

数字存储示波器的实验内容与操作步骤

本实验中所使用的数字存储示波器型号为 RIGOL DS1102E 型，其前面板如下图所示。

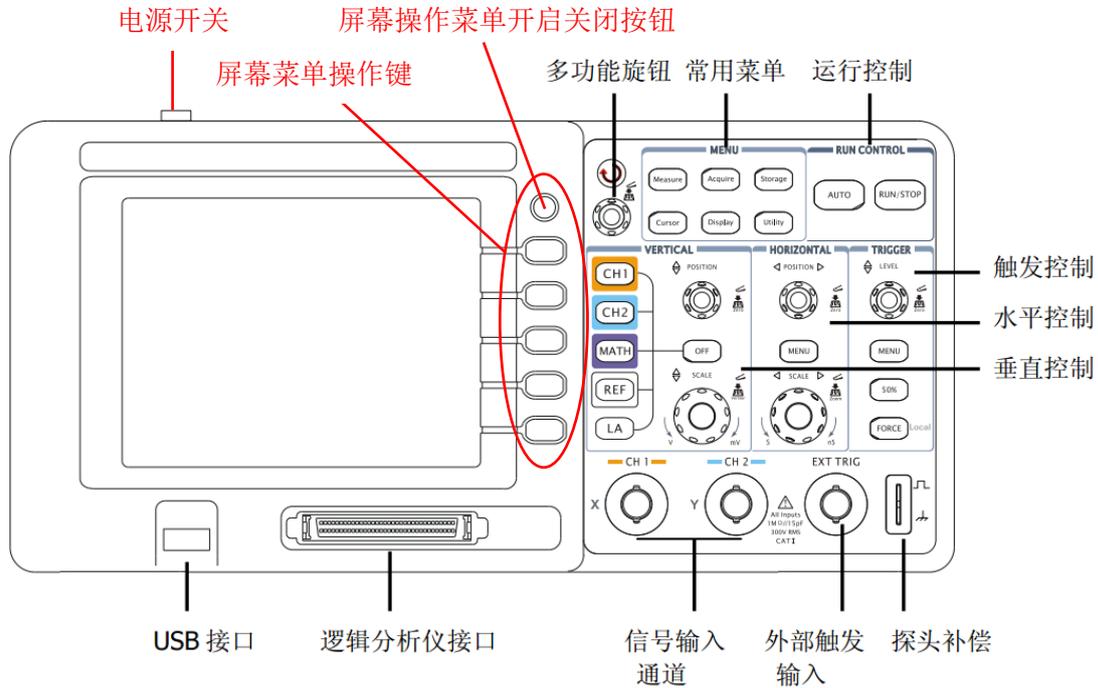
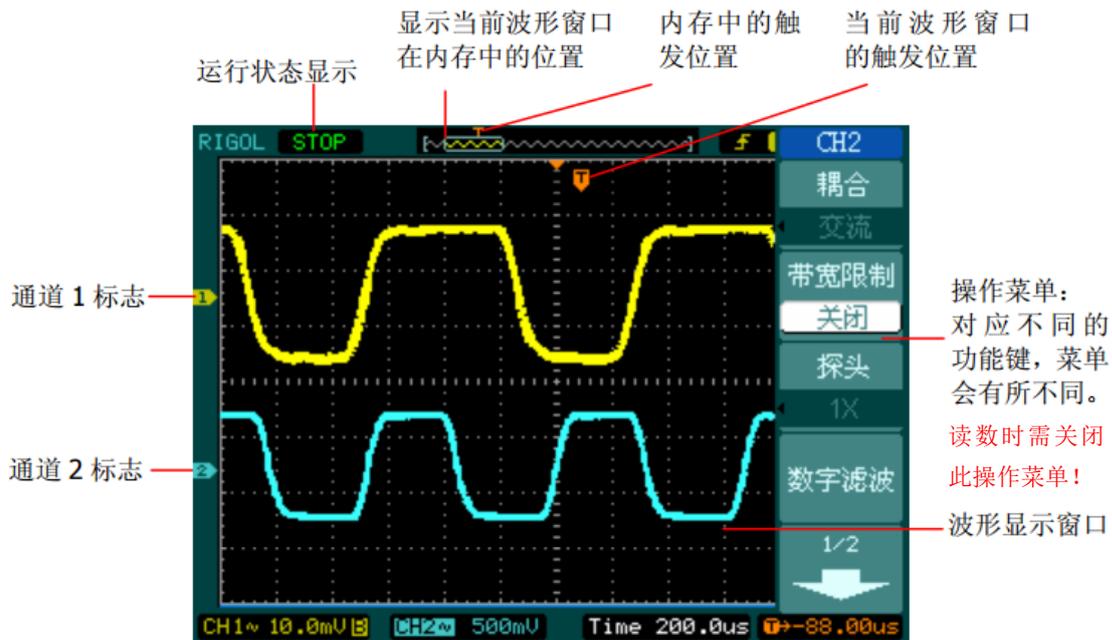


