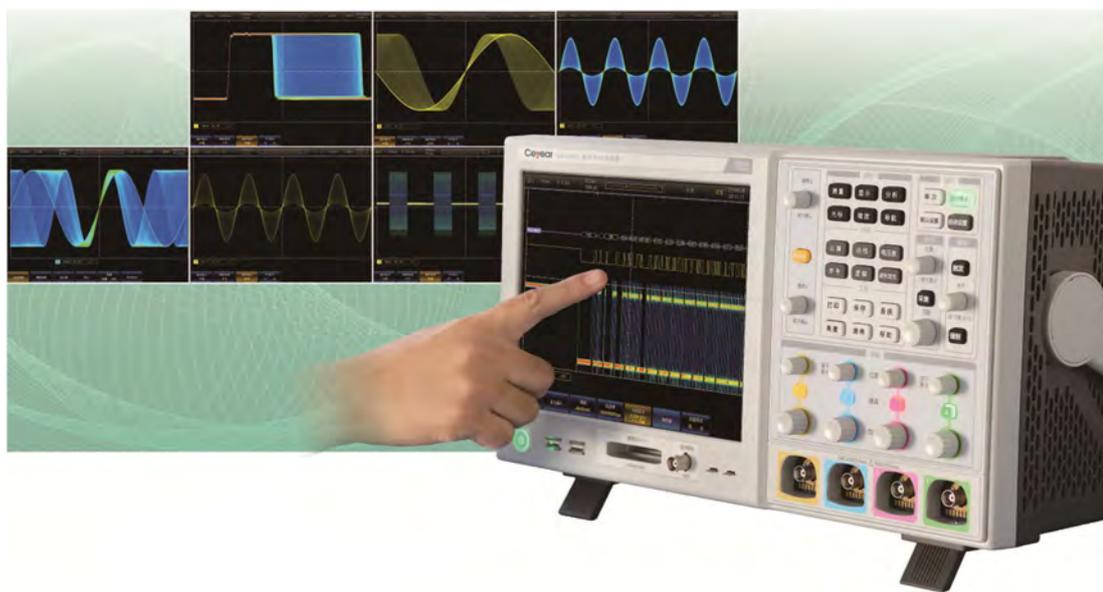


Ceyear

AV4456 系列

数字荧光示波器

用户手册



中电科仪器仪表有限公司

前 言

非常感谢您选择使用由中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 AV4456 系列数字荧光示波器！本产品功能齐全、技术指标先进、选件配置丰富，突破性和创新性的技术让您体验更多、更出色的示波器性能。为增进您对本款示波器的了解和使用，请仔细阅读本手册。

我们将以最大限度满足您的需求为己任，为您提供高品质的测量仪器，同时带给您一流的售后服务。“质量优良，服务周到”是我们一贯的宗旨，提供让客户满意的产品和服务是我们对客户的承诺。竭诚欢迎您的垂询，垂询电话：

服务咨询： 0532-86889847 800-868-7041

技术支持： 0532-86888026

质量监督： 0532-86886614

传 真： 0532-86889056

网 址： www.ei41.com

电子信箱： 5117@ei41.com

地 址： 山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号

邮 编： 266555

本手册介绍了 AV4456 系列数字荧光示波器的用途、菜单结构、使用方法、使用注意事项、基本工作原理等，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。请仔细阅读本手册，并按照相应说明进行正确操作。

由于时间紧迫和笔者水平有限，在本手册中难免有错误或疏漏之处，恳请批评指正！如果由于我们的工作失误给您造成不便，我们在此深表歉意！

本手册是 AV4456 系列数字荧光示波器用户手册第一版，版本号为 V1.2。



说 明：

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。本手册内容及所用术语解释权归属中电科仪器仪表有限公司所有。

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本公司授权，不得对本手册内容进行修改或篡改，并且不得以赢利为目的对本手册进行复制、传播，中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

编 者

2017 年 8 月

目 录

第一章 使用指南	1
1.1 开箱检查.....	1
1.2 安全须知.....	1
1.2.1 环境要求.....	2
1.2.2 电源线的选择.....	2
1.2.3 供电要求.....	2
1.2.4 静电防护 (ESD).....	2
1.2 售后维护.....	2
1.3 文章标识.....	3
第二章 关于 AV4456 系列数字荧光示波器	4
2.1 开机使用.....	4
2.2 前面板概述.....	5
2.2.1 电源按钮.....	6
2.2.2 前置 USB 口.....	6
2.2.3 逻辑分析仪扩展接口.....	6
2.2.4 函数发生器扩展接口.....	7
2.2.5 1kHz 校准信号.....	7
2.2.6 屏幕显示区.....	7
2.2.7 通用旋钮设置区.....	8
2.2.8 功能设置区.....	8
2.2.9 运行系统设置区.....	10
2.2.10 水平系统设置区.....	10
2.2.11 触发系统设置区.....	11
2.2.12 垂直系统设置区.....	11
2.2.13 输入通道区.....	12
2.3 后面板概述.....	12
第三章 垂直系统	14
3.1 按键/旋钮说明.....	14
3.2 探头.....	14
3.2.1 探头接口.....	14

3.2.2	探头校准	15
3.3	通道状态	15
3.4	输入耦合	16
3.5	输入阻抗	16
3.6	带宽限制	16
3.7	探头设置	17
3.7.1	探头系数	17
3.7.2	探头类型	18
3.7.3	探头校零	18
3.8	反相	18
3.9	量程细调	19
3.10	垂直量程	19
3.11	垂直偏移	20
3.12	通道延时	20
第四章	水平系统	22
4.1	按键/旋钮说明	22
4.2	时基	23
4.3	水平延时	23
4.4	视窗扩展	23
4.5	采集模式	24
4.6	存储深度	25
第五章	触发系统	28
5.1	按键/旋钮说明	28
5.2	触发源	28
5.3	触发类型	29
5.3.1	边沿触发	29
5.3.2	脉宽触发	32
5.3.3	欠幅触发	34
5.3.4	序列触发	37
5.3.5	逻辑触发	38
5.3.6	建立和保持时间触发	42
5.3.7	升降时间触发	44
5.3.8	视频及高清视频触发	47

5.3.9	串行总线触发（选件 S04~S11）	50
5.4	触发释抑	50
5.5	触发模式	51
5.6	触发灵敏度	51
5.7	触发电平	52
5.8	辅助输出	52
第六章 测量系统		54
6.1	参数测量	54
6.1.1	添加测量	55
6.1.2	删除测量	58
6.1.3	直方图	59
6.1.4	统计	60
6.1.5	选通	61
6.1.6	参考电平	61
6.2	光标测量	62
第七章 数学运算		64
7.1	双波形数学运算	64
7.2	FFT	65
7.3	高级数学	67
第八章 显示系统		71
8.1	波形显示设置	71
8.2	波形色彩设置	71
8.3	余辉设置	74
8.4	网格设置	74
8.5	亮度设置	75
8.6	XY 显示	75
第九章 保存调用和参考		77
9.1	保存	77
9.2	调用	80
9.3	参考	80
第十章 系统设置		82

10.1	配置.....	82
10.2	参考&输出.....	83
10.3	网络设置.....	84
10.4	选件.....	85
10.5	校准.....	85
10.6	系统写保护.....	86
第十一章 总线触发和分析		87
11.1	I2C 总线触发与分析	87
11.1.1	I2C 总线设置	87
11.1.2	I2C 触发设置	92
11.2	RS232 总线触发与分析	97
11.2.1	RS232 总线设置	97
11.2.2	RS232 触发设置	105
11.3	SPI 总线触发与分析	107
11.3.1	SPI 总线设置	107
11.3.2	SPI 触发设置	114
11.4	CAN 总线触发与分析	116
11.4.1	CAN 总线设置	116
11.4.2	CAN 触发设置	121
11.5	LIN 总线触发与分析	126
11.5.1	LIN 总线设置	126
11.5.2	LIN 触发设置	131
11.6	FLEXRAY 总线触发与分析	135
11.6.1	FlexRay 总线设置	136
11.6.2	FlexRay 触发设置	142
11.7	AUDIO 总线触发与分析	149
11.7.1	Audio 总线设置	150
11.7.2	Audio 触发设置	158
11.8	USB 总线触发与分析	160
11.8.1	USB 总线设置	160
11.8.2	USB 触发设置	165
第十二章 极限和模板测试		171
12.1	设置模板.....	171

12.2	选择模板.....	172
12.3	设置测试.....	173
12.4	运行测试.....	174
12.5	显示结果.....	174
第十三章 数字电压表		176
第十四章 工作原理		177
第十五章 应用示例		179
15.1	测量简单的信号.....	179
15.2	测量脉冲信号.....	179
15.3	查看两路信号的相位差.....	180
15.3.1	XY 测量法.....	180
15.3.2	参数自动测量法.....	181
15.4	I2C 总线触发与分析示例.....	181
15.5	CAN 总线触发与分析示例.....	183
15.6	LIN 总线触发与分析示例.....	185
15.7	FLEXRAY 总线触发与分析示例.....	187
15.8	RS232 总线触发与分析示例.....	189
15.9	SPI 总线触发与分析示例.....	191
15.10	AUDIO 总线触发与分析示例.....	192
15.11	USB 总线触发与分析示例.....	194
第十六章 故障检测与处理		197
附录 1：技术指标说明		198
附录 2：附件和选件		203

第一章 使用指南

欢迎选用由中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 AV4456 系列数字荧光示波器。AV4456 系列示波器共 4 个产品型号，包括标准型 AV4456C/D 和经济型 AV4456CM/DM。该产品集数字示波器、总线分析仪、数字电压表三种仪器于一体，具有波形自动设置、波形参数自动测量、光标测量、直方图测量、算术运算及高级数学、FFT 分析、串行总线触发与分析、极限与模板测试、内置培训信号输出等功能，支持以太网程控，方便您集成开发使用。

本章将详细介绍开箱检查、安全须知、售后维护等方面的注意事项。在您使用前请仔细阅读本章内容，以防由不当的操作造成示波器的损坏或意外事故的发生。当出现问题时，请及时与我们联系，我们将尽快予以解决。

1.1 开箱检查

当您接收到本仪器时，请务必参照以下步骤检查货品包装和核对装箱清单：

- 1) 检查货品包装箱和衬垫材料是否出现挤压或撕裂的痕迹，如果有相应痕迹请进一步开箱检查仪器是否有外观损伤。
- 2) 小心取出包装箱中的物品，并对照装箱清单将所属附件及文件进行核对。包装箱内必备的附件和文件包括：
 - AV4456 系列示波器主机一台（AV4456C/CM/D/DM）
 - 电源线一根
 - 无源高阻探头四个
 - 产品合格证一个
 - 《AV4456 系列数字荧光示波器用户手册》一本
 - 《AV4456 系列数字荧光示波器编程手册》一本
 - “装箱清单”一份

在检查箱内的仪器、附件及文件齐全而且完好后，方可对示波器进行电性能测试。

- 3) 如您对货品有任何问题或者需要相关咨询服务，敬请按照前言或 1.3 节提供的联系方式与我们联系，我们将按您的要求尽快进行解答、维修或调换。



说明：

示波器包装运输材料属可回收类材料，当运输材料损坏或破坏不能使用时，可按可回收类垃圾处理。

1.2 安全须知

AV4456 系列数字荧光示波器安全性符合 GJB3947A-2009 规定要求。本仪器内部没有可供用户操作的零部件，请勿擅自打开仪器外壳，以免造成不必要的人身伤害。为保证您的安

全以及正确使用仪器，使用前请务必仔细阅读以下安全须知事项。

1.2.1 环境要求

为了保证 AV4456 系列数字荧光示波器的使用寿命及测量的有效性和准确性，请在以下温度环境条件下进行测试及存储数据。存储温度范围为 $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ ，工作温度范围为 $0^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 。

1.2.2 电源线的选择

AV4456 系列数字荧光示波器采用符合国际安全标准的三芯电源线。使用时，插入带有保护地的合适电源插座，以使仪器可通过电源线将机壳接地。推荐使用随机携带的电源线。如需更换电源线，建议使用同类型的 250V/2.5A 电源线。

1.2.3 供电要求

AV4456 系列数字荧光示波器采用交流电源供电，输入为 100~240V、50~60Hz 交流电，整机最大功耗 120W。为防止或减少由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰可能造成示波器硬件的毁坏，最好使用交流稳压电源为示波器供电，确保供电电压在表 1.1 要求的范围以内。

表1.1 电源要求

电源参数	适应范围
输入电压	100V~240V _{AC}
额定输入电流	1.5A
工作频率	50Hz~60Hz

1.2.4 静电防护（ESD）

静电防护是常被忽略的问题，人体身上积累的静电释放时很容易损坏仪器内部的敏感电路元件，大大降低仪器测试的可靠性，即使不被察觉的很小的静电释放也可能造成敏感器件的永久损坏。因此，在有条件的情况下应尽可能采取如下的静电防护措施：

- 1) 保证所有仪器正确接地，防止静电生成。
- 2) 工作人员在接触接头、芯线或做任何装配操作以前，必须佩带防静电手腕或采取其他防静电措施。

1.2 售后维护

中电科仪器仪表有限公司在全国设立销售点与办事处,各销售点和办事处派驻的技术支持人员,可以快速到用户现场进行技术交流、培训以及产品维护等服务,为您提供全面便捷的技术支持和售后服务。此外,您也可登陆 www.ei41.com 网站,通过 QQ 在线客服获取在线咨询帮助。

我们所供仪器均经质量部检验合格,并承诺仪器出厂 18 个月内保修,长期维护;保修期内,如无人为原因造成仪器故障,我公司免费予以维修;根据仪器故障的不同情况,将采用电话解答或上门维修等不同途径解决您遇到的问题。

此外,若仪器出现故障,请及时与我们联系,我们将为您提供所需的帮助,如有必要亦可返厂维修。用户严禁自行拆机,以免由于错误操作造成内部电路及器件的损坏。

1.3 文章标识

用户手册在书写过程中,对一些额外说明、警告提示和注意事项给出一定的标识提示。您使用仪器时,尽量根据这些警告、注意进行操作使用,以免由于不当行为对示波器造成永久性损坏。主要标识如表 1.2 所示:

表1.2 文章标识

文章标识	标识解释
	对仪器的操作、注意事项及安全事项进行说明,提醒用户应注意的一般性操作信息或说明。
	危险警示,提醒用户在操作时要重点注意的事项。如不正确操作,则可能对仪器损坏或人身造成伤害。
	使用仪器的一些关键注意事项。

第二章 关于 AV4456 系列数字荧光示波器

本章从整体描述 AV4456 系列数字荧光示波器。通过阅读本章，您可进一步熟悉仪器结构及其基本测试功能。此外，在第三章为您讲述示波器垂直系统的使用；在第四章为您讲述示波器水平系统的使用；第五章为您讲述示波器触发系统的使用；第六章为您讲述示波器测量系统的使用；第七章为您讲述示波器的数学运算功能；第八章为您讲述示波器的显示系统的使用；第九章为您讲述示波器的保存、调用和参考的使用；第十章为您讲述示波器的系统设置；第十一章讲述总线触发和分析选件的使用；第十二章讲述极限和模板测试选件的使用；第十三章讲述数字电压表功能；第十四章介绍数字荧光示波器的基本原理；第十五章介绍数字荧光示波器的应用示例；第十六章介绍数字荧光示波器的故障检测与处理。

2.1 开机使用

在给 AV4456 系列数字荧光示波器加电前，请按照第一章中“供电要求”检查供电设备。确认供电无误后，给数字示波器供电。



说明：

数字示波器安全性符合 GJB3947A-2009 规定要求：交流有效值为 1.5kV、1min、10mA，无飞弧、无击穿现象；输入电压交流 242V，泄漏电流 $\leq 3.5\text{mA}$ 。因此按照规定的操作规程对示波器进行操作和维护不会对人身造成危险或伤害，也不会对被测件造成任何的损坏。

打开 AV4456 系列数字荧光示波器后面板的开关按键，此时示波器前面板的开机指示灯为黄色；按下 AV4456 系列数字荧光示波器前面板左下角的电源开/关键  约两秒钟，示波器前面板的开机指示灯变为绿色，示波器进入开机登陆界面，如图 2.1 所示。



图2.1 AV4456 系列数字荧光示波器开机界面

AV4456 系列示波器将花大约 40 秒的时间启动系统、执行一系列自检程序，然后仪器进入主程序初始化界面，显示“正在初始化，请稍候……”，如图 2.2 所示。主程序启动后，将自动进入示波器界面，按【总线】键，可切换到串行协议分析功能，按【电压表】键，可切换到数字电压表和硬件频率计功能。



图2.2 AV4456 系列数字荧光示波器软件登陆界面

再次按下前面板左下角的绿色电源开/关键【】两秒钟左右，示波器将自动退出测量应用程序，关闭电源。



本手册中，前面板上按键用【XXX】形式表示，XXX 为按键名称；显示屏上的菜单按钮（以下称菜单）对应的菜单项用 [XXX] 形式表示，XXX 为菜单名称。

2.2 前面板概述

本节将对 AV4456 系列示波器的前面板做详细说明，阅读本节您可大致熟悉该仪器面板键盘的基本使用。图 2.3 为 AV4456 系列数字荧光示波器前面板。

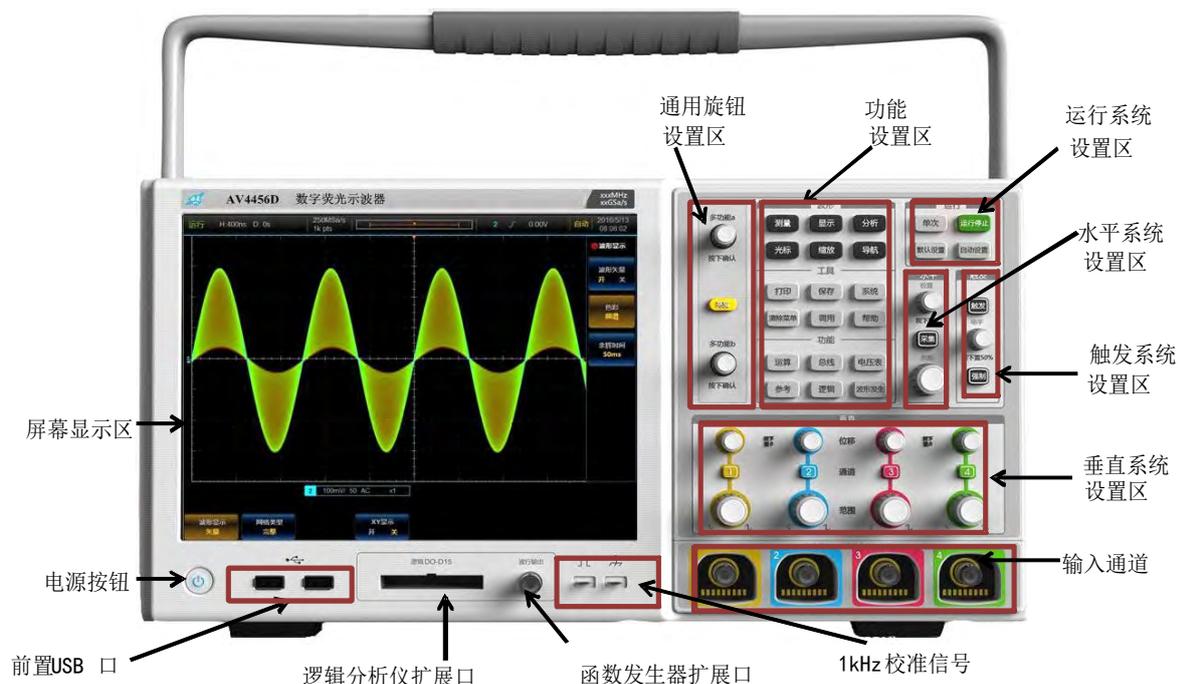


图2.3 AV4456 系列数字荧光示波器前面板

AV4456 系列数字荧光示波器的前面板由电源按键、前置 USB 口、逻辑分析仪扩展接口、函数发生器扩展接口、1kHz 校准信号、屏幕显示区、通用旋钮设置区、功能设置区、运行系统设置区、水平系统设置区、触发系统设置区、垂直系统设置区、输入通道区等部分组成。

2.2.1 电源按钮



图2.4 电源按钮

【】: 用于仪器的开机和关机。

2.2.2 前置 USB 口



图2.5 前置 USB 口

2 个前置 USB2.0 主控口，用于鼠标、键盘及 USB 存储类设备的插入。

2.2.3 逻辑分析仪扩展接口



图2.6 逻辑分析仪扩展接口

逻辑分析仪扩展接口，用于 16 个数字通道的信号输入，当 AV4456-H01 选件选用时，该扩展接口开启。

2.2.4 函数发生器扩展接口



图2.7 函数发生器扩展接口

函数发生器扩展接口，用于 1 个通道的波形输出，输出阻抗 50Ω。当 AV4456-H02 选件选用时，该扩展接口开启。

2.2.5 1kHz 校准信号



图2.8 1kHz 校准信号

输出探头的方波校准信号，方波信号的频率约 1kHz、幅度 3.3Vpp，主要用于探头的校准，通过调节探头的可调电容，使示波器保持平坦的幅频特性。

2.2.6 屏幕显示区

屏幕显示区是示波器与您交互的窗口，波形及测量结果等信息均通过屏幕显示区提供给您。示波器的屏幕显示区主要由水平状态显示区、运行状态显示区、波形显示区、测量显示区、垂直状态显示区、触发状态显示区、系统时间显示区、一级菜单、二级菜单及三级菜单等几部分组成。

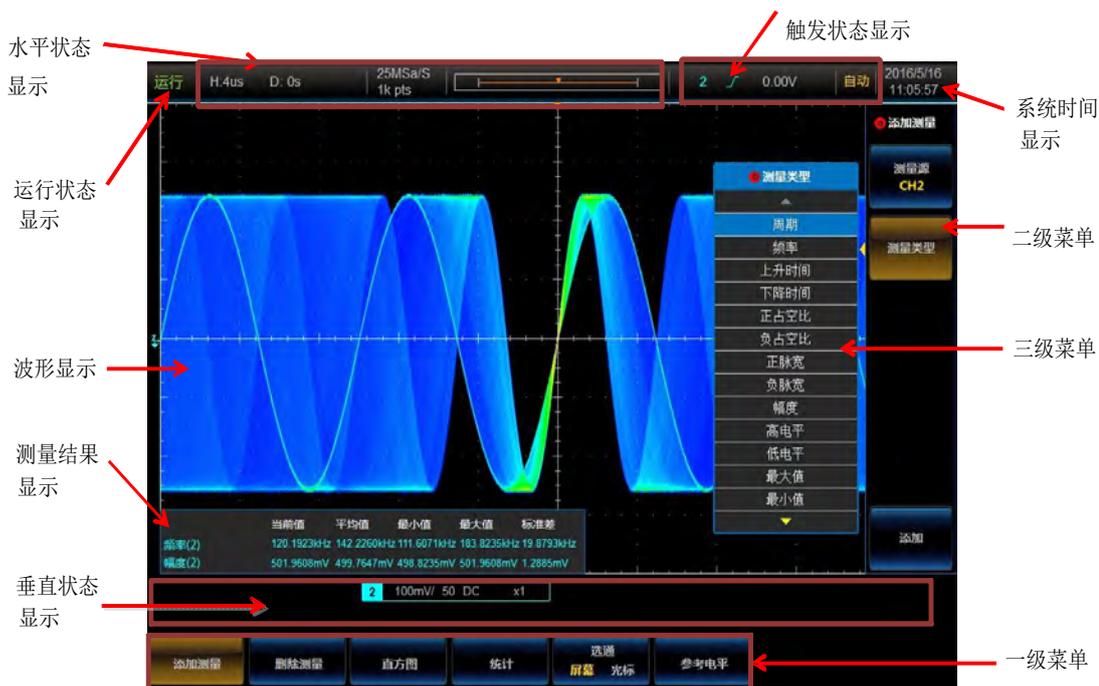


图2.9 屏幕显示区

2.2.7 通用旋钮设置区



图2.10 通用旋钮设置区

通用旋钮 a 主要用于一级和二级菜单的选择，左旋或右旋改变选择的内容，按下后确认。

通用旋钮 b 主要用于三级菜单的选择，左旋或右旋改变选择的内容，按下后确认，也可用于二级菜单中数值的调节，旋转调节可增大或减小对应的数值。

2.2.8 功能设置区



图2.11 功能设置区

功能设置区由波形操作区、仪器功能区、工具区三个区域组成。波形操作区由测量、显示、分析、光标、缩放及导航 6 个按键组成。仪器功能区由运算、总线、电压表、参考、逻辑、波形发生 6 个按键组成。工具区由打印、保存、系统、亮度、调用、帮助 6 个按键组成。

- 1) **【测量】**: 用于示波器测量系统的设置，包括测量参数的添加、测量参数的删除、直方图测量、统计功能等。
- 2) **【显示】**: 用于示波器显示系统的设置。
- 3) **【分析】**: 用于示波器的高级分析功能的设置，包括极限模板测试选件、功率测量与分析选件。
- 4) **【光标】**: 用于示波器的光标测量功能，可实现 4 个通道和运算波形的电压和时间以及 FFT 波形的幅值和频率的光标测量。
- 5) **【缩放】**: 用于示波器的多窗口显示和双时基测量功能，主要通过不同的窗口观察波形的细节。
- 6) **【导航】**: 用于示波器的触发搜索功能设置。
- 7) **【运算】**: 用于示波器的数学运算功能，包括基本的算术运算、FFT 分析及高级数学运算等功能。
- 8) **【总线】**: 用于总线触发与分析功能设置，包括了 I2C、CAN、LIN、RS232、FlexRay、USB、SPI、AUDIO 等 8 种串行总线的分析功能。
- 9) **【电压表】**: 用于数字电压表的功能设置，包括 4 位的数字电压表和 6 位的硬件频率计。
- 10) **【参考】**: 用于示波器参考波形的功能设置。
- 11) **【逻辑】**: 用于 16 个通道的逻辑分析仪选件的功能设置。
- 12) **【波形发生】**: 用于 1 个通道的函数发生器选件的功能设置。
- 13) **【打印】**: 用于屏幕的图像打印。

- 14) **【亮度】**: 用于屏幕亮度、网格亮度及波形亮度的调节。
- 15) **【保存】**: 用于示波器的波形存储的功能设置。
- 16) **【调用】**: 用于示波器的存储设置的调用与波形回放的功能设置。
- 17) **【系统】**: 用于示波器的系统菜单的设置，包括校准、配置、网络设置等。
- 18) **【帮助】**: 用于示波器的帮助文件的调用，可按该按钮调用帮助文档。

2.2.9 运行系统设置区



图2.12 运行系统设置区

功能设置区由运行/停止、单次、默认设置、自动设置四个按钮组成。

- 1) **【运行/停止】**: 用于示波器的连续采集功能，有运行和停止两种状态。运行状态下，实现信号的连续采集，动态显示每次捕获的一屏数据；停止状态下，静态显示最后一次捕获的一屏数据，可方便您查看和分析波形。
- 2) **【单次】**: 用于示波器的单次采集功能，在相应的触发通道正常触发时，按一次，可捕获已设置的存储深度的采集数据。
- 3) **【自动设置】**: 用于示波器的波形自动设置功能，自动设置好垂直系统、水平系统及触发系统，得到较为合适的波形显示。
- 4) **【默认设置】**: 用于示波器的初始状态的设置功能，当机器出现某种不正常的状态时，按默认设置按钮可以复位系统设置。

2.2.10 水平系统设置区



图2.13 水平系统设置区

水平系统设置区由水平位置旋钮、时基范围旋钮、采集按钮三个部分组成。

- 1) **【水平位置旋钮】**: 用于示波器水平延时的设置，旋转一下，通道的触发点向左或

右移动一个像素点，按下时，水平延时置 0。

- 2) **【时基范围旋钮】**：用于示波器水平时基的设置，旋转一下，示波器的时基按照步进增大或减小一个档位。
- 3) **【采集】**：用于示波器采集模式和存储深度的设置。

2.2.11 触发系统设置区



图2.14 触发系统设置区

触发系统设置区由触发菜单按键、触发电平旋钮、强制触发按键三个部分组成。

- 1) **【触发】**：用于示波器触发系统的设置，包括触发类型、触发源、触发极性、触发模式、触发灵敏度及触发释抑等功能。
- 2) **【触发电平旋钮】**：用于示波器触发电平的设置，旋转旋钮，可调节触发通道的触发电平上移或下移，按下时，触发电平置 50%。
- 3) **【强制】**：一种软件的触发方式，当通道的信号未正常触发时，按下强制键，波形触发一次。

2.2.12 垂直系统设置区



图2.15 垂直系统设置区

垂直系统设置区由通道菜单按键、垂直位置旋钮、垂直范围旋钮三个部分组成，4 个通道的设置操作方法相同。

- 1) **【1】**: 用于示波器通道 1 的垂直系统的设置, 包括通道开关、输入阻抗、带宽限制、通道延时、探头设置等。
- 2) **【2】**: 用于示波器通道 2 的垂直系统的设置, 包括通道开关、输入阻抗、带宽限制、通道延时、探头设置等。
- 3) **【3】**: 用于示波器通道 3 的垂直系统的设置, 包括通道开关、输入阻抗、带宽限制、通道延时、探头设置等。
- 4) **【4】**: 用于示波器通道 4 的垂直系统的设置, 包括通道开关、输入阻抗、带宽限制、通道延时、探头设置等。
- 5) **【垂直位置旋钮】**: 用于示波器 CH1~CH4 的垂直偏移的设置, 旋转一下, CH1~CH4 的垂直偏置往上或往下移动, 按下时, 垂直位置设置成 0。
- 6) **【垂直范围旋钮】**: 用于示波器 CH1~CH4 的垂直范围的设置, 旋转一下, CH1~CH4 的垂直灵敏度按照步进增大或减小一个档位。

2.2.13 输入通道区

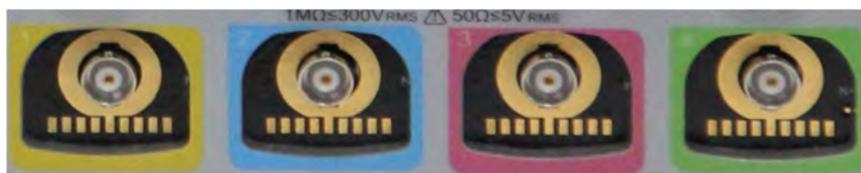


图2.16 输入通道区

2.3 后面板概述

AV4456 系列数字荧光示波器后面板如图 2.17 所示, 包括辅助输入接口、辅助输出接口、10MHz 参考输入输出接口、以太网接口、视频输出接口、USB 设备接口、USB 主控接口、电源输入及开关接口。

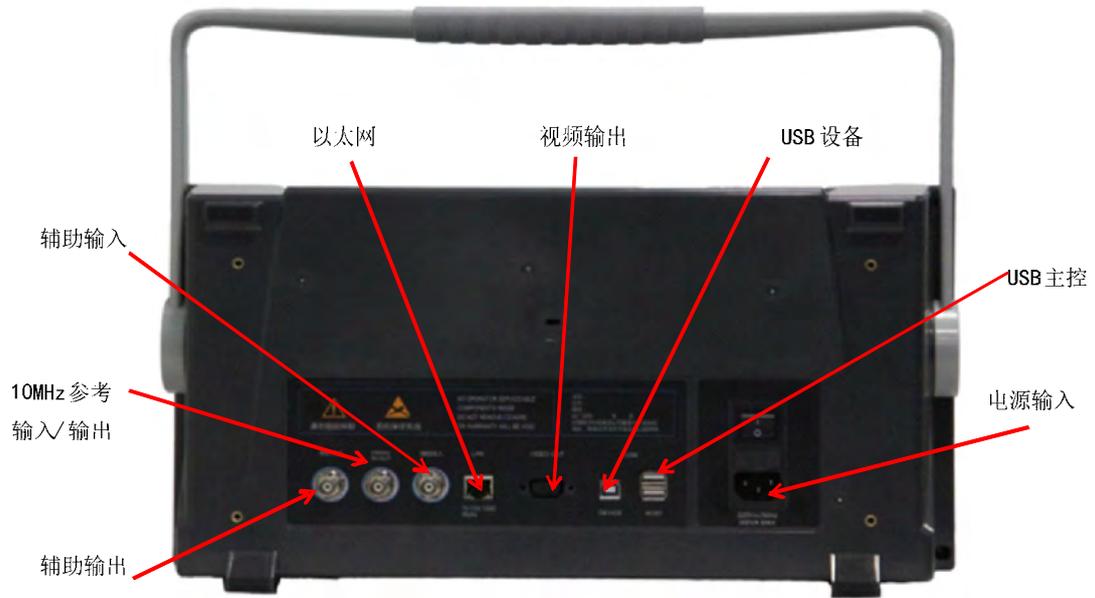


图2.17 后面板示意图

第三章 垂直系统

本示波器提供 4 个模拟输入通道 CH1 ~ CH4，每个通道均可以单独控制。垂直系统的主要作用是将大信号变小，小信号变大，从而满足 ADC 的输入范围的要求。



图3.1 示波器垂直操作区

按下任一通道键 CH1 ~ CH4，屏幕底部弹出对应通道的操作菜单：



图3.2 通道菜单

3.1 按键/旋钮说明

表3.1 按键/旋钮说明

按键/旋钮	说明
1 ~ 4	用于打开对应模拟通道的操作菜单，进行通道设置
范围	用于各模拟通道对应垂直刻度的设置 设置范围：50Ω：1mV/div ~ 1V/div、1MΩ：1mV/div ~ 10V/div
位置	用于各模拟通道对应垂直偏移的调节，并具有“按下置0”的作用。 调节范围：1mV/div ~ 100mV/div：±1V 200mV/div ~ 1V/div：±10V 2V/div ~ 10V/div：±100V

3.2 探头

3.2.1 探头接口

AV4456 系列数字示波器的前面板上对应 4 个模拟通道，有 4 个 BNC 输入用连接器。为连接可靠，确保您的探头或电缆连接器推入并旋转锁定。

本示波器支持无源探头和有源探头，使用无源探头时，示波器的输入阻抗需设置为 $1M\Omega$ ，探头的衰减系数与所选用的探头一致，使用有源探头时，示波器的输入阻抗需设置为 50Ω ，探头的衰减系数与所选用的探头一致。

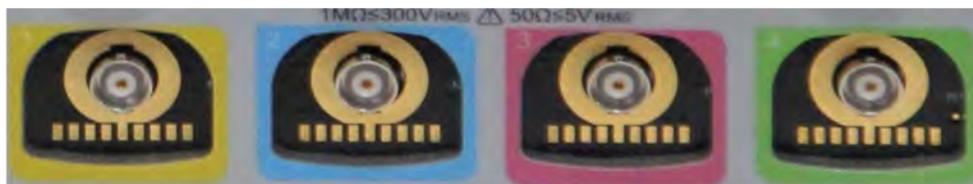


图3.3 探头接口示意图

3.2.2 探头校准

为避免探头接入而引入的误差，应把探头连接到一个前面板的探头校准方波信号上，频率约 1kHz 、幅度约 3Vpp ，通过调节探头的可调电容，使示波器保持平坦的幅频特性。



