

示波器的原理及应用



制作：沈黄晋

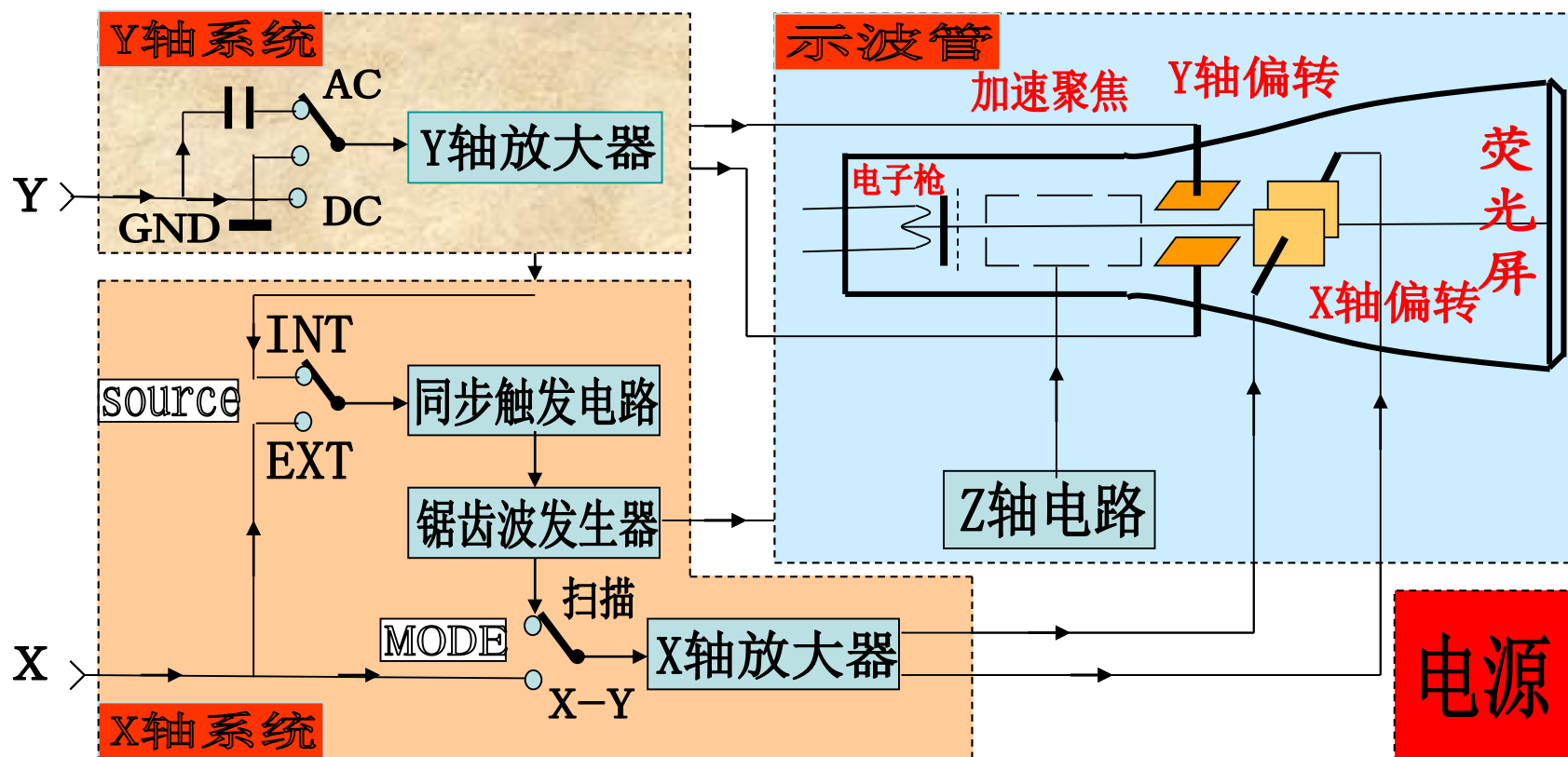
武汉大学

【实验目的和要求】

- 一、了解示波器的主要组成部分、工作原理和使用方法
- 二、会正确使用示波器观察信号波形、测量信号的电压、频率和周期
- 三、会正确使用示波器观察和测量李萨如图形

