

# AV4381B 数字示波表

## 用户手册



中电科仪器仪表有限公司

# 前 言

非常感谢您选择使用由中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 AV4381B 数字示波表！本产品集示波器、数字表、频率计于一体，在同类产品中具有较高的性价比；它体积小、重量轻，支持鼠标、按键和触摸屏的操作选择；另外，它还具有测量精度高、测量速度快、供电方式灵活等特点。为增进您对本款示波表的了解和使用，请仔细阅读本手册。

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

**服务咨询： 0532-86889847 800-868-7041**

**技术支持： 0532-86888026**

**质量监督： 0532-86886614**

**传 真： 0532-86889056**

**网 址： www.ei41.com**

**电子信箱： 5117@ei41.com**

**地 址： 山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号**

**邮 编： 266555**

本手册介绍了 AV4381B 数字示波表的用途、菜单结构、使用方法、使用注意事项、基本工作原理等，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。请仔细阅读本手册，并按照相应说明进行正确操作。

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

---

**本手册是 AV4381B 数字示波表用户手册第一版，版本号为 AV2.734.1009SS。**



**说 明：**

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

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本所授权，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，中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

---

编 者

2014 年 10 月

# 目 录

<b>第一章 使用指南</b> .....	<b>1</b>
1.1 开箱检查.....	1
1.2 安全须知.....	1
1.2.1 环境要求.....	2
1.2.2 电源线的选择.....	2
1.2.3 供电要求.....	2
1.2.4 静电防护 (ESD).....	3
1.3 售后维护.....	3
1.4 文章标识.....	3
<b>第二章 关于 AV4381B 数字示波表</b> .....	<b>5</b>
2.1 开机使用.....	5
2.2 前面板概述.....	5
2.2.1 开关机键.....	6
2.2.2 功能键.....	7
2.2.3 方向键.....	7
2.2.4 系统键.....	8
2.2.5 多功能键.....	8
2.2.6 示波器专用键.....	8
2.2.7 屏幕显示区.....	10
2.3 屏幕显示区域概述.....	10
2.3.1 示波器屏幕显示区.....	10
2.3.2 数字表屏幕显示区.....	13
2.3.3 频率计屏幕显示区.....	14
2.4 侧面板概述.....	15
2.4.1 电源接口.....	15
2.4.2 通信接口.....	16
2.4.3 手写笔.....	16
2.5 顶面板概述.....	17
2.6 电池.....	17
2.6.1 电池安装与更换.....	17

2.6.2	查看电池状态 .....	18
2.6.3	电池充电 .....	18
<b>第三章</b>	<b>使用示波器.....</b>	<b>19</b>
3.1	按键说明.....	19
3.2	探头.....	20
3.2.1	探头的连接 .....	20
3.2.2	探头的设置 .....	21
3.2.3	探头的校准 .....	22
3.3	垂直系统.....	22
3.3.1	通道状态设置 .....	23
3.3.2	耦合方式设置 .....	23
3.3.3	带宽限制设置 .....	24
3.3.4	探头系数设置 .....	24
3.3.5	垂直灵敏度设置 .....	24
3.3.6	垂直偏置设置 .....	25
3.4	水平系统.....	25
3.4.1	时基设置 .....	26
3.4.2	水平延时设置 .....	27
3.4.3	视窗扩展设置 .....	27
3.4.4	采集方式设置 .....	28
3.5	触发系统.....	29
3.5.1	触发通道设置 .....	30
3.5.2	触发电平设置 .....	30
3.5.3	触发迟滞设置 .....	31
3.5.4	触发模式设置 .....	31
3.5.5	触发类型设置 .....	32
3.6	显示系统.....	34
3.6.1	显示方式设置 .....	34
3.6.2	坐标网格设置 .....	34
3.6.3	显示模式设置 .....	35
3.7	测量系统.....	36
3.7.1	参数测量设置 .....	36
3.7.2	光标测量设置 .....	38

3.8	波形运算.....	39
3.8.1	加法运算设置.....	39
3.8.2	减法运算设置.....	41
3.8.3	乘法运算设置.....	42
3.8.4	FFT 运算设置.....	43
<b>第四章</b>	<b>使用数字表.....</b>	<b>46</b>
4.1	按键说明.....	46
4.2	黑红表笔连接.....	46
4.3	主菜单说明.....	47
4.4	测量类型设置.....	47
4.4.1	电阻测量.....	47
4.4.2	直流电压测量.....	48
4.4.3	交流电压测量.....	49
4.4.4	通断测量.....	50
4.4.5	二极管测量.....	51
4.4.6	直流电流测量.....	52
4.4.7	交流电流测量.....	54
4.4.8	温度测量.....	54
4.5	相关测量设置.....	55
4.6	手动量程设置.....	55
<b>第五章</b>	<b>使用频率计.....</b>	<b>57</b>
5.1	按键说明.....	57
5.2	探头设置.....	57
5.3	主菜单说明.....	57
5.4	测量通道设置.....	58
5.5	测量类型设置.....	58
5.6	探头系数设置.....	58
5.7	测量幅度设置.....	58
<b>第六章</b>	<b>系统管理.....</b>	<b>60</b>
6.1	按键说明.....	60
6.2	示波器系统菜单.....	60
6.2.1	保存与回放设置.....	61

6.2.2	校准设置 .....	62
6.2.3	退出系统 .....	63
6.2.4	设置日期/时间 .....	64
6.2.5	触屏校准 .....	64
6.2.6	屏幕亮度调节 .....	64
6.3	数字表系统菜单.....	65
6.4	频率计系统菜单.....	65
<b>第七章</b>	<b>使用 RFID 选件.....</b>	<b>67</b>
7.1	RFID 简介 .....	67
7.2	RFID 无线传输系统的搭建 .....	67
7.2.1	示波表和 RFID 模块的连接 .....	68
7.2.2	RFID 模块 IP 地址和端口设置.....	69
7.3	示波器的 RFID 操作.....	69
7.3.1	RFID 数据上传.....	70
7.3.2	RFID 数据保存.....	70
7.3.3	RFID 的回放操作.....	70
7.3.4	RFID 的数据量选择.....	71
7.3.5	RFID 的定时发送.....	71
7.4	数字表的 RFID 操作.....	71
7.4.1	RFID 的数据上传.....	72
7.4.2	RFID 的数据保存.....	72
7.4.3	RFID 的回放操作.....	72
7.4.4	RFID 的定时发送.....	73
7.5	频率计的 RFID 操作.....	73
7.5.1	RFID 的数据上传.....	73
7.5.2	RFID 的数据保存.....	73
7.5.3	RFID 的回放操作.....	74
7.5.4	RFID 的定时发送.....	74
<b>第八章</b>	<b>工作原理.....</b>	<b>75</b>
<b>第九章</b>	<b>应用示例.....</b>	<b>76</b>
9.1	测量简单的信号.....	76
9.2	测量脉冲信号.....	76

9.3	查看两路信号的相位差.....	77
9.3.1	XY 测量法.....	77
9.3.2	参数自动测量法.....	79
9.4	触发迟滞的应用技巧.....	79
<b>第十章</b>	<b>故障检测与处理.....</b>	<b>81</b>
<b>附录 1:</b>	<b>技术指标说明.....</b>	<b>82</b>
<b>附录 2:</b>	<b>附件和选件.....</b>	<b>84</b>





## 第一章 使用指南

欢迎选用由中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 AV4381B 数字示波表。AV4381B 数字示波表是一款集示波器、数字表、频率计于一体的多功能综合型通用测试仪器。采用全新的数字触发技术，具有高触发灵敏度、低触发动抖等特点；拥有多种参数的自动测量功能，实现信号快速、准确的测试；仪器操作简单，支持按键、鼠标、触摸屏的操作选择，实现良好的人机交互；体积小、重量轻、可电池供电；广泛应用于电子设备的科研、生产、试验和技术保障测试。

本章将详细介绍开箱检查、加电前检查、启动/关闭仪器、日常维护及维修等方面的注意事项。在您使用前请仔细阅读本章内容，以防由不当的操作造成示波表的损坏或意外事故的发生。当出现问题时，请及时与我们联系，我们将尽快予以解决。

### 1.1 开箱检查

当您接收到本仪器时，请务必参照以下步骤检查货品包装和核对装箱清单：

- 1) 检查货品包装箱和衬垫材料是否出现挤压或撕裂的痕迹，如果有相应痕迹请进一步开箱检查仪器是否有外观损伤。
- 2) 小心取出包装箱中的物品，并对照装箱清单将所属附件及文件进行核对。包装箱内必备的附件和文件包括：
  - 电源线一根
  - 电源适配器一个
  - 锂电池一块
  - 示波器探头两个
  - 数字表探头一副
  - 产品合格证一个
  - BNC 电缆一根
  - 《AV4381B 数字示波表用户手册》两本
  - “装箱清单”一份

在检查箱内的仪器、附件及文件齐全而且完好后，方可对示波表进行电性能测试。

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



说明：

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

---

### 1.2 安全须知

AV4381B 数字示波表安全性符合 GJB3947A-2009 规定要求。本仪器内部没有可供用户操作的零部件，请勿擅自打开仪器外壳，以免造成不必要的人身伤害。为保证您的安全以及正确使用仪器，使用前请务必仔细阅读以下安全须知事项。

### 1.2.1 环境要求

为了保证 AV4381B 数字示波表的使用寿命及测量的有效性和准确性，请在以下温度环境条件下进行测试及存储数据。

存储温度范围：-20℃~+60℃

工作温度范围：0℃~+40℃

### 1.2.2 电源线的选择

AV4381B 数字示波表采用符合国际安全标准的三芯电源线。使用时，插入带有保护地的合适电源插座，以使仪器可通过电源线将机壳接地。推荐使用随机携带的电源线。如需更换电源线，建议使用同类型的 250V/2.5A 电源线。

### 1.2.3 供电要求

AV4381B 数字示波表可采用两种方式供电：

#### 1) 交流电源、适配器供电

采用交流供电时必须使用随机配备的电源适配器。适配器的输入为 100~240V、50~60Hz 交流电。为防止或减少由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰可能造成示波表硬件的毁坏，最好使用交流稳压电源为示波表供电。适配器线性电压输入范围较宽，使用时确保供电电压在表 1.1 要求的范围以内。

表 1.1 电源要求

电源参数	适应范围
输入电压	100V~240V <sub>AC</sub>
额定输入电流	2A
工作频率	50Hz~60Hz



说明：工作电压与频率范围以所配电源适配器铭牌标识为准。

#### 2) 内置电池供电

AV4381B 数字示波表可使用可充电锂电池对其进行供电。电池如果长时间闲置不用，

本身会放电，再次使用前须先对充电电池充电，电池详细更换方法见 2.6 节。随机配装电池的基本参数如下：

标称电压： 14.8V

标称容量： 6200mAH

工作时间：

可连续工作 3 小时以上（含 RFID 选件）

可连续工作 4 小时（不含 RFID 选件）



**警告：**

充电电池不可暴露于火及高温环境（高于 60℃）中，不可丢进淡水或咸水里，也不可弄湿电池，并远离儿童。

充电电池可重复使用，将其放置在合适的容器中，避免使电池短路。电池中的镍、铬等重金属会对自然环境造成污染，废旧电池不可随便丢弃，应放入专用的电池回收箱。

#### 1.2.4 静电防护（ESD）

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

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

### 1.3 售后维护

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




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

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

### 1.4 文章标识

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

表 1.2 文章标识

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

## 第二章 关于 AV4381B 数字示波表

本章从整体描述 AV4381B 数字示波表。通过阅读本章，用户可进一步熟悉仪器结构及其基本测试功能。此外，在第三章为您讲述如何使用示波器；在第四章为您讲述如何使用数字表；第五章为您讲述如何使用频率计；第六章介绍数字示波表系统设置；第七章为您讲述如何使用 RFID 无线通信模块选件；第八章介绍数字示波表的基本工作原理；第九章介绍数字示波表的应用示例；第十章介绍故障检测与处理。



### 2.1 开机使用

在给 AV4381B 数字示波表加电前，请按照第一章中“供电要求”检查供电设备。确认供电无误后，给数字示波表供电。




说明：

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

按下 AV4381B 数字示波表前面板左下角的黄色电源开/关键【】约两秒钟，听到“嘀”的一声后，松开【】键，示波表进入开机界面。

AV4381B 将花大约 20 秒的时间启动系统、执行一系列自检程序，然后仪器进入主程序初始化界面，显示“正在初始化，请稍候……”。主程序启动后，将自动进入示波器界面，用户会观察到屏幕的基线在不停的刷新，并据此观察示波器功能是否工作正常，用户按【数字表】键，可切换到数字表的电阻测量功能，屏幕显示 OLM $\odot$ ，说明数字表功能正常。

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



说明：

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

### 2.2 前面板概述

本节将对 AV4381B 的前面板做详细说明，阅读本节您可大致熟悉该仪器面板键盘的基本使用。图 2.1 为 AV4381B 数字示波表前面板。



图 2.1 AV4381B 数字示波表前面板

AV4381B 数字示波表的前面板由开关机键、功能模式键、方向键、系统键、多功能键、示波器专用键等几个部分组成。

### 2.2.1 开关机键



图 2.2 开关机键示意图

【】: 用于仪器的开机和关机。

### 2.2.2 功能键



图 2.3 功能键示意图

【示波器】：用于示波器功能模式的切换，显示示波器的波形图像及参数设置。

【数字表】：用于数字表功能模式的切换，显示数字表的测量结果及参数设置。

【频率计】：用于频率计功能模式的切换，显示频率计的测量结果及参数设置。

### 2.2.3 方向键

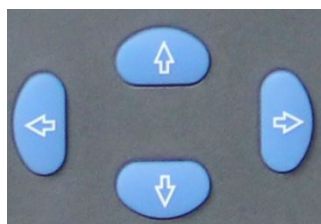


图 2.4 方向键示意图

方向键主要由上、下、左、右四个按键组成，主要用于实现三级菜单的操作选择功能及参数的设置功能。

【⇒】：向右移动。

【⇐】：向左移动。

【↑】：向上移动。

【↓】：向下移动。

需要使用方向键进行参数设置功能，在菜单上会有相应的提示，如 FFT 功能的[水平刻度]使用左、右方向键实现水平刻度的缩放；[垂直刻度]使用上、下方向键实现垂直刻度的缩放。



图 2.5 方向键参数设置示意图

### 2.2.4 系统键

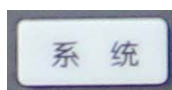


图 2.6 系统键示意图

系统键主要实现系统相关功能的设置，如保存、校准、退出系统、高级设置等功能。



图 2.7 系统菜单示意图

### 2.2.5 多功能键

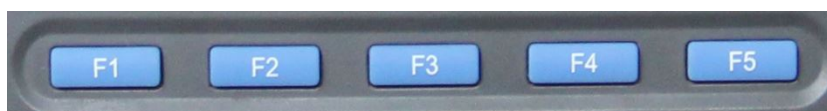


图 2.8 多功能键示意图

多功能键主要由【F1】、【F2】、【F3】、【F4】、【F5】五个按钮组成，实现二级和三级菜单的参数设置功能，分别对应各自屏幕上方的菜单设置。

### 2.2.6 示波器专用键

为实现示波器功能的快速操作，方便用户使用，在前面板设置了示波器专用键，主要对示波器的垂直系统、水平系统、触发系统及控制系统进行快速的参数设置。

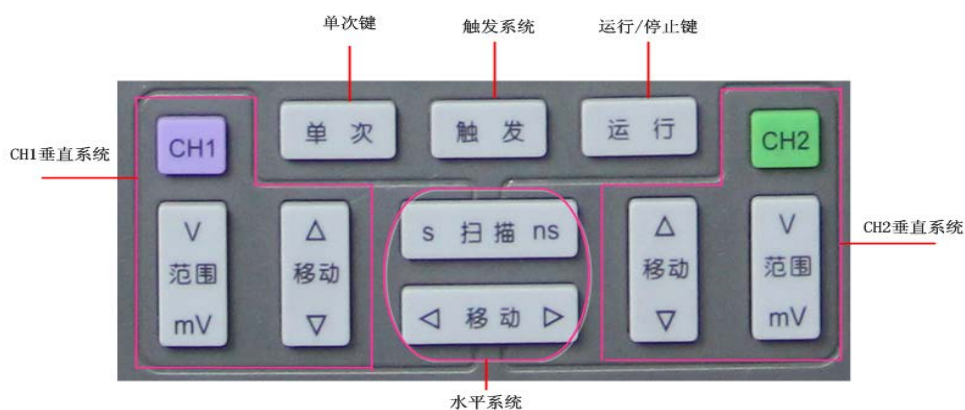


图 2.9 示波器专用键示意图

通道 1 的垂直系统设置主要包含以下按键：



- 1) **【CH1】**: 用于示波器 CH1 的状态设置, 包括[通道状态]、[耦合方式]、[带宽限制]、[探头系数]等。
- 2) **【范围 V】**: 用于示波器 CH1 的垂直灵敏度设置, 按一下, CH1 的垂直灵敏度范围按照 1、2、5 步进增加一档。
- 3) **【范围 mV】**: 用于示波器 CH1 的垂直灵敏度设置, 按一下, CH1 的垂直灵敏度范围按照 1、2、5 步进减小一档。
- 4) **【移动△】**: 用于示波器 CH1 的垂直偏置的设置, 按一下, CH1 的垂直偏置往上移动一个像素点, 按住超过 2 秒, 可加速向上移动, 每次移动五个像素点。
- 5) **【移动▽】**: 用于示波器 CH1 的垂直偏置的设置, 按一下, CH1 的垂直偏置往下移动一个像素点, 按住超过 2 秒, 可加速向下移动, 每次移动五个像素点。

通道 2 的垂直系统设置主要包含以下按键:

- 1) **【CH2】**: 用于示波器 CH2 的状态设置, 包括[通道状态]、[耦合方式]、[带宽限制]、[探头系数]等。
- 2) **【范围 V】**: 用于示波器 CH2 的垂直灵敏度设置, 按一下, CH2 的垂直灵敏度范围按照 1、2、5 步进增加一档。
- 3) **【范围 mV】**: 用于示波器 CH2 的垂直灵敏度设置, 按一下, CH2 的垂直灵敏度范围按照 1、2、5 步进减小一档。
- 4) **【移动△】**: 用于示波器 CH2 的垂直偏置的设置, 按一下, CH2 的垂直偏置往上移动一个像素点, 按住超过 2 秒, 可加速向上移动, 每次移动五个像素点。
- 5) **【移动▽】**: 用于示波器 CH2 的垂直偏置的设置, 按一下, CH2 的垂直偏置往下移动一个像素点, 按住超过 2 秒, 可加速向下移动, 每次移动五个像素点。

示波器的水平系统设置主要包含以下按键:

- 1) **【扫描 s】**: 用于示波器 CH1 和 CH2 的时基设置, 按一下, CH1 和 CH2 的时基按照 1、2、4 步进增加一档。
- 2) **【扫描 ns】**: 用于示波器 CH1 和 CH2 的时基设置, 按一下, CH1 和 CH2 的时基按照 1、2、4 步进减小一档。
- 3) **【移动⇐】**: 用于示波器 CH1 和 CH2 的水平正向延时设置, 按一下, CH1 和 CH2 的触发点向左一个像素点, 1 个像素点代表正向延时时间是时基的 1/50, 按住超过 2 秒, 可左加速向左移动, 每次移动五个像素点。
- 4) **【移动⇒】**: 用于示波器 CH1 和 CH2 的水平负向延时设置, 按一下, CH1 和 CH2 的触发点向右一个像素点, 1 个像素点代表负向延时时间是时基的 1/50, 按住超过 2 秒, 可左加速向右移动, 每次移动五个像素点。

示波器的触发系统设置主要在**【触发】**键中实现。

- 1) **【触发】**: 用于示波器触发系统的状态设置, 包括[触发源]、[触发电平]、[触发迟

滞)、[触发模式]、[触发选项]等。

示波器的控制系统设置由以下按钮组成：

- 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 30kpts 的采集数据。
- 2) **【运行】**：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（600 个点）；停止状态下，静态显示每次捕获的一屏数据（600 个点），可方便用户查看和分析波形。
- 3) **【自动】**：用于示波器的波形自动设置功能，自动设置好垂直系统、水平系统及触发系统，得到较为合适的波形显示。
- 4) **【光标】**：用于示波器的光标测量功能，可实现 2 个通道的电压和时间的光标测量功能。

