串行信号测试

应用说明

Rev. 01A

2023 年 3 月

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

目录

1. 串行信号测试简介 2

λ 主要特点 2

2. 测试前准备 3

2.1 简介 3

2.2 测试前注意事项 3

2.3 总线设置介绍 3

2.3.1 I2C 总线设置 3

2.3.2 SPI 总线设置 4

2.4 参数设置介绍 5

2.4.1 I2C 参数设置 5

2.4.2 SPI 参数设置 6

2.5 测试设置介绍 7

3. 开始测试 9

4. 结果和报告 10

4.1 结果 10

4.2 报告 10

1. 串行信号测试简介

串行信号测试功能能够自动测试串行信号的电气特性，提高硬件测试的工作效率，目前支持 I2C、SPI 两种协议。他能够在短时间内完成总线信号的电气特性分析，并且和用户输入的标称值进行比较，得到测试结果及相应测试项的统计值，同时支持报告预览和报告导出。该功能进入窗口如图 1.1 所示。



图 1.1 串行信号测试功能窗口

主要特点

（1）、支持 I2C 和 SPI 两种总线的电气特性分析

（2）、支持多轮测试，用户可根据实际情况设定测试次数，验证信号的稳定性

（3）、测试过程中会根据测试项，展示测试过程，并且根据判断标准截取相应最小值/最大值的图形

（4）、支持对结果进行统计，输出结果包括平均值、最大值、最小值、最差值等统计结果

（5）、自动生成测试报告（点击测量项会跳转到相应测试项的细节和截图）

2. 测试前准备

2.1 简介

测试前准备主要包括以下内容

（1）、测试前注意事项

（2）、总线设置介绍

（3）、参数设置介绍

（4）、测试设置介绍

2.2 测试前注意事项

○ 为避免示波器配置冲突导致测试异常，可以在测试开始前，点击【Default】恢复示波器默认配置

○ 将待测总线的各个信号分别接入示波器通道后，需要确认衰减系数是否设置正确，示波器“Probe”需与探头衰减系数保持一致

○ 设置示波器状态为“Run”，并保证在触发前持续有信号输入

○ 测试模式为手动时，请尽量截取一帧完整的波形

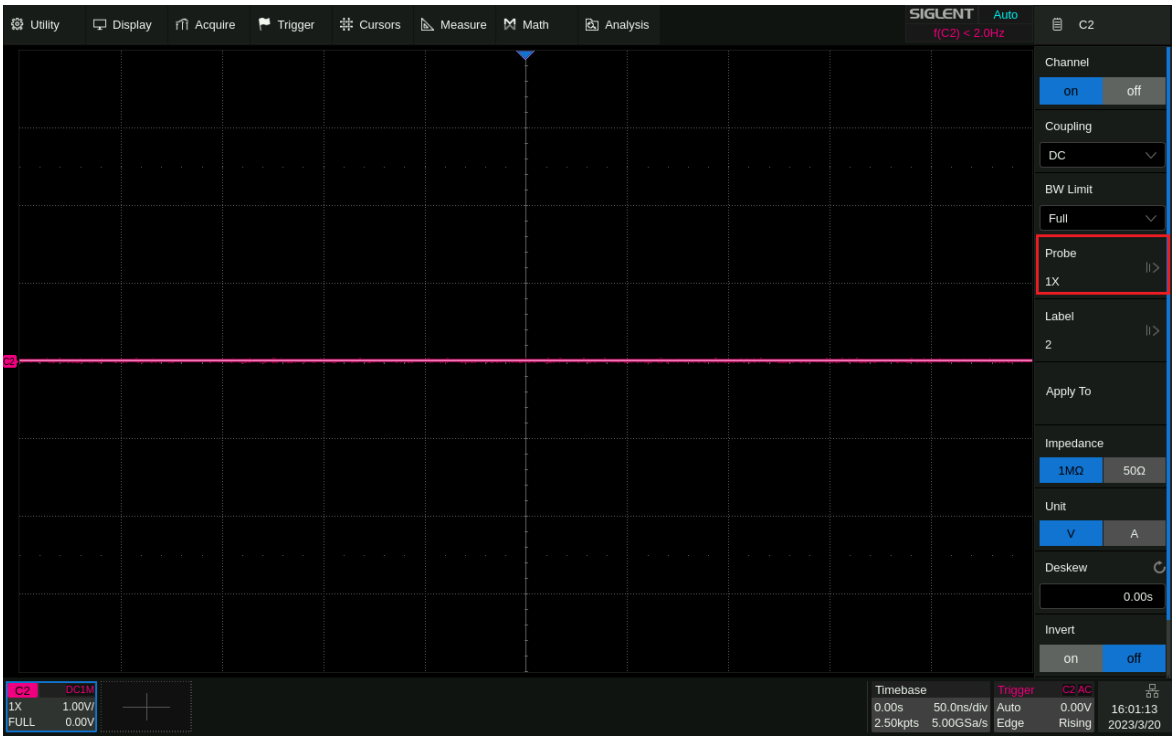


图 2.1 示波器“Probe”

2.3 总线设置介绍

2.3.1 I2C 总线设置

