Ceyear 思仪

4456 系列

数字荧光示波器

用户手册



中电科思仪科技股份有限公司

该手册适用下列型号数字荧光示波器，基于固件版本 Version 1.0 及以上。

- 4456 系列数字荧光示波器：4456C/D/E/CM/DM/EM

除标准配件外的选件如下：

- 4456-H01：逻辑分析仪选件
- 4456-H02：波形发生选件
- 4456-H03：P9558 高压单端探头
- 4456-H04：P3258 高压单端探头
- 4456-H05：P8050 高压差分探头
- 4456-H06：P8100 高压差分探头
- 4456-H07：AP622 电流探头
- 4456-H08：AP202 电流探头
- 4456-H09：机架安装套件
- 4456-H10：铝合金运输箱
- 4456-H11：英文界面选件
- 4456-H12：P9550A 高阻探头
- 4456-H13：P9551 高阻探头
- 4456-H14：P9350A 高阻探头
- 4456-H15：P9600A 高阻探头
- 4456-H16：逻辑探头
- 4456-H17：P5020 高压差分探头
- 4456-H18：P6100 高压差分探头
- 4456-H19：P7100 高压差分探头
- 4456-H20：P4220 高压单端探头
- 4456-H21：AP621 电流探头
- 4456-H22：AP622D 电流探头

- 4456-H23：AP204A 电流探头
- 4456-H24：PL-50 匹配器
- 4456-H25：PL-75 匹配器
- 4456-H26：PL-93 匹配器

- 4456-S01：极限模板测试模块
- 4456-S02：功率测量与分析模块
- 4456-S03：高清视频触发模块
- 4456-S04：I^2C 触发与分析模块
- 4456-S05：RS232 触发与分析模块
- 4456-S06：SPI 触发与分析模块
- 4456-S07：CAN 触发与分析模块
- 4456-S08：LIN 触发与分析模块
- 4456-S09：FlexRay 触发与分析模块
- 4456-S10：Audio 触发与分析模块
- 4456-S11：USB 触发与分析模块
- 4456-S12：MIL-STD-1553 触发与分析模块

版　　本：　G.2　2025年09月，中电科思仪科技股份有限公司
地　　址：　山东省青岛市黄岛区香江路98号
服务咨询：　400-1684191
质量监督：　0532-86886614
网　　址：　www.ceyear.com
电子信箱：　techbb@ceyear.com
邮　　编：　266555

前　言

非常感谢您选择使用中电科思仪科技股份有限公司研制、生产的 4456 系列数字荧光示波器！该产品集高、精、尖于一体，在同类产品中有较高的性价比。

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。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对用户的承诺。

手册编号

AV2.734.1015SS

版本

G.2　2025.09

中电科思仪科技股份有限公司

手册授权

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最终解释权属于中电科思仪科技股份有限公司。

本手册版权属于中电科思仪科技股份有限公司，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，中电科思仪科技股份有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

产品质保

本产品从出厂之日起保修期为 18 个月。质保期内仪器生产厂家会根据用户要求及实际情况维修或替换损坏部件。具体维修操作事宜以合同为准。

产品质量证明

本产品从出厂之日起确保满足手册中的指标。校准测量由具备国家资质的计量单位予以完成，并提供相关资料以备用户查阅。

质量/环境管理

本产品从研发、制造和测试过程中均遵守质量和环境管理体系。中电科思仪科技股份有限公司已经具备资质并通过 ISO 9001 和 ISO 14001 管理体系。

安全事项



警告标识表示存在危险。它提示用户注意某一操作过程、操作方法或者类似情况。若不能遵守规则或者正确操作，则可能造成人身伤害。在完全理解和满足所指出的警告条件之后，才可继续下一步。



注意标识代表重要的信息提示，但不会导致危险。它提示用户注意某一操作过程、操作方法或者类似情况。若不能遵守规则或者正确操作，则可能引起的仪器损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足所指出的小心条件之后，才可继续下一步。

检定周期

本产品检定周期为 1 年。

目 录

1 手册导航 1
1.1 关于手册 1
1.2 关联文档 1
2 概述 3
2.1 产品综述 3
2.2 安全使用指南 4
3 操作指南 11
3.1 准备使用 11
3.2 前、后面板说明 18
3.3 垂直系统 26
3.4 水平系统 34
3.5 触发系统 40
3.6 测量系统 68
3.7 数学运算 79
3.8 显示系统 85
3.9 保存调用和参考 91
3.10 系统设置 97
3.11 数字电压表 103

3.12 逻辑分析仪（选件）.....103
3.13 函数发生器（选件）.....108
3.14 总线分析仪（选件）.....122
3.15 极限和模板测试（选件）.....211
3.16 功率测量与分析（选件）.....215
4 故障诊断与返修.....229
4.1 工作原理.....229
4.2 故障诊断与排除.....232
4.3 返修方法.....233
5 技术指标.....235
5.1 声明.....235
5.2 产品特征.....235
5.3 技术指标.....236
附 录.....237
附录 A 技术指标说明.....238
附录 B 附件和选件.....249

1 手册导航

本章介绍了 4456 系列数字荧光示波器的用户手册功能、章节构成和主要内容，并介绍了提供给用户使用的仪器关联文档。

- 关于手册 1
- 关联文档 1

1.1 关于手册

本手册介绍了中电科思仪科技股份有限公司所生产的 4456 系列数字荧光示波器的基本功能和操作使用方法。描述了仪器产品特点、基本使用方法、操作指南、维护及技术指标等内容，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。为方便您熟练使用该仪器，请在操作仪器前，仔细阅读本手册，然后按手册指导正确操作。

用户手册共包含的章节如下：

- **概述**

  概括地讲述了4456系列数字荧光示波器的主要性能特点、典型应用示例及操作仪器的安全指导事项。目的使用户初步了解仪器的主要性能特点，并指导用户安全操作仪器。

- **操作指南**

  详细介绍仪器各种测量功能的操作方法，包括：菜单结构和菜单项说明、配置仪器、启动测量过程和获取测量结果等。针对不同用户用户，系统、详细地介绍、列举每种功能，使用户理解掌握数字荧光示波器的一些基本用法，介绍相对复杂的测试过程、高阶的使用技巧、指导用户实施测量过程。

- **故障诊断与返修**

  包括整机工作原理介绍、故障判断和解决方法及返修方法。

- **技术指标**

  介绍了4456系列数字荧光示波器的产品特征和主要技术指标。

- **附录**

  列出4456系列数字荧光示波器的必要的参考信息，包括：技术指标、附件和选件等。

1.2 关联文档

4456 系列数字荧光示波器的产品文档包括：

- 用户手册
- 程控手册
- 快速使用指南
- 在线帮助

1.2 关联文档

用户手册

本手册详细介绍了仪器的功能和操作使用方法，包括：配置、测量和维护等信息。目的是 :指导用户如何全面的理解产品功能特点及掌握常用的仪器测试方法。包含的主要章节是：

- 手册导航
- 概述
- 操作指南
- 故障诊断与返修
- 技术指标
- 附录

程控手册

本手册详细介绍了远程编程基础、SCPI 基础、SCPI 命令、编程示例和 I/O 驱动函数库等。目的是：指导用户如何快速、全面的掌握仪器的程控命令和程控方法。包含的主要章节是：

- 远程控制
- 程控命令
- 编程示例
- 错误说明
- 附录

快速使用指南

本手册介绍了仪器的配置和启动测量的基本操作方法，目的是：使用户快速了解仪器的特点、掌握基本设置和基础的操作方法。包含的主要章节是：

- 准备使用
- 典型应用
- 获取帮助

在线帮助

在线帮助集成在仪器产品中，提供快速的文本导航帮助，方便用户本地和远控操作。包含的主要章节同用户手册。

2 概述

本章介绍了4456系列数字荧光示波器的主要性能特点、主要用途范围及主要技术指标。同时说明了如何正确操作仪器及用电安全等注意事项。

- 产品综述 3
- 安全使用指南 4

2.1 产品综述

4456系列数字荧光示波器具有6个产品型号 ,带宽350MHz~1GHz ,最高采样率5GSa/s，最大存储深度500Mpts/CH ,最快波形捕获率100万个波形/秒 ,独创的Any Acquire Phosphor技术，为您提供全新的示波器使用体验。

4456系列数字荧光示波器集数字示波器、逻辑分析仪、函数发生器、总线分析仪、数字电压表五种仪器于一体，具有波形自动设置、波形参数自动测量与统计、光标测量、直方图测量、数学运算、FFT分析、串行总线触发与分析、极限与模板测试、功率测量与分析、波形录制与回放、模数混合信号分析、任意函数发生等功能，支持以太网程控，方便您集成开发使用。

4456系列数字荧光示波器分为标准型4456C/D/E和经济型4456CM/DM/EM。示波器和数字电压表功能为标配，逻辑分析仪、函数发生器及总线分析仪为选配。广泛应用于模拟和数字电路设计与调试、电路诊断与瞬态信号捕获、电源器件和电源电子设计、嵌入式的设计与调试、汽车电子的测试、视频系统的设计、产品测试与质量控制、教育培训、服务维修等领域。

- 产品特点 3
- 典型应用 4

2.1.1 产品特点

2.1.1.1 基本功能

4456 系列数字荧光示波器主要功能是：

1) 具有波形自动设置功能；
2) 具有参数自动测量与统计功能；
3) 具有光标测量功能；
4) 具有数学运算及高级数学功能；
5) 具有 FFT 分析功能；
6) 具有视窗扩展功能；
7) 具有极限模板测试功能（选件）；

8) 具有功率测量与分析功能（选件）；
9) 具有以太网接口的远程程控功能；
10) 具有 16 个通道的数字信号分析功能（选件）；
11) 具有 1 个通道的波形发生功能；具有 I2C、RS232、SPI、CAN、LIN、FlexRay、Audio、USB、1553 等多种串行总线的触发与分析功能（选件）；
12) 具有数字电压表的电压和频率测量功能；

2.1.1.2 灵活性

1) 中/英文操作界面，电容触摸屏

4456 系列数字荧光示波器为全自主设计软件，中文操作界面，当前状态信息尽收眼底。操作界面也可根据不同用途及场合设置为英文，方便您的使用。

电容触摸屏，支持单点和多点触控，快速实现波形和菜单的操作。

2) U盘自动软件升级

4456 系列数字荧光示波器提供了可用于软件升级及数据备份的 USB 接口 ,您可以方便地利用 U 盘对仪器进行软件升级及维护，简单快捷。

3) 丰富的程控接口

4456 系列数字荧光示波器提供了网络口等附加扩展接口，任您自由选择，可以方便地实现远程控制及网络升级功能。

2.1.2 典型应用

作为具备业界优异性能的示波器产品，4456 系列数字荧光示波器涵盖 350MHz、500MHz 和 1GHz 三种带宽产品，可用于雷达、电子战、通信装备等电子系统的搭建与电子系统综合性能评估，满足不同场合的测试需求。

2.2 安全使用指南

请认真阅读并严格遵守以下注意事项！

我们将不遗余力的保证所有生产环节符合最新的安全标准，为用户提供最高安全保障。我们的产品及其所用辅助性设备的设计与测试均符合相关安全标准 ,并且建立了质量保证体系对产品质量进行监控，确保产品始终符合此类标准。为使设备状态保持完好，确保操作的安全，请遵守本手册中所提出的注意事项。如有疑问，欢迎随时向我们进行咨询。

另外，正确的使用本产品也是您的责任。在开始使用本仪器之前，请仔细阅读并遵守安全说明。本产品适合在工业和实验室环境或现场测量使用，切记按照产品的限制条件正确使用，以免造成人员伤害或财产损害。如果产品使用不当或者不按要求使用，出现的问题将由您负责，我们将不负任何责任。**因此，为了防止危险情况造成人身伤害或财产损坏，请务必**

遵守安全使用说明。请妥善保管基本安全说明和产品文档，并交付到最终用户手中。

- 安全标识 5
- 操作状态和位置 6
- 用电安全 7
- 操作注意事项 8
- 维护 8
- 电源模块 9
- 运输 9
- 废弃处理/环境保护 9

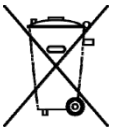
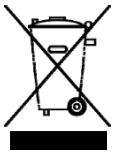
2.2.1 安全标识

2.2.1.1 产品相关

产品上的安全警告标识如下（表 2.1）:

表2.1 产品安全标识

符号	意义	符号	意义
	注意 ,特别提醒用户注意的信息。提醒用户应注意的操作信息或说明。		开/关 电源
	注意，搬运重型设备。		待机指示
	危险！小心电击。		直流电（DC）
	警告！小心表面热。		交流电（AC）
	防护导电端		直流/交流电（DC/AC）
	地		仪器加固绝缘保护

	接地端		电池和蓄电池的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第1项。
	注意，小心处理经典敏感器件。		单独收集电子器件的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第2项。
	警告！辐射。 具体说明请参考本节“2.2.4 操作注意事项”中的第7项。		

2.2.1.2 手册相关

为提醒用户安全操作仪器及关注相关信息，产品手册中使用了以下安全警告标识，说明如下：

危 险　危险标识，若不避免，会带来人身和设备伤害。

警 告　警告标识，若不避免，会带来人身和设备伤害。

小 心　小心标识，若不避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。

注 意　注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。

提 示　提示标识，仪器及操作仪器的信息。

2.2.2 操作状态和位置

操作仪器前请注意：

1) 除非特别声明，4456 系列数字荧光示波器的操作环境需满足：平稳放置仪器，室内操作。操作仪器时所处的海拔高度最大不超过 4600 米，运输仪器时，海拔高度最大不超过 4500 米。实际供电电压允许在标注电压的±10%范围内变化，供电频率允许在标注频率的±5%范围内变化。

2) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，请勿将仪器放置在有水的表面、车辆、橱柜和桌子等不固定及不满足载重条件的物品上。请将仪器稳妥放置并加固在结实的物品表面（例如：防静电工作台）。

3) 请勿将仪器放置在容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。

4) 请勿将仪器放置在散热的物品表面（例如：散热器）。操作环境温度不要超过产品相关指标说明部分，产品过热会导致电击、火灾等危险。

5) 请勿随便通过仪器外壳上的开口向仪器内部塞入任何物体，或者遮蔽仪器上的槽口或开口，因为它们的作用在于使仪器内部通风、防止仪器变得过热。

2.2.3 用电安全

仪器的用电注意事项：

1) 仪器加电前，需保证实际供电电压需与仪器标注的供电电压匹配。若供电电压改变，需同步更换仪器保险丝型号。

2) 参照仪器后面板电源要求，采用三芯电源线，使用时保证电源地线可靠接地，浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。

3) 请勿破坏电源线，否则会导致漏电，损坏仪器，甚至对操作人员造成伤害。若使用外加电源线或接线板，使用前需检查以保证用电安全。

4) 若供电插座未提供开/关电开关，若需对仪器断电，可直接拔掉电源插头，为此需保证电源插头可方便的实现插拔。

5) 请勿使用损坏的电源线，仪器连接电源线前，需检查电源线的完整性和安全性，并合理放置电源线，避免人为因素带来的影响，例如：电源线过长绊倒操作人员。

6) 仪器需使用 TN/TT 电源网络，其保险丝最大额定电流 16A（若使用更大额定电流的保险丝需与厂家商讨确定）。

7) 保持插座整洁干净，插头与插座应接触良好、插牢。

8) 插座与电源线不应过载，否则会导致火灾或电击。

9) 若在电压 Vrms > 300V 或 5V 的电路中测试（1MΩ：300Vrms、50Ω：5Vrms），为避免仪器损伤，应采取适当保护措施(例如 :使用合适的测试仪器、加装保险丝、限定电流值、电隔离与绝缘等）。

10) 除非经过特别允许，不能随意打开仪器外壳，这样会暴露内部电路和器件，引起不必要的损伤。

11) 若仪器需要固定在测试地点，那么首先需要具备资质的电工安装测试地点与仪器间的保护地线。

12) 采取合适的过载保护，以防过载电压（例如由闪电引起）损伤仪器，或者带来人员伤害。

13) 仪器机壳打开时，不属于仪器内部的物体，不要放置在机箱内，否则容易引起短路，损伤仪器，甚至带来人员伤害。

14) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，因此仪器不要接触液体，以防损伤仪器，甚至带来人员伤害。

15) 仪器不要处于容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。

2.2.4 操作注意事项

1) 仪器操作人员需要具备一定的专业技术知识，以及良好的心理素质，并具备一定的应急处理反映能力。

2) 移动或运输仪器前，请参考本节“2.2.7 运输”的相关说明。

3) 仪器生产过程中不可避免的使用可能会引起人员过敏的物质（例如：镍），若仪器操作人员在操作过程中出现过敏症状（例如：皮疹、频繁打喷嚏、红眼或呼吸困难等），请及时就医查询原因，解决症状。

4) 拆卸仪器做报废处理前，请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”的相关说明。

5) 若发生火灾，损坏的仪器会释放有毒物质，为此操作人员需具备合适的防护设备（例如：防护面罩和防护衣），以防万一。

6) 电磁兼容等级符合 GJB 3947A-2009 中 3.9.1 表 4 的规定要求。

2.2.5 维护

1) 只有授权的且经过专门技术培训的操作人员才可以打开仪器机箱。进行此类操作前，需断开电源线的连接，以防损伤仪器，甚至人员伤害。

2) 仪器的修理、替换及维修时，需由厂家专门的电子工程师操作完成，且替换维修的部分需经过安全测试以保证产品的后续安全使用。

2.2.6 电源模块

电源模块使用前，需仔细阅读相关信息，以免发生爆炸、火灾甚至人身伤害。关于电源模块的使用注意事项如下：

1) 勿将电源模块暴露在明火等热源下；存储时，避免阳光直射，保持清洁干燥；并使用干净干燥的柔软棉布清洁电源模块的连接端口。

2) 请勿短路电源模块。由于彼此接触或其它导体接触易引起短路，请勿将多块电源模块放置在纸盒或者抽屉中存储；电源模块使用前请勿拆除原外包装。

3) 电源模块请勿遭受机械冲撞。

4) 请使用厂家标配的电源模块，任何不正确的替换，都易引起爆炸。

5) 废弃的电源模块需回收并与其它废弃物品分开处理。因内部的有毒物质，需根据当地规定合理丢弃或循环利用。

2.2.7 运输

1) 若仪器较重请小心搬放，必要时借助工具（例如：起重机）移动仪器，以免损伤身体。

2) 仪器把手适用于个人搬运仪器时使用，运输仪器时不能用于固定在运输设备上。为防止财产和人身伤害，请按照厂家有关运输仪器的安全规定进行操作。

3) 在运输车辆上操作仪器，司机需小心驾驶保证运输安全，厂家不负责运输过程中的突发事件。所以请勿在运输过程中使用仪器，且应做好加固防范措施，保证产品运输安全。

2.2.8 废弃处理/环境保护

1) 请勿将标注有电池或者蓄电池的设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集，且在合适的收集地点或通过厂家的客户服务中心进行废弃处理。

2) 请勿将废弃的电子设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集。厂家有权利和责任帮助最终用户处置废弃产品，需要时，请联系厂家的客户服务中心做相应处理以免破坏环境。

3) 产品或其内部器件进行机械或热再加工处理时，或许会释放有毒物质（重金属灰尘例如：铅、铍、镍等），为此，需要经过特殊训练具备相关经验的技术人员进行拆卸，以免造成人身伤害。

4) 再加工过程中，产品释放出来的有毒物质或燃油，请参考生产厂家建议的安全操作规则，采用特定的方法进行处理，以免造成人身伤害。

3 操作指南

本章介绍了 4456 系列数字荧光示波器的使用前注意事项、前后面板浏览、垂直系统、水平系统、触发系统、测量系统等。以便用户初步了解仪器本身和测量过程。该章节包含的内容与快速入门手册相关章节一致。

- 准备使用 11
- 前、后面板说明 18
- 垂直系统 26
- 水平系统 34
- 触发系统 40
- 测量系统 68
- 数学运算 79
- 显示系统 85
- 保存调用和参考 91
- 系统设置 97
- 数字电压表 103
- 逻辑分析仪（选件） 103
- 函数发生器（选件） 108
- 总线分析仪（选件） 122
- 极限和模板测试（选件） 211
- 功率测量与分析（选件） 215

3.1 准备使用

- 操作前准备 11
- 例行维护 17

3.1.1 操作前准备

本章介绍了 4456 系列数字荧光示波器初次设置使用前的注意事项。



防止损伤仪器

为避免电击、火灾和人身伤害：

- 请勿擅自打开机箱。

3.1 准备使用

- 请勿试图拆开或改装本手册未说明的任何部分。若自行拆卸，可能会导致电磁屏蔽效能下降、机内部件损坏等现象，影响产品可靠性。若产品处于保修期内，我方不再提供无偿维修。
- 认真阅读本手册“2.2 安全使用指南”章节中的相关内容，及下面的操作安全注意事项，同时还需注意数据页中涉及的有关特定操作环境要求。

注 意

静电防护

注意工作场所的防静电措施，以避免对仪器带来的损害。具体请参考手册“2.2 安全使用指南”章节中的相关内容。

注 意

操作仪器时请注意：

不恰当的操作位置或测量设置会损伤仪器或其连接的仪器。仪器加电前请注意：

- 为保证风扇叶片未受阻及散热孔通畅，仪器距离墙壁至少 10cm，并确保所有风扇通风口均畅通无阻；
- 保持仪器干燥；
- 平放、合理摆放仪器；
- 环境温度符合数据页中标注的要求；
- 输入信号电压符合标注范围；

提 示

电磁干扰（EMI）的影响：

电磁干扰会影响测量结果，为此：

- 选择合适的屏蔽电缆。例如，使用双屏蔽射频/网络连接电缆；
- 请及时关闭已打开且暂时不用的电缆连接端口或连接匹配负载到连接端口；
- 参考注意数据页中的电磁兼容（EMC）级别标注。

- 开箱 13
- 环境要求 14
- 开/关电 15

3.1.1.1 开箱

1) 外观检查

步骤 1. 检查外包装箱和仪器防震包装是否破损，若有破损保存外包装以备用，并按照下面的步骤继续检查。

步骤 2. 开箱，检查主机和随箱物品是否有破损；

步骤 3. 按照表 3.1 仔细核对以上物品是否有误；

步骤 4. 若外包装破损、仪器或随箱物品破损或有误，严禁通电开机！请根据封面中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

注 意

搬移：移动时，应轻拿轻放。

2) 型号确认

表3.1 4456随箱物品清单

名 称	数 量	功 能
主机：		
✧ 4456	1	—
标配：		
✧ 三芯电源线	1	—
✧ 用户手册	1	—
✧ 程控手册	1	—
✧ 探头	4	—
✧ 装箱清单	1	—
✧ 产品合格证	1	—
选件：		
✧	—	—

3.1.1.2 环境要求

4456 系列数字荧光示波器的操作场所应满足下面的环境要求：

1) 操作环境

操作环境应满足下面的要求：

表3.2 4456操作环境要求

工作温 度	0℃~+50℃；含 H01 逻辑分析仪时，0℃~+40℃
非工作温度	-40℃~+70℃
湿 度	<+29 °C 时，湿度计测量值范围：20% ~ 80%（未冷凝）
海拔高度	0 ~ 2,000 米 (0 ~ 6,561 英尺)
振 动	最大 0.21 G，5 Hz ~ 500 Hz

注 意

上述环境要求只针对仪器的操作环境因素，而不属于技术指标范围。

2) 散热要求

为了保证仪器的工作环境温度在操作环境要求的温度范围内，应满足仪器的散热空间要求如下：

表3.3 4456散热要求

仪器部位	散热距离
后侧	≥180 mm
左右侧	≥60 mm

3) 静电防护

静电对电子元器件和设备有极大的破坏性，通常我们使用两种防静电措施：导电桌垫与手腕组合；导电地垫与脚腕组合。两者同时使用时可提供良好的防静电保障。若单独使用，只有前者可以提供保障。为确保用户安全，防静电部件必须提供至少 1MΩ 的对地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏：

- 保证所有仪器正确接地，防止静电生成；
- 将同轴电缆与仪器连接之前，应将电缆的内外导体分别与地短暂接触；
- 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。

警 告

电压范围

上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合。

3.1.1.3 开/关电

1) 加电前注意事项

仪器加电前应注意检查如下事项：

a) 确认供电电源参数

4456 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 150W。因此，请您在使用数字荧光示波器前请仔细查看仪器后面板的电源要求。

表 3.4 列出了数字荧光示波器正常工作时对外部供电电源的要求。

表3.4 4456工作电源参数要求

电源参数	适应范围
电压、频率	110V ~220V±10%，50 ~ 60Hz
额定输出电流	>1.5A
功耗(开机)	<150W

提 示

防止电源互扰

为防止由于多台设备之间通过电源产生相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰对仪器硬件的毁坏，建议使用 220V 或 110V 的交流稳压电源为信号发生器供电。

b) 确认及连接电源线

4456 系列数字荧光示波器采用三芯电源线接口，符合国家安全标准。在数字荧光示波器加电前，必须确认数字荧光示波器的电源线中的**保护地线已可靠接地**，浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。推荐使用随机携带的电源线。严禁使用不带保护地的电源线。当接上合适电源插座时，电源线将仪器的机壳接地。电源线的额定电压

值应大于等于 250V，额定电流应大于等于 2.5A。

仪器连接电源线时：

步骤 1. 确认工作电源线未损坏；

步骤 2. 使用电源线连接仪器后面板供电插头和接地良好的三芯电源插座。



接地

接地不良或接地错误很可能导致仪器损坏，甚至对人身造成伤害。在给频谱分析仪加电开机之前，一定要确保地线与供电电源的地线良好接触。

请使用有保护地的电源插座。不要用外部电缆、电源线和不具有接地保护的自耦变压器代替接地保护线。如果一定需要使用自耦变压器，必须把公共端连接到电源接头的保护地上。

c) 保险丝

保险丝的值印在后面板电源插座上面，保险丝长 20mm，直径 5mm，额定电流 2.5A，额定电压 250V，快速熔断型。如果需要更换保险丝，请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机；

