

示波器实验帮助文档

一、实验简介

我们常用的同步示波器是利用示波管内电子束在电场中的偏转,显示随时间变化的电信号的一种观测仪器。它不仅可以定性观察电路(或元件)中传输的周期信号,而且还可以定量测量各种稳态的电学量,如电压、周期、波形的宽度及上升、下降时间等。自 1931 年美国研制出第一台示波器至今已有 70 年,它在各个研究领域都取得了广泛的应用,根据不同信号的应用,示波器发展成为多种类型,如慢扫描示波器、取样示波器、记忆示波器等,它们的显像原理是不同的。已成为科学研究、实验教学、医药卫生、电工电子和仪器仪表等各个研究领域和行业最常用的仪器。

二、实验原理

1. 示波器的基本结构

示波器的结构如图 1 所示,由示波管(又称阴极射线管)、放大系统、衰减系统、扫描和同步系统及电源等部分组成。

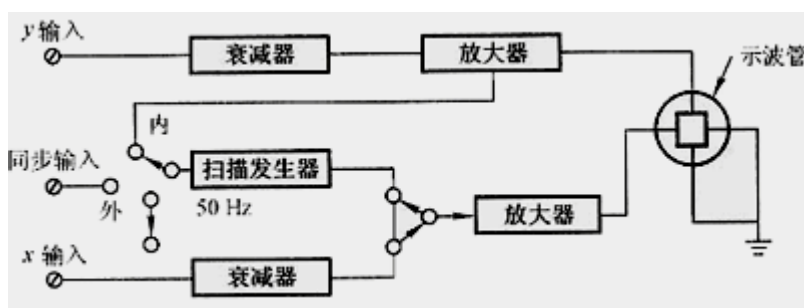


图 1 示波器的结构图

为了适应多种量程,对于不同大小的信号,经衰减器分压后,得到大小相同的信号,经过放大器后产生大约 20V 左右电压送至示波管的偏转板。

示波管是示波器的基本构件,它由电子枪、偏转板和荧光屏三部分组成,被封装在高真空的玻璃管内,结构如图 2 所示。电子枪是示波管的核心部分,由阴极、栅极和阳极组成。

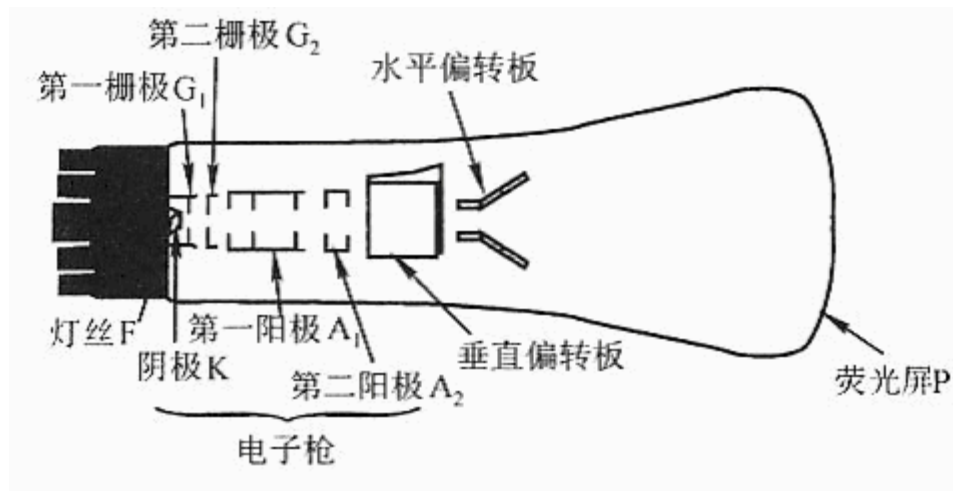


图2 示波管的结构

(1) 阴极——阴极射线源：由灯丝(F)和阴极(K)构成，阴极表面涂有脱出功较低的钨、钍氧化物。灯丝通电后，阴极被加热，大量的电子从阴极表面逸出，在真空中自由运动从而实现电子发射。

(2) 栅极——辉度控制：由第一栅极 G_1 (又称控制极)和第二栅极 G_2 (又称加速极)构成。栅极是由一个顶部有小孔的金属圆筒，它的电极低于阴极，具有反推电子作用，只有少量的电子能通过栅极。调节栅极电压可控制通过栅极的电子束强弱，从而实现辉度调节。在 G_1 的控制下，只有少量电子通过栅极， G_2 与 A_2 相连，所加相位比 A_1 高， G_2 的正电位对阴极发射的电子奔向荧光屏起加速作用。

(3) 第一阳极——聚焦：第一阳极(A_1)呈圆柱形(或圆形)，有好几个间壁，第一阳极上加有几百伏的电压，形成一个聚焦的电场。当电子束通过此聚焦电场时，在电场力的作用下，电子汇合于一点，结果在荧光屏上得到一个又小又亮的光电，调节加在 A_1 上的电压可达到聚焦的目的。

(4) 第二阳极——电子的加速：第二阳极(A_2)上加有 1000V 以上的电压。聚焦后的电子经过这个高电压场的加速获得足够的能量，使其成为一束高速的电子流。这些能量很大的电子打在荧光屏上可引起荧光物质发光。能量越大就越亮，但不能太大，否则将因发光强度过大导致烧坏荧光屏。一般来说， A_2 上的电压在 1500V 左右即可。

(5) 偏转板：由两对相互垂直的金属板构成，在两对金属板上分别加以直流电压以控制电子束的位置。适当调节这个电压可以把光点或波形移到荧光屏的中间部位。偏转板除了直流电压外，还有待测物理量的信号电压，在信号电压的作用下，光点将随信号电压变化而变化，形成一个反映信号电压的波形。

(6) 荧光屏：荧光屏(P)上面涂有硅酸锌、钨酸镭、钨酸钙等磷光物质，能在高能电子轰击下发光。辉光的强度取决于电子的能量和数量。在电子射线停止作用前，磷光要经过一段时间才熄灭，这个时间称为余辉时间。余辉使我们能在屏上观察到光电的连续轨迹。

自阴极发射的电子束，经过第一栅极(G_1)、第二栅极(G_2)、第一阳极(A_1)、

第二阳极(A₂)的加速和聚焦后, 形成一个细电子束。垂直偏转板(常称作 y 轴)及水平偏转板(常称 x 轴)所形成的二维电场, 使电子束发生位移, 位移的大小与 x、y 偏转板上所加的电压有关:

$$\begin{aligned} y &= S_y V_y = \frac{V_y}{D_y} \\ x &= S_x V_x = \frac{V_x}{D_x} \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)中的 S_y 和 D_y 为 y 轴偏转板的偏转灵敏度和偏转因数, S_x 和 D_x 为 x 轴偏转板的偏转灵敏度和偏转因数。它们均与偏转板的参数有关, 是示波器的主要技术指标之一。

