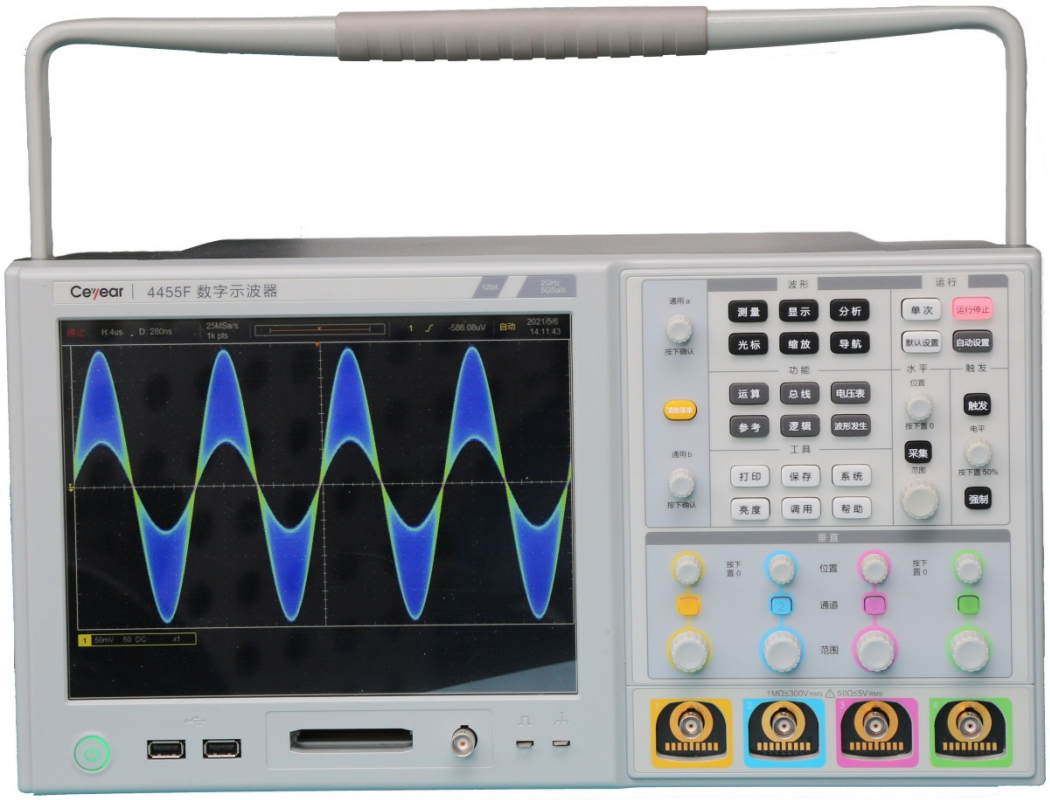
Ceyear 思仪

4455 系列
数字示波器
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示波器，基于固件版本 Version 1.0 及以上。

- 4455 系列数字示波器

版　　本：　　A.2　2022年01月，中电科思仪科技股份有限公司
服务咨询：0532-86889847　400-1684191
技术支持：0532-86880796
质量监督：0532-86886614
传　　真：0532-86889056
网　　址：www.ceyear.com
电子邮箱：techbb@ceyear.com
地　　址：山东省青岛市黄岛区香江路98号
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 4455 系列数字示波器！本单位产品集高、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

AV2.734.1044SS

版本

A.2　2022.01

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所授权，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

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

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。

目 录

1 手册导航 1
1.1 关于手册 1
1.2 关联文档 2
2 概述 3
2.1 产品综述 3
2.2 安全使用指南 7
3 使用入门 13
3.1 准备使用 13
3.2 前后面板说明 25
3.3 基本测量方法 33
4 操作指南 38
4.1 垂直系统 38
4.2 水平系统 44
4.3 触发系统 49
4.4 测量系统 69
4.5 数学运算 77
4.6 显示系统 83
4.7 保存调用和参考 88
4.8 系统设置 93
4.9 总线分析仪（选件） 98
4.10 极限和模板测试（选件） 185
4.11 功率测量与分析（选件） 190
4.12 逻辑分析仪（选件） 202
4.13 函数发生器（选件） 207
4.14 数字电压表（选件） 219
5 故障诊断与返修 220
5.1 工作原理 220
5.2 故障诊断与排除 222
5.3 返修方法 223

目 录

6 技术指标与测试方法 225

6.1 声明 225
6.2 产品特征 225
6.3 技战术指标 226
6.4 EMC 和安全 236
6.5 性能特性测试 238

附 录 305

附录 A 技战术指标说明 305
附录 B 选件和附件 311

1 手册导航

本章介绍了 4455 系列数字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.....2

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生产的 4455 系列数字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、测量配置操作指南、菜单、远程控制、维护及技术指标和测试方法等内容，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4455系列数字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。

- **使用入门**

  本章介绍了4455系列数字示波器的操作前检查、仪器浏览、基本测量方法、测量窗口使用说明及数据存储等。以便用户初步了解仪器本身和测量过程，并为后续全面介绍仪器测量操作指南做好前期准备。该章节包含的部分内容与快速使用指南手册相关章节一致。

- **操作指南**

  详细介绍仪器各种测量功能的操作方法，包括：配置仪器、启动测量过程和获取测量结果等。主要包括两部分：功能操作指南和高级操作指南。功能操作指南部分针对不熟悉4455系列数字示波器使用方法的用户，系统、详细地介绍、列举每种功能，使用户理解掌握数字示波器的一些基本用法。高级操作指导部分针对已具备基本的数字示波器使用常识，但对一些特殊用法不够熟悉的用户，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、错误信息说明及返修方法。

- **技术指标与测试方法**

  介绍了 4455 系列数字示波器的产品特征和主要技术指标以及推荐用户使用的测试方法指导说明。

- **附录**

  列出4455系列数字示波器的必要的参考信息，包括：技术指标说明、附件和选件等。

1.2 关联文档

4455 系列数字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

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、程控和维护等信息。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
- 使用入门
- 操作指南
- 故障诊断与返修
- 技术指标与测试方法
- 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
- 前后面板说明
- 基本测量方法

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。仪器前面板硬键或用户界面工具条都有对应的快捷键激活该功能，包含的主要章节同用户手册。

2 概述

本章介绍了 4455 系列数字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.....7

2.1 产品综述

4455 系列数字示波器共三个产品型号，分别为 4455D 数字示波器、4455E 数字示波器、4455F 数字示波器。4455 系列数字示波器具有 12bit 垂直分辨率，5GSa/s 最高采样速率，500Mpts/CH 存储深度，模拟带宽 500MHz、1GHz、2GHz，为您提供高分辨率信号采集与波形分析体验。

4455 系列数字示波器具有波形自动设置、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、极限与模板测试、功率测量与分析、串行总线触发与分析、数字逻辑信号分析、函数波形发生等功能，方便用户使用。

- 产品特点.....3
- 典型应用.....4

2.1.1 产品特点

2.1.1.1 主要特点

4455 系列数字示波器主要特点是：

1) 12bit 高分辨率波形分析、复杂信号波形细节观测；
2) 每秒 70 万个波形捕获速率，快速捕捉偶发事件；
3) 高灵敏度数字触发，精确定位触发事件；
4) 数字荧光三维波形显示，多角度观测波形信息；
5) 每通道 500Mpts 存储深度，更长时间的数据记录能力；
6) FFT 频谱分析，更低的频域底噪，时域与频域综合测试的完美结合；
7) 集高分辨率示波器、数字逻辑分析仪、函数波形发生器、总线分析仪多种仪器功能；
8) 便携式机箱，体积小巧，便于携带。

2.1.1.2 高性能

1) 最高带宽 2GHz，更好的观测波形细节。

2) 采样率 5GSa/s，可以实时采集输入信号。

3) 500Mpts 记录长度，存储更多的波形信息。

4) 70 万个波形/秒的快速波形捕获，可以记录瞬态信号。

2.1.1.3 灵活性

1) LED大屏幕真彩液晶显示

4455 系列数字示波器为全自主设计软件，采用大屏幕、中文操作界面，当前状态信息尽收眼底。

2) U盘自动软件升级

4455 系列数字示波器提供了可用于软件智能升级及数据备份的 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

4455 系列数字示波器提供了网络接口等附加扩展接口，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

4455 系列数字示波器是一款 4 通道，12bit 高分辨率示波器，可以实现高速瞬态信号的快速捕获与高精度分析。在进行信号整体性能特性测试时，让波形细节特征也一览无余，帮助您更快、更准的发现并定位问题所在。4455 系列数字示波器广泛应用于国防电子、汽车电子、嵌入式计算机、通信电子、电源、医疗电子等领域，是电路设计与调试、瞬态异常信号捕获、电路故障诊断的理想测试仪器设备。

1) 时域高精度测试与分析

4455 系列数字示波器垂直分辨率 12bit、最高采样速率 5GSa/s，可以实现模拟信号时域高精度测试与分析，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、突发宽度等。



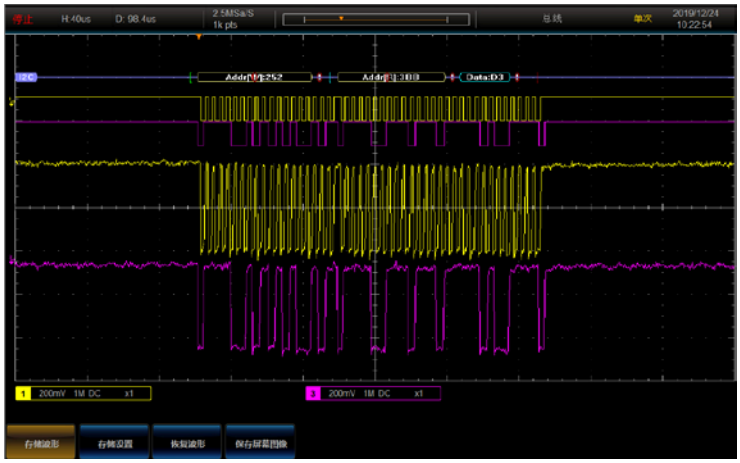
2) 频域测试

4455 系列数字示波器具有 FFT 频谱分析功能，可以实现信号频域测试与分析。



3) 串行总线协议分析（选件）

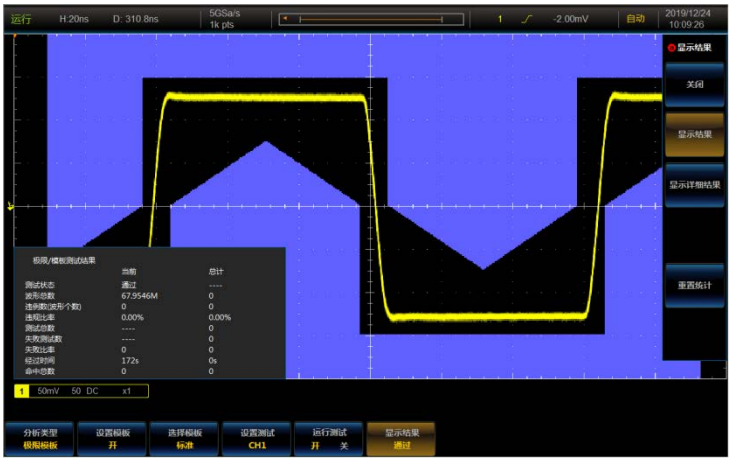
4455 系列数字示波器具有多种串行总线协议分析功能，包括 I^2C、RS232、SPI、CAN、LIN 等，可以实现串行总线触发与协议分析。



4) **极限与模板测试(选件)：**

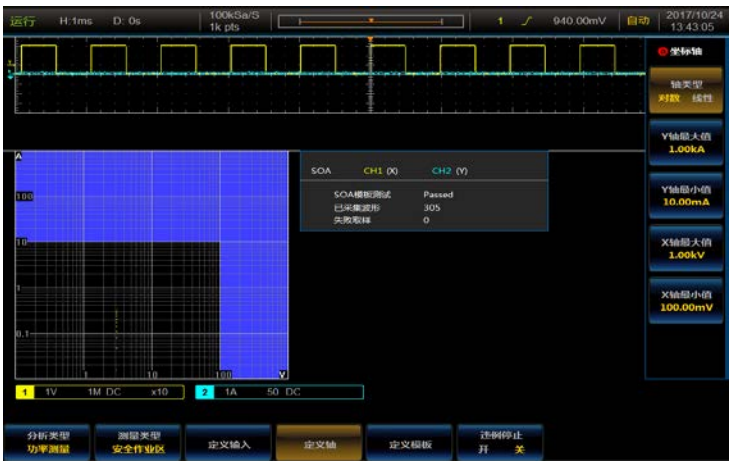
4455 系列数字示波器极限与模板测试包括 ITU-T、ANSI T1.102、USB 标准模板和自定义模板，测试结果包括：测试状态，波形总数，违规数量，违规比率，测试总数，测试失败数量，测试失败比率等。

2.1 产品综述



5) 功率测量与分析(选件)：

4455 系列数字示波器可以实现电源质量测试、开关损耗测量、谐波测量、纹波测量、调试分析等功率测量与分析。



6) 逻辑分析仪（选配）

逻辑分析仪（选件 H01）提供 16 个与示波器用户界面集成的数字通道，可以快速地解决模数混合信号设计与分析等问题。

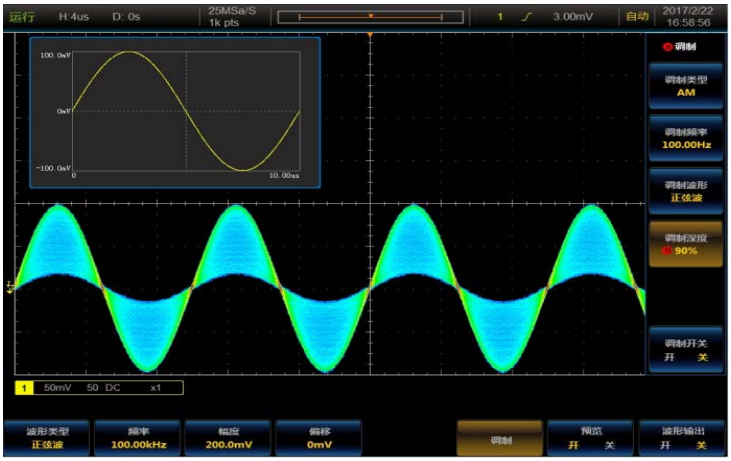
逻辑分析仪选件提供 2.5GSa/s 的定时采样率，可为所有数字通道提供最高 400ps 的时间分辨率，可更加真实的反应被测信号的时序关系。

逻辑分析仪选件支持时间相关参数的自动测量功能及统计分析，支持使用光标查看所有数字通道的数值，还支持多种串行总线的触发和解码分析。



7) 函数发生器（选配）

函数发生器（选件 H02）提供了 25MHz 的预定义波形输出，包括正弦波、方波、斜波、脉冲、直流、噪声、任意波、SinC、指数上升/下降、高斯、洛伦兹曲线、半正矢曲线等波形，此外还支持 FM、AM、FSK 等调制波形的输出。



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.....8
- 操作状态和位置.....9

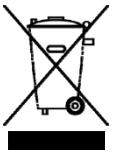
- 用电安全.....10
- 操作注意事项.....11
- 维护.....11
- 电池与电源模块.....11
- 运输.....12
- 废弃处理/环境保护.....12

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，4455 系列数字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 4500 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 > 30 V 的电路中测试，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) 仪器需符合 IEC60950-1/EN60950-1 或 IEC61010-1/EN 61010-1 标准，以满足连接 PC 机或工控机。

11) 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。

12) 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。

13) 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。

14) 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。

15) 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。

16) 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) 射频类仪器会产生较高的电磁辐射，此时，孕妇和带有心脏起搏器的操作人员需要加以特别防护，若辐射程度较高，可采取相应措施移除辐射源以防人员伤害。

6) 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。

7) 激光产品上需根据激光类别标识警告标志，因为激光的辐射特性及此类设备都具备高强度的电磁功率特性，会对人体产生伤害。若该产品集成了其它激光产品（例如：CD/DVD 光驱），为防止激光束对人体的伤害，除产品手册描述的设置和功能外，不会提供其他功能。

8) 电磁兼容等级（符合 EN 55011/CISPR 11、EN 55022/CISPR 22 及 EN 55032/CISPR 32 标准）

— A 级设备：

除住宅区和低压供电环境外，该设备均可使用。

注：A 级设备适用于工业操作环境，因其对住宅区产生无线通信扰动，为此操作人员需采取相关措施减少这种扰动影响。

— B 级设备：

适用于住宅区和低压供电环境的设备。

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 电池与电源模块

电池与电源模块使用前，需仔细阅读相关信息，以免发生爆炸、火灾甚至人身伤害。某些情况下，废弃的碱性电池（例如：锂电池）需按照 EN 62133 标准进行处理。关于电池的使用注意事项如下：

1) 请勿损坏电池。

2) 勿将电池和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池或电源模块的连接端口。

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

4) 电池和电源模块请勿遭受机械冲撞。

5) 若电池泄露液体，请勿接触皮肤和眼睛，若有接触请用大量的清水冲洗后，及时就医。

6) 请使用厂家标配的电池和电源模块，任何不正确的替换和充电碱性电池（例如：锂电池），都易引起爆炸。

7) 废弃的电池和电源模块需回收并与其它废弃物品分开处理。因电池内部的有毒物质，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 使用入门

本章介绍了 4455 系列数字示波器的使用前注意事项、前后面板说明、常用基本测量方法等。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.....13
- 前后面板说明.....25
- 基本测量方法.....33

3.1 准备使用

- 操作前准备.....13
- 操作系统配置.....20
- 例行维护 24

3.1.1 操作前准备

本章介绍了 4455 系列数字示波器初次设置使用前的注意事项。

⚠ 警 告

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；
- 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：

3.1 准备使用

- 为保证风扇叶片未受阻及散热孔通畅，仪器距离墙壁至少 6cm，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；
- 端口输入信号功率符合标注范围；
- 信号输出端口正确连接，不要过载。

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.....14
- 环境要求.....15
- 开/关电.....16
- 开机使用.....19

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单位服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

注 意

搬移：因仪器和包装箱较重，移动时，应由两人合力搬移，并轻放。

2) 型号确认

表 3.1 4455 系列随箱物品清单

名 称	数 量	功 能
主机：		

✧ 4455 系列主机	1	—
标配：		
✧ 三芯电源线	1	—
✧ 无源高阻探头	4	—
✧ CD-ROM（用户手册）	1	—
✧ 用户手册	1	—
✧ 装箱清单	1	—
✧ 产品合格证	1	—

3.1.1.2 环境要求

4455 系列数字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 4455 系列操作环境要求

温 度	0℃～40℃
误差调整时温度范围	23℃ ±5℃（误差调整时允许温度偏差 <1℃）
湿 度	<+29 ℃ 时，湿度计测量值范围：20%～80%（未冷凝）
海拔高度	0～4,500 米
振 动	最大 0.21 G，5Hz～500Hz

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 4455 系列散热要求

仪器部位	散热距离
后侧	≥180mm
左右侧	≥60mm

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。

3.1 准备使用

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

4455 系列数字示波器内部电源模块配备 220V 交流电源模块。配备 220V 交流电源模块的仪器只能用 220V 交流电源供电。因此，请您在使用数字示波器前请仔细查看仪器后面板的电源要求。

表 3.4 列出了数字示波器正常工作时对外部供电电源的要求。

表 3.4　4455 系列工作电源参数要求

电源参数	适应范围	
电压、频率	220V±10%，50～60Hz	
额定输入电流	1.5A	
功耗(开机)	基本配置	全部配置
	＜120W	＜150W
功耗(待机)	＜20W	

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 的交流稳压电源为数字示波器供电。

b) 确认及连接电源线

4455 系列数字示波器采用三芯电源线接口，符合国家安全标准。在数字示波器加电前，必须确认数字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。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 6A。

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。

警 告

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。在数字示波器加电开机之前，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 3A，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。

警 告

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示波器的后面板电源插座（如图 3.1），电源插座旁标注数字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**：如图 3.2，观察前面板电源开关（如图 3.3）上方待机指示灯变亮为黄色。

3.1 准备使用

步骤 3. 打开前面板电源开关：如图 3.3，开机前请先不要连接任何设备到数字示波器，若一切正常，可以开机，开机后前面板电源开关会变为绿色。



图3.1 445电源插座



图3.2 4455后面板电源开关



图3.3 4455前面板电源开关

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（⏏），此时电源开关颜色由黄色变为绿色。

步骤 3. 数字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，随后进入操作系统选单。选单中有两个选项，正常使用时，用户无需操作选单。

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

仪器进入可操作状态。

提 示

预热

数字示波器从待机状态启动工作时，不需要预热时间。测试指标时，仪器需预热半小时。（具体请参考数据页中相关说明）。

提 示

继电器初始化

进入主机程序后，因初始化设置继电器时，会产生继电器设置档位的声音，此时，不要误以为数字示波器出错。

注 意

系统启动

本仪器使用了 Windows 计算机的控制平台，在 BIOS 自检和 Windows 装载过程中，用户无需干预，勿中途断电，也勿修改 BIOS 中的设置选项。

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，此时电源开关上方电源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。

3.1.1.4 开机使用

在给 4455 系列数字示波器加电前，请按照第二章中“用电安全”检查供电设备。确认供电无误后，给数字示波器供电。

提 示

前面板硬按键和菜单软按键说明

前面板硬按键和菜单软按键，在以下内容中的描述形式为：

1) 硬键描述形式 ：【XXX】，XXX 为硬键名称；

2) 软键描述形式 ：[XXX]，XXX 为软键名称。

若软键数值对应多种状态，那么被选中的数值的字体颜色改变且背景色加深的选项表示其状态有效。例如：[扫描时间 手动 自动]，表示扫描时间手动选项有效。

打开 4455 系列数字示波器后面板的开关按键，此时示波器前面板的开机指示灯为黄色；按下 4455 系列数字示波器前面板左下角的电源开/关键【⏻】约两秒钟，示波器前面板的开机指示灯变为绿色，示波器进入开机登陆界面，如图 3.4 所示。



图 3.4 数字示波器开机界面

4455 系列数字示波器将花大约 40 秒的时间启动系统、执行一系列自检程序，然后仪器进入主程序初始化界面，显示“正在初始化，请稍等……”，如图 3.5 所示。主程序启动后，将自动进入示波器界面，按【总线】键，打开总线分析仪功能，按【逻辑】键，打开逻辑分析仪功能。



图 3.5 数字示波器软件登陆界面

3.1.2 操作系统配置

本章介绍了 4455 系列数字示波器的操作系统，及其配置和维护等方法。为了保证仪器软件功能的正常运行，请参照下面有关数字示波器操作系统的注意事项：

- 仪器软件说明.....20
- Windows 7使用.....21
- Windows 7配置.....21
- Windows 7系统安全和维护.....23
- 系统备份恢复.....24

3.1.2.1 仪器软件说明

4455 系列数字示波器的主机软件运行的操作系统是 Windows 7，已经按数字示波器的特性需求安装配置完成。4455 系列数字示波器主机软件基于 Windows 7 操作系统，在仪器出

厂前都已安装完毕。

3.1.2.2 Windows 7 使用

使用管理员帐户可以进行以下操作：

- 安装第三方软件；
- 配置网络和打印机；
- 读写硬盘上的任意文件；
- 增加、删除用户帐户和密码；
- 重新配置 Windows 设置；
- 运行其它应用程序。

注 意

第三方软件影响仪器性能

4455 系列数字示波器采用的是开放式的 Windows 环境，安装其它的第三方软件，可能会影响数字示波器性能，只能运行经过厂家测试并与主机软件兼容的软件。

3.1.2.3 Windows 7 配置

在仪器出厂前，4455 系列数字示波器的操作系统已配置为最佳状态，任何操作系统设置更改都有可能造成仪器测量性能的下降。通常情况下，Windows 操作系统的设置不需要做任何更改。

注 意

更改系统配置导致问题

一旦由于更改系统配置产生仪器使用问题或者系统崩溃，可以使用仪器的系统恢复工具恢复操作系统和应用软件，或者根据本手册前言部分的服务咨询热线与我单位服务咨询中心联系，我们将尽快予以解决。

注 意

BIOS 设置不可修改

BIOS 中已经对数字示波器做了针对性设置，用户不要修改 BIOS 中的设置，否则会引起仪器启动和工作异常。

但是，为了方便用户的测量报表及系统集成，以下列出的各项，用户可以根据需要自行更改。

- 配置USB设备.....22
- 配置网络.....22

3.1 准备使用

1) 配置 USB 设备

4455 系列数字示波器的前面板和后面板提供 USB 接口，用户可直接连接 USB 设备。若端口数量不足，可通过 USB 接 口外接 USB 集线器以满足需求。数字示波器可连接的 USB 设备是：

- 可直接从计算机插拔的 USB 存储器，便于数据更新；
- CD-ROM 驱动器，便于安装固件程序；
- 键盘、鼠标，便于编辑数据、操作仪器；
- 打印机，便于输出测量结果。

Windows 7 操作系统支持即插即用设备，因此安装 USB 设备十分方便，当设备连接到 USB 端口时，Windows 7 会自动搜寻匹配的设备驱动程序。若未找到，系统会提示自行查找驱动程序目录完成安装。

若 USB 设备从 USB 端口移除，Windows 7 会自动检测到硬件配置发生变化，并卸载相关驱动程序。USB 设备的插拔，不影响数字示波器的工作状态。

连接 USB 设备的方法如下说明：

a) 连接存储器或 CD-ROM 驱动器

若存储器或 CD-ROM 驱动器安装成功，Windows 7 会提示："设备安装成功，可以使用"，并自动显示路径名称和提示符（例如："D："）。

b) 连接键盘

Windows 7系统会自动检测连接到仪器的USB键盘，输入语言默认为"中文(中国) - 简体中文 - 美式键盘"，可通过"开始 > 设置 > 控制面板 > 区域和语言选项 > 文字服务和输入语言"配置键盘属性。

c) 连接鼠标

Windows 7 系统会自动检测连接到仪器的鼠标，可通过"开始 > 设置 > 控制面板 > 鼠标"配置鼠标属性。

d) 连接打印机

使用 Windows 的控制面板可以进行打印机配置。使用外接的 USB 鼠标和键盘可以使打印机配置工作更容易进行。如果需要安装一个新的打印机，则只需要安装该打印机的驱动程序。打印机的制造商会提供打印机的驱动安装程序。可以通过外接的 USB 光驱安装驱动程序。

2) 配置网络

a) 配置 IP 地址、子网掩码和默认网关

远程端口配置页中的 LAN 属性部分提供了：本机 IP 地址、子网掩码与默认网关的输入框，均可进行手动更改。

b) 改变系统防火墙设置

防火墙用于防止未授权用户从远程操作仪器。因此，厂家建议打开防火墙保护。4455

系列数字示波器出厂时已经使能系统和所有远程操作相关的端口连接的防火墙保护。

管理员具备唯一的改变防火墙设置权限。

3.1.2.4 Windows 7 系统安全和维护

1) 防病毒软件

安装防病毒软件可能会对仪器性能产生一些负面影响，强烈建议用户不要将仪器做为浏览网页或者传递文件的普通计算机使用，以免感染病毒。

在使用各种 USB 移动存储设备之前，应首先基于安装了最新防病毒软件的计算机对这些移动设备进行杀毒处理，确保其不会成为病毒携带介质。

一旦数字示波器系统平台感染病毒，将会对其运行和用户的使用带来负面影响，此时建议用户进行系统恢复操作。系统恢复操作参见本节“2）系统维护”的相关内容。

2) 系统维护

a) Windows 7 备份

建议用户定期地进行系统备份工作，使用本仪器的“系统恢复工具”可以完整地备份仪器数据和系统，具体操作请参考章节“3.1.2.5 系统备份恢复”。

建议在将仪器用于常规用途之外的其它用途之前，比如长期接入 Internet、安装第三方软件等，为避免意外中毒和其它危害仪器系统的操作，仪器需要先进行系统备份。

Windows 7 操作系统同样具有数据备份功能，可以备份仪器上所有数据，并创建可以在出现严重故障的情况下用来还原 Windows 的系统磁盘。可以参考 Windows 7 的帮助和参考来获得更多信息。同时，也可以使用第三方的备份软件，但是需要确保第三方备份软件与仪器系统软件互不冲突。建议将系统数据备份在外接的设备上，比如网络硬盘或者 USB 硬盘等。

b) Windows 7 系统恢复

Windows 7 具备系统恢复功能，可以将系统还原为此前某个时刻的状态。然而，Windows 自带的系统备份恢复并不总是能够成功，所以不推荐使用这种备份方案。

3) 硬盘分区和使用

硬盘分为 2 个分区：“C：”和“D：”。

C 盘包括 Windows 7 操作系统和仪器应用程序。也可以安装第三方软件到 C 盘。C 盘是备份程序和恢复的唯一盘符。

D 盘主要用作数据存储。包括用户存储的软件数据和 C 盘系统备份。可以把 D 盘上的备份数据拷贝至外接的存储介质上，这样即使需要更换硬盘，也只需要把备份数据恢复到新硬盘上即可。

3.1.2.5 系统备份恢复

1) 硬盘操作系统或者数据恢复

数字示波器硬盘恢复系统用来修复 C 盘错误（可能是由于系统文件或者数据的丢失造成的），或者恢复原始的出厂数据。

恢复原始出厂数据会对以下条目产生影响：

- 用户自定义的 Windows 7 设置。例如新增加的用户帐户。系统恢复以后，这些新配置需要重新设置。
- 用户安装的其它的第三方软件，系统恢复以后，这些软件需要重新安装。

用户在测量过程中产生的数据，应存放在 D 盘中，并建议用户定期将这些数据通过局域网络连接传送到计算机或者其它存储介质上保存。

2) 如何使用仪器恢复程序

步骤 1. 确认仪器处于关闭状态。

步骤 2. 从仪器后面板 PS/2 接口插入标准键盘。

步骤 3. 打开仪器，在制造商信息显示之后，会出现带计时器的操作系统选单：

Microsoft Windows 7 Professional

系统恢复工具在计时器到 0 之前，使用标准键盘上的上下箭头移动高亮选择“系统恢复工具”，选中后按确认键。

步骤 4. 进入恢复程序界面后，按照如下步骤进行恢复操作：

1) 选择运行 GHOST 8.2 向导工具盘，等待进入下一个操作提示界面；
2) 选择第 5 项启动 GHOST8.2 版手动操作，等待进入 GHOST8.2 操作界面，并在出现带 OK 按钮的对话框时按回车键。
3) 选择 Local→Partition→From Image；在打开文件对话框中通过 Tab 按键激活“File name”输入框，输入 d:\system.gho。
4) 在弹出的选择源分区选择文件对话框中用 Tab 键切换至点选 OK 并回车。在此后弹出的选择目的设备的对话框中用 Tab 切换至点选 OK 并回车。在此后弹出的选择目的分区的对话框中选择第 1 分区，用 Tab 切换至点选 OK 并回车。
5) 在警告和确认对话框中选择 Yes 并回车。
6) 等待系统恢复进度完毕，根据提示选择重启。

步骤 5. 恢复完成仪器重新启动后，系统进入到上次备份的系统状态。

步骤 6. 系统恢复后，建议用户在开机 30 分钟后仪器工作稳定状态下执行全部校准。

3.1.3 例行维护

该节介绍了 4455 系列数字示波器的日常维护方法。

- 清洁方法.....25
- 测试端口维护.....25

3.1.3.1 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) 清洁显示器

使用一段时间后，需要清洁显示 LED 显示器。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

显示器清洁

显示屏表面有一层防静电涂层，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面板上，否则可能渗入机器内部，损坏仪器。

3.1.3.2 测试端口维护

4455系列数字示波器前面板有四个BNC端口。若该接头损伤或内部存在灰尘会影响测试结果，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；
- 请使用电吹风清洁接头，不要使用例如砂纸之类的工具研磨接头表面。