I2C 总线设置包括时钟信号和数据信号的信源选择，传输速率的选择，总线电压设置。I2C 总线设置窗口如图 2.2 所示。

（1） I2C 时钟信号和数据信号的信源可以选择：C1、C2、C3、C4，两者不能选择同一通道；信源选择如图 2.3 所示。

（2） I2C 传输速率可以依次选择为：标准模式、快速模式、高速模式，分别对应 100kbit/s、400kbit/s、3.4Mbit/s，用户可根据信号传输速度进行选择；若 I2C 信号由软件实现，传输速度不定，用户可任选一种模式进行测试；传输速率选择如图 2.4 所

示。

（3） I2C 总线电压默认为 3.3V，用户可根据实际情况自行设置。总线电压的改变会影响测试项中输入高电平电压和输入低电平电压的判定值，其关系如表 2.1 所示。



图 2.2 I2C 总线设置窗口



图 2.3 信源选择



图 2.4 传输速率选择

项目	名称	下限值	上限值	单位
MEA_INPUT_HIGH_VOLTAGE	输入的高电平电压	-0.5	0.3* VCC	V
MEA_INPUT_LOW_VOLTAGE	输入的低电平电压	0.7 * VCC	VCC + 0.5	V

表 2.1 总线电压与输入电压关系

2.3.2 SPI 总线设置

SPI 总线设置包括时钟信号、数据输入信号、数据输出信号、片选信号的信源选择，采样沿的选择，总线电压设置。SPI 总线设置窗口如图 2.5 所示。

（1） SPI 的时钟信号、数据输入信号、数据输出信号、片选信号的信源可以选择：C1、C2、C3、C4、None，其中时钟信号无 None 选项；若用户设置某个信号的信源为 None，则参数设置中，该信源所对应的测试项会自动配置为 Don’t test，若用户手动打开该信源所对应的测试项，最后输出的测试结果为未测试（Not Tested）；SPI 信源选择如图 2.6 所示。



图 2.5 SPI 总线设置窗口



图 2.6 SPI 信源选择

（2） SPI 采样沿可设置为上升沿采样和下降沿采样两种方式。

（3） SPI 总线电压默认为 3.3V，用户可根据实际情况自行设置。总线电压的改变会影响测试项中输入高电平电压和输入低电平电压的判定值，其关系如表 2.2 所示。

项目	名称	下限值	上限值	单位
MEA_INPUT_HIGH_VOLTAGE	输入的高电平电压	-0.5	0.3* VCC	V
MEA_INPUT_LOW_VOLTAGE	输入的低电平电压	0.7 * VCC	VCC + 0.5	V