注：本实验使用的是**数字存储式示波器**

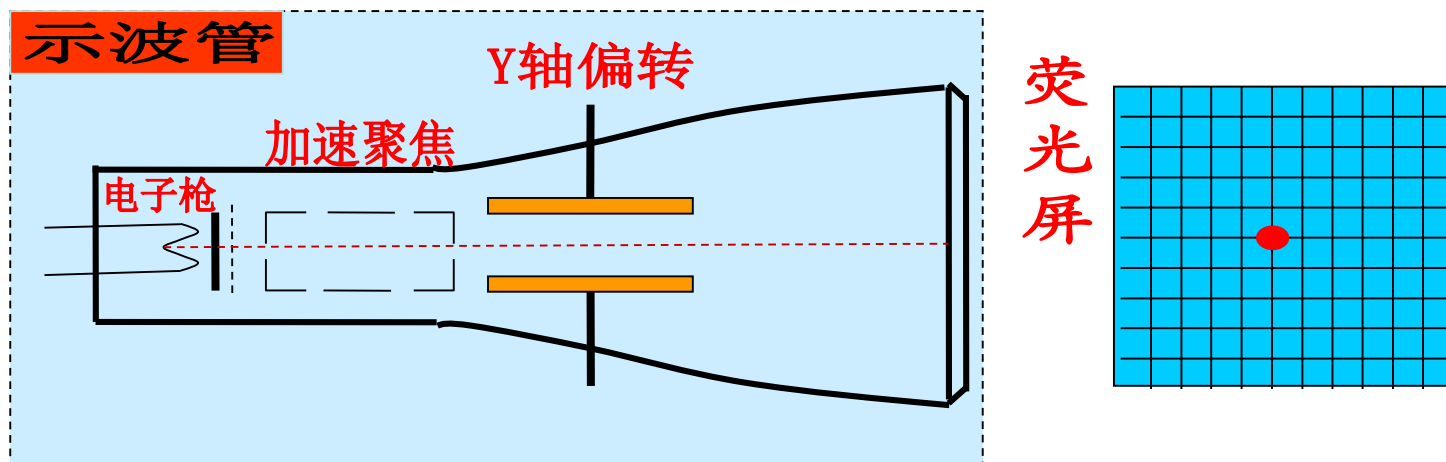
一、示波器的基本组成和工作原理



尽管示波器的型号和规格很多，但都由四个基本组成部分。

一、示波器的基本组成和工作原理

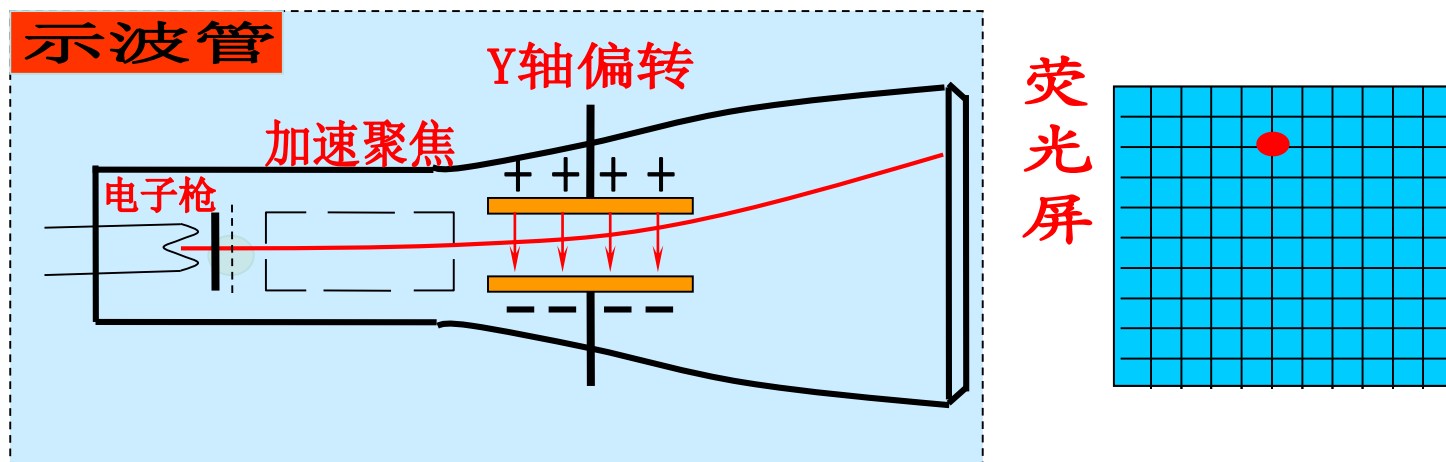
1、电子束在电场中的偏转原理



Y轴偏转板上无电压时

一、示波器的基本组成和工作原理

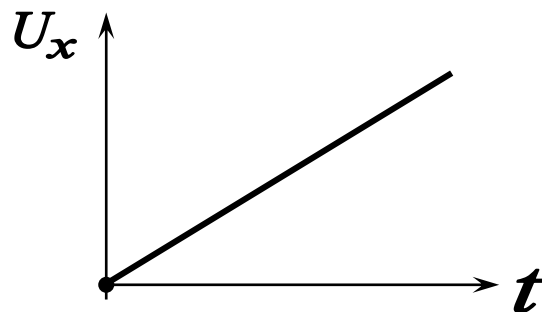
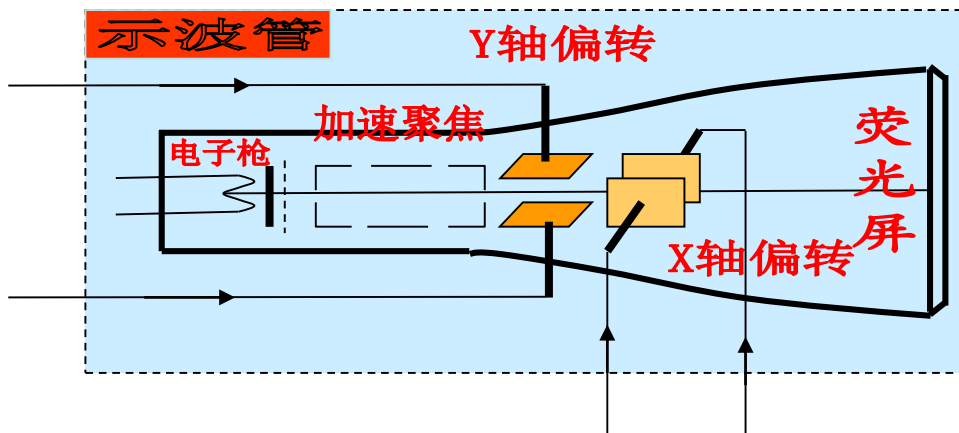
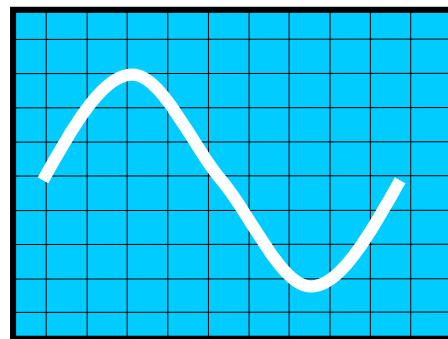
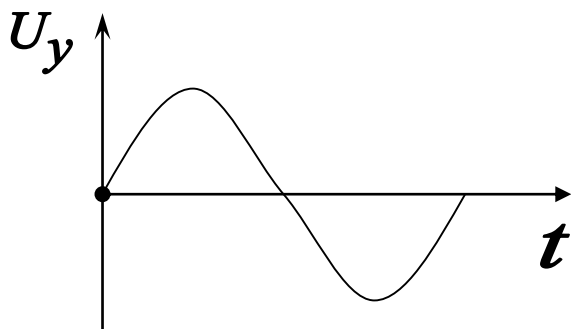
1、电子束在电场中的偏转原理



Y轴偏转板上有电压时

一、示波器的基本组成和工作原理

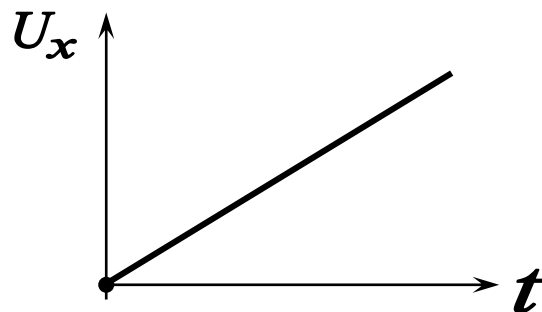
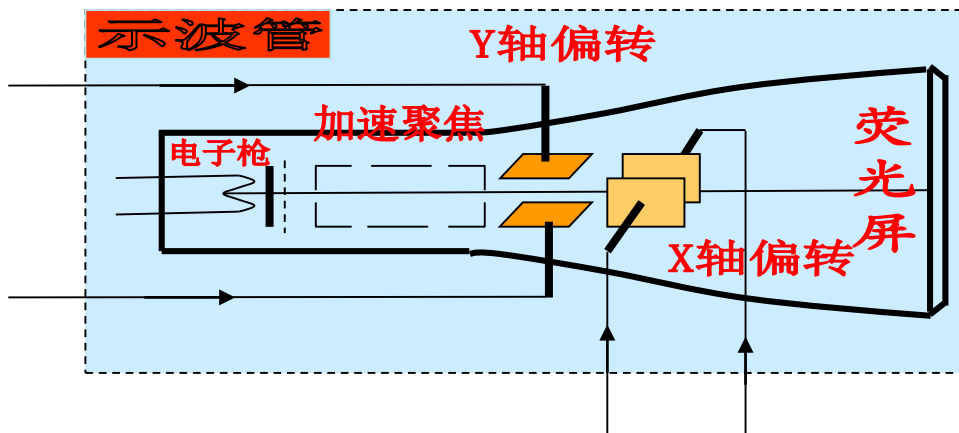
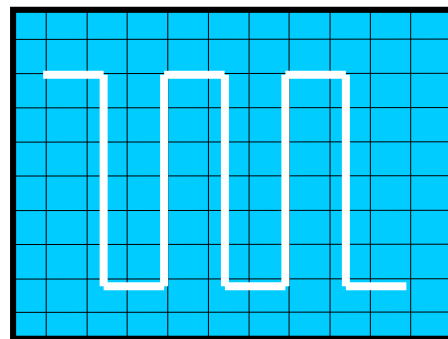
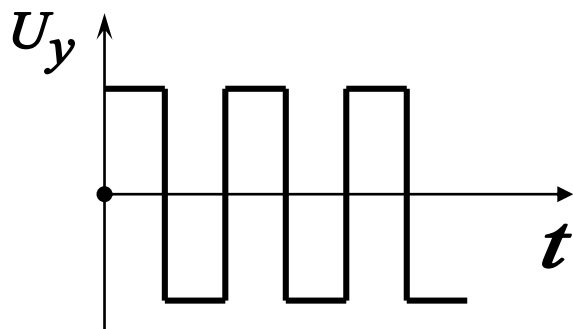
2、示波器的显示原理(波形图)



X轴上加扫描信号（锯齿波电压）时
显示Y轴上输入信号的波形。

一、示波器的基本组成和工作原理

2、示波器的显示原理(波形图)