2. 示波器显示波形的原理

由式(1), y 轴或 x 轴的位移与所加电压有关。如图 3 所示, 在 x 轴偏转板上加一个随时间 t 按一定比例增加的电压 V_x , 光点从 A 点到 B 点移动。如果光点到达 B 点后, V_x 降为零(图中坐标轴上的 T_x 点), 那么光点就返回到 A 点。若此后 V_x 再按上述规律变化(V_x 与 T_x 相同), 光点会重新由 A 移动到 B。这样 V_x 周期性变化(锯齿波), 并且由于发光物质的特性使光迹有一定的保留时间, 于是就得到一条“扫描线”, 称为时间基线。

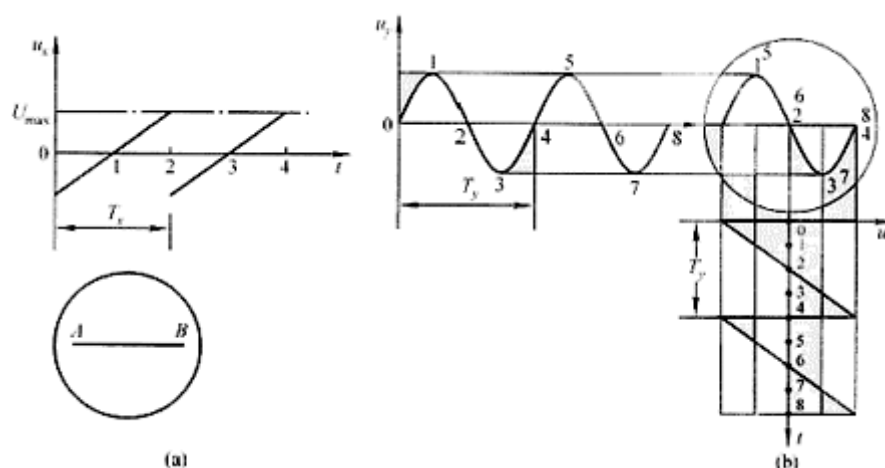


图 3 波形显示原理

如果在 x 轴加有锯齿形扫描电压的同时, 在 y 轴上加一正弦变化的电压[如图(3)b], 则电子束受到水平电场和垂直电场的共同作用而呈现二维图形。为得到可观测的图形, 必须使电子束的偏转多次重叠出现, 即重复扫描。

很明显, 为得到清洗稳定的波形, 上述扫描电压的周期 T_x (或频率 f_x)与被测信号的周期 T_y (或 f_y)必须满足:

$$T_y = \frac{T_x}{n}, \quad f_y = n f_x, \quad n = 1, 2, 3 \dots \quad (2)$$

以保证 T_x 轴的起点始终与 y 轴周期信号固定一点想对应(称“同步”), 波形才稳定, 否则波形就不稳定而无法观测。

由于扫描电压发生器的扫描频率 f_x 不会很稳定, 因此为保证式(2)始终成立,

示波器需要设置扫描电压同步电路，即触发电路，如图(1)所示。利用它提供一种触发信号来使扫描电压频率与外加信号同步，从而获得稳定的信号图形。图 1 中设置了三种同步触发方式：外信号触发、被测信号触发(内触发)、50Hz 市电触发。

实际使用的示波器由于用途不同，它的示波管及放大电路等也不尽相同。因此示波器有一系列的技术特性指标，如输入阻抗、频带宽度、余辉时间、扫描电压线性度、y 轴和 x 轴范围等。

3. 用 x 轴时基测时间参数

在实验中或工程技术上都经常用示波器来测量信号的时间参数，如信号的周期或频率，信号波形的宽度、上升时间或下降时间，信号的占空比(宽度/周期)等。如雷达通过测量发射脉冲与反射(接受)脉冲信号的时间差来实现测距离，其他无线电测距、声纳测潜艇位置等都属于这一原理。

从式(2)触发，设待测信号接 y 轴输入端，则 T_y 是待测信号的周期， T_x 是 x 轴扫描信号的周期，N 是一个扫描周期内所显示的待测信号的波形周期数。如荧光屏上显示 2 个信号波形，扫描信号周期是 10ms，则待测信号的周期是 5ms。

X 轴扫描信号的周期实际上是以时基单位(时间/cm)来标示的，一般示波管荧光屏的直径以 10cm 居多，则式(2)的 T_x ，由时基乘上 10cm，如时基为 0.1ms/cm，则扫描信号的周期为 1ms。为此在实际测量中，将式(2)改成(3)的形式

$$T_y = \text{时基单位} \times \text{波形厘米数} \quad (3)$$

式中的波形厘米数，可以是信号一个周期的读数(可测待测信号的周期)、正脉冲(或负脉冲)的信号宽度的读数或待测信号波形的其他参数。

4. 用李萨如图形测信号的频率

如果将不同的信号分别输入 y 轴和 x 轴的输入端，当两个信号的频率满足一定关系时，荧光屏上会显示出李萨如图形。可用测李萨如图形的相位参数或波形的切点数来测量时间参数。

两个互相垂直的振动(有相同的自变量)的合成为李萨如图形。

(1) 频率相同而振幅和相位不同时，两正交正弦电压的合成图形。设此两正弦电压分别为：

$$x = A \cos \omega t \quad (4)$$

$$y = B \cos(\omega t + \varphi)$$

消去自变量 t，得到轨迹方程：

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} - \frac{2xy}{AB} \cos \varphi = \sin^2 \varphi \quad (5)$$

