 重置所有单板的状态和校正值

K. 清除所有单板的状态，但不清除校正值

按照以下步骤执行各单板的时滞校正：

1、 选中一张单板 *设为基板*；

2、 将附带的两根 SMB 转 BNC 的转接线，SMB 端连接到基板和待校正单板的 CLK OUT 端，BNC 端按后续步骤的提示连线；

3、 点击 *校正外部信号*，按照提示接线，点击 *确认*。校正外部信号会进行 2 次提示接线，2 次完成后会提示校正成功；

4、 选中另一张单板，点击 *校正*，按照提示接线，点击 *确认* 开始进行时滞校正。校正完成后，即可看到该单板状态更新为“已校正”，时滞值更新；

5、 重复步骤 2-4 校正其它单板；

6、 所有单板校正完成后，点击 *存储* 将本次校正值保存到文件中。或者关闭页面，按照提示进行保存。



重新校正时，若所有单板均为已校正状态，可通过重置或清除状态，将单板配置成未校正状态，然后按物理顺序逐次校正，避免重复或遗漏。

6.6 终端设置

机箱和各单板间 PXI TRIG 总线直连，可用作 Tigger I/O。用作输入时，单板可将 FPGA 触发事件，输入到 PXI TRIG 总线，作为其他单板外部数字触发源；用作输出时，作为多个单板连接时的采集、触发总线，保证多板间时序同步。

辅助输出信号同样也可输入到 PXI TRIG 总线或 PFI 端口。

连接设备后，执行 *设备* > *本地子板管理* > *终端设置* 进入设置页面：



A. 设置“采集准备就绪“信号输出到指定 PXI TRIG 总线

B. 设置“采集启动”信号输出到指定 PXI TRIG 总线

C. 设置“预触发准备就绪”信号输出到指定 PXI TRIG 总线

D. 设置“触发执行”信号输出到指定 PXI TRIG 总线

E. 设置“采集结束”信号输出到指定 PXI TRIG 总线

F. 设置触发输出信号（即辅助输出信号）输出到指定 PXI TRIG 总线或 PFI 端口

G. 设置终端输出端口，依次选择机箱、卡槽和终端。其中终端可选：

- 无
- PXI_TRIG0-7，不可设置已用作多板采集总线、触发总线的端口
- PFI1/PFI2

7 远程控制

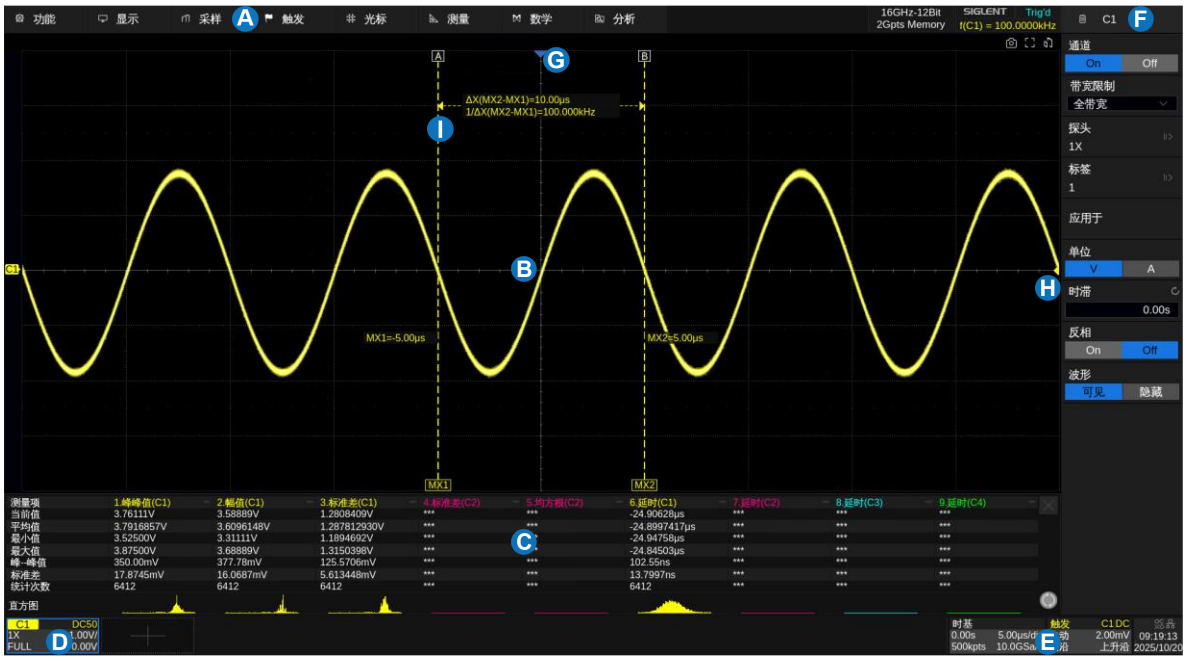
SFP 支持通过 NI-VISA、Socket 连接的方式对仪器发送 SCPI 命令，或直接通过 API、IVI 等编程接口进行远程控制。

要了解详情，请参考本产品的编程手册。

8 用户界面

8.1 概述

启动 SFP 后，可以看到如鼎阳台式示波器一样的操作界面，操作方式同任何 Windows 程序类似，您可以使用鼠标进行操作，实现对模块化仪器的控制。



A. **菜单栏** 点击相应的菜单名弹出下拉式菜单，进行功能设置

B. **波形（网格）区域** 显示波形轨迹，可调节网格和波形亮度以获得最佳显示效果

C. **测量参数显示区**

D. **通道参数区** 包括模拟通道（C1-C2）、Zoom 波形（Z1-Z2、ZF1-ZF8、ZM1-ZM8）、数学运算（F1-F8）和内存波形（M1~M8），显示对应轨迹的当前参数，单击参数区建立对话

E. **时基参数和触发参数区** 分别显示时基和触发参数，单击参数区建立对话

F. **对话框**

G. **触发延迟指示符** 指示波形的触发时刻的位置

H. **触发电平指示符** 指示波形的触发电平

I. **光标** 指示设置点的水平或垂直位置，移动光标可以快速定位测量点

用户界面的颜色主题默认为深色，如需改为浅色通过下述操作进行设置：

显示 > *颜色主题*

8.2 菜单栏

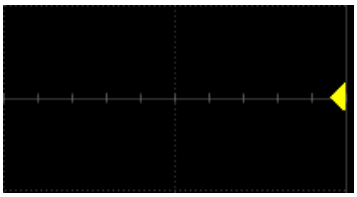
顶部菜单栏可以进入各种软件菜单，它与任何 Windows 程序上的“文件”菜单类似。

8.3 网格区域

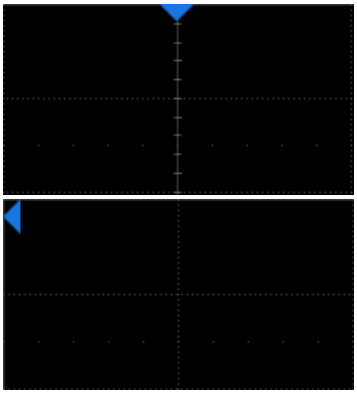
网格区域显示波形轨迹，分成 8 个竖格和 10 个横格。可以通过调节波形亮度和网格亮度获得在当前使用环境下的最佳显示效果。

设置方法：*显示* > *菜单* > *波形亮度* ，*显示* > *菜单* > *网格亮度*

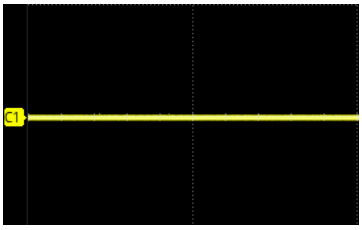
网格上有多个指示符：



触发电平指示符 三角形，位于网格右侧的垂直方向，其颜色与示波器目前设置触发的通道颜色相同。



触发延迟指示符 三角形，位于网格的水平方向。触发延迟在水平方向上确定示波器轨迹在显示屏上的位置，从而可以观察触发时间以前的信号。当触发位置在屏幕外时，三角形的方向变化为指向屏幕外。



通道偏移指示符 是带有通道名称的标签，位于网格左侧的垂直方向。

8.4 通道参数区



A. 当前通道标识

B. 耦合方式与输入阻抗

C. 垂直档位

D. 垂直偏移

E. 带宽标识

F. 探头衰减比例

带宽标识 -- 指示当前通道的有效带宽。

20M：20 MHz 带宽限制

200M：200 MHz 带宽限制

FULL：全带宽

反相标识 -- 指示当前通道的反相已开启，此时波形相对地电位反相 180°。

I ：反相开启

不显示：反相关闭

耦合方式与输入阻抗 -- 指示当前通道的耦合方式。

DC1M：直流耦合，1MΩ 输入阻抗

DC50：直流耦合，50Ω 输入阻抗

AC1M：交流耦合，1MΩ 输入阻抗

GND：接地

垂直档位 -- 垂直方向上每格代表的幅度。例如当垂直档位为 1.00 V/div 时，每格代表的幅度值为 1 V，此时示波器的满幅度范围为 1.00 V/div*8 div = 8 V。

垂直偏移 -- 波形在垂直方向上的偏移值。当垂直偏移为 0 时，通道偏移指示符位于网格区域垂直方向的正中间。

探头衰减比例 -- 指示当前探头的衰减比例。示波器会根据当前的探头衰减比例自动换算垂直档位，

例如在 1X 衰减下示波器的垂直档位是 100 mV/div，改变衰减比例为 10X 后，垂直档位将自动设置为 1 V/div。

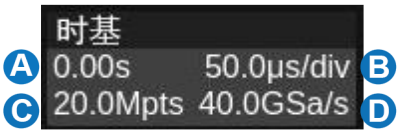
1X：1 倍衰减，适用于同轴线缆直接接入信号，或无源探头的 1X 档位接入

10X：10:1 衰减，适用于一般的无源探头或有源探头

100X：100:1 衰减，适用于一些高压探头

自定义：自定义衰减比例按实际值显示，例如 125:1，该区域显示 125X

8.5 时基和触发参数区



A. 触发位置

B. 水平档位（时基）

C. 采样点数

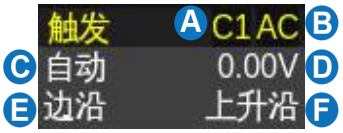
D. 采样率

触发位置 -- 波形在水平方向上的偏移值（触发延迟）。当该值为 0 时，触发延迟指示符位于网格区域水平方向的正中间。

水平档位 -- 即时基，水平方向上每格代表的时间。例如当档位为 500 us/div 时，每格代表的时间为 500 us，此时示波器的满屏时间范围为 500 us/div*10 div = 5 ms。

采样点数 -- 一帧波形对应的采样点数。

采样率 -- 当前屏幕上波形对应的采样率。



A. 触发源

B. 触发耦合方式

C. 触发模式

D. 触发电平值

E. 触发类型

F. 触发斜率

触发源 -- 支持多种源。

C1~C2：模拟通道

EXT：外触发通道

EXT/5：外触发通道 5 倍衰减

触发耦合方式 -- 触发信号的耦合方式，仅对触发源为 C1~C2、EXT 和 EXT/5 时有效。

DC：直流耦合，通过信号的所有分量

AC：交流耦合，抑制信号的直流分量，截止频率详见数据手册

HFR：高频抑制，相当于低通滤波器，截止频率详见数据手册。仅 C1~C2 支持

LFR：低频抑制，相当于高频滤波器，截止频率详见数据手册。仅 C1~C2 支持

触发模式 -- 包含自动、正常、单次和停止。

自动：无论是否满足触发条件，都显示活动信号波形；无信号输入时，显示一条水平线

正常：只有满足触发条件时才会进行触发和采集；不满足条件时保持上一次波形显示，等待下一次触发

单次：满足条件触发一次，显示波形，然后停止捕获信号。

停止：采集停止

触发类型 -- 请查看“触发”一章。

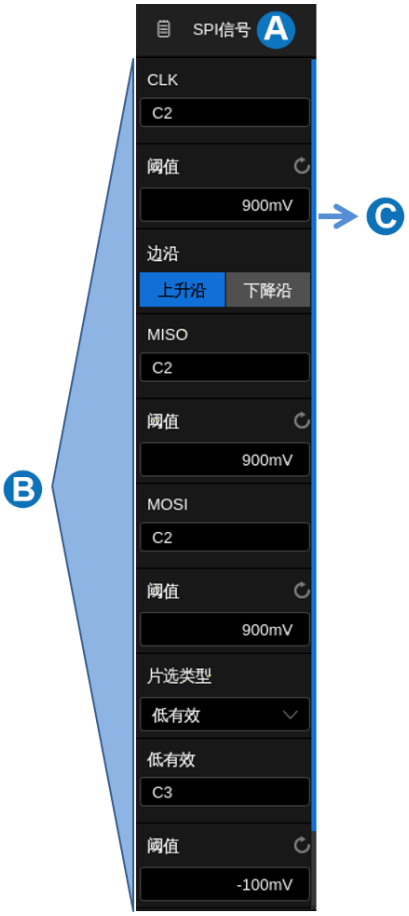
8.6 对话框

对话框是对选定的功能进行参数设置的主要区域，位于屏幕的右侧。

A. 对话框名称，随选定功能的不同而不同。点击该区域可隐藏对话框，再次点击又打开对话框。

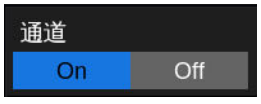
B. 参数设置区域。

C. 滚动条。当参数较多超出屏幕显示范围时，将显示蓝色的滚动条。此时通过鼠标点击并滑动滚动条，或滚动鼠标中轮可滚动到未显示的区域。



输入/选择参数

对话框的参数区域提供几种不同输入/选择参数的方式：



拨动开关 -- 用于在两个可选参数间切换，如指定功能的开启和关闭。

方法：点击参数区域实现切换。



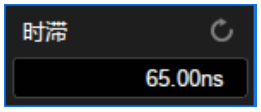
菜单列表 -- 用于在多个可选参数间切换，如通道的耦合方式。

方法：点击参数区域弹出参数的列表，然后在列表中选择需要的参数。



单选框 -- 用于在两个可选参数间切换，如指定功能的开启和关闭。

方法：点击单选框实现切换。



数字键盘 -- 用于需要输入数值和单位的参数。方法：点击参数区，选中该参数，再次点击该参数区，即弹出虚拟数字键盘：



以通道时滞为例，若需要指定为 65 ns，输入“65”，并点击数字键盘上的 *n* 按钮完成设置。在数字键盘上，可以选择 *Max* 、 *Min* 快速设置为参数的最大值和最小值，或选择 *Default* 设置为参数的默认值。

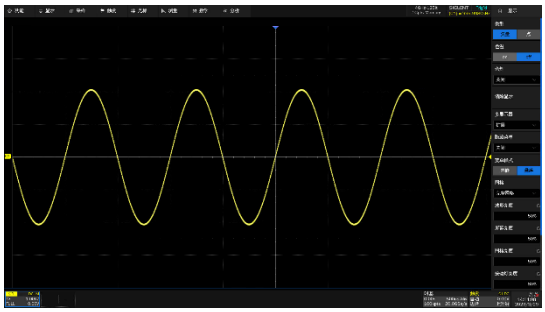
也可以将鼠标置于参数区滚动鼠标中轮来快速设置参数。

隐藏对话框

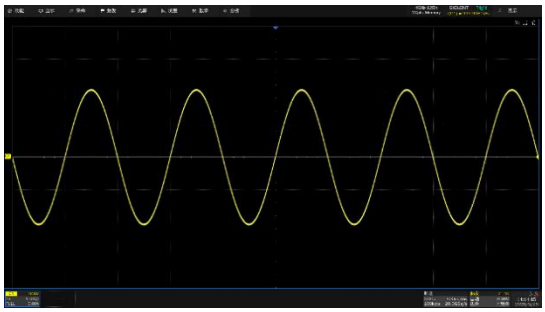
菜单样式为悬浮，对话框打开时，将直接覆盖部分网格区域。参数设置完毕后，如需观察被覆盖区域，可点击右上角的对话框名称区域隐藏对话框。再次点击又打开对话框。

菜单样式为内嵌，对话框打开时，网格区域会进行相应的水平压缩以显示完整的波形。参数设置完毕后，为达到最佳的波形显示效果，可点击右上角的对话框名称区域隐藏对话框。再次点击又打开对话框。

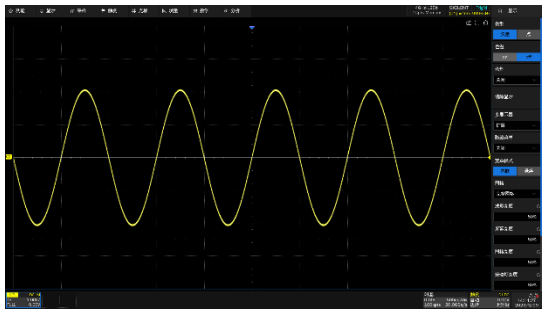
用户也可以设置自动隐藏对话框，在设置时间内未操作仪器时，对话框将自动隐藏。设置路径为：*显示* > *菜单* > *隐藏菜单* 。



菜单样式为悬浮时，对话框打开



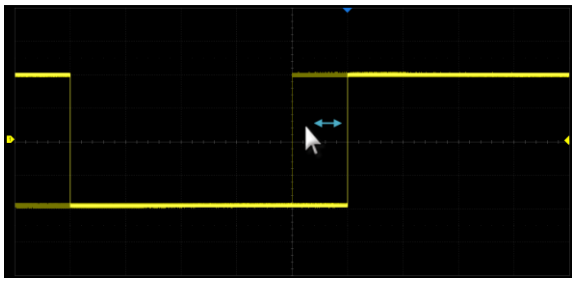
对话框关闭



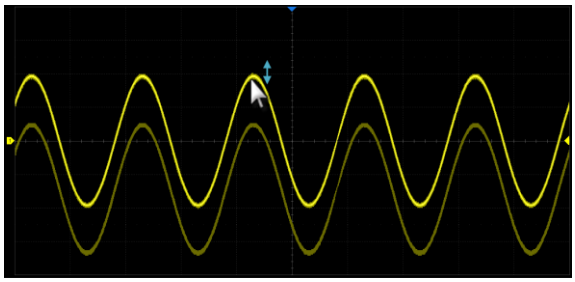
菜单样式为内嵌式，对话框打开

8.7 鼠标控制

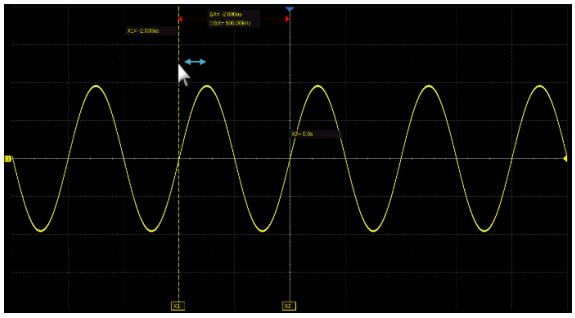
通过鼠标在显示屏上的点击/拖拽，可以更加便捷地移动波形、设置光标和触发电平、绘制矩形框等。



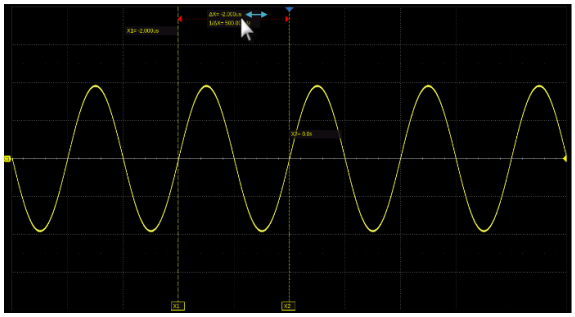
按下鼠标左键左右移动鼠标控制波形的水平位移



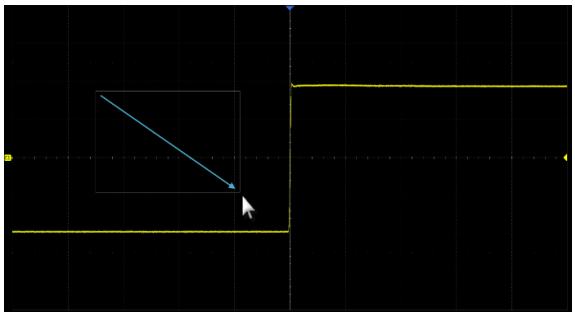
按下鼠标左键上下移动鼠标控制波形的垂直位移。当多个通道打开时，控制的是当前激活的通道



将鼠标放到光标位置后按下左键移动鼠标控制光标的位移



将鼠标放到△X（或△y）显示区域后按下左键移动鼠标控制两根光标一起移动



按下鼠标左键绘制矩形框。该功能在区域触发、直方图功能时有效。在画框动作开始时请保持角度在 45°左右以保证设备能正确识别为画框操作



特定区域长按或点击鼠标右键调出期望的菜单

8.8 多窗口显示

SFP 最多支持显示 9 个窗口，关于多窗口的设置，详见“多窗口设置”一节。



8.9 语言选择

设置语言：*功能* > *菜单* > *系统设置* > *语言* ，详见“设置语言”一节。

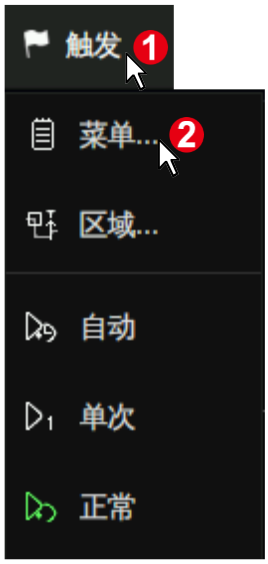
9 通过不同方式完成同一操作

SFP 通常可以通过多种方式进入菜单、进行操作设置。

9.1 顶部菜单栏



如果熟悉 Windows 风格，您可能会首选从显示区顶部的菜单栏进入下拉菜单，点击需要的选项后，将在屏幕右侧打开相应的设置对话框。例如，打开触发的设置对话框，点击 *触发* > *菜单* ：



9.2 参数区

对于通道设置、时基（水平）设置和触发设置等常用操作，可以通过显示区下方的参数区进入。对于参数区的介绍，详见“通道参数区”和“时基和触发参数区”。

以上一节中打开触发的设置对话框为例，点击屏幕下方的触发参数区即可。



10 快速捕获信号

把一个信号连接到一个通道上（在本例中，我们假设信号连接到通道 1，且通道还没有开启）。

第一步，通过点击波形区域下方的 *+* 并选择通道来开启对应通道波形

第二步，通过点击 *采集* > *自动设置* ，弹出弹窗后点击确认，SFP 会根据信号的幅度、频率等信息自动设置垂直、水平和触发相关参数，快捷地显示信号。

如果自动设置达不到想要的设置状态，可手动调节垂直、水平和触发参数，详见“垂直设置”、“水平和采样设置”和“触发”章节。

11 垂直设置

11.1 开启/关闭通道

启动 SFP 后通过点击波形区域下方的 + 并选择通道来开启对应通道波形；点击通道参数区，在弹出的快捷菜单上点击 *关闭* 即可关闭该通道。



开启通道 1



关闭通道 1

11.2 通道设置

点击通道参数区在其上方会弹出通道设置的快捷菜单，可快捷设置垂直档位、offset 等参数：



A. 点击可调出虚拟数字键盘设置垂直档位。此处设置档位值不受 C 处的粗调/细调影响

B. 向上增大垂直档位，向下减小。

C. 垂直档位粗调/细调设置，勾选该设置后操作 B 区域为粗调，否则为细调

D. 点击可调出虚拟数字键盘设置垂直偏移（offset）

E. 点击向上增大 offset，向下减小。

F. 设置 offset 为 0

G. 设置垂直扩展（中心或偏置）

H. 点击可将该通道的参数同步到其他模拟通道

I. 点击可将该通道作为信源应用到其他基本功能（触发、FFT、基本测量、搜索和计数器等）

J. 关闭通道

K. 隐藏/显示通道波形。波形隐藏时，影响的只是通道波形的显示，采集仍然在后台进行

快捷菜单上仅覆盖了通道垂直方向上最常用的参数，更多参数在屏幕右侧的通道参数设置对话框中设置。

A. 开启/关闭通道

B. 选择通道耦合方式（直流、交流或接地）

C. 选择带宽限制（全带宽、200MHz 或 20MHz）

D. 设置探头衰减比例（1X、10X、100X 或自定义）

E. 设置通道标签。点击进入标签设置菜单栏，用户可自定义标签内容及标签大小

F. 设置通道应用于常用功能（触发、测量、FFT、直方图、计数器和模板测试等）

G. 选择输入阻抗

H. 选择垂直方向上的单位

I. 设置通道时滞

J. 开启/关闭反相

K. 设置波形可见/隐藏



带宽限制

全带宽可以通过较高频率成分的信号，但同时也意味着可以通过较高频率成分的噪声。当感兴趣的信号频率成分很低时，开启带宽限制能获得更好的信噪比。本设备提供了 20 MHz 和 200 MHz 两种固定带宽限制选项。

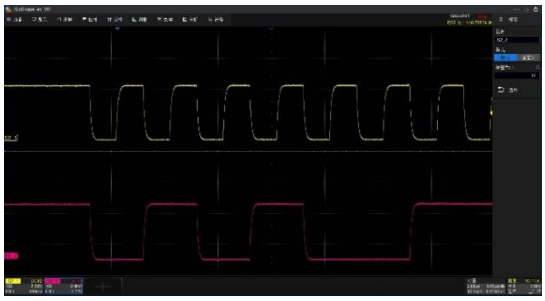
带宽限制打开时会降低示波器的波形捕获率。

探头衰减

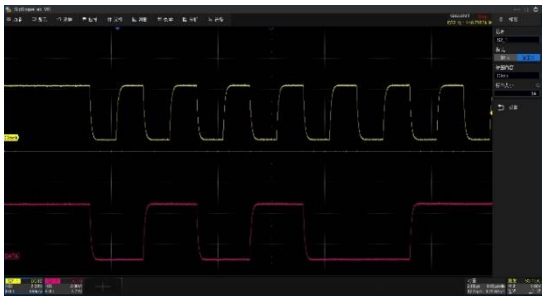
SFP 提供了 1X，10X，100X 和自定义几种探头衰减比例选项。自定义值的范围在 10^{-6}~10^{6} 之间。SFP 会根据当前的探头衰减比例自动换算垂直档位，例如在 1X 衰减下的垂直档位是 100mV/div，改变衰减比例为 10X 后，垂直档位将自动设置为 1 V/div。

标签

用户可为通道偏移指示符设置标签内容。进入标签菜单栏后，可选择信源、自定义标签内容、标签大小。其中，信源可选择 Cx，Fx，Mx；标签长度限制在 128 个字符以内，超出长度的字符将不会显示；标签字号的范围 8~50。



默认标签



自定义标签

应用于

通过此设置可快速开启常用功能，如触发、测量、FFT、直方图、模板测试和计数器。选择通道应用于的功能后，将直接切换到该功能菜单，并自动设置该通道为信源。当应用于 FFT 时，需要在弹出菜单中进行数学函数的选择。

阻抗

1MΩ：连接高输入阻抗的无源探头时必须把阻抗设置为此选项，否则将无法测量到正确的信号。

50Ω：适用于通过同轴线缆引入的高频信号测试，可以最大限度地降低因阻抗不匹配而引起的幅度失真。

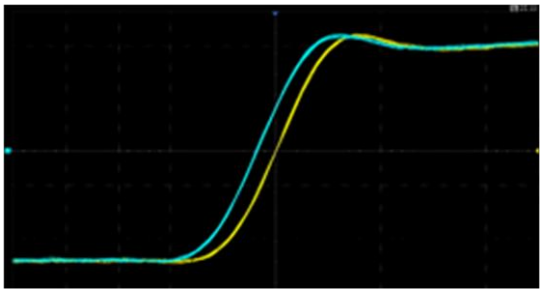
单位

电压单位“V”或电流单位“A”。当使用电流探头时，应该将单位切换至“A”。

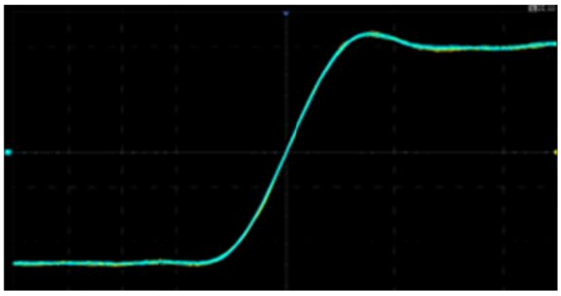
时滞

由于示波器的通道间、线缆或探头间的差异，会导致信号经过不同通道的测量路径后的延时不一致。例如两根长度相差 1 英寸的同轴线缆，其延时差可以大于 100 ps。在一些测量两个（或多个）通道间延时关系的应用（如测量时钟和数据间的建立/保持时间）中，需要对通道间的延时进行补偿，以获得精确的测量结果。

补偿的方法：将两个通道（包括测量用的线缆或探头）接入同一个信号，调节其中一个通道的时滞值至屏幕上观察到的两个通道波形在水平方向上重合。



时滞补偿前

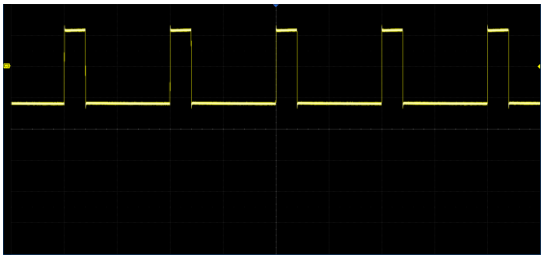


时滞补偿后

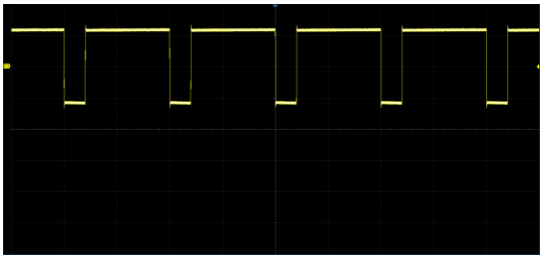
当有时滞补偿的通道为触发源时，触发延时指示符不会随时滞值改变而改变。

反相

反相开启时，通道波形相对地电位反相 180°。



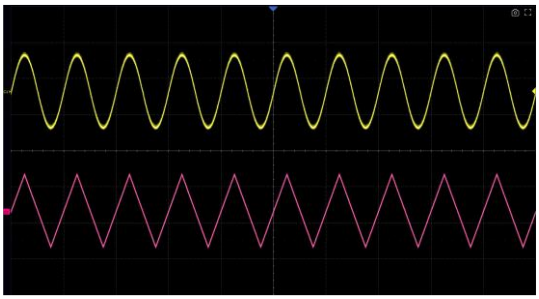
反相关闭



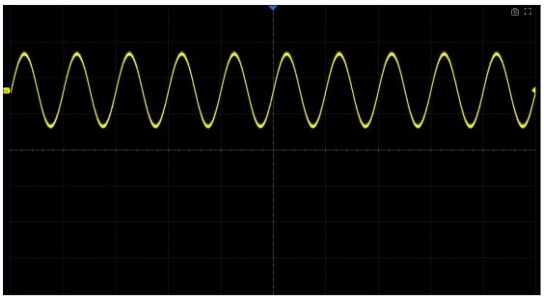
反相开启

波形可见/隐藏

波形隐藏时，波形区域不再显示通道波形。波形隐藏影响的只是通道波形的显示，采集仍然在后台进行。



波形可见



波形隐藏

垂直扩展

设置垂直方向上缩放的参考点。用户可指定当垂直档位变化时，垂直方向上偏移值的变化策略。

- 中心 -- 在垂直档位变化时，垂直偏移值保持不变。
- 偏置 -- 在垂直档位变化时，垂直偏移按屏幕上固定网格的位置保持不变。

12 水平和采样设置

12.1 时基设置

时基设置用于调整波形在 X 轴上的相关参数，适用所有通道波形。

点击时基参数区，在其上方会弹出时基设置的快捷菜单，可快捷设置时基（水平档位）、延时等参数：



A. 点击可调出虚拟数字键盘或滚动鼠标中轮设置水平档位（时基）

B. 向上增大水平档位，向下减小

C. 点击可调出虚拟数字键盘或滚动鼠标中轮设置延时

D. 向上增大延时，向下减小

E. 设置延时为 0

F. 设置延时到屏幕左边

G. 设置延时到屏幕右边

H. 选择水平扩展为参考位置或触发位置

I. 水平扩展为参考位置时，可设置水平参考位置

J. 打开采样设置对话框

水平扩展

设置水平方向上缩放的参考点，用户可指定当时基变化时，水平方向上偏移值的变化策略。

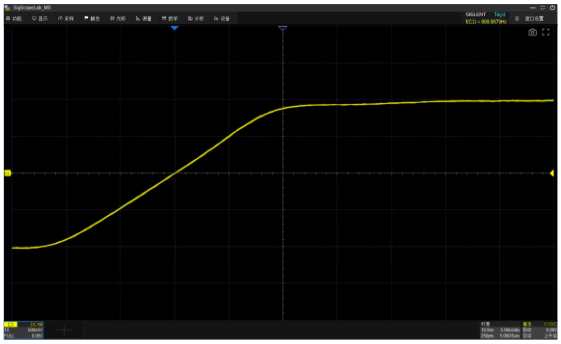
- 参考位置 -- 在水平档位变化时，水平延时值保持不变。在该模式下可设置水平参考点位置，水平延时值以参考点为中心，保持不变。

- 触发位置 -- 在水平档位变化时，水平延时按屏幕上固定网格的位置保持不变。

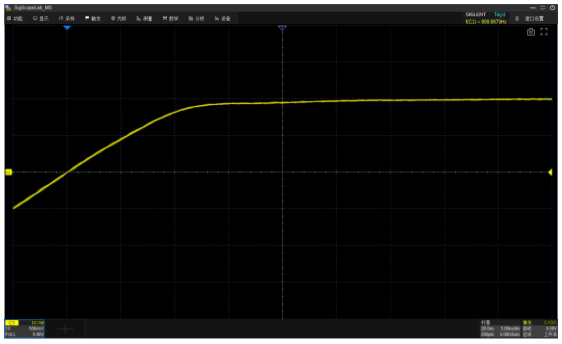
以下以水平参考的为例，来演示不同设置对应的缩放效果：



水平档位 = 10ns/div，水平延时 = 20ns = -2div



触发位置，水平档位设置为 5ns/div，延时的格数（-2div）不变，水平延时变化为 10ns



参考位置，水平档位设置为 5ns/div，水平延时绝对值（20ns）保持不变，延时的格数变化为-4div

12.2 采样设置

12.2.1 概述

点击水平快捷菜单上的 *采样菜单* ，或点击菜单栏 *采样* > *菜单* ，可在屏幕右侧弹出采样参数设置对话框。



A. 选择内插方式

B. 选择采集模式（快采或慢采）

C. 选择采集方式（普通、峰值检测、平均值或高分辨率），多子板下仅普通、峰值检测

D. 选择存储模式：自动、固定采样率或固定存储深度

E. 选择最大存储深度（“自动”模式适用）

F. 进入分段采集菜单

G. Zoom 调整模式统一/独立

H. Run/Stop 浮动按钮显示/隐藏

采集方式 -- 详见“采集方式”一节。

存储模式 -- 详见“存储模式”一节。

存储深度 -- 一帧波形的数据长度。根据公式“采样时间=采样点数×采样间隔”，设置较大的存储深度可以在大时基下获得较高的采样率，但由于示波器处理的点数增加，可能会降低波形捕获率。

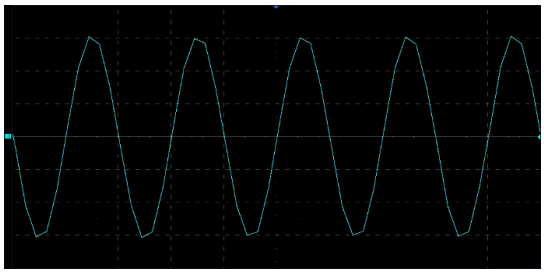
本设备可以在 1 kpts 存储深度、点显示模式、所有数据分析功能（测量、数学运算、解码、光标等）关闭，只开一个通道时，获得最佳的波形捕获率。在全存储深度下，本设备可以在 20 ms/div 的时基下仍然运行于全速采样，做到整体与细节的兼顾。

内插方式 -- 在小时基下，原始数据点数可能会小于网格区域的像素点数，这样就需要对原始数据点进行内插处理来获得连续的波形显示效果。例如在 1 ns/div 时基，5 GSa/s 采样率下，原始数据点数

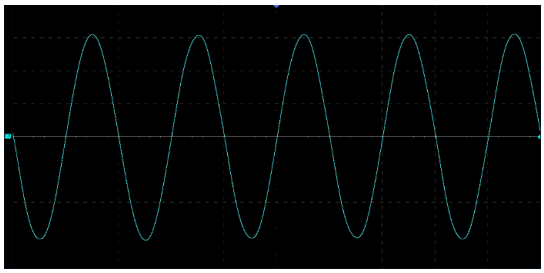
为 50，但网格区域的像素点数远远大于 1250，此时 SFP 需要对原始点进内插来使得波形显示连续。

x：线性插值，最简单的插值方式，用直线将两个原始点连接起来。

Sinc：即 sin(x)/x 插值，根据奈奎斯特重构公式对原始点进行插值，对于正弦波有很好的时域恢复效果。sin(x)/x 插值对正弦波有很好的恢复效果，但对于阶跃信号，会由于吉伯斯效应给插值后的信号带来虚假的过冲。



x 插值



Sinc 插值

采集模式 -- “快采”是默认的设置，在快采模式下本设备提供了非常高的波形刷新率。与快采模式相比，“慢采”波形刷新率较低，但能提供更高的幅度精度与更低的本底噪声。

Zoom 调整 -- 设置多个通道缩放波形的模式。“统一”模式下，所有 Zoom 通道使用相同的缩放比例，“独立”模式下，各通道独立设置放大区域和缩放比例。该功能详见“缩放波形（Zoom）”一节。

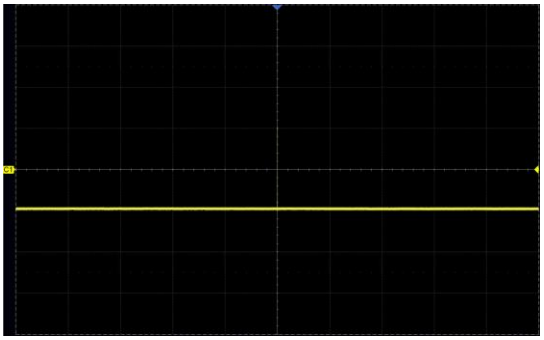
12.2.2 采集方式

采集方式用于控制如何从采样点中产生出波形点。示波器常用的波形捕获模式有普通模式、峰值检测模式、平均值模式和高分辨率（Hi-Res）模式。

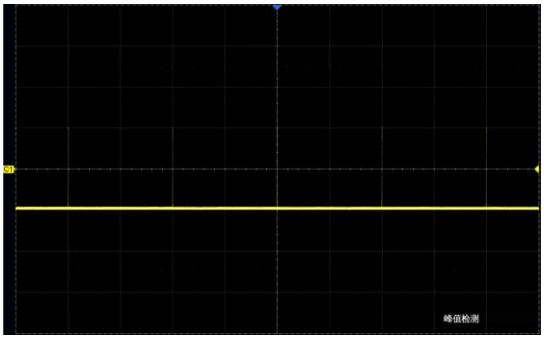
普通模式 -- 最简单的波形捕获模式。该模式下，示波器以相等的时间间隔对信号进行采样。每一个波形间隔，示波器存储一个采样点的值，并作为波形的一个点，以此来重构波形。此模式对大多数波形可产生最佳的显示效果。

峰值检测 -- 该模式下，示波器采集采样间隔内的最小值和最大值，并把这些值作为两个相关的波形点，以此来重构波形。该模式能捕获发生在波形采样点之间快速变化的信号，非常有效地观察到偶尔发生的窄脉冲或毛刺，但显示的噪声比较大。峰值检测模式下，示波器将显示脉宽大于 100 ps 的所有脉冲。

在下面的例子中，在 5 MSa/s 采样率下，分别用普通模式和峰值检测模式对脉宽 3.4 ns、周期 200 Hz 的窄脉冲序列进行采集。可以看到，由于采样间隔（200 ns）远远大于脉冲宽度（3.4 ns），普通模式难以捕捉到窄脉冲，但峰值检测模式可以保证每个脉冲都捕捉到。

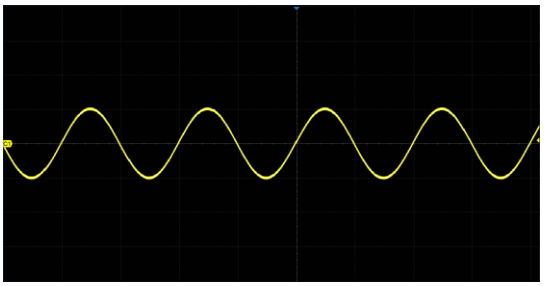


普通模式

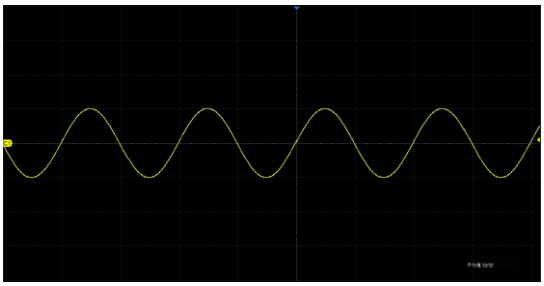


峰值检测模式

平均值 -- 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示波器的有效分辨率。平均次数越高，随机噪声越小。本设备的平均值处理由硬件引擎实现，因此在平均值开启时仍然能保持高波形刷新率。



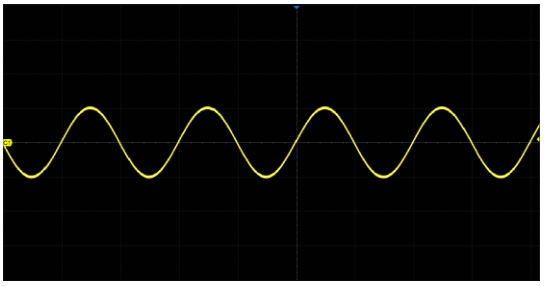
普通模式



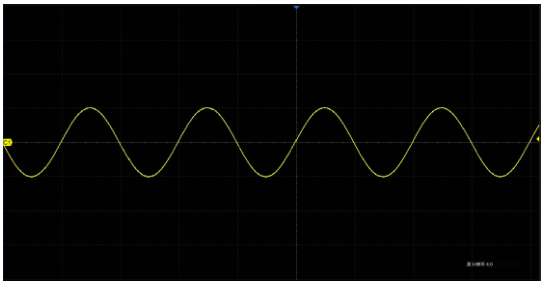
平均值模式（32 倍）

平均值采集方式只对周期信号有效，且使用平均值模式时务必要保证波形稳定触发。

高分辨率（Hi-Res）-- 该模式下，示波器对采样点进行数字滤波，可减少输入信号上的宽带随机噪声，提高信噪比，从而提高示波器的有效分辨率（ENOB）。本设备的 Hi Res 处理由硬件引擎实现，因此在 Hi Res 开启时仍然能保持高波形刷新率。



普通模式



高分辨率模式（4.0）

高分辨率采集方式不要求信号具有周期性，也不需要稳定触发，但由于其实现的原理是基于数字滤波，所以开启时会降低示波器的系统带宽，增强的位数越高，带宽越低。下表体现了增强位数和带宽的关系：

增强位数	-3dB 带宽
1.0	0.25*采样率
2.0	0.115*采样率
3.0	0.055*采样率
4.0	0.028*采样率

12.2.3 存储模式

共有三种存储模式可供选择。

自动 -- 按一帧波形对应屏幕，并保持最大采样率的原则，根据时基来自动设置存储深度和采样率。例如在 1us/div 时基下，一屏数据所代表的采样时间为 10us，此时取示波器最高采样率 5GSa/s，根据公式“采样时间=采样点数×采样间隔”，计算得到采样点数（即：存储深度）为 50k 点。

自动模式下提供了可设置参数“最大存储深度”。在较大时基下，如果以示波器的最高采样率采集一屏数据会超过最大存储深度，系统将自动降低采样率。

“最大存储深度”参数是设定示波器存储采样点数的上限，实际的采样点数与当前时基设置相关，可能会小于该值。实际的采样点数信息可以在时基参数区（详见“时基和触发参数区”小节）获得。

固定采样率 -- 按指定的采样率采集一帧波形。此时示波器按一帧波形对应屏幕，并保持指定采样率的原则，根据时基来自动设置存储深度。

在固定采样率下，需要留意设定的采样率与输入信号的最高频率之间是否满足奈奎斯特采样定理。如果设定的采样率小于输入信号最高频率的 2 倍，会因为采样混叠而得到失真的信号。

固定存储深度 -- 按指定的存储深度采集一帧波形。此时示波器根据存储深度和时基来自动设置采样率。该模式与自动模式的区别是，在较小时基下，即使示波器最高采样率来采集，所得的存储深度也

会超过屏幕显示的范围，需要将采集停止后将时基调大到合适的档位才能看到整帧波形的全景。

在固定存储深度下，采集运行状态下，SFP 测量、数学运算、解码等数字信号处理的操作都只对屏幕上对应的数据进行处理。历史帧缓存内存储的是完整存储深度的波形。

12.2.4 分段采样（Sequence）模式

通过点击 *采样* > *分段采样* 可打开分段采样对话框。

A. 点击开启或关闭分段采样模式

B. 设置波形叠加模式。设置为“所有”，采集完成后所有段数叠加显示；设置为“最后一帧”，采集完成后仅显示最后一帧

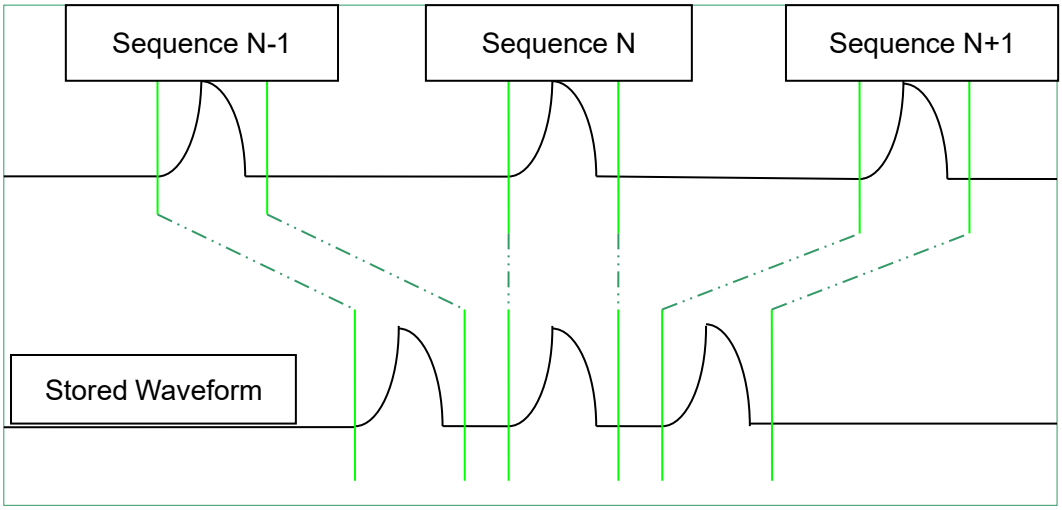
C. 点击设置段数



Sequence 模式是一种快速采集模式，它将示波器的存储深度分成若干（最多 170,000）等份，每个等份里只存储触发到的单次波形。在存储的段数没有达到设置的段数之前，示波器只进行采集和存储，采集完成后在 SFP 上进行显示和数据处理。这种模式可以最小化触发事件之间的死区时间，因而极大地提高刷新率。本设备在 Sequence 模式下可以达到最低 1.5 us 的触发间隔，对应 740,000 帧/秒的波形刷新率。

在指定的段数采集满以后，SFP 会将所有段一起映射到屏幕上。如果需要对每帧进行单独的查看和分析，可以进入历史模式（详见“历史（History）模式”一节）。历史模式可以为每段提供时间标签。

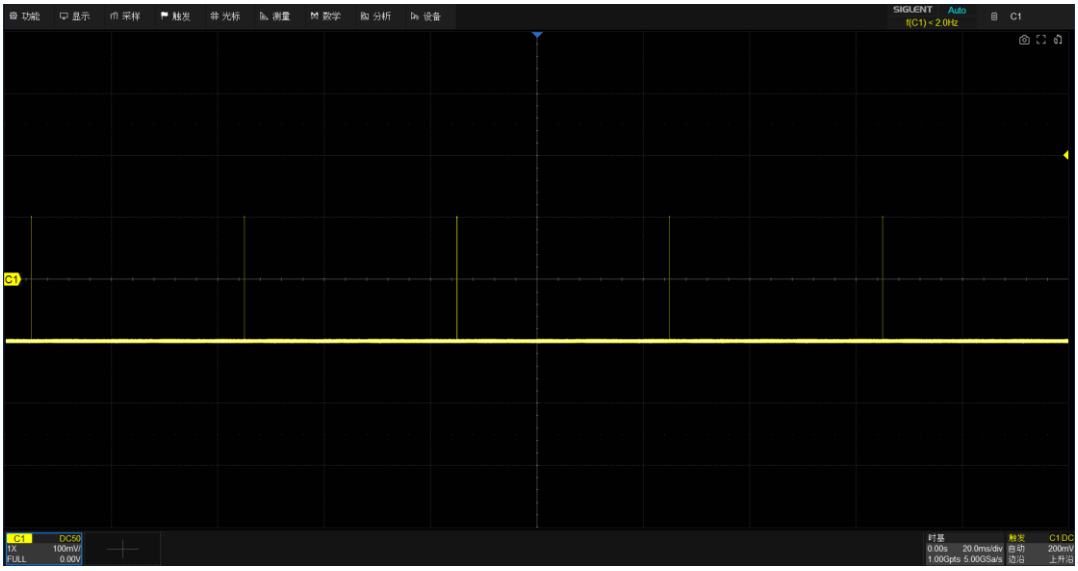
Sequence 模式下除了可以最小化触发事件之间的死区时间，另一个好处是可以捕获单个独立的长周期的罕见事件。示波器能够捕获很长时间内符合触发条件的多个事件，忽略相邻两个事件中间的不感兴趣的周期，从而最大化利用波形存储空间。你可以对选定的段，使用采集时基的全精度来做与时间有关的各种测量。



实例操作

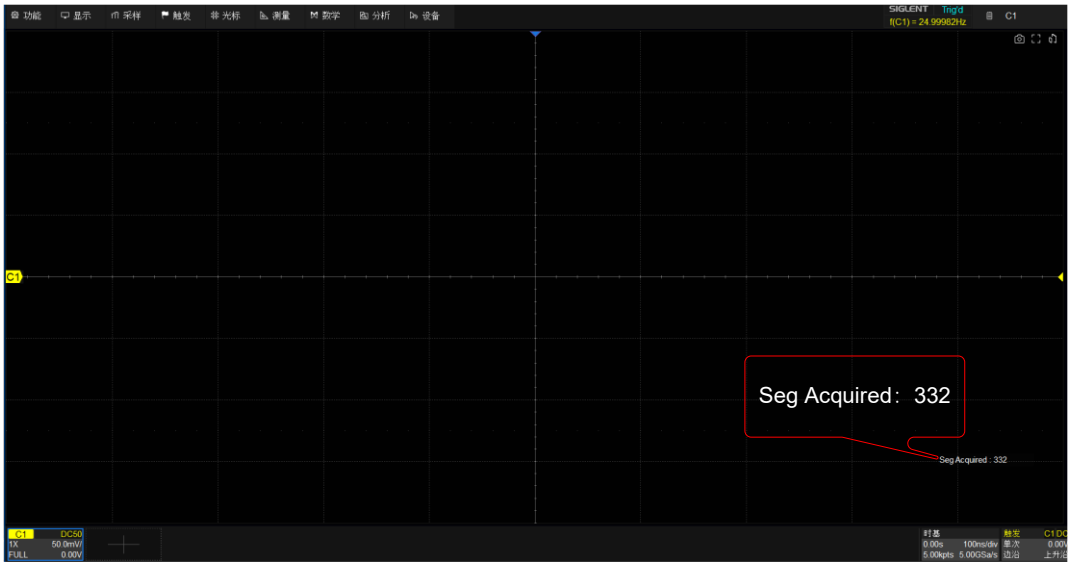
向 C1 输入一个周期为 40 ms 的等间隔脉冲，脉冲的上升时间为 150 ns，下降时间为 70 ns，脉宽 200 ns，幅度 0.4 Vpp。点击 *采样* > 自动设置 。

设置 C1 的耦合方式为 DC 50 Ω，电压档位为 100 mV/div，垂直偏移为 0，触发电平为 0。设置存储深度为 100 Mpts。

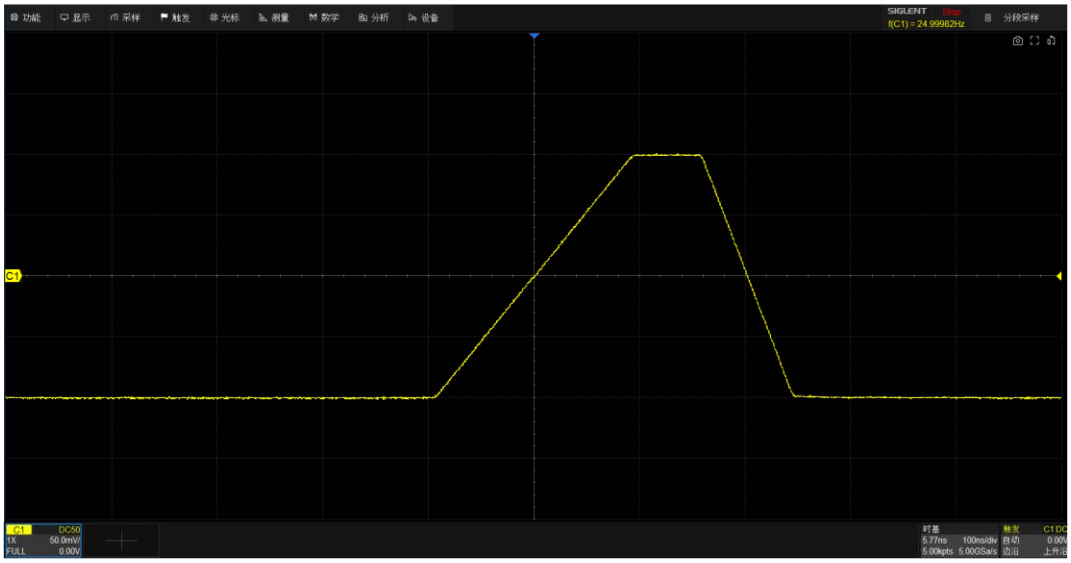


普通模式，在 100Mpts 存储深度下能以 5GSa/s 的采样精度在屏幕上获得 5 个脉冲

设置触发模式为“Single”，改变水平档位为 100 ns/div，打开分段采样模式，设置段数为最大值（根据当前时基下的采样点数不同而不同，本例中为 170,000，最大支持到 170,000），耐心等待采集结束，所有符合触发条件的波形都被投影到屏幕上。



Sequence 模式，指定的段数未采集满前不显示波形，此时屏幕上有计数器指示已采集完成的段数



Sequence 模式，能以 5 GSa/s 的采样精度获得 170,000 个脉冲，图中显示的是所有脉冲叠加在一起显示的效果

12.3 历史（History）模式

通过点击 *分析* > *历史* 菜单，可打开历史模式的设置对话框。

A. 开启或关闭历史模式

B. 点击选中该区域，调出虚拟数字键盘指定要观察的帧

C. 开启或关闭列表

D. 列表时间类型。仅在开启列表时才可设置

E. 自动向前、暂停、自动向后播放，仅支持单帧播放

F. 列表，显示每帧的序号和时间标签

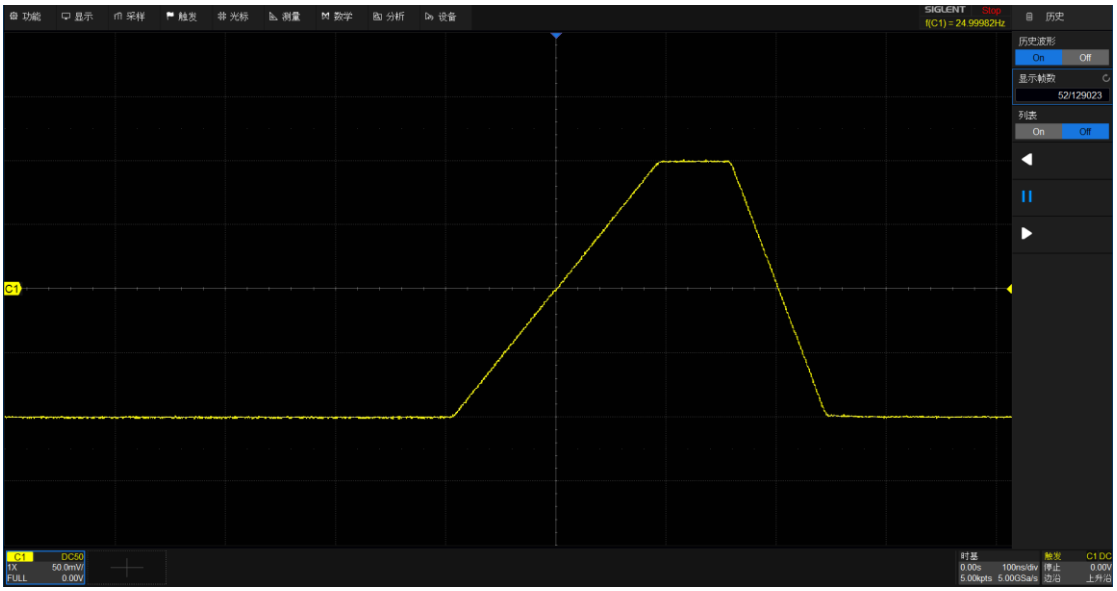


当您开始使用示波器时，示波器将自动采集并存储数据，可采集的帧数随当前时基下的采样点数不同而不同，最大支持到 170,000。打开历史模式可以观察之前存储的波形，并对其进行测量分析和数学运算。您可以通过波形导航以不同的速度来捕捉个别细节或随时间变化的波形。

每个记录都有时间标签，您可以打开列表，选择采集的绝对时间和相邻两帧之间的采集间隔作为标签。在列表中点击一帧的时间标签，显示的波形会自动跳到对应的帧。

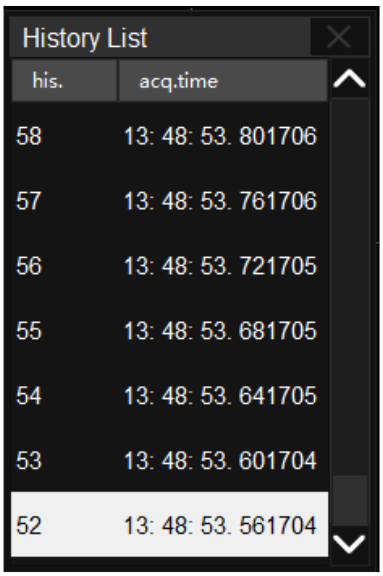
仍然以上一节中的波形为例。Sequence 模式下所有符合触发条件的波形都被一次性投射到屏幕上。如果需要观察某一单帧波形，可以使用历史模式。

开启历史模式，点击 *显示帧数* 区域两次，调出虚拟数字键盘，输入数字“52”，指定观察第 52 段波形，如下图：

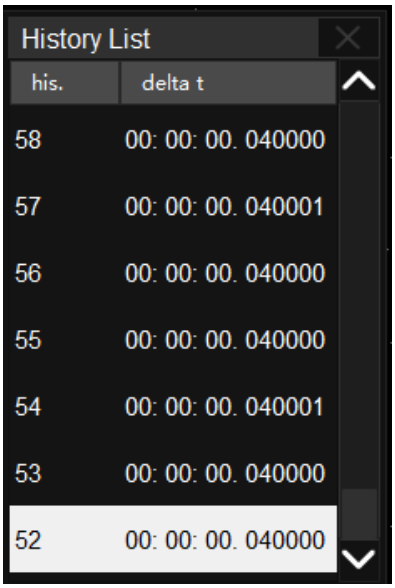


在历史模式下观察 Sequence 采集的第 52 帧波形

点击 *列表* 区域，打开列表，可以看到第 52 段波形对应的时间标签，时间精确到μs。时间标签可以选择 *采样时间* 和 *采集间隔* 两种，采样时间对应采集到某一帧的绝对时间，与示波器的实时时钟同步；采集间隔为相邻两帧之间的采集时间间隔，在下图中体现为 40ms，与实际波形周期符合。



