

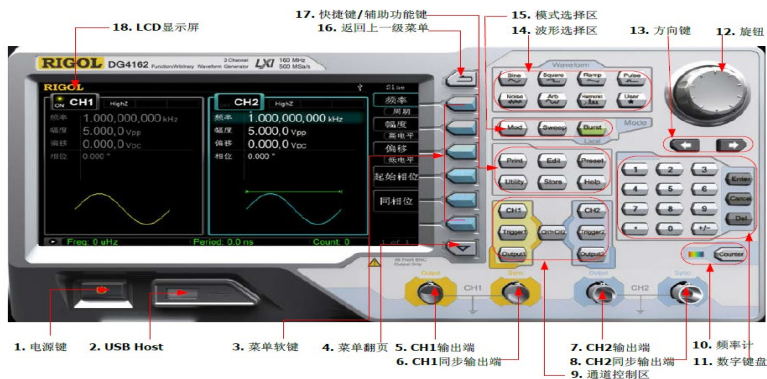
电学预科实验：

# 示波器和信号发生器的使用

# 【一、实验目的】

- 本实验主要利用示波器观察并测量由信号发生器产生的波形；旨在使同学们学会**示波器**和**信号发生器**的基本操作。
- 1. 了解示波器显示波形的原理；
- 2. 学会示波器的使用方法；
- 3. 学会用示波器测电压、时间[间隔]（频率、周期、相位差）。