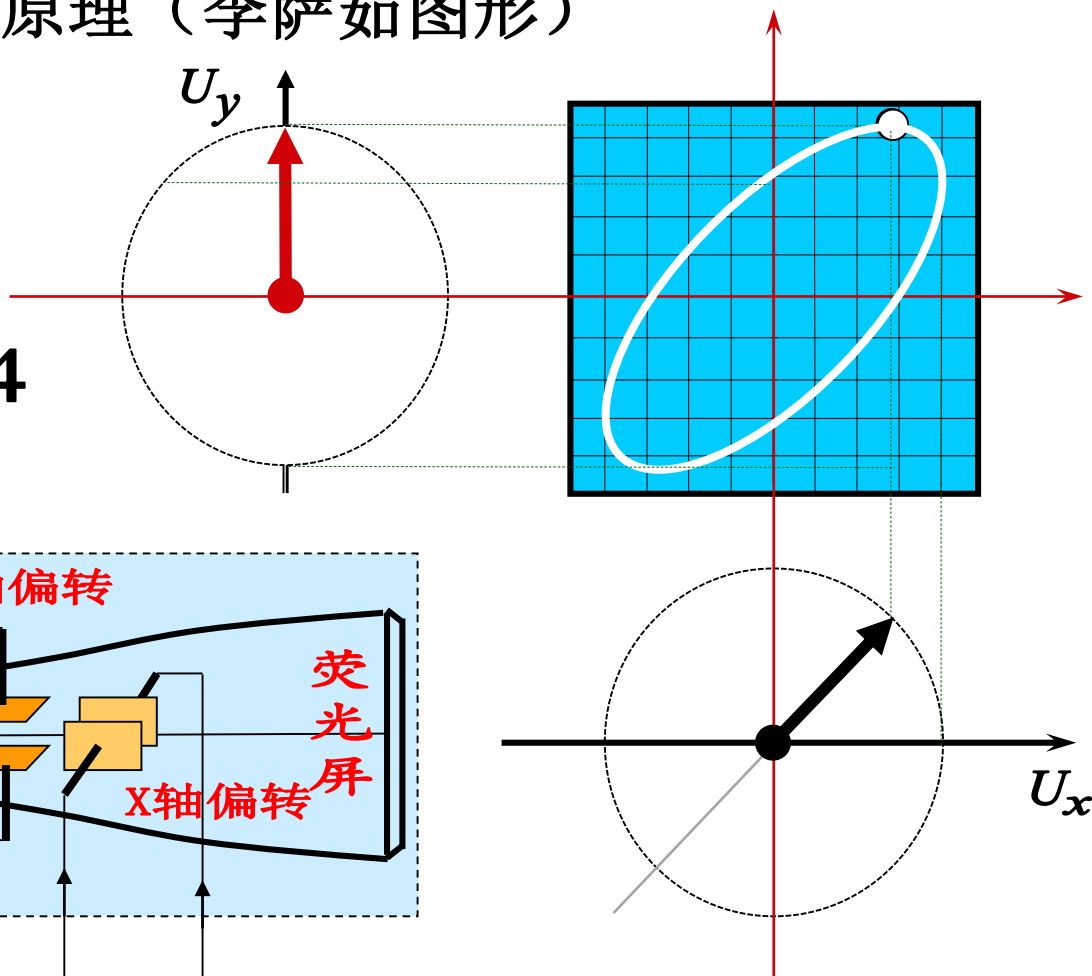
X轴上加扫描信号（锯齿波电压）时
显示Y轴上输入信号的波形。

一、示波器的基本组成和工作原理

3、示波器的显示原理（李萨茹图形）

$$f_x : f_y = 1 : 1$$

$$\varphi_x - \varphi_y = \pi/4$$



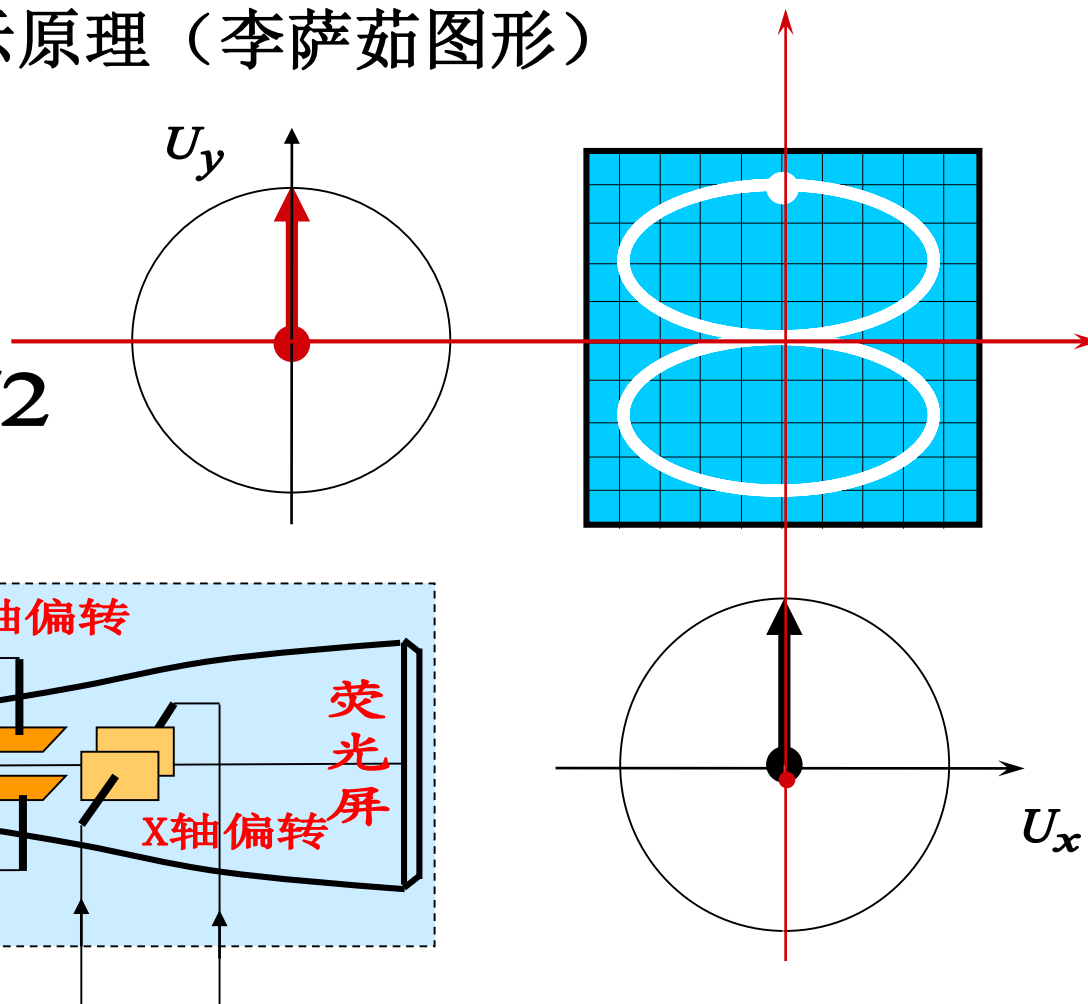
X轴、Y轴都加正弦信号时，
显示李萨如图形。

一、示波器的基本组成和工作原理

3、示波器的显示原理（李萨茹图形）

$$f_x : f_y = 2 : 1$$

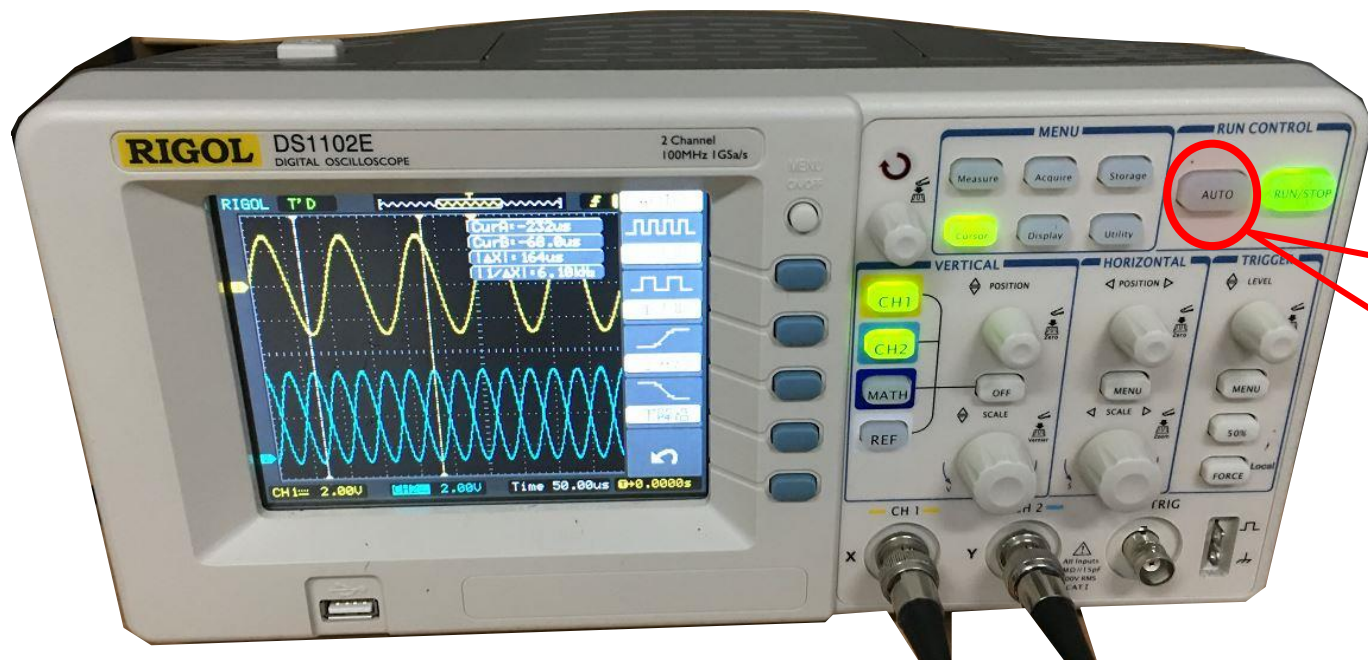
$$\varphi_x - \varphi_y = \pi/2$$



X轴、Y轴都加正弦信号时，
显示李萨如图形。

数字存储式示波器的工作原理

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LED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。



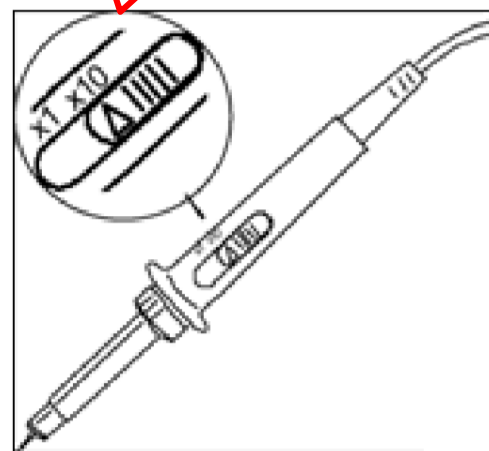
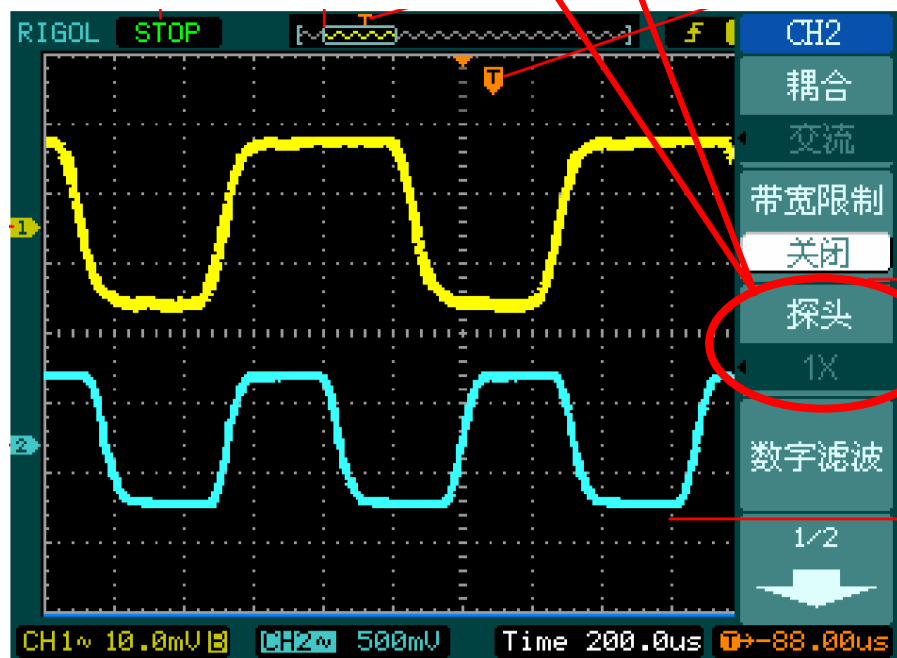
按下AUTO
即可自动显
示输入波形