图3.4 探头补偿示意图



警告：

标配高阻探头最高测量电压 300V CATII ，使用时，请勿超过该电压。否则可能对人身造成危险或伤害、对被测件造成损坏。

3.3 通道状态

按下任一通道键 $\text{CH1}\sim\text{CH4}$ ，打开通道操作菜单，可进行通道开、关状态设置。

在通道关闭时，按下通道键，则自动打开对应的通道及通道菜单。在通道菜单打开时，按下通道键，则自动关闭对应的通道。



图3.5 通道状态设置菜单

点击操作菜单按钮 [通道 1]，通道可进行开、关状态切换，实现通道开、关功能。

当通道为打开状态，对应的通道按键指示灯点亮，屏幕下方的状态栏显示相应的通道信息，包括垂直刻度、输入阻抗、耦合状态、反相状态及探头系数；当通道为关闭状态，则指示灯熄灭，同时状态栏中不显示通道信息。



图3.6 通道状态指示栏

3.4 输入耦合

设置耦合方式可以滤除不需要的信号。例如，被测信号是一个含有直流偏置的信号。

- 耦合方式为“直流”：被测信号含有的直流分量和交流分量都可以通过。
- 耦合方式为“交流”：只有被测信号中的交流分量可以通过。

按下任一通道键 CH1 ~ CH4，打开通道操作菜单，可进行通道的耦合设置。

点击操作菜单按钮[耦合]，通道可进行直流、交流耦合切换，同时对应的通道状态栏中显示为 DC 或 AC。

3.5 输入阻抗

本示波器提供了两种输入阻抗：1M Ω 和 50 Ω 。

- 1M Ω ：此时示波器的输入阻抗非常高，从被测电路流入示波器的电流可忽略不计。
- 50 Ω ：使示波器和输出阻抗为 50 Ω 的设备匹配。

按下任一通道键 CH1 ~ CH4，打开通道操作菜单，可进行通道的输入阻抗设置。

点击操作菜单按钮[阻抗]，通道输入阻抗可在 1M Ω 、50 Ω 间切换。同时，对应的通道状态栏中显示为 1M Ω 或 50 Ω 。

注意：探头自动识别后，输入阻抗也自动识别，此时不需要进行输入阻抗的设置。

3.6 带宽限制

设置带宽限制可以减少显示噪音。例如，被测信号是一含有高频分量的信号。

- 带宽限制选择[全带宽]，被测信号含有的高频分量可以通过。
- 带宽限制选择[20M]或[250M]，被测信号含有的大于 20MHz 或 250MHz 的高频分量被阻隔。

按下任一通道键 CH1~CH4，打开通道操作菜单，可进行通道的带宽限制设置。

点击操作菜单按钮[带宽限制]，屏幕右侧显示带宽限制选项：



图3.7 带宽限制菜单

点击操作对应的按钮，可设置相应的带宽限制选项。

3.7 探头设置

可进行探头系数、探头类型的设置，以及探头校零操作。

按下任一通道键 CH1~CH4，打开通道操作菜单，可进行探头设置。

点击操作菜单按钮[探头设置]，屏幕右侧显示探头设置选项：



图3.8 探头设置菜单

3.7.1 探头系数

点击操作菜单按钮[探头系数]，在按钮左侧弹出探头系数选项。

电压、电流探头的系数选项分别为：



图3.9 探头系数菜单

若探头类型选择[电压]，根据当前探头的衰减倍数，选择对应的系数选项，同时对应的通道状态显示 x1~x5000；若探头类型选择[电流]，根据当前探头的电压电流转换比关系 1mV/A~1V/A，选择对应的系数。

3.7.2 探头类型

点击操作菜单按钮[探头类型]，可根据当前接入探头的测量类型，进行电压、电流探头类型设置。

3.7.3 探头校零

当接入的探头类型不同，点击操作菜单按钮[探头校零]，可自动进行探头零点校准，使得探头的零点基线位于屏幕中心。

3.8 反相

按下任一通道键 CH1~CH4，打开通道操作菜单，可进行通道的反相开、关设置。

点击操作菜单按钮[反相]，可打开、关闭通道的反相功能。当反相打开时，波形显示相对地电平翻转 180°。



图3.10 反相设置菜单



图3.11 反相示例

3.9 量程细调

按下任一通道键 CH1~CH4，打开通道操作菜单，可进行通道的量程细调开、关设置。点击操作菜单按钮[量程细调]，可打开、关闭通道的量程细调功能。当量程细调关闭时，操作通道的范围旋钮，通道的垂直量程档位按照 1、2、5 进行步进；当量程细调打开时，通道的垂直量程档位在 1、2、5 步进的基础上，增加了部分细调档位，具体档位包括：

- 50 欧输入阻抗时的垂直量程档位：1mV/div、2 mV/div、5 mV/div、10 mV/div、20 mV/div、30 mV/div、40 mV/div、50 mV/div、60 mV/div、70 mV/div、80 mV/div、90 mV/div、100 mV/div、200 mV/div、300 mV/div、400 mV/div、500 mV/div、600 mV/div、700 mV/div、800 mV/div、900 mV/div、1 V/div。
- 1M 欧输入阻抗时的垂直量程档位：1mV/div、2 mV/div、5 mV/div、10 mV/div、20 mV/div、30 mV/div、40 mV/div、50 mV/div、60 mV/div、70 mV/div、80 mV/div、90 mV/div、100 mV/div、200 mV/div、300 mV/div、400 mV/div、500 mV/div、600 mV/div、700 mV/div、800 mV/div、900 mV/div、1 V/div、2 V/div、3 V/div、4 V/div、5 V/div、6 V/div、7 V/div、8 V/div、9 V/div、10 V/div。

3.10 垂直量程

操作任一通道的范围旋钮，可设置对应通道的垂直量程档位。量程细调关闭时，顺时针

转动时按照 1、2、5 步进减小档位，逆时针转动时按照 1、2、5 步进增大档位。量程细调打开时，顺时针转动时按照细调量程减小档位，逆时针转动时按照细调量程增大档位。

本示波器在输入阻抗为 $1M\Omega$ 时，垂直量程档位调节范围为： $1mV/div\sim 10V/div$ ；在输入阻抗为 50Ω 时，垂直量程档位调节范围为： $1mV/div\sim 1V/div$ 。

调节垂直量程档位时，对应的通道状态栏中的量程信息实时变化，显示当前的设置档位。您可通过电容屏的多点触控功能，迅速实现波形的垂直缩放。

3.11 垂直偏移

操作任一通道的位置旋钮，可设置对应通道的垂直偏置位置。顺时针转动时，波形往上移动，逆时针转动时，波形往下移动。

调节垂直位置时，屏幕左侧会弹出垂直位置移动窗口，显示当前的垂直偏移。您可通过电容屏的多点触控功能，迅速实现波形的垂直移动。



图3.12 通道偏移显示窗口

3.12 通道延时

使用示波器进行实际测量时，探头或电缆的传输延迟可能带来较大的零点偏移，AV4456 系列示波器支持设定一个延迟时间以校正通道间的延时校准，调节范围为 $\pm 150ns$ ，步进 $400ps$ 。

按下任一通道键 CH1~CH4，打开通道操作菜单，可进行通道延时设置。

点击操作菜单按钮[通道延时]，屏幕右侧显示通道延时设置菜单：



图3.13 通道延时设置菜单

点击[通道延时]按钮，通过多功能旋钮 b 可以调节延时时间，点击[延时置 0]按钮，则置延时时间为 0。



图3.14 通道延时校准示例

第四章 水平系统

AV4456 系列的采样率高达 5GSa/s，您可以通过调节时基旋钮来改变采样率。示波器采样率高低对波形构建的真实性有直接影响，采样率低会对波形产生以下影响。

波形失真：由于采样率低造成某些波形细节缺失，使示波器采样显示的波形与实际信号存在较大差异。

波形混淆：由于采样率低于实际信号频率的 2 倍（Nyquist Frequency，奈奎斯特频率），对采样数据进行重建时的波形频率小于实际信号的频率。最常见的波形混淆是在快沿边上抖动。

波形漏失：由于采样率过低，对采样数据进行重建时的波形没有反映全部实际信号。

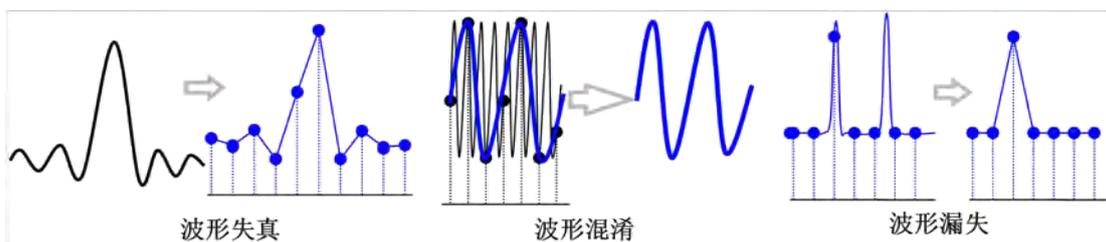


图4.1 采样率过低对波形造成的影响

水平系统的调节主要包括时基、延时、采集方式、视窗扩展等参数的设置。



图4.2 水平系统操作区

4.1 按键/旋钮说明

表4.1 按键/旋钮说明

按键/旋钮	说明
采集	用于打开示波器的采集设置菜单，可进行采集模式、存储深度等的设置。
范围	用于设置示波器的水平时基。
位置	用于设置示波器的水平延迟，并具有“按下置 0”的作用。

4.2 时基

操作水平系统的范围旋钮，可设置对应的时基档位。顺时针转动时减小档位，逆时针转动时增大档位。

本示波器的时基调节范围为：1ns/div~1000s/div。

调节时基档位时，顶部状态栏中的时基信息实时变化，**H: 1 μ s**显示当前的时基设置，您可以通过触摸屏的多点触控迅速实现波形的水平缩放。

4.3 水平延时

操作水平系统的位置旋钮，可设置水平延时时间。顺时针转动时增大预触发延时时间，逆时针转动时增大后触发延时时间。

本示波器的水平延时调节范围为：-10格~5000s。

调节水平延时时，顶部状态栏中的延时信息实时变化，**D: 240ns**显示当前的延时时间，您可以通过触摸屏的多点触控迅速实现波形的水平移动。

4.4 视窗扩展

视窗扩展功能可用来放大一段波形，以便查看信号的细节。

按下前面板中的【缩放】键，打开对应的菜单：



图4.3 扩展视窗菜单

点击操作菜单按钮[视窗扩展]，可打开、关闭扩展视窗。

注意：打开扩展视窗时，会自动关闭示波器的XY显示模式。

打开扩展视窗时，屏幕的波形区被分为两个显示区域，上面的小窗对应主时基的波形显示，下面的大窗对应扩展时基的波形显示。

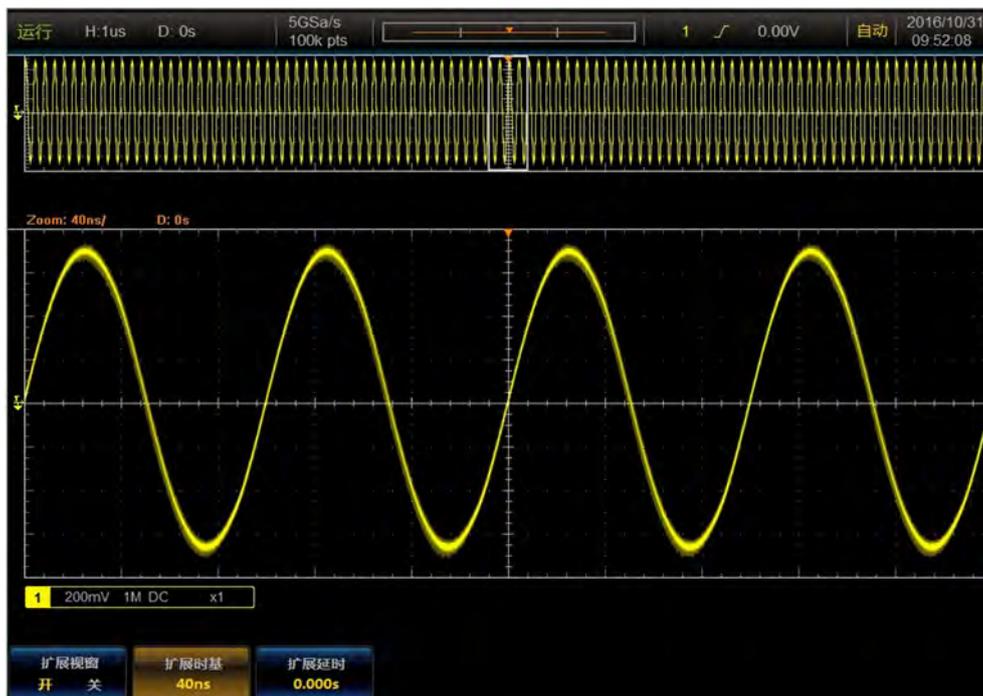


图4.4 扩展视窗示例

点击操作菜单按钮[扩展时基], 打开扩展视窗的时基调节菜单按钮, 通过多功能旋钮 b 可调节扩展视窗的时基档位。扩展视窗的时基范围与主时基相同, 同时不能大于主时基。

点击操作菜单按钮[扩展延时], 打开扩展视窗的延时调节菜单按钮, 通过多功能旋钮 b 可调节扩展视窗的延时时间。扩展视窗的延时时间范围与主时基相同, 同时不能超过主时基的采集时间范围。

4.5 采集模式

按下前面板的【采集】键, 打开采集菜单:



图4.5 采集菜单

点击操作菜单按钮[采集模式], 打开采集模式设置菜单:



图4.6 采集模式设置菜单

点击需要的采集模式对应的按钮，即可实现采集模式的设置。

正常：这是最简单的捕获模式。每一个波形间隔，示波器存储一个采样点的值，并做为波形的一个点。

峰值：将波形间隔内采集出来的采样点，选取其中的最小值和最大值，并把这些样值当作两个相关的波形点。峰值方式可以获取信号的包络或可能丢失的窄脉冲，避免信号的混淆，但显示的噪声比较大。

平均：在每一个波形间隔，示波器存储一个采样点，这一点与采样模式一致。经过多次捕获算出得到的波形点的平均值，然后产生最后的显示波形。平均模式，以减少输入信号上的随机噪声并提高垂直分辨率。平均次数越高，噪声越小并且垂直分辨率越高，但波形的显示刷新相应越慢。平均次数以 2 的倍数步进，从 2 到 512 设置平均次数。

高分辨率：在一个波形点时间间隔内，采多个样值，然后算出平均值，得到一个波形，低速信号的分辨率会提高到 11 位，可以有效的降低噪声。

包络：是由多次捕获得到的多个波形的最小和最大波形点，重新组合为新波形，表示波形随时间变化的最小/最大量。常常利用峰值检测模式来捕获记录，组合为包络波形需要设置包络次数，包络次数的设置范围为 1~1000 和无穷大。

4.6 存储深度

存储深度是指示波器在一次触发采集中所能存储的波形点数，它反应了采集存储器的存储能力。AV4456C/D 提供最大 200M 点的存储深度，AV4456CM/DM 提供 100M 点的存储深度。深存储意味着在捕获更长时间记录时仍保持高采样率，能更精确的重建信号波形、样点

间具有更好的分辨率、有更大几率捕获毛刺或异常事件。

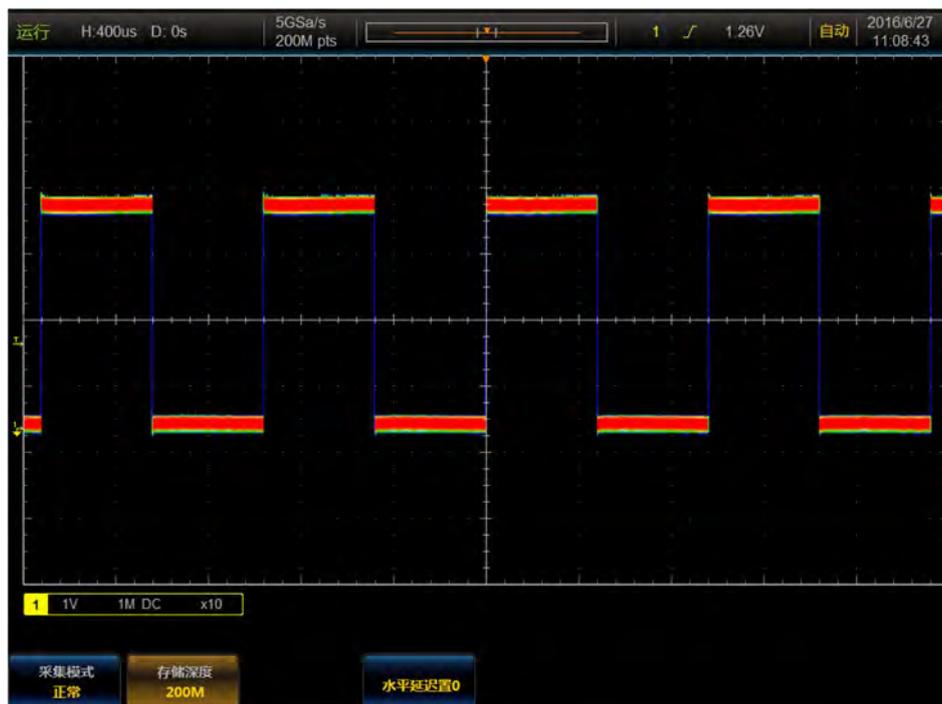


图4.7 200Mpts 深度存储器示例

按下前面板的【采集】键，打开采集设置菜单。

点击操作菜单按钮[存储深度]，打开存储深度设置菜单：

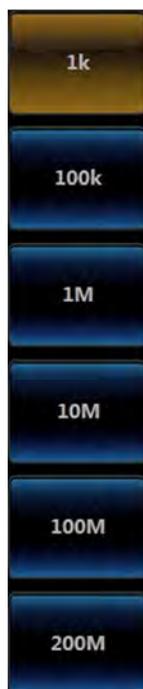


图4.8 存储深度设置菜单

点击需要的存储深度对应的按钮，即可实现存储深度的设置。

注意：仅正常采集模式时，存储深度最大可设置为 200M，其余采集模式下的存储深度最大可设置为 100M。

第五章 触发系统

示波器的触发系统基本上有两个主要应用：

1. 确保稳定显示

对于电气和电子信号测量调试工具的示波器，触发功能的发明是一项突破，触发功能能够稳定地显示重复的周期性信号。

2. 显示具有特定特征的信号

触发可以对特定波形事件做出反应。这有利于隔离和显示特定信号特征，诸如未达到脉冲高度的逻辑电平，由串扰引起的信号干扰，低边缘触发或通道间的无效定时。

触发系统的精度以及灵活性，决定了示波器是否能够准确地显示和分析测量信号。示波器的触发系统主要是触发菜单的设置按键，触发电平的调节旋钮及强制触发按键。



图5.1 触发系统操作区

5.1 按键/旋钮说明

表5.1 按键/旋钮说明

按键/旋钮	说明
触发	用于打开示波器的触发菜单，可进行触发类型、触发模式等设置。
强制	按下一次，强制示波器触发一次。
电平	用于调节触发电平，并具有按下置 50%的作用。

5.2 触发源

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单，点击操作[触发源]按钮，屏幕右侧打开触发源选择菜单，点击对应的选项即可设置触发源。

在边沿触发类型时，除模拟通道 CH1~CH4 外，外通道和市电（AC Line，交流电源）也可以作为触发源。在其余触发类型时，触发源只可以选择模拟通道 CH1~CH4。

- **模拟通道**

模拟通道 CH1~CH4 的输入信号均可以作为触发源，被选中的通道不论其输入是否被显示，都能正常工作。

- **外通道**

外通道触发源可用于在所有 4 个模拟通道都在采集数据的同时在第 5 个通道上触发。触发信号通过后面板的“辅助输入” BNC 连接器接入。

- **市电**

触发信号取自示波器的交流电源输入。这种触发源可用于显示信号（如照明设备）与动力电（动力提供设备）之间的关系。例如稳定触发变电站变压器输出的波形，主要应用于电力行业的相关测量。

5.3 触发类型

AV4456 系列示波器提供一套丰富的触发功能，含边沿、脉宽、视频、欠幅、逻辑、序列、建立保持时间、上升下降时间、高清数字视频、RS232 触发、I2C 触发、SPI 触发、CAN 触发、LIN 触发、I2S 触发、USB 触发、FlexRay 触发等，为您在纷繁复杂的采样信息中迅速锁定感兴趣的事件。

5.3.1 边沿触发

在任何通道或辅助输入的上升沿或下降沿上触发

- **触发类型**

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。



图5.2 边沿触发菜单

点击操作[触发类型]按钮，在屏幕右侧弹出触发类型菜单。



图5.3 触发类型菜单

点击[边沿]按钮，即选择了边沿触发类型。在屏幕的右上角显示相关的边沿触发信息
，信息内容包括：触发源、边沿类型和触发电平。

- 触发源

点击操作[触发源]按钮，屏幕右侧弹出触发源选择菜单：



图5.4 触发源菜单

可选择 CH1~CH4、外通道或市电作为触发源。

- **边沿类型**

点击操作菜单按钮[边沿]，可选择在输入信号的上升沿或下降沿处，且电压满足设定的触发电平时触发。

- **触发电平**

操作前面板的【电平】旋钮即可修改触发电平，屏幕左侧和波形区中会显示与触发源通道对应颜色的触发标记和触发电平线，并随着触发电平的变化而改变显示位置，同时屏幕右上角的触发信息区域中的触发电平数值也随之变化。当停止旋钮操作约 3 秒后，波形区中的触发电平线显示消失。

注意：触发源为[外通道]或[AC]时，不显示触发标记和触发电平线。并且，当触发源为“AC”时，也不显示触发电平数值。

- **耦合**

触发耦合决定信号的哪种分量被传送到触发电路。此处是指触发信号的耦合，注意与“通道耦合”进行区别。

- 直流：允许直流和交流成分通过触发电路。
- 交流：仅允许交流成分通过触发电路。
- 高频抑制：抑制信号中的高频成分

注意：仅在触发源选择“外通道”时，才能设置触发耦合。

点击操作触发菜单按钮[耦合]，屏幕右侧打开触发耦合选择菜单：



图5.5 触发耦合菜单

点击相应的选项按钮，即可设置触发耦合方式。

- **外通道设置**

当触发源选择为“外通道”时，点击操作触发菜单的按钮[外通道设置]，在屏幕右侧弹出外通道设置菜单。



图5.6 外通道设置菜单

根据接入外通道信号的探头衰减倍数，可设置对应的探头系数。可设置的探头系数与通道中的探头系数一致，为：x1~x2000。

根据接入的外通道信号大小，可选择外通道电路的衰减倍数。可设置的选项为：直通、÷10。

5.3.2 脉宽触发

在输入信号指定宽度的正脉冲或负脉冲上触发。

- 触发类型

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。



图5.7 脉宽触发菜单

点击操作[触发类型]按钮，在弹出的触发类型菜单中点击[脉宽]按钮，即选择脉宽触发。在屏幕的右上角显示相关的脉宽触发信息  0.00V，信息内容包括：触发源、脉冲极性和触发电平。

- 触发源

点击操作[触发源]按钮，屏幕右侧弹出触发源选择菜单，可选择 CH1~CH4 作为触发源。

- 极性

点击操作菜单按钮[极性]，可选择在输入信号指定宽度的正脉冲或负脉冲上触发。

- 触发条件

点击操作菜单按钮[触发条件]，在屏幕右侧弹出触发条件设置菜单：



图5.8 脉宽触发条件设置菜单

点击操作菜单按钮[触发条件]，弹出触发条件选项菜单：



图5.9 脉宽触发条件选项菜单

直接点击触发条件选项或通过多功能旋钮 b 选择后按下确认，即可选择相对的触发条件。

若触发条件选择“范围内”或“范围外”时，触发条件设置菜单中可设置对应的“低宽度”和“高宽度”。



图5.10 脉宽触发条件设置菜单

点击操作[宽度]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置脉冲宽度。脉冲宽度调节范围为：0.8ns~10s。

● 触发电平

操作前面板的【电平】旋钮即可修改触发电平，屏幕左侧和波形区中会显示与触发源通道对应颜色的触发标记和触发电平线，并随着触发电平的变化而改变显示位置，同时屏幕右上角的触发信息区域中的触发电平数值也随之变化。当停止旋钮操作约 3 秒后，波形区中的

触发电平线显示消失。



图5.11 脉宽触发示例

5.3.3 欠幅触发

当输入信号跨过一个阈值，但在再次跨过第一个阈值前未能跨过第二个阈值时触发。

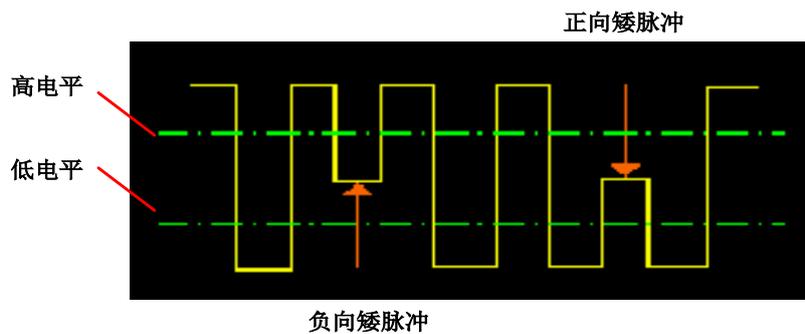


图5.12 欠幅脉冲示意图

- 触发类型

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。

点击操作 [触发类型] 按钮，在弹出的触发类型菜单中点击 [欠幅] 按钮，即选择欠幅触发。



图5.13 欠幅触发菜单

在屏幕的右上角显示相关的欠幅触发信息 ，信息内容包括：触发源、触发极性。

- **触发源：**

点击操作 [触发源] 按钮，屏幕右侧弹出触发源选择菜单，可选择 CH1~CH4 作为触发源。

- **极性：**

点击操作菜单按钮 [极性]，在屏幕右侧弹出触发极性设置菜单：



图5.14 欠幅触发极性设置菜单

点击菜单按钮 [正]、[负]、[任意] 选择相应极性设置。

- **触发条件**

点击操作菜单按钮 [触发条件]，在屏幕右侧弹出触发条件设置菜单：



图5.15 欠幅触发条件设置菜单

点击菜单按钮[欠幅脉冲产生]，设置触发条件为欠幅脉冲产生；

点击菜单按钮[宽度<]，设置触发条件为小于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[宽度>]，设置触发条件为大于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[宽度=]，设置触发条件为等于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[宽度≠]，设置触发条件为不等于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns~12.8s。

- 阈值

点击操作菜单按钮，在屏幕右侧弹出阈值设置菜单：



图5.16 欠幅阈值设置菜单

点击高阈值菜单项或者低阈值菜单项，然后旋转多功能旋钮 b 设置阈值大小。当停止旋钮操作约 3 秒后，波形区中的阈值电平线显示消失。

5.3.4 序列触发

在选定边沿上进行准备，等待指定的时间或事件的另一个选定边沿上触发。

- 触发类型

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。



图5.17 序列触发菜单

点击操作[触发类型]菜单按钮，在弹出的触发类型菜单中点击[序列]按钮，即选择序列触发，在屏幕的右上角显示相关的序列触发信息。

- 触发源

点击操作菜单按钮[触发源]，屏幕右侧弹出触发源选择菜单，可选择 CH1~CH4 作为触发源。

- 边沿

点击操作菜单按钮[边沿]，可选择在输入信号指定上升沿或下降沿上触发。

- 电平

点击操作菜单按钮[电平]，在屏幕右侧弹出触发电平设置菜单：



图5.18 序列触发电平设置菜单

点击[电平]菜单按钮，通过旋转多功能旋钮 b 设置触发电平大小；

点击[预置]菜单按钮，在菜单左侧弹出触发电平预置选择三级菜单，其中用户一项为用户通过电平菜单按钮设定值，其它各项为不同信号类型对应的常用值，可以通过旋转多功能

旋钮 b 选择某一项，并通过多功能旋钮 b 并按下确认，或直接点击选择某一项。

b 系列	值
用户	1.40V
TTL	1.4V
5.0V CMOS	2.5V
3.3V CMOS	1.65V
2.5V CMOS	1.25V
ECL	-1.3V
PECL	3.7V
0V	0V

图5.19 序列触发电平预置菜单

- 触发方式

点击操作菜单按钮[触发方式]，在屏幕右侧弹出序列触发方式设置菜单：



图5.20 序列触发方式设置菜单

点击操作菜单按钮[时间]，序列触发的触发方式设置为时间，通过旋转多功能旋钮 b 可以设置时间大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击操作菜单按钮[事件]，序列触发的触发方式设置为事件，通过旋转多功能旋钮 b 可以设置事件数值，范围为 1~10000。

5.3.5 逻辑触发

在通道的任何逻辑码型变成假时或在指定时间内保持为真时触发，可以使用任何输入作为时钟，寻找时钟边沿上的码型。四条输入通道指定的码型(AND、OR、NAND、NOR)定

义为高、低或无关。

- **触发类型：**

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。



图5.21 逻辑触发菜单

点击操作[触发类型]按钮，在弹出的触发类型菜单中点击[逻辑]按钮，即选择逻辑触发。在屏幕的右上角显示相关的逻辑触发信息 **与** **X** **X** **X** **X**。

- **定义输入**

点击操作菜单按钮[定义输入]，屏幕右侧弹出定义输入设置菜单：



图5.22 定义逻辑输入菜单

点击[通道选择]菜单按钮，在菜单左侧弹出通道选择和状态的三级菜单，旋转多功能旋钮 **b** 选择设置通道，按下多功能旋钮 **b** 确认选择通道或者直接点击某个通道选项设置选择通道；

点击[时钟]菜单按钮，可以将当前选择的通道设置为时钟，只能将一个通道设置为时钟；

点击[高]菜单按钮，可以将当前选择的通道设置为高；

点击[低]菜单按钮，可以将当前选择的通道设置为低；

点击[X(无关)]菜单按钮，可以将当前选择的通道设置为无关。

- **定义逻辑**

点击操作菜单按钮[定义逻辑]，屏幕右侧弹出逻辑函数设置菜单：



图5.23 定义逻辑函数菜单

点击[AND]菜单按钮，设置逻辑函数为与；

点击[OR]菜单按钮，设置逻辑函数为或；

点击[NAND]菜单按钮，设置逻辑函数为与非；

点击[NOR]菜单按钮，设置逻辑函数为或非。

- **触发打开**

当定义输入时，将某一通道设置为时钟时，此菜单按钮无效，其它情况下有效。

点击操作菜单按钮[触发打开]，在屏幕右侧弹出触发条件设置菜单：



图5.24 逻辑触发条件设置菜单

点击菜单按钮[变为真值时]，设置触发条件为变为真时；

点击菜单按钮[变为假值时]，设置触发条件为变为假时；

点击菜单按钮[真<]，设置触发条件为真小于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[真>]，设置触发条件为真大于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[真=]，设置触发条件为真等于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[真≠]，设置触发条件为真不等于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns~12.8s。

- 阈值

点击操作菜单按钮[电平]，在屏幕右侧弹出逻辑阈值设置菜单：



图5.25 逻辑阈值设置菜单

点击[通道选择]菜单按钮，菜单左侧弹出通道和阈值三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道，按下多功能旋钮 b 确认通道选择或者直接点击通道选择项选择通道；

点击[电平]菜单按钮，旋转多功能旋钮 b 设置当前选择通道的阈值；

点击[预置]菜单按钮，在菜单左侧弹出触发电平预置选择三级菜单，其中用户一项为用户通过电平菜单按钮设定值，其它各项为不同信号类型对应的常用值，可以通过旋转多功能旋钮 b 选择某一项，并通过旋转多功能旋钮 b 并按下确认，或直接点击选择某一项。

● 时钟边沿

当定义输入时，将某一通道设置为时钟时，此菜单按钮有效，其它情况下无效。

点击操作菜单按钮[时钟边沿]，在屏幕右侧弹出时钟边沿设置菜单：



图5.26 逻辑时钟边沿设置菜单

点击[上升沿]菜单按钮，设置时钟边沿为上升沿；

点击[下降沿]菜单按钮，设置时钟边沿为下降沿；

点击[两者]菜单按钮，设置时钟边沿为上升/下降沿。

5.3.6 建立和保持时间触发

在输入信号改变了相对于时钟边沿的建立或保持时间的状态时触发。建立时间是在时钟沿出现之前输入信号稳定且保持不变的时间长度，保持时间是在时钟沿出现后输入信号稳定且保持不变的时间长度。

- 触发类型

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。



图5.27 建立保持触发菜单

点击操作[触发类型]按钮，在弹出的触发类型菜单中点击[建立保持]按钮，即选择建立保持触发。在屏幕的右上角显示相关的建立保持触发信息 **建立保持**。

- 定义输入

点击操作菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出建立保持定义输入菜单：



图5.28 建立保持定义输入菜单

点击[通道选择]按钮，在菜单左侧弹出通道选择三级菜单，通过多功能旋钮 b 选择相应通道，然后旋转多功能旋钮 b 确认通道选择，或者通过直接点击相应通道选择，选定的通道在右侧通道选择菜单项上显示；

点击[时钟]菜单项，将当前选择通道设置为时钟功能；

点击[数据]菜单项，将当前选择通道设置为数据功能；

点击[未用]菜单项，将当前选择通道设置为未用。

- 时间

点击操作菜单按钮[时间]，在屏幕右侧弹出建立保持时间设置菜单：



图5.29 建立保持时间设置菜单

点击[建立时间]菜单按钮,通过旋转多功能旋钮 b 设置建立时间大小,范围 6.4ns~12.8s;
点击[保持时间]菜单按钮,通过旋转多功能旋钮 b 设置保持时间大小,范围 6.4ns~12.8s。

- 阈值

点击操作菜单按钮[阈值],在屏幕右侧弹出阈值设置菜单:



图5.30 建立保持阈值设置菜单

点击操作[通道选择]菜单按钮,在左侧弹出通道选择三级菜单,通过多功能旋钮 b 选择相应通道,按下多功能旋钮 b 确认通道选择,或者通过直接点击相应通道选择,选定的通道在右侧通道选择菜单项上显示;