## 电子学仪器测试的基本工具



信号发生器：提供输入信号

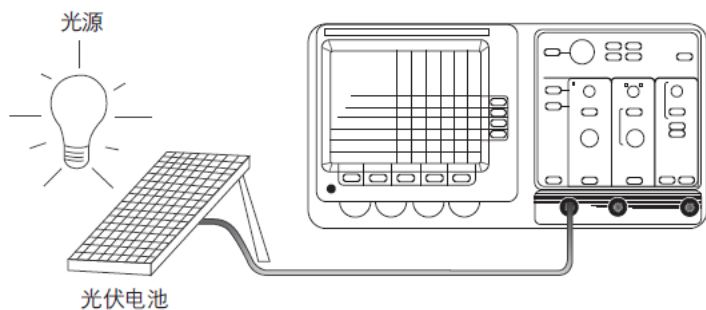


图1. 示波器采集的科学数据实例。

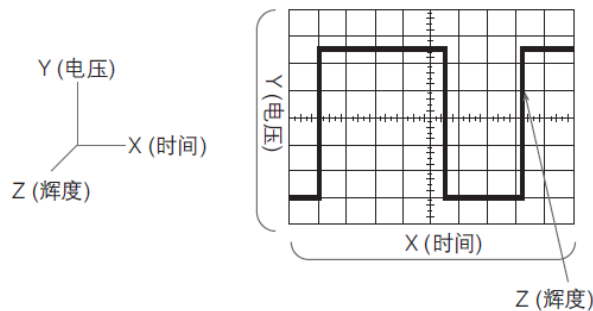


图2. 显示的波形的X、Y和Z成分。

示波器：测量电压随时间的变化



频谱：测量电压随频率的变化

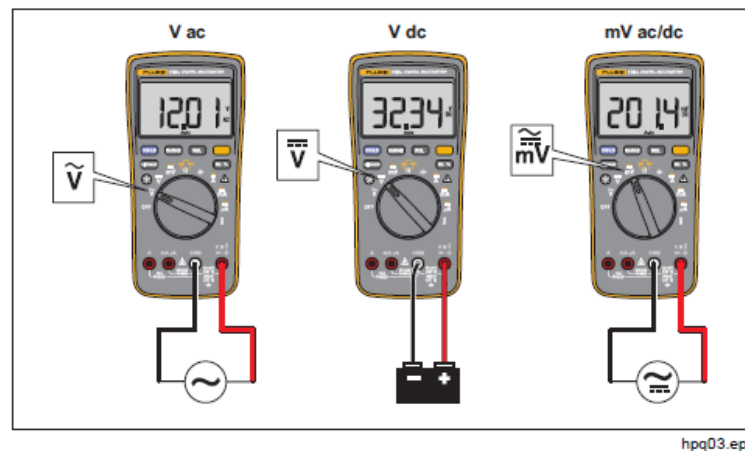


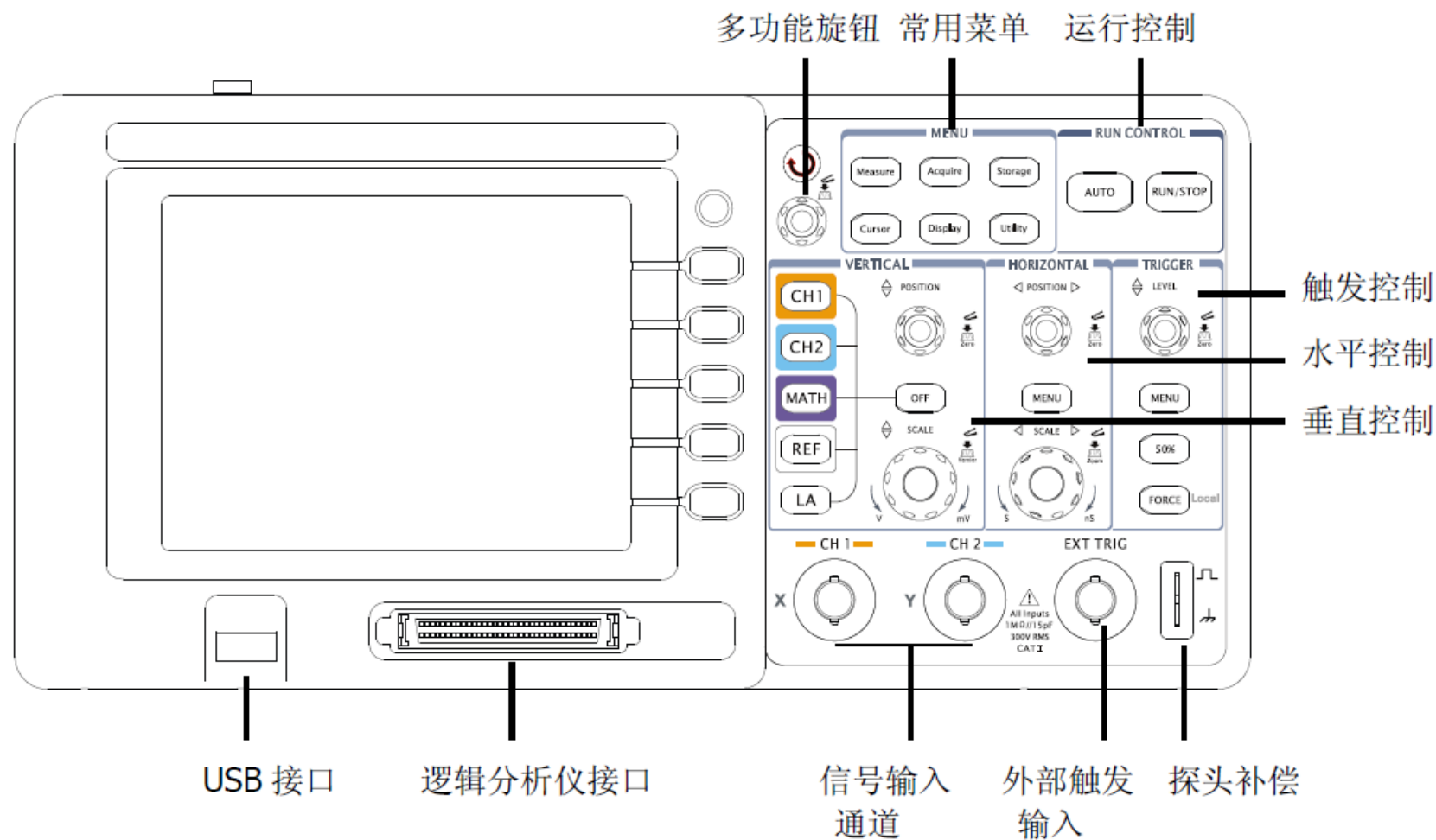
图 1. 测量交流和直流电压

数字源表：只显示电压的特征值

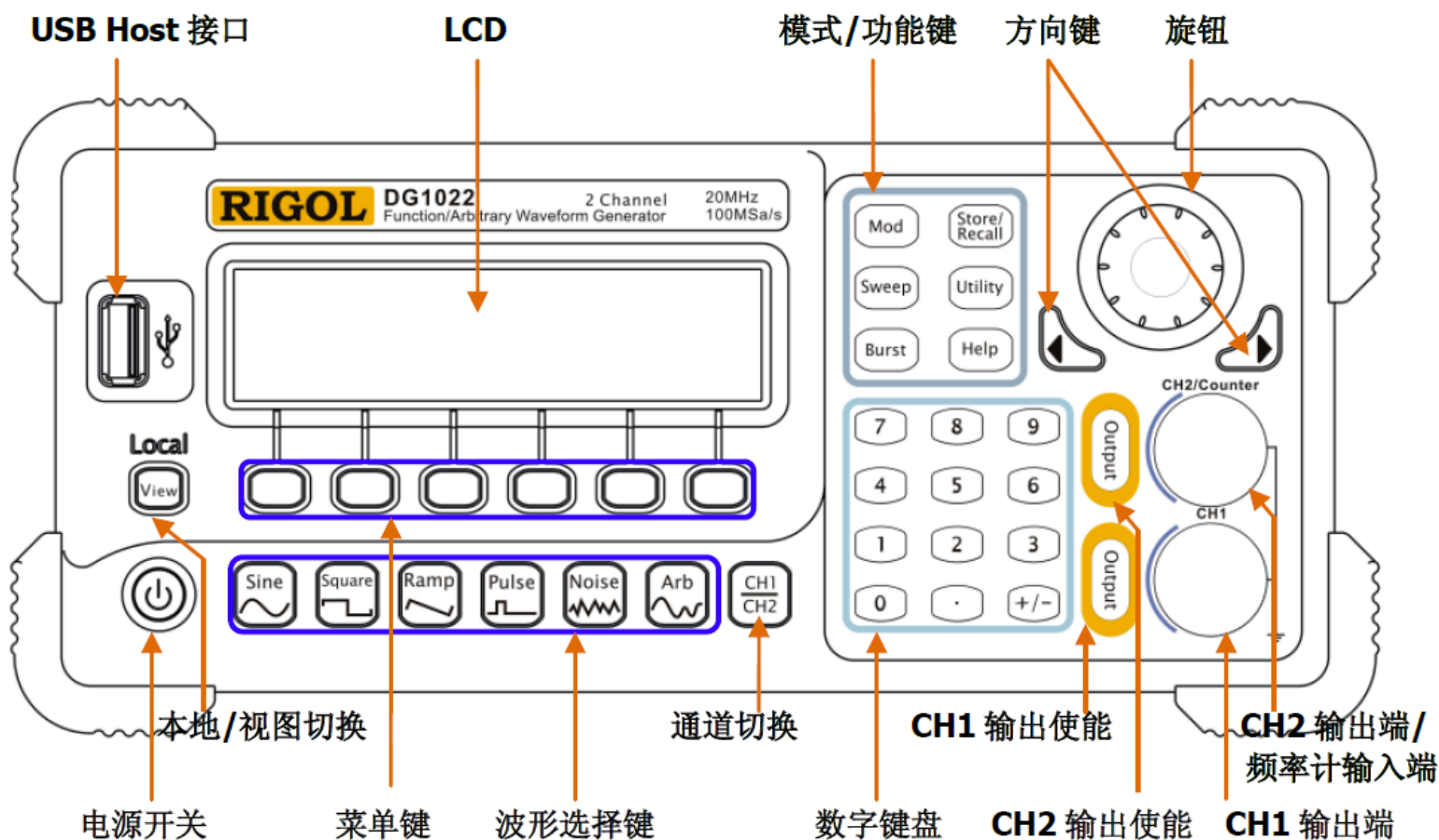
## 【二、实验仪器】

- 数字存储示波器（DS1102E，MSO1104Z，MSO2302A—多种型号，操作相似）
- 信号发生器（DG1022U，DG4162--两种不同型号）
- 信号电路板（DS1000D-TK）
- 一些信号源：开关电源等

# 示波器前面板（DS1102E）



# 信号发生器前面板



注意事项：CH1和CH2别混淆了，设置后别忘了按“Output”

## 【三、实验原理】

# 1. 示波器原理

- 示波器分为[早期]模拟示波器和[现在]数字存储示波器。
- [早期]模拟示波器主要由三部分组成：阴极射线管，放大系统，**触发、同步**系统。电压信号经Y轴放大器放大后加到示波管的偏转板上，当示波器选择Y-T模式时，扫描、同步系统产生一个锯齿波电压加到X偏转板上，此时示波管上就能显示出输入电压的波形。