采样时间标签



采集间隔标签

除了手动指定波形，还可以自动单帧播放：

按下  软键：从当前帧向前回放到前一帧波形。

按下  软键：停止回放。

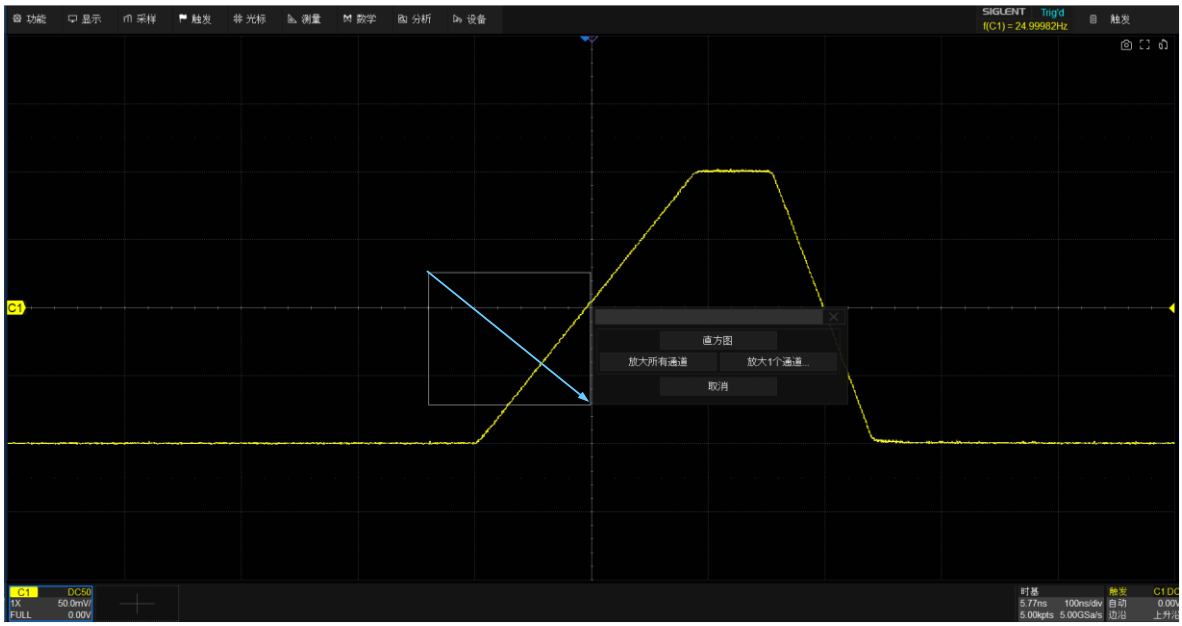
按下  软键：从当前帧向后回放到后一帧波形。

13 缩放波形（Zoom）

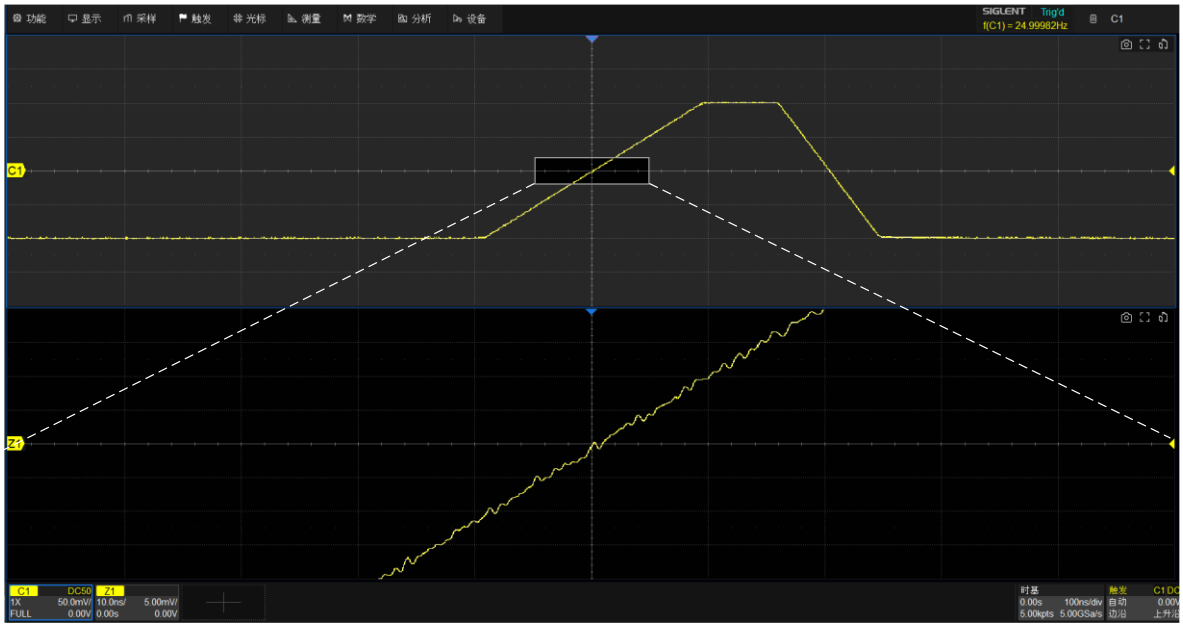
SFP 支持开启波形的缩放功能。通过以下方式开启波形缩放：

点击菜单栏的 *采样* > *Zoom 模式* ，自动开启模拟通道的波形缩放。

通过鼠标控制，在波形窗口上对想要放大的波形区域画框，弹框中选择 *放大所有通道* 或者 *放大 1 个通道* 来开启波形缩放，如下图。选择 *放大所有通道* ，该窗口内所有波形以相同的缩放倍数进行放大；选择 *放大 1 个通道* ，在弹出的信源中选择放大波形。

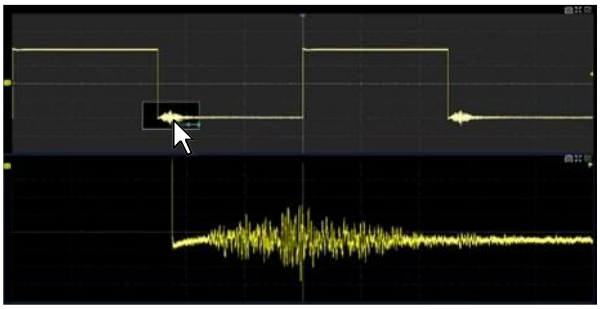


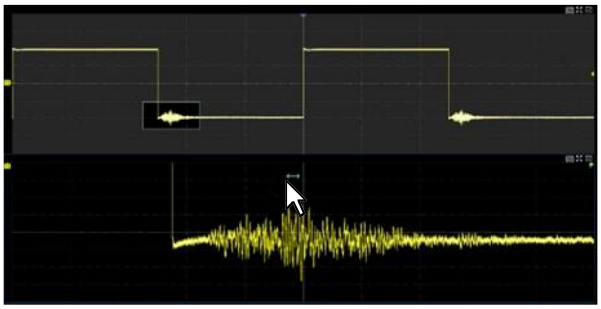
Zoom 打开后，示波器会另外开辟一个窗口专门显示 Zoom 波形。Zoom 窗口可以在垂直和水平两个方向上放大波形。



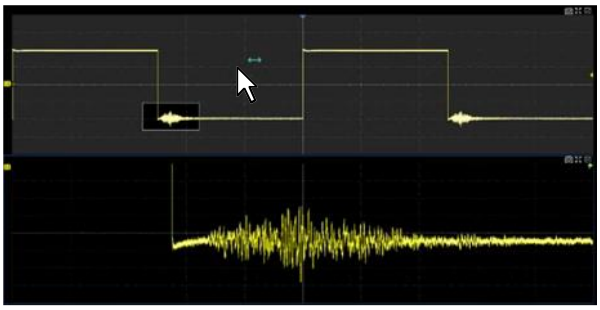
主窗口中未被灰色背景覆盖的区域即为放大的区域。在主窗口的某个点上双击可快速将此点的位置设置为 Zoom 窗口的中心点。

在 Zoom 窗口被选中时，点击 Zoom 波形（Z1~Z2）对应的通道参数区也可设置 Zoom 波形的水平和垂直参数，其方法与通道波形的相关参数设置一致；也可通过鼠标操作来设置波形或放大区域的位移。

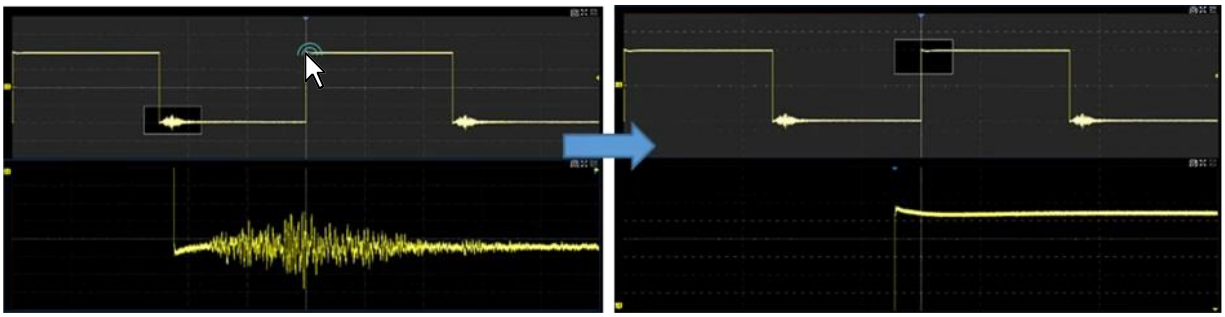




在主窗口的放大区域或 Zoom 窗口左右拖动鼠标来控制放大区域的水平位移；上下拖动鼠标来控制放大区域的垂直位移



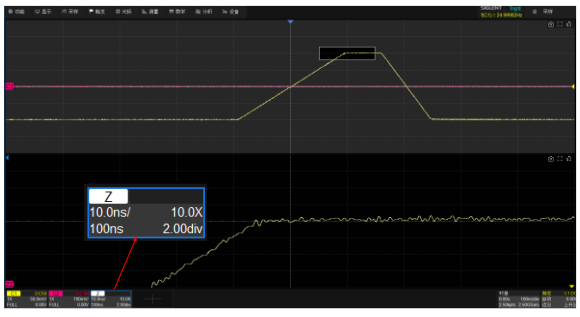
在主窗口的灰色区域左右拖动鼠标来控制波形的水平位移；上下拖动鼠标来控制波形的垂直位移



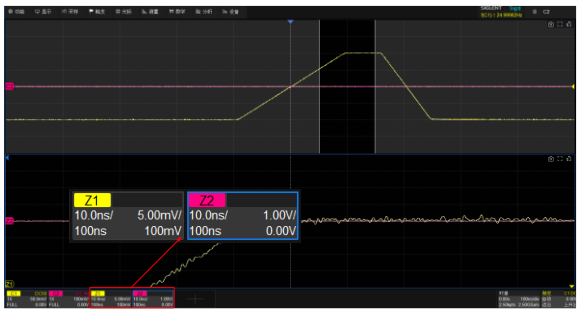
在主窗口域双击某点可快速将放大区域切换至此处

Zoom 调整

Zoom 下有统一和独立两种模式。“统一”模式下，所有 Zoom 通道使用相同的缩放比例，“独立”模式下，各通道独立设置放大区域和缩放比例。



统一模式



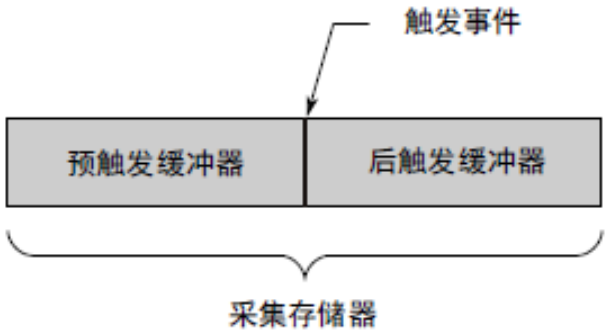
独立模式

14 触发

14.1 概述

触发，是指按照需求设置一定的触发条件，当波形中的某一段满足这一条件时，示波器即时捕获该段波形及其相邻部分，并显示在屏幕上。触发的作用有两点：第一，隔离感兴趣的事件。第二，同步波形，或者说稳定显示波形。只有稳定的触发才有稳定的显示。触发电路保证每次时基扫描或采集都从输入信号上与用户定义的触发条件开始，即每一次扫描和采集同步，捕获的波形相重叠，从而显示稳定的波形。

下图显示采集存储器的概念。为便于理解触发事件，可将采集存储器分为预触发和后触发缓冲器。触发事件在采集存储器中的位置是由触发延迟（水平位置）设置定义的。在触发事件到来之前，示波器先填充预触发缓冲器，在预触发缓冲器满后不断以先进先出（FIFO）的方式更新预触发缓冲器并等待触发事件到来；在触发事件到来之后，停止更新预触发缓冲器，改为填充后触发缓冲器；待后触发缓冲器满后，一帧波形采集完成。



以下是采集存储器填充过程中各个状态的定义：

Arm -- 预触发缓冲器未满，此时示波器不响应任何触发事件

Ready -- 预触发缓冲器已满，等待触发事件到来

Trig'd -- 检测到触发事件，开始填充后触发缓冲器

触发应根据输入信号的特征来设置。例如，对于周期重复的正弦波，可以设置在上升沿进行触发；对于捕捉组合逻辑电路中的冒险信号（毛刺），可以设置脉宽触发。您应该对被测信号有所了解，才能正确捕获感兴趣的波形。

14.2 触发设置

点击触发参数区，其上方将弹出触发设置的快捷菜单，同时在屏幕右侧弹出触发的设置对话框。



A. 设置触发模式为“自动”

B. 设置触发模式为“单次”

C. 设置触发模式为“正常”

D. “强制”触发一帧

E. 调出自动保存设置窗口

A. 选择触发类型

B. 选择触发信源

C. 选择触发沿（当触发类型为“边沿”、“斜率”等特定类型时）

D. 设置触发释抑（无、时间或事件）

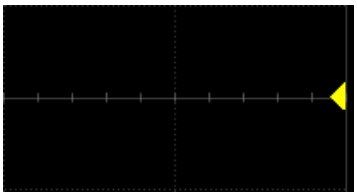
E. 触发耦合方式（直流、交流、高频抑制和低频抑制）

F. 设置噪声抑制，当噪声抑制打开时，触发电路对噪声的容忍度会变高，但同时会降低触发灵敏度

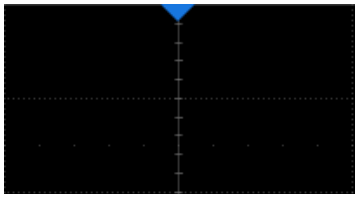
G. 点击可调出虚拟数字键盘设置触发电平，也可以将鼠标置于该区域通过滚动鼠标中轮进行调节



触发相关标识



电平标识



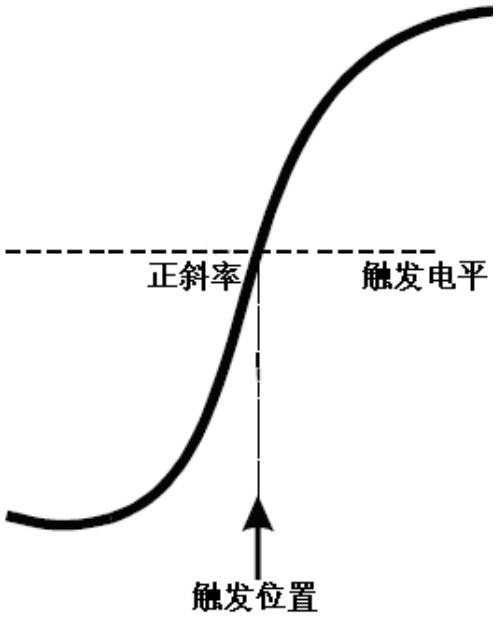
水平 0 位置标识



水平 0 位置（屏幕外）标识

14.3 触发电平

不论是模拟触发还是数字触发，都必须设置正确的触发电平。示波器在信号跨越触发电平的时刻判断波形是否满足触发条件，当满足条件时，该时刻就是触发位置。如下图，设置触发条件为上升沿的边沿触发，当具有正斜率的信号跨越触发电平时，触发条件满足，跨越的时间点即为触发位置。



14.4 触发模式

当示波器运行时，触发模式指示示波器在没有触发时要进行的操作。

自动（Auto）：在自动触发模式中，如果超过定时值仍未找到满足触发条件的波形，示波器将进行强制采集一帧波形数据，在 SFP 上显示。

自动模式适用于：

检查 DC 信号或具有未知电平特性的信号。

在自动模式下，当信号满足触发条件仍然不能稳定触发时，可能是信号的周期超出自动模式下的定时器定时值造成的。此时可尝试使用正常触发模式。

正常（Normal）：只有满足触发条件时才会进行触发和采集；不满足条件时 SFP 保持上一次波形显示，等待下一次触发。

正常模式适用于：

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

单次（Single）：当输入的信号满足触发条件时，示波器即进行捕获，SFP 显示稳定波形。此后，即使再有满足条件的信号，示波器也不予理会。需要进行再次捕获须重新进行单次设置。

单次模式适用于：

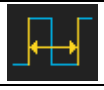
- 捕获偶然出现的单次事件或非周期性信号，如上、下电波形；
- 较为罕见的触发事件。

强制（Force）：无论输入的信号是否满足触发条件，强制触发一帧。

14.5 触发类型

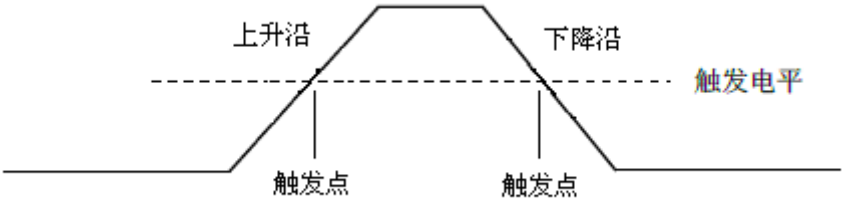
14.5.1 概述

本设备采用数字触发，相对于模拟触发，不但能大大提高触发精度，优化触发抖动，而且可以对复杂条件进行判断，支持多种触发类型。

	边沿（Edge）-- 对简单的重复信号使用边沿触发。在上升沿或下降沿或二者都触发。
	斜率（Slope）-- 当上升沿或下降沿在指定时间范围内或范围外穿过两个门限时触发。
	脉宽（Pulse）-- 当脉冲宽度符合指定的时间条件时，在脉冲结束处触发。允许定义正向或负向脉宽，在大于或小于这个脉宽时会发生触发。也可以指定脉宽范围，在落入或超出这个范围时会发生触发。
	视频（Video）-- 触发标准或高清视频及自定义合成视频信号。用于 PAL、NTSC、720p、1080p 或 1080i 系统上。
	窗口（Window）-- 当信号电平跨过窗口区域时触发。
	间隔（Interval）-- 当间隔时间满足指定时间条件时，在第二个上升沿或下降沿触发。
	超时（Dropout）-- 可以检测丢失的信号。在信号消失的时间比超时时间长时发生触发。
	欠幅（Runt）-- 用来捕获落在用户自定义的幅度范围内的脉冲。脉冲跨过第一个门限电平后，在再次跨过第一个门限电平前未能跨过第二个门限时，会发生欠幅触发。
	码型（Pattern）-- 可以触发由多个输入组成的逻辑组合。可以选择四个布尔运算符（与，与非，或，或非），可以为每个输入通道独立设置高或低电压逻辑电平。仅支持板内触发。
	总线（Serial）-- 在串行总线特定条件下触发。详见“串行触发和解码”一章。仅支持板内触发。
	前提边沿（Qualified）-- 当满足前提条件后，再以边沿模式触发。仅支持板内触发。
	第 N 边沿（Nth Edge）-- 在满足指定空闲时间后的第 N 个沿上触发。
	延迟（Delay）-- 当信源 A 和信源 B 之间的延迟时间满足限制条件时触发。仅支持板内触发。
	建立/保持（Setup/Hold）-- 在建立时间或保持时间满足限制条件时触发。仅支持板内触发。
	外部数字（EXT_D） -- 由 PXI 外部数字信号控制触发。

14.5.2 边沿触发

边沿触发通过查找波形上的指定沿（上升沿、下降沿、上升&下降沿）和电平来识别触发。可以在触发设置对话框中设置触发源和斜率。



点击 *信源* 区域选择触发源，点击 *斜率* 区域选择上升沿、下降沿或交替。

上升沿 -- 仅在上升沿触发

下降沿 -- 仅在下降沿触发

交替 -- 在上升或下降沿触发

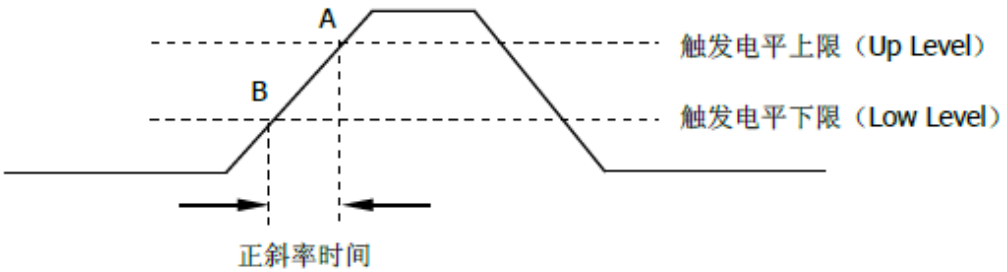
在边沿触发中也可设置触发释抑、耦合以及噪声抑制，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”、“触发耦合”和“噪声抑制”章节。

执行“自动设置”时，示波器将使用简单的边沿触发类型在波形上触发。

14.5.3 斜率触发

斜率触发设置示波器在指定时间的正斜率或负斜率上触发。可以在触发设置对话框中设置触发源和斜率（上升沿、下降沿）、限制条件、时间，以及在触发快捷菜单中设置高/低触发电平。

如下图所示，我们将高、低触发电平分别与波形上升沿（下降沿）相交的两点间的时间差定义为正（负）斜率时间。



点击对话框的 *信源* 区域选择触发源。

点击对话框的 *斜率* 区域选择上升沿或下降沿。

上升沿 -- 正斜率触发

下降沿 -- 负斜率触发

调节高/低电平

斜率触发需要设置高、低两个触发电平

可以通过以下方式设置高/低电平：

在右侧对话框中点击 *高电平* 区域选中高电平，然后在弹出的虚拟数字键盘中设置电平值，或滚动鼠标中轮设置电平值；低电平设置同理。低电平的值应始终小于或等于高电平。在触发参数区，显示的是当前激活的电平的值。如下图左，“H”代表高电平；如下图右，“L”代表低电平。





设置限制条件

点击触发设置对话框的 *限定条件* 区域选择时间限定符，并在 *上限值* / *下限值* 区域分别进行对应时间设置。

小于时间值（≤） -- 选定“≤”后，点击 *上限值* 设置时间。假定设置时间为 500ns，若两个电平之间的波形持续的时间 t ≤ 500ns，则波形能稳定触发。否则，波形不触发。

大于时间值（≥） -- 选定“≥”后，点击 *下限值* 设置时间。假定设置时间为 500ns，若两个电平之

间的波形持续的时间 t ≥ 500ns，则波形能稳定触发。否则，波形不触发。

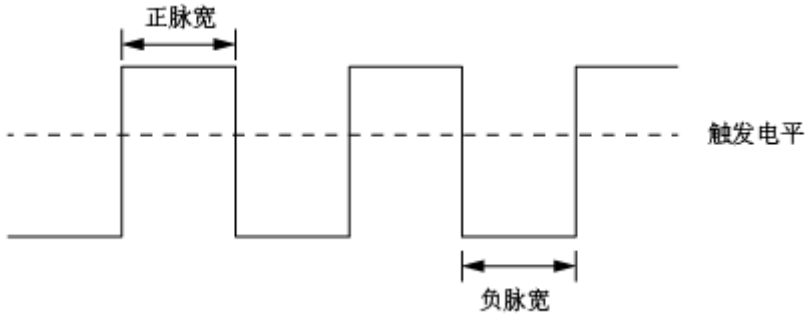
时间值范围内（[--,--]） -- 选定“[--,--]”后，分别点击 *上限值* 和 *下限值* 设置时间范围。假定设置时间为上限值 10μs，下限值 500ns。若 500ns＜t＜10μs，则波形能稳定触发。否则，波形不触发。

时间值范围外（--][--） -- 选定“--] [--”后，分别点击 *上限值* 和 *下限值* 设置时间范围。假定设置时间为上限值 10μs，下限值 500ns。t 在 500ns 至 10μs 范围外，则波形能稳定触发。否则，波形不触发。

在斜率触发中也可设置触发释抑、耦合以及噪声抑制，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”、“触发耦合”和“噪声抑制”章节。

14.5.4 脉宽触发

脉冲触发将示波器设置为在指定宽度的正脉冲或负脉冲上触发。可以在触发设置对话框设置触发源、极性（正脉宽、负脉宽）、限制条件和脉宽时间。



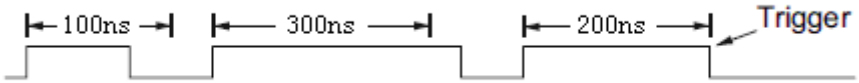
小于时间值（≤） -- 选定“≤”后，点击 *上限值* 设置时间。假定设置时间为 100 ns，若脉宽时间 t ≤ 100ns，则波形在脉宽结束处触发。否则，波形不触发。



大于时间值（≥） -- 选定“≥”后，点击 *下限值* 设置时间。假定设置时间为 100ns，若脉宽时间 t ≥ 100ns，则波形在脉宽结束处触发。否则，波形不触发。



时间值范围内（[--,--]） -- 选定“[--,--]”后，分别点击 *上限值* 和 *下限值* 设置时间范围。假定设置时间为上限值 300μs，下限值 100ns。若 100ns＜t＜300ns，则波形在脉宽结束处触发。否则，波形不触发。



时间值范围外（--][--） -- 选定“--] [--”后，分别点击 *上限值* 和 *下限值* 设置时间范围。假定设置时间为上限值 300μs，下限值 100ns。t 在 100ns 至 300ns 范围外，则波形在脉宽结束处触发。否则，波形不触发。

在脉宽触发中也可设置触发释抑、耦合以及噪声抑制，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”、“触发耦合”和“噪声抑制”章节。

14.5.5 视频触发

视频触发可用于捕获大多数标准模拟视频信号及高清视频信号的复杂波形。触发电路可检测波形的垂直和水平间隔，并基于所选的视频触发设置产生触发。本设备支持 NTSC（National Television Stands Committee，美国国家电视标准委员会）、PAL 和 HDTV（高清晰度电视）标准视频信号及自定义视频信号的触发。可以在视频触发设置对话框进行触发信源、视频标准和同步方式的设置。当同步方式为“选择”时，可以指定行和场触发。

点击 *标准* 区域，进行视频标准选择。本设备支持以下视频标准：

TV 标准	扫描类型	行同步区域脉冲
NTSC	隔行	双电平
PAL	隔行	双电平
HDTV 720P/50	逐行	三电平
HDTV 720P/60	逐行	三电平
HDTV 1080P/50	逐行	三电平
HDTV 1080P/60	逐行	三电平
HDTV 1080i/50	隔行	三电平
HDTV 1080i/60	隔行	三电平
自定义		

自定义视频触发所有参数如下：

帧速率	25Hz、30 Hz、50 Hz、60 Hz	
选择行数	300 ~ 2000	
选择场数	1、2、4、8	
交错	1:1、2:1、4:1、8:1	
同步触发于	行	场
	（设置行）/ 1（1:1 交错）	1
	（设置行）/ 2（2:1 交错）	1、2、3、4、5、6、7、8
	（设置行）/ 4（4:1 交错）	1、2、3、4、5、6、7、8
	（设置行）/ 8（8:1 交错）	1、2、3、4、5、6、7、8

设置行：指在 *选择行数* 菜单中设置的行数（300 ~ 2000）

在自定义视频触发中，选择“交错”不同，对应的“指定场”也不同。因而在菜单下所能选择的场数及每场对应能选择的行数也不同。若“指定行”设置为 800，则它们之间的正确关系如下图：

选择行数	交错	选择场数	触发于行	触发于场
800	1:1	1	800	1
800	2:1	1/2/4/8	400	1/1~2/1~4/1~8
800	4:1	1/2/4/8	200	1/1~2/1~4/1~8
800	8:1	1/2/4/8	100	1/1~2/1~4/1~8

对接入示波器的视频信号进行触发设置。

点击 *同步* 区域进行触发模式选择，可选择的视频触发模式有“任意”和“选择”两种方式。在“任意”模式下，视频信号可在满足条件的任意行上进行触发，在“选择”模式下，可选择指定场和指定行对信号进行触发。

对于逐行扫描信号（如：720p/50、720p/60、1080p/50、1080p/60），触发模式选“选择”时，只能选择指定行触发。

对于隔行扫描信号（如：NTSC、PAL、1080i/50、1080i/60、自定义信号），触发模式选“选择”时，可以选择指定行和指定场触发。

下表列出了所有视频标准（自定义除外）的行和场的对应关系。

视频标准	场 1	场 2
NTSC	1 至 263	1 至 262
PAL	1 至 313	1 至 312

HDTV 720P/50、720P/60	1 至 750	
HDTV 1080P/50、1080P/60	1 至 1125	
HDTV 1080i/50、1080i/60	1 至 563	1 至 562

通过以下两个示例可熟悉使用视频触发：

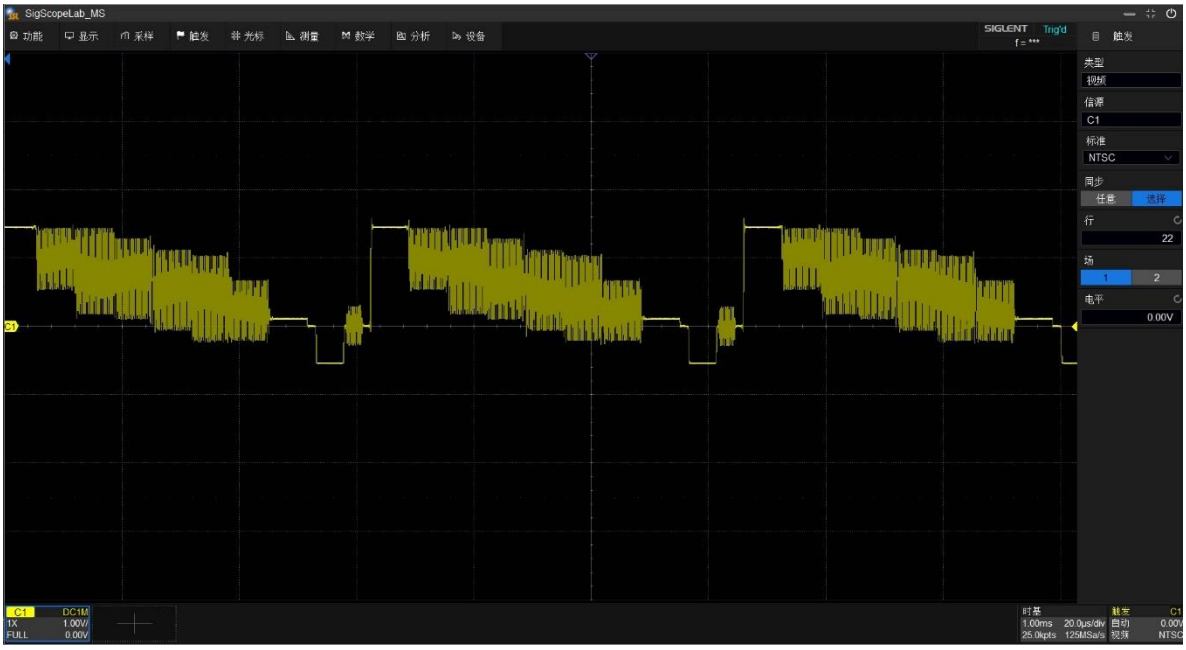
- 在特定视频行上触发（NTSC 标准）
- 使用“自定义”触发视频信号

在特定视频行上触发

视频触发要求具有任何模拟通道作为触发源的同步幅度大于 1/2 格。因为触发电平自动设置为同步脉冲提示，所以在视频触发中设置触发电平无效。

以下触发示例针对 NTSC 标准视频信号，设置在场 1 的第 22 行触发。

1. 打开触发功能菜单。
2. 在触发菜单下，点击 *类型* 区域，选择“视频”。
3. 点击 *信源* 区域，选择 C1 为触发源。
4. 点击 *标准* 区域，选择“NTSC”视频标准。
5. 点击 *同步* 区域选“选择”触发模式使得场和行可选，然后依次在“场”菜单下选择“1”，并滚动鼠标中轮或者数字键盘将“行”设置为“22”。



特定行上视频触发（NTSC 标准）

使用“自定义”触发视频信号

自定义视频触发支持帧速率分别为 25Hz、30 Hz、50 Hz 和 60 Hz，指定行在 300 至 2000 范围内的视频信号。以下描述如何对“自定义”视频信号进行触发。

1. 打开触发功能菜单。
2. 在触发菜单下，点击 *类型* 区域，选择“视频”。
3. 点击 *信源* 区域，选择 C1 为触发源。
4. 点击 *标准* 区域，选择“自定义”标准。
5. 点击 *自定义* 区域打开自定义设置菜单，点击“ *交错* ”选择所需的交错比例（假设此处选择交错比例为 8:1）。然后设置帧速率、选择行数、选择场数。
6. 点击 *同步* 区域对接入的信号进行选择触发模式：

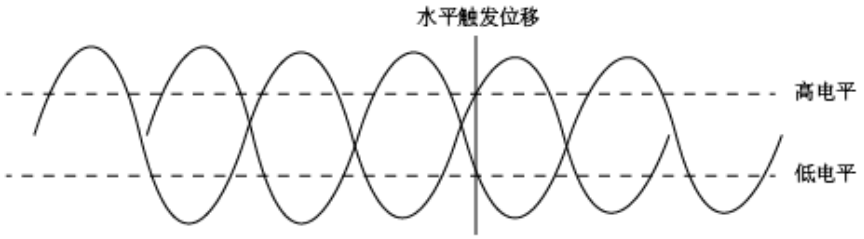
a) 选择“任意”模式，则信号可在满足触发条件的任意行上进行触发

b) 选择“选择”模式，则设置指定行和指定场对信号进行触发，假设“选择场数”设置为 8，则可选择的指定场为 1 至 8 中的任意一个场，每场可选择的指定行数为 1 至 100 中的任意一行。

14.5.6 窗口触发

窗口触发类似于边沿触发，不同之处在于可通过调节两个触发电平使波形同时在上升沿或下降沿上触发。

窗口触发类型分为两种：“绝对”窗口和“相对”窗口。两者区别于触发电平的调节方式。在绝对窗口下，可单独调节高、低触发电平；在相对窗口下，可同时移动高、低触发电平，或放大/缩小两电平间的垂直距离，但不能单独调节高、低触发电平的垂直位移。



- 若高、低电平都在波形范围内，则波形同时在上升沿或下降沿上触发。
- 若高电平在波形范围内，而低电平在波形范围外，则波形只在上升沿处触发。
- 若高电平在波形范围外，而低电平在波形范围内，则波形只在下降沿上触发。

按“绝对”方式设置窗口触发：可参考“斜率触发”章节中的“调节高/电平部分”。

按“相对”方式设置窗口触发：

在窗口触发类型设置为“相对”时，点击右侧对话框中“范围(±)”和“中心电平”两个可设置的参数。可

以通过以下方式设置以上两个参数：

点击 *范围（±）* 区域选中该参数，然后在弹出的虚拟数字键盘中或滚动鼠标中轮设置参数值；中心电平的设置同理。在触发参数区，显示的是当前激活的参数值。“C”代表中心电平，“D”代表范围。

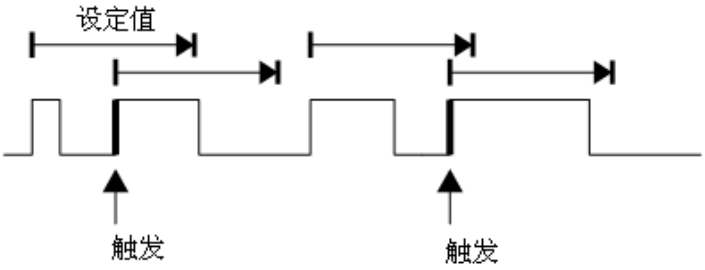
“范围(±)”的参数值代表实际窗口范围的一半。例如该值为 200 mV 时，实际代表的是 ±200 mV 的窗口范围，即 400 mV。

在窗口触发中也可设置触发释抑、耦合以及噪声抑制，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”、“触发耦合”和“噪声抑制”章节。

14.5.7 间隔触发

连续两个上升沿（或下降沿）之间的间隔满足所设定的时间条件时触发。

连续两个上升沿间隔时间小于设定时间值时触发示意图如下：



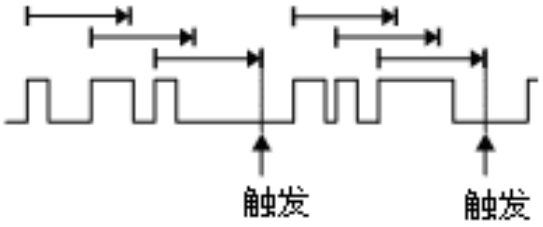
可以在触发设置对话框中设置触发源和斜率（上升沿、下降沿）、限制条件和时间。在间隔触发中也可设置触发释抑、耦合以及噪声抑制，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”、“触发耦合”和“噪声抑制”章节。

14.5.8 超时触发

超时触发分两种类型：边沿超时和状态超时。

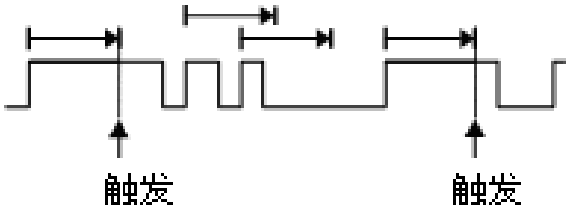
边沿

从输入信号的上升沿（或下降沿）通过触发电平开始到相邻的上升沿（或下降沿）通过触发电平结束的时间间隔（△T）大于设定的超时时间时触发。如下图所示：



状态

从输入信号的上升沿（或下降沿）开始通过触发电平到相邻的下降沿（或上升沿）通过触发电平结束的时间间隔（△T）大于设定的超时时间时触发。如下图所示：

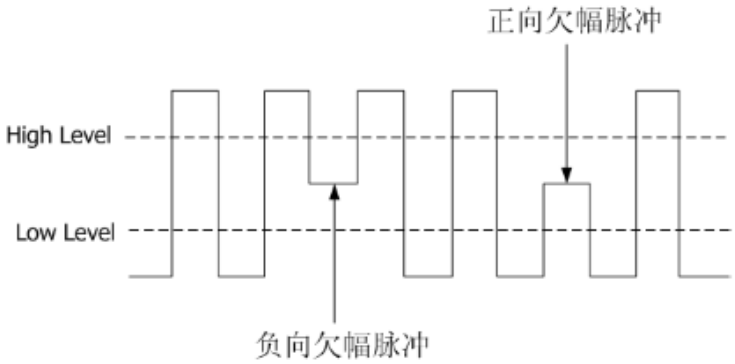


可以在触发设置对话框中设置触发源和斜率（上升沿、下降沿）、超时类型（状态、边沿）和时间。在超时触发中也可设置触发释抑、耦合以及噪声抑制，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”、“触发耦合”和“噪声抑制”章节。

超时触发下，选择上沿或下沿是指从沿开始计算超时时间，波形不一定在沿上触发。只要所设时间值小于△T，波形即在从选定沿开始到满足所设时间值的位置上触发。

14.5.9 欠幅触发

欠幅触发用于触发跨过了一个触发电平但没有跨过另一个触发电平的脉冲，如下图所示：

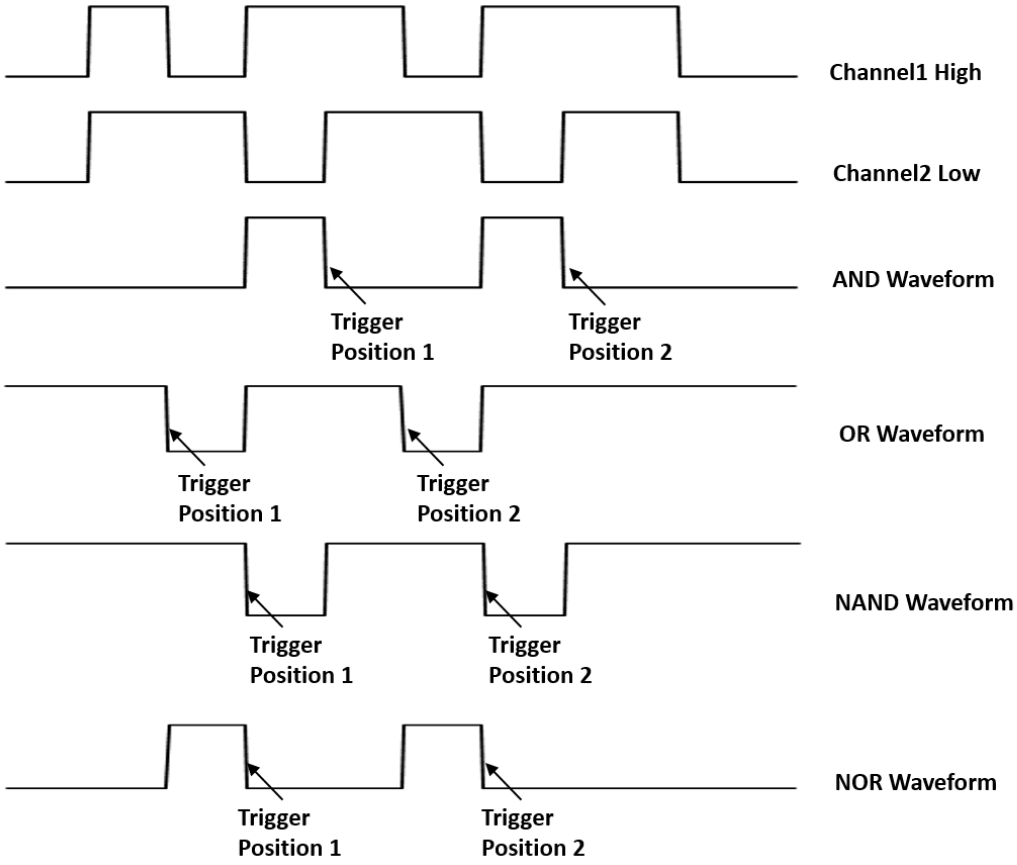


- 正向欠幅脉冲跨过低电平而未跨过高电平。
- 负向欠幅脉冲跨过高电平而未跨过低电平。

在欠幅触发中也可设置触发释抑、耦合以及噪声抑制，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”、“触发耦合”和“噪声抑制”章节。

14.5.10 码型触发

码型触发通过查找特定码型而识别触发条件。码型是指多个通道的逻辑关系（与，或，与非，或非）的组合，每个通道的值可设为“无效（Don’t Care）”、“低（Low）”、“高（High）”。如果所有通道的码型都设置为“无效（Don’t Care）”，示波器将不会触发。所有码型触发在逻辑运算后的结果由真到假时触发，即为组合波形的下降沿触发。

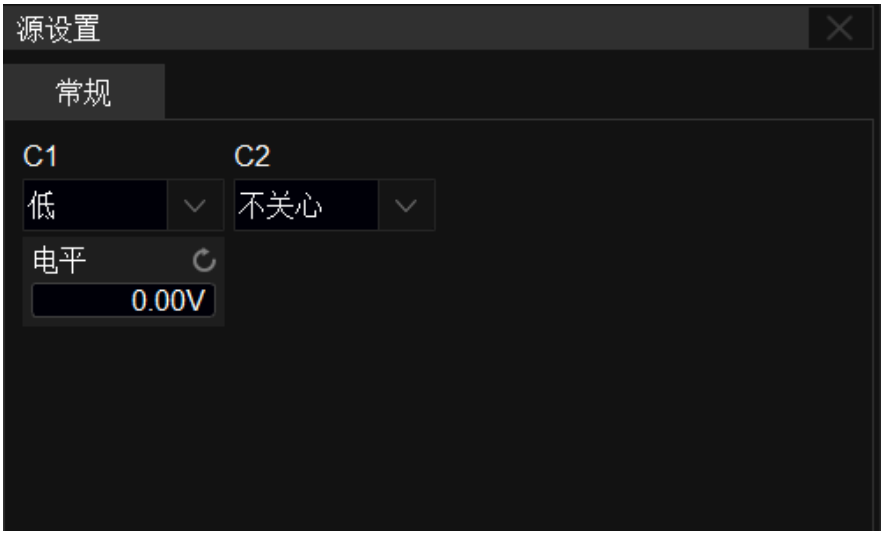


在触发设置对话框中设置逻辑关系（与、或、与非、或非）、源、限制条件和时间。

源设置

点击 *源设置* 区域，可调出如下的对话框，对每个通道分别设置。每个通道的值可设为“无效

（Don't Care）”、“低（Low）”、“高（High）”，并通过设置比较电平值（Level Value）来作为判断高、低的门限。



限制条件

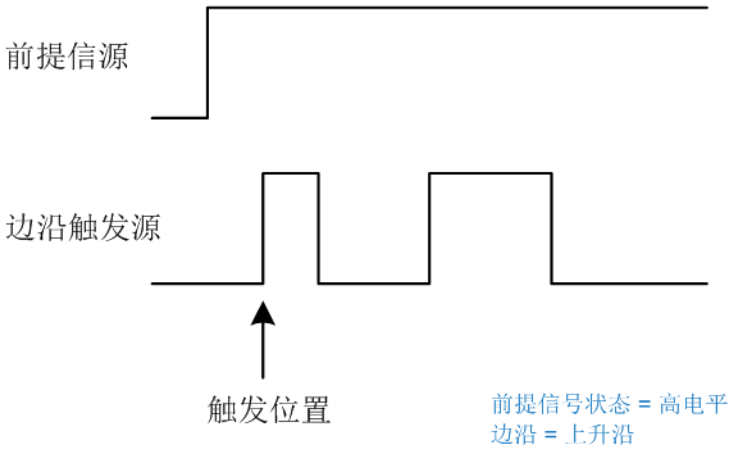
用户可以对满足码型的组合波形进行时间限定以触发。即在多个触发位置同时满足码型触发条件下，可设置特定的时间值，使示波器在满足时间值的码型组合位置触发。这种设置在过滤组合逻辑的冒险信号时特别有用。

在码型触发中也可设置触发释抑，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”章节。

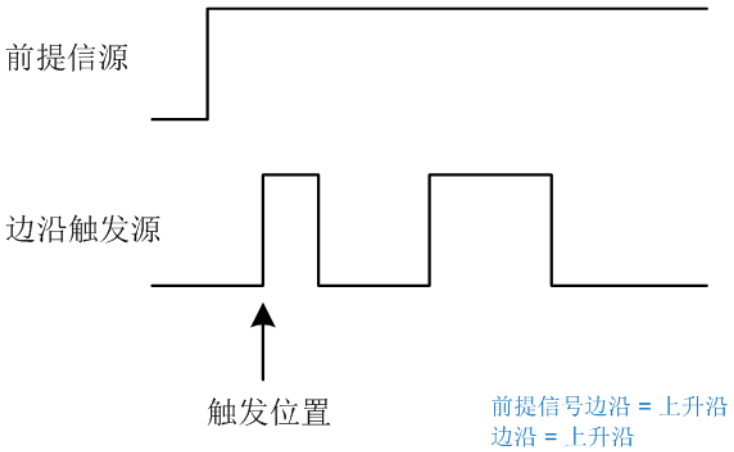
14.5.11 前提边沿触发

前提边沿触发是一种满足用户定义的前提条件后的边沿触发。因此，前提边沿触发有两个源：一个是边沿触发源，另一个是前提信源。

前提类型包括“电平”、“电平且限时”、“边沿”和“边沿且限时”。类型为“电平”时，当前提信源处于指定电平（高电平或低电平）时，示波器在第一个边沿触发。类型为“电平且限时”时，也可以设置时间限制条件。



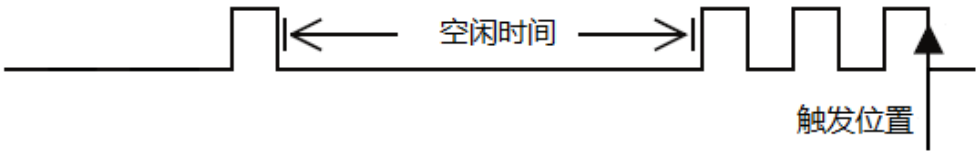
前提类型为“边沿”时，示波器在前提新源的指定边沿（上升沿或下降沿）后的第一个边沿触发。类型为“边沿且限时”时，也可以设置时间限制条件。



点击 *前提信号设置* 区域设置前提信源和阈值；点击 *边沿触发设置* 区域设置边沿触发源、阈值和斜率。

14.5.12 第 N 边沿触发

第 N 边沿触发是一种在满足用户定义的空闲时间和边沿数条件后的边沿触发。如下图所示，当脉冲串之间的空闲时间大于指定的空闲时间时，在脉冲串的第 3 个下降沿上触发：

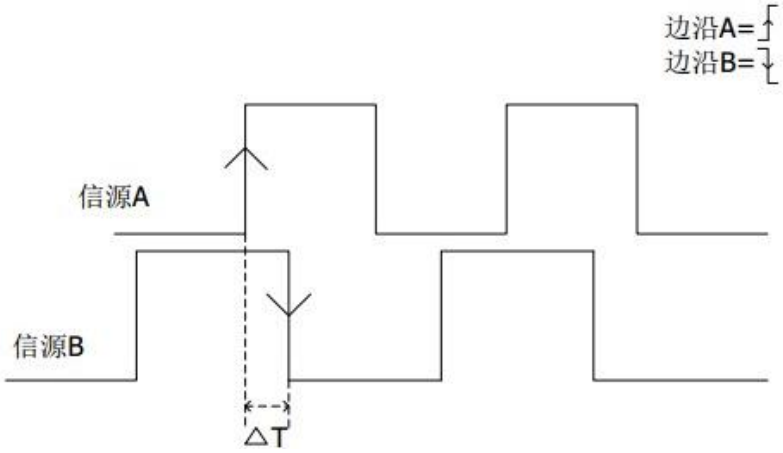


可以在触发设置对话框中设置触发源和斜率（上升沿、下降沿）、空闲时间和边沿数。注意指定的空闲时间应大于脉冲周期，这样才能保证在指定编号的脉冲上触发。

在第 N 边沿触发中也可设置触发释抑、耦合以及噪声抑制，具体设置方法，请分别参见“触发释抑（Holdoff）”、“触发耦合”和“噪声抑制”章节。

14.5.13 延迟触发

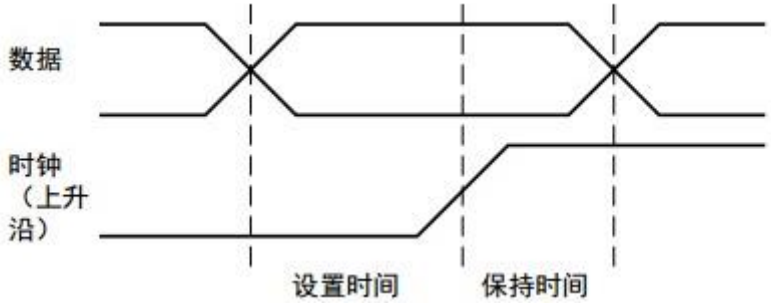
延迟触发是满足信源 A 设置条件和用户定义的延迟时间后，对信源 B 的边沿触发。其中信源 A 的设置与码型触发类似，可对多个通道进行逻辑“与”组合。信源 A 设置中的 *斜率* 是指 *源设置* 中组合逻辑结果的沿。



点击 *信源 B 设置* 区域设置信源 B 的信源、阈值和斜率。

14.5.14 建立/保持触发

建立保持触发需要设置时钟源和数据源。建立时间从数据信号跨过触发电平时开始，至指定的时钟边沿到来时结束；保持时间从指定的时钟边沿到来时开始，至数据信号再次跨过触发电平时结束（如下图所示）。当建立时间或保持时间满足预设的时间限制条件，示波器将触发。



点击 *时钟源* 区域设置时钟信源、阈值和斜率；点击 *数据源* 区域设置数据信源、阈值和状态。

14.5.15 串行触发

详见“串行触发和解码”一章。

14.5.16 外部数字

由 PXI 外部数字信号控制触发。外部数字信号设置请参考“终端设置”小节。

14.6 触发源

每种触发类型支持的触发源不尽相同，详见下表：

触发类型	C1~C2	EXT，EXT/5
边沿	√	√
斜率	√	×
脉宽	√	×
视频	√	×
窗口	√	×
间隔	√	×
超时	√	×
欠幅	√	×
码型	√	×
总线	√	×
前提边沿	√	×
第 N 边沿	√	×
延迟	√	×
建立/保持	√	×

14.7 触发释抑（Holdoff）

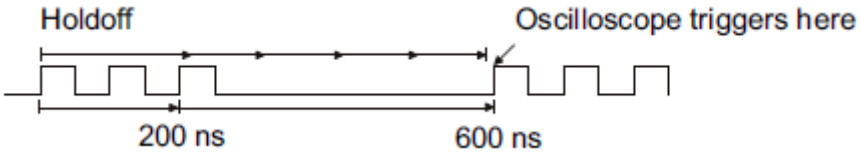
触发释抑是边沿触发可选的额外条件，可稳定触发复杂波形（如脉冲序列）。它可以设置为一个时间或事件数量。

时间（Holdoff by Time）

释抑时间是指从触发之后到下一次重新启用触发电路之前示波器等待的时间。示波器在释抑结束前不会触发。

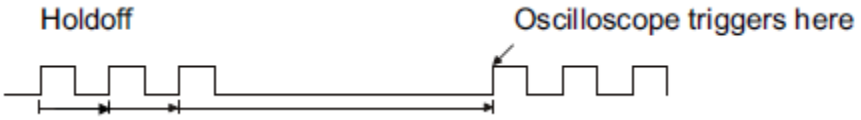
使用释抑可在重复波形上触发，这些波形在波形重复之间具有多个边沿（或其他事件）。如果知道波形之间的最短时间，还可以使用释抑在波形的第一个边沿上触发。

例如，要在下图所示的重复脉冲上获得稳定的触发，可将释抑时间（t）设置为 200ns< t <600ns。

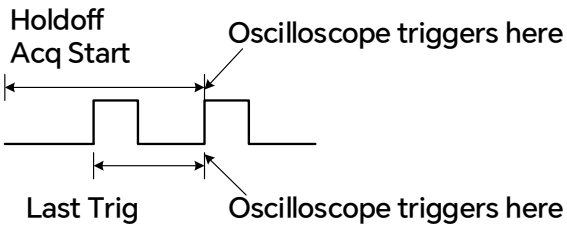


事件（Holdoff by Event）

事件是满足触发条件的次数。例如，如果有一个信号，其在希望触发的边沿前有多个边沿，那么可以把触发释抑设置成等于希望的触发边沿前的边沿数量。下图中将释抑事件设置为 3，信号在第 4 个沿上触发。



触发释抑还可以设置启动条件，其表征的是每一次触发释抑的初始启动位置与上一次触发位置的关系。



采集开始（Acq Start）-- 开始计算触发释抑的位置为第一个满足触发条件的时间点，与上次的触发位置无关。以上图为例，每次触发释抑都需等到采集脉冲序列的第一个上升沿后开始计算，触发间隔始终大于一个脉冲周期。

上次触发（Last Trig Time）-- 开始计算触发释抑的位置为上次的触发时间点。以上图为例，第一次触发位置在脉冲序列的第一个上升沿，则第二次触发释抑的计算从该点开始，触发间隔等于一个脉冲周期。

14.8 触发耦合

触发信号的耦合方式，仅对触发源为 C1~C2、EXT 和 EXT/5 时有效。

DC：直流耦合，通过信号的所有分量。

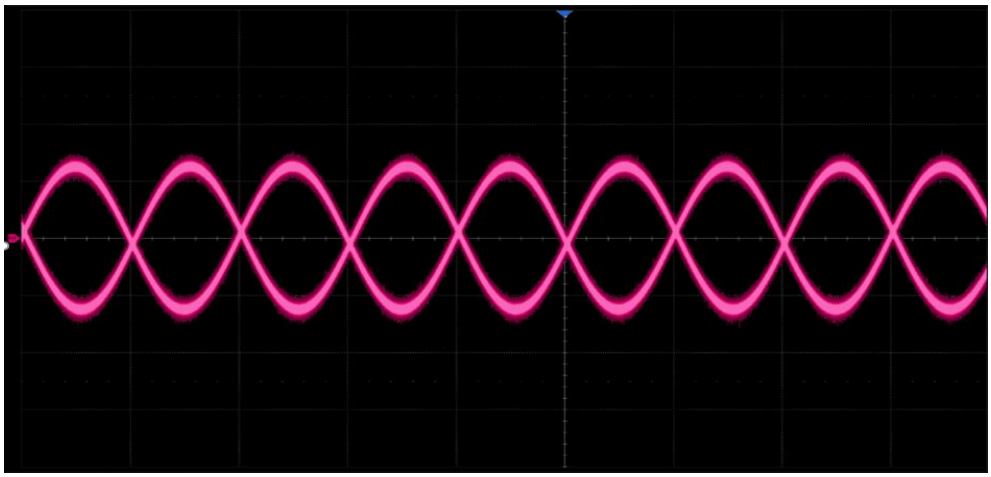
AC：交流耦合，抑制信号的直流分量，截止频率详见数据手册。在该耦合方式下，点击触发对话框的 *设置到 50%* 将触发电平设置为 0（即耦合后的触发信号中心），而不是设置到波形的垂直中心。

HFR：高频抑制，相当于低通滤波器，截止频率详见数据手册。

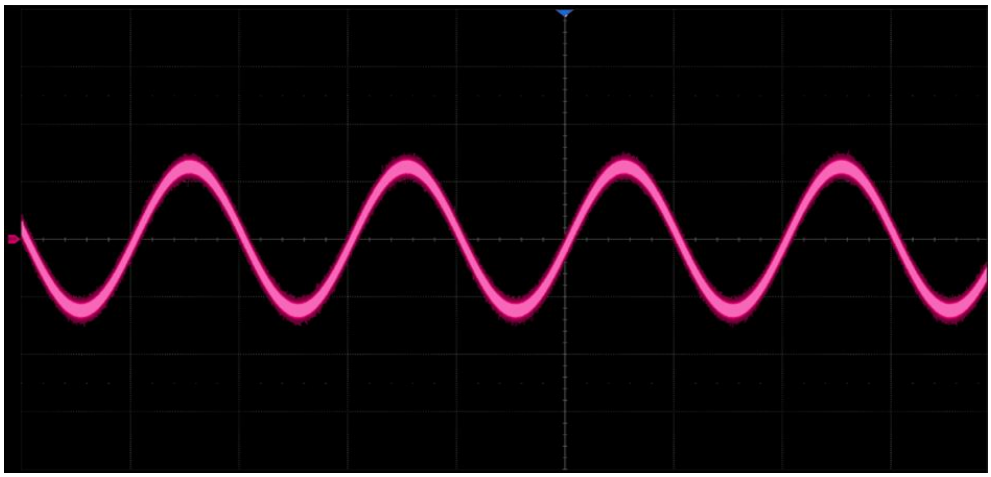
LFR：低频抑制，相当于高通滤波器，截止频率详见数据手册。在该耦合方式下，点击触发对话框的 *设置到 50%* 将触发电平设置为 0（即耦合后的触发信号中心），而不是设置到波形的垂直中心。

14.9 噪声抑制

噪声抑制功能通过增大触发电平的磁滞范围来实现。开启该功能后，能减小触发信号中噪声触发的可能性，但同时会降低触发的灵敏度。



噪声抑制关闭



噪声抑制开启

15 串行触发和解码

15.1 概述

SFP 的串行总线触发和解码类型包括 I²C、SPI、UART、CAN、LIN、FlexRay、CAN FD、I²S、MIL-STD-1553B、SENT、Manchester、ARINC429、CAN XL（仅解码）和 SPMI（仅解码）等。

点击触发参数区，在弹出的触发设置对话框中选择 *类型* 为 *总线* ，即可进行串行触发的相应设置。

A. 选择触发类型为 *总线*

B. 选择总线协议类型

C. 选择板卡

D. 设置信号，包括每个总线信号对应的通道，以及判决电平等

E. 设置触发条件



点击 *分析* > *解码* 菜单，即可开启串行解码的设置。

A. 设置解码列表

B. 选择要设置的总线，共支持 2 组

C. 开启或关闭串行解码总线功能

D. 设置总线显示，包含、解码结果的显示格式（十六进制、十进制、二进制和 ASCII 码）

E. 设置解码迟滞

F. 选择总线协议类型

G. 点击设置信号，包括每个总线信号对应的通道，以及判决电平等。概念与设置方式同串行触发的信号设置

H. 配置总线协议条件

I. 设置拷贝条件，将总线类型、信号设置等内容在触发和解码之间同步

J. 一键进入 SignalScan 菜单，设置协议解码搜索



以下为您详细介绍如何对每种总线进行触发和解码设置。

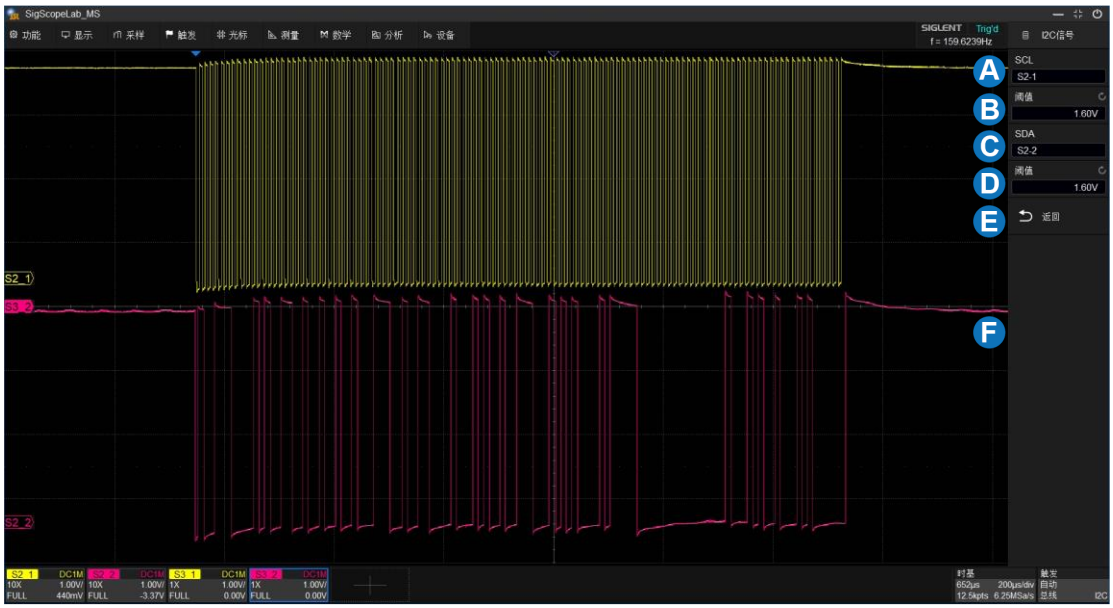
- I2C 触发和串行解码
- SPI 触发和串行解码
- UART 触发和串行解码
- CAN 触发和串行解码
- LIN 触发和串行解码
- FlexRay 触发和串行解码
- CAN FD 触发和串行解码
- I2S 串行解码
- MIL-STD-1553B 触发和串行解码
- SENT 触发和串行解码
- Manchester 串行解码
- ARINC 429 触发和串行解码
- CAN XL 串行解码
- SPMI 串行解码