【实验内容】

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。

按补充教材所列步骤进行操作

注意：示波器**菜单上的探头衰减系数**必须与**数字探头上的衰减系数**保持一致



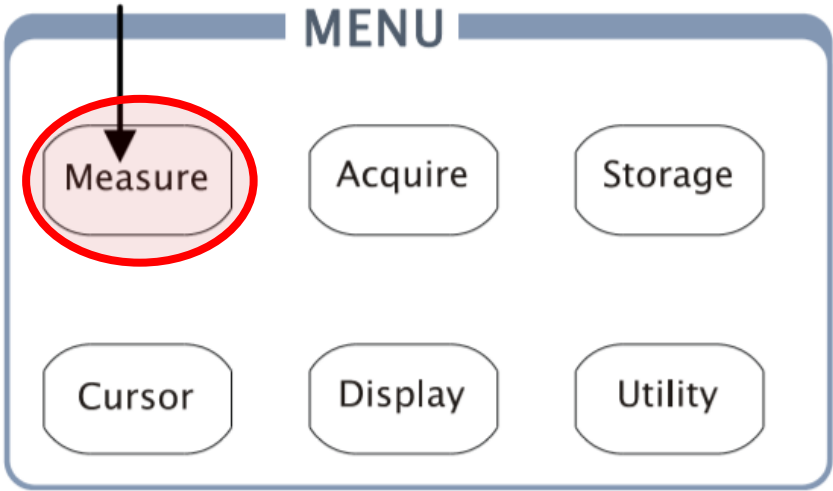
建议：都设置为 $\times 1$

【实验内容】

二、用“自动测量”功能测量并记录波形参数（必做）

信号源显示的 频率 f /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}	幅值 V_{amp}	有效值 V_{rms}	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	5.00							
方波1500	2.00							

按下自动测量按键



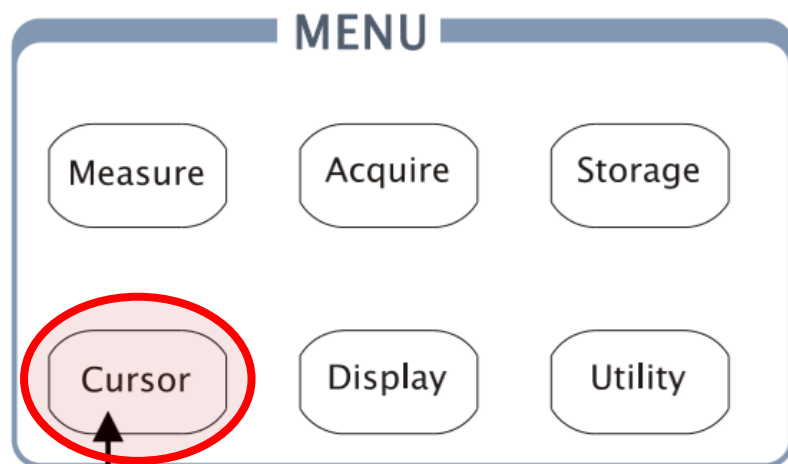
电压测量 → 可依次显示10个电压参数

时间测量 → 可依次显示12个时间参数

全部测量 → 可一次性显示全部22个电压及时间参数

【实验内容】

三、用“光标测量”中的**手动**模式测量并记录波形参数（必做）



Y光标：两条横线

测电压

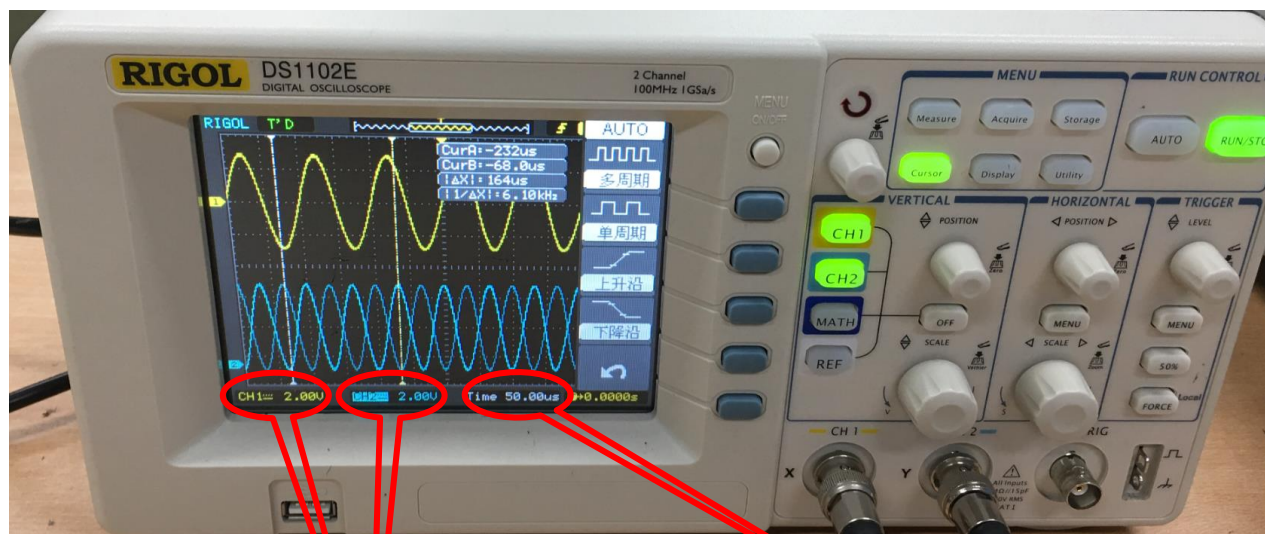
X光标：两条竖线

测时间（周期）

按下光标测量按键

【实验内容】

三、用“光标测量”中的**手动**模式测量并记录波形参数（必做）



信号源显示的频率 f /Hz	信号源显示的有效值电压 V_{rms} /V	电压测量 V_{pp} /V			周期、频率测量		
		Volts/Div	Div	峰峰值 V_{pp}	扫描速度 (时基) s/Div	Div	周期 T /s
正弦波500	5.00						
方波1500	2.00						
三角波2000	2.00						

待测信号在Y轴上所占的格数

一个周期在X轴上所占的格数

【实验内容】

四、观察并记录李萨如图形（必做）

$f_x : f_y$	1:1			1:2			2:3		
相位差	0°	45°	90°	0°	45°	90°	0°	45°	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)									
信号源显示的频率 f'_y (Hz)									

