

復旦大學

数字示波器的使用 实验报告

姓名: _____

学号: _____

座位号: _____

指导教师: _____

报告箱号: _____

实验日期: _____年____月____日星期____第____节

数字示波器的使用

预习提示：完整地学习使用某一仪器的最好方法一般是对照着用户手册，按照提示一步一步地操作，并观察记录实验现象和结果，思考自己所完成的仪器操作的作用。但初次接触像示波器这样的通用仪器，一方面，我们不可能在短时间内学会其所有的操作；另一方面，通用仪器的各种功能之间并不一定有直接的相互关联，我们可以选择其中的部分功能进行学习，其他功能可以留到以后用到时再参考用户手册来学习和实践。实验预习时，请先观看学习通上该实验原理讲解并回答单元测试题。在实验室也可以粗读用户手册中与实验内容相关的章节（第一章和第二章），知道有关功能/操作大致是哪些步骤、可以得到哪些结果。千万不要尝试去“背诵”用户手册的某个章节甚至整本用户手册。

实验目的：

实验内容：

提醒：实验开始前请按示波器面板上的【默认设置】键，使示波器恢复出厂设置。

第一部分：认识数字示波器的三个系统：垂直系统、水平系统、触发系统

用两端均为 BNC 端口的导线连接函数信号发生器的 CH1（电压输出）和数字示波器通道 1，导线连接好后，执行【自动】测量。

（一）垂直系统：“伏/格”旋钮、“位置”旋钮的功能观测。

1) 调节电压档位调节旋钮“伏/格”（VOLTS/DIV），观测并记录电压档位及波形的变化情况。注意示波器操作面板中位置 13（见实验告示牌）所示**电压档位**的变化。请回答下列问题：

A) 顺时针旋转“伏/格”旋钮，一个格子（DIV）表示的电压是变大还是变小，变化间距有规律吗？逆时针呢？“伏/格”旋钮的调节范围是多大？

B) 将“伏/格”旋钮按一下，再进行上述观测，是否有新的发现？

C) 当调节“伏/格”旋钮时，信号波峰到波谷在屏幕上所占格子数是否有变化？在调节过程中信号的峰峰值有变化吗？如果有，请描述你所看到的现象，并思考原因。

2) 调节垂直系统控制区通道 1 的“位置”旋钮，观测并记录波形的变化情况。请回答下列问题：

A) 当旋转“位置”旋钮时，信号在水平轴上有变化吗？

- B) 当旋转“位置”旋钮时，信号在垂直轴上有变化吗？
- C) 当调节“位置”旋钮时，信号的峰峰值会变吗？信号的平均值会变吗？
- D) 当调节“位置”旋钮时，屏幕左侧通道标识“1 →”在屏幕上的位置有变化吗？在波形上的相对位置有变化吗？
- E) 按一下该旋钮，有什么新的发现？

(二) 水平系统“秒/格”旋钮、“位置”旋钮的功能观测

- 1) 调节时基档位调节旋钮“秒/格”(SEC/DIV)，观测并记录时基档位及波形的变化情况。注意观测示波器操作面板中位置 11 所示**时基档位**的变化。

请回答下列问题：

- A) 当顺时针旋转“秒/格”旋钮时，一个格子(DIV)表示的时间是变大，还是变小？变化间距有规律吗？逆时针呢？“秒/格”旋钮的调节范围是多大？
- B) 当调节“秒/格”旋钮时，信号一个周期在屏幕上所占格子数是否有变化？在调节过程中信号的频率有变化吗？如果有，请描述你所看到的现象，并思考其原因。
- C) 按一下该旋钮，有什么新发现？
- D) 若时间档位和信号频率已知，你能估算出屏幕上信号的周期数吗？

- 2) 调节水平系统控制区的“位置”旋钮，观测并记录波形的变化情况。

请回答下列问题：

- A) 当旋转“位置”旋钮时，信号在水平方向有变化吗？
- B) 当旋转“位置”旋钮时，信号在垂直方向有变化吗？
- C) 当调节“位置”旋钮时，信号的周期会变吗？信号的频率会变吗？
- D) 当调节“位置”旋钮时，屏幕上方水平触发位置标志“T”在波形上的相对位置有变化吗？
↓