表 2.2 总线电压与输入电压关系

2.4 参数设置介绍

2.4.1 I2C 参数设置

I2C 参数设置如图 2.7 所示，协议选择为 I2C 后，点击右侧菜单的参数设置项即可进入参数设置界面。

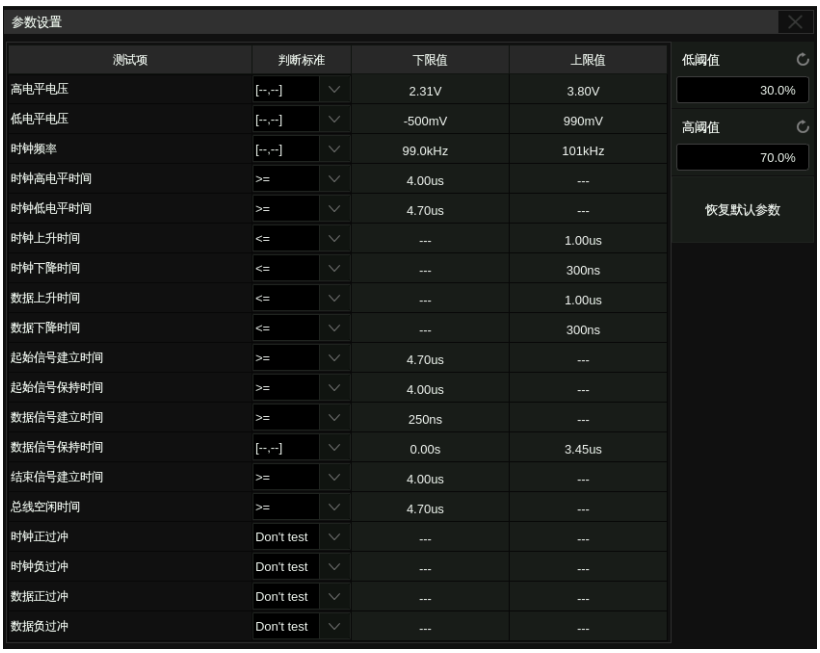


图 2.7 I2C 参数设置界面

（1） I2C 共有十九个测试项，其中高电平电压包含时钟信号高电平电压和数据信号高电平电压两项二级测试项，低电平电压包含时钟信号低电平电压和数据信号低电平电压两项二级测试项；若屏幕中只有一帧数据，则无法满足起始信号建立时间和总线空闲时间的计算，此时会以起始信号之前的空闲时间作为测试结果输出；对其余测试项，若不满足测试条件，会输出未测试作为结果。

（2） 判断标准有四种选项：>=、<=、[--,--]、Don’t test，分别代表：测试结果大于等于下限值时测试通过、测试结果小于等于上限值时测试通过、测试结果在区间[下限值,上限值]内时测试通过、不做测试；若判断标准选择为 Don’t test，在结果和报告中不会展现此测试项。

（3） 低阈值和高阈值用于确定测试项目的参考电平；例如计算上升时间时，会计算上升沿中电压值为 0.3*VCC 的点到电压值为 0.7*VCC 的点之间的时间（VCC 为总线电压）。注意：若信号质量较差，实际电压与标准总线电压相差较大，请根据实际情况设置阈值。