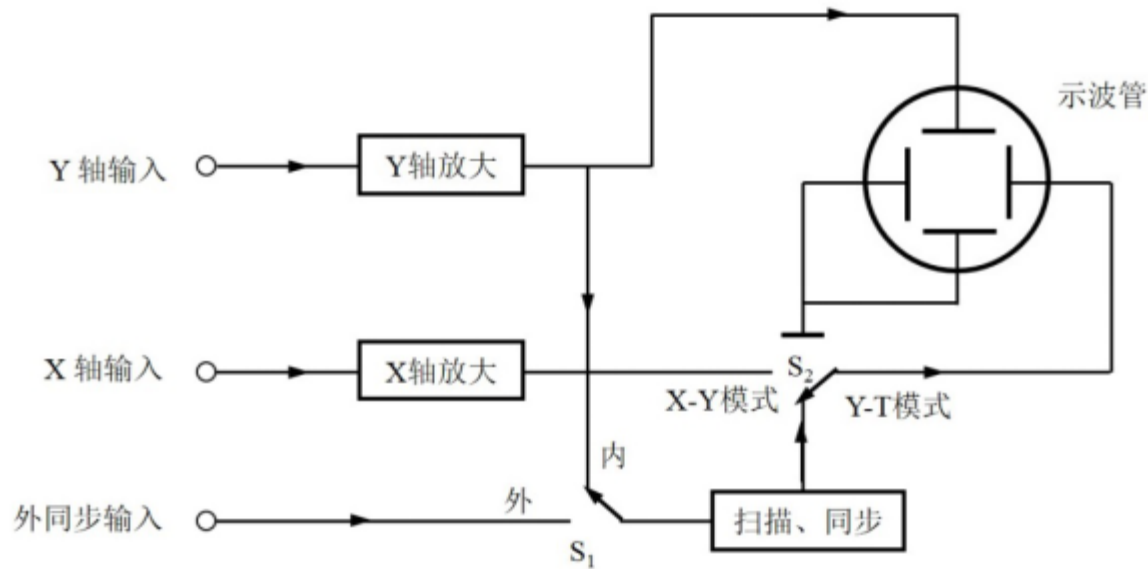


图 0-1 模拟示波器工作框图。S1 为同步选择开关，S2 为显示模式开关。



# 1. 示波器原理

- 示波器分为[早期]模拟示波器和[现在]数字存储示波器。

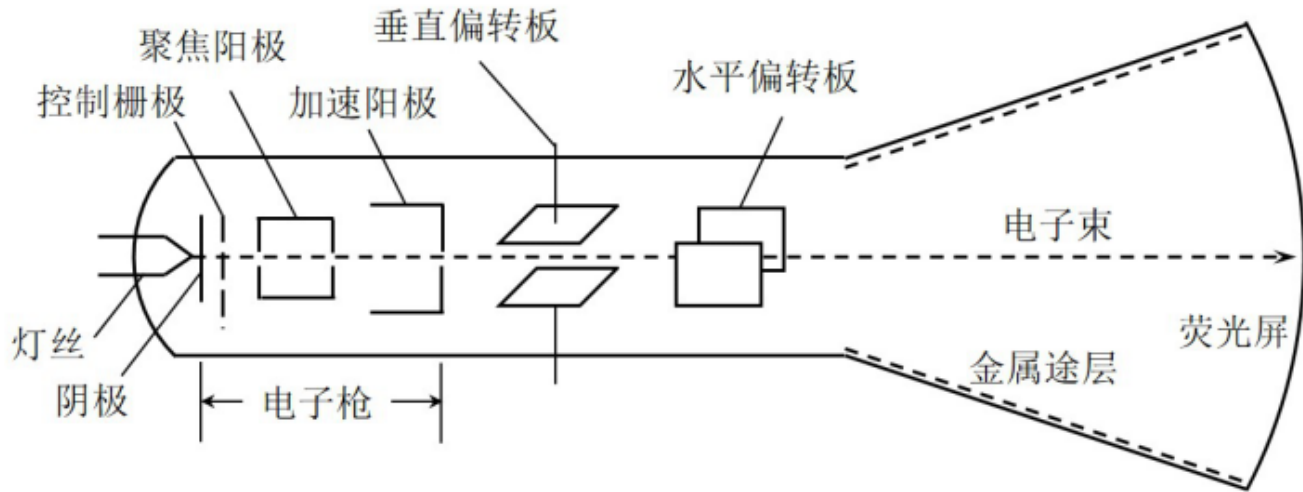
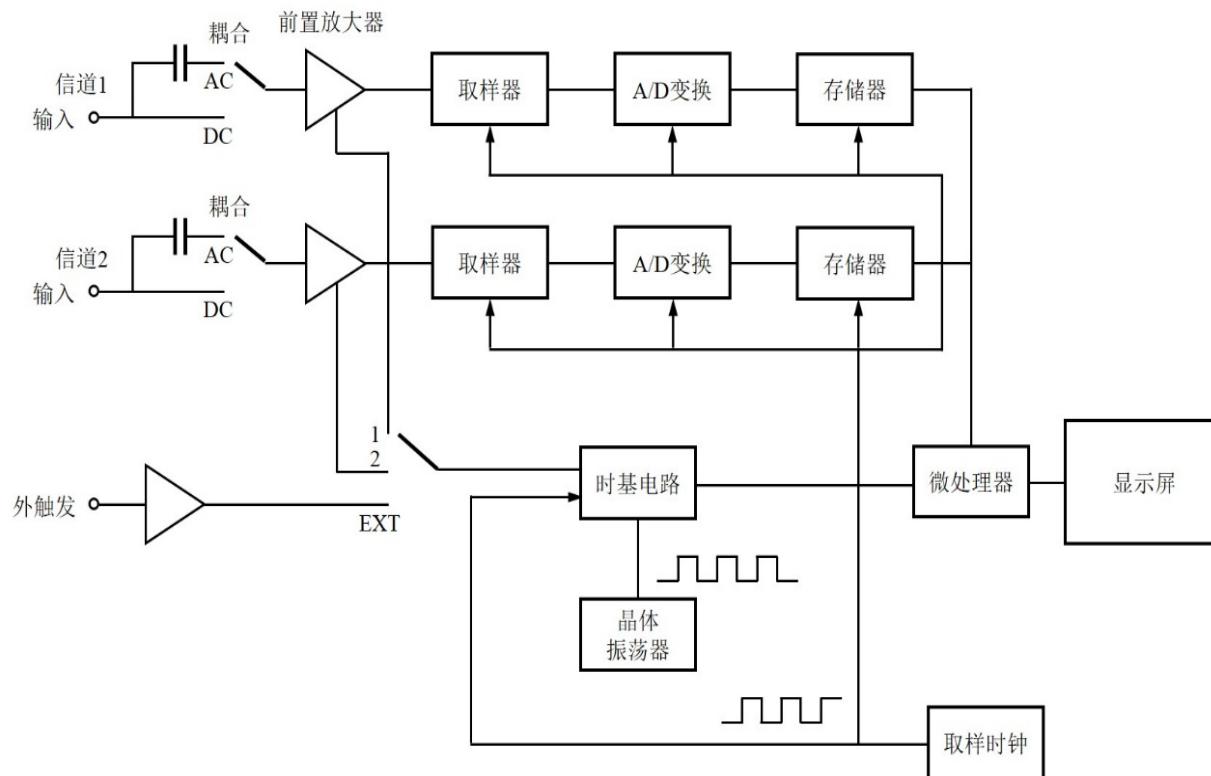


图 0-2 示波管结构

阴极被加热发射出大量电子，经聚焦加热后高速轰击荧光屏，发出荧光。在电子束路径两旁设置两对平行板电极，改变加在其上的电压，可控制电子束的运动。垂直方向的一对电极为水平（或X）偏转板，简称横偏板。水平方向的一对平行板电极为垂直（或Y）偏转板，简称纵偏板。若加在平行板上的电压 $u$ （单位V）使电子束沿纵向（或横向）偏转 $y$ （单位格），则定义 $u/y$ 为偏转因数，记作 $K$ 。因此，使电子束偏转 $y$ 的电压可表示为： $u=K/y$ 。利用此式，可以测量出被测信号的电压值。

数字存储示波器的输入电路与模拟示波器相似。前置放大器的输出信号由跟踪/存储或取样/存储电路进行取样，并由A/D转换器数字化，A/D转换后信号变为数字形式存入到存储器。取样时钟驱动A/D转换器、取样器和存储器，使他们协调地工作。波形存储后，由微处理器将波形变为可视图形。