注 意

端口阻抗匹配

4455系列数字示波器前面的射频端口是50 Ω N型接头（阴头）。若连接不匹配阻抗连接器会损伤该接头。

3.2 前后面板说明

该章节介绍了 4455 系列数字示波器的前、后面板及操作界面的元素组成及其功能。

- 前面板说明.....26
- 后面板说明.....32

3.2 前后面板说明

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 4455 系列数字示波器的前面板组成及功能，前面板如下（图 3.6）：

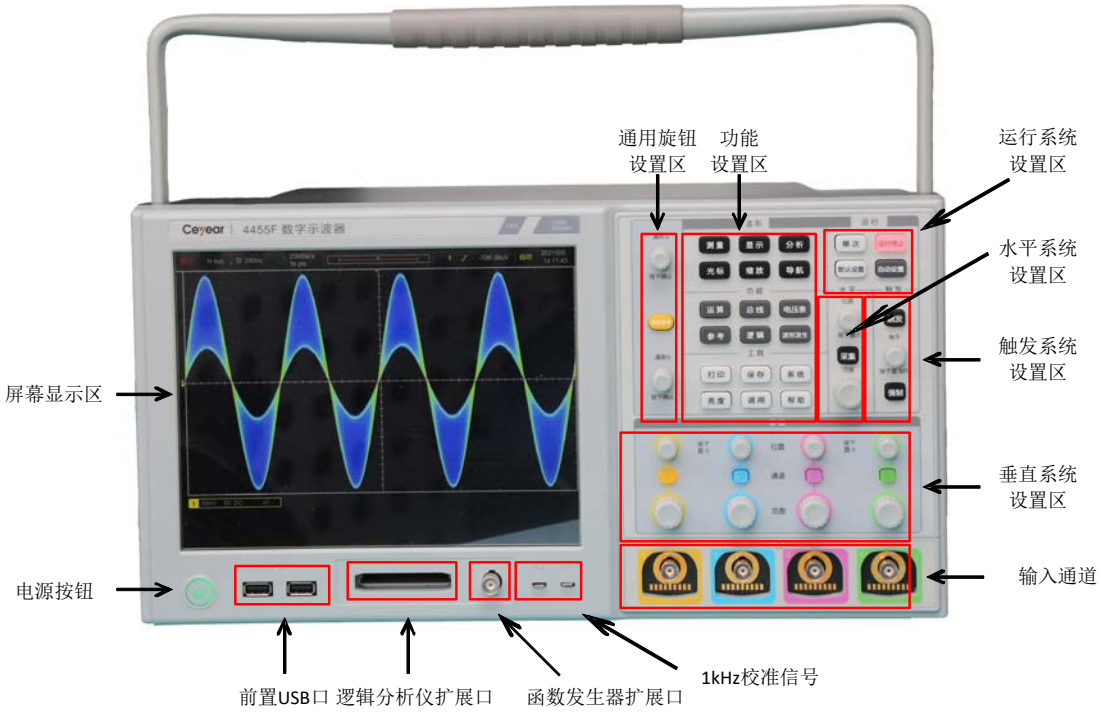


图 3.6　4455 系列数字示波器前面板

1. 电源按钮
2. 前置 USB 口
3. 逻辑分析仪扩展口
4. 函数发生器扩展口
5. 1KHz 校准信号
6. 屏幕显示区
7. 通用旋钮设置区
8. 功能设置区
9. 运行系统设置区
10. 水平系统设置区
11. 触发系统设置区
12. 垂直系统设置区
13. 输入通道

3.2.1.1 电源按钮



图 3.7　电源按钮

【⏻】：用于仪器的开机和关机。

3.2.1.2 前置 USB 口



图 3.8 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 逻辑分析仪扩展口



图 3.9 逻辑分析仪扩展口

逻辑分析仪扩展接口，用于 16 个数字通道的信号输入。

3.2.1.4 函数发生器扩展口



图 3.10 逻辑分析仪扩展口

函数发生器接口，用于函数信号的输出。

3.2.1.51kHz 校准信号



图 3.11　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 3.12 屏幕显示区

3.2.1.7 通用旋钮设置区



图 3.13 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 3.14 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、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 等串行总线的分析功能。
9) 【电压表】：用于电压表选件的功能设置。
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】：用于任意波形发生器选件的功能设置。
13) 【打印】：用于屏幕的图像打印。
14) 【保存】：用于示波器的波形存储的功能设置。
15) 【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。
16) 【亮度】：用于屏幕亮度、网格亮度及波形亮度的调节。
17) 【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。
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 3.15 运行系统设置区

功能设置区由单次、运行/停止、默认设置、自动设置四个按键组成。

1) 【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。
2) 【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。
3) 【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。
4) 【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。

3.2.1.10 水平系统设置区



图 3.16 水平系统设置区

水平系统设置区由水平位置旋钮、采集、时基范围旋钮按键三个部分组成。

1) 【水平位置旋钮】：用于示波器水平延时的设置，旋转一下，通道的触发点向左或右移动一个像素点，按下时，水平延时置 0。
2) 【采集】：用于示波器采集模式和存储深度的设置。
3) 【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。

3.2.1.11 触发系统设置区



图 3.17 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 3.18 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

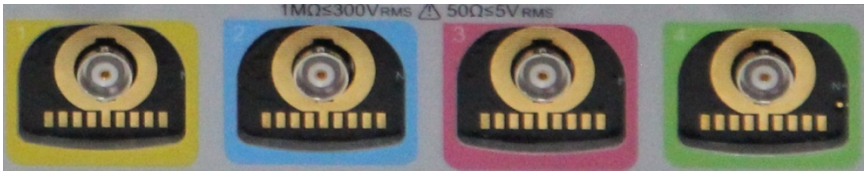


图 3.19 输入通道区

3.2.2 后面板说明

本节介绍了 4455 系列数字示波器的后面板组成，后面板如下图（图 3.19）。

4455 系列数字示波器后面板，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 3.20 后面板示意图

3.3 基本测量方法

本节介绍了 4455 系列数字示波器的基本的测量方法，包括：

- 操作示例 33
- 主要配置场景说明 34

3.3.1 操作示例

本节通过示例按步骤详细介绍了 4455 系列数字示波器的一些常用且重要的基本设置和功能，目的是使用户快速了解仪器的特点、掌握基本测量方法。

首先，数字示波器按照下面的步骤完成操作前预准备工作：

步骤 1. 加电开机；

步骤 2. 进入系统后初始化设置；

步骤 3. 预热 10 分钟后；

步骤 4. 前面板操作主界面无任何错误信息提示后，再开始下面的操作。

- 测量简单的信号 33
- 测量脉冲 信号 34

3.3.1.1 测量简单的信号

电路中有一未知信号，您要迅速显示和测量信号的频率和幅度。请按下列步骤操作：

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

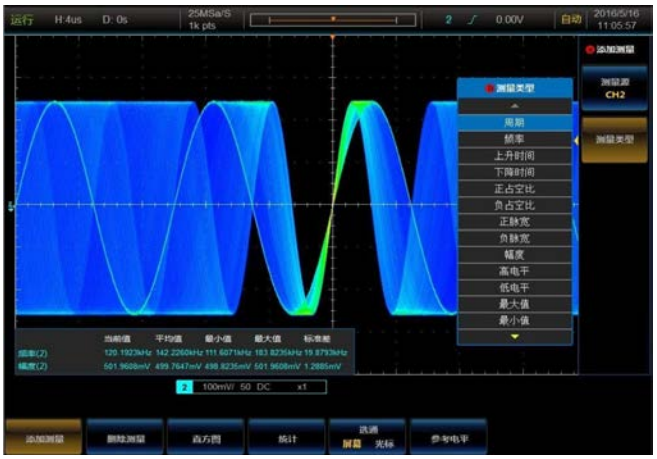


图 3.21 自动测量示例

3.3.1.2 测量脉冲信号

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

1) 将探头上的地线连接到被测电路中，探头的探针接触到电路的被测点。
2) 按【采集】键，屏幕下方显示一级菜单，点击 [采集模式]菜单，在屏幕右侧弹出二级菜单，通过旋钮 b 或者触摸屏选择 [峰值]模式。
3) 调节时基旋钮，改变时基档位，使时基调节到 1ms/div。
4) 调节垂直灵敏度旋钮，使垂直灵敏度调节到 50mV/div。
5) 按【触发】键，弹出触发主菜单，点击[触发源]菜单，选择相应的触发通道，调节触发电平旋钮，使波形稳定显示。
6) 可以观察到稳定的脉冲信号。



图 3.22 采用峰值模式测量脉冲示例

3.3.2 主要配置场景说明

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 3.23 系统设置菜单

3.3.2.1 配置

点击菜单按钮[配置]，打开配置菜单：



图 3.24 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 3.5 手势说明

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

语言：可选择中文、英文两种语言的操作界面。

省墨模式：可选择关、开。选择关时，打印的屏幕图像与当前显示的颜色一致；选择开时，对屏幕图像进行反色变换再进行打印。

3.3.2.2 参考&输出

点击菜单按钮[参考&输出]，打开设置菜单：



图 3.25 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。

3.3.2.3 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 3.26 网络设置菜单

点击菜单按钮[套接字服务器]，开启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 3.27 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。

3.3.2.4 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。

4 操作指南

本章介绍了 4455 系列数字示波器的的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 垂直系统 38
- 水平系统 44
- 触发系统 49
- 测量系统 69
- 数学运算 77
- 显示系统 83
- 保存调用和参考 88
- 系统设置 93
- 总线分析仪（选件） 98
- 极限和模板测试（选件） 185
- 功率测量与分析（选件） 190
- 逻辑分析仪（选件） 202
- 函数发生器（选件） 207
- 数字电压表（选件） 219

4.1 垂直系统

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



图4.1　示波器垂直操作区

按下任一通道键 CH1～CH4，屏幕底部弹出对应通道的操作菜单：



图4.2　通道菜单

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的垂直系统的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 按键/旋钮说明 39
- 探头 39

- 通道状态.....40
- 输入耦合.....40
- 输入阻抗.....41
- 带宽限制.....41
- 探头设置.....41
- 反相.....43
- 垂直量程.....43
- 垂直偏移.....43
- 通道延时.....44

4.1.1 按键/旋钮说明

表4.1　按键/旋钮说明

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

4.1.2 探头

4.1.2.1 探头接口

4455 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。

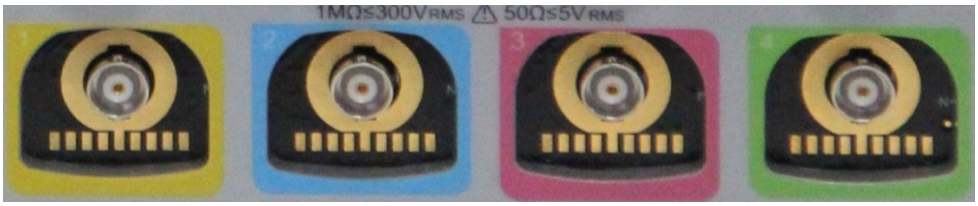


图4.3　探头接口示意图

4.1.2.2 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。

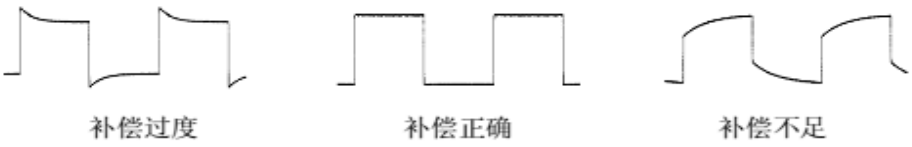


图4.4　探头补偿示意图

⚠ 警 告

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

4.1.3 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4.5　通道状态设置菜单

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

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



图4.6　通道状态指示栏

4.1.4 输入耦合

设置耦合方式可以滤除不需要的信号。例如，被测信号是一个含有直流偏置的信号。

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

按下任一通道键 CH1～CH4，打开通道操作菜单，可进行通道的耦合设置。

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

显示为 DC 或 AC。

4.1.5 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。

4.1.6 带宽限制

设置带宽限制可以减少显示噪音。例如，被测信号是一含有高频分量的信号。

- 带宽限制选择[全带宽]，被测信号含有的高频分量可以通过。
- 带宽限制选择[20M]或[200M]，被测信号含有的大于 20MHz 或 200MHz 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4.7　带宽限制菜单

点击操作对应的按钮，可设置相应的带宽限制选项。

4.1.7 探头设置

可进行探头系数、探头类型的设置，以及探头校零操作。

按下任一通道键 CH1～CH4，打开通道操作菜单，可进行探头设置。

点击操作菜单按钮[探头设置]，屏幕右侧显示探头设置选项：



图4.8　探头设置菜单

4.1.7.1 探头系数

点击操作菜单按钮[探头系数]，在按钮左侧弹出探头系数选项。

电压、电流探头的系数选项分别为：



图4.9　探头系数菜单

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

4.1.7.2 探头类型

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

4.1.7.3 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。

4.1.8 反相

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

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



图4.10　反相设置菜单



图4.11　反相示例

4.1.9 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。

4.1.10 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。

4.1.11 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，4455 系列数字示波器支持设定一个延迟时间以校正通道间的延时校准，调节范围为±150ns，步进 400ps。

按下任一通道键 CH1～CH4，打开通道操作菜单，可进行通道延时设置。

点击操作菜单按钮[通道延时]，屏幕右侧显示通道延时设置菜单：



图4.12　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。

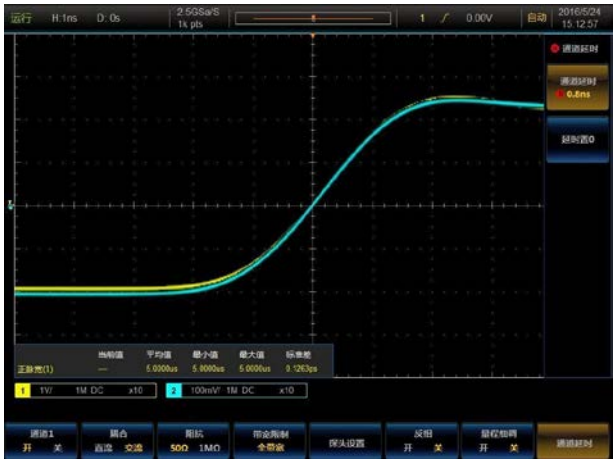


图4.13　通道延时校准示例

4.2 水平系统

4455 系列数字示波器采样率高达 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。

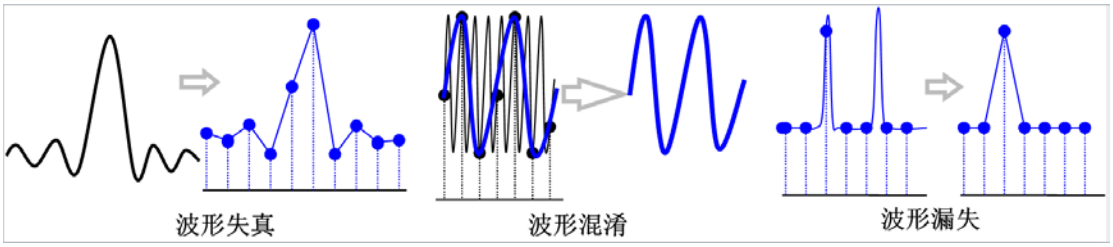


图4.14　采样率过低对波形造成的影响

水平系统的调节主要包括时基、延时、采集方式、视窗扩展等参数的设置。



图4.15　水平系统操作区

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的水平系统的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 按键/旋钮说明.....45
- 时基.....45
- 水平延时.....46
- 视窗扩展.....46
- 采集模式.....47
- 存储深度.....48

4.2.1 按键/旋钮说明

表4.2　按键/旋钮说明

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

4.2.2 时基

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

动时增大档位。

本示波器的时基调节范围为：200ps/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。

4.2.3 水平延时

操作水平系统的位置旋钮，可设置水平延时时间。顺时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。

4.2.4 视窗扩展

视窗扩展功能可用来放大一段波形，以便查看信号的细节。

按下前面板中的【缩放】键，打开对应的菜单：



图4.16　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。

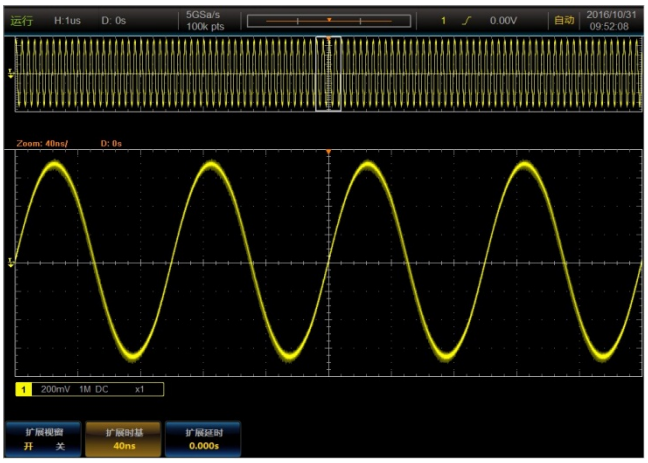


图4.17　扩展视窗示例

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

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

4.2.5 采集模式

按下前面板的【采集】键，打开采集菜单：



图4.18　采集菜单

点击操作菜单按钮[采集模式]，打开采集模式设置菜单：



图4.19　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，这一点与采集模式一致。经过多次捕获算出得到的波形点的平均值，然后产生最后的显示波形。平均模式，以减少输入信号上的随机噪声并提高垂直分辨率。平均次数越高，噪声越小并且垂直分辨率越高，但波形的显示刷新相应越慢。平均次数以 2 的倍数步进，从 2 到 512 设置平均次数。

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

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

4.2.6 存储深度

存储深度是指示波器在一次触发采集中所能存储的波形点数，它反应了采集存储器的存储能力。4455 系列提供最大 500M 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。

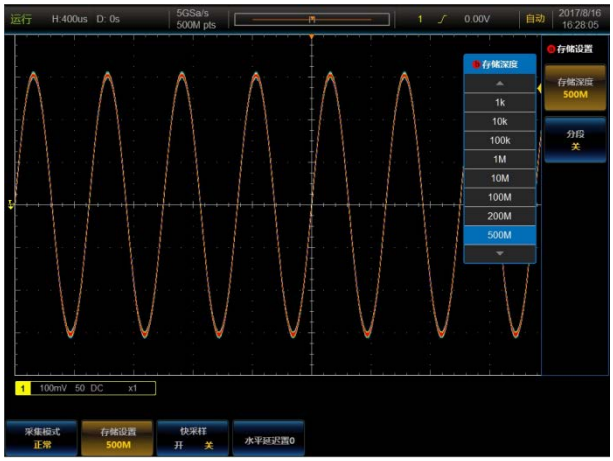


图4.20　深度存储器示例

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4.21　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。

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 262144 个段，可通过多功能旋钮 b 进行选择。

注意：当逻辑分析功能打开，分段功能无效，菜单[分段]按钮操作无效；当逻辑分析功能关闭，分段功能有效，菜单[分段]按钮操作有效。



图4.22　分段存储设置菜单

4.3 触发系统

示波器的触发系统基本上有两个主要应用：

1. 确保稳定显示

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

2. 显示具有特定特征的信号

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

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



图4.23　触发系统操作区

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的触发系统的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 按键/旋钮说明.....50
- 触发源.....50
- 触发类型.....50
- 触发释抑.....67
- 触发模式.....68
- 触发灵敏度.....68
- 触发电平.....69

4.3.1 按键/旋钮说明

表4.3　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。

4.3.2 触发源

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

在边沿触发类型时，除模拟通道 CH1～CH4 外，外通道、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(选件)。

- **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。

4.3.3 触发类型

4455 系列数字示波器提供一套丰富的触发功能，含边沿、脉宽、视频、欠幅、逻辑、序列、建立保持时间、上升下降时间、高清数字视频、RS232 触发、I2C 触发、SPI 触发、

CAN 触发、LIN 触发、I2S 触发、USB 触发、FlexRay 触发等，为您在纷繁复杂的采样信息中迅速锁定感兴趣的事件。

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4.24　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4.25　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4.26 触发源菜单

可选择 CH1～CH4、外通道或市电作为触发源。

- **边沿类型**

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

- **触发电平**

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

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

- **耦合**

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

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

注意：仅在触发源选择“外通道”时，才能设置触发耦合。

点击操作触发菜单按钮[耦合]，屏幕右侧打开触发耦合选择菜单：



图4.27　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4.28　外通道设置菜单

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

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

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4.29　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，信息内容包括：触发源、脉冲极性和触发电平。

- **触发源**

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

- **极性**

点击操作菜单按钮[极性]，可选择在输入信号指定宽度的正脉冲或负脉冲上触发。

- **触发条件**

点击操作菜单按钮[触发条件]，在屏幕右侧弹出触发条件设置菜单：



图4.30　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4.31　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4.32　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。

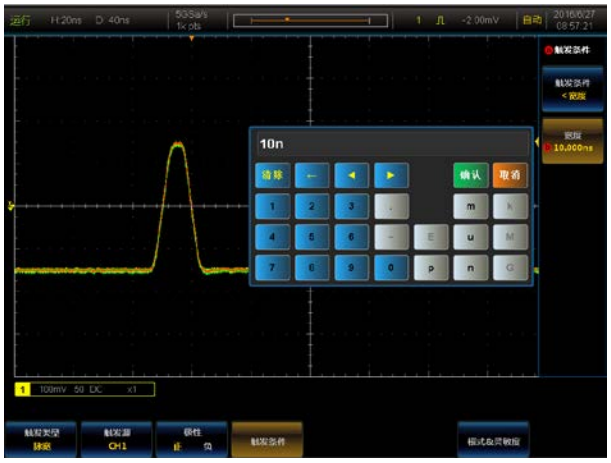


图4.33　脉宽触发示例

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。

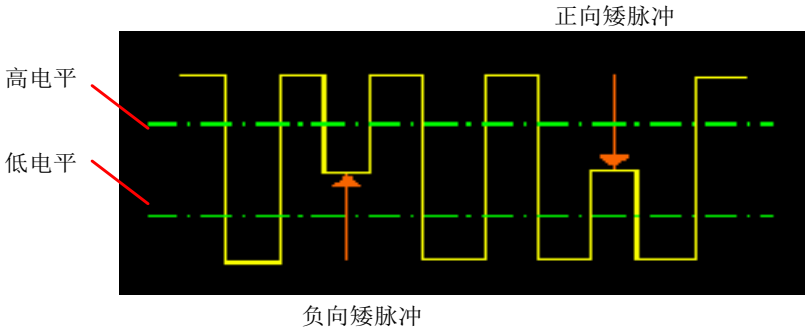


图4.34　欠幅脉冲示意图

- **触发类型**

操作前面板触发控制区的【触发】按键，打开触发菜单。

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



图4.35　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4.36　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4.37　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4.38　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。

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4.39　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4.40　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。

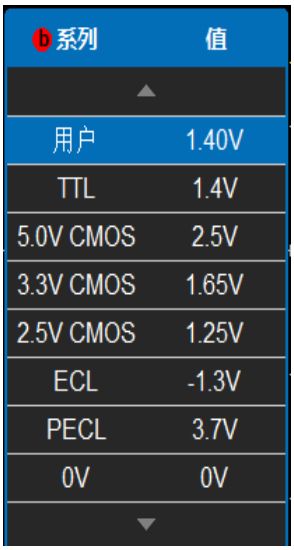


图4.41　序列触发电平预置菜单

- **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4.42　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。

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4.43　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。

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4.44　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4.45　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4.46 逻辑触发条件设置菜单

点击菜单按钮[变为真值时]，设置触发条件为变为真时；
点击菜单按钮[变为假值时]，设置触发条件为变为假时；
点击菜单按钮[真<]，设置触发条件为真小于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns～12.8s；
点击菜单按钮[真>]，设置触发条件为真大于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns～12.8s；
点击菜单按钮[真=]，设置触发条件为真等于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns～12.8s；
点击菜单按钮[真≠]，设置触发条件为真不等于某一时间值，该时间值可以旋转多功能旋钮 b 设置大小，范围为 6.4ns～12.8s。

- **阈值**

点击操作菜单按钮[电平]，在屏幕右侧弹出逻辑阈值设置菜单：



图4.47　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4.48　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。

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4.49　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。

- **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4.50　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4.51　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4.52　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。

升降时间触发

在脉冲边沿速率快于或慢于指定值时触发。

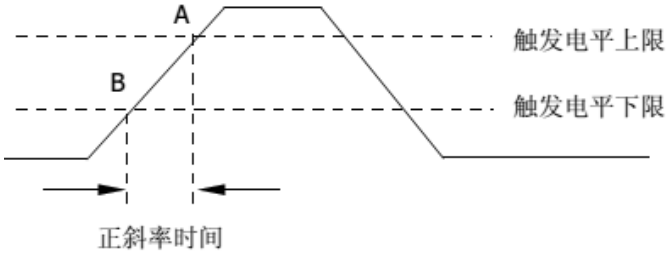


图4.53 升降时间示意图

- **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4.54 升降时间触发菜单

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

- **触发源**

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

- **边沿**

点击操作菜单按钮[边沿]，在屏幕右侧弹出边沿设置菜单：



图4.55 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4.56　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4.57　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。

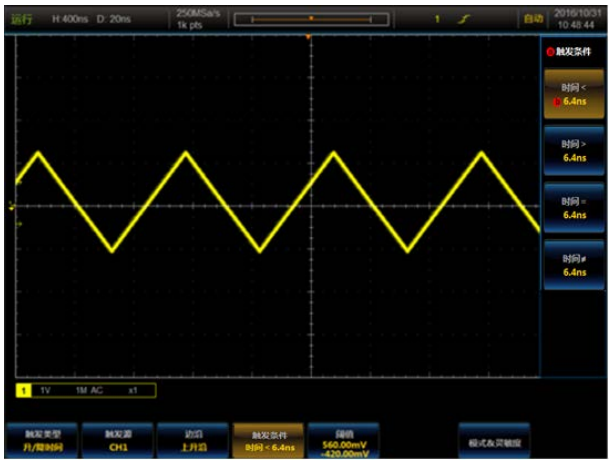


图4.58　升降时间触发示例

4.3.4 触发释抑

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

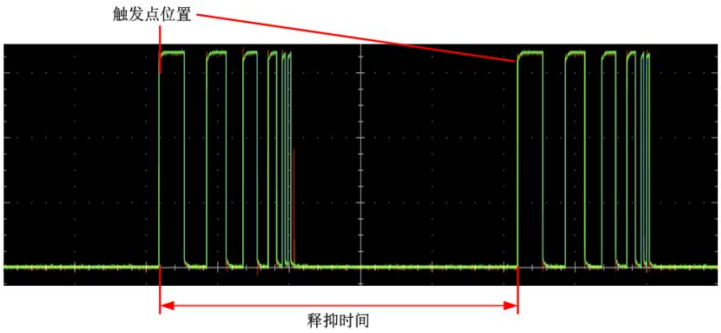


图4.59　触发释抑示意图

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4.60　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。

4.3.5 触发模式

4455 系列数字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4.61　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。

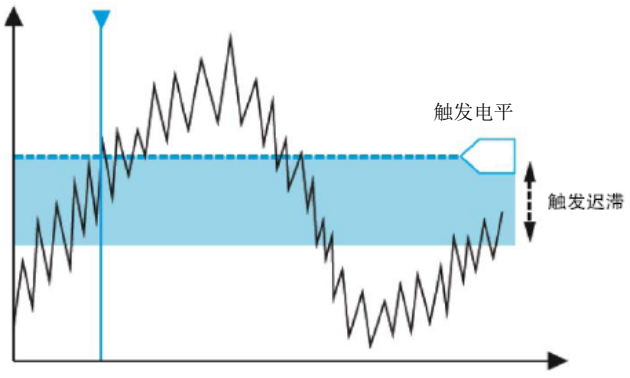
操作前面板的【单次】按键，即可选择单次触发方式，在[触发模式]菜单中，可选择自动、正常触发方式。

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。

4.3.6 触发灵敏度

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

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



触发灵敏度通过数字比较器的触发迟滞来调节

图4.62　触发迟滞示意图



图4.63　高触发灵敏度示例

4.3.7 触发电平

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

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

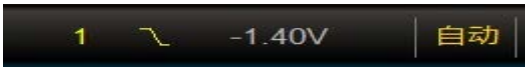


图4.64　触发电平系统指示

4.4 测量系统

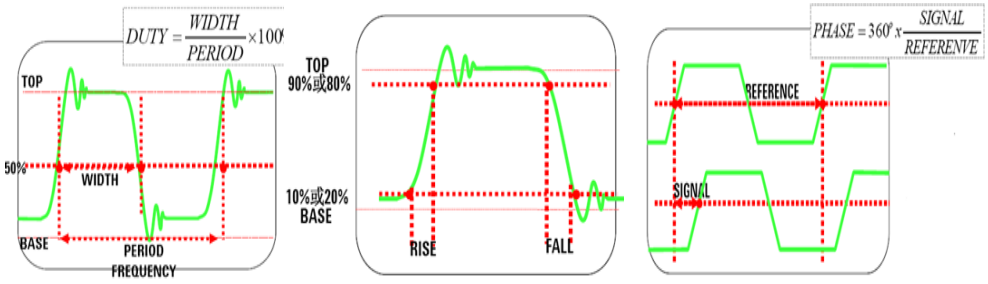
示波器在采集、触发和显示波形后，便可以进行测量。可选择光标、自动测量、统计、直方图等功能。

本章节介绍了 4455 系列数字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 69
- 光标测量 77

4.4.1 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，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4.65　时间参数

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

周期：定义为两个连续、同极性边沿的中阈值交叉点之间的时间。

频率：定义为周期的倒数。

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

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

正占空比：正脉宽与周期的比值。

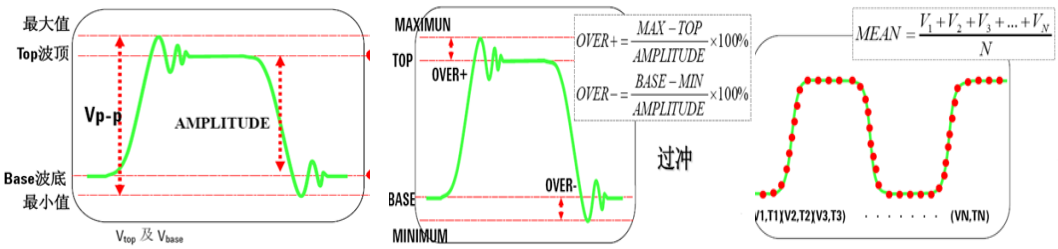
负占空比：负脉宽与周期的比值。

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

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

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

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



最大值、最小值、高电平、低电平、幅度、峰值　　过冲、预冲　　平均值

图4.66　电压参数

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

幅度：波形顶端至底端的电压值。

峰峰值：波形最高点到最低点的电压值。

最大值：波形最高点至地的电压值。

最小值：波形最低点至地的电压值。

高电平（顶端值）：波形平顶至地的电压值。

低电平（底端值）：波形平顶至地的电压值。

预冲：波形最大值与顶端值之差与幅值的比值。

过冲：波形最小值与底端值之差与幅值的比值。

顶降：波形最大值与顶端值之差与峰峰值的比值。

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

周期平均值：一个周期内信号的平均幅度。

操作前面板的【测量】按键，弹出测量主菜单。



图4.67　测量菜单

4.4.1.1 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4.68　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：

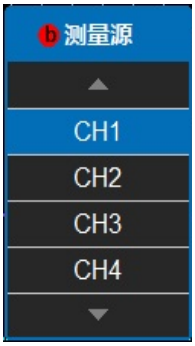


图4.69　测量源选项菜单

直接点击选项，或通过多功能旋钮 b 选择后确认，即可选择对应的测量源。除打开的模

拟通道 CH1～CH4 外，若参考波形、数学运算波形打开，或直方图打开时，测量源还可以选择参考波形、数学运算波形或直方图波形，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：