这是一个椭圆方程。当两个正交电压的相位差 φ 取 $0 \sim 2\pi$ 的不同值时，合成的图形如图 4 所示。

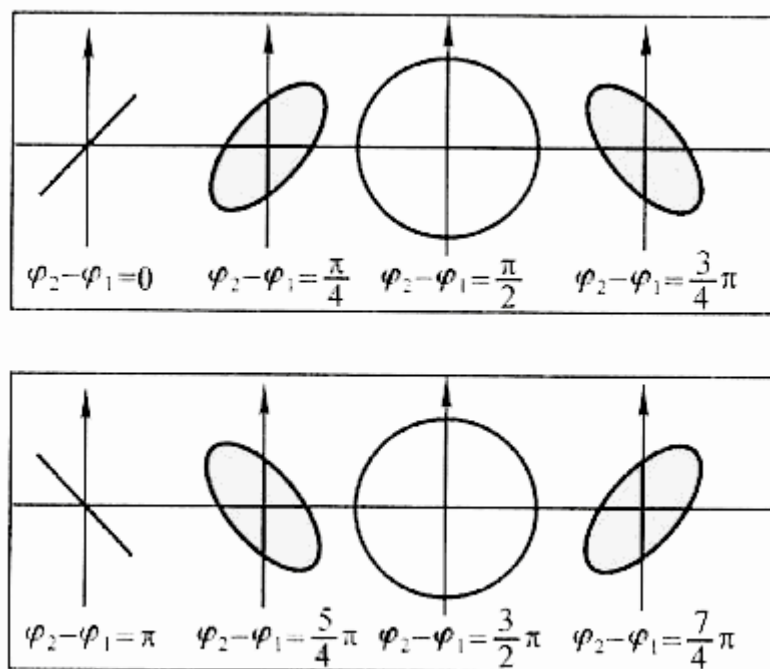


图 4 不同 φ 的李萨如图形

(2) 两正交正弦电压的相位差一定，频率比为一个有理数时，合成的图形为一条稳定的闭合曲线。图 5 是几种频率比时的图形，频率比与图形的切点数之间有下列关系：

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{\text{水平切线上的切点数}}{\text{垂直切线上的切点数}} \quad (6)$$

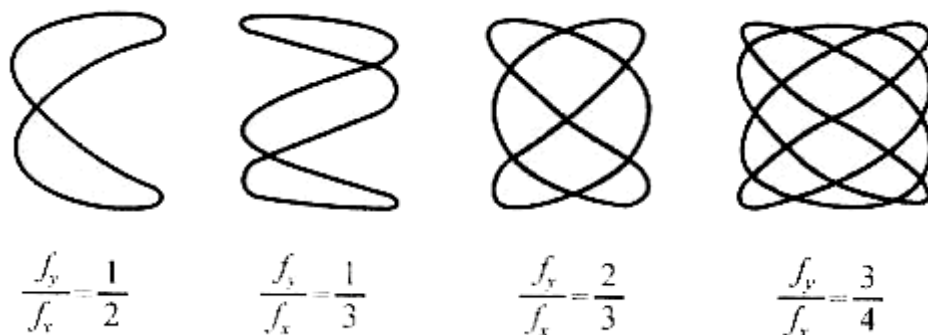


图 5 不同频率比的李萨如图形

三、实验内容

1. 用 x 轴的时基测信号的时间参数

测量示波器自带方波输出信号的周期(时基分别为 0.1ms/cm, 0.2ms/cm, 0.5ms/cm)。哪种时基测出的数据更准确，为什么？

选择信号发生器的对称方波接 y 输入(幅度和 y 轴量程任选)，信号频率为 200Hz~2kHz(每隔 200Hz 测一次)，选择示波器合适的时基，测量对应频率的厘

米数、周期和频率。以信号发生器的频率为 x 轴，示波器频率为 y 轴，作 $y-x$ 曲线，求出斜率并讨论。

选择信号发生器的非对称方波接 Y 轴，频率分别为 200, 500, 1K, 2K, 5K, 10K, 20K(Hz)，测量各频率时的周期和正波的宽度。用(2)的方法作曲线。

选择信号发生器的输出为三角波，频率为 500Hz、1kHz、1.5kHz，测量各个频率时的上升时间。下降时间和周期。

2. 观察李萨如图形并测频率

用两台信号发生器分别接 y 轴和 x 轴，取 f_x/f_y 等于 1、1/2、2、2/3、3/4 时，测出对应的 f_x 和 f_y ，画出有关图形并求出公用信号的频率。

四、实验仪器

示波器原理及用于时间的测量实验主要仪器有：

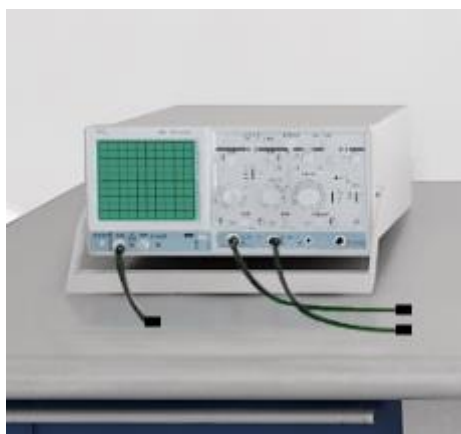
示波器，信号发生器，未知信号源。

示波器：

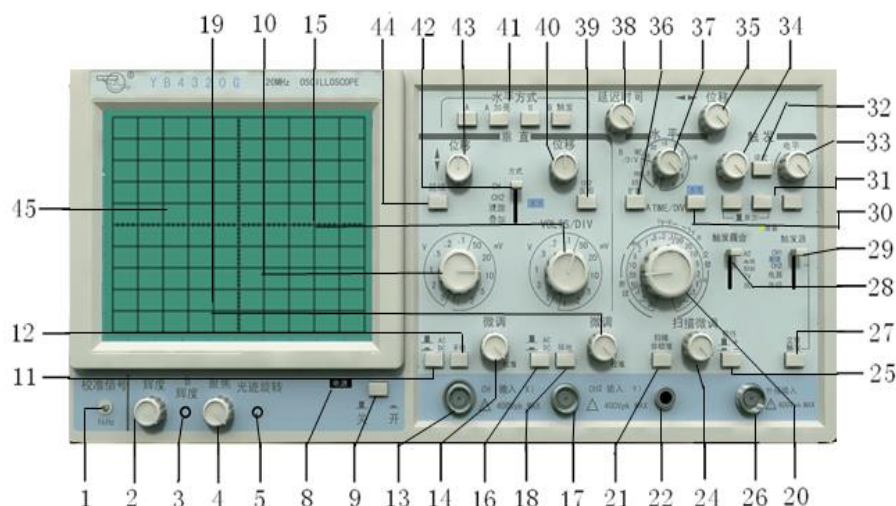
双击实验桌上示波器小图标弹出示波器的调节窗体，在示波器调节窗口上可以对示波器进行调节、操作。真实仪器和程序中仪器如图示波器真实仪器、场景中的示波器所示：



示波器真实仪器



场景中的示波器



实验中示波器调节界面

操作提示：

(1)主机电源

1)图中9：电源开关（POWER）

将电源开关按键弹出即为“关”位置，将电源接入，按电源开关，以接通电源。

仿真实验中使用方法：点击进行打开和关闭进行切换。

2)图中8：电源图标

3)图中2：辉度旋钮（INTENSITY）

顺时针方向旋转旋钮，亮度增强。接通电源之前将该旋钮逆时针方向旋转到底。

仿真实验中使用方法：单击左键或右键进行调节。

4) 图中4：聚焦旋钮（FOCUS）

用亮度控制钮将亮度调节至合适的标准，然后调节聚集控制钮直至轨迹达到最清晰的程度，虽然调节亮度时聚集可自动调节，但聚集有时也会轻微变化。如果出现这种情况，需重新调节聚集。