数字存储示波器工作原理图

# 两种示波器的区别

- 示波器分为**模拟示波器**和**数字存储示波器**。

从用途看，数字存储示波器和模拟示波器一样，是显示作为时间函数的电压波形（即Y-T模式）或两个函数之间的关系（即X-Y模式）。

但两者的工作原理有本质的差异。

**模拟示波器**的输入信号经过放大直接加到显示器的偏转板上来显示波形，在信号频率很低时显示屏上显示的是一个亮点在慢慢地移动，看不到一个完整的波形，当信号消失时显示屏上的波形也随即消失。

**数字存储示波器**是对输入信号先进行取样和模-数转换，将输入的模拟信号转换为数字量并存储在存储器内，示波器内的微处理器则将存储器内的数字信号转换成可视波形。

**数字存储示波器**的另一个功能是能捕捉触发前的信号，显示屏中心所对应的是触发位置，右边是触发后的波形，左边是触发前的波形。

**模拟示波器**只能观察触发后的波形。

# 1. 示波器扫描触发原理

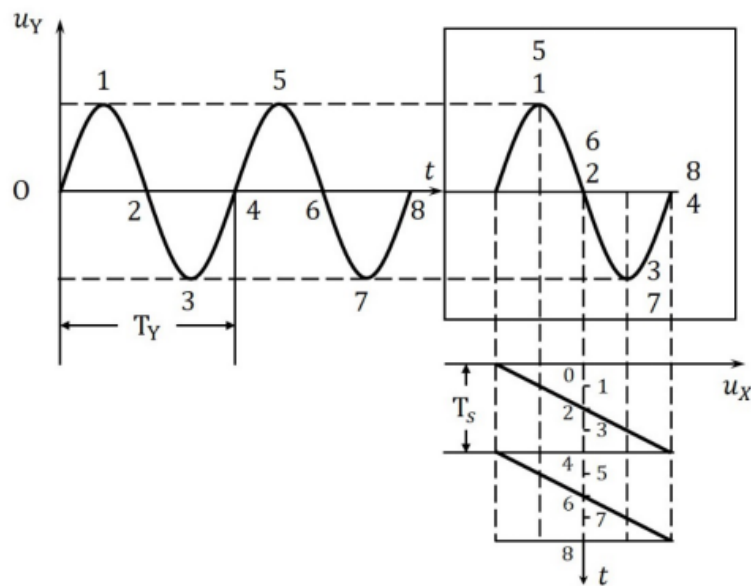


图 0-3 扫描原理

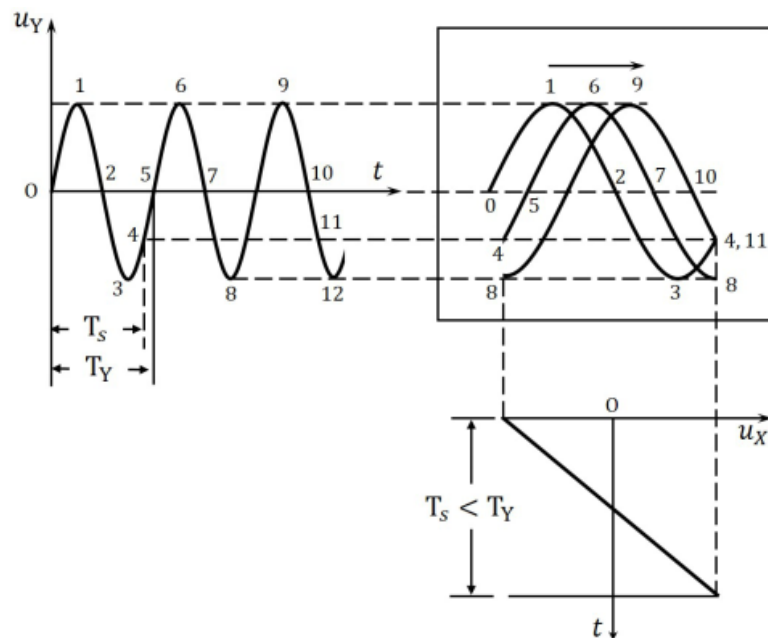


图 0-4 扫描不同步，图像不稳定。

$T_S = T_Y$ ，称为**扫描同步**，在屏上看到的是一幅稳定的波形，因为每次扫描起始点的数值相同。扫描不同步时，起始点的数值就不同，图像就会不停地跳动。

通过设置触发值来判定扫描开始和结束的时间，实现扫描同步。默认触发值是 0V，触发值超过信号最大值时无法判定扫描起始时间，图像跳动。

## 2. 示波器的测量

- 用示波器可以下面测量4个量：
  - 1.电压
  - 2.时间（间隔）
  - 3.频率
  - 4.相位差
- 下面我们学习：
  - 1.示波测量电压
  - 2.测量时间
  - 3.观测李萨如（Lissajous）图形。

## 2.1. Y-T模式

### (1) 示波测量电压

只要量出被测波形任何两点的垂直距离 $\Delta y$ 就可知该两点间的电压差 $\Delta u_y = K\Delta y$ , 其中 $K$ 为偏转因数。若被测电压为简谐波, 则只要量出电压波形峰-峰的间距 $\Delta y$ 就可知其电压的有效值:  $u_e = \frac{u_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{K\Delta y}{2\sqrt{2}}$ 。其中 $u_{pp}$ 为电压的峰-峰值。

### (2) 测量时间 (间隔)

用示波器可直观地测定时间 (间隔)。在屏幕上, 信号某两点之间的时间间隔 $\Delta t$ , 等于该两点水平间距 $l$ 乘以观测时的每格扫描时间 $t_0$ , 即:  $\Delta t = lt_0$ 。

若观测的两点, 正好是周期性信号相邻的两个同相位点, 且间距为 $L$  (单位: 格), 则其周期:  $T = Lt_0$ 。

同频率的两个简谐信号之间的相位差为:  $\varphi = \Delta t \cdot \frac{360^\circ}{T}$ 。其中 $\Delta t$ 为两信号的对应同相位点间的时间间隔,  $T$ 为它们的周期。

## 2.2 X-Y模式

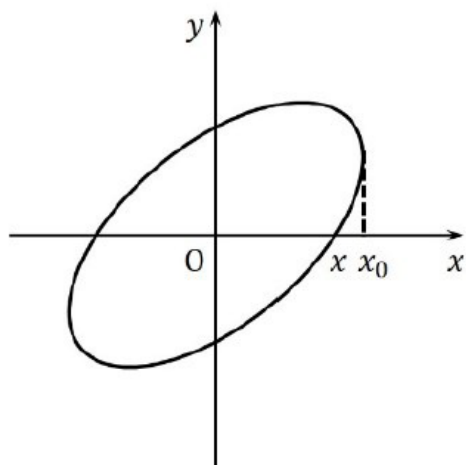


图 7 X-Y 模式

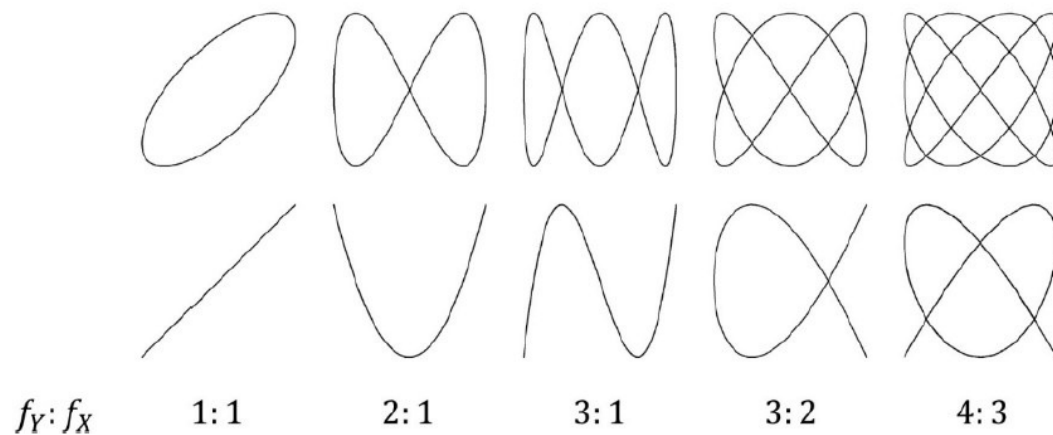


图 8 李萨如图

### 3 信号发生器和示波器的阻抗设置

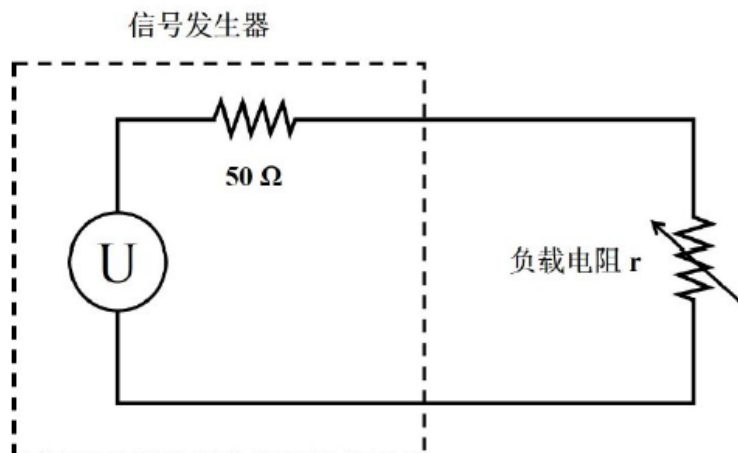


图 9 信号发生器和负载电路示意图

信号发生器BNC接头的阻抗是50欧，

(1) 负载阻抗设置为50欧时，为了给负载输出电压 $U$ ，信号发生器的输出电压自动变为 $2U$ 。如果负载实际为 $1M\Omega$ ， $2U$ 的电压几乎全部加在负载上。

(2) 负载阻抗设置为 $1M\Omega$ 欧时，为了给负载输出电压 $U$ ，信号发生器的输出电压为 $U$ 。如果负载实际为 $50\Omega$ ，只有 $U/2$ 加在负载上。

本实验中所用的信号发生器（DG4162）的负载阻抗设置有  $50\Omega$  和高阻抗两种选项。当选  $50\Omega$  负载阻抗，而实际负载阻抗无穷大或为  $1M\Omega$  时，负载上的幅值为设置幅值的 2 倍。如果信号发生器中设置的负载阻抗为高阻抗，而实际负载为  $50\Omega$  时，负载上的信号幅值为设置的信号幅值的一半。