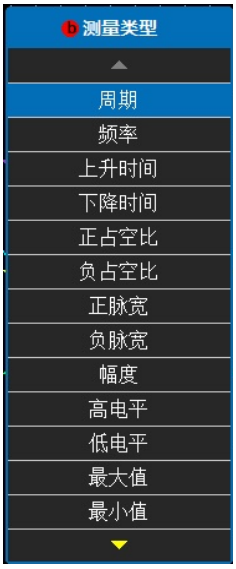


图4.70　测量类型选项菜单

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、突发宽度、正脉冲数、负脉冲数、上升沿数、下降沿数、面积、周期面积、延迟、相位。

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

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



图4.71　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。

4.4.1.2 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4.72　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4.73　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。

4.4.1.3 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4.74　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4.75　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。

4.4.1.4 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4.76　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。

4.4.1.5 选通

用于将测量限制在波形的特定部分。

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

4.4.1.6 参考电平

参考电平用于确定如何进行与时间相关的测量。

点击操作菜单按钮[参考电平]，屏幕右侧弹出参考电平设置菜单：



图4.77　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%。

4.4.1.7 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。

4.4.2 光标测量

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

点击前面板的【光标】按键，打开光标菜单：



图4.78 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。

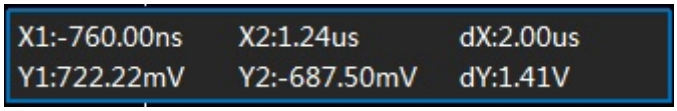


图4.79 光标测量结果

4.5 数学运算

4455 系列数字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。

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的数学运算的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 双波形数学运算……78
- FFT……78

● 高级数学.....80

操作前面板的【运算】按键，打开运算菜单：



图4.80 运算菜单

4.5.1 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4.81 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4.82 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。

4.5.2 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：

测量系统中的谐波分量和失真。

测量直流电源中的噪声特性。

分析振动。

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4.83　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4.4　窗函数简介

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

设置：点击菜单按钮后打开 FFT 显示的设置菜单：



图4.84　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。

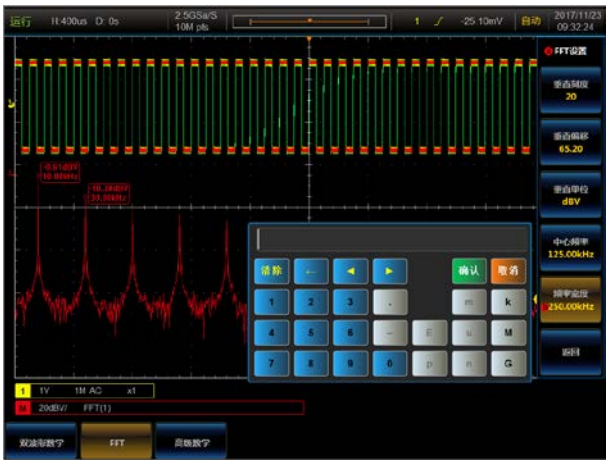


图4.85　FFT 示例

4.5.3 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4.86　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：

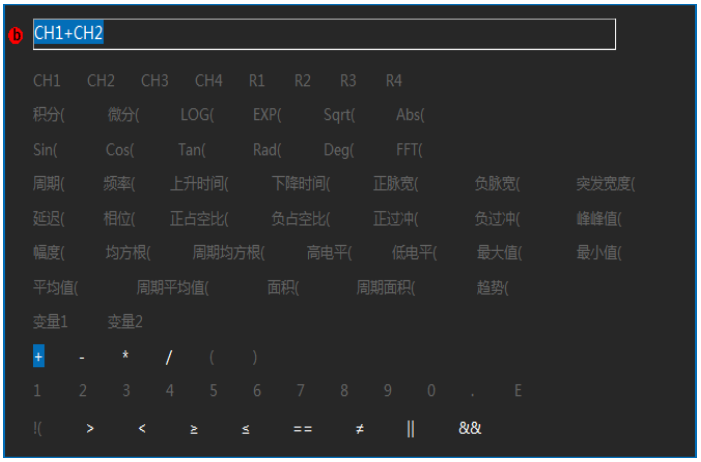


图4.87　高级数学表达式编辑窗口

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

删除：最后输入的选项被删除。

清除表达式：将表达式清空。

执行表达式：使用当前编辑的表达式进行运算。

各运算类型定义为：

积分：对数据进行积分运算。

微分：对数据进行微分运算。
LOG：对数据进行对数运算。
EXP：对数据进行指数运算。
Sqrt：对数据进行开平方根运算。
Abs：对数据进行取绝对值运算。
Sin：对数据进行正弦运算。
Cos：对数据进行余弦运算。
Tan：对数据进行正切运算。
Rad：对数据进行弧度运算。
Deg：对数据进行角度运算。
FFT：对数据进行 FFT 运算。
周期、频率、……周期面积：参数测量结果。
变量 1、2：用户自定义变量，可通过设置菜单设置其数值。
E：用于科学记数法表示数值。
例：对通道 1 的信号进行积分运算。

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

- **设置**



图4.88 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4.89　高级数学示例

4.6 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。本章节介绍了 4455 系列数字示波器的显示系统的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 波形显示设置.....83
- 波形色彩设置.....84
- 余辉设置.....86
- 网格设置.....86
- 亮度设置.....87
- XY显示.....87

4.6.1 波形显示设置

操作前面板的【显示】按键，打开显示菜单：



图4.90　显示菜单

点击菜单按钮[波形显示]，打开波形显示设置菜单：

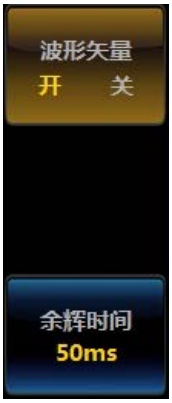


图4.91　波形显示菜单

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。

4.6.2 波形色彩设置

4455 系列数字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4.92　波形色彩菜单



图4.93　正常调色板显示调幅波

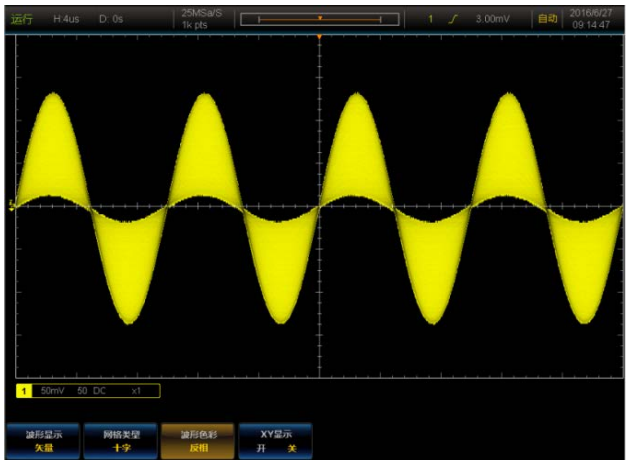


图4.94　反相调色板显示调幅波

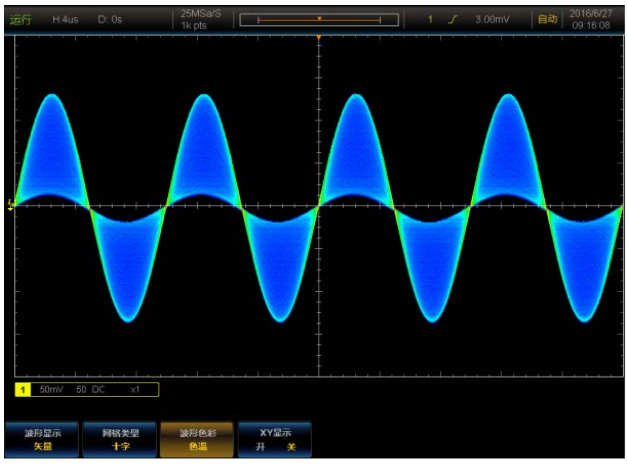


图4.95　色温调色板显示调幅波



图4.96　光谱调色板显示调幅波

4.6.3 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。

4.6.4 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4.97　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。

4.6.5 亮度设置

操作前面板的【亮度】菜单，打开亮度设置菜单：



图4.98 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。

4.6.6 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。

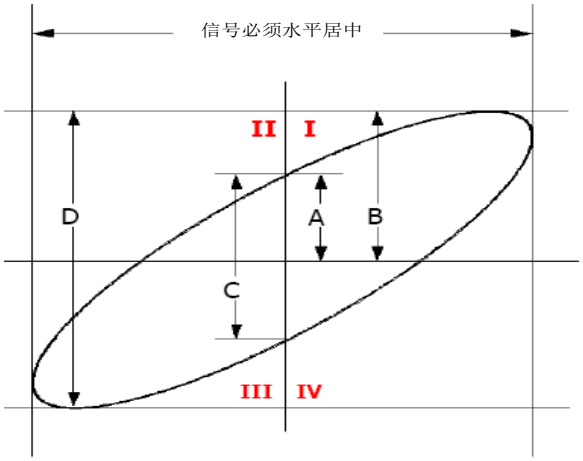


图4.99 相位差测量原理图

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 θ =±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4.100 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。

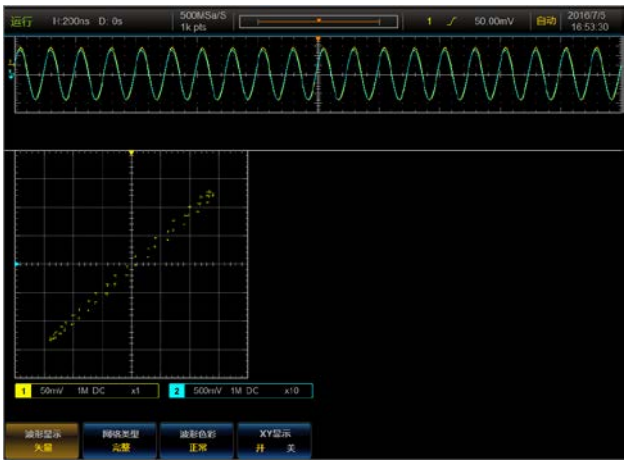


图4.101 XY 显示示例

4.7 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。

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的保存调用和参考的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 保存.....88
- 调用.....91
- 参考.....91
- 录制&回放.....92

4.7.1 保存

操作前面板的【保存】按键，打开保存菜单：



图4.102 保存菜单

4.7.1.1 存储波形

点击菜单按钮[存储波形]，打开存储波形菜单：



图4.103 存储波形菜单

数据源：设置存储波形的数据源，可选择模拟通道 CH1～CH4。

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

默认文件名为“4455_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4.5　存储数据结构

位置	内容
数据头	
0	Model:4455
0x0E	Firewave Version:1.0
0x27	采集模式，32 位整数 0：正常；1：峰值；2：平均；3：高分辨率；4：包络
0x2B	存储深度，32 位整数
0x2F	数据源，32 位整数 0～3：对应通道 1～通道 4
0x33	水平时基，64 位双精度数
0x3B	水平延时，64 位双精度数
0x43	波形数据长度，32 位整数
0x47	波形采样数据点时间间隔，64 位双精度数
0x4F	探头类型，32 位整数

	0：电压探头；1：电流探头
0x54	探头系数，32 位整数 探头类型为电压探头时，表示探头系数 探头类型为电流探头时，表示探头的电压电流转换比
0x58	数据源通道垂直刻度，64 位双精度数
0x60	数据源通道垂直偏移，64 位双精度数
0x68	第一个数据对应的采集时间，64 位双精度数
0x70	空数据 0，32 位整数
波形数据	
0x74	数据波形起始地址 每组采样点包含 2 个数据：采样时间、波形电压，均为 64 位双精度数。 若采集模式为峰值或包络，则每个采样点包括 2 组数据，第 1 组数据为最小值，第 2 组数据为最大值。

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

存储：根据以上设置，完成波形存储。

4.7.1.2 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4.104 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。

4.7.1.3 恢复波形

点击菜单按钮[恢复波形]，打开恢复波形菜单：



图4.105 恢复波形菜单

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

4.7.1.4 保存屏幕图像

点击此菜单按钮后，将当前屏幕的图像保存到外部 U 盘文件中。

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

默认文件名为：4455_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。

4.7.2 调用

操作前面板的【调用】按键，打开调用菜单：



图4.106 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。

4.7.3 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4.107 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4.108 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。

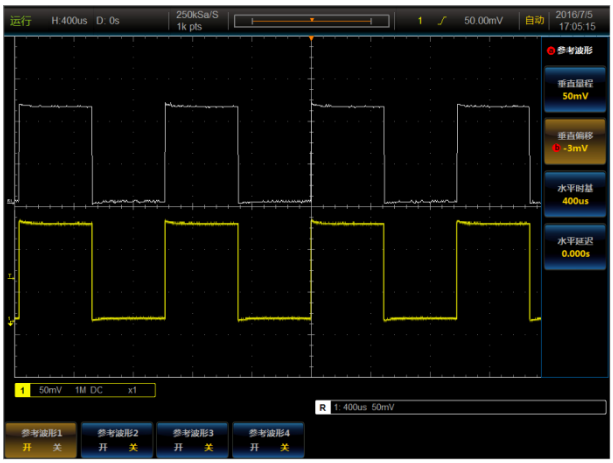


图4.109 参考波形示例

4.7.4 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4.110 导航菜单

点击菜单按钮[录制&回放]，打开操作菜单：



图4.111 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，可选择要回放的数据段号对应的波形。

4.8 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。

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的系统设置的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 配置……94
- 参考&输出……95
- 网络设置……96
- 选件……96
- 校准……97
- 系统写保护……98

操作前面板的【系统】键，打开系统设置菜单。



图4.112 系统设置菜单

4.8.1 配置

点击菜单按钮[配置]，打开配置菜单：



图4.113 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4.6　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。

4.8.2 参考&输出

点击菜单按钮[参考&输出]，打开设置菜单：



图4.114 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4.115 培训信号波形类型

4.8.3 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4.116 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4.117 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。

4.8.4 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4.118 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。

4.8.5 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4.119 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。

4.8.6 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。

4.9 总线分析仪（选件）

4455 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。

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的总线分析仪（选件）的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- I2C总线触发与分析.....98
- RS232/RS422/RS485/UART总线触发与分析.....108
- SPI总线触发与分析.....117
- CAN总线触发与分析.....125
- LIN总线触发与分析.....134
- FlexRay总线触发与分析.....143
- AUDIO总线触发与分析.....156
- USB总线触发与分析.....167
- MIL-STD-1553总线触发与分析.....177

4.9.1 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。

开始位	地址（7Bit或10Bit）	R/W（1Bit）	确认位（1Bit）	数据0（8Bit）	确认0（1Bit）	数据1（8Bit）	确认1（1Bit）	……	数据N（8Bit）	确认N（1Bit）	停止位

图4.120 I2C 帧格式

4.9.1.1 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4.121 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4.122 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4.123 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4.124 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：

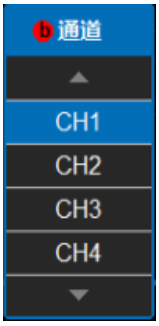


图4.125 I2C 定义 SCLK 输入设置菜单

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

点击菜单按钮[SDA 输入]，在菜单左侧弹出 SDA 输入选择三级菜单：



图4.126 I2C 定义 SDA 输入设置菜单

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

- **阈值设置**

点击菜单按钮[阈值]，在屏幕右侧弹出 I2C 通道阈值设置菜单：



图4.127 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4.128 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4.129 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：

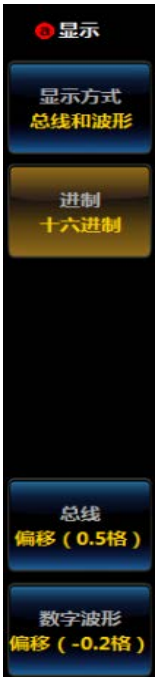


图4.130 I2C 显示设置菜单

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4.131 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4.132 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4.133 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。

4.9.1.2 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4.134 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：

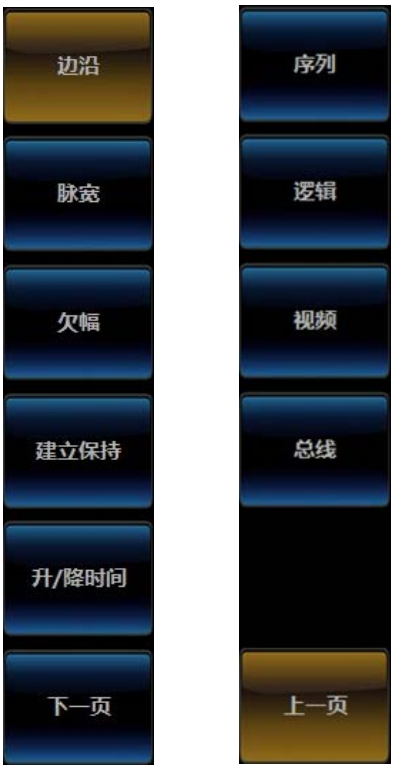


图4.135 触发类型选择菜单

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4.136 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4.137 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4.138 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4.139 触发地址设置菜单

点击菜单按钮[寻址模式]，切换寻址模式为七位或者十位；

点击菜单按钮[地址]，在菜单左侧弹出地址设置数字键盘：



图4.140 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4.141 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4.142 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4.143 数据触发设置菜单

点击菜单按钮[字节数]，旋转多功能旋钮 b 设置触发的数据字节数；

点击菜单按钮[数据]，在菜单左侧弹出设置触发数据数字键盘：



图4.144 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4.145 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。

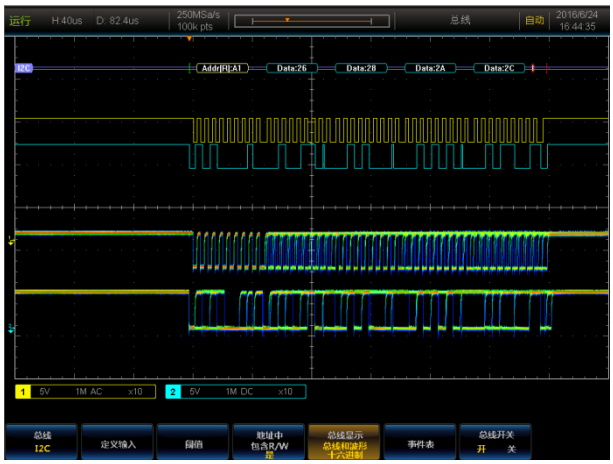


图4.146 I2C 触发与分析示例

4.9.2 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。

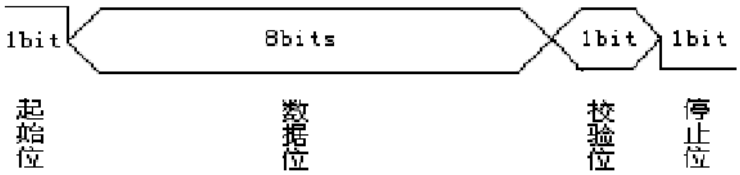


图4.147 RS232 帧格式

4.9.2.1 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4.148 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4.149 总线类型设置菜单

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



图4.150 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4.151 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。

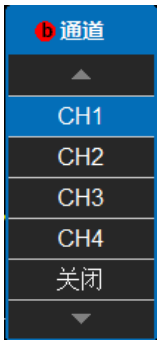


图4.152 RS232 通道设置菜单

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。

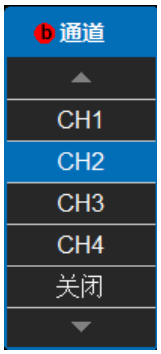


图4.153 RS232 通道设置菜单

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

- **阈值**

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



图4.154 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。

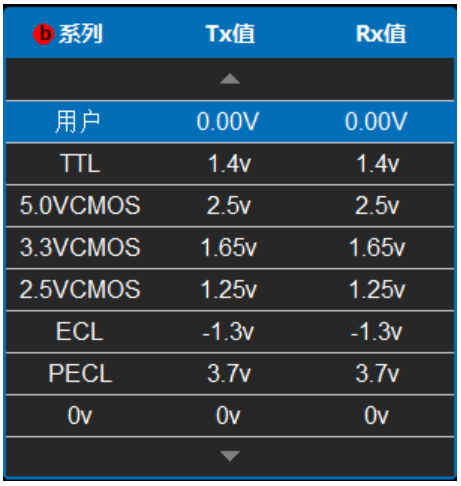


图4.155 预置设置菜单

- **配置**

点击[配置]菜单，弹出 RS232 配置二级菜单。



图4.156 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4.157 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4.158 位速率设置菜单

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



图4.159 数字键盘

点击[预置]按钮，弹出位速率预置三级菜单。

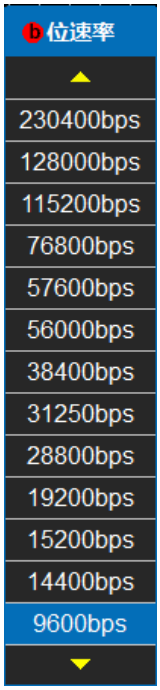


图4.160 位速率设置菜单

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。

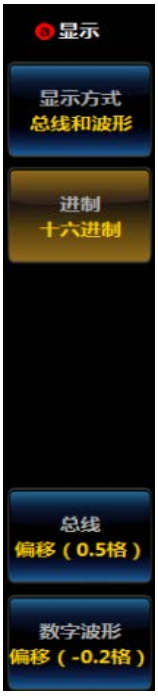


图4.161 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图4.162 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4.163 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4.164 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。

4.9.2.2 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4.165 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4.166 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4.167 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4.168 数据输入设置菜单

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

点击[Tx 数据]按钮或者[Rx 数据]按钮，弹出数据输入键盘，输入数据。



图4.169 数字键盘

- **Tx/Rx 奇偶校验错误**

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



图4.170 RS232 触发与分析示例

4.9.3 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。

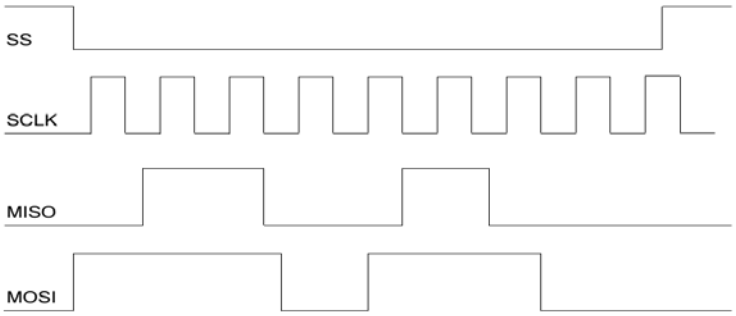


图4.171 SPI 总线时序图

4.9.3.1 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4.172 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4.173 总线类型设置菜单

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

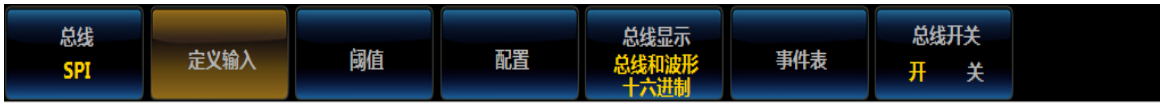


图4.174 SPI 总线一级菜单

- **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4.175 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。

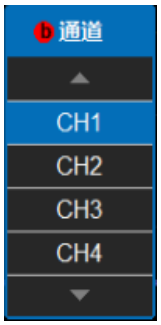


图4.176 SPI 通道设置菜单

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

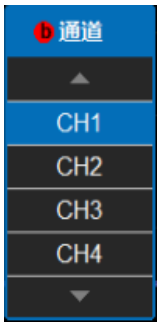


图4.177 SPI 通道设置菜单

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

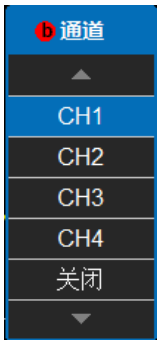


图4.178 SPI 通道设置菜单

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

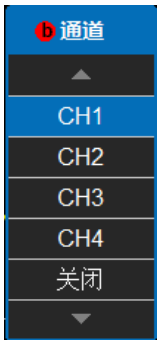


图4.179 SPI 通道设置菜单

- **阈值**

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



图4.180 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4.181 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。

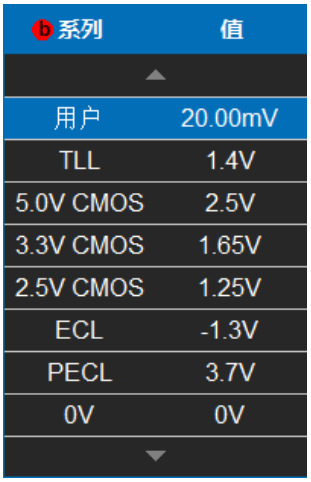


图4.182 SPI 预置设置菜单

- **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4.183 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。

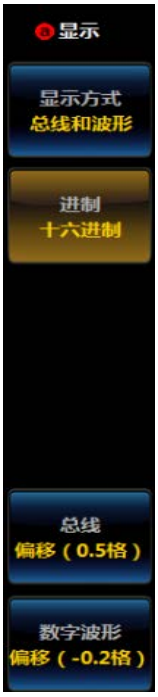


图4.184 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图4.185 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4.186 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4.187 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。

4.9.3.2 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4.188 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4.189 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4.190 SPI 数据触发条件设置菜单

点击[字节数]按钮，旋转通用旋钮 b 来选择输入数据的字节数，默认值为 1。
点击[MOSI 数据]按钮，打开数据输入键盘输入数据。

- **MISO**

点击[MISO]按钮，选择 MISO 数据触发。点击[MISO 数据]按钮，打开 SPI 数据二级菜

单，设置输入数据的字节数和数据。

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

点击[MISO 数据]按钮，打开数据输入键盘输入数据。

- **MOSI 和 MISO**

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

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

点击[MISO 数据]按钮，打开 MISO 数据输入键盘输入数据。

点击[MOSI 数据]按钮，打开 MOSI 数据输入键盘输入数据。



图4.191 SPI 触发与分析示例

4.9.4 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。

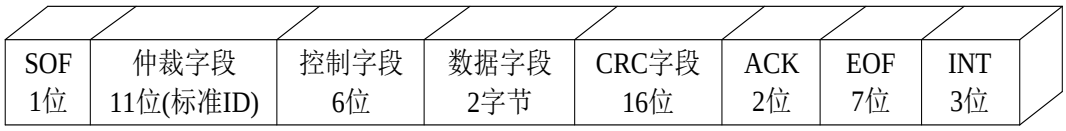


图4.192 CAN 总线帧格式

4.9.4.1 CAN 总线设置

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



图4.193 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：

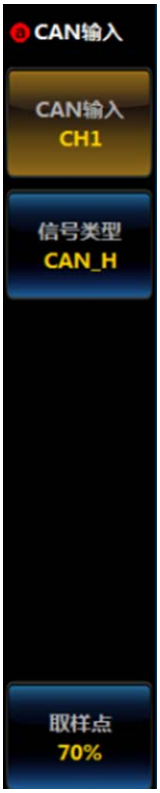


图4.194 CAN 定义输入设置菜单

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：

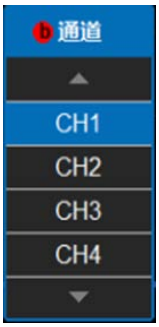


图4.195 CAN 输入设置菜单

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：

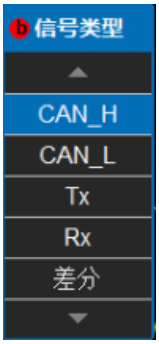


图4.196 CAN 信号类型设置菜单

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4.197 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：

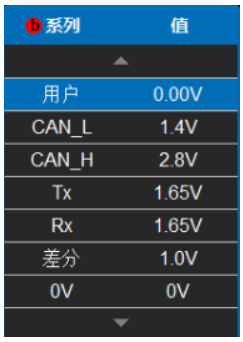


图4.198 CAN 阈值设置菜单

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4.199 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：

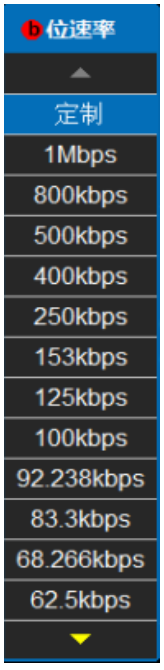


图4.200 CAN 位速率设置菜单

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：

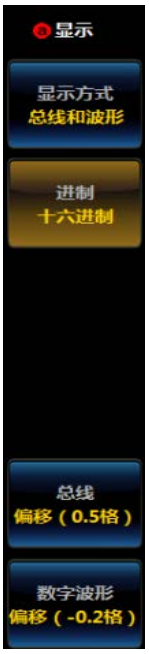


图4.201 CAN 显示设置菜单

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4.202 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4.203 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4.204 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。

4.9.4.2 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4.205 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4.206 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4.207 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4.208 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4.209 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4.210 CAN 的标识符触发二级菜单

点击菜单按钮[格式]，设置标识符格式为标准或者扩展；

点击菜单按钮[标识符]，菜单左侧弹出标识符设置数字键盘：



图4.211 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4.212 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4.213 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4.214 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4.215 CAN 的数据触发比较条件菜单

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

点击菜单按钮[字节数]，旋转多功能旋钮 b 设置触发的数据字节数；

点击菜单按钮[数据]，在菜单左侧弹出设置触发数据数字键盘：



图4.216 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4.217 CAN 的数据数值设置小键盘

具体操作分别参考 ID 触发类型和数据触发类型。

点击菜单按钮[帧结尾]，CAN 总线触发类型设置为帧结尾；

点击菜单按钮[丢失确认]，CAN 总线触发类型设置为丢失确认；

点击菜单按钮[位填充错误]，CAN 总线触发类型设置为位填充错误。



图4.218 CAN 触发与分析示例

4.9.5 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。

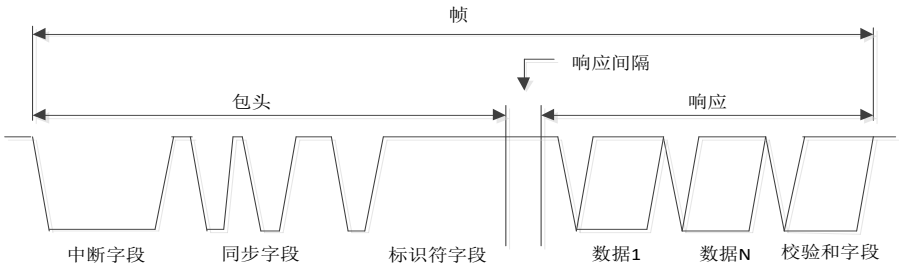


图4.219 LIN 帧格式

4.9.5.1 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4.220 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4.221 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：

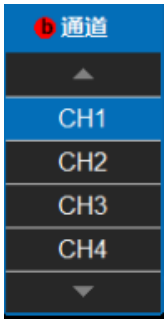


图4.222 LIN 输入通道设置菜单

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4.223 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4.224 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：

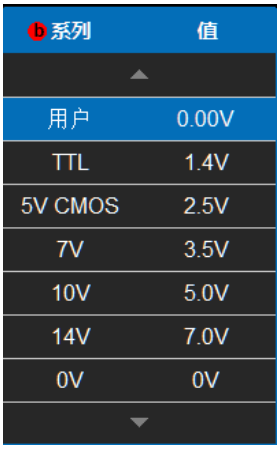


图4.225 LIN 通道阈值预置菜单

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4.226 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：

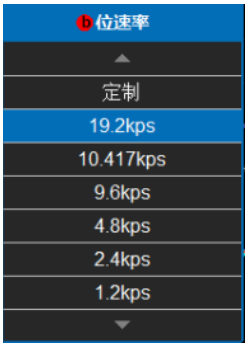


图4.227 LIN 位速率设置菜单

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4.228 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：