点击[阈值]菜单按钮,然后旋转多功能旋钮 b 设置当前选择通道的阈值。

- 时钟边沿

点击操作菜单按钮[时钟边沿],可选择在时钟信号的上升沿或下降沿时触发。

5.3.7 升降时间触发

在脉冲边沿速率快于或慢于指定值时触发。

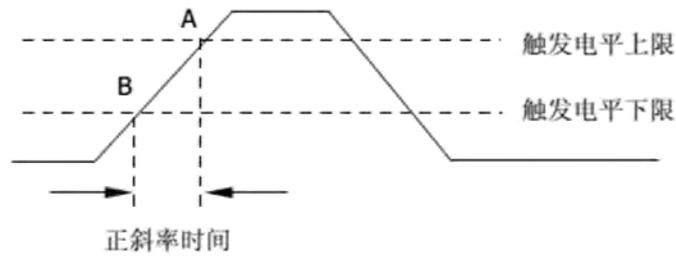


图5.31 升降时间示意图

- 触发类型

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。



图5.32 升降时间触发菜单

点击操作[触发类型]按钮，在弹出的触发类型菜单中点击[升/降时间]按钮，即选择上升/下降时间触发。在屏幕的右上角显示相关的升降时间触发信息 。

- 触发源

点击操作菜单按钮[触发源]，屏幕右侧弹出触发源选择菜单，可选择 CH1~CH4 作为触发源。

- 边沿

点击操作菜单按钮[边沿]，在屏幕右侧弹出边沿设置菜单：



图5.33 升降时间边沿设置菜单

点击[上升沿]菜单按钮，选择边沿为上升沿；

点击[下降沿]菜单按钮，选择边沿为下降沿；

点击[上升/下降沿]菜单按钮，选择边沿为上升/下降沿两者。

- 触发条件

点击操作菜单按钮[触发条件]，在屏幕右侧弹出触发条件设置菜单：



图5.34 升降时间触发条件设置菜单

点击菜单按钮[时间<]，设置触发条件为时间小于某个值，通过旋转多功能旋钮 b 设置时间大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[时间>]，设置触发条件为时间大于某个值，通过旋转多功能旋钮 b 设置时间大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[时间=]，设置触发条件为时间等于某个值，通过旋转多功能旋钮 b 设置时间大小，范围为 6.4ns~12.8s；

点击菜单按钮[时间≠]，设置触发条件为时间不等于某个值，通过旋转多功能旋钮 b 设置时间大小，范围为 6.4ns~12.8s；

- 阈值

点击操作菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出阈值设置菜单：



图5.35 升降时间阈值设置菜单

点击操作菜单按钮[高阈值]，通过旋转多功能旋钮 b 设置高阈值；
点击操作菜单按钮[低阈值]，通过旋转多功能旋钮 b 设置低阈值。



图5.36 升降时间触发示例

5.3.8 视频及高清视频触发

在 NTSC、PAL、SECAM、480p/60、576p/50、720p/50、720p/60、1080i/50、1080i/60、1080p/24、1080p/25、1080p/30 等视频信号上触发。

- 触发类型

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。



图5.37 视频触发菜单

点击操作[触发类型]按钮，在弹出的触发类型菜单中点击[下一页]按钮，弹出下一页触发类型选择菜单，点击[视频]按钮，即选择视频触发。在屏幕的右上角显示相关的视频触发信息 **1 视频**。

- 触发源

点击操作菜单按钮[触发源]，屏幕右侧弹出触发源选择菜单，可选择 CH1~CH4 作为触发源。

- 视频标准

点击操作菜单按钮[视频标准]，弹出视频标准选择菜单：

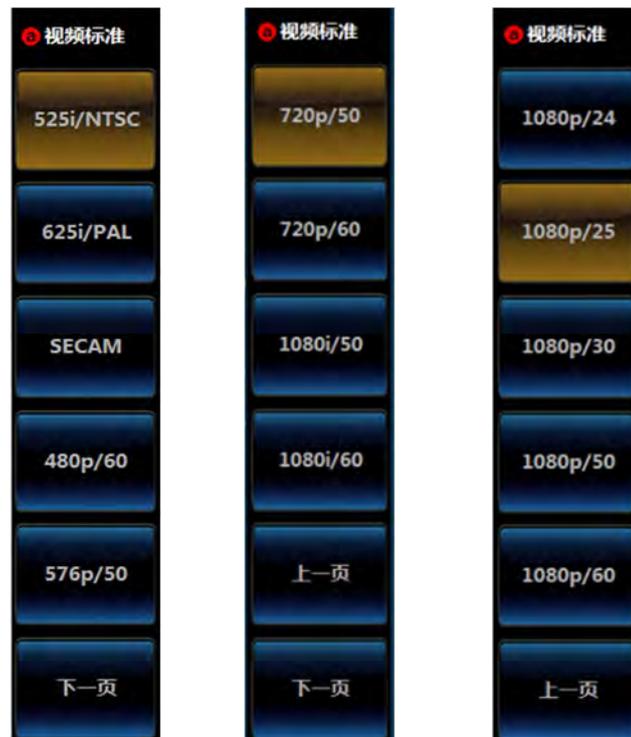


图5.38 视频标准设置菜单

视频标准分为 NTSC、PAL、SECAM 和 HDTV。其中高清视频触发（选件 S03）需要客户单独购买才能显示。

- NTSC: 场频为每秒 60 场，帧频为每秒 30 帧。电视扫描线为 525 行，偶场在前，奇场在后。
- PAL: 帧频为每秒 25 帧，电视扫描线为 625 线，奇场在前，偶场在后。
- SECAM: 帧频为每秒 25 帧，扫描线 625 行，隔行扫描。
- HDTV: HDTV 有 480p、576p、720p、1080p、1080i 五种制式。

- 触发位置

点击操作菜单按钮[触发位置]，在屏幕右侧弹出触发位置设置菜单：



图5.39 视频触发位置设置菜单

点击[奇数场]菜单按钮，设置触发位置为奇数场；

点击[偶数场]菜单按钮，设置触发位置为偶数场；

点击[全场]菜单按钮，设置触发位置为全场；

点击[所有行]菜单按钮，设置触发位置为所有行；

点击[行数]菜单按钮，设置触发位置为某一行，行号可以通过旋转多功能旋钮 b 设置；

● 极性

点击操作菜单按钮[极性]，设置极性为正常或者反转；

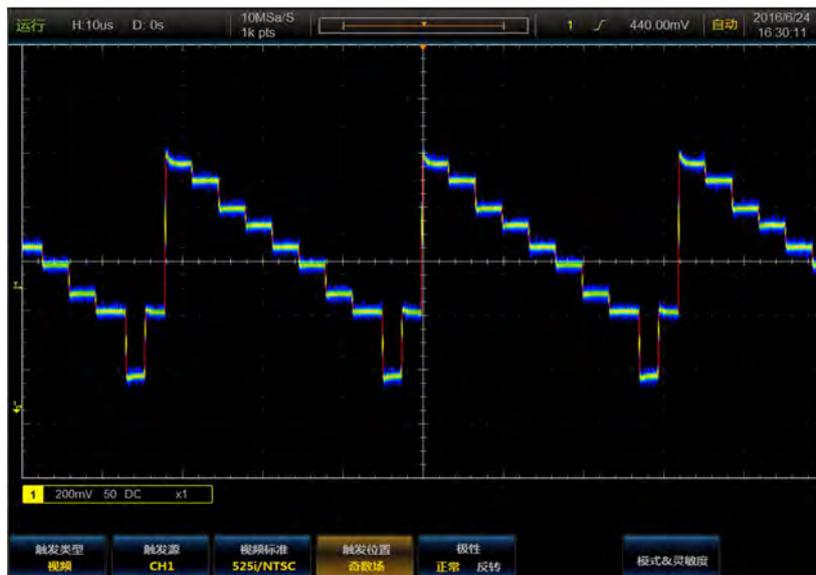


图5.40 视频触发示例

5.3.9 串行总线触发（选件 S04~S11）

串行总线触发包括 RS232 触发、I2C 触发、SPI 触发、CAN 触发、LIN 触发、AUDIO 触发、USB 触发、FlexRay 触发，详见第十一章《总线触发与分析》。

5.4 触发释抑

触发释抑用于稳定触发复杂波形，如脉冲猝发信号。释抑时间是指示波器重新启用触发电路所等待的时间。在释抑期间，示波器在释抑时间结束前不会触发。

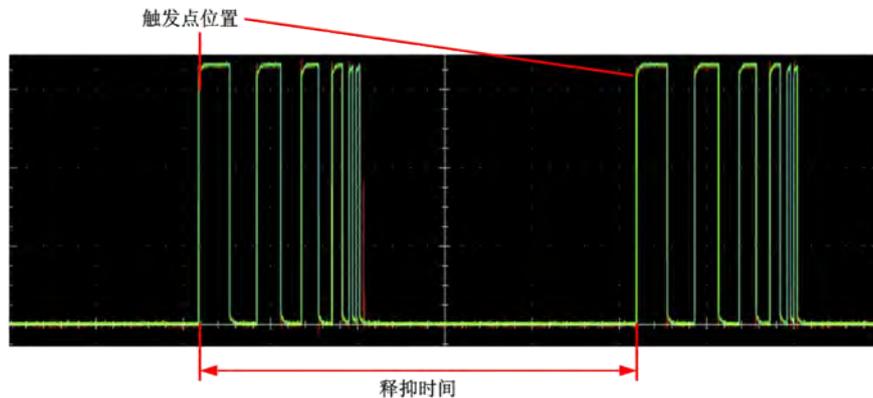


图5.41 触发释抑示意图

点击操作触发菜单按钮[模式&灵敏度]，打开触发模式设置菜单：



图5.42 触发模式菜单

点击[释抑]按钮，即可通过多功能旋钮 b 设置触发释抑时间，也可通过数字小键盘直接输入触发释抑的时间。释抑时间的调节范围为 16ns~8s。

5.5 触发模式

AV4456 系列示波器包含三种触发模式：自动、正常和单次，并在顶部的状态指示栏中显示当前选择的触发模式。

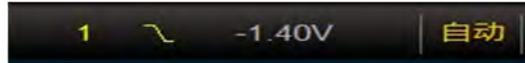


图5.43 触发模式系统指示

自动：不论是否满足触发条件都会刷新波形显示。无信号输入时显示基线。

正常：在满足触发条件时刷新波形显示，不满足触发条件时保持原有波形显示，并等待下一次触发。注意：该模式下按【强制】键产生一个触发信号。

单次：选择该模式时，示波器处于等待触发状态，当满足触发条件时刷新波形显示，然后示波器切换到停止状态。

操作前面板的【单次】按键，即可选择单次触发方式，在[触发模式]菜单中，可选择自动、正常触发方式。

5.6 触发灵敏度

在触发模式菜单中，点击操作菜单按钮[模式&灵敏度]，通过多功能旋钮 b 即可调节触发灵敏度。触发灵敏度范围为 0.1~8 格，步进 0.1 格。触发灵敏度连续可调能更加灵活地做到高频抑制和低频抑制，能够准确地显示和分析测量信号。

触发灵敏度与数字比较器的触发迟滞有关；若信号比较纯净，可将触发灵敏度设置为 0.5 格或更小，保证小信号能够稳定触发；若信号含有噪声，需要将触发灵敏度设置为 2 格或更大，保障大噪声信号能稳定触发。

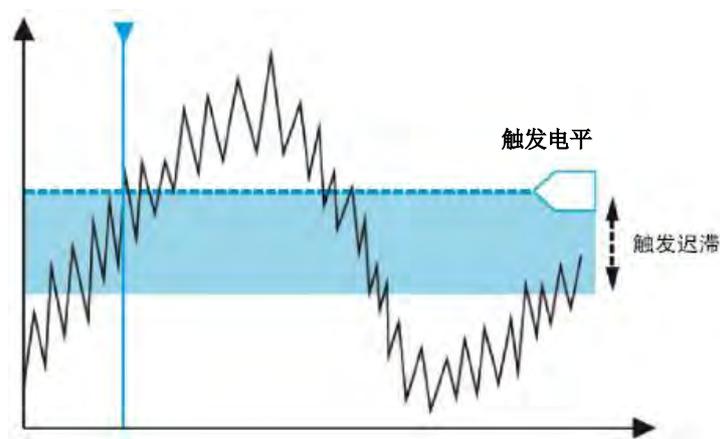


图5.44 触发迟滞示意图

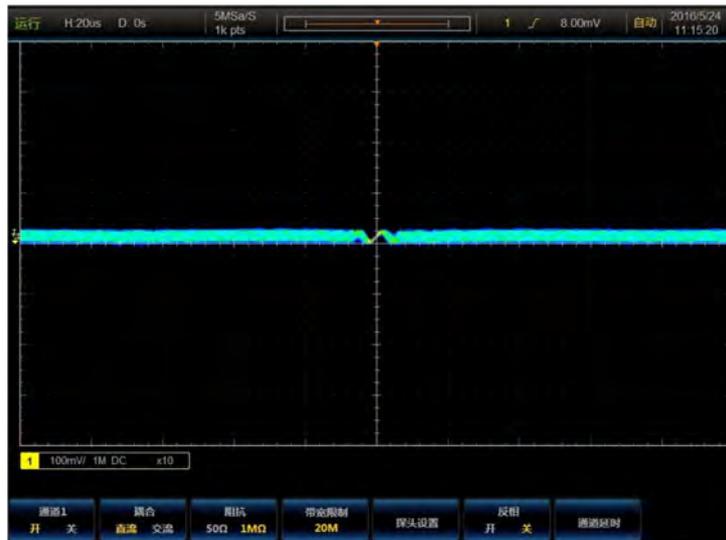


图5.45 高触发灵敏度示例

5.7 触发电平

操作前面板的【电平】旋钮即可修改触发电平，屏幕左侧和波形区中会显示与触发源通道对应颜色的触发标记和触发电平线，并随着触发电平的变化而改变显示位置，同时屏幕右上角的触发信息区域中的触发电平数值也随之变化。当停止旋钮操作约 3 秒后，波形区中的触发电平线显示消失。

注意：总线触发和序列、逻辑、升降时间等高级触发时，通过多功能旋钮 b 改变触发电平。

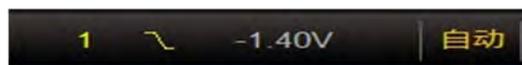


图5.46 触发电平系统指示

5.8 辅助输出

辅助输出用于触发脉冲信号输出、极限模板测试的事件输出或内置培训信号输出。

辅助输出默认为触发脉冲的信号输出，可用于多台仪器的触发同步功能及 AV4456 系列示波器的波形捕获率测试。按【系统】键，弹出系统一级菜单，



图5.47 系统一级菜单

点击操作菜单按钮[参考&输出]，打开参考&输出设置菜单：



图5.48 辅助输出设置菜单

通过触摸点击或旋钮 b 选择触发脉冲输出、极限模板测试事件输出或培训信号输出。若输出选择培训信号，点击弹出的[波形类型]菜单，弹出 25 种培训信号，可通过触摸屏点击或多功能旋钮 b 进行选择。

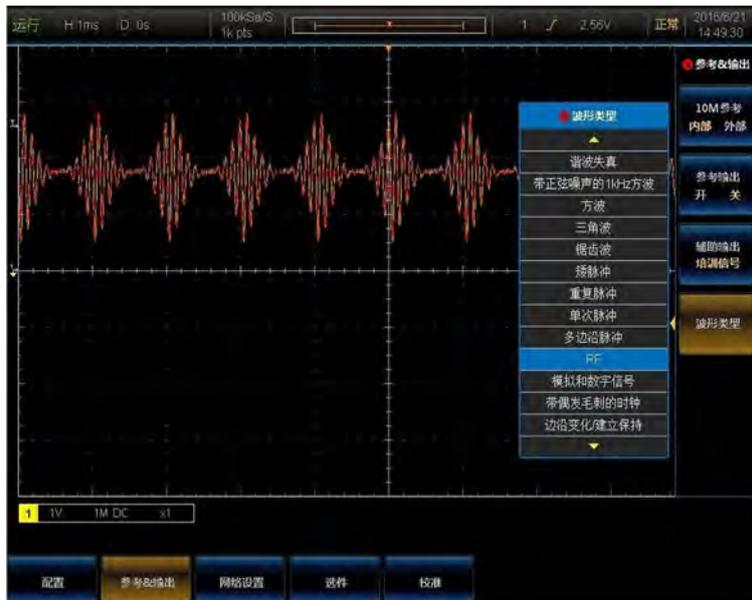


图5.49 RF 培训信号示例

第六章 测量系统

示波器在采集、触发和显示波形后，便可以进行测量。可选择光标、自动测量、统计、直方图等功能。

6.1 参数测量

本示波器提供 29 种波形参数的自动测量、12 种直方图参数的自动测量，以及对测量结果的统计和分析功能，时间和电压是两个最基本的测量，其他的测量都是以这两个基本测量中的一个为基础。

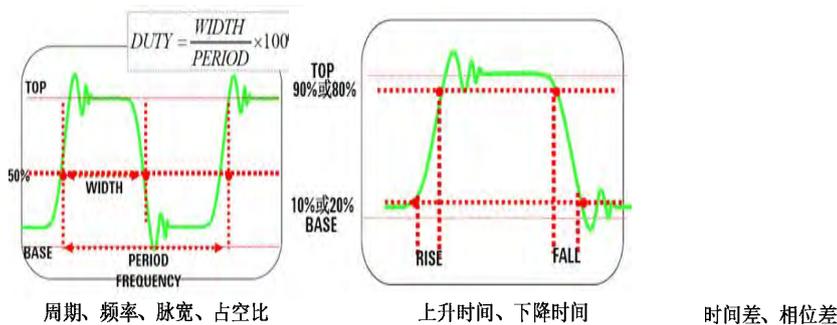


图6.1 时间参数

时间参数主要有频率、周期、正脉宽、负脉宽、上升时间、下降时间、占空比、延时、相位差等。

周期：定义为两个连续、同极性边沿的中阈值交叉点之间的时间。

频率：定义为周期的倒数。

正脉宽：从脉冲上升沿的 50% 阈值处到紧接着的一个下降沿的 50% 阈值处之间的时间差。

负脉宽：从脉冲下降沿的 50% 阈值处到紧接着的一个上升沿的 50% 阈值处之间的时间差。

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。

上升时间：信号幅度从低参考电平（默认为 10%）上升至高参考电平（默认为 90%）所经历的时间。

下降时间：信号幅度从高参考电平（默认为 90%）下降至低参考电平（默认为 10%）所经历的时间。

延时：2 个通道间沿的时间差；若信号源选择 CH1，延迟源选择 CH2，表示 CH1-CH2 的时间差。

相位差：2 个通道间的第一个上升沿的相位差；若测量源选择 CH1，相位至选择 CH2，表示 CH1-CH2 的相位差。

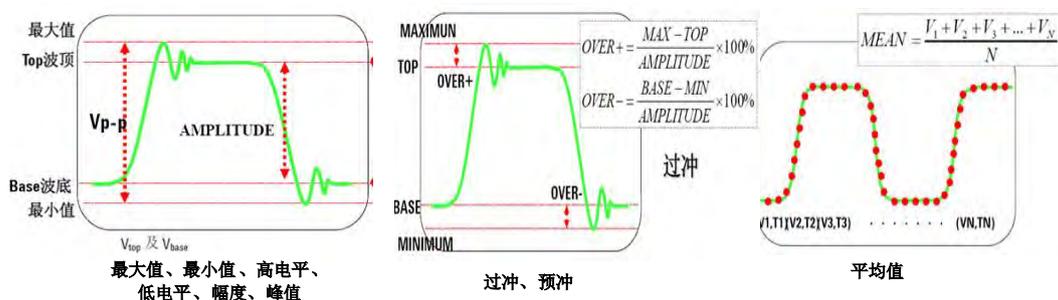


图6.2 电压参数

电压参数：最大值、最小值、高电平、低电平、幅度、峰峰值、预冲、过冲、有效值、平均值等。

幅度：波形顶端至底端的电压值。

峰峰值：波形最高点到最低点的电压值。

最大值：波形最高点至地的电压值。

最小值：波形最低点至地的电压值。

高电平（顶端值）：波形平顶至地的电压值。

低电平（底端值）：波形平顶至地的电压值。

预冲：波形最大值与顶端值之差与幅值的比值。

过冲：波形最小值与底端值之差与幅值的比值。

周期均方根值：即有效值，依据交流信号在一周期时对应于产生等值能量的直流电压，为一个周期内波形的均方根值。

周期平均值：一个周期内信号的平均幅度。

操作前面板的【测量】按键，弹出测量主菜单。



图6.3 测量菜单

6.1.1 添加测量

点击操作菜单按钮[添加测量]，屏幕右侧弹出添加测量菜单：



图6.4 添加测量菜单

- 测量源

点击操作菜单按钮[测量源]，弹出测量源选项菜单：



图6.5 测量源选项菜单

直接点击选项，或通过多功能旋钮 b 选择后确认，即可选择对应的测量源。除打开的模拟通道 CH1~CH4 外，若参考波形、数学运算波形打开，或直方图打开时，测量源还可以选择参考波形、数学运算波形或直方图波形。

- 测量类型

点击操作菜单按钮[测量类型]，弹出测量类型选项菜单：

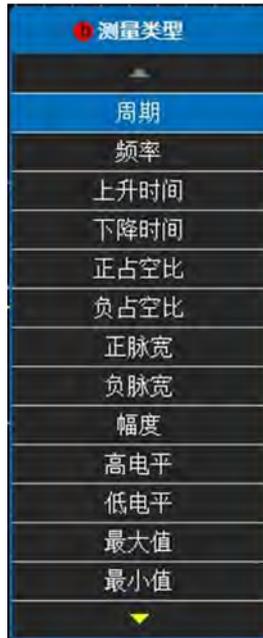


图6.6 测量类型选项菜单

直接点击选项，或通过多功能旋钮 b 选择后确认选项，即可添加选择的测量类型。

对于模拟通道波形、参考波形和数学运算波形，主要包括：周期、频率、上升时间、下降时间、正占空比、负占空比、正脉宽、负脉宽、幅度、高电平、低电平、最大值、最小值、峰峰值、正过冲、负过冲、平均值、周期平均、均方根、周期均方根、突发宽度、正脉冲数、负脉冲数、上升沿数、下降沿数、面积、周期面积、延迟、相位。

对于直方图波形，本示波器提供 12 种测量类型，包括：波形计数、框内命中数、峰值命中数、中值、峰峰值、最大值、最小值、平均值、标准差、Sigma1、Sigma2、Sigma3。

当测量类型选择为“延迟”时，操作菜单中的按钮[延迟设置]，进行下一步的延迟设置：



图6.7 延迟设置菜单

信号源：用于选择第 1 个测量源。

延迟到：用于选择第 2 个测量源。

信号源沿：用于选择第 1 个测量源的边沿类型。

延迟沿：用于选择第 2 个测量源的边沿类型。

延迟沿位置：用于设置对第 2 个测量源的第几个边沿进行延迟测量。

当测量类型选择为“相位”时，操作菜单中的按钮[相位至]，设置相位测量的第 2 个测量源。

6.1.2 删除测量

点击操作菜单按钮[删除测量]，屏幕右侧弹出删除测量菜单：



图6.8 删除测量菜单

全部删除：点击操作后，删除当前添加的所有测量选项。

测量选择：点击按钮后，弹出当前添加的测量选项列表：



图6.9 删除测量项列表

点击需要删除的测量项，或通过多功能旋钮 b 选择需要删除的测量项后确认，即可删除对应的测量项。

6.1.3 直方图

点击操作菜单按钮[直方图]，屏幕右侧弹出直方图菜单：



图6.10 直方图菜单

- 测量方式

关：不显示直方图。

垂直：显示垂直方向的直方图。

水平：显示水平方向的直方图。

- **数据源**

选择直方图测量的信号源，可选择模拟通道 CH1~CH4 的波形，以及参考波形、数学运算波形。

- **设定界限**

设置进行直方图测量的波形范围。点击此菜单按钮后，弹出设置菜单：



图6.11 直方图界限设定菜单

上、下边界调节范围为屏幕中波形垂直方向的顶、底部对应电压。

左、右边界调节范围为屏幕中波形水平方向的左、右端对应时间。

- **显示方式**

线性：直方图统计数据以线性关系进行显示。

对数：直方图统计数据以对数关系进行显示。

- **重置计数**

清除直方图当前统计的数据，重新进行统计计数。

6.1.4 统计

点击操作菜单按钮[统计]，屏幕右侧弹出统计设置菜单：



图6.12 统计设置菜单

统计关闭时，测量结果窗口只显示当前测量值，统计打开时，除当前测量值外，还显示平均值、最小值、最大值和标准差。

取样数：设置用于统计计算平均值、标准差的取样数量。可调节范围为 2~1000。

重置统计：清除当前统计数量，重新进行统计计数并计算。

6.1.5 选通

用于将测量限制在波形的特定部分。

点击操作菜单按钮[选通]，可将选通部分在屏幕、光标间切换。可选择使用屏幕波形区的数据或光标间的数据进行测量计算。

6.1.6 参考电平

参考电平用于确定如何进行与时间相关的测量。

点击操作菜单按钮[参考电平]，屏幕右侧弹出参考电平设置菜单：



图6.13 参考电平设置菜单

参考选择可选择百分比或单位。选择百分比时，使用信号幅度百分比对应的数值进行计算；选择单位时，使用设置的电平数值进行计算。

高、低参考电平，主要用于计算上升、下降时间。

中参考电平，主要用于计算边沿有关的测量，判断边沿的中间位置。

中参考2电平，对应于延迟、相位测量时的第2个测量源的中参考电平。

设为默认，选择百分比，高参考电平为90%，中参考电平为50%，低参考电平为10%。

6.2 光标测量

光标是在屏幕中对波形进行定位的标记，用于对采集数据的手动测量。光标包括水平线和垂直线。

点击前面板的【光标】按键，打开光标菜单：



图6.14 光标菜单

- 光标

光标测量选择波形时，屏幕中只显示垂直线光标，测量对应位置的时间及对应此时间的波形幅度。光标测量选择屏幕时，屏幕中同时显示水平线和垂直线光标，水平线测量对应位置的幅度，垂直线测量对应的时间。

- **信号源**

选择进行光标测量的数据源。可选择模拟通道的 CH1~CH4、数学运算波形和 FFT 波形。

- **活动光标**

选择旋钮 b 操作时移动的光标线，可选择 X1、X2、Y1 或 Y2。其中 X1、X2 为垂直线光标，用于测量时间；Y1、Y2 为水平线光标，用于测量幅度。活动光标的颜色与信号源通道的颜色一致。

- **联动光标**

打开时，旋钮 b 操作时，当前活动光标相关的两根光标线同时移动；关闭时，旋钮 b 操作时，则只有当前的活动光标移动。

- **测量结果**

光标打开时，屏幕中显示光标线，同时显示光标线对应的测量结果。dX 为两根垂直线光标对应的时间差，dY 为两根水平线光标对应的幅度差。

X1:-760.00ns	X2:1.24us	dX:2.00us
Y1:722.22mV	Y2:-687.50mV	dY:1.41V

图6.15 光标测量结果

第七章 数学运算

AV4456 系列示波器可实现通道波形的多种运算,包括数学运算、FFT 及高级数学运算。
操作前面板的【运算】按键,打开运算菜单:

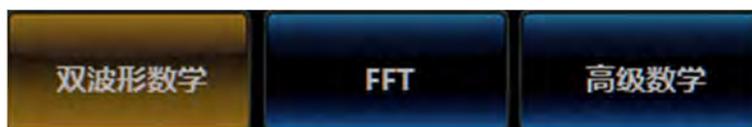


图7.1 运算菜单

7.1 双波形数学运算

点击操作菜单按钮[双波形数学],打开双波形数学运算菜单:



图7.2 双波形数学运算菜单

信号源 1、信号源 2: 设置用于数学运算的 2 个数据源,可选择模拟通道 CH1~CH4。

运算类型: 设置数学运算的类型,可选择关或加、减、乘、除。若运算类型不为关,则在屏幕下方显示数学运算状态栏,显示运算波形的垂直刻度和运算表达式:



图7.3 双波形数学运算状态栏

垂直刻度: 点击菜单按钮后,通过多功能旋钮 b 设置运算波形的垂直刻度。

垂直偏移: 点击菜单按钮后,通过多功能旋钮 b 设置运算波形的垂直偏移。

7.2 FFT

FFT 可以将时域信号转换成频域信号。使用 FFT 运算可以方便的进行以下工作：

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



说明：

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。为减少直流成分可以选择“交流”耦合方式。

为减少重复或单次脉冲事件的随机噪声以及混叠频率成分，可设置示波器为“平均”获取方式。

点击操作菜单按钮[FFT]，打开 FFT 运算菜单：



图7.4 FFT 运算菜单

信号源：设置进行 FFT 运算的数据源，可选择模拟通道 CH1~CH4。

窗函数：设置进行 FFT 运算的窗函数类型，窗函数可设置为：矩形、汉明、汉宁或 Blackman-Harris。使用窗函数可减少频谱泄漏效应，需根据测量信号的特点选择合适的窗函数。

表7.1 窗函数简介

窗函数	特点	适合测量的波形
Rectangle	最好的频率分辨率；最差的幅度分辨率；与不加窗的状况类似。	暂态或短脉冲，信号电平在此前后大致相等；频率非常接近的等幅正弦波；具有变化缓慢波谱的宽带随机噪声。
Hanning	较好的频率分辨率；较差的幅度分辨率	正弦、周期和窄带随机噪声。

Hamming	较好的频率分辨率	短脉冲信号，信号电平在此前后相差较大
Blackman	最好的幅度分辨率 最差的频率分辨率	单频信号，寻找更高次谐波

设置：点击菜单按钮后打开 FFT 显示的设置菜单：



图7.5 FFT 设置菜单

垂直刻度：点击菜单按钮后，通过多功能旋钮 b 设置 FFT 波形的垂直刻度。

垂直偏移：点击菜单按钮后，通过多功能旋钮 b 设置 FFT 波形的垂直偏移。注意：FFT 波形的零点位置在屏幕波形区的顶端。

垂直单位：选择 FFT 的运算单位，可选择 V、dBV、dBmV、mV。

中心频率：设置屏幕中心位置对应的频率，可以通过旋钮 b 或者数字键盘输入。

频率范围：设置一屏的频率宽度，可以通过旋钮 b 或者数字键盘输入。这时，屏幕最左侧位置的频率为：中心频率-频率范围/2，屏幕最右侧位置的频率为：中心频率+频率范围/2。

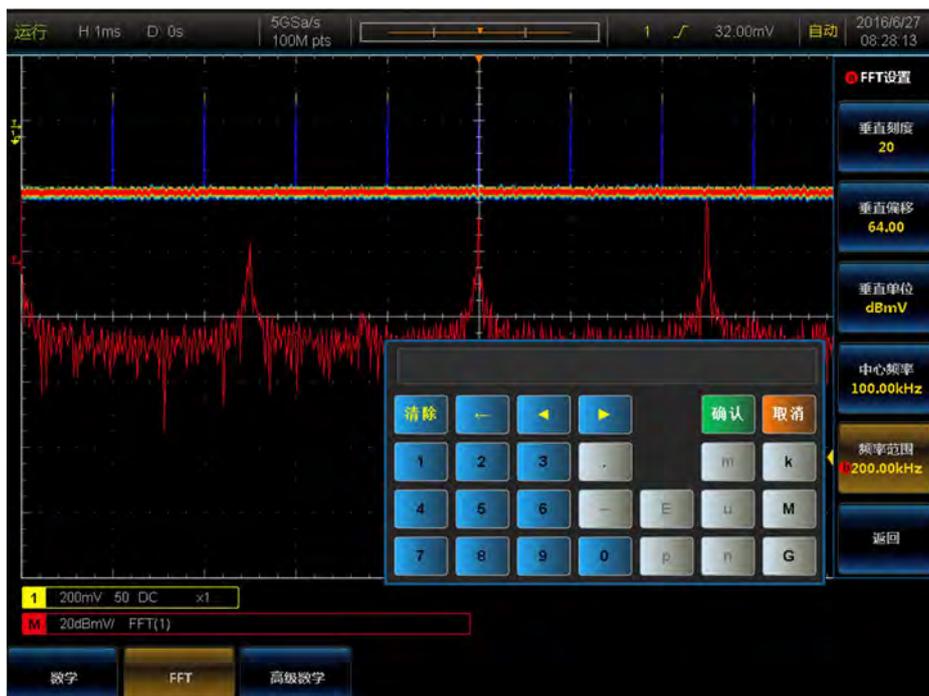


图7.6 FFT 示例

7.3 高级数学

点击操作菜单按钮[高级数学], 打开高级数学操作菜单:



图7.7 高级数学菜单

● 编辑表达式

点击操作菜单按钮[编辑表达式]，屏幕显示表达式编辑窗口：

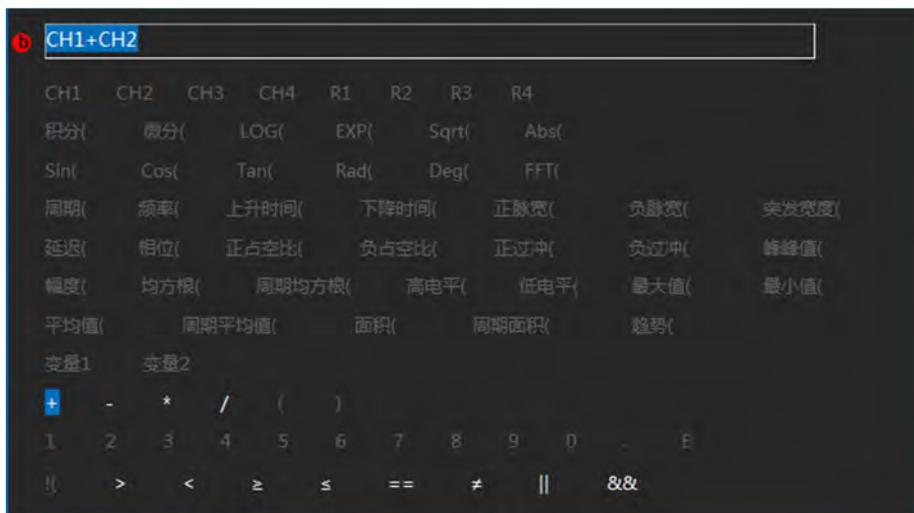


图7.8 高级数学表达式编辑窗口

通过多功能旋钮 b 选择需要的数据源、运算类型等并按下确认或直接点击选项，则当前选中的选项输入到表达式中。

删除：最后输入的选项被删除。

清除表达式：将表达式清空。

执行表达式：使用当前编辑的表达式进行运算。

各运算类型定义为：

积分：对数据进行积分运算。

微分：对数据进行微分运算。

LOG：对数据进行对数运算。

EXP：对数据进行指数运算。

Sqrt：对数据进行开平方根运算。

Abs：对数据进行取绝对值运算。

Sin：对数据进行正弦运算。

Cos：对数据进行余弦运算。

Tan：对数据进行正切运算。

Rad：对数据进行弧度运算。

Deg：对数据进行角度运算。

FFT：对数据进行 FFT 运算。

周期、频率、.....周期面积：参数测量结果。

变量 1、2：用户自定义变量，可通过设置菜单设置其数值。

E: 用于科学记数法表示数值。

例: 对通道 1 的信号进行积分运算。

1. 选择“积分（”
2. 选择“CH1”
3. 选择“）”
4. 点击“执行表达式”