## 4. 示波器探头的使用



图40. 带附件的典型无源探头。

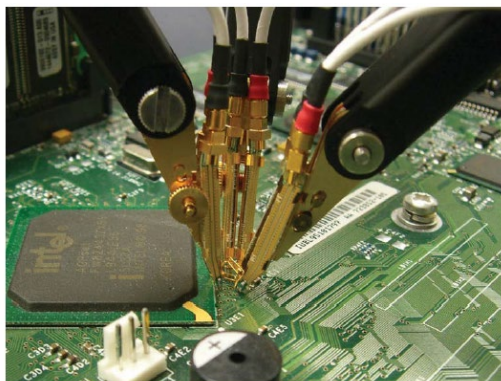
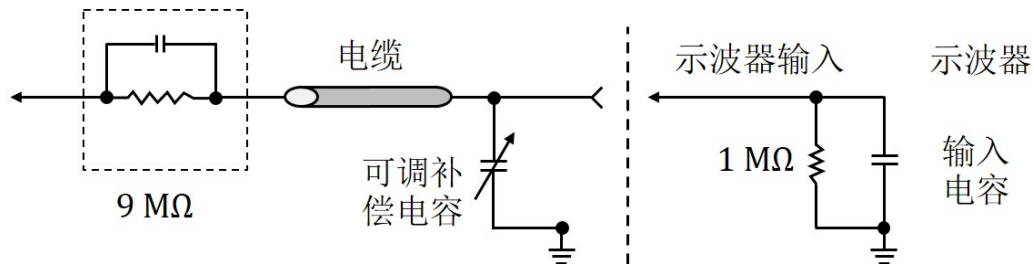


图41. 在测量当前计算机总线 and 数据传输线中的快速时钟和边沿时，高性能探头至关重要。



带补偿的高阻无源探头原理

高阻无源探头具备较高的输入阻抗，因此负载效应较小；有可调的补偿电容，以匹配示波器的输入；具备较高的动态范围，可以测试较大幅度的信号；通用性好。不足之处是输入电容过大，带宽较低（一般**500 MHz**以内）。当接上示波器时，需要调节电容值，与示波器输入电容匹配。

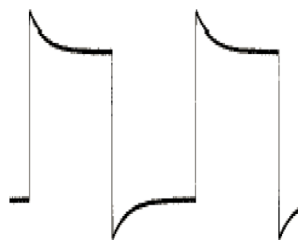
# 4 示波器探头的使用

## 补偿探头的操作步骤

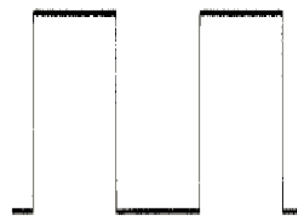
在首次将探头与任一输入通道连接时，进行此项调节，使探头与输入通道匹配。未经补偿或补偿偏差的探头会导致测量误差或错误。若调整探头补偿，请按如下步骤进行：

1. 将示波器中探头菜单**衰减系数**设定为**10X**，将探头上的开关设定为**10X**，并将示波器探头与通道**1**连接。将探头端部与探头补偿器的信号输出连接器相连，基准导线夹与探头补偿器的地线连接器相连，打开通道**1**，然后按下**AUTO** 键。注意设置示波器中的探头衰减系数为相同的值。此衰减系数将改变仪器的垂直档位比例，以使得测量结果正确反映被测信号的电平。
2. 检查所显示波形的形状。
3. 如必要，用非金属质地的改锥调整探头上的可变电容，直到屏幕显示的波形如图 0-10中的“**补偿正确**”。
4. 必要时，重复以上步骤。

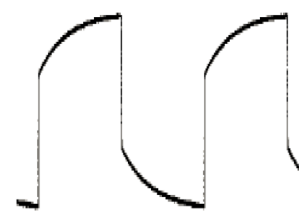
# 探头补偿



补偿过度



补偿正确



补偿不足

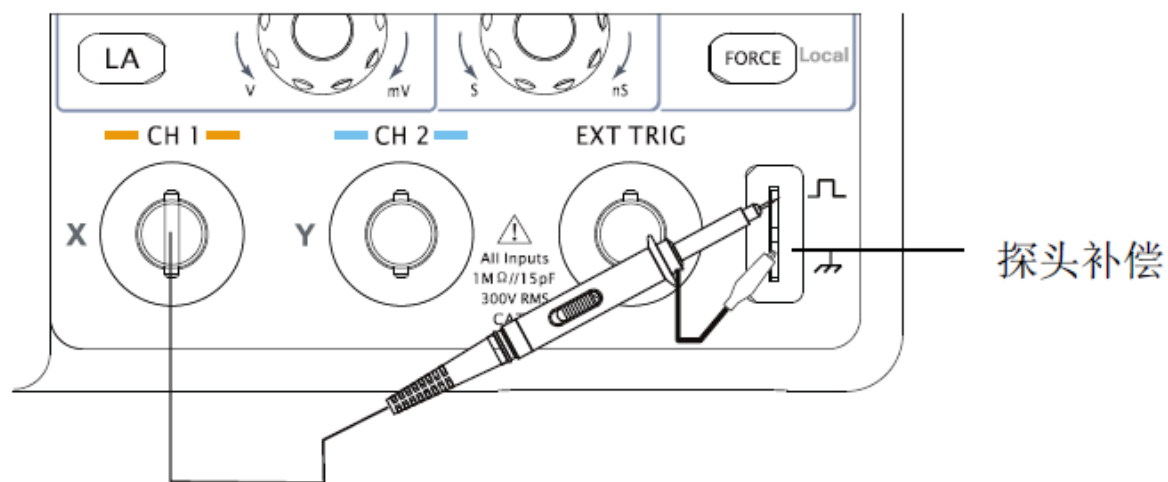


图 1-10  
探头补偿连接

- ② 示波器需要输入探头衰减系数。此衰减系数将改变仪器的垂直档位比例，以使得测量结果正确反映被测信号的电平（默认的探头菜单衰减系数设定值为 1X）。

设置探头衰减系数的方法如下：按 **CH1** 功能键显示通道 1 的操作菜单，应用与探头项目平行的 3 号菜单操作键，选择与您使用的探头同比例的衰减系数。如下图所示，此时设定的衰减系数为 10X。

