

# 模拟示波器的使用

张欣睿<sup>\*</sup>

北京大学化学与分子工程学院 学号：1600011783

**摘 要：**本实验模拟了读出示波器在信号观测中的作用。在实验中，我们使用读出示波器对信号发生器输出的正弦波信号进行了观测，通过机械尺和光标尺两种方法测定了 100 Hz、5 kHz 这两种输出信号的压差（及有效值）和周期（及频率），并在 X - Y 显示模式中观测了两种不同频率正弦波形成的李萨如图形。

**关键词：**示波器；机械尺；光标尺；李萨如图形

---

<sup>\*</sup> e-mail: zhangxinrui16@pku.edu.cn; mobile number: 18801391162

## 1 引言

示波器是一种应用非常广泛的现代通用化测量工具。它可以直接测量电压波形和相关的电学参量，并加以显示以便观察；也可以测量可转化为电压的其余电学参量，如电流、电阻等；还可以通过搭配传感器或换能器测量非电学量，如温度、压强、光强等。它既可以观察连续信号，又可以捕捉单个脉冲信号。读出示波器更能在屏幕上直接测量电压、时间、频率等各种参量，为物理实验提供良好的数据分析技术。能熟练使用示波器，是后续进行电学实验，尤其是涉及交流电的电学实验的基础。本实验着重练习使用模拟示波器，增强使用示波器的规范和熟练程度。

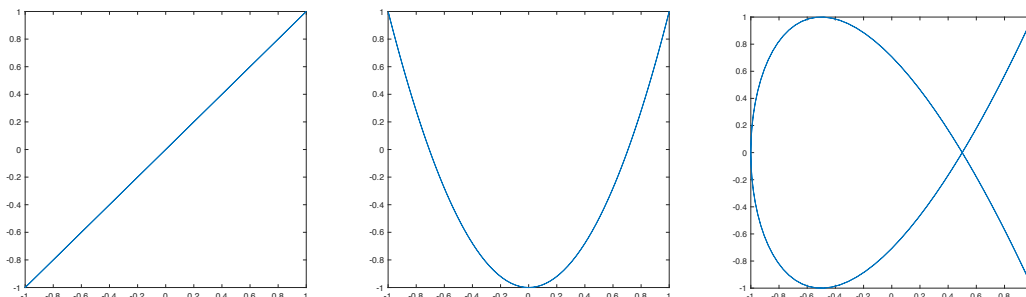
## 2 实验数据和现象

在掌握示波器的使用方法后，使用示波器测定了信号发生器输出的两组信号，分别为 100 Hz 和 5 kHz 的正弦交流信号，在示波器上通过机械标尺和光标尺两种观测方法测定信号的频率和强度，实验数据如下表所示。

	100 Hz	5 kHz
每格扫描时间 $\Delta t_0$	2 ms	50 $\mu$ s
机械尺读出周期 T	10.1 ms	202 $\mu$ s
机械尺读出频率 $f = 1 / T$	99.0 Hz	4.95 kHz
信号源频率 $f_{\text{信}}$	100.00 Hz	5.0000 kHz
光标尺读出周期 $\Delta t$	9.94 ms	200.5 $\mu$ s
光标尺读出频率 $f = 1 / \Delta t$	100.6 Hz	4.988 kHz
偏转因数 K	5 V	5 V
机械尺读出压差 $u_{pp}$	22.6 V	22.7 V
电压有效值 $u_e = u_{pp} / 2\sqrt{2}$	7.99 V	8.03 V
光标尺读出压差 $\Delta V$	22.30 V	22.35 V

表 1 示波器观察两组正弦交流信号测量结果

测定完成后，将示波器至于 X-Y 显示模式，两个输入频道输入不同频率比的信号，可以通过观测产生的李萨如图形得知两个输入信号的频率比，实验中观察到的李萨如图形如图所示。观测这三幅图像的频率比分别为 1:1、2:1 和 3:2。



### 3 实验数据和现象的分析、处理和结论

在模拟示波器的使用实验中，若不使用读出示波器，或不使用读出示波器的光标尺功能，则需要使用机械尺对压差和周期进行测量，此时会涉及测量仪器最小分度和有效数字关系的问题。

由于偏转因数代表的是仪器机械尺上一大格代表的电压（或时间），而一大格可以分为 5 个小格，故首先需要确定偏转因数。若偏转因数（数值）可以表达为  $5 \times 10^n$ ，则每小格代表的数值为  $1 \times 10^n$ ，故在记录数据时可以向下估读一位，有效数字位数+1。其余情况下，每小格代表的数值不能表示为  $1 \times 10^n$ ，在记录数据时只能估读到当前小格的位数。

例如本实验中，在读取 100 Hz 信号的相关属性时，电偏转因数 K 取 5 V，则估读压差  $u_{pp}$  可以读至 0.1 V 位，读数为 22.6 V。但每格扫描时间为 2 ms，每小格代表 0.4 ms，则估读周期 T 只能读至 0.1 V 位，读数为 10.1 ms。但光标尺和数字测量与显示则是读出示波器内置功能，读取数据的有效数字可取 4 位。

在观测李萨如图形实验中，可以根据图形的形状确定两个频道输入信号的频率比，对于形成简单频率比，且相位差稳定不变的两个信号形成的李萨如图形，具体方法是观测图形和水平线、竖直线的交点个数。设  $m$  为图形和水平线交点的个数， $n$  为图形和竖直线交点的个数，则两通道的信号频率之比：

$$f_Y : f_X = m : n$$

可以通过这一方法，通过已知频率的信号求算未知频率信号的频率。通过这一方法，可以确定所观测的三种李萨如图形的频率之比  $f_Y : f_X$  分别为 1 : 1、2 : 1 和 3 : 2。

### 4 实验收获

通过这一实验，我们能够具体地认识实际的示波器结构，从纸上谈兵走到了实操中。模拟示波器的使用之中，我对触发电平的认识更深刻了，调节示波器的触发电平，若触发电平高于信号的峰值，则观察到的信号十分紊乱，观察信号所用的触发电平一定要在峰值之内，才可以顺利进行触发。另外，通过老师讲解我更加理解了标尺最小分度和有效数字的关系。

在实验中还发现，光标尺测量结果和机械尺测量结果有差异，且光标尺和正弦波信号在屏幕上不是严格水平的，推测可能是示波器荧光屏位置安装有偏差，我认为可以基于读出示波器光标尺的读数，对示波器荧光屏的位置作相对校准，可以保证测量结果更佳准确。

## 5 致谢

感谢大弢老师在实验中的指导，感谢梁君岳同学在观察李萨如图形部分的合作。