仿真实验中使用方法：单击左键或右键进行调节。

5) 图中5：光迹旋转旋钮（TRACE ROTATION）

由于磁场的作用，当光迹在水平方向轻微倾斜时，该旋钮用于调节光迹与水平刻度线平行。

6) 图中45：显示屏

仪器的测量显示终端。

数据(1)校准信号输出端子（CAL）

提供1kHz±2%，2 VP-P±2%方波作本机Y轴、X轴校准用。

(2)垂直方向部分

1)图中13: 通道1输入端[CH1 INPUT (X)]

该输入端用于垂直方向的输入。在X-Y方式时输入端的信号成为X轴信号。

2)图中17: 通道2输入端[CH2 INPUT (Y)]

和通道1一样,但在X-Y方式时输入端的信号仍为Y轴信号。

3) 图中11、12、16、18: 交流一直流—接地耦合选择开关 (AC—DC—GND)

选择输入信号与垂直放大器的耦合方式

交流 (AC): 垂直输入端由电容器来耦合。

接地 (GND): 放大器的输入端接地。

直流 (DC): 垂直放大器的输入端与信号直接耦合。

仿真实验中使用方法: 单击AC-DC按钮进行AC和DC方式切换, 接地按钮按下为接地, 弹出为非接地。

4)图中10、15: 衰减器开关 (VOLTS/DIV)

用于选择垂直偏转灵敏度的调节。如果使用的是10: 1的探头, 计算时将幅度 $\times 10$ 。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行顺时针旋转, 左键打击进行逆时针旋转。

5)图中14、19: 垂直微调旋钮 (VARIABLE)

垂直微调用于连续改变电压偏转灵敏度, 此旋钮在正常情况下应位于顺时针方向旋转到底的位置。将旋钮逆时针方向旋转到底, 垂直方向的灵敏度下降到2.5倍以下。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行顺时针旋转, 左键打击进行逆时针旋转。

6)图中43、40: 垂直移位 (POSITION)

调节光迹在屏幕中的垂直位置。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行顺时针旋转, 左键打击进行逆时针旋转。

7)图中42: 垂直方式工作开关

选择垂直方向的工作方式

通道1选择 (CH1): 屏幕上仅显示CH1的信号。

通道2选择 (CH2): 屏幕上仅显示CH2的信号。

双踪选择 (DUAL): 同时按下CH1和CH2按钮, 屏幕上会出现双踪并自动以断续或交替方式同时显示CH1和CH2上的信号。

叠加 (ADD): 显示CH1和CH2输入电压的代数和。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行向上调节, 左键单击进行向下调节。

8)图中39: CH2极性开关 (INVERT)

按此开关时CH2显示反相电压值。

仿真实验中使用方法：左键单击进行按下和弹出间切换。

(3)水平方向部分

1) 图中20：主扫描时间因数选择开关（A TIME/DIV）

共20档，在 $0.1\mu\text{s}/\text{div}\sim 0.5\text{s}/\text{div}$ 范围选择扫描速率。

仿真实验中使用方法：右键单击进行顺时针旋转，左键打击进行逆时针旋转

。

2) 图中30：X-Y控制键

如X-Y工作方式时，垂直偏转信号接入CH2输入端，水平偏转信号接入CH1输入端。

仿真实验中使用方法：左键单击进行按下和弹出间切换。

3) 图中21：扫描非校准状态开关键

按入此键，扫描时基进入非校准调节状态，此时调节扫描微调有效。

4) 图中24：扫描微调控制键（VARIBLE）

此旋钮以顺时针方向旋转到底时处于校准位置，扫描由Time/Div开关指示。该旋钮逆时针方向旋转到底，扫描减慢2.5倍以上。正常工作时，（21）键弹出，该旋钮无效，即为校准状态。

仿真实验中使用方法：右键单击进行顺时针旋转，左键打击进行逆时针旋转

。

5) 图中35：水平位移（POSITION）

用于调节轨迹在水平方向移动。顺时针方向旋转该旋钮向右移动光迹，逆时针方向旋转向左移动光迹。

仿真实验中使用方法：右键单击进行顺时针旋转，左键打击进行逆时针旋转

。

6) 图中36：扩展控制键（MAG $\times 5$ ）

按下去时，扫描因数 $\times 5$ 扩展，扫描时间是Time/Div开关指示数值的1/5。

7) 图中37：延时扫描B时间系数选择开关（B TIME/DIV）

共12档，在 $0.1\mu\text{s}/\text{div}\sim 0.5\text{ms}/\text{div}$ 范围选择B扫描速率。

8) 图中41：水平工作方式选择（HORIZ DISPLAY）

主扫描（A）：按入此键主扫描单独工作，用于一般波形观察。

A加亮（A INT）：选择A扫描的某区段扩展为延时扫描。可用此扫描方式。与A扫描相对应的B扫描区段（被延时扫描）以高亮度显示。

被延时扫描（B）：单独显示被延时扫描B。

B触发（B TRIG' D）：选择连续延时扫描和触发延时扫描。

(4)触发系统（TRIGGER）

1) 图中29：触发源选择开关（SOURCE）：选择触发信号源。

通道1触发（CH1，X-Y）：CH1通道信号是触发信号，当工作方式在X-Y时，波

动开关应设置于此挡。

通道2触发 (CH2): CH2上的输入信号是触发信号。

电源触发 (LINE): 电源频率成为触发信号。

外触发 (EXT): 触发输入上的触发信号是外部信号, 用于特殊信号的触发。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行向上调节, 左键单击进行向下调节。

2) 图中27: 交替触发 (ALT TRIG)

在双踪交替显示时, 触发信号交替来自于两个Y通道, 此方式可用于同时观察两路不相关信号。

3) 图中26: 外触发输入插座 (EXT INPUT): 用于外部触发信号的输入。

4) 图中33: 触发电平旋钮 (TRIG LEVEL): 用于调节被测信号在某选定电平触发同步。

5) 图中32: 电平锁定 (LOCK)

无论信号如何变化, 触发电平自动保持在最佳位置, 不需人工调节电平。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行顺时针旋转, 左键打击进行逆时针旋转。

6) 图中34: 释抑 (HOLDOFF)

当信号波形复杂, 用电平旋钮不能稳定触发时, 可用此旋钮使波形稳定同步。

7) 图中25: 触发极性按钮 (SLOPE): 触发极性选择, 用于选择信号的上升沿和下降沿触发。

8) 图中31: 触发方式选择 (TRIG MODE)