### 2.2.7 屏幕显示区

屏幕显示区根据示波器、数字表和频率计的工作模式不同而有所不同，将在 2.3 节分别进行详细介绍。

## 2.3 屏幕显示区域概述

AV4381B 数字示波表采用了 6.5 英寸高亮度真彩 TFT 液晶显示屏，并具备触屏功能，将应用程序的菜单操作通过触摸屏实现。示波器、数字表和频率计各有一种屏幕显示区域。

### 2.3.1 示波器屏幕显示区

示波器的屏幕显示区主要由系统状态栏、波形显示区、控制状态栏及菜单栏等四部分组成。

#### 2.3.1.1 系统状态栏

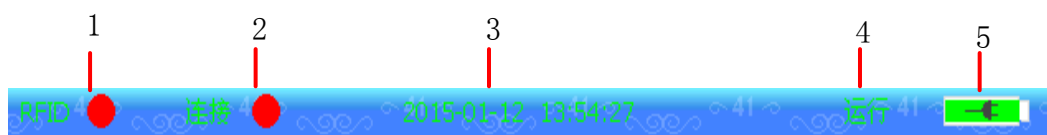


图 2.10 系统状态栏

- 1) RFID 选件状态指示，该状态指示分为以下三种。
  - 若用户配置了 RFID 选件时，当 RFID 模块与示波表连接正常时，○为绿色。
  - 若用户配置了 RFID 选件时，当 RFID 模块与示波表连接不正常时，○为红色。
  - 若用户未配置 RFID 选件时，RFID 状态指示图标不显示。

- 2) RFID 选件连接指示, 该状态指示分为以下三种。
  - 若用户配置了 RFID 选件时, 当示波表上的 RFID 模块与远端 PMA 上的 RFID 模块配对成功并建立连接时, 连接指示图标为绿色。
  - 若用户配置了 RFID 选件时, 当示波表上的 RFID 模块与远端 PMA 上的 RFID 模块配对不成功或未建立连接时, 连接指示图标为红色。
  - 若用户未配置 RFID 选件时, 连接指示图标不显示。
- 3) 当前日期、时间显示: 2015-01-12 13:54:27 表示当前日期为 2015 年 1 月 12 日, 时间是 13 点 54 分 27 秒。
- 4) 示波器运行/停止状态指示, 通过【运行】键切换。
  - 若示波器处于运行状态, 状态指示为绿色的运行。
  - 若示波器处于停止状态, 状态指示为红色的停止。
- 5) 电源供电指示, 显示状态分为四种。
  - 当未安装电池时, 该区域显示连接外部电源图样。
  - 当安装电池且未连接外部电源时, 显示电池电量的当前状态。
  - 当安装电池且连接外部电源时, 若电池电量未, 显示电池充电状态。
  - 当安装电池且连接外部电源时, 若电池电量已满, 显示充电完毕状态。



图 2.11 电源标识

### 2.3.1.2 波形显示区

波形显示区主要包括垂直网格 8 格、水平网格 12 格、触发点位置、触发电平位置、CH1 波形、CH2 波形和测量结果显示区等几部分。

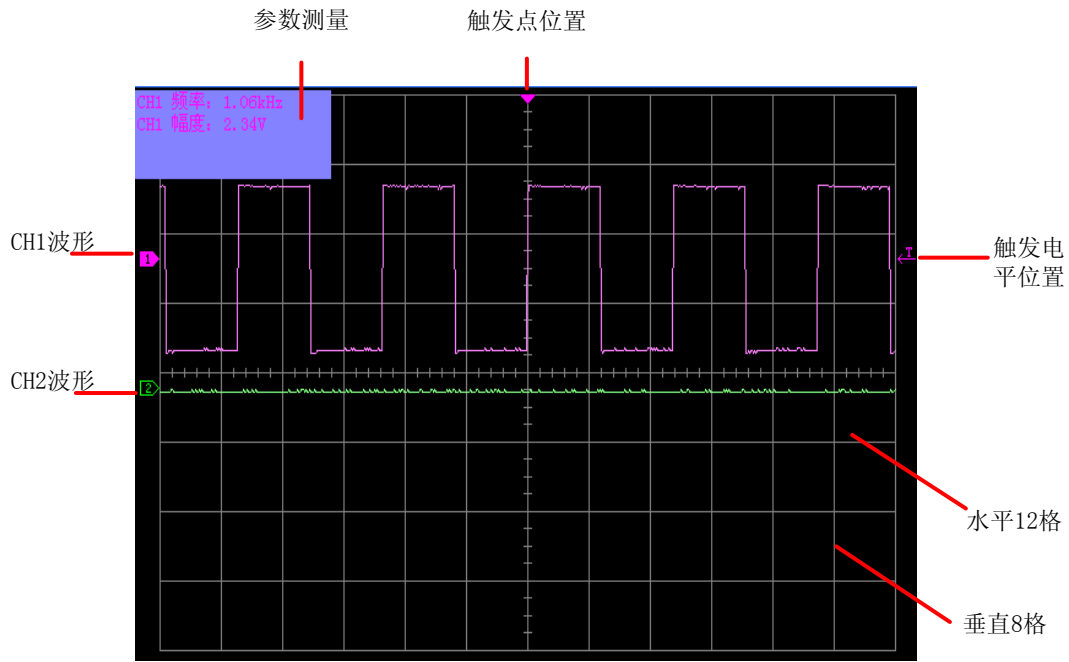


图 2.12 波形显示区



说明:

波形显示区垂直网格代表电压信息，跟垂直灵敏度范围有关，若垂直灵敏度范围为  $10\text{mV/div}$ ，则垂直方向代表  $80\text{mV}$  的电压信息；水平网格代表时间信息，跟时基范围有关，若时基为  $10\text{ns/div}$ ，则水平方向代表  $120\text{ns}$  的时间信息。

### 2.3.1.3 控制状态栏

控制状态栏主要用于显示垂直系统、水平系统和触发系统的参数设置，包括通道开关、输入耦合、带宽限制、探头系数、垂直灵敏度范围、时基、触发延时、触发源、触发类型和触发电平值等。



图 2.13 控制状态栏

### 2.3.1.4 菜单栏

菜单栏为显示屏下方菜单区域，点击示波表前面板上任意功能按键，显示屏下方将展开对应标题的菜单，用户可通过触摸屏点击菜单来选择对应菜单项或者通过方向键和相对应的多功能键【F1】到【F5】来实现菜单的操作。按【示波器】键，对应的菜单栏如图 2.14 所示。



图 2.14 示波器菜单栏

### 2.3.2 数字表屏幕显示区

数字表的屏幕显示区主要由系统状态栏、测量结果显示区及菜单栏等三部分组成。

#### 2.3.2.1 系统状态栏

数字表的系统状态栏与示波器的系统状态栏一致，请参见章节 2.3.1.1。

#### 2.3.2.2 测量结果显示区

测量结果显示区主要包括测量类型、测量结果、自动量程标识、交直流标识等几部分组成。

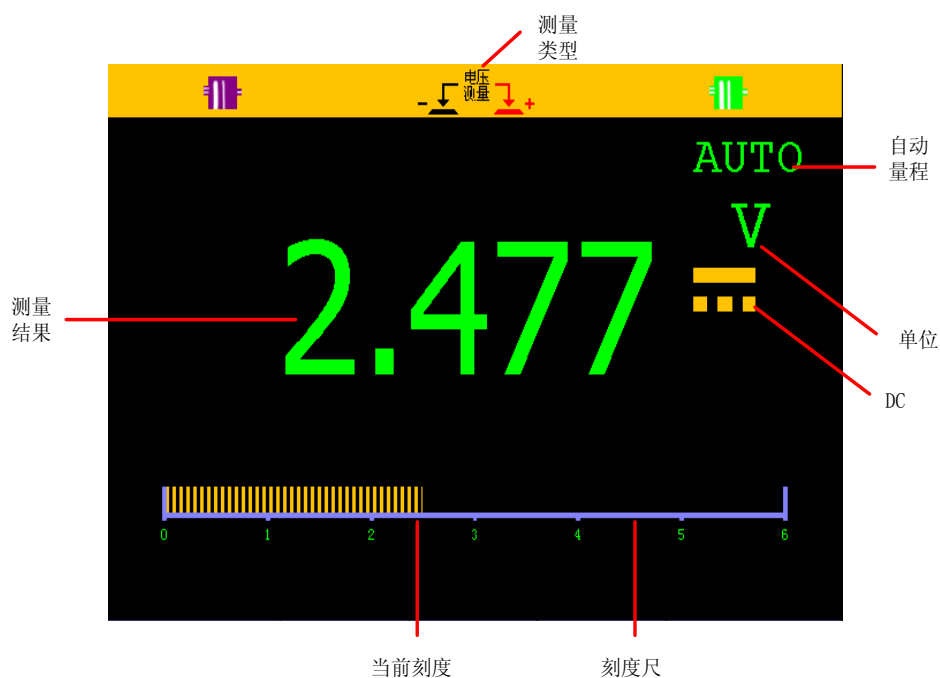


图 2.15 数字表测量显示区

#### 2.3.2.3 菜单栏

菜单栏为显示屏下方菜单区域，按【数字表】键，显示屏下方将展开对应标题的菜单，用户可通过触摸屏点击菜单来选择对应菜单项或者通过方向键和相对应的多功能键【F1】到【F5】来实现菜单的操作。按【数字表】键，对应的菜单栏如图 2.16 所示。



图 2.16 数字表菜单栏

### 2.3.3 频率计屏幕显示区

频率计的屏幕显示区主要由系统状态栏、测量结果显示区及菜单栏等三部分组成。

#### 2.3.3.1 系统状态栏

频率计的系统状态栏与示波器的系统状态栏一致，请参见章节 2.3.1.1。

#### 2.3.3.2 测量结果显示区

测量结果显示区主要包括当前通道标识、测量结果、刻度尺等几部分组成。

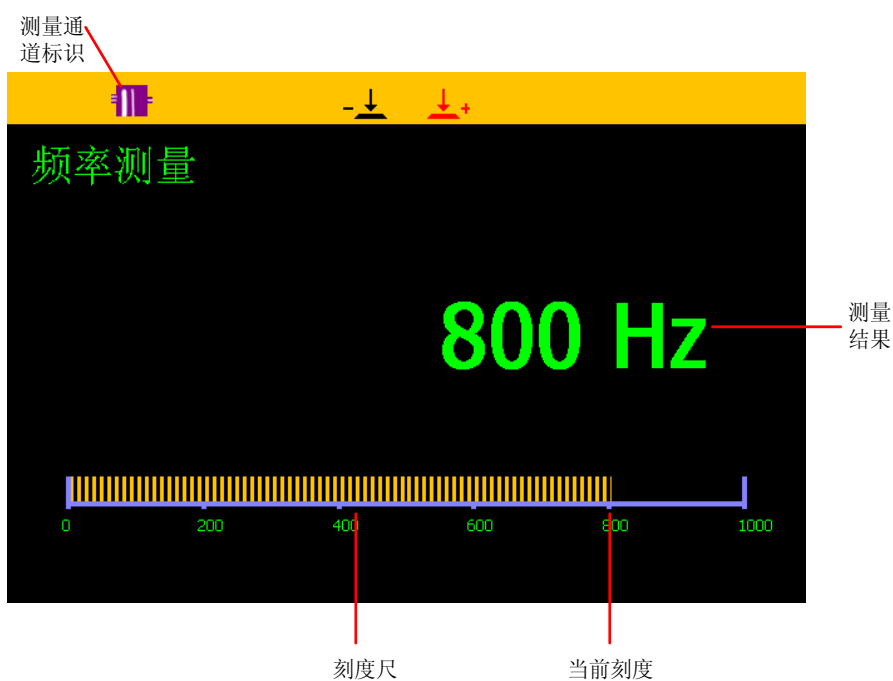


图 2.17 频率计测量显示区

#### 2.3.3.3 菜单栏

菜单栏为显示屏下方菜单区域，按【频率计】键，显示屏下方将展开对应标题的菜单，用户可通过触摸屏点击菜单来选择对应菜单项或者通过方向键和相对应的多功能键【F1】到【F5】来实现菜单的操作。按【频率计】键，对应的菜单栏如图 2.18 所示。

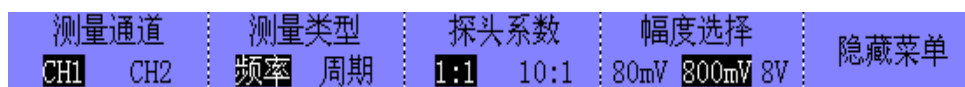


图 2.18 频率计菜单栏

## 2.4 侧面板概述

AV4381B 数字示波表侧面板如图 2.19 所示，包括电源接口及通信接口两部分。



图 2.19 侧面板示意图

### 2.4.1 电源接口

电源接口用于外部直流电源输入。利用电源适配器的直流输出为数字示波表供电。外部电源接口内导体为正极，外导体接地。



图 2.20 电源接口

### 2.4.2 通信接口



图 2.21 通信接口

- 1) SD 卡插槽：可使用 Micro SD 卡对仪器存储空间进行扩展，或对仪器内部相关数据和文件拷贝。
- 2) LAN（网络）接口：提供了一个 10/100Mbps 的网络接口，具有标准 8 针结构，可在两种数据速率中自动进行选择，也可通过网线连接 PC 机。
- 3) USB 设备接口：用于连接外部计算机（PC 机），通过安装 Microsoft ActiveSync 工具，可是实现与 PC 机的通信。
- 4) USB 主控接口：用于连接 USB 外设，如 USB 存储设备、USB 鼠标、USB 键盘等。
- 5) 耳机接口：用于连接耳机。

### 2.4.3 手写笔

用于手写笔的放置。使用手写笔可实现显示屏的触摸操作，使用更加方便。





图 2.22 手写笔图片

## 2.5 顶面板概述



图 2.23 测试端口

- 1) CH1: 绝缘 BNC 接口, 用于示波器和频率计的通道 1 的输入, 其最大输入电压 300V CATI。
- 2) CH2: 绝缘 BNC 接口, 用于示波器和频率计的通道 2 的输入, 其最大输入电压 300V CATI。
- 3) COM: 黑色绝缘香蕉头, 数字表的黑色表笔的接口。
- 4) V/Ω: 红色绝缘香蕉头, 数字表的红色色表笔的接口, 用于电压、电阻、二极管的测试。



警告:

示波表的最大输入电压: 300V CATI; 数字表的最大输入直流电压 1000V CATI, 超过以上范围的输入可能烧毁仪器!

## 2.6 电池

AV4381B 数字示波表配备了一块大容量可充电锂离子电池, 续航能力可达 3 小时以上。为了保证电池寿命, 在运输和长时间存放时, 应将电池从电池仓中取出。为便于长时间外场测试, 避免电池电量不足导致测试中断, 用户还可以购买备用电池, 建议购买与随机电池同一型号电池。

### 2.6.1 电池安装与更换

AV4381B 数字示波表电池安装或更换方便，用户可按照下图进行安装或更换电池。

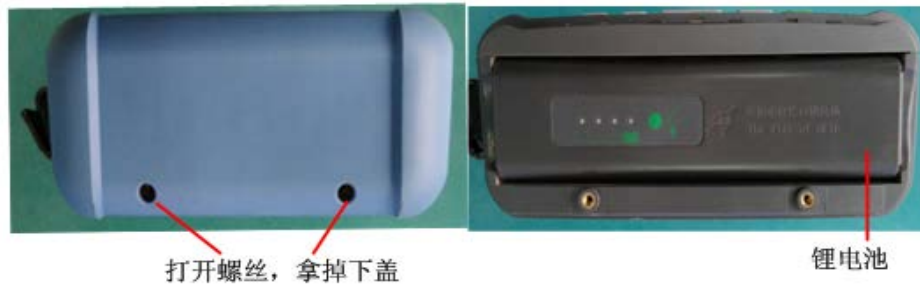


图 2.24 电池安装操作图

### 2.6.2 查看电池状态

AV4381B 数字示波表随机提供电池一块，用户可按照下面任一种方式查看电池状态：

- 1) 查看系统状态栏上电池图标，大致查看出电池电量，当电池图标为红色时，请及时更换电池或进行充电。
- 2) 取出电池，按压电池的绿色按钮，按钮上方指示灯将点亮以指示当前剩余电量。在指示灯还剩 1 盏亮时，请及时为电池充电。

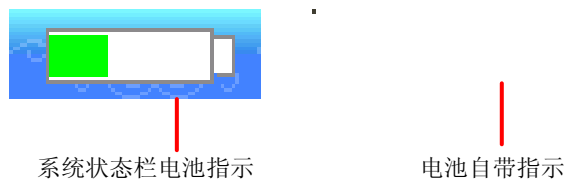


图 2.25 电池电量指示

### 2.6.3 电池充电

AV4381B 数字示波表在关机或工作情况下，均可为电池充电。步骤如下：

- 1) 首先将待充电电池装入机器中。
- 2) 使用随机的电源适配器接通外部电源。
- 3) 若在关机状态下充电，充电时间为 3 小时左右；若在工作状态下充电，充电时间为 4 小时左右。

## 第三章 使用示波器

AV4381B 数字示波表提供了示波器测量功能，本章详细介绍了示波器测试的操作过程。示波器一般由垂直系统、水平系统、触发系统和显示系统组成，正确的理解四大系统，可以帮助用户快速掌握示波器的使用方法。

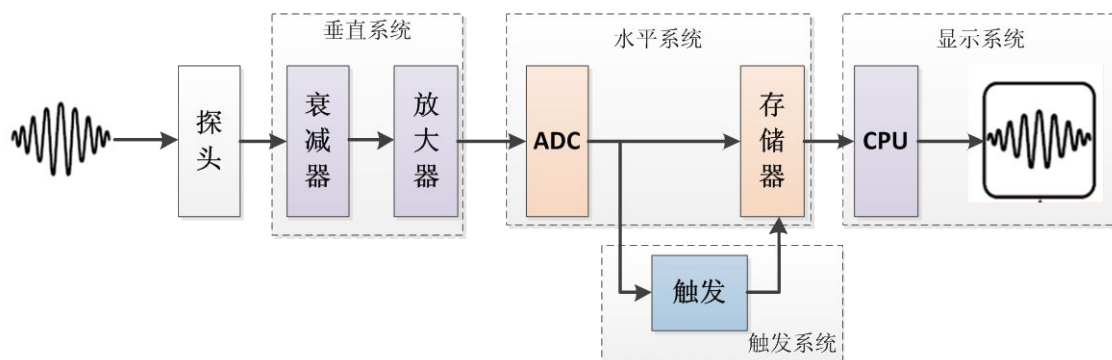


图 3.1 示波器组成框图

AV4381B 数字示波表开机后，应用程序默认进入示波器测试功能。若用户已进入数字表或频率计测试功能之中，可通过【示波器】按键重新切换到示波器测试功能。

### 3.1 按键说明

表 3.1 按键说明

按键	说明
示波器	示波器功能模式的切换，显示示波器的波形图像及参数设置。
光标	用于示波器的光标测量，可实现 2 个通道的电压和时间的光标测量功能。
自动	用于示波器的波形自动设置，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。
CH1	用于示波器 CH1 的状态设置，包括[通道状态]、[耦合方式]、[带宽限制]、[探头系数]等。
CH2	用于示波器 CH2 的状态设置，包括[通道状态]、[耦合方式]、[带宽限制]、[探头系数]等。
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 30kpts 的采集数据。
运行	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，

	静态显示每次捕获的一屏数据，可方便用户查看和分析波形。
触发	用于示波器触发系统的状态设置，包括[触发源]、[触发电平]、[触发迟滞]、[触发模式]、[触发选项]等。
范围V 范围mV	用于示波器 CH1、CH2 的垂直灵敏度设置，按一下垂直灵敏度范围按照 1、2、5 步进增加一档（范围 V）或者降低一档（范围 mV）。
移动△ 移动▽	用于示波器 CH1、CH2 的垂直偏置的设置，按一下，垂直偏置往箭头方向移动一个像素点，按住超过 2 秒，可加速移动，每次移动五个像素点。
扫描s 扫描ns	用于示波器 CH1 和 CH2 的时基设置，按一下，CH1 和 CH2 的时基按照 1、2、4 步进增加一档（扫描 s）或者降低一档（扫描 ns）。
移动▶ 移动◀	用于示波器 CH1 和 CH2 的水平方向延时设置，按一下，CH1 和 CH2 的触发点向箭头方向一个像素点，1 个像素点代表延时时间是时基的 1/50，按住超过 2 秒，可左加速移动，每次移动五个像素点。
F1 F2 F3 F4 F5	多功能键主要由【F1】、【F2】、【F3】、【F4】、【F5】五个按键组成，实现二级和三级菜单的参数设置功能，分别对应各自屏幕上方的菜单设置。
↑ ↓ ← →	方向键主要由上、下、左、右四个按键组成，主要用于实现三级菜单的操作选择功能及参数的设置功能。

