

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



## 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 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，信号在竖直轴上有变化吗？
- 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, 信号在竖直方向有变化吗?
- 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：学习数字示波器的四种测量方法

### 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。

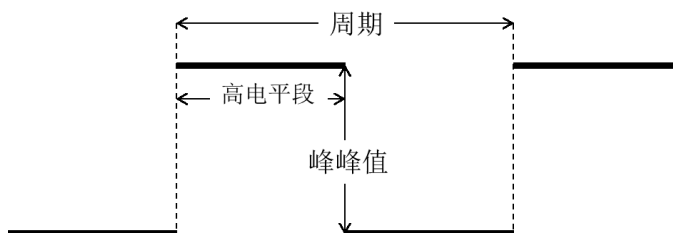


图 1：方波信号

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: \_\_\_\_\_,  $\Delta V$ : \_\_\_\_\_。

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: \_\_\_\_\_,  $\Delta T$ : \_\_\_\_\_,  $1/\Delta T$ : \_\_\_\_\_。

信号峰峰值为：\_\_\_\_\_，信号频率为：\_\_\_\_\_。

### 4. 【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

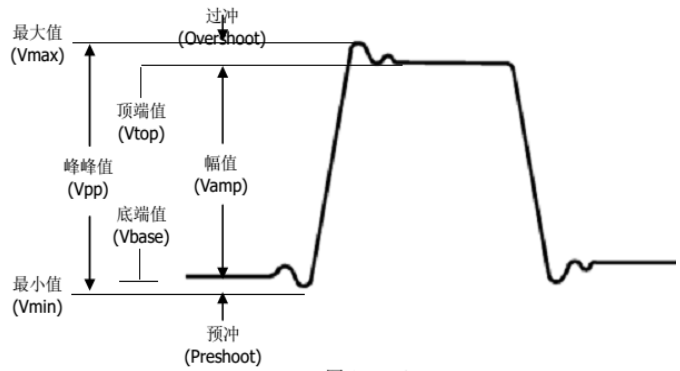


图 2: 电压测量时各物理量相应图示

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 3: 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

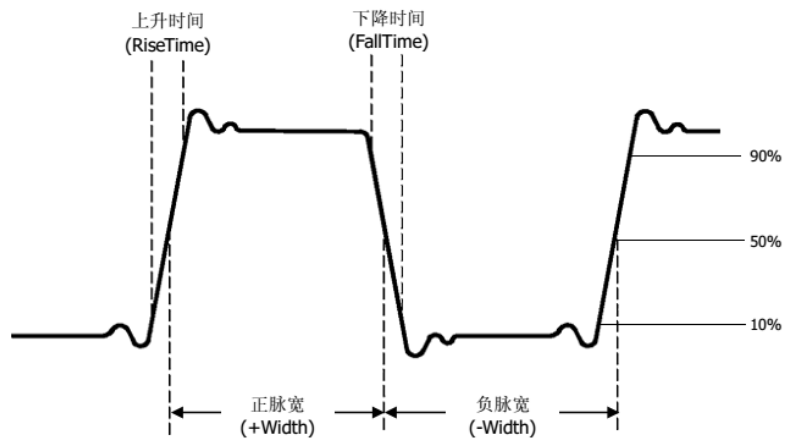


图 3: 时间测量时各物理量相应图示

5. 比较上述四种测量方法的优缺点。

## 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 4：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  $\Delta T$ ，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。

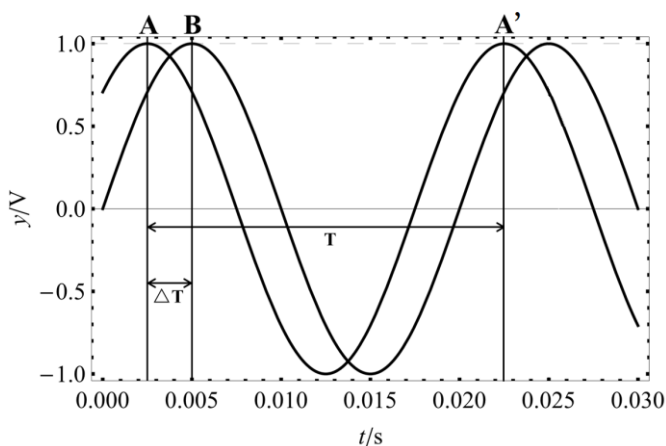


图 4：频率相同的两正弦信号

CurA: \_\_\_\_\_, CurB: \_\_\_\_\_,  $\Delta T$ : \_\_\_\_\_, 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、4V、偏置为 1V 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 5。

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				

表 5: 交直流混合信号测量结果记录表

## 3. 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。

## 4. 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）

### 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