自动 (AUTO): 在自动扫描方式时扫描电路自动进行扫描。在没有信号输入或输入信号没有被触发同时, 屏幕上仍然可以显示扫描基线。

常态 (NORM): 有触发信号才能扫描, 否则屏幕上无扫描显示。当输入信号的频率低于50Hz时, 请用常态触发方式。

复位键 (RESET): 当“自动”与“常态”同时弹出时为单次触发工作状态, 当触发信号来到时, 准备 (READY) 指示灯亮, 单次扫描结束后熄灭, 按复位键 (RESET) 下后, 电路又处于待触发状态。

9) 图中28: 触发耦合 (COUPLING)

根据被测信号的特点, 用此开关选择触发信号的耦合方式。

交流 (AC): 这是交流耦合方式, 触发信号通过交流耦合电路, 排除了输入信号中的直流成分的影响, 可得到稳定的触发。

高频抑制 (HF REJ): 触发信号通过交流耦合电路和低通滤波器作用到触发电路, 触发信号中的高频成分被抑制, 只有低频信号部分能作用到触发电路。

电视 (TV): TV触发, 以便于观察TV视频信号, 触发信号经交流耦合通过触发电路, 将电视信号送到同步分离电路, 拾取同步信号作为触发扫描用, 这样视频信号能稳定显示。TV-H用于观察电视信号中行信号波形, TV-V: 用于观察电视

信号中场信号波形。注意：仅在触发信号为负同步信号时，TV-V和TV-H同步。

直流（DC）：触发信号被直接耦合到触发电路，当触发需要触发信号的直流部分或需要显示低频信号以及信号空占比很小时，使用此种方式。

信号发生器：

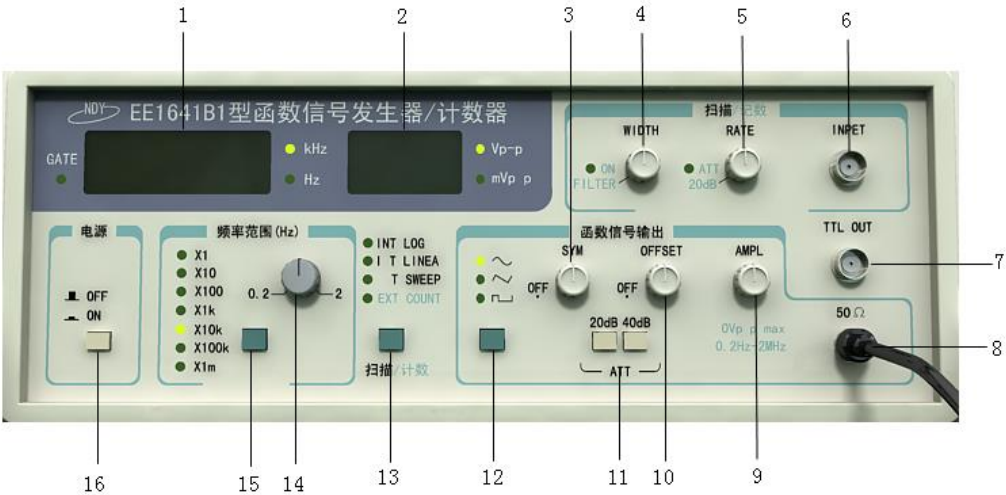
双击实验桌上信号发生器小图标弹出信号发生器的调节窗体，在信号发生器调节窗口上可以对信号发生器进行调节、操作。



真实信号发生器



实验中信号发生器



信号发生器调节界面

功能介绍：

1. 频率显示窗口：显示输出信号的频率或外测频信号的频率，用五位数字

显示信号的频率，且频率连续可调（输出信号时）。

2. 幅度显示窗口：显示函数输出信号的幅度，由三位数字显示信号的幅度。

3. 输出波形，对称性调节旋钮（SYM）：调节此旋钮可改变输出信号的对称性。当电位器处在关闭或者中心位置时，则输出对称信号。输出波形对称调节器可改变输出脉冲信号空度比，与此类似，输出波形为三角或正弦时可使三角波调变为锯齿波，正弦波调变为正与负半周分别为不同角频率的正弦波形，且可移相 180° 。

仿真实验中使用方法：右键单击进行顺时针旋转，左键打击进行逆时针旋转。

4. 速率调节旋钮（WIDTH）：调节此电位器可以改变内扫描的时间长短。在外测频时，逆时针旋到底（绿灯亮），为外输入测量信号经过低通开关进入测量系统。

5. 扫描宽度调节旋钮（RATE）：调节此电位器可调节扫频输出的扫频范围。在外测频时，逆时针旋到底（绿灯亮），为外输入测量信号经过衰减“20dB”进入测量系统。

6. 外部输入插座（INPUT）：当“扫描/计数键”（13）功能选择在外扫描外计数状态时，外扫描控制信号或外测频信号由此输入。

7. TTL 信号输出端（TTL OUT）：输出标准的 TTL 幅度的脉冲信号，输出阻抗为 600Ω 。

8. 函数信号输出端：输出多种波形受控的函数信号，输出幅度 $20V_{p-p}$ ($1M\Omega$ 负载)， $10V_{p-p}$ (50Ω 负载)。

9. 函数信号输出幅度调节旋钮（AMPL）：调节范围 20dB。

仿真实验中使用方法：右键按下进行顺时针连续旋转，信号幅度增大，左键按下进行逆时针连续旋转，信号幅度减小。

10. 函数信号输出信号直流电平预置调节旋钮（OFFSET）：调节范围： $-5V \sim +5V$ (50Ω 负载)，当电位器处在中心位置时，则为 0 电平，由信号电平设定器选定输出信号所携带的直流电平。

11. 函数信号输出幅度衰减开关（ATT）：“20dB”“40dB”键均不按下，输出信号不经衰减，直接输出到插座口。“20dB”“40dB”键分别按下，则可选择 20dB 或 40dB 衰减。

12. 函数输出波形选择按钮：可选择正弦波、三角波、脉冲波输出。

仿真实验中使用方法：左键打击进行波形间进行切换

13. “扫描/计数”按钮：可选择多种扫描方式和外测频方式。

14. 频率范围细调旋钮：调节此旋钮可改变 1 个频段内的频率范围。

仿真实验中使用方法：右键按下进行顺时针连续旋转，信号幅度增大，左键按下进行逆时针连续旋转，信号幅度减小。

15. 频率范围选择按钮：调节此旋钮可改变输出频率的 1 个频段，共有 7 个频段。

仿真实验中使用方法：左键打击进行波形间进行切换

16. 整机电源开关：此按钮按下时，机内电源接通，整机工作。此按钮释放为关掉整机电源。

仿真实验中使用方法：左键打击进行打开和关闭切换。

未知信号源：

固定在实验平台上的实验装置，可以产生待测信号



实验中未知信号源

功能介绍：输入公共信号，频率和幅度未知的正弦信号

五、实验指导

实验重点

1. 了解示波器的基本原理和结构。
2. 学习使用示波器观察波形和测量信号周期及其时间参数。

辅助功能介绍：

界面的右上角的功能显示框：当在普通做实验状态线，显示实验实际用时、记录数据按钮、结束实验按钮、注意事项按钮；在考试状态下，显示考试所剩时间的倒计时、记录数据按钮、结束考试按钮、显示试卷按钮（考试状态下显示）、注意事项按钮。