● 设置



图7.9 高级数学设置菜单

垂直刻度: 通过多功能旋钮 b 设置高级数学运算波形的垂直刻度。

垂直偏移: 通过多功能旋钮 b 设置高级数学运算波形的垂直偏移。

变量选项: 选择对 2 个使用科学计数法的变量的某部分数据进行设置。可选尾数、指数。

变量 1、变量 2: 通过多功能旋钮 b 设置变量的尾数、指数部分, 或通过数学键盘设置变量 1、变量 2 的数值。



图7.10 高级数学示例

第八章 显示系统

本示波器可以设置波形的显示类型、色彩、余辉时间、亮度，以及网格类型、亮度等。

8.1 波形显示设置

操作前面板的【显示】按键，打开显示菜单：



图8.1 显示菜单

点击菜单按钮[波形显示]，打开波形显示设置菜单：

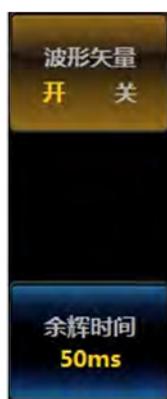


图8.2 波形显示菜单

波形矢量：打开时，采样点之间使用连线方式显示。关闭时，直接显示采样点。

8.2 波形色彩设置

AV4456 系列示波器采用数字荧光三维显示技术，通过颜色的亮暗（256 级灰度等级）或冷暖（颜色等级）来表示事件发生的频率，并提供正常、反相、色温、光谱等 4 种波形调色板，增强了查看偶发事件的能力。

- 正常：使用默认通道颜色和灰度等级表明事件发生的概率，亮色表示出现概率高的事件；
- 反相：使用默认通道颜色和灰度等级表明事件发生的概率，暗色表示出现概率高的事件；
- 色温：使用颜色等级表明事件发生的概率，暖色（红色或黄色）表示出现概率高的事件；
- 光谱：使用颜色等级表明事件发生的概率，冷色（蓝色或绿色）表示出现概率高的事件。

点击菜单按钮[波形色彩]，打开波形色彩设置菜单：



图8.3 波形色彩菜单



图8.4 正常调色板显示调幅波

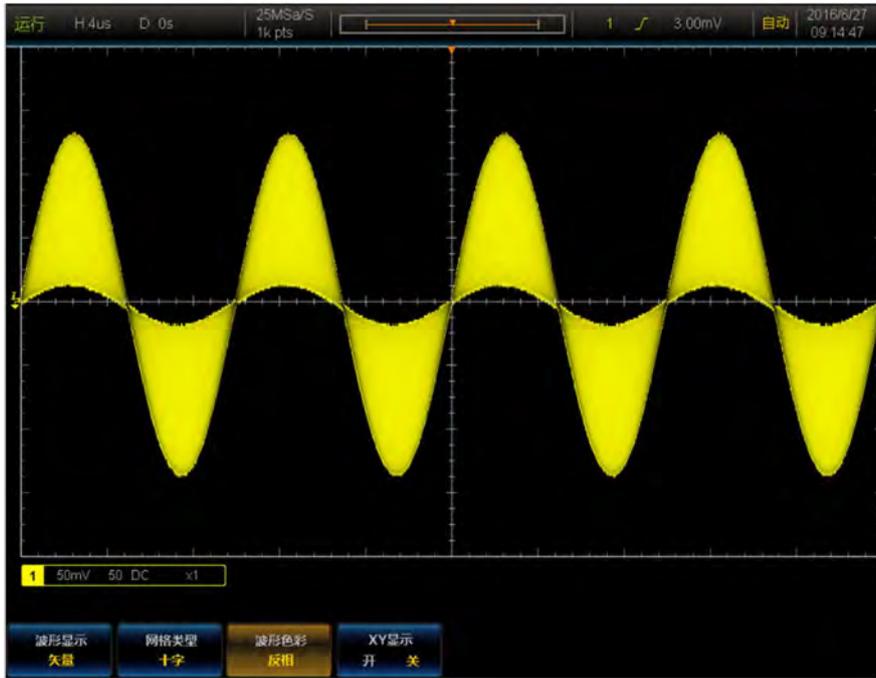


图8.5 反相调色板显示调幅波



图8.6 色温调色板显示调幅波



图8.7 光谱调色板显示调幅波

8.3 余辉设置

点击波形设置菜单的按钮[余辉时间]，通过多功能旋钮 b 即可设置余辉时间。可调节范围为：0s~12.5s 或无限余辉。

8.4 网格设置

点击显示菜单的按钮[网格类型]，打开网格类型菜单：



图8.8 网格类型菜单

点击菜单按钮即可将网格设置为对应的类型。

完整：显示背景网格及坐标。

网格：显示背景网格，不显示坐标。

十字：显示坐标，不显示背景网格。

框架：不显示背景网格及坐标。

8.5 亮度设置

操作前面板的【亮度】菜单，打开亮度设置菜单：



图8.9 亮度菜单

本示波器可设置波形强度、网格亮度及液晶亮度。

点击菜单按钮，弹出对应的亮度设置菜单，通过多功能旋钮 b 即可调节亮度。

8.6 XY 显示

XY 模式下，示波器将两个输入通道从电压-时间显示转换为电压-电压显示，其中，X 轴和 Y 轴分别跟踪 CH1 和 CH2 的电压。通过李萨育法可以方便的显示测量相同频率的两个信号之间的相位差。下图给出了测量相位差的原理图。

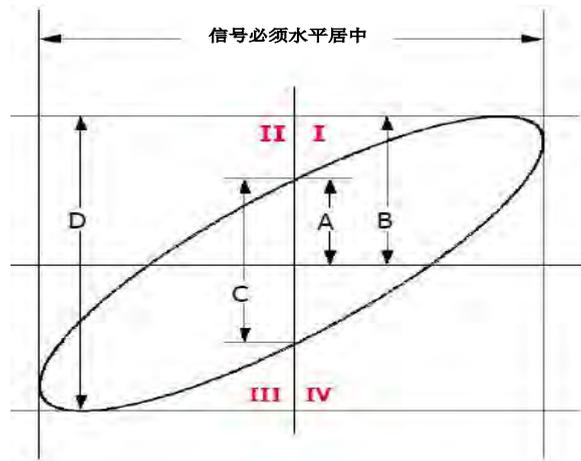


图8.10 相位差测量原理图

根据 $\sin\theta=A/B$ 或 C/D ，其中 θ 为通道间的相差角，A、B、C、D 的定义见上图。因此，可以得出相差角： $\theta = \pm\arcsin(A/B)$ 或 $\pm\arcsin(C/D)$ 。如果椭圆的主轴在 I、III 象限内，那么所得的相位差角应在 I、IV 象限内，即在 $(0\sim\pi/2)$ 或 $(3\pi/2\sim2\pi)$ 内。如果椭圆主轴在 II、IV 象限内，那么所得相位差角应在 II、III 象限内，即在 $(\pi/2\sim\pi)$ 或 $(\pi\sim3\pi/2)$ 内。

点击显示菜单的按钮[XY 显示], 即可打开、关闭 XY 显示。



图8.11 显示菜单

XY 模式打开时, 通道 1、2 为一组, 通道 3、4 为一组。其中通道 1、3 对应 X 轴的数据, 通道 2、4 对应 Y 轴的数据。

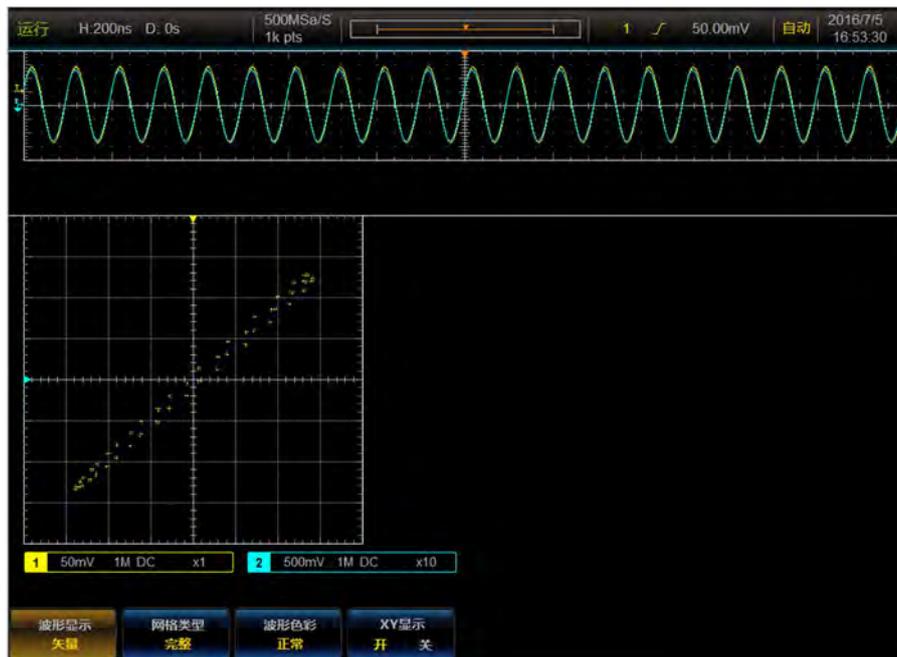


图8.12 XY 显示示例

第九章 保存调用和参考

本示波器可保存波形、设置、屏幕图像，并可以恢复波形和调用设置。

9.1 保存

操作前面板的【保存】按键，打开保存菜单：



图9.1 保存菜单

9.1.1 存储波形：

点击菜单按钮[存储波形]，打开存储波形菜单：



图9.2 存储波形菜单

数据源：设置存储波形的数据源，可选择模拟通道 CH1~CH4。

存储位置：设置存储波形保存的位置，可选择内部参考 R1~R4，若接有外部 U 盘时，还可以选择保存到文件，文件可选择 csv 或 bin 格式。

默认文件名为“AV4456_YYYYMMDD_HHMM_CHx”。YYYYMMDD 分别为当前日期的年、月、日信息，HHMM 为时、分信息，CHx 为通道信息，CH1 表示通道 1。文件后缀名根据选择的保存文件类型。

您也可以在弹出的文件保存对话框中通过键盘输入文件名。bin 格式数据的存储结构为：

表9.1 存储数据结构

位置	内容
数据头	
0	Model:AV4456
0x0E	Firewave Version:1.0
0x27	采集模式, 32 位整数 0: 正常; 1: 峰值; 2: 平均; 3: 高分辨率; 4: 包络
0x2B	存储深度, 32 位整数
0x2F	数据源, 32 位整数 0~3: 对应通道 1~通道 4
0x33	水平时基, 64 位双精度数
0x3B	水平延时, 64 位双精度数
0x43	波形数据长度, 32 位整数
0x47	波形采样数据点时间间隔, 64 位双精度数
0x4F	探头类型, 32 位整数 0: 电压探头; 1: 电流探头
0x54	探头系数, 32 位整数 探头类型为电压探头时, 表示探头系数 探头类型为电流探头时, 表示探头的电压电流转换比
0x58	数据源通道垂直刻度, 64 位双精度数
0x60	数据源通道垂直偏移, 64 位双精度数
0x68	第一个数据对应的采集时间, 64 位双精度数
0x70	空数据 0, 32 位整数
波形数据	
0x74	数据波形起始地址 每组采样点包含 2 个数据: 采样时间、波形电压, 均为 64 位双精度数。 若采集模式为峰值或包络, 则每个采样点包括 2 组数据, 第 1 组数据为最小值, 第 2 组数据为最大值。

选通：设置存储波形的数据长度，可选择屏幕对应的采集数据或全部存储深度的数据。

存储：根据以上设置，完成波形存储。

9.1.2 存储设置

本示波器可存储 8 组设置数据。

点击菜单按钮[存储设置]，打开存储设置菜单：



图9.3 存储设置菜单

通过多功能旋钮 b，可设置存储序号 1~8。

点击[存储]按钮后，执行设置存储。存储的设置信息为当前的垂直、水平和触发信息。

9.1.3 恢复波形

点击菜单按钮[恢复波形]，打开恢复波形菜单：



图9.4 恢复波形菜单

点击菜单按钮[选择文件]，可选择外部 U 盘中保存的波形文件，文件格式为 csv 或 bin。若无 U 盘，则提示出错。可将选择的文件恢复到内部参考的 R1~R4。

9.1.4 保存屏幕图像

点击此菜单按钮后，将当前屏幕的图像保存到外部 U 盘文件中。

文件格式可选择为：16 位 bmp、24 位 bmp、32 位 bmp 或 tif。

默认文件名为：AV4456_YYYYMMDD_HHMM，YYYYMMDD 分别为当前日期的年、

月、日信息，HHMM 为时、分信息。文件后缀名根据选择的保存文件类型，为 bmp 或 tif。也可以在弹出的文件保存对话框中通过键盘输入文件名。

9.2 调用

操作前面板的【调用】按键，打开调用菜单：



图9.5 调用菜单

若检测到有存储的设置数据时，菜单按钮显示调用设置，否则按钮显示“----”。

点击菜单按钮调用设置 1~8，则将之前保存的设置恢复到系统中。

9.3 参考

本示波器可保存 4 组参考波形数据。

操作前面板的【参考】按键，打开参考波形菜单：



图9.6 参考波形菜单

若检测到有存储的参考波形数据时，菜单按钮显示对应参考波形的开、关状态，否则按钮显示“----”。

点击菜单按钮[参考波形]，可打开、关闭参考波形的显示。当打开参考波形显示时，在屏幕右侧会显示参考波形的设置菜单：



图9.7 参考波形设置菜单

通过多功能旋钮 b 可调节参考波形的垂直量程、垂直偏移、水平时基及水平延迟。

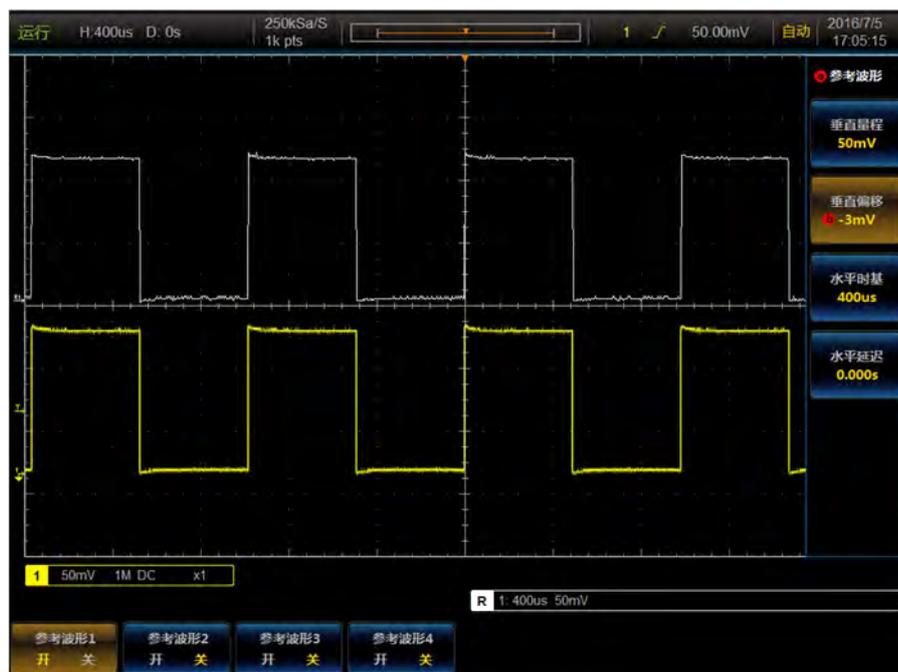


图9.8 参考波形示例

第十章 系统设置

本示波器可进行波形触控、打印模式、参考及输出、网络、选件等设置，并可进行通道等的校准。

操作前面板的【系统】键，打开系统设置菜单。



图10.1 系统设置菜单

10.1 配置

点击菜单按钮[配置]，打开配置菜单：



图10.2 配置菜单

波形触控开关：打开、关闭波形触控功能。当波形触控打开时，可通过手势实现波形控制。

表10.1 手势说明

手势	控制
向左滑动	触发点、波形水平向左移动
向右滑动	触发点、波形水平向右移动
向上滑动	垂直零点、波形垂直向上移动
向下滑动	垂直零点、波形垂直向下移动
二指水平拉开	时基变小，波形水平放大
二指水平压缩	时基变大，波形水平压缩
二指垂直拉开	垂直量程变小，波形垂直放大
二指垂直压缩	垂直量程变大，波形垂直压缩

语言：可选择中文、英文两种语言的操作界面。

打印模式：可选择正常、省墨。正常模式时，打印的屏幕图像与当前显示的颜色一致；

省墨模式时，对屏幕图像进行反色变换再进行打印。

10.2 参考&输出

点击菜单按钮[参考&输出]，打开设置菜单：



图10.3 参考&输出菜单

10M 参考：选择 10M 参考时钟源。可选择内部、外部时钟源。

参考输出：当 10M 参考时钟选择内部时，可打开参考输出。

辅助输出：选择辅助输出，可设置为：培训信号、触发输出和极限模板输出。

- 触发输出：当内部采集过程中有触发时输出一个脉冲。
- 极限模板输出：极限模板测试时，在测试失败或测试完成时输出脉冲。
- 培训信号：可通过菜单按钮[波形类型]，选择需要的信号输出。可选择的模拟信号波形包括：正弦波、带噪声的正弦波、带毛刺的正弦波、基频 10 kHz 的调幅信号、均匀调频波、谐波失真信号、带正弦噪声的 1kHz 方波、三角波、锯齿波、矮脉冲、多边沿脉冲、RF 信号、模拟和数字信号，可选择的数字信号波形包括：方波、重复脉冲、单次脉冲、带偶发毛刺的时钟、边沿变化&建立保持信号、数字猝发信号、带罕见毛刺的数字猝发信号、直流电机、RS232、CAN、LIN、FlexRay。

注：当选择“单次脉冲”时，每点击一次菜单按钮[发送脉冲]，则输出一个脉冲。



图10.4 培训信号波形类型

10.3 网络设置

用于设置本示波器的网络参数。包括 IP 地址、端口号等。

点击菜单按钮[网络设置]，打开网络设置菜单：

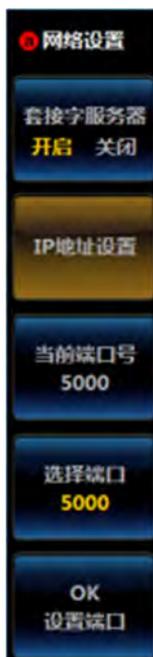


图10.5 网络设置菜单

点击菜单按钮[套接字服务器]，打开或者关闭套接字服务器。

点击菜单按钮[IP 地址设置]，在菜单左侧弹出 IP 设置对话框：



图10.6 网络设置对话框

菜单选项[当前端口号]显示当前设置的端口号，点击菜单按钮[选择端口]，然后旋转多功能旋钮改变端口号的值，当设置到您需要的端口号后，点击菜单按钮[OK/设置端口]，设置系统端口号，设置成功后在菜单选项[当前端口号]上显示。

10.4 选件

本示波器的选件包括：极限模板测试、高清视频触发、I2C 触发与分析、RS232 触发与分析、SPI 触发与分析、CAN 触发与分析、LIN 触发与分析、FlexRay 触发与分析、Audio 触发与分析、USB 触发与分析。

点击菜单按钮[选件]，打开选件菜单：



图10.7 选件菜单

点击菜单按钮[已配置选件]，则显示当前示波器中已配置的选件列表。

点击菜单按钮[添加选件]，则显示当前可添加的选件列表。点击需要添加的选件后，在弹出的注册窗口中输入注册码即完成选件添加。

10.5 校准

本示波器可自动完成 ADC、通道的校准。

点击菜单按钮[校准], 打开操作菜单:



图10.8 校准菜单

当进行 ADC 校准时, 选择校准通道后, 需对此通道接入 1kHz 的标准方波信号, 然后点击[开始校准], 等待校准完成即可。

当进行通道校准时, 需保持此通道输入为悬空状态, 不连接任何探头或输入信号, 然后点击[开始校准]或[全部通道校准], 等待校准完成即可。

在校准执行过程中, 点击[退出校准]即停止校准, 此次校准无效。

10.6 系统写保护

仪器出厂时对 C 盘进行了写保护操作, 您更改 C 盘的任何操作都将在仪器重启时自动清除掉, 从而保证仪器系统的安全。若您需要更改 C 盘的数据或安装打印机等驱动程序时, 需按如下操作。

按【系统】键, 弹出系统设置菜单, 点击[配置]菜单, 弹出二级菜单, 点击[退出]菜单, 仪器退出运行软件到桌面。

点击桌面的“我的电脑”, 进入到 C 盘根目录, 点击“关闭系统写保护”, 之后重启电脑, 此时就可以对仪器的 C 盘进行任意的更改。

更改 C 盘的操作完成后, 务必点击桌面的“我的电脑”, 进入到 C 盘根目录, 点击“打开系统写保护”, 之后重启电脑, 系统又处于写保护的状态。

第十一章 总线触发和分析

AV4456 系列示波器提供了一套强大的串行总线分析工具，支持 I2C、SPI、CAN、LIN、FlexRay、RS232、USB、Audio 等多种总线的自动触发和分析，提供诸如嵌入式、汽车、计算机及音频等串行总线的测试解决方案，基于 FPGA 的全硬件解码技术，增强了捕获偶发性串行通信误码的概率。

表11.1 总线分析表

总线分析	解码通道	1个
	显示格式	二进制、十六进制
	显示方式	总线视图、数字视图、带有时标信息的事件表
	I2C (选件 S04)	信号速率: ≤10Mbps 协议类型: 7位/10位地址
	RS232 (选件 S05)	信号速率: 50bps~2Mbps
	SPI (选件 S06)	信号速率: ≤10Mbps
	CAN (选件 S07)	信号速率: 10kbps~1Mbps
	LIN (选件 S08)	信号速率: 800bps~100kbps 协议标准: 1.x、2.x
	FlexRay (选件 S09)	信号速率: 2.5Mbps、5Mbps、10Mbps
	Audio (选件 S10)	信号速率: ≤10Mbps 协议类型: I2S、LJ、RJ、TDM
	USB (选件 S11)	信号速率: 低速1.5Mbps、全速12Mbps

11.1 I2C 总线触发与分析

I2C 总线包含 SCLK (时钟) 和 SDA (数据) 两根线。I2C 总线帧结构包括开始、地址、数据、确认、停止等组成部分，可在开始、重复开始、停止、ACK 丢失、地址、数据、地址和数据上触发。



图11.1 I2C 帧格式

11.1.1 I2C 总线设置

操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单：



图11.2 总线设置菜单

点击菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单：



图11.3 总线类型设置菜单

点击菜单按钮[I2C]，选择 I2C 总线类型，屏幕下方切换为 I2C 总线设置菜单：



图11.4 I2C 总线设置菜单

- 定义输入设置

点击菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 I2C 输入设置菜单：



图11.5 I2C 定义输入设置菜单

点击菜单按钮[SCLK 输入]，在菜单左侧弹出 SCLK 输入选择三级菜单：

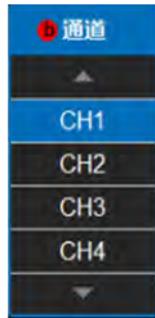


图11.6 I2C 定义 SCLK 输入设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择通道，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的相应通道选择，选定的通道在右侧菜单项上显示。

点击菜单按钮[SDA 输入]，在菜单左侧弹出 SDA 输入选择三级菜单：



图11.7 I2C 定义 SDA 输入设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择通道，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的相应通道选择，选定的通道在右侧菜单项上显示。

- **阈值设置**

点击菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 I2C 通道阈值设置菜单：

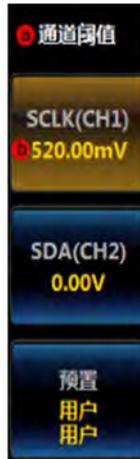


图11.8 I2C 阈值设置菜单

点击菜单按钮[SCLK]，旋转多功能旋钮 b 设置 SCLK 输入通道的阈值；

点击菜单按钮[SDA]，旋转多功能旋钮 b 设置 SDA 输入通道的阈值；

点击菜单按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单：

系列	SCLK	SDA
用户	520.00mV	0.00V
TTL	1.4V	1.4V
5.0V CMOS	2.5V	2.5V
3.3V CMOS	1.65V	1.65V
2.5V CMOS	1.25V	1.25V
ECL	-1.3V	-1.3V
PECL	3.7V	3.7V
0 V	0V	0V

图11.9 I2C 预置类型三级菜单

旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值，然后按下多功能旋钮 b，选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择。

注意：选择通道阈值预置类型为用户时，可以点击菜单按钮[阈值]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值，选择其它预置类型时，相应阈值在菜单按钮上显示出来，如果该类型阈值大于在该量程下的最大阈值，显示最大阈值，小于最小阈值，显示最小阈值。预置类型不是用户时，点击菜单按钮[阈值]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值时，预置类型改变为用户。

- **地址中包含 R/W 设置**

点击菜单按钮[地址中包含 R/W]，在屏幕右侧弹出 I2C 地址中包含 R/W 设置菜单：



图11.10 I2C 地址中是否包含 R/W 设置

点击菜单按钮[是]或者[否]设置 I2C 地址中包含或者不包含 R/W。

- 总线显示设置

点击菜单按钮[总线显示]，在屏幕右侧弹出 I2C 总线显示设置菜单：



图11.11 I2C 显示设置菜单

点击菜单按钮[显示方式]，在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单：



图11.12 I2C 显示方式设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应显示方式，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击菜单按钮[进制]，在菜单左侧弹出进制设置三级菜单：



图11.13 I2C 进制设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应进制，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击菜单按钮[总线偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；

点击菜单按钮[数字波形偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；

注意：当显示方式是总线和波形时，数字波形偏移按钮才会显示。

● 事件表设置

点击屏幕下方的菜单按钮[事件表]，在屏幕右侧弹出事件表设置菜单：



图11.14 I2C 事件表设置菜单

点击事件表开关按钮[事件表]，关闭或者打开事件表；

点击菜单按钮[保存]，存储事件表信息。

● 总线开关设置

点击屏幕下方的菜单按钮[总线开关]，可以打开或者关闭总线解码功能。

11.1.2 I2C 触发设置

操作前面板功能区【触发】按键，在下方屏幕弹出触发设置菜单：



图11.15 触发设置菜单

点击菜单按钮[触发类型]，在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单：

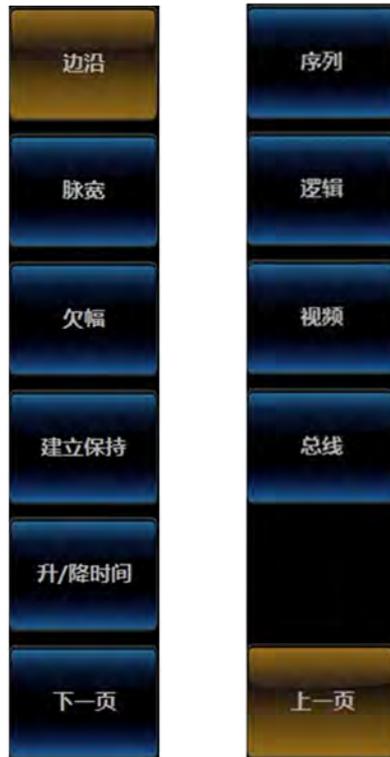


图11.16 触发类型选择菜单

点击菜单按钮[总线]，选择总线触发类型，屏幕下方切换为总线触发设置菜单：



图11.17 触发类型设置菜单

注意：总线解码类型选择为 I2C 时，当切换为总线触发时，总线触发菜单自动切换为 I2C 总线触发设置菜单。

- I2C 触发类型设置

点击屏幕下方菜单按钮[触发打开]，在屏幕右侧弹出 I2C 总线触发类型设置菜单：



图11.18 I2C 触发类型设置菜单

点击菜单按钮[开始]，I2C 总线触发类型设置为开始；

点击菜单按钮[重复开始]，I2C 总线触发类型设置为重复开始；

点击菜单按钮[停止]，I2C 总线触发类型设置为停止；

点击菜单按钮[确认丢失]，I2C 总线触发类型设置为确认丢失；

点击菜单按钮[地址]，I2C 总线触发类型设置为地址，屏幕下方菜单切换为地址触发类型设置菜单：



图11.19 触发地址设置菜单

点击菜单按钮[地址]，在屏幕右侧弹出地址设置菜单：



图11.20 触发地址设置菜单

点击菜单按钮[寻址模式]，切换寻址模式为七位或者十位；
 点击菜单按钮[地址]，在菜单左侧弹出地址设置数字键盘：



图11.21 数字键盘

通过软键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置地址值。
 点击菜单按钮[方向]，在屏幕右侧弹出 I2C 方向设置菜单：



图11.22 I2C 输入方向设置菜单

点击菜单按钮[读]、[写]、[读或写]设置 I2C 方向为读、写、读或写。

点击菜单按钮[数据]，I2C 总线触发类型设置为数据，屏幕下方菜单切换为数据触发类型设置菜单：



图11.23 触发类型设置菜单

点击菜单操作按钮[数据]，在屏幕右侧弹出数据设置菜单：



图11.24 数据触发设置菜单

点击菜单按钮[字节数]，旋转多功能旋钮 b 设置触发的数据字节数；

点击菜单按钮[数据]，在菜单左侧弹出设置触发数据数字键盘：



图11.25 数字键盘

通过软键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置数据值。

点击菜单按钮[地址/数据]，I2C 总线触发类型设置为地址/数据，屏幕下方菜单切换为地址/数据触发类型设置菜单：



图11.26 地址/数据触发类型设置菜单

具体操作分别参考地址触发类型和数据触发类型。



图11.27 I2C 触发与分析示例

11.2 RS232 总线触发与分析

RS232 总线由发送数据线（TX）和接收数据线（RX）组成。每帧数据的由起始位，数据位，校验位和停止位组成，在发送开始位、接收开始位、发送包结束、接收包结束、发送数据、接收数据、发送奇偶错误和接收奇偶错误上触发。

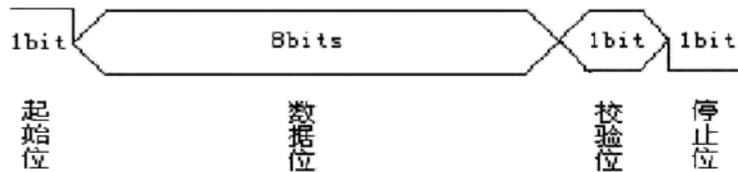


图11.28 RS232 帧格式

11.2.1 RS232 总线设置

按前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单：



图11.29 总线设置菜单

点击[总线]按钮，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单：

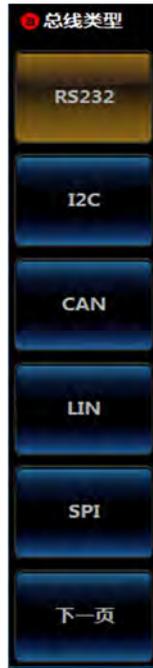


图11.30 总线类型设置菜单

点击[RS232]按钮，选择 RS232 总线类型，屏幕下方切换为 RS232 总线设置菜单：



图11.31 RS232 一级设置菜单

- 定义输入

点击[定义输入]按钮，弹出 RS232 输入二级菜单，进行发送输入和接收输入的通道设置，极性设置。



图11.32 RS232 二级设置菜单

点击[发送输入]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为发送通道，选择“关闭”则表示不设置 TX 通道。

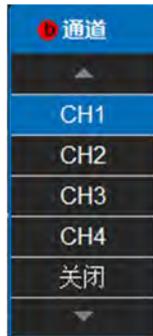


图11.33 RS232 通道设置菜单

点击[接收输入]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为接收通道，选择“关闭”则表示不设置 RX 通道。

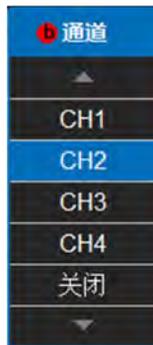


图11.34 RS232 通道设置菜单

点击[极性]按钮，选择正常或者反转。正常表示高电平为逻辑“0”，低电平为逻辑“1”；反转表示高电平为逻辑“1”，低电平为逻辑“0”。

● 阈值

点击[阈值]按钮，弹出通道阈值二级菜单，进行 TX，RX 阈值设置，旋转通用旋钮 b 改变阈值，也可以通过预置按钮，选择预置的阈值。



图11.35 阈值设置菜单

点击[TX]按钮，旋转通用旋钮 b，调节 TX 通道阈值。

点击[RX]按钮，旋转通用旋钮 b，调节 RX 通道阈值。

点击[预置]按钮，在弹出的三级菜单中选择预置的阈值，调节 TX，RX 通道阈值。

系列	Tx值	Rx值
用户	0.00V	0.00V
TTL	1.4v	1.4v
5.0VCMOS	2.5v	2.5v
3.3VCMOS	1.65v	1.65v
2.5VCMOS	1.25v	1.25v
ECL	-1.3v	-1.3v
PECL	3.7v	3.7v
0v	0v	0v

图11.36 预置设置菜单

- 配置

点击[配置]菜单，弹出 RS232 配置二级菜单。

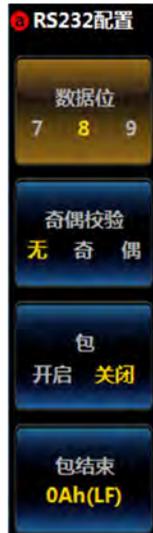


图11.37 赋值设置菜单

点击[数据位]按钮，选择数据位，可设置为 7，8，9，默认为 8。数据位宽度表示每帧数据实际包含的数据位数。

点击[奇偶校验]按钮，选择奇偶校验，默认为无。奇校验：数据位和校验位中“1”的个数和位奇数。偶校验：数据位和校验位中“1”的个数和位偶数。无校验：传输过程中没有校验位。

点击[包]按钮，开启或关闭数据传输时包结束符。开启包结束符时，会根据包结束符将若干数据块合并。

点击[包结束]按钮，设置数据传输时的包结束符，可以设置为 00 (NULL)，0A (LF)，0D (CR)，20 (SP)，FF。



图11.38 包结束符设置菜单

- **位速率**

点击[位速率]按钮，弹出 RS232 位速率二级菜单。



图11.39 位速率设置菜单

点击[位速率]按钮，弹出数字键盘，可以直接输入位速率值，也可以旋转通用按钮 b 设置 RS232 位速率值。



图11.40 数字键盘

点击[预置]按钮，弹出位速率预置三级菜单。



图11.41 位速率设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应位速率, 然后按下通用旋钮 b 确认选择或者直接点击相应选项选择位速率值。

- 总线显示设置

点击[总线显示]按钮, 在屏幕右侧弹出总线显示菜单。



图11.42 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图11.43 显示方式设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应显示方式，然后按下通用旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击[进制]按钮，弹出进制设置三级菜单：