（4） 恢复默认参数只对判断标准、下限值、上限值有效。

2.4.2 SPI 参数设置

SPI 参数设置界面如图 2.8 所示，协议选择为 SPI 后，点击右侧菜单的参数设置项即可进入参数设置界面。

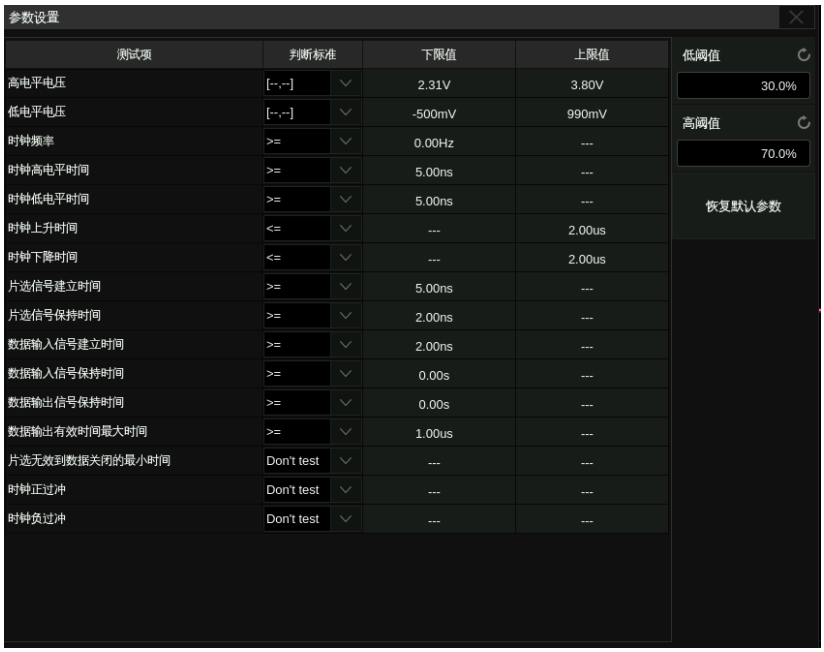


图 2.8 I2C 参数设置界面

（1） SPI 共有十六个测试项，其中高电平电压包含时钟信号高电平电压、数据输入信号高电平电压、数据输出高电平电压、片选信号高电平电压四项二级测试项，低电平电压同样包含四项二级测试项；其中片选无效到数据关闭的最小时间，计算的是一帧波形中片选信号上升沿到数据输出信号最后一个边沿的时间；总线信源选择为 None 的情况下，对应测试项会自动设置为 Don’t test。

（2） 判断标准有四种选项：>=、<=、[--,--]、Don’t test，分别代表：测试结果大于等于下限值时测试通过、测试结果小于等于上限值时测试通过、测试结果在区间[下限值,上限值]内时测试通过、不做测试；若判断标准选择为 Don’t test，在结果和报告中不会展现此测试项。

（3） 低阈值和高阈值用于确定测试项目的参考电平；例如计算上升时间时，会计算上升沿中电压值为 0.3*VCC 的点到电压值为 0.7*VCC 的点之间的时间（VCC 为总线电压）。注意：若信号质量较差，实际电压与标准总线电压相差较大，请根据实际情况设置阈值。

（4） 恢复默认参数只对判断标准、下限值、上限值有效。

2.5 测试设置介绍

测试设置界面如图 2.9 所示。本项设置与具体协议无关，包含失败即停、截图、测试模式、测试次数、开始测试五项内容。

（1）点击失败即停开关可以切换失败即停状态，失败即停开启时，若某一测试项测试结果为 fail（未通过），测试会自动停止，并弹出结果界面提示用户。

（2） 截图开关控制测试过程中是否进行截图，若关闭截图，整个测试所需的时间会有效减少，提高测试速度，但是在结果界面和最终报告中，不会包含截图。

（3） 测试模式有自动、手动两种，如图 2.10 所示。

自动模式下：开始测试后，示波器会自动设置时基、延时、电压档位等参数，并且触发一屏波形后任意选择一帧合适的波形进行分析；该模式下，用户可选择测试次数，示波器会根据用户设置的测试次数，不断触发一屏波形进行测试，这个过程中，请保证有信号持续输入。