图 1-2

DS1000E, DS1000D 系列前面板使用说明图

显示界面



一、功能检查（必做）

目的：做一次快速功能检查，以核实本仪器运行是否正常，并将示波器调整到出厂设置。步骤如下：

1. 接通电源。接通电源后，仪器将执行所有自检项目，自检通过后出现开机画面。
2. 在常用菜单区按下 **Storage** 按钮，用菜单操作键从顶部菜单框中选择：存储类型→出厂设置。
3. 示波器接入信号

① 用示波器探头将信号接入通道 1（CH1），并将数字探头上的开关设定为 $1\times$ 。

② 设定示波器**探头菜单**衰减系数（默认的探头菜单衰减系数设定值为 $1\times$ ）。此衰减系数**必须**与数字探头（针）上的衰减系数保持一致。

设置示波器**探头菜单**衰减系数的方法如下：按 CH1 功能键显示通道 1 的操作菜单，应用与 **探头**项目平行的菜单操作键，选择与您使用的探头（或探针）**同比例的衰减系数**。如图 1 和图 2 所示（图中设定为： $10\times$ ）。

③ 把探头的探针和接地夹接到探头补偿器的连接器上，如图 3 所示。

④ 按 **AUTO**（自动设置）按钮。几秒钟内，可见到方波显示。

若显示非方波信号，则需用非金属质地的改锥调整探头（或探针）上的可变电容器进行探头补偿，直到显示方波信号为止。**注意：这项操作需在教师指导下进行。**

⑤ 以同样的方法检查通道 2（CH2）。

按屏幕菜单开启关闭按钮 **ON/OFF**，或再次按下 CH1 功能按钮以关闭 CH1，按 CH2 功能按钮以打开 CH2，重复步骤 ②~④。

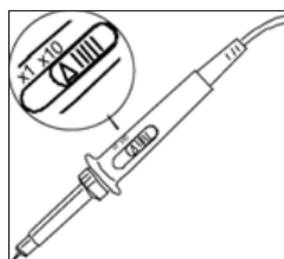


图 1 设定探头（或探针）上的衰减系数

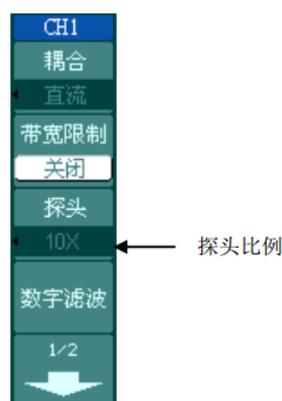


图 2 设定菜单中探头的系数

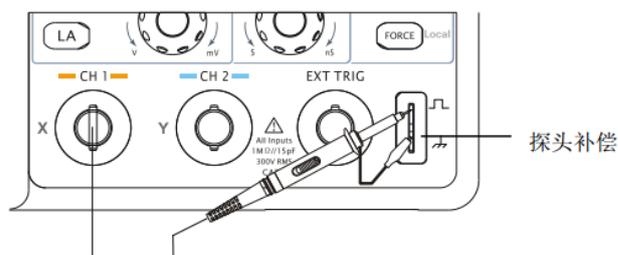


图3 探头补偿连接

特别注意：本实验中有两种探针，一种如图1所示，另一种用于连接信号源和示波器，只有 $\times 1$ 档衰减系数，所以功能检查完成后需要将通道1和通道2**探头菜单**中的衰减系数均设为 $1\times$ 。

二、用“自动测量”功能测量并记录电压的波形参数（必做）

- 1、打开信号源的电源开关，将信号源的输出端连接到示波器的CH1或CH2输入端上。
- 2、调节信号源，使输出电压的方均根值（即有效值） $V_{\text{rms}} = 5\text{V}$ ，频率 $f = 500\text{Hz}$ 的正弦波信号。
- 3、按下示波器“运行控制”区中的 **AUTO** 按钮。

此时，示波器将**自动设置**垂直控制（电压倍率 V/Div ）、水平控制（时基 s/Div ，相当于扫描速度）和触发控制，并在几秒内将波形显示于屏幕上。

如需要，也可手动调整这些控制【水平 **SCALE**、垂直 **SCALE**、触发 **LEVEL**】使波形显示达到最佳。电压倍率 Volts/Div 和时基 s/Div 参数显示在屏幕的最下方。