右上角工具箱：各种使用工具，如计算器等。

右上角 help 和关闭按钮：help 可以打开帮助文件，关闭按钮功能就是关闭实验。

实验仪器栏：存放实验所需的仪器，可以点击其中的仪器拖放至桌面，鼠标触及到仪器，实验仪器栏会显示仪器的相关信息；仪器使用完后，则不允许拖动仪器栏中的仪器了。

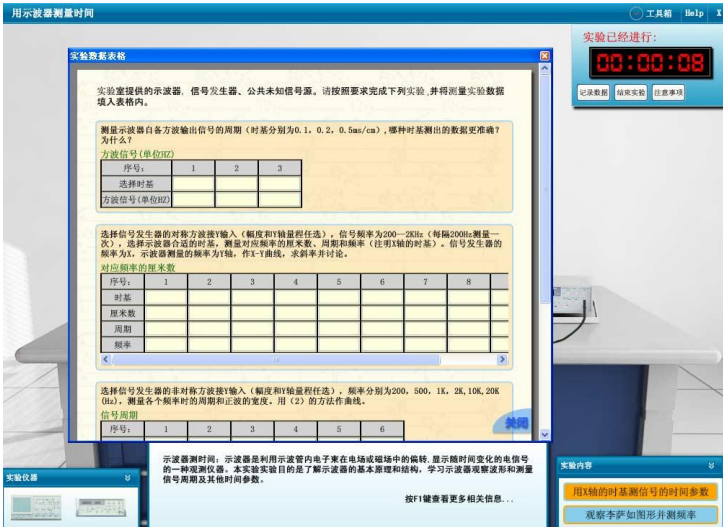
提示信息栏：显示实验过程中的仪器信息，实验内容信息，仪器功能按钮信息等相关信息，按 F1 键可以获得更多帮助信息。

实验状态辅助栏：显示实验名称和实验内容信息(多个实验内容依次列出)，当前实验内容显示为红色，其他实验内容为蓝色；可以通过单击实验内容进行实验内容之间的切换。切换至新的实验内容后，实验桌上的仪器会重新按照当前实验内容进行初始化。

实验操作方法：

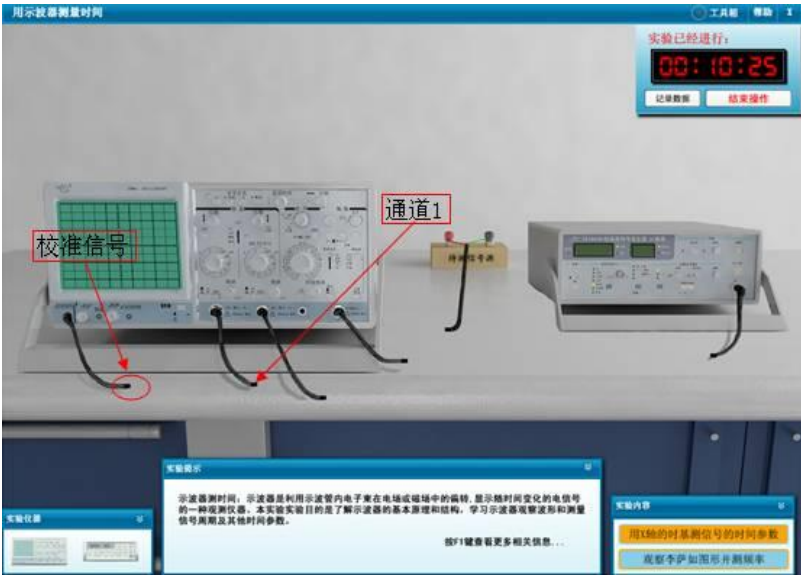
1. 主窗口

打开用示波器测时间仿真实验，主窗口如下：

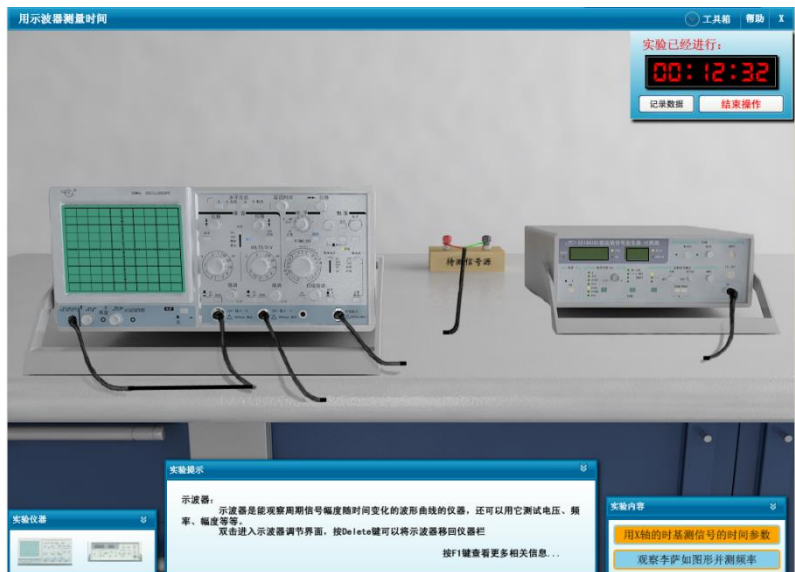


2. 正式开始实验

(1) 操作界面如下：



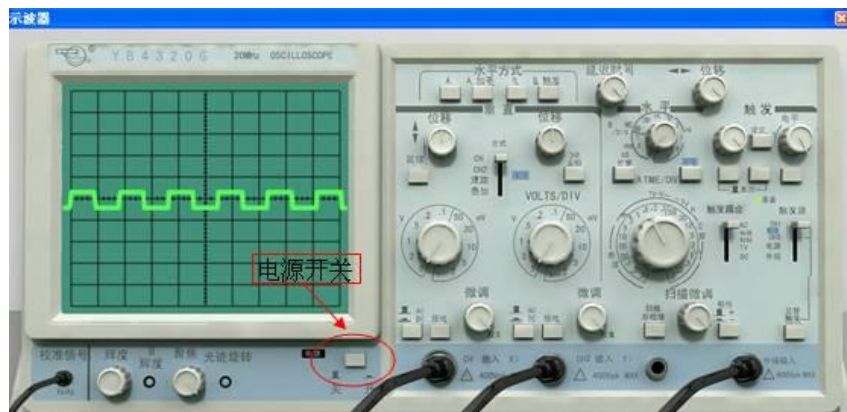
(2) 测示波器校准信号周期连接示波器 CH1 和示波器校准信号。校准信号为周期 1KHz, 峰峰值为 4V 的对称方波信号。