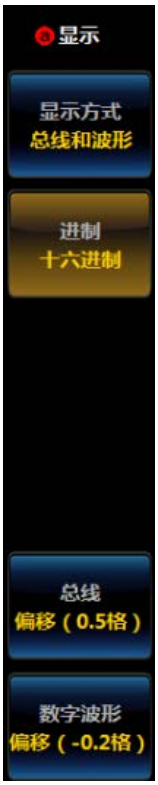


图4.229 LIN 显示设置菜单

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4.230　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4.231　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4.232 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。

4.9.5.2 LIN 触发设置

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



图4.233 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4.234 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4.235 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4.236 LIN 标识符设置菜单

点击菜单按钮[标识符]，菜单左侧弹出标识符设置数字键盘：



图4.237 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4.238 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：

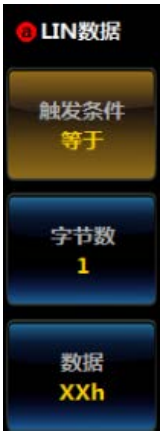


图4.239 LIN 数据触发二级菜单

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4.240 LIN 数据触发条件设置菜单

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

幕上相应触发条件设置。

点击菜单按钮[字节数]，旋转多功能旋钮 b 设置触发的数据字节数；

点击菜单按钮[数据]，在菜单左侧弹出设置触发数据数字键盘：



图4.241 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4.242 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4.243 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4.244 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4.245 LIN 触发与分析示例

4.9.6 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。

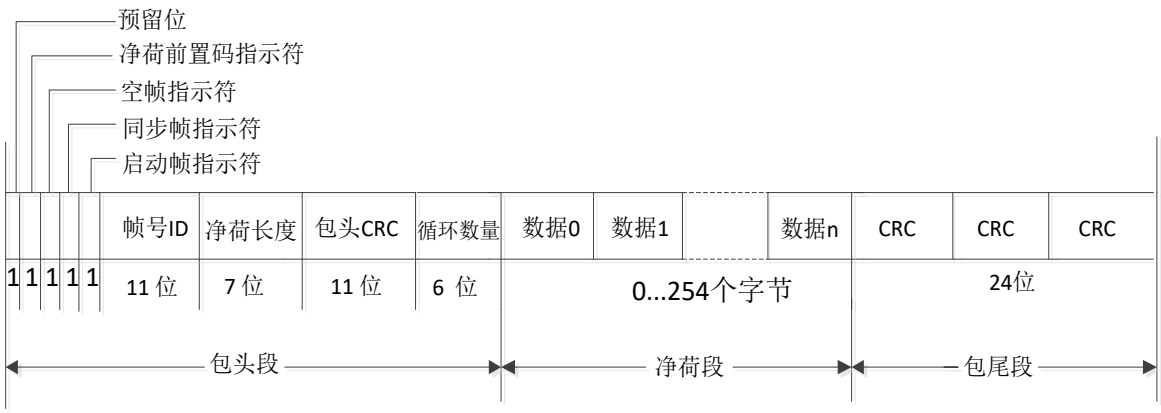


图4.246 FlexRay 帧格式

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。

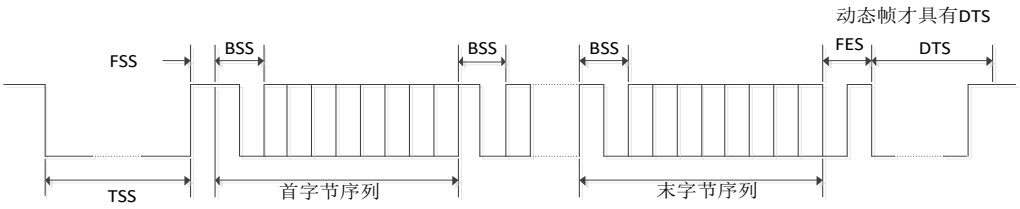


图4.247 FlexRay 帧序列

4.9.6.1 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4.248 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4.249 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：

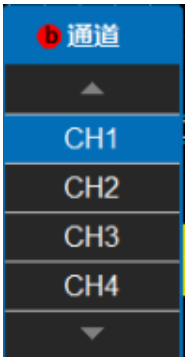


图4.250 FlexRay 输入通道菜单

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：

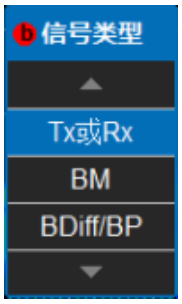


图4.251 FlexRay 输入信号类型菜单

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4.252 FlexRay 输入通道单阈值菜单

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

点击菜单按钮[预置]，在菜单左侧弹出预置类型选择三级菜单：

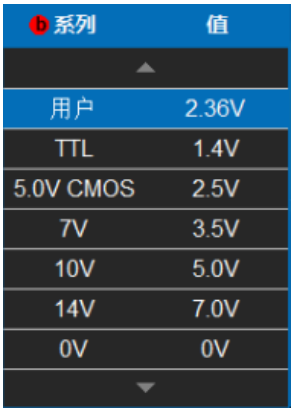


图4.253 FlexRay 输入通道单阈值预置菜单

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4.254 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：

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

图4.255 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4.256 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：

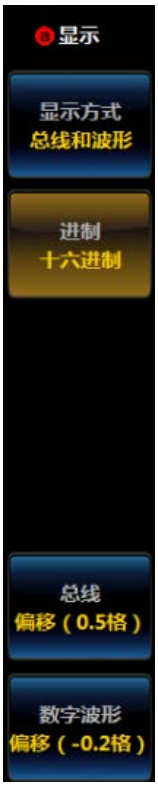


图4.257 FlexRay 显示设置菜单

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4.258 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4.259 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4.260 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。

4.9.6.2 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4.261 FlexRay 总线触发一级菜单

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

- **FlexRay 触发类型设置**

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



图4.262 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4.263 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4.264 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4.265 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4.266 FlexRay 总线标识符触发二级菜单

当标识符触发条件为等于、不等于、小于、大于、大于等于、小于等于时，菜单上有[触发条件]和[标识符]两个菜单按钮，当触发条件为范围内或者范围外时菜单上有[触发条件]、[标识符低]和[标识符高]三个菜按钮。

点击菜单按钮[触发条件]，在菜单左侧弹出触发条件设置三级菜单：



图4.267 FlexRay 总线标识符触发条件菜单

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

点击菜单按钮[标识符]，菜单左侧弹出标识符设置数字键盘：



图4.268 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4.269 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4.270 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4.271 FlexRay 总线循环数触发条件设置菜单

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

点击菜单按钮[循环数]，菜单左侧弹出循环数设置数字键盘：



图4.272 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4.273 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4.274 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4.275 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：



图4.276 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4.277 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4.278 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4.279 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4.280 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4.281 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4.282 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4.283 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。

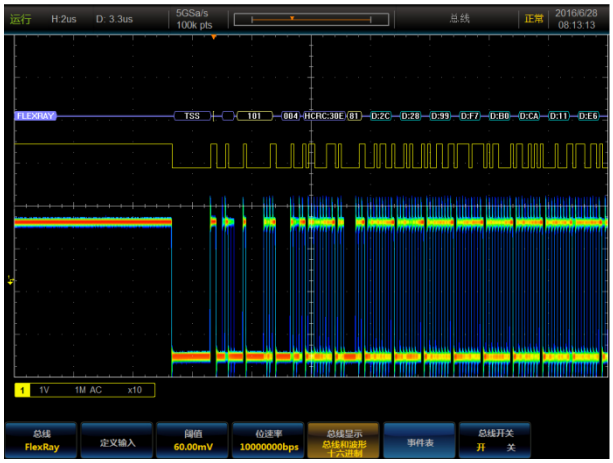


图4.284 FlexRay 触发与分析示例

4.9.7 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。

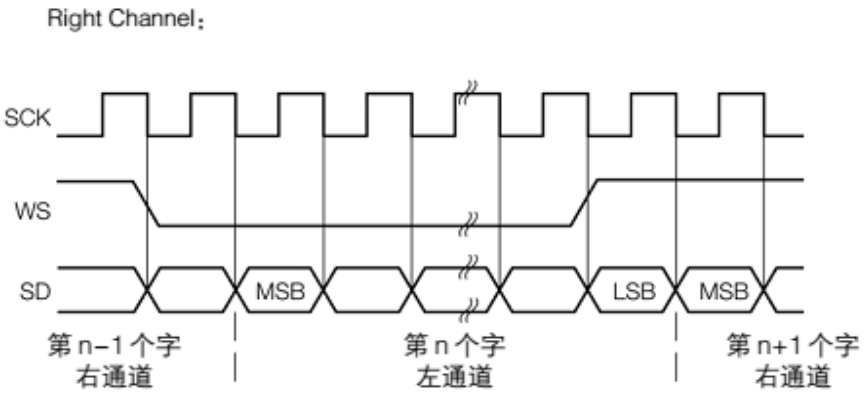


图4.285 I2S 总线时序图

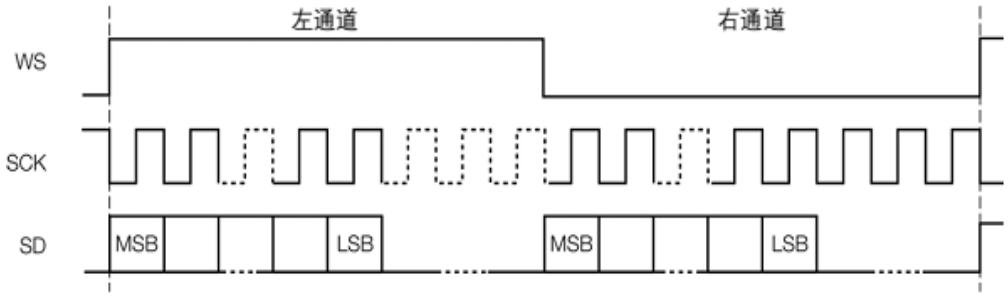


图4.286 LJ 总线时序图

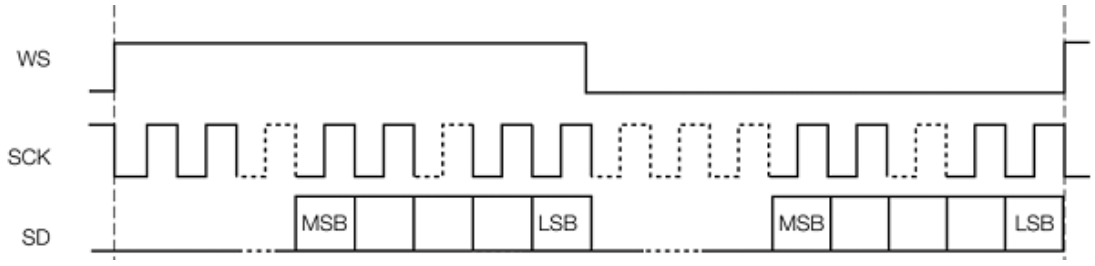


图4.287 RJ 总线时序图

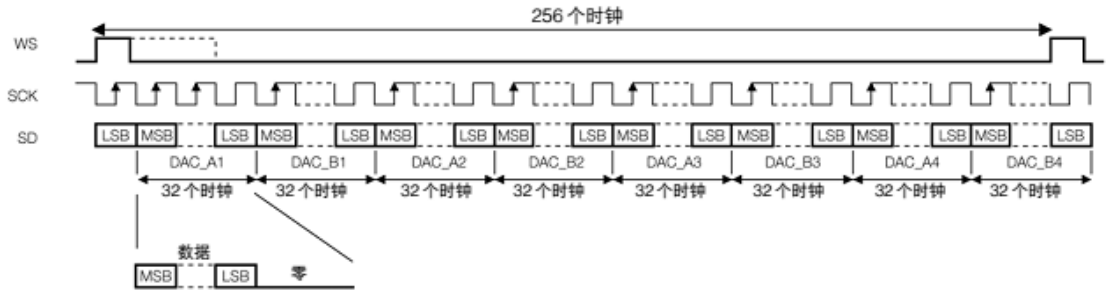


图4.288 TDM 总线时序图

4.9.7.1 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4.289 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4.290 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4.291 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4.292 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4.293 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。

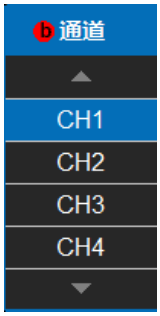


图4.294 通道设置菜单

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。

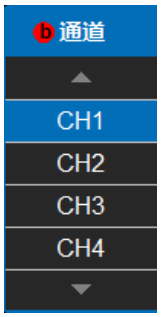


图4.295 通道设置菜单

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。

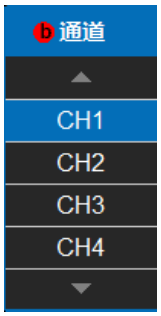


图4.296 通道设置菜单

- **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4.297 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。

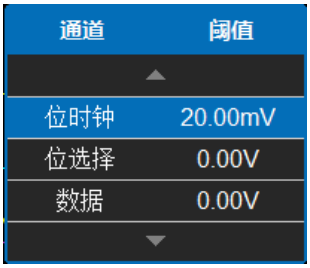


图4.298 通道设置菜单

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。

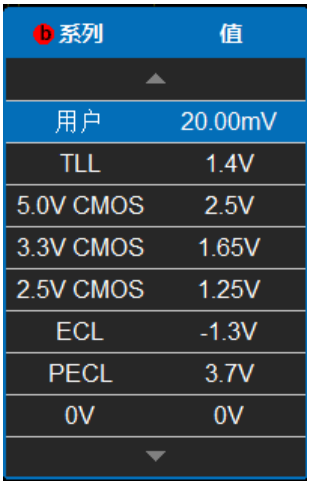


图4.299 预置设置菜单

- **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4.300 I2S/LJ/RJ 配置

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

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

点击[WS 极性]按钮，选择正常或者反转。

点击[数据]按钮，选择高=1 或者高=0。

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



图4.301 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4.302 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4.303 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4.304 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4.305 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。

4.9.7.2 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4.306 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4.307 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4.308 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。

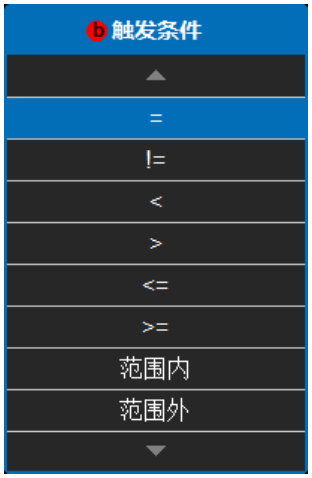


图4.309 触发条件设置菜单

点击[任一字]按钮，循环选择任一字，左侧字，右侧字。

点击[TDM 触发通道]按钮，旋转通用旋钮 b 来选择 TDM 触发通道，默认值为 0。

点击[数据]按钮，打开数据输入键盘，输入数据。

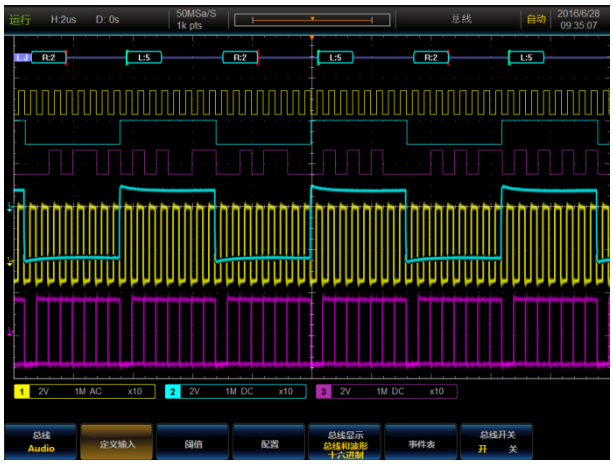


图4.310 Audio 触发与分析示例

4.9.8 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。

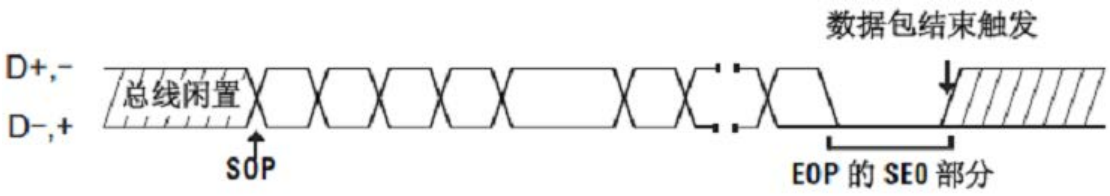


图4.311 USB 帧格式

4.9.8.1 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：

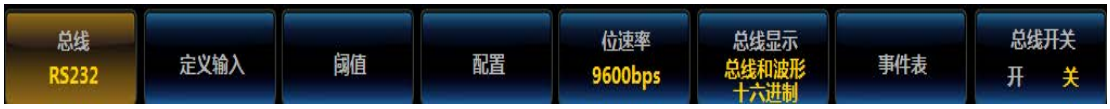


图4.312 总线设置菜单

点击[总线]按钮，在屏幕右侧弹出总线类型选择菜单：



图4.313 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4.314 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4.315 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。

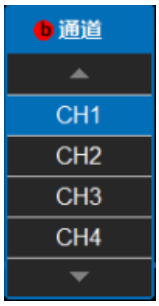


图4.316 通道设置菜单

点击[D-通道]按钮，选择任意通道（CH1~CH4）作为 D-通道。

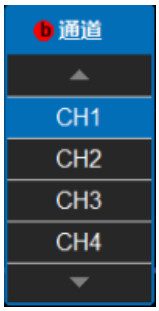


图4.317 通道设置菜单

点击[差分通道]按钮，选择任意通道（CH1~CH4）作为差分通道。

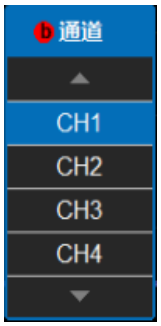


图4.318 通道设置菜单

- **阈值**

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



图4.319 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。

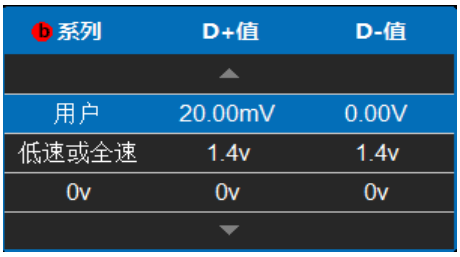


图4.320 预置设置菜单

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。



图4.321 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4.322 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4.323 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4.324 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4.325 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。

4.9.8.2 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4.326 触发条件设置菜单

（1）同步

点击[同步]按钮，选择同步触发。

（2）复位

点击[复位]按钮，选择复位触发。

（3）中止

点击[中止]按钮，选择中止触发。

（4）恢复

点击[恢复]按钮，选择回复触发。

（5）包结束

点击[包结束]按钮，选择包结束触发。

（6）令牌包

点击[令牌包]按钮，选择令牌包触发。需要设置令牌类型，地址和端点。



图4.327 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4.328 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4.329 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4.330 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4.331 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4.332 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4.333 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。

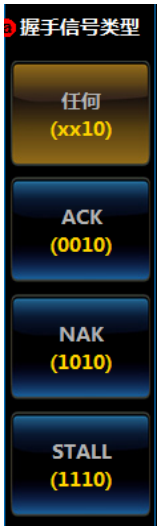


图4.334 握手信号类型设置菜单

（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。

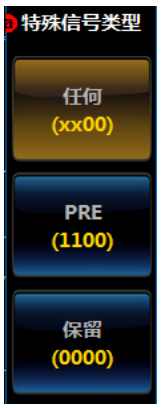


图4.335 特殊信号类型设置菜单

（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4.336 错误信号类型设置菜单

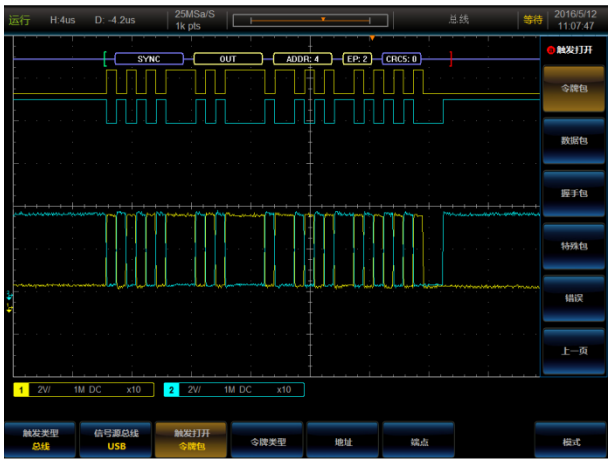


图4.337 USB 触发与分析示例

4.9.9 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。

4.9.9.1 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4.338 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4.339 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4.340 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4.341 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。

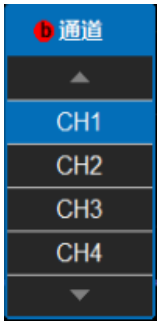


图4.342 1553 通道设置菜单

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4.343 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。

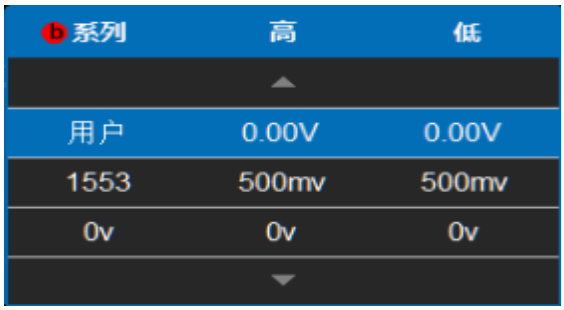


图4.344 1553 预置设置菜单

- **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4.345 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。

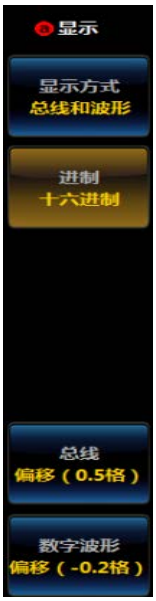


图4.346 显示设置菜单

点击[显示方式]按钮，弹出总线显示方式设置三级菜单：



图4.347 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4.348 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4.349 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。

4.9.9.2 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4.350 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4.351 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4.352 1553 命令触发设置菜单

- **状态**

点击[状态]按钮，选择状态触发。



图4.353 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。

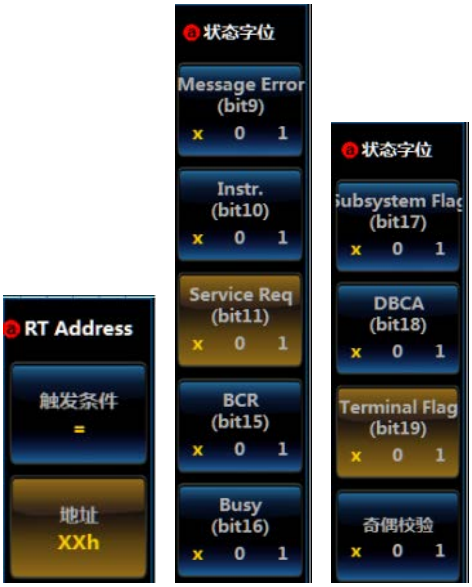


图4.354 1553 状态触发设置菜单

数据

点击[数据]按钮，选择数据触发。



图4.355 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4.356 1553 数据触发设置菜单

- **时间**

点击[时间]按钮，选择时间触发。



图4.357 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4.358 1553 时间触发设置菜单

错误

点击[错误]按钮，选择错误触发。



图4.359 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4.360 1553 错误触发设置菜单

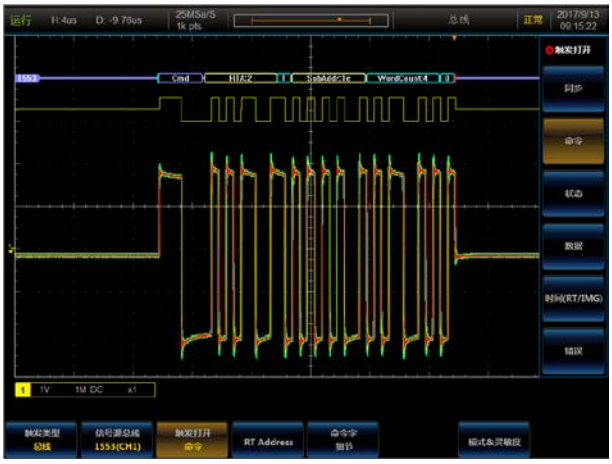


图4.361 1553 触发与分析示例

4.10 极限和模板测试（选件）

4455 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4.362 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4.363 极限模板菜单

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的极限和模板测试（选件）的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 设置模板.....186
- 选择模板.....187
- 设置测试.....188
- 运行测试.....189
- 显示结果.....189

4.10.1 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4.364 设置模板菜单

显示模板：打开、关闭模板显示。

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

保存模板文件：将当前显示的模板保存到 U 盘文件中。

读模板文件：从 U 盘中读取模板文件进行显示。

复制到定制：将当前的标准模板复制到定制模板中，用于改变垂直余量进行测试。

模板显示时界面如下：

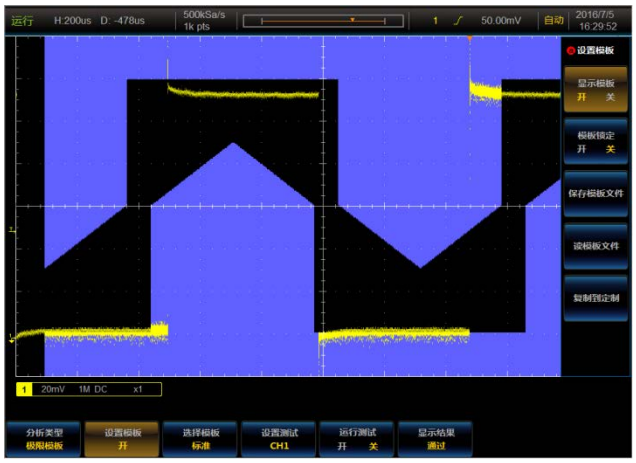


图4.365 模板显示界面

4.10.2 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4.366 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4.367 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。

4.10.3 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4.368 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。

4.10.4 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。

4.10.5 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4.369 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。

4.11 功率测量与分析（选件）

4455 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、波纹、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4.370 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4.371 功率测量菜单

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的功率测量与分析（选件）的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 测量类型……191
- 电源质量……191

- 纹波.....193
- 谐波.....194
- 开关损耗.....196
- 调制.....199
- 安全作业区.....200

4.11.1 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：

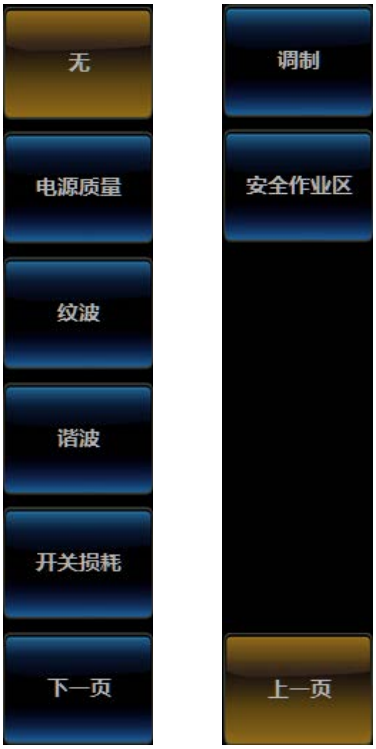


图4.372 功率测量类型菜单

4.11.2 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4.373 电源质量操作菜单

4.11.2.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.374 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：

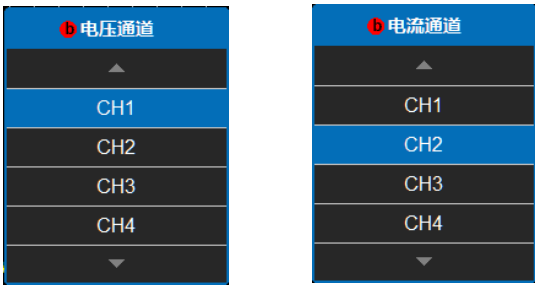


图4.375 通道设置菜单

4.11.2.2 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4.376 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4.377 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。

4.11.2.3 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。

4.11.3 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4.378 波纹菜单

4.11.3.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.379 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：

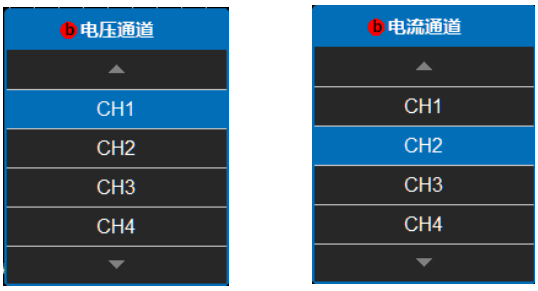


图4.380 通道设置菜单

4.11.3.2 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。

4.11.4 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4.381 谐波菜单

4.11. 4.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.382 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：

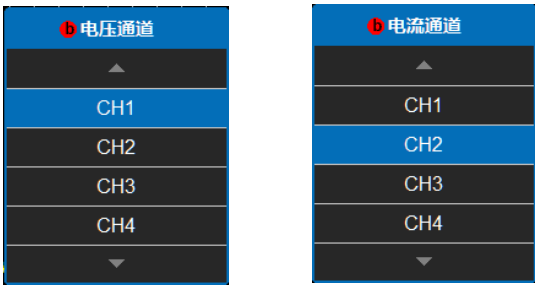


图4.383 通道设置菜单

4.11. 4.2 设置

点击[设置]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.384 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4.385 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4.386 谐波固定频率参考设置

4.11. 4.3 显示

点击[显示]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.387 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。

4.11.5 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4.388 开关损耗菜单

4.11.5.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.389 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：

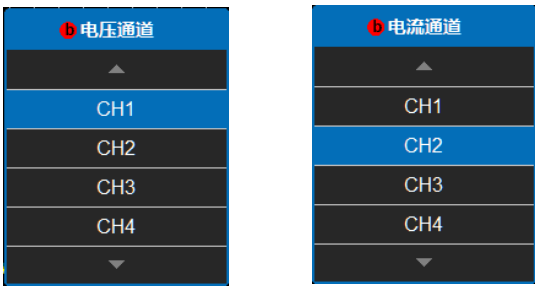


图4.390 通道设置菜单

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4.391 选通电压设置菜单

4.11.5.2 测量显示

点击[测量显示]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.392 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。

4.11.5.3 传导计算

点击[传导计算]，屏幕右侧弹出操作菜单：

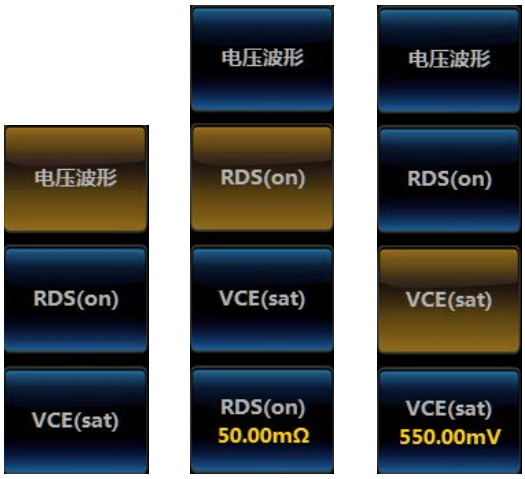


图4.393 传导计算设置

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。

4.11.5.4 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4.394 参考电平设置

可选择百分比或单位进行参考电平的设置。

4.11.6 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4.395 调制菜单

4.11.6.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.396 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：