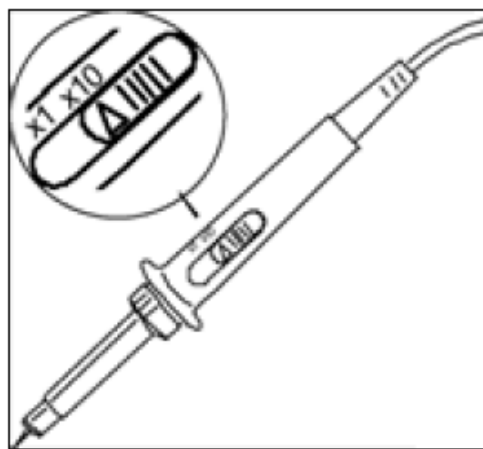


图 1-11  
设定探头上的系数

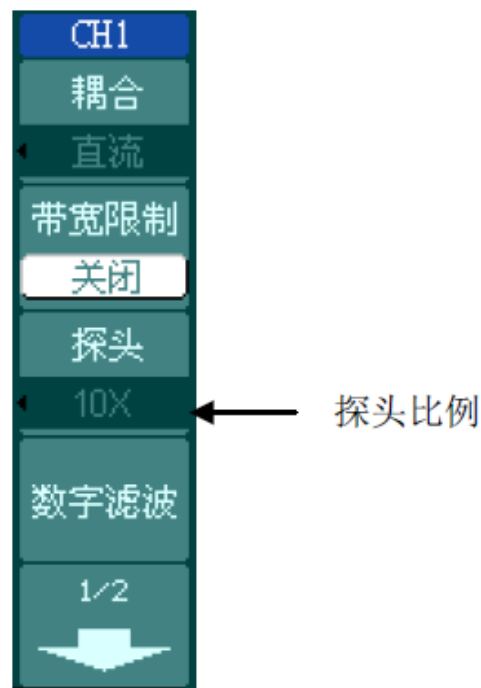


图 1-12  
设定菜单中的系数

## 5. 与示波器相关的常用术语

- **带宽：**带宽这个指标决定了示波器能够准确测量的频率范围。在信号频率提高时，示波器显示信号的能力会下降。示波器带宽是指正弦曲线输入信号被衰减到信号真是幅度**70.7%**（**-3dB**）的频率。如果没有足够的带宽，示波器将不能解析高频变化，幅度将失真，边沿将消失，细节将丢失。为确定能准确测量某信号的示波器带宽，应采用“五倍法则”，即示波器的带宽应大于待测信号最高频率成分的**5**倍。使用五倍法则选择的示波器将在测量中提供小于**2%**的误差，这对一般应用足够了。
- **采样率：**采样率用样点/秒（**S/s**或**Sa/s**）表示，指示波器获得信号样点的频度，示波器采样速度越快（即采样率越高），分辨率或显示的波形细节越高，丢失关键信息或事件的可能性越小。
- **记录长度（或存储深度）：**记录长度用构成一条完整的波形记录的点数表示。决定着每条通道可以捕获的数据量。由于示波器只能存储有限数量的样点，因此存储的波形时长（时间）与示波器的采样率成反比，即， $\text{时间间隔} = \text{记录长度} / \text{采样率}$ 。

## 【四、实验过程13： 30-14： 00】

- 1. 调出稳定波形
- (1) 由信号发生器产生一个频率为1 KHz，峰峰值电压 $V_{pp}=4\text{ V}$ 的正弦波信号，由CH1通道输出到示波器的CH1通道。点击示波器上的**AUTO**键，使显示出清晰稳定的波形。调节垂直控制（**VERTICAL**）和水平控制（**HORIZONTAL**）区域中的**Scale**和**Position**旋钮，观察显示的图像有何变化。调节触发区域的触发电平（**LEVEL**）旋钮，观察图像有何变化。当触发电平超过信号电压最大值时，观察图像是否稳定。改变信号参数，观察图像变化。
- 将调出的清晰稳定波形以图像和**CSV**两种格式存储。按下前面板上的**Storage**按键，选择合适的存储要求。注意将参数一并存储。存储**CSV**格式数据时，在“数据长度”（或数据来源）一栏选择“屏幕”，不要选“内存”（因为存储“内存”可能需要几十分钟的时间）。

## 【四、实验过程14： 00-14： 15】

- （2）由信号发生器产生一个频率为1 KHz，峰峰值电压 $V_{pp}=4\text{ V}$ 的方波（然后三角波）信号，由CH1通道输出到示波器的CH1通道。调节波形参数，观察波形变化。
- （3）由信号发生器产生两个频率为1 KHz，峰峰值电压 $V_{pp}=4\text{ V}$ 的正弦波信号，经示波器显示出来。改变CH2的相位，观察图像的变化。改变CH2的频率为2 KHz，3 KHz，4 KHz时，这两路信号能否同时在示波器上显示出稳定的波形？当CH2频率为1.3 KHz，2.3 KHz时，两个信号能否同时稳定地显示出来？将触发源由CH1变为CH2，比较显示的波形情况有何变化？试解释为什么？

## 【四、实验过程14： 15-14： 30】

- **2. 电压、时间间隔和频率的测量**
- 调节信号发生器，使其输出一定幅值、频率分别为100 Hz和5 KHz的正弦波信号。输入示波器，调出稳定波形。
- （1）利用示波器屏幕上的标尺测量信号的周期、频率、电压峰-峰值和有效值。
- （2）利用测量功能（示波器前面板上的“**Measure**”键）测量同一信号的周期、频率、电压峰-峰值和有效值，并于（1）的测量结果进行比较。



## 【四、实验过程14： 30-14： 45】

- **3. 波形的运算**
- 将示波器CH1输入 $V_{pp}=5\text{ V}$ ，频率为1 KHz的正弦波信号，CH2通道输入同等幅值、频率为3 KHz的正弦波。利用控制面板上的“MATH”按键，将两路波形相加，观察相加后的波形。将CH2的信号频率改为5 KHz、10 KHz后，观察相加后的波形。

## 【四、实验过程14： 45-15： 00】

- 4. 观测李萨如图形
- 选择示波器的X-Y模式（“HORIZONTAL”区域，“Menu”按键，“时基”），示波器CH1和CH2通道中分别接入 $V_{pp}=5\text{ V}$ ，频率分别为（1 KHz， 1 KHz）、（1 KHz， 2 KHz）、（1 KHz， 3 KHz）、（2 KHz， 3 KHz）的信号，观察李萨如图形。改变CH2的相位，观察图形的变化。画出（CH1， CH2）频率分别为（1 KHz， 4 KHz）、（2 KHz， 5 KHz）的李萨如图形。

## 【四、实验过程15： 00-15： 10】

- **5. 信号发生器与示波器的阻抗设置**
- 改变信号发生器与示波器的阻抗， $50\Omega$ 和高阻（或者 $1M\Omega$ ），观察在各种阻抗组合下，示波器显示的幅值与信号发生器中设置的幅值是否相同。
- **【注：示波器和函数发生器里阻抗设置都在Utility里；有的示波器里没有 $50\Omega$ 的选项，没有的可以不设，只改变信号发生器的阻抗。】**

## 【四、实验过程15： 10-15： 30】

- **6. 探头的使用**
  - 利用示波器的探头测量信号板上的正弦，三角波等信号。注意：
  - **【1】** 示波器通道的探头衰减系数与探头本身的衰减系数保持一致。
  - **【2】** 测量前，确认探头补偿正确。
- **7.使用示波器观测一些常见信号源（自选）**
  - 电涌、电噪声
  - 电信号在导线中的反射

# 万用表和直流电源

# 【一、实验目的】

- 学会正确的使用万用表和直流电源
- 1. 了解万用表不同测试挡位的意义和功能，能用万用表进行基本的电学测试。
- 2. 了解直流电源的类型和工作模式，用直流电源测试二极管的伏安特性，用万用表和示波器对直流电源的输出电压进行测试。

## 【二、实验设备】

- 1. Fluke 数字万用表
- 2. 杭州大华DH1715A 双路稳压电源
- 3. Rigol **DP700/800**系列可编程线性直流电源

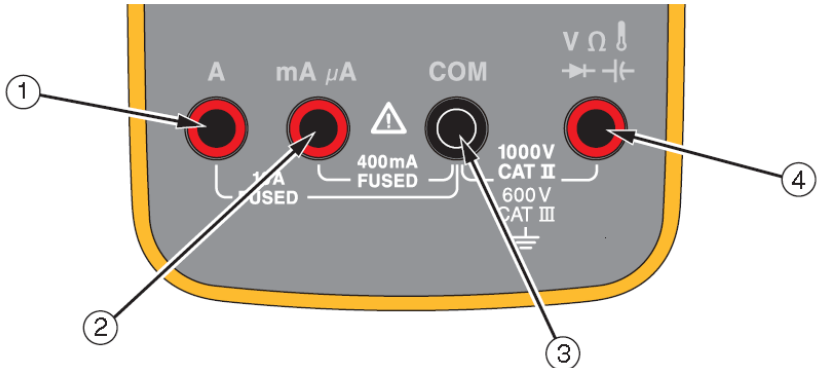
# 【三、实验原理-数字万用表】





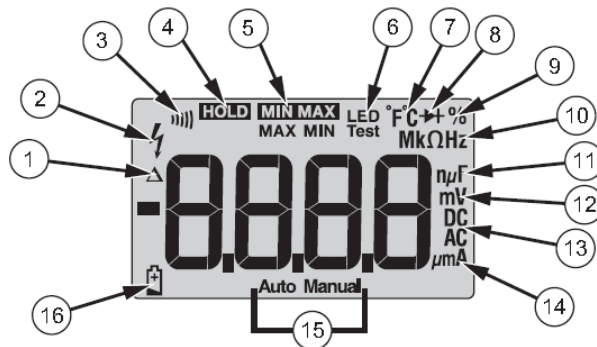
# 【三、实验原理-数字万用表】

接线端

	
项目	说明
①	用于交流电和直流电电流测量（最高可测量 10 A）和频率测量 (17B+/18B+) 的输入端子。
②	用于交流电和直流电的微安以及毫安测量（最高可测量 400mA）和频率测量 (17B+/18B+) 的输入端子。
③	适用于所有测量的公共（返回）接线端。
④	用于电压、电阻、通断性、二极管、电容、频率 (17B+/18B+)、占空比 (17B+/18B+)、温度（仅限 17B+）和 LED 测试（仅限 18B+）测量的输入端子。