步骤 2. 拔掉电源线；

步骤 3. 拧出保险丝座；

步骤 4. 换保险丝；

步骤 5. 重新装入保险丝座；

步骤 6. 接上电源线；



更换保险丝

替换保险丝时，请用同等型号和参数的保险丝（250V/F3A），以防引起火灾。

严禁使用其它材料或其它型号的保险丝。

2) 初次加电

仪器开/关电方法和注意事项如下：

a) 连接电源

初次加电前，请确认供电电源参数及电源线，具体可参考用户手册中的章节“3.1.1.3 加电前注意事项”部分。

步骤 1. **连接电源线**：用包装箱内与数字荧光示波器配套的电源线或符合要求的三芯电源线一端接入数字荧光示波器的后面板电源插座，电源插座旁标注数字荧光示波器要求的电压参数指标，提醒用户使用的电压应该符合要求。电源线的另一端连接符合要求的交流电源；

步骤 2. **打开后面板电源开关**：观察前面板电源开关待机指示灯变亮为黄色。

步骤 3. 打开前面板电源开关：开机前请先不要连接任何设备到数字荧光示波器，若一切正常，可以开机，开机后前面板电源开关上方的指示灯会变为绿色。

b) 开/关电

i. 开机

步骤 1. 打开后面板电源开关 (“|”)。

步骤 2. 打开前面板左下角电源开关，位于按下的位置（ ⏏ ），此时电源开关上方电源指示灯颜色由黄色变为绿色。

步骤 3. 数字荧光示波器前面板用户界面将逐步显示仪器启动过程的相关信息：首先短暂显示制造商信息，随后进入操作系统。

步骤 4. Windows 7 启动成功后，系统自动运行数字荧光示波器的初始化程序，显示操作主界面。

仪器进入可操作状态。

ii. 关机

步骤 1. 关闭前面板左下角电源开关，位于弹出的位置（ ⏏ ）。此时，仪器进入关机过程（软硬件需要经过一些处理后才能关闭电源），经过十几秒后，仪器断电，此时电源开关指示灯颜色由绿色变为黄色；

步骤 2. 关闭后面板电源开关 (“O”)，或者断开仪器电源连接。

仪器进入关机状态。

注 意

仪器断电

仪器在正常工作状态时，只能通过操作前面板电源开关实现关机。**不要直接操作后面板电源开关或直接断开与仪器的电源连接**，否则，仪器不能进入正常的关机状态，会损伤仪器，或丢失当前仪器状态/测量数据。**请采用正确的方法关机。**

c) 切断电源

非正常情况下，为了避免人身伤害，需要数字荧光示波器紧急断电。此时，只需拔掉电源线（从交流电插座或从仪器后面板电源插座）。为此，操作仪器时应当预留足够的操作空间，以满足必要时直接切断电源的操作。

3.1.2 例行维护

该节介绍了 4456 系列数字荧光示波器的日常维护方法。

- 清洁方法 18
- 测试端口维护 18

3.1.2.1 清洁方法

1) 清洁仪器表面

清洁仪器表面时，请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干的或稍微湿润的软布轻轻擦拭表面，禁止擦拭仪器内部。

步骤 3. 请勿使用化学清洁剂，例如：酒精、丙酮或可稀释的清洁剂等。

2) 清洁显示屏

使用一段时间后，需要清洁显示屏。请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦试显示面板；

步骤 3. 再用干净柔软的棉布将显示擦干；

步骤 4. 待清洗剂干透后方可接上电源线。

注 意

显示屏清洁

切勿使用含有氟化物、酸性、碱性的清洗剂。切勿将清洗剂直接喷到显示屏上，否则可能渗入机器内部，损坏仪器。

3.1.2.2 测试端口维护

4456系列数字荧光示波器前面板有4个BNC接头，后面板由3个BNC接头。请按照的下面的方法维护该类接头：

- 接头应远离灰尘，保持干净；
- 为防止静电泄露（ESD），不要直接接触接头表面；
- 不要使用损伤的接头；

3.2 前、后面板说明

该章节介绍了 4456 系列数字荧光示波器的前、后面板及操作界面的元素组成及其功能。

- 前面板说明 19
- 后面板说明 25

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 4456 系列数字荧光示波器的前面板组成及功能，阅读本节您可大致熟悉该仪器面板键盘的基本使用。图 3.1 为 4456 系列数字荧光示波器前面板。

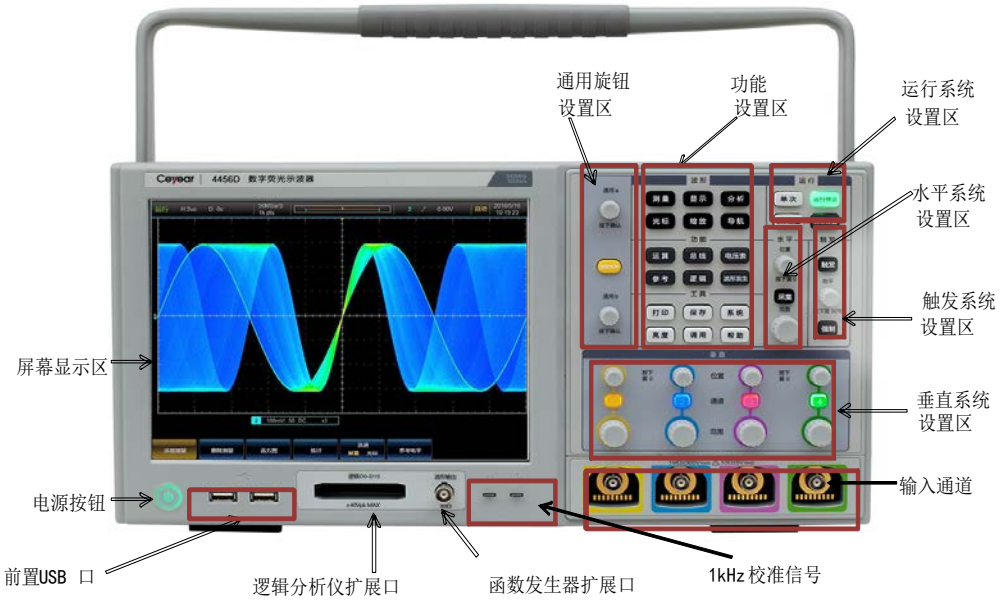


图3.1 4456 前面板

4456 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、波形发生扩展接口、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。

3.2.1.1 电源按钮



图3.2 电源按钮

【⏻】：用于仪器的开机和关机。

3.2.1.2 前置 USB 口



图3.3 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。

3.2.1.3 逻辑分析仪扩展接口



图3.4　逻辑分析仪接口

逻辑分析仪扩展接口，用于 16 个数字通道的信号输入，当 4456-H01 选件选用时，该扩展接口开启。

3.2.1.4 波形发生扩展接口



图3.5　波形发生接口

波形发生扩展接口，用于 1 个通道的波形输出，输出阻抗 50Ω。当 4456-H02 选件选用时，该扩展接口开启。

3.2.1.5 1kHz 校准信号



图3.6　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 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。

3.2.1.6 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。

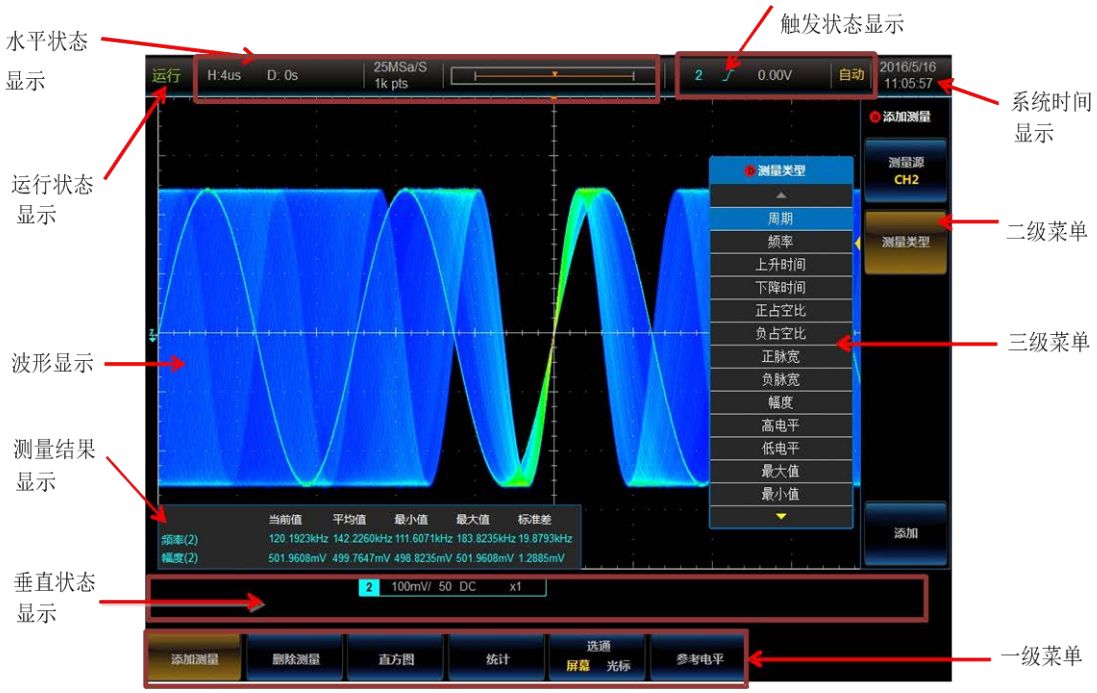


图3.7 屏幕显示区

3.2.1.7 通用旋钮设置区



图3.8 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。

【清除菜单】：用于关闭打开的菜单，按下后可依次关闭三级、二级和一级菜单。

3.2.1.8 功能设置区



图3.9　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和波形录制与回放的操作。
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、1553B 等 9 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 个通道的波形发生选件的功能设置。

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，可按该按键调用帮助文档。

3.2.1.9 运行系统设置区



图3.10 运行系统设置区

功能设置区由运行/停止、单次、默认设置、自动设置四个按键组成。

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，按默认设置按键可以复位系统设置。

3.2.1.10 水平系统设置区



图3.11 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、采集按键三个部分组成。

3.2 前、后面板说明

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。

3.2.1.11 触发系统设置区



图3.12 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。

3.2.1.12 垂直系统设置区



图3.13 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。

3.2.1.13 输入通道区

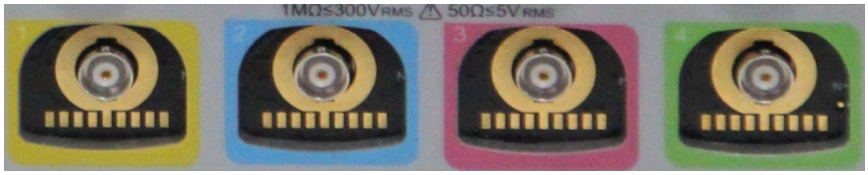


图3.14 输入通道区

3.2.2 后面板说明

本节介绍了 4456 系列数字荧光示波器的后面板组成，后面板如图 3.15 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3.15 4456 后面板

3.3 垂直系统

本节介绍了4456系列数字荧光示波器的垂直系统，包括：

- 垂直系统概述 26
- 按键/旋钮说明 27
- 探头 27
- 通道状态 28
- 输入耦合 29
- 输入阻抗 29
- 带宽限制 29
- 探头设置 30
- 标签 31
- 反相&细调 32
- 量程细调 32
- 垂直量程 33
- 垂直偏移 33
- 通道延时 33

3.3.1 垂直系统概述

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3.16 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：

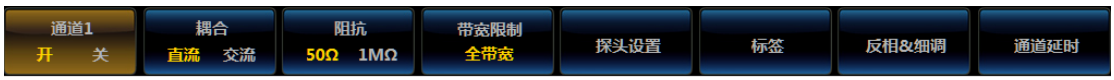


图3.17 通道菜单

3.3.2 按键/旋钮说明

表 3.5 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/di ~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

3.3.3 探头

3.3.3.1 探头接口

4456 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。

本示波器支持无源高阻探头、高压单端探头、高压差分探头、电流探头及有源电压探头等。使用无源高阻探头、高压单端探头、高压差分探头、电流探头时，示波器的输入阻抗需设置为 1MΩ，探头的衰减系数与所选用的探头一致，使用有源电压探头时，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。

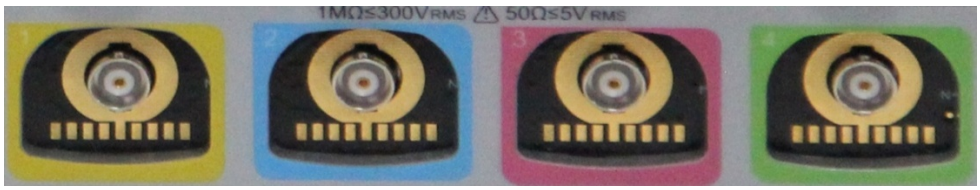


图3.18 探头接口示意图

3.3.3.2 标配高阻探头校准

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。

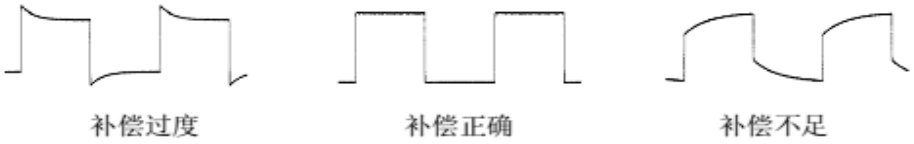


图3.19 探头补偿示意图

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。

3.3.4 通道状态

按下任一通道键 CH1~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3.20 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3.21 通道状态指示栏

3.3.5 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。

3.3.6 输入阻抗

本示波器提供了两种输入阻抗：1MΩ 和 50Ω。

- 1MΩ :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。
- 50Ω：使示波器和输出阻抗为 50Ω 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 1MΩ、50Ω 间切换。同时，对应的通道状态栏中显示为 1MΩ 或 50Ω。

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。

3.3.7 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3.22 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。

3.3.8 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3.23 探头设置菜单

- **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3.24 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。

- **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。

- **探头校零**

当接入的探头为有源电压探头时，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。

3.3.9 标签

可设置当前通道标签，辅助显示当前测量信号类型。

按下任一通道键 CH1~CH4，打开通道操作菜单，可进行标签设置。

按下菜单[标签]，弹出右侧菜单，点击操作[编辑标签]，打开标签编辑框，点击对应的字母或数字、符号，即实现标签内容输入。

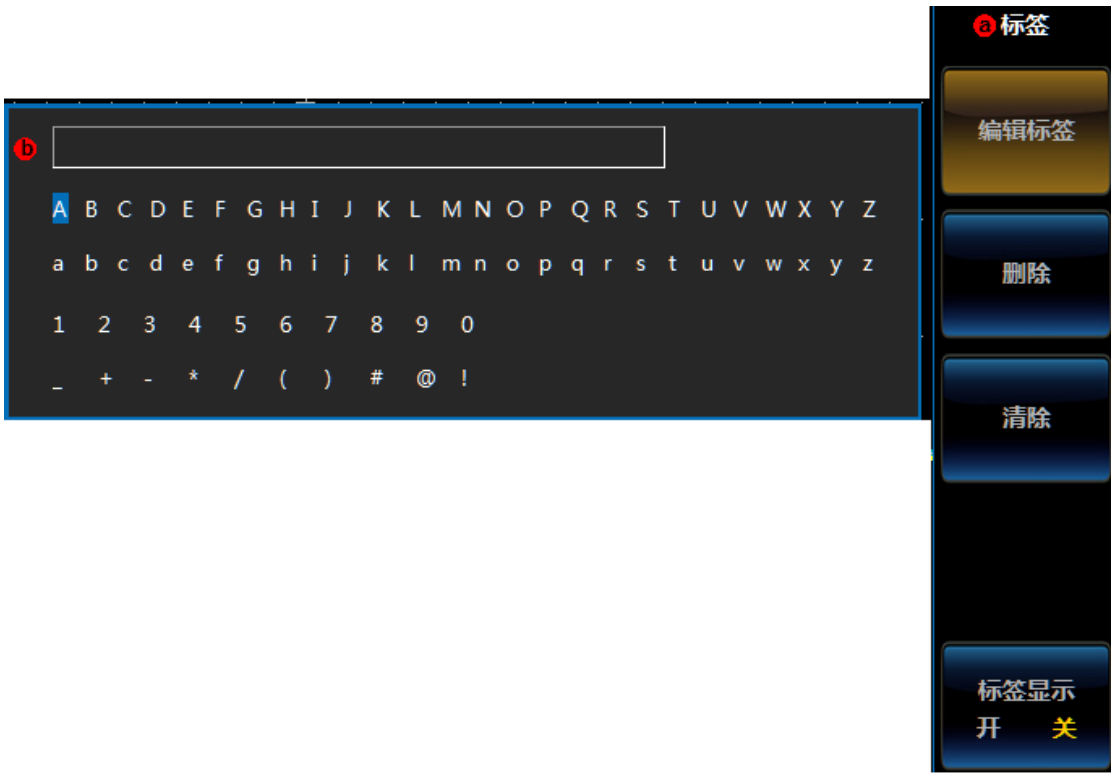


图3.25 通道标签菜单

点击操作[删除]按钮，可删除当前位置字符。

点击操作[清除]按钮，可清空标签内容。

点击操作[标签显示]，可打开、关闭通道的标签显示。当打开标签显示时，在对应通道

波形的左侧位置显示标签内容。

3.3.10 反相&细调

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

按下菜单[反相&细调],弹出右侧菜单,点击操作[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3.26 反相设置菜单



图3.27 反相示例

3.3.11 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。

按下菜单[反相&细调]，弹出右侧菜单，点击操作[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。

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

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

3.3.13 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。顺时钟转动时，波形往上移动，逆时钟转动时，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3.28 通道偏移显示窗口

3.3.14 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，4456 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，标准型示波器调节范围为±150ns，步进 400ps，经济型示波器调节范围为±150.4ns，步进 800ps。

3.4 水平系统

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3.29 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3.30 通道延时校准示例

3.4 水平系统

本节介绍了4456系列数字荧光示波器的水平系统，包括：

- 水平系统概述 35
- 按键/旋钮说明 35
- 时基 36
- 水平延时 36
- 视窗扩展 36
- 采集模式 37

- 存储深度 38
- 快采样模式 40

3.4.1 水平系统概述

4456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沿上抖动。

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。

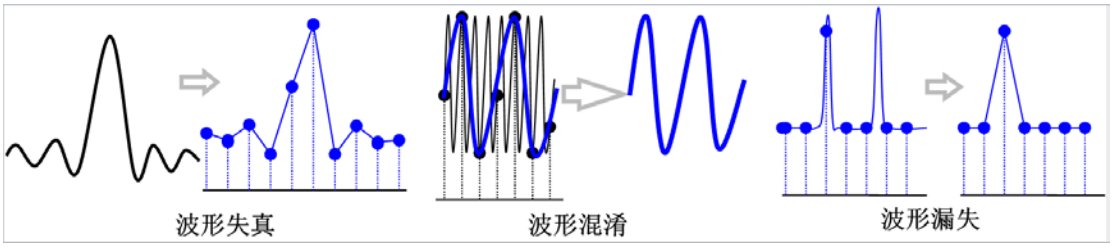


图3.31 采样率过低对波形造成的影响

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3.32 水平系统操作区

3.4.2 按键/旋钮说明

表 3.6 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。

3.4.3 时基

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

本示波器的时基调节范围为：标准型为200ps/div~1000s/div，经济型为400ps/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，

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。

注意：触发为自动模式，时基100ms/div~1000s/div，则在屏幕上从右向左滚动波形，若逻辑分析功能打开，则自动关闭逻辑分析功能。

3.4.4 水平延时

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

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。

3.4.5 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3.33 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；若逻辑分析功能打开，则自动关闭逻辑分析功能。

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。

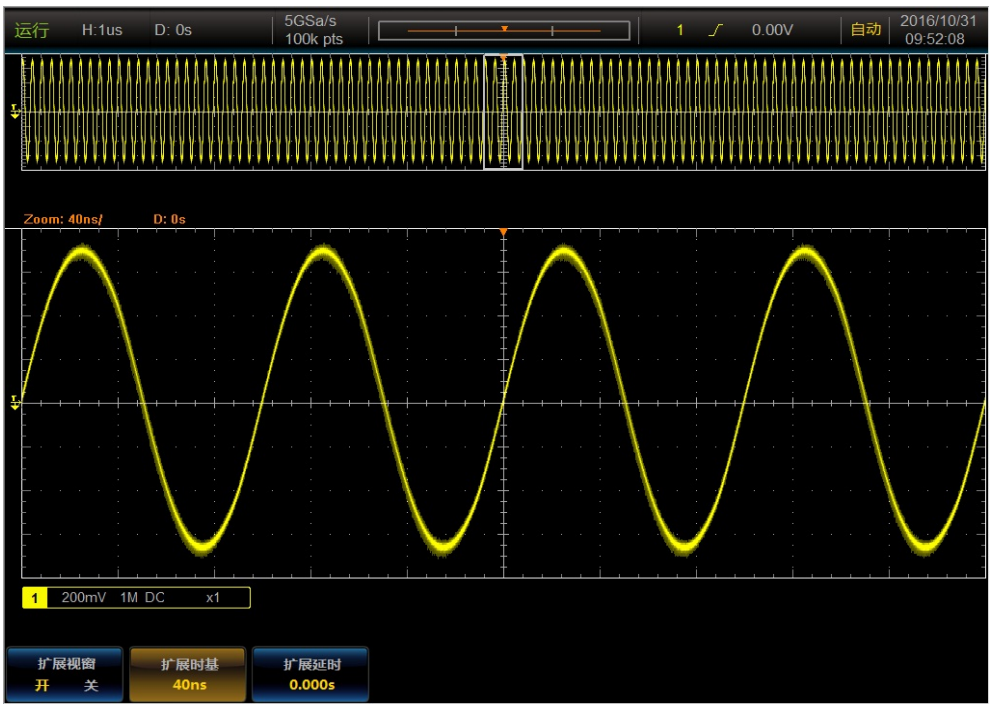


图3.34 扩展视窗示例

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。

3.4.6 采集模式

按下前面板的【采集】键，打开采集菜单：



图3.35 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3.36 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。

3.4.7 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。4456C/D/E提供最大500M点的存储深度，4456CM/DM/EM提供200M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。分段存储器采集，使您有选择地捕获和存储重要的信号活动，避免捕获无效的信号静寂时间。

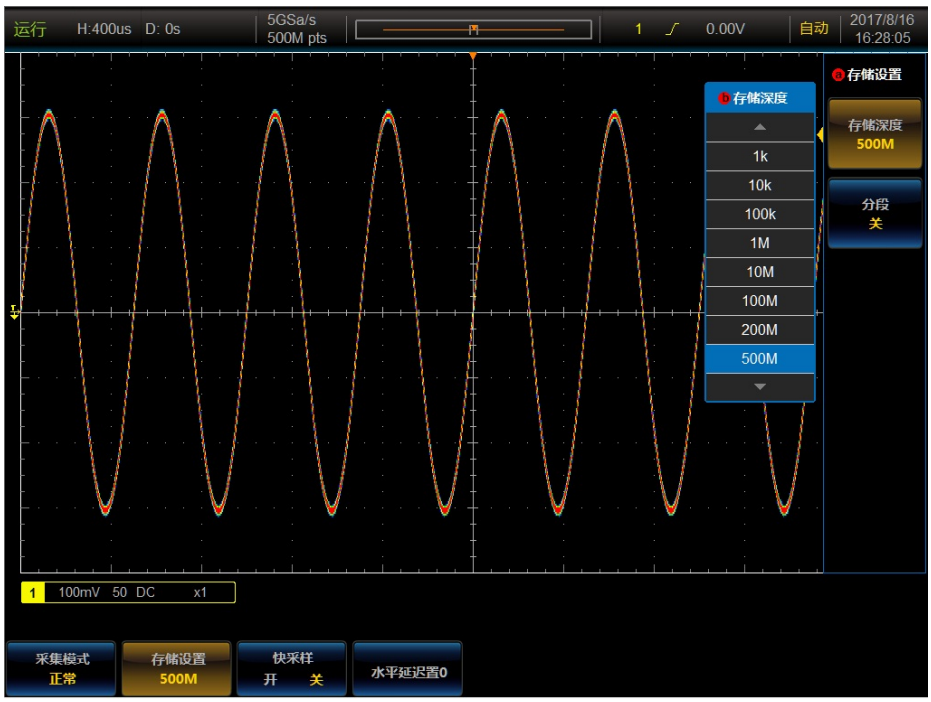


图3.37 500Mpts 深度存储器示例

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[存储设置]，打开存储设置菜单：



图3.38 存储设置菜单

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：4456C/D/E仅正常采集模式时，存储深度最大可设置为500M，其余采集模式下的存储深度最大可设置为200M；4456CM/DM/EM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。

点击操作菜单按钮[分段]，打开或关闭分段模式，打开分段模式时，根据存储深度的不同可分为不同的段，当存储深度设置为1k时，最多可分为131072个段，可通过多功能旋钮b进行选择。

注意：当逻辑分析功能或总线打开，分段功能无效，菜单[分段]按钮操作无效；当逻辑分析功能和总线关闭，分段功能有效，菜单[分段]按钮操作有效。



图3.39 分段存储设置菜单

3.4.8 快采样模式

快采样模式利用FPGA内部1k深度的存储器存储采集的波形，该模式下的波形捕获率高达100万个波形/秒，可显著的减小采集的死区时间。



图3.40 快采样模式设置菜单

3.5 触发系统

本节介绍了4456系列数字荧光示波器的触发系统，包括：

- 触发系统概述 41
- 按键/旋钮说明 41
- 触发源 42
- 触发类型 42
- 触发释抑 64
- 触发模式 65

- 触发灵敏度 65
- 触发电平 66
- 辅助输出 67

3.5.1 触发系统概述

示波器的触发系统基本上有两个主要应用：

➢ **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。

➢ **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3.41　触发系统操作区

3.5.2 按键/旋钮说明

表 3.7 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。

3.5.3 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、数字通道D0~D15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，或者选择数字通道D0～D15。