手动模式下：用户需要自行触发一帧波形，用户可根据实际需求，使用示波器触发功能触发所需要的波形，抓取到所需波形后，

示波器不会改变时基、延时、电压档位等参数，会直接对全屏波形进行分析；该模式下，不可设置测试次数，仅分析用户所抓取的波形。

（4） 测试次数为自动模式下，示波器对每一测试项的测试次数。

（5） 开始测试是测试开始的入口。



图 2.9 测试设置界面



图 2.10 测试模式

3. 开始测试

开始测试入口在测试设置中，点击开始测试后，示波器会弹出一个提示窗口，如图 3.1 所示。

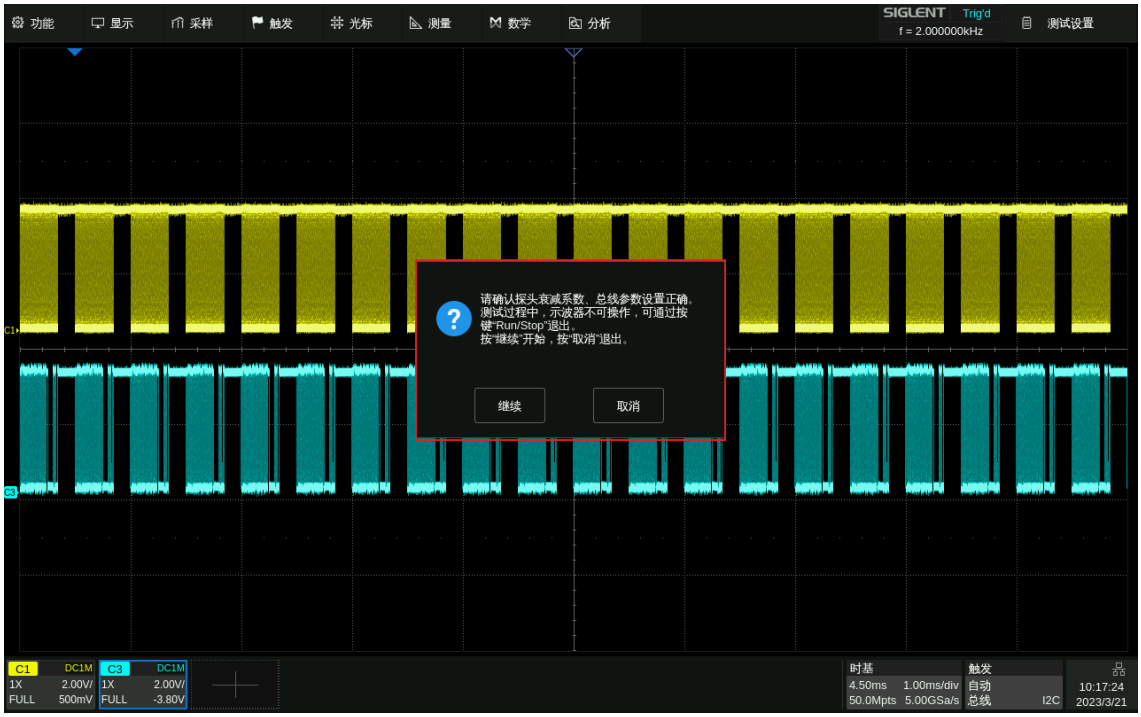


图 3.1 开始测试提示窗口

自动模式下，用户可以根据此时屏幕中的波形，再次确认测试前的设置是否正确，包括通过打开通道确认信源是否设置正确，通过此时电压档位确认总线电压和探头衰减系数是否设置正确（时基偏大是正常情况）。

确认无误后，用户可点击“继续”开始测试，若需要修改参数，可点击“取消”取消测试。

测试过程中，示波器会禁止操作，不过用户可以通过按键“Run/Stop”终止测试。注意：此时的“Run/Stop”按键只有终止测试的功能，不能控制开始或停止波形。测试结束后，示波器会弹出测试结果界面提示用户测试已经结束。