E) 按一下该旋钮，有什么新发现？

(三) 触发系统：“触发电平”旋钮的功能观测

按下【触发菜单】按钮，确认当前的触发设置是：边沿触发、CH1 为触发源、上升沿触发。然后调节“触发电平”旋钮，观测并记录波形的变化情况。

请回答下列问题：

- 1) 当旋转“触发电平”旋钮时，信号在水平方向上有变化吗？
- 2) 当旋转“触发电平”旋钮时，信号在垂直方向上有变化吗？
- 3) 示波器操作面板中位置 9 处所示触发电平如何变化？
- 4) 屏幕左侧“T→”所示触发电平标志线（白色虚线）与信号交点的电压值有变化吗？当此虚线与信号无交点时，你看到的波形还是稳定的吗？如果不是，请描述你看到的现象，并思考其原因。将信号换为“方波”，你看到的信号与“正弦”波形有区别吗？
- 5) 按一下该旋钮，有什么新的发现？

第二部分：学习数字示波器的三种测量方法

待测信号：示波器自带校正信号（方波、1kHz、3V）

将示波器探头上的衰减开关设定到 **1X** 并将探头与示波器的通道 1 连接（参阅附录[1]和附录[2]所示面板图示）。操作时，将探头连接器上的插槽对准通道 1 同轴电缆插接件（BNC）上的凸键，按下后向右旋转以拧紧探头。探头的接地鳄鱼夹与“**探头元件**”接地端“ \perp ”相连，探头信号端连接校正信号“ \perp ”。

1. 【自动】功能—利用【自动】按钮进行测量

按下【自动】按钮可得到如表 1 所列各量的自动测量结果，请记录结果。

表 1：自动测量所显示的各个量

参数名称	屏幕显示结果	意义
Vpp		峰峰值。峰位电压与谷位电压的差。
Mean		平均值。整个记录内的测得电压的算术平均值。
Prd		周期。
Freq		频率。
电压档位		垂直轴上每大格所代表的电压大小。
时基档位 M		水平轴上每大格所代表的时间长度。

2. 屏幕估读--利用屏幕刻度进行测量:

示波器屏幕读数要求: 估读到最小分度格的下一位, 采用五分之一估读, 估读精度为 0.04DIV , 读取的格数应为 0.04 的整数倍。

调节“伏/格”、“秒/格”、水平和垂直两个方向的“位置”旋钮, 使得一个周期的信号尽量占满屏幕。示意图见图 1。

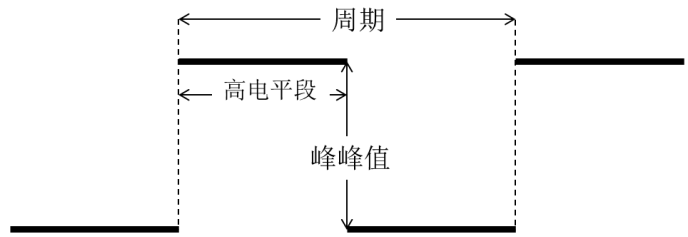


图 1: 方波信号

公式: 时间=格数×时基档位

电压=格数×电压档位

1) 读取一个高电平段所占时间:

一个高电平段所占格数: _____;

时基档位秒/格的设置: _____; (请勿遗漏单位)

高电平段所占时间: _____。(请勿遗漏单位, 下同。)

2) 读取方波的周期, 并计算频率:

一个周期所占格数: _____;

时基档位秒/格的设置: _____;

方波信号的周期: _____;

信号的频率: _____。

3) 读取信号的峰峰值:

方波信号从低电平到高电平的格数: _____;

电压档位伏/格的设置: _____;

信号电压的峰峰值 V_{pp} : _____。

注意上述所得结果的有效位数!

3. 【光标】功能----利用【光标】功能菜单对波形上的采样点进行坐标读取

按【光标】按钮, 显示光标菜单。

按下【光标模式】选择【手动】;

按下【信源】选择待测通道;

按下【类型】选择【电压】。

选中【CurA】, 旋转【万能旋钮】调节光标 A 至方波波峰所在位置。

选择【CurB】, 旋转【万能旋钮】调节光标 B 至方波波谷所在位置。

CurA: _____, CurB: _____, ΔV : _____。

按下【类型】选择【时间】。

选中【CurA】, 旋转【万能旋钮】调节光标 A 至方波一个周期的左边界所在位置。

选择【CurB】, 旋转【万能旋钮】调节光标 B 至方波一个周期的右边界所在位置。

CurA: _____, CurB: _____, ΔT : _____, $1/\Delta T$: _____。

信号峰峰值为: _____, 信号频率为: _____。

第三部分：综合练习

1. 李萨如图形观测及相位差测量

用两条 BNC 同轴电缆将函数信号发生器的两个“电压输出”端口分别与示波器的信号输入端“通道 1”和“通道 2”连接起来。信号发生器的两路输出信号分别设为：**50Hz、4V、相位“0°”**；**50Hz、4V、相位“90°”**的两正弦信号。