- **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。

- **数字通道**

数字通道D0~D15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。

- **市电**

触发信号取自示波器的交流电源输入。这种触发源可用来显示信号（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。

3.5.4 触发类型

4456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、1553触发和可视触发（区域触发）等，为您在纷繁复杂的采样信息中迅速锁定感兴趣的事件。

- 边沿触发 43
- 脉宽触发 45
- 欠幅触发 47
- 序列触发 50
- 逻辑触发 51
- 建立和保持时间触发 55
- 升降时间触发 57
- 视频及高清视频触发 60
- 串行总线触发（选件 S04~S12） 63

● 可视触发（区域触发）..... 63

3.5.4.1 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。

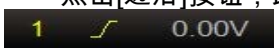


图3.42　边沿触发菜单

点击操作[触发类型]按钮，在屏幕右侧弹出触发类型菜单。



图3.43　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3.44　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] 、数字通道时，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3.45　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3.46　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～x5000。

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。

3.5.4.2 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3.47　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 1 ⎍ 0.00V，信息内容包括：触发源、脉冲极性和触发电平。

3.5 触发系统

- **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3.48 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3.49 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3.50 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。

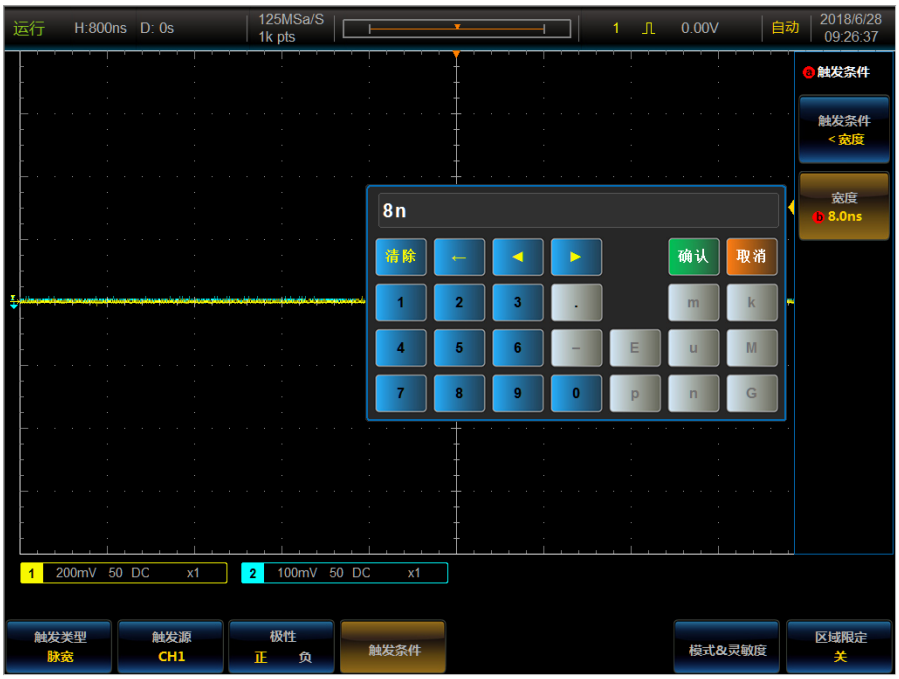


图3.51 脉宽触发示例

3.5.4.3 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3.52 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

3.5 触发系统

触发。



图3.53 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3.54 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3.55 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3.56 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。

3.5.4.4 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3.57 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3.58 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。

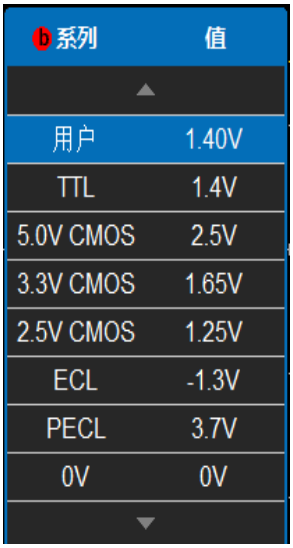


图3.59 序列触发电平预置菜单

- **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3.60 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。

3.5.4.5 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3.61 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3.62 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3.63 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3.64 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；

3.5 触发系统

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3.65 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3.66 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。

3.5.4.6 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3.67 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3.68 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3.69 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3.70 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。

3.5.4.7 升降时间触发

在脉冲边沿速率快于或慢于指定值时触发。

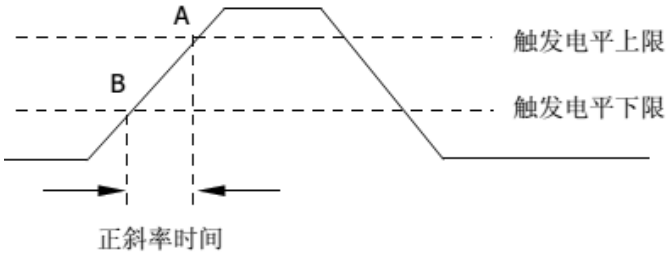


图3.71 升降时间示意图

- **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3.72 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 1 。

- **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：

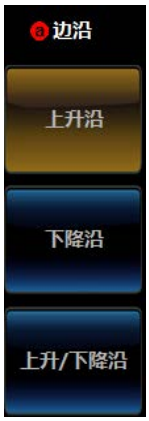


图3.73 升降时间边沿设置菜单

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3.74 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3.75 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。

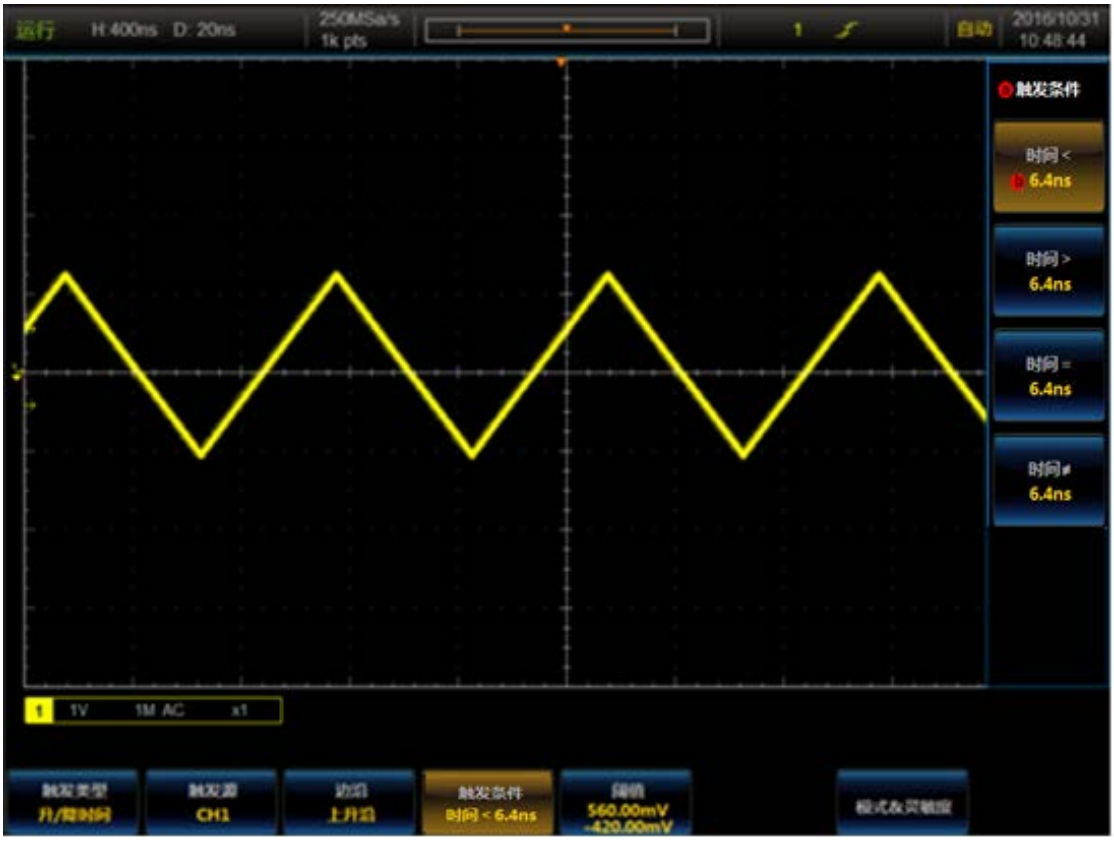


图3.76 升降时间触发示例

3.5.4.8 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3.77 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：

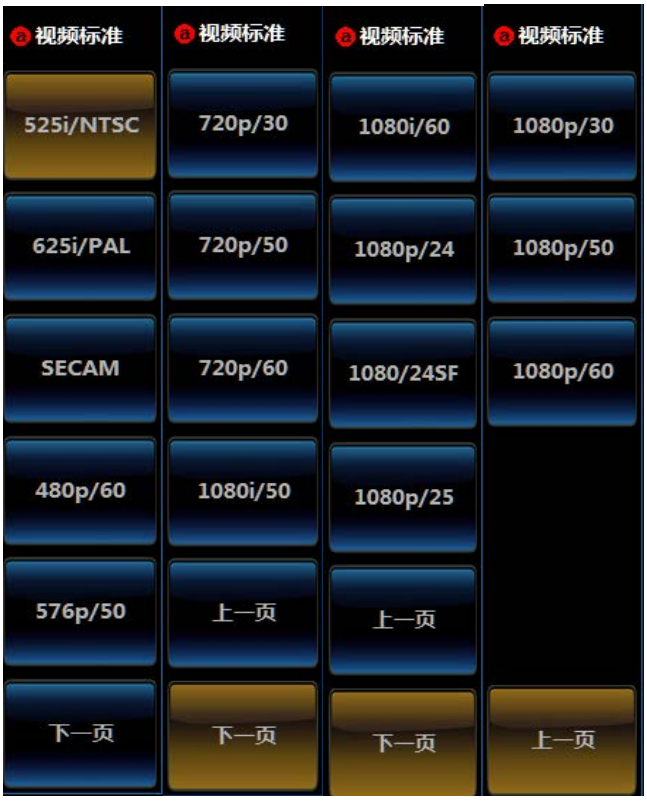


图3.78 视频标准设置菜单

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3.79 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3.80 视频触发示例

3.5.4.9 串行总线触发（选件 S04~S12）

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、1553触发，详见3.14 总线分析仪（选件）。

3.5.4.10 可视触发（区域触发）

4456系列采用全新的区域可视触发技术，您只需在屏幕上观察感兴趣的信号并在它周围绘制一个区域，示波器能通过扫描所有波形采集，并把它们与屏幕上的波形区域进行对比，可以迅速简便地识别想要的触发事件。

在边沿或脉宽触发时，点击操作菜单按钮[区域限定]，打开区域限定设置菜单。



图3.81 区域限定菜单

通道：选择对应通道的波形作为区域限定的信号源。

判断条件：可选择区域内、区域外进行判断。

开、关：区域限定打开时，可在波形区域通过触摸拖动画出限定区域，作为触发判断的区域。

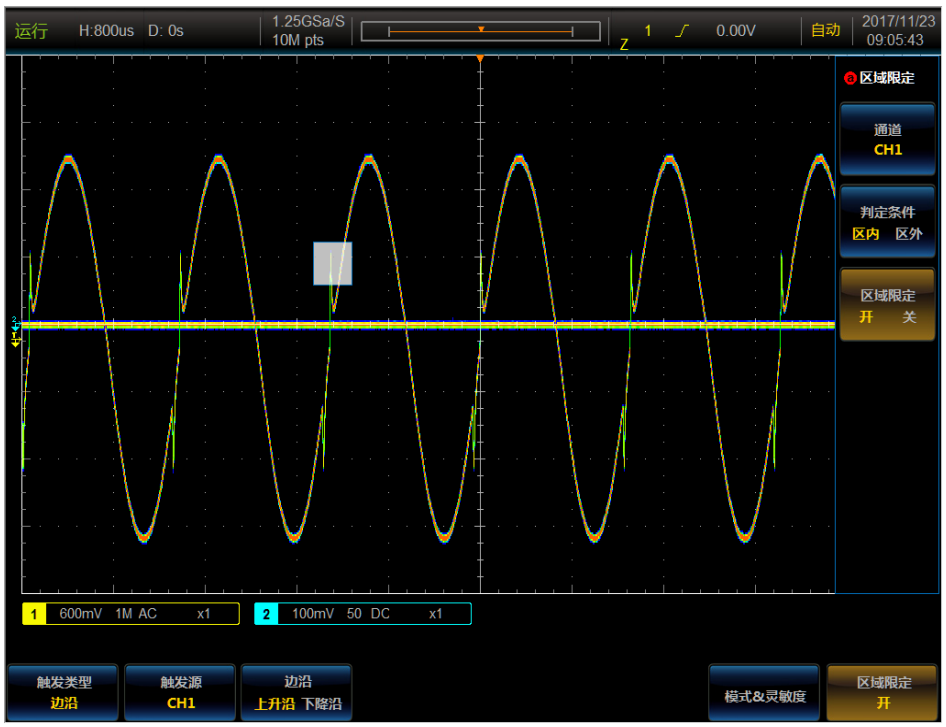


图3.82 可视触发示意图

3.5.5 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。

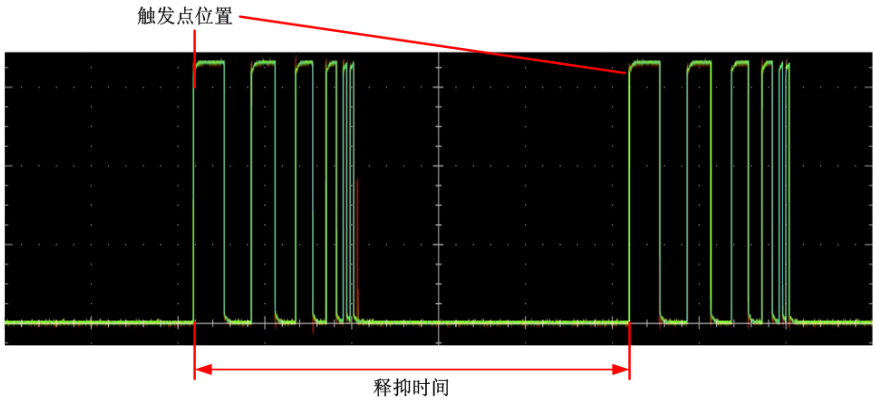


图3.83 触发释抑示意图

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3.84 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6.4ns~12.8s。

3.5.6 触发模式

4456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。

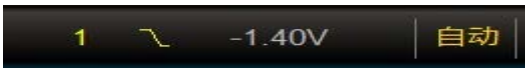


图3.85 触发模式系统指示

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。

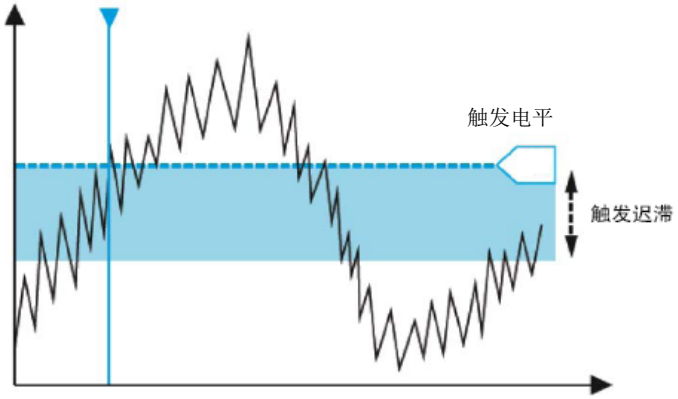
注意：触发为自动模式，时基100ms/div~1000s/div，则在屏幕上从右向左滚动波形，若逻辑分析功能打开，则自动关闭逻辑分析功能。

3.5.7 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。



触发灵敏度通过数字比较器的触发迟滞来调节

图3.86 触发迟滞示意图



图3.87 高触发灵敏度示例

3.5.8 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。

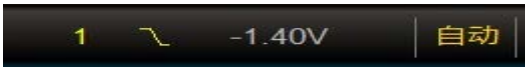


图3.88 触发电平系统指示

3.5.9 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4456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3.89 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3.90 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3.91 RF 培训信号示例

3.6 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。

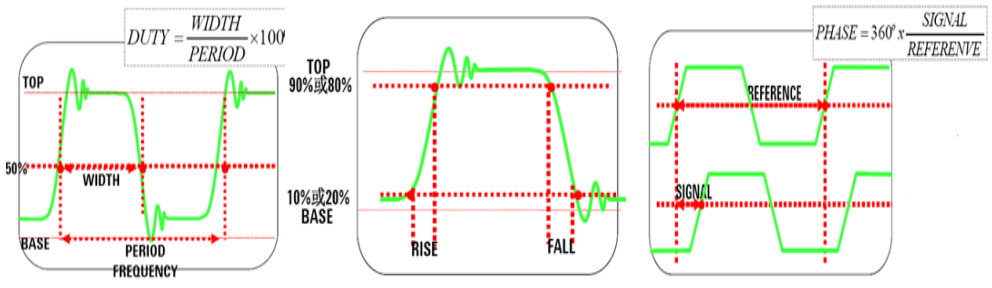
本节介绍了4456系列数字荧光示波器的测量系统的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 参数测量 68
- 光标测量 78

3.6.1 参数测量

本示波器提供 30 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。

波形参数测量的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。



周期、频率、脉宽、占空比　　上升时间、下降时间　　时间差、相位差

图3.92 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、猝发周期、延时、相位差等。

周期：测量范围内两个连续、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：测量范围内第一个正脉冲的中阈值之间的时间。

负脉宽：测量范围内第一个负脉冲的中阈值之间的时间。

正占空比：测量范围内第一个正脉宽与周期的比值。

负占空比：测量范围内第一个负脉宽与周期的比值。

上升时间：测量范围内第一个上升沿的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：测量范围内第一个下降沿的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。

猝发周期：第一个猝发开始到下一个猝发开始之间的时间。

延时：2 个通道的中阈值之间的时间差；若信号源选择 CH1，延迟源选择 CH2，表示 CH2-CH1 的时间差。

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



图3.93 电压参数

电压参数主要有最大值、最小值、高电平、低电平、幅度、峰峰值、正负过冲、顶降、均方根、平均值等。

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。

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。

正过冲：波形最大值与顶端值之差与幅值的比值。

负过冲：波形最小值与底端值之差与幅值的比值。

3.6 测量系统

顶降：可实现 3 种顶降测量算法。分别为：

算法 1：波形最大值与顶端值之差与峰峰值的比值，即(Vmax-Vtop)/(Vmax-Vmin)*100。

算法 2：脉宽 20%处电压（V1）与 80%处电压（V2）的绝对差值与两电压中较大值的比值，即|V1-V2|/max(V1,V2)*100%。

算法 3：脉宽 10%处电压（V1）与 90%处电压（V2），两电压的最大值与最小值之比取 10 倍对数，即 10log(max(V1,V2)/min(V1,V2))。

均方根：测量范围内波形的均方根值。

周期均方根：测量范围内第一个周期的波形的均方根值。

平均值：测量范围内信号的算术平均值。

周期平均值：测量范围内第一个周期的信号的算术平均值。

其它参数主要有脉冲数、上升下降沿数、面积等。

正脉冲数：正脉冲个数。

负脉冲数：负脉冲个数。

上升沿数：上升沿个数。

下降沿数：下降沿个数。

面积：测量范围内信号的幅度时间对应的面积。

周期面积：测量范围内第一个周期的信号的幅度时间对应的面积。

直方图测量主要有波形计数、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。

波形计数：参与直方图的波形的数量。

框内命中数：落在直方图统计框内的取样数。

峰值命中数：直方图统计框内最多命中点的取样数。

中值：直方图数据的中间值。即直方图数据点中一半小于该值，一半大于该值。

峰峰值 :直方图峰到峰的值。垂直直方图对应最高非零部分和最低非零部分之间的电压，水平直方图对应最右边非零部分和最左边非零部分之间的时间。

最大值：垂直直方图的最高非零部分的电压，或水平直方图的最右边非零部分的时间。

最小值：垂直直方图的最低非零部分的电压，或水平直方图的最左边非零部分的时间。

平均值：直方图统计框内的所有直方图数据点的平均值。

标准差：直方图统计框内的所有直方图数据点的标准偏差，即均方根值。

Sigma1：在直方图平均值的一个标准偏差以内的直方图点的百分比。

Sigma2：在直方图平均值的两个标准偏差以内的直方图点的百分比。

Sigma3：在直方图平均值的三个标准偏差以内的直方图点的百分比。

操作前面板的【测量】按键，弹出测量主菜单。



图3.94 测量菜单

- 添加测量 71
- 删除测量 74
- 直方图 74
- 统计 76
- 选通 76
- 指示器 77
- 参考电平 77
- 硬件辅助开关 78
- 测量窗口 78

3.6.1.1 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3.95 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：

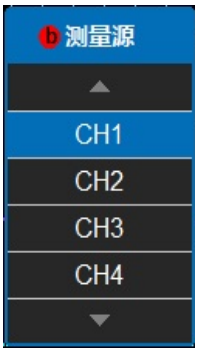


图3.96 测量源选项菜单

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

3.6 测量系统

选择参考波形、数学运算波形或直方图波形 ,若购置逻辑功能选件 ,当数字逻辑通道打开时，测量源还可以选择数字逻辑通道。

- **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：

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、顶降、平均值、周期平均、均方根、周期均方根、猝发周期、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。

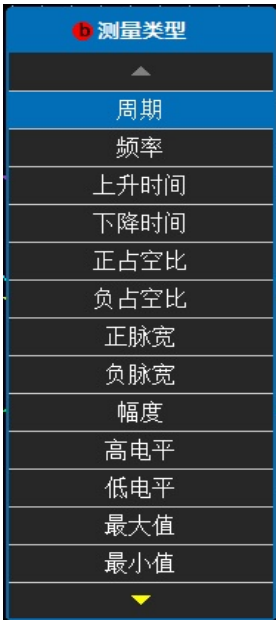


图3.97 测量类型选项菜单

当测量类型选择为“顶降”时，操作菜单中的按钮[顶降算法]，可选择算法 1、2、3，设置当前顶降测量需要使用的对应算法。



图3.98 顶降测量菜单

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3.99 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。

3.6.1.2 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3.100 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3.101 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。

3.6.1.3 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3.102 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3.103 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。

3.6.1.4 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3.104 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。

3.6.1.5 选通

用于将测量限制在波形的特定部分。



图3.105 选通菜单

点击操作菜单按钮[选通&指示器]，弹出右侧菜单，点击操作[选通]按钮，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。

注：当对扩展窗口进行测量时，选通只能为屏幕。

3.6.1.6 指示器

用于指示选定测量项对应的位置。



图3.106 指示器菜单

点击操作菜单按钮[选通&指示器]，弹出右侧菜单，点击操作[指示器]按钮，从列表中选择想观测的参数测量项，则信号波形上显示对应测量项的测量位置。

3.6.1.7 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3.107 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%。

3.6.1.8 硬件辅助开关

打开辅助开关时，使用硬件辅助进行周期、频率、占空比、脉宽、脉冲数、边沿数及延迟的测量。

3.6.1.9 测量窗口

打开扩展窗口时，可选择参数测量窗口。主窗口对应波形区上面的小窗，扩展窗口对应下面的大窗。



图3.108 测量窗口

点击操作菜单按钮[测量窗口]，可选择主窗口或扩展窗口进行参数测量。

3.6.2 光标测量

扫描功能是信号发生器许多重要功能之一，4456 系列信号发生器中提供了两种扫描方式：步进扫描与列表扫描。下面举例依次说明步进和列表扫描方式的配置与实现方法。

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3.109 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，若购置了逻辑功能选件，信号源可以选择 D0~D15。

- **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。

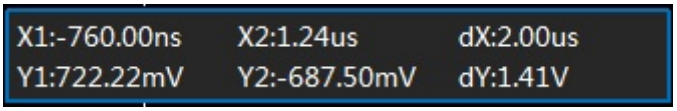


图3.110 光标测量结果

3.7 数学运算

4456 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3.111 运算菜单

- 双波形数学运算 79
- FFT 80
- 高级数学 83

3.7.1 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3.112 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3.113 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。

3.7.2 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。

提 示

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。

点击操作菜单按钮[FFT]，打开 FFT 运算菜单：



图3.114 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。

峰值搜索：打开时，可在 FFT 波形峰值处显示对应的幅度及频率。

次峰值搜索：打开时，可在 FFT 波形次峰值处显示对应的幅度及频率。

表 3.8 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：

3.7 数学运算



图3.115 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。

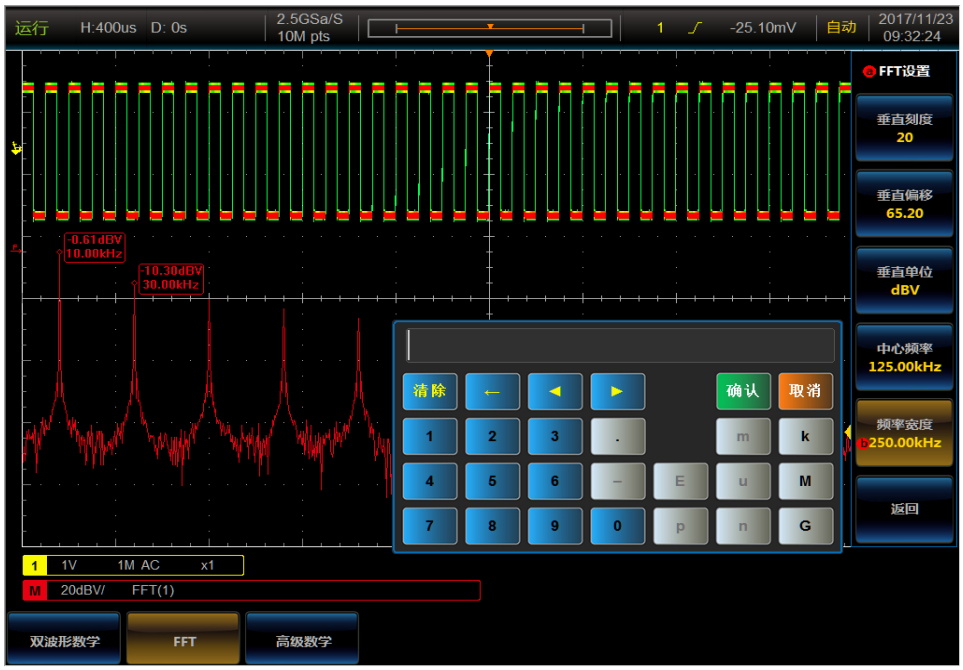


图3.116 FFT 示例

3.7.3 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3.117 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：