4. 结果和报告

4.1 结果

结果界面如图 4.1 所示，包含上半部分总体结果，以及下半部分各个测试项的细节及截图。

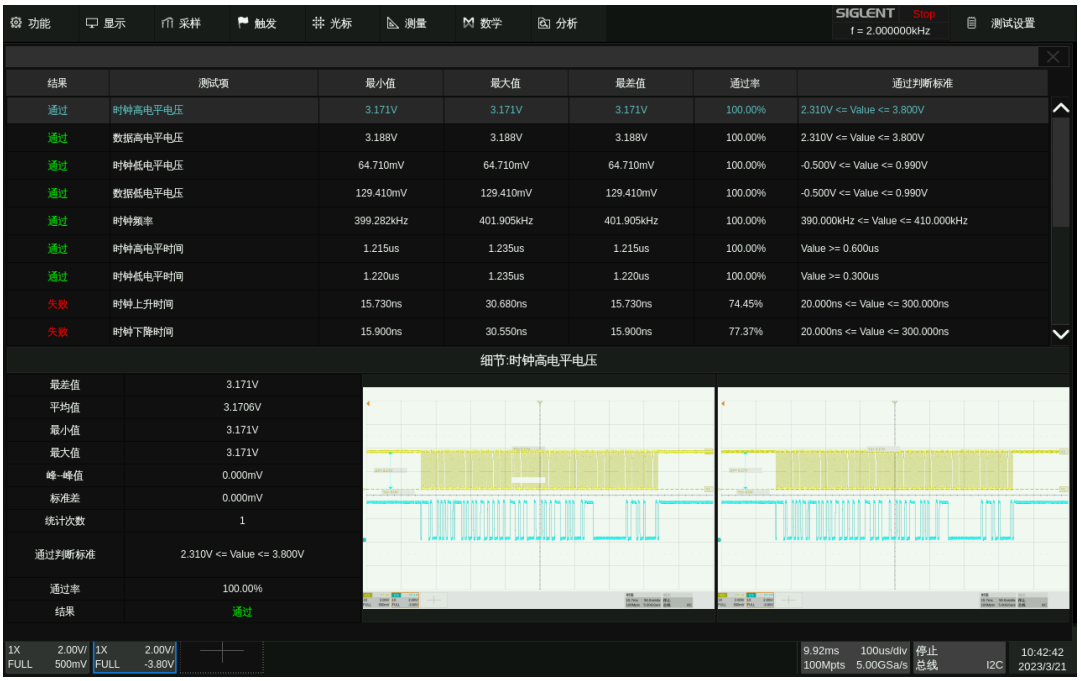


图 4.1 结果界面

（1） 测试结束后，结果界面会自动弹出，用户也可通过本功能的右侧菜单，点击“结果”打开结果界面。

（2） 测试界面的上半部分为测试结果的总览，包含各个测试项的结果，和部分统计值以及通过判断标准，点击测试项所在行，结果界面下半部分会自动切换为当前测试项的细节。

（3） 细节的右半部分为最小值/最大值的截图，示波器会根据通过判断条件进行截图，通过判断条件为“<=”时会截取最大值的图，为“>=”时会截取的图，为在区间内时，会截取最小值和最大值的图。用户点击截图，可以放大截图，观察截图细节，再次点击，可以恢复截图大小。

4.2 报告

报告生成界面如图 4.2 所示，通过点击右侧菜单的“报告生成设置”，可以打开报告生成界面。



图 4.2 报告生成界面

（1）测试完成后，可导出测试报告，支持“HTML”和“XML”两种文件类型。

（2）点击预览报告选项，用户可以预览 HTML 类型的报告。

（3）设置好测试人员、被测设备、测试温度等信息后（可以不设置），点击“文件管理”选择报告保存路径，点击“保存”即可保存报告，或点击“另存为”，可以自定义报告名称保存报告，HTML 类型报告如图 4.3 所示。

SIGLENT®

Serial Test IIC Reoprt

Overall Result: Fail

Operator:	xqy
Test Date:	2023-03-21 10:47:49
Device:	zdl
Temperature:	15
Remarks:	
Oscilloscope Name:	SDS6034A
Oscilloscope Serial Number:	0123456789
Oscilloscope Scope ID:	548d-9311-b255-c2ce
Oscilloscope Firmware Version:	1.21.1.4.5.1 Mar 20 84
SCL	CH1
SDA	CH3
IIC Speed	Fast
Test Result:	Total:17,Pass:11,Not Tested:0,Fail:6