1) 李萨如图形测绘。

首先分别测出两信号的峰峰值和频率填入表 4，然后再：

按下【自动】使得信号在屏幕上稳定显示。

按【显示】进入显示系统功能菜单。

按【下一页】进入 Page2/3。

按【格式】选择【XY】模式，屏幕上显示两信号合成后形成的李萨如图。

通过通道 1 的【伏/格】和垂直【位置】设置图形的水平刻度和位置。

通过通道 2 的【伏/格】和垂直【位置】设置图形的垂直刻度和位置。

表 2：李萨如图形观测的数据记录表（注意单位）

信源	峰峰值	频率	李萨如图形
CH1			
CH2			

同学可自行尝试改变两路输出信号的参数（频率、峰峰值、相位），记录不同条件下的李萨如图形。

2) 相位差测量。

实验原理：

两个频率相同周期为 T 的交流信号相位的差叫做相位差，或者叫做相差。示意图如图 3 所示。实验中通过测量两信号达到同一相位（比如图例的峰值点 A 和 B）的时间差 ΔT ，即可测得两信号的相位差 $\Delta\theta$ 。

$$\Delta\theta = \frac{\Delta T}{T} \times 360^\circ$$

实验步骤：

按【显示】按钮，在【格式】菜单选择【YT】模式。

按【光标】按钮，显示光标菜单。（参阅上面的“光标”的具体操作步骤）

将光标 A 和光标 B 移动至合适位置，记录测量结果，并计算两路信号的相位差。

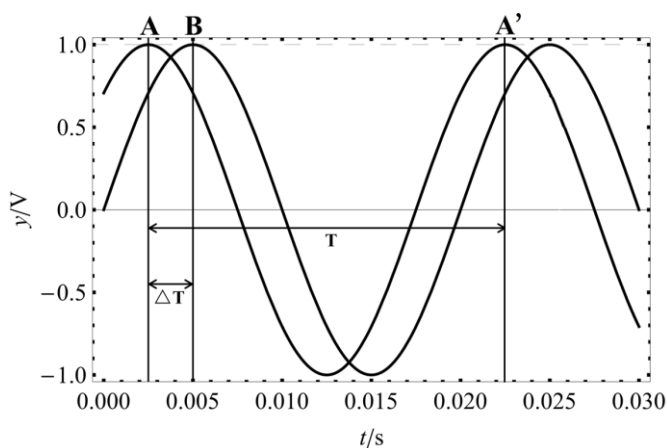


图 2：频率相同的两正弦信号

CurA: _____, CurB: _____, ΔT : _____, CurA': _____, T : _____。

相位差计算：

2. 交直流混合信号测量

选用外接信号：用两端均为 BNC 端口的导线连接函数信号发生器的 CH1（电压输出）和数字示波器通道 1。设置函数信号发生器的输出信号为：**1kHz、5V、偏置（偏移量）为 2V 的正弦交流信号**。