15.2 I2C 触发和串行解码

请按“I2C 信号设置”、“I2C 触发”、“I2C 解码”的顺序对 I2C 信号进行触发并解码。

15.2.1 I2C 信号设置

I2C 信号设置包括将示波器连接到串行数据线（SDA）和串行时钟线（SCL），然后指定输入信号阈值电平。从解码或触发的对话框中均可进行信号设置，二者的信号设置是独立的。如果想同步解码和触发的信号设置，请在解码对话框中执行 *协议复制* 。



A. 指定 SCL 信号的源，在上图的例子中为 C1

B. 设置 SCL 信号的阈值电平，对于图例中的 LVTTL 信号，一般取 1.00V 左右

C. 指定 SDA 信号的源，在上图的例子中为 C2

D. 设置 SDA 信号的阈值电平

E. 返回上一级菜单

F. 阈值电平指示线。当调节某个信号的阈值电平时，会有指示线出现。在图例中正在调节的是 SCL 信号的阈值电平

拷贝设置

在解码对话框下点击 *协议复制* 可同步解码和触发间的总线类型和信号设置。

A. 将解码的设置同步到触发

B. 将触发的设置同步到解码

C. 返回上一级菜单



同步不是自动的。如果一处的信号设置改变，需要重新手动执行一次拷贝设置，才能同步到另一处。

15.2.2 I2C 触发

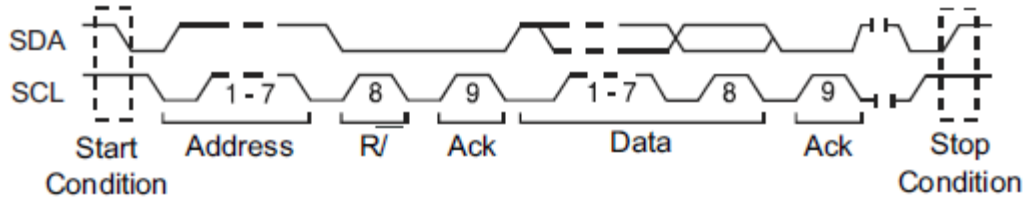
在将示波器设置为捕获 I2C 信号后，可以在开始条件、停止条件、重启条件、无应答、EEPROM 数据读取时触发，或在具有特定的设备地址和数据值的读/写帧上触发。

在 I2C 触发的对话框下点击 *触发设置* 可选择触发条件：



开始条件 -- 当 SCL 为高而 SDA 从高到低转换时示波器触发。

停止条件 -- 当 SCL 为高而 SDA 从低到高转换时示波器触发。

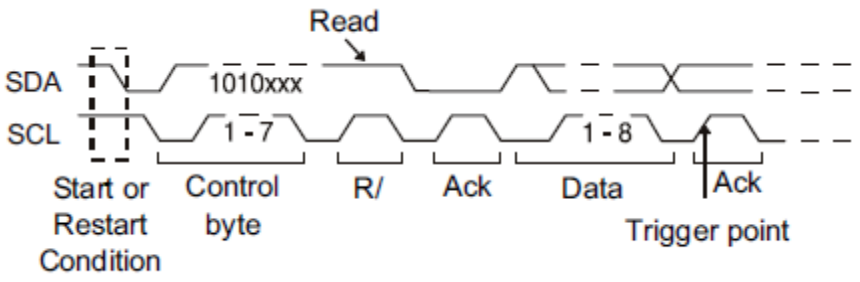


重启条件 -- 当另一个启动条件在停止条件之前出现时示波器触发。

无应答 -- 在任何 ACK 的时钟位期间，当 SDA 数据为高时示波器触发。

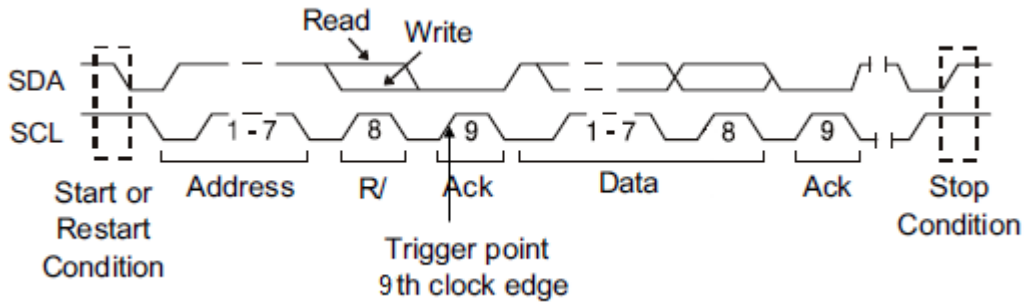
EEPROM 数据读取 -- 触发在 SDA 线上寻找 EEPROM 控制字节值 1010xxx，其后面跟随一个读取位和一个应答位。然后可以通过 *数据 1* 和 *限制条件* 设置数据值和比较符。当数据 =、> 或 < 在 *数据 1* 中设置的数据值时，示波器将在数据字节后应答位的时钟边沿上触发。此数据字节不一定紧接在控制字节后面。



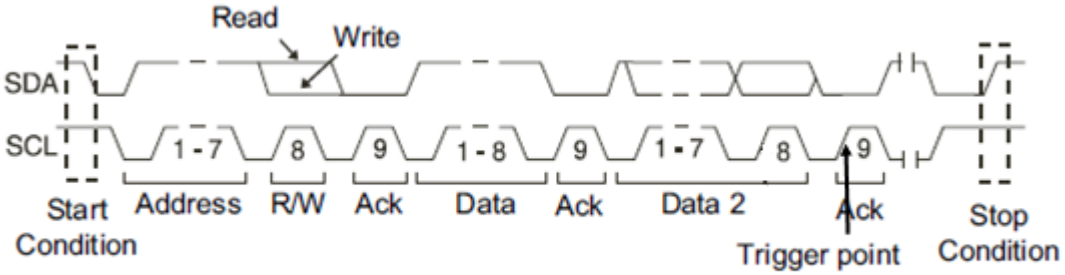


7 位地址&数据 -- 7 位寻址模式中的读或写帧上触发。

帧（开始：7bit 地址：读/写：应答）-- 数据 1 和数据 2 均配置为“0xXX”。如果码型中的所有位都匹配，则在紧随读写位的应答位上触发。

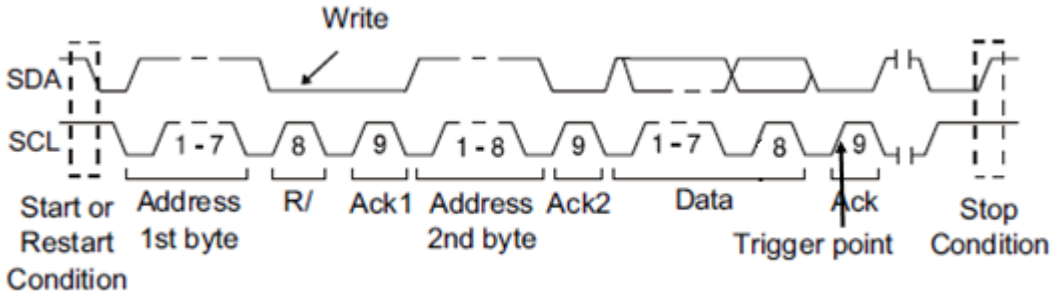


帧（开始：7bit 地址：读/写：应答：数据：应答：数据 2）-- 如果码型中的所有位都匹配，则在紧随数据 2 的应答位上触发。



10 位地址&数据 -- 如果码型中的所有位都匹配，则在紧随数据的应答位上触发。

帧（开始：地址字节 1：读/写：应答：地址字节 2：应答：数据）。



如果已经将示波器设置为 7 位地址或 10 位地址的读写帧条件上触发：

地址 可在十六进制地址范围 0x00 至 0x7F（7 位）或 0x3FF（10 位）中选择。如果将地址选择为“0xXX（7 位地址）”或“0xXXX（10 位地址）”，则地址将被忽略。在地址结束后的应答位上始终会发生触发。

数据 1 和 *数据 2* 可在十六进制地址范围 0x00 至 0xFF 中选择。如果将数据选择为“0xXX”，则数据将被忽略。在地址结束后的应答位上始终会发生触发。

读写位 可指定为写、读或任意。



数据长度 -- 数据长度范围是 1 至 12。若当前触发数据符合所设数据长度，且所选地址位长度与信号相匹配，则触发。

点击 *地址长度* 选择“7 位”或“10 位”以匹配输入信号的地址。

点击 *数据长度* ，滚动鼠标中轮或通过虚拟数字键盘设置数据长度值以匹配信号的数据长度。

15.2.3 I2C 解码

I2C 解码打开后显示区的布局如下图：



A. 波形显示区，显示总线信号的原始波形

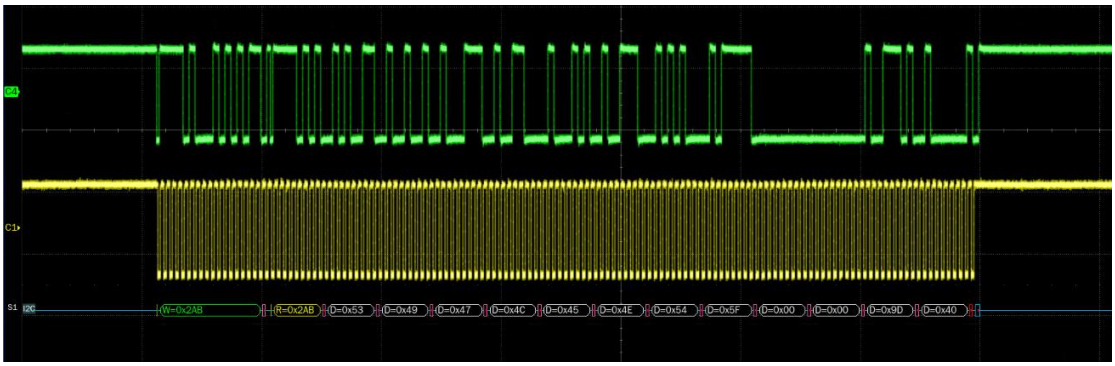
B. 总线显示区，显示总线的解码结果，最多可选择两组总线。点击对话框的 *总线功能* 开启或关闭，点击 *显示选项* 选择解码结果的显示类型（二进制、十进制、十六进制或 ASCII 码）

C. 列表显示区，当屏幕上显示多个总线帧时，可以通过列表的方式显示，列表的每行显示一帧的时间标签和解码结果。点击对话框的 *解码列表* 设置列表的参数

D. 对话框

总线

- 帧起始标志，以黄绿色显示。
- 地址值显示在帧起始位之后，写地址以绿色显示，读地址以黄色显示。
- 写/读位分别用(W)和(R)表示，在水平空间足够的情况下出现在地址之前，如：W=0x4E，表示为写地址，值为 0x4E；在水平空间不够的情况下不显示写/读位，此时可通过颜色来区分写地址和读地址。
- 数据或地址位后的  表示应答， 表示无应答。
- 数据值显示为白色。在水平空间足够的情况下显示为 D=数据值，如：D=0x53；当水平空间不足的情况下仅显示数据值。
- 帧结束标志，以蓝色表示。
- 如果关联帧边界内的空间不足，则多余无法被显示的数据均以红点表示，例如：。



- 总线在垂直方向上的位置可通过鼠标拖动调节。

列表

- TIME（时间标签）-- 当前数据帧的帧头相对于触发位置的水平位移值。
- Address（地址）-- 地址值。如：“0x50”表示地址为 50，无应答。
- R/W（读/写）-- 读地址或写地址。
- DATA（数据）-- 数据字节。一帧解码数据对应列表行中的一行。

I2C	Time	Address	R/W	Data
1	-553.772us	0x3C3	W	0xD2 E3
2	30.0878us	0x50	R	0xB0 C1~A
3	446.228us	0x3C3	W	0xD2 E3

配置

I2C 解码的配置中仅有 *包含读写位* 一项。当该项关闭时，地址与读写位分开表示，当该项开启时，读写位计入地址一起表示。

如地址 0x50：读：无应答，在不包含读写位时的显示为“0x50”，在包含读写位时的显示为“0xA1”。

15.3 SPI 触发和串行解码

请按“SPI 信号设置”、“SPI 触发”、“SPI 解码”的顺序对 SPI 信号进行触发并解码。

15.3.1 SPI 信号设置

串行外设接口（SPI）信号设置包括将示波器连接到时钟、MOSI 数据、MISO 数据和片选信号，然后设置每个输入通道的阈值电平，最后指定任何其他信号参数。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

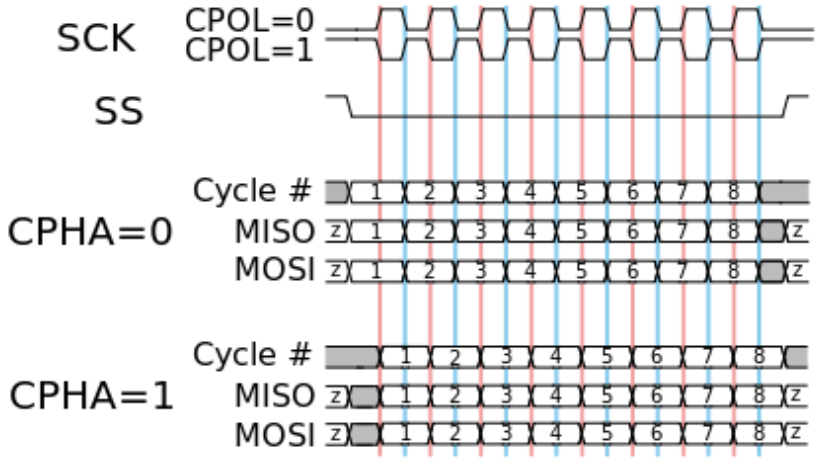
时钟（CLK）

CLK 信号除了指定源和阈值电平外，还需要指定 *边沿* 。

上升沿 -- 数据在时钟上升沿锁存

下降沿 -- 数据在时钟下降沿锁存

用户可根据监测的 SPI 总线的时钟和数据的实际相位关系来选择边沿。参考下图，当时钟的下降沿与数据对齐时，选择上升沿锁存数据；当时钟的上升沿与数据对齐时，选择下降沿锁存数据。



片选

片选信号根据 *片选类型* 的不同有不同的设置选项。可以设置片选类型为高有效（CS）、低有效（~CS）或时钟超时，在该周期中时钟信号为空闲状态。

高有效 -- 片选为高时成帧，此时需要为片选信号指定源和阈值电平。此时，片选信号需要在屏幕内有完整的上升沿才视为有效。本设备不支持。

低有效 -- 片选为低时成帧，此时需要为片选信号指定源和阈值电平。此时，片选信号需要在屏幕内有完整的下降沿才视为有效。本设备不支持。

时钟超时 -- 此时不需要为片选信号指定源和阈值电平，但要在 *时间* 区域设置超时时间。此时间为示波器搜索到将要触发的数据码型前，时钟信号必须为空闲状态（不跳变）的最小时间。该设置适用于无片选信号的 SPI 总线，或通道数不够的情况（如两通道示波器）。本设备仅支持该选项。

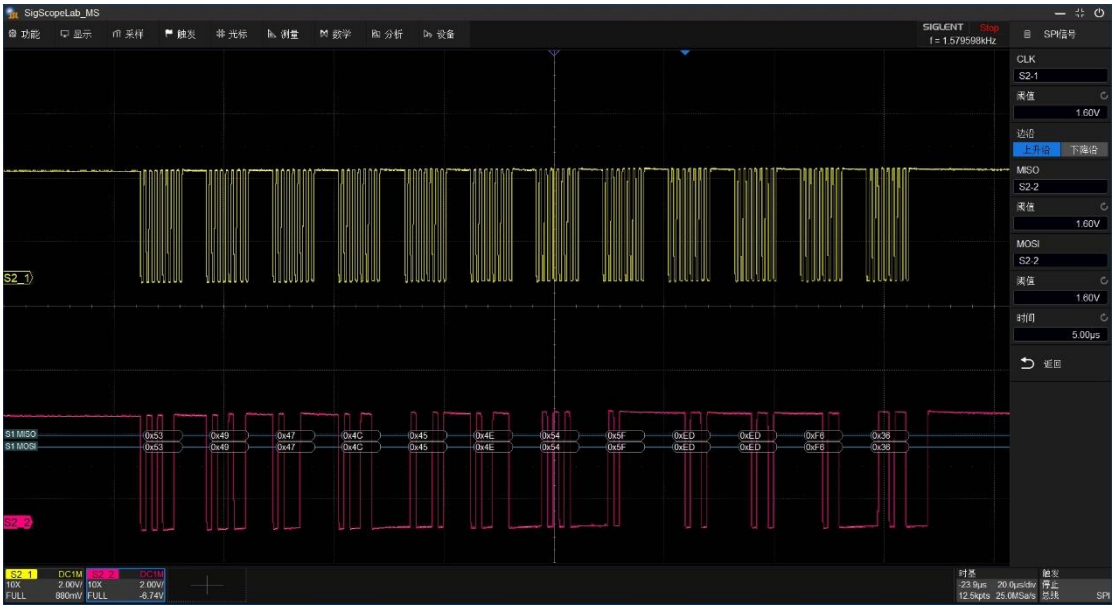
拷贝设置的方法与 I2C 信号设置相同，详见“I2C 信号设置”。

实例操作

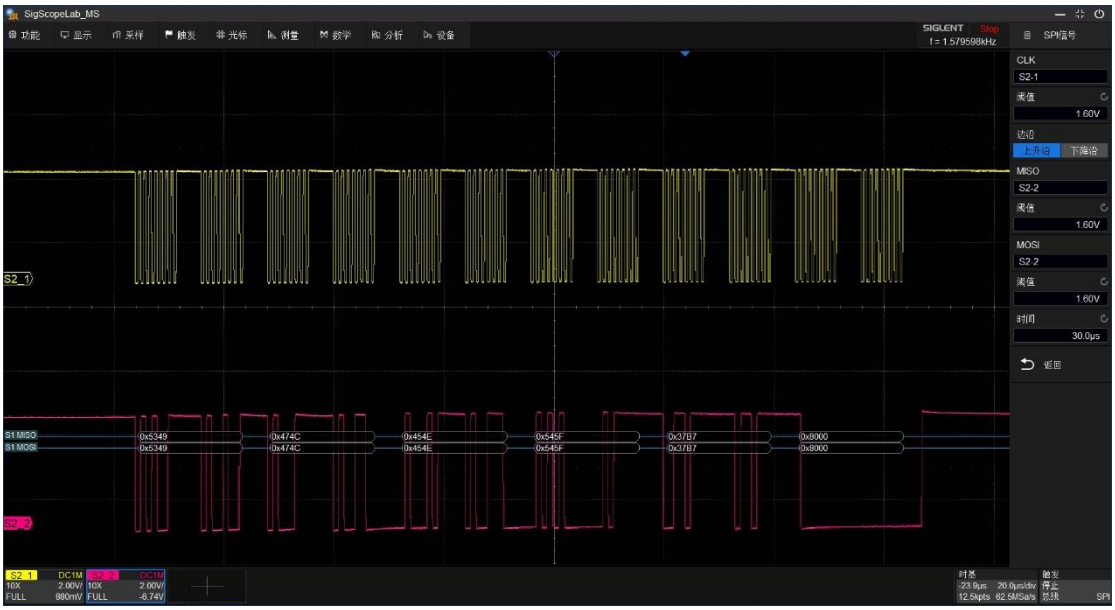
向 C1、C2 分别输入 SPI 的数据、时钟信号。SPI 信号的格式为：8 位数据位宽，MSB 优先，每次传输 12 个字节数据。

在 SPI 触发信号菜单下，设置相应的 CLK、MISO 信号源、阈值。拷贝触发信号到解码。

开启手动光标，测量每次传输包的间隔为 30 µs，测量采样空闲时间为 0.3 µs，则设置超时时间为 0.3 ~ 30 µs 间的任意值，本例设置为 5 µs：



此例中，若设置数据位宽大于 8 位（如 16 位），则需测量 8 位数据包间的采样空闲时间为 2.5 µs，将超时时间设置为 2.5 ~ 30 µs 间的任意值，本例设置为 30 µs：



15.3.2 SPI 触发

在 SPI 触发的触发条件主要是对数据的设置。在对话框下点击 *触发设置* 可设置数据：

A. 触发源：MISO 数据或 MOSI 数据

B. 触发起始类型：任意或数值

C. 数据长度：指定每个 SPI 帧的数据长度，设置范围为 4~96bit

D. 设置在特定的数据下触发。点击两次 *数据* 区域，通过虚拟数字键盘输入指定的数值，或点击 *设置所有位* 区域，设置为全 0，全 1 或不关注（“X”）

E. 设置比特流格式为最高有效位在先（MSB）或最低有效位在先（LSB）

F. 返回上一级菜单



15.3.3 SPI 解码

SPI 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。

在 *协议配置* 菜单下，可以指定解码的数据长度（范围 4~32bit）和比特流格式（LSB 或 MSB）。

15.4 UART 触发和串行解码

请按“UART 信号设置”、“UART 触发”、“UART 解码”的顺序对 UART 信号进行触发并解码。

15.4.1 UART 信号设置

UART 信号设置包括将示波器连接到 RX 和 TX 信号，然后设置每个输入通道的阈值电平，最后指定任何其他信号参数。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在触发的 *总线配置* 菜单或解码的 *协议配置* 菜单下，可以设置 UART 总线的参数：

A. 点击选择波特率：
600，1200，2400，4800，9600，19200，38400，57600，115200 bit/s 和自定义

B. 数据长度：5~8 bit

C. 根据被测设备选择无、奇校验、偶校验、0 校验或 1 校验。若 UART 数据为 9 位时，第 9 位可视为 0 校验位或 1 校验位

D. 选择合适的停止位数（1、1.5、2）

E. 选择低电平空闲或高电平空闲

F. 设置比特流格式为最高有效位在先 (MSB) 或最低有效位在先（LSB）

G. 返回上一级菜单



拷贝设置可以在触发和解码之间同步信号设置和总线设置。拷贝设置的方法与 I2C 信号设置相同，详见“I2C 信号设置”。

15.4.2 UART 触发

在对话框下点击 *触发设置* 可设置触发条件：

A. 触发源：RX 或 TX

B. 触发条件：开始条件、停止条件、数据、校验错误

C. 仅在“触发条件”= 数据时有效，设置触发的比较符：=、＞或＜

D. 仅在“触发条件”= 数据时有效，设置触发的数据值

E. 返回上一级菜单



触发条件

开始条件 -- 在 RX/TX 上出现开始位时示波器触发。

停止条件 -- 在 RX/TX 上出现停止位时示波器触发。触发将在第一个停止位上发生。无论被测设备使用的是 1、1.5 或 2 个停止位，该触发都将自动完成。您无需指定被测设备使用的停止位数。

数据 -- 可选择比较符并设置相应数据值来对信号进行触发。

- 点击 *比较* 区域，选择等式限定符，可选择“=”、“＞”或“＜”特定的数据值。
- 点击 *数据* 区域，调出虚拟数字键盘设置所需数据值。可设置数据值范围是 0x00 至 0xff。

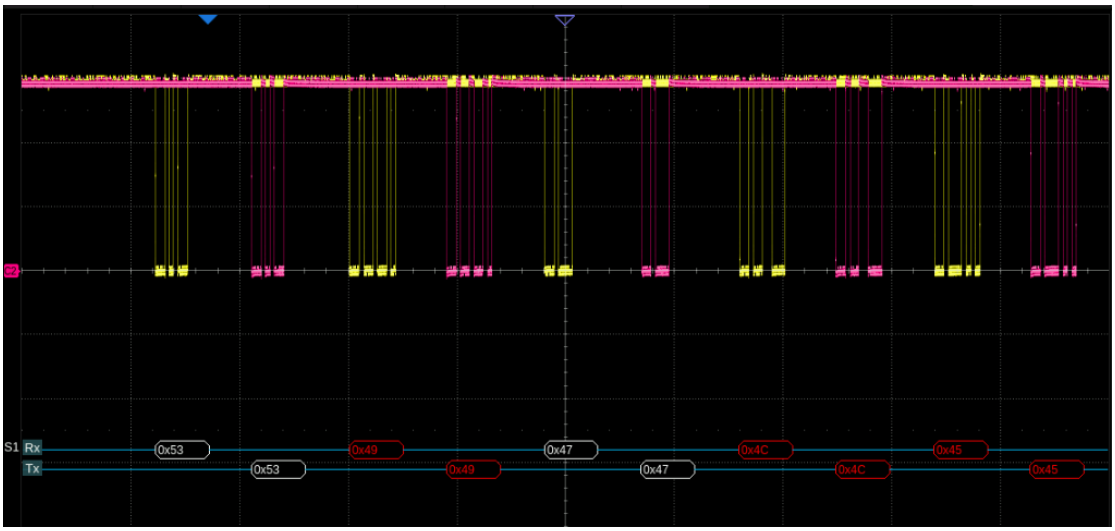
校验错误 -- 示波器根据用户设置的奇偶校验类型对数据进行奇偶校验，如果校验值错误则触发。

15.4.3 UART 解码

UART 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。在 UART 解码的对话框下，*协议信号* 和 *协议配置* 的设置可以通过 *协议复制* 与 UART 触发同步。

在解码总线中：

- DATA（数据）显示在帧内，以白色表示。
- 校验错误将使关联的数据字以红色显示。
- 如果关联帧边界内的空间不足，则多余无法被显示的数据均以红点表示。



在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- RX -- 接收数据字。
- RX Err -- 接收错误类型。
- TX -- 发送数据字。
- Data -- 发送错误类型。

UART	Time	RX	RX Err	TX	TX Err
1	-24.2780us	0x53			
2	20.1392us			0x53	
3	65.3218us	0x49	Parity Err		
4	109.767us			0x49	Parity Err
5	154.861us	0x47			
6	199.305us			0x47	
7	244.460us	0x4C	Parity Err		

15.5 CAN 触发和串行解码

请按“CAN 信号设置”、“CAN 触发”、“CAN 解码”的顺序对 CAN 信号进行触发并解码。

15.5.1 CAN 信号设置

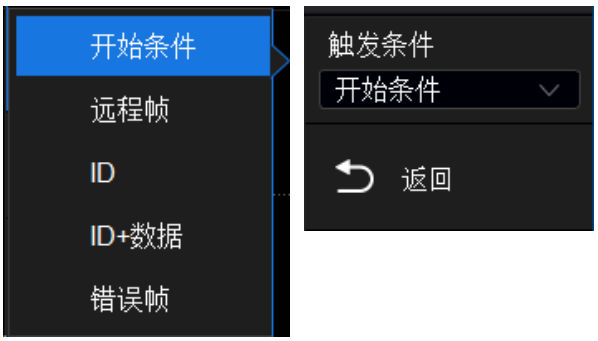
CAN 信号设置包括将示波器连接到 CAN_H 信号和 CAN_L 信号，然后设置每个输入通道的阈值电平，最后指定触发或解码使用的信源（CAN_H，CAN_L 或 CAN_H-CAN_L）。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在触发的 *总线配置* 菜单或解码的 *协议配置* 菜单下，可以设置 CAN 总线的波特率参数（5kb/s，10kb/s，20kb/s，50kb/s，100kb/s，125kb/s，250kb/s，500kb/s，800kb/s，1Mb/s 和自定义）

拷贝设置可以在触发和解码之间同步信号设置和总线设置。拷贝设置的方法与 I2C 信号设置相同，详见“I2C 信号设置”。

15.5.2 CAN 触发

在 CAN 触发的对话框下点击 *触发设置* 可选择触发条件：



开始条件 -- 示波器在帧开始时触发。

远程帧 -- 示波器在具有指定 ID 的远程帧上触发。可设置 ID、ID 长度（11bit 或 29bit）和 ID 设置（第 1 字节，第 2 字节，第 3 字节或第 4 字节）。ID 设置在使用鼠标中轮滚动时有效，用于指定调节 ID 的第几个字节。

ID -- 示波器在与指定 ID 匹配的数据帧上触发。可设置 ID、ID 长度（11bit 或 29bit）和 ID 设置（第 1 字节，第 2 字节，第 3 字节或第 4 字节）。

ID+数据 -- 示波器在与指定 ID 和数据匹配的数据帧上触发。可设置 ID、ID 长度（11bit 或 29bit）、ID 设置（第 1 字节，第 2 字节，第 3 字节或第 4 字节）和数据 1、数据 2。

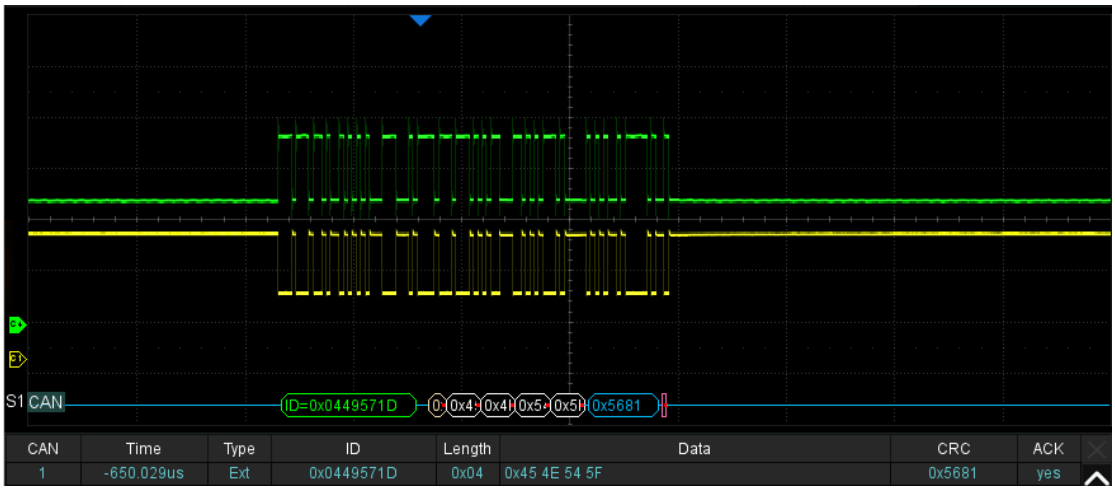
错误帧 -- 示波器将在 CAN 信号的错误帧上触发。

15.5.3 CAN 解码

CAN 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。在 CAN 解码的对话框下，*协议信号* 和 *协议配置* 的设置可以通过 *协议复制* 与 CAN 触发同步。

在解码总线中：

- ID 显示在帧内，以绿色表示。
- LEN（数据长度）显示在帧内，以米黄色表示。
- DATA（数据）显示在帧内，以白色表示。
- CRC 显示在帧内，以蓝色表示。
- 应答位以粉红色表示。
- 如果关联帧边界内的空间不足，则多余无法被显示的数据均以红点表示。



CAN	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK
1	-650.029us	Ext	0x0449571D	0x04	0x45 4E 54 5F	0x5681	yes

在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- Type -- 帧的类型，可显示数据帧（用“D”表示）或远程帧（用“R”表示）。
- ID -- 帧 ID，将自动检测为 11 位或 29 位帧。
- Length -- 数据长度。
- Data -- 数据字节。
- CRC -- 循环冗余校验。
- Ack -- 应答位。

CAN	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK
1	-24.1488ms	R	0x012F30DC	0		0x4BA5	yes
2	-19.9490ms	D	0x0449571D	4	0x45 4E 54 5F	0x5681	yes
3	-15.1293ms	R	0x056A7E0C	3		0x734E	yes
4	-10.9295ms	D	0x07819F51	8	0x53 49 47 4C 45 4E 54 5F	0x0C9B	yes
5	-5.44975ms	R	0x012F30DC	0		0x4BA5	yes
6	-1.24996ms	D	0x0449571D	4	0x45 4E 54 5F	0x5681	yes
7	3.56980ms	R	0x056A7E0C	3		0x734E	yes

15.6 LIN 触发和串行解码

请按“LIN 信号设置”、“LIN 触发”、“LIN 解码”的顺序对 LIN 信号进行触发并解码。

15.6.1 LIN 信号设置

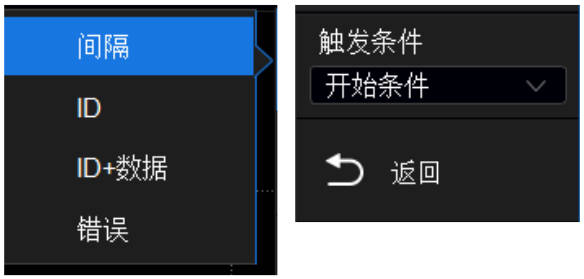
LIN 信号设置包括将示波器连接到 LIN 信号，然后设置输入通道的阈值电平。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在触发的 *总线配置* 菜单或解码的 *协议配置* 菜单下，可以设置 LIN 总线的波特率参数（600b/s，1200b/s，2400b/s，4800b/s，9600b/s，19200b/s 和自定义）

拷贝设置可以在触发和解码之间同步信号设置和总线设置。拷贝设置的方法与 I2C 信号设置相同，详见“I2C 信号设置”。

15.6.2 LIN 触发

在 LIN 触发的对话框下点击 *触发设置* 可选择触发条件：



间隔 -- 示波器在帧开始时触发。

ID -- 示波器将在检测到其 ID 等于设定值的帧时触发。设定范围为 0x00 至 0x3f。

ID&数据 -- 示波器将在检测到其 ID 和数据等于设定值的帧时触发。可分别设置“ID”、“数据 1”和“数据 2”。

数据错误 -- 示波器将在 LIN 信号的错误帧上触发。

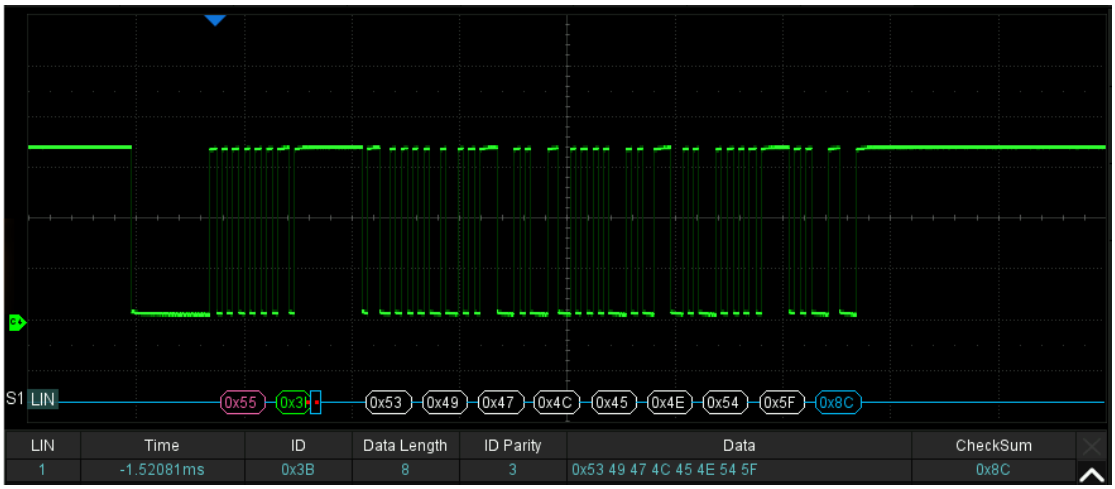
15.6.3 LIN 解码

LIN 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。在 LIN 解码的对话框下， *协议信号* 和 *协议配置* 的设置可以通过 *协议复制* 与 LIN 触发同步。

在解码总线中：

- ID 显示在帧内，以绿色表示，随后的 ID 校验位以蓝色表示。
- LEN（数据长度）显示在帧内，以白色表示。

- CHK（校验码）显示在帧内，以蓝色表示。



在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- ID -- 帧 ID。
- Data length -- 数据长度。
- ID Parity -- ID 奇偶校验。
- Data -- 数据字节。
- Checksum -- 数据校验和。

LIN	Time	ID	Data Length	ID Parity	Data	CheckSum
1	-39.8835ms	25H	4	00H	ENT_	93H
2	-3.63532ms	3BH	8	03H	SIGLENT_	8CH
3	36.7793ms	06H	2	00H	T_	46H
4	70.9443ms	14H	2	00H	T_	38H
5	105.109ms	25H	4	00H	ENT_	93H

15.7 FlexRay 触发和串行解码

请按“FlexRay 信号设置”、“FlexRay 触发”、“FlexRay 解码”的顺序对 FlexRay 信号进行触发并解码。

15.7.1 FlexRay 信号设置

FlexRay 信号设置包括将示波器连接到 FlexRay 信号，然后设置输入通道的阈值电平。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在触发的 *总线配置* 菜单或解码的 *协议配置* 菜单下，可以设置 FlexRay 总线的波特率参数（2.5Mb/s，5.0Mb/s，10.0Mb/s 和自定义）

拷贝设置可以在触发和解码之间同步信号设置和总线设置。拷贝设置的方法与 I2C 信号设置相同，详见“I2C 信号设置”。

15.7.2 FlexRay 触发

在 FlexRay 触发的对话框下点击 *触发设置* 可选择触发条件：



起始 -- 示波器在传输起始序列上触发。

帧 -- 示波器将在总线的帧上触发。

- 设置帧头指示符：负载段前沿、空帧、同步帧、起始帧。
- 点击 *ID* 区域，调出虚拟数字键盘设置所需 ID 值。可设置 ID 范围是 0x000 至 0x7ff。
- 点击 *比较类型* 区域，选择等式限定符，可选择“任意”、“=”、“>”或“<”特定的周期数量。当“比较类型”为 = 时，还需设置 *重复系数* 。
- 点击 *周期数量* 区域，调出虚拟数字键盘设置周期。可设置 ID 范围是 0~63。

符号 -- 示波器将在 CID(信道空闲界定符)、CAS/MTS（冲突避免符/媒体访问测试符）和 WUS（唤醒特征符）上触发。

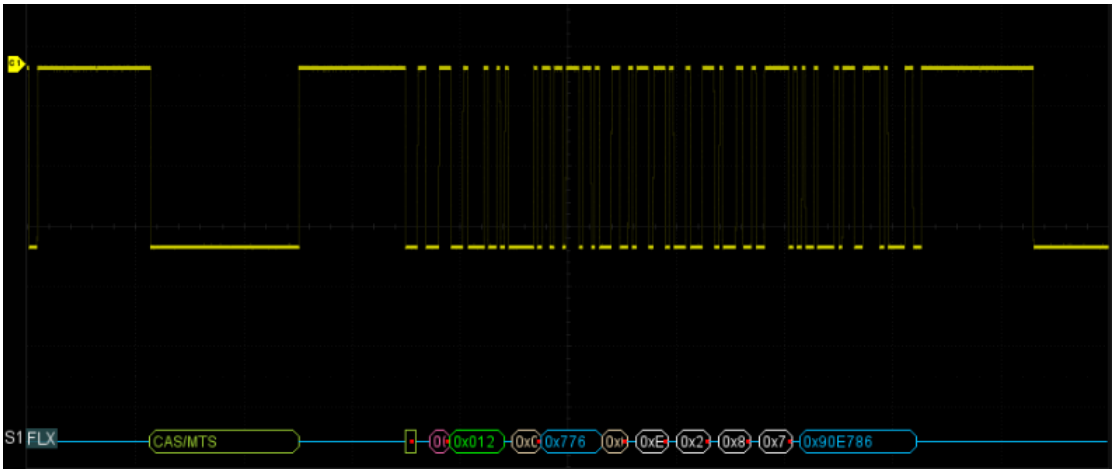
错误 -- 示波器将在总线错误时触发，包括帧起始错误、字节起始错误、帧结束错误、头部 CRC 错误、数据 CRC 错误。

15.7.3 FlexRay 解码

FlexRay 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。在 FlexRay 解码的对话框下，*协议信号* 和 *协议配置* 的设置可以通过 *协议复制* 与 FlexRay 触发同步。

在解码总线中：

- 特征符（CAS/MTS、WUP），以黄绿色显示。
- TSS 传输起始序列，以黄绿色显示。帧头部分的空帧指示（Null frame indicator）、同步帧指示（Sync frame indicator）、起始帧指示（Startup frame indicator）显示在帧内，以粉红色显示。
- ID 显示在帧内，以绿色显示。
- PL（有效数据长度）显示在帧内，以字为单位，以米黄色显示。
- HCRC（头部校验码）显示在帧内，以蓝色显示。
- CYC（周期）显示在帧内，以米黄色显示。
- D（数据）显示在帧内，以白色显示。
- FCRC（数据校验码）显示在帧内，以蓝色显示。



在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- FID -- 帧 ID，特征符会单独占据列表的一行。
- PL -- 数据长度。
- HCRC -- 帧头部校验。
- CYC -- 周期数量。
- Data -- 数据字节。
- FCRC -- 帧数据校验。

FLX	Time	FID	PL	HCRC	CYC	Data	FCRC
1	-83.0406us	0x012	0x02	0x776	0x0C	0xEE 0x23 0x8C 0x7E	0x90E786
2	-25.0160us	CAS/MTS					
3	-1.40820us	0x012	0x02	0x776	0x0C	0xEE 0x23 0x8C 0x7E	0x90E786
4	56.6174us	CAS/MTS					
5	80.2240us	0x012	0x02	0x776			

15.8 CAN FD 触发和串行解码

请按“CAN FD 信号设置”、“CAN FD 触发”、“CAN FD 解码”的顺序对 CAN FD 信号进行触发并解码。

15.8.1 CAN FD 信号设置

CAN FD 信号设置包括将示波器连接到 CAN FD 信号，然后设置输入通道的阈值电平。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在触发的 *总线配置* 菜单或解码的 *协议配置* 菜单下，可以设置 CAN FD 总线的波特率参数（标准波特率：10kb/s，25kb/s，50kb/s，100kb/s，250kb/s，1Mb/s 和自定义；数据波特率：500kb/s，1Mb/s，2Mb/s，5Mb/s，8Mb/s，10Mb/s，自定义）

拷贝设置可以在触发和解码之间同步信号设置和总线设置。拷贝设置的方法与 I2C 信号设置相同，详见“I2C 信号设置”。

15.8.2 CAN FD 触发

在对话框下点击 *触发设置* 可设置触发条件：

A. 帧类型：Both、CAN 或 CAN FD

B. 仅在“帧类型”= CAN FD 时有效，设置 ISO 打开或者关闭

C. 仅在“帧类型”= CAN FD 时有效，设置帧数据速率变换类型：Both、Normal、FD

D. 触发条件：开始条件、远程帧、ID、ID+数据、错误帧

E. 返回上一级菜单



触发条件

开始条件 -- 示波器在帧开始时触发。

远程帧 -- 示波器在具有指定 ID 的远程帧上触发。可设置 ID、ID 长度（11bit 或 29bit）和 ID 设置（第 1 字节，第 2 字节，第 3 字节或第 4 字节）。ID 设置在使用鼠标中轮时有效，用于指定调节 ID 的

第几个字节。

ID -- 示波器在与指定 ID 匹配的数据帧上触发。可设置 ID、ID 长度（11bit 或 29bit）和 ID 设置（第 1 字节，第 2 字节，第 3 字节或第 4 字节）。

ID+数据 -- 示波器在与指定 ID 和数据匹配的数据帧上触发。可设置 ID、ID 长度（11bit 或 29bit）、ID 设置（第 1 字节，第 2 字节，第 3 字节或第 4 字节）和数据 1、数据 2。

错误帧 -- 示波器将在 CAN FD 信号的错误帧上触发。

- Error Frame：错误帧。
- Stuff Bit Error：填充错误。
- CRC Mismatch Error：CRC 校验错误，当计算的 CRC 与传输的 CRC 不匹配时触发。
- Stuff Bit Cnt Err：仅在 ISO 开启时有效，当填充计数不正确时触发。
- Stuff Bit Cnt Par. Err：仅在 ISO 开启时有效，填充计数的极性错误时触发。

15.8.3 CAN FD 解码

CAN FD 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。在 CAN FD 解码的对话框下，*协议信号* 和 *协议配置* 的设置可以通过 *协议复制* 与 CAN FD 触发同步。

在解码总线中：

- ID 显示在帧内，以绿色表示。
- BRS（可转换变速率标志）显示在帧内，以米黄色显示。
- ESI（错误状态指示器）显示在帧内，以蓝色显示。
- L（数据长度）显示在帧内，以米黄色表示。
- D（数据）显示在帧内，以白色表示。
- CRC 显示在帧内，以蓝色表示。
- Ack（应答位）显示在帧内，以粉红色显示。
- 如果关联帧边界内的空间不足，则多余无法被显示的数据均以红点表示。

在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- Type -- 帧的类型，Std（CAN 标准帧），Ext（CAN 扩展帧），FD Std（CAN FD 标准帧），FD Ext（CAN FD 扩展帧），Std RTR（CAN 标准远程帧），Ext RTR（CAN 扩展远程帧）。
- ID -- 帧 ID。
- Length -- 数据长度。

- Data -- 数据字节。
- CRC -- 循环冗余校验。
- Ack -- 应答位。

CAN FD	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK
1	-190.506us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
2	-95.5054us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
3	-505.600ns	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
4	94.4942us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
5	189.496us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes

15.9 I2S 串行解码

请按“I2S 信号设置”、“I2S 解码”的顺序对 I2S 信号进行触发并解码。

15.9.1 I2S 信号设置

I2S 信号设置包括将示波器连接到帧时钟（WS）、串行时钟（BCLK）和串行数据信号（Data），然后设置每个输入通道的阈值电平，最后设置其他信号参数。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

时钟（BCLK）

BCLK 信号除了指定源和阈值电平外，还需要指定 *边沿* 。

上升沿 -- 数据在时钟上升沿锁存

下降沿 -- 数据在时钟下降沿锁存

帧时钟（WS）

WS 信号除了指定源和阈值电平外，还需要指定声道极性 *左声道* 。

低电平 -- WS 为低时选择左声道，WS 为高时选择右声道

高电平 -- WS 为低时选择右声道，WS 为高时选择左声道

15.9.2 I2S 解码

I2S 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。

在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- Type -- 声道类型，Left CH 为左声道，Right CH 为右声道。
- Data -- 数据字节，以原码显示。
- Complemental Code -- 数据字节，以补码显示。
- Error -- 错误。

I2S	Time	Type	Data	Complemental Code	Error
1	-1.99274ms	Left CH	0x17	00010111	
2	-1.49276ms	Right CH	0x00	00000000	
3	-992.737us	Left CH	0x17	00010111	
4	-492.762us	Right CH	0x00	00000000	
5	7.26200us	Left CH	0x17	00010111	
6	507.237us	Right CH	0x00	00000000	
7	1.00726ms	Left CH	0x17	00010111	

15.10 MIL-STD-1553B 触发和串行解码

请按“MIL-STD-1553B 信号设置”、“MIL-STD-1553B 触发”、“MIL-STD-1553B 解码”的顺序对 MIL-STD-1553B 信号进行解码。

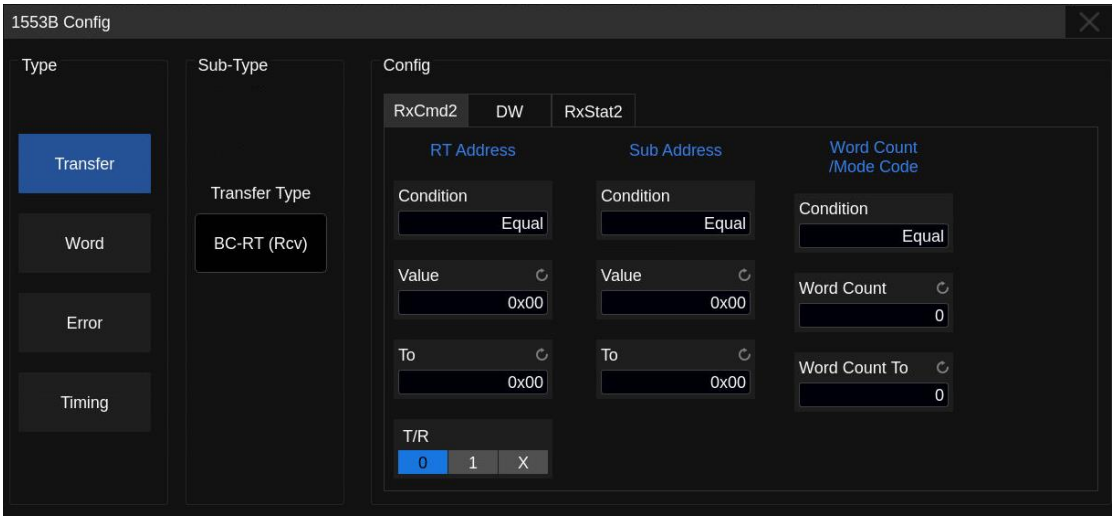
15.10.1 MIL-STD-1553B 信号设置

MIL-STD-1553B 信号设置包括将示波器连接到 MIL-STD-1553B 信号，然后设置输入通道的阈值电平。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

15.10.2 MIL-STD-1553B 触发

在将示波器设置为捕获 MIL-STD-1553B 信号后，可以在指定传输消息、字或错误上触发，也可指定在满足设定的消息间间隔、响应时间的帧上触发。

在对话框下点击 *触发设置* 调出触发设置页：



按传输消息格式触发

All -- 在任意字的同步脉冲结束处触发。

BC-RT(Rcv) -- 在指定的总线控制器向远程终端的传输消息上触发。可指定接收指令字(RxCmd)+数据字数目+数据字（DW)、接收状态字（RxStat)，且响应时间需小于 14 μs。

RT-BC(Xmit) -- 在指定的远程终端向总线控制器的传输消息上触发。可指定发送指令字(TxCmd)+数据字数目、发送状态字（TxStat)+数据字（DW)，响应时间小于 14 μs。

RT-RT -- 在指定的远程终端向远程终端传输的消息上触发。可指定接收指令字（RxCmd)+数据字数目、发送指令字（TxCmd)+数据字数目、发送状态字（TxStat)+数据字（DW)、接收状态字（RxStat)，且响应时间需小于 14 μs。

Mode Command -- 在指定的不带数据字的方式指令上触发。可指定发送指令字（TxCmd)+方式

代码、发送状态字（TxStat），且响应时间需小于 14 μs。

Mode Command_Data(Xmit) -- 在指定的带数据字的方式指令（发送）上触发。可指定发送指令字(TxCmd)+方式代码、发送状态字（TxStat)+数据字（DW），且响应时间需小于 14 μs。

Mode Command_Data(Rcv) -- 在指定的带数据字的方式指令（接收）上触发。可指定接收指令字(RxCmd)+方式代码+数据字（DW)、接收状态字（RxStat），且响应时间需小于 14 μs。

BC-RT(S)(B'cast) -- 在指定的总线控制器向各远程终端的广播传输消息上触发。可指定接收指令字（RxCmd，远程终端地址为 11111)+数据字数目+数据字（DW)。

RT-RT(S)(B'cast) -- 在指定的远程终端向各远程终端的广播传输消息上触发。可指定接收指令字(RxCmd，远程终端地址为 11111)、发送指令字（TxCmd)、发送状态字（TxStat)+数据字（DW)。

Mod Command(B'cast) -- 在指定的不带数据字的方式指令广播上触发。可指定发送指令字(TxCmd，远程终端地址为 11111)+方式代码。

Mod Command_Data(B'cast) -- 在指定的带数据字的方式指令广播上触发。可指定接收指令字(RxCmd，远程终端地址为 11111)+方式代码+数据字（DW)。

按字格式触发

All -- 在任意字的同步脉冲结束处触发。

Command -- 在指定的指令字上触发。可指定远程终端地址（RT Address)、发送接收类型（T/R)、子地址/方式字段（Sub Address)、数据字计数/方式代码（Word Count/Mode Code)

Data -- 在指定的数据字上触发。

Status -- 在指定的状态字上触发。可指定远程终端地址（RT Address)、消息差错位（Error)、测试手段位（Instr)、服务请求位（SRQ)、广播指令接收位（Bcast Rcvd)、忙位（Busy)、子系统标志位（Sub Syst)、动态总线接收位（Dyn Bus)、终端标志位（Term Flag)。

按错误触发

Invalid Sync -- 在找到无效同步脉冲时触发。同步头的高低电平不足 1.5bit 视为无效，容差 10%。

Manchester Error -- 在检测到曼彻斯特编码错误时触发。

Idle Error -- 字长度错误时触发。字长少于 20 bit 视为错误。

Parity Error -- 奇偶校验错误时触发。

Bad Word Count -- 数据字数目不满足指令字定义时触发。

Address Mismatch -- 状态字与指令字的远程终端地址不匹配时触发。

Non Contig. Data -- 数据字间有间隔时触发。

Sync Error -- 不满足消息格式时触发。在传输消息时，应出现命令字或者状态字的时，却出现数据字，则视为错误。

按时间间隔触发

Response Time -- 在满足响应时间条件的状态字上触发。响应时间范围为[4us,12us]。

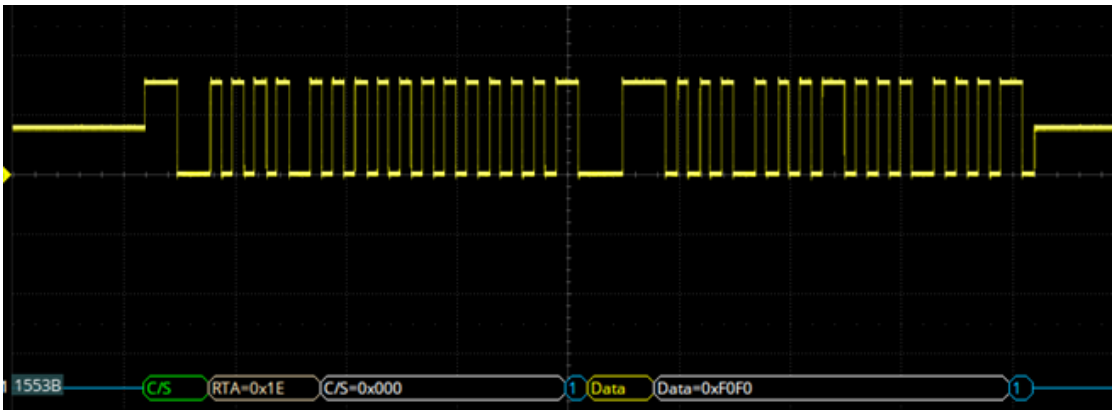
Inter Message Gap -- 在满足消息间隔条件的消息上触发。最小消息间隔为 4us。

15.10.3 MIL-STD-1553B 解码

MIL-STD-1553B 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。

在解码总线中：

- C/S 为命令/状态字，以绿色显示。
- RTA 为命令/状态字的远程终端地址，以米黄色显示。
- C/S 数据为命令/状态字的其余数据值，以白色显示。
- Data 为数据字，以黄色显示；紧随其数据，以白色显示。
- 校验位显示在数据后，以蓝色显示。



在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- RTA -- C/S（命令/状态字）的远程终端地址。
- Type -- 字类型。
- Data -- 数据字节。
- Error -- 错误。

1553B	Time	RTA	Type	Data	Error
1	-2.99040us	0x1	Cmd/Status	0x631	
2	27.0088us	0x1	Cmd/Status	0x0	Parity
3	47.0402us		Data	0x8888	

15.11 SENT 触发和串行解码

请按“SENT 信号设置”、“SENT 触发”、“SENT 解码”的顺序对 SENT 信号进行触发并解码。

15.11.1 SENT 信号设置

SENT 信号设置包括将示波器连接到 SENT 信号，然后设置输入通道的阈值电平。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在触发的 *总线配置* 菜单或解码的 *协议配置* 菜单下，可以设置 SENT 总线的参数：

A. 设置时钟周期

B. 设置百分比容差，以确定同步脉冲是否对数据解码有效

C. 设置快速通道消息的半字节数

D. 设置 CRC 校验格式。新 CRC 为 CRC 2010 格式，否则将使用 CRC 2008。增强串行消息始终使用 CRC 2010 格式计算；但对于快速通道消息和短串行消息，CRC 根据所选格式计算

E. 指定快速通道消息之间是否存在暂停脉冲

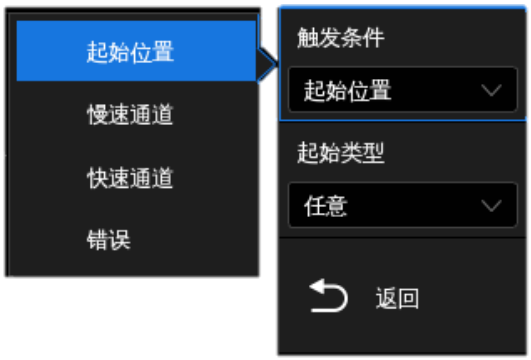
F. 返回上一级菜单



15.11.2 SENT 触发

在将示波器设置为捕获 SENT 信号后，可以在起始位置、慢速通道、快速通道、错误帧上触发。

在 SENT 触发的对话框下点击 *触发设置* 可选择触发条件：



起始位置 -- 示波器将在消息开始时触发（56 个同步时钟后）。您可以选择消息类型：快速通道消息、慢速通道消息或任意。

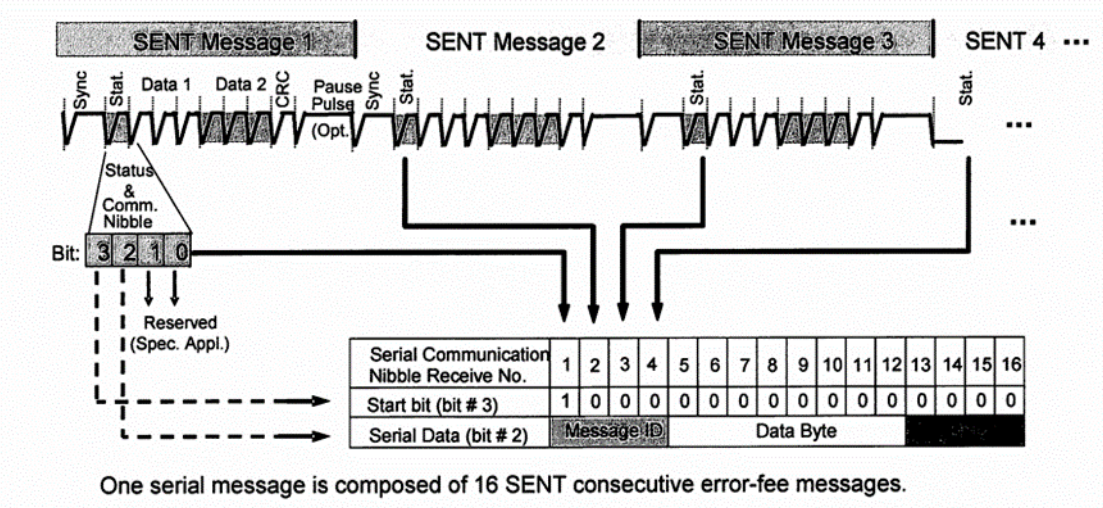
快速通道 -- 当状态和通信半字节和数据字节与指定值匹配时，示波器将触发快速通道信息。

- *状态* 可以在 0x0 到 0xF 范围内设置。如果值为“0xX”，则忽略状态
- *比较类型* 可设置为：等于，不等于，小于，小于等于，大于，大于等于，区间内和区间外
- *起始类型* 确定触发数据的起始位置，设置为“值”时，则需设置 *起始位置* ，范围为 0-5；设置为“任意”时，示波器将在符合指定条件的第一个数据处触发
- *数据长度* 可设置范围 1-6，和 *起始位置* 关联
- *数据* 以十六进制表示，设置范围与 *起始位置* 关联。如果数据选择为“0xXX”，则忽略该数据