# 【三、实验原理-数字万用表】

## 显示屏



hpo02.eps


项目	说明	项目	说明
①	已启用相对测量（仅限 17B+）。	⑨	已选中占空比 (17B+/18B+)。
②	高压	⑩	已选中电阻或频率 (17B+/18B+)。
③	已选中通断性。	⑪	电容单位法拉。
④	已启用“显示保持”。	⑫	毫伏或伏特
⑤	已启用最小值或最大值模式（仅限 17B+）。	⑬	直流或交流电压或电流
⑥	已启用 LED 测试（仅限 18B+）。	⑭	微安、毫安或安培
⑦	已选中华氏温标或摄氏温标（仅限 17B+）。	⑮	已启用自动量程或手动量程。
⑧	已选中二极管测试。	⑯	电池电量不足，应立即更换。

# 【三、实验原理-数字万用表】

## 自动关机

本产品会在 20 分钟不活动之后自动关闭电源。


如要重新启动本产品，首先将旋钮调回 OFF 位置，然后调到所需位置。

如要禁用自动关机功能，则在本产品开机时按住 ，直至屏幕上显示 PoFF。

## 手动及自动量程选择

该产品有手动量程和自动量程两个选项。在自动量程模式下，该产品将会为检测到的输入选择最佳量程。这让您转换测试点而无需重置量程。您可以手动选择量程来改变自动量程。

默认情况下，该产品将会在包含多个量程的测量功能中使用自动量程模式，并在屏幕上显示**自动量程**。


如要进入手动量程模式，请按 。

# 【三、实验原理-数字万用表】

## 相对测量（仅限 17B+）




该产品允许对除频率、电阻、通断性、占空比和二极管以外的所有功能使用相对测量。

要执行相对测量：

1. 当该产品设在所需的功能时，用测试导线接触您想要用作以后测量的依据的电路。
2. 按  可以将测得的读数存储为参考值并激活相对测量模式。

## 最小值/最大值模式（仅限 17B+）

要将产品设置为最小值/最大值模式（对除电阻、电容、频率、占空比和二极管以外的所有功能可用）：

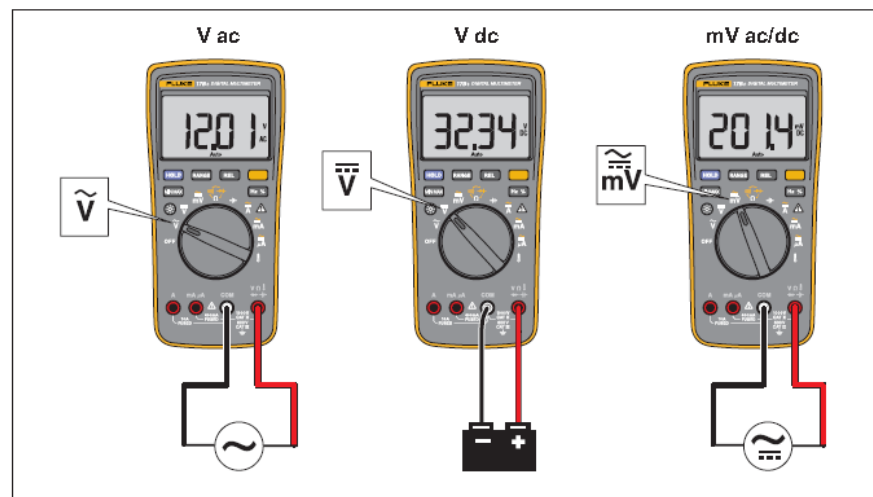
1. 按一次  可以将产品设置为最大值模式。
2. 再按一次  可以将产品设置为最小值模式。
3. 按住  2 秒将恢复正常操作。

# 【三、实验原理-数字万用表】

## 测量交流电压和直流电压

要测量交流电和直流电电压：

1. 将旋转开关转至  $\tilde{V}$ 、 $\bar{V}$  或  $\tilde{mV}$  选择交流电或直流电。
2. 按  $\square$  可以在 mVac 和 mVdc 电压测量之间进行切换。
3. 将红色测试导线连接至  $V\Omega\text{}$  端子，黑色测试导线连接至 **COM** 端子。
4. 用探头接触电路上的正确测试点以测量其电压，如图 1 中所示。



hpq03.eps

图 1. 测量交流和直流电压

# 【三、实验原理-数字万用表】

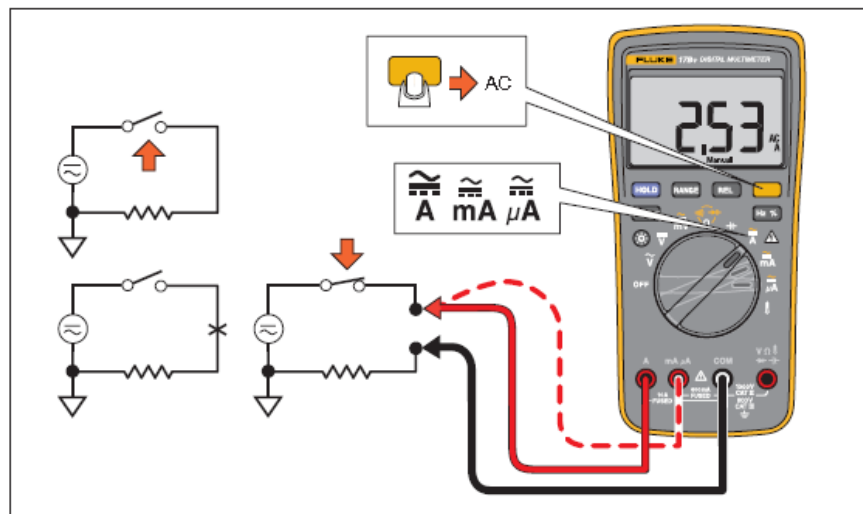
## 测量交流或直流电流

### ⚠⚠ 警告

为了防止可能发生的电击、火灾或人身伤害，测量电流时，先断开电路电源，然后再将电表连接到电路中。将产品与电路串联连接。

测量交流或直流电流：

1. 将旋转开关转至  $\hat{A}$ ,  $\mu$  或  $\hat{\mu A}$ 。
2. 按 ☐ 可以在交流和直流电流测量之间进行切换。
3. 根据要测量的电流将红色测试导线连接至 **A 或 mA  $\mu A$**  端子，并将黑色测试导线连接至 **COM** 端子。参见图 2。
4. 断开待测的电路路径。然后将测试导线衔接断口并施用电源。