附录：双通道输出数字式信号源的使用



完

三、CS-4125A示波器面板上各旋钮的功能与作用



不同型号和规格的示波器，虽然旋钮的排列不同，但其名称和作用都基本相同。

三、CS-4125A示波器面板上各旋钮的功能与作用

垂直信号显示 模式选择器

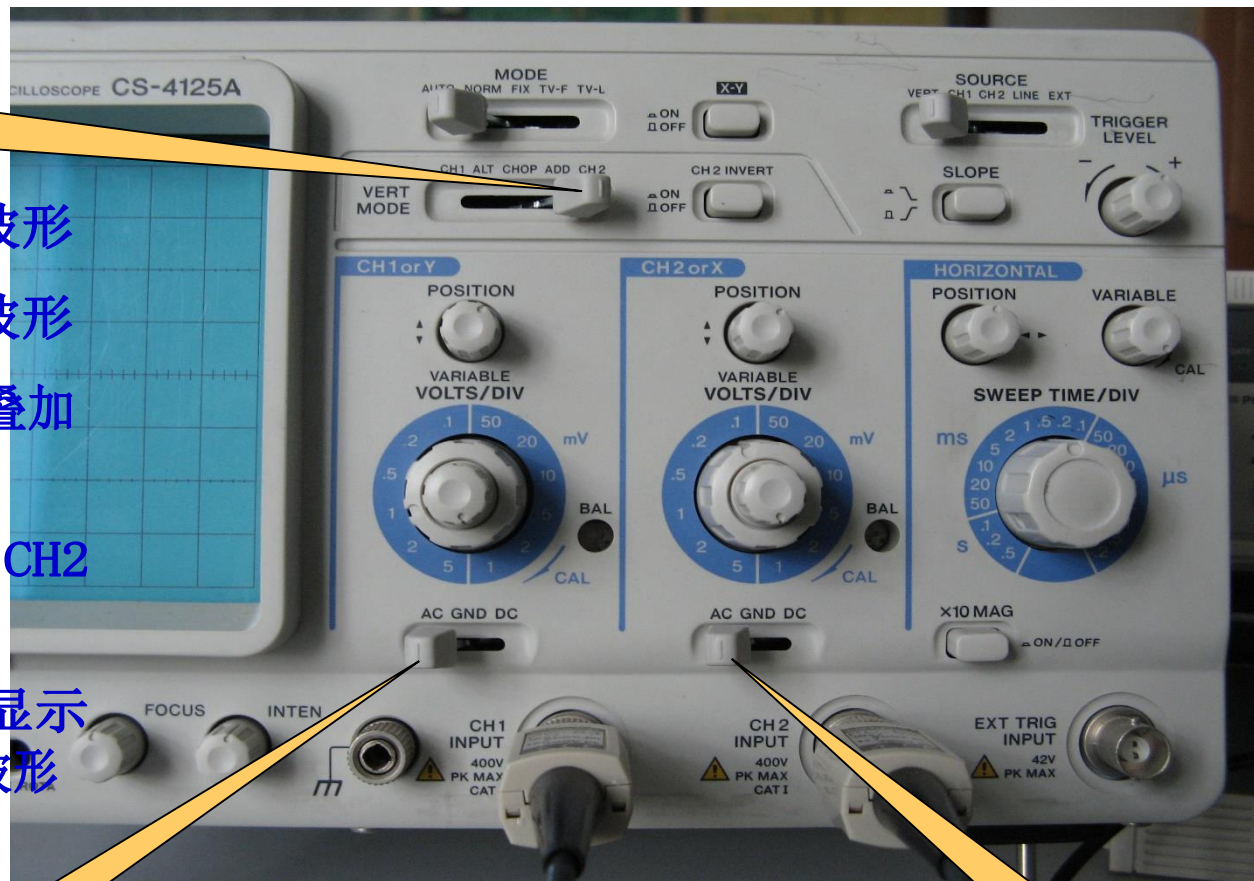
CH1 - 显示CH1信号的波形

CH2 - 显示CH2信号的波形

ADD - 显示“CH1+CH2”叠加
信号的波形

ALT - 交替显示CH1和CH2
信号的波形

CHOP - 以250KHz切换显示
CH1和CH2信号的波形

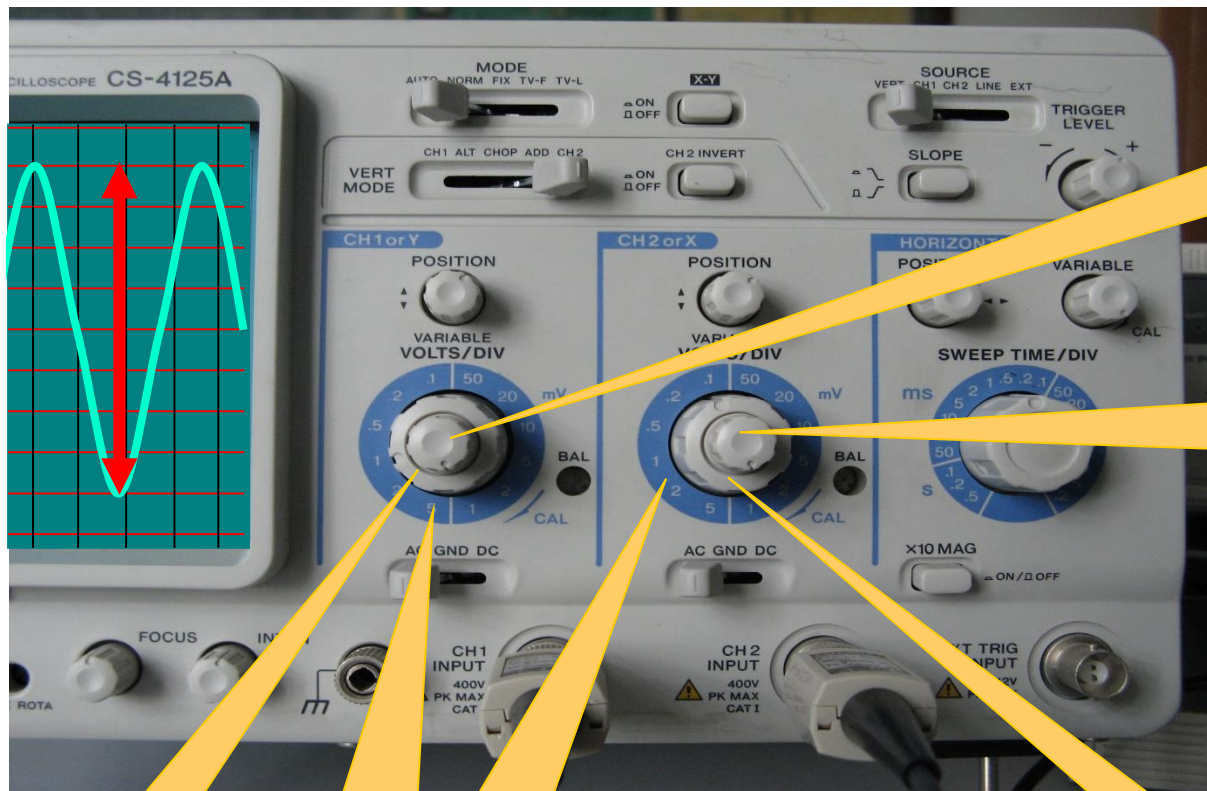


CH1信号 输入方式 选择器

AC — 只能输入交流信号，信号中的直流成份被除去
DC — 信号中的交流、直流成份同时被输入、观察。
GND — Y轴信号输入端接地（信号无法输入）

CH2信号 输入方式 选择器

三、CS-4125A示波器面板上各旋钮的功能与作用



CH1信号
输入衰减
微调旋钮

CH2信号
输入衰减
微调旋钮

注意：在
定量测量时，
微调旋钮必
须沿顺时针
方向旋到底！

CH1信号输入
衰减旋钮

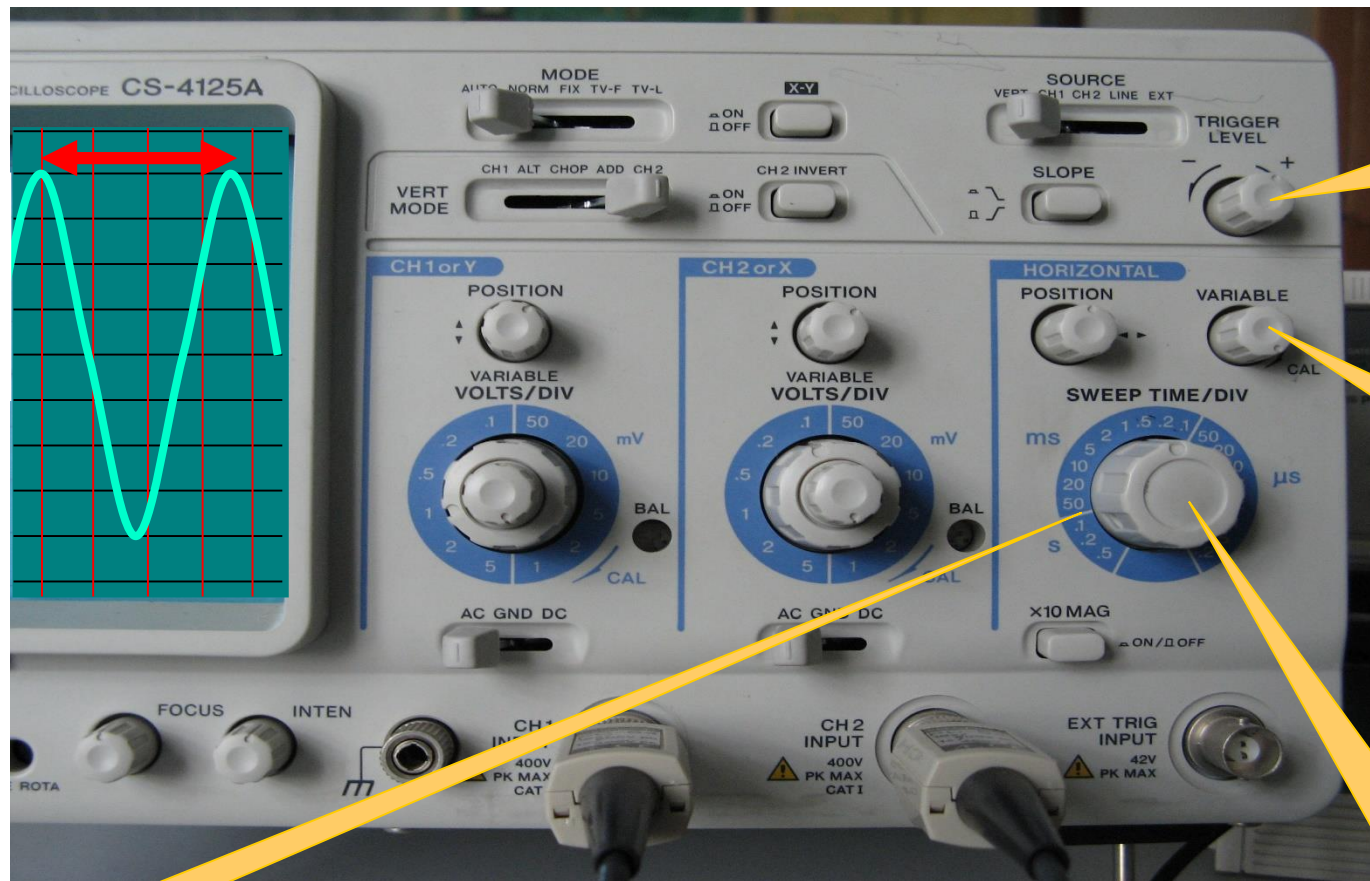
每档的数值： 表示信号在Y轴上
每占一个大格(Div)对应的电压值。

例 若该档数值为 0.5 (V/Div)
则图示信号的峰峰值电压为：

$$0.5 (\text{V/Div}) \times 6.2 (\text{Div}) = 3.1 \text{V}$$

CH2信号输入
衰减旋钮

三、CS-4125A示波器面板上各旋钮的功能与作用



扫描信号
触发电平
调节旋钮

一般置于中间

扫描时间
微调旋钮

在定量测量时
，微调旋钮
必须沿顺时针
方向旋到底

每档的数值：表示信号在X轴上每占一个大格(Div)对应的电压值。

例

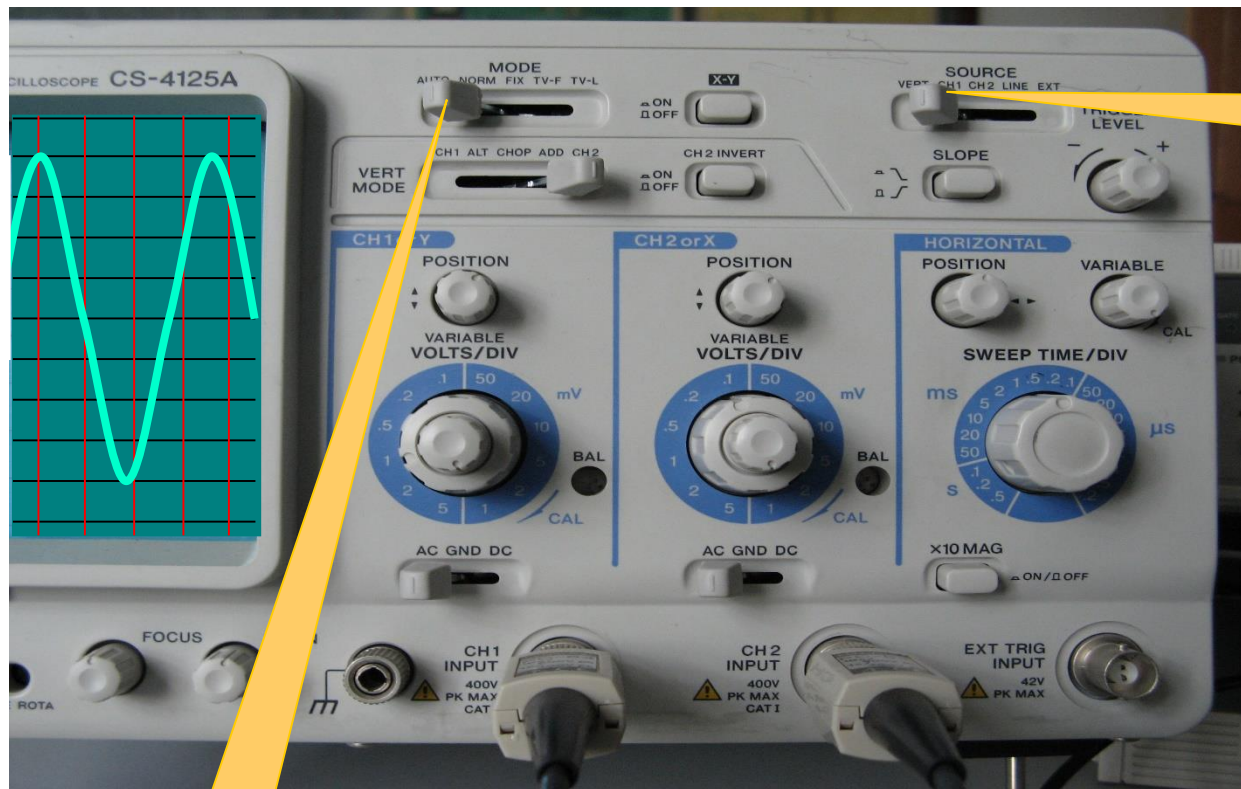
若该档数值为 0.5 (ms /Div)

则图示信号的周期 T 为