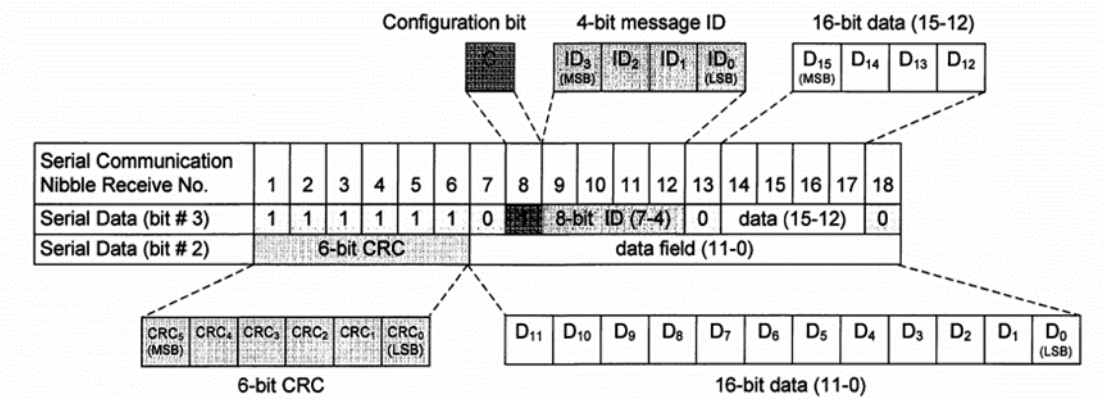
慢速通道 -- 示波器将在慢速通道信息上触发。

短串行消息帧 -- 16 位消息由 4 位消息 ID 半字节、2 个半字节（1 字节）数据和 CRC 校验和半字节组成。如果 ID 和数据匹配，则在 CRC 结束位触发。

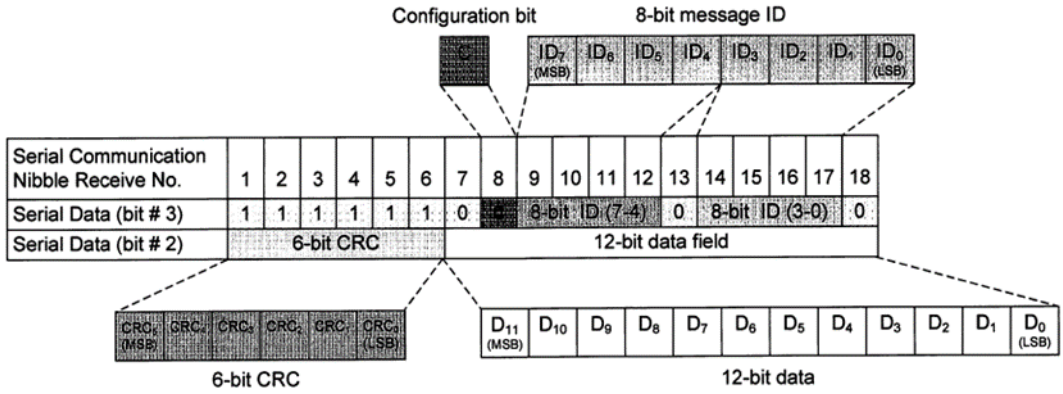


串行消息帧包含 21 位有效数据。可根据配置位（串行数据第 3 位，串行通信第 8 个半字节）选择两种不同的配置：

增强串行 4 位 ID 帧 -- 包含 16 位数据和 4 位消息 ID，配置位为 1

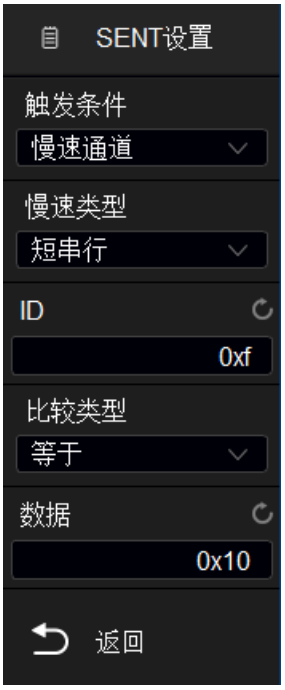


增强串行 8 位 ID 帧 -- 包含 12 位数据和 8 位消息 ID，配置位为 0



如果已经将示波器设置为慢速通道触发：

- *ID* 可设置范围 0x0 - 0xF（短串行、4bits ID 增强串行），或 0x00 - 0xFF（8bits ID 增强串行）。如果选择为“0xXX”，则忽略 ID
- *比较类型* 可设置为：等于、不等于、小于、小于等于、大于、大于等于、区间内和区间外
- *数据* 可设置范围 0x00 - 0xFF（短串行），或 0x0000 - 0xFFFF（4bits ID 增强串行），或 0x000 -0xFFF（8bits ID 增强串行）。如果选择为“0xXX”，则忽略数据



错误 -- 示波器将在错误帧触发。错误包括连续同步脉冲错误、脉冲周期错误、快速通道校验错误、

慢速通道校验错误、所有校验错误。

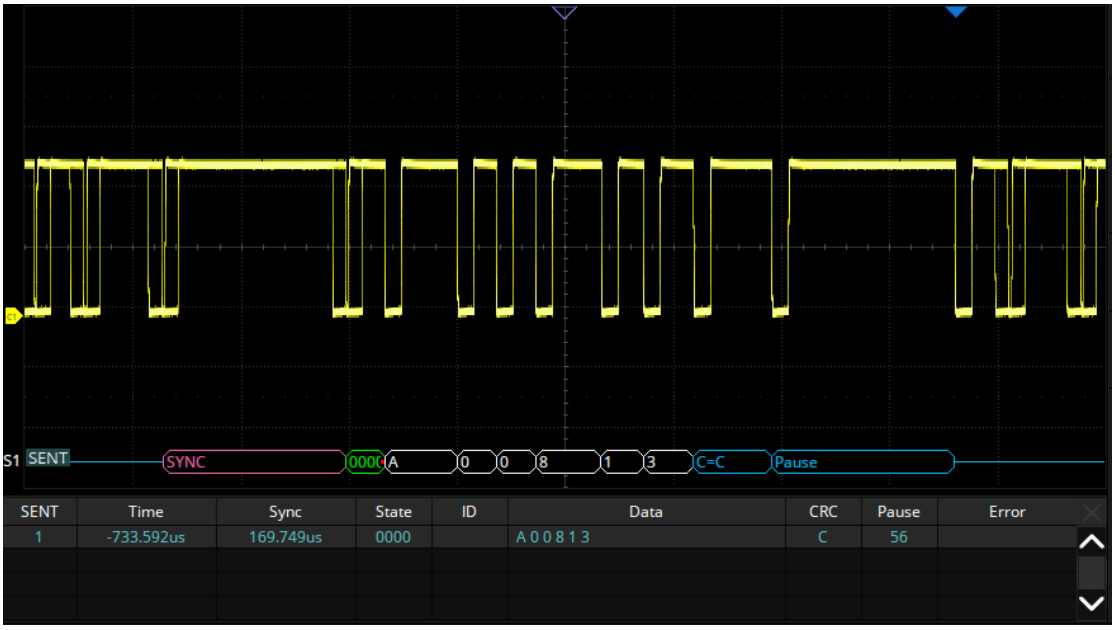
- 同步脉冲错误：当同步脉冲的宽度与上一个同步脉冲的宽度相差超过 1/64（1.5625%，如发送的规范中所定义）时触发。
- 脉冲周期错误：如果半字节太宽或太窄（例如，数据半字节<12 (11.5) 或>27 (27.5) 个时钟），则触发。检查同步、S&C、数据或校验和脉冲周期。
- 快速通道校验错误：快速通道消息 CRC 校验错误时触发。
- 慢速通道校验错误：慢速通道消息 CRC 校验错误时触发。
- 所有校验错误：快速通道或慢速通道 CRC 校验错误时触发。

15.11.3 SENT 解码

SENT 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。

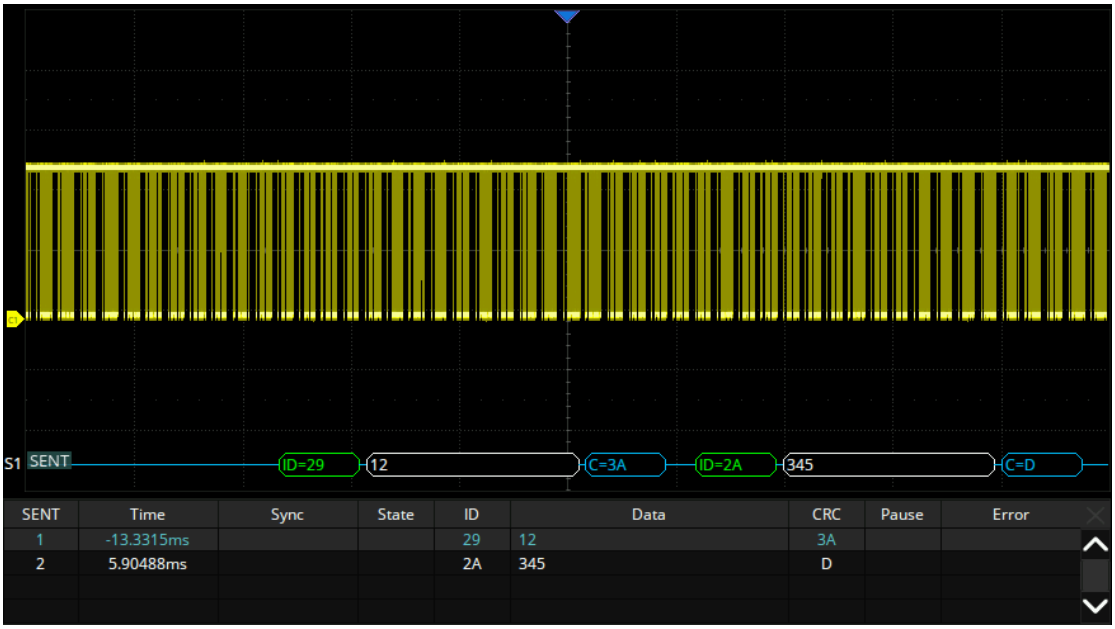
在解码总线中：

- 对于快速通道消息帧：
- SYNC 为同步脉冲，以粉色显示。
- STATE 为状态，以绿色显示。
- Data 为数据，以白色显示。
- 校验位和暂停脉冲显示在数据后，以蓝色显示。



对于慢速通道消息帧：

- ID 以绿色显示。
- Data 为数据，以白色显示。
- 校验位以蓝色显示。



在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- Sync -- 同步脉冲（仅快速通道显示）
- State -- 状态&通信半字节（仅快速通道显示）
- ID -- 帧 ID (仅慢速通道显示)
- Data -- 数据半字节
- CRC -- CRC 校验
- Pause -- 暂停脉冲
- Error -- 错误

15.12 Manchester 串行解码

请按“Manchester 信号设置”、“Manchester 解码”的顺序对 Manchester 信号进行解码。本产品不支持 Manchester 触发。

15.12.1 Manchester 信号设置

Manchester 信号设置包括将示波器连接到 Manchester 信号，然后设置输入通道的阈值电平。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在解码的 *协议配置* 菜单下，可以设置 Manchester 总线的参数：

A. 设置波特率，范围 500-5Mb/s

B. 设置信号的逻辑类型。
上升沿:1 表示上升沿为逻辑 1，
下降沿:1 表示下降沿为逻辑 1

C. 设置空闲状态电平

D. 设置起始沿，范围 1-32

E. 根据位宽设置总线的最小空闲时间/帧间间隔时间

F. 设置显示格式，按字或位

G. 设置比特流格式为最高有效位在先（MSB）或最低有效位在先（LSB）

H. 设置同步字段长度，范围 0-32

I. 设置头部字段长度，范围 0-32

J. 设置数据段长度，范围 1-255

K. 设置数据字大小，范围 2-8

L. 设置尾部字段长度，范围 0-32

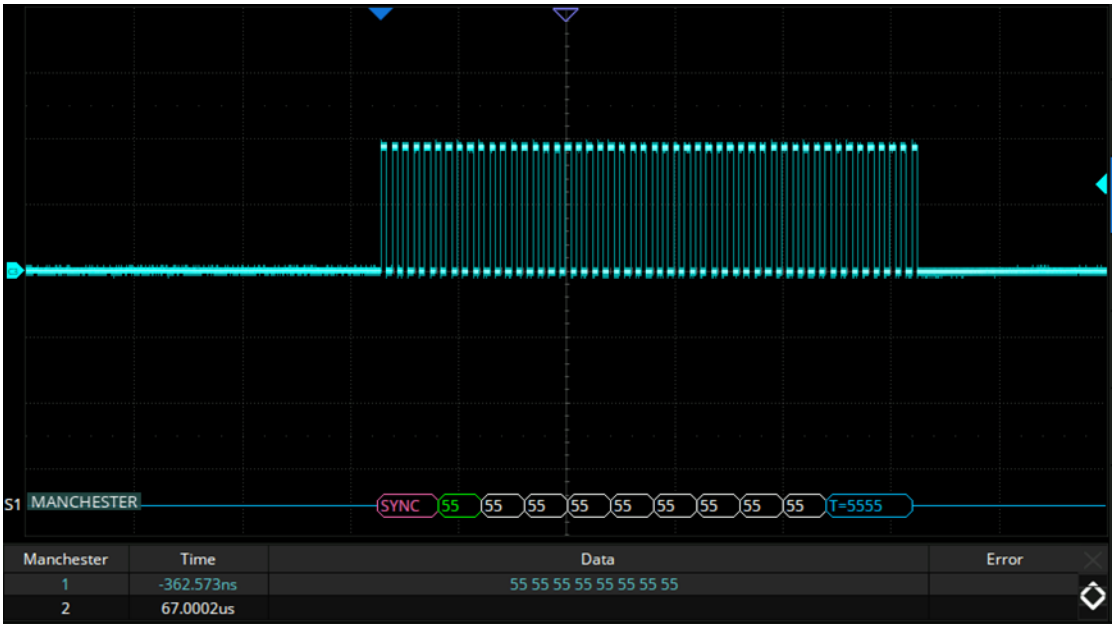


15.12.2 Manchester 解码

Manchester 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。

在解码总线中：

- SYNC 为同步字段，以粉色显示。
- Header 为头部字段，以绿色显示。
- DATA 为数据字，以白色显示。
- Trailer 为尾部字段，以蓝色显示。



在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- Data -- 数据字节。
- Error -- 错误。

15.13 ARINC 429 触发和串行解码

请按“ARINC 429 信号设置”、“ARINC 429 触发”、“ARINC 429 解码”的顺序对 ARINC 429 信号进行触发并解码。

15.13.1 ARINC 429 信号设置

ARINC 429 信号设置包括将示波器连接到 A 线信号和 B 线信号，然后设置每个输入通道的阈值电平，最后指定触发或解码使用的信源（A 线，B 线或 A-B）。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在解码的 *协议配置* 菜单下，可以设置 ARINC 429 总线的参数：

A. 设置波特率，范围 12.5-100kb/s

B. 设置波特率容差，范围 1-20%

C. 设置字格式，可选择显示：
Label，SDI，Data，SSM

D. 返回上一级菜单



15.13.2 ARINC 429 触发

在 CAN 触发的对话框下点击 *触发设置* 可选择触发条件：



字开始 -- 示波器在字开始处触发。

字结束 -- 示波器在字结束处触发。

标签 -- 示波器在出现指定的标签值时触发。

- 点击 *比较类型* 区域，选择等式限定符，可选择“=”、“>”或“<”特定的标签值。
- 点击 *标签* 区域，调出虚拟数字键盘设置所需数据值。可设置数据值范围是 0x00 至 0xff。

标签+数据 -- 示波器在出现指定的标签及其他字字段时触发。可设置标签值、数据值、SDI、SSM。

错误 -- 示波器将在错误帧上触发。包含的错误类型有：校验错误、字错误、间隙错误、字错误或间隙错误、任意错误。

任意位 -- 示波器在出现形成眼图的任何位时触发。

任意 0 位 -- 示波器在出现具有 0 值的任意位时触发。

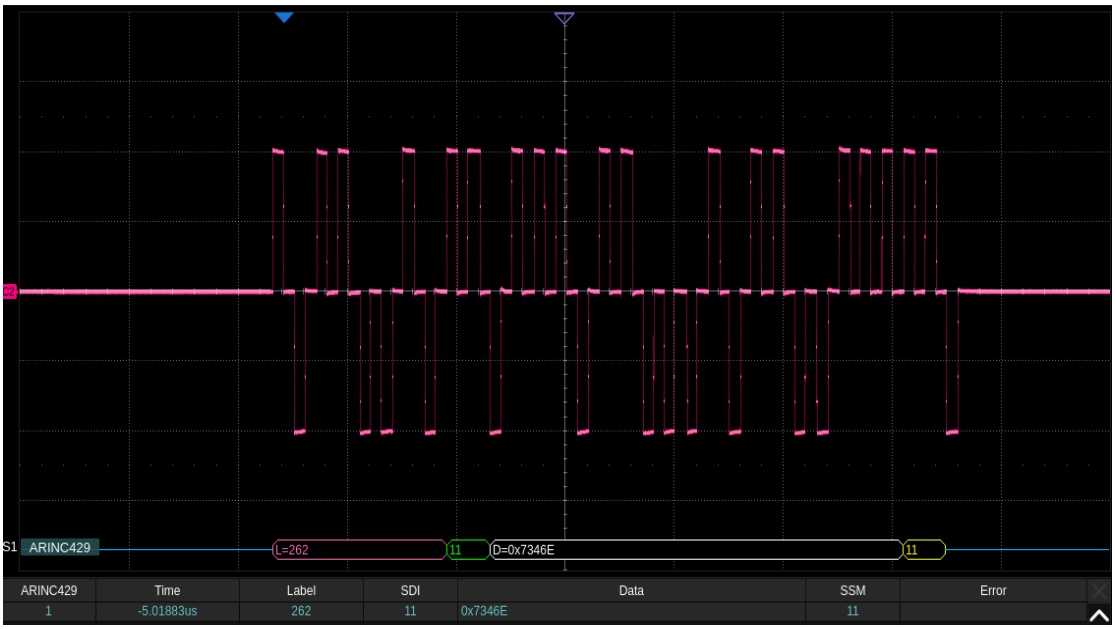
任意 1 位 -- 示波器在出现具有 1 值的任意位时触发。

15.13.3 ARINC 429 解码

ARINC 429 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。在 ARINC 429 解码的对话框下， *协议信号* 和 *协议配置* 的设置可以通过 *协议复制* 与 ARINC 429 触发同步。

在解码总线中：

- Label（标签）显示在帧内，以粉红色表示。
- SDI（Source/Destination Identicifiers）显示在帧内，以绿色表示。
- DATA（数据）显示在帧内，以白色表示。
- SSM（Signal/Status Matrix）显示在帧内，用于描述某次传输的数据性质，以黄色表示。
- 如果关联帧边界内的空间不足，则多余无法被显示的数据均以红点表示。



在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- Label -- 标签，八进制格式，用于标示数据类型。指示该次传输的数据与飞行器上关联的子系统。
- SDI -- 标示数据起源/目的地。
- Data -- 数据字节。
- SSM -- 用于描述某次传输的数据性质。
- Error -- 错误。

15.14 CAN XL 串行解码

请按“CAN XL 信号设置”、“CAN XL 解码”的顺序对 CAN XL 信号进行解码。

15.14.1 CAN XL 信号设置

CAN XL 信号设置包括将示波器连接到 CAN XL 信号，然后设置输入通道的阈值电平。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

在解码的 *协议配置* 菜单下，设置 CAN XL 总线驱动方式（SIC 模式或 Fast 模式）、CAN XL 总线的波特率参数（标准波特率：10kb/s，25kb/s，50kb/s，100kb/s，250kb/s，1Mb/s，2Mb/s，5Mb/s，8Mb/s，10Mb/s 和自定义；FD 标准波特率：500kb/s，1Mb/s，2Mb/s，5Mb/s，8Mb/s，10Mb/s 和自定义；XL 标准波特率：500kb/s，1Mb/s，2Mb/s，5Mb/s，8Mb/s，10Mb/s，12Mb/s，15Mb/s，20Mb/s 和自定义）

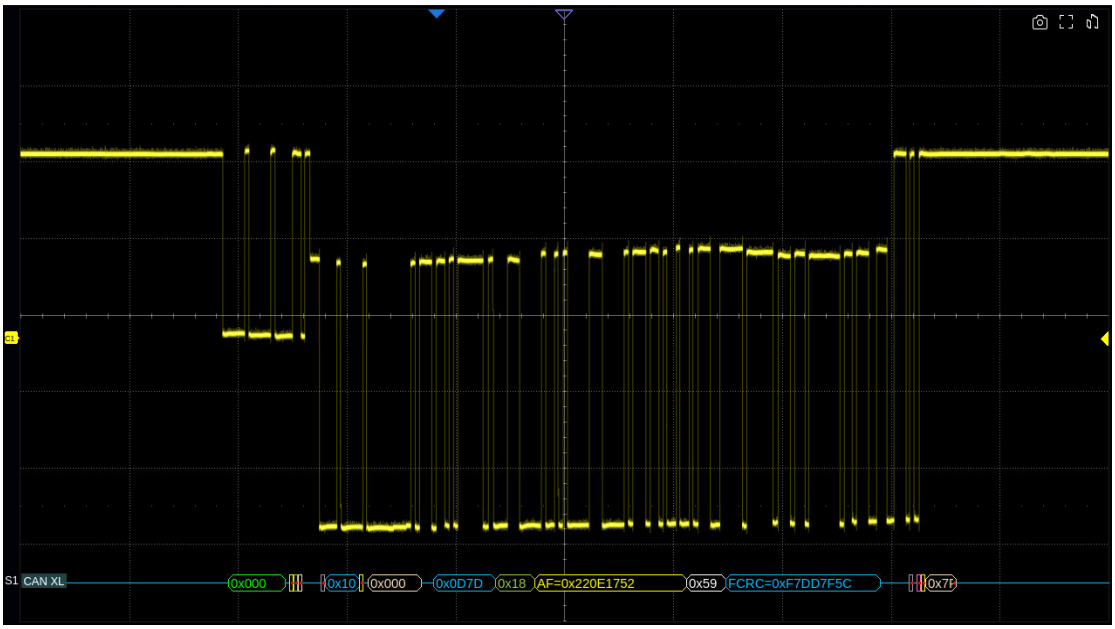
15.14.2 CAN XL 解码

CAN XL 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。

在解码总线中：

- ID 显示在帧内，以绿色表示。
- IDE，扩展帧标志，CAN XL 仅支持 11 位 ID，无扩展帧，固定为显性，以黄色表示。
- FDF，仲裁场 FDF，以黄绿色表示。
- XLF，仲裁场 CAN XL 帧标志，隐性电平表示为 CAN XL 帧，以米黄色表示。
- DL1，ADS 模式转换和速率转换字段的最后一位，由 SIC mode 切换为 FAST mode，从 ADH 位之后开始加速，以灰色表示。
- SDT，服务数据单元类型，表示数据场使用的 OSI 协议，类似以太网 Type 字段，以蓝色表示。
- SEC，功能保留位，以黄色表示。
- DLC，数据场长度，是该值整数加 1，以米黄色表示。
- PCRC，前向 CRC 校验，包含：仲裁场、reXEL、ADS、SDT、SEC、DLC、SBC；以蓝色表示。
- VCID，虚拟 CAN 网络 ID（类似以太网 VLAN），以黄绿色表示。
- AF，接受场，用于寻址功能，具体内容取决于 SDT（e.g. SDT=0x05 时，AF 为以太网目的 MAC 地址），以黄色表示。
- D，数据场（0-2048 Byte），以白色表示。
- FCRC，用于整帧 CRC 校验，以蓝色表示。

- AL1，DAS 模式转换和速率转换字段的第三位，由 FAST mode 切换为 SIC mode，从 FCP0 后开始减速，以灰色表示。
- Ack 字段（2bit），用于确认报文被成功接收，以粉红色、黄色表示。
- EOF，帧结束标识，以米黄色表示。
- 如果关联帧边界内的空间不足，则多余无法被显示的数据均以红点表示。



在解码列表中：

- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- Type -- 帧的类型，XL Std（CAN XL 标准帧），CAN XL 不支持远程帧、扩展帧。
- ID -- 帧 ID。
- DLC -- 数据长度。
- Data -- 数据字节。
- FCRC -- 循环冗余校验。
- Ack -- 应答位。

CAN XL	Time	Type	ID	DLC	Data	FCRC	ACK
1	-4.10489ms	XL Std	0x000	0x000	0x59	0xF7DD7F5C	yes
2	-3.10488ms	XL Std	0x000	0x000	0x59	0xF7DD7F5C	yes
3	-2.10487ms	XL Std	0x000	0x000	0x59	0xF7DD7F5C	yes
4	-1.10487ms	XL Std	0x000	0x000	0x59	0xF7DD7F5C	yes
5	-104.860µs	XL Std	0x000	0x000	0x59	0xF7DD7F5C	yes
6	895.147µs	XL Std	0x000	0x000	0x59	0xF7DD7F5C	yes
7	1.89515ms	XL Std	0x000	0x000	0x59	0xF7DD7F5C	yes

15.15 SPMI 串行解码

电源管理接口 SPMI（System Power Management Interface）是由 MIPI 联盟制定的一种协议，主要用于移动设备中主处理器与外围电源管理芯片（PMIC）之间的高效通信。

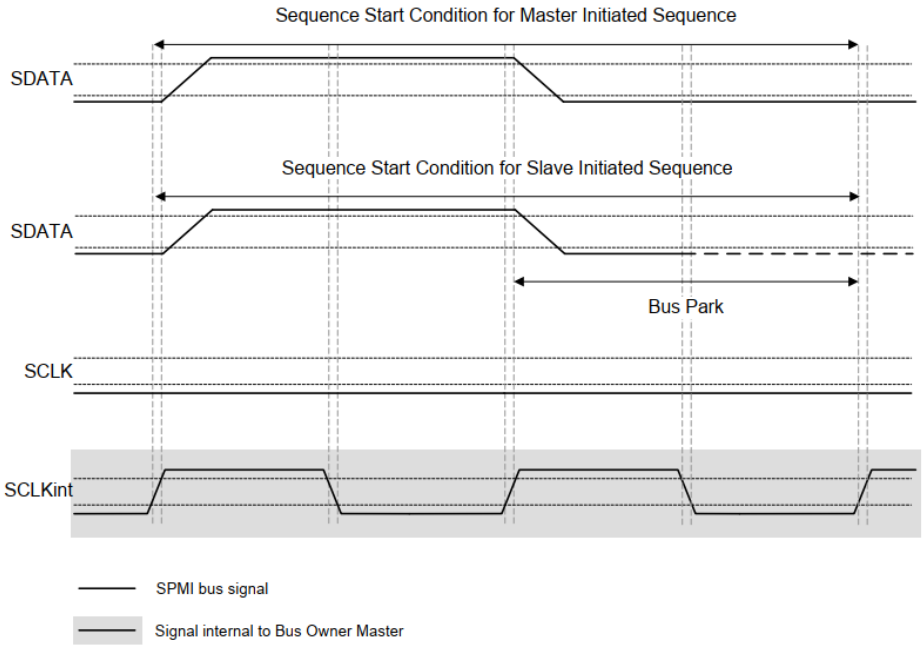
请按“SPMI 信号设置”、“SPMI 解码”的顺序对 SPMI 信号进行解码。

15.15.1 SPMI 信号设置

SPMI 协议通常包含 SCLK 和 SDATA 两条信号线。信号设置包括将示波器连接到 SCLK 和 SATA 信号，然后设置每个输入通道的阈值电平。指定信号的源和阈值电平的过程与“I2C 信号设置”类似。

帧结构

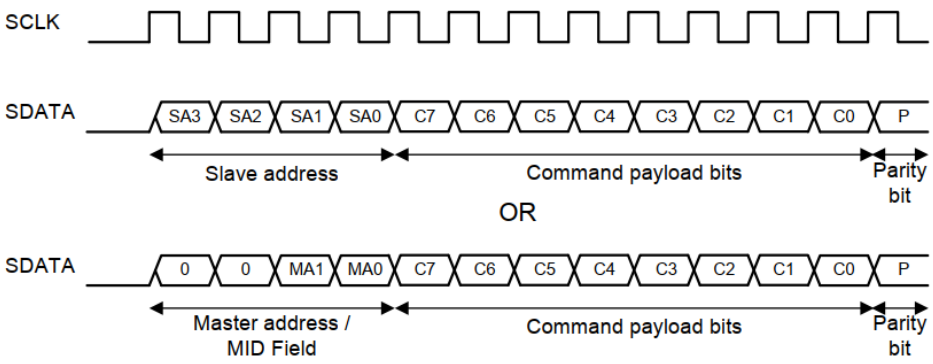
1. 总线仲裁 Bus Arbitration：因 SPMI 支持在总线上同时存在 1 到 4 个主设备和多达 16 个从设备，主设备和从设备使用总线仲裁过程共享总线，以确定哪个主设备或从设备在给定时间访问总线。
2. 序列启动条件 SSC：SDATA 上的上升沿或下降沿，而 SCLK 保持在逻辑低电平。如下图



序列启动条件 SSC

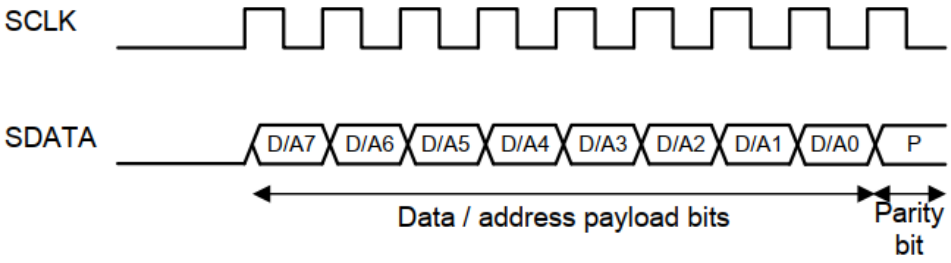
3. 命令帧和数据帧，帧有三种基本类型：

- 命令帧（13 位）：命令帧应由 4 位地址字段、8 位命令字段和 1 个奇偶校验位组成。发送主地址或 MID 字段时，地址字段的前两位始终为零。



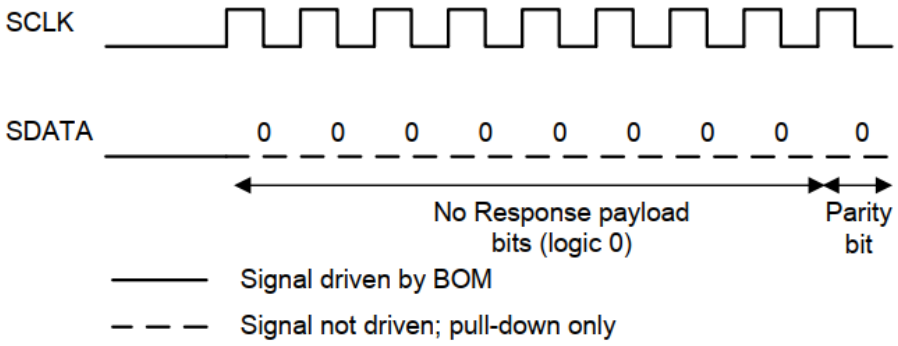
命令帧结构

- 数据或地址帧（9 位）：数据或地址帧应分别由八个数据位或八个地址位以及一个奇偶校验位组成。



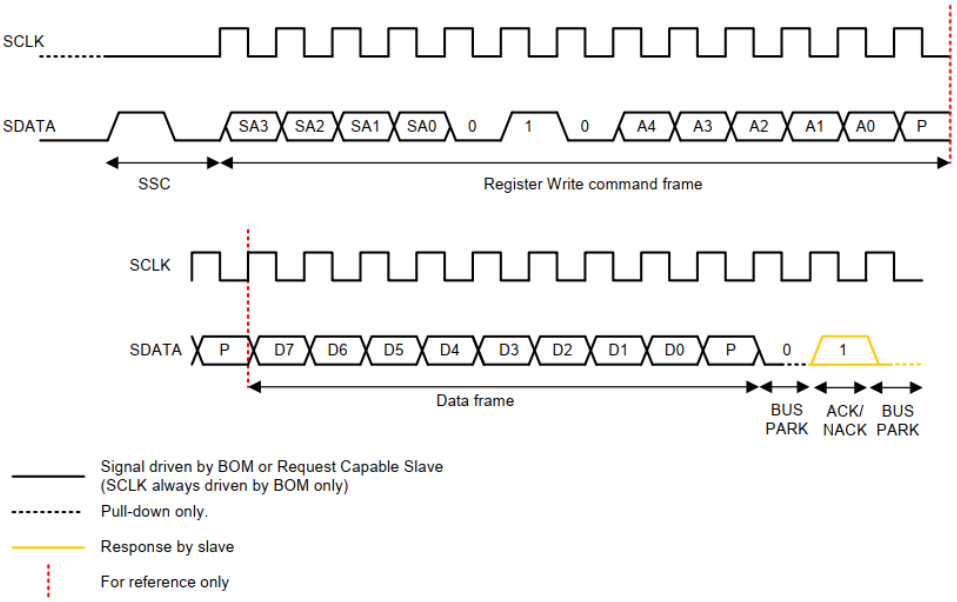
数据帧结构

- 无响应帧（9 或 13 位）：无响应帧的所有比特，包括奇偶校验比特，应为零。如果无响应帧是数据帧，则其长度可以是 9 位，如果是命令帧，则长度可以是 13 位。



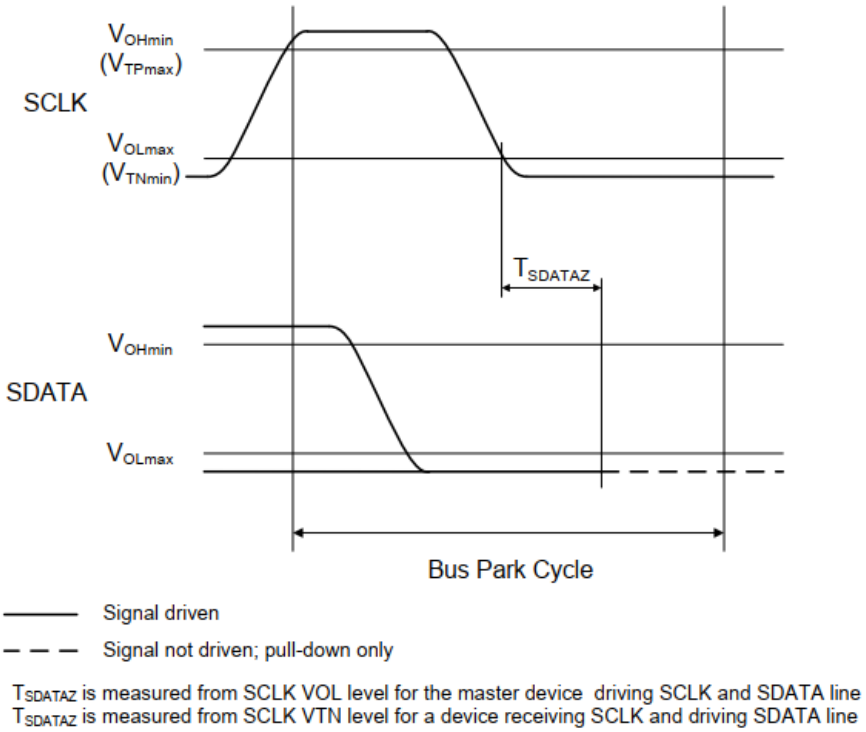
无响应帧结构

4. 命令序列的 ACK/NACK：由两个周期组成，用于确认写入命令序列和某些其他命令序列的正确完成。ACK/NACK 应用于所有命令序列，但读取命令序列、认证命令序列和传输总线所有权命令序列除外。ACK/NACK 不用于命令序列，其中可以根据生成命令序列的设备接收到的数据帧来确认命令序列的正确性。



使用寄存器写入命令序列的 ACK/NACK

5. 总线停泊周期 Bus Park Cycle：拥有 SDATA 所有权的设备应在序列结束时，或当设备将 SDATA 的控制权转移到另一个设备时，在 SDATA 上启动总线停泊周期，目的是将 SPMI 总线置于已知状态，为 SDATA 信号控制更改、总线仲裁开始、命令序列开始或总线空闲状态开始做准备。



总线停泊周期

命令序列

SPMI 协议的命令序列仅适用于初始化的 SPMI 总线。每个序列通过接口完成一个完整的事务。命令序列只能由主设备或具有请求能力的从设备发送，无请求能力的从属设备不得发送命令序列。

Command Frame Payload	Description
0x00 to 0x0F	Extended Register Write
0x10	Reset
0x11	Sleep
0x12	Shutdown
0x13	Wakeup
0x14	Authenticate
0x15	Master Read
0x16	Master Write
0x17 to 0x19	Reserved
0x1A	Transfer Bus Ownership
0x1B	Device Descriptor Block Master Read
0x1C	Device Descriptor Block Slave Read
0x1D to 0x1F	Reserved
0x20 to 0x2F	Extended Register Read
0x30 to 0x37	Extended Register Write Long
0x38 to 0x3F	Extended Register Read Long
0x40 to 0x5F	Register Write
0x60 to 0x7F	Register Read
0x80 to 0xFF	Register 0 Write

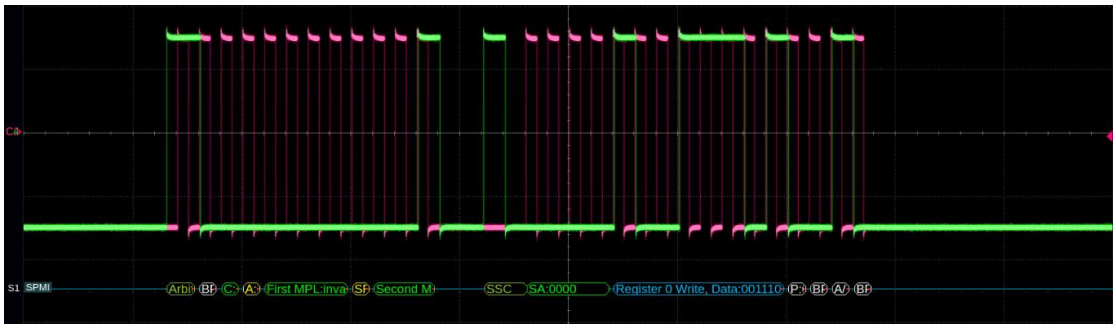
命令帧编码表

15.15.2 SPMI 解码

SPMI 解码的界面与设置和 I2C 解码类似。

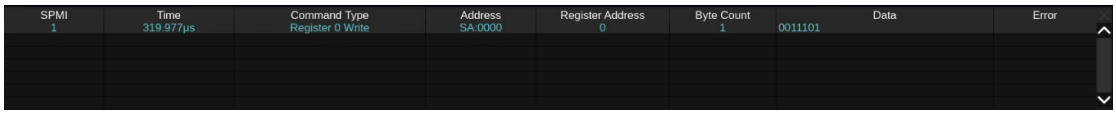
在解码总线中：

- 起始标志（Arbitration Star/SSC）以黄绿色显示：Arbitration Star 为仲裁起始、SSC 为序列启动条件。
- 解码核心字段（C/MPL/SA/MA/DATA）以绿色显示：C 为命令、MPL 为多字节扩展、SA 为从机地址、MA 为主机地址、DATA 为数据负载。
- 控制与状态字段（A/SR/RW）以黄色显示：A 为应答、SR 为状态响应、RW 为读写指示。
- 命令序列以蓝色显示。
- 辅助字段（BP/P/ACK）以白色显示：BP 为总线驻留、P 为奇偶校验、ACK 为应答。
- 当检测到奇偶校验错误、帧格式错误，以红色显示。



在解码列表中：

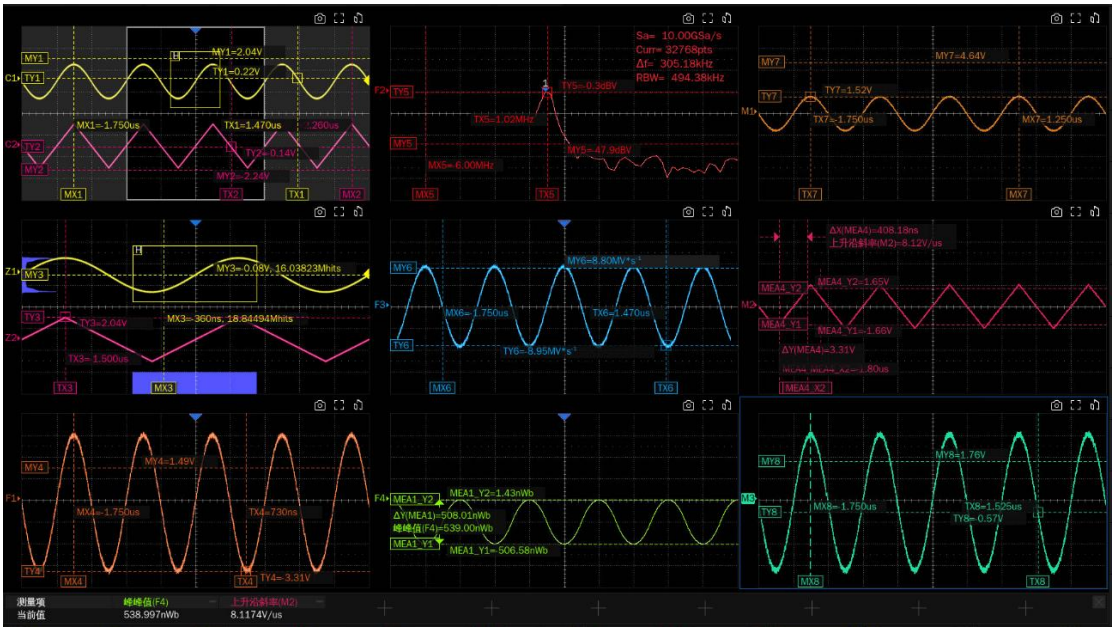
- Time（时间标签）-- 当前数据相对于触发位置的水平位移值。
- Command Type -- 命令类型。
- Address -- 从设备地址字段。
- Register Address -- 寄存器地址。
- Byte Count -- 字节数，表示有效数据字节数量。
- Data -- 数据，实际传输的有效负载。
- Error -- 错误类型。



16 光标测量

16.1 概述

光标是协助测量信号的重要工具。您可以在屏幕上移动光标，在水平方向和垂直方向进行快速测量。SFP 提供的光标模式有手动 X、手动 Y、追踪模式、测量模式、XY 模式，不同模式下提供多根光标，用来表示所选源波形（C1~C2 /F1~F8 /M1~M8 /Histogram）上的 X 轴值（时间或频率）和 Y 轴值（电压或电流）。



点击 *光标* > *菜单* 可调出光标的设置对话框：

A. 开启或关闭光标功能

B. 光标模式。包括手动 X、手动 Y、追踪、测量。“追踪”模式下垂直光标将自动追踪波形；“测量”模式下根据选择的测量项来标示计算测量项所对应的坐标

C. 选择光标线。各光标模式下提供多根光标线

D. 开启或关闭光标线

E. 设置光标线位置

F. 选择信源

G. 设置参考光标。同方向光标间可建立相对关系，如手动 X 光标间、手动 X 与追踪光标间，手动 Y 光标间；测量光标不支持

H. 设置光标标签模式。包括默认、跟随（设置参考光标后可选）、自定义

I. 设置光标颜色模式。包括默认、跟随（设置参考光标后可选）、自定义

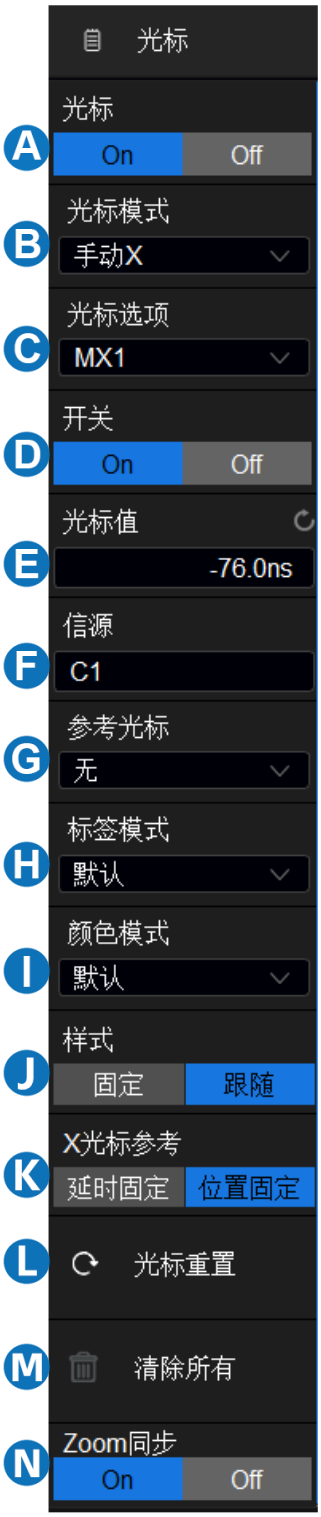
J. 光标显示模式

K. 光标参考位置。手动 X、追踪模式下，指定 X 光标参考（延时固定或位置固定）；手动 Y 模式下，指定 Y 光标参考位置（偏移固定或位置固定）；测量模式下不支持此选项的设置

L. 光标重置。所有光标恢复默认设置

M. 光标清除。关闭所有光标线

N. Zoom 同步。Zoom 开启时，开启同步，手动 X/Y 光标同时显示在源窗口与 Zoom 窗口，追踪光标仅在 Zoom 窗口中显示；关闭同步，所有光标仅显示在源窗口



点击 *光标* > *快捷使能...* 进入快捷使能设置窗口，可按组添加光标线，使光标操作更加快捷：



A. 选择光标模式（手动 X、手动 Y、手动 X-Y、追踪）后，自动按序显示待开启的光标线：手动 X、手动 Y、追踪 X-Y 1 组为 2 根光标线，手动 X-Y1 组为 4 根光标线，待开启光标线数量不足时将提示"未开启光标数不足！"

B. 设置 X 光标初始位置

C. 设置 Y 光标初始位置

D. 设置信源

E. 点击应用后，待开启光标才会生效；否则待开启光标均自动关闭

F. 光标重置。所有光标恢复默认设置

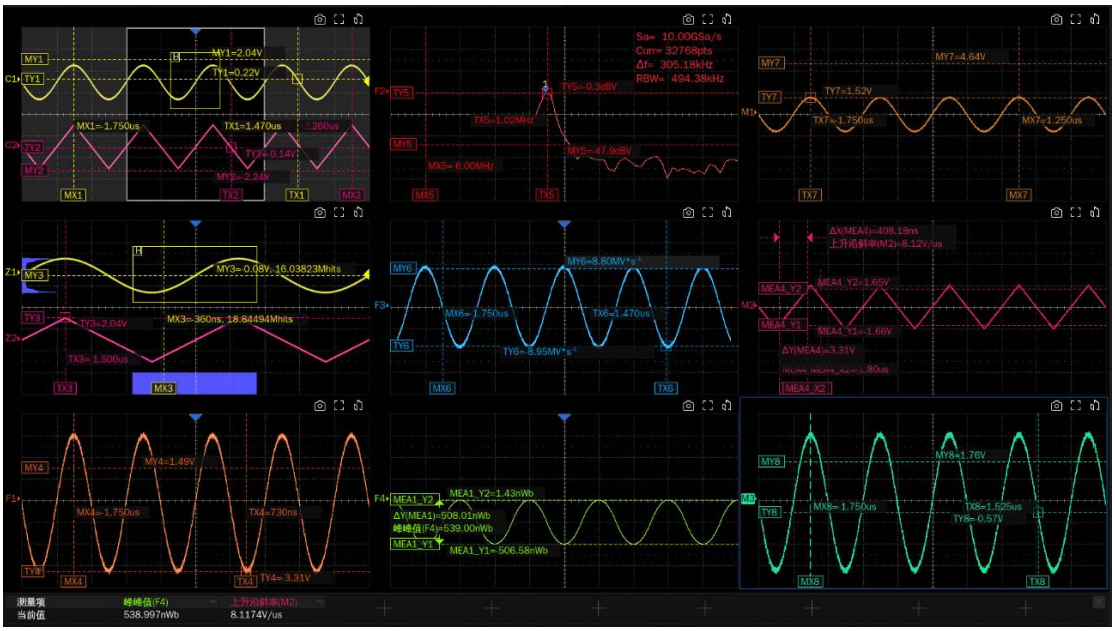
G. 清除所有。关闭所有光标线

16.2 光标模式

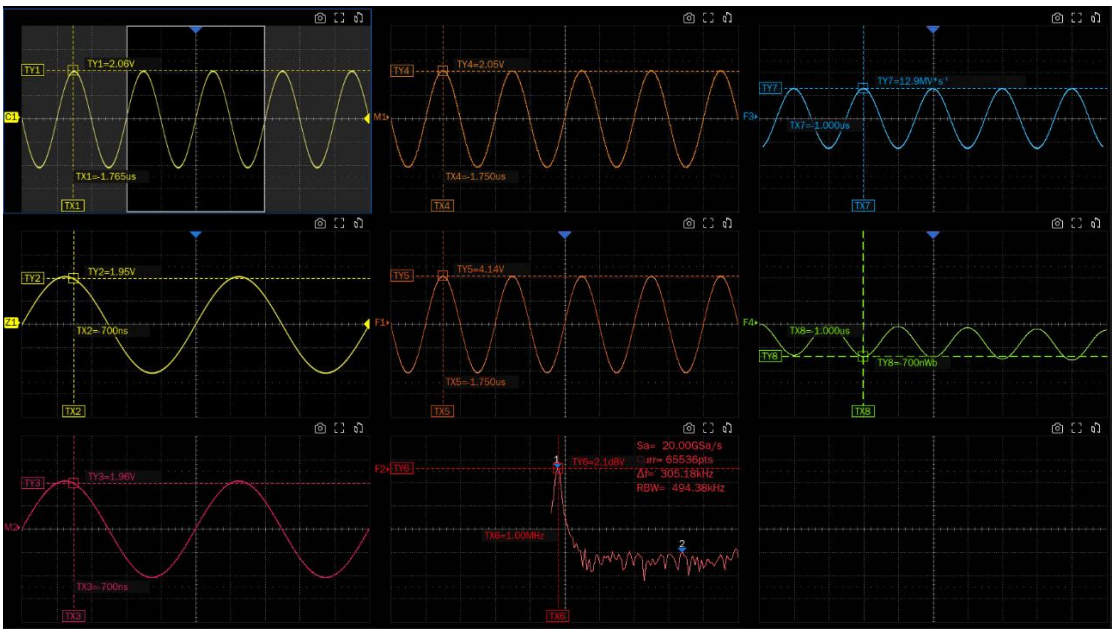
各模式光标提供多根光标，每根光标独立开关，可同时开启显示，以对不同窗口下不同波形进行光标测量。

手动 X -- 手动设置 X 光标的位置，用于测量水平时间（当使用 FFT 数学函数作为源时，X 光标指示频率）的垂直虚线。此模式有 8 根光标 MX1~MX8

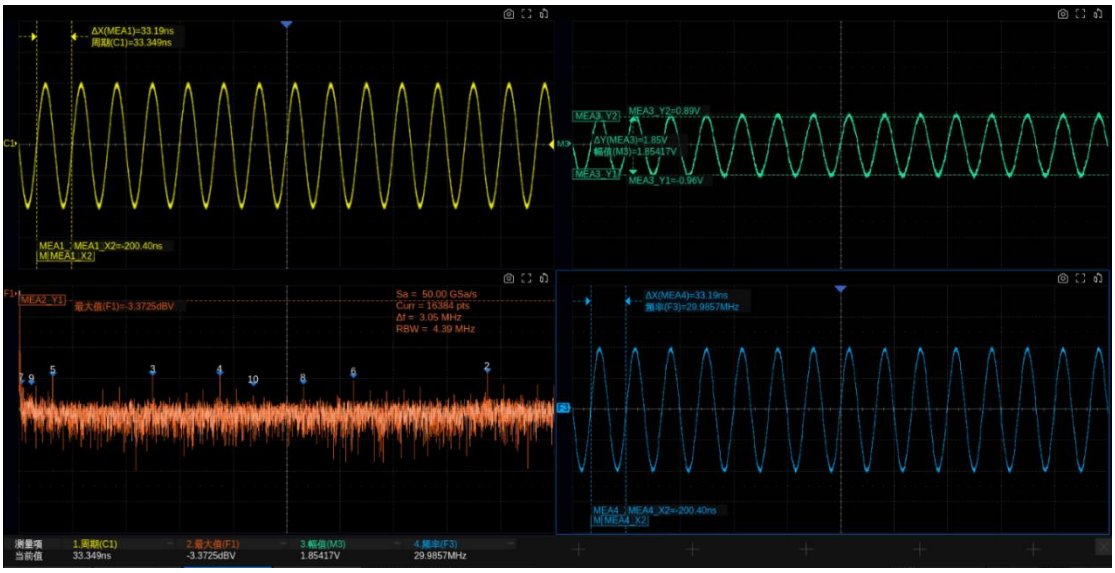
手动 Y -- 手动设置 Y 光标的位置，用于测量垂直伏特或安培（具体取决于通道的单位设置）的水平虚线。测量单位对应于光标源。此模式有 8 根光标 MY1~MY8



追踪 -- 1 组追踪光标包含 2 根光标线：TX 和 TY，只需要调节水平光标 TX，垂直光标 TY 将自动附着到与水平光标交汇的信源波形上。此模式有 8 组光标 TX1~TX8



测量 -- 根据选择的测量项来标示计算测量项所对应的坐标，测量光标不可调节。此模式有 4 组光标 MEA1~MEA4

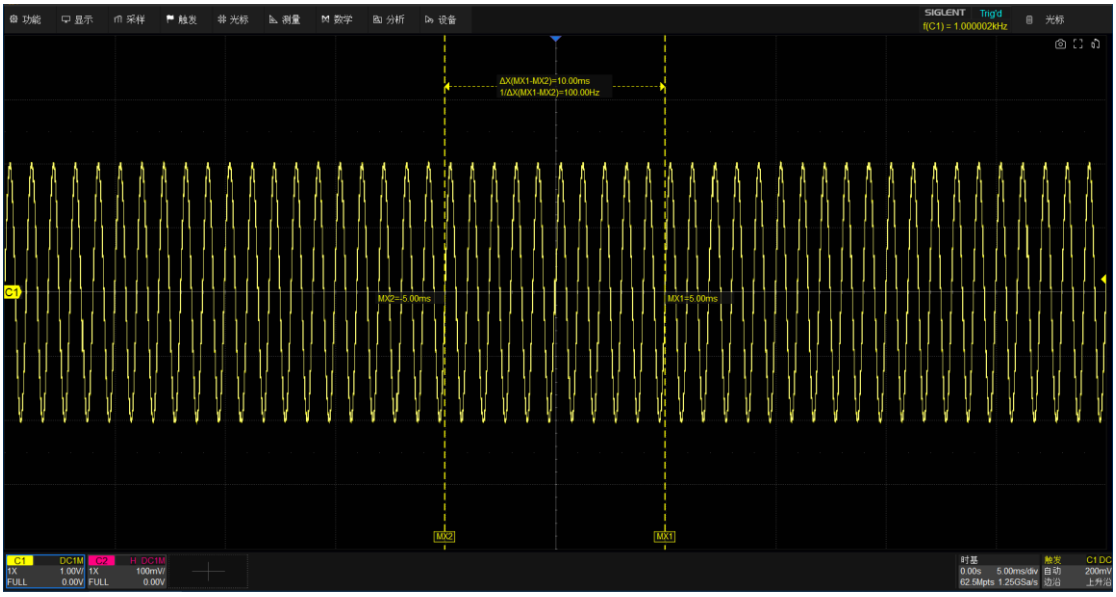


16.3 参考光标

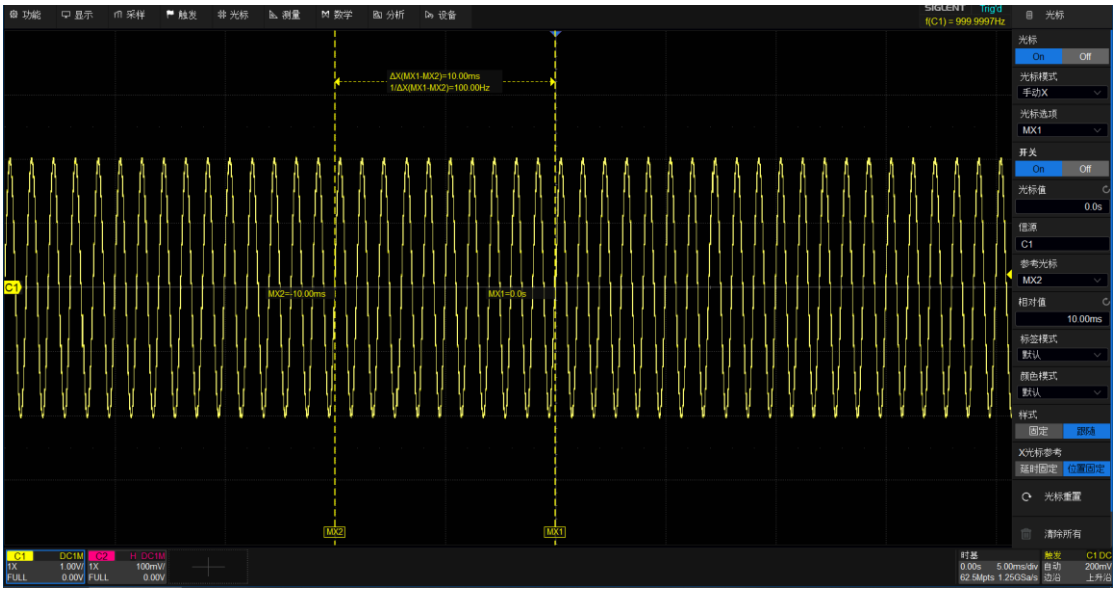
光标之间建立参考关系后，即会显示光标间的相对信息△X 或△Y。开启 *固定相对位置* ，移动参考光标同时移动源光标。设置 *相对值* ，则以参考光标为零位置，设置源光标的位置。

同方向光标间可建立相对关系，如：手动 X 光标间、手动 X 与追踪光标间，手动 Y 光标间、测量光标不支持。

以下是以手动 X 光标为例，MX2 设置参考光标为 MX1，开启固定相对位置后的移动效果：



水平档位=5 ms/div，MX2=-5 ms（-1 div），MX1=5 ms（1 div），相对值=10ms



将 MX2 向左移动 1 div（MX2=-10 ns），MX1 跟随左移 1 div（MX1=0 s）

光标间仅可单向建立参考关系。即：光标 A 设置光标 B 为参考，则光标 B 不可再设置光标 A 为参考。

16.4 光标显示

光标类型

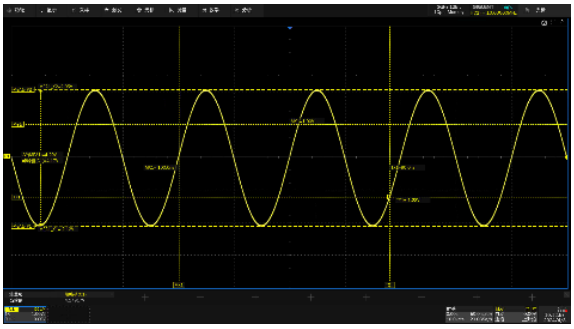
在光标线开得比较多的情况下，通过光标显示开关，快速隐藏不关注的光标类型。此开关仅控制光标显示，不控制光标开关。通过顶部菜单栏的 *光标* 下拉菜单，设置光标显示类型：

A. 仅显示 X 光标，隐藏 Y 光标及其信息

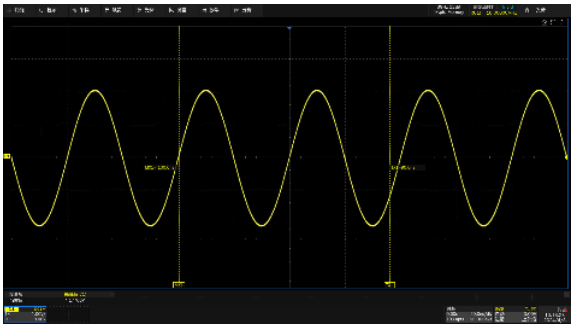
B. 仅显示 Y 光标，隐藏 X 光标及其信息

C. 同时显示 X 光标和 Y 光标

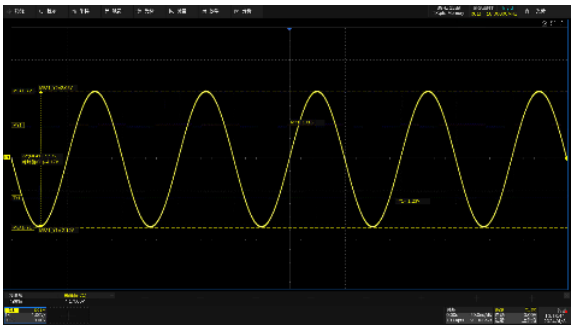




显示 X-Y



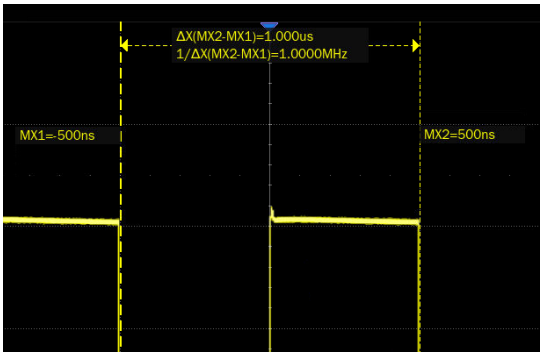
仅显示 X



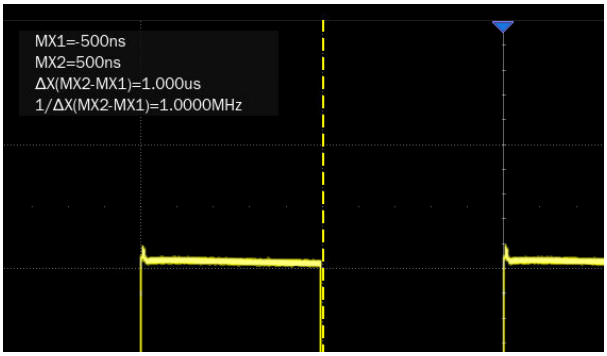
仅显示 Y

光标样式

SFP 提供了两种光标样式：



跟随



固定

跟随 -- 每根光标的位置信息直接标注在光标上，若两根光标建立了参考关系且在同一窗口，则会标注差值信息位于两根光标之间，并用箭头与光标连接。该模式较为直观。

固定 -- 每根光标的位置信息和光标间的差值信息标注在屏幕特定的位置。光标信息标注区域可通过鼠标拖动到其它位置，以避免遮挡特定区域的波形。该模式较为简洁。

光标参考

SFP 支持设置 X 光标参考和 Y 光标参考。手动 X、追踪模式下，指定 X 光标参考；手动 Y 模式下，指定 Y 光标参考位置；测量模式下不支持设置，始终为位置固定。