## 3.2 探头

### 3.2.1 探头的连接

AV4381B 数字示波表的顶面板上有 2 个安全 BNC 插孔的信号输入。每个 BNC 底座的颜色均为黑色。BNC 参考连接位于 BNC 连接器的内部，BNC 连接器外部的黑色卡口不提供电气连接。为连接可靠，确保您的探头或电缆连接器推入并旋转锁定。

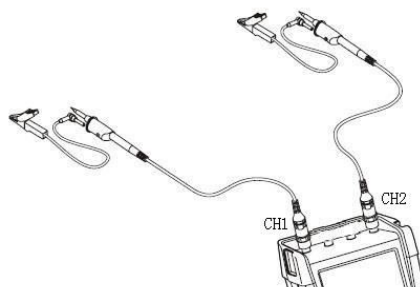


图 3.2 探头连接示意图

使用时，可将电压探头和测试引线连接到全部的 BNC 连接器或者其中的任何一个。在使用电压探头时，为使探头的颜色对应于不同通道的颜色，探头的电缆线上需附加颜色标识，以更好的区分具体的通道。比如 CH1 的颜色为紫色，CH1 的电压探头需附加紫色标识，CH2 的颜色为绿色，CH2 的电压探头需附加绿色标识。



图 3.3 探头示意图

### 3.2.2 探头的设置

电压探头有  $\times 10$  和  $\times 1$  两种模式。在  $\times 10$  模式下，电压探头的输入阻抗  $10M\Omega//12pF$ ，带宽 200MHz，最高测量电压 300V CATII；在  $\times 1$  模式下，电压探头的输入阻抗  $1M\Omega//95pF$ ，带宽 10MHz，最高测量电压 150V CATII。当探头选择  $\times 10$  时，示波器通道的探头衰减系数需选择  $[\times 10]$ ，当探头选择  $\times 1$  时，示波器通道的探头衰减系数需选择  $[\times 1]$ 。

由于示波器之间、甚至在同一台示波器的不同输入通道之间的输入电容和阻抗会有差异，因此，在探头上一般带有内置补偿网络。如果没有补偿探头会导致各种测量误差，特别是测

试脉冲上升时间或下降时间。用户可以使用随机提供的调节工具，调节补偿网络，以获得更精确的测量结果。

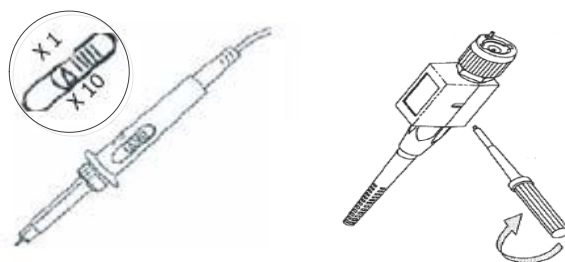


图 3.4 探头设置示意图



**警告：** 探头使用×10 模式时，最高测量电压 300V CATII，使用×1 模式时，最高测量电压 150V CATII。使用时，请勿超过该电压。否则可能对人身造成危险或伤害、对被测件造成损坏。

### 3.2.3 探头的校准

为了获得高的测试带宽，示波器的探头应选用×10 模式，此时探头的输入阻抗 10M $\Omega$ //12pF，带宽 200MHz。为避免探头接入而引入的误差，应把探头连接到一个函数发生器上，通过方波信号进行探头校准。校准步骤如下：

- 1) 把探头连接到示波器上。
- 2) 设置探头×10 模式，示波器的通道衰减系数选择×10。
- 3) 设置函数发生器输出稳幅方波信号，频率 1kHz、幅度 2.5Vpp。
- 4) 使用随探头提供的调节工具或其它非磁性调节工具，调节补偿网络，获得顶部平坦、没有过冲或圆形的校准波形显示。

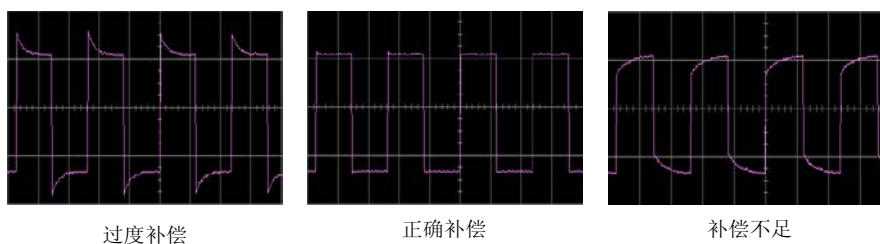


图 3.5 探头校准示意图



**说明：**

随示波器提供给用户的探头是经过校准后的探头，请将带有紫色标识的探头连接通道 1，带有绿色标识的探头连接通道 2。

## 3.3 垂直系统

示波器的垂直系统主要包括通道状态、耦合方式、带宽限制、探头系数、垂直灵敏度范围及垂直偏置等参数的设置。

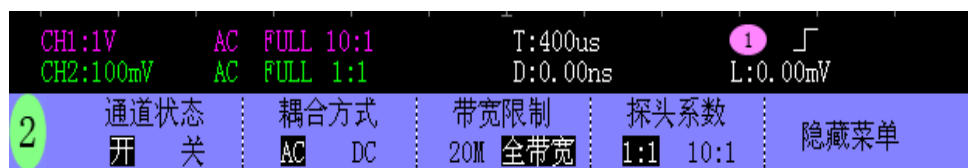


图 3.6 通道控制菜单

### 3.3.1 通道状态设置

通道状态用于控制通道的开启或关闭，从而决定屏幕显示区是否显示该通道的波形。操作方法如下：

- 1) 按键盘上【CH1】或【CH2】键，打开相应通道控制菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[开]、[关]菜单，即可实现通道的开启或关闭。菜单上反白字样显示当前通道状态，同时控制状态栏的参数显示或消失。

### 3.3.2 耦合方式设置

耦合指的是一个电路与另外一个电路中的电信号的连接方式，使用通道耦合可以决定信号的何种分量被传送到示波器。耦合方式可以设置为 DC 或 AC。DC 耦合会显示所有输入信号。而 AC 耦合去除信号中的直流成分，结果是显示的波形始终以零电压为中心。操作方法如下：

- 1) 按键盘上【CH1】或【CH2】键，打开相应通道控制菜单。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击[DC]、[AC]菜单，菜单上反白字样显示当前耦合方式。

图 3.7 给出了频率为 1kHz、幅度为 300mV、偏置为 150mV 的方波在直流耦合（DC）和交流耦合（AC）的波形效果。

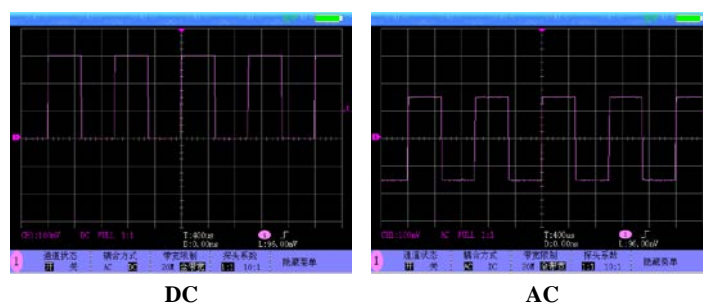


图 3.7 耦合方式效果图

### 3.3.3 带宽限制设置

示波器的底噪与带宽相关，带宽越大，噪声电平越高。示波器中存在限制示波器带宽的电路。限制带宽后，可以减少显示波形中不时出现的噪声，显示的波形会更为清晰。请注意，在消除噪声的同时，带宽限制同样会减少或消除高频信号成分。当选择全带宽时，被测信号含有的高频分量可以通过，当选择 20MHz 时，被测信号含有的大于 20MHz 的高频分量被滤除。操作方法如下：

- 1) 按键盘上【CH1】或【CH2】键，打开相应通道控制菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[20M]、[全带宽]按钮，菜单上反白字样显示当前带宽限制设置。

图 3.8 给出了频率为 50MHz、幅度为 500mV 的正弦波在 100mV/div 的垂直灵敏度下，全带宽和 20MHz 带宽限制下的波形效果。

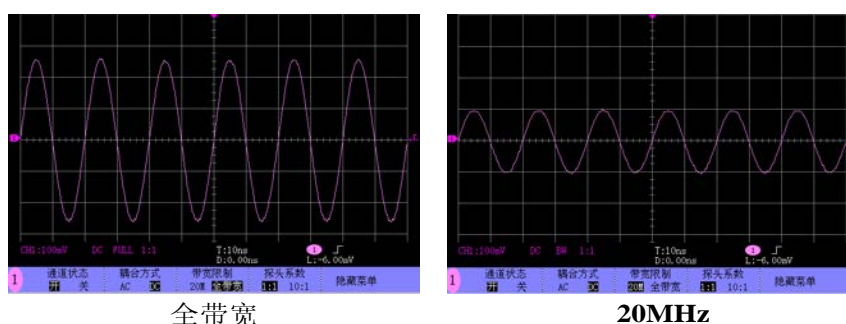


图 3.8 带宽限制效果图

### 3.3.4 探头系数设置

当探头上的模式设置为 $\times 1$ 时，探头系数设置[1:1]；当探头上的模式设置为 $\times 10$ 时，探头系数设置[10:1]，若设置不正确，测量得到的结果相差 10 倍。具体操作方法如下：

- 1) 按键盘上【CH1】或【CH2】键，打开相应通道控制菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[1:1]、[10:1]菜单，菜单上反白字样显示当前探头系数。

### 3.3.5 垂直灵敏度设置

垂直灵敏度是指单位输入电压变化所产生的垂直方向上显示值的变化，通常以垂直方向上单位显示长度所代表的电压值（V/div）来表示。本产品的垂直灵敏度按照 1、2、5 步进从 5mV/div 到 10V/div。调节垂直灵敏度时，波形会随之放大或缩小，同时在控制状态栏会实时显示当前垂直灵敏度档位。具体操作如下：

- 1) 按【范围 V】键，垂直灵敏度范围按照 1、2、5 步进增加一档位，波形在垂直方向



缩小。

- 按【范围 mV】键，垂直灵敏度范围按照 1、2、5 步进减小一档，波形在垂直方向放大。

图 3.9 给出了频率为 50kHz、幅度为 200mV 的正弦波在 50mV/div、100mV/div 和 200mV/div 下的波形效果。

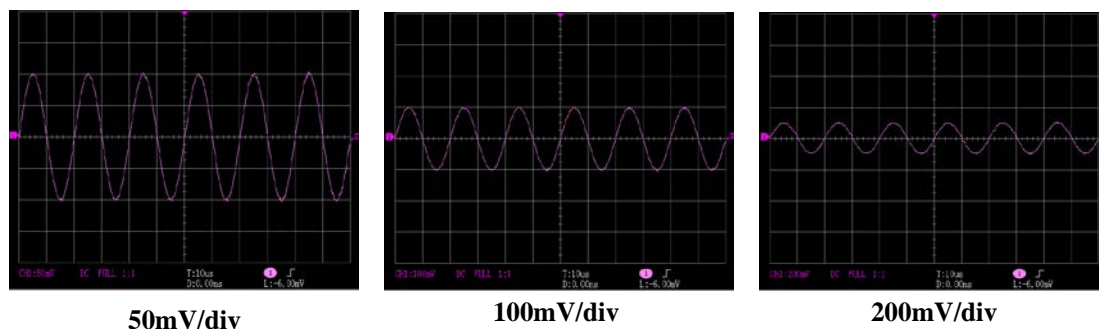


图 3.9 改变垂直灵敏度效果图

### 3.3.6 垂直偏置设置

示波器通过叠加一个直流电压的调节范围，用于对超出显示范围的信号进行观察。垂直偏置适合观察以下两种信号：

- 输入信号含有较高的直流分量和较小的交流分量。
- 输入的信号含有直流分量且频率很低，不适合用交流耦合。

垂直偏置的操作方法如下：

- 按【移动△】键，通道波形往上移动一个像素点，若要加速移动，请按键超过 2 秒。
- 按【移动▽】键，通道波形往下移动一个像素点，若要加速移动，请按键超过 2 秒。

## 3.4 水平系统

示波器的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。本产品的采样率高达 2.5GSa/s，用户可以通道调节时基【s】和【ns】来改变采样率。示波器采样率高低对波形构建的真实性有直接影响，采样率低会对波形产生以下影响。

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

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

波形漏失：由于采样率过低，对采样数据进行重建时的波形没有反映全部实际信号。

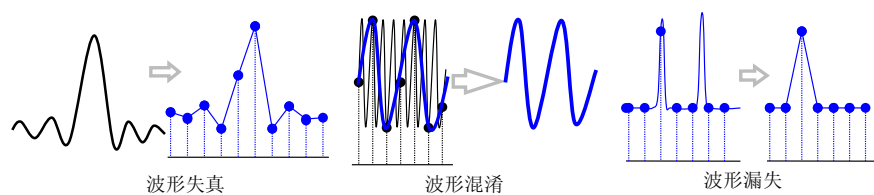


图 3.10 采样率过低对波形造成的影响

示波器的时间记录长度等于采集周期与存储深度的乘积。因此，对于指定存储深度的示波器，快时基用于观察毛刺，慢时基用于观察长时间的波形。

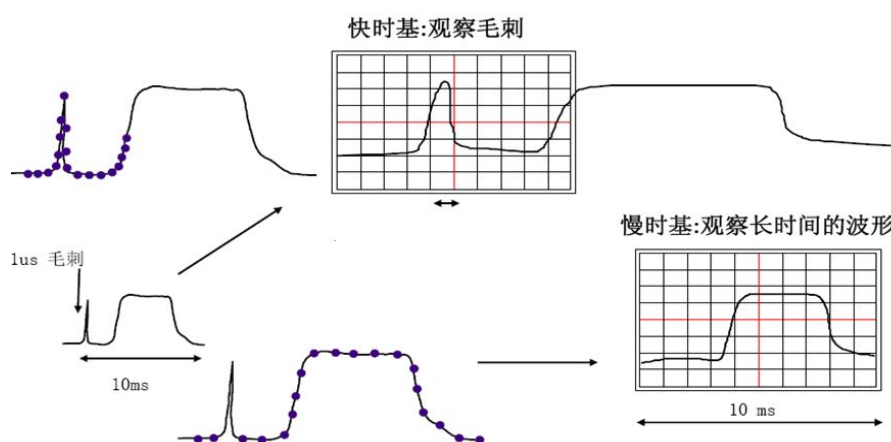


图 3.11 不同的时基的用途

若长时间波形里含有毛刺信号，慢时基的正常采样下，可能会遗漏信息，需要使用峰值检测。峰值检测的特点如下：慢时基下，保持高的采样率；侦测最大值和最小值；每个间隔时间内保存 2 个点；与时基设置无关。

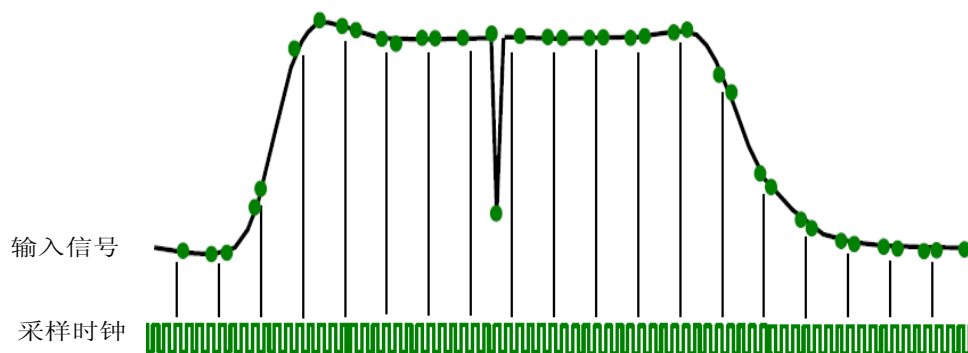


图 3.12 峰值检测技术

### 3.4.1 时基设置

示波器的水平刻度，通常以水平方向上单位显示长度所代表的时间  $s/div$  来表示。

本产品的时基按照 1、2、4 步进从  $2ns/div$  到  $4s/div$ 。调节时基时，波形在水平方向会随之放大或缩小，同时在控制状态栏会实时显示当前时基档位，如 T:  $400us$  表示当前时基为  $400us/div$ 。具体操作如下：

- 1) 按【扫描 s】键，时基按照 1、2、4 步进增加一档，波形在水平方向上压缩。
- 2) 按【扫描 ns】键，时基按照 1、2、4 步进减小一档，波形在水平方向上放大。

图 3.13 给出了频率为  $50kHz$ 、幅度为  $200mV$  的正弦波在  $20us/div$ 、 $10us/div$  和  $4us/div$  下的波形效果。

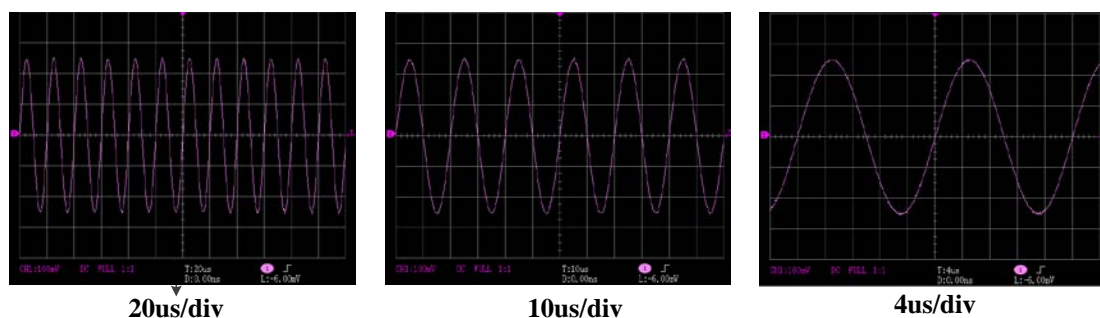


图 3.13 改变时基效果图

### 3.4.2 水平延时设置

水平延时指能够以触发点为参考，灵活移动波形存储和显示窗口的一种能力。通过设置水平延时，可以将显示波形在屏幕上进行左右移动，以便达到更好的观察效果。通过调节水平延时，可观测触发点前 1 屏或触发点后 10 屏的波形。同时在控制状态栏实时显示当前水平延时时间，如 D:  $-160us$  表示当前触发延时为  $-160us$ 。具体操作如下：

- 1) 按【移动  $\Rightarrow$ 】键，波形随触发点向右水平移动一个像素点，若要加速移动，请按键超过 2 秒。
- 2) 按【扫描  $\Leftarrow$ 】键，波形随触发点向左水平移动一个像素点，若要加速移动，请按键超过 2 秒。

### 3.4.3 视窗扩展设置

按设定的窗口，选定信号波形中的一部分，以相对更快的时基显示，以观察当前窗口内波形细节的一种方式。开启视窗扩展的操作步骤如下：

- 1) 按【示波器】键打开示波器主菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[显示]按钮打开显示菜单。
- 3) 通过方向键【 $\uparrow$ 】、【 $\downarrow$ 】、【 $\Leftarrow$ 】、【 $\Rightarrow$ 】选择视窗扩展[开]，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击[ $\square$ 开]选定。

4) 视窗扩展功能开启后，窗口模式自动切换为双窗口显示，视窗扩展如图 3.14 所示。

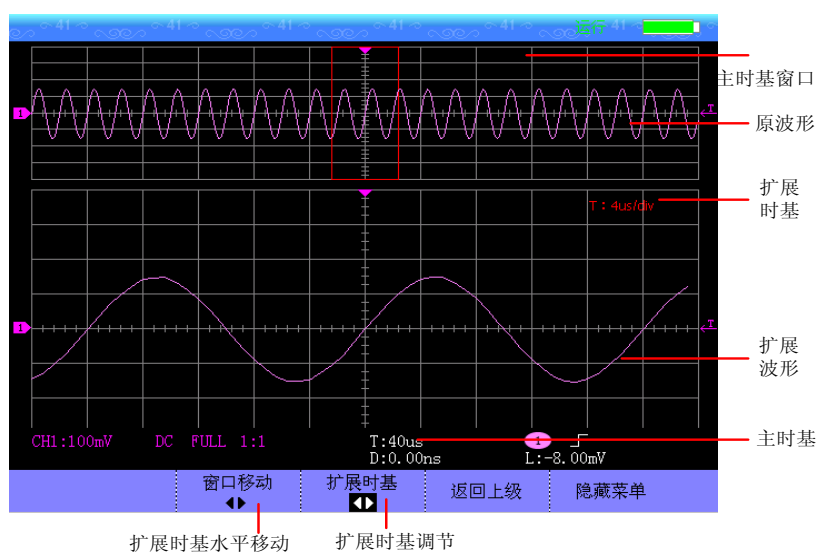


图 3.14 视窗扩展效果图

- 5) 屏幕上半部分区域为放大前的波形，可以通过按键盘上【s 扫描 ns】和【←移动⇒】键来改变该区域。
- 6) 屏幕下半部分是经过视窗扩展后的波形，扩展时基相对于主时基提高了分辨率。扩展时基应小于或等于主时基。
- 7) 用户若要改变扩展时基，按【F3】键，选择到[扩展时基]，再通过方向键【⇒】【⇐】来改变扩展时基。
- 8) 用户如要改变扩展时基的延时，按【F2】键，选择到[窗口移动]，再通过方向键【⇒】【⇐】来改变扩展时基的时间延时。