- 4、按下 **RUN/STOP** 按钮——停止波形采样（按钮呈红色）。若按钮呈绿色，表示正在进行波形参数采样。
- 5、在示波器的MENU控制区中，按下 **Measure** 自动测量功能按键。

系统将显示自动测量操作菜单（在显示屏的右侧），如图4和表1所示

- 6、将自动测量得到的测量结果记录在表一中。

本示波器可自动测量10种电压参数和12种时间参数。

- （1）在自动测量操作菜单中选择待测的信号，**信源选择** \rightarrow CH1或CH2，
- （2）选择 **电压测量** 或 **时间测量**，按下列表格记录自动测量值。

注意：显示屏下方一次只能显示3个测量值，当显示新的测量值时，先前的测量值将依次从屏幕右下方向左移出，且最新测量值会被屏幕操作菜单遮盖。可按 **ON/OFF** 按钮开启或关闭屏幕操作菜单。

也可按下 **全部测量**，一次性显示所有波形参数，按需记录。

图 4 表 1 自动模式测量功能菜单

功能菜单	显示	说明
信源选择	CH1 CH2	设置被测信号的输入通道
电压测量		选择测量电压参数
时间测量		选择测量时间参数
清除测量		清除测量结果
全部测量	关闭 打开	关闭全部测量显示 打开全部测量显示

7、改变信号源的输出，使之输出电压为 2V（方均根值 V_{rms} ），频率为 1500Hz 的方波信号。重复步骤 3--6。

表一：数字示波器自动测量的数据记录表

信号源显示的频率(Hz)	信号源显示的电压有效值 V_{rms} (V)	电压测量/V				时间测量		
		峰峰值 V_{pp} (V)	幅值 V_{amp} (V)	有效值 V_{rms} (V)	波形系数 V_{pp}/V_{rms}	频率 f (Hz)	周期 T (s)	正占空比 +duty
正弦波 500	5							
方波 1500	2							

三、用“光标测量”中的 **手动** 模式测量并记录电压的波形参数（必做）

1、调节信号源，使之输出电压的方均根值 $V_{rms} = 5V$ ，频率 $f = 500Hz$ 的正弦波信号，并将它输出到示波器的 CH1 或 CH2 输入端。

2、按下示波器“运行控制”区中的 **AUTO** 按钮。稍等几秒，波形就显示于屏幕上。

按下 **RUN/STOP** 按钮——停止（呈红色）波形采样。若按键呈绿色，则正在进行波形采样

3、选择手动测量模式

按键顺序为：运行控制区中的 **Cursor** → **光标模式** → **手动**，进入如图 5 和表 2 所示的设置菜单。

4、选择被测信号通道：按键操作顺序为：**信源选择** → **CH1** 或 **CH2**。

5、若需要，可转动垂直 **SCALE** 和水平 **SCALE** 旋钮，分别改变垂直控制（电压倍率 Volts/Div）和水平控制（时基 s/Div），使待测波形的大小处于最佳观测状态。

电压倍率 Volts/Div 和时基 s/Div 参数自动显示在屏幕最下方。

6、若需要，可转动水平 **POSITION** 和垂直 **POSITION** 旋钮改变信号在波形窗口中的位置。

7、选择光标类型：根据需要测量的参数分别选择 X 或 Y 光标。按键操作顺序为：

光标类型 → X 或 Y 。

图 5 表 2 手动模式测量功能菜单

功能菜单	设定	说明
光标模式	手动	手动调整光标间距以测量 X 或 Y 参数
光标类型	X Y	光标显示为垂直线，测量时间值 光标显示为水平线，测量电压值
信源选择	CH1 CH2 MATH LA	选择被测信号的输入通道 (LA 只适用于 DS1000D 系列)
CurA		设置光标 A 有效，调整光标 A 位置
CurB		设置光标 B 有效，调整光标 B 位置

8、选择光标 (CurA 或 CurB) → 转动**多功能旋钮**，使相应的光标上下 (或左右) 移动，以调整光标间的距离。

9、测量并按表二 记录实验数据。

两个 X 光标 (CurA、CurB) 为两条垂直虚线，用于测量时间

(注意当 **信源选择** → **MATH** → **FFT** 时，X 光标将用于测量频率)；

两个 Y 光标 (CurA、CurB) 为两条水平虚线，用于测电压。

10、按表二的要求，改变信号源的输出信号，重复步骤 2--9

表二： 用数字示波器“光标测量”中 **手动** 模式测量的数据记录表

被测信号	信号源显示的频率 /Hz	信号源显示的有效值电压 V_{rms} (V)	电压测量/V				周期、频率测量			
			Volts/Div (伏/格)	Div (格)	V_{pp} (V)	波形系数 V_{pp}/V_{rms}	扫描速度 s/Div (秒/格)	Div (格)	周期 T (s)	频率 f (Hz)
正弦波	500	5								
方波	1500	2								
三角波	2000	2								