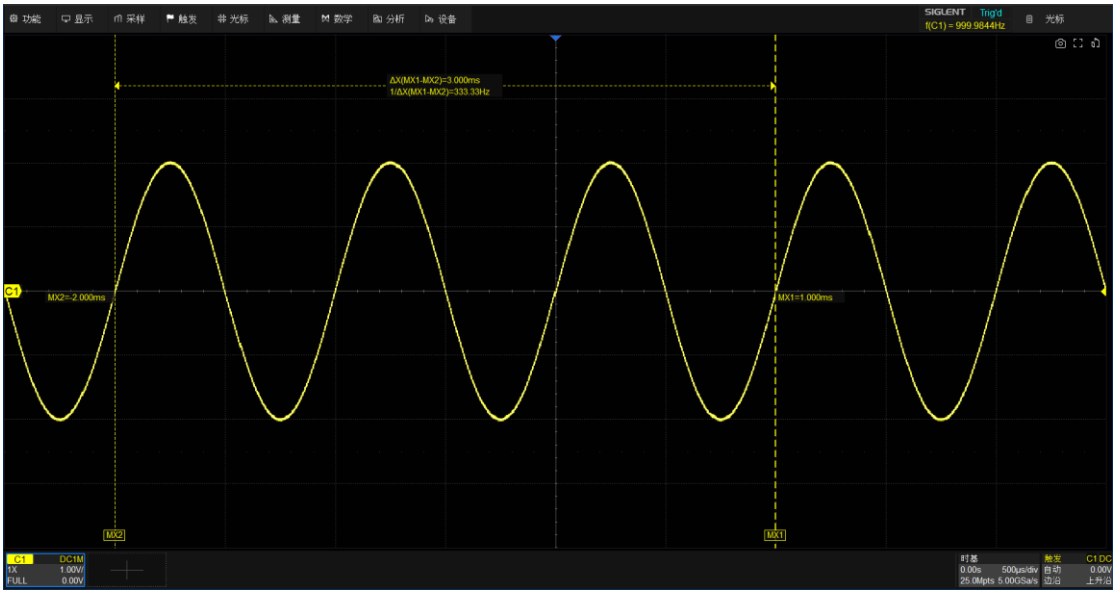
X 光标参考：

- 延时固定 -- 在水平档位变化时，X 光标的值保持不变
- 位置固定 -- 在水平档位变化时，X 光标按屏幕上固定网格的位置保持不变

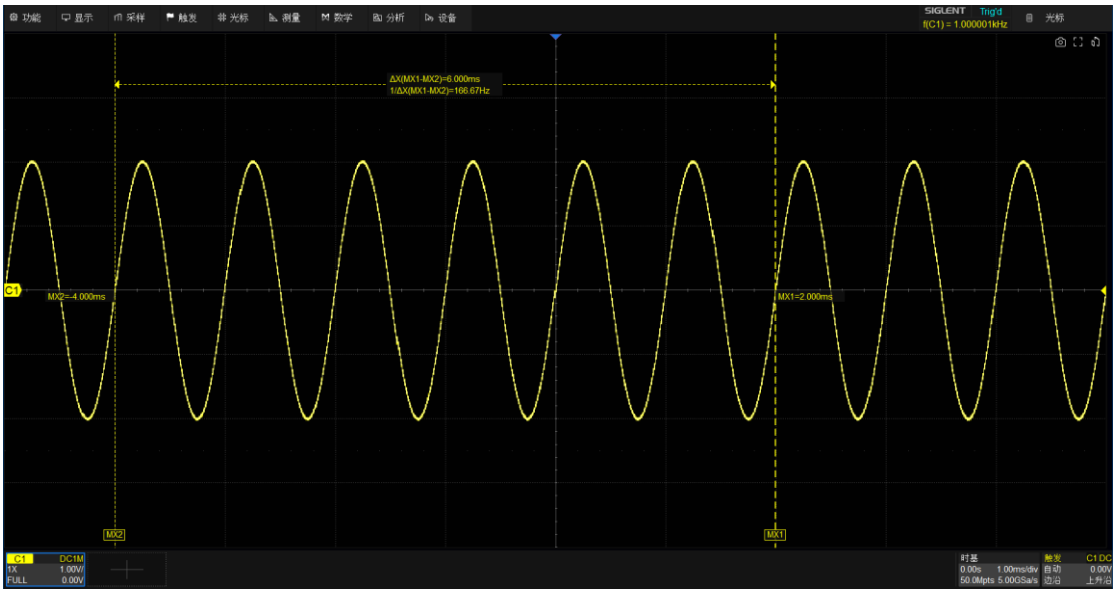
Y 光标参考：

- 偏移固定 -- 在垂直档位变化时，Y 光标的值保持不变
- 位置固定 -- 在垂直档位变化时，Y 光标按屏幕上固定网格的位置保持不变

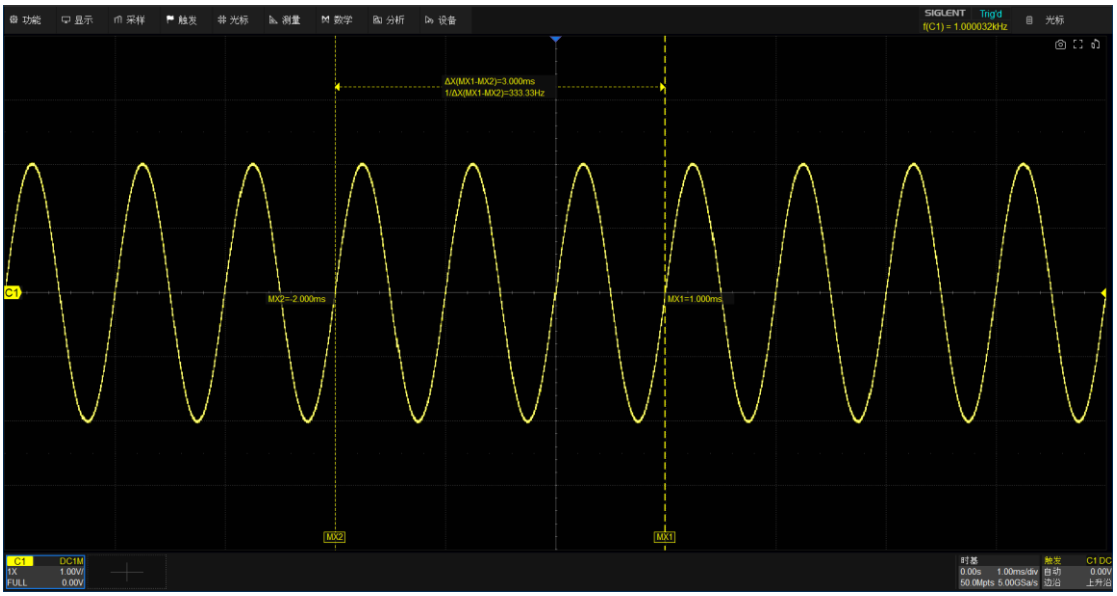
以下以手动 X 光标参考为例，用 MX1、MX2 光标线来演示不同设置对应的缩放效果：



水平档位=500 μs /div，MX1=-2 ms（-4 div），MX2=1 ms（2 div）



位置固定，水平档位设置为 1 ms/div，MX2、MX1 的格数（-4 div、2 div）不变，MX2、MX1 数值变化为 -4 ms、2 ms



延时固定，水平档位设置为 1 ms/div，MX2、MX1 的数值（-2 ms、1ms）保持不变，MX1、MX2 的格数变化为 -2 div、1 div

光标标签

SFP 支持设置光标标签，其中可选模式：默认、跟随、自定义。

- 默认 -- 即为默认值。手动 X、手动 Y、追踪光标标签默认为空，测量光标标签默认为“MEAn”（其中 n=1~4，表示光标组序号），XY 光标标签默认为“XY”
- 跟随 -- 同步参考光标的标签。设置参考光标后可选
- 自定义 -- 自定义标签内容。点击 *标签* 弹出标签文本输入框，再点击输入框下的内容区域，通过弹出的虚拟键盘输入自定义内容。标签长度限制在 20 个字符以内，超出长度的字符将不会显示

光标颜色

SFP 支持设置光标颜色，其中可选模式：默认、跟随、自定义。

- 默认 -- 光标颜色与信源颜色保持一致
- 跟随 -- 同步参考光标的颜色。设置参考光标后可选
- 自定义 -- 自定义光标颜色。点击色块在弹出的调色板页面进行设置

光标重置

执行 *光标重置* ，所有光标将恢复到默认设置，即：MX2-MX1 打开并建立参考关系，MY2-MY1 打开并建立参考关系，其余光标关闭。

光标清除

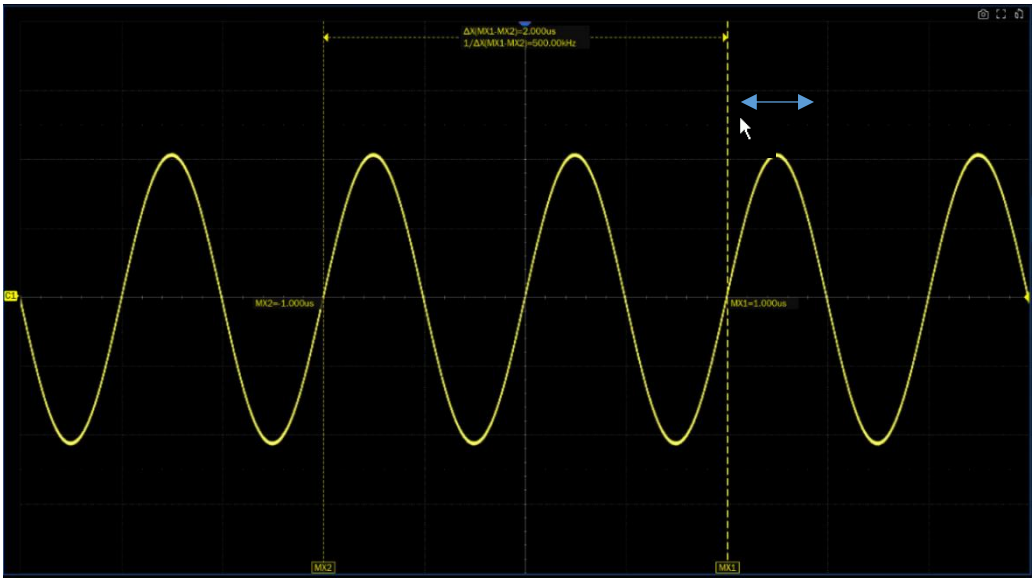
执行 *光标清除* ，一键关闭所有光标线。

16.5 选择和移动光标

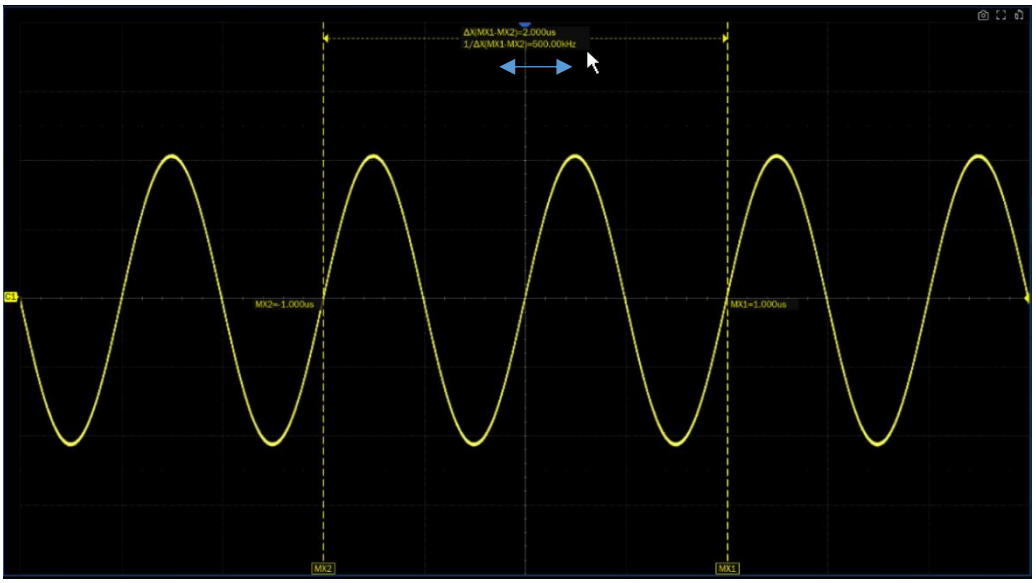
光标可以直接通过鼠标实现选择和移动，也可以点击光标值的对话框来实现选择。

鼠标

直接点击一根光标的所在位置，然后拖动其移动，如下图：



也可以在跟随样式下点击△X 或△Y（设置参考光标后）显示区域后拖动该区域，实现多根光标的同时移动，如下图。



对话框



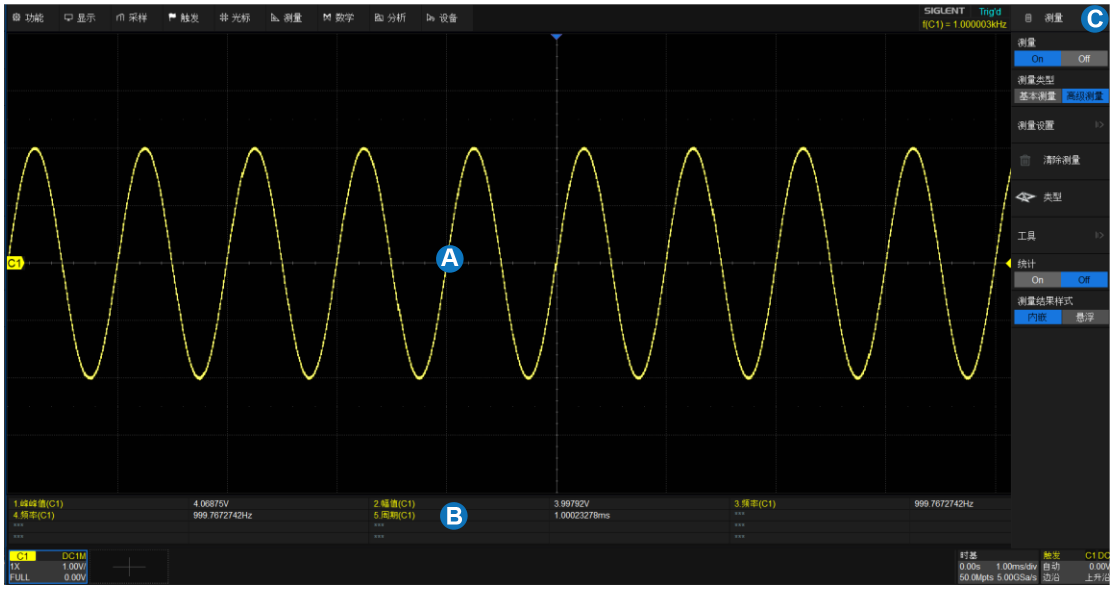
点击光标值或相对值（设置参考光标后）对话框区域，然后通过滚动鼠标中轮或通过弹出的虚拟键盘设置。

17 参数测量

17.1 概述

借助参数测量，不需光标即可完成标准化测量，如上升时间、下降时间、峰峰值和周期等波形的诸多属性。SFP 可以对多个通道同时进行测量，M1 模式下，一次显示最多 9 个参数测量，还可以显示测量统计数据；M2 模式下最多支持 24 个参数进行测量统计。对于需要观察指定通道的较多参数的需求，可以开启“基本测量”功能；对于只对屏幕上一段时间范围内波形感兴趣的测量需求，可以使用“门限”功能。

在 SFP 中，某些测量参数(如平均值)可能是测量一帧波形的所有数据生成的一个值；有些参数测量（如周期）则会计算一帧中的所有参数，但是显示的值一直是第一个值。如果想知道多个参数的在一帧中的分布情况，应使用统计功能。



A. 波形显示区域。会根据其它区域的开启自动压缩适配

B. 测量参数与统计值显示区域；若测量类型选择“基本测量”，则为“基本测量”参数显示区域

C. 测量设置对话框

点击 *测量* > *菜单* ，可调出测量的设置对话框。

A. 开启/关闭测量

B. 设置测量类型：基本测量或高级测量。设置基本测量，会显示指定通道的所有指定的基本测量参数结果；设置高级测量，用户自行添加测量参数

C. 测量设置。可进行幅度策略、阈值电平、显示模式、△Time 测量项参数的设置

D. 清除已选择的测量

E. 选择测量参数

F. 测量工具设置，包括轨迹图、测量光标和趋势图等功能。基本测量下不显示此项

G. 开启或关闭测量参数的统计功能。基本测量下不显示此项

H. 统计设置。可设置最大统计次数、开启统计直方图、清除统计。基本测量下不显示此项

I. 设置测量结果样式：内嵌或悬浮



17.2 设置参数

在测量设置对话框中点击 *类型* ，或点击参数与统计值显示区域的 + ，即可调出参数选择窗口：



A. 指示当前设置的信源，点击信源参数区可设置测量源

B. 测量参数分类页面标签，包括收藏页、垂直测量、水平测量、混合测量和通道延迟（CH Delay）测量，点击相应的标签即可在 C 区域呈现相应分类的参数

C. 参数区，在图例中对应的是收藏页的测量参数。点击要测量的参数将其激活；再次点击关闭该参数

D. 背景高亮的参数代表已激活。在此图中，“峰峰值”已激活

E. 对上次选中的参数的文字解释

添加的测量参数的正确步骤是先在对话框的 A 区域选择信源，再在 C 区域选择参数。例如要先后添加对 C1 的峰峰测量和 C2 的周期测量，可按下述步骤操作：

信源 > *C1* > *垂直测量* > *峰峰值*

信源 > *C2* > *水平测量* > *周期*

对于通道延迟（CH Delay）类测量，由于涉及的信源数量大于 1，因此信源指定的操作有所不同：



在参数选择区域内，先指定 *信源 A* 对应的通道，再指定 *信源 B* 对应的通道，最后选择参数。例如要激活 C1 和 C2 之间的时滞测量，可按下述步骤操作：

信源 A > *C1* > *信源 B* > *C2* > *时滞*

一旦选择了参数，它将出现在网格下面的参数和统计值显示区：



点击该区域空白处的 + 可添加参数。

点击每个参数右上角的 - 可关闭该参数。

点击整个区域右上角的 × 可关闭测量。

点击对话框的 *清除测量* 可关闭所有参数。

用户可自定义收藏页，方便快速查找测量参数。除通道延迟类外，最多可添加 20 个测量参数至收藏页。长按测量参数添加至收藏页或从收藏页删除。例如：将峰峰值添加至收藏页，可按下述步骤操作：

高级测量 > *类型* > *垂直测量* > *峰峰值* > *加入收藏页*



将周期数从收藏页删除，可按下述步骤操作：

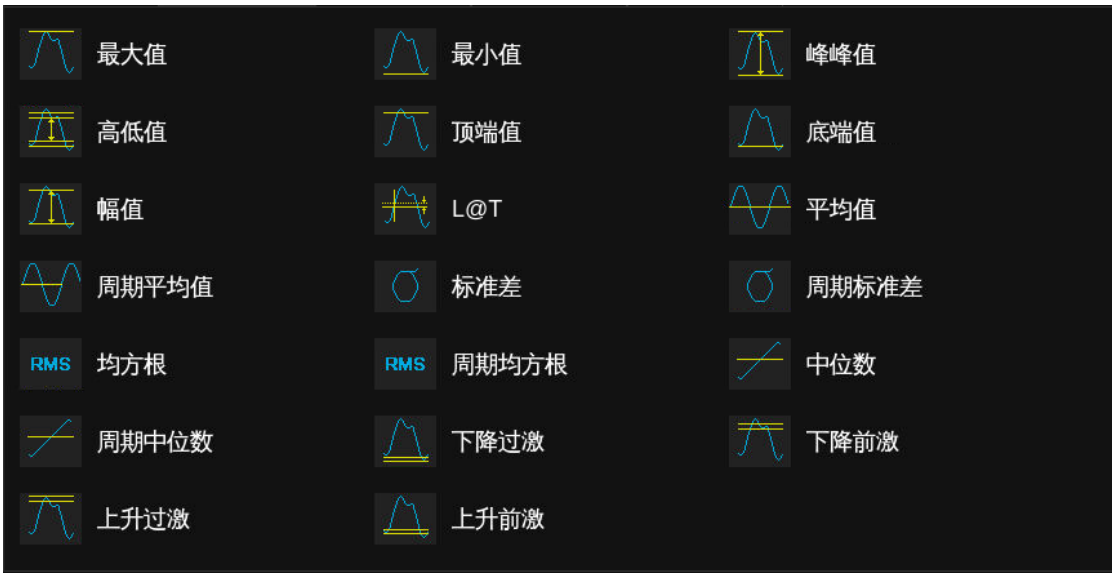
高级测量 > *类型* > *收藏页* > *周期数* > *从收藏页中删除*

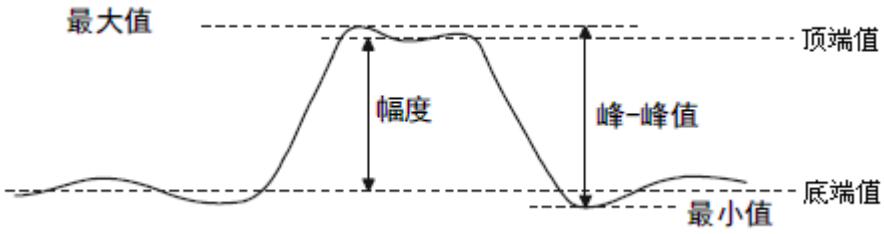


17.3 了解测量参数

17.3.1 垂直测量

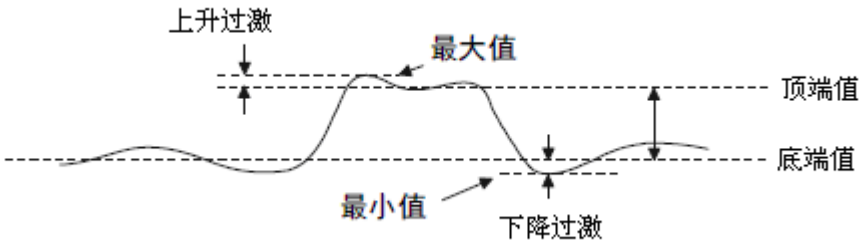
垂直测量包含以下参数：





- **最大值**：波形数据中幅度的最大值。
- **最小值**：波形数据中幅度的最小值。
- **峰峰值**：最大值和最小值之间的差值。
- **高低值**：测量阈值的高值到低值之间的差值。
- **顶端值**：双峰信号的最大平顶值。
- **底端值**：双峰信号的最小平顶值。
- **幅值**：顶端值与底端值的差值，如果不是双峰信号，则是最大值与最小值之差。
- **平均值**：波形数据的算术平均值。
- **周期平均值**：第一个周期的算术平均值。
- **标准差**：所有数据的标准偏差。

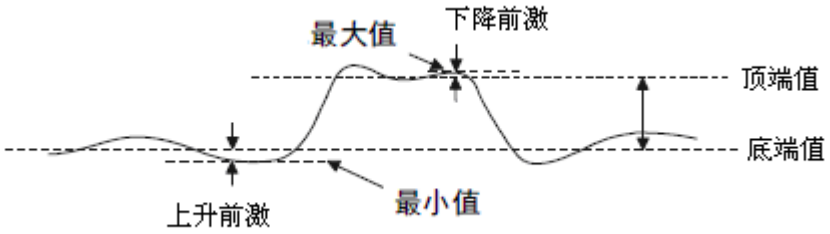
- **周期标准差**：第一个周期内波形数据的标准偏差。
- **均方根**：所有数据的均方根值。
- **周期均方根**：第一个周期内波形数据的均方根值。
- **中位数**：波形数据的中位数。
- **周期中位数**：第一个周期内波形数据的中位数。
- **过激（上升过激/下降过激）**：过激是边沿转换后的失真，以幅度的百分比表示。



$$\text{上升过激} = \frac{\text{最大值} - \text{顶端值}}{\text{幅值}} \times 100\%$$

$$\text{下降过激} = \frac{\text{最小值} - \text{底端值}}{\text{幅值}} \times 100\%$$

- **前激（上升前激/下降前激）**：前激是边沿转换前的失真，以幅度的百分比表示。



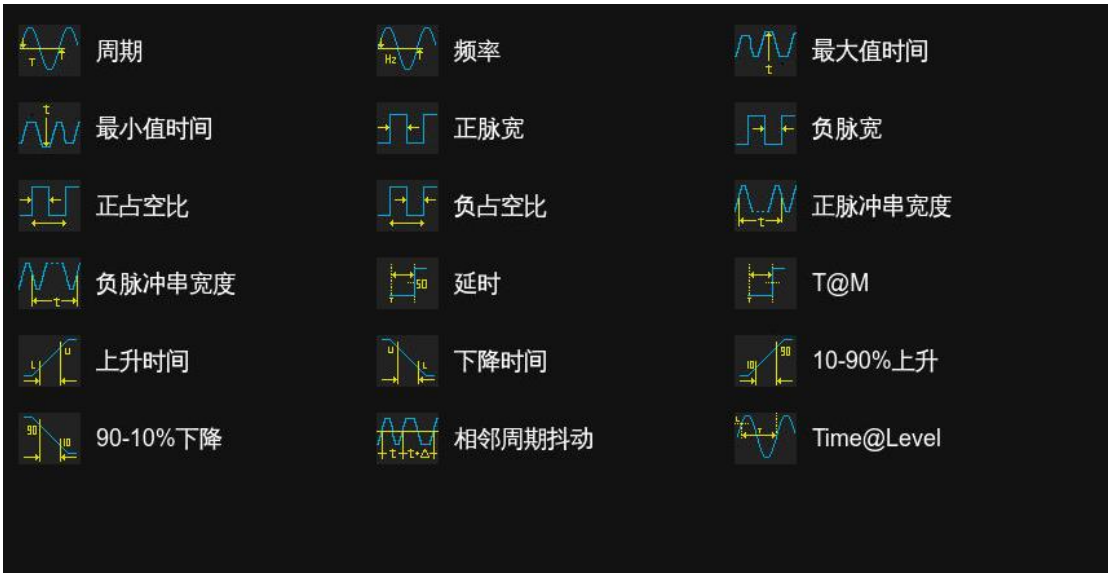
$$\text{下降前激} = \frac{\text{最大值} - \text{顶端值}}{\text{幅值}} \times 100\%$$

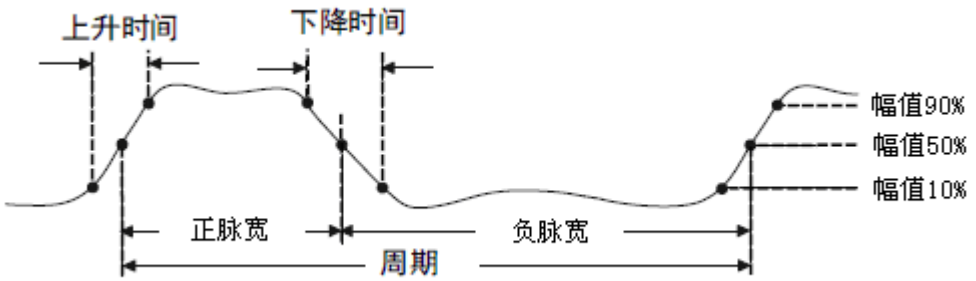
$$\text{上升前激} = \frac{\text{最小值} - \text{底端值}}{\text{幅值}} \times 100\%$$

- **Level@T**：触发点的电压值

17.3.2 水平测量

水平测量包含以下时间参数的测量：





- **周期**：两个连续、同极性边沿的中值交叉点之间的时间。
- **频率**：周期的倒数。
- **最大值时间**：信号最大值出现的时间。
- **最小值时间**：信号最小值出现的时间。
- **正脉宽**：从脉冲上升沿的中值处到紧接着的一个下降沿的中值处之间的时间差。
- **负脉宽**：从脉冲下降沿的中值处到紧接着的一个上升沿的中值处之间的时间差。
- **10-90%上升**：波形值从 10%上升至 90%的时间。
- **90-10%下降**：波形值从 90%下降至 10%的时间。
- **上升时间**：信号幅度从阈值电平低值上升至阈值电平高值所经历的时间。
- **下降时间**：信号幅度从阈值电平高值下降至阈值电平低值所经历的时间。
- **正脉冲串宽度**：过第一个上升沿中值的点与过最后一个下降沿中值的点间的时间。

- **负脉冲串宽度**：过第一个下降沿中值的点与过最后一个上升沿中值的点间的时间。
- **正占空比**：正脉宽与周期的比值。
- **负占空比**：负脉宽与周期的比值。
- **延迟**：触发点到第一个沿的中值处之间的时间差。
- **T@M**：触发点到每个上升沿的中值点的时间。
- **相邻周期抖动**：两个相邻周期的差。
- **Time@Level**：电平第一次出现的时间。通过点击测量菜单的 *测量设置* > *测量项设置* 可调出 Time@Level 设置对话框，或点击添加测量参数可调出 Time@Level 设置窗口。设置如下：



A. 设置电平值。此处不显示物理单位

B. 设置电平位置，第一次或边沿

C. 设置边沿类型（仅在边沿模式可设置），可选择上升沿、下降沿或两者

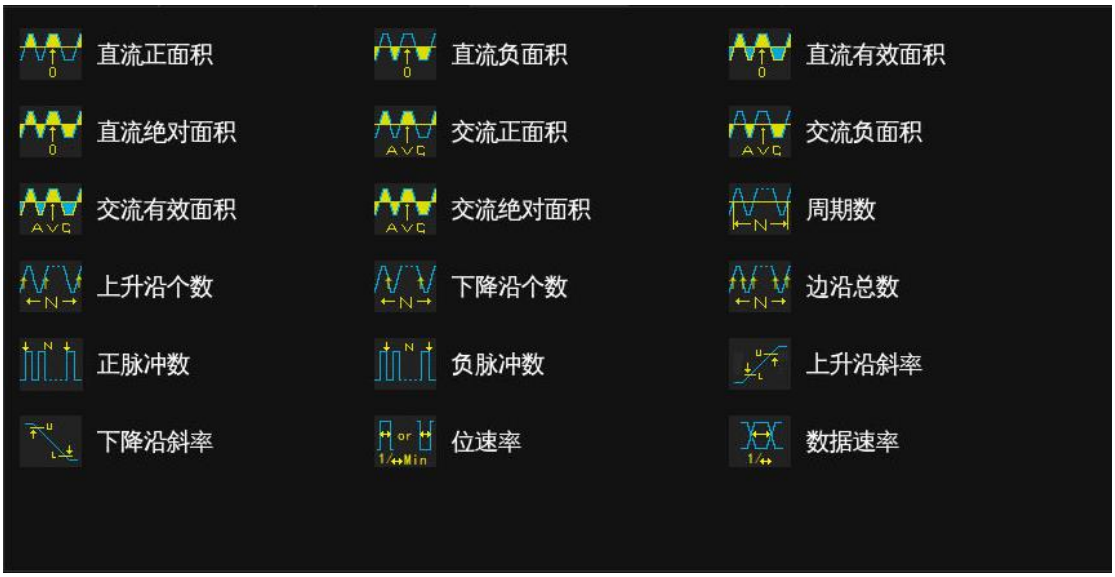
D. 设置边沿位置的序号（仅在边沿模式可设置），屏幕左侧为起始点。边沿类型为“上升沿”或“下降沿”时边沿位置范围 1~1000；边沿类型为“两者”时为 1~2001；超出范围则设置为“最后”

E. 点击“确认”，完成设置并添加测量参数。如需修改设置，请通过对话框进行设置

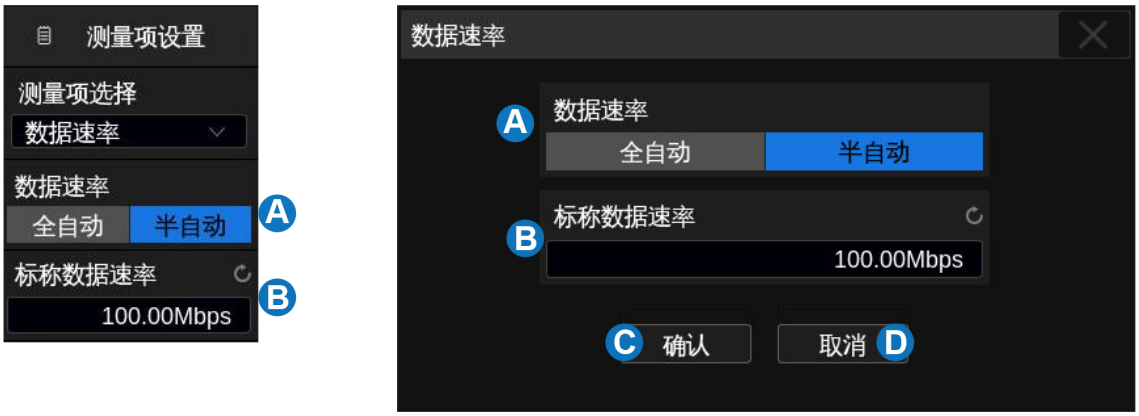
F. 点击“取消”，取消添加该参数，窗口关闭

17.3.3 混合测量

混合测量包含以下参数：



- **直流正面积**：屏幕内波形，值大于零的部分的面积之和。
- **直流负面积**：屏幕内波形，值小于零的部分的面积之和。
- **直流有效面积**：屏幕内波形的有效面积。
- **直流绝对面积**：屏幕内波形的绝对面积。
- **交流正面积**：屏幕内波形，值大于平均值的部分的面积之和。
- **交流负面积**：屏幕内波形，值小于平均值的部分的面积之和。
- **交流有效面积**：屏幕内交流分量的有效面积。
- **交流绝对面积**：屏幕内交流分量的绝对面积。
- **周期数**：屏幕内波形的周期数。
- **上升沿个数**：屏幕内波形的上升沿个数。
- **下降沿个数**：屏幕内波形的下降沿个数。
- **边沿总数**：屏幕内波形的边沿总数。
- **正脉冲数**：屏幕内波形的正脉冲数。
- **负脉冲数**：屏幕内波形的负脉冲数。
- **上升沿斜率**：上升沿阈值高电平与低电平之差除以上升时间。
- **下降沿斜率**：下降沿阈值高电平与低电平之差除以下降时间。
- **位速率**：将最小脉宽转换为 Hz 单位值。
- **数据速率**：单位时间内传递数据量。通过点击测量菜单的 *测量设置* > *测量项设置* 可调出数据速率设置对话框，或点击添加测量参数可调出数据速率设置窗口。设置如下:



A. 设置数据速率，全自动或半自动

B. 设置标称数据速率（仅在半自动模式可设置），用于判断测量结果的有效性。需满足以下条件，测量结果视为有效：屏幕内首位的数据速率大于该值的 2/3；该值设置需大于屏幕范围可测到的最大数据速率，即 1/(屏幕时间范围)

C. 点击“确认”，完成设置并添加测量参数。如需修改设置，请通过对话框进行设置

D. 点击“取消”，取消添加该参数，窗口关闭

17.3.4 通道延迟

通道延迟在任意两个模拟通道上进行，包含以下参数：



- **相位**：通道 A 与通道 B 之间相位差。该参数只有在能测量到通道 A 的完整周期才有效。
- **时滞**：通道 A 边沿与最近的通道 B 边沿的时间差。
- **FRFR**：通道 A 的第一个上升沿的中值点和通道 B 的第一个上升沿的中值点间的距离。

- **FRFF**：通道 A 的第一个上升沿的中值点和通道 B 的第一个下降沿的中值点间的距离。
- **FFFR**：通道 A 的第一个下降沿的中值点和通道 B 的第一个上升沿的中值点间的距离。
- **FFFF**：通道 A 的第一个下降沿的中值点和通道 B 的第一个下降沿的中值点间的距离。
- **FRLR**：通道 A 的第一个上升沿的中值点和通道 B 的最后一个上升沿的中值点间的距离。
- **FRLF**：通道 A 的第一个上升沿的中值点和通道 B 的最后一个下降沿的中值点间的距离。
- **FFLR**：通道 A 的第一个下降沿的中值点和通道 B 的最后一个上升沿的中值点间的距离。
- **FFLF**：通道 A 的第一个下降沿的中值点和通道 B 的最后一个下降沿的中值点间的距离。
- **Tsu@R**：数据（通道 A）相对时钟（通道 B）上升沿的建立时间。
- **Tsu@F**：数据（通道 A）相对时钟（通道 B）下降沿的建立时间。
- **Th@R**：数据（通道 A）相对时钟（通道 B）上升沿的保持时间。
- **Th@F**：数据（通道 A）相对时钟（通道 B）下降沿的保持时间。
- **△TimeMax**：通道 A 第一次最大值和通道 B 第一次最大值之间的时间差。
- **△TimeMin**：通道 A 第一次最小值和通道 B 第一次最小值之间的时间差。
- **△Time1~4**：△Time 两个沿之间的时间。通过点击测量菜单的 *测量设置* > *测量项设置* 可调出△Time 设置对话框，或点击添加测量参数可调出△Time 设置窗口。设置如下：





A. 设置开始沿（信源 A）的序号，屏幕左侧为起始点

B. 设置截止沿（信源 B）的序号，屏幕左侧为起始点

C. 设置开始沿的类型，上升沿或下降沿

D. 设置截止沿的类型，上升沿或下降沿

E. 设置开始沿的位置，可选择高值、中值或低值。阈值电平设置，详见“阈值电平“

F. 设置截止沿的位置，可选择高值、中值或低值。阈值电平设置，详见“阈值电平“

G. 点击“确认”，完成设置并添加测量参数。如需修改设置，请通过对话框进行设置

H. 点击“取消”，取消添加该参数，窗口关闭

17.4 测量趋势图

在测量设置对话框中点击 *工具* > *趋势图*， 可调出测量趋势图对话框。点击 *迹线* 选择函数迹线，点击 *趋势图* 选择测量参数，点击 *确认* 后开启功能并调出数学设置对话框。详见“测量趋势图”一节。

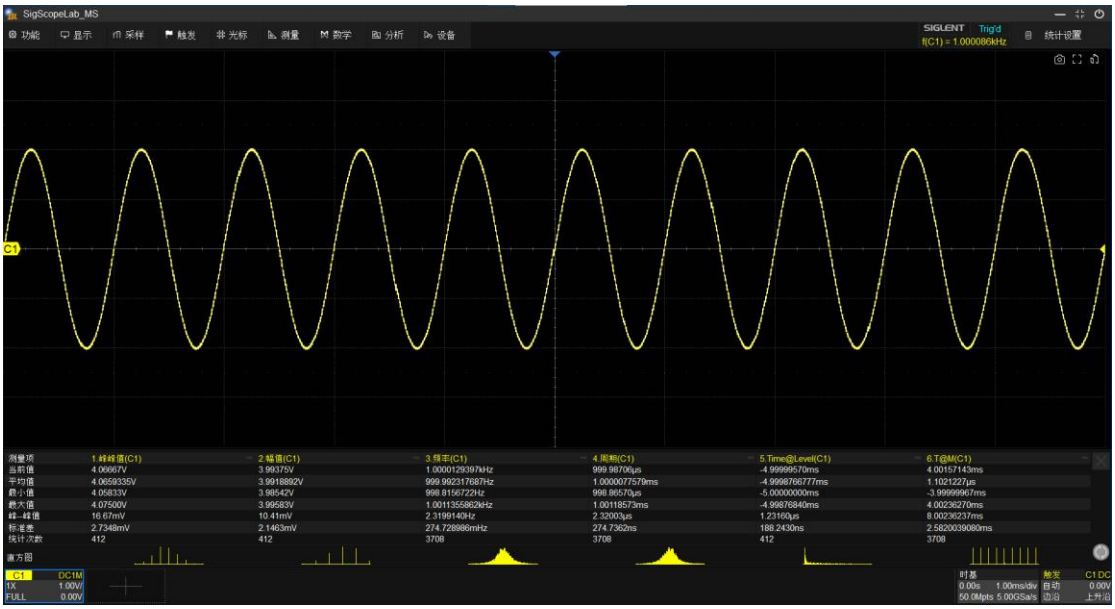
17.5 测量轨迹图

在测量设置对话框中点击 *工具* > *轨迹图*， 可调出测量轨迹图对话框。点击 *迹线* 选择函数迹线，点击 *轨迹图* 选择测量参数，点击 *确认* 后开启功能并调出数学设置对话框。详见“测量轨迹图”一节。

17.6 显示模式

高级测量模式下，支持两种显示模式：M1 模式和 M2 模式。通过 *测量设置* > *显示模式* 进行设置。

M1 模式下，一次显示最多 6 个参数测量。开启测量统计，统计信息按行分布在测量项下方。点击固定列进行添加、替换测量项。



M2 模式下，一次显示最多 12 个参数测量，用户可在 *显示测量项总数* 中修改上限值。开启测量统计，统计信息按列分布在测量项右侧。点击固定行进行添加、替换测量项。M2 模式下无法显示直方图的缩略图。勾选 *隐藏空项* 可将未设置测量项的空行隐藏不显示，使界面保持紧凑。通过右侧滑动条上下滚动浏览其他测量项。



17.7 测量统计

在测量对话框下点击 *统计设置* 可进入统计设置对话框。

A. 设置测量最大统计次数。设置范围 0 ~ 1024，或无限制。无限制时，将累计统计次数；有限制时，当达到最大统计次数 N 以后，测量仅统计最近 N 次的测量值。且限制统计时，周期类测量项仅统计每帧第一个周期测量值

B. 设置最大 AIM 次数。仅当最大统计次数设置为“无限制”时有效。设定范围为 1 ~ 100000

C. 设置 M2 显示模式下，显示测量项总数

D. 设置保存测量结果时的测量次数，设定范围 1000~1000000

E. 保存测量结果设置，可将测量历史值保存至文件中

F. 统计值清零并重新开始统计

G. 返回上一级菜单



在增加测量参数后，可以查看该参数测量的统计数据和测量值的分布情况，了解该指标的变化情况。

测量项	1.峰峰值(C1)	2.幅值(C1)	3.频率(C1)	4.周期(C1)	5.Time@Level(C1)	6.T@M(C1)
当前值	4.06458V	3.99167V	1.000285338kHz	999.97147μs	-4.99947260ms	4.00108772ms
平均值	4.0670623V	3.9939731V	999.991937796Hz	1.000080749ms	-4.999859440 1ms	1.0812939μs
最小值	4.05833V	3.98542V	998.7194021Hz	998.38316μs	-5.00000000ms	-4.00045561ms
最大值	4.07917V	3.99792V	1.001619453 6kHz	1.00128224ms	-4.99854608ms	4.00247679ms
峰-峰值	20.84mV	12.50mV	2.9000515Hz	2.89908μs	1.45392μs	8.00293240ms
标准差	2.9203mV	2.2094mV	284.233585mHz	284.2501ns	206.2743ns	2.582010641 0ms
统计次数	1111	1102	9567	9504	1031	9054

当前值 -- 最新的测量值

平均值 -- 历史所有测量值的算术平均

最小值 -- 历史所有测量值的最小值

最大值 -- 历史所有测量值的最大值

峰峰值 -- 历史所有测量值的最大值 - 最小值

标准差 -- 历史所有测量值的标准偏差，用于判断历史测量参数的分布

统计次数 -- 已获得的测量值个数

点击测量设置对话框的 *清除统计* ，或点击参数统计区的  符号可重新开始统计。

当 SFP 检测到被测波形被截断时，测量值后将出现一个额外的溢出指示器：



波形在顶部截断，真实值大于当前显示值



波形在底部截断，真实值大于当前显示值



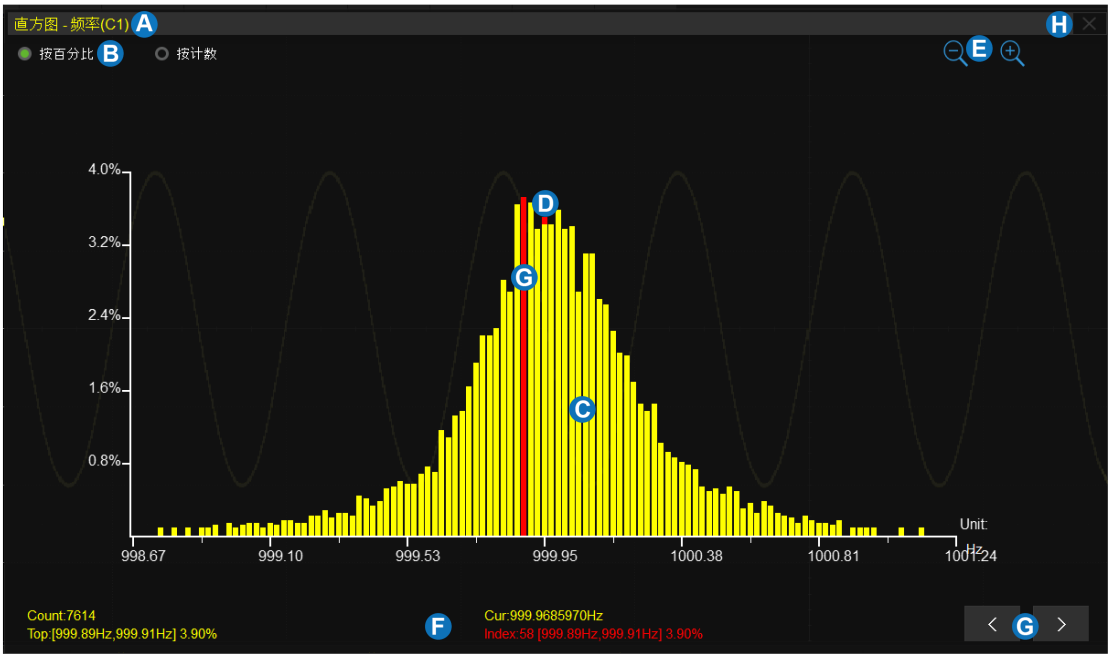
波形在顶部和底部均截断，真实值大于当前显示值

17.8 统计直方图

开启统计直方图后，在统计区域底部条形直方图以列的形式显示测量结果统计次数，用户可以直观地查看该参数测量值的分布情况。直方图的颜色与指定信源的颜色一致。



点击测量参数对应的直方图区域，即可放大直方图，方便用户查看细节。点击其他测量参数直方图即可切换对应的放大直方图。



A. 测量参数显示区域

B. 测量结果统计表示方式：按百分比或计数

C. 直方图显示区域。X 轴为测量值，Y 轴为测量值的概率或出现次数

D. 指示当前测量点。不同测量源，指示点的颜色可能不同

E. 放大/缩小直方图区域。点击多次可连续放大/缩小

F. 直方图信息显示区域。显示信息包含：测量统计次数、测量当前值、测量最大值的区间及概率、当前索引的测量值区间及概率（仅放大后才可显示）

G. 调节当前索引值（仅放大后才可显示）

H. 关闭放大直方图

17.9 基本测量

基本测量可同时打开指定通道的所有自定义垂直测量、水平测量和混合测量参数，并全部显示在屏幕上的基本测量区域。测量参数的字体颜色与指定的信源颜色一致。



17.10 门限测量

有时用户可能想对信号的某个时间范围进行参数测量，而忽略其它部分。在这种情况下，可以使用分析门限。详见“分析门限”一章。

17.11 幅度策略

用户根据不同类型的输入信号，选择相应的幅度计算策略，可以使顶端值、底端值测量更加准确。

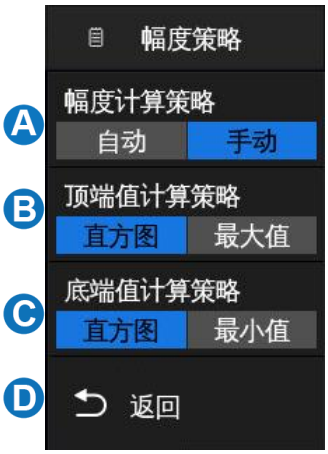
在测量对话框下点击 *测量设置* > *幅度策略* 可进入幅度策略设置对话框。

A. 设置幅度计算策略。设置为自动时，将根据输入信号自动选择幅度计算策略以保证测量值的准确性

B. 设置顶端值计算策略。设置为直方图时，将对大于峰峰值 1/2 的值进行统计，概率最大的值认定为顶端值；设置为最大值时，将波形最大值认定为顶端值

C. 设置底端值计算策略。设置为直方图时，将对小于峰峰值 1/2 的值进行统计，概率最大的值认定为底端值；设置为最小值时，将波形最小值认定为底端值

D. 返回上一级菜单



17.12 阈值电平

用户可自定义信号的幅度范围进行测量。更改默认阈值可能会改变相关测量项的测量结果，如：周期、频率、正脉宽、负脉宽、正占空比、负占空比、正脉冲串宽度、负脉冲串宽度、延时、T@M、上升时间、下降时间、相邻周期抖动、周期数、上升沿个数、下降沿个数、边沿总数、正脉冲数、负脉冲数、延迟类测量项。

在测量对话框下，点击 *测量设置* > *阈值电平设置* 可进入阈值电平设置对话框。

A. 设置测量阈值信源

B. 选择阈值类型

C. 设置高值

D. 设置中值

E. 设置低值

F. 返回上一级菜单



阈值类型

百分比：按照波形的百分比进行设置。低值和高值的设置范围为 1% ~ 99%，其中低值不得高于中值和高值。

绝对值：按照垂直方向范围进行设置。绝对阈值取决于通道档位、垂直位移、探头系数。在设置绝对阈值之前，应首先设置这些值。低值和高值限制在屏幕上的数值范围之内。如果任一绝对阈值高于或低于最小或最大波形值，测量可能就会无效。

18 数学运算

18.1 概述

SFP 支持多种运算，运算的算子包括：算术运算（加法、减法、乘法、除法、平均值、增强分辨率、恒等、相反、最大保持和最小保持等）、代数运算（导数、积分、平方根、绝对值、符号、指数、对数、插值等）、频率分析（FFT）、滤波、测量运算（趋势图、轨迹图），同时也支持公式编辑器自定义运算。数学运算所产生的波形用“F1”、“F2”、“F3”、“F4”、“F5”、“F6”、“F7”或“F8”标记，且可通过光标进行测量或自动测量。

通过点击屏幕上方的 *数学* 菜单栏，或点击通道参数区的 + 再选择 *函数 1* 、 *函数 2* 、 *函数 3* 、 *函数 4* 、 *函数 5* 、 *函数 6* 、 *函数 7* 或 *函数 8* ，即可调出数学设置对话框。

A. 选择迹线（F1、F2、F3、F4、F5、F6、F7 或 F8）

B. 开启/关闭函数运算

C. 选择运算。点击参数区域调出运算设置页面，选择信源和算子

D. 设置数学运算的垂直档位

E. 设置数学运算的标签。点击进入标签设置菜单栏，用户可自定义标签内容及显示

F. 设置波形可见/隐藏

G. 设置数学运算的垂直位移。数学运算结果的垂直档位和垂直位移也可以在数学通道参数区设置，参考“垂直设置”

H. 开启或关闭反相功能，同“垂直设置”中的反相



数学波形单位

不同的算子对应的运算结果有不同的量纲。因此在 *垂直档位* 一栏显示的单位不尽相同：

数学运算	单位
加（+）或减（-）	V、A 或 U（此单位为当前两个波形单位不一致做运算）
乘（*）	V^2、A^2 或 W
除（/）	无单位、Ω（电阻单位欧姆）、Sie（电导单位西门子）
恒等（y）或相反（-y）	V、A
FFT	dBVrms、Vrms、dBArms、Arms、dBm
d/dt	V/S（伏/秒）或 A/S（安/秒）
∫dt	Wb（韦伯）或 C（库伦）
√	V^1/2 或 A^1/2
lyl	V、A
Sign	V、A
Exp 或 Exp10	V、A
ln 或 lg	V、A
intrp	V、A

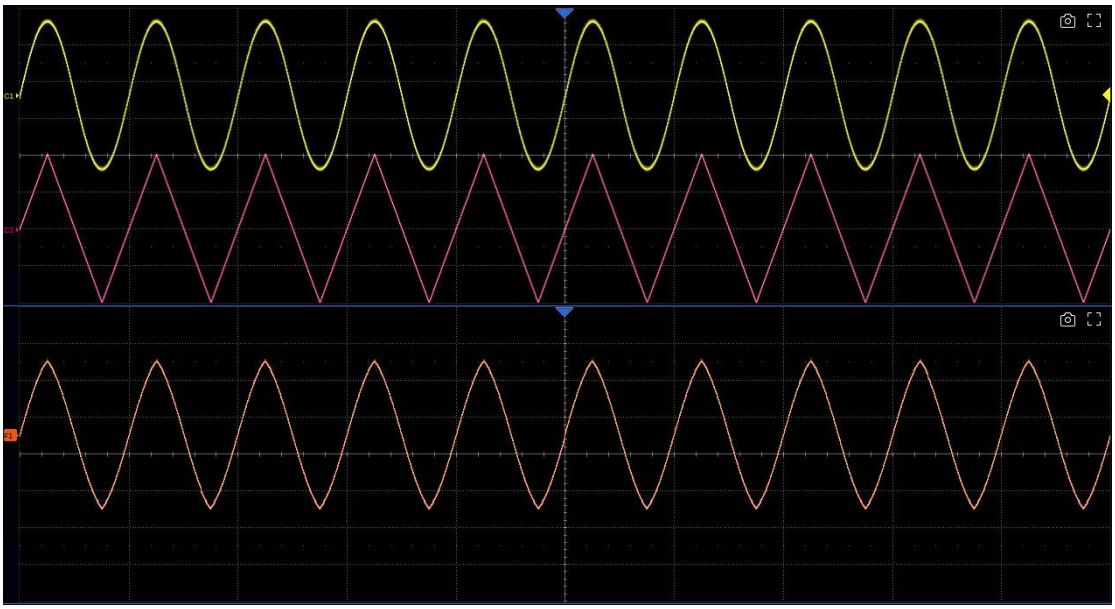
18.2 算术运算

SFP 支持的算术运算：加法（+）、减法（-）、乘法（*）、除法（/）、恒等（y）、相反（-y）、平均值、增强分辨率、最大保持和最小保持。

18.2.1 加法/减法/乘法/除法

在任意两个模拟通道上执行加法/减法/乘法/除法操作。信源 A 和信源 B 的值将逐点进行相应的运算，并显示结果。

下图是执行 F1 = C1 + C2 的例子：



18.2.2 恒等和相反

在任意一个模拟通道上执行恒等和相反操作。信源 A 的值将逐点进行相应的运算，并显示结果。下图是执行 F1 = – C1 的例子：

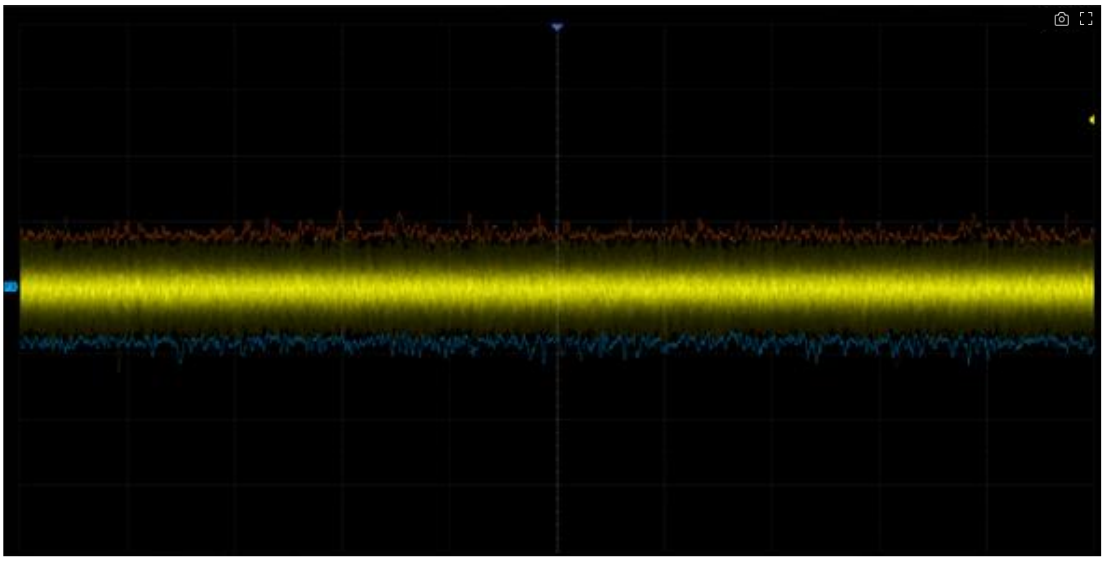


18.2.3 平均值和增强分辨率

平均值和增强分辨率的运算方法与采集模式中的平均值和增强分辨率相同，详见“采集方式”一节。两处的区别在于：采集模式是硬件处理，速度快，刷新率高；数学运算是软件处理，速度相对较慢，但可以结合其它算子进行复合运算。

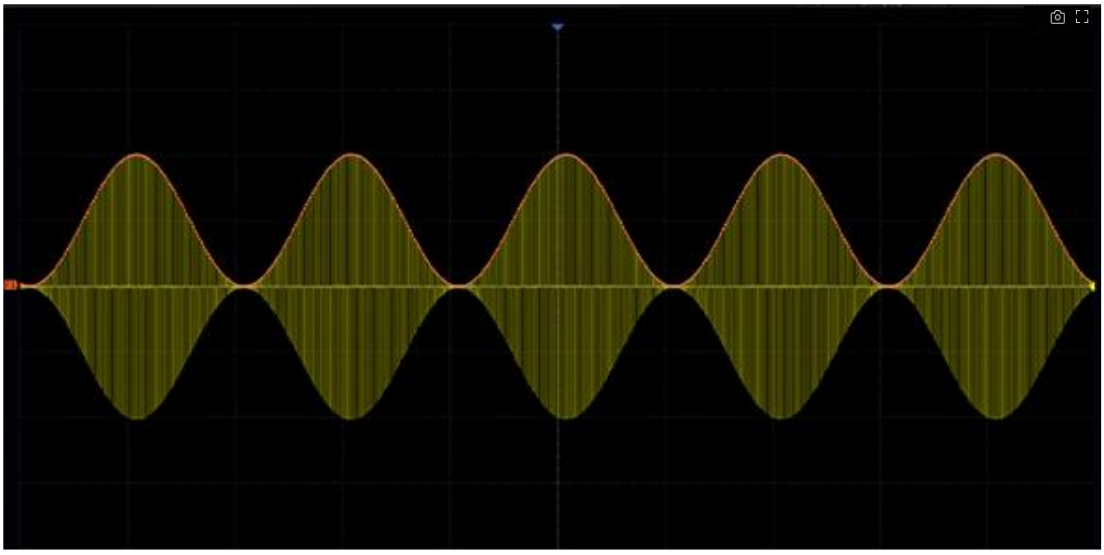
18.2.4 最大保持和最小保持

最大保持和最小保持是基于多帧的统计运算，在同一个水平位置上取多帧对应的点的最大值/最小值作为结果。下图是最大保持和最小保持的示意：



18.2.5 包络

显示调幅（AM）输入信号的振幅包络，基于 FFT 实现希尔伯特变换，获取解调后的包络波形。下图是解包络的示意：



18.3 代数运算

SFP 支持的代数运算：微分（d/dt）、积分（∫dt）、平方根（√）、绝对值|y|、符号、指数（e 为底）、指数（10 为底）、自然对数（ln）、常用对数（lg）和插值。