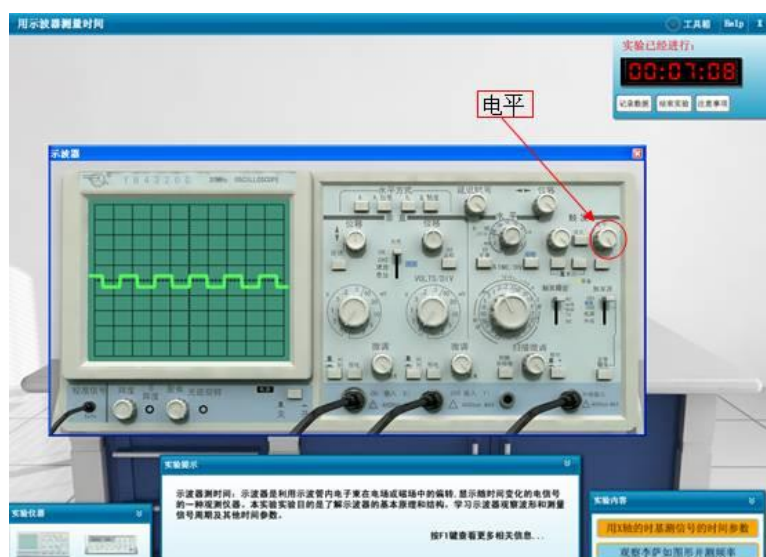
双击示波器，打开示波器调节界面：



在示波器调节窗口中，左键单击示波器开关，打开示波器，进行示波器调节和校准。



调节电平旋钮，是信号稳定。



调节示波器聚焦旋钮和辉度旋钮使示波器显示屏中的信号清晰，调好后如下图。



调节 CH1 幅度调节旋钮和 CH1 幅度微调旋钮，校准信号显现为峰峰值为 4V。



调节示波器时间灵敏度旋钮和扫描微调旋钮，校准信号周期显示为 1KHz，调好后如下图。



至此，示波器校准结束。

(3) 正式开始实验

调节示波器时间灵敏度旋钮，使 0.1ms/cm 。界面如下：



调节示波器时间灵敏度旋钮，使 0.2ms/cm 。界面如下：



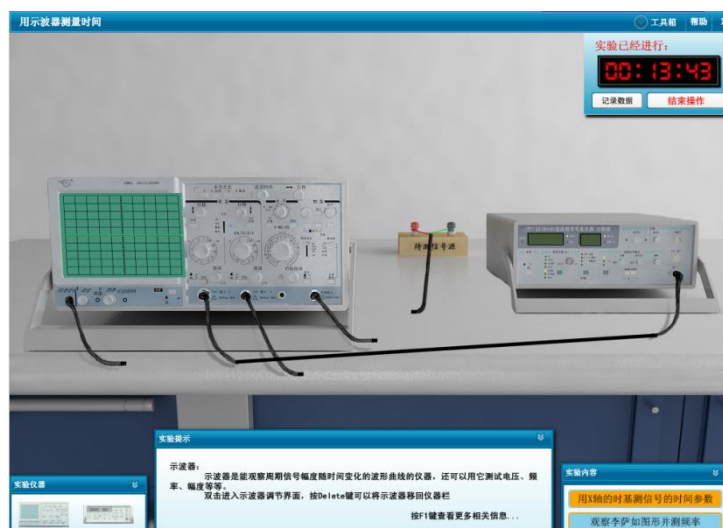
调节示波器时间灵敏度旋钮，使 0.5ms/cm 。界面如下：



(4) 选择信号发生器的对称方波接 y 输入(幅度和 y 轴量程任选)，信号频率为 200Hz~2kHz(每隔 200Hz 测一次)，选择示波器合适的时基，测量对应频率的厘米数、周期和频率。

首先按照校准 CH1 的方法对 CH2 进行校准。

连接示波器 CH2 和信号发生器，如下图所示：



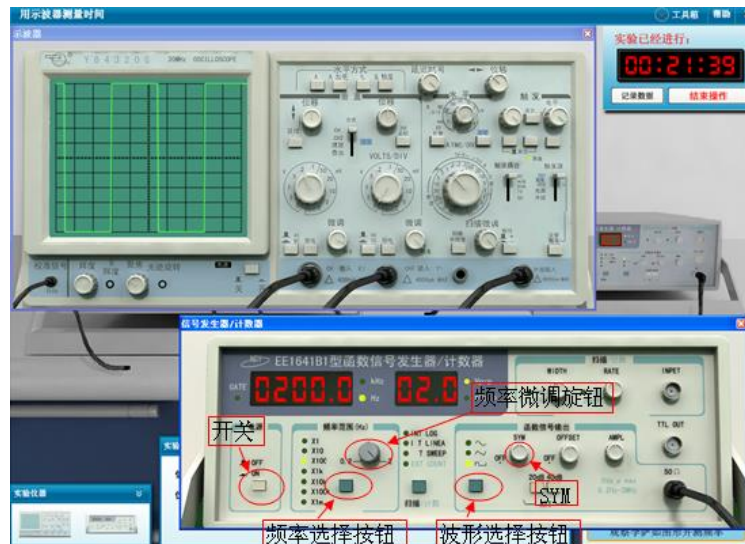
双击实验平台上示波器和信号发生器，打开示波器和信号发生器调节界面。



左键单击信号发生器“开关”按钮，打开信号发生器，信号频率为 200Hz~

2kHz (每隔 200Hz 测一次)，调节信号频率，波形选择对称方波，选择示波器合适的时基，调节时间灵敏度旋钮，使信号满屏，测量对应频率的厘米数、周期和频率。同时把示波器中的方式拨动开关调到 CH2 档上。

频率为 200Hz (周期为 5ms) 时，界面图如下：

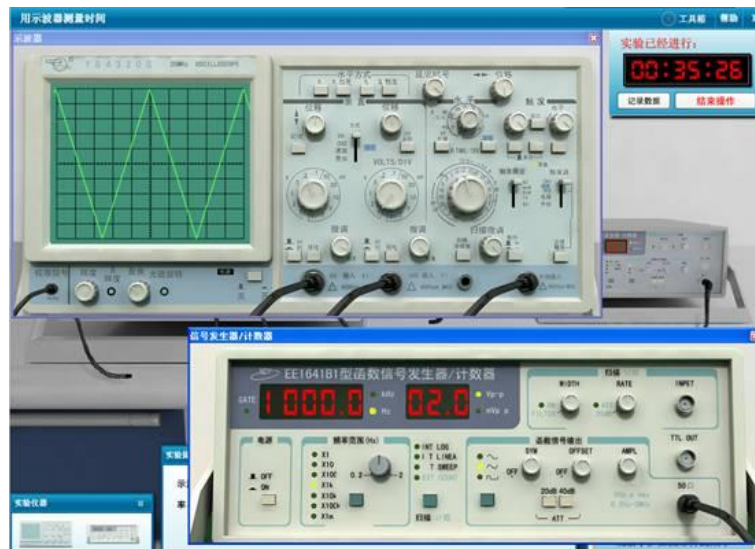


(5) 选择信号发生器的非对称方波接 Y 轴，频率分别为 200, 500, 1K, 2K, 5K, 10K, 20K, (Hz)，测量各频率时的周期和方波的宽度。用 (2) 的方法作曲线