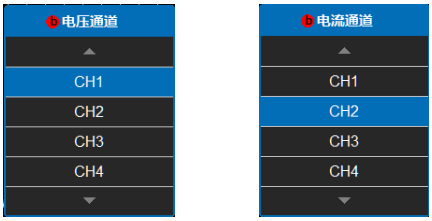


图4.397 通道设置菜单

4.11.6.2 测量源

点击[测量源]，可选择电压或电流信号进行测量。

4.11.6.3 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4.398 调制类型

4.11.7 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4.399 安全作业区菜单

4.11.7.1 定义输入

点击[定义输入]，屏幕右侧弹出操作菜单：



图4.400 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：

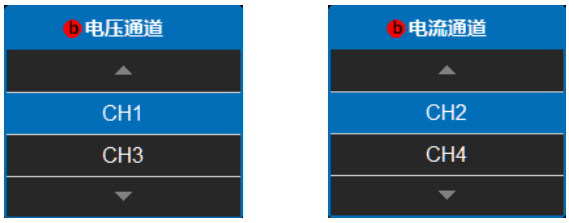


图4.401 通道设置菜单

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。

4.11.7.2 定义轴

点击[定义轴]，屏幕右侧弹出坐标轴设置菜单：



图4.402 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。

4.11.7.3 定义模板

点击[定义模板]，屏幕右侧弹出模板设置菜单：



图4.403 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。

4.11.7.4 违例停止

点击[违例停止]，可设置违例停止的开、关状态。

4.12 逻辑分析仪（选件）

4455 系列数字示波器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第四章“水平系统”，触发设置 “触发系统”，参数测量 “测量系统”。

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的逻辑分析仪（选件）的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 打开/关闭数字逻辑.....203
- 通道开关.....204

- 阈值.....205
- 编辑标签.....205

4.12.1 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4.404 数字波形示例

屏幕底端显示[逻辑功能]操作菜单。



图4.405 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。

4.12.2 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4.406 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。

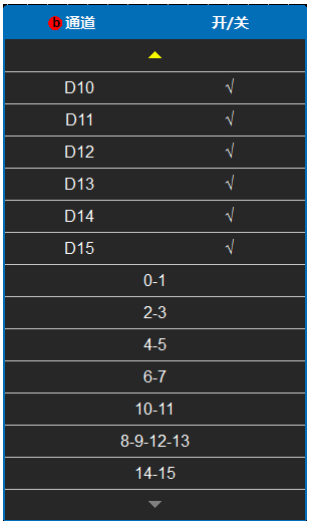


图4.407 波形选择列表菜单

4.12.3 阈值

点击菜单按钮[阈值]，在右侧显示阈值操作菜单。



图4.408 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。

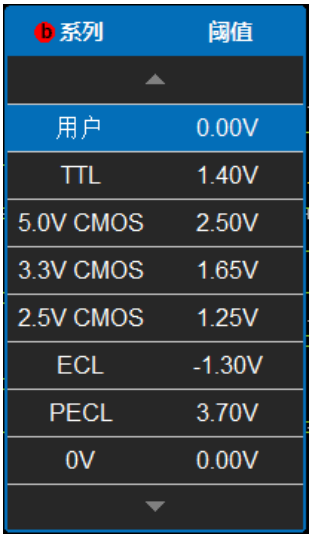


图4.409 预置菜单

4.12.4 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4.410 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。

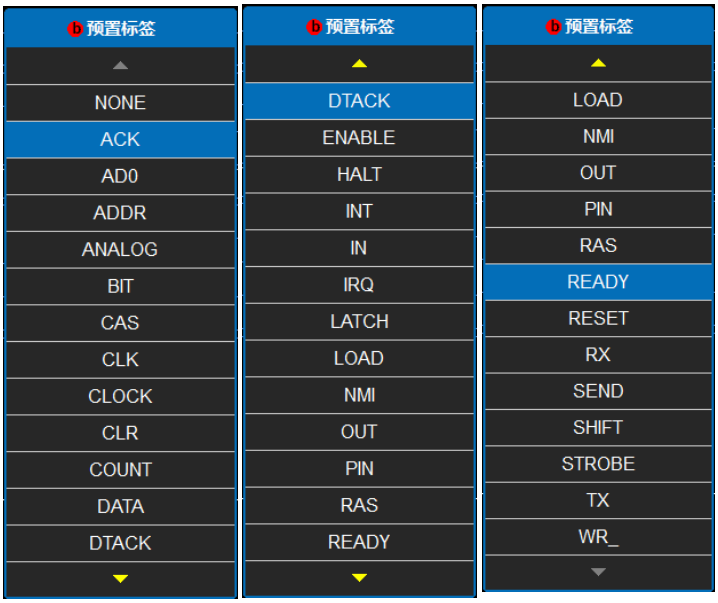


图4.411 预置标签菜单

4.13 函数发生器（选件）

4455 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。

本章节介绍了 4455 系列数字示波器的函数发生器（选件）的操作方法，详细介绍了操作步骤。

- 波形类型.....207
- 波形调制.....216
- 波形预览.....219
- 波形输出.....219

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4.412 波形发生菜单

4.13.1 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4.413 波形类型菜单

4.13.1.1 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4.414 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4.415 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4.416 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4.417 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。

4.13.1.2 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4.418 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。

4.13.1.3 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4.419 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**

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4.420 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%。

4.13.1.4 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4.421 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4.422 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。

4.13.1.5 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：



图4.423 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4.424 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。

4.13.1.6 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4.425 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。

4.13.1.7 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4.426 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4.427 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：

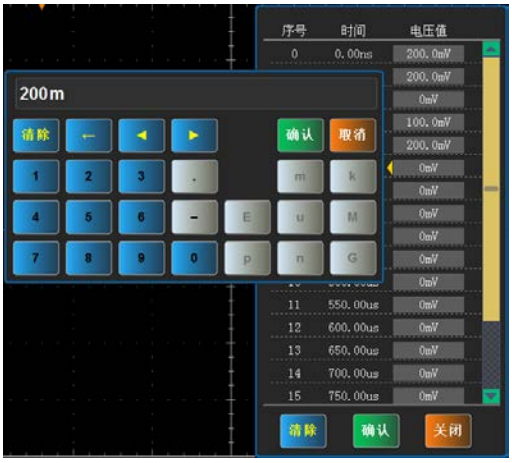


图4.428 波形点编辑

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。

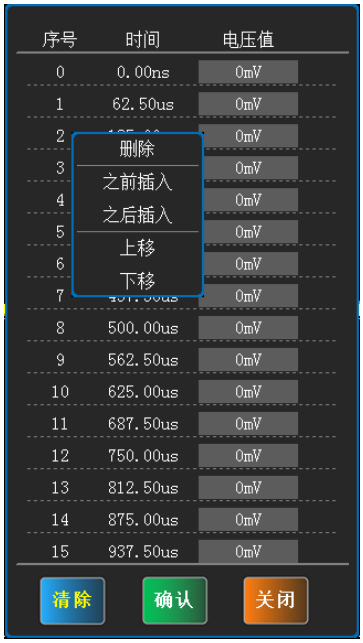


图4.429 波形点编辑右键菜单

点击[绘制]菜单按钮，弹出任意波波形点绘制对话框：

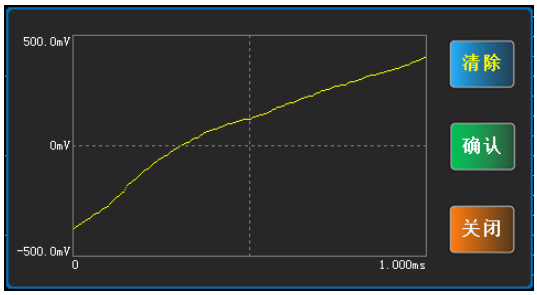


图4.430 波形点绘制

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 4455_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4.7　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。

4.13.1.8 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4.431 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4.432 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4.433 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。

4.13.2 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4.434 AM、FM、FSK 调制菜单

4.13.2.1 调制类型

点击[调制类型]菜单按钮，弹出调制类型选项菜单：

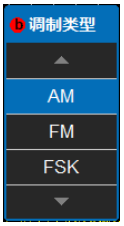


图4.435 调制类型选项菜单

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。

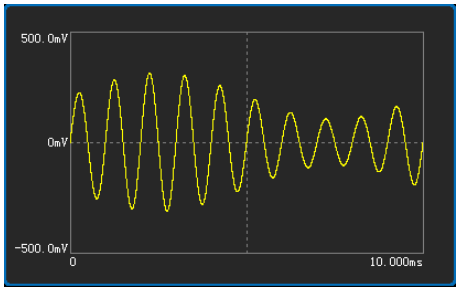


图4.436 幅度调制

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。

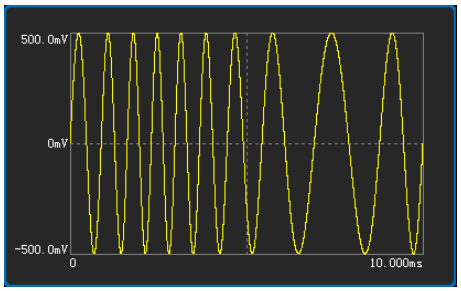


图4.437 频率调制

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。

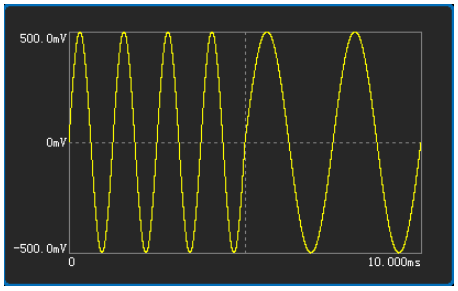


图4.438 频移键控

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。

4.13.2.2 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。

4.13.2.3 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4.439 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。

4.13.2.4 调制开关

点击[调制开关]菜单按钮，打开/关闭波形调制功能。

4.13.3 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。

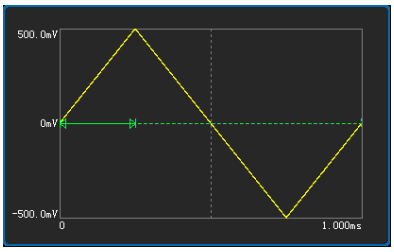


图4.440 波形预览窗口

4.13.4 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。

4.14 数字电压表（选件）

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4.441 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4.442 电压表测量结果显示

5 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。并说明数字示波器出错信息。

如果您购买的 4455 系列数字示波器，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买数字示波器相关部件或附件，本所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示波器处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的信号源进行免费维修；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.....220
- 故障诊断与排除.....222
- 返修方法.....223

5.1 工作原理

为了便于用户了解 4455 系列数字示波器的功能，更好的解决操作过程中遇到的问题，本节介绍数字示波器的基本工作原理及硬件原理框图。

整机工作原理和硬件原理框图

4455 系列数字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、逻辑分析仪模块等组成。硬件组成框图如图 5.1 所示。

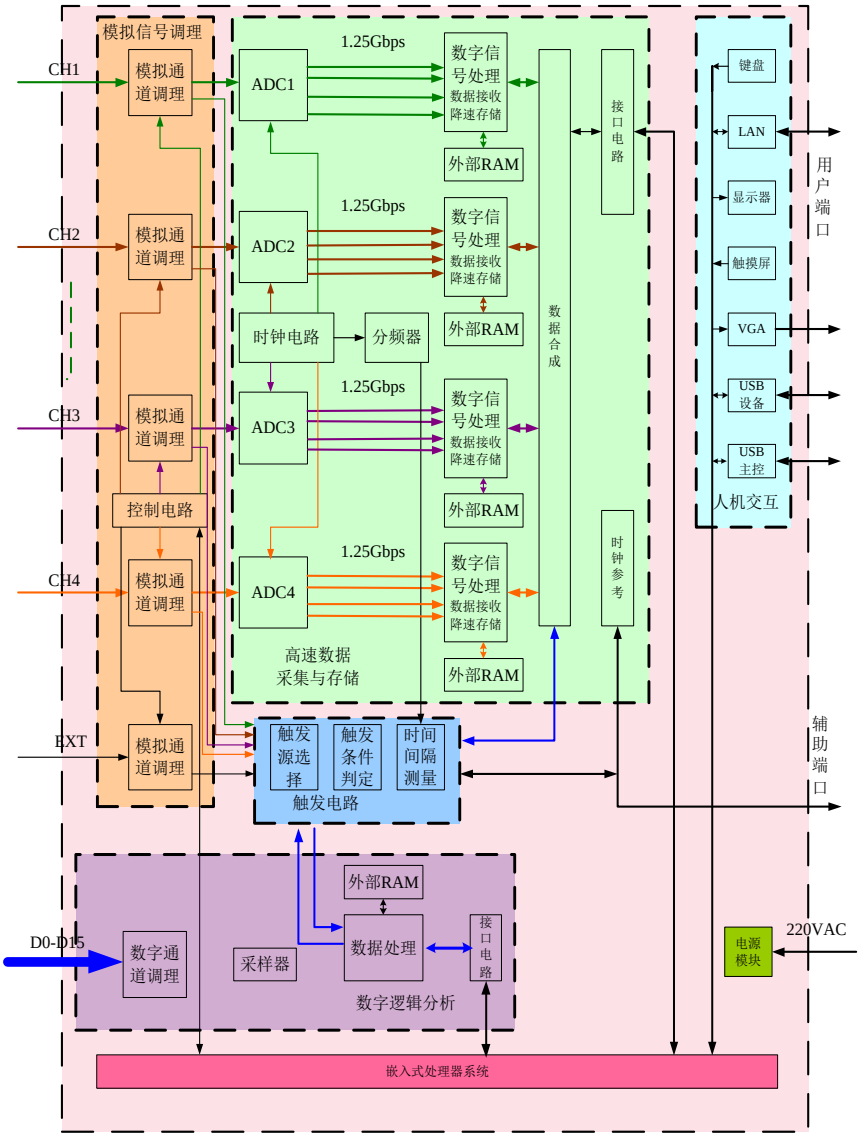


图 5.1 整机硬件框图

模拟通道带宽的设计是电路设计的核心部分，信号首先通过调理通道进行阻抗选择、幅度调整、单端到差分变换后，送到 ADC 进行采样。

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 1.25GHz 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。采集电路的设计上采用 4 片 ADC 进行采集，可实现单双通道同时使用时最高采样率 5GSa/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。

5.2 故障诊断与排除

提 示

故障诊断与指导

本部分是指导您当 4455 系列数字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。

若数字示波器用户界面的状态指示区出现错误信息提示，请查看菜单“系统—>错误信息列表……”，以了解具体错误信息说明。

表 5.1 故障及处理方法

故障	原因	解决方法
黑屏	后面板的开关关闭或内部保险丝坏掉	打开后面板的开关按钮，更换内部保险丝
	示波器内部电源模块坏	需更换电源模块
	液晶电缆松动	重新插拔液晶电缆
WINDOWS 系统无法启动	CPU 模块坏或连接器连接不可靠	更换新的 CPU 模块或重新安装
	硬盘坏或连接器连接不可靠	更换新的硬盘模块或重新安装，修复系统引导区
应用程序启动后，屏幕无轨迹	系统时钟失锁	运行自检菜单确认
	采集未结束	运行自检菜单确认
	运行状态，自动触发模式	检查机器参数设置
波形显示异常	校准数据丢失	重新校准
	探头损坏	更换探头
	系统电源问题、系统时钟失锁、PCI 通信异常	运行自检程序，进行快速故障定位

参数测量不准确	信号噪声太大	选择平均或高分辨率模式
	输入耦合或阻抗设置不对	选择正确的输入阻抗和耦合
	探头衰减系数不对	正确设置探头系数
	校准数据不对	重新校准示波器
	探头未校准	重新校准探头

5.3 返修方法

- 联系我们.....223
- 包装与邮寄.....223

5.3.1 联系我们

若4455系列数字示波器出现问题，首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考章节“5.2 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单位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：0532-86889847　400-1684191

技术支持：0532-86880796

质量监督：0532-86886614

传　　真：0532-86889056

网　　址：www.ceyear.com

电子邮箱：techbb@ceyear.com

地　　址：山东省青岛市黄岛区香江路98号

邮　　编：266555

5.3.2 包装与邮寄

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

1) 写一份有关数字示波器故障现象的详细说明，与数字示波器一同放入包装箱。
2) 用原包装材料将数字示波器包装好，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。

注 意

包装数字示波器需注意

使用其它材料包装数字示波器，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“2.1.1 开箱”中描述的注意事项。

6 技术指标与测试方法

本章介绍 4455 系列数字示波器的技术指标和主要测试方法。

- 声明.....225
- 产品特征.....225
- 技战术指标.....226
- EMC和安全.....236
- 性能特性测试.....238

6.1 声明

除非特别声明，所有的指标测试条件是：温度范围是：23℃ ± 5℃，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℃ 至 40℃ 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℃）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℃）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℃) 条件下测得。

6.2 产品特征

表6.1 环境

Description	Supplemental Information
Operating Environment	
Temperature	+0 °C to +40 °C
Humidity	20 % to 80 % at wet bulb temperature < +29 °C
Altitude	0 to 2,000 m (0 to 6,561 feet)
Vibration	0.21 G maximum, 5 Hz to 500 Hz
Non-Operating Storage Environment	

6.3 技战术指标

Temperature	−40 °C to +70 °C
Humidity	20 % to 90 % at wet bulb temperature < +40 °C
Altitude	0 to 4,572 m (0 to 15,000 feet)
Vibration	0.5 G maximum, 5 Hz to 500 Hz
Dimensions	See Figure 10-5 through Figure 10-8.
Weight (Net)	7 kg

表6.2 产品特征

一般特性	
	LAN 1000BaseT LAN 接口
	RS-232
显示屏	TFT-LED
操作界面语言	中文
电源要求	220-240 VAC，50/60 Hz，300 W（最大） 安全：EN 61010-1, UL 3111-1, CDA C22.2 No. 1010-1, IEC 1010-1
操作温度范围	0°C～+40°C
存储温度范围	-40°C～+70°C
工作湿度（额定值）	40°C 时，0～80% 相对湿度
海拔高度	0～3000 m
自检测	数字示波器复位时，自动检测大部分模块，若模块的检测点电压正常，则无需检测。
最大重量	约 7kg
外形尺寸（宽×高×深）	426mm×221.5mm×160mm（不包括把手和防护底角）
振动	随机振动 5 至 500 Hz, 每轴 10 分钟，约 0.2 g rms
建议校准周期	36 个月

6.3 技战术指标

按照功能分类给出技战术指标列表：

- 垂直系统.....227
- 水平系统.....227
- 触发系统.....228
- 测量与分析系统.....229
- 总线分析仪（选件）.....230
- 逻辑分析仪（选件H01）.....231
- 函数发生器（选件H02）.....232
- 显示系统.....233
- 输入输出端口.....233
- 选件.....233
- 其他.....236

6.3.1 垂直系统

表6.3 垂直系统

指标	标准要求		
	4455D	4455E	4455F
模拟通道数	4		
模拟带宽	50Ω：500MHz	50Ω：1GHz	50Ω：2GHz（单、双）、1GHz（三、四）
	1MΩ：500MHz	1MΩ：500MHz	1MΩ：500MHz
上升时间（50Ω）	<700ps	<450ps	<270ps
带宽限制	20 MHz、200 MHz		
输入阻抗	1MΩ±2%、50Ω±2%		
输入耦合	50Ω：DC、GND		
	1MΩ：DC、AC、GND		
垂直灵敏度范围	50Ω：1m V/div～1 V/div		
	1MΩ：1m V/div～10 V/div		
垂直增益精度	±1.5%满刻度(> 5mV/div，0V 偏置下)		
波形通道最大输入电压	50Ω：5Vrms		
	1MΩ：400Vmax		
垂直分辨率	12bit		
偏置范围	50Ω： ±20div（1mV/div~20mV/div） ±700mV（50mV/div） ±1V（100mV/div~200mV/div） ±5V（500mV/div~1V/div）		
	1MΩ： ±1V（1mV/div~200mV/div） ±10V（500mV/div~1V/div） ±100V（2V/div~10V/div）		
通道隔离度	≥40dB	≥30dB	≥30dB（≤1GHz） ≥20dB（＞1GHz，≤2GHz）

6.3.2 水平系统

表6.4 水平系统

指标	标准要求
最高取样率	5GSa/s（单、双）、2.5GSa/s（三、四）

6.3 技战术指标

存储深度	500Mpts/CH
采集模式	正常：采集取样的值
	峰值：取样毛刺最小 400ps
	高分辨率：15 位垂直分辨率，可降低噪声
	包络：最小和最大值包络反应多次采集上的峰值数据
	平均：平均包含 2-512 个波形
	滚动：在屏幕上从右向左滚动波形，时基 100ms/div~1000s/div
最高采样率持续时间	100ms
最快波形捕获率	70 万个波形/秒
时基范围	20ps/div ～1000s/div
时基精度	±18 ppm
时基延时范围	-10 格到 5000s

6.3.3 触发系统

表6.5 触发系统

指标	**标准要求**		
	4455D	**4455E**	**4455F**
触发源	模拟通道（CH1~CH4）、外部、市电		
触发模式	自动、正常、单次		
触发释抑范围	6.4ns 至 12.8s		
触发电平范围	内部（CH1~CH4）：±4 格		
	外部：±0.4V、 外部/10：±4V		
触发灵敏度	≤0.5div： 10MHz ≤0.8div： 200MHz ≤1.0div： 500MHz	≤0.5div： 10MHz ≤0.8div： 200MHz ≤1.0div： 500MHz ≤1.5div： 1GHz	≤0.5div： 10MHz ≤0.8div： 500MHz ≤1.0div： 1GHz ≤1.5div： 2GHz
	外部：50mV、外部/10：500mV		
触发类型	边沿：在任何通道或辅助输入的上升沿或下降沿上触发		
	序列：在任何通道选定的边沿上进行准备，等待指定的时间或事件的另一个选定边沿上触发		
	欠幅：当脉冲跨过一个阈值，但在再次跨过第一个阈值前未能跨过第二个阈值时触发		
	脉宽：在>、<、= 或≠特定时间周期的正脉冲或负脉宽上触发，脉宽范围：0.8ns~12.8s，分辨率 0.8ns		
	逻辑：在任何通道的逻辑码型变成假时或在指定时间内保持为真时触发，可使用任何输入作为时钟，寻找时钟边沿上的码型		

	建立和保持：在任何通道上存在的时钟和数据之间的建立时间或保持时间出现违例时触发
	升降时间：在脉冲边沿速率快于或慢于指定值时触发
	视频：在 NTSC、PAL 和 SECAM 视频信号所有行、奇数场、偶数场或所有场上触发
	高清视频（选件 S03）：在 480p/60、576p/50、720p/50、720p/60、1080i/50、1080i/60、1080p/24、1080p/25、1080p/30、1080p/50、1080p/60 上触发

6.3.4 测量与分析系统

表6.6 测量与分析系统

指标	标准要求
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、突发宽度、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

6.3 技战术指标

	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 Ton、Toff、传导、总损耗
	谐波：THD-F、THD-R、RMS 测量 ，谐波图形显示及表格显示
	波纹测量：$V_{波纹}$和 $I_{波纹}$
	调制分析：+脉宽、-脉宽、周期、频率、+占空比和-占空比调制类型的图形显示
	安全作业区：开关设备安全作业区测量的图形显示和模板测试
	dV/dt 和 dI/dt 测量：转换速率光标测量

6.3.5 总线分析仪（选件）

表6.7 总线分析仪（选件）

指标	标准要求
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
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

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
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
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：1.x、2.x
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
Audio 触发与分析（选件 S10）	在字选择、帧同步或数据上触发，I2S/LJ/RJ/TDM 的最大速率 10Mbps
	信号速率：≤10Mbps；协议类型：I2S、LJ、RJ、TDM
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
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

6.3.6 逻辑分析仪（选件 H01）

表6.8 逻辑分析仪（选件H01）

指标	标准要求
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	±30V峰值
输入动态范围	±10V相对于阈值
最小电压摆幅	400mVpp
最大输入切换速率	200MHz
输入阻抗	100kΩ±10%

6.3 技战术指标

垂直分辨率	1bit
定时采样率	2.5GSa/s
存储深度	125Mpts/CH
最小检测脉宽	2ns
通道间延迟误差	3.2ns

6.3.7 函数发生器（选件 H02）

表6.9 函数发生器（选件H02）

指标	标准要求
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2者较大）

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）

6.3.8 显示系统

表6.10 显示系统

指标	标准要求
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

6.3.9 输入输出端口

表6.11 输入输出端口

指标	标准要求
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

6.3.10 选件

表6.12 选件

选件编号	名称	功能
4455-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

6.3 技战术指标

4455-H02	函数发生器选件	1通道、25MHz函数发生器
4455-H03	P9558高压单端探头	带宽：DC~250MHz 衰减：100:1 最大电压：3000V（DC+ACpk） 长度：200cm
4455-H04	P3258高压单端探头	带宽：DC~100MHz 衰减：100:1 最大电压：1500V（DC+ACpk） 长度：130cm
4455-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）
4455-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）
4455-H07	AP622电流探头	带宽：DC~100kHz 测量范围：50mA~100A峰值 量程：10mV/A、100mV/A
4455-H08	AP202电流探头	带宽：DC~25MHz 精度：±3% 最大电流：20A（DC+ACpk） 量程：100mV/A
4455-H09	机架安装套件	机架安装套件
4455-H10	铝合金运输箱	铝合金运输箱
4455-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（DC+ACpk） 支持自动识别功能
4455-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（DC+ACpk） 不支持自动识别功能
4455-H14	P9350A高阻探头	带宽：DC~350MHz 衰减：10:1 输入阻抗：10M Ω//10pF±2pF 最大电压：300V（DC+ACpk） 支持自动识别功能
4455-H15	P9600A高阻探头	带宽：DC~600MHz

		衰减：10:1 输入阻抗：10M Ω//12pF±2pF 最大电压：300V（DC+ACpk） 支持自动识别功能
4455-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)
4455-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
4455-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
4455-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)
4455-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
4455-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
4455-H23	AP204A电流探头	带宽：DC~50MHz 精度：±3% 最大电流：40A（DC+ACpk） 量程：50mV/A
4455-H24	PL-50 匹配器	阻抗：50Ω±1% 带宽：DC~2GHz
4455-H25	PL-75 匹配器	阻抗：75Ω±1% 带宽：DC~1GHz
4455-H26	PL-93 匹配器	阻抗：93Ω±1% 带宽：DC~1GHz
4455-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
4455-S02	功率测量与分析模块	支持电源质量、开关损耗、谐波、波纹、调制等测试
4455-S03	高清视频触发模块	支持480p、576p、720p、1080p、1080i等制式

4455-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
4455-S05	RS232触发与分析模块	信号速率：50~2Mbps 信号类型：单端
4455-S06	SPI触发与分析模块	信号速率：≤10Mbps 信号类型：单端
4455-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
4455-S08	LIN触发与分析模块	信号速率：800bps~100kbps 协议标准：1.X、2.X 信号类型：单端
4455-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
4455-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
4455-S11	USB触发与分析模块	信号速率：1.5Mbps、12Mbps 信号类型：单端、差分
4455-S12	MIL-STD-1553触发与分析模块	信号速率：1Mbps 信号类型：单端、差分

6.3.9 其他

表6.13 其他

指标	标准要求
结构形式	便携式
电源	100V~240VAC 、50Hz~60Hz
	功耗：≤150 W
工作温度范围	0℃~+40℃
存储温度范围	-40℃~+70℃
最大外形尺寸（宽×高×深）	426mm×221.5mm×160mm（不包含底角和把手）
最大重量	7kg

6.4 EMC 和安全

表6.14 EMC与安全

名 称	描述信息
EMC	

CE ISM 1-A	欧委会规定： 89/336/EEC, 92/31/EEC, 93/68/EEC IEC 61326-1:1997 +A1:1998 +A2:2000/EN 61326-1:1997 +A1:1998 +A2:2001 CISPR 11:1997 +A1:1999/EN 55011:1998 +A1:1999 Group 1, Class A IEC 61000-4-2:1995 +A1:1998/EN 61000-4-2:1995 +A1:1998 4 kV CD / 8 kV AD IEC 61000-4-3:1995 +A1:1998/EN 61000-4-3:1996 +A1:1998 3 V/m, 80-1000 MHz, 80% AM IEC 61000-4-4:1995/EN 61000-4-4:1995 1 kV power / 0.5 kV Signal IEC 61000-4-5:1995/EN 61000-4-5:1995 0.5 kV Normal / 1 kV Common IEC 61000-4-6:1996/EN 61000-4-6:1996 3 V, 0.15-80 MHz, 80% AM IEC 61000-4-11:1994/EN 61000-4-11:1994 100% 1cycle European Council Directive
ICES/NMB-001	该仪器遵守Canadian ICES-001:1998.
N10149	AS/NZS 2064.1/2 Group 1, Class A
安全	
CE ISM 1-A	欧委会规定： 73/23/EEC, 93/68/EEC IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001 测量级别 I, 污染度 2, 室内： IEC60825-1:1994 Class 1 LED
LR95111C	CAN/CSA C22.2 No. 1010.1-92
环境	
	该产品遵守WEEE（2002/96/EC）标注的规定。 附注信息表明该电子产品不能作为室内垃圾丢弃。 产品类别：参考WEEE规定附录I中的仪器类型，该产品属于“监测与控制仪器”类型。 请不要将该产品作为室内垃圾丢弃。请联系中电科思仪科技股份有限公司办事处，或通过查询网址www.ceyear.com获取相关联系方式及具体的处理方法。

6.5 性能特性测试

- 推荐测试方法.....238
- 性能特性测试记录表.....300
- 性能特性测试推荐仪器.....300

6.5.1 推荐测试方法

- 垂直系统测试.....238
- 水平系统测试.....248
- 触发系统测试.....253
- 测量与分析系统测试.....260
- 总线分析仪测试.....267
- 逻辑分析仪测试.....271
- 函数发生器测试.....279
- 显示系统测试.....291
- 接口功能检查.....294
- 选件测试.....295

6.5.1.1 垂直系统测试

1) 模拟通道数

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的波形输入通道数是否满足指标要求。

b） 测试框图



图 6.1 模拟通道数测试图

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 用目测法观察示波器的输入通道为 CH1、CH2、CH3、CH4。

步骤 4. 设置 Fluke9500B 正弦波稳幅输出，输出阻抗 50Ω，频率为 100kHz，幅度为 100mV/div×6div，分别接到 CH1、CH2、CH3、CH4。

步骤 5. 调节示波器的时基和垂直灵敏度到合适的档位，按通道设置相应的触发源，CH1 到 CH4 能分别在屏幕上稳定显示的波形。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

2) 带宽

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的带宽是否满足指标要求。

b） 测试框图

带宽测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 FLUKE9500B 正弦波稳幅输出，输出阻抗 50Ω，频率为 500MHz、1GHz、2GHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到 CH1。

步骤 4. 设置示波器 CH1 的输入阻抗 50Ω，垂直灵敏度 100mV/div，时基置于合适的档位，显示波形。

步骤 5. 按【测量】按钮，选择[测量类型]，选择 CH1 的[频率]和[峰峰值]显示。

步骤 6. 示波器的频率读数 4455D 为 500MHz、4455E 为 1GHz、4455F 为 2GHz，示波器在相应的带宽频率值的幅度应大于等于 4.2 格。

步骤 7. 设置 FLUKE9500B 的输出幅度为 500mV/div×6div，设置示波器相应的垂直灵敏度，重复 4)～6)的过程。

步骤 8. 改变 Fluke9500B 和示波器的阻抗为 1MΩ，重复 3)～7)的测试过程。

步骤 9. 按照 CH1 的测试方法，依次测量 CH2、CH3、和 CH4，带宽在 50Ω 和 1MΩ 的不同输入阻抗和垂直灵敏度下测量合格后，说明示波器带宽指标合格。

步骤 10. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5 性能特性测试

3) 上升时间

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的上升时间是否满足指标要求。

b） 测试框图

上升时间测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 程控快沿脉冲输出，输出阻抗 50Ω，上升时间为 150ps(ts)，幅度为 500mVpp，频率 1kHz，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 通道的输入阻抗 50Ω，垂直灵敏度为 100mV/div，合适的时基档位，并调节通道偏移，显示波形。