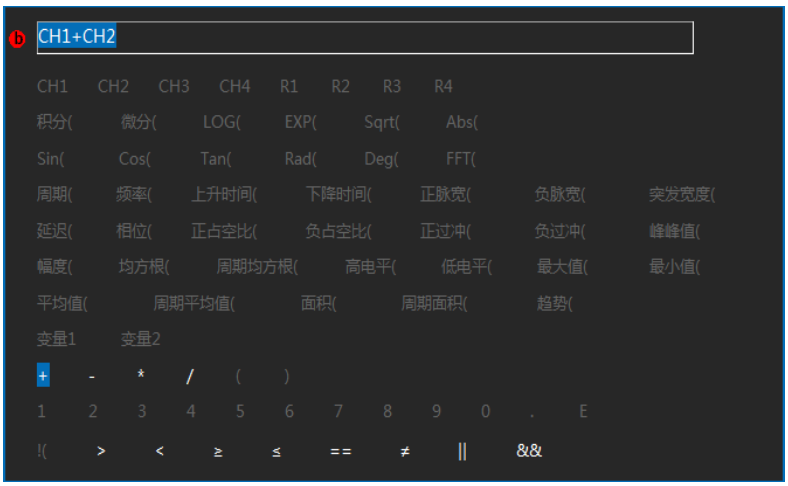


图3.118 高级数学表达式编辑窗口

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。

- **设置**



图3.119 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3.120 高级数学示例

3.8 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。

- 波形显示设置 85
- 波形色彩设置 86
- 余辉设置 89
- 网格设置 89
- 亮度设置 90
- XY 显示 90

3.8.1 波形显示设置

操作前面板的【显示】按键，打开显示菜单：



图3.121 显示菜单

点击菜单按钮[波形显示]，打开波形显示设置菜单：

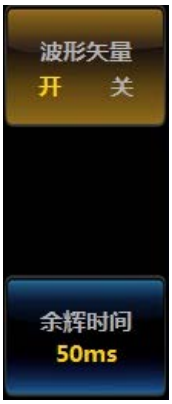


图3.122 波形显示菜单

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。

3.8.2 波形色彩设置

4456 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3.123 波形色彩菜单



图3.124 正常调色板显示调幅波

3.8 显示系统

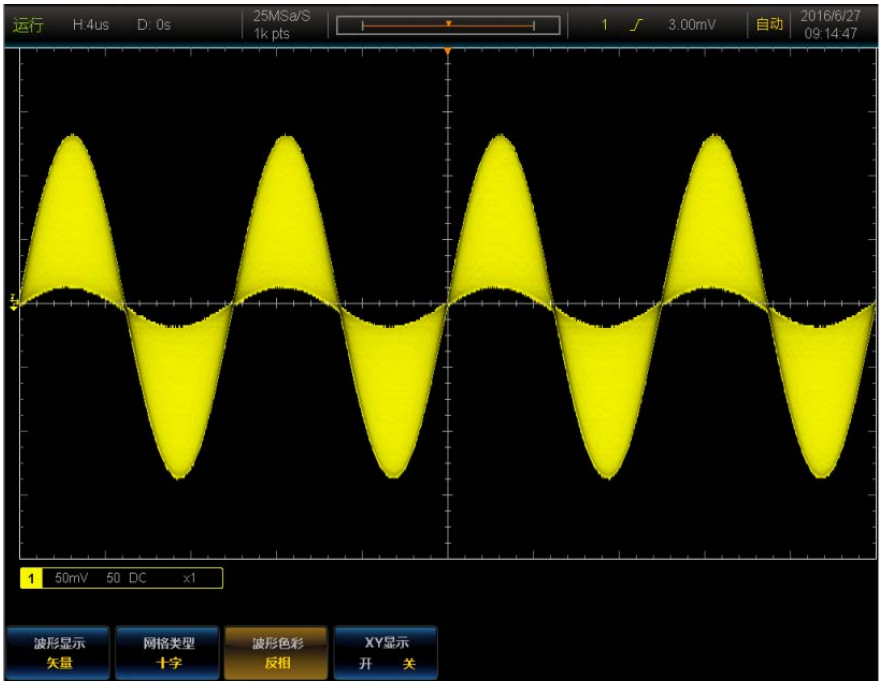


图3.125 反相调色板显示调幅波



图3.126 色温调色板显示调幅波



图3.127 光谱调色板显示调幅波

3.8.3 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。

3.8.4 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3.128 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。

3.8.5 亮度设置

操作前面板的【亮度】菜单，打开亮度设置菜单：



图3.129 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。

3.8.6 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。

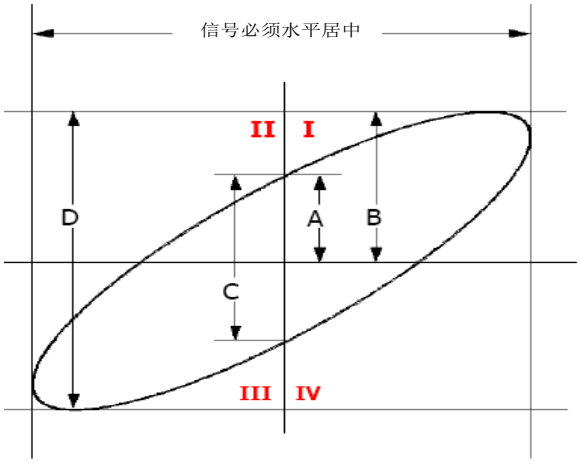


图3.130 相位差测量原理图

根据 sinθ=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：θ = ±arcsin(A/B) 或 ±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~π/2）或（3π/2~2π）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（π/2~π）或（π~3π/2）内。

点击显示菜单的按钮[XY 显示]，即可打开、关闭 XY 显示。

注意：打开 XY 显示模式时，若逻辑分析功能打开，会自动关闭逻辑分析功能。



图3.131 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。

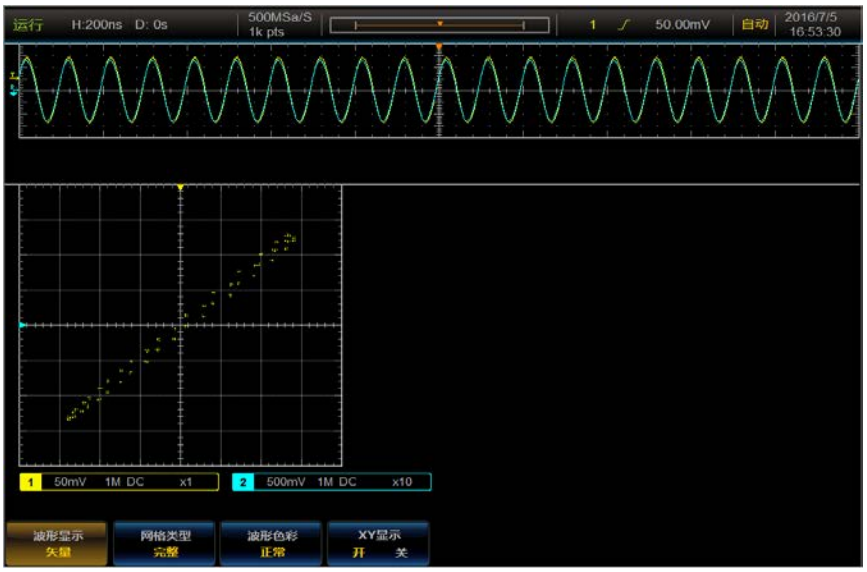


图3.132 XY 显示示例

3.9 保存调用和参考

本示波器可保存波形、设置和屏幕图像，并可以恢复波形和调用设置。

- 保存 91
- 调用 95
- 参考 95
- 录制&回放 96

3.9.1 保存

操作前面板的【保存】按键，打开保存菜单：



图3.133 保存菜单

- 存储波形 92
- 存储设置 94
- 恢复波形 94
- 保存屏幕图像 95

3.9.1.1 存储波形

点击菜单按钮[存储波形]，打开存储波形菜单：



图3.134 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,若希望保存到磁盘时，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“4456_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。文件后缀名与选择的保存文件类型相同。

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 3.9 存储数据结构

位置	内容
数据头	
0	Model:4456
0x0E	Firewave Version:2.2.0
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
0x53	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
0x57	数据源通道垂直刻度，64 位双精度数
0x5F	数据源通道垂直偏移，64 位双精度数
0x67	第一个数据对应的采集时间，64 位双精度数
0x6F	空数据 0，8 位整数
波形数据	
0x70	数据波形起始地址 正常/平均模式：每个采样点包含 1 个 8 位采集数据。 高分辨模式：每个采样点包含 1 个 16 位采集数据。 峰值/包络：每个采样点包括 1 个 16 位数据，低字节为最小值，高字节为最大值。

说明：

每个采样点对应的时间 =

第 1 个数据的采集时间+ 数据点序号 * 数据点时间间隔

信号幅度 =

正常模式：采样值*（垂直刻度*8/0xFF） + （-4*垂直刻度 + 垂直偏移）

高分辨率模式：采样值*（垂直刻度*8/0x7FF） + （-4*垂直刻度 + 垂直偏移）

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。

3.9.1.2 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3.135 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。

3.9.1.3 恢复波形

点击菜单按钮[恢复波形]，打开恢复波形菜单：



图3.136 恢复波形菜单

点击菜单按钮[选择文件]，可选择本地磁盘或 U 盘中保存的波形文件，文件格式为 csv

或 bin。可将选择的文件恢复到内部参考的 R1~R4。

3.9.1.4 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本地磁盘或 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：4456_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。

3.9.2 调用

操作前面板的【调用】按键，打开调用菜单：



图3.137 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。

3.9.3 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3.138 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3.139 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。

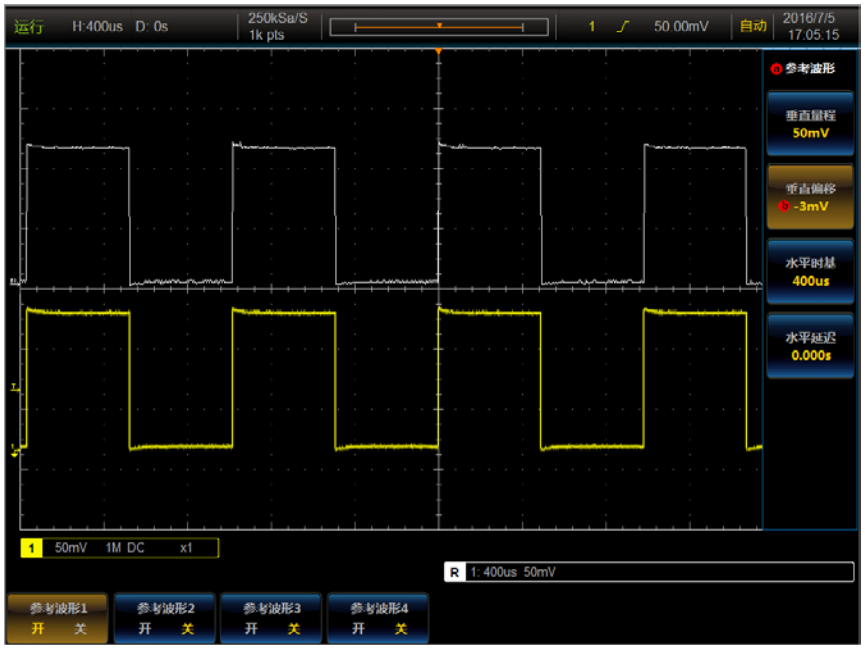


图3.140 参考波形示例

3.9.4 录制&回放

本示波器可进行波形的录制与回放。

操作前面板的【导航】按键，打开菜单：



图3.141 导航菜单

点击菜单按钮[录制&回放]，打开操作菜单：



图3.142 录制&回放操作菜单

开始录制：在运行状态下，点击此按钮，则开始进行波形录制。当全部的数据段数均录制完成后，仪器自动处于停止状态。

注：录制的数据段数与采集菜单中存储设置的分段数一致。

回放段号：当录制结束后，此按钮有效，通过旋钮 b 操作或弹出数字小键盘输入，选择要回放的数据段号对应的波形。

3.10 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3.143 系统设置菜单

- 配置 97
- 参考&输出 99
- 网络设置 100
- 选件 101
- 校准 102
- 系统写保护 102

3.10.1 配置

点击菜单按钮[配置]，打开配置菜单：

3.10 系统设置



图3.144 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 3.10 手势说明

手势	控制
向左拖动/滑动	触发点、波形水平向左移动
向右拖动/滑动	触发点、波形水平向右移动
向上拖动/滑动	垂直零点、波形垂直向上移动
向下拖动/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。

风扇：控制内部散热风扇的风速，当根据环境温度设置为低速、中速或高速。

关于：点击后显示当前产品型号，以及选件信息。

3.10.2 参考&输出

点击菜单按钮[参考&输出]，打开设置菜单：



图3.145 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3.146 培训信号波形类型

3.10.3 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3.147 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3.148 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。

3.10.4 选件

本示波器的软件选件包括：极限模板测试、功率测量与分析、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、1553 触发与分析。

点击菜单按钮[选件]，打开选件菜单：



图3.149 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。

[出厂编号]按钮显示本机器的出厂编号。

3.10.5 校准

本示波器可自动完成通道的校准。

点击菜单按钮[校准]，打开操作菜单：



图3.150 校准菜单

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。点击[校准通道]可选择需要进行校准的通道号，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。

3.10.6 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。

3.11 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、频率及周期的测量。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3.151 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。

周期显示：打开、关闭源通道的周期测量结果显示。

电压表测量结果显示在屏幕左上角，如下图：



图3.152 电压表测量结果显示

3.12 逻辑分析仪（选件）

4456 系列提供逻辑分析仪硬件选件。逻辑分析仪系统与示波器系统有机地结合在一起，它们使用了共同的水平系统、触发系统与测量系统，提供了针对数字信号的光标测量与参数测量，能够为您快速地解决模数混合信号设计与分析的问题。逻辑分析仪的水平设置详见 3.4 水平系统，触发设置详见 3.5 触发系统，参数测量详见 3.6 测量系统。

逻辑分析仪的指标参数如下表：

- 打开/关闭数字逻辑 104
- 通道开关 105
- 阈值 106
- 编辑标签 107

3.12.1 打开/关闭数字逻辑

逻辑分析仪选件支持 16 个数字通道的波形彩色显示，您可改变每通道波形的高度及其在屏幕上的显示位置。您还可以对数字通道进行灵活的分组，并加标签显示。形成分组后，即可定位组内的所有通道，从而缩短传统逐个定位通道所需的设置时间。

按下前面板功能区的【逻辑】按键 ,弹出逻辑功能菜单(如未购买逻辑分析仪硬件选件，将给出相应提示信息)，波形窗口区显示 16 条数字波形。

再一次按击【逻辑】按键，将关闭数字波形与功能菜单。



图3.153 数字波形示例

屏幕底端显示[逻辑功能]操作菜单。



图3.154 逻辑功能菜单

[逻辑功能]菜单上各按钮功能：

D15--D0：打开控制数字通道开关的二级菜单；

阈值：打开设置数字通道阈值的二级菜单；

编辑标签：打开编辑数字通道标签的二级菜单；

波形高度：调节数字波形高度。有短、中、长三种高度类别，当窗口区显示的数字波形数不大于 10 条时，高度类别长才有效。

点击按钮[D15--D0]、[阈值]、[编辑标签]，会弹出相应的二级菜单，下面分别介绍这些二级菜单的功能。

3.12.2 通道开关

点击菜单按钮[D15--D0]，在右侧显示通道开关操作菜单。



图3.155 通道开关菜单

[通道开关]菜单各按钮功能：

选择：选择波形。点击可打开三级菜单，波形选择列表中包括 16 通道与波形组合。波形组合，相邻位置的波形会编成一组，随着打开/关闭/移动波形，在列表中会动态变化。

位置：调节选择波形的位置。点击后，操作旋钮 b 的焦点位于该按钮，您可调节旋钮 b 改变波形位置。在波形窗口区，中心横轴为参考 0div，从上至下，+4div~-4div。

显示：打开/关闭选择通道。

D7-D0：同时打开/关闭 D7-D0。

D15-D8：同时打开/关闭 D15-D8。

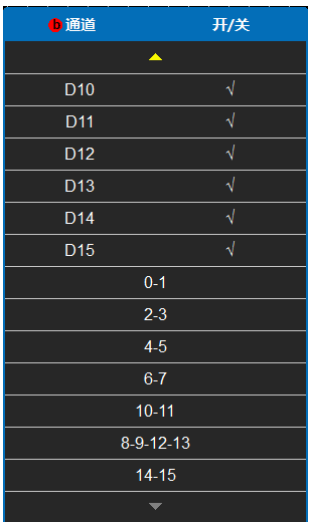


图3.156 波形选择列表菜单

3.12.3 阈值

点击菜单按钮[阈值]，在右侧显示阈值操作菜单。



图3.157 阈值菜单

[阈值]菜单各按钮功能：

选择：选择波形。点击可打开三级菜单，选项列表中显示打开的通道。

阈值：调节选择波形的触发电平。点击后，操作旋钮 b 的焦点位于该按钮，您可调节旋钮 b 改变波形触发电平。

预置：自动设置特定电平信号的阈值，特定电平包括 TTL、CMOS、ECL 等电平。

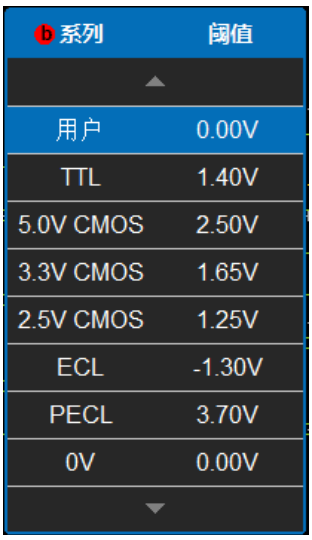


图3.158 预置菜单

3.12.4 编辑标签

点击菜单按钮[编辑标签]，在右侧显示编辑标签操作菜单。



图3.159 编辑标签菜单

选择：选择波形。点击可打开三级菜单，选项列表中包括 16 通道及其标签名。

显示：显示当前通道标签名，NONE 表示选择通道无设置标签名。

预置标签：系统提供常用的标签名。点击可打开三级菜单，包括几十项常用标签名。

插入：给选择的通道插入标签名。

显示标签：在波形上显示/隐藏标签名。

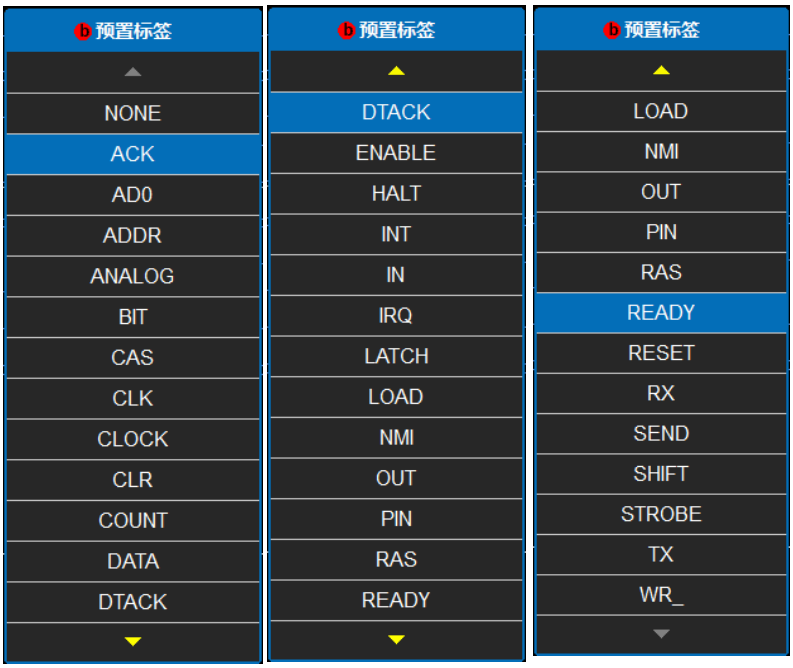


图3.160 预置标签菜单

3.13 函数发生器（选件）

4456 系列提供单通道波形发生硬件选件，可输出正弦波、方波、斜波等标准波形，也可产生调幅、调频、键控等多种调制波形，更重要的是能够产生由用户编辑的任意波形并提供多种内建波形。

按下前面板功能区的【波形发生】按键，打开波形发生菜单（如未购买波形发生硬件选件，将给出相应提示信息）。对于不同的波形类型，波形发生菜单相应做出调整，各种波形对应的菜单略有不同，详见波形类型说明。



图3.161 波形发生菜单

- 波形类型 108
- 波形调制 119
- 波形预览 121
- 波形输出 122

3.13.1 波形类型

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击对应的选项即可选择相应波形类型。



图3.162 波形类型菜单

- 正弦波 109
- 方波 111
- 斜波 111
- 脉冲 112
- 直流 113
- 噪声 114
- 任意波 114
- 内建波形 118

3.13.1.1 正弦波

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击[正弦波]按钮，选择波形为正弦波，选择后波形发生菜单调整为正弦波相应菜单：



图3.163 波形发生菜单（正弦波）

➢ **频率/周期**

点击[频率]或[周期]按钮，屏幕右侧弹出频率/周期菜单：



图3.164 频率/周期菜单

点击[频率]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置波形频率，波形发生菜单显示频率值，频率调节范围为：100mHz~25MHz。

点击[周期]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置波形周期，波形发生菜单显示周期值，周期调节范围为：40ns~10s。

- **幅度/高电平**

点击[幅度]或[高电平]按钮，屏幕右侧弹出幅度/高电平菜单：



图3.165 幅度/高电平菜单

点击[幅度]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置波形幅度，波形发生菜单显示幅度值和偏置值，幅度调节范围为：10mV~2.5V。

点击[高电平]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置波形高电平，波形发生菜单显示高电平值和低电平值，高电平调节范围为：-1.245V~2.5V。

- **偏置/低电平**

点击[偏置]或[低电平]按钮，屏幕右侧弹出偏置/低电平菜单：



图3.166 偏置/低电平菜单

点击[偏置]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置波形偏置，波形发生菜单显示幅度值和偏置值，偏置调节范围为：-1.25V~1.25V。

点击[低电平]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置波形低电平，波形发生菜单显示高电平值和低电平值，低电平调节范围为：-2.5V~1.245V。

3.13.1.2 方波

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击[方波]按钮，选择波形为方波，选择后波形发生菜单调整为方波相应菜单：



图3.167 波形发生菜单（方波）

- **频率/周期**

点击[频率]或[周期]按钮，屏幕右侧弹出频率/周期菜单，可设置频率或周期，频率调节范围为：100mHz~10MHz，周期调节范围为：100ns~10s。

- **幅度/高电平**

点击[幅度]或[高电平]按钮，屏幕右侧弹出幅度/高电平菜单，可设置幅度或高电平，幅度调节范围为：10mV~2.5V，高电平调节范围为：-1.245V~2.5V。

- **偏置/低电平**

点击[偏置]或[低电平]按钮，屏幕右侧弹出偏置/低电平菜单，可设置偏置或低电平，偏置调节范围为：-1.25V~1.25V，低电平调节范围为：-2.5V~1.245V。

3.13.1.3 斜波

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击[斜波]按钮，选择波形为斜波，选择后波形发生菜单调整为斜波相应菜单：



图3.168 波形发生菜单（斜波）

- **频率/周期**

点击[频率]或[周期]按钮，屏幕右侧弹出频率/周期菜单，可设置频率或周期，频率调节范围为：100mHz~1MHz，周期调节范围为：1us~10s。

- **幅度/高电平**

3.13 函数发生器（选件）

点击[幅度]或[高电平]按钮，屏幕右侧弹出幅度/高电平菜单，可设置幅度或高电平，幅度调节范围为：10mV~2.5V，高电平调节范围为：-1.245V~2.5V。

- **偏置/低电平**

点击[偏置]或[低电平]按钮，屏幕右侧弹出偏置/低电平菜单，可设置偏置或低电平，偏置调节范围为：-1.25V~1.25V，低电平调节范围为：-2.5V~1.245V。

- **对称性**

点击[对称性]按钮，屏幕右侧弹出对称性菜单：



图3.169 对称性菜单

点击[对称性]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置斜波对称性，对称性调节范围为：0%~100%。

点击[设置为 0%]菜单按钮，可快速设置斜波对称性为 0%。

点击[设置为 50%]菜单按钮，可快速设置斜波对称性为 50%。

点击[设置为 100%]菜单按钮，可快速设置斜波对称性为 100%。

3.13.1.4 脉冲

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击[脉冲]按钮，选择波形为脉冲，选择后波形发生菜单调整为脉冲相应菜单：