$$0.5 \text{ (ms /Div)} \times 3.6 \text{ (Div)} = 1.8 \text{ ms}$$

扫描时间
选择旋钮

三、CS-4125A示波器面板上各旋钮的功能与作用



扫描信号
触发模式
选择器

扫描触发信号源
选择器

通常置于VERT、CH1或CH2

VERT — 触发信号源由MODE
(触发模式选择器) 选定

CH1 — 触发信号源为CH1信号

CH2 — 触发信号源为CH2信号

LINE — 触发信号源为商用
电源的电压波形

EXIT — 触发信号源为EXTERIG
上输入的信号。

AUTO — 有触发信号，就开始扫描；若无触发信号，显示自由亮线 (Free run)

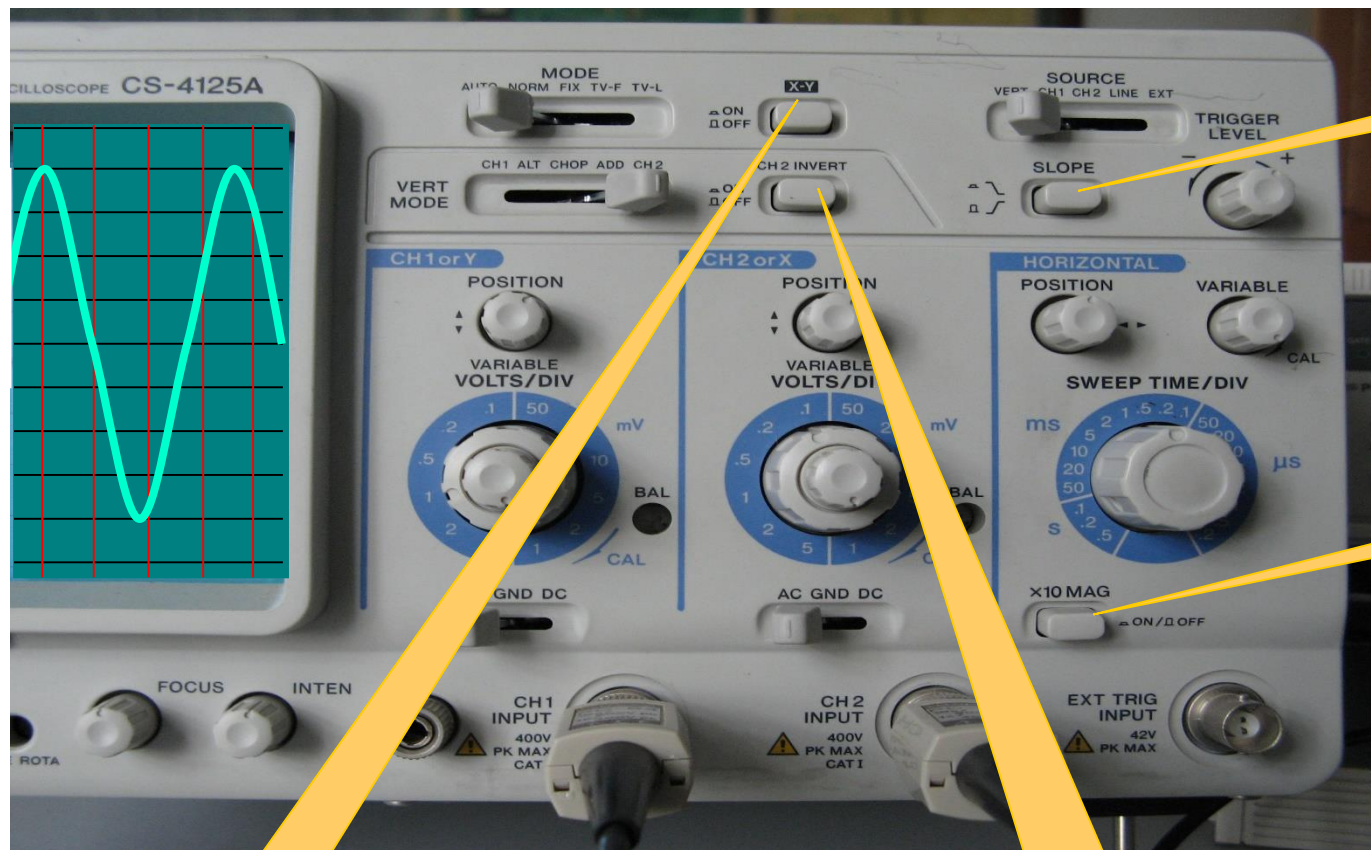
NORM — 与AUTO不同之处在于，无触发信号时，不显示自由亮线 (Free run)

FIX — 固定同步触发电平，使 Trigger Level失效。

TV-F — 用电视复合信号中的场同步信号触发。

TV-L — 用电视复合信号中的行同步信号触发。

三、CS-4125A示波器面板上各旋钮的功能与作用



SLOPE

—扫描触发
信号极性
选择按钮。

X10MAG

—按下此钮，
将使波形从
中间向两侧
扩大10倍。

X-Y按钮

按下此钮，CH1变为Y轴信号，CH2变为X轴信号。
(观察李萨如图形时，必须按下此钮)
(观察波形时，不能按下此钮)

CH2-INVERT

—按下此钮，将改
变CH2信号的极性。

四、实验内容

一、示波器的基本调节

二、观察和描绘正弦交流电压的波形，并测出其电压、周期和频率 记录表格

信号源显示的		电压的峰峰值（V）				周期和频率			
频率	电压	V/DIV	DIV	衰减比	电压	ms/DIV	DIV	周期	频率

注：衰减比是指探针的输出衰减比

待测电压 = ? V/DIV × ? DIV × 衰减比

三、观察李萨如并测频率

频率比 $f_x = f_y$	观察到的图形	CH2信号源显示的频率 f_x (Hz)	$n_x:n_y$	$f_y = \frac{n_x}{n_y} f_x$	CH1信号源显示的频率 f_y (参考)