18.3.1 微分

微分（d/dt）使用“点到点间平均斜率估计”公式求出所选源的导数。可以使用求微分测量波形的瞬间斜率。例如，运算放大器的转换速率。微分方程为：

$$\mathrm{di} = \frac{y(i+dx) - y(i)}{dx}$$

其中：

d = 微分波形。

y = 源数据点的电压值。

i = 数据点索引。

dx = 点到点时间差。

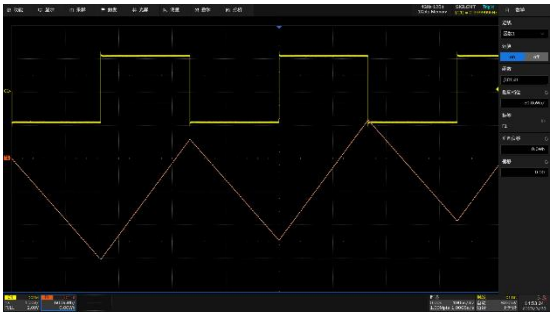
在微分菜单中，“dx”选择范围为 1~当前最大点数，单位为点数。

由于微分运算对噪声很敏感，在执行微分运算时，最好将示波器的波形获取方式设置为“平均”或“高分辨率”模式。

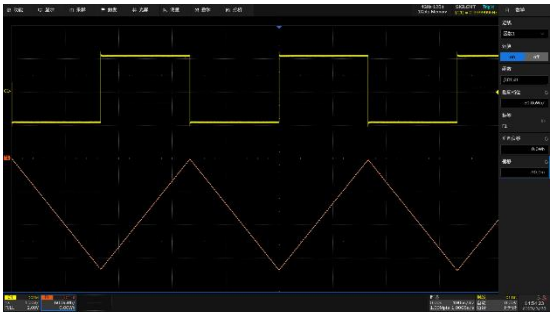
18.3.2 积分

积分运算是对屏幕上的波形序列求积分。

积分运算菜单下设置 *偏移* 功能，为输入信号输入 DC 偏移校正因数。如果积分函数输入中有 DC 偏移（或者出现较小的示波器偏移校正误差），均有可能导致积分函数输出沿“斜坡”上升或下降。使用 DC 偏移校正，有助于拉平积分波形。

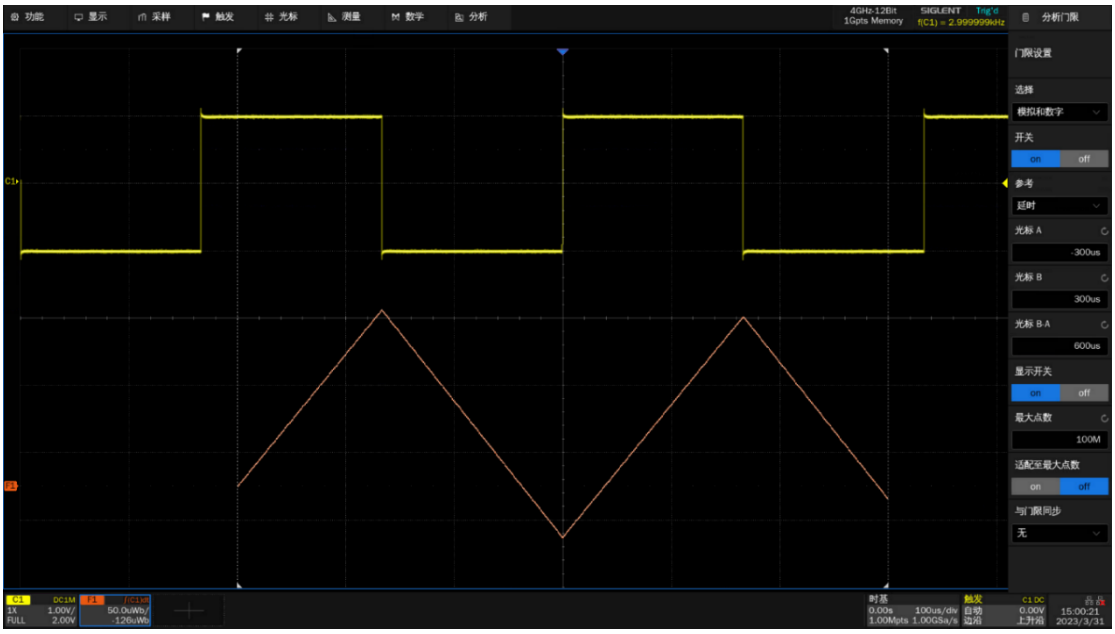


无偏移校正



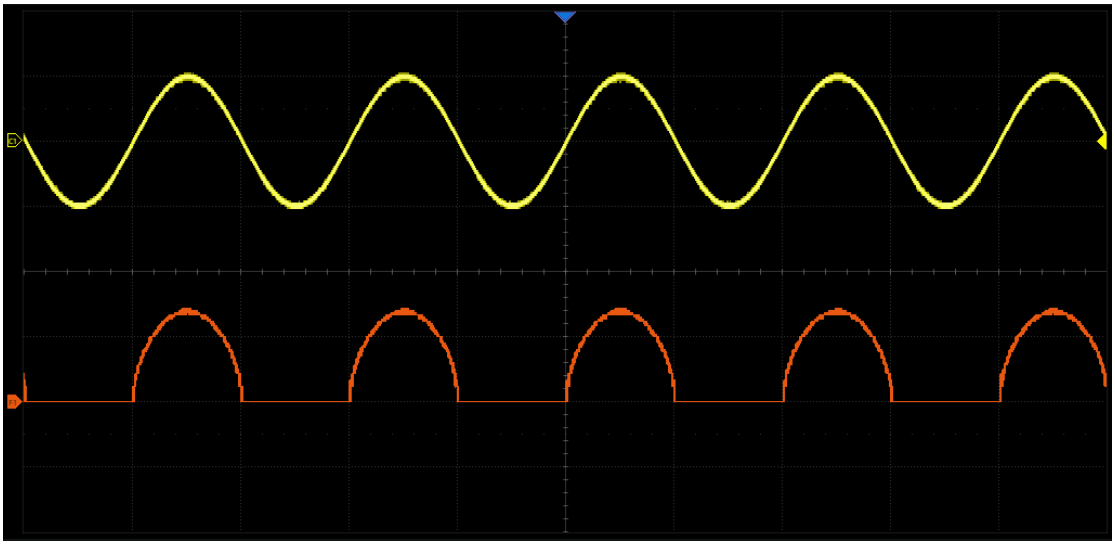
有偏移校正

此外，积分运算可以在指定的门限区域内进行。点击 *分析* > *门限分析* ，开启门限功能，然后设置 *光标 A* 和 *光标 B* 来确定门限。详见“分析门限”一章。



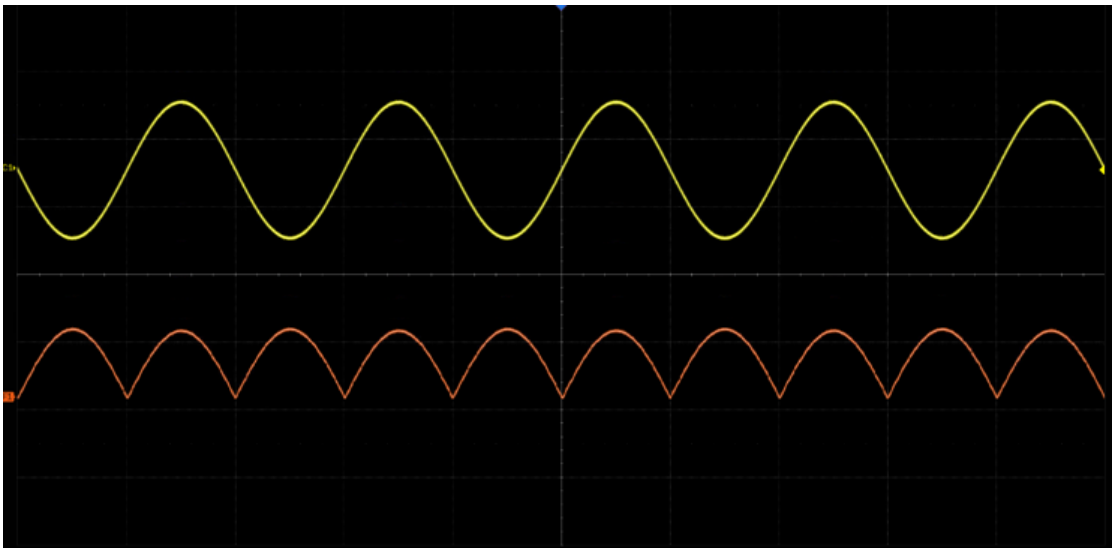
18.3.3 平方根

平方根（√）计算所选源的平方根。当波形值为负（接地电平下方波形）时，计算结果显示为零。



18.3.4 绝对值

绝对值（|y|）计算所选波形的绝对值。



18.3.5 符号

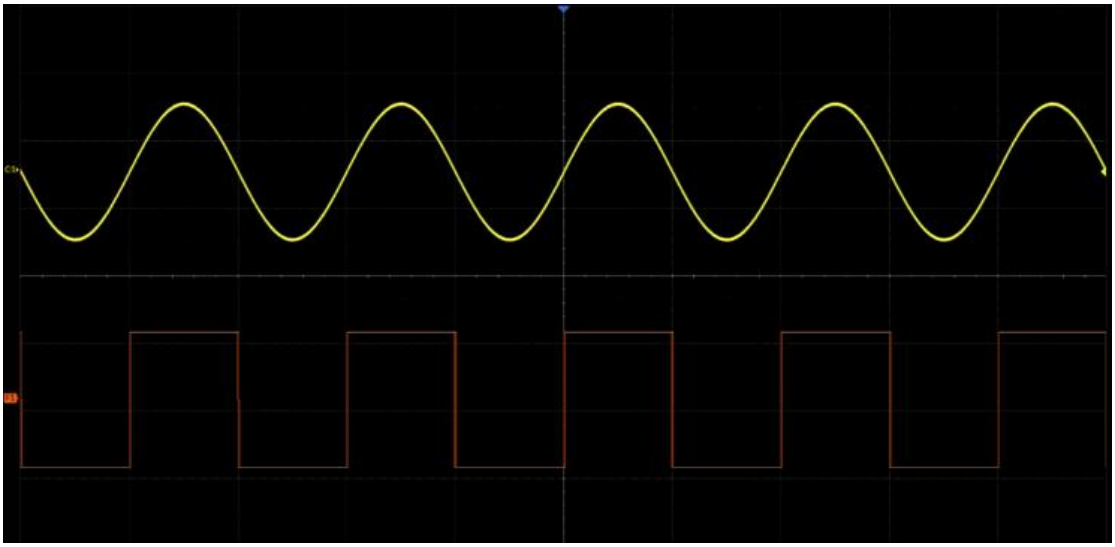
符号运算计算波形的正负性。

例如：计算 sign(x)时，

当 x > 0，sign(x) = 1；

当 x = 0，sign(x) = 0；

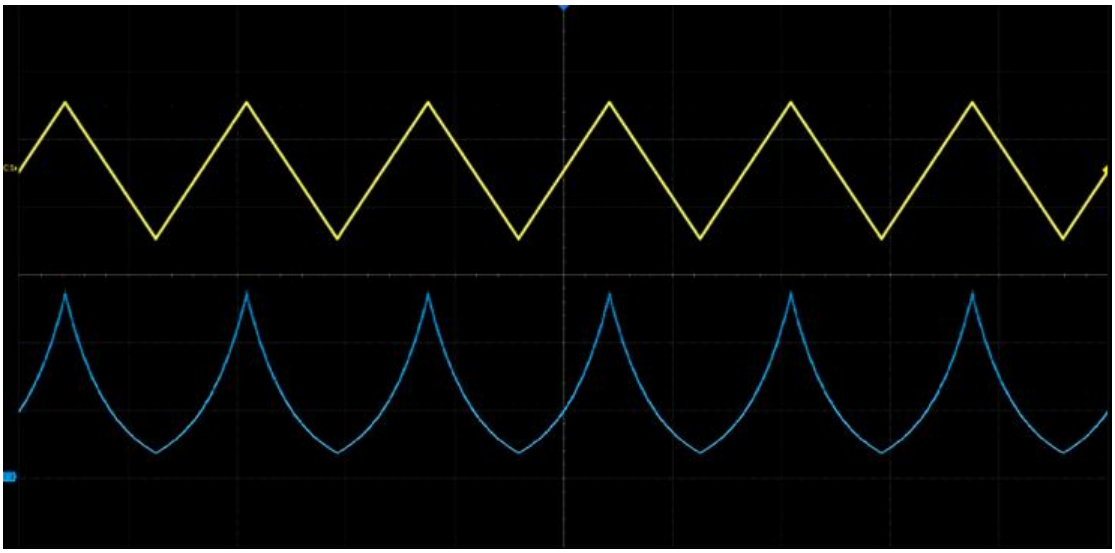
当 x < 0，sign(x) = -1



18.3.6 指数

指数运算包括以常数 e 为底的指数运算e^x，和以 10 为底的指数运算10^x。

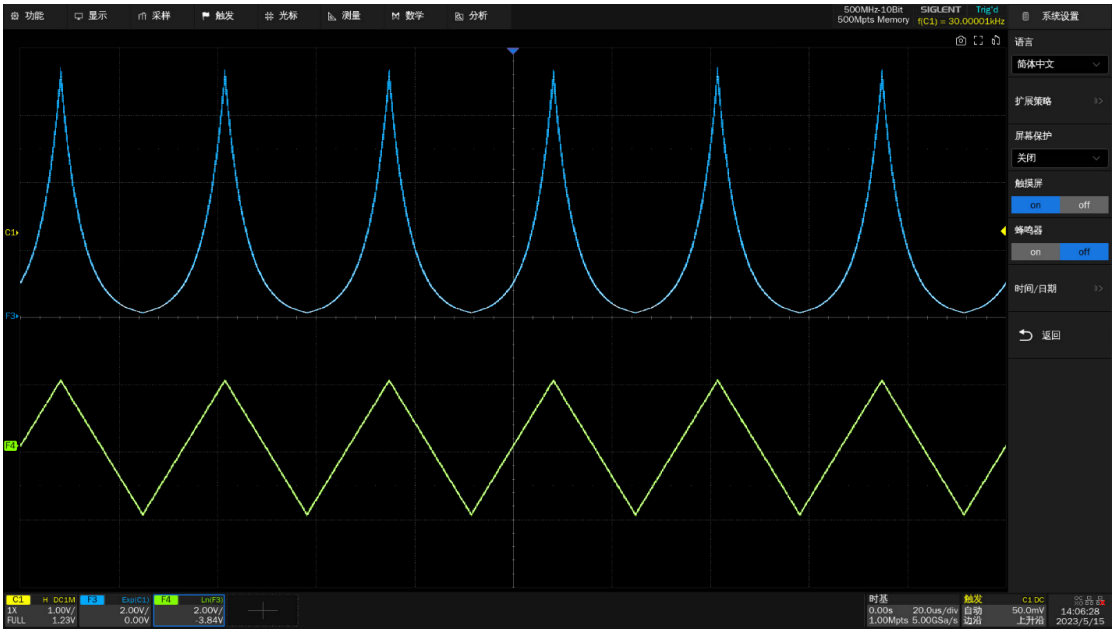
例如：e^x指数运算。



18.3.7 对数

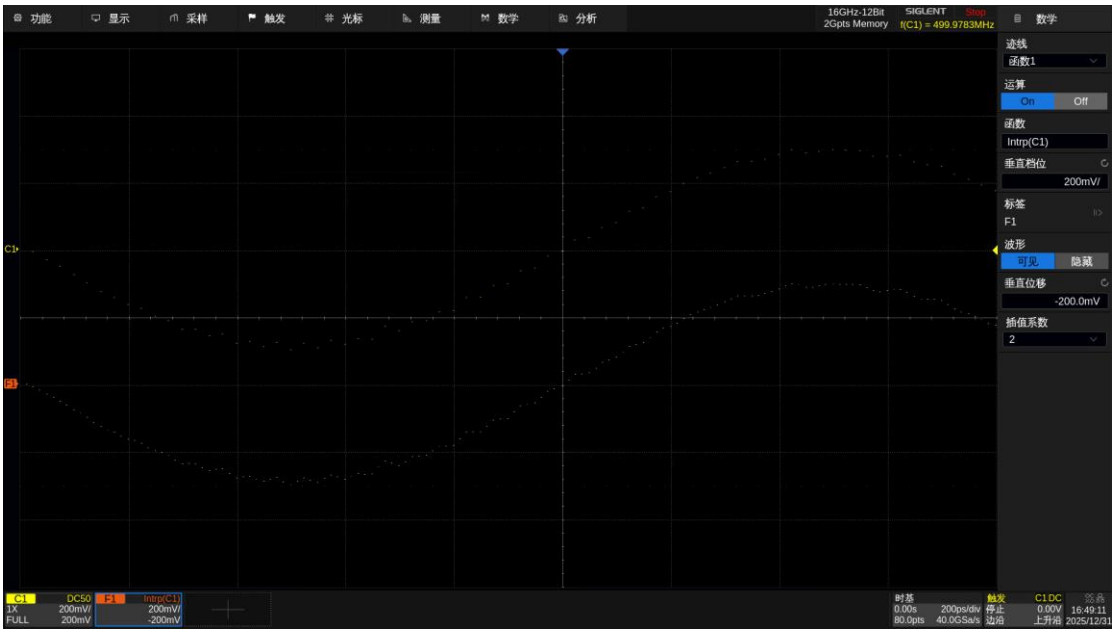
对数运算包括对自然对数（ln）运算和常用对数（lg）运算。在进行对数运算时，当波形值为负（接地电平下方波形）时，计算结果显示为零。

例如：F3=e^x，其中 x 为三角波函数。下面对 F3 进行自然对数运算，F4=Ln(F3)。

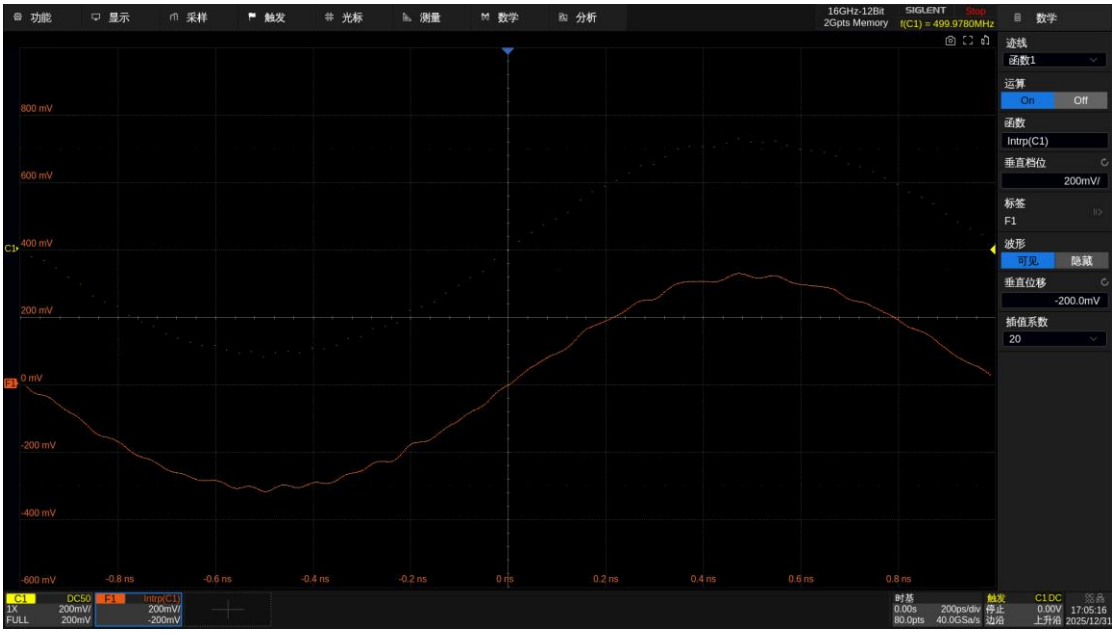


18.3.8 插值

插值运算在相邻采样点间，按照所选内插方式和插值系数进行插点。其中内插方式可通过 *采样 > 内插方式* 进行设置，插值系数可设置为：2，5，10 或 20。



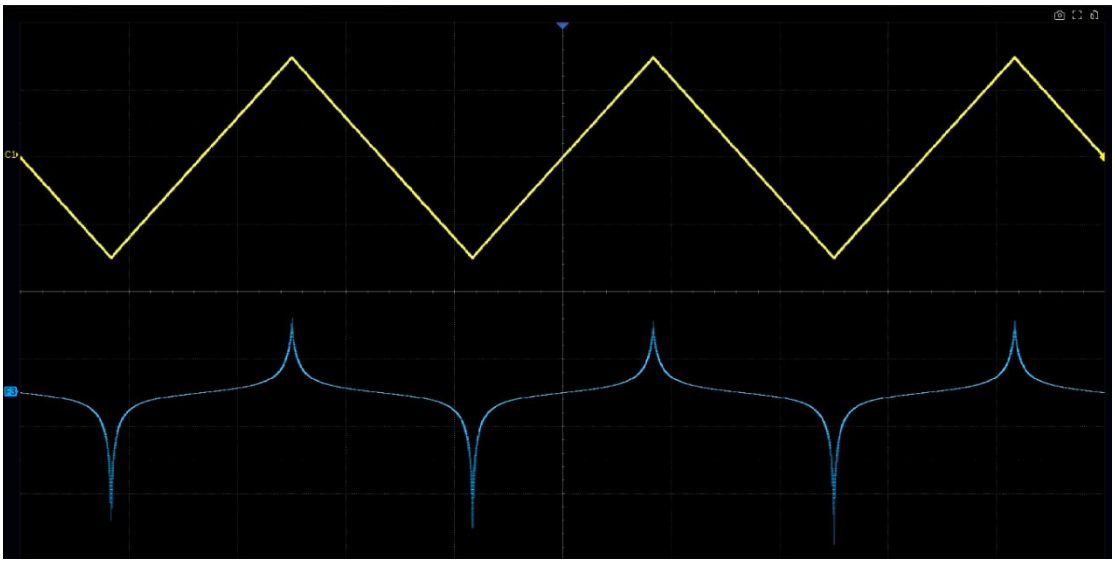
插值系数=2



插值系数=20

18.3.9 正切

对波形进行三角函数的正切运算，运算源默认为弧度单位。



18.3.10 反正切

对两个波形进行反三角函数的反正切运算，运算结果单位可选择弧度或角度。Atan(srcA,srcB)象限判断如下：

当 srcB>0 时，arctan(srcA/srcB)；

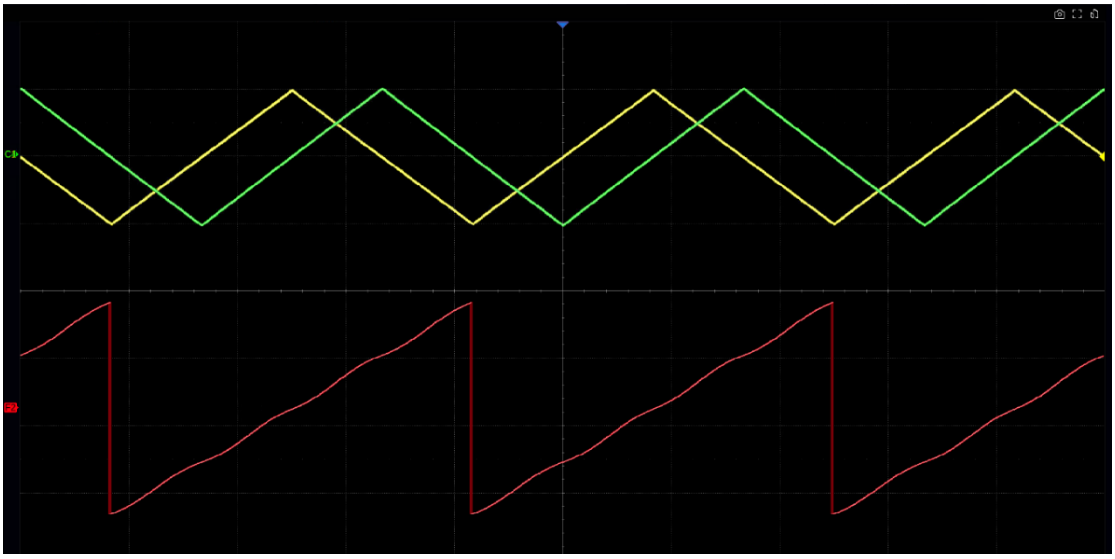
当 srcB<0、srcA>=0 时，arctan(srcA/srcB)+π；

当 srcB<0、srcA <0 时，arctan(srcA/srcB)-π；

当 srcB=0、srcA>0 时，π/2；

当 srcB=0、srcA<0 时，-π/2；

当 srcB=0、srcA=0 时，结果无效。



18.4 滤波

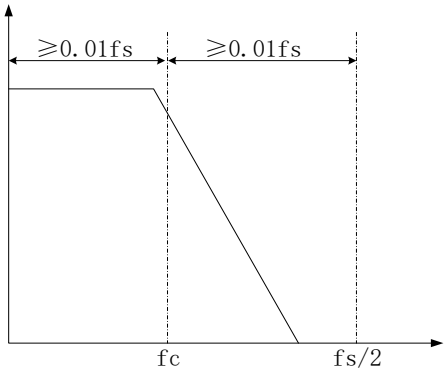
SFP 中的滤波器操作提供具有以下类型的 FIR（有限脉冲响应）滤波和 IIR（无限脉冲响应）滤波：低通、高通、带通和带阻。其中 FIR 滤波器高达 200 阶，可以达到 0.01*fs 的滚降。您只需设置滤波类型和截止频率，仪器将自动计算滤波所需的系数；IIR 滤波器则需要设置合适的滤波器原型（巴特沃斯、切比雪夫 I、切比雪夫 II 以及贝塞尔）、阶数（1-8）、滤波类型和截止频率。

A. 选择是否让示波器根据滤波配置自动设置采样率。详情见下文
B. 设置 IIR 滤波器原型：巴特沃斯、切比雪夫 I、切比雪夫 II 和贝塞尔。切比雪夫 I 需设置通带纹波，范围 0.1~5 dB；切比雪夫 II 需设置阻带衰减，范围 1~80 dB
C. IIR 滤波阶数：1~8。带通和带阻阶数只能为偶数
D. 滤波类型：低通、高通、带通和带阻
E. 截止频率。对于带通和带阻，有两个截止频率，分别是上限截止频率和下限截止频率。截止频率处的衰减约为 3 dB
F. 返回上一级菜单

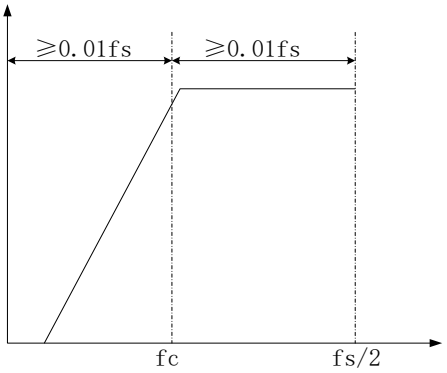


自动调整采样率

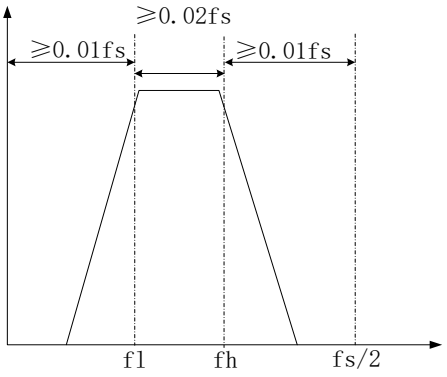
与理想的“矩形”滤波器不同，由于阶数限制，实际的 FIR 滤波器从通带滚降到阻带。本仪器的 200 阶 FIR 可提供快至 0.01*fs（其中 fs 是采样率）的滚降，这意味着在指定采样率下设置截止频率时存在一些限制。下图详细显示了限制：



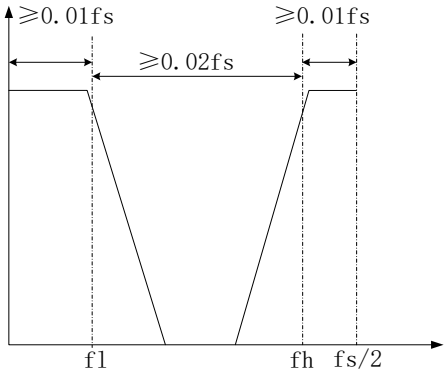
低通



高通



带通

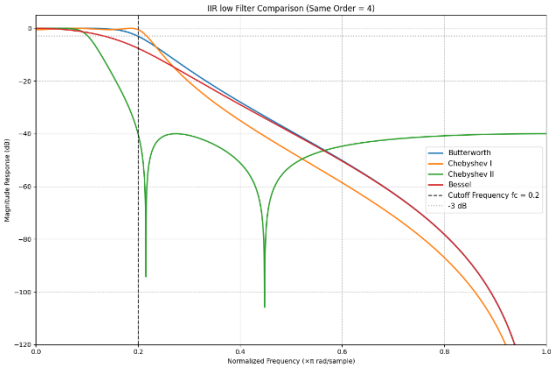


带阻

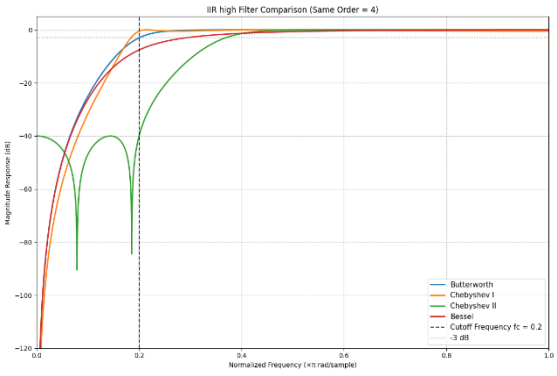
以低通滤波器为例。要求截止频率（fc）不小于 0.01*fs（即 fc≥0.01*fs），且 fc 加上 0.01*fs 宽的滚降范围不超过第一奈奎斯特区域（即（fs/2）-fc ≥ 0.01fs）。如果 fs＝5GSa/s，则截止频率（fc）的合法范围为 50MHz~2.450GHz。

如果预期 fc 在某采样率下超出合法范围，则需要更改采样率。例如，当 fs＝1 GSa/s 时，设置 fc＝5 MHz 是非法的，因此我们必须将 fs 降低到 500 MSa/s 以满足限制（fc ≥ 0.01*fs）。

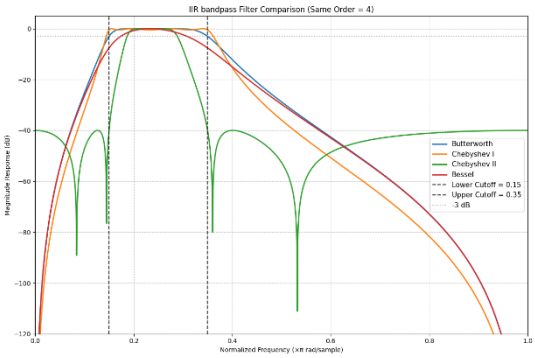
IIR 滤波器通过选择滤波器类型和阶数来实现滚降的控制，想获得更加陡峭得滚降，可设置更高的阶数或选择合适的滤波器类型（如：切比雪夫）。下图显示了在相同阶数下，不同 IIR 滤波器类型的滚降特性：



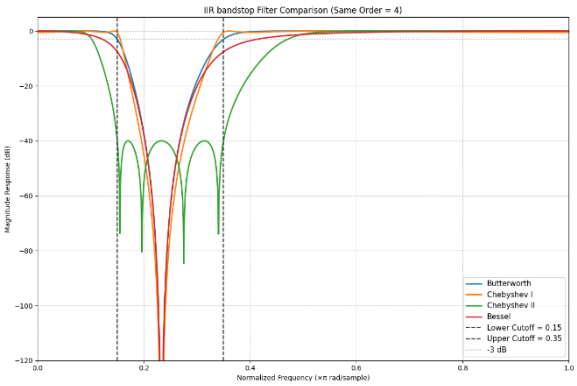
低通



高通



带通



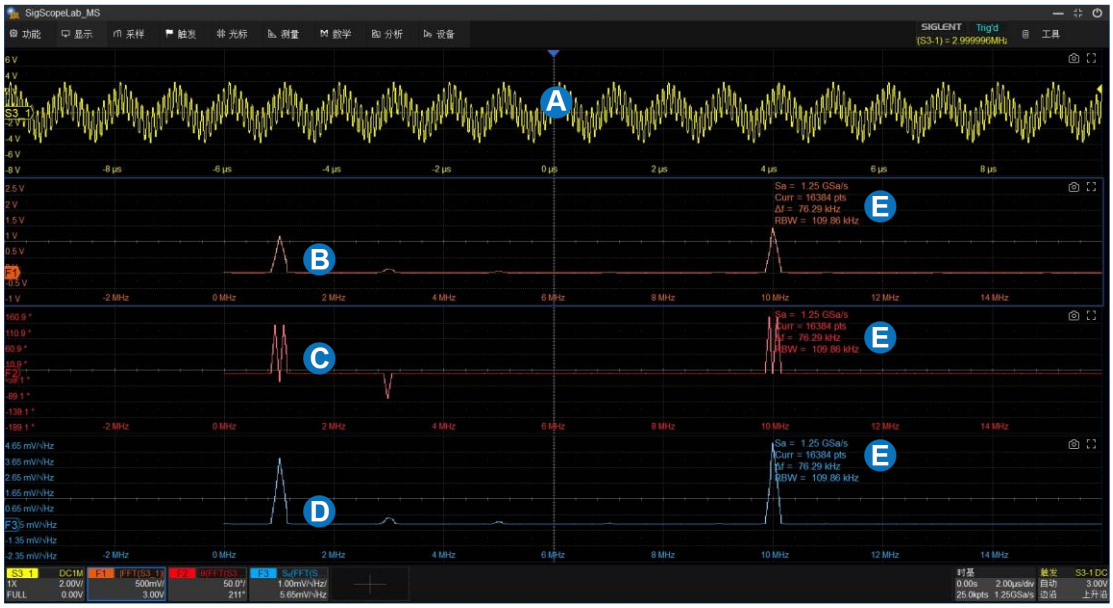
带阻

具有滤波器先验知识并熟悉本仪器操作的专业用户，可以根据感兴趣的截止频率手动设置采样率。否则，我们建议开启“自动调整采样率”选项。在此模式下，示波器强制将存储模式设置为“固定采样率”，并自动调整采样率以适应截止频率。有关存储模式的详细信息，请参阅“存储模式”小节。

当截止频率设置得非常低时，采样率可能不满足奈奎斯特定理（即 fs 不再大于等于输入最高频率的两倍）。请始终保持合理的采样率。

18.5 频率分析

FFT 对指定的时域数据（Cx、Fx 或 Mx）进行快速傅立叶变换。FFT 幅度谱的运算结果是输入信号频率幅度关系，FFT 相位谱的运算结果是输入信号的频率相位关系。此时 MATH 水平轴的读数从时间变化为频率(Hz)，而垂直轴的读数从伏变化为 dBVrms、dBm 或 Vrms(或从安变化为 dBArms 或 Arms)。对于 FFT 相位谱，垂直轴则以度、弧度或秒为单位，对于 FFT 相位谱，垂直轴则以度、弧度或秒为单位；对于 FFT 功率密度谱，垂直轴则以 dBm/Hz、W/Hz 或 Vrms/√Hz（或 Arms/√Hz）为单位。



A. 时域波形

B. FFT 幅度谱波形

C. FFT 相位谱波形

D. FFT 功率密度谱波形

E. FFT 参数显示区

参数显示区

频谱波形显示区的右上角有 FFT 参数显示：



Sa -- FFT 采样率，FFT 运算结果将呈现第一奈奎斯特域（DC~Sa/2）的频谱。注意 FFT 采样率可能和时域的采样率不一致。假设最大点设置为 2 Mpts：

- 当时域采样点数 N 小于 2 Mpts 时，FFT 在时域序列中取前面最接近 N 的 2 的整数次幂个点做运算，此时 FFT 采样率 = 时域采样率。
- 当时域采样点数 N 大于 2 Mpts 时，FFT 对时域序列先进行 D 倍抽取，再在抽取结果中取前 2M 个点，此时 FFT 采样率 = 时域采样率/D。例如：时域采样率 5GSa/s，点数 5Mpts，此时 FFT 会先对时域波形进行 2 倍抽取到 2.5 Mpts，再在 2.5 Mpts 数据中取前 2 Mpts 做 FFT 运算。此时 FFT 采样率= 5 GSa/s ÷ 2 = 2.5 GSa/s。

Curr -- 当前的 FFT 点数，值为 2 的整数次幂，最大支持到 2M（2,097,152）点

△f -- FFT 栅栏宽度，即 FFT 序列相邻两个点的频率间隔，与 FFT 的频率分辨率正相关

RBW -- 等效的分辨率带宽，与加窗相关。对于不同的窗函数，△f 与 RBW 有不同的比例关系

Avg -- FFT 平均次数，仅在 *FFT 模式* 设置为“平均”时显示，表示当前已完成的平均次数

在数学设置对话框中设置 *运算* 为 FFT，即可进行 FFT 的参数设置，点击 *配置* 进入配置菜单：

A. 设置 FFT 最大点数（2^n，n=10~21）

B. 设置窗口类型（矩形窗、布莱克曼窗、汉宁窗、海明窗和平顶窗）

C. 自动设置水平频率范围至全频率范围（0~f_s/2）

D. 自动设置峰值居中

E. 选择 FFT 模式（普通、平均和最大值保持）

F. 设置平均模式下的平均次数

G. 设置平均或最大保持模式复位



窗函数

使用窗函数可以有效减小频谱泄漏效应。SFP 提供多种窗函数，每种的特点及适合测量的波形不同。请仔细阅读下表，根据所测量的波形及其特点做出正确的选择。例如对于测量频率非常接近的双音信号，适合选择频率分辨率最好的矩形窗；对于幅度测量精度要求较高的场合，适合选择幅度分辨率最好的平顶窗。

窗函数类型	特点	主瓣宽度	旁瓣抑制	最大幅度测量误差
Rectangle 矩形窗	最好的频率分辨率 最差的幅度分辨率 与不加窗的情况等效	4π/N	-13dB	3.9dB
Hanning 汉宁窗	较好的频率分辨率 较差的幅度分辨率	8π/N	-32dB	1.4dB

窗函数类型	特点	主瓣宽度	旁瓣抑制	最大幅度测量误差
Hamming 海明窗	较好的频率分辨率 较差的幅度分辨率	8π/N	-43dB	1.8dB
Blackman 布莱克曼窗	较差的频率分辨率 较好的幅度分辨率	12π/N	-58dB	1.1dB
Flattop 平顶窗	最差的频率分辨率 最好的幅度分辨率	23π/N	-93dB	< 0.1dB
Gaussian 高斯窗	较好的频率分辨率 较好的幅度分辨率	6.0π/N	-42dB	1.69 dB
Harris 布莱克曼- 哈里斯窗	较好的频率分辨率 较好的幅度分辨率	8π/N	-92dB	0.83 dB

FFT 模式

普通 -- 直接显示每帧 FFT 运算结果。

最大值保持 -- 显示历史计算结果中的最大幅度结果，适用于检测非连续波，如偶发脉冲信号，或跳频信号。点击对话框上的 *复位* 可清除最大值保持结果，重新开始显示。

平均 -- 为减小信号上叠加的随机噪声成分的影响，可将 FFT 模式设为“平均”，如计算白噪声的功率谱。在 FFT 模式设为平均后， *FFT 模式* 下方将出现 *平均* 区域，在此可设置 FFT 平均的次数，范围 4 ~ 1024。点击对话框上的 *复位* 可重新开始平均值计算。

在数学设置对话框中点击 *垂直* ，即可进入 FFT 幅度谱或 FFT 相位谱的垂直参数设置菜单：

A. 设置 FFT 波形的垂直档位

B. 设置 FFT 波形的参考电平、参考相位

C. 设置 FFT 波形的垂直单位。对于幅度谱，可以设置 dBVrms，Vrms 和 dBm，其中 dBm 为功率单位，示波器会结合 *外部负载* 设置值来自动计算 dBm 值；对于相位谱，可以设置 Degree，Radian 和 Second；对于功率密度谱，可以设置 dBm/Hz、W/Hz 或 Vrms/√Hz。SFP 会结合 *外部负载* 设置值来自动计算 dBm 或 W 的值

D. 设置外部负载值，用于计算正确的 dBm 结果

E. 开启相位展开，将相位角连续累加，消除相位跳变，使其成为线性变化的相位

F. 设置相位展开阈值，相邻两个相位的差值超过该阈值，则认为发生相位跳变

G. 开启相位谱的噪声相位抑制，以获取有效相位信息

H. 设置相位噪声抑制阈值，幅度谱 Vrms 值小于该阈值的频点，其相位值将视为 0

I. 自动设置相位谱垂直参数





在数学设置对话框中点击 *水平* ，即可进入 FFT 水平参数设置菜单：

A. 设置 FFT 的扫频模式

B. 设置 FFT 波形的中心频率和频率范围

C. 设置 FFT 波形的起始频率和截止频率





单位

垂直轴单位可以是 dBm、dBVrms 或 Vrms。dBVrms 和 Vrms 分别应用对数方式和线性方式显示垂直幅度大小。如需在较大的动态范围内显示 FFT 频谱，建议使用 dBVrms。dBm 为功率单位，只有设置 *外部负载* 的值与实际被测信号的阻抗一致，才能得到正确的数值结果。

垂直控制

点击 *参考电平* 区域，通过滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置 FFT 波形的参考电平。

点击 *垂直档位* 区域，通过滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置 FFT 波形的垂直档位。垂直档位的缩放参考点为参考电平。

水平控制

点击 *中心频率* 区域，通过滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置 FFT 波形的中心频率。

点击 *频率范围* 区域，通过滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置 FFT 波形的频率范围。

点击 *起始频率* 区域，通过滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置 FFT 波形的起始频率。

点击 *截止频率* 区域，通过滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置 FFT 波形的截止频率。

FFT 波形工具

SFP 对 FFT 波形提供了两种工具：峰值和标记。峰值工具可以自动搜索符合条件的峰值点并标记在 FFT 波形上，最多支持标记 10 个峰值；标记工具在峰值工具的基础上，还可以自动搜索符合条件的谐波，并且用户可以控制每个标记序号的位置，最多可控制 8 个标记。

在数学设置对话框中点击 *工具* ，即可进入 FFT 工具菜单。

当 FFT 工具选择为峰值时，菜单显示如下：

A. 开启或关闭表格显示。开启后，结合 E 区域的 *峰值阈值* 和 F 区域的 *峰值偏移* 设置的值搜索到的峰值结果，将会显示在表格中

B. 开启或关闭表格中峰值点的频率显示

C. 开启或关闭表格中各峰值点幅度和频率增量显示

D. 峰值结果排序（幅度或频率）

E. 设置峰值阈值。峰值需大于峰值阈值才可判定为峰值

F. 设置峰值与左右极小值幅度的差值。差值需大于峰值偏移值，才可判定为峰值

G. 返回上一级菜单



当工具类型选择为标记时，菜单显示如下：

A. 控制标记。进入该菜单后，可控制各个标记的显示和位置

B. 标记峰值。该功能会结合 G 区域的 *峰值阈值* 和 G 区域的 *峰值偏移* 设置的值，自动标记满足条件的峰值

C. 标记谐波。该功能会自动标记 FFT 波形的各次谐波

D. 开启或关闭表格显示。开启后，标记的幅度值会显示在表格中

E. 开启或关闭频率显示。开启后，标记的频率值会显示在表格中

F. 开启或关闭增量显示。开启后，相对于标记 1 的幅度增量和频率增量会显示在表格中

G. 设置标记结果排序（编号、幅度或频率）

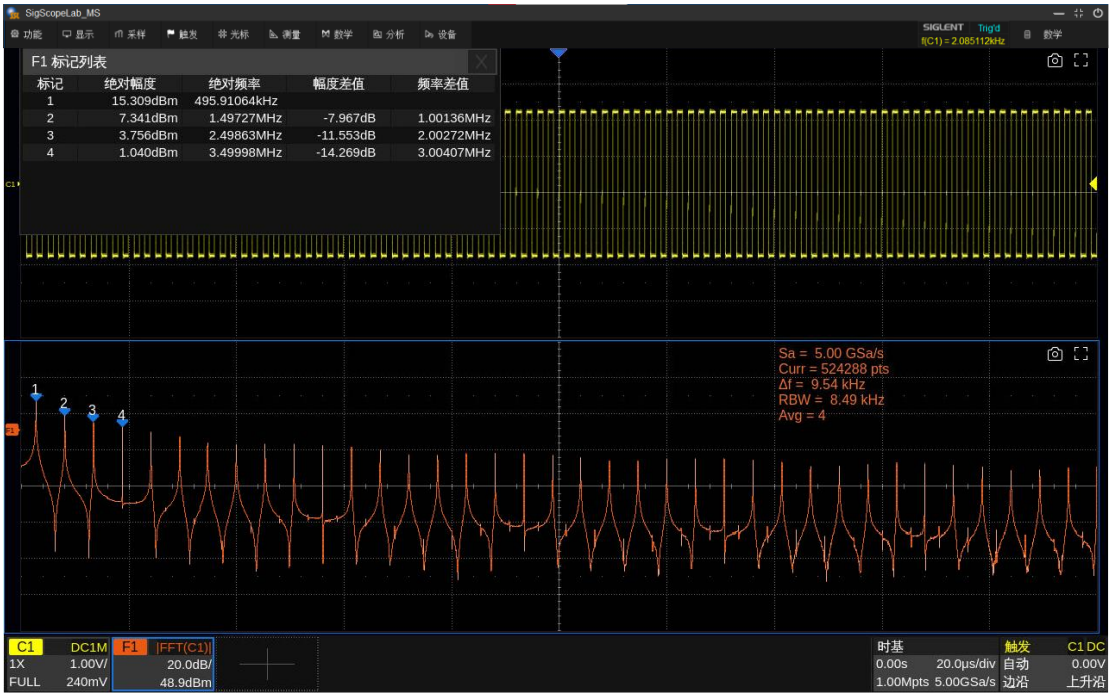
H. 设置峰值阈值。峰值需大于峰值阈值才可判定为峰值

I. 设置峰值与左右极小值幅度的差值。差值需大于峰值偏移值，才可判定为峰值

J. 返回上一级菜单



下图是对 FFT 波形进行峰值标记的结果：



测量 FFT 波形

要进行光标测量，先启用光标测量功能，然后指定光标的源为“F1“。使用 X1 和 X2 光标测量 FFT 波形频率值和两个频率值之间的差（ΔX）；Y1 和 Y2 光标测量幅度（以 dB 或 Vrms 为单位）和幅度差（ΔY）。

自动测量仅支持对 FFT 波形的最大值的测量。

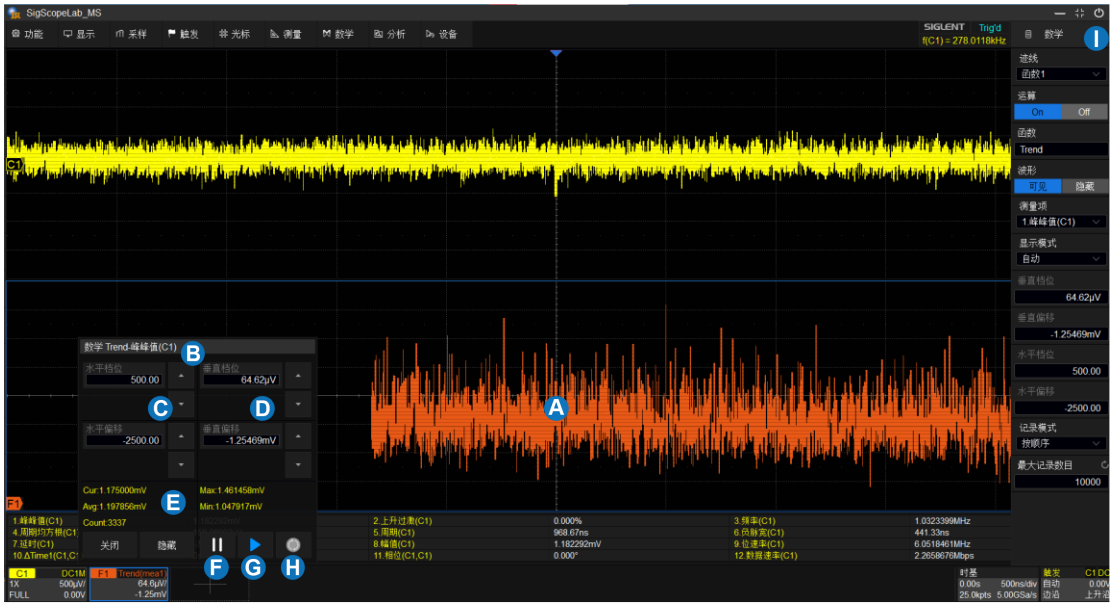
具有直流成分或偏差的信号会导致 FFT 波形成分的错误或偏差。为减少直流成分，可将信源的“通道耦合”设为“交流”方式。

18.6 测量运算

SFP 支持将测量数据通过数学运算以波形（趋势图和轨迹图）的形式展现出来，便于观察测量值的变化情况。

18.6.1 测量趋势图

在增加测量参数后，可以查看该参数测量值在一段时间内的变化趋势，了解该指标的长期变化情况。



A. 趋势图波形显示

B. 测量参数显示区域

C. 趋势图水平参数

D. 趋势图垂直参数

E. 趋势图统计信息：当前测量值、测量最大值、测量最小值、测量平均值和测量次数

F. 暂停记录。暂停显示新数据，后台仍在持续记录，点击开始记录后将显示所有数据

G. 开始记录

H. 重置统计。点击该按钮将清除趋势图统计信息数据和波形

I. 对话框

数学设置对话框中设置 运算 为 Trend，即可进行趋势图的参数设置：

A. 选择趋势图的源，仅支持高级测量模式下测量项

B. 显示模式。自动或手动

C. 设置垂直档位和垂直偏移，仅手动模式支持

D. 设置水平档位和水平偏移，仅手动模式支持

E. 记录模式。按顺序或按时间，设置为时间时，还需设置间隔时间

F. 最大记录数目。范围为［100,1000000]，默认值 10000



显示模式

自动模式 -- 根据测量值自动设置趋势图的垂直、水平参数。

手动模式 -- 可自定义趋势图垂直、水平档位和偏移。其水平参数受最大记录数目约束，垂直档位受自动模式垂直档位的约束。



自动模式　　手动模式

记录模式

按顺序 -- 按测量次数进行记录。当达到最大记录数目，将按序覆盖已记录数据。

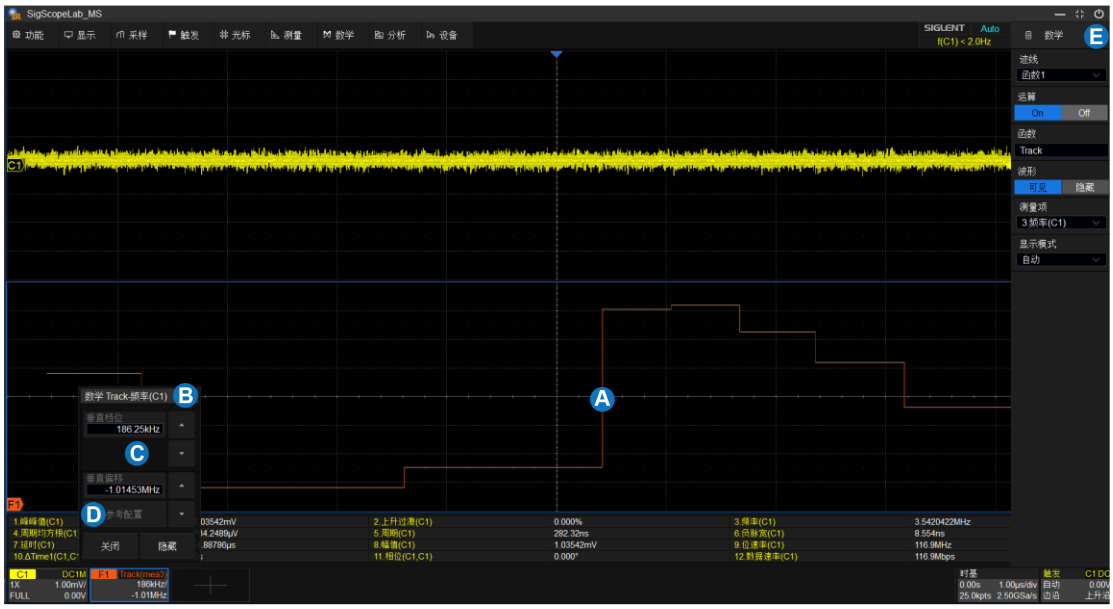
按时间 -- 按照时间间隔记录，设置范围为 [0.5,1000]s。

趋势图分析

- 趋势图波形支持部分垂直测量，如：最大值、最小值、峰峰值、平均值、标准差、均方根、中位数
- 趋势图波形数据支持导出。选择以二进制/csv /Matlab 格式保存，保存文件默认名为：”Fx_Trend_ 测 量 项 _ 信 源 A_ 信 源 B_ 截 止 日 期 _ 截 止 时 间 ”， 如 ：“F2_Trend_FRFR_C1_C1_20240412_115026”。保存相关操作详见“存储和调用实例”一节。
- 趋势图波形支持导入至内存波形。可作为内存波形的信源（Fx）或通过趋势图波形文件导入，导入操作详见“内存波形”一章。

18.6.2 测量轨迹图

对于水平测量参数如：周期、频率、正/负脉宽、正/负占空比、上升/下降时间、10~90%上升、90-10%下降、相邻周期抖动、T@M,以及混合测量参数：上升/下降沿斜率，可以通过轨迹图查看该参数测量值在一帧内的变化趋势，了解该指标的短期变化情况。



A. 轨迹图波形显示

B. 测量参数显示区域

C. 轨迹图垂直参数

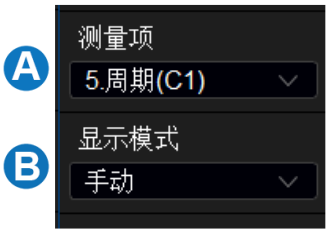
D. 参考配置

E. 对话框

在数学设置对话框中设置 运算 为 Track，即可进行轨迹图的参数设置：

A. 选择轨迹图的源，仅支持高级测量模式下测量项

B. 显示模式：自动、手动或仅压缩



显示模式

自动模式 -- 根据测量值自动设置趋势图的参数。

手动模式 -- 可自定义轨迹图垂直档位和偏移，垂直档位受自动模式垂直档位约束。

仅压缩模式 -- 逐步压缩垂直档位。

轨迹图分析

- 轨迹图波形支持部分垂直测量，如：最大值、最小值、峰峰值、平均值、标准差、均方根、中位数
- 轨迹图波形数据支持导出。选择以二进制/csv /Matlab 格式保存，保存文件默认名为："Fx_Track_测量项_信源A_截止日期_截止时间"，如："F2_Track_Period_C1_20240412_115026"。保存相关操作详见"存储和调用实例"一节。
- 轨迹图波形支持导入至内存波形。可作为内存波形的信源（Fx）或通过趋势图波形文件导入，导入操作详见"内存波形"一章。

18.7 公式编辑器

点击运算页面中的 *公式编辑器* 调出编辑器：



A. 公式显示文本框

B. 文本框操作区域，可对已输入的公式进行清除、修改等操作

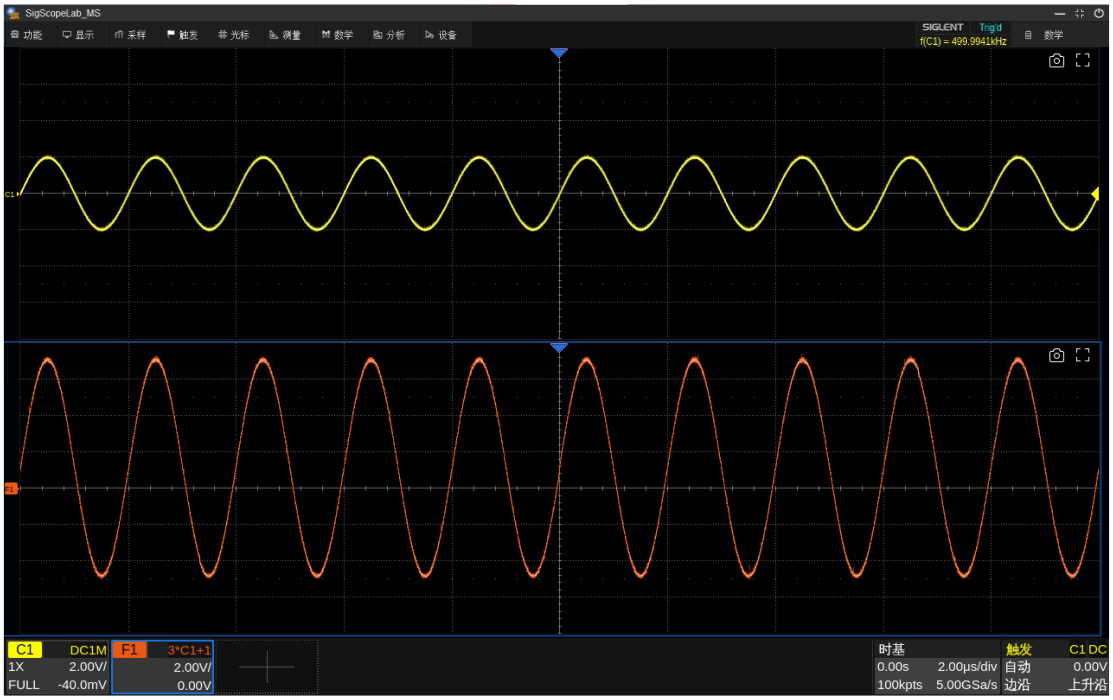
C. 特殊运算符

D. 运算信源。其中 Mea 为高级测量下的测量结果，结合键盘数值选择指定测量结果作为常量进行运算

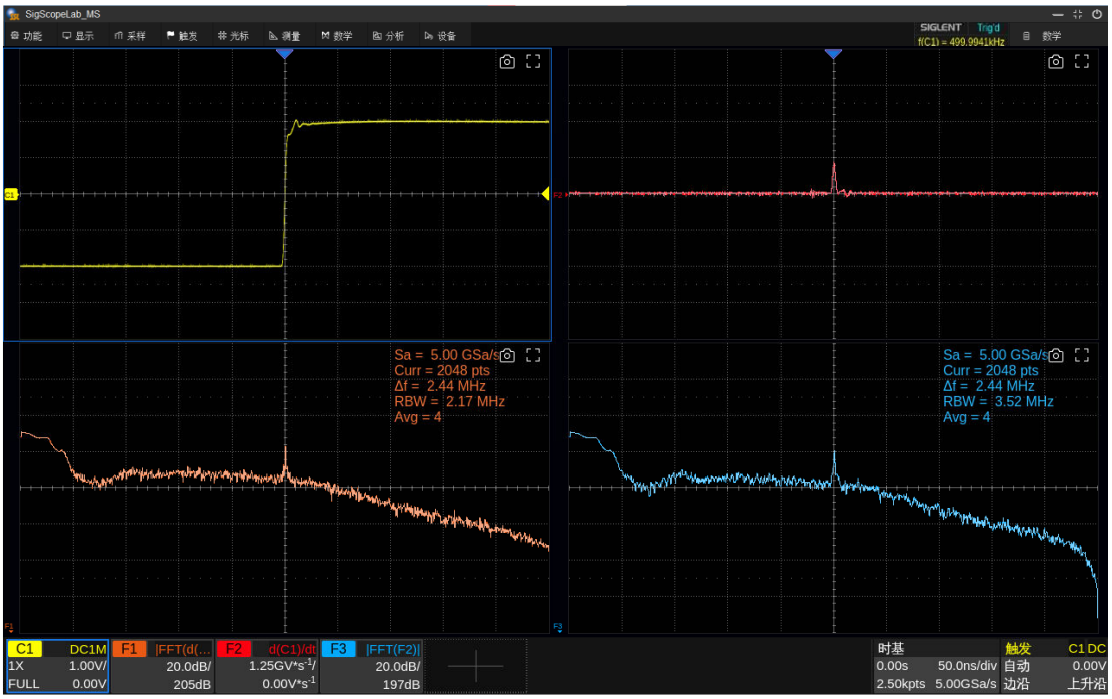
E. 键盘区域，其中包含基本算术运算符加法（+）、减法（-）、乘法（*）、除法（/）

F. 确认按键，公式输入后按下“确认”即可生效

下图是通过公式编辑器执行 F1 =（3*C1）+1V 的例子：



下图是通过公式编辑器实现算子间嵌套运算的例子：



此例使用了两种嵌套运算的方式，来实现对 C1 波形的微分运算结果的 FFT 分析：

1. 利用数学运算波形之间的嵌套运算：F2=d(C1)/dt，F3=FFT(F2)
2. 利用公式编辑器直接输入公式 F1=FFT(d(C1)/dt)

从上图 F1 和 F3 的结果对比来看，二者是等效的。

19 内存波形

模拟通道（Cx）、缩放波形（Zx）、数学函数（Fx）、内存波形和文件中的波形可以导入到可用的内存波形（M1~M8）中，并显示在屏幕上，以便与当前波形进行比较。内存波形采用原始数据的格式，拥有独立的时基参数，并可以用作数学、测量和解码等分析功能的源。



A. 通道原始波形

B. 内存波形

C. 内存波形信息显示区域

D. 内存波形设置对话框

导入方式

将波形导入至内存波形的方式有很多，可按下述任一方式进入内存波形对话框：

- 点击通道参数区的 + ，在 *内存波形* 页选择 *M1* ~ *M8* 。
- 点击顶部菜单栏 *功能* > *存储/调出* 进入存储对话框，选择存储类型为“保存至内存波形”。
- 点击顶部菜单栏 *功能* > *存储/调出* 进入调出对话框，选择调出类型为“波形”，然后将波形文件导入至内存波形。通过此方式可同时导入多个波形，详见“导入多波形”小节