图3.170 波形发生菜单（脉冲）

- **频率/周期**

点击[频率]或[周期]按钮，屏幕右侧弹出频率/周期菜单，可设置频率或周期，频率调节

范围为：100mHz~10MHz，周期调节范围为：100ns~10s。

- **幅度/高电平**

点击[幅度]或[高电平]按钮，屏幕右侧弹出幅度/高电平菜单，可设置幅度或高电平，幅度调节范围为：10mV~2.5V，高电平调节范围为：-1.245V~2.5V。

- **偏置/低电平**

点击[偏置]或[低电平]按钮，屏幕右侧弹出偏置/低电平菜单，可设置偏置或低电平，偏置调节范围为：-1.25V~1.25V，低电平调节范围为：-2.5V~1.245V。

- **占空比**

点击[占空比]按钮，屏幕右侧弹出占空比菜单：



图3.171 占空比菜单

点击[占空比]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置脉冲波形占空比，取值范围和脉冲输出频率相关。

点击[脉宽]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置脉冲波形脉宽，取值范围和脉冲输出频率相关，最小脉宽 40ns。

点击[上升边沿]菜单按钮 ,通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置脉冲波形上升边沿，取值范围和脉冲宽度相关，最小上升边沿 20ns。

点击[下降边沿]菜单按钮 ,通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置脉冲波形下降边沿，取值范围和脉冲宽度相关，最小下降边沿 20ns。

3.13.1.5 直流

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击[直流]按钮，选择波形为直流，选择后波形发生菜单调整为直流相应菜单：

3.13 函数发生器（选件）



图3.172 波形发生菜单（直流）

- **偏置**

点击[偏置]按钮，屏幕右侧弹出偏置菜单：



图3.173 直流偏置菜单

点击[偏置]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置直流偏置，取值范围：-1.25V~1.25V。

3.13.1.6 噪声

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击[噪声]按钮，选择波形为噪声，选择后波形发生菜单调整为噪声相应菜单：



图3.174 波形发生菜单（噪声）

- **幅度/高电平**

点击[幅度]或[高电平]按钮，屏幕右侧弹出幅度/高电平菜单，可设置幅度或高电平，幅度调节范围为：10mV~2.5V，高电平调节范围为：-1.245V~2.5V。

- **偏置/低电平**

点击[偏置]或[低电平]按钮，屏幕右侧弹出偏置/低电平菜单，可设置偏置或低电平，偏置调节范围为：-1.25V~1.25V，低电平调节范围为：-2.5V~1.245V。

3.13.1.7 任意波

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击[任意波]按钮，选择波形为任意波，选择后波形发生菜单调整为任意波相应菜单：



图3.175 波形发生菜单（任意波）

- **频率/周期**

点击[频率]或[周期]按钮，屏幕右侧弹出频率/周期菜单，可设置频率或周期，频率调节范围为：100mHz~10MHz，周期调节范围为：100ns~10s。

- **幅度/高电平**

点击[幅度]或[高电平]按钮，屏幕右侧弹出幅度/高电平菜单，可设置幅度或高电平，幅度调节范围为：10mV~2.5V，高电平调节范围为：-1.245V~2.5V。

- **偏置/低电平**

点击[偏置]或[低电平]按钮，屏幕右侧弹出偏置/低电平菜单，可设置偏置或低电平，偏置调节范围为：-1.25V~1.25V，低电平调节范围为：-2.5V~1.245V。

- **波形**

点击[波形]按钮，屏幕右侧弹出波形菜单：



图3.176 任意波波形菜单

点击[波形点数]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置任意波波形点数，取值范围：2~16384（最大波形点数和任意波频率有关），注意：设置波形点数会重置波形点电压值。

点击[编辑]菜单按钮，弹出任意波波形点编辑对话框：

3.13 函数发生器（选件）

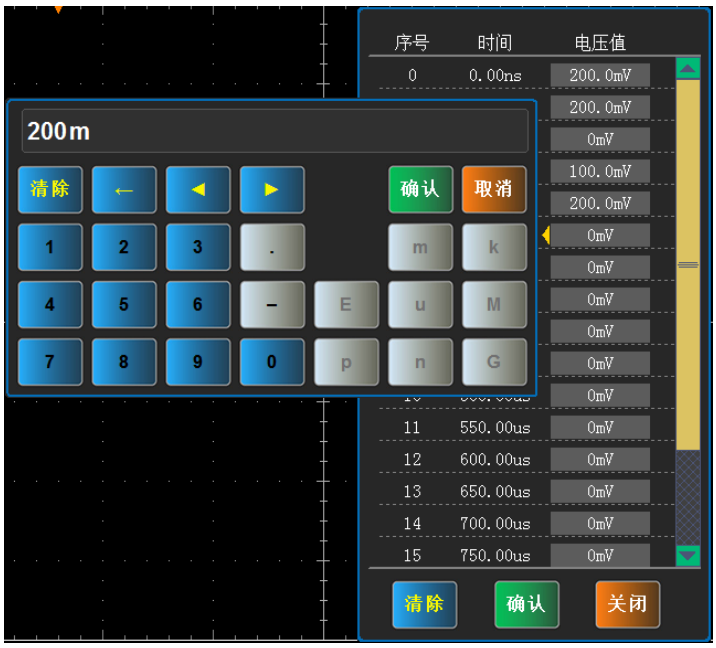


图3.177 波形点编辑

对话框区域分成三部分，序号表明波形点的次序，从 0 开始。时间表明波形点生成的时间值。电压值表明波形点输出电压。点击[清除]对话框按钮可将所有点设置为偏置中心电压值；点击[确认]对话框按钮可将所有设置电压值输出；点击[关闭]对话框按钮将关闭对话框。

鼠标左键或触屏点击电压值区域将弹出数字小键盘，通过数字小键盘设置相应波形点输出电压值。鼠标右键或长按触屏序号区或时间值区域将弹出右键菜单，可进行相应处波形点删除、插入和移动操作。

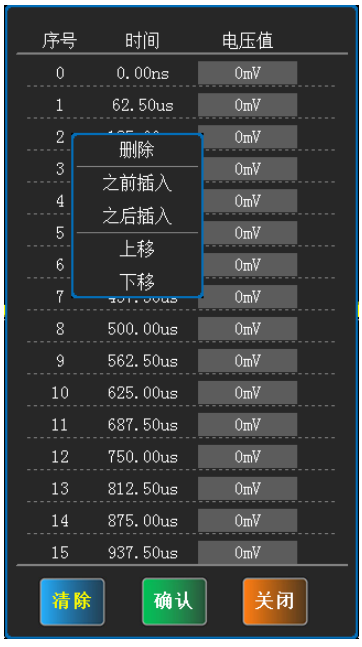


图3.178 波形点编辑右键菜单

点击[绘制]菜单按钮，弹出任意波波形点绘制对话框：

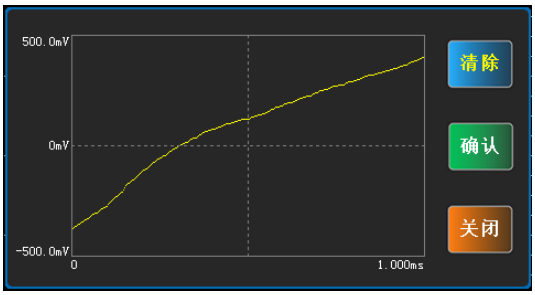


图3.179 波形点绘制

通过拖动鼠标左键或在触摸屏上滑动的方式绘制任意波形。点击[清除]对话框按钮可将绘制波形清除；点击[确认]对话框按钮可将绘制波形输出；点击[关闭]对话框按钮将关闭对话框。

点击[保存]菜单按钮，弹出任意波形保存对话框，选择保存路径并为文件命名后点击保存将波形保存为 CSV 文件（.csv）或二进制文件（.bin），默认文件名为 4456_AWG_YYYYMMDD_HHMMSS ,其中 YYYYMMDD 代表当前日期的年、月、日信息，HHMMSS 代表当前时间的时、分、秒信息。任意波保存的 CSV 文件格式为：

表 3.11 任意波 CSV 文件格式说明

内容	说明
Model,ArbitraryWave	文件类型说明
Samples,2	保存采样点数
Period,1.000000e-003	周期值
Amplitude,1.000000	幅度值
Offset,0.000000	偏置值
ID,Voltage	采样点保存信息说明
0,0.500000 1,-0.500000	采样点序号和电压值

点击[读取]菜单按钮，弹出任意波形文件打开对话框，选择任意波形文件后点击打开将读取保存的任意波形文件。

任意波兼容本示波器保存的 CSV 波形文件，可输出由本示波器采集到的波形，但由于任意波采样率和采样点上的限制，并非所有的示波器文件都可恢复成任意波采样点输出，一般的，示波器采集波形采样率范围 1kHz~100MHz，采集深度为 1K 的电压波形可恢复。

任意波支持由 Excel 或记事本等工具编辑的 CSV 文件，其格式必须严格按照任意波保存 CSV 格式，并且其采样点数、周期、幅度和偏置范围应符合任意波指标要求。

3.13.1.8 内建波形

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形类型]按钮，屏幕右侧打开波形类型菜单，点击[内建波形]按钮，选择波形为内建波形，选择后波形发生菜单调整为内建波形相应菜单：



图3.180 波形发生菜单（内建波形）

- **频率/周期**

点击[频率]或[周期]按钮，屏幕右侧弹出频率/周期菜单，可设置频率或周期，频率调节范围为：100mHz~1MHz，周期调节范围为：1us~10s。

- **幅度/高电平**

点击[幅度]或[高电平]按钮，屏幕右侧弹出幅度/高电平菜单，可设置幅度或高电平，幅度调节范围为：10mV~2.5V，高电平调节范围为：-1.245V~2.5V。

- **偏置/低电平**

点击[偏置]或[低电平]按钮，屏幕右侧弹出偏置/低电平菜单，可设置偏置或低电平，偏置调节范围为：-1.25V~1.25V，低电平调节范围为：-2.5V~1.245V。

- **波形**

点击[波形]按钮，屏幕右侧弹出波形菜单：



图3.181 内建波形波形菜单

点击[内建波形]菜单按钮，弹出内建波形选项菜单：

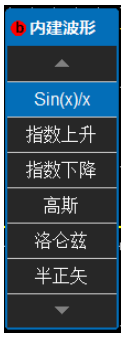


图3.182 内建波形选项菜单

直接点击内建波形选项或通过多功能旋钮 b 选择后按下确认，即可选择相应的内建波形。

3.13.2 波形调制

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[调制]按钮，屏幕右侧打开调制菜单，只有正弦波、方波、斜波、任意波和内建波形有调制功能，脉冲、直流、噪声不可调制。



图3.183 AM、FM、FSK 调制菜单

- 调制类型 119
- 调制频率/FSK 速率 121
- 调制波形 121
- 调制开关 121

3.13.2.1 调制类型

点击[调制类型]菜单按钮，弹出调制类型选项菜单：

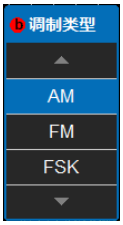


图3.184 调制类型选项菜单

3.13 函数发生器（选件）

直接点击调制类型选项或通过多功能旋钮 b 选择后按下确认，即可选择相应的调制类型。

- **AM**

AM 是幅度调制的简称，是指用低频调制信号去控制高频载波信号的幅度，使得载波的幅度随调制信号的变化而变化。

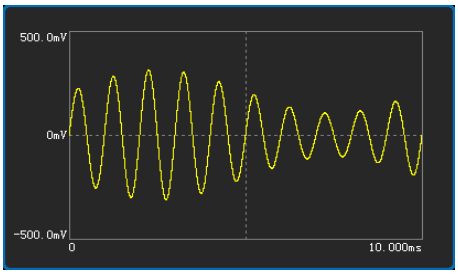


图3.185 幅度调制

点击[调制深度]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置 AM 调制深度，取值范围 0%~120%。

- **FM**

FM 是频率调制的简称，是指载波信号的频率随着调制信号的幅度线性变化。

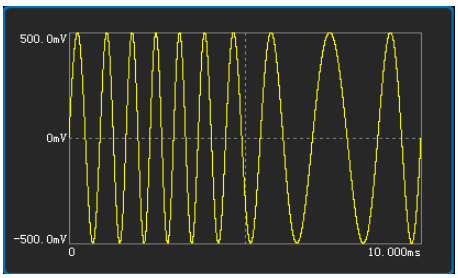


图3.186 频率调制

点击[频率偏移]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置 FM 频率偏移，取值范围 0~载波频率（调制后输出不超过最大输出频率）。

- **FSK**

FSK 为频移键控 ,是指输出波形的频率随着调制信号的变化而变化 ,调制信号为 1 时，输出对应频率 1，调制信号为 0 时，输出对应频率 2。

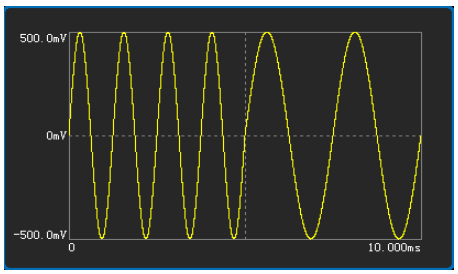


图3.187 频移键控

点击[跳频]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置 FSK 跳频频率，取值范围：正弦波 100mHz~25MHz；方波/任意波 100mHz~10MHz；斜坡/内建波形 100mHz~1MHz。

3.13.2.2 调制频率/FSK 速率

点击[调制频率]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置 AM、FM 调制波形频率，取值范围：100mHz~50kHz。

点击[FSK 速率]菜单按钮，通过多功能旋钮 b 或数字小键盘即可设置 FSK 速率，取值范围：100mHz~1MHz。

3.13.2.3 调制波形

点击[调制波形]菜单按钮（FSK 调制波形为方波，无此选项），弹出调制波形选项菜单：



图3.188 调制波形选项菜单

直接点击调制波形选项或通过多功能旋钮 b 选择后按下确认，即可选择相应的调制波形。脉冲调制波形为占空比 10%的脉冲波形，任意波作为调制波需要读取任意波形文件（二进制文件*.bin）中保存的任意波形。

3.13.2.4 调制开关

点击[调制开关]菜单按钮，打开/关闭波形调制功能。

3.13.3 波形预览

为了更直观观测输出波形，具有波形预览功能。波形预览窗口仅仅是完成波形的预览显示，根据设置波形和参数计算出来的理论波形进行的虚拟波形预览，帮助用户更快速直观的

对波形的情况进行分析。波形预览窗口不仅提供输出波形和参数的显示，在设置参数时，还提示所设置参数的基本含义。

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形预览]按钮，打开/关闭波形预览窗口。

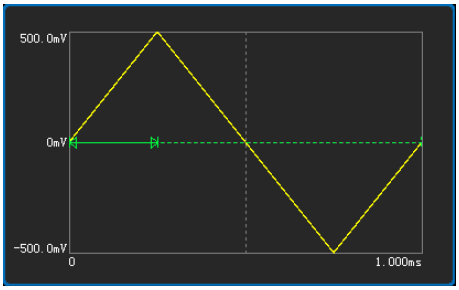


图3.189 波形预览窗口

3.13.4 波形输出

按下前面板的【波形发生】按键，打开波形发生菜单，点击[波形输出]按钮，打开/关闭波形发生通道的波形输出功能。

3.14 总线分析仪（选件）

4456 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、1553 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。

- I2C 总线触发与分析 122
- RS232/RS422/RS485/UART 总线触发与分析 132
- SPI 总线触发与分析 140
- CAN 总线触发与分析 148
- LIN 总线触发与分析 158
- FlexRay 总线触发与分析 167
- AUDIO 总线触发与分析 181
- USB 总线触发与分析 192
- MIL-STD-1553 总线触发与分析 202

3.14.1 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3.190 I2C 帧格式

- I2C 总线设置 123
- I2C 触发设置 127

3.14.1.1 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3.191 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3.192 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3.193 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3.194 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：

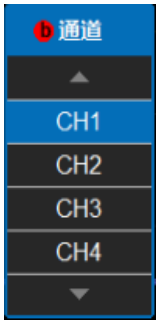


图3.195 I2C 定义 SCLK 输入设置菜单

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，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3.196 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3.197 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3.198 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：

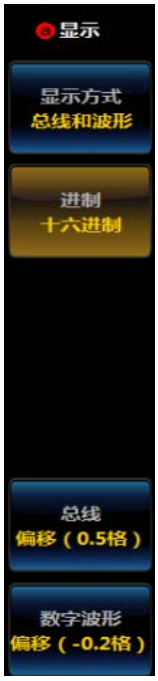


图3.199 I2C 显示设置菜单

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3.200 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3.201 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3.202 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。

3.14.1.2 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3.203 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3.204 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3.205 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3.206 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3.207 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3.208 触发地址设置菜单

3.14 总线分析仪（选件）

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3.209 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3.210 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3.211 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3.212 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，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3.213 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。

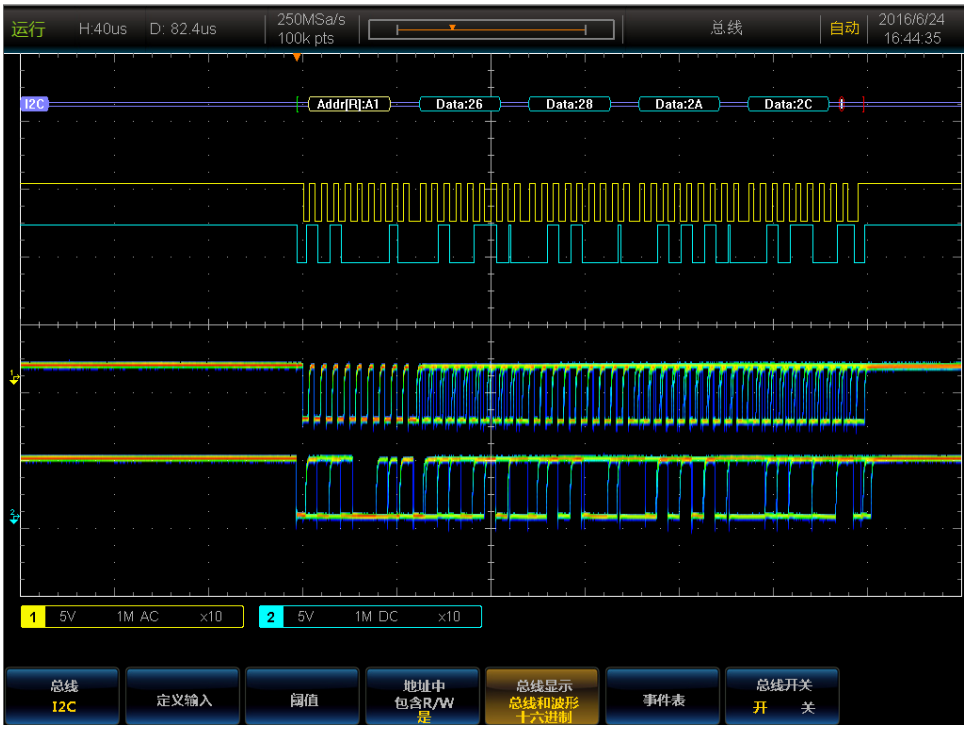


图3.214 I2C 触发与分析示例

3.14.2 RS232/RS422/RS485/UART 总线触发与分析

RS232 总线分析选件不仅可以分析 RS232 总线，还可以分析 RS422 总线、RS485 和 UART 总线。当用户选择 RS232 总线时，输入极性选择正常；选择 RS422 总线、RS485 或 UART 总线时，输入极性选择反转。下面以 RS232 总线为例介绍该总线选件。

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。

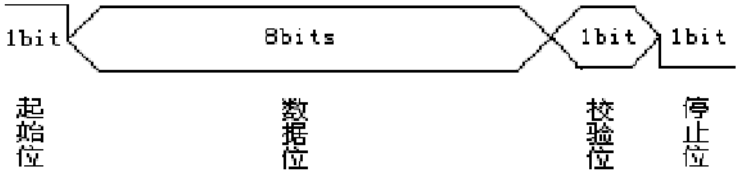


图3.215 RS232 帧格式

- 总线设置 132
- 触发设置 138

3.14.2.1 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3.216 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，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3.217 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3.218 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。

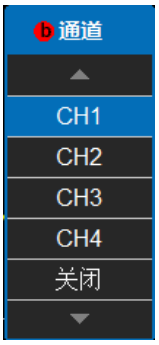


图3.219 RS232 通道设置菜单

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。

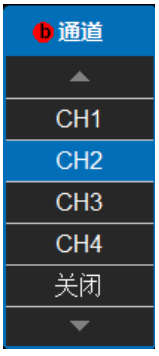


图3.220 RS232 通道设置菜单

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”。

3.14 总线分析仪（选件）

- **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3.221 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。

b 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3.222 预置设置菜单

- **配置**

点击[配置]菜单，弹出 RS232 配置二级菜单。



图3.223 配值设置菜单

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3.224 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3.225 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。

点击[预置]按钮，弹出位速率预置三级菜单。

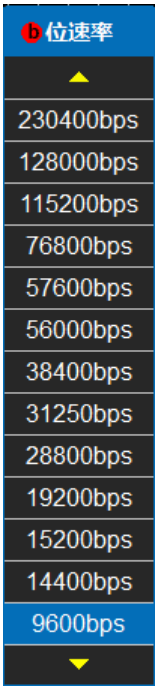


图3.226 位速率设置菜单

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。

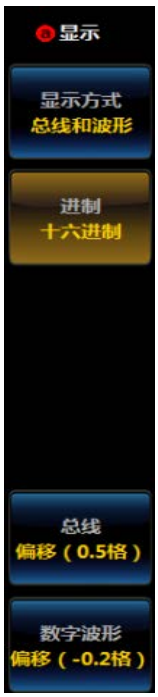


图3.227 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图3.228 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3.229 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3.230 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。

3.14.2.2 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3.231 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3.232 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3.233 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3.234 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。

- **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3.235 RS232 触发与分析示例

3.14.3 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。

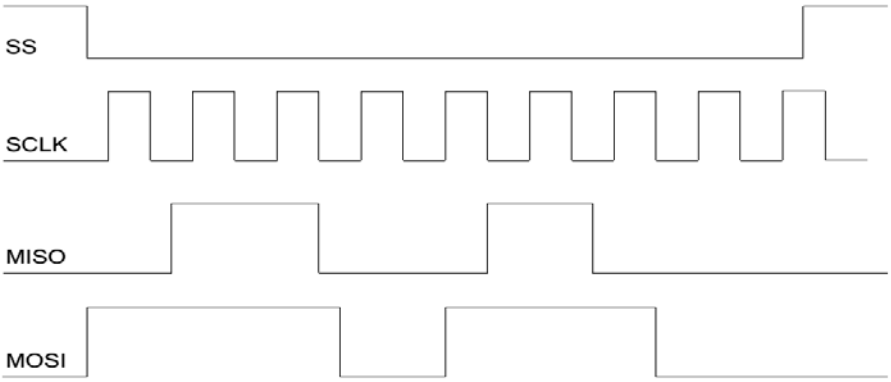


图3.236 SPI 总线时序图

- SPI 总线设置..... 141
- SPI 触发设置..... 146

3.14.3.1 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3.237 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，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：

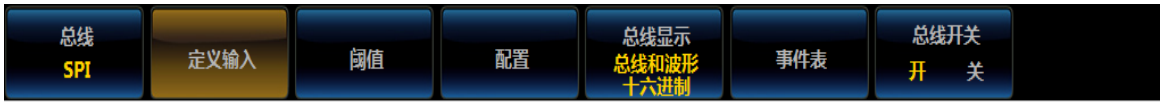


图3.238 SPI 总线一级菜单

➢ **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3.239 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。

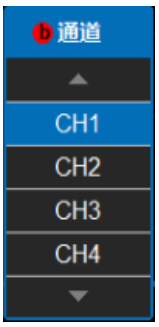


图3.240 SPI 通道设置菜单

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。

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。

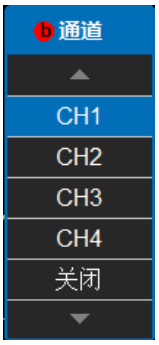


图3.241 SPI 通道设置菜单

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。

- **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3.242 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。



图3.243 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。

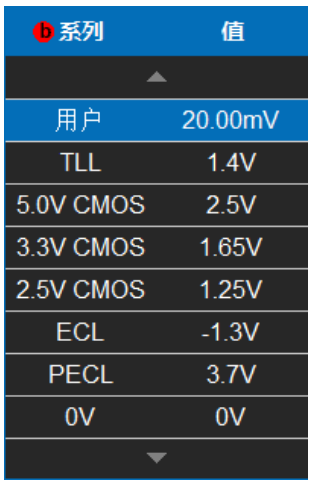


图3.244 SPI 预置设置菜单

➢ **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3.245 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。

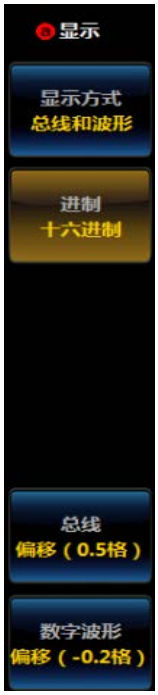


图3.246 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图3.247 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3.248 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3.249 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。

3.14.3.2 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3.250 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3.251 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3.252 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**