注：电压 Div (格) ——波形在 y 方向上所占格子数 (估读到最小格的 1/10)；

周期 Div (格) ——波形的一个周期在 x 方向上所占的格子数 (估读到最小格的 1/10)

四、观察并记录李萨如图形（必做）

- 1、将信号源的两个输出信号分别接在示波器的 CH1 和 CH2 信号输入端上。（注：将 10kHz 的正弦信号（作为已知频率的信号）接到 CH1 上）
- 2、按下 **AUTO**（自动设置）按钮
- 3、分别调整 CH1 和 CH2 的垂直 **SCALE** 旋钮，使两路信号显示的幅值大致相等
- 4、按下 **水平控制区域** 的 **MENU** 菜单按钮，调出水平控制菜单（如图 6 和表 3 所示）。

图 6

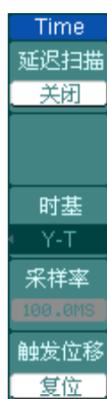


表 3 水平系统（x 偏转板）设置菜单

功能菜单	设定	说明
延迟扫描	打开 关闭	进入 Delayed 波形延迟扫描 关闭延迟扫描
时基	Y-T X-Y Roll	Y-T 方式显示垂直电压与水平时间的相对关系 X-Y 方式在水平轴上显示通道 1 幅值，在垂直轴上显示通道 2 幅值 Roll 方式下示波器从屏幕右侧到左侧滚动更新波形采样点
采样率		显示系统采样率
触发位移 复位		调整触发位置至中心零点

- 5、按下 **时基** 菜单框按钮，选择 **X-Y**，示波器将显示李萨如图形。

此方式下 通道 1 的信号（固定频率 10000Hz）接到 X 轴上，通道 2 的信号（频率可调）接到 Y 轴上。

- 7、先按 **CH1** 或 **CH2**，再转动垂直控制区中 **POSITION** 旋钮，可改变图形在屏幕中的位置。
- 8、改变输入到 **CH2** 端口上的信号源的频率以及 CH1 和 CH2 的相位差，观察示波器屏幕上图形的变化。

（owon AG20523F 数字信号源相位差的调节方法：按 **Utility**→**U 输出设置**→**相位差打开**→输入相位差）

- 9、把观察结果填入数据记录表格：表三。
- 10、改变 CH2 的输入频率，依次调出并记录 $f_x : f_y = 1:1$ 、 $1:2$ 、 $2:3$ ，相位差分别为 0、60、90 度时的李萨如图形。

表三：观察李萨如图形数据记录表格

$f_x:f_y$	1:1			1:2			2:3		
相位差	0°	60°	90°	0°	60°	90°	0°	60°	90°
观察到的波形									
已知频率 f_x (Hz)	10 000			10 000			10 000		
水平切点数 n_x									
垂直切点数 n_y									
计算: $f_y = \frac{n_x}{n_y} f_x$ (Hz)									
信号源实际显示的频率 f'_y (Hz)									

五、拍频观察（选做）

数学运算（MATH）功能是显示 CH1、CH2 通道波形相加、相减、相乘以及 FFT 运算的结果，数学运算的结果同样可以通过栅格或游标进行测量。拍频现象是由两个同方向不同频率的简谐振动的合成造成的，其原理见《大学物理学》上册 沈黄晋主编 第六章 6.4.3 节。

1、利用信号源，产生两路正弦信号，一路（10 000HZ 正弦波）接到 CH1 通道，设为 A 信号，另一路（10 500HZ 正弦波）接到 CH2 通道，设为 B 信号。