步骤 5. 按[测量]按钮，选择[测量类型]，选择 CH1 的[上升时间]，读取上升时间的值 t_R，或是通过光标测量信号上升时间 t_R。

步骤 6. 示波器实际上升时间用下式计算：

$$t_r^2 = t_R^2 - t_s^2 \quad \text{.....(1)}$$

式中：

t_r——示波器实际上升时间(ps)；

t_R—上升时间读数值(ps)；

t_s—施加的快沿脉冲上升时间(ps)。

步骤 7. 连接 Fluke9500B 程控快沿脉冲输出至示波器的 CH2-CH4，重复步骤 3)～6)的测试过程；计算 t_r，如果 t_r 小于上升时间指标，说明示波器的 50Ω 上升时间指标合格。

步骤 8. 改变示波器不同垂直灵敏度档位，按照上述步骤测试方法，测试指标均应满足指标要求。

步骤 9. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

4) 带宽限制

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的带宽限制是否满足指标要求。

b） 测试框图

带宽限制测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 5MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 输入阻抗为 50Ω，垂直灵敏度 100mV/div，合适的时基档位。

步骤 5. 按【通道 1】按键，选择带宽限制[20MHz]，使显示出波形，信号幅度应大于 4.2 格，逐渐增大 Fluke9500B 输出信号频率，当信号频率超过 20MHz 时，随着频率的增大，示波器显示的信号幅度应逐渐减小。

步骤 6. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 100MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 7. 选择示波器带宽限制[200MHz]，使显示出波形，信号幅度应大于 4.2 格，逐渐增大 Fluke9500B 输出信号频率，当信号频率超过 200MHz 时，随着频率的增大，示波器显示的信号幅度应逐渐减小。

步骤 8. 连接 Fluke9500B 输出至示波器的 CH2-CH4，重复步骤 3)～7)的测试过程。

步骤 9. 改变 Fluke9500B 和示波器的阻抗为 1MΩ，重复步骤 3)～8)的测试过程。

步骤 10. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

5) 输入阻抗

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的输入阻抗是否满足指标要求。

b） 测试框图

输入阻抗测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

6.5 性能特性测试

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置示波器 CH1 输入阻抗为 1 MΩ，耦合方式为 DC，垂直灵敏度为 100mV/div；设置 Fluke9500B 输出阻抗为 1 MΩ。

步骤 4. 连接 Fluke9500B 至示波器的 CH1 通道，选择电阻测量功能，读取电阻的值，应满足 1MΩ±2%。

步骤 5. 设置示波器 CH1 阻抗设置为 50Ω，垂直灵敏度为 100mV/div；设置 Fluke9500B 输出阻抗为 50Ω。

步骤 6. 连接 Fluke9500B 至示波器的 CH1 通道，选择电阻测量功能，读取电阻的值，应满足 50Ω±2%。

步骤 7. 连接 Fluke9500B 至 CH2-CH4，重复步骤 3)～6)的过程。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6) 输入耦合

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的输入耦合是否满足指标要求。

b） 测试框图

输入耦合测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 方波输出，输出阻抗 1MΩ，频率 100kHz，幅度 200mVpp，直流偏移 100mV，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 的输入阻抗 1MΩ，并设置合适的时基档位，垂直灵敏度 100mV/div。

步骤 5. 设置示波器的输入耦合方式为[AC]，观察显示波形，若波形位于屏幕垂直方向中心 (显示无直流偏置)，表明 AC 耦合功能正常。

步骤 6. 设置示波器的输入耦合方式为[DC]，观察显示波形，若波形明显偏离屏幕垂直方向中心(显示具有直流偏置)，表明 DC 耦合功能正常。

步骤 7. 设置示波器的输入耦合方式为[GND]，观察显示波形，若显示基线并位于垂直方向中心，表明 GND 耦合功能正常。

步骤 8. 设置 Fluke9500B 方波输出，输出阻抗 50Ω，频率 100kHz，幅度 200mVpp，直流偏移 100mV；设置示波器 CH1 的输入阻抗为 50Ω。

步骤 9. 设置示波器的输入耦合方式为[DC]，观察显示波形，若波形明显偏离屏幕垂直方向中心(显示具有直流偏置)，表明 DC 耦合功能正常。

步骤 10. 设置示波器的输入耦合方式为[GND]，观察显示波形，若显示基线并位于垂直方向中心，表明 GND 耦合功能正常。

步骤 11. 连接 Fluke9500B 输出至示波器的 CH2-CH4，重复步骤 3)～10)的测试过程。

步骤 12. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

7) 垂直灵敏度范围

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的垂直灵敏度范围是否满足指标要求。

b） 测试框图

垂直灵敏度范围测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 方波输出，输出阻抗 1MΩ，频率 1kHz，幅度 1mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 的输入阻抗为 1MΩ，垂直灵敏度 1mV/div，时基 400us/div，为降低噪声带来的测量误差，采集方式设为[平均]，次数[8]次，并打开 20MHz 带宽限制功能。

步骤 5. 按[测量]按钮，选择[测量类型]，选择 CH1 的[幅度]测量，读取 CH1 的幅度值，应与 Fluke9500B 输出信号幅度基本一致。

步骤 6. 依次改变 Fluke9500B 输出信号幅度为(2mv/div～10V/div)×6div，逐一测出信

号幅度值。

步骤 7. CH1 在每个垂直灵敏度的档位上的读数值应当与 Fluke9500B 设定的值基本一致。

步骤 8. 连接 Fluke9500B 正弦波输出至示波器的 CH2-CH4，重复步骤 3)～7)的测试过程。

步骤 9. 改变 Fluke9500B 和示波器的阻抗为 50Ω，重复步骤 3)～8)的测试过程，测试信号幅度值均与 Fluke9500B 设定的值基本一致

步骤 10. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

8) 垂直增益精度

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的垂直增益精度是否满足指标要求。

b） 测试框图

垂直增益精度测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 直流输出，幅度 5mV/div×3div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器合适的时基档位，为降低噪声带来的测量误差，采集方式设为[平均]，次数[128]，打开 20MHz 带宽限制功能。

步骤 5. 设置示波器输入信号通道的垂直灵敏度 5mV/div，直流偏置 0V，按[测量]按钮，选择[测量类型]，选择 CH1 的 [高电平]测量，读取电平数值 V_1。

步骤 6. 关闭 Fluke9500B 输出，读取电平数值 V_2，垂直增益精度按照下式计算：

$$E_H = \frac{V_1 - V_2 - V_3}{V_0} \times 100\% \quad \text{.....(2)}$$

式中：

V_1—输入信号时测量的电平值，单位 V；

V_2—示波器“0 点”实际的参考位置电平，单位 V；

V_3—Fluke9500B 设定的电平值，单位 V；

V_0—示波器满刻度值，单位 V；

E_H—垂直增益精度。

步骤 7. 依次改变 Fluke9500B 输出为 10mV/div×3div、100mV/div×3div，1V/div×3div，并相应的改变示波器的垂直灵敏度，逐一测出信号幅值。

步骤 8. 连接 Fluke9500B 输出至示波器的 CH2-CH4，重复步骤 3)～7)的测试过程。

步骤 9. 改变 Fluke9500B 和示波器的阻抗为 1MΩ，重复步骤 3)～8)的测试过程，各档位垂直增益精度计算结果应在±1.5%满刻度范围内，说明示波器垂直增益精度指标合格。

步骤 10. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

9) 最大输入电压

a） 测试说明

本测试利用多功能校准仪测量被测数字示波器的最大输入电压是否满足指标要求。

b） 测试框图

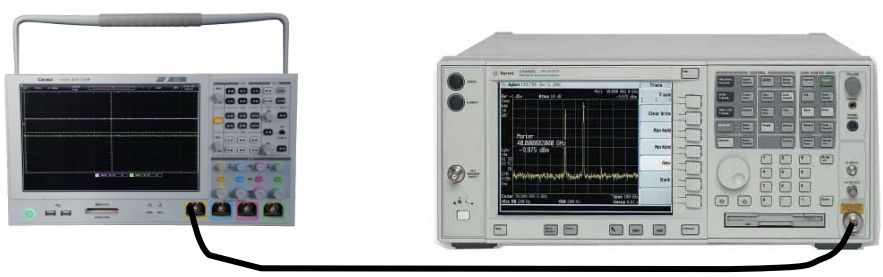


图 6.2 最大输入电压测试框图

c） 测试设备

多功能校准仪（推荐型号：Fluke5520） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.2 连接设备。

步骤 3. 设置多功能校准器直流电压输出模式，幅值 400V，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 的输入阻抗 1MΩ，直流耦合，垂直灵敏度 10V/div。

步骤 5. 持续 1 分钟后，对示波器进行波形测试，应正常显示波形。

步骤 6. 设置多功能校准器直流电压输出模式，有效值 5V，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 7. 改变示波器的输入阻抗为 50Ω，直流耦合，垂直灵敏度 1V/div。

步骤 8. 持续 1 分钟后，对示波器进行波形测试，应正常显示波形。

步骤 9. 连接多功能校准器输出至示波器的 CH2-CH4，重复步骤 3)～8)的测试过程。

步骤 10. 若上述操作后，示波器均能正常显示波形，说明示波器的示波器最大输入电压指标合格。

步骤 11. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

10) 垂直分辨率

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的垂直分辨率是否满足指标要求。

b） 测试框图

垂直分辨率测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 用目测法观察示波器的输入通道为 CH1、CH2、CH3、CH4。

步骤 4. 调节示波器到实时档位（非插值档位）和合适的垂直灵敏度档位。

步骤 5. 设置设置 Fluke9500B 输出锯齿波，并设置幅度为示波器垂直灵敏度档位对应的最大幅度，显示波形的周期数大于或等于 1。

步骤 6. 将采集到的波形数据输出到计算机，检测波形数据数值最大值是否等于或接近 2^{12}-1，若数据中有满足条件的数值，则表明垂直分辨率为 12。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

11) 偏置范围

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的偏置范围是否满足指标要求。

b） 测试框图

偏置范围测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 连接 Fluke9500B 的输出至示波器的任意一通道，设置 Fluke9500B 输出阻抗为 1MΩ，输出直流电压为对应垂直灵敏度下的范围，如（1mV/div~100mV/div）档位，±1V。

步骤 4. 调节示波器到适当的时基范围及相应的垂直档位，如 5mV/div 档位，输入阻抗 1MΩ，调节示波器的偏移电平，能够将信号移到屏幕中心。

步骤 5. 示波器应能在各垂直档位将具有相应偏置的直流电压基线移到屏幕中心显示。

步骤 6. 若各通道在不同垂直灵敏度下均能将相应的直流信号移到屏幕中心位置显示，则偏移范围指标合格。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

12) 通道隔离度

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的通道隔离度是否满足指标要求。

b） 测试框图

通道隔离度测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率 100MHz，幅度 1V/div×5div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 的输入阻抗 50Ω，垂直灵敏度为 1V/div，合适的时基档位，调节 CH2 的垂直灵敏度，在 10mV/div 档测出串扰信号的幅度值 V_o。

步骤 5. 按照下式计算出通道隔离度：

$$E_g = \frac{V_{pp}}{V_o} \quad \text{……(3)}$$

式中：

E_g —通道隔离度；

V_{pp}—施加干扰信号的幅度值，单位为 V；

V_o—测得被干扰通道最大串扰信号幅度值，单位为 V。

步骤 6. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率 200MHz、500MHz、1GHz、2GHz，幅度 1V/div×5div，连接到示波器 CH1 通道，重复步骤 4)～5)的过程。

步骤 7. 用同样的方式测试 CH1 对 CH3-CH4 的影响，CH2 对 CH1、CH3-CH4 的影响，CH3 对 CH1-CH2、CH4，及 CH4 对 CH1-CH3 的影响并记录计算值。

步骤 8. 计算出 Eg 的值，在指标范围内说明通道隔离度指标合格。

步骤 9. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5.1.2 水平系统测试

1) 最高采样率

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的最高采样率是否满足指标要求。

b） 测试框图

最高采样率测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B）	1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD）	1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，幅度为 100mV/div×6div。

步骤 4. 设置示波器的垂直灵敏度为 100mV/div，时基置于最高实时采样率且无插值档，触发方式设置为单次触发，显示方式设置为点显示。

步骤 5. 启动示波器采集功能，待采集结束后，观察示波器采集到的信号是否为整数倍周期，若不是整数倍周期，则改变 Fluke9500B 周期 T，重新启动采集，直至采集到整数倍周期信号。

步骤 6. 观测一个周期内的采样点数 N；根据式（4）可计算出最高实时采样率 fmax：

$$f_{max} = \frac{N}{T} \quad \text{……（4）}$$

式中：

f_{max}——最高实时采样率，单位 Sa/s；

N——被测信号一个周期的采样点个数；

T——被测信号的周期。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

2) 存储深度

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的存储深度是否满足指标要求。

b） 测试框图

存储深度测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 100kHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 的垂直灵敏度为 100mV/div，显示方式设置为点显示，采集深度设置为 500Mpts。

步骤 5. 设置示波器实时采样时基档位，按示波器面板上【单次】键，观察屏幕 CH1 的波形上 2 个采样点的时间间隔为 200ps。

步骤 6. 调节示波器的时基为 50ms/div，观察屏幕 CH1 的波形长度应大于等于 100ms，$500\times10^{6}\times200\times10^{-12}=100ms$，说明最大记录长度 500Mpts 指标合格。

步骤 7. 连接 Fluke9500B 输出至示波器的 CH2-CH4，重复步骤 3)～6)的测试过程。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

3) 采集模式

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的采集模式是否满足指标要求。

b） 测试框图

采集模式测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 脉冲信号稳幅输出，输出阻抗 1MΩ，幅度为 100mV/div×6div，频率 1kHz，脉冲宽度 10ns，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器的 CH1 的垂直灵敏度为 100mV/div，设置[采样]模式，调整时基观察到 10ns 的脉冲，说明[采样]正常；设置[峰值]模式，调整时基观察到 1kHz 频率的周期脉冲信号，说明[峰值]正常；设置[平均]模式，平均次数 8 次，调整时基，观察到噪声明显降低的 10ns 的脉冲，说明[平均]正常；设置[高分辨率]模式，观察噪声明显降低的 10ns 的脉冲，说明[高分辨率]正常，设置[包络]模式，观察噪声明显变大的 10ns 的脉冲，说明[包络]正常，调整时基到 100ms/div，波形从右往左实时的出现，说明[滚动]正常。

步骤 5. 连接 Fluke9500B 输出至示波器的 CH2-CH4，重复步骤 3)～4)的测试过程。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

4) 最高采样率持续时间

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的最高采样率持续时间是否满足指标要求。

b） 测试框图

最高采样率持续时间测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 500MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道，CH2~CH4 关闭。

步骤 4. 设置示波器的 CH1 的垂直灵敏度为 100mV/div，显示方式设置为点显示，采集深度设置为 500Mpts。

步骤 5. 将时基设置为 1ns/div，按示波器面板上【单次】键，观察屏幕 CH1 的波形上 2 个采样点的时间间隔为 200ps。

步骤 6. 调节示波器的时基为 40ms/div，观察屏幕 CH1 的波形长度应为 100ms，$500\times10^{6}\times200\times10^{-12}=100ms$，说明最高采样率持续时间 100ms 指标合格。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

5) 最快波形捕获率

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源、测试示波器测量被测数字示波器的最快波形捕获率是否满足指标要求。

b） 测试框图



图 6.3 最快波形捕获率测试图

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B）	1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD）	1 台
示波器（推荐型号：MDO4104-6）	1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.3 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 500MHz，幅度为 600mV，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 示波器的辅助输出连接到泰克的 MDO4104-6 的 CH1 通道。

步骤 5. 示波器时基设为 20ns/div，垂直灵敏度 100mV/div，波形显示设置为点显示，调节触发电平获得稳定的波形。

步骤 6. 按【系统】键，点击[参考&输出菜单]，辅助输出选择“触发输出”，读取泰克 MDO4104-6 的脉冲信号的频率值，即为最快波形捕获率。

步骤 7. 设置示波器示波器的快采样模式开，读取 MDO4104C 示波器的频率值大于 700kHz，说明示波器的 70 万个波形/秒的波形捕获率指标合格。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6) 时基范围

e） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的时基范围是否满足指标要求。

f） 测试框图

时基范围测试框图如图 6.1。

g） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

h） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 100MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器的 CH1 的垂直灵敏度为 100mV/div，时基档位置于 20ps/div，波形显示周期数不少于 2 个且不大于 5 个，读取信号周期 P，P 应与精密校准源输出的周期基本一致。

步骤 5. 依次增大示波器的时基档位，保持其它设置，调节 Fluke9500B 的输出频率，使波形显示周期数不少于 2 个且不大于 5 个，重复上述测量方法。

步骤 6. 示波器在时基档位上读取的信号的周期应与 9500B 输出的信号周期基本一致，且时基范围应包含 20ps/div～40ks/div，说明示波器的时基范围指标合格。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

7) 时基精度

i） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的时基精度是否满足指标要求。

j） 测试框图

时基精度测试框图如图 6.1。

k） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

l） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 9500B 时标信号输出，输出阻抗 50Ω，频率 10MHz，幅度 500mVpp，连接到 CH1 通道。

步骤 4. 示波器触发源选择 CH1，按【自动设置】，示波器屏幕显示稳定的触发波形。

步骤 5. 按【测量】键，读取 CH1 的当前频率值为 10MHz±180Hz，说明时基精度指标合格。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

8) 时基延时范围

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的时基延时范围是否满足指标要求。

b） 测试框图

时基延时范围测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 1MHz，幅度为 600mV，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器的垂直灵敏度 100mV/div，调节水平扫速到 1ms/div，调节水平延时旋钮，延迟范围可调到-10 格到 5000s，则指标合格。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5.1.3 触发系统测试

1) 触发源

a） 测试说明

6.5 性能特性测试

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的触发源是否满足指标要求。

b） 测试框图

触发源测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 500kHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 垂直灵敏度 100mV/div，调节时基到合适档位，选择[触发]按键，选择触发源[CH1]，应能观察到稳定的正弦波。

步骤 5. 同样方法测试 CH2-CH4，均能观察到稳定的正弦波。

步骤 6. 通过三通连接 Fluke9500B 正弦波输出到示波器的外触发通道和 CH1，触发源选择外触发通道，调节外触发电平，CH1 应能显示稳定的波形。

步骤 7. 选择市电触发，通过高压探头测试的市电信号可以稳定显示。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

2) 触发模式

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的触发模式是否满足指标要求。

b） 测试框图

触发模式测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 1MΩ，频率为 500kHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器任意一通道；

步骤 4. 设置示波器垂直灵敏度 100mV/div，调节时基到合适档位，选择[触发]按键，选择触发源为信号输入通道；

步骤 5. 关闭 9500B 输出开关，设置示波器的触发方式为[自动]，屏幕中波形显示为一条基线，且不断更新；打开 9500B 输出开关，屏幕中稳定显示刷新的正弦波信号；

步骤 6. 关闭 9500B 输出开关，设置示波器的触发方式为[正常]，屏幕中显示静止波形或波形不更新；打开 9500B 输出开关，屏幕中稳定显示刷新的正弦波信号；

步骤 7. 关闭 9500B 输出开关，按示波器的触发方式为[单次]键，屏幕中无波形显示；打开 9500B 输出开关，屏幕中在触发点后显示正弦信号，并立即进入停止状态；

步骤 8. 按示波器[停止]按键，示波器输入信号正常，但示波器信号也不再刷新，则停止触发模式正常。

步骤 9. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

3) 触发释抑范围

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的触发释抑范围是否满足指标要求。

b） 测试框图

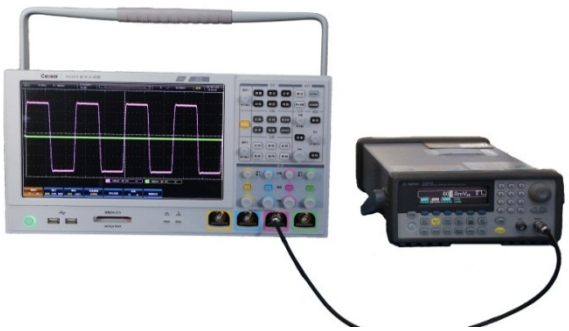


图 6.4 触发释抑范围测试图

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.4 连接设备。

步骤 3. 连接 Agilent33250 函数发生器输出至示波器的 CH1，设定 33250 的任意波形

输出脉冲串，信号周期为 T，每个周期内脉冲持续时间为 T1，输出波形电压占示波器波形显示区高度的 80%以上。

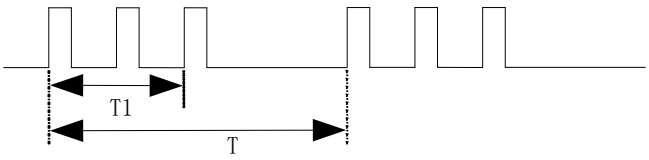


图 6.5 触发释抑波形设置图

步骤 4. 调节示波器触发释抑时间为小于 T1，应不能稳定触发，触发释抑时间在 T1 和 T 之间时，能够稳定触发。

步骤 5. 调整 T1 和 T 的值使之覆盖 6.4ns 到 12.8s，依次进行判断，均能观察到稳定的触发波形，说明示波器的触发释抑范围指标合格。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

4) 触发电平范围

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的触发电平范围是否满足指标要求。

b） 测试框图

触发电平范围测试框图如图 6.4。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.4 连接设备。

步骤 3. 设置 Agilent33250 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 1kHz，幅度为 700mVpp，设置示波器 CH1 的输入阻抗 50Ω，垂直灵敏度 100mV/div，调节时基到合适档位。

步骤 4. 按【触发】键，将触发灵敏度设定为 0.5 格，设定触发电平到±400mV，屏幕波形不能稳定显示，设定设定触发电平到±300mV，屏幕波形能稳定显示；说明内部 CH1~CH4 的触发电平范围指标合格。

步骤 5. 设置 Agilent33250 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 1kHz，幅度为 700mVpp，采用分路器 1 分 2 输出，分别接到示波器的辅助输入通道和 CH1；设置示波器 CH1 的输入阻抗 50Ω，垂直灵敏度 100mV/div，调节时基到合适档位。

步骤 6. 按【触发】键，将触发源设定为外部，调节触发电平到±400mV，屏幕波形不能稳定显示，设定设定触发电平到±300mV，屏幕波形能稳定显示；说明外部的触发电平范围指标合格。

步骤 7. 设置 Agilent33250 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 1kHz，幅度为 7Vpp，采用分路器 1 分 2 输出，分别接到示波器的辅助输入通道和 CH1；设置示波器 CH1 的输入阻抗 50Ω，垂直灵敏度 1V/div，调节时基到合适档位。

步骤 8. 按【触发】键，将触发源设定为外部/10，调节触发电平到±4V，屏幕波形不能稳定显示，设定触发电平到±3V，屏幕波形能稳定显示；说明外部/10 的触发电平范围指标合格。

步骤 9. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

5) 触发灵敏度

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的触发灵敏度是否满足指标要求。

b） 测试框图

触发灵敏度测试框图如图 6.1、6.4。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置示波器 CH1 通道垂直灵敏度 100mV/div，调节时基到合适档位。

步骤 4. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，频率为 10MHz，幅度为 100mV/div×6div，调节 Fluke9500B 的输出幅度，使示波器的测量幅度为 600mVpp。

步骤 5. 调节触发电平，逐渐减小 Fluke9500B 信号输出幅度，直到信号波形不能稳定显示，记录当前输出信号幅度，应小于等于 90mV，即 0.9 格。

步骤 6. 根据示波器触发灵敏度指标要求，在相应的频率范围内(>10MHz，≤200MHz)、(>200MHz，≤500MHz)、(>500MHz，≤2GHz)，可以使示波器波形稳定触发的最小信号幅度小于或等于触发灵敏度指标要求时，即触发灵敏度指标合格。

步骤 7. 连接 Fluke9500B 输出至示波器的 CH2-CH4 通道，重复 3)～6)的测试过程；若最小信号幅度小于或等于触发灵敏度指标要求值，触发灵敏度指标合格。

步骤 8. 按图 6.4 连接设备。

步骤 9. 设置 Agilent33250 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 1kHz，幅度为 50mVpp，采用分路器 1 分 2 输出，分别接到示波器的辅助输入通道和 CH1；设置示波器 CH1 的输入阻抗 50Ω，垂直灵敏度 50mV/div，调节时基到合适档位。

步骤 10. 按【触发】键，将触发源设定为外部，调节触发电平，能观察到稳定的波形说明外部触发灵敏度指标合格。

步骤 11. 设置 Agilent33250 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 1kHz，幅度为 500mVpp，采用分路器 1 分 2 输出，分别接到示波器的辅助输入通道和 CH1；设置示波器 CH1 的输入阻抗 50Ω，垂直灵敏度 500mV/div，调节时基到合适档位。

步骤 12. 按【触发】键，将触发源设定为外部/10，调节触发电平，能观察到稳定的波形，说明外部/10 的触发灵敏度指标合格。

步骤 13. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6) 触发类型

a） 测试说明

本测试利用函数发生器、视频信号发生器测量被测数字示波器的触发类型是否满足指标要求。

b） 测试框图

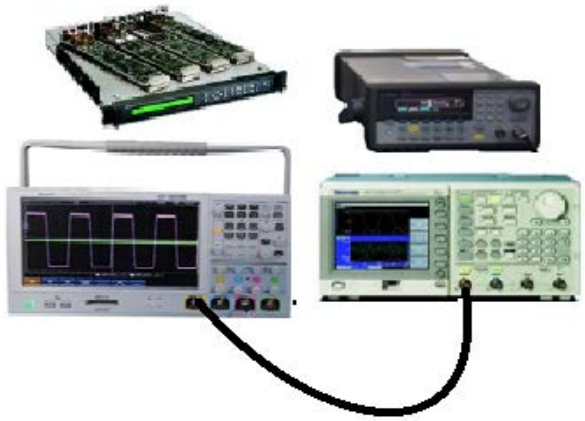


图 6.6 触发类型测试框图

c） 测试设备

双通道函数发生器（推荐型号：AFG3252C）	1 台
单通道函数发生器（推荐型号：Agilent33250）	1 台
视频信号发生器（推荐型号：WY2008H）	1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.6 连接设备。

步骤 3. 设置 Agilent33250 方波稳幅输出，输出阻抗 50Ω，频率为 1MHz，幅度为 600mVpp，连接到 CH1；设置示波器 CH1 的垂直灵敏度 100mV/div，调节时基到合适档位，选择【触发】按键，选择触发源[CH1]。

步骤 4. 设置示波器的触发类型[边沿]，触发极性为[上升沿]、[下降沿]触发，被测波形应随极性变化而相应变化，说明边沿触发合格。

步骤 5. 设置示波器的触发类型[脉宽]，触发条件为大于 TP，当 Tp <500ns 时，被测波形能稳定触发，当 Tp >500ns 时，被测波形不能稳定触发，说明脉宽触发合格。

步骤 6. 设置示波器的触发类型[视频]，设置 WY2008H 输出制式为视频 NTSC、PAL、SECAM 的视频信号，示波器的视频触发设置为对应的 NTSC、PAL、SECAM 制式，输出电压占示波器波形显示有效区域高度的 80%以上，能观察到稳定的触发波形，说明视频触发合格。

步骤 7. 设置示波器的触发类型[视频]，设置 WY2008H 输出制式为高清视频 480P、576P、720P、1080P、1080I 的高清视频信号，示波器的视频触发设置为对应的 480P、576P、720P、1080I、1080P 制式，输出电压占示波器波形显示有效区域高度的 80%以上，能观察到稳定的触发波形，说明高清视频触发合格。

步骤 8. 设置示波器[欠幅脉冲]触发，触发源为 CH1，触发电平为 V1 和 V2，V1＜V2；设置 Agilent33250 函数发生器输出脉冲串幅度为 V3，其中 V3＞V2，脉冲波形不能稳定显示；设置脉冲串中一个脉冲幅度为 V4，V1＜V4＜V2，V3 不变，脉冲波形能稳定显示，且触发位置为幅度是 V4 的脉冲上，说明欠幅触发合格。

步骤 9. 设置示波器触发类型为[建立/保持]触发，设置“Clock”为“CH1”，设置“Data”为“CH2”；设置示波器触发条件为建立时间 T0，保持时间 T1；设置 AFG3252C 函数发生器输出数据的建立时间小于 T0，保持时间小于 T1，示波器不能稳定显示波形；改变 AFG3252C 函数发生器输出数据的建立时间大于 T0，或是保持时间大于 T1 时，示波器能够稳定显示波形，说明建立/保持时间违规触发合格。

步骤 10. 设置示波器[升降时间]触发，设置 Agilent33250 输出三角波斜率（上升时间）为 T，并设置合适的信号幅度；触发条件是上升时间大于 T0，且 T0＞T，此时示波器不能稳定显示波形；调节波形发生器上升时间逐渐增大，记为 T1，其余脉冲上升时间不变，当 T1＞T0 时，示波器能够显示稳定的脉冲波形，说明升降时间触发合格。

步骤 11. 设置示波器[逻辑]触发，设置“CH1”为“时钟”，触发条件是示波器其余

三个通道的逻辑组合为 AND，OR，NAND，NOR 等；改变 AFG3252C 各路输出数据，当输出数据不满足示波器逻辑组合要求时，示波器不能显示稳定的波形，当任意波形输出数据的逻辑组合满足示波器设定要求时，示波器可以显示稳定的波形。

步骤 12. 设置示波器[序列]触发，设置 CH1 为 A(主触发)，CH2 为 B(延迟触发)，并设置 B 在 A 后触发； 设置 AFG3252C 通道 1 输出到 CH1，脉冲宽度 1ms，幅度为 600mV 的脉冲信号；AFG3252C 的通道 2 输出到 CH2，脉冲宽度 100ns，幅度为 600mV 的脉冲信号；设置触发延迟时间长度，观察示波器 CH2 与 CH1 之间触发沿的时间间隔应与设定的延迟时间基本一致；设置触发延迟事件个数，观察示波器 CH2 和 CH1 之间的触发沿的事件个数应与设定的延迟事件个数基本一致。

步骤 13. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5.1.4 测量与分析系统测试

1) 自动测量

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源、函数发生器测量被测数字示波器的自动测量是否满足指标要求。

b） 测试框图

自动测量测试框图如图 6.1、6.4。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B）	1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD）	1 台
函数发生器（Agilent33250）	1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率 10MHz，幅度 100mV/div ×6 div，连接到 CH1；设置示波器 CH1 的输入阻抗为 50Ω，按下前面板【自动设置】按键，示波器自动进行设置，显示合适的波形。

步骤 4. 按下示波器前面板【测量】按键，操作[添加测量]，选择测量源为 CH1；点击[测量类型]，可依次点击选择：周期、频率、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、平均值、周期平

均、均方根、周期均方根、突发宽度、正脉冲数、负脉冲数、上升沿数、下降沿数、面积和周期面积；示波器一次可添加 8 种测量类型，在屏幕波形区左下方显示测量结果。

步骤 5. 设置 Fluke9500B 方波输出，频率 1kHz，幅度 100mV/div ×6 div。

步骤 6. 按下示波器前面板【自动设置】按键，示波器自动进行设置，显示合适的波形。

步骤 7. 按下示波器前面板【测量】按键，操作[添加测量]，点击[测量类型]，依次点击选择：上升时间、下降时间、正过冲、负过冲，在屏幕波形区左下方显示测量结果。

步骤 8. 按照图 6.4 连接设备；

步骤 9. 设置 Agilent33250 稳幅正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率 10MHz，峰峰值 600mV，使用三通转接器同时连接到 CH1 和 CH2 通道；设置示波器时基为 20ns/div。

步骤 10. 点击[测量类型]，选择延迟，点击按钮[延迟设置]，设置[信号源]为 CH1，[延迟到]为 CH2，[信号源沿]为上升沿，[延迟沿]为上升沿，[延迟沿位置]为第 1 个沿，点击[确认添加]；