按下【自动】波形稳定显示在屏幕上。

按【CH1】选择【耦合】为【直流】。

测量直流耦合状态下信号的“峰峰值”和“平均值”。

选择【耦合】为【交流】或【接地】。

此时需利用“测量”功能测量相应电压参数。（参见上面“测量”的具体操作步骤）

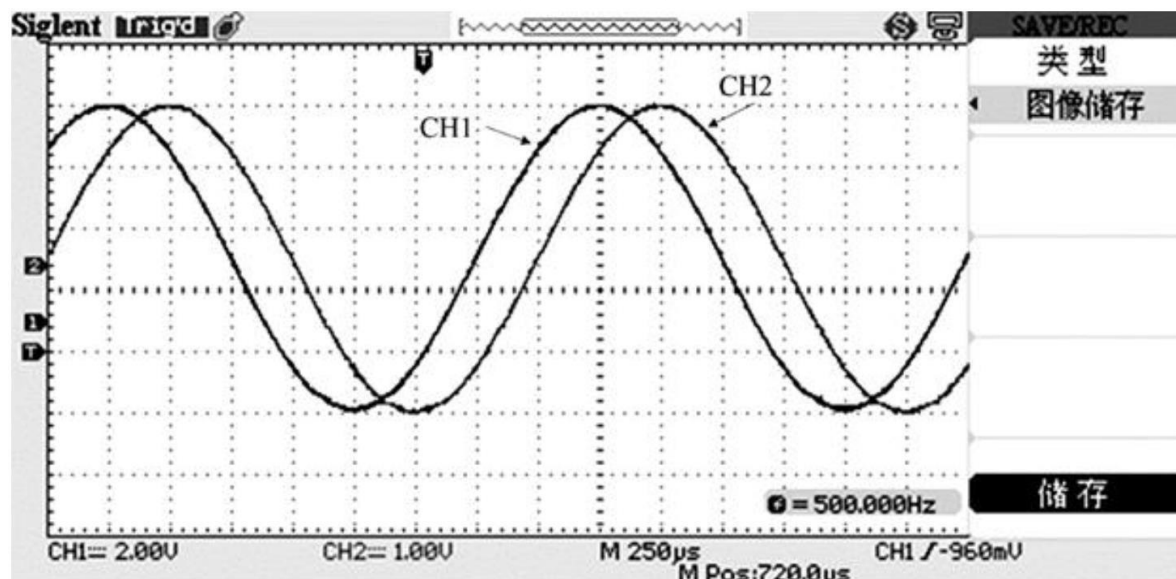
注意示波器操作面板中位置 14 所示耦合标志的变化。将测量结果填入表 3。

表 3：交直流混合信号测量结果记录表

耦合模式	峰峰值 Vpp	平均值 Mean	波形示意图 DC、AC在同一坐标下作示意图， 以比较不同耦合模式下波形的区别	观测波形，分析“直流” 耦合与“交流”耦合的区别及原因。
DC（直流）				
AC（交流）				
接地				

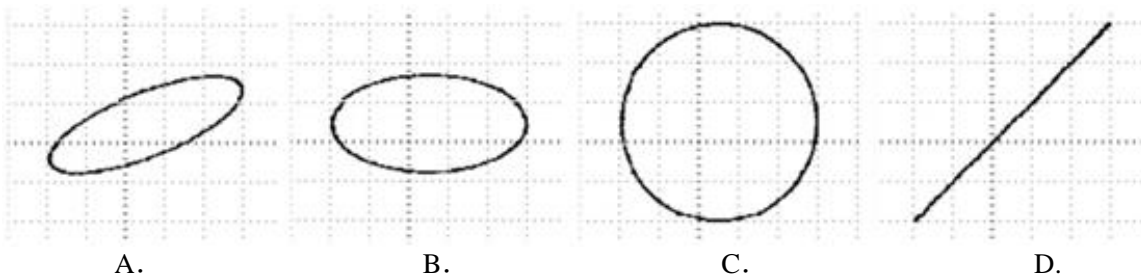
第四部分：练一练

通过前三部分的学习，你是否对示波器的使用有了基本的了解？通过下面这个题目练一练吧。



用示波器测量两个待测信号，测量界面如上图所示，则从图中可以看出CH1所测信号的耦合方式为_____，Vpp 为_____，频率：_____；CH2所测信号的耦合方式为_____，Vpp 为_____，频率：_____；示波器的触发方式为：_____，触发电平大小为：_____。