内存波形对话框的详情如下：

A. 选择内存波形的位置（M1~M8）

B. 开启或关闭内存波形

C. 选择信源（C1~C2、Z1~Z2、F1~F8、M1-M8或文件）

D. 执行将 C 指定的波形保存到 A 指定的位置

E. 设置波形可见/隐藏

F. 设置内存波形的标签。点击进入标签设置菜单栏，用户可自定义标签内容及显示

G. 设置内存波形垂直参数

H. 设置内存波形水平参数

I. 调出内存波形信息显示栏，包括：源、垂直参数、水平参数、采样率和点数



导入多波形

将波形文件导入至内存波形时，当文件中含有多个通道数据时，可同时导入至不同的内存波形。多通道文件保存请参考“存储类型”小节，通过以下方式调出多通道文件：

- 点击通道参数区的 + ，在 *内存波形* 页选择 *从文件...*
- 点击顶部菜单栏 *功能* > *存储/调出* 进入调出对话框，选择调出类型为“波形”
- 点击 *文件管理* 选择多通道文件后，点击 *调出* 进入多波形导入页面：



A. 文件中的所有通道，将依次按序排列

B. 选择导入至的内存波形，也可选择不导入

C. 点击 *导入* ，将各通道数据导入内存波形

调节内存波形

参考下述方式调节内存波形：

拖动鼠标移动内存波形位置。

点击内存波形参数区在其上方会弹出通道设置的快捷菜单，可快捷设置垂直档位、位置参数。参考“垂直设置”。

调出内存波形对话框进行设置。

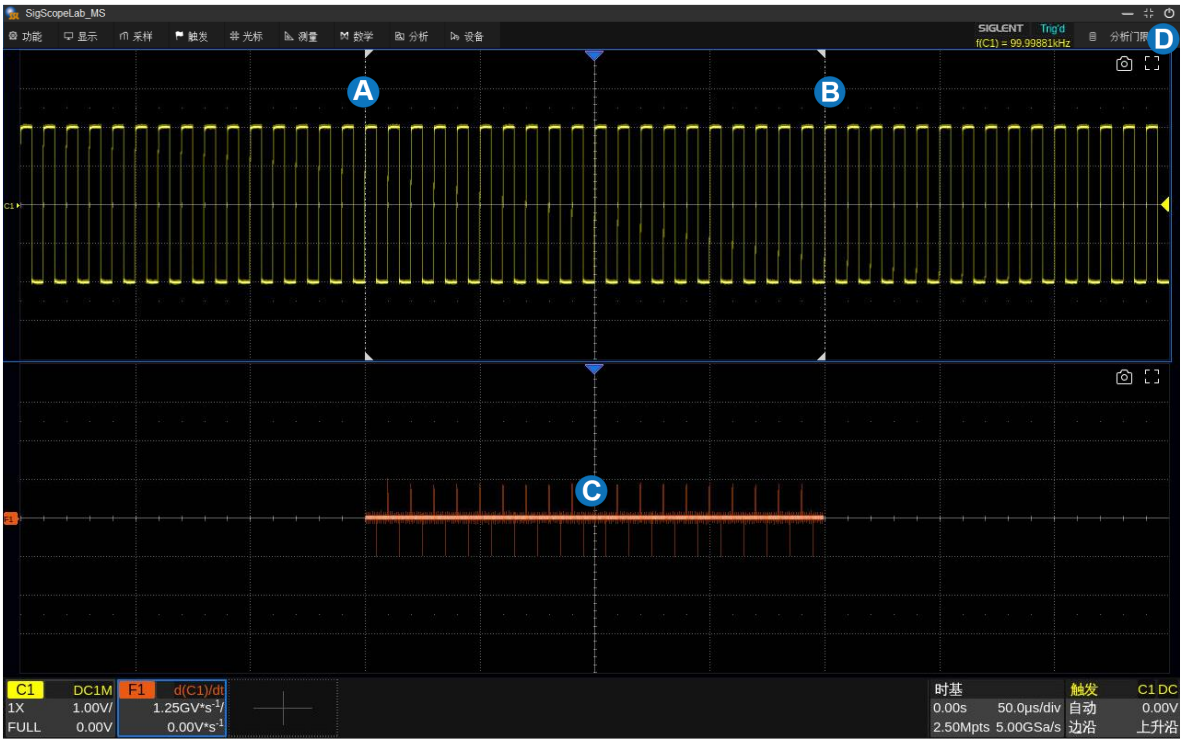
在水平设置菜单中，开启 *同步* 源后，调节源的水平参数时，将同步调整内存波形。

内存波形保存在设备的 RAM 中，掉电或重启后会丢失。如果想将波形保存为非易失数据，请使用存储数据文件的操作将数据存储到指定的存储路径中（详见“存储和调用”一章）。保存的二进制文件（*.bin）可以导入内存波形中。

20 分析门限

20.1 概述

SFP 支持分析门限，仅对门限内的波形进行测量、数学运算、解码等分析功能。用户根据实际测试场景，手动开启分析门限。需要注意的是，存储深度大于分析门限的最大点数时，将自动开启分析门限，此时无法手动关闭。



A. 分析门限光标 A。门限开关或移动后会显示光标名称，3s 后自动隐藏

B. 分析门限光标 B

C. 门限内分析功能结果。图中以数学运算为例

D. 分析门限对话框

分析门限的对话框说明如下：

A. 打开门限快捷设置页面

B. 选择需要设置门限的源（模拟和数字或 M1-M8）

C. 打开或关闭门限

D. 设置门限光标参考位置（延时或屏幕位置）

E. 设置门限光标 A 的位置

F. 设置门限光标 B 的位置

G. 同时移动门限光标 A、B

H. 打开或关闭门限显示

I. 波形用于门限分析的最大点数。限制分析门限的范围

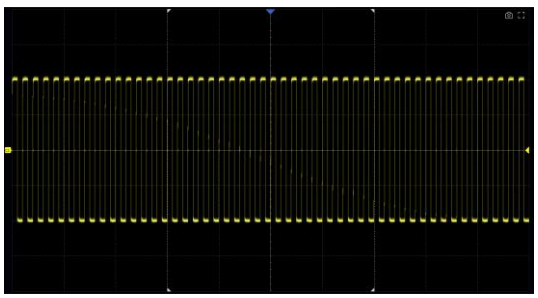
J. 适配至最大点数。打开后，会以当前门限中心，将门限范围设置到最大点数

K. 与其他源进行门限同步。选择同步源后，将和同步源的门限位置保持一致。当前源门限范围小于同步源时，则会同步至其最大位置，并标记警告

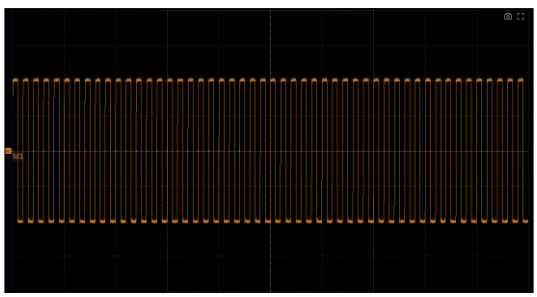


门限选择

分析门限源支持模拟通道、内存波形（M1-M8），每个源的门限相互独立。模拟通道的门限显示为白色虚线，内存波形的门限显示为与其波形颜色一致的虚线矩形框，如下图所示：



模拟和数字



内存波形

门限参考

延时 -- 在水平档位变化时，门限光标的值保持不变

屏幕位置 -- 在水平档位变化时，门限光标按屏幕上固定网格的位置保持不变

20.2 门限快捷设置

点击 *门限设置* 调出快捷设置对话框，可同时设置多个通道的门限，设置参数同菜单栏。点击 *全选* ，所有参数均被选中，可一键设置所有源的同一参数。点击 *取消选择* ，即可退出全选状态。



21 导航

点击菜单栏的 *分析* > *导航菜单* ，打开导航设置对话框。

SFP 为用户提供两种导航模式，分别是时间导航，和历史帧导航。以下为您详细介绍如何对导航功能相关设置。

时间导航

时间导航下示波器将根据用户设置的方向自动匀速调整水平方向的延时。



在导航对话框中点击 *类型* ，选择导航类型为“时间”。

时间导航下用户有两种方式导航：

点击 *时间* 区域，用户可以滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置时间值。

按下导航键 ◂‖▸ 可向前，停止或向后播放。多次按下 ◂ 或 ▸ 按键可以加快播放速度。有“低速”，“中速”，“高速”三种速度级别。

历史帧导航

开启历史波形功能后，可以使用导航功能播放采集的历史帧。关于历史波形，请参考“历史（History）模式”一节。



在导航对话框中点击 *类型* ，选择导航类型为“历史帧”。

点击 *帧数* 区域，用户可以滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置历史帧号。也可点击菜单中的导航键 ◂‖▸ 向前、停止或向后播放采集的历史帧。

点击 *列表* 区域，可打开历史帧列表。

点击 *列表时间类型* 区域，设置列表中事件一列的显示类型。此设置仅在列表开启时有效。

22 SignalScan

点击 *分析* > *SignalScan* ，可调出软件搜索的设置菜单。

SignalScan 可根据用户设置的搜索条件，软件上对采集的信号进行自动搜索，并使用红色竖线或矩形框标记。区别于硬件搜索，支持的搜索条件更丰富，但搜索速度会相对更慢。关于软件搜索的详细说明参考相关文档。

23 模板测试

23.1 概述

SFP 可以基于正常信号创建模板，通过判断输入信号是否在模板内来监测信号的变化情况，可用来查找异常波形或进行生产线测试。其检测结果可以通过屏幕显示出来，也可从触发输出信号（即辅助输出信号）来提示。当通过测试使能时，辅助输出的信号自动切换为 Pass/Fail 脉冲，辅助输出信号设置终端请参考“终端设置”小节。



A. 禁入区，绿色背景色区域以外的区域。当波形中有点进入该区域时，这些点将呈现不同于正常波形颜色的淡红色（All In 和 Any In 的情况）

B. 信息显示区，统计已通过的帧数、失败的帧数、总共的帧数和失败率

C. 对话框

执行 *分析* > *模板测试* 即可调出模板测试的设置对话框：

A. 开启/关闭测试

B. 选择测试的信源（C1 ~ C2、F1~F8、M1~M8）

C. 选择判断类型（All In，All Out，Any In，Any Out）

D. 设置模板（规则）

E. 开启/关闭操作。点击来开始或停止测试。若在测试过程中关闭操作，则停止测试，信息框中参数值立即停止变化；再次打开操作即重新开始测试，此时信息框中参数值被清除并重新开始计数。

F. 开启/关闭显示信息

G. 开启/关闭失败即停。选择“开启”后，若示波器检测到一个失败波形便停止采集

H. 开启/关闭失败截图。选择“开启”后，若检测到失败波形则会截屏并存储到 SFP 安装路径下的目录 \storage\local\SIGLENT



23.2 模板设置

点击 *规则设置* 来设置规则。规则设置有两种类型，一种是通过设置水平和垂直数值创建规则，另一种是通过绘制多边形模板创建规则。

A. 根据波形创建规则

B. 使用多边形模板自定义规则

C. 从文件管理器中调出规则

D. 开启/关闭模版跟随

E. 返回上一级菜单



23.2.1 创建规则模板

可以基于现有的波形轨迹创建模板：

A. 设置模板在水平方向上与波形的间距

B. 设置模板在垂直方向上与波形的间距

C. 根据 A 和 B 设置的条件创建模板

D. 保存模板文件

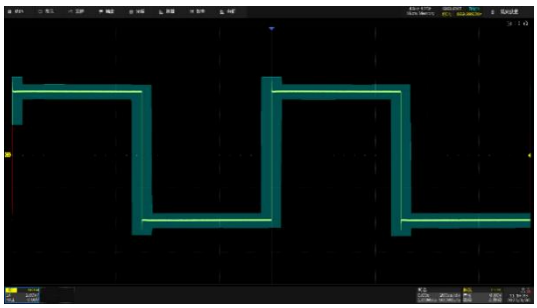
E. 返回上一级菜单



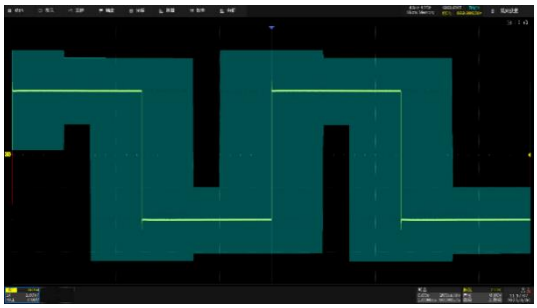
模板测试下，用户通过对要检测信号创建特定规则（包括设置信号的水平调整范围和垂直调整范围），然后观测信号是否超出规则范围来检测信号变化。

请按以下方法创建信号规则：

分别设置 *水平 X* 和 *垂直 Y* 的数值（单位为 div），然后执行 *创建规则* 以应用当前创建的规则。水平和垂直调整范围为 0.08 div ~ 4.00 div。



水平 X=0.2 div，垂直 X=0.2 div

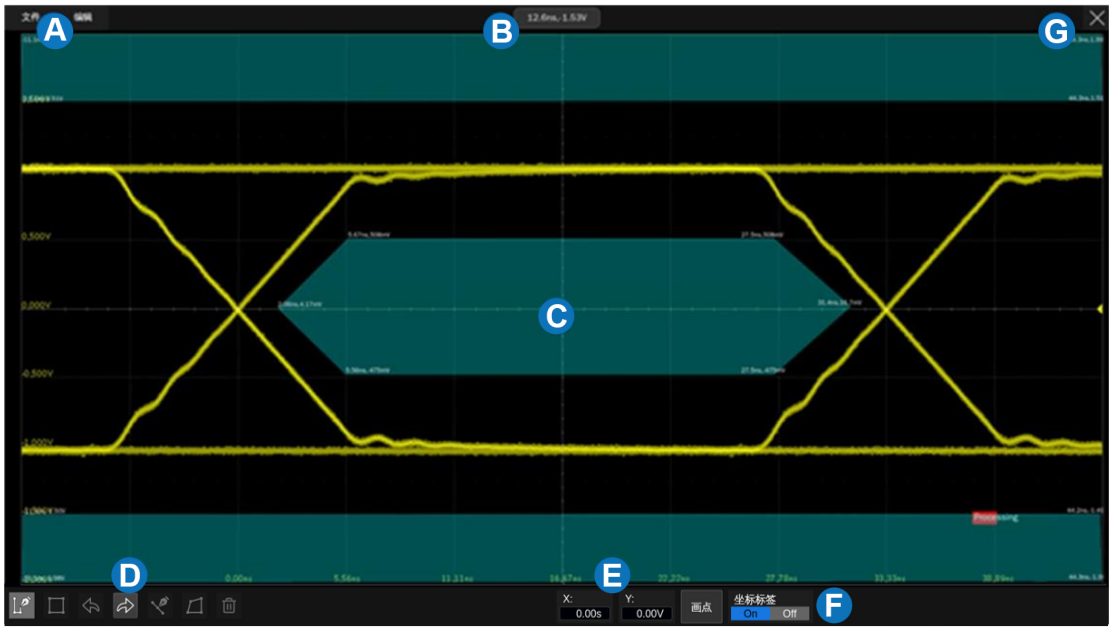


水平 X=1 div，垂直 X=1 div

模板文件（*.smsk）的存储和调用和设置文件类似，详见“存储和调用”一章。

23.2.2 创建多边形模板

模板编辑器是一个内置工具，它提供了一种创建自定义模板的方法。下面是它的设置：



A. 菜单栏

B. 屏幕上最新点的坐标

C. 模板编辑区域，相当于网格区域。在此例中，已创建六边形作为模板的一部分

D. 工具栏

E. 坐标编辑区域。通过虚拟键盘设置 X 坐标和 Y 坐标，然后点击“画点”按钮执行坐标更新

F. 在屏幕上显示或隐藏多边形顶点的坐标

G. 退出

菜单栏

- 菜单栏上有 2 个菜单。“文件”菜单包括常用文件操作，例如：
- 新建，创建新的模板文件
- 打开，打开已存在的模板文件
- 保存当前模板文件
- 退出当前界面

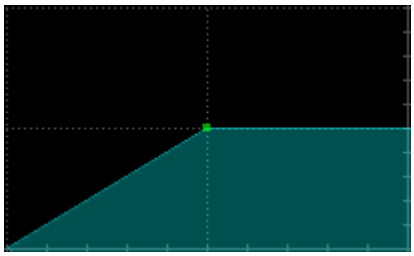
“编辑”菜单的功能等同于工具栏。

工具栏

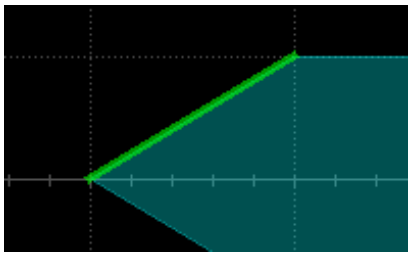
- 绘制多边形：通过在期望的位置单击，或在 E 中输入值，来创建多边形的顶点
- 生成多边形，基于绘制的顶点创建多边形

- 撤销
- 回退
- 插点：在选定的一条边上插入顶点
- 编辑多边形：顶点，边和多边形都是可编辑的对象
- 删除：删除选定的多边形

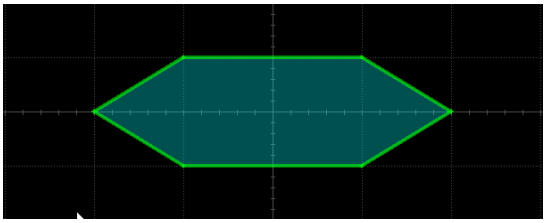
要编辑顶点，边或多边形，首先选中它，然后通过拖动鼠标或在 中输入所需的值来移动。对于边，该值是其中点。对于多边形，该坐标是其几何中心。



选择一个顶点（点）



选择边（线段）



选择一个多边形

23.3 判断规则

点击模板测试对话框的 *类型* 设置模板判断规则。

- All In -- 所有波形点均处于模板内时判断为通过，只要有 1 个波形点不在模板区域即判断为失败。
- All Out -- 所有波形点均处于模板外时判断为通过，只要有 1 个波形点进入模板区域即判断为失败。
- Any In -- 只要有 1 个波形点处于模板内则判断为通过，否则判断为失败。
- Any Out -- 只要有 1 个波形点处于模板外则判断为通过，否则判断为失败。

23.4 操作

点击 *操作* 来开始或停止测试。若在测试过程中关闭操作，则停止测试，信息框中参数值立即停止变化；再次打开操作即重新开始测试，此时信息框中参数值被清除并重新开始计数。

24 计数器

24.1 概述

计数器用于测量当前信号的频率、周期，并对当前信号计数。本设备通过选择模拟通道，对通道输入信号的相关参数进行测量，并可对其进行统计显示。

计数器与示波器的采集系统异步，且始终进行采集。

点击 *分析* > *计数器* ，可调出计数器的设置对话框：

A. 开启/关闭计数器

B. 选择计数模式：频率，周期，计数

C. 选择计数的信源

D. 设置计数电平

E. 开启/关闭统计

F. 统计值清零并重新开始统计



计数模式

详见“计数模式”一节。

统计

当统计功能打开后，计数器会对数据进行统计，并将统计结果显示在屏幕上。



当前值 -- 最新的计数值

平均值 -- 历史所有计数值的算术平均

最小值 -- 历史所有计数值的最小值

最大值 -- 历史所有计数值的最大值

标准差 -- 历史所有计数值的标准偏差，用于判断历史计数参数的分布

统计次数 -- 已获得的计数值个数

电平 -- 计数电平

点击计数器设置对话框的 *清除统计* 可重新开始统计。

24.2 计数模式

计数器提供 3 种模式选择，在设置对话框中点击 *模式* 区域，即可调出模式选择窗口：

- **频率**：一段时间内的频率平均值
- **周期**：一段时间内的频率平均值的倒数
- **计数**：累计计数

当计数模式选择计数时，需设置计数信号的边沿，还可进行门限设置。仅在门限信号满足条件时，计数器才可进行计数。点击 *门限设置* 调出门限设置对话框：

A. 开启/关闭门限

B. 选择门限类型：电平或边沿之后

C. 门限源显示区域。C1、C2 互为门限源。

D. 当门限类型为电平时，设置门限源的极性（正极性或负极性）；当门限类型为边沿之后时，设置门限源的斜率（上升沿或下降沿）

E. 设置门限电平

F. 返回上一级菜单



25 直方图

25.1 概述

SFP 支持波形直方图分析功能，方便用户直观地观察波形的概率分布，从而帮助用户快速发现信号中潜在的异常。直方图支持水平和垂直方向上的波形数据统计，随着波形采集的进行，条形图高度会在设置的直方图窗口范围内不断变化，以指示数据统计次数。

点击顶部菜单栏的 *分析* > *直方图* ，打开直方图设置对话框：



A. 开启/关闭直方图

B. 选择直方图的信源，可选信源：C1 ~ C2、F1~F8、M1~M8；当 Zoom 开启后，可选信源自动更新为：Z1 ~ Z2、ZF1~ZF8、ZM1~ZM8

C. 设置直方图类型：水平、垂直或水平和垂直

D. 设置直方图的统计区域，设置范围必须在波形区域内

E. 开启/关闭直方图的统计功能

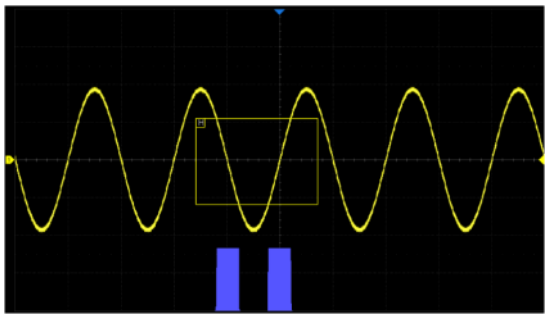
F. 直方图的统计值清零并重新开始统计。

类型

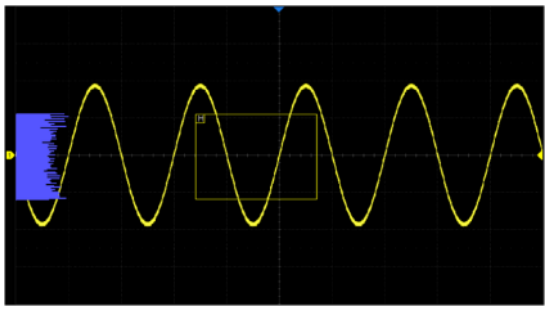
水平 -- 显示直方图区域内，波形在水平方向上的统计分布。在波形区域底部，条形直方图以列的形式显示统计数据的次数。

垂直 -- 显示直方图区域内，波形在垂直方向上的统计分布。在波形区域左侧，条形直方图以行的形式显示统计数据的次数。

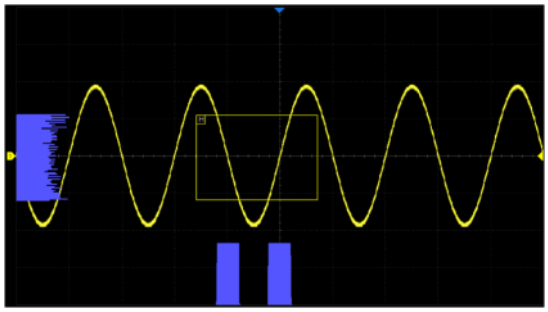
水平和垂直 -- 显示直方图区域内，波形在水平和垂直方向上的统计分布。在波形区域底部和左侧，条形直方图以列和行的形式显示统计数据的次数。



水平类型



垂直类型



水平和垂直类型

区域设置

详见“区域设置”一节。

直方图统计

当统计功能打开后，示波器会对直方图数据进行统计，并将统计结果显示在屏幕上。

直方图统计

类型	水平	垂直
采样点	51.97410Mhits	51.97410Mhits
峰值	1.500000Mhits	7.480859Mhits
最大值	80.00000us	1.1667V
最小值	-555.0000us	-1.1667V
峰峰值	635.0000us	2.3333V
平均值	-235.1297us	13.582mV
中位数	-435.0000us	166.67mV
众数	-505.0000us	-1.1667V
区间	5.000000us	333.33mV
标准差	254.7622us	770.48mV

采样点 -- 落在直方图区域内的总样本数

峰值 -- 落在最高的柱形区域内的样本数

最大值 -- 样本中的最大值

最小值 -- 样本中的最小值

峰峰值 -- 最大值与最小值的差

平均值 -- 所有统计样本的平均值（数学期望）

中位数 -- 直方图划分为统计样本数相等的左右两部分，作为分界线的数值

众数 -- 统计样本中出现最多的数据值

区间 -- 直方图每个柱形区域的宽度，即一列的宽度

标准差 -- 所有统计样本的标准偏差（σ）

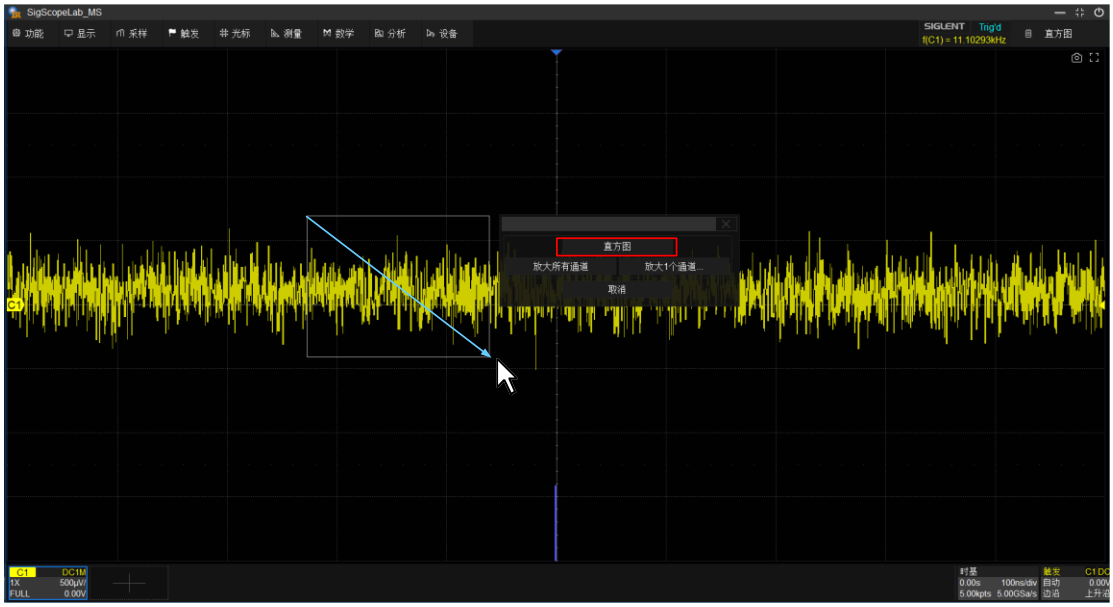
点击直方图设置对话框的 *复位直方图* 可重新开始统计。

25.2 区域设置

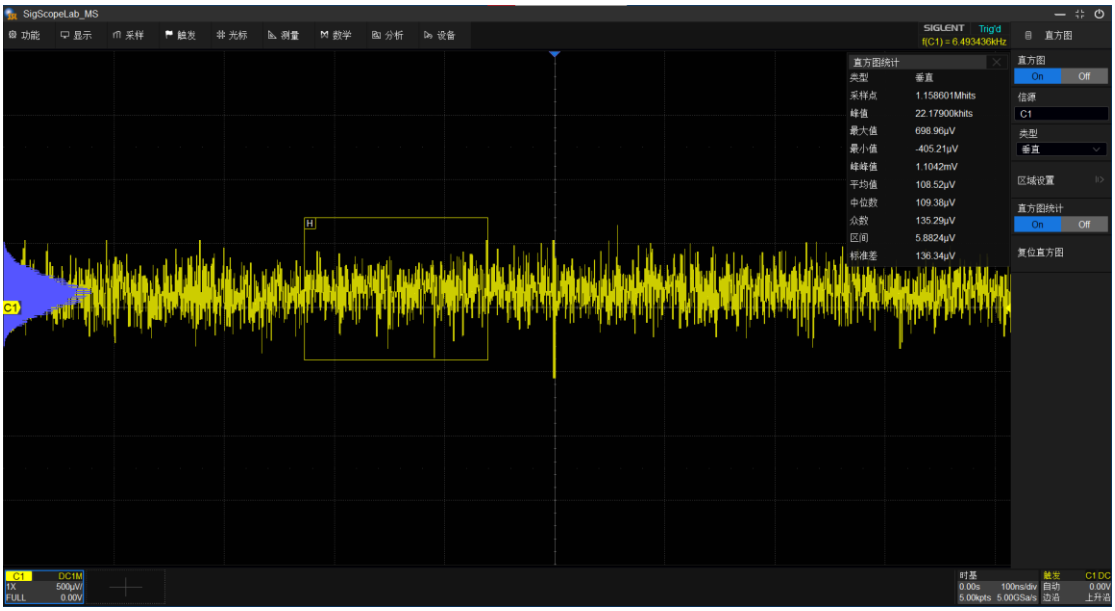
直方图窗口可以直接通过鼠标拖拽，或通过 *直方图* > *区域设置* 下的对话框实现绘制和移动。直方图窗口边框颜色与所选的信源通道颜色相同。

鼠标

点击波形区域任意位置，拖动鼠标即可绘制矩形框，拖动结束后屏幕会弹出菜单：



选中直方图并在菜单上选择好 *类型* 后，即可生成，如下图：



创建矩形框后，可通过鼠标移动矩形框的位置。

对话框

通过 *直方图* > *区域设置* 即可调出直方图窗口的设置对话框。

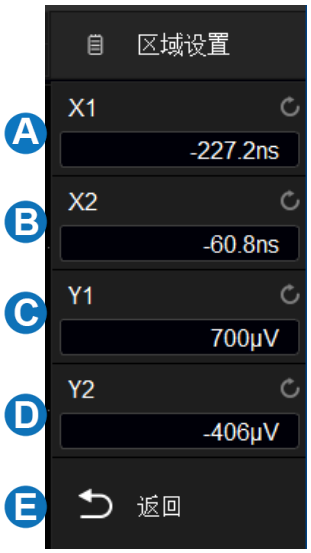
A. 设置直方图窗口左侧边界

B. 设置直方图窗口右侧边界

C. 设置直方图窗口顶部边界

D. 设置直方图窗口底部边界

E. 返回上一级菜单



点击以上区域后，用户可以滚动鼠标中轮或使用虚拟数字键盘设置数值。

26 电源分析

26.1 概述

SFP 支持电源分析功能。电源分析可以帮助用户快速轻松地分析开关电源的效率和可靠性等。支持的测量和分析内容包括电源质量、电流谐波、浪涌电流、开关损耗、转换速率、调制分析、开启/关闭、瞬变响应、电源抑制比、输出纹波噪声、安全工作区等。使用电源分析功能需要准备差分电压探头（如 Siglent DPB 系列）、电流探头（Siglent CP 系列）、Siglent DF2001A 台式夹具、示波器安装软件选件 MS-PA。选件的安装，请参考“安装选件安装选件”小节。

执行 *分析* > *电源分析* 即可调出电源分析的设置对话框：

A. 开启/关闭测试

B. 选择分析项（电源质量、电流谐波、浪涌电流、开关损耗、转换速率、调制分析、输出纹波、开启/关闭、瞬变响应、电源抑制比、安全工作区）

C. 开启/关闭分析项的测试状态

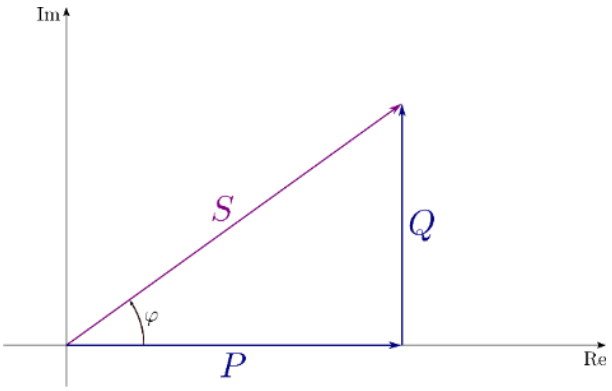


26.2 电源质量

分析电源质量可以测试交流输入线的质量。电源质量分析的具体测量参数包括测量电源输入端的有功功率、视在功率、无功功率、功率因数、功率相位角、电压有效值、电流有效值、电压波峰因数和电流波峰因数等电量参数。

类型

功率 -- 测量电源输入端的功率参数，如：有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率相位角。



各个与功率相关的参数，以及各自的单位如下所示：

- 有功功率 P = $\frac{1}{N} * \sum_{i=0}^{N-1} Vi * Ii$
- 视在功率 S = Vrms * Irms
- 无功功率 Q = $\sqrt{P^2 - S^2}$
- 功率相位角ϕ：电流—电压相位差
- 功率因数$\cos\varphi$：电压与电流之间的相位差(Φ)的余弦，数值上为有功功率和视在功率的比值

电压波峰 -- 测量电源输入端的电压参数，如：电压峰值、电压有效值、电压波峰因数。

电压有效值 Vrms = $\frac{1}{N} * \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} Vi^2}$

电压波峰因素 V_Crest = Vpeak / Vrms

电流波峰 -- 测量电源输入端的电流参数，如：电流峰值、电流有效值、电流波峰因数。

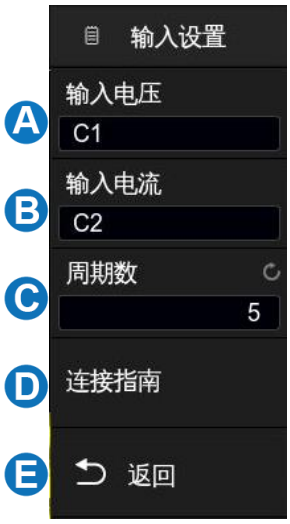
电流均方根 Irms = $\frac{1}{N} * \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} Ii^2}$

电流波峰因素 I_Crest = Ipeak / Irms

信号设置

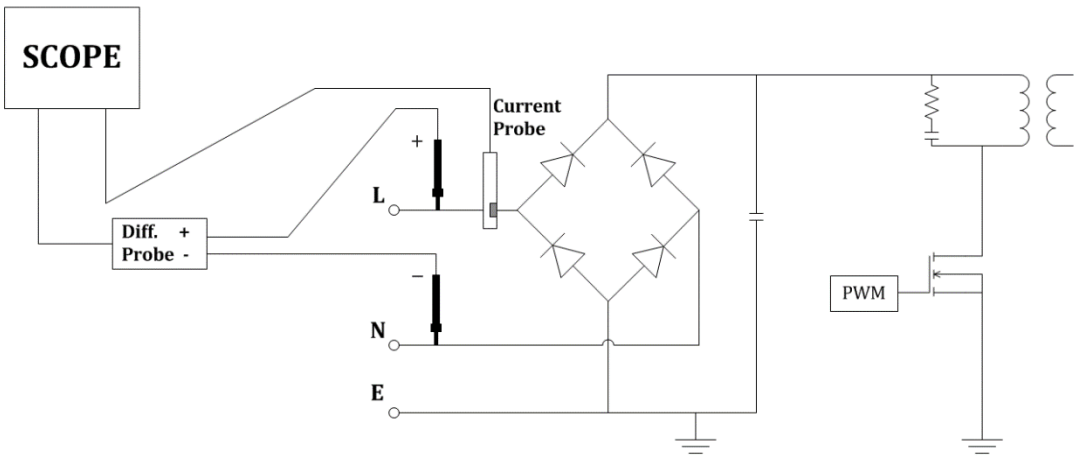
点击 *输入设置* 调出输入设置对话框：

A. 设置输入电压源
B. 设置输入电流源
C. 设置测量信号周期数
D. 查看连接指南
E. 返回上一级菜单



连接指南

点击 *输入设置* > *连接指南* 调出电源质量分析的接线图，如下图所示。请按照此图提示进行接线连接。点击接线图右上方的图标关闭。



26.3 电流谐波

电流谐波测试对输入电流进行谐波分析。（对信号作 FFT，并从 FFT 结果中获得各次谐波分量）信号设置和连接指南同电源质量测试。

配置

点击 *配置* 调出设置对话框：

A. 设置线路频率（自动获取、50Hz、60Hz 或 400Hz）
B. 设置标准类型（IEC61000-3-2 A, IEC61000-3-2 B, IEC61000-3-2 C 或 IEC61000-3-2 D）
C. 设置显示方式（关闭、柱形图或表格）
D. 返回上一级菜单



标准类型

IEC 61000-3-2 A -- 适用于平衡三相设备、家用电器（除 D 类设备外）、工具（除便携式工具外）、白炽灯调光器及音频设备。

IEC 61000-3-2 B -- 适用于便携式工具。

IEC 61000-3-2 C -- 适用于照明设备。

IEC 61000-3-2 D -- 适用于额定功率小于或等于 600W 的设备，类型如下：个人计算机、个人计算机显示器和电视接收机。

参数说明

对于前 40 个谐波，将显示下列值：

实际值（RMS） -- 以谐波单位参数指定的单位显示的测量值。

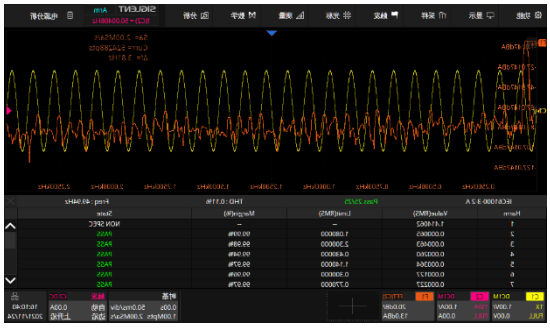
限值（RMS） -- 选定的电流谐波标准参数指定的限值。

余量 -- 选定的电流谐波标准参数指定的余量。(标准值-测量值）/标准值*100%。

通过/失败状态 -- 根据选定的电流谐波标准确定值是通过还是失败。表格中的行或条形图中的条根据通过/失败值呈现为不同颜色。临界结果大于限值的 85%，但小于限值的 100%。

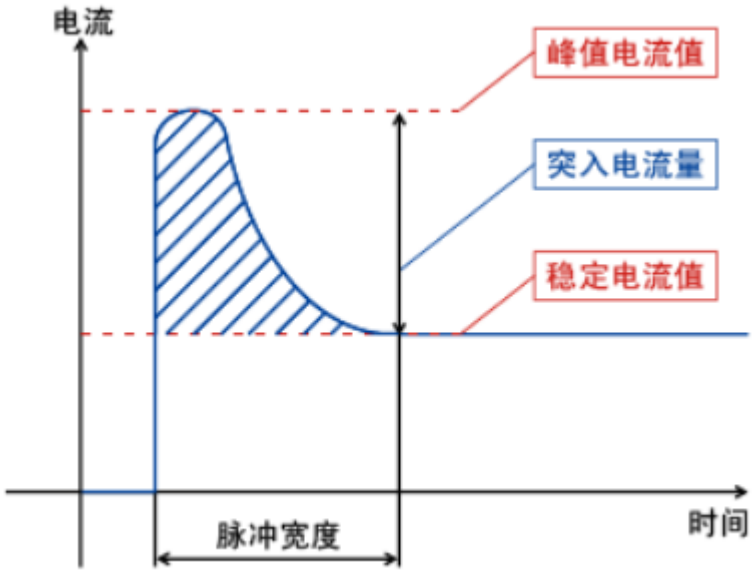
总谐波失真（THD） = $100\% * \frac{\sqrt{X2^2+X3^2+Xn^2+\cdots}}{X1}$，其中 Xn = 每个谐波的电压或电流，X1 = 基本电压或电流值。





26.4 浪涌电流

接通电气设备电源时，在接通的瞬间可能会流过远远大于稳定电流的大电流，该电流即成为浪涌电流（突入电流）。接通时的电流波形如下图所示：



信号设置

点击 *输入设置* 调出输入设置对话框：

A. 设置输入电压源
B. 设置输入电流源
C. 设置预期电流值，电流范围 100 mA~500 A。示波器会根据该值设置触发电平（预期电流/20）和电流通道垂直档位（预期电流/3）
D. 设置最大输入电压有效值 Vrms，电压范围 1 V~1 kV。示波器会根据根据该值设置电压通道档位（最大输入电压/6）
E. 查看连接指南
F. 返回上一级菜单



26.5 开关损耗

开关损耗分析可计算在开关设备中的开关周期内耗散的功率

时滞校准

相对较小的时滞可引起较大的开关损耗测量错误，特别是在电压几近于零时的导通相位期间和电流几近于零的非导通相位期间。当尝试在存在相对较大的开关电压和（或）电流的情况下测量微弱电压和（或）电流时，这是典型的示波器动态范围限制。

通过时滞校准，以此纠正示波器或探头时滞。时滞校准最初应执行一次，并在硬件设置的任何部分发生变化(例如，不同的探头、不同的示波器通道等)或环境温度发生变化时重新运行。以下结合 DF2001A 测试板进行说明，请按下述步骤操作：

A. 对电流探头进行消磁、调零；

B. 将电压探头、电流探头与 DF2001A 进行连接：

	Small Loop	Large Loop
电流探头（可选）	CP4020(100 kHz,20 Arms) CP4050 (1 MHz,50 Arms) CP4070 (150 kHz,70 Arms) CP4070A(300 kHz,70 Arms) CP5030 (50 MHz,30 Arms) CP5030 (100 MHz,30 Arms)	CP5150(12 MHz,150 Arms) CP5500 (5 MHz,500 Arms)

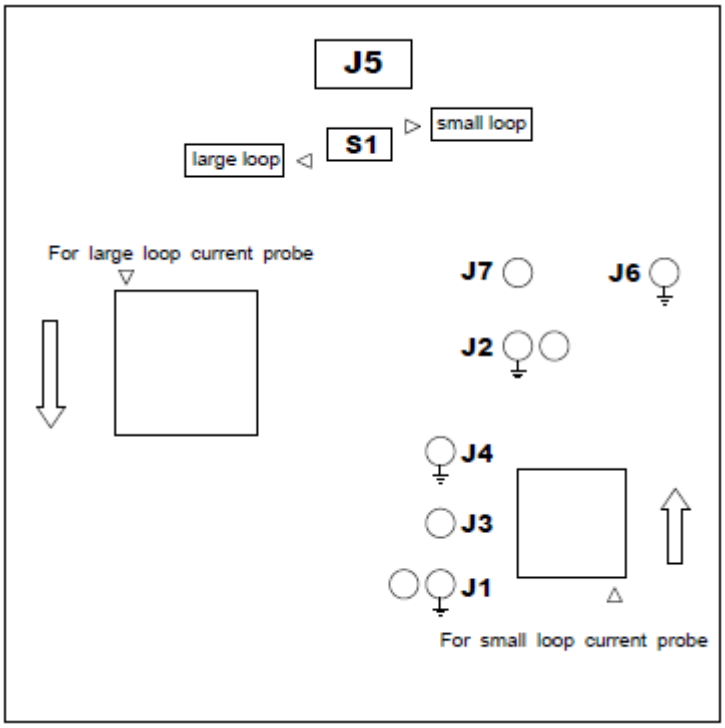
高压差分探头感测点	J7：信号端 J6：接地端	J3：信号端 J4：接地端

a. 将电压探头的 D+、D-分别连接到 J7、J6；

b. 按照测试板指示电流流向的箭头方向将电流探头连接到回路上；

c. 确认开关 S1 设置在适当的一侧（“small loop”或“large loop”）；

d. 使用 USB 线缆将测试板连接到示波器或 PC 上的 USB 端口，以此为测试板供电。



C. 将电压和电流探头分别连接到示波器输入通道；

D. 点击 *输入设置* 进入输入设置菜单，设置对应的输入通道后，点击 *时滞校准* 可自动执行校准。



时滞校准前



时滞校准后

配置

点击 *配置* 调出参数设置对话框：

A. 设置电压参考，即输入开关边沿的开关电平。该值为占最大开关电压的百分比。可以调整该值以忽略本底噪声。该值指定用于确定开关边沿的阈值磁滞

B. 设置电流参考，即输入开关边沿开始的开关电平。该值为占最大开关电源的百分比。可以调整该值以忽略在电流探头中很难消除的本底噪声或无效偏移。该值指定用于确定开关边沿的阈值磁滞

C. 设置导通类型（波形、Rds(on) 或 Vce(Sat)）

D. 设置导通电阻

E. 设置 Vce 电压

F. 返回上一级菜单



导通类型

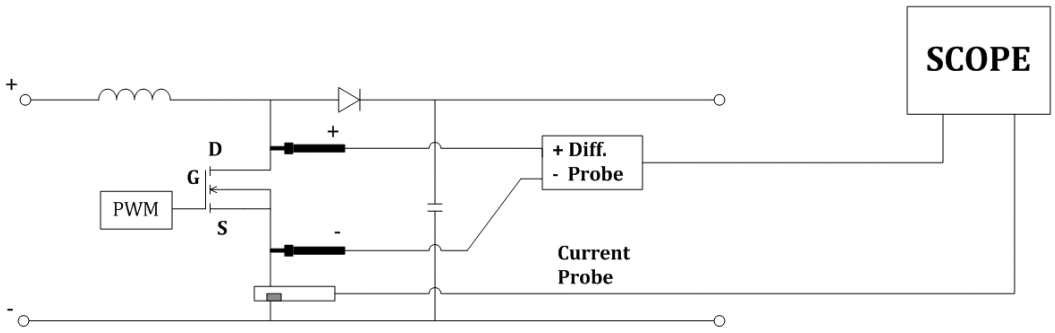
波形 -- 功率波形使用原始数据，计算公式为：P = V * I，E = P * T。

Rds（on） -- 在开启区域（其中电压电平低于电压参考（可调）），功率计算公式为：P = I^2 * Rds(on)。在关闭区域（其中电流电平低于电流参考（可调）），功率计算公式为：P = 0 watt。

Vce（sat） -- 在开启区域（其中电压电平低于电压参考（可调）），功率计算公式为：P = Vce(sat) * I。在关闭区域（其中电流电平低于电流参考（可调）），功率计算公式为：P = 0 watt。

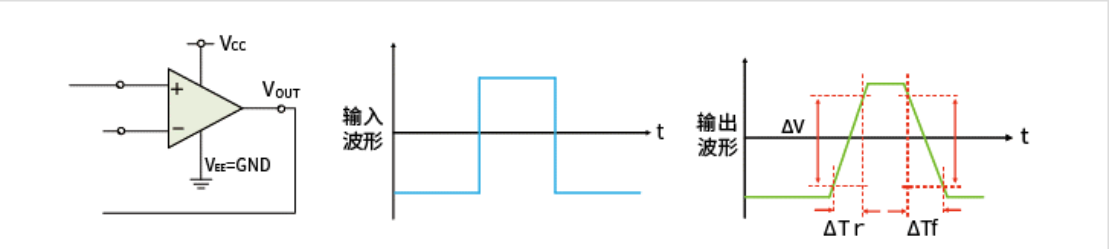
连接指南

点击 *输入设置* > *连接指南* 调出开关损耗分析的接线图，如下图所示。请按照此图提示进行接线连接。点击接线图右上方的图标关闭。



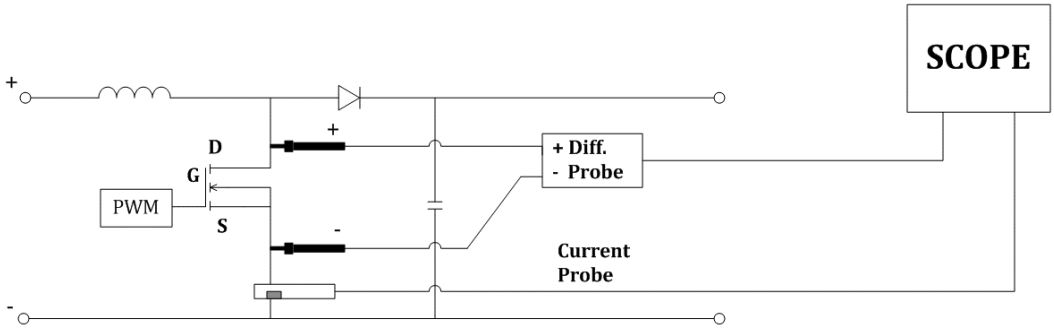
26.6 转换速率

转换速率可测量开关期间电压或电流的变化速率。给输入施加上升沿和下降沿比较陡峭的矩形波脉冲时，表示输出电压在单位时间内可发生什么程度的变化。下图表示转换速率的定义：



连接指南

点击 *输入设置* > *连接指南* 调出转换速率分析的接线图，如下图所示。请按照此图提示进行接线连接。点击接线图右上方的图标关闭。

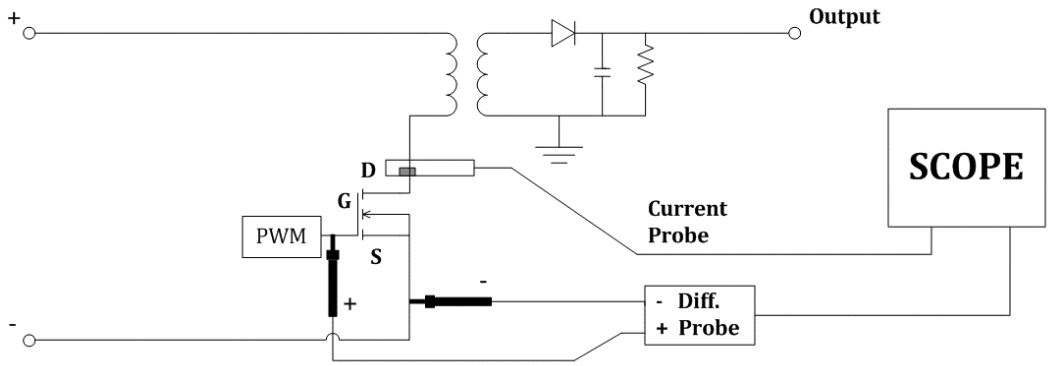


26.7 调制分析

调制分析测量到开关设备（MOSFET）的控制脉冲信号，并观察控制脉冲信号响应不同事件的脉冲宽度、占空比、周期、频率等的趋势。

连接指南

点击 *输入设置* > *连接指南* 调出调制分析的接线图，如下图所示。请按照此图提示进行接线连接。点击接线图右上方的图标关闭。

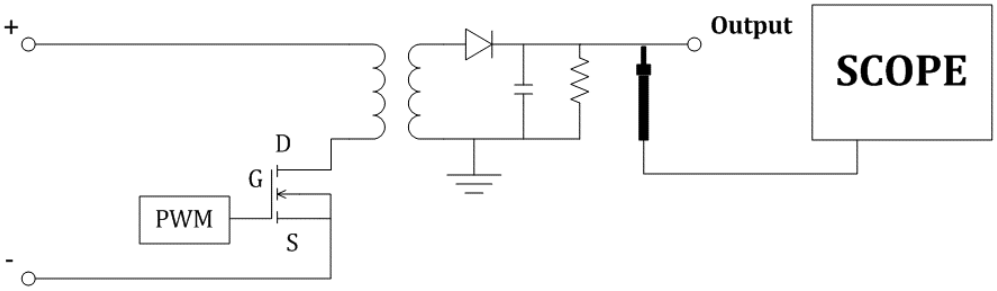


26.8 输出纹波

电源纹波是评价直流电源的重要参数，表示输出直流电压的波动量。纹波分析能够测量电源输出端纹波的当前值、平均值、最小值、最大值、标准差和计数值。

连接指南

点击 *输入设置* > *连接指南* 调出输出纹波分析的接线图，如下图所示。请按照此图提示进行接线连接。点击接线图右上方的图标关闭。



26.9 开启/关闭

开启分析可确定开启的电源达到其稳定状态输出 90% 所耗用的时间。关闭分析可确定关闭的电源降至其最大输出电压 10% 所耗用的时间。

信号设置

点击 *输入设置* 调出信号设置对话框：

A. 设置输入电压源
B. 设置输出电压源
C. 设置输入类型（AC 或 DC）
D. 设置持续时间，设置范围 5 ns~20 s。示波器会根据该值设置时基（持续时间/14）
E. 设置最大输入电压有效值 Vrms，电压范围 1 V~1 kV。示波器会根据根据该值设置电压通道档位（最大输入电压/7）和触发电平（最大输入电压/10）
F. 设置稳定输出电压值，设置范围-30 V~30 V。示波器会根据该值设置输出电压通道档位（稳定输出电压/6）
G. 查看连接指南
H. 返回上一级菜单



测试条件

开启 -- 可确定开启的电源达到其稳定状态输出的某个百分比所耗用的时间。开启时间为介于 T2 和 T1 之间的时间，其中：

T1 = 输入电压首次升至其最大幅度的某个百分比（通常为 10%）的时刻。

T2 = 输出 DC 电压升至其最大幅度的某个百分比（通常为 90%）的时刻。

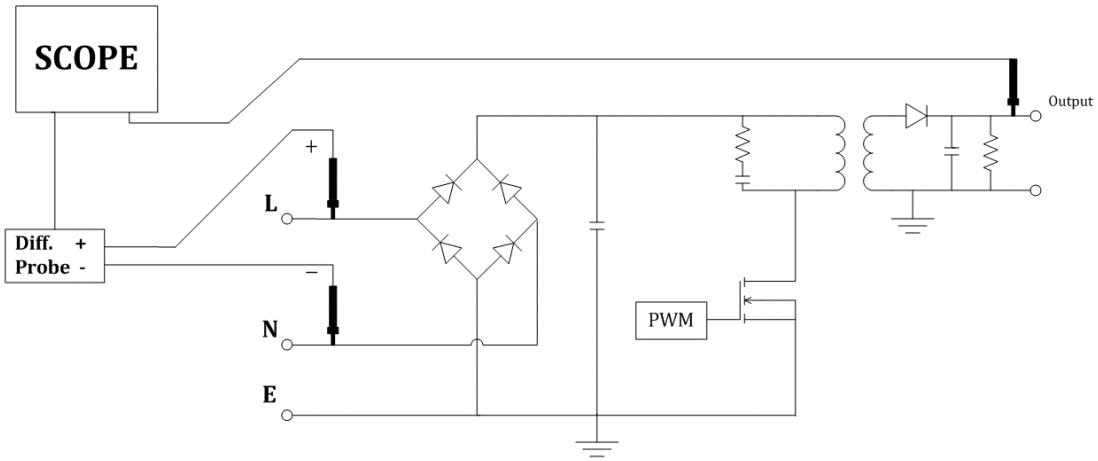
关闭 -- 可确定关闭的电源降至其最大输出电压的某个百分比所耗用的时间。关闭时间为介于 T2 和 T1 之间的时间，其中：

T1 = 输入电压最后降至其最大幅度的某个百分比（通常为 10%）的时刻。

T2 = 输出 DC 电压最后降至其最大幅度的某个百分比（通常为 10%）的时刻。

连接指南

点击 *输入设置* > *连接指南* 调出开启/关闭分析的接线图，如下图所示。请按照此图提示进行接线连接。点击接线图右上方的图标关闭。



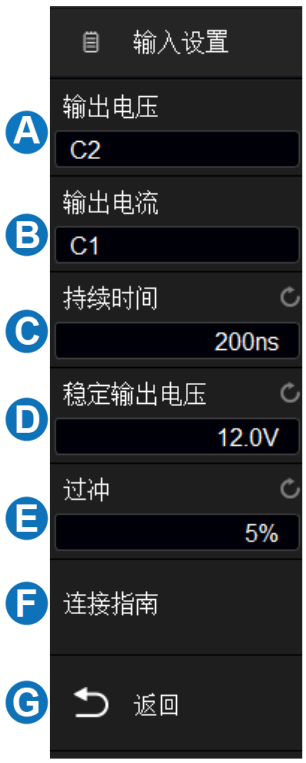
26.10 瞬变响应

瞬变响应分析可确定电源的输出电压对输出负载变化的响应速度。该时间从输出电压首次退出稳定带开始，到最后一次进入稳定带为止。

信号设置

点击 *输入设置* 调出输入设置对话框：

A. 设置输出电压源
B. 设置输出电流源
C. 设置持续时间，示波器会根据持续时间设置合适的时基
D. 设置稳定输出电压，即预期的电源稳定状态输出 DC 电压
E. 设置输出电压的过冲百分比，该值可用于确定瞬变响应的稳定带值以及调整示波器的垂直档位
F. 查看连接指南
G. 返回上一级菜单



配置

点击 *配置* 调出参数设置对话框：

A. 输入低电流值。这是负载更改之前或之后的预期低电流值。

B. 输入高电流值。这是负载更改之前或之后的预期高电流值。

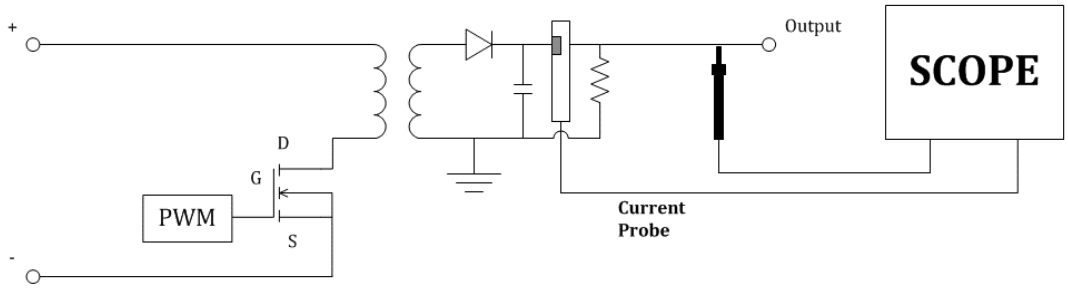
C. 返回上一级菜单



低电流值和高电流值用于计算触发电平和调整示波器垂直档位。负载更改后，电流值由低变高（或由高变低），示波器触发并执行瞬变响应稳定时间测量。

连接指南

点击 *输入设置* > *连接指南* 调出瞬变响应分析的接线图，如下图所示。请按照此图提示进行接线连接。点击接线图右上方的图标关闭。



26.11 电源抑制比

电源抑制比（PSRR）测试用于确定稳压器抑制不同频率范围波纹噪声的情况。模块化示波器控制函数信号发生器输出扫频信号，该信号用于将波纹引入传送到稳压器的 DC 电压。将测量输入对输出的 AC RMS 比例，并绘出该比例与频率范围的关系图。模块化示波器的本底噪声比网络分析仪高，灵敏度比网络分析仪低，所以测量的 PSRR 很难超过 -60 dB。使用示波器进行的 PSRR 测试对于被测电源的整体 PSRR 行为的抽检而言通常是可接受的。

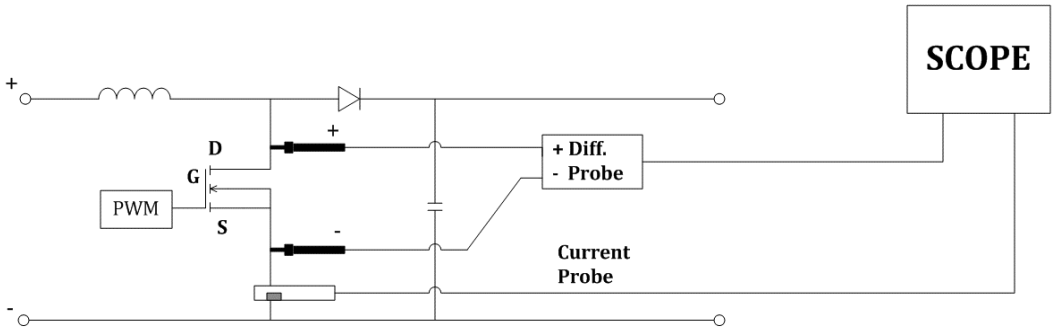
电源抑制比相关参数同波特图，具体设置方法，请参见“波特图”章节。

26.12 安全工作区

MOSFET 的安全工作区（SOA）定义了 MOSFET 的电压、电流、功耗和导通电阻限制条件，在这些条件下，器件可以在无自损坏的情况下运行。示波器可以根据配置菜单中设置的 *电压限制* 、 *电流限制* 、 *功率限制* 和 *Rds(On)* 参数自动生成 SOA，并判断 MOSFET 上的应力是否超出 SOA。这有助于设计者快速发现电路中的问题或潜在风险。