### 3.4.4 采集方式设置

示波器的采集方式主要有采样、峰值、平均三种。

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

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

**平均：**在每一个波形间隔，示波器存储一个采样点，这一点与采样模式一致。经过多次捕获算出得到的波形点的平均值，然后产生最后的显示波形。平均模式，以减少输入信号上的随机噪声并提高垂直分辨率。平均次数越高，噪声越小并且垂直分辨率越高，但波形的显示刷新相应越慢。平均次数以 2 的倍数步进，从 2 到 64 设置平均次数。

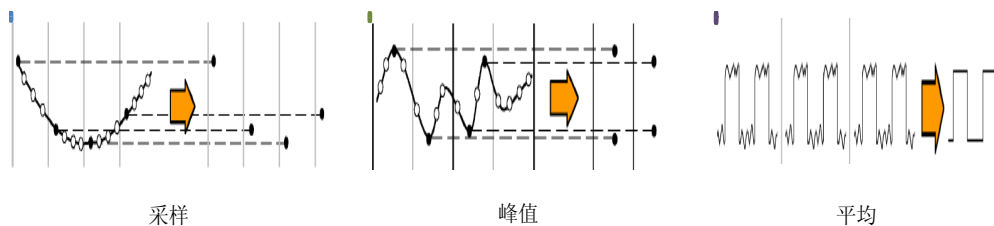


图 3.15 采集方式示意图

采集方式设置步骤如下：

- 1) 打开示波器主菜单，若示波器主菜单未显示，可按【示波器】键打开。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击[采集]，打开采集方式设置菜单，如图 3.16 所示。



图 3.16 采集方式菜单设置

- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择采集方式[正常]、[峰值]、[平均]，按【F4】键或点击[确定]按钮选定；用户可直接使用鼠标/触摸笔点击采集方式前的□来选定。

### 3.5 触发系统

示波器的触发系统可以确定时间参考零点，使屏幕显示稳定的波形，捕获感兴趣的信号波形，是定位故障的基础。示波器不仅能够稳定地显示重复的周期性信号，同时能够显示具有特定特征的信号，其触发灵敏度直接决定了其对微弱信号的捕获与显示的能力。

模拟触发示波器中，负责检测信号电平的比较器使用处理原始测量信号的模拟比较器。对于模拟比较器的触发灵敏度来说有两个相互矛盾的要求。噪声信号的稳定触发，要求触发系统在触发门限周围实现一定迟滞，因此模拟比较器必须采用反馈技术进行补偿以获得稳定显示的波形；对于小振幅信号，较大的迟滞又会限制触发系统的灵敏度，导致小振幅信号无法稳定触发显示。

本产品采用全新的数字触发技术，使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；通过采用触发迟滞连续可调技术，可以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。

数字触发的优点：

- 精确的触发
- 触发迟滞连续可调

- 高触发灵敏度
- 低触发动抖
- 无额外的噪声引入
- 稳定性高，不受温度影响

触发系统主要包括触发通道、触发电平、触发迟滞、触发模式、触发类型等参数的设置。

按键盘上【触发】键，打开触发设置菜单，如图 3.17 所示。

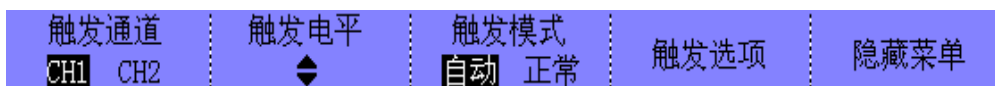


图 3.17 触发菜单

### 3.5.1 触发通道设置

触发通道，即触发源，两种选择：CH1、CH2。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【触发】键，打开触发设置菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[CH1]、[CH2]按钮，菜单上反白字样显示当前触发通道选择设置。

### 3.5.2 触发电平设置

触发电平设定与触发点对应的信号电压。

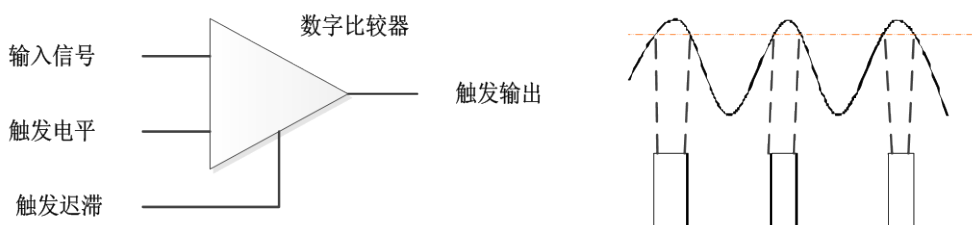


图 3.18 数字比较器原理

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【触发】键，打开触发设置菜单。
- 2) 按【F2】键，选择到[触发电平]，再通过方向键【↓】、【↑】来调节触发电平，长按（2 秒以上）方向键【↓】、【↑】可以快速调节触发电平，同时在控制状态栏实时显示触发电平的值，如 L: -52mV 指示当前触发电平的值为-52mV。通过调节触发电平的值，触发点在垂直方向的位置随触发电平的移动而变化，下图给出了频率为 50kHz、幅度为 300mV 的正弦波在不同触发电平下的触发点位置。

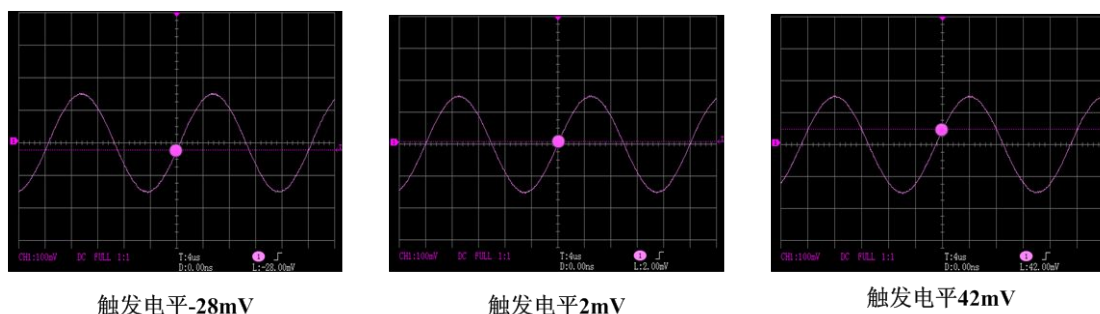


图 3.19 不同触发电平下的触发点位置

### 3.5.3 触发迟滞设置

触发迟滞与示波器的触发灵敏度有关；若信号比较纯净，可减小触发迟滞的值（最小 0X00），已获得更高的触发灵敏度，最高可达到 0.1 格；若信号含有噪声，需加大触发迟滞的值（最大 0XFF），已获得稳定的触发波形。操作方法如下：

- 1) 按键盘上【触发】键，打开触发设置菜单。
- 2) 按【F4】键，进入到[触发选项]菜单，再通过按【F1】键实现[触发类型]和[触发迟滞]菜单的切换，当选择[触发迟滞]菜单时，通过方向键【↓】、【↑】来调节触发迟滞的值（0X00-0XFF），长按（2 秒以上）方向键【↓】、【↑】可以快速调节触发迟滞的值。

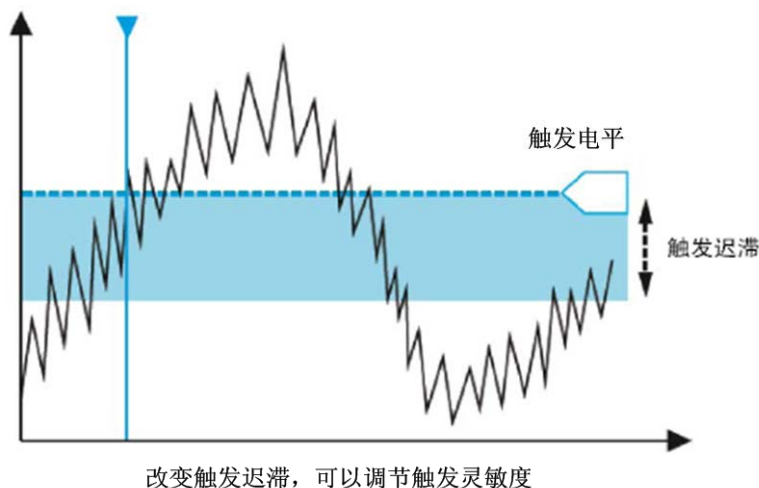


图 3.20 触发迟滞示意图

### 3.5.4 触发模式设置

示波器的触发模式有三种：单次、自动、正常。

单次：当触发事件产生时，示波器进行一次采集、处理与显示，然后停止。

自动：在一个预置时间间隔内，如果没有出现触发事件，将自动产生一个触发事件。若

时基设置为 100ms/div 或更慢的时基时，示波器自动进入滚动显示模式，波形从右边向左边连续的推出。

正常：当触发事件产生时，示波器进行一次采集、处理与显示，然后等待下一次触发。操作方法如下：

- 1) 按键盘上【单次】键，可快速实现单次触发功能。
- 2) 按键盘上【触发】键，打开触发设置菜单。
- 3) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[自动]、[正常]按钮，菜单上反白字样显示当前触发模式设置。

### 3.5.5 触发类型设置

示波器的触发类型有三种：边沿、脉宽和事件。

边沿：最基本的触发类型，适应于正弦波、方波等。在输入信号指定边沿的触发阈值上触发。可设置触发电平来改变触发点在触发边沿的垂直位置，即在触发电平线与信号边沿的交点。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【触发】键，打开触发设置菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[触发选项]按钮，打开触发选项设置菜单。
- 3) 按【F1】键实现[触发类型]和[触发迟滞]菜单的切换，当选择[触发类型]菜单，通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择触发类型[边沿]，按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□按钮选定。
- 4) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择斜率[上升沿]或[下降沿]菜单，按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[确定]按钮选定。



图 3.21 边沿触发设置示意图

脉宽：所谓的“脉宽”，就是脉冲宽度的概念，适应于脉冲、方波等。脉宽触发是基于指定脉冲宽度的相关条件来产生触发事件，如大于、小于、等于、不等于等条件。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【触发】键，打开触发设置菜单。



- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[触发选项]按钮，打开触发选项设置菜单。
- 3) 按【F1】键实现[触发类型]和[触发迟滞]菜单的切换，当选择[触发类型]菜单，通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择触发类型[脉宽]，按【F4】键选定，用户可直接使用鼠标/触摸笔点击[脉宽]菜单前的□来选定。
- 4) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择极性[正脉宽]或[负脉宽]菜单，按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□来选定。
- 5) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择触发条件[大于]、[小于]、[等于]、[不等于]菜单，按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□来选定。
- 6) 通过方向键【←】、【→】选择[宽度设置]菜单，按【↓】、【↑】键或使用鼠标/触摸笔点击实现宽度的设置，宽度步进 0.8ns。
- 7) 用户可以用鼠标或触摸笔点击[宽度设置]，可弹出迷你键盘，通过鼠标/触摸屏输入“20ns+回车键”，可实现相应宽度的快速设置。

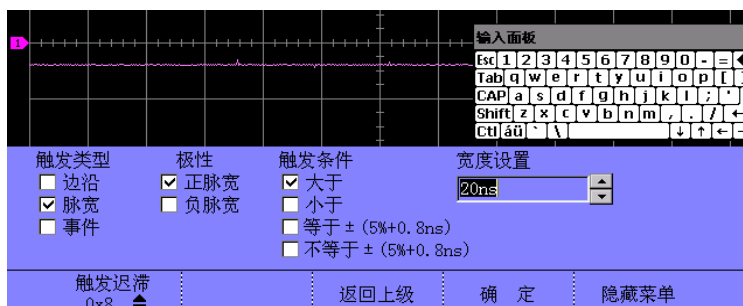


图 3.22 脉宽触发设置示意图

事件：N 个事件触发允许创建 n 个事件突发脉冲波形的稳定图像。当波形在符合选定触发斜率的方向上穿过触发电平 N 次后，就会产生下一次触发。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【触发】键，打开触发设置菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[触发选项]按钮，打开触发选项设置菜单。
- 3) 按【F1】键实现[触发类型]和[触发迟滞]菜单的切换，当选择[触发类型]菜单，通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择触发类型[事件]，按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□来选定。
- 4) 通过方向键【←】、【→】选择[第几个事件]菜单，按【↓】、【↑】键或使用鼠标/触摸笔点击实现事件个数的设置。



图 3.23 事件触发设置示意图

## 3.6 显示系统

显示系统是人眼与采样波形之间的窗口，主要包括显示方式、坐标网格、显示模式等。

### 3.6.1 显示方式设置

示波器的显示方式有 3 种：点、矢量、余晖。

点：直接由波形点构成图像的一种显示方式。

矢量：用直线连接波形点构成图像的一种显示方式，该模式在大多数情况下提供最逼真的波形，方便查看波形的陡边沿。

余晖：波形在屏幕上的保留时间可设定的一种显示方式。本产品是无限余晖模式。

操作方法如下：

- 1) 按【示波器】键，打开示波器主菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[显示]按钮，打开显示设置菜单。
- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择显示方式[点]、[矢量]、[余晖]，按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□来选定。

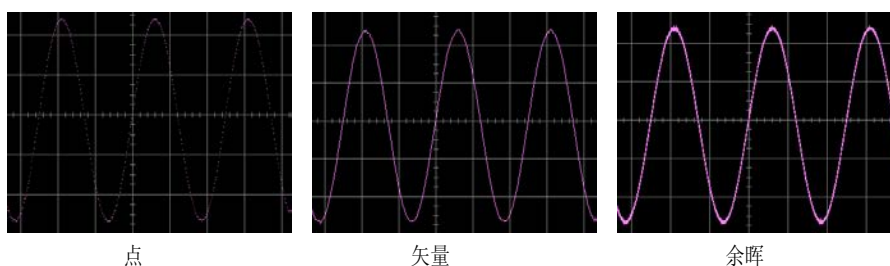


图 3.24 显示方式设置效果图

### 3.6.2 坐标网格设置

示波表的坐标网格设置有 3 种选择：十字、网络、边界。

十字：背景网格关闭，坐标显示。

网络：背景网格及坐标均显示。

边界：背景网格及坐标均关闭。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，打开示波器主菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[显示]按钮，打开显示设置菜单。
- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择坐标网格[网格]、[十字]、[边界]，按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□来选定。

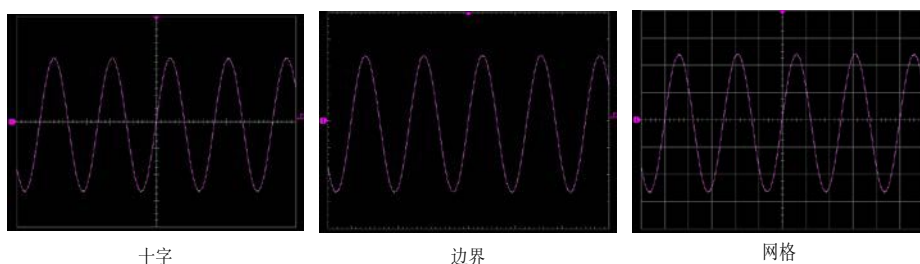


图 3.25 坐标网格设置效果图

### 3.6.3 显示模式设置

示波表的显示模式有 2 种：YT、XY。

YT：Y 轴表示电压量，T 轴表示时间量。

XY：一种由两个通道的采样值组成的二维显示方式（李萨育图形显示方式）。一个通道的电压确定点的 X 坐标（水平），而另一个通道的电压确定 Y 坐标（垂直）。在 XY 方式下，波形的幅度可以通过两个通道的 V/div 来调整，改变时基 s/div，可以获得较好显示效果的李萨育图形。

信号 频率比	相位差					
	0度	45度	90度	180度	270度	360度
<b>1: 1</b>						

图 3.26 频率比 1:1 时，XY 显示效果图

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波表】键，打开示波器主菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[显示]按钮，打开显示设置菜单。
- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择显示模式[YT]、[XY]，按【F4】键或使

用鼠标/触摸笔点击菜单前的□来选定。

4) XY 模式开启后，可设置 X 轴的通道和 Y 轴的通道。

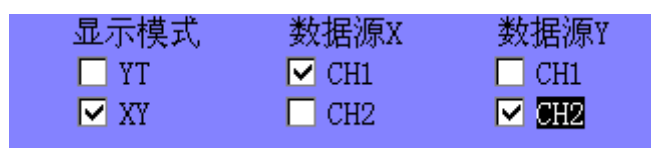


图 3.27 XY 模式设置示意图

### 3.7 测量系统

示波器测量系统包括参数测量和光标测量。

#### 3.7.1 参数测量设置

示波器的参数测量种类有 20 种，时间和电压是两个最基本的测量，其他的测量都是以这两个基本测量中的一个为基础。

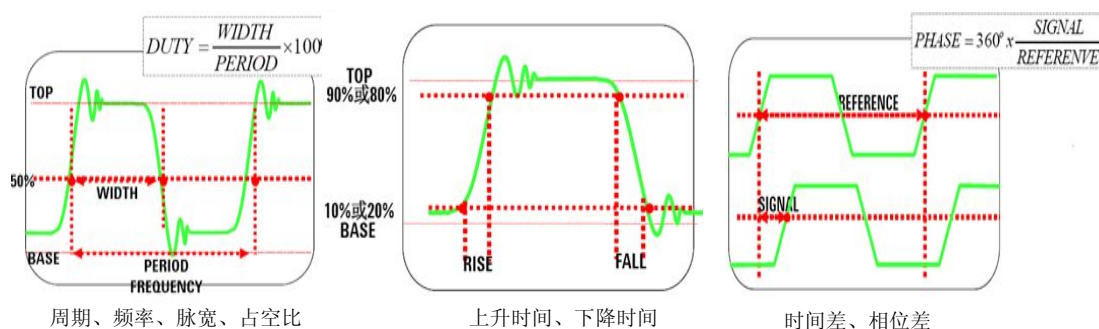


图 3.28 时间参数测量

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、时间差、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：正脉冲与周期的比值。

负占空比：负脉冲与周期的比值。

上升时间：信号幅度从 10% 上升至 90% 所经历的时间。

下降时间：信号幅度从 90% 下降至 10% 所经历的时间。

时间差：CH1 到 CH2 上升沿的延迟时间。

相位差：CH1 到 CH2 上升沿的延迟相位。



图 3.29 电压参数测量

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 to 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。

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。

平均值：一个周期内信号的平均幅度。

延时：2 个通道间的上升沿时间差；若数据源选择 CH1，表示 CH1-CH2 的时间差，若数据源选择 CH2，表示 CH2-CH1 的时间差。

相位差：2 个通道间的上升沿的相位差；若数据源选择 CH1，表示 CH1-CH2 的相位差，若数据源选择 CH2，表示 CH2-CH1 的相位差。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，打开示波器主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[测量]按钮，打开[测量]菜单。如图 3.30 所示。



图 3.30 参数测量设置菜单

- 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击选定[开]，打开测量窗口。
- 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[CH1]、[CH2]按钮，选择测量数据源。
- 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择要测量参数，按【F4】键或点击“确定”按钮选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。