2、在垂直控制区中，按下 **MATH** 按钮，显示数学运算菜单，如图 7 和表 4 所示

3、选择：**操作** → **A+B**

4、按下运行控制区的 **AUTO** 按钮，即可观察到拍频现象。（建议关掉 A 和 B 显示），仅显示 A+B。结果显示拍现象，如下图所示。

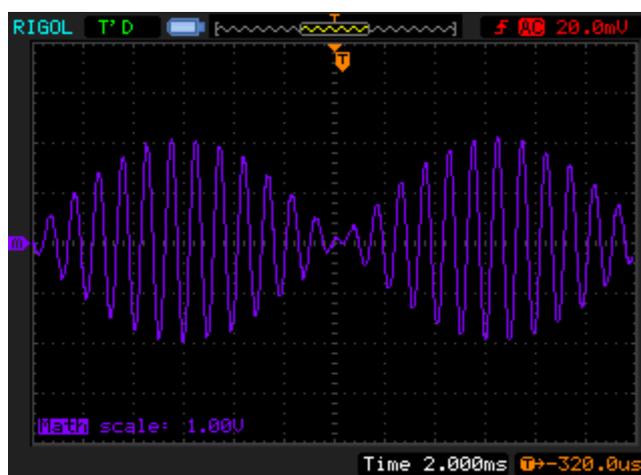
5、将显示结果存储至 U 盘上。

图 7



表 4 数学运算菜单说明

功能菜单	设定	说明
操作	A+B	信源 A 波形与信源 B 波形相加
	A -B	信源 A 波形减去信源 B 波形
	A×B	信源 A 波形与信源 B 波形相乘
	FFT	FFT 数学运算
信源 A	CH1	设定信源 A 为 CH1 通道波形
	CH2	设定信源 A 为 CH2 通道波形
信源 B	CH1	设定信源 B 为 CH1 通道波形
	CH2	设定信源 B 为 CH2 通道波形
反相	打开	打开波形反相功能
	关闭	关闭波形反相功能



附录： DS1000E 系列数字示波器简介

详细的使用手册可从武汉大学物理实验中心网站

<http://wlsyxx.whu.edu.cn/systxzl/sysyuxizhi/> 下载

数字存储示波器通过 A/D 转换模块把模拟信号转换成数字信号，然后保存在存储器中，需要时把存储的内容取出，通过相应的 D/A 转换模块，恢复成波形信号显示在屏幕上。在数字存储示波器中，波形信号的处理功能和显示功能是相互分离的。

在数字存储示波器中，把输入的被观测模拟信号先送到 A/D 转换模块进行取样、量化和编码，转换成数字信号，存储在 RAM 中，这个过程称为存储器的“写过程”。将这些存储的数字信号从 RAM 中取出，顺序排列，经过 D/A 转换使其包络重现输入模拟信号，这就是“读过程”。在数字存储示波器中，采用实时取样方式，既可以观测单次信号，也可以观察到重复信号；采用顺序取样或

随机取样方式只能观测到重复信号。

本简介涵盖下述 2 个型号的 DS1000E 系列数字示波器：DS1102E, DS1052E。该系列产品是一款高性能指标、经济型的双通道加一个外部触发输入通道的数字示波器。

DS1000E 数字示波器前面板设计清晰直观，完全符合传统仪器的使用习惯，方便用户操作。为加速调整，便于测量，您可以直接使用 AUTO 键，将立即获得适合的波形显示和档位设置。此外，高达 1GSa/s 的实时采样、25GSa/s 的等效采样率及强大的触发和分析能力，可帮助用户更快、更细致地观察、捕获和分析波形。

主要特色：

- 1、提供双模拟通道输入，最大 1GSa/s 实时采样率，25GSa/s 等效采样率，每通道带宽 100MHz (DS1102E、DS1102D)；50MHz (DS1052E、DS1052D)
- 2、5.6 英寸 64k 色 TFT LCD，波形显示更加清晰
- 3、有丰富的触发功能：边沿、脉宽、视频、斜率、交替触发
- 4、独一无二的可调触发灵敏度，适合不同场合的需求
- 5、自动测量 22 种波形参数，具有自动光标跟踪测量功能
- 6、独特的波形录制和回放功能
- 7、精细的延迟扫描功能
- 8、内嵌 FFT（快速傅里叶变换）功能
- 9、拥有 4 种实用的数字滤波器：LPF, HPF, BPF, BRN
- 10、Pass/Fail 检测功能，可通过光电隔离的 Pass/Fail 端口输出检测结果
- 11、多重波形数学运算功能
- 12、提供功能强大的上位机应用软件 UltraScope
- 13、标准配置接口：USB Device, USB Host, RS232, 支持 U 盘存储和 PictBridge 打印
- 14、独特的锁键盘功能，满足工业生产需要
- 15、支持远程命令控制
- 16、嵌入式帮助菜单，方便信息获取
- 17、多国语言菜单显示，支持中英文输入
- 18、支持 U 盘及本地存储器的文件存储
- 19、模拟通道波形亮度可调
- 20、波形显示可以自动设置 (AUTO)
- 21、弹出式菜单显示，方便操作