图11.44 进制设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应进制，然后按下通用旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击[总线偏移]按钮，旋转通用旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；

点击[数字波形偏移]按钮，旋转通用旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；

● **事件表设置**

点击[事件表]按钮，在屏幕右侧弹出事件表设置菜单：



图11.45 事件表设置菜单

点击[事件表]按钮，关闭或者打开事件表；

点击[保存]按钮，存储事件表信息。

- **总线开关设置**

点击[总线开关]按钮，可以打开或者关闭总线解码功能。

11.2.2 RS232 触发设置

RS232 可以按照开始位，包结束，数据和校验错误进行触发。

按前面板上的【触发】按键，弹出触发一级菜单，点击[触发类型]按钮，弹出触发类型二级菜单，点击[总线]按钮，弹出 RS232 触发一级菜单。点击[触发打开]按钮，弹出触发打开二级菜单，选择触发类型。



图11.46 触发设置菜单

- **发送/接收开始位**

点击[发送开始位]按钮或者[接收开始位]按钮，选择发送或接收开始位触发。



图11.47 触发条件设置菜单

- **发送/接收包结束**

点击[发送包结束]按钮或者[接收包结束]按钮，选择发送或接收包结束触发。

- **发送/接收数据**

点击[发送数据]按钮或者[接收数据]按钮，选择发送或接收数据触发。



图11.48 数据设置菜单

点击[数据]按钮，弹出 TX 或 RX 数据输入二级菜单，设置输入数据的字节数和数据。



图11.49 数据输入设置菜单

点击[字节数]按钮，旋转通用旋钮 b 来选择输入数据的字节数，选择范围：1~8，默认值为 1。

点击[TX 数据]按钮或者[RX 数据]按钮，弹出数据输入键盘，输入数据。



图11.50 数字键盘

- TX/RX 奇偶校验错误

点击[TX 奇偶校验错误]按钮或者[RX 奇偶校验错误]按钮，选择 TX/RX 奇偶校验错误触发。



图11.51 RS232 触发与分析示例

11.3 SPI 总线触发与分析

SPI 总线由 SS (片选线), SCLK (时钟线), MOSI (从机输入/主机输出数据线) 和 MISO (主机输入/从机输出数据线) 组成, 可在 SS 有效、MOSI、MISO、MOSI 和 MISO 上触发。

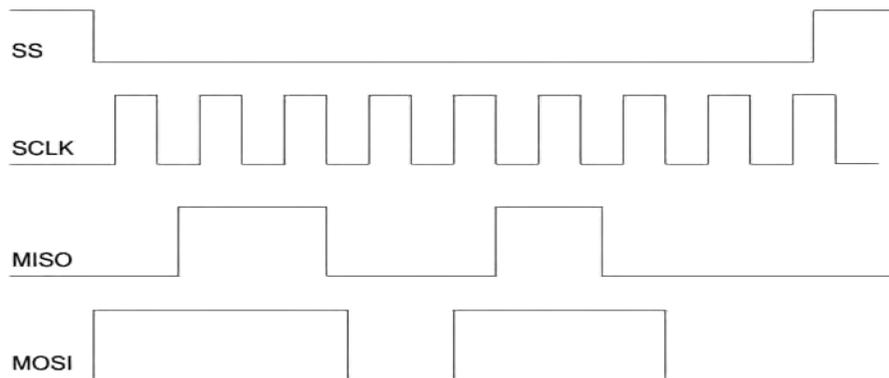


图11.52 SPI 总线时序图

11.3.1 SPI 总线设置

按前面板功能区【总线】按键, 在下方屏幕弹出总线设置菜单:



图11.53 总线设置菜单

点击[总线]按钮，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单：



图11.54 总线类型设置菜单

点击[SPI]按钮，选择 SPI 总线类型，屏幕下方切换为 SPI 总线设置菜单：



图11.55 SPI 总线一级菜单

- 定义输入

点击 SPI 总线设置一级菜单[定义输入]按钮，弹出 SPI 输入二级菜单，进行 SCLK, SS, MOSI, MISO 通道设置。



图11.56 SPI 定义输入菜单

点击[SCLK 输入]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为 SCLK 通道。



图11.57 SPI 通道设置菜单

点击[SS 输入]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为 SS 通道。



图11.58 SPI 通道设置菜单

点击[MOSI 输入]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为 MOSI

通道，选择“关闭”则表示不设置 MOSI 通道。

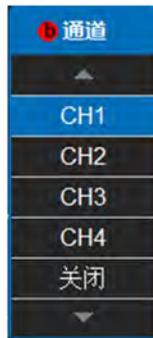


图11.59 SPI 通道设置菜单

点击[MISO 输入]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为 MISO 通道，选择“关闭”则表示不设置 MISO 通道。

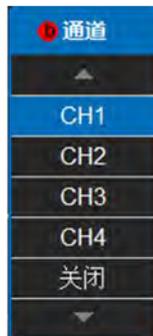


图11.60 SPI 通道设置菜单

- 阈值

点击[阈值]按钮，打开通道阈值二级菜单，进行 SCLK, SS, MOSI, MISO 阈值设置，首先选择通道，然后通过旋转前面板上的通用 b 旋钮改变相应通道的阈值，也可以通过预置按钮选择预置的阈值。



图11.61 SPI 定义输入菜单

点击[通道选择]按钮，在弹出的二级菜单中选择 SCLK，点击[阈值]按钮，旋转通用旋钮 b，调节 SCLK 通道阈值。

通道	阈值
SCLK	20.00mV
SS	0.00V
MOSI	0.00V
MISO	0.00V

图11.62 SPI 通道设置菜单

点击[通道选择]按钮，在弹出的二级菜单中选择 SS，点击[阈值]按钮，旋转通用旋钮 b，调节 SS 通道阈值。

点击[通道选择]按钮，在弹出的二级菜单中选择 MOSI，点击[阈值]按钮，旋转通用旋钮 b，调节 MOSI 通道阈值。

点击[通道选择]按钮，在弹出的二级菜单中选择 MISO，点击[阈值]按钮，旋转通用旋钮 b，调节 MISO 通道阈值。

点击[预置]按钮，在弹出的三级菜单中选择合适的阈值，调节 SCLK，SS，MOSI，MISO 通道阈值。

系列	值
用户	20.00mV
TLL	1.4V
5.0V CMOS	2.5V
3.3V CMOS	1.65V
2.5V CMOS	1.25V
ECL	-1.3V
PECL	3.7V
0V	0V

图11.63 SPI 预置设置菜单

- 配置

点击[配置]按钮，打开通道 SPI 配置二级菜单，进行总线配置。



图11.64 SPI 配置菜单

点击[SCLK]按钮，选择 SCLK 边沿类型上升沿或者下降沿，设置在 SCLK 上升沿或下降沿对 MOSI 和 MISO 进行采样。

点击[SS 电平]按钮，选择高或低，设置 SS 在高电平或者低电平时有效。

点击[MOSI 电平]按钮，选择高或低，设置 MOSI 数据线的极性位高电平（高电平为 1）或低电平（低电平为 1）。

点击[MISO 电平]按钮，选择高或低，设置 MISO 数据线的极性位高电平（高电平为 1）或低电平（低电平为 1）。

点击[字大小]按钮，旋转通用旋钮 b，设置字大小的值，取值范围为 4~32，默认值为 8。字大小表示每帧数据的位数。

点击[位顺序]按钮，设置传输顺序 LS 前（数据低位先传输）或者 MS 前（数据高位先传输），默认为 LS 前。

● 总线显示设置

点击[总线显示]按钮，在屏幕右侧弹出总线显示菜单。



图11.65 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图11.66 显示方式设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应显示方式，然后按下通用旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击[进制]按钮，弹出进制设置三级菜单：



图11.67 进制设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应进制，然后按下通用旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击[总线偏移]按钮，旋转通用旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；
 点击[数字波形偏移]按钮，旋转通用旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置。

● **事件表设置**

点击[事件表]按钮，在屏幕右侧弹出事件表设置菜单：



图11.68 事件表设置菜单

点击[事件表]按钮，关闭或者打开事件表；

点击[保存]按钮，存储事件表信息。

● **总线开关设置**

点击[总线开关]按钮，可以打开或者关闭总线解码功能。

11.3.2 SPI 触发设置

SPI 可以按照 SS 有效，MOSI，MISO，MOSI 和 MISO 进行触发。

点击前面板上的【触发】按键，弹出触发一级菜单，点击[触发类型]按钮，打开触发类型二级菜单，点击[总线]按钮，打开 SPI 触发一级菜单。点击[触发打开]按钮，弹出触发打开二级菜单，选择触发类型。

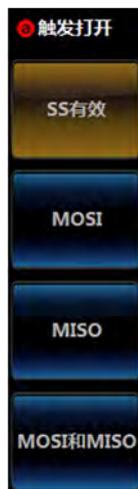


图11.69 SPI 触发条件设置菜单

- **SS 有效**

点击[SS 有效]按钮，选择 SS 有效触发。

- **MOSI**

点击[MOSI]按钮，选择 MOSI 数据触发。

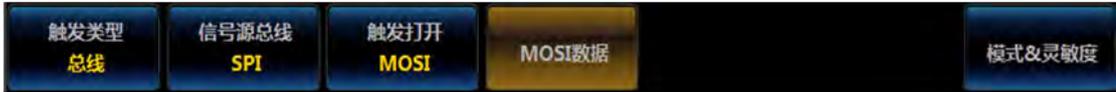


图11.70 SPI 触发菜单

点击[MOSI 数据]按钮，弹出 SPI 数据二级菜单，设置输入数据的字节数和数据。



图11.71 SPI 数据触发条件设置菜单

点击[字节数]按钮，旋转通用旋钮 b 来选择输入数据的字节数，默认值为 1。

点击[MOSI 数据]按钮，打开数据输入键盘输入数据。

- **MISO**

点击[MISO]按钮，选择 MISO 数据触发。点击[MISO 数据]按钮，打开 SPI 数据二级菜单，设置输入数据的字节数和数据。

点击[字节数]按钮，旋转通用旋钮 b 来选择输入数据的字节数，默认值为 1。

点击[MISO 数据]按钮，打开数据输入键盘输入数据。

- **MOSI 和 MISO**

点击[MOSI 和 MISO]按钮，选择 MOSI 和 MISO 数据触发。点击[数据]按钮，打开 SPI 数据二级菜单，设置输入数据的字节数和数据。

点击[字节数]按钮，旋转通用旋钮 b 来选择输入数据的字节数，默认值为 1。

点击[MISO 数据]按钮，打开 MISO 数据输入键盘输入数据。

点击[MOSI 数据]按钮，打开 MOSI 数据输入键盘输入数据。



图11.72 SPI 触发与分析示例

11.4 CAN 总线触发与分析

CAN 总线发送帧结构包括 SOF、仲裁字段、控制字段、数据字段、CRC 字段、ACK、EOF、INT 等组成部分，可在帧开始、帧类型、标识符、数据、标识符和数据、帧结束、ACK 丢失、位填充错误上触发。

SOF 1位	仲裁字段 11位(标准ID)	控制字段 6位	数据字段 2字节	CRC字段 16位	ACK 2位	EOF 7位	INT 3位
-----------	-------------------	------------	-------------	--------------	-----------	-----------	-----------

图11.73 CAN 总线帧格式

11.4.1 CAN 总线设置

操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单，（参照 I2C 总线）如图，点击菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单，（参照 I2C 总线）如图，点击菜单按钮[CAN]，选择 CAN 总线类型，屏幕下方切换为 CAN 总线设置菜单：



图11.74 CAN 一级设置菜单

- 定义输入设置

点击菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 CAN 输入设置菜单：



图11.75 CAN 定义输入设置菜单

点击菜单按钮[CAN 输入]，在菜单左侧弹出 CAN 输入选择三级菜单：



图11.76 CAN 输入设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择通道，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的相应通道选择，选定的通道在右侧菜单项上显示。

点击菜单按钮[信号类型]，在菜单左侧弹出信号类型选择三级菜单：



图11.77 CAN 信号类型设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择通道，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的相应信号类型选择，选定的信号类型在右侧菜单项上显示。

CAN 总线信号类型包括：CAN_L、CAN_H、Tx、Rx、差分等信号类型，连接差分信号时，差分探头的正极连接 CAN_H 总线信号，差分探头的负极连接 CAN_L 总线信号。

点击菜单按钮[取样点]，旋转多功能旋钮 b 改变取样点位置，取样点可设置范围为 15%~85%。

- 阈值设置

点击菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 CAN 通道阈值设置菜单：



图11.78 CAN 阈值设置菜单

点击菜单按钮[阈值]，旋转多功能旋钮 b 设置 CAN 输入通道的阈值；

点击菜单按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单：

系列	值
用户	0.00V
CAN_L	1.4V
CAN_H	2.8V
Tx	1.65V
Rx	1.65V
差分	1.0V
0V	0V

图11.79 CAN 阈值设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值，然后按下多功能旋钮 b，选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择。

注意：选择通道阈值预置类型为用户时，可以点击菜单操作按钮[阈值]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值，选择其它预置类型时，相应阈值在菜单按钮[阈值]上显示出来，如果该类型阈值大于在该量程下的最大阈值，显示最大阈值，小于最小阈值，显示最小阈值。预置类型不是用户时，点击菜单操作按钮[阈值]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值时，预置类型改变为用户。

● 位速率设置

点击菜单按钮[位速率]，在屏幕右侧弹出 CAN 位速率设置菜单：



图11.80 CAN 阈值设置菜单

点击菜单按钮[位速率]，旋转多功能旋钮 b 设置 CAN 总线位速率值，也可以通过左侧弹出的位速率设置对话框输入需要设定的位速率值来设置；

点击菜单按钮[预置]，在菜单左侧弹出位速率预置类型选择菜单：

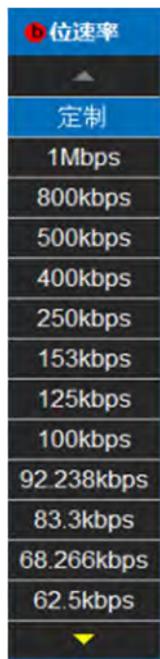


图11.81 CAN 位速率设置菜单

通过旋转多功能旋钮 **b** 选择相应类型,然后按下多功能旋钮 **b** 确认选择或者直接点击屏幕上相应类型选择预置类型。

注意：选择定制位速率时，可以点击菜单操作按钮[位速率]，然后旋转多功能旋钮 **b** 改变定制位速率值，选择其它位速率预置类型时，相应位速率值在菜单操作按钮[位速率]上显示出来。预置类型不是定制时，点击菜单操作按钮[位速率]，然后旋转多功能旋钮 **b** 改变位速率值时，预置类型改变为定制。

● **总线显示设置**

点击菜单按钮[总线显示]，在屏幕右侧弹出 CAN 总线显示设置菜单：



图11.82 CAN 显示设置菜单

点击菜单按钮[显示方式]，在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单：



图11.83 CAN 显示方式设置菜单

旋转多功能旋钮 **b** 选择相应显示方式,然后按下多功能旋钮 **b** 确认选择,或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击菜单操作按钮[进制]，在菜单左侧弹出进制设置三级菜单：



图11.84 CAN 进制设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应进制，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击菜单操作按钮[总线偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；

点击菜单操作按钮[数字波形偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；

注意：当显示方式是总线和波形时，数字波形偏移按钮才会显示。

● 事件表设置

点击屏幕下方的菜单按钮[事件表]，在屏幕右侧弹出事件表设置菜单：



图11.85 CAN 事件列表设置菜单

点击事件表开关按钮[事件表]，关闭或者打开事件表；

点击菜单按钮[保存]，存储事件表信息。

● 总线开关设置

点击屏幕下方的菜单按钮[总线开关]，可以打开或者关闭总线解码功能。

11.4.2 CAN 触发设置

操作前面板功能区【触发】按键，在下方屏幕弹出触发设置菜单（菜单参照 I2C 触发），点击菜单按钮[触发类型]，在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单（菜单参照 I2C 触发），点击菜单按钮[总线]，选择总线触发类型，屏幕下方切换为总线触发设置菜单：



图11.86 CAN 一级触发菜单

注意：总线解码类型选择为 CAN 时，当切换为总线触发时，总线触发菜单自动切换为 CAN 总线触发设置菜单。

● CAN 触发条件设置

点击屏幕下方菜单按钮[触发打开]，在屏幕右侧弹出 CAN 总线触发类型设置菜单：



图11.87 CAN 触发类型设置菜单

点击菜单按钮[帧开头]，CAN 总线触发类型设置为帧开头；

点击菜单按钮[帧的类型]，CAN 总线触发类型设置为帧的类型，屏幕下方菜单切换为帧的类型设置菜单：



图11.88 CAN 的帧类型触发一级菜单

点击菜单按钮[帧类型]，在屏幕右侧弹出帧类型选择菜单：



图11.89 CAN 的帧类型触发二级菜单

点击菜单按钮[数据帧]、[远程帧]、[错误帧]、[超载帧]设置帧的类型分别为数据帧、远程帧、错误帧和超载帧。

点击菜单按钮[标识符]，CAN 总线触发类型设置为标识符，屏幕下方菜单切换为标识符设置菜单：



图11.90 CAN 的标识符触发一级菜单

点击屏幕下方的菜单按钮[标识符]，屏幕右侧弹出 CAN 标识符设置菜单：



图11.91 CAN 的标识符触发二级菜单

点击菜单按钮[格式]，设置标识符格式为标准或者扩展；

点击菜单按钮[标识符]，菜单左侧弹出标识符设置数字键盘：



图11.92 数字键盘

通过软键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置标识符。

点击屏幕下方的菜单按钮[方向]，屏幕右侧弹出 CAN 方向设置菜单：



图11.93 CAN 读写方向设置菜单

点击菜单按钮[读]、[写]、[读或写]设置方向为读、写、读或写。

点击菜单按钮[数据]，CAN 总线触发类型设置为数据，屏幕下方菜单切换为数据触发类型设置菜单：



图11.94 CAN 的数据触发一级菜单

点击菜单按钮[数据]，在屏幕右侧弹出数据设置菜单：



图11.95 CAN 的数据触发二级菜单

点击菜单按钮[触发条件]，在屏幕左侧弹出触发条件设置三级菜单：



图11.96 CAN 的数据触发比较条件菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应触发条件, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上相应触发条件设置。

点击菜单按钮[字节数], 旋转多功能旋钮 b 设置触发的数据字节数;

点击菜单按钮[数据], 在菜单左侧弹出设置触发数据数字键盘:



图11.97 数字键盘

通过软键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置数据值。

点击菜单按钮[ID/数据], CAN 总线触发类型设置为 ID/数据, 屏幕下方菜单切换为 ID/数据触发类型设置菜单:



图11.98 CAN 的数据数值设置小键盘

具体操作分别参考 ID 触发类型和数据触发类型。

点击菜单按钮[帧结尾], CAN 总线触发类型设置为帧结尾;

点击菜单按钮[丢失确认], CAN 总线触发类型设置为丢失确认;

点击菜单按钮[位填充错误], CAN 总线触发类型设置为位填充错误。



图11.99 CAN 触发与分析示例

11.5 LIN 总线触发与分析

LIN 总线帧由包头、响应间隔和响应组成，包头包括中断字段、同步字段和标识符，响应由数据和校验和字段组成，可在同步、标识符、数据、标识符和数据、唤醒帧、睡眠帧、错误上触发。

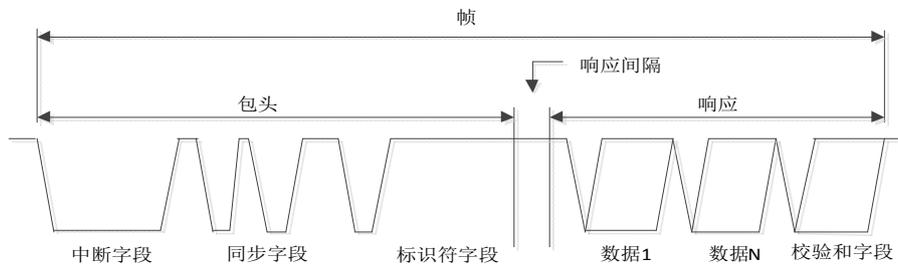


图11.100 LIN 帧格式

11.5.1 LIN 总线设置

操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单（菜单参照 I2C 总线），点击菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单（菜单参照 I2C 总线），点击菜单按钮[LIN]，选择 LIN 总线类型，屏幕下方切换为 LIN 总线设置菜单：



图11.101 LIN 总线设置一级菜单

● 定义输入设置

点击菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 LIN 输入设置菜单：



图11.102 LIN 输入设置菜单

点击菜单操作按钮[LIN 输入]，在菜单左侧弹出 LIN 输入选择三级菜单：

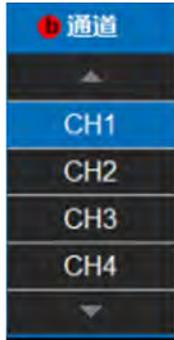


图11.103 LIN 输入通道设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择通道，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的相应通道选择，选定的通道在右侧菜单项上显示。

点击菜单按钮[取样点]，旋转多功能旋钮 b 改变取样点位置，取样点可设置范围为 5%~95%；

点击菜单按钮[极性]，在菜单左侧弹出极性设置三级菜单：



图11.104 LIN 输入极性设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择极性，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的相应极性选择，选定的极性在右侧菜单项上显示。

- 阈值设置

点击菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 LIN 通道阈值设置菜单：



图11.105 LIN 通道阈值设置菜单

点击菜单按钮[LIN(通道)]，旋转多功能旋钮 b 设置 LIN 输入通道的阈值；

点击菜单按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单：



图11.106 LIN 通道阈值预置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值，然后按下多功能旋钮 b，选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择。

注意：选择通道阈值预置类型为用户时，可以点击菜单操作按钮[阈值]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值，选择其它预置类型时，相应阈值在菜单按钮[阈值]上显示出来，如果该类型阈值大于在该量程下的最大阈值，显示最大阈值，小于最小阈值，显示最小阈值。预置类型不是用户时，点击菜单操作按钮[阈值]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值时，预置类型改变为用户。

- 配置设置

点击菜单按钮[配置]，在屏幕右侧弹出 LIN 配置设置菜单：

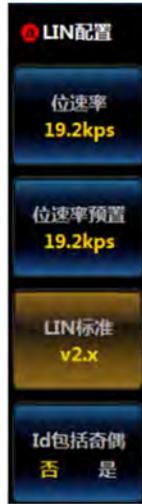


图11.107 LIN 配置设置二级菜单

点击菜单按钮[位速率]，旋转多功能旋钮 b 设置 LIN 总线位速率值；
 点击菜单按钮[位速率预置]，在菜单左侧弹出位速率预置类型选择菜单：



图11.108 LIN 位速率设置菜单

通过旋转多功能旋钮 b 选择相应类型，然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上相应类型选择预置类型。

注意：选择定制位速率时，可以点击菜单按钮[位速率]，然后旋转多功能旋钮 b 改变定制位速率值，选择其它位速率预置类型时，相应位速率值在菜单按钮[位速率]上显示出来。预置类型不是定制时，点击菜单按钮[位速率]，然后旋转多功能旋钮 b 改变位速率值时，预置类型改变为定制。

点击菜单按钮[LIN 标准]，在菜单左侧弹出 LIN 标准设置菜单：

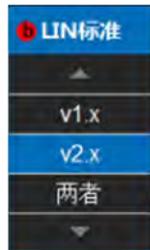


图11.109 LIN 标准设置菜单

通过旋转多功能旋钮 **b** 选择相应类型, 然后按下多功能旋钮 **b** 确认选择或者直接点击屏幕上相应类型选择标准类型。

点击菜单按钮 [Id 包括奇偶], 切换 Id 包括奇偶或者不包括奇偶。

● **总线显示设置**

点击菜单按钮 [总线显示], 在屏幕右侧弹出 LIN 总线显示设置菜单:



图11.110 LIN 显示设置菜单

点击菜单按钮 [显示方式], 在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单:



图11.111 LIN 显示方式设置菜单

旋转多功能旋钮 **b** 选择相应显示方式, 然后按下多功能旋钮 **b** 确认选择, 或者通过点击三级菜单相应选项直接设置;

点击菜单操作按钮 [进制], 在菜单左侧弹出进制设置三级菜单:



图11.112 LIN 进制设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应进制，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击菜单按钮[总线偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；

点击菜单按钮[数字波形偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；

注意：当显示方式是总线和波形时，数字波形偏移按钮才会显示。

● 事件表设置

点击屏幕下方的菜单按钮[事件表]，在屏幕右侧弹出事件表设置菜单：



图11.113 LIN 事件表设置菜单

点击事件表开关按钮[事件表]，关闭或者打开事件表；

点击菜单按钮[保存]，存储事件表信息。

● 总线开关设置

点击屏幕下方的菜单按钮[总线开关]，可以打开或者关闭总线解码功能。

11.5.2 LIN 触发设置

操作前面板功能区【触发】按键，在下方屏幕弹出触发设置菜单（菜单参照 I2C 触发），点击菜单按钮[触发类型]，在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单（菜单参照 I2C 触发），点击菜单按钮[总线]，选择总线触发类型，屏幕下方切换为总线触发设置菜单：

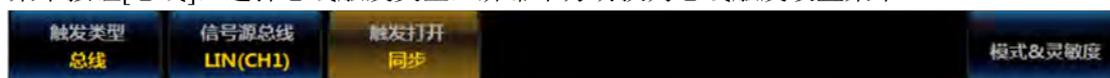


图11.114 LIN 总线触发一级菜单

注意：总线解码类型选择为 LIN 时，当切换为总线触发时，总线触发菜单自动切换为

LIN 总线触发设置菜单。

- .LIN 触发类型设置

点击屏幕下方菜单按钮[触发打开]，在屏幕右侧弹出 LIN 总线触发类型设置菜单：



图11.115 LIN 总线触发类型选择菜单

点击菜单按钮[同步]，LIN 总线触发类型设置为同步；

点击菜单按钮[标识符]，LIN 总线触发类型设置为标识符，屏幕下方菜单切换为标识符设置菜单：



图11.116 LIN 标识符触发一级菜单

点击屏幕下方的菜单按钮[标识符]，屏幕右侧弹出 LIN 标识符设置菜单：



图11.117 LIN 标识符设置菜单

点击菜单按钮[标识符]，菜单左侧弹出标识符设置数字键盘：



图11.118 数字键盘

通过数字键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置标识符。

点击菜单按钮[数据]，LIN 总线触发类型设置为数据，屏幕下方菜单切换为数据触发类型设置菜单：



图11.119 LIN 数据触发一级菜单

点击菜单按钮[数据]，在屏幕右侧弹出数据设置菜单：



图11.120 LIN 数据触发二级菜单

点击菜单按钮[触发条件]，在屏幕左侧弹出触发条件设置三级菜单：



图11.121 LIN 数据触发条件设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应触发条件, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上相应触发条件设置。

点击菜单按钮[字节数], 旋转多功能旋钮 b 设置触发的数据字节数;

点击菜单按钮[数据], 在菜单左侧弹出设置触发数据数字键盘:



图11.122 数字键盘

通过数字键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置数据值。

点击菜单按钮[ID/数据], LIN 总线触发类型设置为 ID/数据, 屏幕下方菜单切换为 ID/数据触发类型设置菜单:



图11.123 LIN 数据数值设置小键盘

具体操作分别参考 ID 触发类型和数据触发类型。

点击菜单按钮[唤醒帧], LIN 总线触发类型设置为唤醒帧;

点击菜单按钮[睡眠帧], LIN 总线触发类型设置为睡眠帧;

点击菜单按钮[错误], LIN 总线触发类型设置为错误, 屏幕下方切换为错误触发类型设置菜单:



图11.124 LIN 错误触发一级菜单

点击菜单按钮[错误类型], 在屏幕右侧弹出错误类型选择菜单:



图11.125 LIN 错误触发类型设置菜单

点击[同步]、[Id 奇偶校验]、[校验和]设置错误类型分别为同步错误、Id 奇偶校验错误、校验和错误。

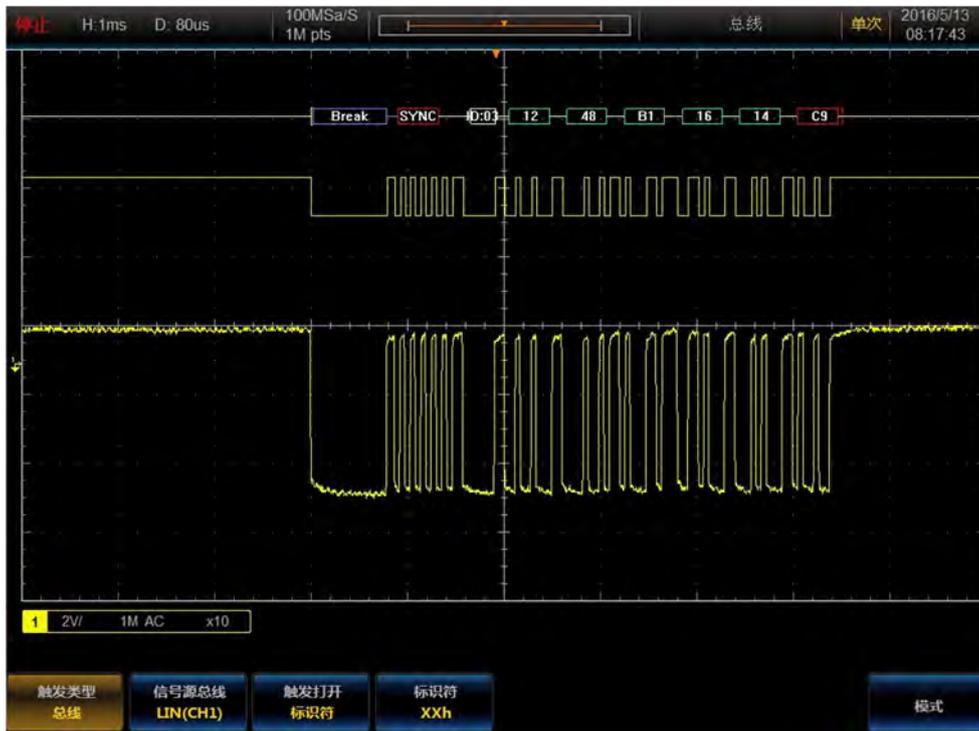


图11.126 LIN 触发与分析示例

11.6 FlexRay 总线触发与分析

FlexRay 总线帧由包头段、净荷段和包尾段组成，如下图。包头段包括指示符位、帧 ID、净荷长度、包头 CRC 和循环数，净荷段由 0 到 254 之间个字节数据组成，包尾段由三个字节 CRC 组成，可在帧头、帧类型、标识符、循环数、完整包头字段、数据、标识符和数据、帧结束、错误上触发。

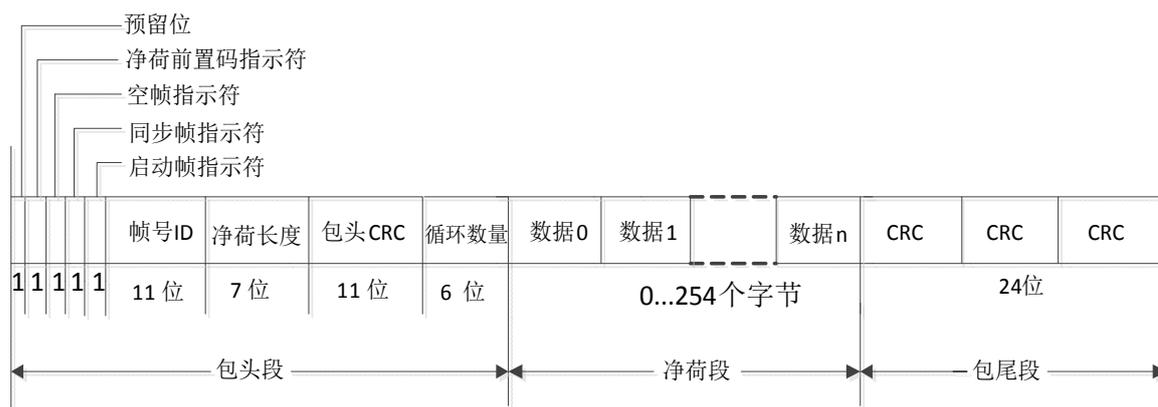


图11.127 FlexRay 帧格式

FlexRay 帧包括静态帧和动态帧两种，静态帧和动态帧的解码/编码序列如图 2。TSS 是传输起始序列，为一段时间的低电平。FSS 是帧起始序列，为一段时间的高电平，在 TSS 之后。BSS 是字节起始序列，为一段时间的高电平和一段时间的低电平，提供定时信息。FES 是帧结束序列，为一段低电平和一段高电平，位于有效数据位之后。如果是动态帧，在 FES 后还有 DTS 序列，DTS 是动态尾部序列，防止过早判断总线空闲。

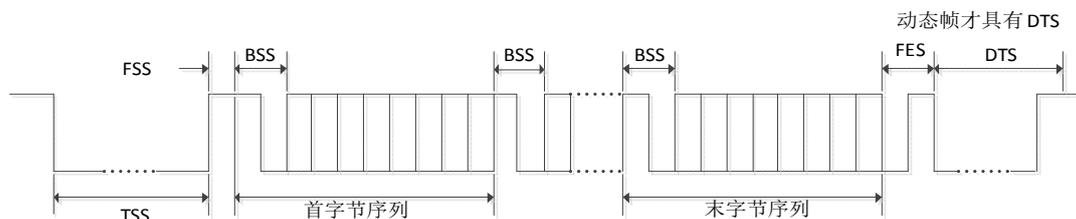


图11.128 FlexRay 帧序列

11.6.1 FlexRay 总线设置

操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单（菜单参照 I2C 总线），点击菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单（菜单参照 I2C 总线），点击菜单按钮[FlexRay]，选择 FlexRay 总线类型，屏幕下方切换为 FlexRay 总线设置菜单：



图11.129 FlexRay 总线设置一级菜单

- 定义输入设置

点击菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 输入设置菜单：



图11.130 FlexRay 输入设置菜单

点击菜单按钮[FlexRay 输入]，在菜单左侧弹出 FlexRay 输入选择三级菜单：



图11.131 FlexRay 输入通道菜单

旋转多功能旋钮 b 选择通道，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的相应通道选择，选定的通道在右侧菜单项上显示。

点击菜单按钮[通道类型]，切换 FlexRay 总线的输入通道类型为 A 或者 B；

点击菜单按钮[信号类型]，在菜单左侧弹出信号类型设置三级菜单：



图11.132 FlexRay 输入信号类型菜单

旋转多功能旋钮 b 选择信号类型，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的相应信号类型选择，选定的信号类型在右侧菜单项上显示。

- 阈值设置

点击菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 通道阈值设置菜单，当信号类型为 Tx 或 Rx 时，FlexRay 通道阈值设置菜单：



图11.133 FlexRay 输入通道单阈值菜单

点击菜单按钮[阈值]，旋转多功能旋钮 b 设置 FlexRay 输入通道的阈值；点击菜单按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单：