Summary

RESULT	TEST ITEM	VAL(MIN)	VAL(MAX)	WORST	PASS RATE	LIMIT
PASS	MEA_IIC_INPUT_SCL_HIGH_VOLTAGE	3.171V	3.171V	3.171V	100.00%	2.310V <= Value <= 3.800V
PASS	MEA_IIC_INPUT_SDA_HIGH_VOLTAGE	3.188V	3.188V	3.188V	100.00%	2.310V <= Value <= 3.800V
PASS	MEA_IIC_INPUT_SCL_LOW_VOLTAGE	64.710mV	64.710mV	64.710mV	100.00%	-0.500V <= Value <= 0.990V
PASS	MEA_IIC_INPUT_SDA_LOW_VOLTAGE	129.410mV	129.410mV	129.410mV	100.00%	-0.500V <= Value <= 0.990V
PASS	MEA_IIC_CLOCK_FREQUENCY	399.282kHz	401.905kHz	401.905kHz	100.00%	390.000kHz <= Value <= 410.000kHz
PASS	MEA_IIC_CLOCK_HIGH_LEVEL_TIME	1.215us	1.235us	1.215us	100.00%	Value >= 0.600us
PASS	MEA_IIC_CLOCK_LOW_LEVEL_TIME	1.220us	1.235us	1.220us	100.00%	Value >= 0.300us
FAIL	MEA_IIC_SCL_RISE_TIME	15.730ns	30.680ns	15.730ns	74.45%	20.000ns <= Value <= 300.000ns
FAIL	MEA_IIC_SCL_FALL_TIME	15.900ns	30.550ns	15.900ns	77.37%	20.000ns <= Value <= 300.000ns
FAIL	MEA_IIC_SDA_RISE_TIME	16.880ns	37.120ns	16.880ns	97.22%	20.000ns <= Value <= 300.000ns
FAIL	MEA_IIC_SDA_FALL_TIME	19.930ns	45.810ns	19.930ns	97.22%	20.000ns <= Value <= 300.000ns
PASS	MEA_IIC_START_SIGNAL_SETUP_TIME	718.190ns	158.235us	718.190ns	100.00%	Value >= 0.600us
FAIL	MEA_IIC_START_SIGNAL_HOLD_TIME	472.660ns	473.440ns	472.660ns	0.00%	Value >= 0.600us
PASS	MEA_IIC_DATA_SIGNAL_SETUP_TIME	125.640ns	641.280ns	125.640ns	100.00%	Value >= 100.000ns
FAIL	MEA_IIC_DATA_SIGNAL_HOLD_TIME	541.880ns	1.052us	1.052us	98.48%	0.000s <= Value <= 0.900us
PASS	MEA_IIC_STOP_SIGNAL_SETUP_TIME	1.970us	1.970us	1.970us	100.00%	Value >= 0.600us
PASS	MEA_IIC_BUS_BUFFER_TIME	156.266us	156.266us	156.266us	100.00%	Value >= 1.300us

Details

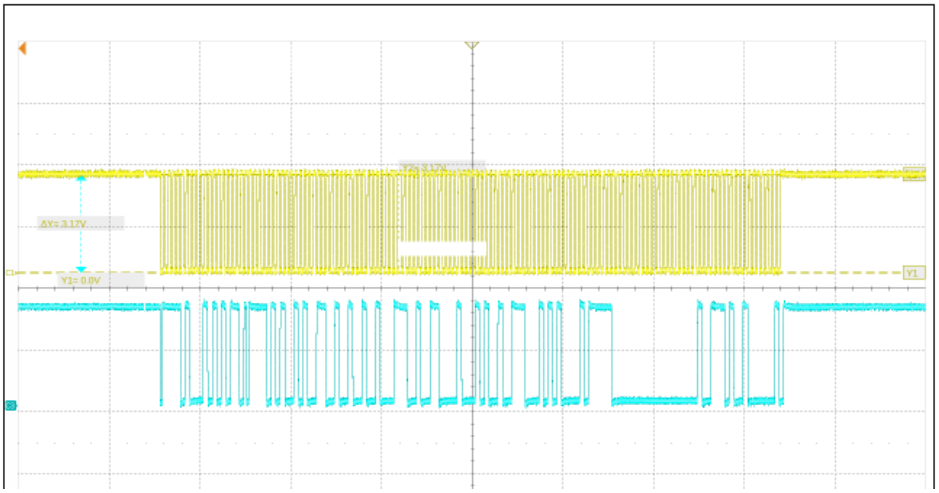


图 4.3 HTML 类型报告

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。

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、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品。2007年，鼎阳与高端示波器领导者美国力科建立了全球战略合作伙伴关系。2011年，鼎阳发展成为中国销量领先的数字示波器制造商。2014年，鼎阳发布了带宽高达1GHz的中国首款智能示波器SDS3000系列，引领实验室功能示波器向智能示波器过渡的趋势。2017年，鼎阳发布了多项参数突破国内技术瓶颈的SDG6000X系列脉冲/任意波形发生器。2018年，鼎阳推出了旗舰版高端示波器SDS5000X系列；同年发布国内第一款集频谱分析仪和矢量网络分析仪于一体的产品SVA1000X。2020年推出国内首款12-bit高分辨率，2GHz高带宽数字示波器SDS6000 Pro系列。目前，鼎阳已经在美国克利夫兰和德国汉堡成立子公司，产品远销全球80多个国家和地区，SIGLENT已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

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。