五、常见问题及解决办法

- 1、接通电源开关1min后，
仍没有任何亮点或亮线？

解决办法

- 2、只有一个不动的亮斑？

解决办法

- 3、只有一根水平亮线？

解决办法

- 4、只有一根竖直亮线？

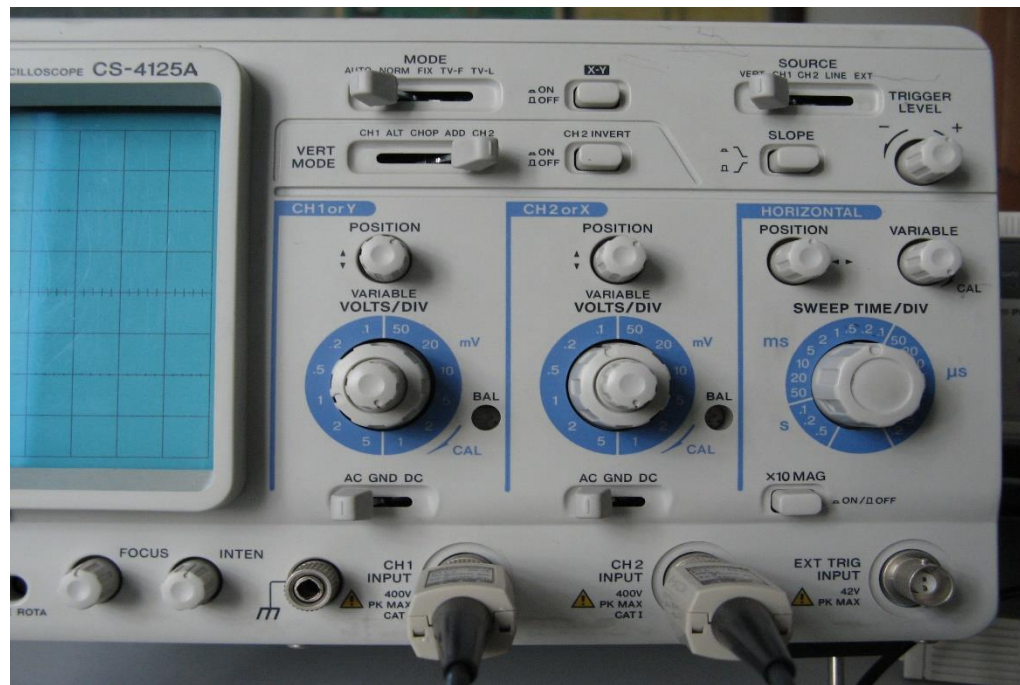
解决办法

- 5、波形不稳定，总在移动？

解决办法

- 6、测量误差较大？

解决办法



请按键选择

返回首页

结束放映

五、常见问题及解决办法

1、接通电源开关1min后，
仍没有任何亮点或亮线？

2、只有一个不动的亮斑？

解决办法

3、只有一根水平亮线？

解决办法

4、只有一根竖直亮线？

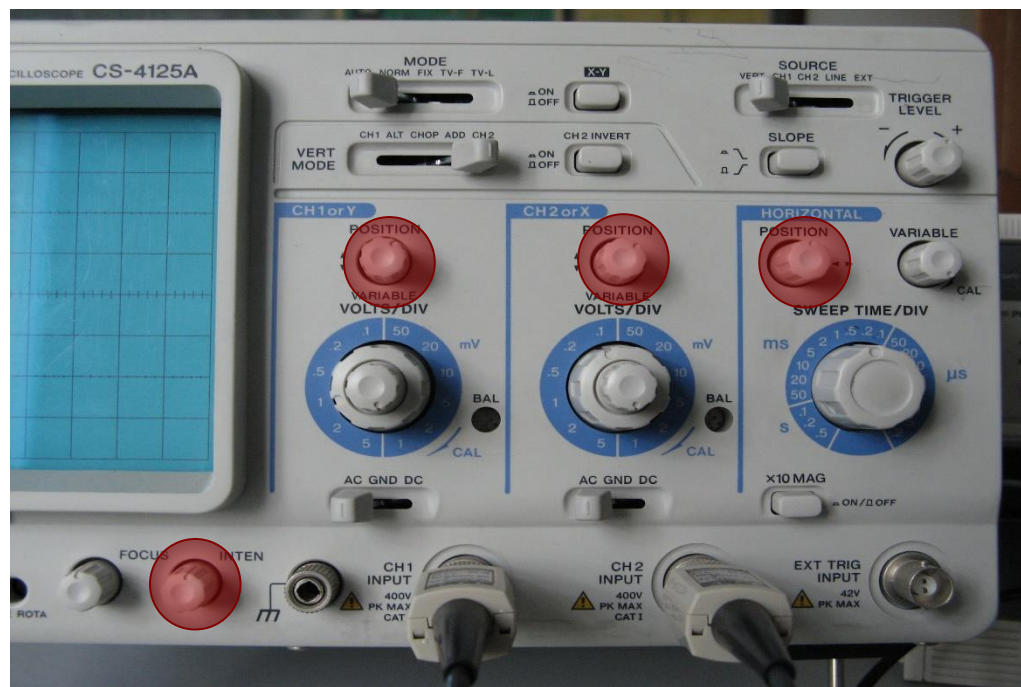
解决办法

5、波形不稳定，总在移动？

解决办法

6、测量误差较大？

解决办法



● 调节亮度旋钮，增大亮度

● 调节水平或垂直
位置调节旋钮

返回首页

结束放映

五、常见问题及解决办法

- 1、接通电源开关1min后，
仍没有任何亮点或亮线？

解决办法

- 2、只有一个不动的亮斑？

- 3、只有一根水平亮线？

解决办法

- 4、只有一根竖直亮线？

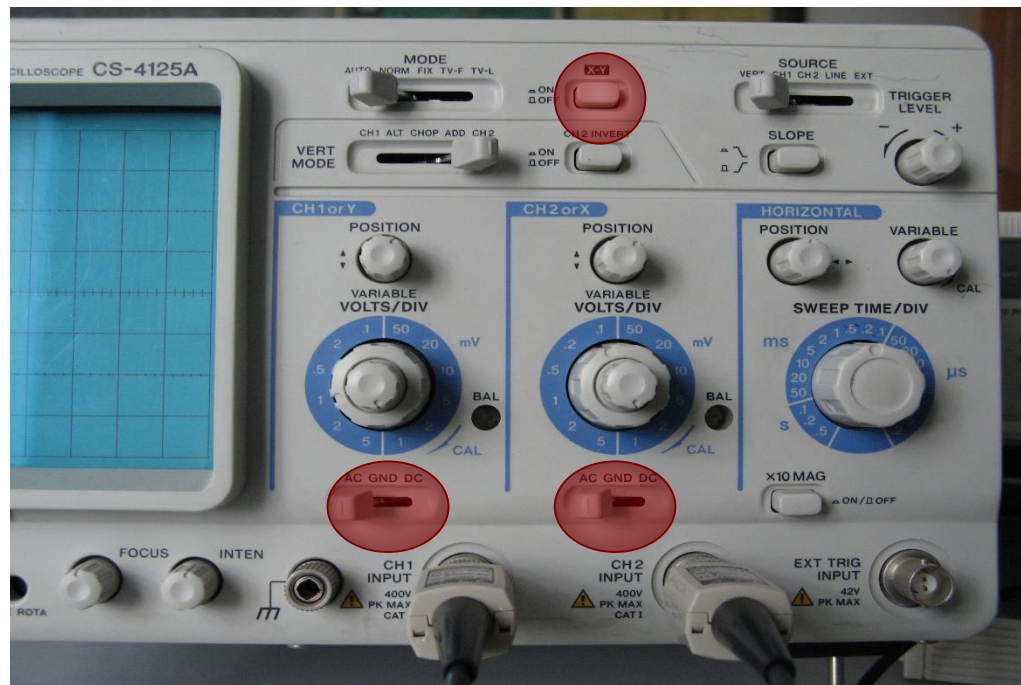
解决办法

- 5、波形不稳定，总在移动？

解决办法

- 6、测量误差较大？

解决办法



- 检查“X-Y”按钮是否被按下
(显示波形时不能按下)