系列	值
用户	2.36V
TTL	1.4V
5.0V CMOS	2.5V
7V	3.5V
10V	5.0V
14V	7.0V
0V	0V

图11.134 FlexRay 输入通道单阈值预置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值，然后按下多功能旋钮 b，选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择。

注意：选择通道阈值预置类型为用户时，可以点击菜单操作按钮[阈值]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值，选择其它预置类型时，相应阈值在菜单按钮[阈值]上显示出来，如果该类型阈值大于在该量程下的最大阈值，显示最大阈值，小于最小阈值，显示最小阈值。预置类型不是用户时，点击菜单操作按钮[阈值]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值时，预置类型改变为用户。

当信号类型为 BDiff/BP、BM 时，FlexRay 通道阈值设置菜单：



图11.135 FlexRay 输入通道双阈值设置菜单

点击菜单按钮[阈值高]，旋转多功能旋钮 b 设置 FlexRay 输入通道的高阈值；
 点击菜单按钮[阈值低]，旋转多功能旋钮 b 设置 FlexRay 输入通道的低阈值；
 点击菜单按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单：

b 系列	高	低
用户	7.96V	2.36V
TTL	2.0V	800mV
5.0V CMOS	5.00V	800mV
7 V	5.25V	1.75V
10V	7.5V	2.5V
14V	10.5V	3.5V
0V	0V	0V

图11.136 FlexRay 输入通道双阈值预置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值，然后按下多功能旋钮 b，选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择。

注意：选择通道阈值预置类型为用户时，可以点击菜单操作按钮[阈值高]或者[阈值低]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值，选择其它预置类型时，相应阈值在菜单按钮[阈值高]和[阈值低]上显示出来，如果该类型阈值大于在该量程下的最大阈值，显示最大阈值，小于最小阈值，显示最小阈值。预置类型不是用户时，点击菜单操作按钮[[阈值高]或者[阈值低]，然后旋转多功能旋钮 b 改变阈值时，预置类型改变为用户。

- 位速率设置

点击菜单按钮[位速率]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 位速率设置菜单：

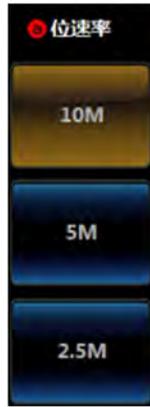


图11.137 FlexRay 位速率设置菜单

点击菜单按钮[10M]，设置 FlexRay 位速率为 10Mbps；

点击菜单按钮[5M]，设置 FlexRay 位速率为 5Mbps；

点击菜单按钮[2.5M]，设置 FlexRay 位速率为 2.5Mbps。

● 总线显示设置

点击菜单按钮[总线显示]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 总线显示设置菜单：



图11.138 FlexRay 显示设置菜单

点击菜单按钮[显示方式]，在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单：



图11.139 FlexRay 显示方式设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应显示方式，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击菜单按钮[进制]，在菜单左侧弹出进制设置三级菜单：



图11.140 FlexRay 进制设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应进制，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击菜单按钮[总线偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；

点击菜单按钮[数字波形偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；

注意：当显示方式为总线和波形时，数字波形偏移按钮才会显示。

● 事件表设置

点击屏幕下方的菜单按钮[事件表]，在屏幕右侧弹出事件表设置菜单：



图11.141 FlexRay 事件表设置菜单

点击事件表开关按钮[事件表]，关闭或者打开事件表；

点击菜单按钮[保存]，存储事件表信息。

● 总线开关设置

点击屏幕下方的菜单操作按钮[总线开关]，可以打开或者关闭总线解码功能。

11.6.2 FlexRay 触发设置

操作前面板功能区【触发】按键，在下方屏幕弹出触发设置菜单（菜单参照 I2C 触发），点击菜单按钮[触发类型]，在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单（菜单参照 I2C 触发），点击菜单按钮[总线]，选择总线触发类型，屏幕下方切换为总线触发设置菜单：



图11.142 FlexRay 总线触发一级菜单

注意：总线解码类型选择为 FlexRay 时，当切换为总线触发时，总线触发菜单自动切换为 FlexRay 总线触发设置菜单。

- FlexRay 触发类型设置

点击屏幕下方菜单按钮[触发打开]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 总线触发类型设置菜单：



图11.143 FlexRay 总线触发类型设置菜单

点击菜单按钮[帧开头]，FlexRay 总线触发类型设置为帧开头；

点击菜单按钮[指示位]，FlexRay 总线触发类型设置为指示位，屏幕下方菜单切换为指示位设置菜单：



图11.144 FlexRay 总线指示位触发一级菜单

点击屏幕下方的菜单按钮[指示位]，屏幕右侧弹出 FlexRay 指示位设置菜单：



图11.145 FlexRay 总线指示位触发类型设置菜单

点击菜单按钮[正常]、[净数据]、[空]、[同步]、[启动]分别设置指示位为正常、净数据、空、同步和启动。

点击菜单按钮[标识符]，FlexRay 总线触发类型设置为标识符，屏幕下方菜单切换为标识符设置菜单：



图11.146 FlexRay 总线标识符触发一级菜单

点击屏幕下方的菜单按钮[标识符]，屏幕右侧弹出 FlexRay 标识符设置菜单：



图11.147 FlexRay 总线标识符触发二级菜单

当标识符触发条件为等于、不等于、小于、大于、大于等于、小于等于时，菜单上有[触

发条件]和[标识符]两个菜单按钮,当触发条件为范围内或者范围外时菜单上有[触发条件]、[标识符低]和[标识符高]三个菜按钮。

点击菜单按钮[触发条件],在菜单左侧弹出触发条件设置三级菜单:

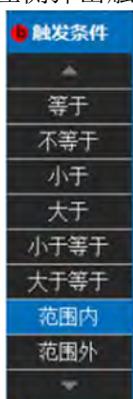


图11.148 FlexRay 总线标识符触发条件菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应触发条件,然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上相应触发条件设置。

点击菜单按钮[标识符],菜单左侧弹出标识符设置数字键盘:



图11.149 数字键盘

通过数字键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置标识符值。

点击菜单按钮[标识符低]或者[标识符高],菜单左侧弹出如上图[标识符]菜单按钮设置一样的小键盘,设置方法相同。

点击菜单按钮[循环数],FlexRay 总线触发类型设置为循环数,屏幕下方菜单切换为循环数触发类型设置菜单:



图11.150 FlexRay 总线循环数触发一级菜单

点击菜单按钮[循环数],在屏幕右侧弹出循环数设置菜单:



图11.151 FlexRay 总线循环数触发二级菜单

当循环数触发条件为等于、不等于、小于、大于、大于等于、小于等于时，菜单上有[触发条件]和[循环数]两个菜单按钮，当触发条件为范围内或者范围外时菜单上有[触发条件]、[循环数低]和[循环数高]三个菜单按钮。

点击菜单按钮[触发条件]，在菜单左侧弹出触发条件设置三级菜单：



图11.152 FlexRay 总线循环数触发条件设置菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应触发条件，然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上相应触发条件设置。

点击菜单按钮[循环数]，菜单左侧弹出循环数设置数字键盘：



图11.153 数字键盘

通过软键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置循环数值。

点击菜单按钮[循环数低]或者[循环数高],菜单左侧弹出如上图[循环数]菜单按钮设置一样的小键盘,设置方法相同。

点击菜单按钮[数据], FlexRay 总线触发类型设置为数据,屏幕下方菜单切换为数据触发设置菜单:



图11.154 FlexRay 总线数据触发一级菜单

点击屏幕下方的菜单按钮[数据], 屏幕右侧弹出 FlexRay 数据设置菜单:



图11.155 FlexRay 总线数据触发二级菜单

当数据触发条件为等于、不等于、小于、大于、大于等于、小于等于时,菜单上有[触发条件]、[字节数]和[数据]等三个菜单按钮,当触发条件为范围内或者范围外时菜单上有[触发条件]、[字节数]、[数据低]和[数据高]等四个菜单按钮。

点击菜单按钮[触发条件],在菜单左侧弹出触发条件设置三级菜单:

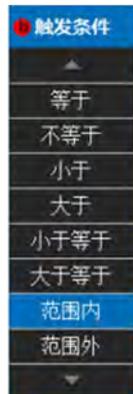


图11.156 FlexRay 总线数据触发条件菜单

旋转多功能旋钮 b 选择相应触发条件,然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏

幕上相应触发条件设置。

点击菜单按钮[字节数]，旋转多功能旋钮 b 设置数据触发字节数；

点击菜单按钮[数据]，菜单左侧弹出数据设置数字键盘：



图11.157 数字键盘

通过数字键盘上的按钮或者多功能旋钮 a 和 b 设置数据值。

点击菜单按钮[数据低]或者[数据高]，菜单左侧弹出如上图[数据]菜单按钮设置一样的小键盘，设置方法相同。

点击菜单按钮[ID/数据]，FlexRay 总线触发类型设置为 ID/数据，屏幕下方菜单切换为 ID/数据触发类型设置菜单：



图11.158 FlexRay 总线 ID 和数据触发一级菜单

具体操作分别参考标识符触发类型和数据触发类型。

点击菜单按钮[帧结尾]，FlexRay 总线触发类型设置为帧结尾，屏幕下方切换为帧结尾触发类型设置菜单：



图11.159 FlexRay 总线帧结尾触发一级菜单

点击菜单按钮[帧结尾]，在屏幕右侧弹出错误类型选择菜单：



图11.160 FlexRay 总线帧结尾触发二级菜单

点击菜单按钮[静态]、[动态]和[全部]设置帧结尾类型分别为静态帧结尾、动态帧结尾和两者。

点击菜单按钮[错误]，FlexRay 总线触发类型设置为错误，屏幕下方切换为错误触发类型设置菜单：



图11.161 FlexRay 总线错误触发一级菜单

点击菜单按钮[错误类型]，在屏幕右侧弹出错误类型选择菜单：



图11.162 FlexRay 总线错误触发二级菜单

点击[标头 CRC]、[帧尾 CRC]设置错误类型分别为标头 CRC 错误、帧尾 CRC 错误。

点击菜单按钮[标头字段]，FlexRay 总线触发类型设置为标头字段，屏幕下方切换为标头字段触发类型设置菜单：



图11.163 FlexRay 总线标头字段触发一级菜单

点击菜单按钮[标头字段]，在屏幕右侧弹出标头字段设置菜单：



图11.164 FlexRay 总线标头字段触发二级菜单

点击菜单按钮[指示位]、[标识符]、[净荷长度]、[标头 CRC]和[循环数]设置分别弹出指示位、标识符、净荷长度、标头 CRC 和循环数的数值设置小键盘，设置方法与前面相同，不再累述。



图11.165 FlexRay 触发与分析示例

11.7 AUDIO 总线触发与分析

Audio 总线由位时钟，位选择，数据组成，可在字选择、帧同步或数据上触发。Audio 总线共有 I2S、LJ、RJ、TDM 四种格式。

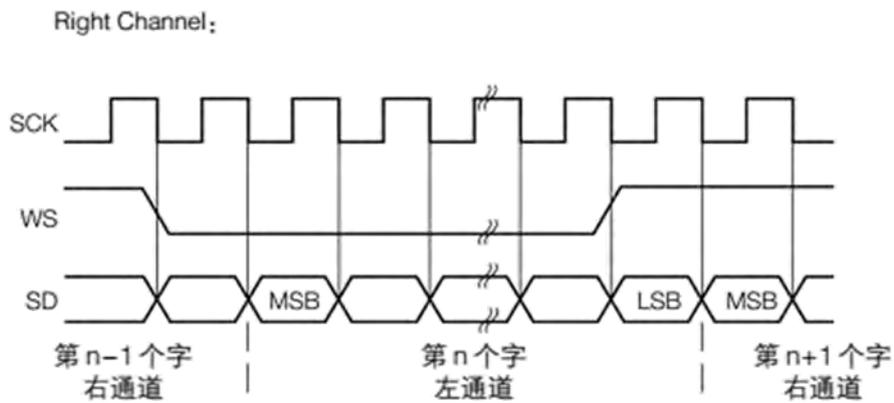


图11.166 I2S 总线时序图

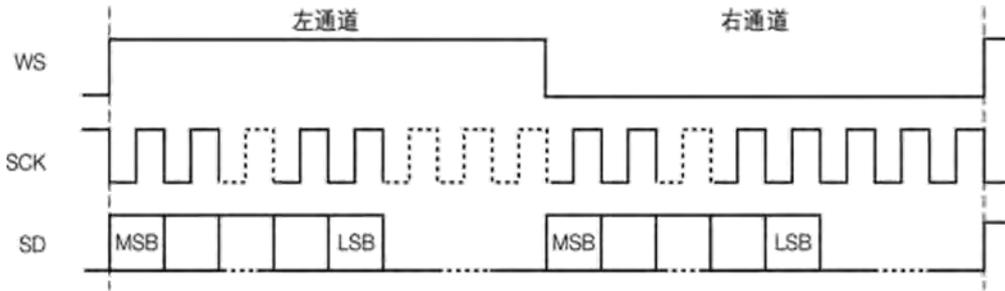


图11.167 LJ 总线时序图

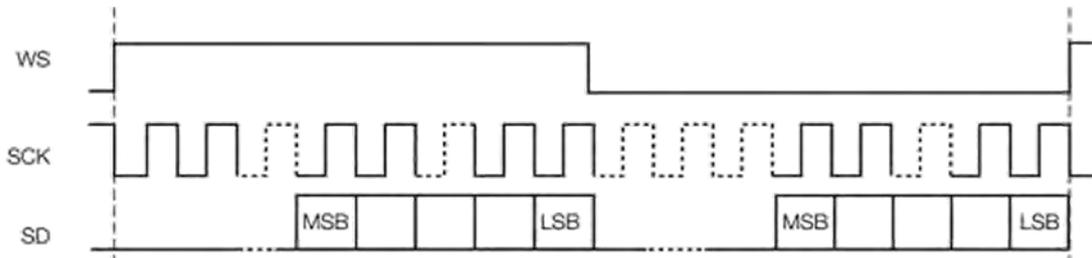


图11.168 RJ 总线时序图

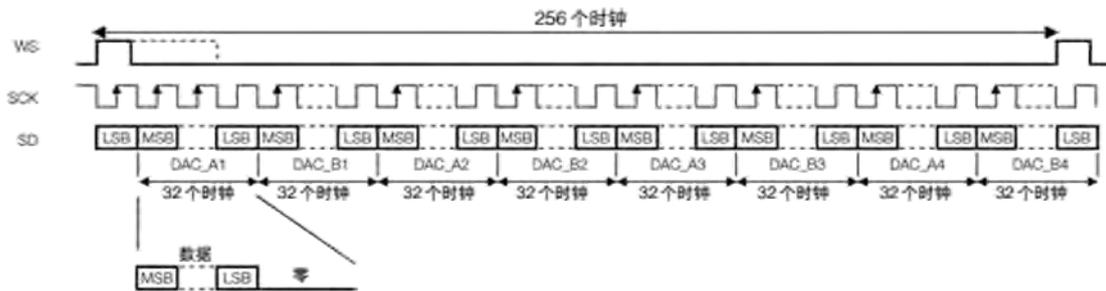


图11.169 TDM 总线时序图

11.7.1 Audio 总线设置

按前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单：



图11.170 总线设置菜单

点击[总线]按钮，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单：



图11.171 总线类型设置菜单

点击[Audio]按钮，选择 Audio 总线类型，屏幕下方切换为 Audio 总线设置菜单：



图11.172 总线设置菜单

- 定义输入

点击[定义输入]键，弹出 Audio 输入二级菜单，进行 Audio 类型设置以及位时钟，位选择，数据通道设置。



图11.173 输入设置

点击[Audio 类型]按钮，在弹出的三级菜单中选择 Audio 类型。



图11.174 类型设置菜单

点击[位时钟]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为位时钟通道。



图11.175 通道设置菜单

点击[位选择]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为位选择通道。



图11.176 通道设置菜单

点击[数据]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为数据通道。



图11.177 通道设置菜单

- 阈值

点击[阈值]按钮，打开通道阈值二级菜单，进行位时钟，位选择，数据阈值设置，首先选择通道，然后旋转通用 b 旋钮改变相应通道的阈值，也可以通过预置按钮选择预置的阈值。



图11.178 阈值设置

点击[通道选择]按钮，在弹出的二级菜单中选择位时钟，点击[阈值]按钮，旋转通用旋钮 b，调节位时钟通道阈值。

通道	阈值
位时钟	20.00mV
位选择	0.00V
数据	0.00V

图11.179 通道设置菜单

点击[通道选择]按钮，在弹出的二级菜单中选择位选择，点击[阈值]按钮，旋转通用旋钮 b，调节位选择通道阈值。

点击[通道选择]按钮，在弹出的二级菜单中选择数据，点击[阈值]按钮，旋转通用旋钮 b，调节数据通道阈值。

点击[预置]按钮，在弹出的三级菜单中选择合适的阈值，调节位时钟，位选择，数据通道阈值。

系列	值
用户	20.00mV
TLL	1.4V
5.0V CMOS	2.5V
3.3V CMOS	1.65V
2.5V CMOS	1.25V
ECL	-1.3V
PECL	3.7V
0V	0V

图11.180 预置设置菜单

● 配置

点击[配置]按钮，打开通道 Audio 配置二级菜单，进行总线配置。



图11.181 I2S/LJ/RJ 配置

点击[位大小]按钮，旋转通用旋钮 b，设置位大小的值，取值范围为 4~32，默认值为 4。位大小表示每帧数据的位数。

点击[位时钟]按钮，选择位时钟边沿类型上升沿或者下降沿，设置在位时钟上升沿或下降沿对数据进行采样。

点击[WS 极性]按钮，选择正常或者反转。

点击[数据]按钮，选择高=1 或者高=0。

点击[位顺序]按钮，设置传输顺序 LS 前（数据低位先传输）或者 MS 前（数据高位先传输），默认为 LS 前。



图11.182 TDM 配置

点击[每通道数据位]按钮,旋转通用旋钮 b,设置每通道数据位的值,取值范围为 $4 \sim 32$, 默认值为 4。

点击[每通道时钟位]按钮,旋转通用旋钮 b,设置每通道时钟位的值,取值范围为 $4 \sim 32$, 默认值为 4。

点击[每帧通道数]按钮,旋转通用旋钮 b,设置每帧通道数,取值范围为 $2 \sim 64$, 默认值为 2。

点击[位延迟]按钮,旋转通用旋钮 b,设置位延迟,取值范围为 $0 \sim 31$, 默认值为 0。

点击[位时钟]按钮,选择位时钟边沿类型上升沿或者下降沿,设置在位时钟上升沿或下降沿对数据进行采样。

点击[同步极性]按钮,选择上升沿或者下降沿。

点击[数据]按钮,选择高=1 或者高=0。

点击[位顺序]按钮,设置传输顺序 LS 前(数据低位先传输)或者 MS 前(数据高位先传输),默认为 LS 前。

- **总线显示设置**

点击[总线显示]按钮,在屏幕右侧弹出总线显示菜单。



图11.183 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图11.184 显示方式设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应显示方式，然后按下通用旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击[进制]按钮，弹出进制设置三级菜单：



图11.185 进制设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应进制，然后按下通用旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击[总线偏移]按钮，旋转通用旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；

点击[数字波形偏移]按钮，旋转通用旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；

● 事件表设置

点击[事件表]按钮，在屏幕右侧弹出事件表设置菜单：



图11.186 事件表设置菜单

点击[事件表]按钮，关闭或者打开事件表；

点击[保存]按钮，存储事件表信息。

● 总线开关设置

点击[总线开关]按钮，可以打开或者关闭总线解码功能。

11.7.2 Audio 触发设置

当 Audio 类型为 I2S, LJ, RJ 时，可以按照字选择和数据进行触发。当 Audio 类型为 TDM 时，可以按照帧同步和数据进行触发。

按前面板上的【触发】按键，弹出触发一级菜单，点击[触发类型]按钮，弹出触发类型二级菜单，点击[总线]按钮，打开 Audio 触发一级菜单。点击[触发打开]按钮，弹出触发打开二级菜单，选择触发类型。



图11.187 触发条件设置

● 字选择

点击[字选择]按钮，选择字选择触发。

● 帧同步

点击[帧同步]按钮，选择帧同步触发。

- 数据

点击[数据]按钮，选择数据触发。



图11.188 触发设置菜单

当 Audio 类型为 I2S, LJ, RJ 时，点击[数据]按钮，弹出 Audio 数据二级菜单，设置触发条件，触发位置和数据。

当 Audio 类型为 TDM 时，点击[数据]按钮，弹出 Audio 数据二级菜单，设置触发条件，TDM 触发通道和数据。



图11.189 Audio 数据二级菜单

点击[触发条件]按钮，在打开的三级菜单中选择需要的触发条件。



图11.190 触发条件设置菜单

点击[任一字]按钮，循环选择任一字，左侧字，右侧字。

点击[TDM 触发通道]按钮，旋转通用旋钮 b 来选择 TDM 触发通道，默认值为 0。
 点击[数据]按钮，打开数据输入键盘，输入数据。



图11.191 Audio 触发与分析示例

11.8 USB 总线触发与分析

USB 总线由差分数据线 D+和 D-组成，可以在同步，复位，中止，恢复，包结束，令牌包，数据包，握手包，特殊包和错误进行触发。



图11.192 USB 帧格式

11.8.1 USB 总线设置

按前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单：



图11.193 总线设置菜单

点击[总线]按钮，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单：



图11.194 总线类型设置菜单

点击[USB]按钮，选择 USB 总线类型，屏幕下方切换为 USB 总线设置菜单：



图11.195 USB 总线一级菜单

- 定义输入

点击[定义输入]按钮，弹出 USB 输入二级菜单，进行信号速度设置，信号类型设置和输入通道设置。



图11.196 定义输入设置菜单

点击[速度]按钮，选择低速（1.5Mbps）或者全速（12Mbps）。

点击[信号类型]按钮，选择信号类型：单端信号或者差分信号。如果选择单端，输入通道为 D+通道和 D-通道，选择差分，输入通道为差分通道。

点击[D+通道]按钮，选择任意通道（CH1~CH4）作为 D+通道。



图11.197 通道设置菜单

点击[D-通道]按钮，选择任意通道（CH1~CH4）作为 D-通道。



图11.198 通道设置菜单

点击[差分通道]按钮，选择任意通道（CH1~CH4）作为差分通道。



图11.199 通道设置菜单

● 阈值

点击[阈值]按钮，打开通道阈值二级菜单，进行 D+、D-（单端）或者差分高，差分低（差分）阈值设置，旋转通用 b 旋钮改变阈值，也可以通过预置按钮，选择预置的阈值。



图11.200 阈值设置菜单

单端：

点击[D+]按钮，旋转通用旋钮 b，调节 D+通道阈值。

点击[D-]按钮，旋转通用旋钮 b，调节 D-通道阈值。

点击[预置]按钮，在弹出的三级菜单中选择合适的阈值，调节 D+，D-通道阈值。

b 系列	D+值	D-值
用户	20.00mV	0.00V
低速或全速	1.4v	1.4v
0v	0v	0v

图11.201 预置设置菜单

差分：

点击[差分高]按钮，旋转前面板上的通用旋钮 b，调节差分通道高阈值。

点击[差分低]按钮，旋转前面板上的通用旋钮 b，调节差分通道低阈值。

点击[预置]按钮，在弹出的三级菜单中选择合适的阈值，调节差分通道阈值。

b 系列	差分高	差分低
	▲	
用户	0.00V	20.00mV
低速或全速	1.4v	-1.4v
0v	0v	0v
	▼	

图11.202 预置设置菜单

- 总线显示设置

点击[总线显示]按钮，在屏幕右侧弹出总线显示菜单。



图11.203 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图11.204 显示方式设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应显示方式，然后按下通用旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击[进制]按钮，弹出进制设置三级菜单：



图11.205 进制设置菜单

旋转通用旋钮 b 选择相应进制，然后按下通用旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单相应选项直接设置；

点击[总线偏移]按钮，旋转通用旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；

点击[数字波形偏移]按钮，旋转通用旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；

● 事件表设置

点击[事件表]按钮，在屏幕右侧弹出事件表设置菜单：



图11.206 事件表设置菜单

点击[事件表]按钮，关闭或者打开事件表；

点击[保存]按钮，存储事件表信息。

● 总线开关设置

点击[总线开关]按钮，可以打开或者关闭总线解码功能。

11.8.2 USB 触发设置

USB 可以按照同步，复位，中止，恢复，包结束，令牌包，数据包，握手包，特殊包和错误进行触发。

按前面板上的【触发】按键，弹出触发一级菜单，点击[触发类型]按钮，弹出触发类型二级菜单，点击[总线]按钮，弹出 USB 触发一级菜单。点击[触发打开]按钮，弹出触发打

开二级菜单，选择触发类型。



图11.207 触发条件设置菜单

(1) 同步

点击[同步]按钮，选择同步触发。

(2) 复位

点击[复位]按钮，选择复位触发。

(3) 中止

点击[中止]按钮，选择中止触发。

(4) 恢复

点击[恢复]按钮，选择回复触发。

(5) 包结束

点击[包结束]按钮，选择包结束触发。

(6) 令牌包

点击[令牌包]按钮，选择令牌包触发。需要设置令牌类型，地址和端点。



图11.208 令牌触发设置

点击[令牌类型]按钮，在打开的令牌类型二级菜单中选择令牌类型。



图11.209 令牌类型设置菜单

点击[地址]按钮，在打开的地址二级菜单中设置触发条件，地址。



图11.210 触发条件及地址设置菜单

点击[端点]按钮，在打开的端点二级菜单中设置端点。



图11.211 端点设置菜单

(7) 数据包

点击[数据包]按钮，选择数据包触发。需要设置数据包类型和数据。



图11.212 数据包触发设置

点击[数据包类型]按钮，在打开的数据包类型二级菜单中选择数据包类型。



图11.213 数据包类型设置菜单

点击[数据]按钮，在打开的数据二级菜单中设置触发条件，字节数和数据。



图11.214 触发条件，字节数及数据设置菜单

(8) 握手包

点击[握手包]按钮，选择握手包触发。需要设置握手包类型。

点击[握手包类型]按钮，在打开的握手包类型二级菜单中选择握手包类型。

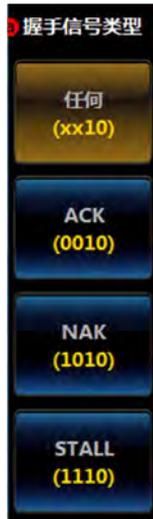


图11.215 握手信号类型设置菜单

(9) 特殊包

点击[特殊包]按钮，选择特殊包触发。需要设置特殊包类型。

点击[特殊包类型]按钮，在打开的特殊包类型二级菜单中选择特殊包类型。

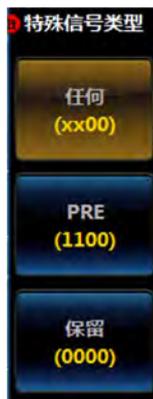


图11.216 特殊信号类型设置菜单

(10) 错误

点击[错误]按钮，选择错误触发。需要设置错误类型。

点击[错误类型]按钮，在打开的错误类型二级菜单中选择错误类型。



图11.217 错误信号类型设置菜单



图11.218 USB 触发与分析示例

第十二章 极限和模板测试

AV4456 系列示波器可根据模板来监视输入信号，并通过判断输入信号与模板边界范围的关系来确定测试通过或失败。

操作前面板的【分析】按键，打开分析菜单。



图12.1 分析菜单

点击菜单按钮[分析类型]，在右侧类型菜单中选择“极限模板”，屏幕底端显示极限模板操作菜单。



图12.2 极限模板菜单

12.1 设置模板

点击菜单按钮[设置模板]，屏幕右侧显示设置模板菜单：



图12.3 设置模板菜单

显示模板：打开、关闭模板显示。

模板锁定：打开时，模板随水平、垂直参数的变化而变化。关闭时，改变水平、垂直参数不影响模板显示。

保存模板文件：将当前显示的模板保存到U盘文件中。

读模板文件：从U盘中读取模板文件进行显示。

复制到定制：将当前的标准模板复制到定制模板中，用于改变垂直余量进行测试。

模板显示时界面如下：

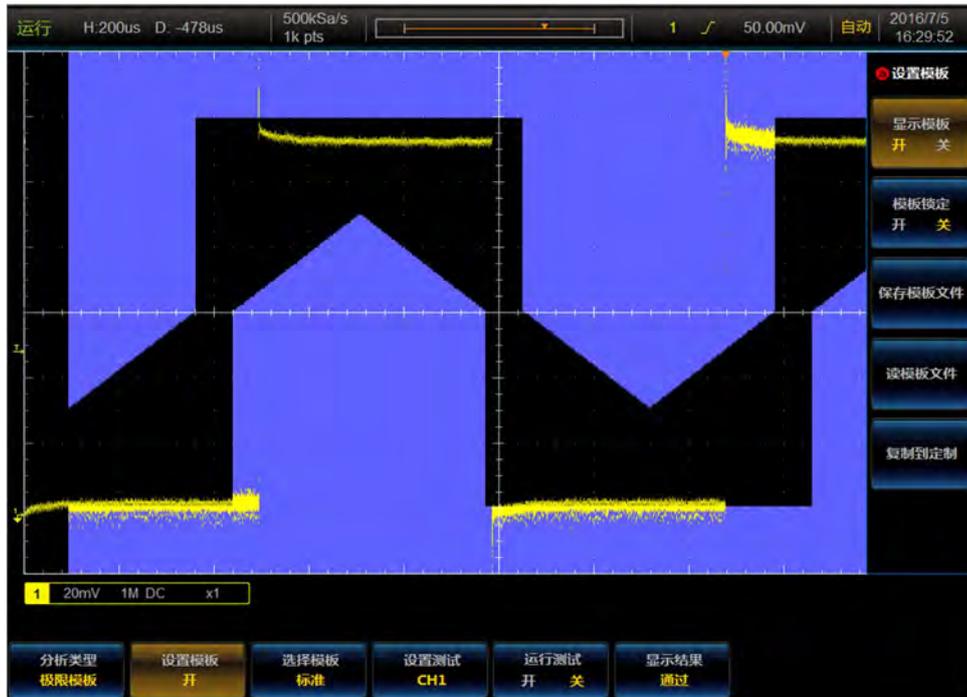


图12.4 模板显示界面

12.2 选择模板

点击操作菜单按钮[选择模板]，屏幕右侧显示选择模板菜单：



图12.5 选择模板菜单

选择模板：可选择标准、定制、极限测试等模板。

标准模板：可选择 ITU-T、ANSI T1.102、USB 等三类标准模板。

定制模板：可调节当前模板的垂直余量，调节范围为： $\pm 50\%$ 。

极限测试：利用当前的模拟通道信号创建极限测试模板。

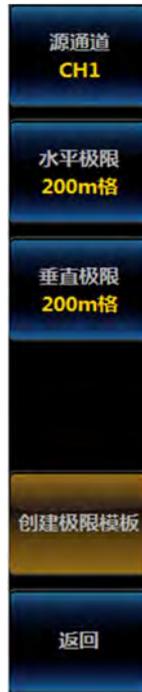


图12.6 创建极限模板菜单

源通道：选择创建极限测试模板的模拟通道。

水平极限：设置创建极限测试模板时的水平方向余量。调节范围为：0~500 毫格，1 毫格增量。

垂直极限：设置创建极限测试模板时的垂直方向余量。调节范围为：0~1 格，1 毫格增量。

点击菜单按钮[创建极限模板]，则根据当前的设置进行极限测试模板的创建。

12.3 设置测试

点击菜单按钮[设置测试]，屏幕右侧显示相应的设置菜单：



图12.7 设置测试菜单

源通道：执行模板测试的模拟通道。

违例阈值：当违例计数到达违例阈值时，则测试失败。违例阈值设置范围为：1~1000000、∞。

停止条件：测试停止的条件，可选择波形或时间。

波形/时间：设置测试停止的波形数量或测试时间。波形数量设置范围为：1~1000000、∞，时间设置范围为：1 秒~48 小时、∞。

失败动作：选择测试失败时的动作，可选择：无、停止采集、保存波形、保存屏幕、辅助输出。当选择保存波形或保存屏幕时，需外接 U 盘。

测试完成动作：选择测试完成时的动作，可选择：无、辅助输出。

预测试延迟：设置执行测试前的延时时间，可设置范围为：0s~200s。

完成后重复：打开、关闭一次测试完成后重新启动测试的功能。

12.4 运行测试

点击操作菜单按钮[运行测试]，可打开、关闭极限模板测试。

12.5 显示结果

点击操作菜单按钮[显示结果]，屏幕右侧显示选择菜单：



图12.8 显示结果菜单

点击相应的选项菜单，可进行结果显示。当选择“显示详细结果”时，在结果显示窗口中可显示每段模板的测试数据。

第十三章 数字电压表

本示波器通过对示波器通道复用的方式实现数字电压表的测量功能,可对信号进行电压、频率的测量。其中电压测量有效位数 4 位,频率计数器有效位数 6 位。

操作前面板的【电压表】按键,打开电压表测量菜单:



图13.1 电压表菜单

源通道: 选择需要进行测量的模拟通道。

测量类型: 选择电压测量类型,包括: ACRMS、DC、DCRMS。

频率显示: 打开、关闭源通道的频率测量结果显示。

电压表测量结果显示在屏幕左上角,如下图:



图13.2 电压表测量结果显示

第十四章 工作原理

AV4456 系列数字荧光示波器整机电路主要由模拟通道、时钟与采集电路、触发电路、数字信号处理电路（数据接收、DPX 处理、数据存储）、嵌入式 CPU、电源电路、逻辑分析仪模块（选件 001）、函数发生器模块（选件 002）等组成。硬件组成框图如图 14.1 所示。

模拟通道带宽的设计始终是电路设计的核心部分，设计时，需要根据不同型号的带宽指标选择合适带宽的低噪声放大器和继电器开关，从而根据不同的带宽指标，降低成本和系统功耗。因此，在模拟通道的设计上，基于模块化、系列化的构想，通过更换不同的通道整件，实现整机型号的系列化扩展。

时钟与采集电路主要由高稳定的时钟锁相环和快速的 ADC 组成。时钟发生器由频率合成器、参考时钟振荡器等组成，产生的 2.5GHz 时钟信号一分为二送给后端的 2 路 ADC 作为模数转换器的输入时钟。AV4456C/D 在采集电路的设计上采用 2 片 ADC 进行采集，第一路 ADC 采集 CH1 和 CH2 的信号，第二路的 ADC 采集 CH3 和 CH4 的信号，可实现单双通道同时使用时最高采样率 5GSa/s，三、四个通道同时使用时最高采样率 2.5GSa/s。而 AV4456CM/DM 在采集电路的设计上采用 1 片 ADC 进行采集，可实现单通道最高采样率 5GSa/s，双通道采样率最高 2.5GSa/s，三、四个通道同时使用时最高采样率 1.25GSa/s。