步骤 11. 点击[测量类型]，选择相位，设置[相位至]为 CH2，点击[确认添加]；在屏幕波形区左下方显示测量结果。

步骤 12. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

2) 光标测量

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的光标测量是否满足指标要求。

b） 测试框图

光标测量测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 10MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器的输入阻抗 50Ω，时基 20ns/div，垂直灵敏度为 100mV/div，垂直偏移 0V。

步骤 5. 按下示波器前面板【光标】按键，选择光标为屏幕，信号源为 CH1，打开光标，屏幕右上角显示光标测量结果。

步骤 6. 点击按钮[活动光标]，选择当前活动光标，通过多功能旋钮 b 改变对应光标位置，观察光标测量结果随光标线位置改变而改变。

步骤 7. 选择光标为波形，改变光标位置，观察光标测量结果。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

3) 统计测量

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的统计测量是否满足指标要求。

b） 测试框图

统计测量测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 10MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 按下示波器前面板的【自动设置】按键，屏幕显示合适的波形。

步骤 5. 按下示波器前面板的【测量】按键，添加任意参数测量项。

步骤 6. 点击菜单按钮[统计]，打开统计开关，观察参数测量结果中显示有当前值、平均值、最小值、最大值、标准差；关闭统计开关，观察参数测量结果只显示当前值。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

4) 参考电平

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的参考电平是否满足指标要求。

b） 测试框图

参考电平测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 10MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器的输入阻抗 50Ω，时基 40ns/div，垂直灵敏度 100mV/div。

步骤 5. 按下示波器前面板的【测量】按键，添加正脉宽、上升时间测量项。

步骤 6. 点击菜单按钮[参考电平]，参考选择百分比，改变中参考电平，观察正脉宽测量结果随之变化；改变低参考电平或高参考电平，观察上升时间测量结果随之变化。

步骤 7. 参考选择为单位，按上述分别改变各参考电平，观察测量结果随之变化。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

5) 选通

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的选通是否满足指标要求。

b） 测试框图

选通测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 10MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 设置示波器的输入阻抗 50Ω，时基 40ns/div，垂直灵敏度 100mV/div。

步骤 5. 按下示波器前面板的【测量】按键，添加高电平测量项。

步骤 6. 设置[选通]为屏幕，观察测量结果。

步骤 7. 设置[选通]为光标，通过多功能旋钮 b 改变光标位置，观察测量结果随之变化。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6) 直方图测量

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的直方图测量是否满足指标要求。

b） 测试框图

直方图测量测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 10MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 按下示波器前面板的【自动设置】按键，屏幕显示合适的波形。

步骤 5. 按下示波器前面板的【测量】按键，点击按钮[直方图]。

步骤 6. 选择[数据源]为 CH1，[测量方式]为垂直，[显示方式]为线性；屏幕波形区左测显示直方图统计图。

步骤 7. 点击按钮[设定界限]，通过多功能旋钮 b 改变上、下、左、右边界位置，观察直方图统计图随之变化。

步骤 8. 选择[测量方式]为水平，屏幕波形区上方显示直方图统计图；改变各边界位置，观察直方图统计图随之变化。

步骤 9. 点击按钮[添加测量]，选择[测量源]为直方图，依次选择测量类型为包括波形计数、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。

步骤 10. 屏幕波形区左下方显示测量结果。

步骤 11. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

7) 波形数学

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的波形数学是否满足指标要求。

b） 测试框图

波形数学范围测试框图如图 6.4。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.4 连接设备。

步骤 3. 设置 Agilent33250 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率 10MHz，峰峰值 600mV，采用分路器 1 分 2 输出，分别接到 CH1 和 CH2。

步骤 4. 按下示波器前面板的【自动设置】按键，屏幕显示合适的波形。

步骤 5. 按下【运算】按键，点击 [数学]，设置信号源 1 为 CH1，信号源 2 为 CH2，运算类型依次选择加、减、乘、除，屏幕显示运算波形，改变垂直刻度、垂直偏移，运算波形随之变化。

步骤 6. 点击[FFT]，设置信号源为 CH1，打开 FFT 开关，屏幕显示 FFT 波形，点击[设置]，可改变 FFT 波形的垂直刻度、垂直偏移、垂直单位、中心频率、频率范围，观察 FFT 波形随之变化；改变窗函数依次为矩形、汉明、汉宁或 Blackman-Harris，观察 FFT 波形随之变化。

步骤 7. 点击[高级数学]，可进行表达式编辑，编辑完成后执行表达式，应显示相应的运算波形。改变垂直刻度、垂直偏移，波形随之变化。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

8) 极限与模板测试（选件）

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的极限与模板测试是否满足指标要求。

b） 测试框图

极限与模板测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，频率为 10MHz，幅度为 100mV/div×6div，连接到示波器 CH1 通道。

步骤 4. 按下示波器前面板的【自动设置】按键，屏幕显示合适的波形。

步骤 5. 按下前面板【分析】按键，选择分析类型为[极限模板]。

步骤 6. 点击[设置模板]，打开模板显示。

步骤 7. 点击[选择模板]，选择标准模板，类别可分别选择为 ITU-T、ANSI T1.102、USB，不同的类别下可选择对应的不同标准，屏幕显示相应的模板图形。

步骤 8. 点击[设置测试]，设置源通道、违例阈值、停止条件及失败动作、测试完成动作等测试条件。

步骤 9. 点击[显示结果]，打开结果显示或详细结果显示。

步骤 10. 打开运行测试开关，观察测试结果显示。

步骤 11. 点击[设置模板]，将标准复制到定制；点击[选择模板]，调节垂直余量，观察模板图形随之变化；打开运行测试开关，观察运行结果显示。

步骤 12. 点击[选择模板]，选择极限测试，点击[创建极限模板]，设置源通道、水平极限、垂直极限，进行极限模板创建；打开运行测试开关，观察运行结果显示。

步骤 13. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

9) 功率测量与分析（选件）

a） 测试说明

本测试利用功率发生装置、电压差分探头、电流探头测量被测数字示波器的功率测量与分析是否满足指标要求。

b） 测试框图

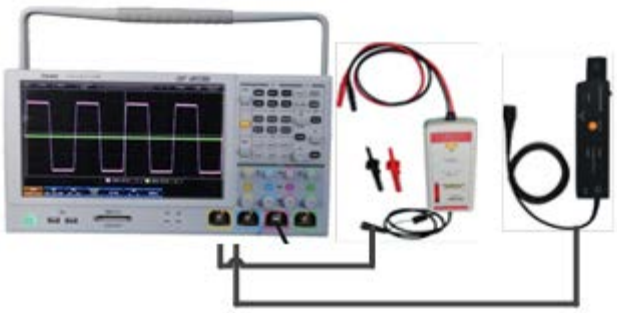


图 6.7 功率测量与分析测试图

c） 测试设备

功率发生装置	1 台
电压差分探头	1 根
电流探头	1 根

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.7 连接设备。

步骤 3. 设置功率输出装置，输出一定电压及电流信号，CH1 通过电压差分探头用于电压的测试，CH2 通过电流探头用于电流的测试。

步骤 4. 按下前面板【分析】按键，选择分析类型为[功率测量与分析]。

步骤 5. 点击[测量类型]， 依次选择电源质量、开关损耗、谐波、波纹、调制分析、安全作业区。

步骤 6. 设置相应的测量类型并观察测量结果。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5.1.5 总线分析仪测试（选件）

1) 总线解码通道数量

a） 测试说明

本测试利用总线发生板测量被测数字示波器的总线解码通道数量是否满足指标要求。

b） 测试框图

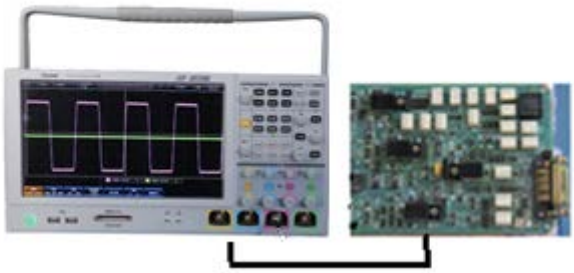


图 6.8 总线解码通道数量测试图

c） 测试设备

总线发生板	1 块

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.8 连接设备。

步骤 3. 按下【总线】键，任意选择一种总线类型。

步骤 4. 总线协议发生板输出相应的总线信号，操作“总线设置”，设置相应的输入通道，按【触发】键，设置相应的触发条件，观察到稳定的波形信号。

步骤 5. 按下【总线】键，触摸屏点击“总线显示”。触摸屏点击“进制”，在“二进制”和“十六进制”之间来回切换，示波器相应地以二进制和十六进制显示解析数据，说明总线解码的显示进制指标合格。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

2) 显示格式

a） 测试说明

本测试利用总线发生板测量被测数字示波器的显示格式是否满足指标要求。

b） 测试框图

显示格式测试框图如图 6.8。

c） 测试设备

总线发生板 1 块

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.8 连接设备。

步骤 3. 按下【总线】键，任意选择一种总线类型。

步骤 4. 总线协议发生板输出相应的总线信号，操作“总线设置”，设置相应的输入通道，按【触发】键，设置相应的触发条件，观察到稳定的波形信号。

步骤 5. 按下【总线】键，触摸屏点击“总线显示”。触摸屏点击“进制”，在“二进制”和“十六进制”之间来回切换，示波器相应地以二进制和十六进制显示解析数据，说明总线解码的显示进制指标合格。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

3) 显示方式

a） 测试说明

本测试利用总线发生板测量被测数字示波器的显示方式是否满足指标要求。

b） 测试框图

显示格式测试框图如图 6.8。

c） 测试设备

总线发生板　　1 块

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.8 连接设备。

步骤 3. 按下【总线】键，任意选择一种总线类型。

步骤 4. 总线协议发生板输出相应的总线信号，操作“总线设置”，设置相应的输入通道，按【触发】键，设置相应的触发条件，观察到稳定的波形信号。

步骤 5. 按下【总线】键，触摸屏点击“总线显示”。 触摸屏点击“显示方式”，选择“总线”方式，屏幕上应显示输入波形和解码标签，说明总线视图指标合格。

步骤 6. 按【总线】键，触摸屏点击“总线显示”。触摸屏点击“显示方式”，选择“总线和波形”方式，屏幕上应显示输入波形、解码标签和数字波形，说明数字视图指标合格。

步骤 7. 按【总线】键，触摸屏点击“事件表”，选择“开”时应能弹出带有时标信息的事件表，选择“关”时应能正常关闭，说明事件表指标合格。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

4) 总线解码协议类型

a） 测试说明

本测试利用总线发生板测量被测数字示波器的总线解码协议类型是否满足指标要求。

b） 测试框图

总线解码协议类型测试框图如图 6.8。

c） 测试设备

总线发生板　　1 块

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.8 连接设备。

步骤 3. 按【总线】键，选择总线类型 I^2C，调节总线协议发生板输出 I^2C 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 I^2C 协议规范，说明 I^2C 协议触发与分析功能正常。

步骤 4. 按【总线】键，选择总线类型 RS232，调节总线协议发生板输出 RS232 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发

条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 RS232 协议规范，说明 RS232 协议触发与分析功能正常。

步骤 5. 按【总线】键，选择总线类型 SPI，调节总线协议发生板输出 SPI 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 SPI 协议规范，说明 SPI 协议触发与分析功能正常。

步骤 6. 按【总线】键，选择总线类型 CAN，调节总线协议发生板输出 CAN 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 CAN 协议规范，说明 CAN 协议触发与分析功能正常。

步骤 7. 按【总线】键，选择总线类型 LIN，调节总线协议发生板输出 LIN 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 LIN 协议规范，说明 LIN 协议触发与分析功能正常。

步骤 8. 按【总线】键，选择总线类型 FlexRay，调节总线协议发生板输出 FlexRay 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 FlexRay 协议规范，说明 FlexRay 协议触发与分析功能正常。

步骤 9. 按【总线】键，选择总线类型 Audio，调节总线协议发生板输出 Audio 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 Audio 协议规范，说明 Audio 协议触发与分析功能正常。

步骤 10. 按【总线】键，选择总线类型 USB，调节总线协议发生板输出 USB 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 USB 协议规范，说明 USB 协议触发与分析功能正常。

步骤 11. 按【总线】键，选择总线类型 1553，调节总线协议发生板输出 1553 信号。操作“总线设置”，设置相应的输入通道参数，按【触发】键，设置相应的触发条件，稳定波形。观察标签，标签类型应符合 1553 协议规范，说明 1553 协议触发与分析功能正常。

步骤 12. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5.1.6 逻辑分析仪测试

1) 数字通道数

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的数字通道数是否满足指标要求。

b） 测试框图



图 6.9 数字通道数测试图

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 设置 Agilent33250 方波输出，输出阻抗 50Ω，频率 1kHz，幅度为 1Vpp，连接到逻辑分析通道 D0～D15。

步骤 3. 按【逻辑】键，设置示波器逻辑通道的阈值电平为 0，使波形稳定显示。

步骤 4. 若各通道测试功能正常，则说明 16 路数字通道功能正常。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

2) 阈值分组

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的阈值分组是否满足指标要求。

b） 测试框图

阈值分组测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 观察逻辑探头前端，D0～D7 为一组，D8～D15 为一组，打开 D0～D15 的阈值设置菜单，D0～D15 均可单独设置阈值，说明阈值分组正常。

步骤 3. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

3) 阈值选择

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的阈值选择是否满足指标要求。

b） 测试框图

阈值选择测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 方波信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置 Agilent33250 输出信号幅度分别为 TTL（1.4V）、5VCMOS（2.5V）、3.3VCMOS（1.65V）、2.5VCMOS（1.25V）、ECL(-1.3V)、PECL(3.7V)，频率 1kHz 的方波信号，相应的设置示波器的门限电平为 TTL（1.4V）、5VCMOS（2.5V）、3.3VCMOS（1.65V）、2.5VCMOS（1.25V）、ECL(-1.3V)、PECL(3.7V)，应能显示稳定的波形。

步骤 4. 示波器每个逻辑通道的阈值若能单独设置由用户独自定义，则说明阈值选择符合要求。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

4) 自定义阈值范围

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的自定义阈值范围是否满足指标要求。

b） 测试框图

自定义阈值范围测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 方波信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置示波器阈值电平为 1V，通过旋钮 b 调节阈值电平，步进可以按照 10mV 调整，往上调节阈值电平至 1.5V，波形显示全低，往下调节阈值电平至 0.5V，波形显示全高。

步骤 4. 调节示波器门限设置，能设置为±20V，说明用户自定义阈值范围符合要求。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

5) 阈值精度

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的阈值精度是否满足指标要求。

b） 测试框图

阈值精度测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 方波信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置示波器阈值电平为 1V，观测示波器采集的数据，增大阈值电平使波形显示全低，减小阈值电平使波形显示全高，记录此时的阈值电平为 Vp。

步骤 4. 若|Vp-1|＜150mV±3%×1Vpp，则表明阈值精度指标合格。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6) 最大输入电压

a） 测试说明

本测试利用多功能校准器测量被测数字示波器的最大输入电压是否满足指标要求。

b） 测试框图



图 6.10 最大输入电压测试图

c） 测试设备

多功能校准器（Fluke5522A） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.10 连接设备。

步骤 2. 连接 Fluke5522A 交流信号通过逻辑探头输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任一通道。

步骤 3. 设置 Fluke5522A 幅度 28Vrms，频率 50Hz 的交流信号，持续 10 秒。

步骤 4. 设置 5522A 幅度 1V 的直流信号，设置门限电平，逻辑通道的波形能正常，说明逻辑通道最大输入电压指标合格。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

7) 输入动态范围

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的输入动态范围是否满足指标要求。

b） 测试框图

输入动态范围测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 方波信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置 Agilent33250 输出幅度为 10V 的方波信号，频率 100kHz，设置逻辑通道的阈值电平为 0V，逻辑波形稳定显示；在-10V 到+10V 的范围内调节阈值电平，逻辑波形应能正确采集并稳定显示，说明动态范围指标合格。

步骤 4. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

8) 最小电压摆幅

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的最小电压摆幅是否满足指标要求。

b） 测试框图

最小电压摆幅测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置 Agilent33250 方波信号输出，频率 1kHz，幅度 500mV。

步骤 4. 调节示波器阈值电平，波形能稳定显示，说明最小电压摆幅指标符合要求。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

9) 最大输入切换速率

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的最大输入切换速率是否满足指标要求。

b） 测试框图

最大输入切换速率测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.1 连接设备。

步骤 2. 设置 Fluke9500B 信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波信号输出，频率 200MHz，幅度 1V，输出阻抗 50Ω。

步骤 4. 调节示波器阈值电平，波形能稳定显示，说明最大切换速率指标合格。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5 性能特性测试

10) 输入阻抗

a） 测试说明

本测试利用数字万用表测量被测数字示波器的数字通道输入阻抗是否满足指标要求。

b） 测试框图

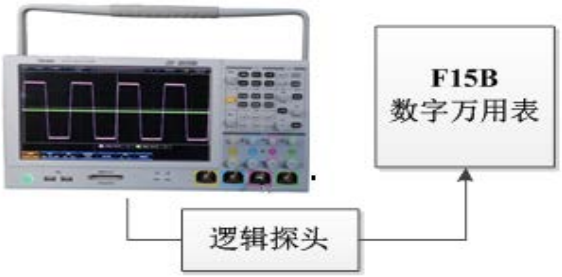


图 6.11 输入阻抗测试图

c） 测试设备

数字万用表（Fluke15B） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.11 连接设备。

步骤 2. Fluke15B 数字万用表打在电阻档位，红表笔连接到逻辑分析通道 D0～D15 的任一通道，黑表笔连接到地上。

步骤 3. 读取数字万用表的阻抗值，应该在 100kΩ±10%。

步骤 4. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

11) 垂直分辨率

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的数字通道垂直分辨率是否满足指标要求。

b） 测试框图

垂直分辨率测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置 Agilent33250 方波信号输出，频率 1kHz、幅度 1V。

步骤 4. 调节示波器阈值电平为 0V，使波形稳定显示，观察屏幕有 1kHz 频率波形的周期高低变化，说明分辨率 1bit。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

12) 定时采样率

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的定时采样率是否满足指标要求。

b） 测试框图

定时采样率测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置 Agilent33250 脉冲输出，并设置信号脉宽 10ns，幅度 2Vpp。

步骤 4. 调节逻辑分析门限电平 0V,触发模式为边沿触发，连续采样。

步骤 5. 观测采样到的波形，记录信号的下降沿的时间变化范围 T0。

步骤 6. 将 Agilent33250 的输出脉宽改为(10+t)ns(其中，400ps<t＜800ps，即 t 大于 1 个采样周期，小于 2 个采样周期)。

步骤 7. 观测采样的波形，信号的时间变换范围 T1 比 T0 向后延迟 400ps，则说明示波器逻辑通道的最大采样率是 2.5GSa/s。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

13) 存储深度

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的存储深度是否满足指标要求。

b） 测试框图

存储深度测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

6.5 性能特性测试

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置 Agilent33250 方波输出，频率 1kHz，幅度为 1V。

步骤 4. 点击示波器的【逻辑】键，打开逻辑通道，按【采集】键，设置存储深度为 500Mpts。

步骤 5. 将时基设置为 1ns/div，按示波器面板上【单次】键，观察屏幕数字通道的下降沿的波形晃动的时间间隔为 400ps，说明当前采样率为 2.5GSa/s。

步骤 6. 调节示波器的时基为 40ms/div，观察屏幕 D0~D15 的波形长度应为 200ms，$500\times10^{6}\times400\times10^{-12}=200ms$，说明最大存储深度 500Mpts/CH 指标合格。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

14) 最小检测脉宽

a） 测试说明

本测试利用任意波形发生器测量被测数字示波器的最小检测脉宽是否满足指标要求。

b） 测试框图

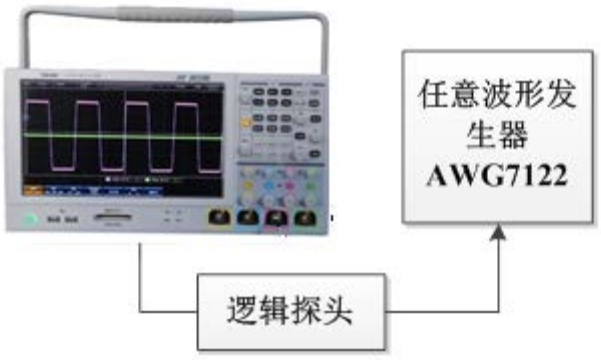


图 6.12 输入阻抗测试图

c） 测试设备

任意波形发生器（AWG7122B） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.12 连接设备。

步骤 2. 连接 AWG7122B 脉冲波形输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任一通道。

步骤 3. 设置 AWG7122B 脉冲波形：脉宽 2ns，幅度为 1V。

步骤 4. 按【采集】键，采集模式设置为峰值，调节示波器的时基范围，应能正确捕捉到 2ns 的脉宽信号。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

15) 通道间延迟误差

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的通道间延迟误差是否满足指标要求。

b） 测试框图

通道间延迟误差测试框图如图 6.9。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.9 连接设备。

步骤 2. 连接 Agilent33250 信号输出到逻辑分析通道 D0～D15 的任意通道。

步骤 3. 设置 Agilent33250 方波输出，频率 1kHz，幅度为 1V。

步骤 4. 点击示波器的【逻辑】键，阈值门限设置为 0V，使两个通道的波形稳定显示。

步骤 5. 将时基设置为 1ns/div，按示波器示波器面板上【单次】键，观察屏幕两个数字通道的下降沿的波形晃动的时间间隔应小于 3.2ns，说明该指标合格。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5.1.7 函数发生器测试

1) 通道数

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的通道数是否满足指标要求。

b） 测试框图



图 6.13 函数发生器通道数测试图

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

6.5 性能特性测试

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 目测法观察函数发生器具有一个输出通道。

步骤 3. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div，时基设置为 1ms/div 档位。

步骤 4. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态。

步骤 5. 在测试示波器的屏幕上可以看到相应的波形，说明函数发生器输出通道数指标符合要求

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

2) 最高输出频率

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的最高输出频率是否满足指标要求。

b） 测试框图

最高输出频率测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单将输出波形类型选为“正弦波”，点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态。

步骤 4. 点击[频率]菜单，输入频率 25MHz，对应调整示波器时基档位，在测试示波器屏幕上可以看到 25MHz 的正弦波，说明函数发生器最高输出频率指标符合要求。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

3) 最高采样率

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的最高采样率是否满足指标要求。

b） 测试框图

最高采样率测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单将输出波形类型选为“脉冲”；点击[频率]菜单将频率设置为 100.0kHz；点击[幅度]菜单，将波形幅度设置为 1.000V；点击[占空比]菜单将占空比设置为 0.40%，亦即脉宽为 40ns；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态。

步骤 4. 此时可以在测试示波器上看到一个脉冲波形，读取脉宽测量的显示值应为 40ns。

步骤 5. 点击[占空比]菜单将占空比设置为 0.45%，亦即脉宽为 45ns；此时读取脉宽测量的显示值应为 45ns；说明最小采样间隔为 5ns，即最高采样率为 200MHz。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

4) 垂直分辨率

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的垂直分辨率是否满足指标要求。

b） 测试框图



图 6.14 函数发生器垂直分辨率测试图

c） 测试设备

数字万用表（Fluke15B） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.14 将 Fluke15B 数字万用表同函数发生器输出 BNC 端口相连，其中黑表笔连接 BNC 外壳，红表笔连接 BNC 中间的信号电缆。

步骤 2. 万用表调到 mV 档位。

步骤 3. 按【波形发生】键，点击[波形类型]菜单将输出波形类型选为“任意波”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[频率]菜单将频率设置为 1MHz；点击[幅度]菜单，将波形幅度设置为 2.5V；点击[波形]菜单，将波形点数设置为 N=2，并编辑 2 个波形点全部为 0.0mV，编辑完成后点击编辑窗口中的[确定]按钮。

步骤 4. 读取万用表的读数值，记为 A_1。

步骤 5. 编辑 2 个波形点全部为 0.1mV，编辑完成后点击编辑窗口中的[确定]按钮。

步骤 6. 读取万用表的读数值，记为 A_2。

步骤 7. 前后设置改变了 0.1mV，而实际上由于此时最小分辨率是 0.15mV，因此万用表的测量值应该改变 0.3mV，由于噪声影响，若 A_2 比 A_1 明显增大 0.2~0.4mV，则说明函数发生器垂直分辨率为 14bit；该项指标符合要求。

步骤 8. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

5) 输出阻抗

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的输出阻抗是否满足指标要求。

b） 测试框图

输出阻抗测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单将输出波形类型选为“正弦波”，点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态。

步骤 4. 点击[频率]菜单，输入频率 25MHz，对应调整示波器时基档位，在测试示波器屏幕上可以看到 25MHz 的正弦波，说明函数发生器最高输出频率指标符合要求。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6) 输出波形

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的输出波形是否满足指标要求。

b） 测试框图

输出波形测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[波形类型]菜单，可以依次将输出波形类型选为正弦、方波、斜波、脉冲、直流、噪声、任意波，以及内建波形中的 SinC、指数升降、高斯、洛伦兹曲线、半正矢曲线。

步骤 4. 可以在测试示波器屏幕上显示对应波形，说明函数发生器输出波形符合指标要求。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

7) 调制

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的调制是否满足指标要求。

b） 测试框图

调制测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[调制]菜单，打调制开关，并依次选择调制类型为 AM、FM、FSK。

步骤 4. 可以在测试示波器屏幕上显示显示对应的调制波形，说明函数发生器调制类型符合指标要求。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

8) 正弦波

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的正弦波是否满足指标要求。

b） 测试框图

正弦波测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单选择波形类型为“正弦波”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[频率]菜单，旋转多功能按钮 b，可以调整正弦波频率从 0.1Hz 到 25MHz，并在示波器上可以看到对应波形。

步骤 4. 点击[频率]菜单，将函数发生器正弦波频率设置为 25.00MHz；点击[幅度]菜单，将正弦波幅度设置为 2.5Vpp；点击[偏置]菜单，将正弦波偏置设置为 0m。

步骤 5. 将示波器时基设置为 400ns/div。

步骤 6. 按【运算】键，点击[FFT]菜单，设置窗函数为汉明，其他使用默认设置并打开 FFT 开关，点击[设置]三级菜单可以看到 FFT 的默认设置参数为：垂直刻度 20dB/div，中心频率 125.00MHz，频率宽度 250.00MHz；读取屏幕 FFT 运算曲线的 25MHz 频点最大值和紧邻 25MHz 频点两侧半格内的其他频率的极大值之差，大于等于 2 格说明杂散为-40dBc。

步骤 7. 将示波器时基设置为 40ns/div，此时点击[设置]三级菜单可以看到默认参数为垂直刻度 20dB/div，中心频率 1.25GHz，频率宽度 2.50GHz；读取屏幕 FFT 运算曲线的 25MHz 频点最大值和其他所有频率中的最大值之差，大于等于 2 格说明信噪比满足 40dB 的指标要求。

步骤 8. 按【分析】键，点击[分析类型]菜单选择功率测量；点击[测量类型]菜单选择谐波，在测量屏幕上读取 THD-F 为谐波失真，其平均值应小于-40dBc，即小于 1%；读取 THD-R 为总谐波失真，其平均值应小于 1%。

步骤 9. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

9) 方波/脉冲

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的方波/脉冲是否满足指标要求。

b） 测试框图

方波/脉冲测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div，并将 CH1 的“正脉宽”和“负脉宽”测量添加到屏幕显示。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单选择波形类型为“方波”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[频率]菜单，旋转多功能按钮 b，可以调整方波频率从 0.1Hz 到 10MHz，并在示波器上可以看到对应波形。

步骤 4. 点击[波形类型]菜单选择波形类型为脉冲，点击[频率]菜单，旋转多功能按钮 b，可以调整脉冲频率从 0.1Hz 到 10MHz，并在示波器上可以看到对应波形。

步骤 5. 点击[频率]菜单，设置脉冲频率为 250KHz，即周期为 4us，输出最小脉宽为 40ns 的脉冲信号时，占空比为 1%，输出 3960ns 脉宽的脉冲信号时，占空比为 99%；脉宽可由 40ns 每隔 5ns 改变到 3960ns。

步骤 6. 对应脉冲信号的脉宽值可从示波器脉宽测量参数读出，误差在 1%±2.5ns 以内。说明函数发生器方波/脉冲符合指标要求。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

10) 斜波/三角波

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的斜波/三角波是否满足指标要求。

b） 测试框图

斜波/三角波测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单选择波形类型为“斜波”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[频率]菜单，旋转多功能按钮 b，可以调整斜波频率从 0.1Hz 到 1MHz，并在示波器上可以看到对应波形。

步骤 4. 点击[对称性]菜单，旋转多功能按钮 b，可以调整斜波对称性从 0%～100%，并在示波器上可以看到对应波形。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

11) 噪声

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的噪声是否满足指标要求。

b） 测试框图

噪声测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div，时基设置为 400ns/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单选择波形类型为“噪声”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态。

步骤 4. 按【运算】键，点击[FFT]菜单打开示波器 FFT 功能，并选择窗函数为汉明，其他使用默认设置并打开 FFT 开关；点击[设置]三级菜单可以看到默认参数为垂直刻度 20dB/div，中心频率 125.00MHz，频率宽度 250.00MHz。

步骤 5. 示波器屏幕显示 FFT 曲线在 25MHz 频点上有一个明显的极小值，且在该极小值频点左侧的幅度明显大于右侧，说明函数发生器噪声带宽为 25MHz，符合指标要求。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

12) 内建波形频率

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的内建波形频率是否满足指标要求。

b） 测试框图

内建波形频率测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div，时基设置为 400ns/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单选择波形类型为“内建波形”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态。

步骤 4. 点击[波形]菜单，依次选择内建波形为 Sin(x)/x、指数上升、指数下降、高斯、洛伦兹、半正矢；点击[频率]菜单，使用多功能旋钮 b 可以改变波形频率从 0.1Hz～1MHz。

步骤 5. 测试示波器屏上可以看到对应频率的内建波形，说明函数发生器内建波形频率符合指标要求。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

13) 任意波形

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的任意波形是否满足指标要求。

b） 测试框图

任意波形测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

6.5 性能特性测试

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单将输出波形类型选为“任意波”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[频率]、[幅度]和[偏置]菜单，可以任意设置波形频率从 0.1Hz～10MHz、幅度和偏置；点击[波形]菜单，可以设置波形点数从 2～16384（波形点数会受到最高采样率指标的限制），可以任意编辑或绘制波形。

步骤 4. 编辑或绘制波形完成后点击对话框中的“确定”按钮，示波器屏幕上将显示对应的波形，说明函数发生器任意波形指标符合要求。

步骤 5. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

14) 频率

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的频率是否满足指标要求。

b） 测试框图

频率测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 选择示波器的频率计数器功能，点击[源通道]菜单，设置源通道为 CH1，点击[频率显示]菜单打开示波器屏幕左上角通道 1 的频率显示窗口。

步骤 4. 按【波形发生】键，点击[波形类型]菜单将输出波形类型选为“正弦波”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[频率]菜单，设置正弦波频率为 0.1Hz，示波器屏幕上出现 0.1Hz 正弦波。

步骤 5. 旋转多功能旋钮 b，正弦波频率可以从 0.1Hz 开始，每隔 0.1Hz 改变，直到 999.9Hz，此过程中示波器屏幕上显示对应频率正弦波。

步骤 6. 点击[频率]菜单，设置正弦波频率为 1kHz，示波器屏幕上出现 1kHz 正弦波，此时示波器屏幕左上角通道 1 的频率显示窗口中的频率值应在 1.000kHz±0.1Hz 范围内，说明函数发生器频率精度在 100ppm 以内。

步骤 7. 继续旋转多功能旋钮 b，正弦波频率可以从当前设置的 1kHz 开始，按照每隔当前频率的千分之一跳变，直到 25MHz，此时示波器屏幕上显示对应频率正弦波；说明频率分辨率为 4 位。