连接指南

点击 *输入设置* > *连接指南* 调出安全工作区分析的接线图，如下图所示。请按照此图提示进行接线连接。点击接线图右上方的图标关闭。

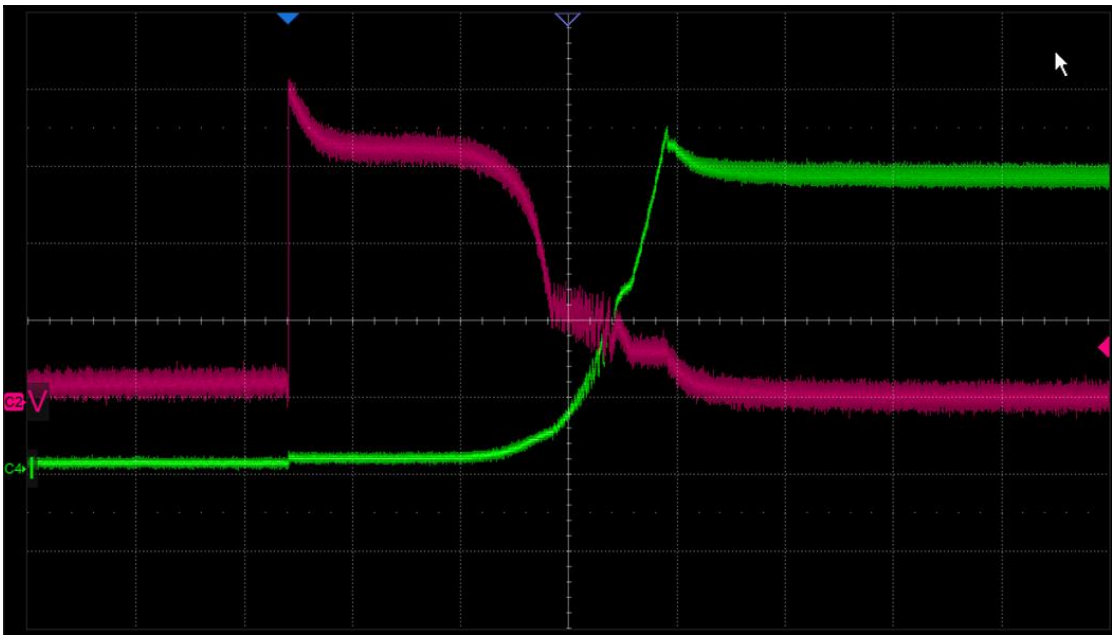


测试前，需要对电压和电流输入通道执行时滞校准。参考“开关损耗”一节，了解更多时滞校准的详细信息。

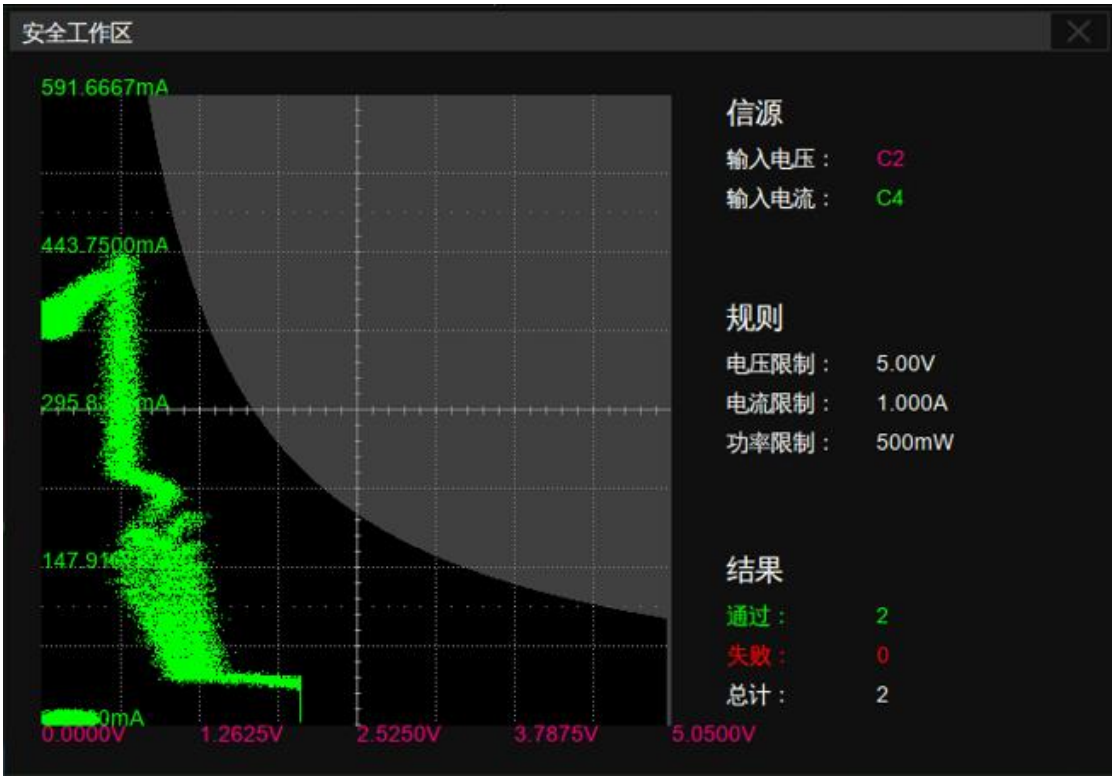
按下述步骤进行安全工作区分析：

1. 在 *输入设置* 菜单中，对 *输入电压* 和 *输入电流* 设置正确的通道。设置 *持续时间* 为预期的观察持续时间，然后示波器将根据它自动设置时基。
2. 在配置菜单中，根据被测 MOSFET 器件的数据手册设置 *电压限制* 、 *电流限制* 、 *功率限制* 和 *Rds(On)* 参数，然后示波器将根据这些参数自动生成 SOA 和输入电压和输入电流通道的垂直刻度。设置 *坐标轴* ，其中对数类型下，可设置 *电压最小值* 、 *电压最大值* 、 *电流最小值* 、 *电流最大值* 以限定坐标起始终止范围。点击 *保存* 可保存以上配置到文件中，点击 *加载* 并选择文件以调出配置。
3. 开启 *测试状态* ，示波器将开始采集电压和电流波形，并显示 SOA 测量值，显示测量的应力是否在 SOA 中。
4. 用户可以在测试期间调整水平、垂直和触发器设置，以获得最佳观察效果。

下面是一个测试 MOSFET 上电应力，并使用 SOA 判断 MOSFET 上电应力是否安全的示例：



上电时 MOSFET 上的电压和电流波形



SOA，其中根据电压限制、电流限制和功率限制创建模板。结果显示“通过”，因为所有应力都在模板内。

27 波特图

SFP 支持波特图功能。此功能提供被测设备（DUT）的频率响应曲线，以及输出扫描参数控制和数据显示设置的接口，此时支持 SAG1021I 任意波形发生器或 Siglent SDG 系列任意函数发生器。扫描过程中，SFP 配置函数发生器输出频率和幅度，然后将输入信号与被测设备的输出进行比较。在每个频率上都会测量增益（G）和相位（P），并绘制在频率响应波特图上。当环路响应分析完成时，您可以在图表上移动标记，以查看在各个频率点测量的增益和相位值。您还可以针对幅度和相位图来调整图的定标和偏移设置。

点击 *分析* > *波特图*，可调出波特图的设置对话框。



A. 开启/关闭波特图
B. 设置波特图配置信息（DUT、信号源连接、扫描参数）
C. 开启/关闭运行
D. 设置显示参数。可设置波特图坐标轴，显示\隐藏扫描曲线，设置波特图区域光标
E. 数据列表。可开启波特图数据列表查看曲线数据，也可将数据结果存储到机箱系统存储中，可调出
F. 设置测量参数。对扫描曲线进行参数测量，包含上限截止频率（UF）、下限截止频率（LF）、带宽（BW）、增益裕度（GM）、相位裕度（PM）和穿越频率（CF）
G. 对波形区域的波特图进行截图，快速保存

27.1 配置信息

27.1.1 连接配置



A. 信号输入、输出通道
B. 通道增益。设置为自动时，示波器将根据信号幅度自动适配档位；设置为保持，将始终保持运行前的档位进行测试
C. 信号发生器连接设置。波特图支持外置信号发生器，点击 *接口* 选择信号发生器连接类型。当选择 LAN 连接时，需要进行设置 IP 并保存。点击 *连接测试* 确认信号发生器是否连接正常

27.1.2 扫描配置

点击 *扫描类型* 来设置扫描相关参数。扫描类型有两种，一种是恒定幅度扫描，另一种是可变幅度扫描。



A. 设置扫描类型，可设为恒定幅度或可变幅度

B. 设置扫描/测量的形式，连续或单次；当设置连续时，需设置扫描次数

C. 设置扫描信号频率。频率模式可选择线性或对数，设置为线性时，需要设置对应中心频率、频率范围；设置为对数时，需要设置对应的起始频率、终止频率

D. 设置扫描点数。点数越大扫描分辨率越高

E. 设置扫描信号幅度

F. 设置扫描信号偏移量

G. 设置信号幅度单位。当设置为 dB 类型时，还需设置参考电平及负载

H. 设置负载



A. 设置扫描类型为可变幅度

B. 选择配置文件。最多支持编辑 4 个配置文件

C. 设置扫描信号频率模式

D. 设置扫描点数

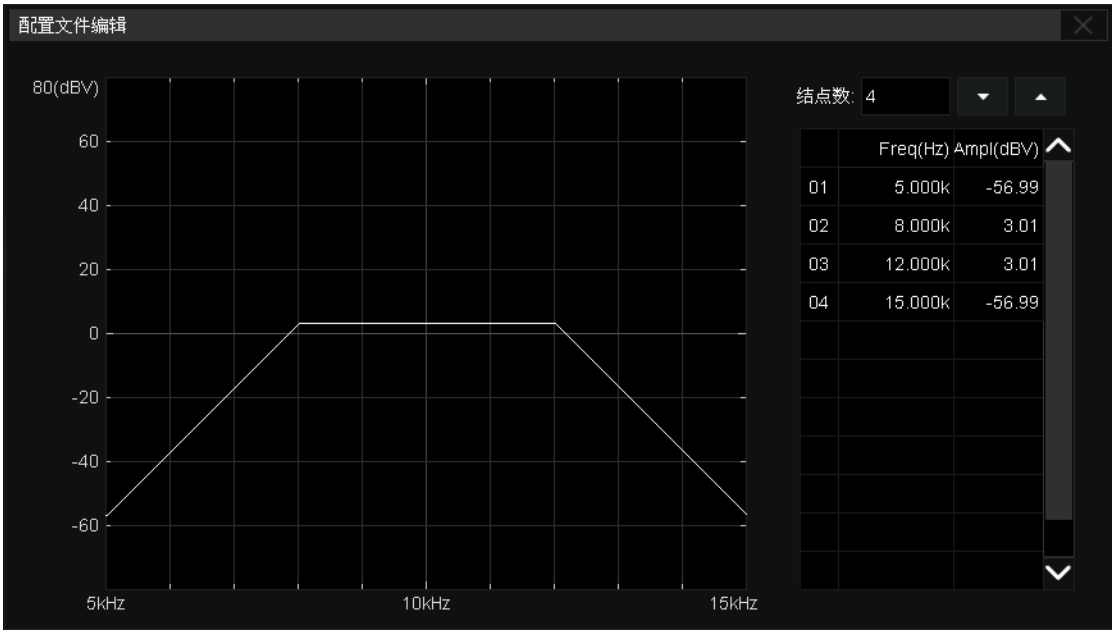
E. 设置扫描信号偏移量

F. 设置信号幅度单位，当设置为 dB 类型时，还需设置参考电平及负载

G. 设置扫描/测量的形式连续或单次；当设置连续时，需设置扫描次数

H. 可变幅度信号显示区域

I. 点击 *编辑* 打开配置文件编辑器



点击 *结点数* 区域，通过多功能旋钮设置信号结点数，再次点击该区域可调出数字键盘，也可通过右侧增大、减小按键进行设置。

点击表格区域单元格，设置相应结点的频率、幅度。点击激活单元格，通过多功能旋钮调节数值，也可再次点击单元格调出数字键盘进行设置。

27.2 显示设置

波特图显示设置包含：幅度、相位、光标、扫描曲线、波形类型设置。

幅度设置

对波特图的幅度坐标轴进行设置。点击 显示 > 幅度，可调出幅度设置对话框。

A. 设置幅度的参考位置
B. 设置幅度坐标轴档位
C. 设置参考电平。即幅度坐标轴的最大值
D. 设置显示模式。设置为 Vout，将以输出信号的幅度值显示；设置为 Vout/Vin，将以输出信号与输入信号的幅度比值显示
E. 当模式为 Vout 时，需要设置单位（Vpp、Vrms、dBV、dBu、dBm 或 Arbitrary dB）；模式为 Vout/Vin 时，需要设置幅度轴类型（线性或对数）
F. 自动设置。根据输出信号幅度曲线，示波器自动设置档位和参考电平
G. 返回上一级菜单



相位设置

对波特图的相位坐标轴进行设置。点击 显示 > 相位，可调出相位设置对话框。

A. 设置相位的参考位置
B. 设置相位坐标轴档位
C. 设置参考电平。即相位坐标轴的最大值
D. 设置相位单位（Degree 或 Rad）
E. 自动设置。根据输出信号相位曲线，示波器自动设置档位和参考电平
F. 返回上一级菜单



光标

SFP 支持使用光标协助测量波特图曲线。波特图的光标使用方法同普通光标，请参考“光标测量”一节。点击 显示 > 光标 ，可调出光标设置对话框。

A. 打开\关闭波特图光标
B. 设置光标类型（X 或 Y）
C. 指定光标（X1、X2 和 X2-X1）
D. 设置光标的位置（通过鼠标或虚拟数字键盘）
E. 设置信源 1
F. 设置信源 2
G. 返回上一级菜单

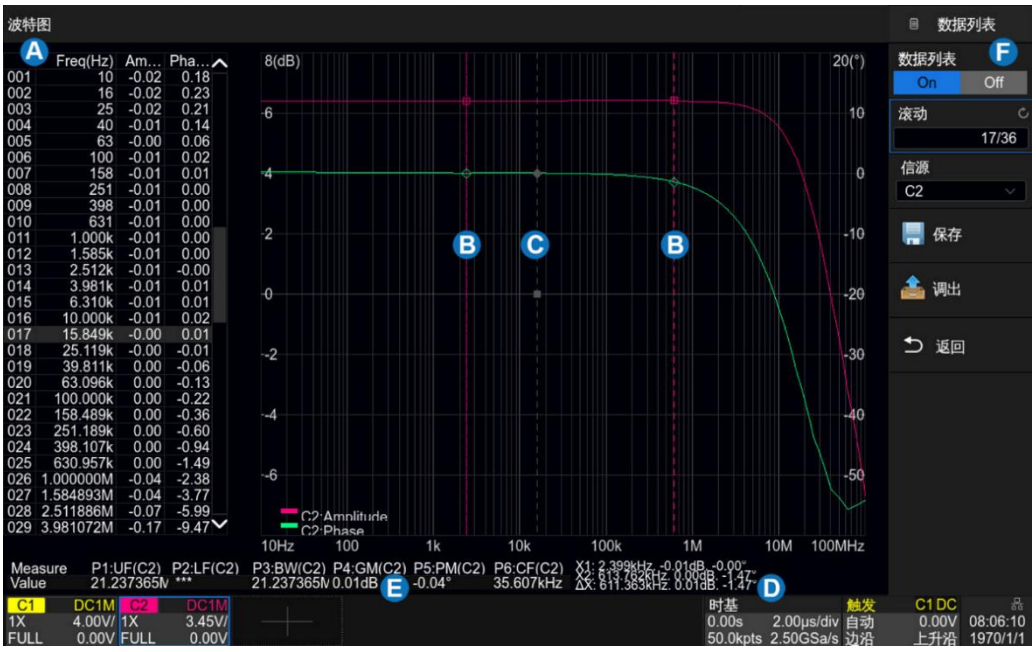


扫描曲线

当有多个输出信号接入时，波特图界面会同时显示所有输出信号的幅度、相位曲线，用户可通过开启\关闭其他扫描曲线，以便观察特定曲线的细节。点击 *显示* > *扫描曲线*，可调出扫描曲线设置对话框。

27.3 数据分析

借助数据列表、光标测量、自动测量功能，即可对波特图曲线进行详细分析。数据列表提供每个扫描点的信息，使用光标线可灵活测量曲线各个位置的变化情况，自动测量功能可对波特图曲线的 6 个参数：上限截止频率（UF）、下限截止频率（LF）、带宽（BW）、增益裕度（GM）、相位裕度（PM）、穿越频率（CF）进行测量。



A. 数据列表显示区域

B. 测量光标线

C. 数据点定位线

D. 光标信息显示区域

E. 测量参数显示区域

F. 波特图设置对话框

数据列表

点击 数据 即可调出数据列表设置对话框。



A. 打开或关闭数据列表

B. 设置列表选中行。点击该区域后，调节多功能旋钮进行设置，也可直接点击列表显示区域选中特定行

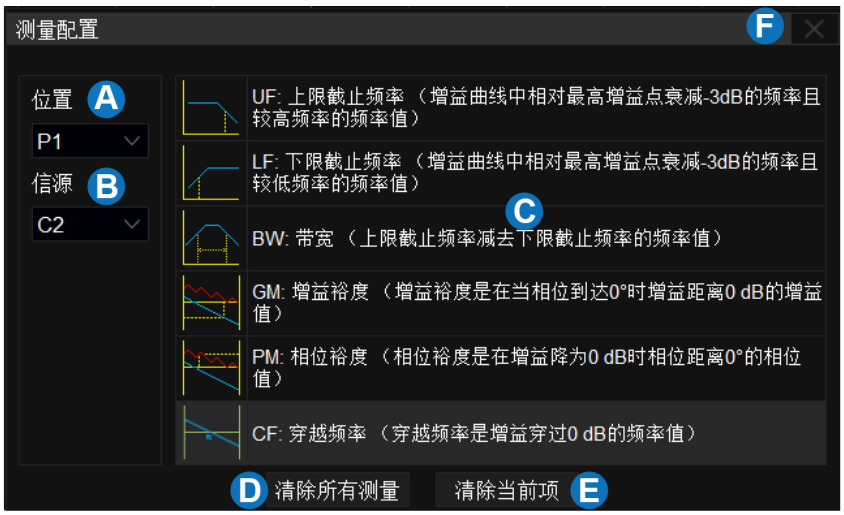
C. 设置数据信源

D. 保存、调出数据。波特图数据（*.csv）的存储和调用和设置文件类似，详见“存储和调用”一章

E. 返回上一级菜单

测量

点击 测量 即可进入测量配置页面：



A. 设置测量项位置，最多支持 6 个测量项

B. 设置测量信源

C. 测量参数区域。点击各项参数区域激活测量参数，在此图中，“上限截止频率”已激活

D. 清除所有测量

E. 清除 A 所设置的测量项

F. 关闭测量配置页面

例如要分别添加上限截止频率、增益裕度两个测量项，可按下述步骤操作：

测量 > *位置* > *信源* > *上限截止频率*

测量 > *位置* > *信源* > *增益裕度*

28 显示

显示相关的设置包括波形的显示类型、色温、余辉时间，以及屏幕显示的网格类型、网格亮度等。

点击菜单栏的 *显示* > *菜单* ，可调出显示设置的对话框。

A. 切换波形显示类型为“矢量”显示（即：线显示）或“点”显示

B. 开启或关闭色温模式

C. 设置余辉

D. 清除显示，清除当前屏幕所显示的所有波形，并清除余辉

E. 设置颜色主题深色或浅色

F. 设置菜单自动隐藏时间

G. 设置菜单样式为“内嵌”或“悬浮”

H. 开启/关闭限制数据显示位数，仅对测量、光标结果有效

I. 设置网格风格（完整网格，轻网格和无网格）

J. 设置波形亮度（0~100%，默认 50%）、网格亮度（0~100%，默认 50%）

K. 设置各通道颜色

L. 轴标签设置，可以通过这里打开坐标轴的显示

M. 窗口设置，设置窗口布局和字体大小

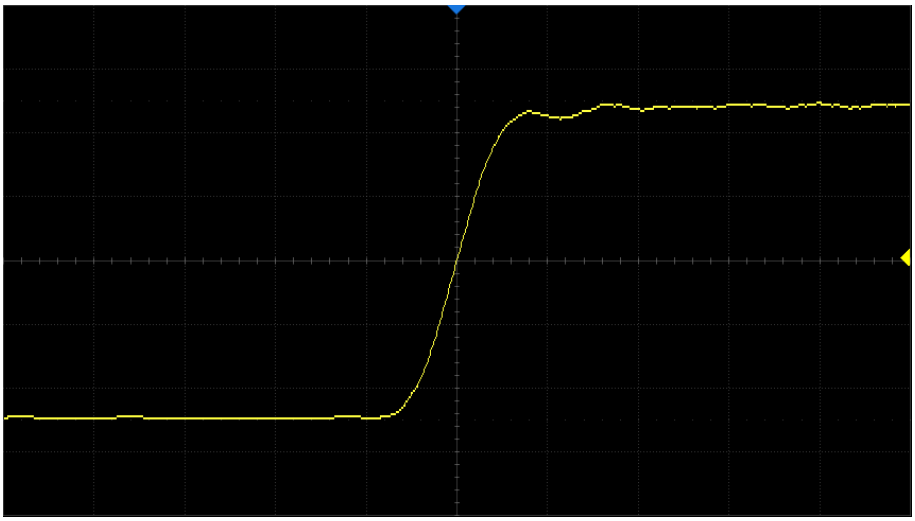


28.1 显示类型

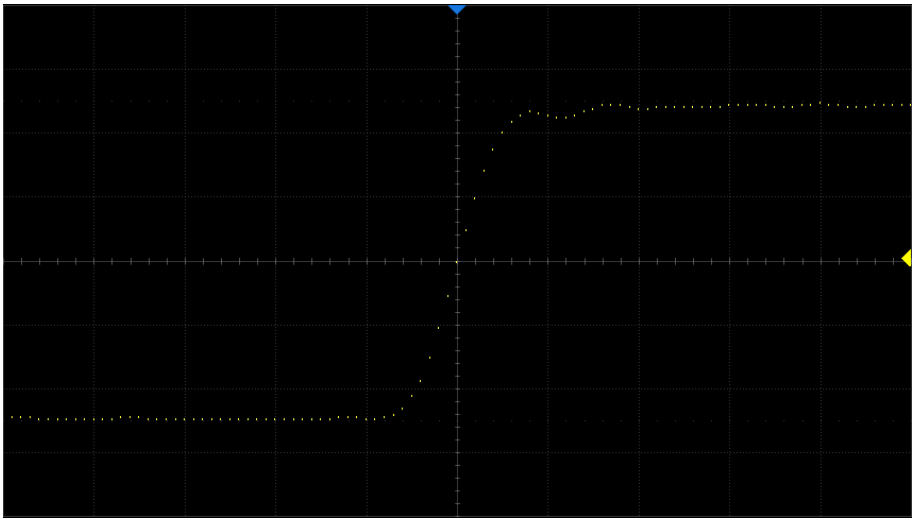
两种显示类型在波形点数较大时没有区别，但在波形点数小于波形显示区域像素点个数时会有差异。

矢量 -- 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（例如方波）的陡边沿。矢量显示的插值方式又分为线性插值和 sinx/x 插值两种，详见“采样设置”一节。

点 -- 直接显示原始采样点。您可以直观地看到每个采样点并可以使用光标测量该点的 X 和 Y 值。



矢量显示

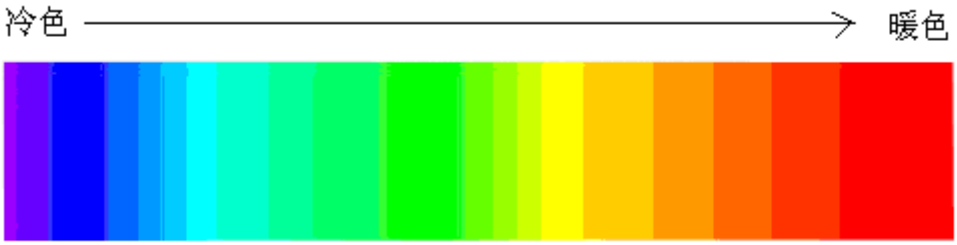


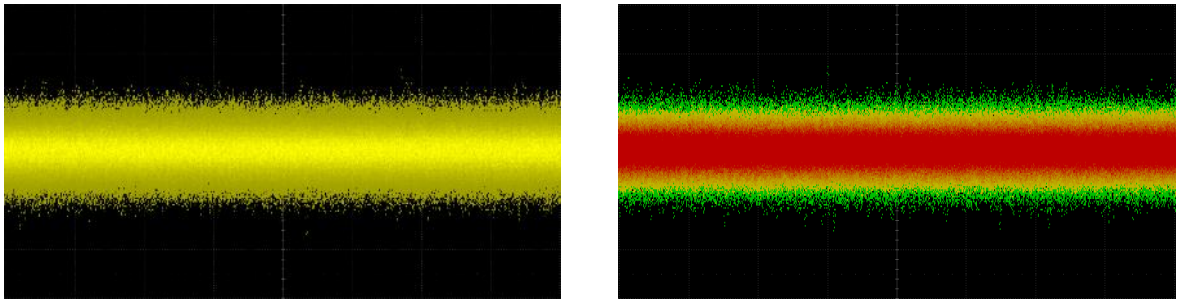
点显示

28.2 色温显示

色温功能采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。

下图为冷色、暖色的渐变图片。您可以将当前显示的波形颜色与下图进行对比，以判断波形出现的概率。

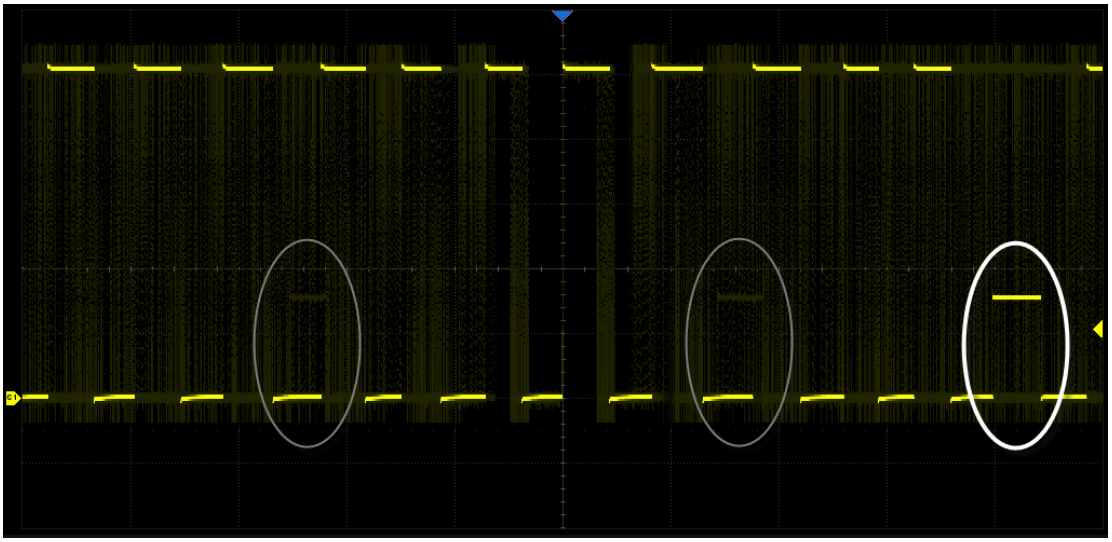




色温关闭　　色温开启

28.3 设置余辉

余辉开启后，SFP 用新采集的波形更新显示，但并不立即清除之前采集的波形。已采集的波形将以亮度较低的颜色显示，而新采集的波形则以正常颜色和亮度显示。结合 SFP 的余辉功能，某些情况下您无须进行复杂的触发设置，即可在较短的时间内发现波形中的异常，提高测试效率。



在显示对话框和余辉关闭的情况下，执行 *显示* > *余辉* 可快捷打开无限余辉功能。

点击对话框的 *余辉* 可设置余辉时间。

- 关闭 -- 关闭余辉。

- 可变余辉时间（100ms、200ms、500ms、1 秒、5 秒、10 秒、30 秒）-- 选择不同的余辉时间下，示波器用新采集的波形更新显示，已采集的波形将在对应的时间后被清除。
- 无限 -- 选择“无限”后，示波器永不清除已采集的波形。使用无限余辉可测量噪声和抖动，捕获偶发事件。

余辉开启的情况下，若要从当前显示中清除已采集的波形，可点击 *清除余辉* 。余辉在 *配置改变时* 还支持清除和保留两种模式。

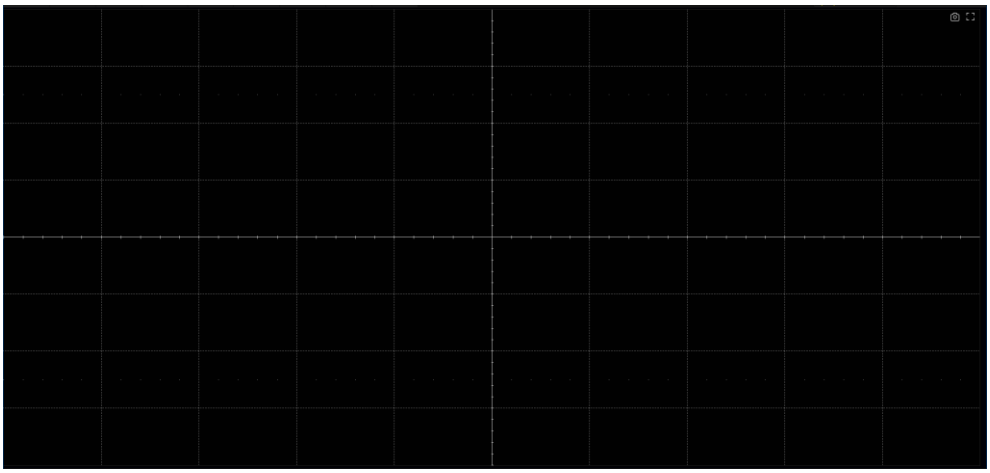
- 清除 -- 改变垂直、水平设置，余辉自动清除。
- 保留 -- 改变垂直、水平设置，余辉不清除。如需清除，可点击 *清除余辉* 。

28.4 设置网格

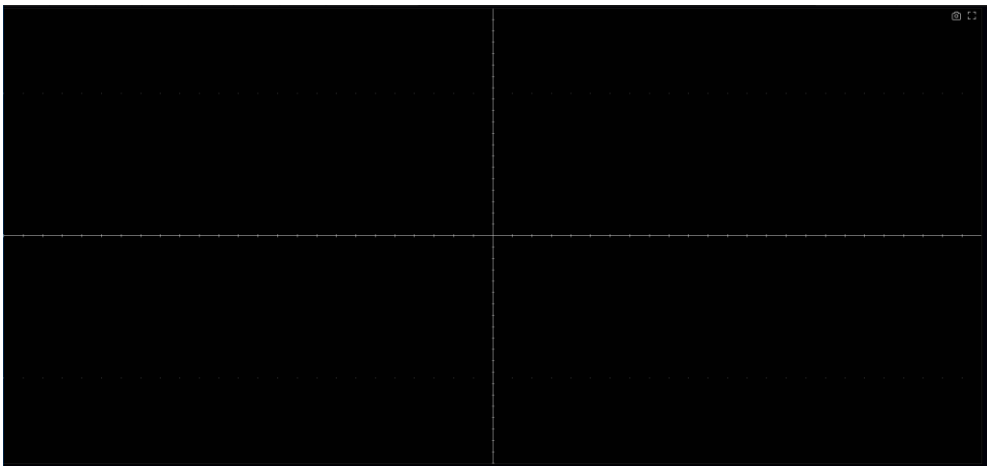
完整网格 -- 显示 8 行，10 列组成的网格。

轻网格 -- 将屏幕均分成四部分。

无网格 -- 无网格显示。



完整网格



轻网格



无网格

28.5 颜色设置

颜色设置支持用户自定义波形颜色。点击颜色矩形框，在弹出的调色板页面进行设置。



自定义颜色时，可以在调色板上直接选中颜色，预览所选颜色的色相，饱和度，亮度，以及 RGB 值；也可直接修改颜色参数自定义颜色。自定义颜色后，点击 *确认* 。



自定义通道颜色设置成功后，若要恢复通道默认的颜色设置，点击 *恢复默认颜色* 可恢复默认设置。

28.6 轴标签设置

点击 *轴标签设置* ，可调出轴标签设置对话框：

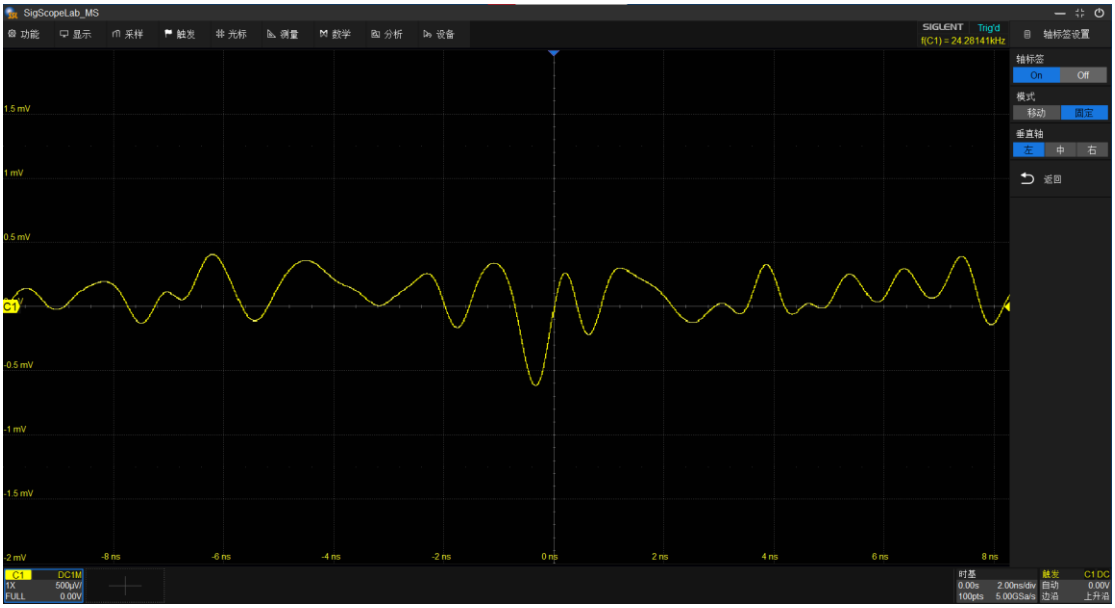
A. 开启或关闭轴标签显示。开启时，网格区域的横坐标和纵坐标上将显示轴标签

B. 设置轴标签的模式：移动或固定。“移动”模式下，网格线会随波形在水平和垂直方向上的偏移一起移动；“固定”模式下，网格线不移动

C. 设置垂直轴的位置（左侧/中间/右侧）

D. 返回上一级菜单





开启轴标签显示，轴标签位于屏幕左侧

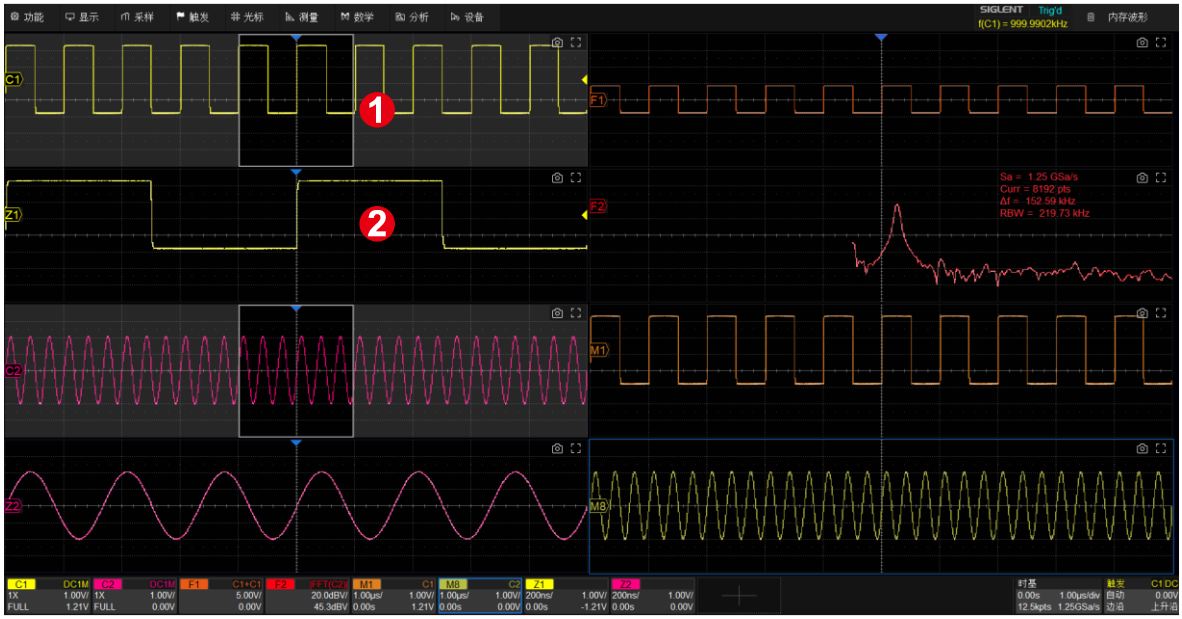
28.7 多窗口设置

SFP 最多支持在波形显示区域显示 9 个窗口，窗口布局方案有自动、2x1、3x1、4x1、1x2、2x2、4x2、3x3 几种。设置多窗口的方法有下列几种：

1. *显示* > *窗口设置* > *窗口布局*
2. 在 *显示* 菜单下直接选择窗口布局方案
3. 在屏幕上点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择窗口布局方案

在窗口矩阵的所有窗口中，窗口（1,1）始终作为主窗口。模拟通道波形默认在主窗口显示，其它波形也可以在主窗口显示。但 Zoom 波形和模拟通道波形不能显示在同一窗口。

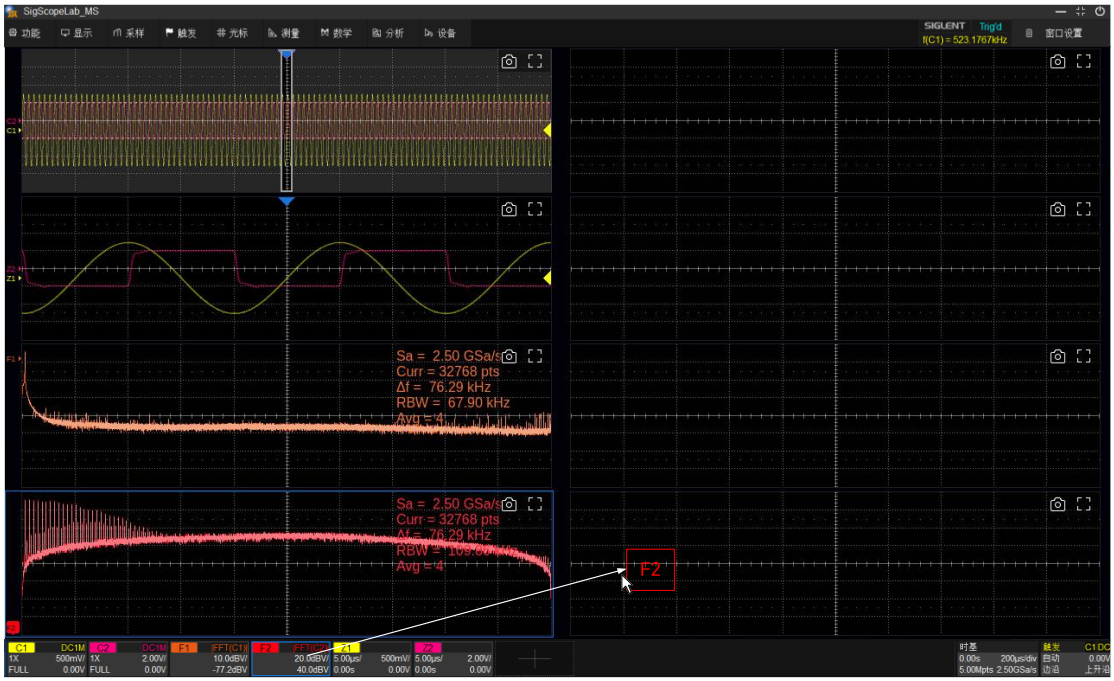
如果 Zoom 打开，窗口（2,1）（当窗口布局方案为 1x2 时为窗口(1,2)）将默认作为 Zoom 窗口（详细参考“缩放波形（Zoom）”一章）。其它波形的放大波形（ZF1~ZF8、ZM1~ZM8 等）也可以在此窗口显示。



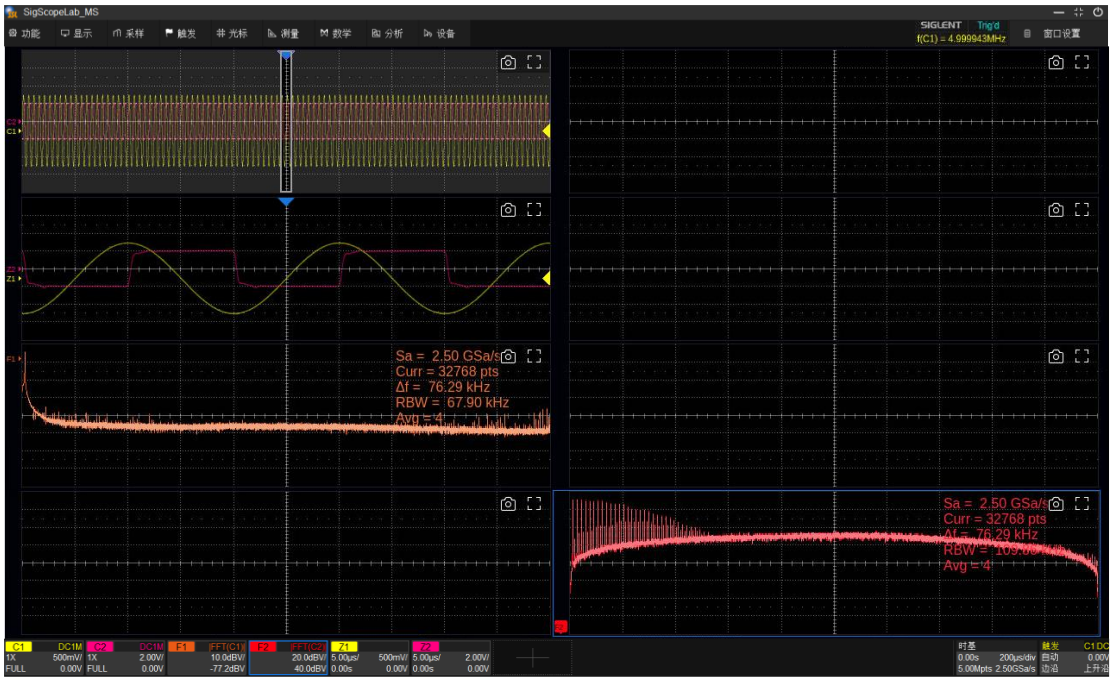
1. 主窗口（默认）
2. Zoom 窗口（默认）

当窗口布局方案为“自动”时，若 Zoom 关闭，则只显示默认的一个窗口；若 Zoom 打开，则按 2x1 的方式显示两个窗口，上方为主窗口，下方为 Zoom 窗口。

SFP 会根据窗口布局方案和已打开的波形自动分配波形显示的所在窗口。如果需要手工调整，只需将目标波形的参数区图标拖拽到相应的窗口即可。如下图，F2 原本分配在窗口（4,1）显示，若期望其在窗口（4,2）显示，将 F2 的参数区图标拖动到窗口（4,2）即可：



调整后的显示如下：



窗口操作

每个窗口右上角都有三个图标，其作用如下：

对该窗口进行截图操作

全屏显示该窗口。在全屏显示模式下，图标变为 ，再次点击还原

28.8 字体设置

SFP 为用户提供大、小二种字号显示，用户可以根据自己的需求进行字号选择。

通过 *显示* > *窗口设置* > *字体大小* 进行设置。

29 存储和调用

SFP 支持将当前的设置、屏幕图像以及波形数据文件保存到机箱系统存储中，并可以在需要时重新调出已保存的设置或波形。

29.1 存储类型

SFP 支持的存储类型有设置、图片（*.bmp/*.jpg/*.png）、波形数据（二进制/csv /Matlab）。还支持将当前的设置保存为默认设置。存储以下为您简要介绍这几种存储类型：

设置

SFP 默认的存储方式。将示波器的设置以“*.xml”格式保存。

BMP 图像

将屏幕图像以“*.bmp”格式保存。

JPG 图像

将屏幕图像以“*.jpg”格式保存。

PNG 图像

将屏幕图像以“*.png”格式保存。

二进制数据

将波形数据以“*.bin”格式保存。也可设置 *保存全部通道* 、*各通道单独保存* 、*保存分段数据* ，参考 CSV 数据说明。

CSV 数据

将屏幕显示或指定通道的波形数据以单个“.csv”格式文件保存。选择该类型后，可点击 *参数保存* 选项，打开或关闭参数保存功能。

开启 *保存全部通道* 选项，将保存已开启通道的波形数据；点击 *各通道单独保存* 选项，可设置将通道波形数据保存至 1 个文件，否则各通道独立保存。

若开启分段采集功能，将保存模拟通道的所有段数据。根据下表组合设置 *保存分段数据* 、*保存全部通道* 、*各通道单独保存* ，获取对应形式的输出文件。

	分段数据=单文件	分段数据=多文件
保存单个通道	生成一个文件。 csv：按帧号顺序按行保存 bin：按帧号顺序保存数据块，使用 FileConverter 转换后各帧按列显示 mat：按帧号顺序保存数据块	生成文件夹。内含： 1、.awg 可用于导入信号源； 2、按帧保存名为 seqXXX 的多个文件
保存全部通道 (各通道单独保存=Yes)	按通道生成多个文件，文件内容同上	按通道生成多个文件夹，文件夹内容同上
保存全部通道 (各通道单独保存=No)	不支持	生成文件夹，内含：按帧保存名为 seqXXX 的多个文件。每个文件 csv：按列保存通道数据 bin/mat：按通道顺序保存数据块

Matlab 数据存储

将波形数据以“*.mat”格式保存。也可设置 *保存全部通道* 、 *各通道单独保存* 、*保存分段数据* ，参考 CSV 数据说明。

Default 键预设

可设置 default 是出厂设置的还是用户自定义的。

FileConverter 工具

一个执行将二进制数据转换为 CSV 数据的小工具。建议在保存大存储深度（大于 10 Mpts）的数据时选择保存二进制数据，这样可以大大减小保存所花费的时间。如果需要 CSV 数据，可以将该工具保存下来然后在电脑上运行将二进制数据转换为 CSV 数据。

内存波形

将指定的波形保存至内存波形（M1~M8）中，详见“内存波形”一章。

测量结果

将当前屏幕中所选测量参数的数据及统计信息保存为文件，便于后续数据比对与追踪分析。

下表是保存和调用对各种文件类型的支持情况：

类型	存储	调用
设置	支持	支持

BMP 图片	支持	不支持
JPG 图片	支持	不支持
PNG 图片	支持	不支持
二进制数据	支持	不支持
CSV 数据	支持	不支持
Matlab 数据	支持	不支持
FileConvertor 工具	支持	不支持
内存波形	支持	不支持
测量结果	支持	不支持

29.2 存储和调用实例

1. 将屏幕显示以 BMP 图片的格式保存到机箱系统存储指定目录

第一步，打开 SFP 后，进入存储菜单

第二步，设置存储的参数

选择 *操作* 为“存储”

选择 *类型* 为“BMP 图片”

选择 *图片格式* ，“正常”保存的图片与屏幕显示色调一致；“反色”保存的图片底色色调为浅色，适合打印

选择 *包含菜单* ，“是”保存整个显示屏上显示的内容；“否”将屏蔽菜单等显示信息

选择 *通用设置* 进入设置对话框，选择 *路径提示* ，“保持”存储文件后的路径提示一直显示在屏幕上；“淡出”存储文件后的路径提示显示一段时间（默认为 3s，也可自定义时间）后隐藏；“隐藏”存储文件后不显示路径提示。 *文件名* 设置仅对非文件管理器保存的文件（如 *功能* > *截图*）有效；选择“自定义”时，点击 *自定义文件名* ，在弹出的文本框输入文件名；选择“默认”时，则按默认的文件名（产品型号_存储类型）。多次保存会自动覆盖之前已经保存的同名文件。



点击 *文件管理* 调出 Windows 资源管理器

第三步，在资源管理器中选择机箱系统存储目录，输入想保存的文件名，然后点击保存。



在第三步中如果不选择更改文件名则系统按默认的文件名”new”来保存文件，多次保存会提示覆盖原文件。

2. 调用保存在机箱系统存储中的设置文件：U 盘\MS\track.xml

第一步，机箱插上 U 盘，其中应该具备本例中需要的设置文件。

第二步，设置调用的参数

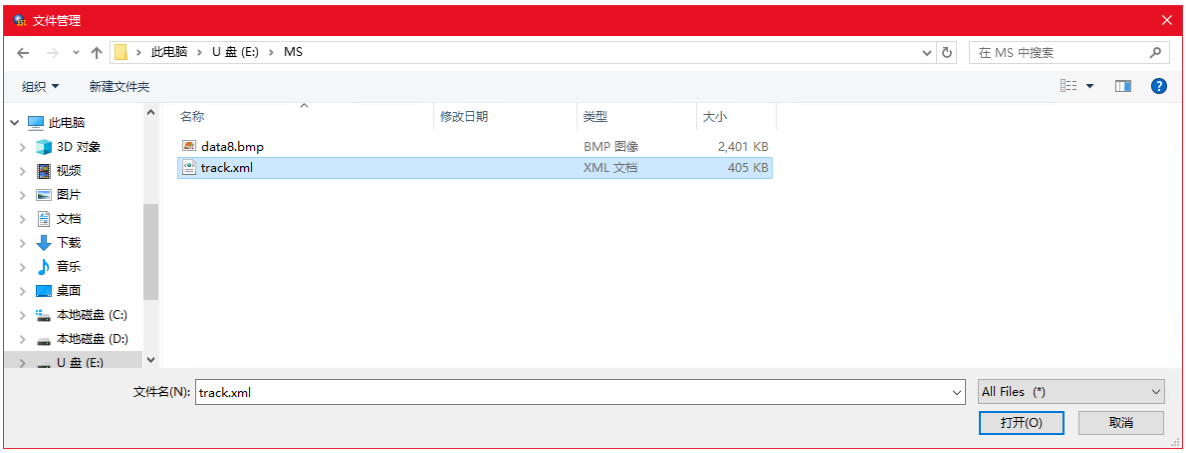
选择 *操作* 为“调出”

选择 *类型* 为“设置”

点击 *文件管理* 调出 Windows 资源管理器



第三步，在资源管理器中选择对应目录文件“track.xml”，点击打开，等待 SFP 调出完毕



29.3 快捷保存与截图

对于单纯的截图需求，也可以执行 *功能* > *截图* 来快速保存屏幕截图。如果想只针对某个窗口截图，可以直接点击该窗口右上方的 图标。

29.4 自动保存

自动保存运行时，每完成一帧波形采集将自动执行一次波形数据保存或 SFP 截图。通过顶部菜单栏，执行 *触发* > *自动保存* ；或点击底部触发参数区，进入自动保存对话框：



A. 目录，指定保存的路径，默认保存至 SFP 安装路径下的目录\storage\local\Autosave；目录文本框下显示内存大小说明（剩余内存大小/总内存大小）

B. 文件名，默认文件名为 autosave

C. 写入模式，选择覆盖将以指定文件名覆盖保存；选择填满将按指定文件名增序保存，内存不足时，自动保存停止运行

D. 开启/关闭波形数据保存

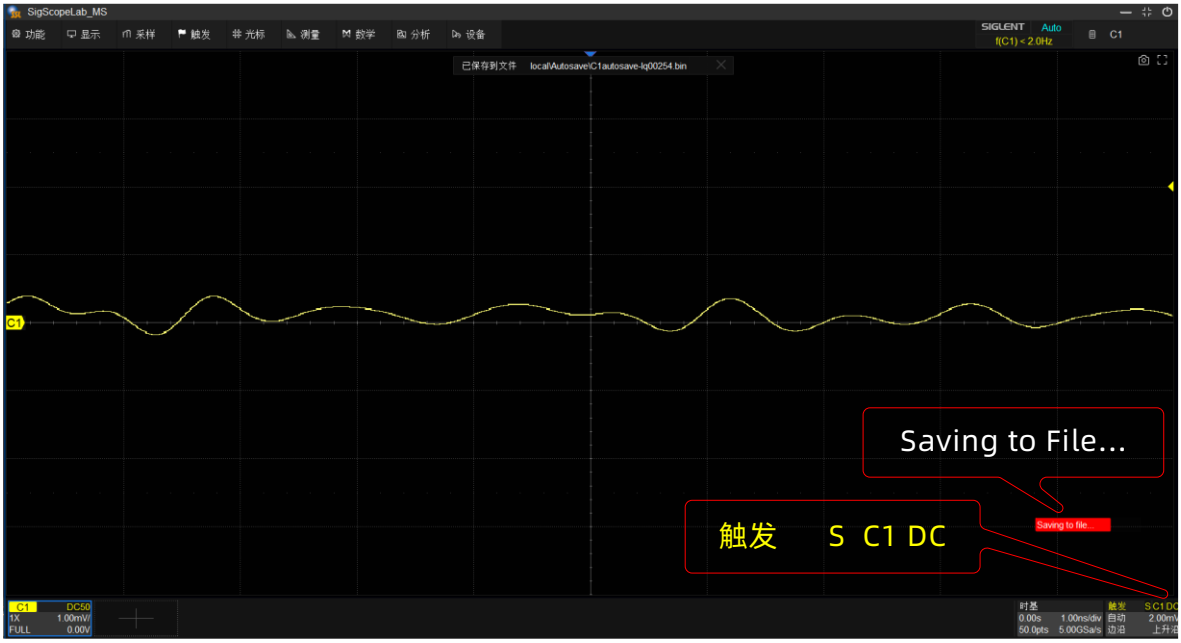
E. 设置波形数据类型，在弹出的保存对话框中，设置保存波形参数

F. 开启/关闭 SFP 截图

G. 设置图片格式，在弹出的保存对话框中，设置保存截图参数

H. 开启/关闭自动保存

自动保存运行时，触发参数区会显示保存标示，保存过程中波形显示区域右下角会有状态提示：



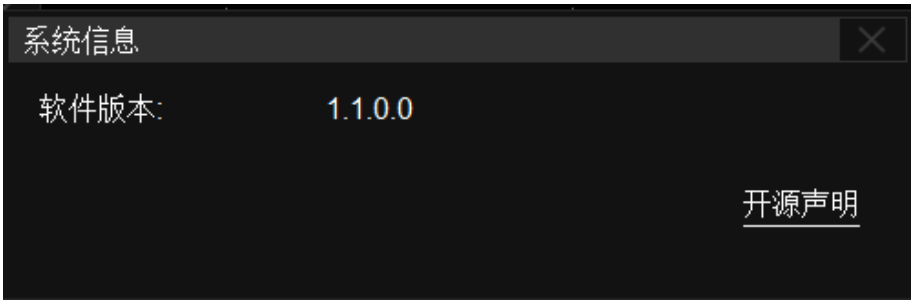
自动保存运行时不能修改保存参数，如需修改请退出运行状态。自动保存运行时不能开启文件管理器，如开启将提示该操作会退出自动保存。

30 系统功能设置

该功能模块支持 SFP 的辅助功能，如查看系统状态，设置界面语言，以及一些较高级设置，如执行自校正、安装选件和设置接口通信等。

30.1 查看系统状态

执行 *功能* > *菜单* > *系统信息* ，可以查看 SFP 当前版本信息。系统信息包括下图所示内容。



30.2 系统设置

30.2.1 设置语言

SFP 的操作界面支持多种语言，包括简体中文、繁体中文、英语、法语、日语、德语、西班牙语、俄语、意大利语、葡萄牙语等。

执行 *功能* > *菜单* > *系统设置* > *语言* ，在弹出的列表中选择语言即可。

30.2.2 设置扩展策略

SFP 的扩展策略用于设置水平和垂直方向上缩放的参考点，用于适配不同的水平和垂直缩放需求。

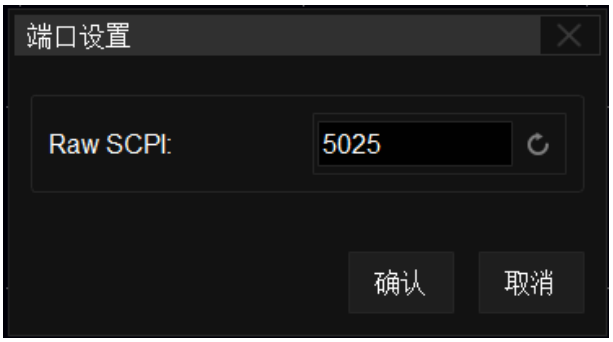
设置水平扩展，详见“时基设置”一节。

设置垂直扩展，执行 *功能* > *菜单* > *系统设置* > *垂直扩展* ，或在通道设置对话框中设置，详见“通道设置”一节。

30.3 接口设置

30.3.1 Raw Socket 端口

执行 *功能* > *菜单* > *服务* > *端口设置*，打开端口设置页面。可设置范围 5025~5099。



30.4 安装选件

SFP 提供多种选件功能满足用户的测量需求。请联系鼎阳销售人员或技术支持人员获取对应的选件许可秘钥。您可以在 SFP 上查看选件信息或激活新购买的选件许可秘钥。

按照以下步骤操作可执行选件安装功能：

功能 > *菜单* > *软件选件*



A. 选件信息显示区域。当选件未激活时，“许可类型”显示为“试用”，最多可试用 30 次

B. 点击弹出选件类型窗口，筛选需显示的选件类型

C. 点击弹出设备窗口，筛选需显示的板卡选件

D. 点击选择秘钥文件后，自动执行安装

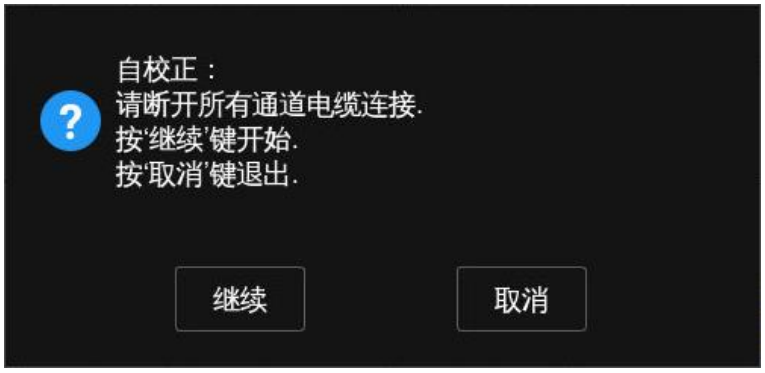
30.5 维护

30.5.1 自校正

通过执行自校正程序可使示波器迅速达到最佳工作状态，以取得最精确的测量值。您可在任何时候执行该程序，尤其是当环境温度变化范围达到或超过 5 ℃时。执行自校正操作之前，请确保示波器已预热或运行 30 分钟以上。

请按以下方法执行自校正：

1. 断开当前连接到示波器的所有信号线。
2. 执行 *功能* > *菜单* > *维护* > *自校正* 后，SFP 弹出如下提示框，选择 *继续* 开始执行自校正程序。



3. 自校正开始后，屏幕会出现进度条以显示自校正进度。该过程中操作 SFP 不会有响应，直至自校正结束。校正完成后，点击屏幕退出。

30.5.2 开发人员选项

该选项为 **SIGLENT** 内部开发使用。

31 故障处理

下面列举了示波器在使用过程中可能出现的故障及排除方法。当您遇到这些故障时，请按照相应的步骤进行处理，若不能处理，请及时与 SIGLENT 公司联系。

1. 如果单板状态指示灯不亮：

1) 检查电源接头是否接好。

2) 检查电源开关是否按实。

3) 检查模块示波器是否完全插入卡槽并锁定。

4) 检查机箱背板上的插槽引脚是否有弯曲或损坏，如果背板损坏，请勿安装模块。如有损坏，请及时与 SIGLENT 公司联系，并将仪器返厂，由 SIGLENT 授权的维修人员进行更换。

5) 做完上述检查后，请重新启动示波器。

6) 如果仍无法正常启动本产品，请与 SIGLENT 联系。

2. 采集信号后，SFP 中并未出现相应波形：

1) 检查探头是否正确连接在信号连接线上。

2) 检查信号连接线是否正确连接在 BNC（通道连接器）上。

3) 检查探头是否与待测物正常连接。

4) 检查待测物是否有信号产生。

5) 重新采集一次信号。

3. 测量的电压幅值比实际值大或者小（注意：此种情况一般在使用探头时才出现）：

1) 检查通道衰减系数是否与探头实际使用的衰减比例相符。

2) 断开示波器与外界的信号连接，执行一次自校正。

4. 有波形显示，但不能稳定下来：

1) 检查触发信源：检查“触发”菜单中的信源选择是否与实际使用的信号通道相符。

2) 检查是否为“假波”：当信号频率很大（大于采样率的一半）时，很容易出现“假波”，此时应设置较小的时基使采样率大于信号频率的 2 倍。

3) 检查触发类型：一般信号应使用“边沿触发”方式，视频信号应使用“视频触发”方式。只有应用适合的触发方式，波形才能稳定显示。

4) 改变触发释抑设置。

32 联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址：广东省深圳市宝安区 68 区留仙三路安通达工业园 4&5 栋

服务热线：400-878-0807

E-mail：market@siglent.com

网址：https://www.siglent.com

关于鼎阳

鼎阳科技（SIGLENT）是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业，A 股上市公司。

SIGLENT 已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。2002 年，鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发，2005 年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展，鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、频谱分析仪、函数/任意波形发生器、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载、精密源表等通用测试测量仪器产品。鼎阳科技是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一，国家重点“小巨人”企业，同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳，在马来西亚槟城州设有生产基地，在美国俄勒冈、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司，在成都成立了分公司，产品远销全球 80 多个国家和地区。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

全国免费服务热线：400-878-0807

网址：www.siglent.com

声明

SIGLENT 鼎阳 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标，事先未经过允许，不得以任何形式或通过任何方式复制本手册中的任何内容。

本资料中的信息代替原先的此前所有版本。技术数据如有变更，恕不另行通告。

技术许可

对于本文档中描述的硬件和软件，仅在得到许可的情况下才会提供，并且只能根据许可进行使用或复制。