触发电路包括模拟触发电路和数字触发电路两个部分。视频触发和外部触发采用传统的模拟触发来实现，而其余的边沿、脉宽、码型、逻辑、矮脉冲等触发采用新型的数字触发来实现。数字触发技术采用数字信号处理的方法对 ADC 的采集样本进行触发点测定，以精确的算法检测有效触发事件，能够准确地显示和分析测量信号，具有更低的触发动抖、更高的触发灵敏度、更小的脉冲检测宽度和更精确的通道延时校准。

数字信号处理电路包括高速数据的接收、降速与存储、数字荧光显示处理、总线触发与分析等功能单元，该部分的处理速度直接决定了整机的波形捕获率。本产品采用 2 片高性能的 FPGA 来实现，其中一片 FPGA 作为主 FPGA，另一片作为从 FPGA。从 FPGA 完成数据的采集和存储、波形的生成、总线的触发与分析及数据通信等；主 FPGA 完成数据的采集和存储、波形的生成、图像的合成、荧光显示、数字触发以及数据通信等。

嵌入式 CPU 系统主要完成整机的控制与波形的参数测量、数学运算、FFT 频谱分析、极限模板测试、功率测量等。该部分同时提供丰富的通信接口功能，包括 USB 主控、USB 设备、以太网接口、VGA 显示接口、参考时钟输入输出接口等。以太网接口可以实现远程的程控，搭建分布式系统。

逻辑分析仪模块（选件 001）主要实现 16 个数字通道的信号采集，可以与示波器模块组合实现混合信号示波器的功能。

函数发生器模块（选件 002）主要实现 1 个通道的波形发生功能，能够输出正弦波、方波/脉冲、三角波/斜波、噪声信号、任意波形等。

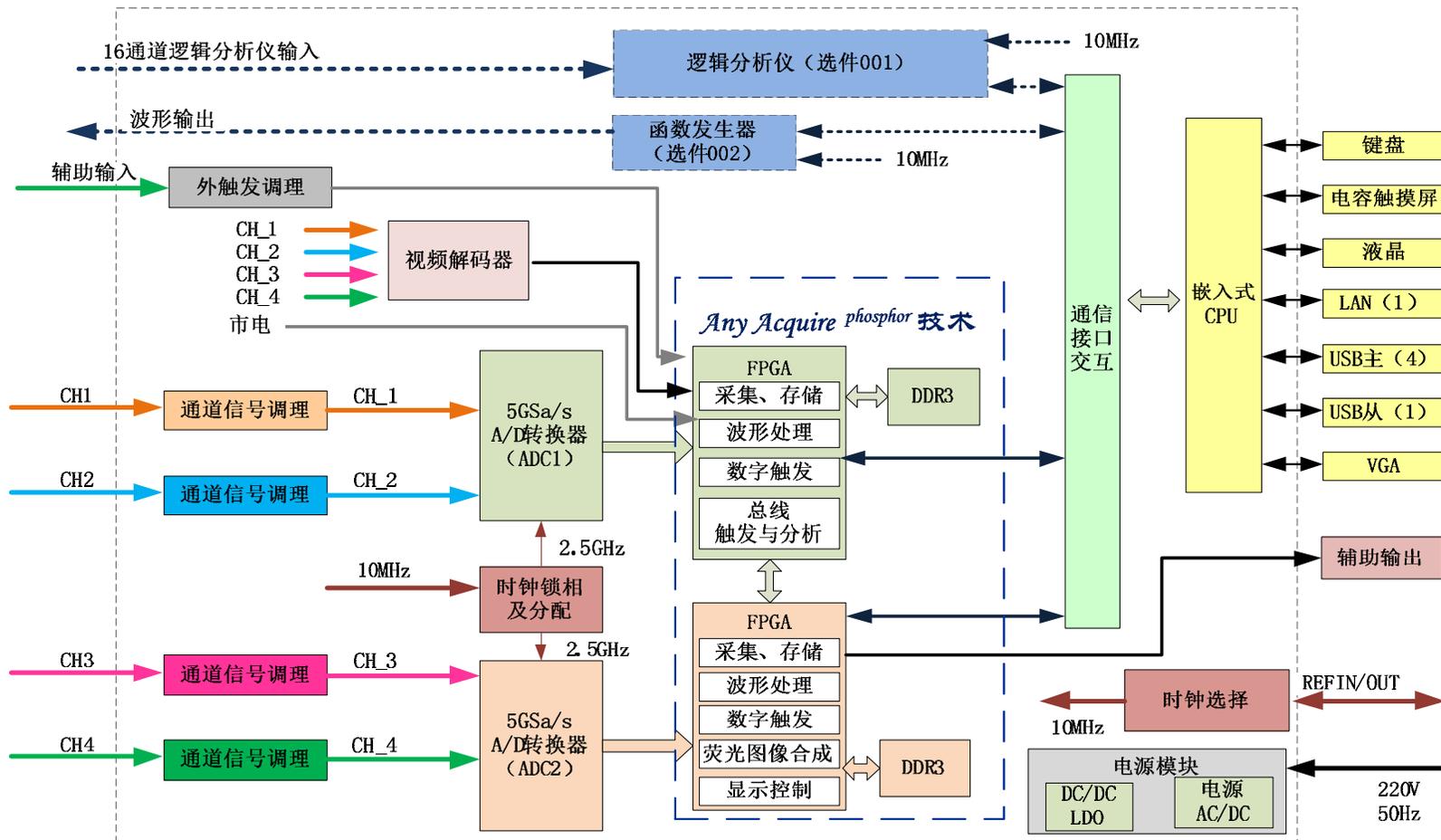


图14.1 数字荧光示波器原理框图

第十五章 应用示例

15.1 测量简单的信号

电路中有一未知信号，您要迅速显示和测量信号的频率和幅度。请按下列步骤操作：

- 1) 将探头上的地线连接到被测电路中，探头的探针接触到电路的被测点。
- 2) 按【自动设置】键，示波器将自动设置，使波形显示达到最佳。在此基础上可进一步调节垂直、水平档位，直到波形显示符合您的要求。
- 3) 进行频率和幅度参数的测量，按【测量】键，出现一级菜单，点击[添加测量]菜单，屏幕右侧弹出添加测量二级菜单。
- 4) 点击[测量源]，选择相应的测量通道 CH1-CH4。
- 5) 点击[测量类型]，选择相应的测量参数，如频率、幅度、峰值等。

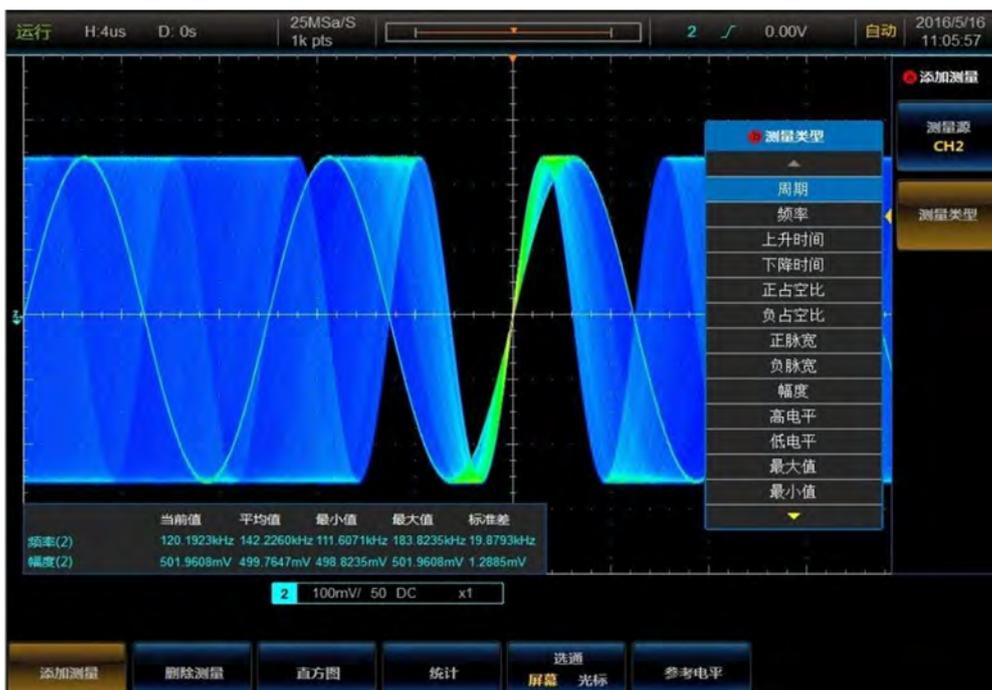


图15.1 自动测量示例

15.2 测量脉冲信号

电路中有一脉冲信号，脉冲信号的周期 1kHz，脉冲宽度 8ns，幅度 200mV，可按下列步骤操作，观察完整的信号。

- 1) 将探头上的地线连接到被测电路中，探头的探针接触到电路的被测点。
- 2) 按【采集】键，屏幕下方显示一级菜单，点击 [采集模式]菜单，在屏幕右侧弹出

- 二级菜单，通过旋钮 **b** 或者触摸屏选择 [峰值]模式。
- 3) 调节时基旋钮，改变时基档位，使时基调节到 1ms/div。
 - 4) 调节垂直灵敏度旋钮，使垂直灵敏度调节到 50mV/div。
 - 5) 按【触发】键，弹出触发主菜单，点击[触发源]菜单，选择相应的触发通道，调节触发电平旋钮，使波形稳定显示。
 - 6) 可以观察到稳定的脉冲信号。



图15.2 采用峰值模式测量脉冲示例

15.3 查看两路信号的相位差

查看两路同频率、同幅度信号的相位差有两种常用的方法，分别是 XY 测量法和参数直接测量法。

15.3.1 XY 测量法

XY 模式下，示波器将两个输入通道从电压-时间显示转换为电压-电压显示，其中，X 轴和 Y 轴分别跟踪 CH1 和 CH2 的电压。通过李萨育法可以方便的显示测量相同频率的两个信号之间的相位差。

操作步骤如下：

- 1) 将探头上的地线连接到被测电路中，探头的探针接触到电路的被测点。
- 2) 按【自动设置】键，示波器将自动设置，使波形显示达到最佳。在此基础上可进一步调节垂直、水平档位，直到波形显示符合您的要求。
- 3) 按【显示】键，在屏幕下方弹出一级菜单，点击[XY 显示]菜单。
- 4) 根据图 XY 的原理，计算出两路信号的相位差，下图给出了几个常见相位差的 XY 显示图形。

信号 频率比	相位差					
	0度	45度	90度	180度	270度	360度
1: 1						

图15.3 相位差测量原理图

- 5) 如果二个被测信号的频率或相位差为整数倍时，根据图形可以推算出两信号之间频率及相位关系。

15.3.2 参数自动测量法

使用参数自动测量菜单中的相位差自动实现两路信号的延迟测量，测量 CH1 的上升沿与 CH2 的上升沿的延迟时，操作如下：

- 1) 将探头上的地线连接到被测电路中，探头的探针接触到电路的被测点。
- 2) 按【自动设置】键，示波器将自动设置，使波形显示达到最佳。在此基础上可进一步调节垂直、水平档位，直到波形显示符合您的要求。
- 3) 按【测量】键，在屏幕下方弹出一级主菜单，点击[添加测量]菜单，在屏幕右侧弹出二级菜单，点击[测量类型]菜单，弹出三级菜单，通过旋钮 b 或者触摸屏选择[延时]参数测量，设置延时测量类型，读取 CH1-CH2 的延迟时间。

15.4 I2C 总线触发与分析示例

如果想观察 I2C 总线上传输信号的情况，可以按以下步骤操作：

- 1) 将 I2C 总线的时钟线 (SCLK) 接通道 1，数据线 (SDA) 接通道 2，点击操作前面板通道控制按键打开通道 1 和通道 2；
- 2) 点击前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单，点击菜单上的菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单，点击菜单按钮[I2C]，选择 I2C 总线类型，屏幕下方切换为 I2C 总线设置菜单；

- 3) 点击屏幕下方的菜单操作按钮[总线开关], 打开总线解码功能;
- 4) 点击菜单操作按钮[定义输入], 在屏幕右侧弹出 I2C 输入设置菜单, 点击菜单操作按钮[SCLK 输入], 在菜单左侧弹出 SCLK 输入选择三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择通道 1, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 1 选择, 选定的通道在右侧菜单通道选择菜单上显示;
- 5) 点击菜单操作按钮[SDA 输入], 在菜单左侧弹出 SDA 输入选择三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择通道 2, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 2 选择, 选定的通道在右侧菜单通道选择菜单上显示;
- 6) 点击菜单操作按钮[阈值], 在屏幕右侧弹出 I2C 通道阈值设置菜单, 点击菜单按钮[SCLK], 旋转多功能旋钮 b 设置 SCLK 输入通道的阈值, 点击菜单操作按钮[SDA], 旋转多功能旋钮 b 设置 SDA 输入通道的阈值, 也可以点击菜单操作按钮[预置], 在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值, 然后按下多功能旋钮 b, 选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择;
- 7) 点击菜单操作按钮[地址中包含 R/W], 在屏幕右侧弹出 I2C 地址中包含 R/W 设置菜单, 点击菜单操作按钮[是]或者[否]设置 I2C 地址中是否包含 R/W;
- 8) 点击菜单操作按钮[总线显示], 在屏幕右侧弹出 I2C 总线显示设置菜单, 点击菜单操作按钮[显示方式], 在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择总线和波形显示方式, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过点击三级菜单的总线和波形选项直接设置; 点击菜单操作按钮[进制], 在菜单左侧弹出进制设置三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择十六进制, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过点击三级菜单的十六进制选项直接设置; 点击菜单操作按钮[总线偏移], 旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置; 点击菜单操作按钮[数字波形偏移], 旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置;
- 9) 操作前面板功能区【触发】按键, 在下方屏幕弹出触发设置菜单, 点击菜单按钮[触发类型], 在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单, 点击菜单按钮[总线], 选择总线触发方式;
- 10) 点击屏幕下方菜单操作按钮[触发打开], 在屏幕右侧弹出 I2C 总线触发类型设置菜单, 点击菜单操作按钮[开始], I2C 总线触发类型设置为开始。

这样, 将 I2C 总线的时钟线接通道 1, 数据线接通道 2, 以总线开始位置为触发点的 I2C 总线解码触发显示如下图:

- I2C 总线帧开始用绿色左中括号[表示。在显示另一个开始、而没有上一个停止时, 会发生重复开始。
- 地址用黄色框显示, [w]表示写入, [R]表示读取。
- 数据用青色框显示

- 丢失确认用红色框内的感叹号表示。
- 停止用红色的右中括号表示。

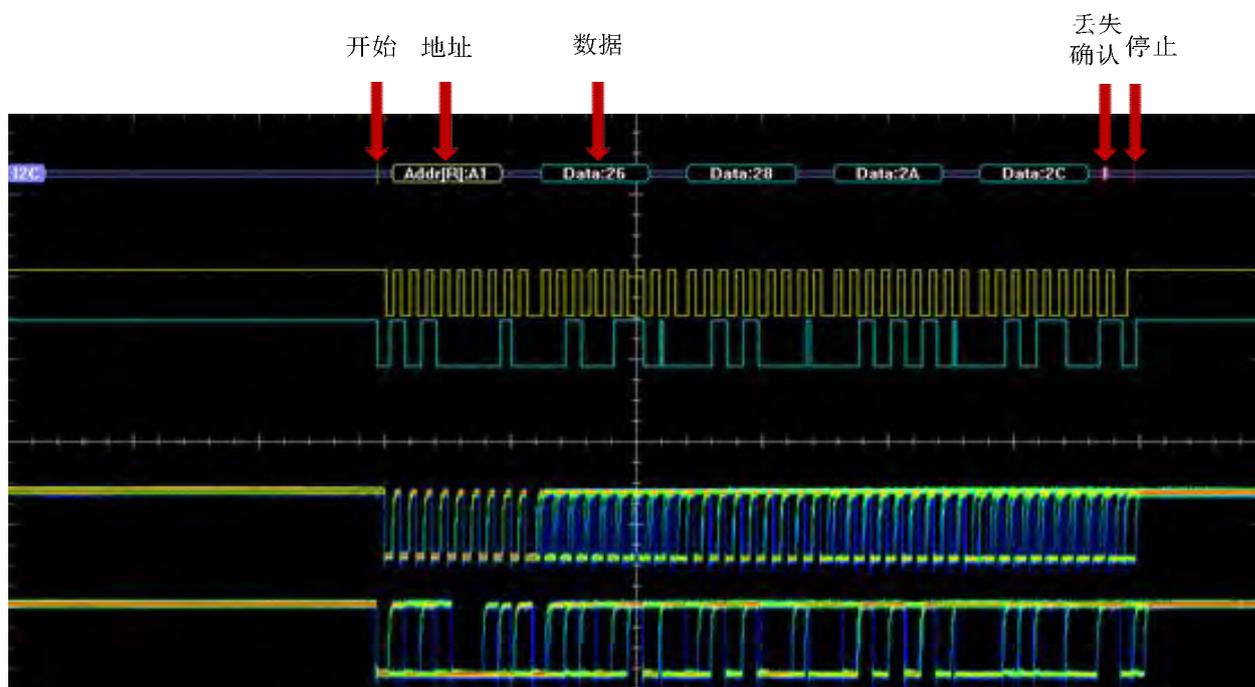


图15.4 I2C 触发与分析示例

15.5 CAN 总线触发与分析示例

如果想观察 CAN 总线上传输信号的情况，可以按以下步骤操作：

- 1) 将 CAN 总线的 CAN_L 信号接通道 1，点击操作前面板通道控制按键打开通道 1；
- 2) 操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单，点击菜单上的菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单，点击菜单按钮[CAN]，选择 CAN 总线类型，屏幕下方切换为 CAN 总线设置菜单；
- 3) 点击屏幕下方的菜单操作按钮[总线开关]，打开总线解码功能；
- 4) 点击菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 CAN 输入设置菜单，点击菜单按钮 [CAN 输入]，在菜单左侧弹出 CAN 输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 1，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 1 选择，选定的通道在右侧菜单通道选择菜单上显示；
- 5) 点击菜单按钮[信号类型]，在菜单左侧弹出信号类型选择三级菜单：旋转多功能旋钮 b 选择 CAN_L 信号类型，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的三级菜单 CAN_L 信号类型选择，选定的信号类型在右侧信号类型选择菜

单上显示;

- 6) 点击菜单按钮[取样点], 旋转多功能旋钮 b 改变取样点位置, 取样点可设置为 70%;
- 7) 点击菜单按钮[阈值], 在屏幕右侧弹出 CAN 通道阈值设置菜单, 点击菜单按钮[阈值], 旋转多功能旋钮 b 设置 CAN 输入通道的阈值, 也可以点击菜单按钮[预置], 在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值, 然后按下多功能旋钮 b, 选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择;
- 8) 点击菜单按钮[位速率], 在屏幕右侧弹出 CAN 位速率设置菜单, 点击菜单按钮[位速率], 旋转多功能旋钮 b 设置 CAN 总线位速率值为 500kbps, 也可以点击菜单按钮[预置], 在菜单左侧弹出位速率预置类型选择菜单, 通过旋转多功能旋钮 b 选择 500kbps, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上三级菜单 500kbps 类型选择;
- 9) 点击菜单按钮[总线显示], 在屏幕右侧弹出 CAN 总线显示设置菜单, 点击菜单按钮[显示方式], 在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单旋转多功能旋钮 b 选择总线和波形的显示方式, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过点击三级菜单总线和波形的选项设置; 点击菜单操作按钮[进制], 在菜单左侧弹出进制设置三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择十六进制, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过点击三级菜单十六进制选项设置; 点击菜单操作按钮[总线偏移], 旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置; 点击菜单操作按钮[数字波形偏移], 旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置;
- 10) 操作前面板功能区【触发】按键, 在下方屏幕弹出触发设置菜单, 点击菜单按钮[触发类型], 在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单: 点击菜单按钮[总线], 选择总线触发类型, 屏幕下方切换为总线触发设置菜单;
- 11) 点击屏幕下方菜单操作按钮[触发打开], 在屏幕右侧弹出 CAN 总线触发类型设置菜单, 点击菜单操作按钮[帧开头], CAN 总线触发类型设置为帧开头。

这样, 将 CAN 总线的 CAN_L 信号接通道 1, 以总线帧开头位置为触发点的 CAN 总线解码触发显示如下图:

- CAN 总线帧开头用绿色左中括号[表示。
- 地址用黄色框显示。
- DLC 用紫色框显示。
- 数据用青色框显示。
- CRC 校验正确时用紫色框显示, 错误时用红色框显示。
- 帧结尾用绿色右中括号]表示。

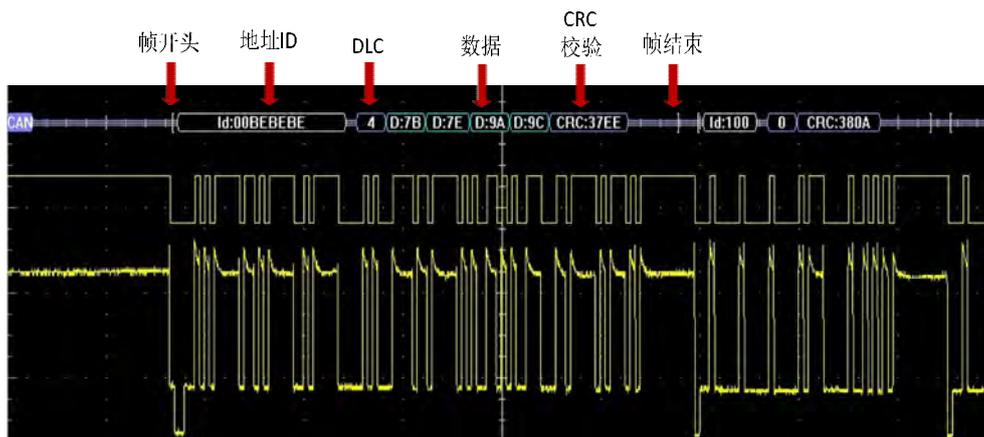


图15.5 CAN 触发与分析示例

15.6 LIN 总线触发与分析示例

如果想观察 LIN 总线上传输信号的情况，可以按以下步骤操作：

- 1) 将 LIN 总线的信号接通道 1，点击操作前面板通道控制按键打开通道 1；
- 2) 操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单，点击菜单上的菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单，点击菜单按钮[LIN]，选择 LIN 总线类型，屏幕下方切换为 LIN 总线设置菜单；
- 3) 点击屏幕下方的菜单操作按钮[总线开关]，打开总线解码功能；
- 4) 点击菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 LIN 输入设置菜单，点击菜单按钮[LIN 输入]，在菜单左侧弹出 LIN 输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 1，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 1 选择，选定的通道在右侧菜单通道选择菜单上显示；
- 5) 点击菜单按钮[取样点]，旋转多功能旋钮 b 改变取样点位置，取样点可设置为 70%；
- 6) 点击菜单按钮[极性]，在菜单左侧弹出极性设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择极性正常选项，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的极性正常选项选择，选定的极性在右侧极性选择菜单上显示。
- 7) 点击菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 LIN 通道阈值设置菜单，点击菜单操作按钮[LIN(通道)]，旋转多功能旋钮 b 设置 LIN 输入通道的阈值，也可以点击菜单按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单；
- 8) 点击菜单操作按钮[配置]，在屏幕右侧弹出 LIN 配置设置菜单，点击菜单操作按钮[位速率]，旋转多功能旋钮 b 设置 LIN 总线位速率值为 19200bps，也可以点击菜单按钮[位速率预置]，在菜单左侧弹出位速率预置类型选择菜单，通过旋转多功能旋钮 b 选择 19.2kbps，然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上三级

菜单 19.2kbps 选择预置位速率；

- 9) 点击菜单按钮[配置]，在屏幕右侧弹出 LIN 配置设置菜单，点击菜单按钮[LIN 标准]，在菜单左侧弹出 LIN 标准设置菜单，通过旋转多功能旋钮 b 选择相应两者，然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上两者标准类型；
- 10) 点击菜单按钮[配置]，在屏幕右侧弹出 LIN 配置设置菜单，点击菜单按钮[Id 包括奇偶]，设置包括 Id 奇偶；
- 11) 点击菜单按钮[总线显示]，在屏幕右侧弹出 CAN 总线显示设置菜单，点击菜单按钮[显示方式]，在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单旋转多功能旋钮 b 选择总线和波形的显示方式，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单总线和波形的选项设置；点击菜单操作按钮[进制]，在菜单左侧弹出进制设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择十六进制，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单十六进制选项设置；点击菜单操作按钮[总线偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；点击菜单操作按钮[数字波形偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；
- 12) 操作前面板功能区【触发】按键，在下方屏幕弹出触发设置菜单，点击菜单按钮[触发类型]，在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单；点击菜单按钮[总线]，选择总线触发类型，屏幕下方切换为总线触发设置菜单；
- 13) 点击屏幕下方菜单按钮[触发打开]，在屏幕右侧弹出 LIN 总线触发类型设置菜单，点击菜单操作按钮[同步]，LIN 总线触发类型设置为同步。

这样，将 LIN 总线的信号接通道 1，以总线帧同步位置为触发点的 LIN 总线解码触发显示如下图：

- LIN 总线帧开头用绿色左中括号[表示。。
- 同步间隔（中断字段）用紫色框显示。
- 同步段用紫色框显示。
- Id 地址用黄色框显示，如果 Id 包含奇偶校验时，如果校验错误，用红色框显示。
- 奇偶校验用黄色框显示。
- 数据用青色框显示。
- 校验和正确时用紫色框显示，错误时用红色框显示。
- 帧结尾用绿色右中括号]表示。

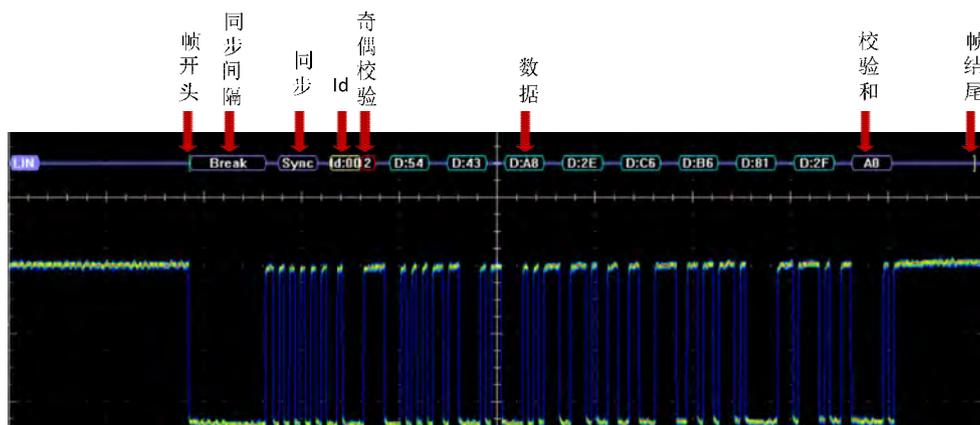


图15.6 LIN 触发与分析示例

15.7 FlexRay 总线触发与分析示例

如果想观察 FlexRay 总线上传输信号的情况，可以按以下步骤操作：

- 1) 将 FlexRay 总线的 Tx 信号接通道 1，点击操作前面板通道控制按键打开通道 1；
- 2) 操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单，点击菜单上的菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单，点击菜单按钮[FlexRay]，选择 FlexRay 总线类型，屏幕下方切换为 FlexRay 总线设置菜单；
- 3) 点击屏幕下方的菜单按钮[总线开关]，打开总线解码功能；
- 4) 点击菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 输入设置菜单，点击菜单按钮 [FlexRay 输入]，在菜单左侧弹出 FlexRay 输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 1，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的三级菜单的通道 1 选择，选定的通道在右侧菜单通道选择菜单上显示；
- 5) 点击菜单按钮[通道类型]，设置 FlexRay 总线的输入通道类型为 A；
- 6) 点击菜单按钮[信号类型]，在菜单左侧弹出信号类型设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择信号类型为 Tx 或 Rx，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上的三级菜单的 Tx 或 Rx 信号类型选项选择，选定的信号类型在右侧菜单信号类型按钮上显示；
- 7) 点击菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 通道阈值设置菜单，点击菜单按钮[阈值]，旋转多功能旋钮 b 设置 FlexRay 输入通道的阈值，也可以点击菜单按钮 [预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值，然后按下多功能旋钮 b，选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择；
- 8) 点击菜单按钮[位速率]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 位速率设置菜单，点击菜单按钮

[10M]，设置 FlexRay 位速率为 10Mbps；

- 9) 点击菜单按钮[总线显示]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 总线显示设置菜单，点击菜单操作按钮[显示方式]，在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择总线和波形显示方式，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单上的总线和波形选项设置，点击菜单操作按钮[进制]，在菜单左侧弹出进制设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择十六进制，然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者通过点击三级菜单十六进制选项设置，点击菜单按钮[总线偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置，点击菜单按钮[数字波形偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；
- 10) 操作前面板功能区【触发】按键，在下方屏幕弹出触发设置菜单，点击菜单按钮[触发类型]，在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单，点击菜单按钮[总线]，选择总线触发类型，屏幕下方切换为总线触发设置菜单；
- 11) 点击屏幕下方菜单按钮[触发打开]，在屏幕右侧弹出 FlexRay 总线触发类型设置菜单，点击菜单按钮[帧开头]，FlexRay 总线触发类型设置为帧开头。

这样，将 FlexRay 总线的 Tx 信号接通道 1，以总线帧开头位置为触发点的 FlexRay 总线解码触发显示如下图：

- FlexRay 总线帧开头用绿色左中括号[表示。
- TSS 用紫色框显示。
- 指示符位用紫色框显示。
- Id 用黄色框显示。
- 净荷长度用紫色框显示。
- 标头 CRC 正确时紫色框显示，错误时用红色框显示。
- 循环数用黄色框显示。
- 数据用青色框显示。
- 帧结束用红色右中括号]表示。
- 动态帧结尾用紫色框显示。
- 空闲间隔用紫色框显示。

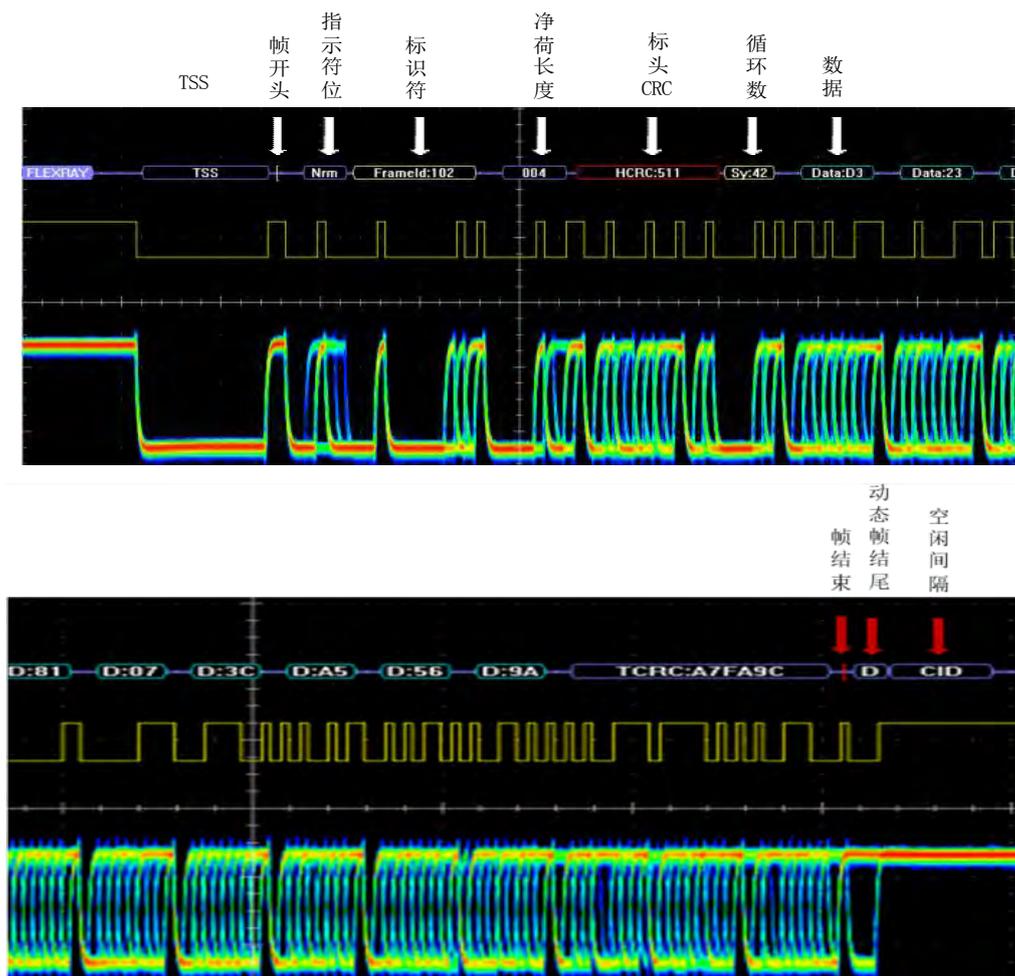


图15.7 FlexRay 触发与分析示例

15.8 RS232 总线触发与分析示例

如果想观察 RS232 总线上传输信号的情况，可以按以下步骤操作：

- 1) 将 RS232 总线的 TX 信号接通道 1，点击操作前面板通道控制按键打开通道 1；
- 2) 操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单，点击菜单上的菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单，点击菜单按钮[RS232]，选择 RS232 总线类型，屏幕下方切换为 RS232 总线设置菜单；
- 3) 点击屏幕下方的菜单操作按钮[总线开关]，打开总线解码功能；
- 4) 点击菜单按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 RS232 输入设置菜单，点击菜单按钮[发送输入]，在菜单左侧弹出 RS232 输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 1，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 1 选择，选定的通道在右侧菜单通道选择菜单上显示；
- 5) 点击菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 RS232 通道阈值设置菜单，点击菜单按钮

- [TX], 旋转多功能旋钮 b 设置 RS232 输入通道的阈值, 也可以点击菜单按钮[预置], 在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值, 然后按下多功能旋钮 b, 选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择;
- 6) 点击菜单按钮[位速率], 在屏幕右侧弹出 RS232 位速率设置菜单, 点击菜单按钮[位速率], 旋转多功能旋钮 b 设置 RS232 总线位速率值为相应值, 也可以点击菜单按钮[预置], 在菜单左侧弹出位速率预置类型选择菜单, 通过旋转多功能旋钮 b 选择相应值, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择或者直接点击屏幕上三级菜单相应值;
 - 7) 点击菜单按钮[总线显示], 在屏幕右侧弹出 RS232 总线显示设置菜单, 点击菜单按钮[显示方式], 在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单旋转多功能旋钮 b 选择总线和波形的显示方式, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过点击三级菜单总线和波形的选项设置; 点击菜单操作按钮[进制], 在菜单左侧弹出进制设置三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择十六进制, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过点击三级菜单十六进制选项设置; 点击菜单操作按钮[总线偏移], 旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置; 点击菜单操作按钮[数字波形偏移], 旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置;
 - 8) 操作前面板功能区【触发】按键, 在下方屏幕弹出触发设置菜单, 点击菜单按钮[触发类型], 在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单; 点击菜单按钮[总线], 选择总线触发类型, 屏幕下方切换为总线触发设置菜单;
 - 9) 点击屏幕下方菜单操作按钮[触发打开], 在屏幕右侧弹出 RS232 总线触发类型设置菜单, 点击菜单操作按钮[帧发送开始位], RS232 总线触发类型设置为发送开始位。RS232 总线解码触发显示如下图:

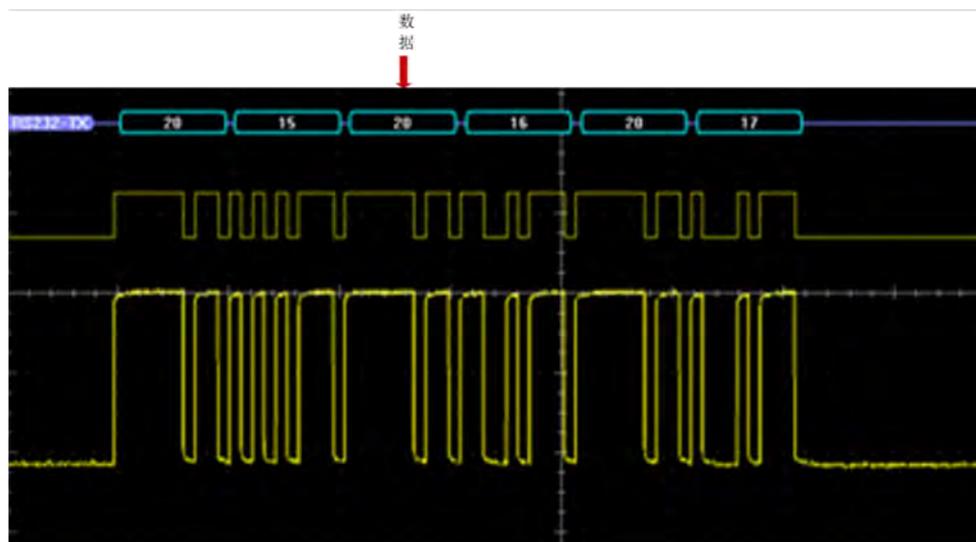


图15.8 RS232 触发与分析示例

15.9 SPI 总线触发与分析示例

如果想观察 SPI 总线上传输信号的情况，可以按以下步骤操作：

- 1) 将 SPI 总线的时钟线接通道 1，SS 线接通道 2，数据线接通道 3，点击操作前面板通道控制按键打开通道 1，通道 2 和通道 3；
- 2) 操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单，点击菜单上的菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单，点击菜单按钮[SPI]，选择 SPI 总线类型，屏幕下方切换为 SPI 总线设置菜单；
- 3) 点击屏幕下方的菜单操作按钮[总线开关]，打开总线解码功能；
- 4) 点击菜单操作按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 SPI 输入设置菜单，点击菜单操作按钮[SCLK 输入]，在菜单左侧弹出 SCLK 输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 1，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 1 选择，选定的通道在右侧通道选择菜单上显示；
- 5) 点击菜单操作按钮[SS 输入]，在菜单左侧弹出 SS 输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 2，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 2 选择，选定的通道在右侧通道选择菜单上显示；
- 6) 点击菜单操作按钮[MOSI 输入]，在菜单左侧弹出 MOSI 输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 2，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 2 选择，选定的通道在右侧通道选择菜单上显示；
- 7) 点击菜单操作按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 SPI 通道阈值设置菜单，点击菜单按钮[通道选择]，在菜单左侧弹出通道选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择 SCLK，点击菜单操作按钮[阈值]，旋转多功能旋钮 b 设置 SCLK 输入通道的阈值，也可以点击菜单操作按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值，然后按下多功能旋钮 b，选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择。同样的方法设置 SS 和 MOSI 阈值；
- 8) 点击菜单操作按钮[总线显示]，在屏幕右侧弹出 SPI 总线显示设置菜单，点击菜单操作按钮[显示方式]，在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择总线和波形显示方式，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单的总线和波形选项直接设置；点击菜单操作按钮[进制]，在菜单左侧弹出进制设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择十六进制，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单的十六进制选项直接设置；点击菜单操作按钮[总线偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；点击菜单操作按钮[数字波形偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；
- 9) 操作前面板功能区【触发】按键，在下方屏幕弹出触发设置菜单，点击菜单按钮[触

发类型], 在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单, 点击菜单按钮[总线], 选择总线触发方式;

- 10) 点击屏幕下方菜单操作按钮[触发打开], 在屏幕右侧弹出 SPI 总线触发类型设置菜单, 点击菜单操作按钮[SS 有效], SPI 总线触发类型设置为 SS 有效。

SPI 总线解码触发显示如下图:

- SPI 总线帧开始用绿色左中括号[表示。
- 数据用蓝色框显示。
- 停止用红色的右中括号]表示。

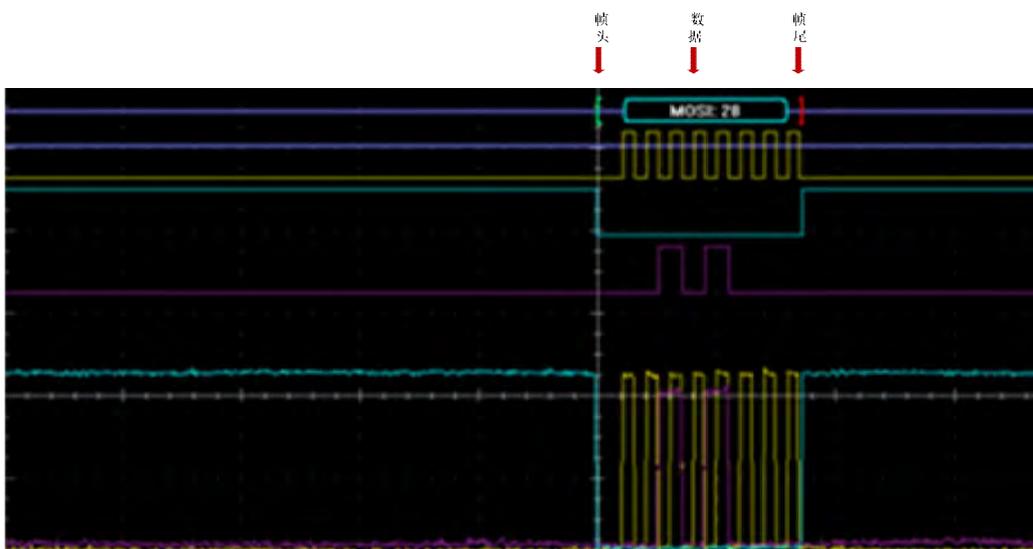


图15.9 SPI 触发与分析示例

15.10 Audio 总线触发与分析示例

如果想观察 Audio 总线上传输信号的情况, 可以按以下步骤操作:

- 1) 将 Audio 总线的时钟线接通道 1, 位选择线接通道 2, 数据线接通道 3, 点击操作前面板通道控制按键打开通道 1, 通道 2 和通道 3;
- 2) 操作前面板功能区【总线】按键, 在下方屏幕弹出总线设置菜单, 点击菜单上的菜单按钮[总线], 在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单, 点击菜单按钮[Audio], 选择 Audio 总线类型, 屏幕下方切换为 Audio 总线设置菜单;
- 3) 点击屏幕下方的菜单操作按钮[总线开关], 打开总线解码功能;
- 4) 点击菜单操作按钮[Audio 类型], 在菜单左侧弹出 Audio 类型选择三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择 LJ, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过直接点击屏幕上三级菜单的 LJ 选择, 选定的通道在右侧 Audio 类型菜单上显示;
- 5) 点击菜单操作按钮[位时钟], 在菜单左侧弹出位时钟输入选择三级菜单, 旋转多功

- 能旋钮 b 选择通道 1，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 1 选择，选定的通道在右侧通道选择菜单上显示；
- 6) 点击菜单操作按钮[位选择]，在菜单左侧弹出位选择输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 2，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 2 选择，选定的通道在右侧通道选择菜单上显示；
 - 7) 点击菜单操作按钮[数据]，在菜单左侧弹出数据输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 3，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 3 选择，选定的通道在右侧通道选择菜单上显示；
 - 8) 点击菜单操作按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 Audio 通道阈值设置菜单，点击菜单按钮[通道选择]，在菜单左侧弹出通道选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择位时钟，点击菜单操作按钮[阈值]，旋转多功能旋钮 b 设置位时钟输入通道的阈值，也可以点击菜单操作按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值，然后按下多功能旋钮 b，选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择。同样的方法设置位选择和数据阈值；
 - 9) 点击菜单操作按钮[总线显示]，在屏幕右侧弹出 Audio 总线显示设置菜单，点击菜单操作按钮[显示方式]，在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择总线和波形显示方式，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单的总线和波形选项直接设置；点击菜单操作按钮[进制]，在菜单左侧弹出进制设置三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择十六进制，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过点击三级菜单的十六进制选项直接设置；点击菜单操作按钮[总线偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置；点击菜单操作按钮[数字波形偏移]，旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置；
 - 10) 操作前面板功能区【触发】按键，在下方屏幕弹出触发设置菜单，点击菜单按钮[触发类型]，在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单，点击菜单按钮[总线]，选择总线触发方式；
 - 11) 点击屏幕下方菜单操作按钮[触发打开]，在屏幕右侧弹出 Audio 总线触发类型设置菜单，点击菜单操作按钮[字选择]，Audio 总线触发类型设置为字选择。

Audio 总线解码触发显示如下图：

- Audio 总线帧开始用绿色左中括号[表示。
- 数据用青色框显示
- 停止用红色的右中括号]表示。

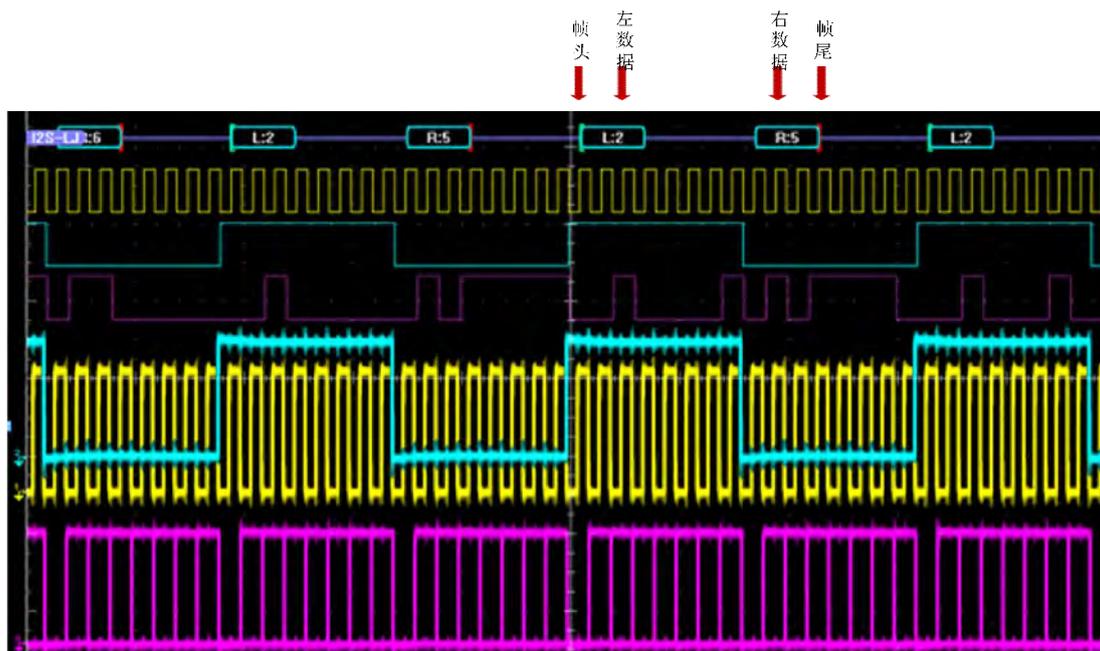


图15.10 AUDIO 触发与分析示例

15.11 USB 总线触发与分析示例

如果想观察 USB 总线上传输信号的情况，可以按以下步骤操作：

- 1) 将 USB 总线的 D+线接通道 1，D-线接通道 2，点击操作前面板通道控制按钮打开通道 1 和通道 2；
- 2) 操作前面板功能区【总线】按键，在下方屏幕弹出总线设置菜单，点击菜单上的菜单按钮[总线]，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单，点击菜单按钮[USB]，选择 USB 总线类型，屏幕下方切换为 USB 总线设置菜单；
- 3) 点击屏幕下方的菜单操作按钮[总线开关]，打开总线解码功能；
- 4) 点击菜单操作按钮[定义输入]，在屏幕右侧弹出 USB 输入设置菜单，点击菜单操作按钮[速度]，选择低速。
- 5) 点击菜单操作按钮[信号类型]，选择单端。
- 6) 点击菜单操作按钮[D+通道]，在菜单左侧弹出 D+通道输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 1，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 1 选择，选定的通道在右侧通道选择菜单上显示；
- 7) 点击菜单操作按钮[D-通道]，在菜单左侧弹出 D-通道输入选择三级菜单，旋转多功能旋钮 b 选择通道 2，然后按下多功能旋钮 b 确认选择，或者通过直接点击屏幕上三级菜单的通道 2 选择，选定的通道在右侧通道选择菜单上显示；

- 8) 点击菜单操作按钮[阈值], 在屏幕右侧弹出 USB 通道阈值设置菜单, 点击菜单按钮[D+], 旋转多功能旋钮 b 设置 D+输入通道的阈值, 点击菜单操作按钮[D+], 旋转多功能旋钮 b 设置 D+输入通道的阈值, 也可以点击菜单操作按钮[预置], 在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择预置的阈值, 然后按下多功能旋钮 b, 选择相应的预置类型或者直接点击屏幕上相应类型选择。相同的方法设置 D-通道阈值;
- 9) 点击菜单操作按钮[总线显示], 在屏幕右侧弹出 USB 总线显示设置菜单, 点击菜单操作按钮[显示方式], 在菜单左侧弹出总线显示方式设置三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择总线和波形显示方式, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过点击三级菜单的总线和波形选项直接设置; 点击菜单操作按钮[进制], 在菜单左侧弹出进制设置三级菜单, 旋转多功能旋钮 b 选择十六进制, 然后按下多功能旋钮 b 确认选择, 或者通过点击三级菜单的十六进制选项直接设置; 点击菜单操作按钮[总线偏移], 旋转多功能旋钮 b 改变总线在显示区域垂直方向的位置; 点击菜单操作按钮[数字波形偏移], 旋转多功能旋钮 b 改变数字波形在显示区域垂直方向的位置;
- 10) 操作前面板功能区【触发】按键, 在下方屏幕弹出触发设置菜单, 点击菜单按钮[触发类型], 在屏幕右侧弹出触发类型选择菜单, 点击菜单按钮[总线], 选择总线触发方式;
- 11) 点击屏幕下方菜单操作按钮[触发打开], 在屏幕右侧弹出 USB 总线触发类型设置菜单, 点击菜单操作按钮[同步], USB 总线触发类型设置为同步。

USB 总线解码触发显示如下图:

- USB 总线帧开始用绿色左中括号[表示。
- 同步和 CRC 校验用紫色框显示。
- PID 类型, 地址和端点用黄色框显示。
- 停止用红色的右中括号]表示。

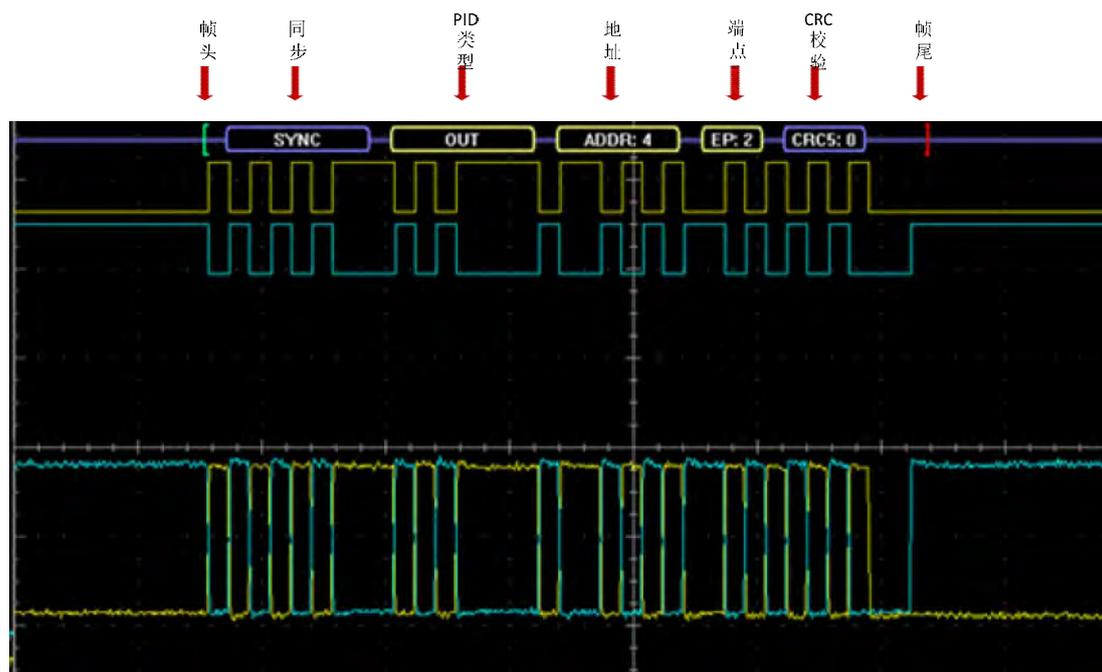


图15.11 USB 触发与分析示例

第十六章 故障检测与处理

本章主要讲述 AV4456 系列数字荧光示波器的故障处理与维修的相关内容。表 16.1 为 AV4456 系列数字荧光示波器可能出现的故障及解决方法。

表16.1 故障及处理方法

故障	原因	解决方法
黑屏	后面板的开关关闭或内部保险丝坏掉	打开后面板的开关按钮,更换内部保险丝
	示波器内部电源模块坏	需更换电源模块
	液晶电缆松动	重新插拔液晶电缆
WINDOWS 系统无法启动	CPU 模块坏或连接器连接不可靠	更换新的 CPU 模块或重新安装
	硬盘坏或连接器连接不可靠	更换新的硬盘模块或重新安装,修复系统引导区
应用程序启动后, 屏幕无轨迹	系统时钟失锁	运行自检菜单确认
	采集未结束	运行自检菜单确认
	运行状态, 自动触发模式	检查机器参数设置
波形显示异常	校准数据丢失	重新校准
	探头损坏	更换探头
	系统电源问题、系统时钟失锁、PCI 通信异常	运行自检程序,进行快速故障定位
参数测量不准确	信号噪声太大	选择平均或高分辨率模式
	输入耦合或阻抗设置不对	选择正确的输入阻抗和耦合
	探头衰减系数不对	正确设置探头系数
	校准数据不对	重新校准示波器
	探头未校准	重新校准探头

附录 1：技术指标说明

AV4456 系列数字荧光示波器技术指标如下表所示。

表附录 1.1 技术指标说明表

指标 \ 型号		AV4456C	AV4456D	AV4456CM	AV4456DM
垂直系统	模拟通道数	4			
	带宽（注：≥5mV/div）	350MHz	500MHz	350MHz	500MHz
	上升时间	<1ns	<700ps	<1ns	<700ps
	带宽限制	20MHz、250MHz			
	输入阻抗	1MΩ±1%、50Ω±1%			
	输入耦合	DC、AC			
	垂直灵敏度范围	1MΩ: 1mV/div~10V/div			
		50Ω: 1mV/div~1V/div			
	垂直增益精度	±3%（注：>5mV/div）			
	最大输入电压	1MΩ: 300Vrms、50Ω: 5Vrms			
	垂直分辨率	8bit			
	偏置范围	±1V（1mV/div~100mV/div）			
±10V（200mV/div~1V/div）					
±100V（2V/div~10V/div）					
通道间隔离度	≥40dB				
水平系统	采样率	5GSa/s（单）、2.5GSa/s（四）		5GSa/s（单）、1.25GSa/s（四）	
	存储深度	200Mpts/CH		100Mpts/CH	
	采集模式	正常：采集取样的值			
		峰值：取样毛刺最小 200ps			
		高分辨率：11 位垂直分辨率，可降低噪声			
		包络：最小和最大值包络反应多次采集上的峰值数据			
		平均：平均包含 2-512 个波形			
	滚动：在屏幕上从右向左滚动波形，时基 100ms/div~1000s/div				
最高采样率持续时间	40ms		20ms		
时基范围	1ns/div~1000s/div				

	时基精度	±5ppm
	时基延时范围	-10 格到 5000s
	通道间延时调节范围	±150ns, 分辨率 400ps
触发系统	触发源	模拟通道 (CH1~CH4)、外部、市电
	触发模式	自动、正常、单次
	触发释抑范围	6.4ns 至 12.8s
	触发电平范围	内部 (CH1~CH4): ±4 格
		外部: ±0.4V、 外部/10: ±4V
	触发灵敏度	内部 (CH1~CH4): 用户可调节, 步进 0.1 格
		外部: 50mV、 外部/10: 500mV
	触发类型	边沿: 在任何通道或辅助输入的上升沿或下降沿上触发
		序列: 在任何通道选定的边沿上进行准备, 等待指定的时间或事件的另一个选定边沿上触发
		欠幅: 当脉冲跨过一个阈值, 但在再次跨过第一个阈值前未能跨过第二个阈值时触发
		脉宽: 在>、<、= 或≠特定时间周期的正脉冲或负脉宽上触发, 脉宽范围: 0.8ns~12.8s, 分辨率 0.8ns
		逻辑: 在任何通道的逻辑码型变成假时或在指定时间内保持为真时触发, 可使用任何输入作为时钟, 寻找时钟边沿上的码型。
		建立和保持: 在任何通道上存在的时钟和数据之间的建立时间或保持时间出现违例时触发
		升降时间: 在脉冲边沿速率快于或慢于指定值时触发
		视频: 在 NTSC、PAL 和 SECAM 视频信号所有行、奇数场、偶数场或所有场上触发
高清视频 (选件 S03): 在 480p/60、576p/50、720p/50、720p/60、1080i/50、1080i/60、1080p/24、1080p/25、1080p/30、1080p/50、1080p/60 上触发		
I ² C (选件 S04): 在 10Mbps 以内的 I ² C 总线上的开始、重复开始、停止、ACK 丢失、地址、数据、地址和数据上触发		
RS232 (选件 S05): 在 2Mbps 以内的发送开始位、接收开始位、发送包结束、接收包结束、发送数据、接收数据、发送奇偶错误和接收奇偶错误上触发		
SPI (选件S06): 在10Mbps以内SPI总线上的帧开始、MOSI、MISO、 MOSI和MISO上触发		
CAN (选件S07): 在1Mbps以内CAN信号上的帧开始、帧类型、标识符、数据、标识符和数据、帧结束、ACK丢失、位填充错误上触发		

		LIN (选件S08) : 在100kbps以内LIN信号的同步、标识符、数据、标识符和数据、唤醒帧、睡眠帧、错误上触发
		FlexRay (选件 S09): 在 10Mbps 以内的帧头、指示位、标识符、循环数、数据、标识符和数据、帧结束、错误、标头字段上触发
		Audio (选件 S10) : 在字选择、帧同步或数据上触发, I ² S/LJ/RJ/TDM的最大速率10Mbps
		USB (选件 S11): 在同步、复位、中止、恢复、包结束、令牌包、数据包、握手包、特殊包、错误上触发, 低速1.5Mbps、全速12Mbps
总线分析仪 选件	解码通道	1个
	显示格式	二进制、十六进制
	显示方式	总线视图、数字视图、带有时标信息的事件表
	I ² C (选件 S04)	信号速率: ≤10Mbps 协议类型: 7位/10位地址
	RS232 (选件 S05)	信号速率: 50bps~2Mbps
	SPI (选件 S06)	信号速率: ≤10Mbps
	CAN (选件 S07)	信号速率: 10kbps~1Mbps、
	LIN (选件 S08)	信号速率: 800bps~100kbps 协议标准: 1.x、2.x
	FlexRay (选件 S09)	信号速率: 2.5Mbps、5Mbps、10Mbps
	Audio (选件 S10)	信号速率: ≤10Mbps 协议类型: I ² S、LJ、RJ、TDM
	USB (选件 S11)	信号速率: 低速1.5Mbps、全速12Mbps
	测量与分析系统	自动测量
光标		波形和屏幕
测量统计		平均值, 最小值, 最大值, 标准偏差
参考电平		用户可以定义自动测量的参考电平, 可以用百分比或单位指定
选通		在采集中隔离特定事件并测量, 使用屏幕或波形光标
波形直方图		波形直方图提供了一个数据值, 表示在显示屏上用户定义区域范围内总命中数

		信号源: CH1~CH4、REF1~REF4、数学
		类型: 垂直、水平
		测量种类: 12种, 包括波形个数、框内命中数、峰值命中数、中值、最大值、最小值、峰峰值、平均值、标准偏差、Sigma1、Sigma2、Sigma3
	波形数学	算术: 加、减、乘、除
		数学函数: 积分、微分、FFT
		FFT: 垂直标度设置为线性 RMS 或 dBVRMS, 窗口设置为矩形、Hamming、Hanning、Blackman-Harris
		高级数学: 定义大量的代数表达式: 包括波形、参考波形、数学函数、标量, 最多两个用户可调节变量和参数测量结果
	极限与模板测试 (选件 S01)	包含标准模板: ITU-T、ANSI T1.102、USB
		模板测试源: CH1~CH4
		极限测试源: CH1~CH4、REF1~REF4
		模板创建: 极限测试垂直公差 0~1 格; 极限测试水平公差 0~500 毫格; 可加载标准模板或定制模板
		模板比例: 锁定到源开启、锁定到源关闭
测试运行时间: 最小波形数量(1~1000000; 无穷大) 经过的最短时间(1秒到48小时; 无穷大)		
违例阈值: 1~1000000		
测试失败时的操作: 停止采集, 把屏幕图保存到文件, 把波形保存到文件, 触发输出脉冲		
测试完成时的操作: 触发输出脉冲		
结果显示: 测试状态, 波形总数, 违规数量, 违规比率, 测试总数, 测试失败数量, 测试失败比率, 经过的时间, 每个模板段命中数		
功率测量与分析 (选件 S02)	电源质量测试: V_{RMS} 、 $V_{\text{波峰因数}}$ 、频率、 I_{RMS} 、 $I_{\text{波峰因数}}$ 、有效功率、视在功率、无效功率、功率因数、相位角	
	开关损耗测量: 功率损耗和能量损耗, 包括 T_{on} 、 T_{off} 、传导、总损耗	
	谐波: THD-F、THD-R、RMS测量, 谐波图形显示及表格显示	
	波纹测量: $V_{\text{波纹}}$ 和 $I_{\text{波纹}}$	
	调制分析: +脉宽、-脉宽、周期、频率、+占空比和-占空比调制类型的图形显示	
	安全作业区: 开关设备安全作业区测量的图形显示和模板测试	
	dV/dt和dI/dt测量: 转换速率光标测量	

数字电压表	测量源	CH1、CH2、CH3、CH4
	测量类型	AC有效值、DC、DC+AC有效值、频率
	分辨率	数字电压表：4位
频率计数器：6位		
显示系统	显示器类型	10.4 英寸彩色液晶
	显示器分辨率	1024×768
	刻度	完整、网格、十字准线、框架
	触摸屏	电容触摸屏、支持波形和菜单的操作
	波形类型	点、矢量、余晖
	显示格式	YT、XY
	最快波形捕获率	70 万帧/秒
	灰度等级	256 级
	波形色彩	正常、反相、色温、光谱
	语言	中文、英文
	亮度	波形、刻度及屏幕的亮度可以自由调节
输入输出端口	USB 主控	前后各 2 个，用于屏幕快照、仪器设置和波形数据的存储
	USB 设备	后 1 个
	以太网	RJ-45 连接器，10/100/1000Mbps，支持网络程控
	视频输出口	DB-15 孔式连接器，用于将示波器链接到外部监视器上
	辅助输入	后面板 BNC，输入阻抗 1MΩ；最大输入 300Vrms CATII
	辅助输出	后面板 BNC，用于触发脉冲信号输出或极限模板测试的事件输出或内置培训信号输出
	参考输入/输出	后面板 BNC，时基系统用于参考时钟的输入或输出，频率 10MHz
	探头补偿器输出	前面板针脚，频率 1kHz、幅度约 3V
结构	结构形式	便携式
	电源	100V~240V _{AC} 、50Hz~60Hz
		最大功耗：120 W
	工作温度	0℃~+50℃
	外形尺寸（宽×高×深）	426mm×221.5mm×160mm（不包含底角和把手）
最大重量	6kg	

附录 2：附件和选件

AV4456 系列数字荧光示波器的标准配置的附件如下表所示。

(1) 主机

标准型：

- AV4456C 数字荧光示波器 4CH, 350MHz, 5GSa/s (单)、2.5GSa/s (四)
- AV4456D 数字荧光示波器 4CH, 500MHz, 5GSa/s (单)、2.5GSa/s (四)

经济型：

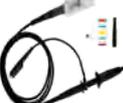
- AV4456CM 数字荧光示波器 4CH, 350MHz, 5GSa/s (单)、1.25GSa/s (四)
- AV4456DM 数字荧光示波器 4CH, 500MHz, 5GSa/s (单)、1.25GSa/s (四)

(2) 附件

序号	名称	说明
1	高阻探头	4 个
2	电源线	1 根, 标准三芯电源线
3	用户手册	1 本
4	编程手册	1 本
5	合格证	1 个

(3) 选件

选件编号	名称	功能	备注
AV4456-H03	P9558 高压单端探头	带宽: DC~250MHz 衰减: 100:1 最大电压: 3000V	
AV4456-H04	P3258 高压单端探头	带宽: DC~100MHz 衰减: 100:1 最大电压: 1500Vpk	
AV4456-H05	P8050 高压差分探头	带宽: DC~50MHz 衰减: 50:1、500:1 精度: $\pm 2\%$ 最大电压: 1300V (DC+ACpk) 供电: 9VDC	
AV4456-H06	P8100 高压差分探头	带宽: DC~100MHz 衰减: 50:1、500:1 精度: $\pm 2\%$ 最大电压: 1300V (DC+ACpk) 供电: 9VDC	

AV4456-H07	AP622 电流探头	带宽: DC~100kHz 测量范围: 50mA~100A 峰值 量程: 10mV/A、100mV/A 供电: 9V 碱性电池	
AV4456-H08	AP202 电流探头	带宽: DC~25MHz 精度: $\pm 3\%$ 最大电流: 20A (DC+ACpk) 量程: 100mV/A 供电: 9VDC	
AV4456-H09	机架安装套件	机架安装套件	
AV4456-H10	铝合金运输箱	铝合金运输箱	
AV4456-H11	英文界面选件	英文标签、英文橡胶按键	
AV4456-H12	P9550A 高阻探头	带宽: DC~500MHz 衰减: 10:1 输入阻抗: $10M\Omega//10pF\pm 2pF$ 最大电压: 300V CATII 支持自动识别功能	
AV4456-H13	P9551 高阻探头	带宽: DC~500MHz 衰减: 10:1、1:1 输入阻抗: $10M\Omega//10pF\pm 2pF$ 最大电压: 300V CATII 不支持自动识别功能	
AV4456-H14	P9350A 高阻探头	带宽: DC~350MHz 衰减: 10:1 输入阻抗: $10M\Omega//10pF\pm 2pF$ 最大电压: 300V CATII 支持自动识别功能	
AV4456-H15	P9600A 高阻探头	带宽: DC~600MHz 衰减: 10:1 输入阻抗: $10M\Omega//10pF\pm 2pF$ 最大电压: 300V CATII 支持自动识别功能	
AV4456-H17	P5020 高压差分探头	带宽: DC~20MHz 衰减: 500:1、5000:1 精度: $\pm 2\%$ 最大电压: 40kV(DC+ACpk-pk)	
AV4456-H18	P6100 高压差分探头	带宽: DC~100MHz 衰减: 100:1、1000:1 精度: $\pm 1\%$ 最大电压: 14kVpp	
AV4456-H19	P7100 高压差分探头	带宽: DC~100MHz 衰减: 100:1、1000:1 精度: $\pm 1\%$ 最大电压: 7000Vpp	

AV4456-H20	P4220 高压单端探头	带宽: DC~220MHz 衰减: 1000:1 精度: $\pm 3\%$ 最大电压: 40kV(DC+ACpk)	
AV4456-H21	AP621 电流探头	带宽: 10Hz-100kHz 测量范围: 2000A 峰值 量程: 100mV/A、10mV/A、1mV/A	
AV4456-H22	AP622D 电流探头	带宽: DC~1.5MHz 测量范围: 1mA~40A 峰值 量程: 100mV/A、1V/A	
AV4456-H23	AP204A 电流探头	带宽: DC~50MHz 精度: $\pm 3\%$ 最大电流: 40A (DC+ACpk) 量程: 50mV/A	

选件编号	名称	功能	备注
AV4456-S01	极限模板测试模块	支持 ITU-T、ANSI T1.102、USB 等标准模板或用户自创建	
AV4456-S02	功率测量与分析模块	支持电源质量、开关损耗、谐波、波纹、调制等测试	
AV4456-S03	高清视频触发模块	支持 480p、576p、720p、1080p、1080i 等制式	
AV4456-S04	I ² C 触发与分析模块	信号速率: $\leq 10\text{Mbps}$ 协议类型: 7 位/10 位地址 信号类型: 单端	
AV4456-S05	RS232 触发与分析模块	信号速率: 50~2Mbps 信号类型: 单端	
AV4456-S06	SPI 触发与分析模块	信号速率: $\leq 10\text{Mbps}$ 信号类型: 单端	
AV4456-S07	CAN 触发与分析模块	信号速率: 10kbps~1Mbps 信号类型: 单端、差分、CAN_L、CAN_H	
AV4456-S08	LIN 触发与分析模块	信号速率: 800bps~100kbps 协议标准: 1.X、2.X 信号类型: 单端	
AV4456-S09	FlexRay 触发与分析模块	信号速率: 2.5/5/10Mbps 信号类型: BP、BM、TX/RX	
AV4456-S10	Audio 触发与分析模块	信号速率: $\leq 10\text{Mbps}$ 协议类型: I ² S、LJ、RJ、TDM 信号类型: 单端	
AV4456-S11	USB 触发与分析模块	信号速率: 1.5Mbps、12Mbps 信号类型: 单端、差分	