下图给出了频率为 10kHz、幅度为 500mV 的正弦波在 40us/div 时基和 100mV/div 垂直灵敏度下的参数测量结果。

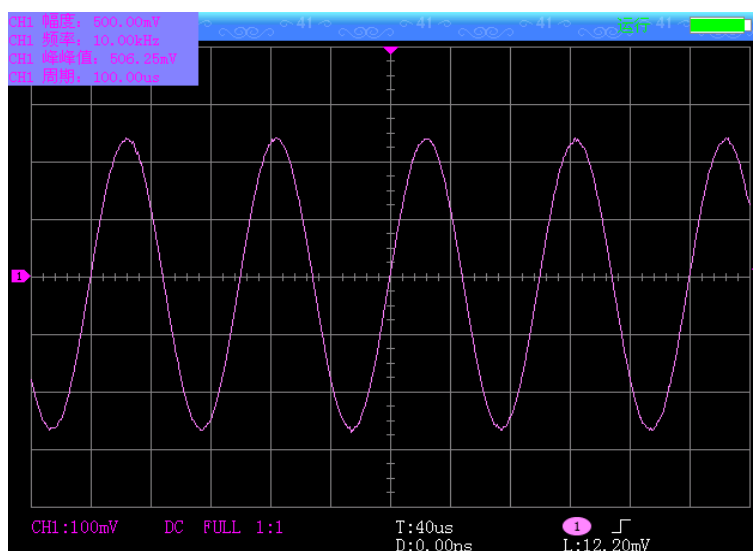


图 3.31 参数测量效果图

### 3.7.2 光标测量设置

光标是水平和垂直的标记。使用光标可以测量所选波形的电压和时间信息。

操作方法如下：

- 按【光标】键，打开光标设置菜单，如图 3.32 所示：



图 3.32 光标设置菜单

- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[开]、[关]选择光标测量开关。
- 3) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击选择测量对象：[CH1]、[CH2]。选中测量对象，打开光标测量开关后，屏幕上方显示光标测量结果，如图 3.33 所示。

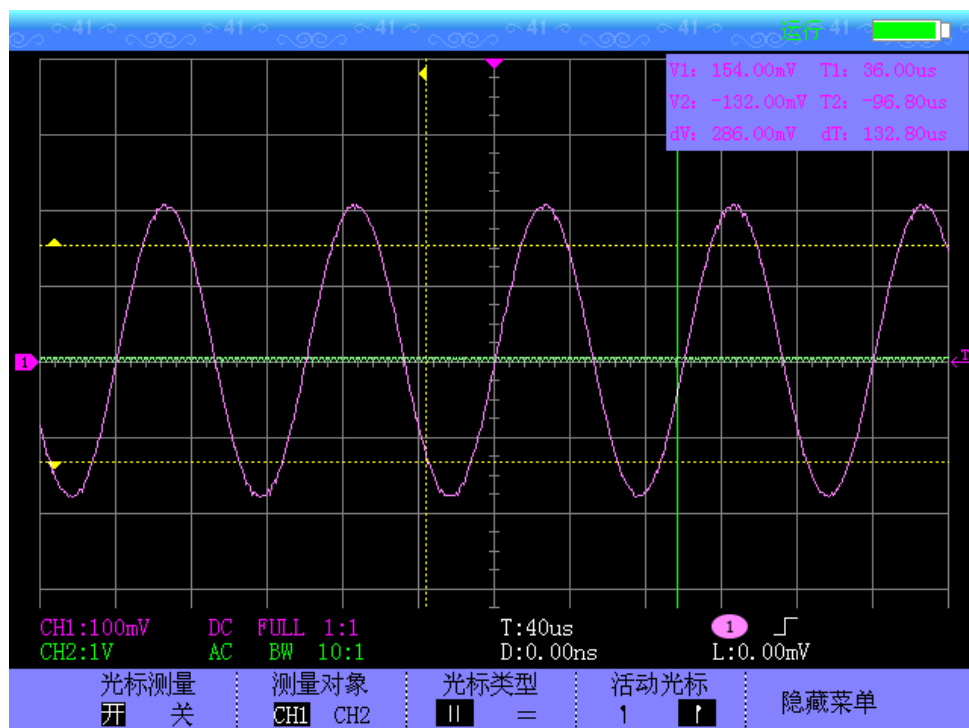


图 3.33 光标测量示意图

- 4) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击选择光标类型，时间光标（一对垂直虚线）和电压光标（一对水平虚线）。
- 5) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击选择活动光标，选中的光标在屏幕上呈绿色显示。
- 6) 按方向键【←】、【→】实现活动时间光标的水平左右移动，按一下，移动一个像素点，长按（2s）可实现光标的快速移动。
- 7) 按方向键【↓】、【↑】实现活动电压光标的垂直上下移动，按一下，移动一个像素点，长按（2s）可实现光标的快速移动。

## 3.8 波形运算

示波器可实现波形的多种数学运算：加法、减法、乘法、FFT。

### 3.8.1 加法运算设置

波形加法运算可实现通道间的波形自动相加。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，打开示波器主菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[运算]菜单，打开波形运算菜单。
- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择运算类型[加法]功能，选择数据源 1、数据源 2，按【F4】键或点击[确定]按钮选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。

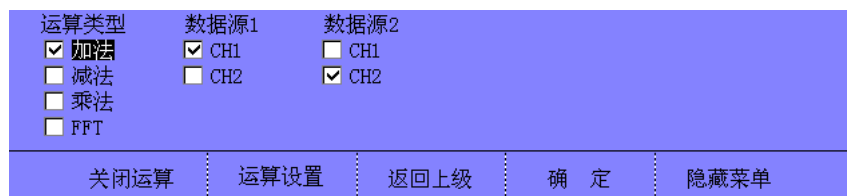


图 3.34 运算设置菜单

- 4) 按【F2】点击[运算设置]菜单，显示下图的菜单。



图 3.35 加法设置菜单

- 5) 按【F2】或使用鼠标/触摸笔点击[垂直刻度]菜单，通过方向键【↓】、【↑】改变运算波形的垂直灵敏度，缩放运算波形。
- 6) 按【F3】或使用鼠标/触摸笔点击[垂直偏移]菜单，通过方向键【↓】、【↑】改变运算波形的垂直偏置，移动运算波形。

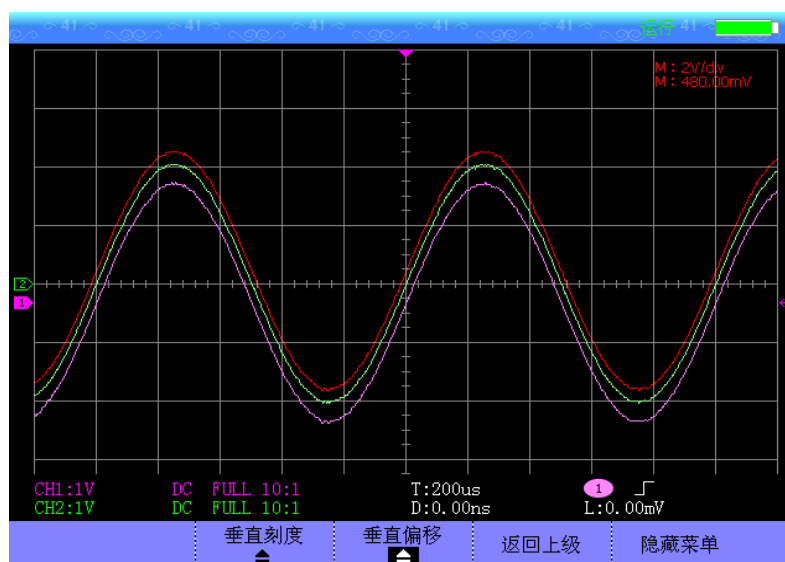


图 3.36 加法运算效果图



### 3.8.2 减法运算设置

波形减法运算可实现通道间的波形自动相减。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，打开示波器主菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[运算]菜单，打开波形运算菜单。
- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择运算类型[减法]功能，选择数据源 1、数据源 2，按【F4】键或点击[确定]按钮选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。

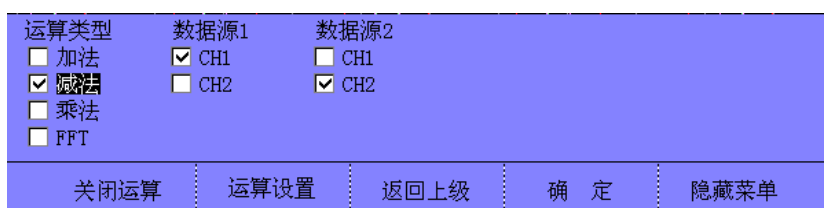


图 3.37 运算设置菜单

- 4) 按【F2】或使用鼠标/触摸笔点击[运算设置]菜单，显示下图的菜单。



图 3.38 减法设置菜单

- 5) 按【F2】或使用鼠标/触摸笔点击[垂直刻度]菜单，通过方向键【↓】、【↑】改变运算波形的垂直灵敏度，缩放运算波形。
- 6) 按【F3】或使用鼠标/触摸笔点击[垂直偏移]菜单，通过方向键【↓】、【↑】改变运算波形的垂直偏置，移动运算波形。

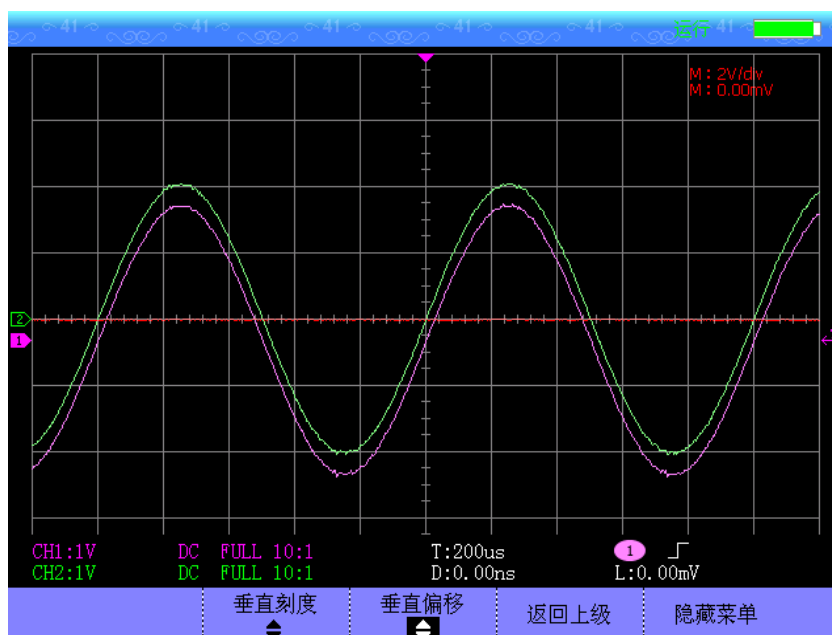


图 3.39 减法效果图

### 3.8.3 乘法运算设置

波形乘法运算可实现通道间的波形自动相乘。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，打开示波器主菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[运算]菜单，打开波形运算菜单。
- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择运算类型[乘法]功能，选择数据源 1、数据源 2，按【F4】键或点击[确定]按钮选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。



图 3.40 运算设置菜单

- 4) 按【F2】或使用鼠标/触摸笔点击[运算设置]菜单，显示下图的菜单。



图 3.41 乘法设置菜单

- 5) 按【F2】或使用鼠标/触摸笔点击[垂直刻度]菜单，通过方向键【↓】、【↑】改变运算波形的垂直灵敏度，缩放运算波形。
- 6) 按【F3】或使用鼠标/触摸笔点击[垂直偏移]菜单，通过方向键【↓】、【↑】改变运算波形的垂直偏置，移动运算波形。

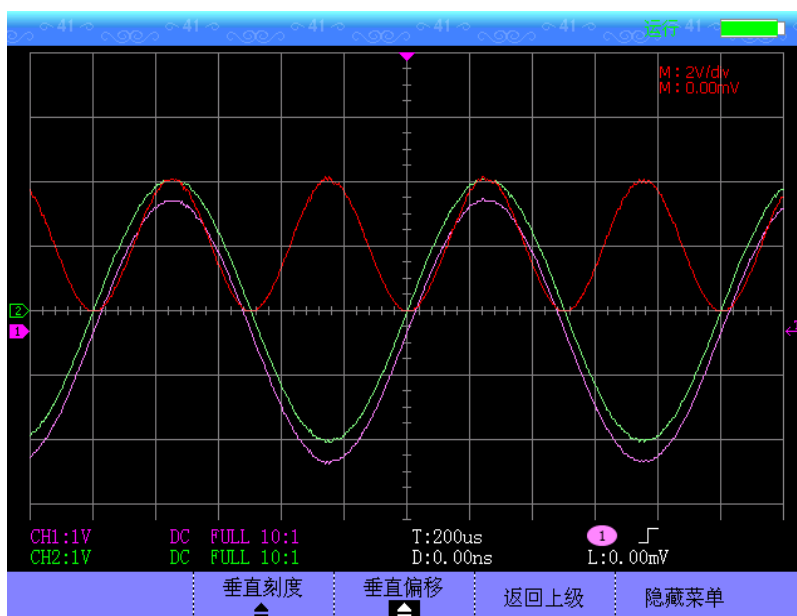


图 3.42 乘法效果图

### 3.8.4 FFT 运算设置

FFT(快速傅立叶变换)可以将时域信号转换成频域信号。使用 FFT 运算可以方便的进行以下工作：

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



说明：

具有直流成分或偏差的信号会导致 FFT 波形成分的错误或偏差。为减少直流成分可以选择“交流”耦合方式。

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

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，打开示波器主菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[运算]菜单，打开波形运算菜单。
- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择运算类型[FFT]功能，选择数据源，选择

窗函数[矩形窗]、[汉宁窗]或[平顶窗]，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。



图 3.43 运算设置菜单

表 3.2 窗函数简介

窗函数	特点	适合测量的波形
矩形窗 (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；具有变化缓慢波普的宽带随机噪声。
汉宁窗 (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。
平顶窗 (Flat Top)	非常小的通带波动，在幅度上有较小的误差	校准时使用。

4) 按【F2】或使用鼠标/触摸笔点击[运算设置]菜单，显示下图的菜单。

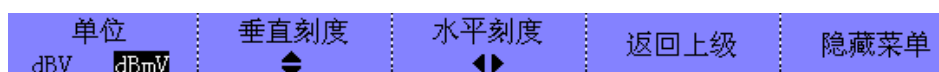


图 3.44 FFT 设置菜单

- 5) 按【F2】或使用鼠标/触摸笔点击[垂直刻度]菜单，通过方向键【↓】、【↑】改变运算波形的垂直灵敏度，垂直缩放运算波形。
- 6) 按【F3】或使用鼠标/触摸笔点击[水平刻度]菜单，通过方向键【←】、【→】改变运算波形的时基，水平缩放运算波形。

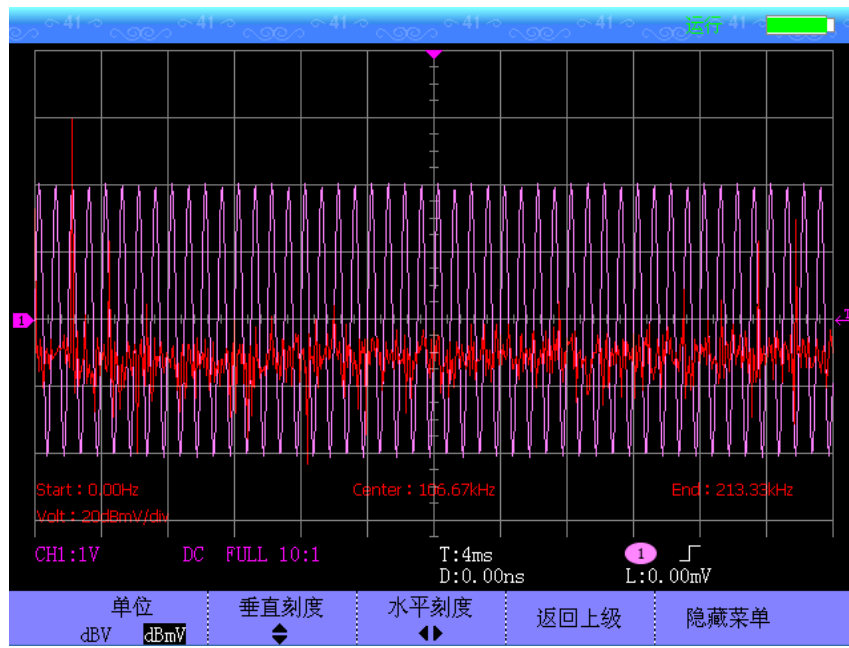


图 3.45 FFT 效果图


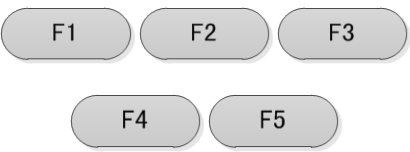
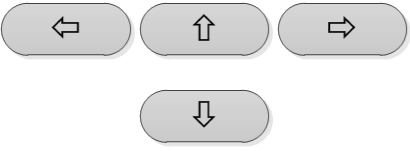
## 第四章 使用数字表

AV4381B 数字示波表提供了数字表测量功能，本章详细介绍进行数字表测试的操作过程。数字表采用专用数字表集成芯片来实现，主要实现电压、电阻、通断、二极管等参数的测量功能，电流的测量需使用电流钳选件实现，温度的测量需使用温度探头选件实现。

### 4.1 按键说明

AV4381B 数字示波表开机后，应用程序默认进入示波器测试功能，可通过【数字表】按键切换到数字表测试功能。

表 4.1 按键说明

按键	说明
	数字表功能模式的切换，显示数字表的测量结果及参数设置。
	多功能键主要由【F1】、【F2】、【F3】、【F4】、【F5】五个按键组成，实现二级和三级菜单的参数设置功能，分别对应各自屏幕上方的菜单设置。
	方向键主要由上、下、左、右四个按键组成，主要用于实现三级菜单的操作选择功能及参数的设置功能。

### 4.2 黑红表笔连接

AV4381B 数字示波表的顶面板上有 2 个 4mm 的香蕉头插孔。黑色表笔线与黑色插孔 COM 相连接，红色表笔线与红色插孔（电压、电阻、二极管）相连接。

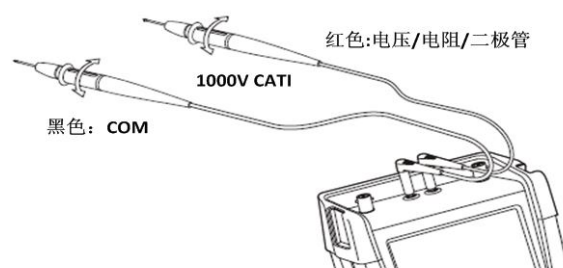


图 4.1 黑红表笔连接示意图

**警告：**

数字表的测量安全电压为 1000V CATI。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。

### 4.3 主菜单说明

按【数字表】键，显示数字表的主菜单。数字表测试操作相对比较简单，主菜单设置如下：

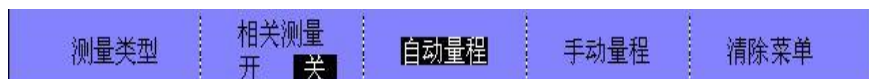


图 4.2 数字表主菜单设置

测量类型：弹出测量类型菜单，选择所需的测量类型。

相关测量：打开/关闭相关测量模式。打开相关测量模式，屏幕显示“相关测量”字样，并且有“真实值”和“参考值”显示。当开启相关测量时，当前显示值作为参考值，以后测量时，显示值为真实值减去参考值的差值。一般使用时，请关闭相关测量功能。

自动量程：切换为自动量程测量模式，一般情况下，请使用自动量程。

手动量程：切换为手动量程测量模式，并弹出量程选择菜单，在已知信号的大小时，可使用手动量程。

清除菜单：关闭数字表主菜单。可通过单击【F5】键或单击【数字表键】来显示。

### 4.4 测量类型设置

AV4381B 的数字表功能可选择的测量类型包括：电阻测量、直流电压测量、交流电压测量、二极管测量、通断测量、直流电流测量、交流电流测量、温度测量等，初始测量类型为电阻测量。

#### 4.4.1 电阻测量

数字表的分辨率为 6000，电阻测量量程档位 600 $\Omega$ 、6k $\Omega$ 、60k $\Omega$ 、600k $\Omega$ 、6M $\Omega$ 、30M $\Omega$ 。量程档位与分辨率对应关系如下表所示。

表 4.2 电阻量程与分辨率关系表

量程	600 $\Omega$	6k $\Omega$	60k $\Omega$	600k $\Omega$	6M $\Omega$	30M $\Omega$
分辨率	0.1 $\Omega$	1 $\Omega$	10 $\Omega$	100 $\Omega$	1k $\Omega$	10k $\Omega$