- 把信号输入方式选择器
置于：AC 或 DC

返回首页

结束放映

五、常见问题及解决办法

1、接通电源开关1min后，
仍没有任何亮点或亮线？

解决办法

2、只有一个不动的亮斑？

解决办法

3、只有一根水平亮线？

4、只有一根竖直亮线？

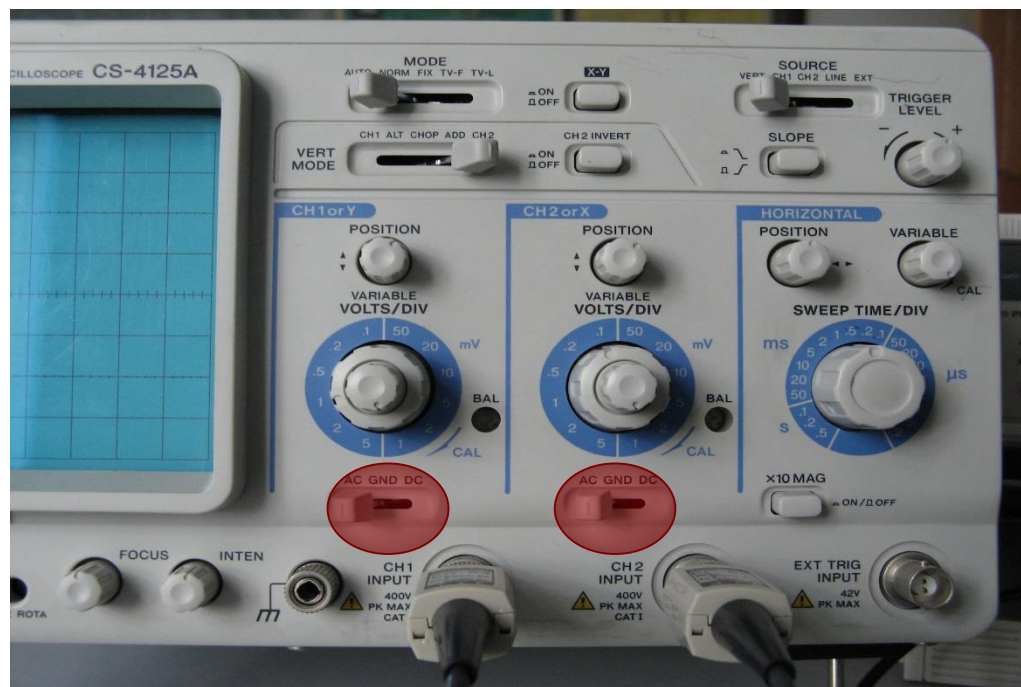
解决办法

5、波形不稳定，总在移动？

解决办法

6、测量误差较大？

解决办法



- 检查信号源是否打开，
信号线是否接好。
- 把信号输入方式选择器
置于：AC 或 DC

返回首页

结束放映

五、常见问题及解决办法

1、接通电源开关1min后，仍没有任何亮点或亮线？

解决办法

2、只有一个不动的亮斑？

解决办法

3、只有一根水平亮线？

解决办法

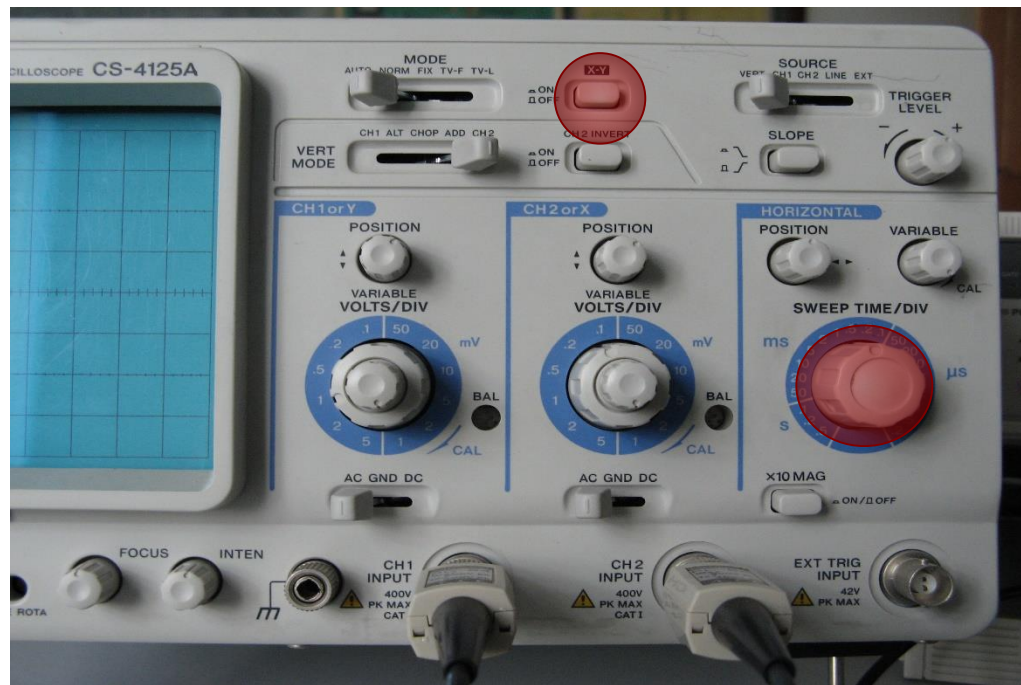
4、只有一根竖直亮线？

5、波形不稳定，总在移动？

解决办法

6、测量误差较大？

解决办法



- 亮线不动时，检查“X-Y”按钮是否被按下（显示波形时不能按下）
- 亮线慢慢平移时，调节扫描时间切换器（扫描时间不能太长）

返回首页

结束放映

五、常见问题及解决办法

- 1、接通电源开关1min后，
仍没有任何亮点或亮线？

解决办法

- 2、只有一个不动的亮斑？

解决办法

- 3、只有一根水平亮线？

解决办法

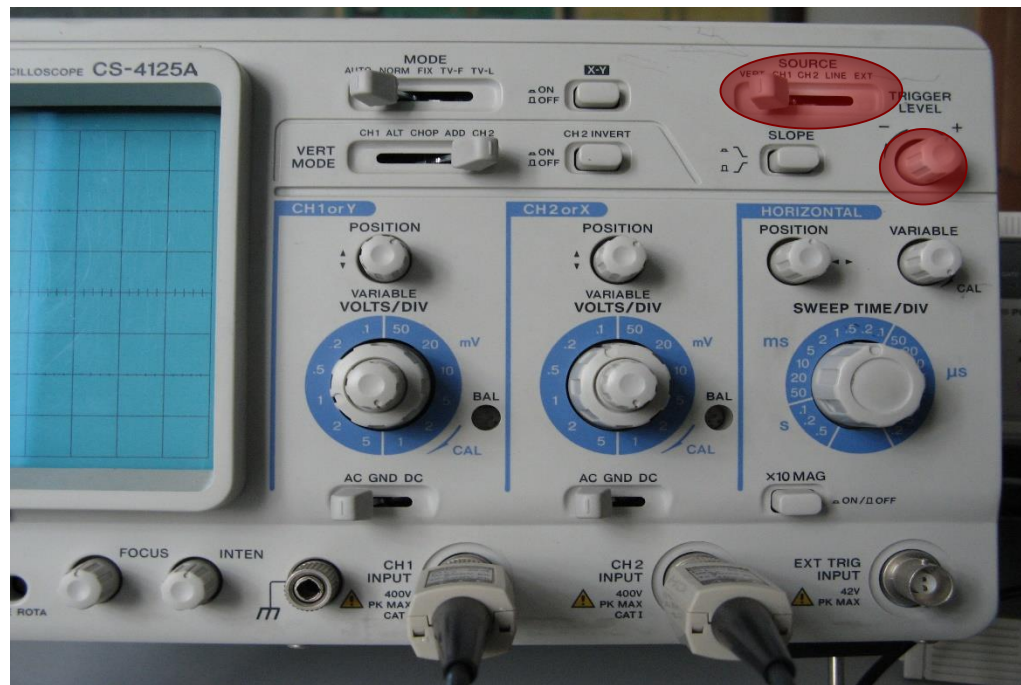
- 4、只有一根竖直亮线？

解决办法

- 5、波形不稳定，总在移动？

- 6、测量误差较大？

解决办法



● 调节扫描触发信号调节
旋钮，使之置于中间

● 正确地重新选择
扫描触发信号源

返回首页

结束放映

五、常见问题及解决办法

1、接通电源开关1min后，仍没有任何亮点或亮线？

解决办法

2、只有一个不动的亮斑？

解决办法

3、只有一根水平亮线？

解决办法

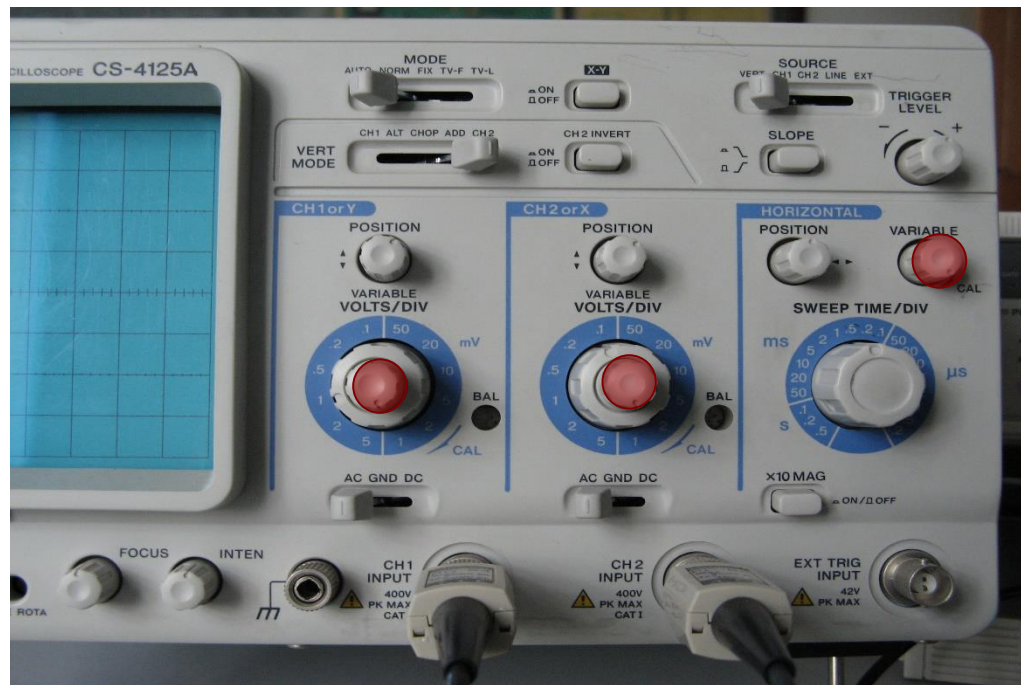
4、只有一根竖直亮线？

解决办法

5、波形不稳定，总在移动？

解决办法

6、测量误差较大？



把输入衰减微调旋钮、
扫描时间微调旋钮
都沿顺时针方向旋到底，
重新测量！

返回首页

结束放映