3.14 总线分析仪（选件）

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。

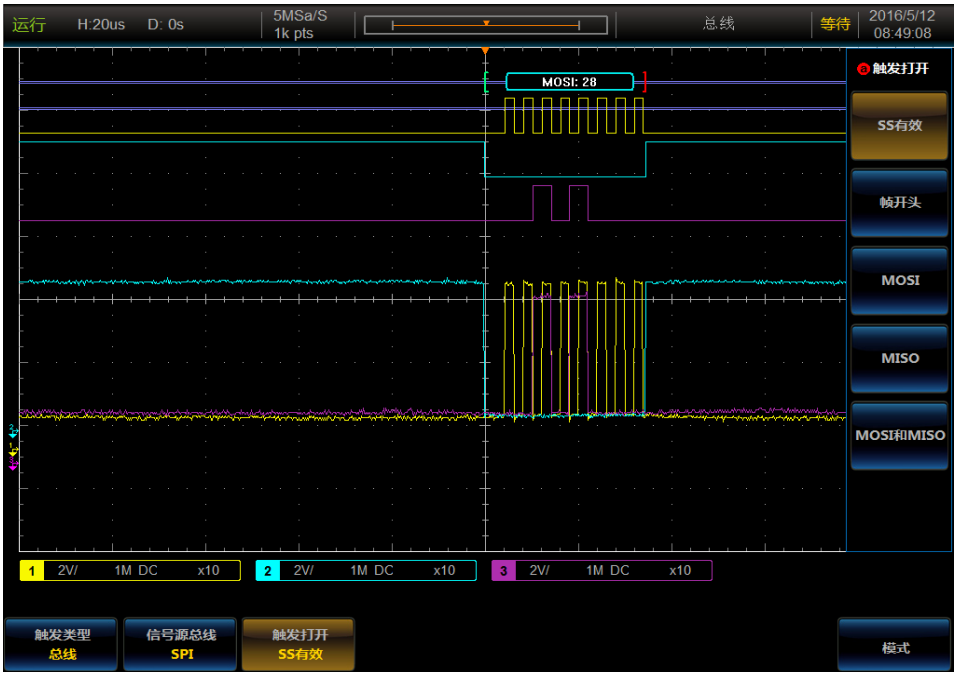


图3.253 SPI 触发与分析示例

3.14.4 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

CAN 总线帧格式

- CAN 总线设置 149
- CAN 触发设置 154

3.14.4.1 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，点击菜单按钮[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：



图3.254 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：

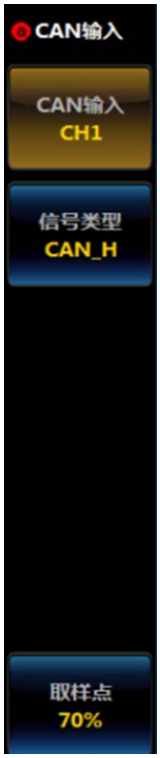


图3.255 CAN 定义输入设置菜单

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：

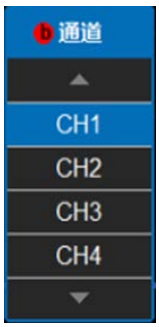


图3.256 CAN 输入设置菜单

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：

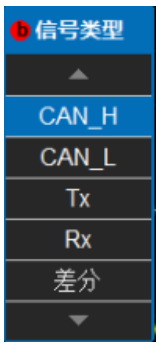


图3.257 CAN 信号类型设置菜单

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3.258 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：

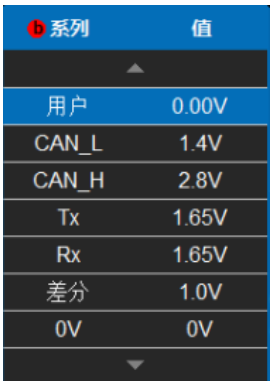


图3.259 CAN 阈值设置菜单

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3.260 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：

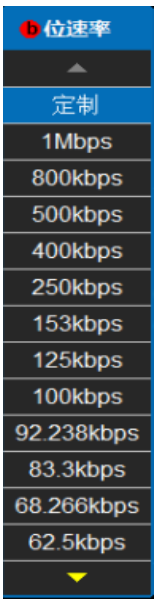


图3.261 CAN 位速率设置菜单

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3.262 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3.263 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3.264 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3.265 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。

3.14.4.2 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3.266 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3.267 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3.268 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3.269 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3.270 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3.271 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；

3.14 总线分析仪（选件）

点击菜单按钮[标识符]，菜单左侧弹出标识符设置数字键盘，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3.272 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3.273 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3.274 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3.275 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，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3.276 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。

3.14 总线分析仪（选件）



图3.277 CAN 触发与分析示例

3.14.5 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。

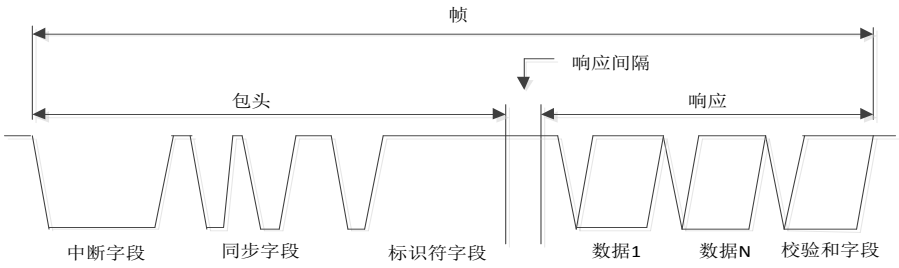


图3.278 LIN 帧格式

- LIN 总线设置 158
- LIN 触发设置 163

3.14.5.1 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3.279 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3.280 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：

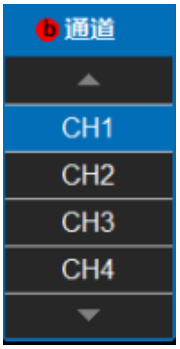


图3.281 LIN 输入通道设置菜单

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3.282 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3.283 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：

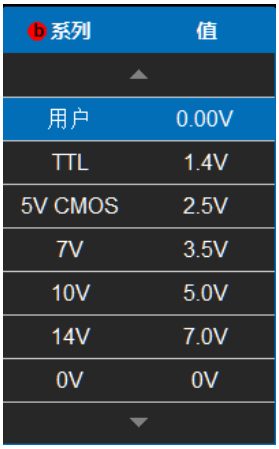


图3.284 LIN 通道阈值预置菜单

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3.285 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：

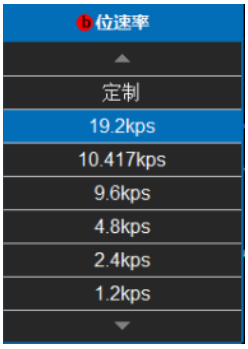


图3.286 LIN 位速率设置菜单

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3.287 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：

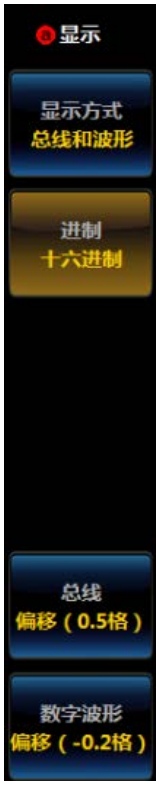


图3.288 LIN 显示设置菜单

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3.289　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3.290　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3.291 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。

3.14.5.2 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），

3.14 总线分析仪（选件）

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3.292 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3.293 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3.294 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3.295 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，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3.296 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：

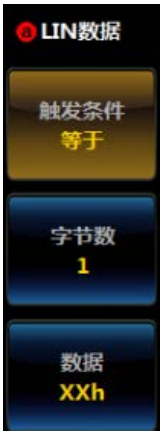


图3.297 LIN 数据触发二级菜单

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3.298 LIN 数据触发条件设置菜单

3.14 总线分析仪（选件）

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，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3.299 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3.300 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3.301 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。

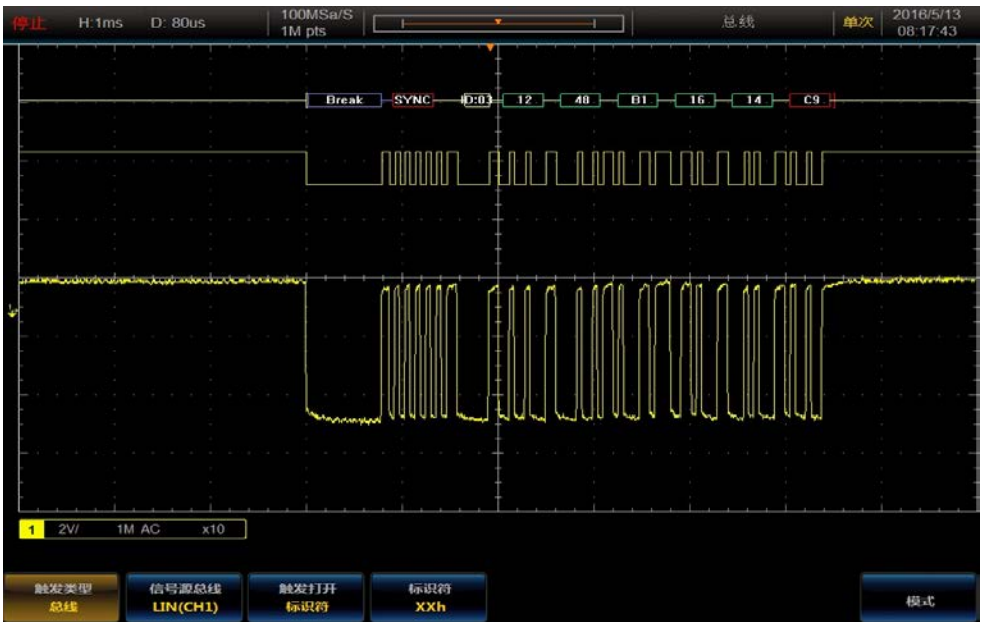


图3.302 LIN 触发与分析示例

3.14.6 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，包尾段由三个字节的 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。

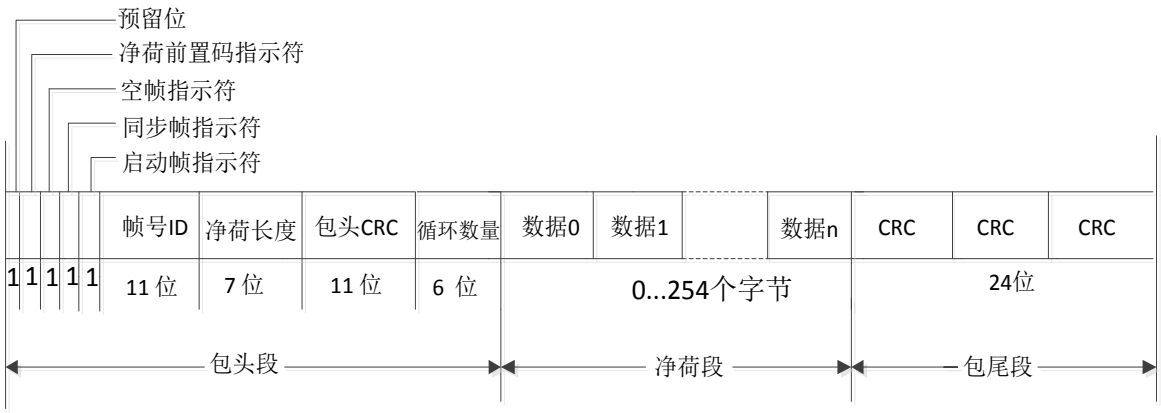


图3.303 FlexRay 帧格式

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。

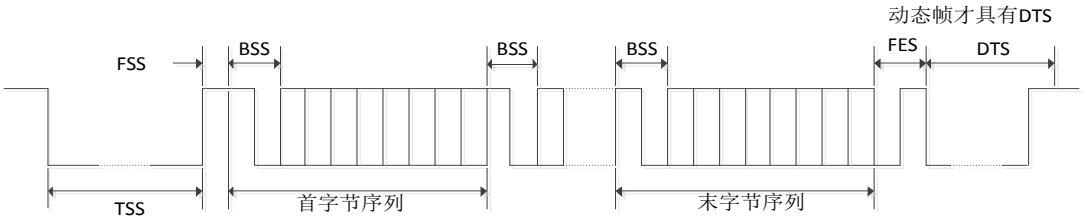


图3.304 FlexRay 帧序列

- FlexRay 总线设置 168
- FlexRay 触发设置 173

3.14.6.1 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3.305 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3.306 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：

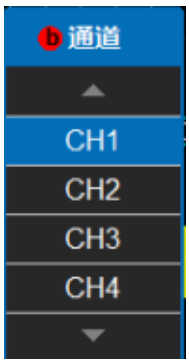


图3.307 FlexRay 输入通道菜单

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：

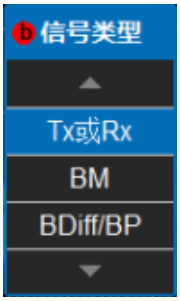


图3.308 FlexRay 输入信号类型菜单

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3.309 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；

3.14 总线分析仪（选件）

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：

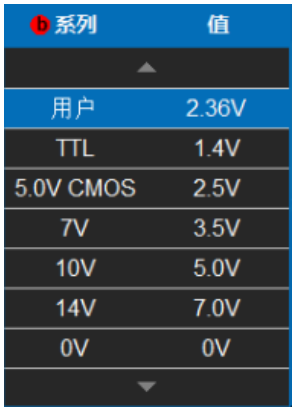


图3.310 FlexRay 输入通道单阈值预置菜单

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3.311 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：

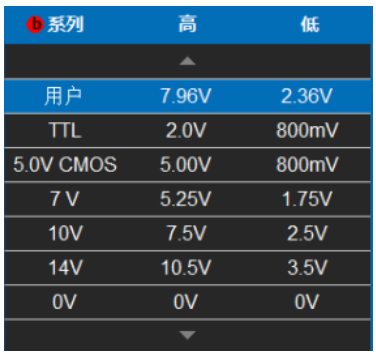


图3.312 FlexRay 输入通道双阈值预置菜单

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3.313 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：

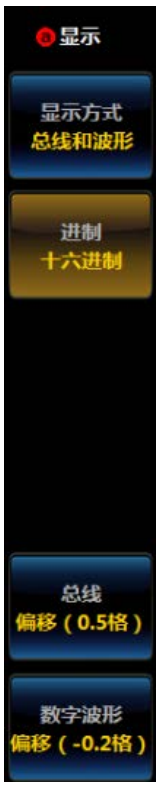


图3.314 FlexRay 显示设置菜单

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3.315 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3.316 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3.317 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。

3.14.6.2 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3.318 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：

3.14 总线分析仪（选件）



图3.319 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3.320 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3.321 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3.322 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3.323 FlexRay 总线标识符触发二级菜单

3.14 总线分析仪（选件）

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3.324 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，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3.325 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3.326 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3.327 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，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3.328 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3.329 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]、[字节偏置]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3.330 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[字节偏置]，旋转多功能旋钮 b 设置字节偏置为无关或者 0~253 中的数值；

点击菜单按钮[数据]，菜单左侧弹出数据设置数字键盘，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3.331 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3.332 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3.333 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3.334 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3.335 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3.336 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3.337 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。

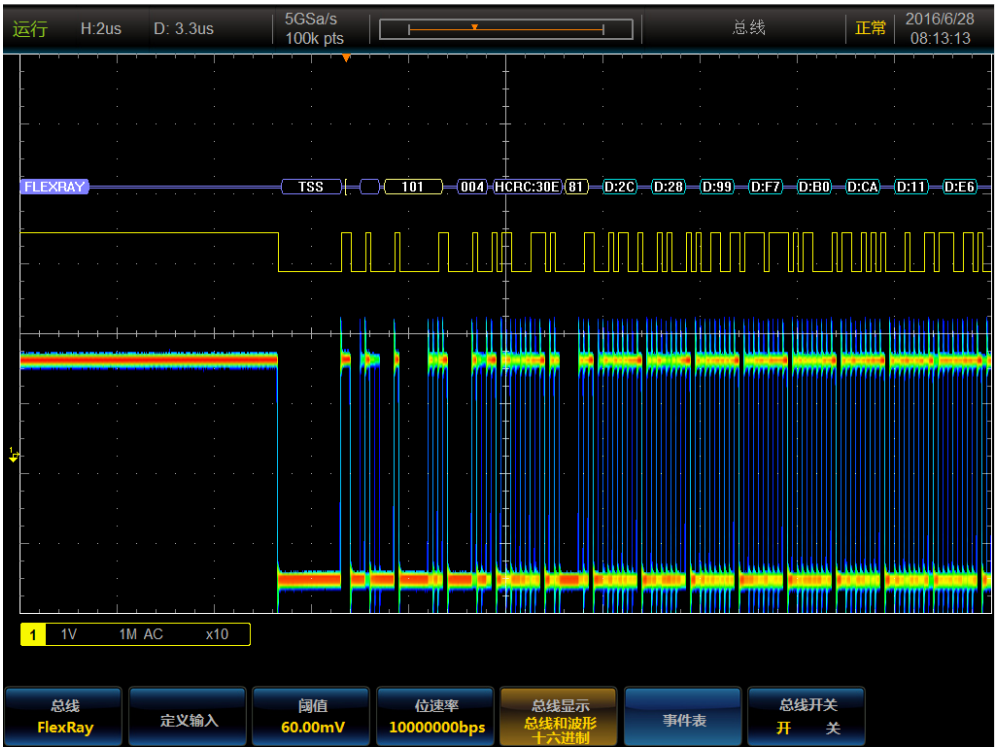


图3.338 FlexRay 触发与分析示例

3.14.7 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。

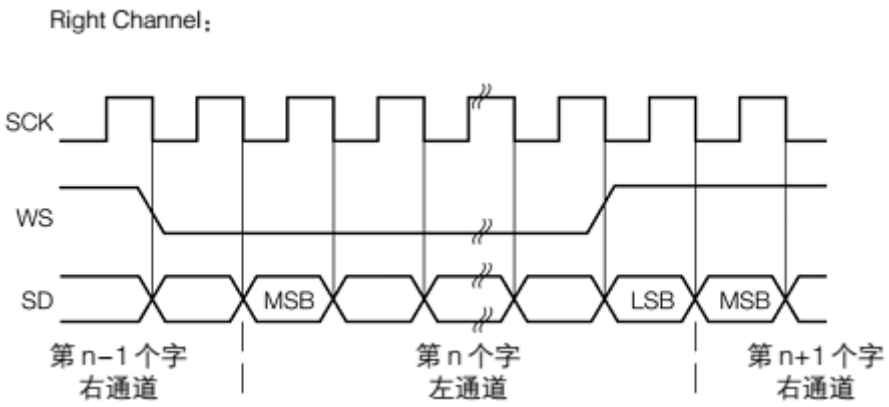


图3.339 I2S 总线时序图

3.14 总线分析仪（选件）

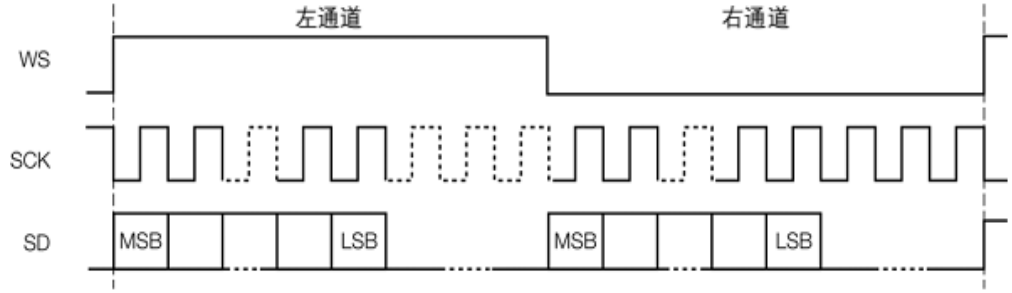


图3.340 LJ 总线时序图

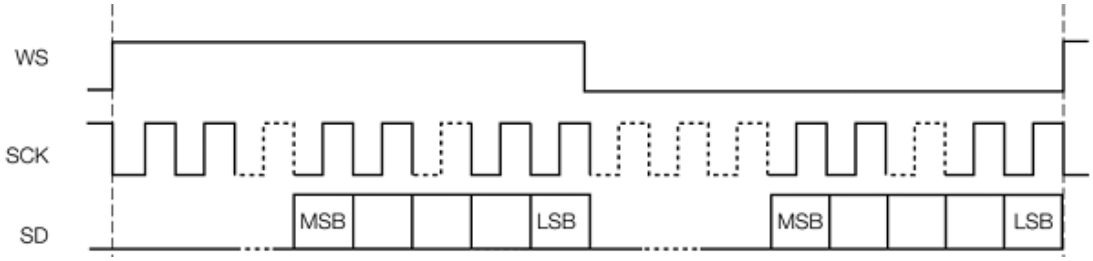


图3.341 RJ 总线时序图

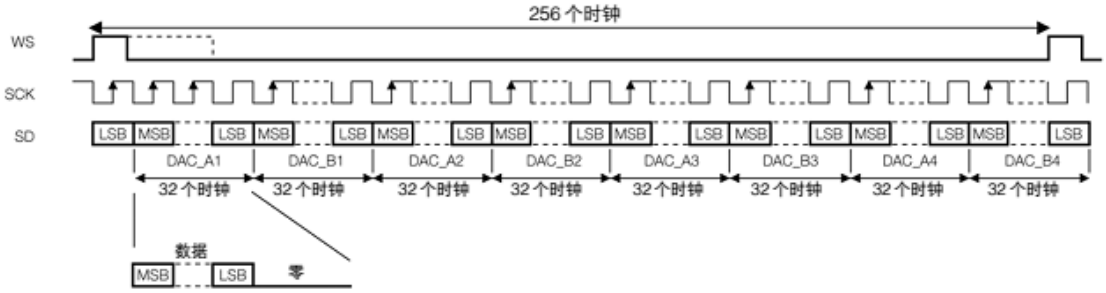


图3.342 TDM 总线时序图

- 3.14.7.1 Audio 总线设置 182
- 3.14.7.2 Audio 触发设置 190

3.14.7.1 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3.343 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3.344 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3.345 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3.346 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3.347 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。

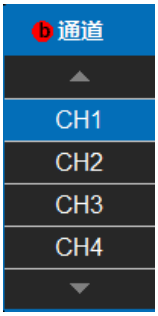


图3.348 通道设置菜单

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。

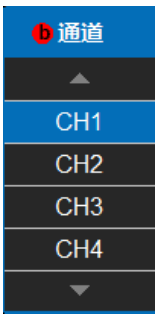


图3.349 通道设置菜单

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。

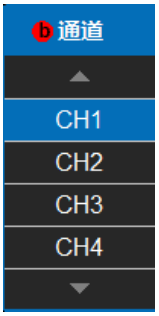


图3.350 通道设置菜单

- **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3.351 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。

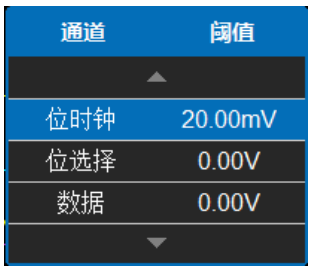


图3.352 通道设置菜单

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。

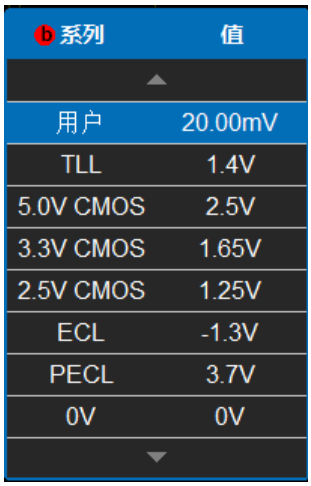


图3.353 预置设置菜单

- **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3.354 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。

3.14 总线分析仪（选件）



图3.355 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 4~32，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 4~32，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 2~64，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 0~31，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3.356 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3.357 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3.358 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3.359 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。

3.14.7.2 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3.360 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3.361 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3.362 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。

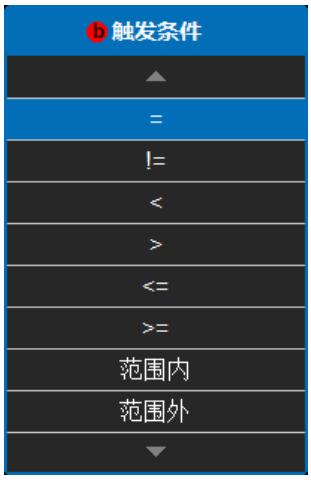


图3.363 触发条件设置菜单

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。

3.14 总线分析仪（选件）

点击[数据]按钮，打开数据输入键盘，输入数据。

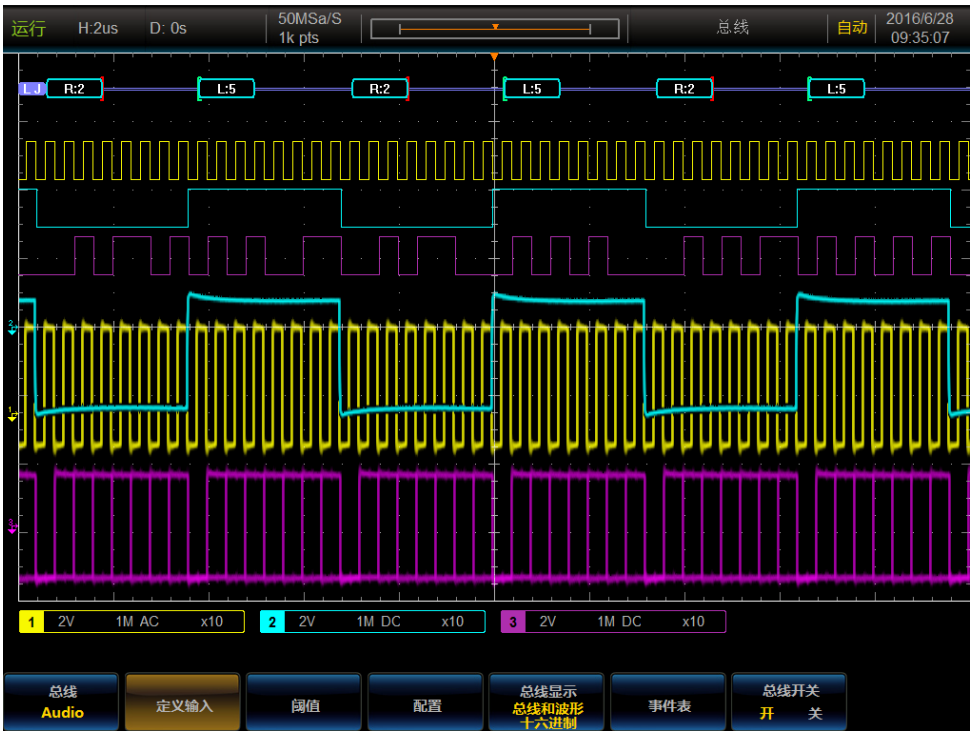


图3.364 Audio 触发与分析示例

3.14.8 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。

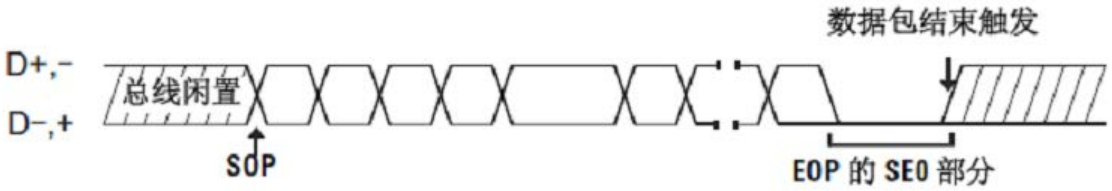


图3.365 USB 帧格式

- 3.14.8.1 USB 总线设置 192
- 3.14.8.2 USB 触发设置 197

3.14.8.1 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3.366 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3.367 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3.368 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3.369 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。