调节信号发生器中的 SYM 旋钮，使信号发生器输出非对称方波(占空比任意)，SYM 旋钮在调节的最中间时为对称方波。当选择示波器合适的时基，调节时间灵敏度旋钮，使信号满屏，测量对应频率的厘米数、周期和频率。同时把示波器中的方式拨动开关调到 CH2 档上，同时按下 CH2 的 AC-DC 按钮，是 CH2 中的信号全部显示。以 1K (Hz) 为例，如下图：

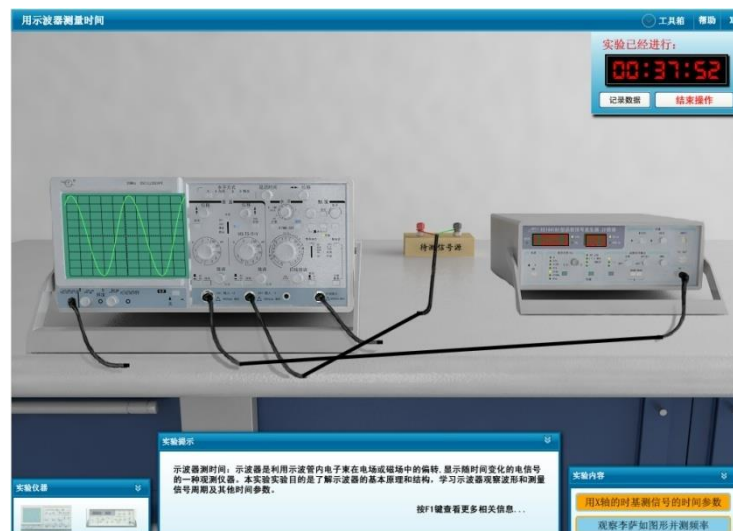


(6) 改变信号发生器输出波形为三角波，频率为 500Hz、1kHz、1.5kHz，测量各个频率时的上升时间。下降时间和周期。频率为 1KHz 时，界面图如下：



(7) 观察李萨如图形并测频率

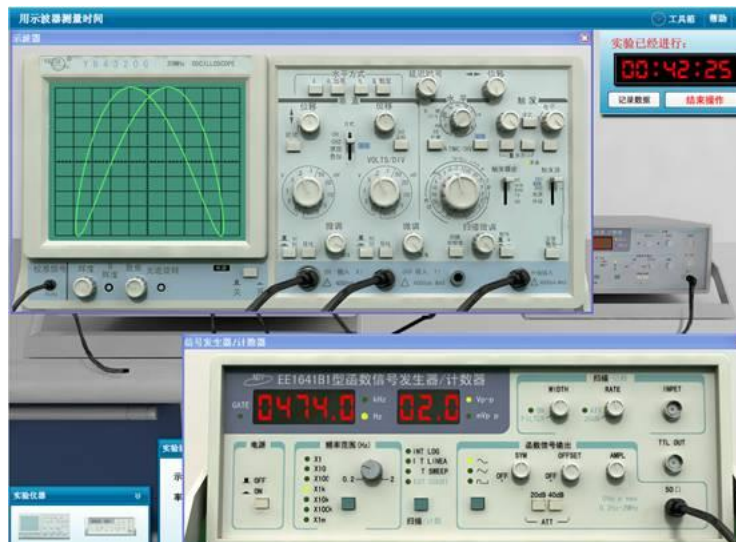
用信号发生器和未知信号源分别接 y 轴和 x 轴，接线界面如下：



自用信号发生器输出为方波，调节信号发生器的频率，示波器中的“x-y”按钮按下，方式调节到 CH1（或 CH2），触发源选择 CH2（或 CH1），观察李萨如图像，注：公用信号源输出信号频率为随机产生。当 $f_x/f_y = 1$ 时，界面如下：



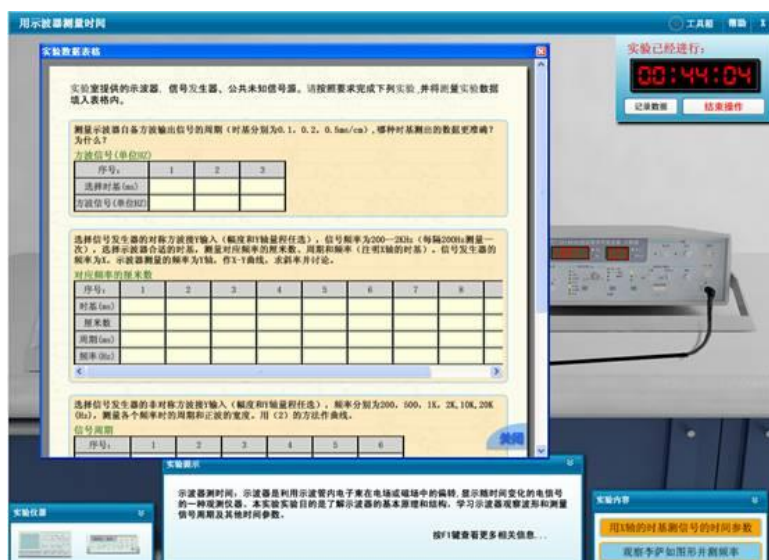
取 $f_x/f_y = 1/2$ 时，界面如下：



取 $f_x/f_y = 2$ 时，界面如下：



(8) 保存数据，单击记录数据按钮弹出记录数据页面。



在记录数据页面的相应地方填写实验中的测量数据后，点击保存按钮即可保存当前数据；点击关闭按钮，则暂时关闭记录数据页面；再次点击记录数据按钮会显示记录数据页面。

六、思考题

1. 假定在示波器的 y 轴输入一个正弦电压，所用的水平扫描频率为 120Hz ，在荧光屏上出现三个稳定的正弦波形，那么输入信号的频率是多少？这是否是测量信号频率的好方法？为什么？

七、参考资料

1. 吴泳华 霍剑青 浦其荣主编.《大学物理实验》第一册.高等教育出版社.2001.