电阻测量的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。

- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[测量类型]菜单，打开测量类型设置菜单。

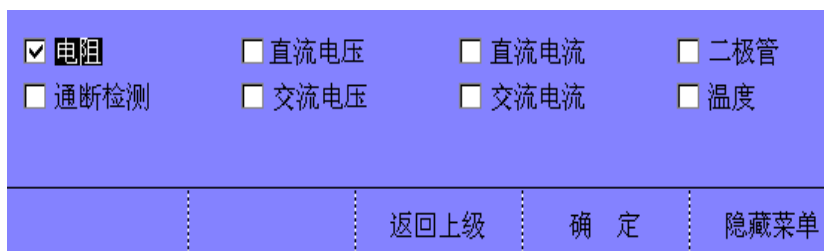


图 4.3 电阻测量菜单

- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择测量类型[电阻]功能，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。



图 4.4 电阻测量示意图

#### 4.4.2 直流电压测量

数字表的分辨率为 6000，直流电压测量量程档位 600mV、6V、60V、600V、1000V。量程档位与分辨率对应关系如下表所示。

表 4.3 直流电压量程与分辨率关系表

量程	600mV	6V	60V	600V	1000V
分辨率	0.1mV	1mV	10mV	100mV	1V

直流电压测量的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[测量类型]菜单，打开测量类型设置菜单。



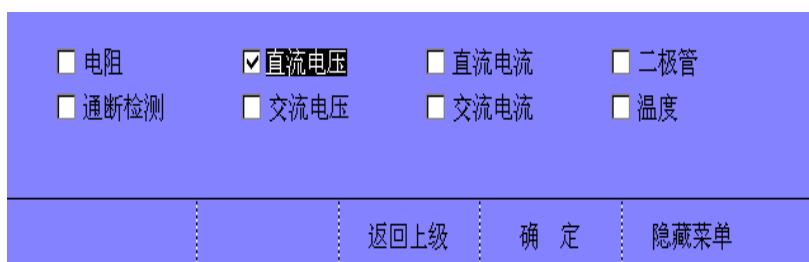


图 4.5 直流电压测量菜单

- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择测量类型[直流电压]功能，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。



图 4.6 直流电压测量示意图

#### 4.4.3 交流电压测量

数字表的分辨率为 6000，交流电压测量量程档位 6V、60V、600V、750V。量程档位与分辨率对应关系如下表所示。

表 4.4 直流电压量程与分辨率关系表

量程	6V	60V	600V	750V
分辨率	1mV	10mV	100mV	1V

交流电压测量的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[测量类型]菜单，打开测量类型设置菜单。

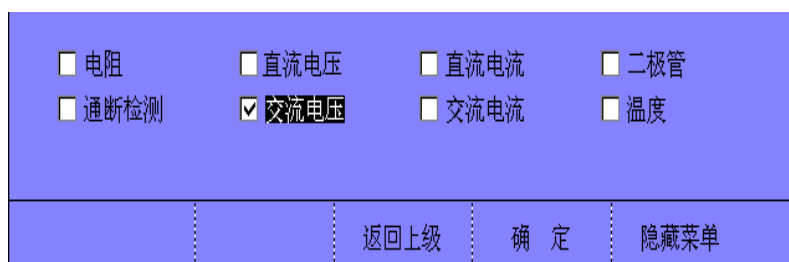


图 4.7 交流电压测量菜单

- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择测量类型[交流电压]功能，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。

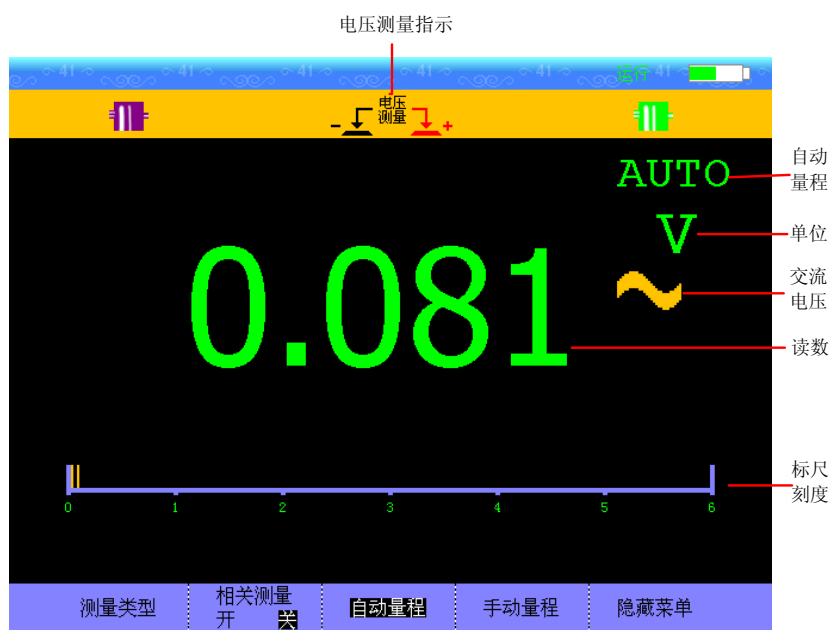


图 4.8 交流电压测量示意图

#### 4.4.4 通断测量

当黑红表笔之间的电阻小于 30 $\Omega$  时，蜂鸣器发声。

通断测量的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[测量类型]菜单，打开测量类型设置菜单。

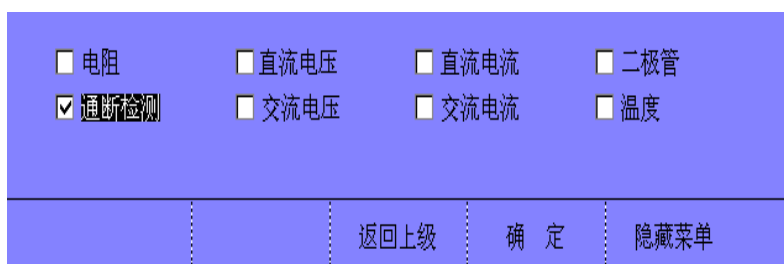


图 4.9 通断测量菜单

- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择测量类型[通断检测]功能，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。

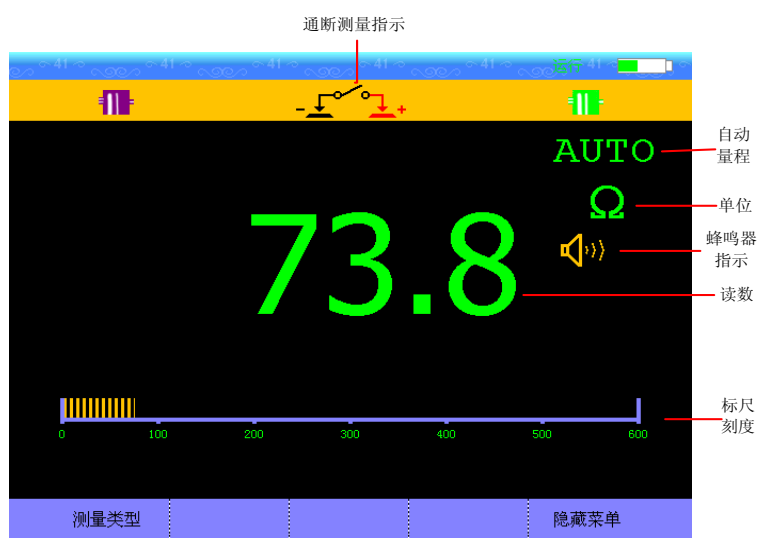


图 4.10 通断测量示意图

#### 4.4.5 二极管测量

二极管测量的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[测量类型]菜单，打开测量类型设置菜单。

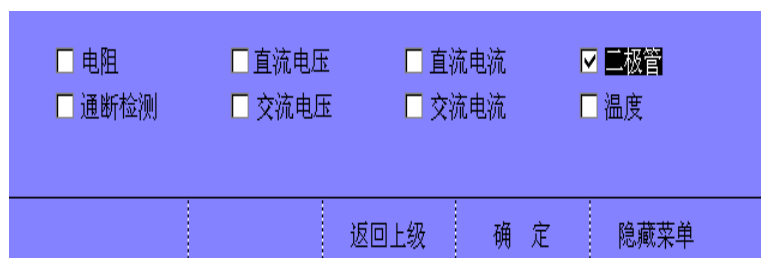


图 4.11 二极管测量菜单

- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择测量类型[二极管]功能，按【F4】键或

点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。

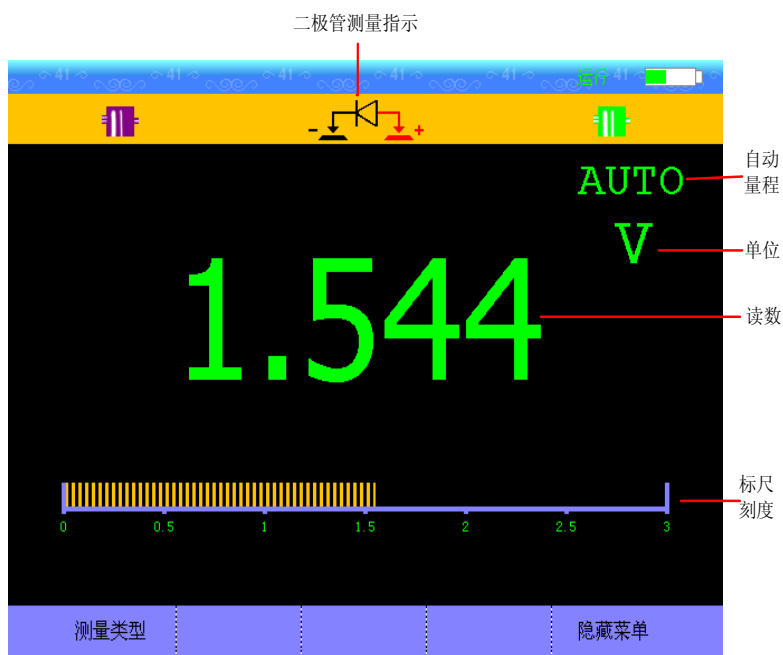


图 4.12 二极管测量示意图

#### 4.4.6 直流电流测量

数字表模式测量电流时需外接电流钳选件，将电流信号转换成电压信号后再进行测量，不支持电流的直接测量。



切不可将示波表的黑红表笔直接测量电流，否则会造成仪表的  
警告：烧坏。测量电流时，请外接电流钳选件，请使用厂家推荐的电流钳型号。

直流电流的操作方法如下：

- 1) 按下图连接电流钳与数字表的 4mm 香蕉头。

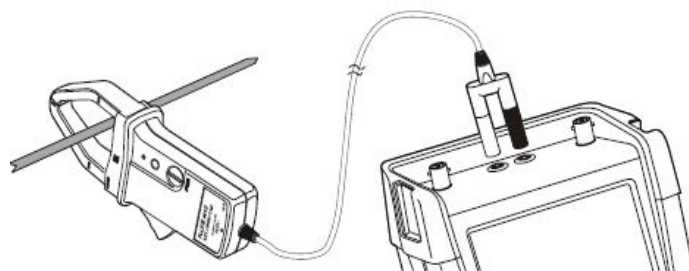


图 4.13 电流钳连接示意图

- 2) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。
- 3) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[测量类型]菜单，打开测量类型设置菜单。

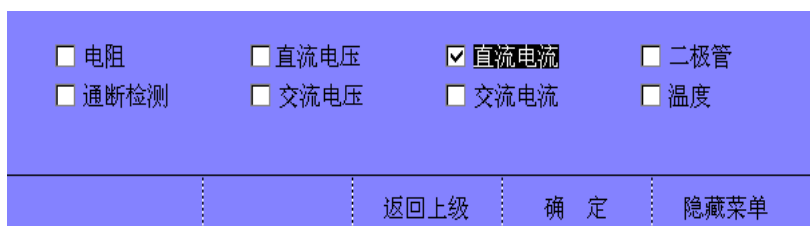


图 4.14 直流电流测量菜单

- 4) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择测量类型[直流电流]功能，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。
- 5) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择电流钳的探头系数，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。

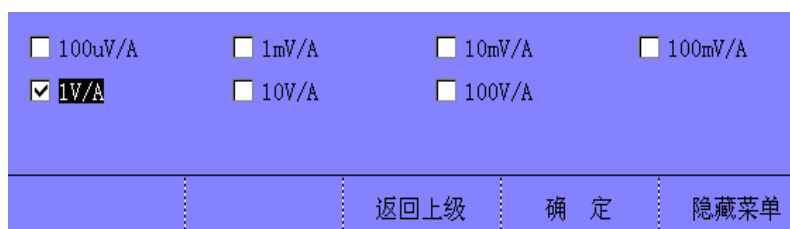


图 4.15 电流钳探头系数菜单

- 6) 测量结果如下图所示，按【F4】键选择[探头系数]菜单，可重新设置探头系数；按【F1】键选择[测量类型]菜单，可选择其它的测量类型。

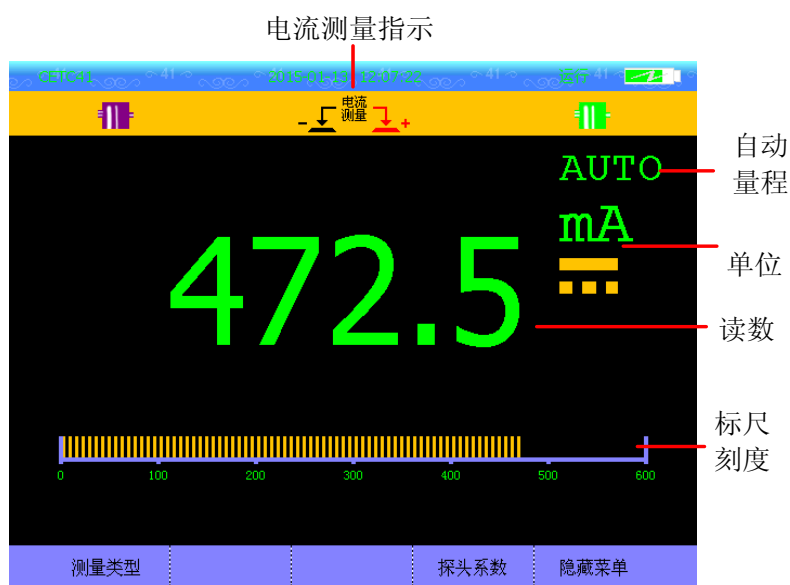


图 4.16 直流电流测量示意图



说明:

数字表的直流电流测量功能，探头系数的设置需要与选用的电流钳的系数保持一致，否则测量结果不准确。

#### 4.4.7 交流电流测量

交流电流的测量与直流电流的测量类似，需要外接电流钳。测量类型选择[交流电流]，其他操作步骤按 4.4.6 节进行。

#### 4.4.8 温度测量

数字表模式测量温度时需外接温度探头选件，将温度信号通过传感器转换成电压信号后再进行测量，不支持温度的直接测量，将温度探头 80TK 热电偶模块连接到数字表输入端。

- 1) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[测量类型]菜单，打开测量类型设置菜单。

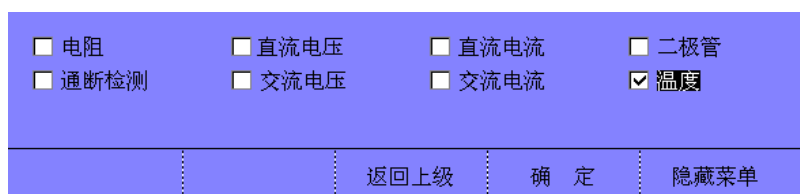


图 4.17 直流电流测量菜单

- 3) 通过方向键【↓】、【↑】、【←】、【→】选择测量类型[温度]功能，按【F4】键或点击[确定]选定，或使用鼠标/触摸笔点击菜单前的□选定。
- 4) 测量结果如下图所示，按【F4】键选择[温度单位]菜单，可实现摄氏度和华氏度单位的自动切换；按【F1】键选择[测量类型]菜单，可选择其它的测量类型。

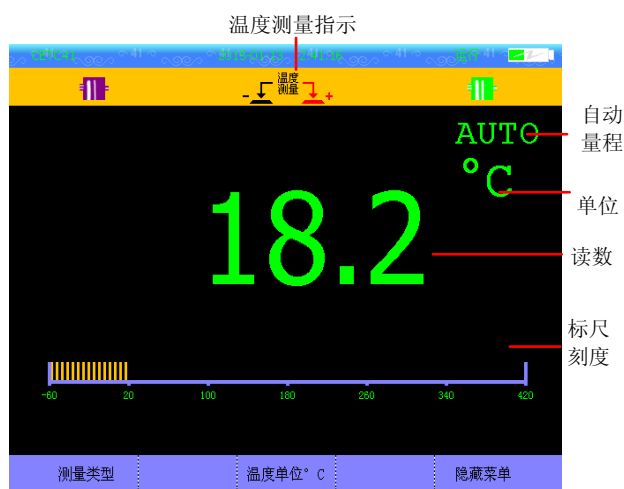


图 4.18 温度测量示意图



说明:

数字表的温度测量功能，热电偶的探头系数固定为  $1\text{mVdc}/^{\circ}\text{C}$ ，若选用非此探头系数的热电偶模块，测量结果需要进行相应的转换。

## 4.5 相关测量设置

相关测量：打开/关闭相关测量模式。打开相关测量模式，屏幕显示“相关测量”字样，并且有“真实值”和“参考值”显示。当开启相关测量时，当前显示值作为参考值，以后测量时，显示值为真实值减去参考值的差值。

相关测量的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击[开]菜单，打开相关测量。

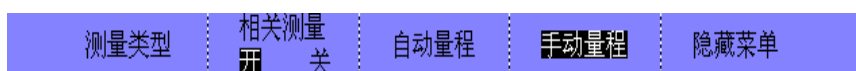


图 4.19 相关测量菜单



图 4.20 相关测量示意图

## 4.6 手动量程设置

手动量程：切换为手动量程测量模式，并弹出量程选择菜单，在已知信号的大小时，可使用手动量程。

手动量程设置的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，打开数字表主菜单。

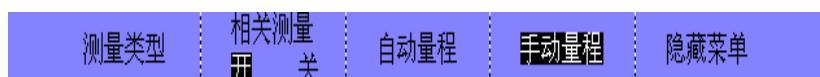


图 4.21 手动量程测量菜单

- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[手动量程]菜单，打开手动量程菜单，选择合适

的量程。



图 4.22 手动量程测量示意图



## 第五章 使用频率计

AV4381B 数字示波表提供了频率计测量功能，本章详细介绍进行频率计测试的操作过程。频率计通道复用示波器的方式来实现，可实现精确的频率测量，频率分辨率达 1Hz。

### 5.1 按键说明

AV4381B 数字示波表开机后，应用程序默认进入示波器测试功能，可通过【频率计】按键切换到频率计测试功能。

表 5.1 按键说明

按键	说明
	频率计功能模式的切换，显示频率计的测量结果及参数设置。
	多功能键主要由【F1】、【F2】、【F3】、【F4】、【F5】五个按键组成，实现二级和三级菜单的参数设置功能，分别对应各自屏幕上方的菜单设置。

### 5.2 探头设置

频率计测量模式下，探头的设置和示波器一致，详细设置参见 3.2 节。

### 5.3 主菜单说明

按【频率计】键，显示频率计的主菜单，设置如下：

测量通道	测量类型	探头系数	幅度选择	隐藏菜单
CH1 CH2	频率 周期	1:1 10:1	80mV 800mV 8V	

图 5.1 频率计主菜单设置

测量通道：测量信号的通道选择，有两种选择：CH1、CH2。

测量类型：频率、周期。

探头系数：1:1 和 10:1。

幅度选择：当探头系数 1:1 时，测量信号的幅度选择：80mV、800mV、8V；当探头系数 10: 1 时，测量信号的幅度选择：800mV、8V、80V。

清除菜单：关闭频率计主菜单。可通过单击【F5】键或单击【频率计】键来显示。

## 5.4 测量通道设置

测量通道设置的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【频率计】键，打开频率计主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[CH1]或者[CH2]，选择测量通道。



图 5.2 频率计测量通道设置

## 5.5 测量类型设置

测量类型设置的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【频率计】键，打开频率计主菜单。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击[频率]或者[周期]，选择合适测量类型。

## 5.6 探头系数设置

测量频段设置的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【频率计】键，打开频率计主菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[1:1]或者[10:1]，选择合适的探头系数。

## 5.7 测量幅度设置

测量幅度设置的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【频率计】键，打开频率计主菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[80mV]、[800mV]或者[8V]，选择合适测量幅度。



图 5.3 频率计测量幅度设置



说明:

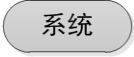
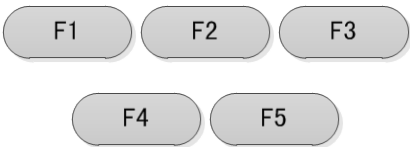
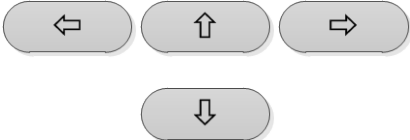
当探头系数 1:1 时，测量信号的幅度选择：80mV、800mV、8V；  
当探头系数 10: 1 时，测量信号的幅度选择：800mV、8V、80V。

## 第六章 系统管理

### 6.1 按键说明

本章主要讲述 AV4381B 数字示波器系统管理操作内容。

表 6.1 按键说明

按键	说明
	系统菜单的打开与关闭。
	多功能键主要由【F1】、【F2】、【F3】、【F4】、【F5】五个按键组成，实现二级和三级菜单的参数设置功能，分别对应各自屏幕上方的菜单设置。
	方向键主要由上、下、左、右四个按键组成，主要用于实现三级菜单的操作选择功能及参数的设置功能。

### 6.2 示波器系统菜单

按键盘上【系统】键，显示系统主菜单。系统主菜单设置如下。

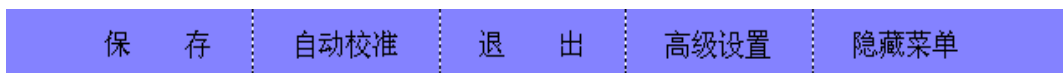


图 6.1 示波器系统菜单

保存：打开保存回放主菜单。

自动校准：示波器高级设置，对示波器的通道垂直偏置和通道增益进行校准，以达到更高的测量精度。

退出：退出 AV4381B 系统。

高级设置：打开系统高级设置菜单，如下图所示。

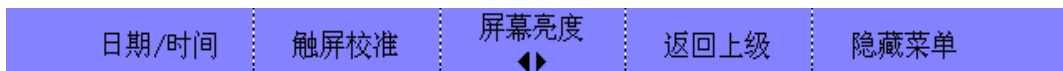


图 6.2 系统高级菜单设置

日期/时间：设置系统日期、时间。

触屏校准：校准触摸屏。

屏幕亮度：方向键（左右）调节屏幕亮度。

隐藏菜单：关闭系统主菜单。可通过单击【F5】键或单击【系统】键来显示。

### 6.2.1 保存与回放设置

保存与回放设置的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【系统】键，打开系统主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[保存]，打开保存回放主菜单。

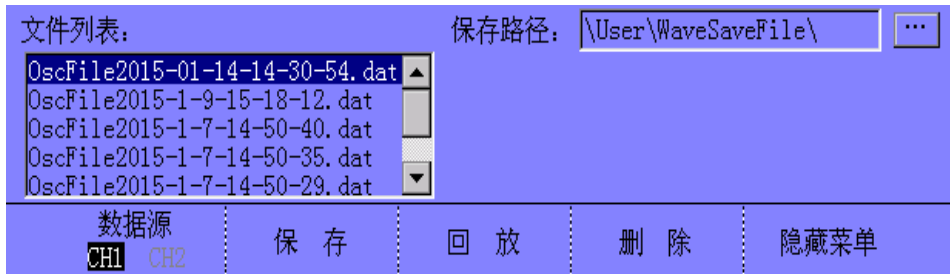


图 6.3 保存与回放菜单



说明：

保存的文件列表按照时间由新到旧的顺序排列，用户可通过鼠标或触摸笔对文件列表进行上下移动，回放需要的波形信息。

- 3) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击[CH1]或[CH2]，选择要保存的波形的通道。
- 4) 使用鼠标/触摸笔点击选择保存路径。



图 6.4 保存路径设置

- USER：表示存储在仪器内部。
  - Storage Card：表示存储在 SD 卡中。
  - 硬盘：表示存储在 U 盘中。
- 5) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击[保存]，完成保存，保存后文件列表中显示保存的文件名称。文件名称按照时间的信息格式进行保存，OscFile2014-12-24-16-05-38 表示示波器文件 2014 年 12 月 24 日 16 点 5 分 38 秒保存的。
  - 6) 按键盘上【⇧】键或【⇩】键选择文件列表中要删除的文件，按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[删除]，删除文件。

- 7) 按键盘上【⇧】键或【⇩】键选择文件列表中要回放的文件，按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[回放]，显示回放波形并打开回放菜单。

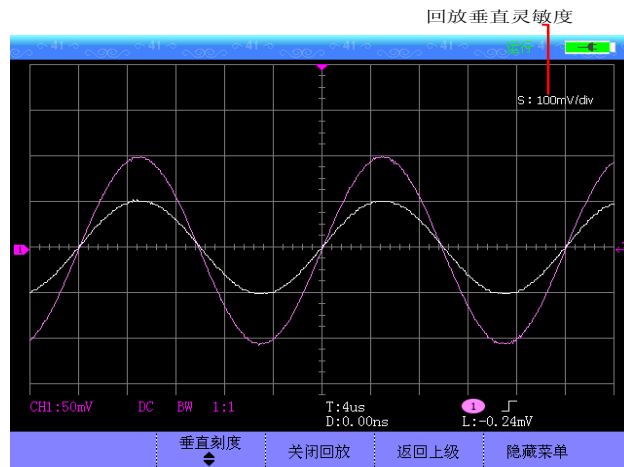


图 6.5 波形回放

- 8) 按键盘上【⇧】键或【⇩】键可以改变回放波形的垂直刻度，当回放的垂直灵敏度与原始波形的垂直灵敏度一致时，波形完全重合。

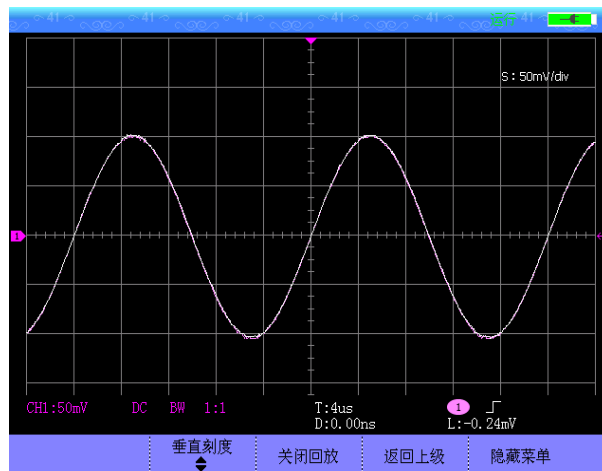


图 6.6 波形回放设置

- 9) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击[关闭回放]，关闭回放波形。  
10) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击[返回上级]，返回保存主菜单。

## 6.2.2 校准设置

自动校准设置的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【系统】键，打开系统主菜单。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击[自动校准]，弹出自动校准界面，通过鼠标/触

摸笔点击[AUTO CALIBRATE]，完成示波器系统的自动校准。

### 6.2.3 退出系统

退出系统的操作方法如下：

- 1) 按键盘上【系统】键，打开系统主菜单。
- 2) 按【F3】退出应用程序，返回到 Windows CE 界面。



图 6.7 Windows CE 桌面

- 3) 用户通过触摸屏或鼠标点击[我的设备]，进入 CE 系统的根目录。



图 6.8 Windows CE 系统根目录

- 4) 触摸屏或鼠标点击 User 盘符下的 AV4381 应用程序即可重新进入应用程序。

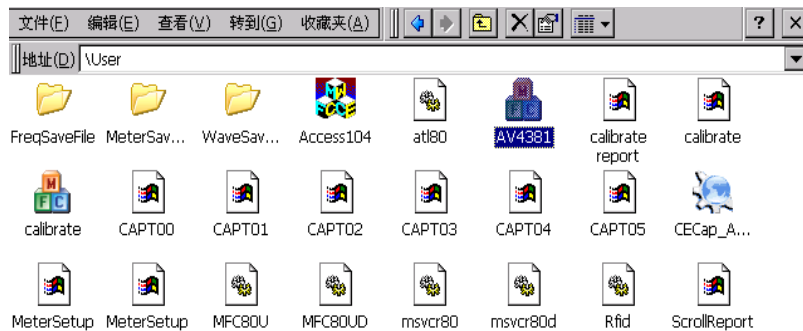


图 6.9 AV4381 应用程序

### 6.2.4 设置日期/时间

设置系统日期、时间的操作方法如下：

- 1) 按【系统】键，打开系统主菜单。
- 2) 按【F4】键进入系统高级设置菜单。
- 3) 按【F1】键，在日期/时间属性对话框中设置日期、时间，点击[ok]键完成日期时间的设置。



图 6.10 日期、时间属性对话框

### 6.2.5 触屏校准

触屏校准的操作方法如下：

- 1) 按【系统】键，打开系统主菜单。
- 2) 按【F4】键进入系统高级设置菜单。
- 3) 按【F2】键，在笔针属性对话框中根据提示进行触屏校准。

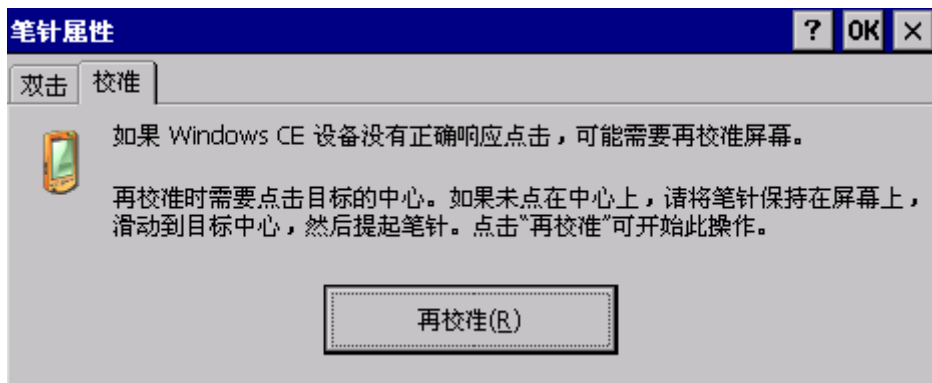


图 6.11 笔针属性对话框

### 6.2.6 屏幕亮度调节

屏幕亮度调节的操作方法如下：



- 1) 按【系统】键，打开系统主菜单。
- 2) 按【F4】键进入系统高级设置菜单。
- 3) 按【←】降低屏幕的亮度，按【⇒】键增加屏幕的亮度。

### 6.3 数字表系统菜单

按键盘上【系统】键，显示系统主菜单。系统主菜单设置如下：

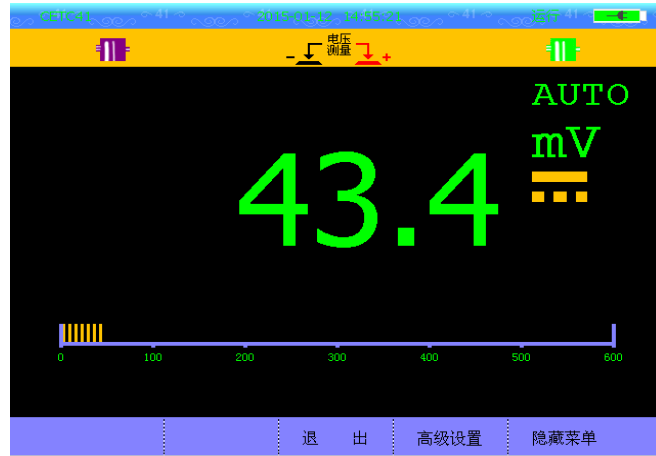


图 6.12 数字表系统菜单

退出：退出 AV4381B 系统。

高级设置：同示波器系统菜单中的[高级设置]。

隐藏菜单：关闭系统主菜单。可通过单击【F5】键或单击【系统】键来显示。

### 6.4 频率计系统菜单

按键盘上【系统】键，显示系统主菜单。系统主菜单设置如下：



图 6.13 频率计系统菜单

退出：退出 AV4381B 系统。

高级设置：同示波器系统菜单中的[高级设置]。

隐藏菜单：关闭系统主菜单。可通过单击【F5】键或单击【系统】键来显示。

## 第七章 使用 RFID 选件

本章主要讲述 AV4381B 数字示波表 RFID 选件的操作内容，通过 RFID 无线传输模块，可实现数据的无线传输功能。

### 7.1 RFID 简介

RFID 是 RadioFrequencyIdentification 的缩写，它是一种使用射频信号来进行通信，以实现非接触式自动识别的技术。该技术通过利用射频信号空间的电磁或电感耦合，来对目标对象进行识别跟踪。具有识别速度快、存储容量大、数据可更新、抗干扰能力强、读取距离远以及数据可加密等优点。

根据 RFID 的系统工作频率，可将 RFID 模块分为低频段、中高频段、超高频和微波频段三种类型。低频段 RFID 的工作频率范围为 30kHz~300kHz，其典型的工作频率为 125kHz 和 133kHz；中高频 RFID 的工作频率一般为 3MHz~30MHz，其典型的工作频率为 13.56MHz；超高频和微波频段 RFID 的典型工作频率为 433.92MHz、862MHz~928MHz、2.45GHz、5.8GHz。

本产品配备的 RFID 模块的系统工作频率为 2.45GHz，采用 5V 供电方式，无线传输距离可达 10 米，实物如下图所示。



图 7.1 RFID 模块实物图

### 7.2 RFID 无线传输系统的搭建

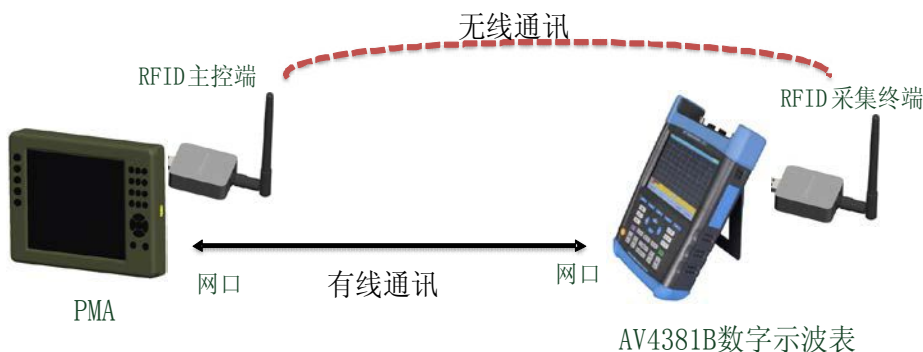


图 7.2 RFID 传输系统

RFID 传输系统由 PMA 主控机、数字示波表、RFID 通讯主控端及 RFID 采集终端组成。PMA 主控机与 RFID 主控端相连，示波表与 RFID 采集终端相连；主控端和采集终端成对使用，采用点对点通讯模式；RFID 模块采用符合 GJB 7377.2-2011 无线通讯标准，所构建的无线网络链路支持 TCP/IP 以太网络传输协议。

RFID 选件采用外置的方式，位于数字示波表的背面，通过接插件和固定螺丝进行连接和固定。



图 7.3 加入 RFID 选件的示波表

### 7.2.1 示波表和 RFID 模块的连接

在示波表启动时，默认开启 RFID 模块。加入 RFID 模块，仪器系统菜单进行相应调整，按键盘上【系统】键，显示系统主菜单。系统主菜单设置如下：

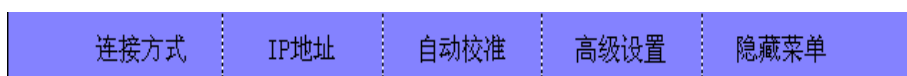


图 7.4 RFID 系统菜单

RFID 模块连接操作方法如下：

- 1) 按键盘上【系统】键，显示系统主菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击连接方式按钮，显示连接方式菜单，如图所示。

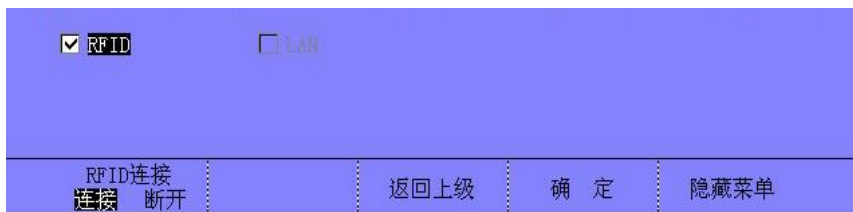


图 7.5 RFID 模块连接菜单

- 3) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击连接/断开按钮，进行 RFID 模块连接操作。

### 7.2.2 RFID 模块 IP 地址和端口设置

RFID 模块 IP 地址和端口设置操作方法如下：

- 1) 按键盘上【系统】键，显示系统主菜单。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击 IP 地址按钮，显示 IP 地址菜单，如图所示。
- 3) 输入设置的 IP 地址或端口号，按【F4】键或用鼠标/触摸笔点击确定按钮，完成 RFID 模块 IP 地址或端口设置。

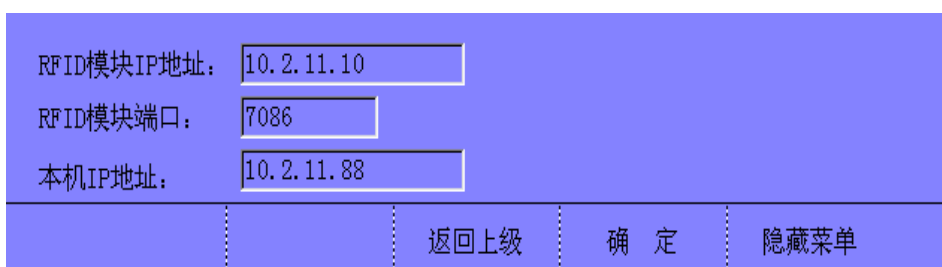


图 7.6 IP 地址和端口设置菜单



**RFID 模块的 IP 地址固定为 10.2.11.10，端口号固定为 7086，**  
**说明：** 请勿更改，否则 RFID 模块与示波表连接不成功；示波表主机的 IP 地址出厂设置为 10.2.11.88。

### 7.3 示波器的 RFID 操作

加入 RFID 模块，仪器菜单项进行相应调整，按[示波器]键进入示波器的 RFID 操作菜单。传输菜单包含上传、保存、回放、数据量、设置功能子菜单。



图 7.7 示波器 RFID 操作菜单

上传：打开上传设置子菜单。

保存：打开保存设置子菜单。

回放：打开回放设置子菜单。

数据量：打开传输数据量设置子菜单。

设置：打开示波器功能设置子菜单，子菜单的设置与第三章一致。

### 7.3.1 RFID 的数据上传

数据上传即通过 RFID 无线传输模块实时上传当前波形数据。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，示波器的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击上传按钮，实时上传当前波形数据。

### 7.3.2 RFID 的数据保存

数据保存即将当前波形数据保存为 RFID 数据文件格式。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，示波器的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击保存按钮，保存当前波形数据。

### 7.3.3 RFID 的回放操作

- 1) 按键盘上【示波器】键，示波器的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击回放按钮，打开回放菜单，如图所示。



图 7.8 RFID 文件回放菜单

回放子菜单项包含：

- 上传：上传选择的文件记录。
- 回放/关闭回放：打开/关闭文件记录。
- 删除：删除文件记录。
- 返回上级：返回上级菜单。
- 隐藏菜单：隐藏当前菜单。

保存路径：选择文件路径，文件列表中显示文件为当前路径下的 RFID 文件。保存路径有 USER，Storage Card，硬盘三种可供选择。

### 7.3.4 RFID 的数据量选择

设置保存到 RFID 文件中的数据量大小，可选择为 600 点，6k 点，15k 点和 30k 点。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，示波器的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击数据量按钮，打开数据量选择菜单，如图所示。



图 7.9 数据量选择菜单

- 返回上级：返回上级菜单。
- 确定：确定选择。
- 隐藏菜单：隐藏当前菜单。

### 7.3.5 RFID 的定时发送

定时上传当前波形数据，当开启定时发送功能时，RFID 文件数据量自动设置为 600pts，每间隔 10 秒钟，自动发送一次采集数据。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【示波器】键，示波器的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击数据量按钮，打开数据量选择菜单。
- 3) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击开/关按钮，打开或关闭定时发送功能。

## 7.4 数字表的 RFID 操作

加入 RFID 模块，仪器菜单项进行相应调整，按[数字表]键进入数字表的 RFID 操作菜单。数字表 RFID 文件数据量较小，无数据量选择操作，菜单如图所示。



图 7.10 数字表的 RFID 操作菜单

上传：打开上传设置子菜单。

保存：打开保存设置子菜单。

回放：打开回放设置子菜单。

定时发送开关：按【F4】选择定时发送[开]、[关]。

设置：打开数字表功能设置子菜单，子菜单的设置与第四章一致。

#### 7.4.1 RFID 的数据上传

数据上传即通过 RFID 无线传输模块实时上传当前波形数据。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，数字表的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击上传按钮，实时上传当前波形数据。