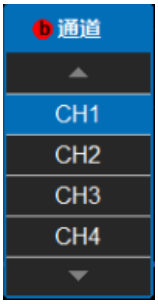


图3.370 通道设置菜单

点击[D-通道]按钮，选择任意通道（CH1~CH4）作为 D-通道。

点击[差分通道]按钮，选择任意通道（CH1~CH4）作为差分通道。

- **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3.371 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。

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3.372 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。

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3.373 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3.374 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3.375 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3.376 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3.377 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。

3.14.8.2 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3.378 触发条件设置菜单

3.14 总线分析仪（选件）

（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3.379 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3.380 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3.381 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3.382 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3.383 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3.384 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3.385 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。

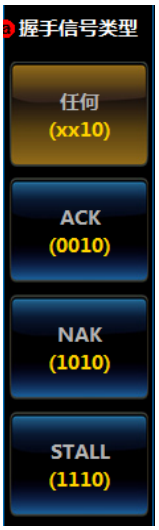


图3.386 握手信号类型设置菜单

（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。

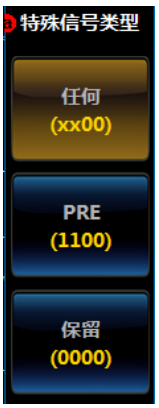


图3.387 特殊信号类型设置菜单

（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3.388 错误信号类型设置菜单

3.14 总线分析仪（选件）

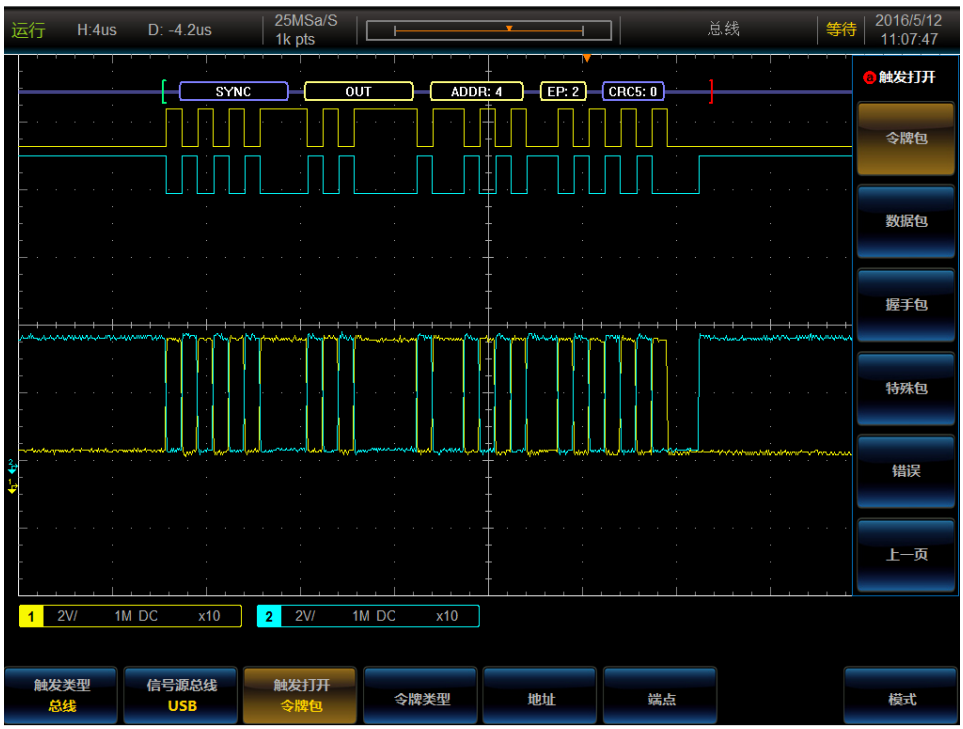


图3.389 USB 触发与分析示例

3.14.9 MIL-STD-1553 总线触发与分析

MIL-STD-1553 总线，全称是飞机内部时分制命令/响应式多路复用数据总线，是 20 世纪 70 年代由美国公布的一种串行多路数据总线标准。1553 总线有三种终端类型：总线控制器(BC)、远置终端(RT)和总线监视器(BM) ;信息格式有 BC 到 RT、RT 到 BC、RT 到 RT、广播方式和系统控制方式；传输媒介为屏蔽双绞线，1553 总线耦合方式有直接耦合和变压器耦合；1553 总线为多冗余度总线拓扑结构，具有双向传输性，其传输速度为 1Mbps，传输方式为半双工方式，采用曼彻斯特II码进行编码传输。

- 3.14.9.1 MIL-STD-1553 总线设置 202
- 3.14.9.2 MIL-STD-1553 触发设置 206

3.14.9.1 MIL-STD-1553 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：

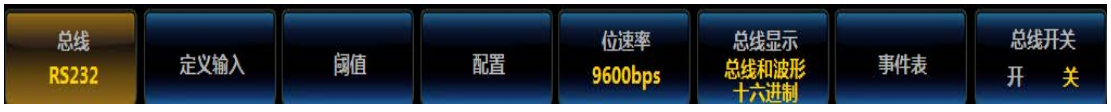


图3.390 总线设置菜单

点击[总线]按钮，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单：



图3.391 总线类型设置菜单

点击[1553]按钮，选择 1553 总线类型，屏幕下方切换为 1553 总线设置菜单：



图3.392 1553 总线一级菜单

- **定义输入**

点击 1553 总线设置一级菜单[定义输入]按钮，弹出 1553 输入二级菜单，进行通道设置和极性选择。



图3.393 1553 定义输入菜单

点击[1553 输入]按钮，在弹出的三级菜单中选择任意通道（CH1~CH4）作为 1553 输入通道。

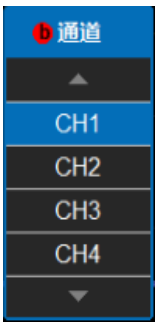


图3.394 1553 通道设置菜单

点击[极性]按钮，选择正常或者反转。

- **阈值**

点击[阈值]按钮，打开通道阈值二级菜单，进行高阈值和低阈值的设置，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3.395 1553 阈值设置菜单

点击[预置]按钮，在弹出的三级菜单中选择合适的阈值，调节 1553 通道阈值。

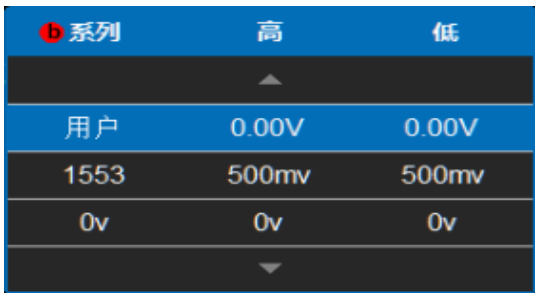


图3.396 1553 预置设置菜单

- **RT 时间**

点击[RT]按钮，打开通道 1553RT 设置二级菜单，进行 RT 时间设置。



图3.397 1553RT 设置菜单

点击[响应时间最大]按钮，过旋转前面板上的通用 b 旋钮设置最大响应时间。
点击[响应时间最小]按钮，过旋转前面板上的通用 b 旋钮设置最小响应时间。

- **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。

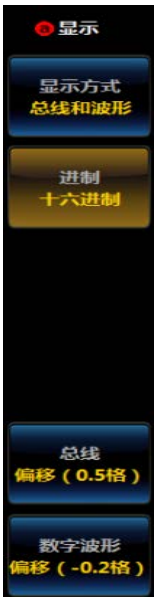


图3.398 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图3.399 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3.400 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3.401 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。

3.14.9.2 MIL-STD-1553 触发设置

1553 可以按照 SS 有效，同步，命令，状态，数据，时间和错误进行触发。

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 1553 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3.402 1553 触发条件设置菜单

- **同步**

点击[同步]按钮，选择同步触发。

- **命令**

点击[命令]按钮，选择命令触发。



图3.403 1553 命令触发菜单

点击[RT Address]按钮，弹出 RT Address 二级菜单，设置触发条件和地址。

点击[命令字细节]按钮，弹出命令字二级菜单，设置 T/R bit、子地址、字计数和奇偶校验。



图3.404 1553 命令触发设置菜单

➢ **状态**

点击[状态]按钮，选择状态触发。



图3.405 1553 状态触发菜单

点击[RT Address]按钮，弹出 RT Address 二级菜单，设置触发条件和地址。

点击[状态字位]按钮，弹出命令字二级菜单，设置 Message Error、Instr.、Service Req、BCR、Busy、Subsystem Flag、DBCA、Terminal Flag 和奇偶校验。



图3.406 1553 状态触发设置菜单

➢ **数据**

点击[数据]按钮，选择数据触发。



图3.407 1553 数据触发菜单

点击[数据]按钮，弹出数据触发二级菜单，设置输入数据和奇偶校验。



图3.408 1553 数据触发设置菜单

➢ **时间**

点击[时间]按钮，选择时间触发。



图3.409 1553 时间触发菜单

点击[触发条件]按钮，弹出时间触发条件二级菜单，设置触发条件。

点击[时间]按钮，弹出时间设置二级菜单，设置最大时间和最小时间。



图3.410 1553 时间触发设置菜单

3.14 总线分析仪（选件）

- **错误**

点击[错误]按钮，选择错误触发。



图3.411 1553 错误触发菜单

点击[错误类型]按钮，弹出错误类型二级菜单，设置错误类型。



图3.412 1553 错误触发设置菜单

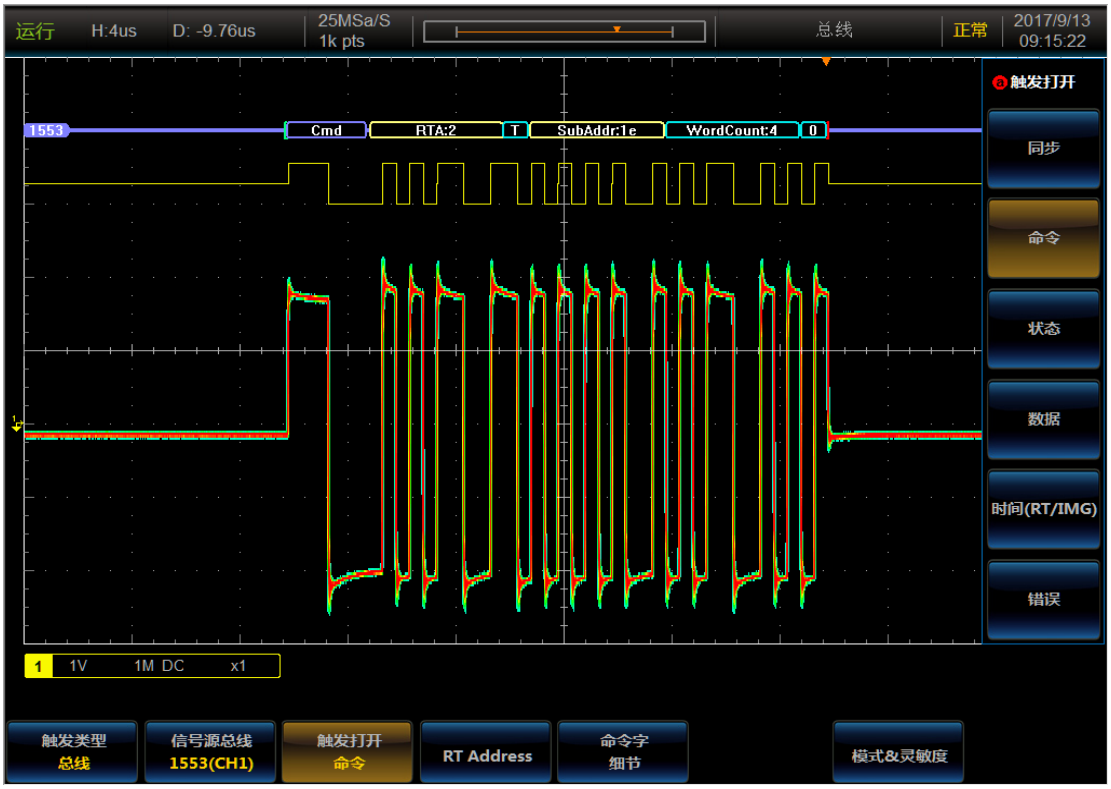


图3.413 1553 触发与分析示例

3.15 极限和模板测试（选件）

4456 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3.414 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3.415 极限模板菜单

- 设置模板 211
- 选择模板 212
- 设置测试 213
- 运行测试 214
- 显示结果 214

3.15.1 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3.416 设置模板菜单

3.15 极限和模板测试（选件）

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：

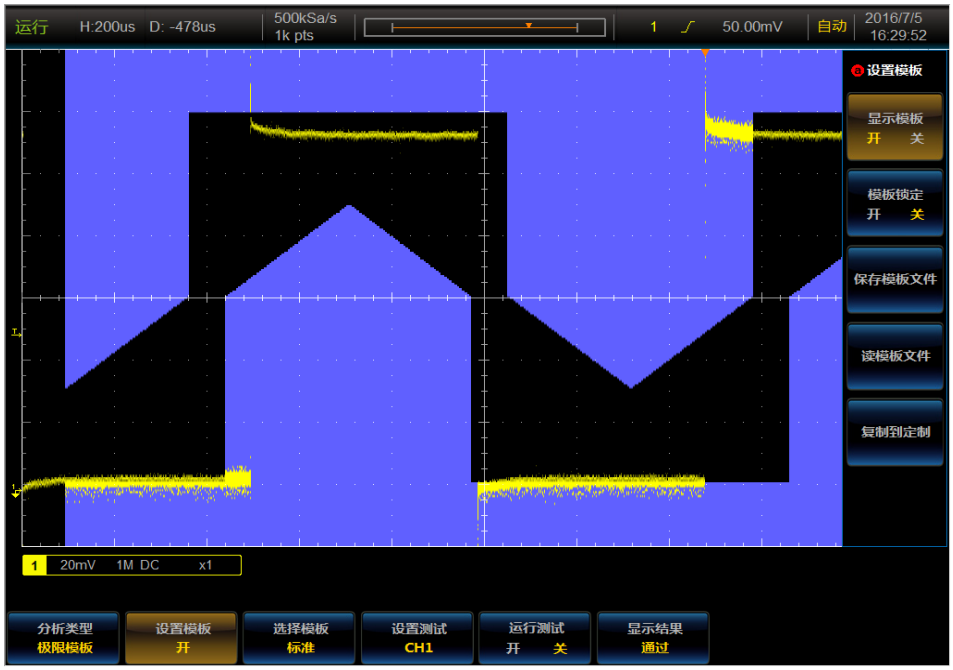


图3.417 模板显示界面

3.15.2 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3.418 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：±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3.419 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。

3.15.3 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3.420 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。

3.15.4 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。

3.15.5 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3.421 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。

3.16 功率测量与分析（选件）

4456 系列示波器可通过模拟通道的输入信号，从电源质量、开关损耗、谐波、纹波、调制、安全作业区和转换速率对信号进行测量与分析。

操作前面板的【分析】按键，打开分析菜单。



图3.422 分析菜单

点击菜单按钮[分析类型]，在右侧类型菜单中选择“功率测量”，屏幕底端显示功率测量操作菜单。



图3.423 功率测量菜单

- 测量类型 216
- 电源质量 216
- 纹波 218
- 谐波 219

- 开关损耗 222
- 调制 225
- 安全作业区 226

3.16.1 测量类型

点击菜单按钮[测量类型]，屏幕右侧显示功率测量类型：

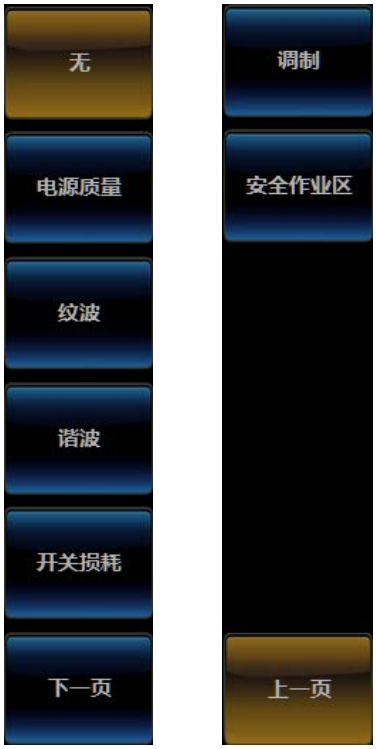


图3.424 功率测量类型菜单

3.16.2 电源质量

点击测量类型菜单按钮[电源质量]，屏幕底部显示对应的操作菜单：



图3.425 电源质量操作菜单

- 定义输入 217
- 测量显示 217
- 频率参考 218

3.16.2.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.426 定义输入操作菜单

点击[电压通道]/[电流通道]，弹出设置通道的三级菜单：

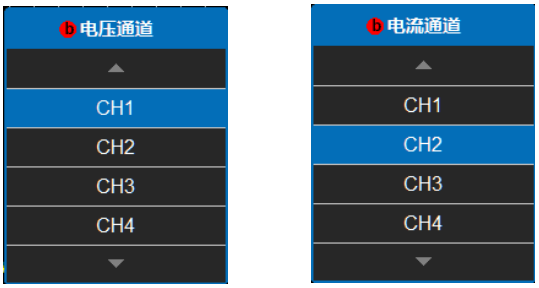


图3.427 通道设置菜单

3.16.2.2 测量显示

点击[测量显示]，屏幕右侧弹出设置测量显示的二级菜单：



图3.428 测量显示设置菜单

点击[测量选项]，弹出测量选项列表，点击某选项后，通过二级菜单的[显示/开、关]可设置此测量项的显示状态。显示打开时，屏幕上的测量结果区域中将显示此选项的测量结果。

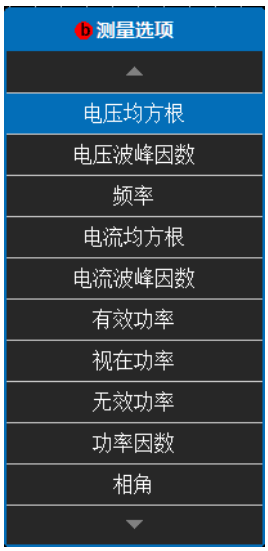


图3.429 测量选项菜单

点击[打开所有测量]，则显示电源质量的所有测量选项的测量结果。

点击[关闭所有测量]，则不显示电源质量的测量结果。

3.16.2.3 频率参考

点击[频率参考]，可切换频率参考源为电压信号或电流信号。

3.16.3 纹波

点击测量类型菜单按钮[纹波]，屏幕底部显示对应的操作菜单：



图3.430 纹波菜单

- 定义输入 218
- 测量源 219

3.16.3.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.431 定义输入操作菜单

点击[电压通道]/[电流通道]，弹出设置通道的三级菜单：

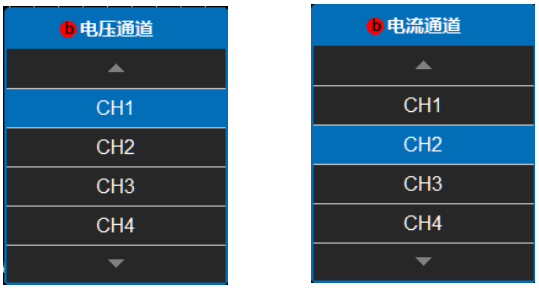


图3.432 通道设置菜单

3.16.3.2 测量源

点击[测量源]，可以选择电压或电流通道进行纹波测量。

3.16.4 谐波

点击测量类型菜单按钮[谐波]，屏幕底部显示对应的操作菜单：



图3.433 谐波菜单

- 定义输入 219
- 设置 220
- 显示 221

3.16.4.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.434 定义输入操作菜单

点击[电压通道]/[电流通道]，弹出设置通道的三级菜单：

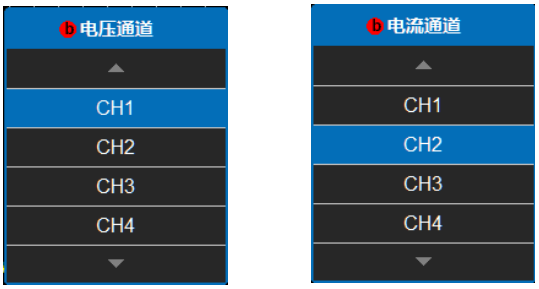


图3.435 通道设置菜单

3.16.4.2 设置

点击[设置]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.436 谐波设置菜单

谐波个数：设置测量的谐波数量。

谐波源：选择电压或电流通道做为谐波测量源。

频率参考：设置谐波测量的参考频率。



图3.437 谐波频率参考设置菜单

电压：选择电压通道信号为谐波测量的参考频率。

电流：选择电流通道信号为谐波测量的参考频率。

谐波源：选择设置的谐波源通道信号为谐波测量的参考频率。

固定参考：设置一个固定频率为谐波测量的参考频率。



图3.438 谐波固定频率参考设置

3.16.4.3 显示

点击[显示]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.439 谐波显示设置

显示方式：选择图形或表格的方式显示谐波测量结果。

谐波显示：选择全部、奇、偶次谐波显示。

谐波选择：选择当前高亮显示的谐波次数。

3.16.5 开关损耗

点击测量类型菜单按钮[开关损耗]，屏幕底部显示对应的操作菜单：



图3.440 开关损耗菜单

- 定义输入 222
- 测量显示 223
- 传导计算 223
- 参考电平 224

3.16.5.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.441 定义输入操作菜单

点击[电压通道]/[电流通道]，弹出设置通道的三级菜单：

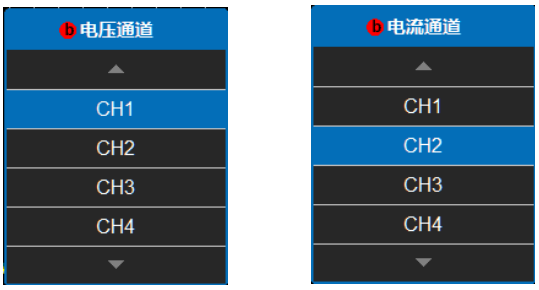


图3.442 通道设置菜单

点击[选通电压]，弹出对应的三级操作菜单，可选择选通电压的通道为 CH1～CH4、无。

当选择模拟通道时，需设置通道信号的极性为上升沿或下降沿。



图3.443 选通电压设置菜单

3.16.5.2 测量显示

点击[测量显示]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.444 测量显示菜单

全部：显示全部测量结果。

功率损耗：只显示功率损耗测量结果。

能量损耗：只显示能量损耗测量结果。

3.16.5.3 传导计算

点击[传导计算]，屏幕右侧弹出操作菜单：

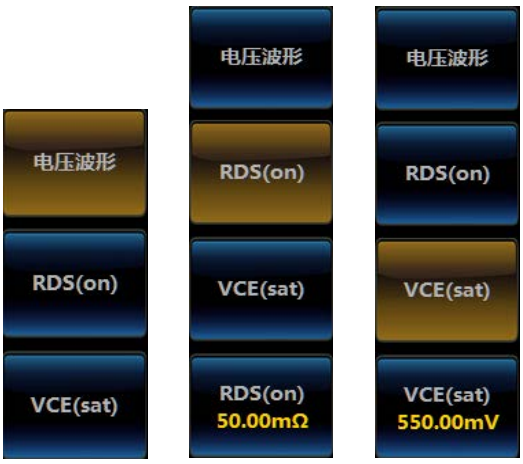


图3.445 传导计算设置

电压波形：选择电压通道信号进行传导计算。

RDS(on)：设置传导计算的 RDS(on)的导通电阻。

VCE(sat)：设置传导计算的 VCE(sat)的电压。

3.16.5.4 参考电平

点击[参考电平]，屏幕右侧弹出参考电平设置菜单，当设置了选通电压通道时，还需设置选通电压通道的参考电平。



图3.446 参考电平设置

可选择百分比或单位进行参考电平的设置。

3.16.6 调制

点击测量类型菜单按钮[调制]，屏幕底部显示对应的操作菜单：



图3.447 调制菜单

- 定义输入 225
- 测量源 225
- 调制类型 226

3.16.6.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.448 定义输入操作菜单

点击[电压通道]/[电流通道]，弹出设置通道的三级菜单：

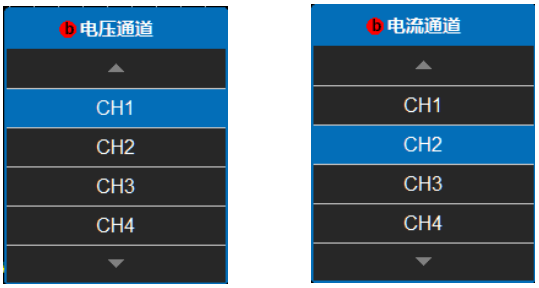


图3.449 通道设置菜单

3.16.6.2 测量源

点击[测量源]，可选择电压或电流信号进行测量。

3.16.6.3 调制类型

点击[调制类型]，屏幕右侧弹出调制类型选项菜单，点击需要的测量类型。



图3.450 调制类型

3.16.7 安全作业区

点击测量类型菜单按钮[安全作业区]，屏幕底部显示对应的操作菜单：

注意：若选择测量类型安全作业区，若逻辑分析功能打开，则自动关闭逻辑分析功能。



图3.451 安全作业区菜单

- 定义输入 227
- 定义轴 227
- 定义模板 228
- 违例停止 228

3.16.7.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图3.452 定义输入操作菜单

点击[电压通道]/[电流通道]，弹出设置通道的三级菜单：



图3.453 通道设置菜单

安全作业区的测量需要两路输入信号，CH1/CH2 为一组，CH3/CH4 为一组，即电压通道选择 CH1 时，对应的电流通道则自动选择 CH2。

3.16.7.2 定义轴

点击[定义轴]，屏幕右侧弹出坐标轴设置菜单：



图3.454 轴定义菜单

轴类型：坐标轴刻度可选择为对数、线性。

Y 轴最大值、Y 轴最小值、X 轴最大值、X 轴最小值：设置坐标轴刻度的最大、最小值。

3.16.7.3 定义模板

点击[定义模板]，屏幕右侧弹出模板设置菜单：



图3.455 模板定义菜单

模板设置：可选择模板为限制、点数。

当选择“限制”时，设置模板的最大电压、最大电流和最大功率。

当选择“点数”时，设置模板的点数，及各点的电压、电流。也可以插入点、删除点。

3.16.7.4 违例停止

点击[违例停止]，可设置违例停止的开、关状态。

4 故障诊断与返修

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。

如果您购买的 4456 系列数字荧光示波器，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买数字荧光示波器相关部件或附件，将提供完善的售后服务。