若保持示波器其它参数不变，只改变示波器的显示方式来观察这两路信号形成的李萨如图形，则观察到的图形可能是：_____。



第五部分：选做内容

选做内容不计入实验成绩，但可以帮助你进一步学习和了解示波器。

如果课堂时间不够，欢迎在每周二下午实验室开放的时间来做。

1. 数据和图像的存储：（选做）

数据保存：

把 U 盘插入示波器前面板上的 USB 接口，等待示波器完成对 U 盘初始化，并提示“USB 存储设备连接成功”。

按【存储/调出】进入存储系统功能菜单；

按【类型】选择【CSV】；

按【数据长度】选择【内存】；

按【参数保存】选择【开启】；

按【储存】选择【新建文件】；

输入文件名后，按【确定】。

说明：CSV 格式的文件将数据以文本的方式保存，可用 EXCEL 或 Origin 等软件打开并进行后续处理。

图像保存：

类似于上述保存数据的操作，在【类型】选择时选【图像储存】；可将波形以图片格式保存在 U 盘中。快捷键——示波器前面板“PRINT”键。

说明：示波器将整个屏幕上显示的波形和有关设置转换为“.jpg”格式的图形文件保存到 U 盘或内存（由用户选择决定）。

建议：同学可尝试用自己的电脑读取保存下来的数据和图像文件，学习用电脑进行数据处理，如画图、函数拟合等。（选做）

2. 周围空间电磁信号测量（选做）

同轴电缆一端连接示波器信号输入端通道 1，另一端放置在周围空间中。

按【自动】得到自动测量结果。

1) 请描述你看到的现象，记录示波器参数设置（特别是触发相关的设置）、屏幕显示的测量结果。和同学讨论观察到的信号有什么特点？可能的来源是什么？

2) 交流电源触发：

按【触发菜单】进入触发菜单。按【信源】选择【AC Line】交流电源线。描述你看到信号的特点，并解释信号来源。

3. 【测量】功能—利用【测量】功能菜单进行电压测试、时间测试

1) 电压参数测量:

按下示波器【自动】按钮，使信号在屏幕上稳定显示。

按下【测量】进入自动测量功能菜单。

按下显示屏右侧任意按钮，进入**全部测量**菜单。

在【信源】菜单选择信号输入通道（本实验选择 CH1）。

在【电压测试】菜单选择【开启】，

此时如表 2 所列的电压参数值会同时显示在屏幕上，请在表中记录结果。

表 2: 电压测试显示结果

信号源:		
名称	测量结果	物理意义
Vpp		峰峰值
Vmax		最大值
Vmin		最小值
Vamp		幅值
Vtop		顶端值
Vbase		底端值
Vmean		周期平均值
Mean		平均值

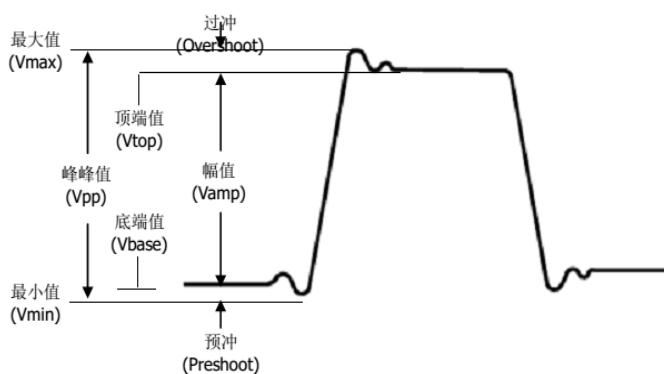


图 3: 电压测量时各物理量相应图示

2) 时间参数测量: (选做)

类似上述操作，在【时间测试】菜单选择【开启】，此时所有的时间参数值会同时显示在屏幕上，请在表中记录结果。

表 4: 时间测试显示结果

名称	测量结果	物理意义
信号源:		
Prd		周期
Freq		频率
+Wid		正脉宽
-Wid		负脉宽
Rise		上升时间
Fall		下降时间
BWid		脉宽
+Dut		正占空比
-Dut		负占空比

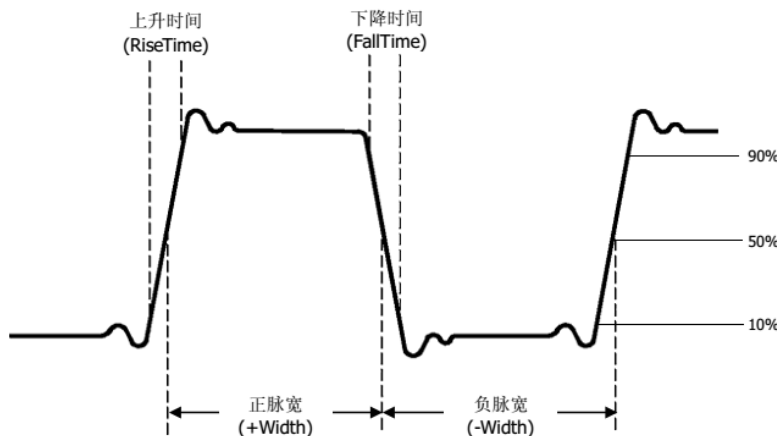


图 4: 时间测量时各物理量相应图示

参考资料:

[1] SDS1000CFL 系列数字存储示波器用户手册，深圳市鼎阳科技有限公司。——实验中心网页

[2] 20M 系列双路直接数字合成信号发生器操作指南，江苏瑞特电子有限公司。——实验中心网页