步骤 8. 以上测试均满足要求，说明函数发生器频率指标满足要求。

步骤 9. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

15) 幅度

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的幅度是否满足指标要求。

b） 测试框图

幅度测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 10mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单，选择波形类型为“正弦波”；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[频率]菜单设置正弦波频率为 1kHz；点击[幅度]菜单设置正弦波幅度为 50mV；点击[偏置]菜单设置正弦波偏置为 0mV。

步骤 4. 打开测试示波器 CH1 通道的幅度测量功能，读取测试示波器显示的幅度测量值。

步骤 5. 点击函数发生器[幅度]菜单并旋转多功能旋钮 b 依次设置函数发生器正弦波幅度从 50mV 到 2.5V，并将测试示波器 CH1 通道的垂直档位设置到合适的值，读取对应的幅度测量值。

步骤 6. 根据设计原理可只测量正弦波幅度为 50mV、500mV 和 2.5V，且加入 100mV 直流偏置时的指标。

步骤 7. 直流增益误差在其量程范围内按照下式计算：

$$E_A = \mathrm{abs}（A_x - A）$$ .....(5)

式中：

Ax—泰克示波器测量显示的幅度值，单位 V；

A—函数发生器设定的值，单位 V；

abs()—取绝对值运算；

E_A—函数发生器幅度误差。

步骤 8. 按照计算结果应满足 $E_A \leq (1.5\% \times A + 1.5\% \times 100mV + 1mV)$，说明函数发生器幅度指标满足要求。

步骤 9. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

16) 直流偏置

a） 测试说明

本测试利用数字示波器测量被测数字示波器的直流偏置是否满足指标要求。

b） 测试框图

直流偏置测试框图如图 6.13。

c） 测试设备

数字示波器（MDO4104C） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 按照图 6.13 连接设备。

步骤 2. 将函数发生器的输出通道 BNC 连接到测试示波器的 CH1，CH1 的输入阻抗设置为 50Ω，耦合方式设置为直流耦合，垂直档位设置为 500mV/div。

步骤 3. 按被测示波器【波形发生】键，点击[波形类型]菜单，选择波形类型为正弦波；点击[波形输出]菜单将波形输出开关置于“开”状态；点击[频率]菜单设置正弦波频率为 1KHz；点击[幅度]菜单设置正弦波幅度为 1V；点击[偏置]菜单设置正弦波偏置为-1.25V。

步骤 4. 打开测试示波器 CH1 通道的平均值测量功能，读取平均值，即当前正弦波的直流偏置。

步骤 5. 点击函数发生器[偏置]菜单并旋转多功能旋钮 b 依次设置函数发生器正弦波直流偏置从-1.25V 到 1.25V，最小设置间隔为 1mV，同时读取泰克 MDO4104-6 示波器上显示的对应平均值，即当前正弦波的直流偏置。

步骤 6. 根据设计原理可只测量正弦波偏置为-1.25V、-500mV、500mV 和 1.25V 的指标。

步骤 7. 直流偏置误差在其量程范围内按照下式计算：

$$E_0 = \mathrm{abs}(A_x - A) \quad \text{.....(6)}$$

式中：

Ax—泰克示波器测量显示的平均值，单位 V；

A—函数发生器设定的值，单位 V；

abs()—取绝对值运算；

E_O—函数发生器直流偏置误差。

步骤 8. 按照计算结果应满足 $E_O \leqslant (2\% \times A + 1mV)$，说明函数发生器直流偏置指标满足要求。

步骤 9. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5.1.8 显示系统测试

1) 刻度

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的刻度是否满足指标要求。

b） 测试框图

刻度测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，频率 1kHz、幅度 600mVpp，输出阻抗 50Ω，连接到 CH1 通道。

步骤 4. 调节示波器获得稳定的触发波形。

步骤 5. 按【显示】键，点击网格类型菜单，选择完整、网络、十字、框架 4 种网格类型，屏幕相应的出现所设置的网格类型，说明网格刻度功能正常。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

2) 触摸屏

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的触摸屏是否满足指标要求。

b） 测试框图

触摸屏测试框图如图 6.1。

6.5 性能特性测试

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，频率 1kHz、幅度 600mVpp，输出阻抗 50Ω，连接到 CH1 通道。

步骤 4. 调节示波器获得稳定的触发波形。

步骤 5. 用手指往下移动波形，屏幕上的波形随手指往下移动，按【测量】键，用手指点击[添加测量]菜单，说明触摸功能正常。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

3) 波形类型

a） 测试说明

本测试利用示波器精密校准源测量被测数字示波器的波形类型是否满足指标要求。

b） 测试框图

波形类型测试框图如图 6.1。

c） 测试设备

示波器精密校准源（推荐型号：Fluke9500B） 1 台
快沿探头（推荐型号：FLUKE9530 ACTIVE HEAD） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.1 连接设备。

步骤 3. 设置 Fluke9500B 正弦波输出，频率 1kHz、幅度 600mVpp，输出阻抗 50Ω，连接到 CH1 通道。

步骤 4. 调节示波器获得稳定的触发波形。

步骤 5. 按【显示】键，点击波形格式菜单，波形格式选择点，按【单次】键，屏幕以点的方式显示波形；波形格式选择矢量，按【单次】键，屏幕以线的方式显示波形；点击余辉时间菜单，旋转旋钮 b，设置为无限余辉模式，波形一直保留在屏幕上，说明波形类型点、矢量、余辉功能正常。

步骤 6. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

4) 显示格式

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的显示格式是否满足指标要求。

b） 测试框图

显示格式测试框图如图 6.4。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.4 连接设备。

步骤 3. 设置 Agilent33250 正弦波输出，输出阻抗 50Ω，采用分路器 1 分为 2 输出，频率为 1kHz，幅度为 600mVpp，连接到 CH1 和 CH2 通道。

步骤 4. 设置示波器 CH1 和 CH2 的垂直灵敏度 100mV/div，调节时基到合适档位，调节触发电平使波形稳定。

步骤 5. 屏幕观察到电压随时间的变化图形，说明 YT 合格。

步骤 6. 按【显示】键，“XY 显示开关”选择开，屏幕上方显示 YT 的波形，下方的 X 轴代表 CH1，Y 轴代表 CH2，能观察到稳定的李育沙图，说明 XY 显示正常。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

5) 灰度等级

a） 测试说明

本测试利用函数发生器测量被测数字示波器的灰度等级是否满足指标要求。

b） 测试框图

灰度等级测试框图如图 6.4。

c） 测试设备

函数发生器（Agilent33250） 1 台

d） 测试步骤

步骤 1. 开机预热至少 30min。

步骤 2. 按图 6.4 连接设备。

步骤 3. 设置示波器示波器 CH1 垂直灵敏度 100mV/div，调节时基到合适档位。

步骤 4. 设置 Agilent33250 扫频信号稳幅输出，输出阻抗 50Ω，频率为 1kHz 到 10kHz，幅度为 500mV。

步骤 5. 调节时基到合适的档位，能观察到 256 个等级的亮度分布，说明亮度等级指标合格。

步骤 6. 该指标由液晶显示器的 RGB 位数及算法设计所决定，一般不需要测试。

步骤 7. 如果两次测试都满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

6.5.1.9 接口功能检查

1) 输入输出接口

检查步骤

步骤 1. 目测检查视频输出接口连接器应完整，无明显机械损伤，将示波器链接到外部监视器上，外部监视器能显示屏幕信息，说明视频输出口正常。

步骤 2. 目测检查辅助输入接口连接器应完整，无明显机械损伤，外触发功能正常，说明辅助输入接口正常。

步骤 3. 目测检查辅助输出接口连接器应完整，无明显机械损伤，内置培训信号输出功能正常，说明辅助输出接口正常。

步骤 4. 目测检查参考输入/输出接口连接器应完整，无明显机械损伤，选择 10MHz 参考输出功能，用示波器 MDO4104-6 能观测到 10MHz 的正弦波，说明参考输入/输出接口正常。

步骤 5. 目测检查探头补偿器输出接口连接器应完整，无明显机械损伤，用示波器的探头能观测到 1kHz 频率、3Vpp 的方波信号，说明探头补偿器输出接口正常。

2) 通信接口

检查步骤

步骤 1. 目测检查前后面板上的 USB 主控接口连接器应完整，无明显机械损伤，插入 USB 鼠标均能正常识别，说明 USB 主控接口正常。

步骤 2. 目测检查后面板上的 USB 设备接口连接器应完整，无明显机械损伤，说明 USB 设备接口正常。

步骤 3. 目测检查后面板上的以太网接口连接器应完整，无明显机械损伤，网络程控功能正常，说明以太网接口正常。

6.5.1.10 选件测试

1) 逻辑分析仪选件（4455-H01）

测试步骤

逻辑分析仪选件的测试详见 6.5.1.6。

2) 函数发生器选件（4455-H02）

测试步骤

函数发生器选件的测试详见 6.5.1.7。

3) P9558 高压单端探头（4455-H03）

测试步骤

连接 P9558 高压探头到示波器的 CH1，CH1 的阻抗设置为 1MΩ，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X100，测量示波器的基准信号，能测量出正确的波形说明高压探头功能正常。

4) P3258 高压单端探头（4455-H04）

测试步骤

连接 P3258 高压探头到示波器的 CH1，CH1 的阻抗设置为 1MΩ，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X100，测量示波器的基准信号，能测量出正确的波形说明高压探头功能正常。

5) P8050 高压差分探头（4455-H05）

测试步骤

连接 P8050 高压差分探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X50，测量示波器的基准信号，能测量出正确的波形说明高压差分探头功能正常。

6) P8100 高压差分探头（4455-H06）

测试步骤

连接 P8100 高压差分探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X50，测量示波器的基准信号，能测量出正确的波形说明高压差分探头功能正常。

7) A622 电流探头（4455-H07）

测试步骤

6.5 性能特性测试

连接 A622 电流探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电流，设置探头系数 100mV/A，按照 A622 的操作说明书设置相关参数，测量示波器自身的功耗并测量出相应的电流值，说明电流探头功能正常。

8) AP202 电流探头（4455-H08）

测试步骤

连接 AP202 电流探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电流，设置探头系数 100mV/A，按照 AP202 的操作说明书设置相关参数，测量示波器自身的功耗并测量出相应的电流值，说明电流探头功能正常。

9) 机架安装套件（4455-H09）

测试步骤

目测检查机架安装套件结构应完整，无明显机械损伤，各控制件均需安装正确，牢固可靠，操作灵活 。

10) 铝合金运输箱（4455-H10）

测试步骤

目测检查铝合金运输箱结构应完整，无明显机械损伤。

11) P9550A 高阻探头（4455-H12）

测试步骤

连接 P9550A 高阻探头到示波器的 CH1，CH1 的阻抗自动设置为 1MΩ，衰探头系数自动设置为 X10，测量示波器的基准信号，能测量出正确的波形说明高压探头功能正常。

12) P9551 高阻探头（4455-H13）

测试步骤

连接 P9551 高阻探头到示波器的 CH1，CH1 的阻抗设置为 1MΩ，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X10，测量示波器的基准信号，能测量出正确的波形说明高压探头功能正常。

13) P9350A 高阻探头（4455-H14）

测试步骤

连接 P9350A 高阻探头到示波器的 CH1，CH1 的阻抗自动设置为 1MΩ，衰探头系数自动设置为 X10，测量示波器的基准信号，能测量出正确的波形说明高压探头功能正常。

14) P9600A 高阻探头（4455-H15）

测试步骤

连接 P9600A 高阻探头到示波器的 CH1，CH1 的阻抗自动设置为 1MΩ，衰探头系数自动设置为 X10，测量示波器的基准信号，能测量出正确的波形说明高压探头功能正常。

15) P5020 高压差分探头（4455-H17）

测试步骤

连接 P5020 高压差分探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X500，测量 220V 交流电源，能测量出正确的波形说明高压差分探头功能正常。

16) P6100 高压差分探头（4455-H18）

测试步骤

连接 P6100 高压差分探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X100，测量 220V 交流电源，能测量出正确的波形说明高压差分探头功能正常。

17) P7100 高压差分探头（4455-H19）

测试步骤

连接 P7100 高压差分探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X100，测量 220V 交流电源，能测量出正确的波形说明高压差分探头功能正常。

18) P4220 高压单端探头（4455-H20）

测试步骤

连接 P7100 高压差分探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电压，设置探头系数 X100，测量 220V 交流电源，能测量出正确的波形说明高压差分探头功能正常。

19) AP621 电流探头（4455-H21）

测试步骤

连接 AP621 电流探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电流，设置探头系数 100mV/A，按照 AP621 的操作说明书设置相关参数，测量示波器自身的功耗并测量出相应的电流值，说明电流探头功能正常。

20) AP622D 电流探头（4455-H22）

测试步骤

连接 AP622D 电流探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电流，设置探头系数 100mV/A，按照 AP622D 的操作说明书设置相关

参数，测量示波器自身的功耗并测量出相应的电流值，说明电流探头功能正常。

21) AP204A 电流探头（4455-H23）

测试步骤

连接 AP204A 电流探头到示波器的 CH1，选择合适的阻抗，点击 CH1 的[探头设置]菜单，设置探头类型为电流，设置探头系数 50mV/A，按照 AP204A 的操作说明书设置相关参数，测量示波器自身的功耗并测量出相应的电流值，说明电流探头功能正常。

22) PL-50 匹配器（4455-H24）

测试步骤

连接 PL-50 匹配器到示波器的 CH1，CH1 的阻抗设置为 1M，使用数字万用表测试对地阻抗应为 50 欧姆左右，说明匹配器功能正常。

23) PL-75 匹配器（4455-H25）

测试步骤

连接 PL-75 匹配器到示波器的 CH1，CH1 的阻抗设置为 1M，使用数字万用表测试对地阻抗应为 75 欧姆左右，说明匹配器功能正常。

24) PL-93 匹配器（4455-H26）

测试步骤

连接 PL-93 匹配器到示波器的 CH1，CH1 的阻抗设置为 1M，使用数字万用表测试对地阻抗应为 93 欧姆左右，说明匹配器功能正常。

25) 极限模板测试模块（4455-S01）

测试步骤

极限模板测试选件的测试详见 6.5.1.5 中极限与模板测试（选件）。

26) 功率测量与分析模块（4455-S02）

测试步骤

功率测量与分析模块选件的测试详见 6.5.1.5 中功率测量与分析测试（选件）。

27) 高清视频触发模块（4455-S03）

测试步骤

高清视频触发选件的测试详见 6.5.1.5 中触发类型。

28) I2C 触发与分析模块（4455-S04）

测试步骤

I2C 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

29) RS232 触发与分析模块（4455-S05）

测试步骤

RS232 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

30) SPI 触发与分析模块（4455-S06）

测试步骤

SPI 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

31) CAN 触发与分析模块（4455-S07）

测试步骤

CAN 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

32) LIN 触发与分析模块（4455-S08）

测试步骤

LIN 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

33) FlexRay 触发与分析模块（4455-S09）

测试步骤

Flexray 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

34) Audio 触发与分析模块（4455-S10）

测试步骤

Audio 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

35) USB 触发与分析模块（4455-S11）

测试步骤

USB 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

36) 1553 触发与分析模块（4455-S12）

测试步骤

6.5 性能特性测试

1553 触发与分析选件的测试详见 6.5.1.5 中的总线解码协议类型。

6.5.2 性能特性测试记录表

测试地点：_____ 测试环境：_____ 测试时间：_____

机器型号：_____ 测试人员：_____

表 6.15 技战术指标测试记录表

序号	检验项目	单位	标准要求			检验结果
			4455D	4455E	4455F	
1	模拟通道数	/	4			
2	模拟带宽	Hz	50Ω：500M	50Ω：1G	50Ω：2G（1 通道、2 通道） 1G（3 通道、4 通道）	
			1MΩ：500M	1MΩ：500M	1MΩ：500M	
3	上升时间（50Ω）	ps	<700ps	<450ps	<270ps	
4	带宽限制	MHz	20、200			
5	输入阻抗	/	1MΩ±2%、50Ω±2%			
6	输入耦合	/	50Ω：DC、GND			
			1MΩ：DC、AC、GND			
7	垂直灵敏度范围	/	50Ω：1m V/div～1 V/div			
			1MΩ：1m V/div～10 V/div			
8	垂直增益精度	/	±1.5%满刻度(> 5mV/div，0V 偏置下)			
9	最大输入电压	Vrms	50Ω：5			
		Vmax	1MΩ：400			
10	垂直分辨率	bit	12			
11	偏置范围	/	50Ω： ±20div（1mV/div~20mV/div） ±700mV（50mV/div） ±1V（100mV/div~200mV/div） ±5V（500mV/div~1V/div）			
			1MΩ： ±1V（1mV/div~200mV/div） ±10V（500mV/div~1V/div） ±100V（2V/div~10V/div）			
12	通道隔离度	dB	≥40	≥30	≥30（≤1GHz） ≥20（＞1GHz，≤2GHz）	
13	最高取样率	GSa/s	5（单、双）、2.5（三、四）			
14	存储深度	Mpts/CH	500			
15	采集模式	/	正常、峰值、高分辨率、包络、平均、滚动			
16	最高采样率	/ms	100			

	持续时间			
17	最快波形捕获率	波形/秒	70 万个	
18	时基范围	s/div	20p ～1000	
19	时基精度	ppm	±18	
20	时基延时范围	/	-10 格到 5000s	
21	触发源	/	模拟通道（CH1~CH4）、外部、市电	
22	触发模式	/	自动、正常、单次	
23	触发释抑范围	/	6.4ns 至 12.8s	
24	触发电平范围	/	内部（CH1~CH4）：±4 格	
			外部：±0.4V、 外部/10：±4V	
25	触发灵敏度	/	≤0.5div:10MHz ≤0.8div: 200MHz ≤1.0div: 500MHz	≤0.5div: 10MHz ≤0.8div: 200MHz ≤1.0div: 500MHz ≤1.5div:1GHz	≤0.5div: 10MHz ≤0.8div:500MHz ≤1.0div:1GHz ≤1.5div:2GHz
			外部：50mV、外部/10：500mV		
26	触发类型	/	边沿、序列、欠幅、脉宽、逻辑、建立和保持、升降时间、视频、高清视频		
27	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、突发宽度、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		
28	光标测量	/	波形和屏幕		
29	统计测量	/	平均值、最小值、最大值、标准偏差		
30	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		
31	选通	/	在采集中隔离特定事件并测量，使用屏幕或波形光标		
32	直方图测量	/	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		
33	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		

6.5 性能特性测试

			量和参数测量结果	
34	极限与模板测试	/	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	
35	功率测量与分析	/	电源质量测试：VRMS、V波峰因数、频率、IRMS、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Ton、Toff、传导、总损耗	
			谐波：THD-F、THD-R、RMS测量 ，谐波图形显示及表格显示	
			波纹测量：V波纹和I波纹	
			调制分析：+脉宽、-脉宽、周期、频率、+占空比和-占空比调制类型的图形显示	
			安全作业区：开关设备安全作业区测量的图形显示和模板测试	
			dV/dt和dI/dt测量：转换速率光标测量	
36	总线解码通道数量	个	1	
37	显示格式	/	二进制、十六进制	
38	显示方式	/	总线视图、数字视图、带有时标信息的事件表	
39	总线解码协议类型	/	I2C、RS232、SPI、CAN、LIN、FlexRay、Audio、USB、MIL-STD-1553	
40	数字通道数	/	16	
41	阈值分组	/	Pod 1：D7～D0；Pod2：D15～D8	
42	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	
43	自定义阈值范围	/	±20V，增量为 10mV	
44	阈值精度	/	±(150mV+阈值设置的 3%)	
45	最大输入电压	/	±30V 峰值	
46	输入动态范围	/	±10V 相对于阈值	
47	最小电压摆幅	mVpp	400	
48	最大输入切换速率	MHz	200	

49	输入阻抗	/	100kΩ±10%	
50	垂直分辨率	bit	1	
51	定时采样率	GSa/s	2.5	
52	存储深度	Mpts/CH	125	
53	最小检测脉宽	ns	2	
54	通道间延迟误差	ns	3.2	
55	通道数	/	1	
56	最高输出频率	MHz	25	
57	最高采样率	MSa/s	200	
58	垂直分辨率	bit	14	
59	输出阻抗	Ω	50（典型值）	
60	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	
61	调制	/	FM、AM、FSK	
62	正弦波	/	频率范围：0.1Hz~25MHz	
		dBc	谐波失真：-40	
		dBc	杂散：-40	
		/	总谐波失真：1%	
		dB	信噪比：40	
63	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）	
		ns	最小脉宽：40	
		/	脉宽分辨率：5ns或4位（取2者较大）	
64	斜波/三角波	/	频率范围：0.1Hz~1MHz	
		/	线性：1%	
		/	可变对称性：0~100%	
65	噪声	MHz	带宽：25	
66	内建波形频率	/	0.1Hz~1MHz	
67	任意波形	/	波形长度：1~16384	
		/	频率范围：0.1Hz~10MHz	
68	频率	ppm	精度：100	
		/	分辨率：0.1Hz或4位（取2者较大）	
69	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)	
70	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）	
71	刻度	/	完整、网格、十字准线、框架	
72	触摸屏	/	电容触摸屏、支持波形和菜单的操作	

73	波形类型	/	点、矢量、余晖	
74	显示格式	/	YT、XY	
75	灰度等级	/	256 级	

6.5.3 性能特性测试推荐仪器

表 6.16 性能特性测试推荐仪器

序号	仪器名称	主要技术指标	推荐型号
1	示波器校准仪	带宽：3.2GHz	Fluke9500B
2	快沿探头	带宽：3.2GHz	FLUKE9530 ACTIVE HEAD
3	多功能校准器	直流电压输出：1000V	Fluke5520
4	函数发生器	频率范围：80MHz 幅度：10Vpp	Agilent 33250
5	函数发生器	频率范围：240MHz 通道数：2	AFG3252C
6	示波器	带宽：1GHz 采样率：5GSa/s	MDO4104C
7	任意波形发生器	带宽：3.2GHz 采样率：12GSa/s	AWG7122B
8	总线协议发生板	I2C、RS232、SPI 等多种串行协议	DEMO3000
9	视频信号发生器	产生模拟、数字等多种视频信号	WY2008H
10	数字万用表	3 位半	Fluke15B
11	高低温湿热交换箱	温度-70℃ ~ +80℃， 湿度 50 ~ 98%RH	Y751C
12	机械振动台	垂直台：最大位移 25mm， 频率范围：5~3000Hz， 最大负载 200kg 水平台：最大位移 25mm， 频率范围：5~1000Hz， 最大负载 100kg	D-600-3
13	冲击碰撞台	最大负载 100kg， 加速度 50 ~ 400m/s2	P-100
14	泄漏电流测试仪		CJ2673
15	调频变压电源	220VAC±10% 50Hz±5%	AFC-1KW
16	直尺	最小分度值≥1mm	
17	案秤	最小分度值≥5g	

附 录

- 附录A 技战术指标说明.....305
- 附录B 选件和附件.....311

附录 A 技战术指标说明

指标 \ 型号		4455D	4455E	4455F
垂直系统	模拟通道数	4		
	带宽	50Ω：500MHz	50Ω：1GHz	50Ω：2GHz（单、双） 1GHz（三、四）
		1MΩ：500MHz	1MΩ：500MHz	1MΩ：500MHz
	上升时间（50Ω）	<700ps	<450ps	<270ps
	带宽限制	20MHz、200MHz		
	输入阻抗	50Ω：50Ω±2%		
		1MΩ：1MΩ±2%		
	输入耦合	1MΩ：DC、AC、GND		
		50Ω：DC、GND		
	垂直灵敏度范围	50Ω：1mV/div~1V/div		
		1MΩ：1mV/div~10V/div		
	垂直增益精度	±1.5%满刻度（> 5mV/div，0V 偏置）		
	最大输入电压	50Ω：5Vrms		
		1MΩ：400Vmax		
	垂直分辨率	12bit		
	偏置范围	50Ω： ±20div（1mV/div~20mV/div） ±700mV（50mV/div） ±1V（100mV/div~200mV/div） ±5V（500mV/div~1V/div） 1MΩ： ±1V（1mV/div~200mV/div） ±10V（500mV/div~1V/div） ±100V（2V/div~10V/div）		
	通道间隔离度	≥40dB	≥30dB	≥30dB（≤1GHz） ≥20dB（>1GHz，≤2GHz）

附录 A 技战术指标说明

<table>
<tr><td rowspan="10">水平系统</td><td>最高采样率</td><td colspan="3">5GSa/s（单、双）、2.5GSa/s（三、四）</td></tr>
<tr><td>存储深度</td><td colspan="3">500Mpts/CH</td></tr>
<tr><td rowspan="6">采集模式</td><td colspan="3">正常：采集取样的值</td></tr>
<tr><td colspan="3">峰值：取样毛刺最小 400ps</td></tr>
<tr><td colspan="3">高分辨率：15 位垂直分辨率，可降低噪声</td></tr>
<tr><td colspan="3">包络：最小和最大值包络反应多次采集上的峰值数据</td></tr>
<tr><td colspan="3">平均：平均包含 2-512 个波形</td></tr>
<tr><td colspan="3">滚动：在屏幕上从右向左滚动波形，时基 100ms/div~1000s/div</td></tr>
<tr><td>最高采样率持续时间</td><td colspan="3">100ms</td></tr>
<tr><td>最快波形捕获率</td><td colspan="3">70 万个波形/秒</td></tr>
<tr><td>时基范围</td><td colspan="3">20ps/div~1000s/div</td></tr>
<tr><td>时基精度</td><td colspan="3">±18ppm</td></tr>
<tr><td>时基延时范围</td><td colspan="3">-10 格到 5000s</td></tr>
<tr><td rowspan="8">触发系统</td><td>触发源</td><td colspan="3">模拟通道（CH1~CH4）、外部、数字通道（D0~D15）、市电</td></tr>
<tr><td>触发模式</td><td colspan="3">自动、正常、单次</td></tr>
<tr><td>触发释抑范围</td><td colspan="3">6.4ns 至 12.8s</td></tr>
<tr><td rowspan="2">触发电平范围</td><td colspan="3">内部（CH1~CH4）：±4 格</td></tr>
<tr><td colspan="3">外部：±0.4V、 外部/10：±4V</td></tr>
<tr><td rowspan="2">触发灵敏度</td><td>≤0.5div：10MHz
≤0.8div：200MHz
≤1.0div：500MHz</td><td>≤0.5div：10MHz
≤0.8div：200MHz
≤1.0div：500MHz
≤1.5div： 1GHz</td><td>≤0.5div：10MHz
≤0.8div：500MHz
≤1.0div：1GHz
≤1.5div：2GHz</td></tr>
<tr><td colspan="3">外部：50mV、外部/10：500mV</td></tr>
<tr><td rowspan="5">触发类型</td><td colspan="3">边沿：在任何通道或辅助输入的上升沿或下降沿上触发</td></tr>
<tr><td colspan="3">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</td></tr>
<tr><td colspan="3">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</td></tr>
<tr><td colspan="3">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</td></tr>
<tr><td colspan="3">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</td></tr>
</table>

		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、突发宽度、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

附录 A 技战术指标说明

		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
	功率测量与分析（选件 S02）	电源质量测试：VRMS、V波峰因数、频率、IRMS、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Ton、Toff、传导、总损耗
		谐波：THD-F、THD-R、RMS测量 ，谐波图形显示及表格显示
		波纹测量：V波纹和I波纹
		调制分析：+脉宽、-脉宽、周期、频率、+占空比和-占空比调制类型的图形显示
		安全作业区：开关设备安全作业区测量的图形显示和模板测试
		dV/dt和dI/dt测量：转换速率光标测量
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
	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
	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
	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

	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：1.x、2.x
	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
	Audio 触发与分析（选件 S10）	在字选择、帧同步或数据上触发，I2S/LJ/RJ/TDM的最大速率10Mbps
		信号速率：≤10Mbps；协议类型：I2S、LJ、RJ、TDM
	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
	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
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	±30V 峰值
	输入动态范围	±10V 相对于阈值
	最小电压摆幅	400mVpp
	最大输入切换速率	200MHz
	输入阻抗	100kΩ±10%
	垂直分辨率	1bit
	定时采样率	2.5GSa/s
	存储深度	125Mpts/CH
	最小检测脉宽	2ns
	通道间延迟误差	3.2ns
函数发	通道数	1
	最高输出频率	25MHz
	最高采样率	200MSa/s

附录 A 技战术指标说明

生器 选件H02	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2者较大）
	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）
显示系	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

统	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
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
	探头补偿器输出	前面板针脚，频率 1kHz、幅度约 3V
其他	结构形式	便携式
	电源	100V~240VAC 、50Hz~60Hz
		功耗：≤150 W
	工作温度范围	0℃~+40℃
	存储温度范围	-40℃~+70℃
	最大外形尺寸（宽×高×深）	426mm×221.5mm×160mm（不包含底角和把手）
	最大重量	7kg

附录 B 选件和附件

4455 系列数字示波器的标准配置的附件如下表所示。

（1）主机

- 4455D 数字荧光示波器 4CH，500MHz，5GSa/s（单、双通道）、2.5GSa/s（三、四通道）
- 4455E 数字荧光示波器 4CH，1GHz，5GSa/s（单、双通道）、2.5GSa/s（三、四通道）
- 4455F 数字荧光示波器 4CH，2GHz，5GSa/s（单、双通道）、2.5GSa/s（三、四通道）

（2）标配

序号	名称	说明
1	高阻探头	4 根
2	电源线组件	标准三芯电源线
3	用户手册	仪器使用说明
4	产品合格证	产品出厂合格证明
5	编程手册	仪器编程说明

（3）选件

选件编号	名称	功能	备注
4455-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	
4455-H02	函数发生器选件	1 通道、25MHz 函数发生器	
4455-H03	P9558 高压单端探头	带宽：DC～250MHz 衰减：100:1 最大电压：3000V	
4455-H04	P3258 高压单端探头	带宽：DC～100MHz 衰减：100:1 最大电压：1500Vpk	
4455-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	
4455-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	
4455-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	
4455-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	
4455-H09	机架安装套件	机架安装套件	

4455-H10	铝合金运输箱	铝合金运输箱	
4455-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	
4455-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	
4455-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	
4455-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	
4455-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)	
4455-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	
4455-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	
4455-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)	
4455-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	
4455-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	
4455-H23	AP204A 电流探头	带宽：DC～50MHz 精度：±3% 最大电流：40A（DC+ACpk） 量程：50mV/A	

附录 B 选件和附件

4455-H24	PL-50 匹配器	阻抗：50Ω±1% 带宽：DC～2GHz	
4455-H25	PL-75 匹配器	阻抗：75Ω±1% 带宽：DC～1GHz	
4455-H26	PL-93 匹配器	阻抗：93Ω±1% 带宽：DC～1GHz	

选件编号	名称	功能	备注
4455-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	
4455-S02	功率测量与分析模块	支持电源质量、开关损耗、谐波、波纹、调制等测试	
4455-S03	高清视频触发模块	支持 480p、576p、720p、1080p、1080i 等制式	
4455-S04	I^2C 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	
4455-S05	RS232 触发与分析模块	信号速率：50～2Mbps 信号类型：单端	
4455-S06	SPI 触发与分析模块	信号速率：≤10Mbps 信号类型：单端	
4455-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	
4455-S08	LIN 触发与分析模块	信号速率：800bps～100kbps 协议标准：1.X、2.X 信号类型：单端	
4455-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	
4455-S10	Audio 触发与分析模块	信号速率：≤10Mbps 协议类型：I^2S、LJ、RJ、TDM 信号类型：单端	
4455-S11	USB 触发与分析模块	信号速率：1.5Mbps、12Mbps 信号类型：单端、差分	
4455-S12	MIL-STD-1553 触发与分析模块	信号速率：1Mbps 信号类型：单端、差分	