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，一旦出现问题请您及时与我们联系。如果您所购买的数字荧光示波器处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的数字荧光示波器进行免费维修；如果超过保修期，具体维修费用按照合同要求收取。

- 工作原理 229
- 故障诊断与排除 232
- 返修方法 233

4.1 工作原理

为了便于用户了解 4456 系列数字荧光示波器的功能，更好的解决操作过程中遇到的问题，本节介绍数字荧光示波器的基本工作原理及硬件原理框图。

4456 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 H01）、波形发生模块（选件 H02）等组成。硬件组成框图如图 4.1 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。4456C/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 4456CM/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，具有更低的触发抖动、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

4.1 工作原理

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 H01）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。

波形发生模块（选件 H02）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。

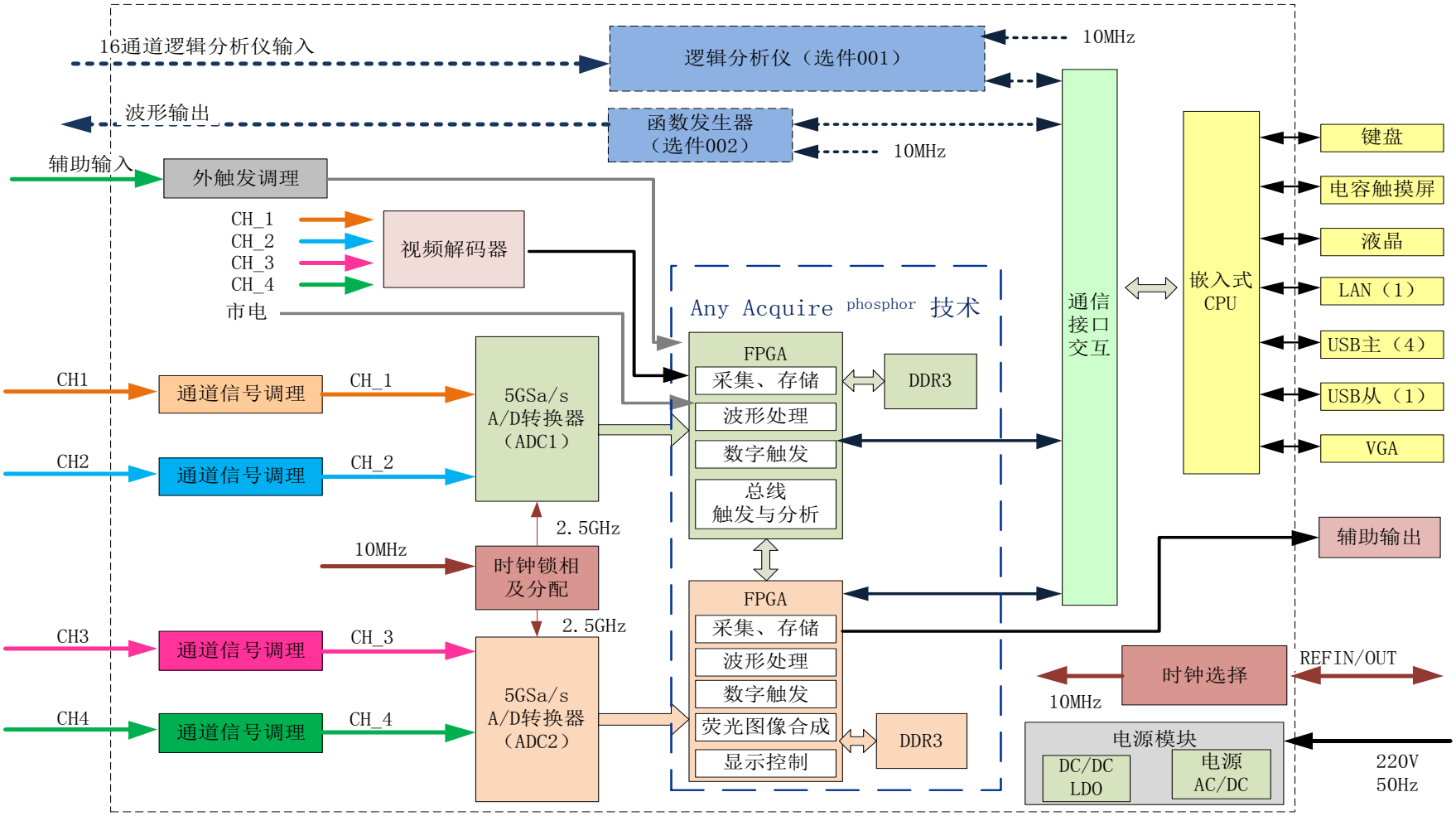


图4.1　数字荧光示波器原理框图

4.2 故障诊断与排除

提 示

故障诊断与指导

本部分是指导您当 4456 系列数字荧光示波器出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请您尽可能准确的把问题反馈给厂家，以便我们尽快为您解决。

下面按照功能类型，分类列出故障现象和排除方法。

- 系统无法启动 232
- 应用程序启动后，屏幕无轨迹 232
- 波形显示异常 232
- 参数测量不准确 233

4.2.1 系统无法启动

系统无法启动诊断与排除步骤：

步骤 1. 检查数字荧光示波器 220V 交流电输入是否正常，最大允许偏差 220V±10%，如果太高或太低都可能使仪器不能正常工作。如果不正常，检查外部线路，找出故障，排除后，重新给仪器上电，开机。如果 220V 交流电输入正常，检查仪器保险丝。如果是仪器本身电源引起的则需返厂维修或更换电源。

步骤 2. 检查 CPU 模块是否损坏或者安装是否可靠，可更换 CPU 模块或者重新安装。

步骤 3. 检查硬盘是否损坏或者安装是否可靠，可更换硬盘或者重新安装，修复系统引导区。

4.2.2 应用程序启动后，屏幕无轨迹

应用程序启动后，屏幕无轨迹诊断与排除步骤：

步骤 1. 运行自检菜单，检查系统时钟是否锁住、采集是否结束。

步骤 2. 使仪器处在运行状态，自动触发模式，检查仪器参数设置是否正确。

4.2.3 波形显示异常

波形显示异常诊断与排除步骤：

步骤 1. 检查校准数据是否丢失，如果校准数据丢失，可重新校准。

步骤 2. 检查探头是否损坏，可更换探头。

步骤 3. 运行自检程序，检查系统时钟是否锁住、PCI 通信是否正常。

4.2.4 参数测量不准确

参数测量不准确诊断与排除步骤：

步骤 1. 检查校准数据是否丢失，如果校准数据丢失，可重新校准。

步骤 2. 检查输入阻抗或耦合方式设置是否正确。

步骤 3. 检查探头是否校准、探头衰减系数设置是否正确。

4.3 返修方法

- 联系我们 233
- 包装与邮寄 233

4.3.1 联系我们

若4456系列数字荧光示波器出现问题，首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考章节“4.2 故障诊断与排除”中提供的方法，予以先期排查解决问题。若未解决，请根据下面的联系方式与我公司服务咨询中心联系并提供收集的错误信息 ,我们将以最快的速度协助您解决问题。

联系方式：

服务咨询： 400-1684191

网　　址： www.ceyear.com

电子信箱： techbb@ceyear.com

邮　　编： 266555

地　　址： **中国山东省青岛市黄岛区香江路98号**

4.3.2 包装与邮寄

当您的数字荧光示波器出现难以解决的问题时，可通过电话与我们联系。如果经联系确认数字荧光示波器需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装数字荧光示波器，并按下面的步骤进行包装：

1) 写一份有关示波器故障现象的详细说明，与示波器一同放入包装箱。
2) 用原包装材料将数字荧光示波器包装好，以减少可能的损坏。
3) 在外包装纸箱四角摆放好衬垫，将仪器放入外包装箱。
4) 用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱。
5) 在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放 !”字样。
6) 请按精密仪器进行托运。
7) 保留所有运输单据的副本。

4.3 返修方法

注 意

包装数字荧光示波器需注意

使用其它材料包装信号发生器 ,可能会损坏仪器。禁止使用聚苯乙烯小球作为包装材料，它们一方面不能充分保护仪器 ,另一方面会被产生的静电吸入仪器风扇中 ,对仪器造成损坏。

提 示

仪器的包装和运输

运输或者搬运本仪器时，请严格遵守章节“3.1.1.1开箱”中描述的注意事项。

5 技术指标

本章介绍 4456 系列数字荧光示波器的技术指标。

- 声明 235
- 产品特征 235
- 技术指标 236

5.1 声明

除非特别声明，所有的指标测试条件是：温度范围是：23°C ± 5°C，开机半小时后。仪器补充信息是帮助用户更加了解仪器性能，而不属于技术指标范围内的信息。重要词条说明如下：

技术指标 (spec): 除非另行说明，已校准的仪器在 0°C 至 40°C 的工作温度范围内放置至少两小时，再经过 45 分钟预热之后，可保证性能；其中包括测量的不确定度。对于本文中的数据，如无另行说明均为技术指标。

典型值 (typ): 表示 80% 的仪器均可达到的典型性能，该数据并非保证数据，并且不包括测量过程中的不确定性因素，只在室温（约 25°C）条件下有效。

额定值 (nom): 表示预期的平均性能、设计的性能特征或受限测试手段无法测试的性能，比如 50 Ω 连接器等。标注为额定值的产品性能不包含在产品质量保证范围内，在室温（大约 25°C）条件下测得。

测量值 (meas): 表示为了和预期性能进行比较，在设计阶段所测得的性能特征，比如幅度漂移随时间的变化。该数据并非保证数据，并且是在室温（约 25°C) 条件下测得。

5.2 产品特征

表5.1 环境及尺寸

显示系统	显示器类型	10.4 英寸彩色方屏液晶显示器
	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
	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

5.3 技术指标

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：150 W
	工作温度	0℃~+50℃；含 H01 逻辑分析仪时，0℃~+40℃
	外形尺寸（宽×高×深）	426mm×221.5mm×160mm（不包含底角和把手）
	最大重量	6.8kg

5.3 技术指标

输入通道数：4

模拟带宽：4456C/CM：350MHz；4456D/DM：500MHz；4456E/EM：1GHz

上升时间：4456C/CM：< 1ns；4456D/DM：<700ps；4456E/EM：< 450ps

最高采样率：

4456C /D/E：5GSa/s（单、双）、2.5GSa/s（三、四）

4456CM /DM/EM：5GSa/s（单）、2.5GSa/s（双）、1.25GSa/s（三、四）

存储深度：4456C/D/E：500Mpts/CH；4456CM/DM/EM：200Mpts/CH

垂直分辨率：8bit

最快波形捕获率：100万个波形/秒

附 录

- 附录 A 技术指标说明 238
- 附录 B 附件和选件 249

附录 A 技术指标说明

附表 1 详细技术指标说明表

指标 \ 型号			标准型			经济型		
			4456C	4456D	4456E	4456CM	4456DM	4456EM
垂直系统	模拟通道数		4					
	带宽（注：> 5mV/div）	50Ω	350MHz	500MHz	1GHz	350MHz	500MHz	1GHz
		1MΩ	350MHz	500MHz	500MHz	350MHz	500MHz	500MHz
	带宽（注：≤5mV/div）	50Ω	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz
		1MΩ	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz
	上升时间（注 :> 5mV/div）		<1ns	<700ps	<450ps	<1ns	<700ps	<450ps
	过冲（注：> 5mV/div）		≤25%					
	带宽限制		20MHz、250MHz					
	输入阻抗		1MΩ±1%//21pF±20%、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）、±5%（5mV/div）、±10%（<5mV/div）					
	最大输入电压		1MΩ：300Vrms、50Ω：5Vrms					
	垂直分辨率		8bit					

	偏置范围	50Ω	±1V（1mV/div~100mV/div）	
			±4V（200mV/div~1V/div）	
		1MΩ	±1V（1mV/div~100mV/div）	
			±10V（200mV/div~1V/div）	
			±100V（2V/div~10V/div）	
	偏置精度		＞5mV/div 时：±（0.2idv×垂直刻度+2%偏置值+3mV）	
			≤5mV/div 时：±（0.3idv×垂直刻度+3%偏置值+5mV）	
	通道间隔离度		≥40dB	
水平系统	最高采样率		5GSa/s（单、双）、2.5GSa/s（三、四）	5GSa/s（单）、2.5GSa/s（双）1.25GSa/s（三、四）
	最大存储深度		500Mpts/CH	200Mpts/CH
	采集模式		正常：采集取样的值	
			峰值：取样毛刺最小 200ps	峰值：取样毛刺最小 800ps
			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	
			分段：标准型采集存储器最多分成 131072 个段	分段：经济型采集存储器最多分成 131072 个段
	最高采样率持续时间		100ms	40ms
	最快波形捕获率		快采样模式：100 万个波形/秒	
			分段模式：70 万个波形/秒	

附录 A 技术指标说明

	时基范围	200ps/div~1000s/div	400ps/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，延时误差±2ns	±150.4ns，分辨率 800ps，延时误差±2ns
触发系统	触发源	模拟通道（CH1~CH4）、外部、数字通道（D0~D15）、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，默认触发灵敏度 2div（注：>10mV/div）	
		外部：50mV 或 2div 取较大值、外部/10：500mV 或 2div 取较大值（注：>10mV/div）	
		外部触发通道最大带宽：200MHz	
	触发类型	区域触发（可视触发）：在显示屏上绘制的用户定义区域上进行触发	
		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
测量与分析系统	自动测量	30 种，其中任何时间可在屏幕上最多显示 8 个。测量包括：周期，频率，延迟，顶降、上升时间，下降时间，正占空比，负占空比，正脉宽，负脉宽，猝发周期，相位，正过冲，负过冲，峰峰值，幅度，高值、低值，最大值，最小值，平均值，周期平均值，RMS，周期 RMS，正脉冲个数，负脉冲个数，上升边沿数，下降边沿数，面积和周期面积
	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}、$V_{波峰因数}$、频率、I_{RMS}、$I_{波峰因数}$、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
		纹波测量：$V_{纹波}$和$I_{纹波}$
		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
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
	I²C 触发与分析选件 S04	在10Mbps以内的I²C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
		信号速率：≤10Mbps； 协议类型：7位/10位地址；信号类型：单端
	RS232 触发与分析选件 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
		信号速率：50bps~2Mbps；信号类型：单端
	SPI 触发与分析选件 S06	在10Mbps以内SPI总线上的帧开始、MOSI、MISO、 MOSI和MISO上触发
		信号速率：≤10Mbps；信号类型：单端
	CAN 触发与分析选件 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
		信号速率：10kbps~1Mbps；信号类型：单端、差分、CAN_L、CAN_H
	LIN 触发与分析选件 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
		信号速率：800bps~100kbps； 协议标准：v1.x、v2.x；信号类型：单端
	FlexRay 触发与分析选件 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
		信号速率：2.5Mbps、5Mbps、10Mbps；信号类型：BP、BM、TX/RX
	Audio 触发与分析选件	在字选择、帧同步或数据上触发，I²S/LJ/RJ/TDM的最大速率10Mbps

附录 A 技术指标说明

	S10	信号速率：≤10Mbps； 协议类型：I²S、LJ、RJ、TDM；信号类型：单端	
	USB 触发与分析选件 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	
		信号速率：低速 1.5Mbps、全速 12Mbps；信号类型：单端、差分	
	MIL-STD-1553 触发与分析选件 S12	在同步、字类型、命令字、数据字。错误、空闲时间上触发，速率1Mbps	
		信号速率：1Mbps；信号类型：单端、差分	
逻辑分析仪选件 H01	数字通道数	16	
	阈值分组	Pod 1：D7～D0、Pod2：D15～D8	
	阈值选择	TTL（1.4V）、5VCMOS（2.5V）、3.3VCMOS（1.65V）、2.5VCMOS（1.25V）、ECL(-1.3V)、PECL(3.7V)、用户定义	
	自定义阈值范围	±20V，增量为 10mV	
	阈值精度	±(150mV+阈值设置的 3%)	
	最大输入电压	±40V 峰值	
	输入动态范围	±10V 相对于阈值	
	最小电压摆幅	500mVpp	
	最大输入切换速率	400MHz	
	输入阻抗	100kΩ±1%	
	垂直分辨率	1bit	
	定时采样率	2.5GSa/s	
	存储深度	500Mpts/CH（标准型 C/D/E）	200Mpts/CH（经济型 CM/DM/EM）

	最小检测脉宽	2ns
	通道间延迟误差	3.2ns
函数发生器选件 H02	通道数	1
	最高输出频率	25MHz
	最高采样率	200MSa/s
	垂直分辨率	14bit
	输出阻抗	50Ω（典型值）
	输出波形	标准波形：正弦、方波、斜波、脉冲、直流、噪声、任意波 内建波形：SinC、指数升降、高斯、洛伦兹曲线、半正矢曲线
	调制	FM、AM、FSK
	正弦波	频率范围：0.1Hz~25MHz
		谐波失真：-40dBc
		杂散：-40dBc
		总谐波失真：1%
		信噪比：40dB
	方波/脉冲	频率范围：0.1Hz~10MHz
		占空比：1%~99%
		占空比分辨率：0.1%或5ns（取2者较大）
		最小脉宽：40ns

		脉宽分辨率：5ns或4位（取2者较大）
	斜波/三角波	频率范围：0.1Hz~1MHz
		线性：1%
		可变对称性：0~100%
	噪声	带宽：25MHz
	内建波形频率	0.1Hz~1MHz
	任意波形	波形长度：1~16384
		频率范围：0.1Hz~10MHz
	频率	精度：100ppm
		分辨率：0.1Hz或4位取最大者
	幅度	输出范围：50mVpp~2.5Vpp（50Ω）
		精度：±(1.5%的峰到峰幅度设置+1.5%的直流偏置设置+1mV)
	直流偏置	偏置范围：±1.25V（50 Ω）
		偏置分辨率：1mV（50 Ω）
		偏置精度：±(偏置设置值的2%+1mV)
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 英寸彩色方屏液晶显示器
	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
	灰度等级	256 级
	波形色彩	正常、反相、色温、光谱
	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，不支持 USB 程控
	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±10%、幅度 3Vpp±10%
	标配探头衰减比	10：1，精度为±3%
结构	结构形式	便携式
	电源	工作电压：198Vac～242Vac，工作频率：47.5Hz～52.5Hz

		最大功耗：150 W
	工作温度	0℃~+50℃；含 H01 逻辑分析仪时，0℃~+40℃
	外形尺寸（宽×高×深）	426mm×221.5mm×160mm（不包含底角和把手）
	最大重量	6.8kg

附录 B 附件和选件

4456 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：

- 4456C 数字荧光示波器　4CH，350MHz，5GSa/s（单）、2.5GSa/s（四）
- 4456D 数字荧光示波器　4CH，500MHz，5GSa/s（单）、2.5GSa/s（四）
- 4456E 数字荧光示波器　4CH，1GHz，5GSa/s（单）、2.5GSa/s（四）

经济型：

- 4456CM 数字荧光示波器　4CH，350MHz，5GSa/s（单）、1.25GSa/s（四）
- 4456DM 数字荧光示波器　4CH，500MHz，5GSa/s（单）、1.25GSa/s（四）
- 4456EM 数字荧光示波器　4CH，1GHz，5GSa/s（单）、1.25GSa/s（四）

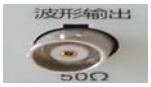
（2）附件

附表 2　4456 标准配置附件表

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	程控手册	1 本
5	合格证	1 个

（3）选件

附表 3　4456 硬件选件表

选件编号	名称	功能	备注
4456-H01	逻辑分析仪选件	混合信号示波器必选，16 个数字通道，含 1 个逻辑探头	
4456-H02	波形发生选件	1 通道、25MHz 波形发生	
4456-H03	P9558 高压单端探头	带宽：DC~250MHz 衰减：100:1 最大电压：3000V	

附录 B 附件和选件

4456-H04	P3258 高压单端探头	带宽：DC~100MHz 衰减：100:1 最大电压：1500Vpk	
4456-H05	P8050 高压差分探头	带宽：DC~50MHz 衰减：50:1、500:1 精度：±2% 最大电压：1300V（DC+ACpk） 供电：9VDC	
4456-H06	P8100 高压差分探头	带宽：DC~100MHz 衰减：50:1、500:1 精度：±2% 最大电压：1300V（DC+ACpk） 供电：9VDC	
4456-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	
4456-H08	AP202 电流探头	带宽：DC~25MHz 精度：±3% 最大电流：20A（DC+ACpk） 量程：100mV/A 供电：9VDC	
4456-H09	机架安装套件	机架安装套件	
4456-H10	铝合金运输箱	铝合金运输箱	
4456-H11	英文界面选件	英文标签、英文橡胶按键	
4456-H12	P9550A 高阻探头	带宽：DC~500MHz 衰减：10:1 输入阻抗：10M Ω//10pF±2pF 最大电压：300V CATII 支持自动识别功能	
4456-H13	P9551 高阻探头	带宽：DC~500MHz 衰减：10:1、1:1 输入阻抗：10MΩ//10pF±2pF 最大电压：300V CATII	

		不支持自动识别功能	
4456-H14	P9350A 高阻探头	带宽：DC~350MHz 衰减：10:1 输入阻抗：10MΩ//10pF±2pF 最大电压：300V CATII 支持自动识别功能	
4456-H15	P9600A 高阻探头	带宽：DC~600MHz 衰减：10:1 输入阻抗：10MΩ//10pF±2pF 最大电压：300V CATII 支持自动识别功能	
4456-H16	逻辑探头	通道数：16 输入阻抗：100kΩ±2% 最大电压： ±40Vpk	
4456-H17	P5020 高压差分探头	带宽：DC~20MHz 衰减：500:1、5000:1 精度：±2% 最大电压：40kV(DC+ACpk-pk)	
4456-H18	P6100 高压差分探头	带宽：DC~100MHz 衰减：100:1、1000:1 精度：±1% 最大电压：14kVpp	
4456-H19	P7100 高压差分探头	带宽：DC~100MHz 衰减：100:1、1000:1 精度：±1% 最大电压：7000Vpp	
4456-H20	P4220 高压单端探头	带宽：DC~220MHz 衰减：1000:1 精度：±3% 最大电压：39kV(DC+ACpk)	
4456-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	
4456-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	
4456-H23	AP204A 电流探头	带宽：DC~50MHz 精度：±3% 最大电流：40A（DC+ACpk） 量程：50mV/A	
4456-H24	PL-50 匹配器	阻抗：50Ω±1% 带宽：DC~2GHz	
4456-H25	PL-75 匹配器	阻抗：75Ω±1% 带宽：DC~1GHz	
4456-H26	PL-93 匹配器	阻抗：93Ω±1% 带宽：DC~1GHz	

附表 4　4456 软件选件表

选件编号	名称	功能	备注
4456-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	
4456-S02	功率测量与分析模块	支持电源质量、开关损耗、谐波、纹波、调制等测试	
4456-S03	高清视频触发模块	支持 480p、576p、720p、1080p、1080i 等制式	
4456-S04	I²C 触发与分析模块	信号速率：≤10Mbps 协议类型：7 位/10 位地址 信号类型：单端	
4456-S05	RS232 触发与分析模块	信号速率：50~2Mbps 信号类型：单端	
4456-S06	SPI 触发与分析模块	信号速率：≤10Mbps 信号类型：单端	
4456-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	
4456-S08	LIN 触发与分析模块	信号速率：800bps~100kbps 协议标准：v1.x、v2.x 信号类型：单端	
4456-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	

4456-S10	Audio 触发与分析模块	信号速率：≤10Mbps 协议类型：I²S、LJ、RJ、TDM 信号类型：单端	
4456-S11	USB 触发与分析模块	信号速率：1.5Mbps、12Mbps 信号类型：单端、差分	
4456-S12	MIL-STD-1553 触发与分析模块	信号速率：1Mbps 信号类型：单端、差分	