#### 7.4.2 RFID 的数据保存

数据保存即将当前波形数据保存为 RFID 数据文件格式。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，数字表的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击保存按钮，保存当前波形数据。

#### 7.4.3 RFID 的回放操作

- 1) 按键盘上【数字表】键，数字表的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击回放按钮，打开回放菜单，如图所示。



图 7.11 RFID 文件回放菜单

回放子菜单项包含：

- 上传：上传选择的文件记录。
- 回放/关闭回放：打开/关闭文件记录。
- 删除：删除文件记录。



- 返回上级：返回上级菜单。
- 隐藏菜单：隐藏当前菜单。

保存路径：选择文件路径，文件列表中显示文件为当前路径下的 RFID 文件。

#### 7.4.4 RFID 的定时发送

定时上传当前测量结果，当开启定时发送功能时，每间隔 5 秒钟，自动发送一次测量结果。操作方法如下：

- 1) 按键盘上【数字表】键，数字表的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击开/关按钮，打开或关闭定时发送功能。

### 7.5 频率计的 RFID 操作

加入 RFID 模块，仪器菜单项进行相应调整，按[频率计]键进入频率计的 RFID 操作菜单。频率计 RFID 文件数据量较小，无数据量选择操作，菜单如图所示。



图 7.12 频率计的 RFID 操作菜单

上传：打开上传设置子菜单。

保存：打开保存设置子菜单。

回放：打开回放设置子菜单。

定时发送开关：按【F4】选择定时发送[开]、[关]。

设置：打开频率计功能设置子菜单，子菜单的设置与第五章一致。

#### 7.5.1 RFID 的数据上传

数据上传即通过 RFID 无线传输模块实时上传当前波形数据。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【频率计】键，频率计的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F1】键或使用鼠标/触摸笔点击上传按钮，实时上传当前波形数据。

#### 7.5.2 RFID 的数据保存

数据保存即将当前波形数据保存为 RFID 数据文件格式。

操作方法如下：

- 1) 按键盘上【频率计】键，频率计的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F2】键或使用鼠标/触摸笔点击保存按钮，保存当前波形数据。

### 7.5.3 RFID 的回放操作

- 1) 按键盘上【频率计】键，频率计的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F3】键或使用鼠标/触摸笔点击回放按钮，打开回放菜单，如图所示。



图 7.13 RFID 文件回放菜单

回放子菜单项包含：

- 上传：上传选择的文件记录。
- 回放/关闭回放：打开/关闭文件记录。
- 删除：删除文件记录。
- 返回上级：返回上级菜单。
- 隐藏菜单：隐藏当前菜单。

保存路径：选择文件路径，文件列表中显示文件为当前路径下的 RFID 文件。

### 7.5.4 RFID 的定时发送

定时上传当前测量结果，当开启定时发送功能时，每间隔 5 秒钟，自动发送一次测量结果。操作方法如下：

- 1) 按键盘上【频率计】键，频率计的 RFID 操作菜单。
- 2) 按【F4】键或使用鼠标/触摸笔点击开/关按钮，打开或关闭定时发送功能。

## 第八章 工作原理

AV4381B 数字示波器整机电路主要由示波器模块、数字表模块、数字信号处理电路、嵌入式 CPU、电源管理、人机接口等组成。

示波器模块的输入信号经过模拟通道调理，进入 A/D 转换器量化，量化后的数据经过抽取处理存入采集存储器，CPU 根据触发系统产生的触发信号，从波形存储器中取出波形数据，送到显示处理模块，在显示处理模块中转换为 600×400 像素的显示数据帧，并以一定的刷新速度在显示设备上实现更新显示，波形存储器中的数据还可供 CPU 做波形参数测量、信号分析和处理时使用。

数字表模块采用专用数字表集成芯片来实现，主要实现电压、电阻、通断、二极管等参数的测量功能，电流的测量需使用电流钳选件实现，温度的测量需使用温度探头选件实现。

频率计模块复用示波器的通道对输入信号进行调理，调理后的信号送到 ADC 进行量化，量化产生的数字信号经过数字触发电路产生的数字触发信号进行计数，计数的结果存储在 FPGA 内部的存储器中，CPU 将结果送到屏幕进行显示。

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 频谱分析功能等。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、SD 卡接口。电源管理电路主要实现电池的充放电管理和系统各单元的供电。

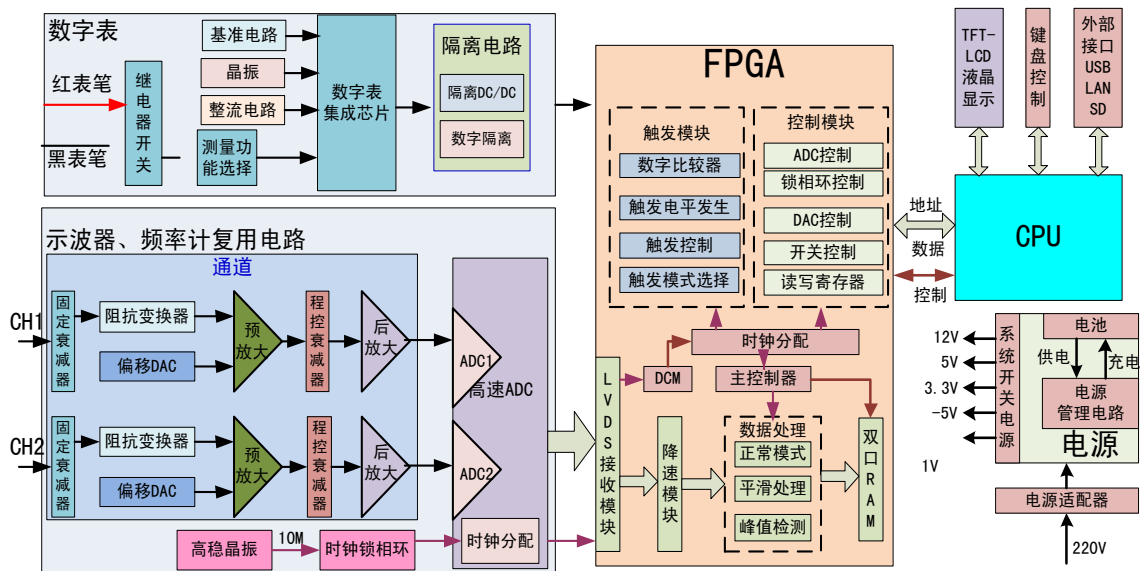


图 8.1 数字示波器原理框图

## 第九章 应用示例

### 9.1 测量简单的信号

电路中有一未知信号，用户要迅速显示和测量信号的频率和幅度。用户请按下列步骤操作：

- 1) 将探头上的开关设定为 $\times 10$ 模式，按【CH1】键，将[探头衰减系数]菜单设置为 $\times 10$ 。
- 2) 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。
- 3) 按【自动】键，示波器将自动设置，使波形显示达到最佳。用户在此基础上可进一步调节垂直、水平档位，直到波形显示符合用户的要求。
- 4) 进行频率和幅度参数的测量，按【示波器】键，出现示波器的主菜单，按【F1】键进入[测量]菜单，按【F1】键选择数据源，按【F2】打开测量窗口，选择[频率]、[幅度]、[周期]、[峰值]等。

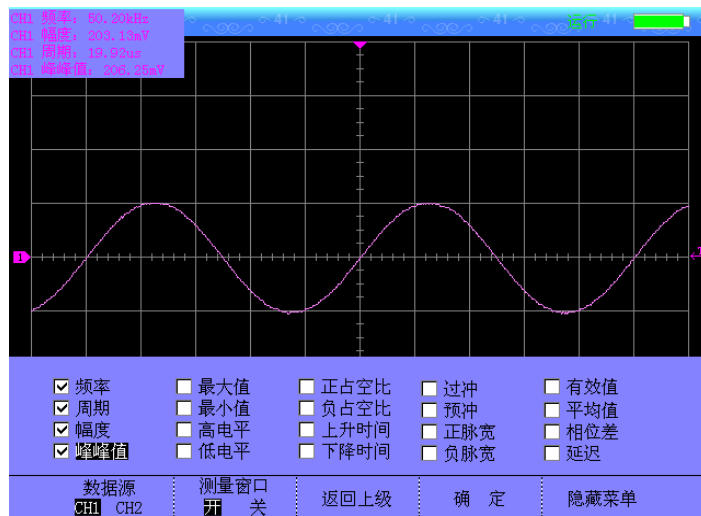


图 9.1 自动测量示例

### 9.2 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，用户可按下列步骤操作，观察完整的信号。

- 1) 将探头上的开关设定为 $\times 10$ 模式，按【CH1】键，将[探头衰减系数]菜单设置为 $\times 10$ 。
- 2) 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。
- 3) 按【示波器】键，进入示波器主菜单，按【F2】键选择[采集]菜单，通过方向键【 $\uparrow$ 】、

【↓】选择[峰值]模式。

- 4) 按【s】、【ns】键，调节时基档位，使时基调节到 1ms/div。
- 5) 按 CH1 的【V】、【mV】键，调节垂直灵敏度档位，使垂直灵敏度调节到 50mV/div。
- 6) 按【触发】键，弹出触发主菜单，按【F1】键选择触发源[CH1]，按【↑】、【↓】键，调节触发电平，使波形稳定显示。
- 7) 用户可以观察到稳定的脉冲信号。

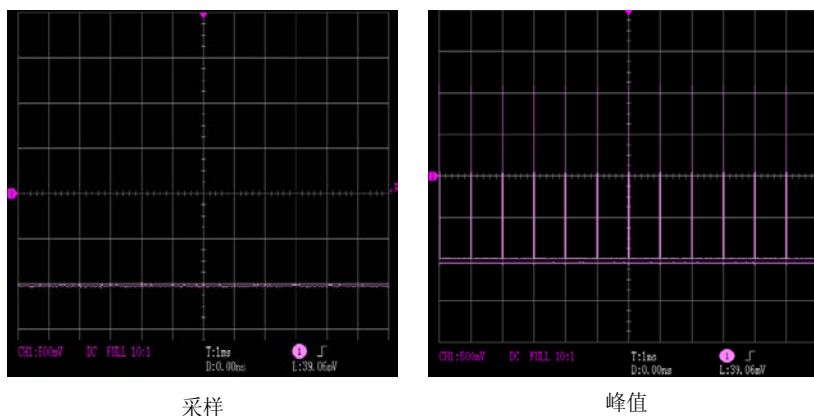


图 9.2 采样和峰值的示例

## 9.3 查看两路信号的相位差

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

### 9.3.1 XY 测量法

XY 模式下，示波器将两个输入通道从电压-时间显示转换为电压-电压显示，其中，X 轴和 Y 轴分别跟踪 CH1 和 CH2 的电压。通过李萨育法可以方便的显示测量相同频率的两个信号之间的相位差。图 9.3 给出了测量相位差的原理图。

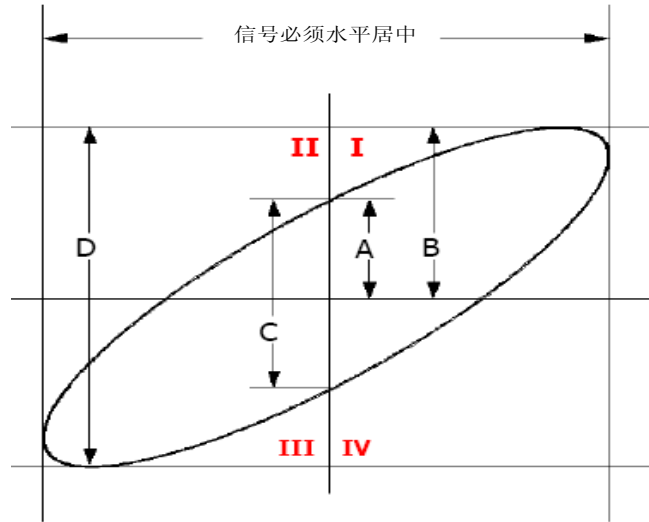


图 9.3 相位差测量原理图

根据  $\sin \varphi = A/B$  或  $C/D$ ，其中  $\varphi$  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： $\varphi = \pm \arcsin(A/B)$  或  $\pm \arcsin(C/D)$ 。如果椭圆的主轴在 I、III 象限内，那么所得的相位差角应在 I、IV 象限内，即在  $(0 \sim \pi/2)$  或  $(3\pi/2 \sim 2\pi)$  内。如果椭圆的主轴在 II、IV 象限内，那么所得的相位差角应在 II、III 象限内，即在  $(\pi/2 \sim \pi)$  或  $(\pi \sim 3\pi/2)$  内。

操作步骤如下：

- 1) 将探头上的开关设定为  $\times 10$  模式，按【CH1】、【CH2】键，将[探头衰减系数]菜单设置为  $\times 10$ 。
- 2) 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。
- 3) 按【自动】键，示波器将自动设置，使波形显示达到最佳。用户在此基础上可进一步调节垂直、水平档位，直到波形显示符合用户的要求。
- 4) 按【示波器】键，进入示波器主菜单，按【F3】键选择[显示]菜单，通过方向键【↑】、【↓】、【←】、【→】选择[XY]模式，数据源 1 选择[CH1]、数据源 2 选择[CH2]。
- 5) 根据图 XX 的原理，计算出两路信号的相位差，下图给出了几个常见相位差的 XY 显示图形。

信号 频率比	相位差					
	0度	45度	90度	180度	270度	360度
<b>1: 1</b>	/	◊	○	\	○	/

图 9.4 相位差测量原理图

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

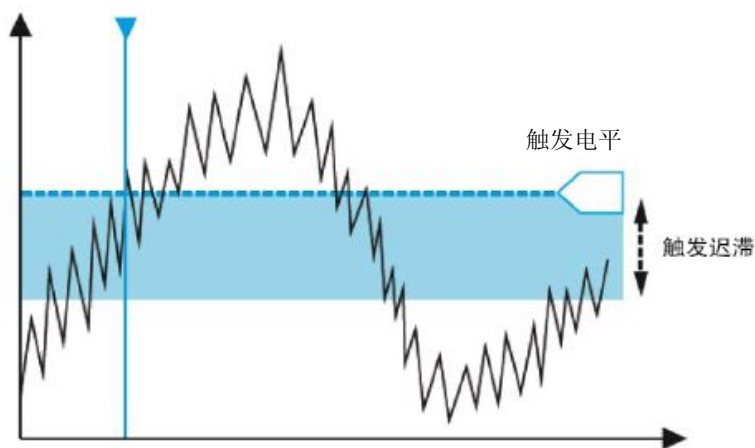
### 9.3.2 参数自动测量法

使用参数自动测量菜单中的相位差自动实现 2 路信号的相位差测量,测量 CH1 的上升沿与 CH2 的上升沿的相位差时,操作如下:

- 1) 将探头上的开关设定为 $\times 10$ 模式,按【CH1】、【CH2】键,将[探头衰减系数]菜单设置为 $\times 10$ 。
- 2) 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。
- 3) 按【自动】键,示波器将自动设置,使波形显示达到最佳。用户在此基础上可进一步调节垂直、水平档位,直到波形显示符合用户的要求。
- 4) 按【示波器】键,进入示波器主菜单,按【F1】键选择[测量]菜单,按【F1】键,数据源选择[CH1],通过方向键【 $\uparrow$ 】、【 $\downarrow$ 】、【 $\leftarrow$ 】、【 $\rightarrow$ 】选择[相位差]菜单。
- 5) 按【F2】键,测量结果显示菜单选择[开],读取 CH1-CH2 的相位差。

## 9.4 触发迟滞的应用技巧

触发迟滞与示波器的触发灵敏度有关;若信号比较纯净,可减小触发迟滞的值(最小 0X00),已获得更高的触发灵敏度,最高可达到 0.1 格;若信号含有噪声,需加大触发迟滞的值(最大 0XFF),已获得稳定的触发波形。通过采用触发迟滞连续可调技术,可以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。



改变触发迟滞,可以调节触发灵敏度

图 9.5 触发迟滞示意图

操作方法如下:

- 1) 按键盘上【触发】键,打开触发设置菜单。

- 2) 按【F2】键，选择触发电平菜单，通过方向键【↓】、【↑】将触发电平放置信号的中心位置。
- 3) 按【F4】键，进入到[触发选项]菜单，再通过按【F1】键实现[触发类型]和[触发迟滞]菜单的切换，当选择[触发迟滞]菜单时，通过方向键【↓】、【↑】来调节触发迟滞的值（0X00-0XFF），长按（2秒以上）方向键【↓】、【↑】可以快速调节触发迟滞的值，并获得稳定的触发波形。



## 第十章 故障检测与处理

本章主要讲述 AV4381B 数字示波表的故障处理与维修的相关内容。表 10.1 为 AV4381B 数字示波表可能出现的故障及解决方法。

表 10.1 故障及处理方法

故障	原因	解决方法
机器不能启动	电源适配器适配器工作异常	检查电源适配器的指示灯是否为绿色，更换电源适配器
	电池电量用完	为电池充电或更换备用电池
显示异常或波形不对	校准数据丢失	重新执行自动校准程序
	探头损坏	更换探头
测量值不准确	信号噪声太大	选择平均方式
	输入耦合设置不对	选择正确的输入耦合方式
	探头衰减系数设置错误	选择正确探头系数设置
有波形显示，但触发波形不稳定	信号噪声太大	增大触发迟滞的值，降低触发灵敏度
	信号幅度太小	减小触发迟滞的值，提高触发灵敏度
	触发源选择错误	选择有信号的通道为触发源
	触发电平不在波形内部区域	调节触发电平，使位于波形内
频率计读数不准确	测量通道选择不正确	选择正确的测量通道
	幅度设置不正确	选择正确的幅度范围
	探头系数设置不正确	选择与探头一致的衰减系数

## 附录 1：技术指标说明

AV4381B 数字示波表的标准配置的附件如下表所示。

表附录 1.1 技术指标说明表

示波器	通道数	2
	带宽	200MHz
	上升时间	1.75ns
	带宽限制	20MHz
	输入阻抗	1M $\Omega$ $\pm$ 1%
	输入耦合	DC、AC
	垂直灵敏度范围	5mV/div~10V/div
	幅度测量准确度	$\pm$ 3%满刻度
	最高采样率	2.5GSa/s（单）、1.25GSa/s（双）
	垂直分辨率	8 位
	存储深度	30kpts
	时基	2ns/div~4s/div
	采集模式	正常、峰值、平均
	触发源	CH1、CH2
	触发模式	正常、自动、单次
	触发类型	边沿、脉宽、事件
	触发灵敏度	1 格
触发电平范围	$\pm$ 4 格	
数字表	分辨率计数	6000
	直流电压量程	600mV、6V、60V、600V、1000V
	交流电压量程	6V、60V、600V、750V
	电阻量程	600 $\Omega$ 、6k $\Omega$ 、60k $\Omega$ 、600k $\Omega$ 、6M $\Omega$ 、30M $\Omega$
	通断、二极管测试	支持
	电流测试	支持（电流钳选件）
	温度测试	支持（温度探头选件）
频率计	频率范围	1Hz~200MHz

	频率分辨率	1Hz
显示	显示器类型	6.5 英寸 TFT-LCD
	显示器分辨率	640×480
	触摸屏	4 线电阻式
	波形显示样式	点、矢量、余晖
	波形显示模式	YT、XY
接口	输入接口	2 个 BNC、2 个香蕉头
	通信接口	USB 主控、USB 设备、LAN、SD
战术 指标	结构形式	手持式
	电源	电源适配器：19V±1V
		锂电池：14.8V，可连续工作 3 小时
	工作温度	0℃~+40℃
	外形尺寸（宽×高×深）	190mm×296mm×76mm
最大重量	2.2kg	

## 附录 2：附件和选件

AV4381B 数字示波表的标准配置的附件如下表所示。

表附录 2.1 标配附件表

序号	名称	说明	备注
1	电源线组件	标准三芯电源线+电源适配器	
2	用户手册		
3	产品合格证		
4	锂电池		
5	示波器探头	随主机配 2 个	
6	数字表探头		
7	BNC 电缆		

AV4381B 数字示波表的选配附件如下表所示。

表附录 2.2 选配附件表

选件编号	名称	功能	示意图
AV4381B-001	便携式旅行箱	塑料包装箱	
AV4381B-002	锂电池	备用锂电池	
AV4381B-003	SD 卡	用于文件的存储	
AV4381B-004	电流钳	用于电流测试	
AV4381B-005	温度探头	用于温度测试	
AV4381B-006	RFID 无线通信模块及软件	用于测试数据的无线传输	