hpq04.eps

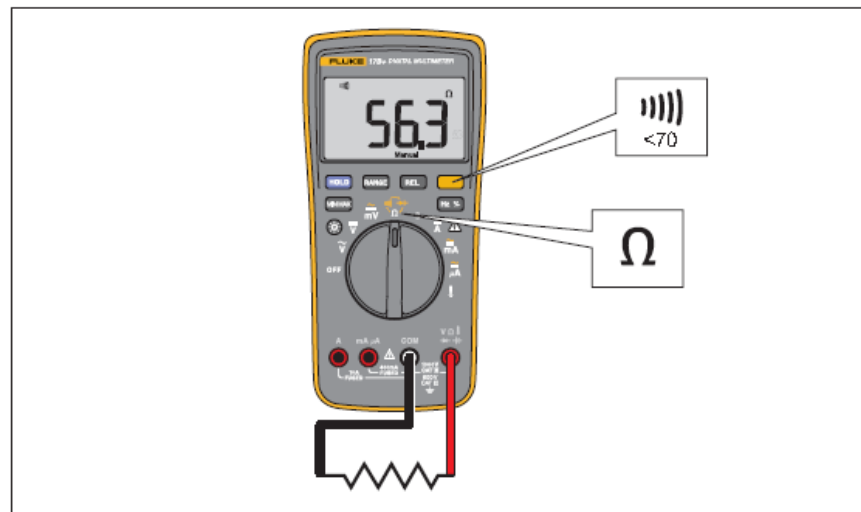
图 2. 测量交流和直流电流

# 【三、实验原理-数字万用表】

## 测量电阻

要测量电阻：

1. 将旋转开关转至  $\Omega$ 。确保已切断待测电路的电源。
2. 将红色测试导线连接至  $\Omega$  端子，并将黑色测试导线连接至 **COM** 端子，如图 3 所示。
3. 将探针接触想要的电路测试点，测量电阻。
4. 阅读显示屏上的测出电阻。




hpq05.eps

图 3. 测量电阻/通断性

## 通断性测试

要测试通断性：




选择电阻模式后，按一次  以激活通断性蜂鸣器。如果电阻低于 70  $\Omega$ ，蜂鸣器将持续响起，表明出现短路。参见图 3。

# 【三、实验原理-数字万用表】

## 测试二极管

### △小心



为避免对产品或被测试设备造成可能的损坏，请在测试二极管之前断开电路的电源并将所有的高压电容器放电。

1. 将旋转开关转至 .
2. 按两次  以激活二极管测试。
3. 将红色测试导线连接至  端子，黑色测试导线连接至 **COM** 端子。
4. 将红色探针接到待测的二极管的阳极而黑色探针接到阴极。
5. 读取显示屏上的正向偏压。
6. 如果测试导线极性与二极管极性相反，显示读数为 OL。这可以用来区分二极管的阳极和阴极。

## 测量电容





### △小心

为避免对产品造成损坏，请在测量电容之前断开电路的电源并将所有的高压电容器放电。

1. 将旋转开关转至 .
2. 将红色测试导线连接至  端子，黑色测试导线连接至 **COM** 端子。
3. 将探针接触电容器引脚。
4. 读数稳定后（最多 18 秒后），读取显示屏所显示的电容值。

## 测量温度（仅限 17B+）

要测量温度：

1. 将旋转开关转至 .
2. 将热电偶插入到该产品的  和 **COM** 端子中。  
确保将热电偶标记有“+”的插头插入到该产品上的  端子中。
3. 读取显示屏上的电压。
4. 按  可以在 °C 和 °F 之间切换。



# 【三、实验原理-数字万用表】

## 测量频率和占空比 (仅限 17B+/18B+)

本产品在进行电压或电流测量的同时还可以测量频率或占空比。按 **Hz %** 可将本产品更改为测量频率或占空比。

1. 当该产品处于所需功能（交流电压或交流电流）下时，按 **Hz %**。
2. 读取显示屏上的信号频率。
3. 如要进行占空比测量，则再按一次 **Hz %**。
4. 阅读显示屏上的占空比百分数。

## 测试 LED (仅限 18B+)

**△小心**

为了避免对本产品或被测设备造成可能的损坏，请在切换至 **LED TEST** 功能之前将连接到任何危险电压的所有测试导线断开。

本产品可以通过测量仪上的 LED 测试插孔或者通过测试导线来测试发光二极管 (LED)。

**注意**

不要使用 **LED TEST** 模式来进行 LED 老化测试。

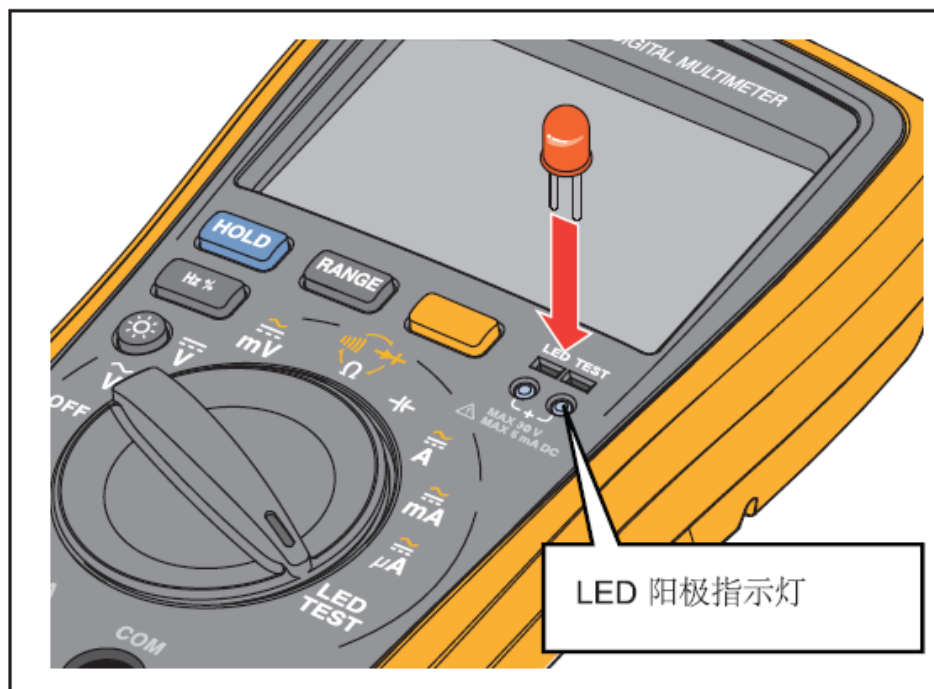
通过 LED 测试插孔测量 LED：

1. 调节旋钮至 **LED TEST**。
2. 将 LED 引脚放在电表前侧的 LED 测试插孔中，如图 4 所示。

高端万用表才有此功能！

# 【三、实验原理-数字万用表】

如果 LED 状态良好，本产品将会点亮被测的 LED，而且正极指示灯将会亮起，以指示 (+) 管脚。如果 LED 破损，LED 不会点亮，两个正极指示器均不点亮。如果 LED 短路，LED 将不点亮，两个正极指示器将点亮。



hpt07.eps

图 4. LED 测试插孔

高端万用表才有此功能！

# 【三、实验原理-电源】



大华DH1715A



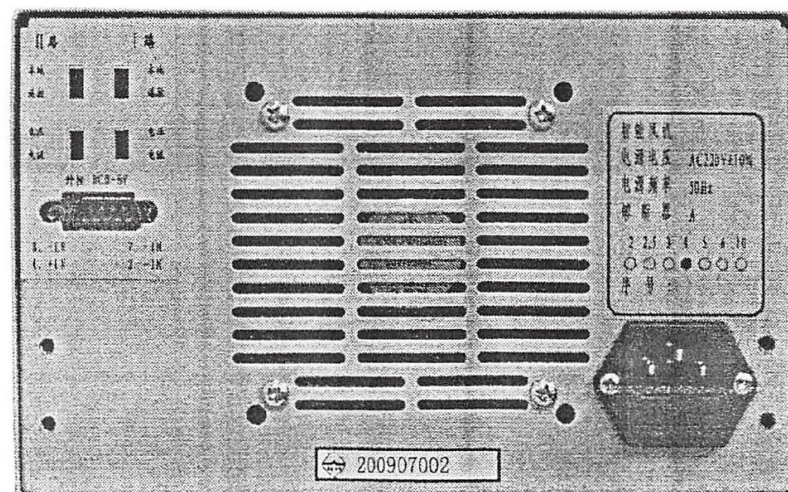
RIGOL DP800系列

电源的作用：将220VAC转化为设备所需要的直流电，几乎每台电子设备都需要直流电源，手机充电器就是一个直流电源。

# 【三、实验原理-电源】



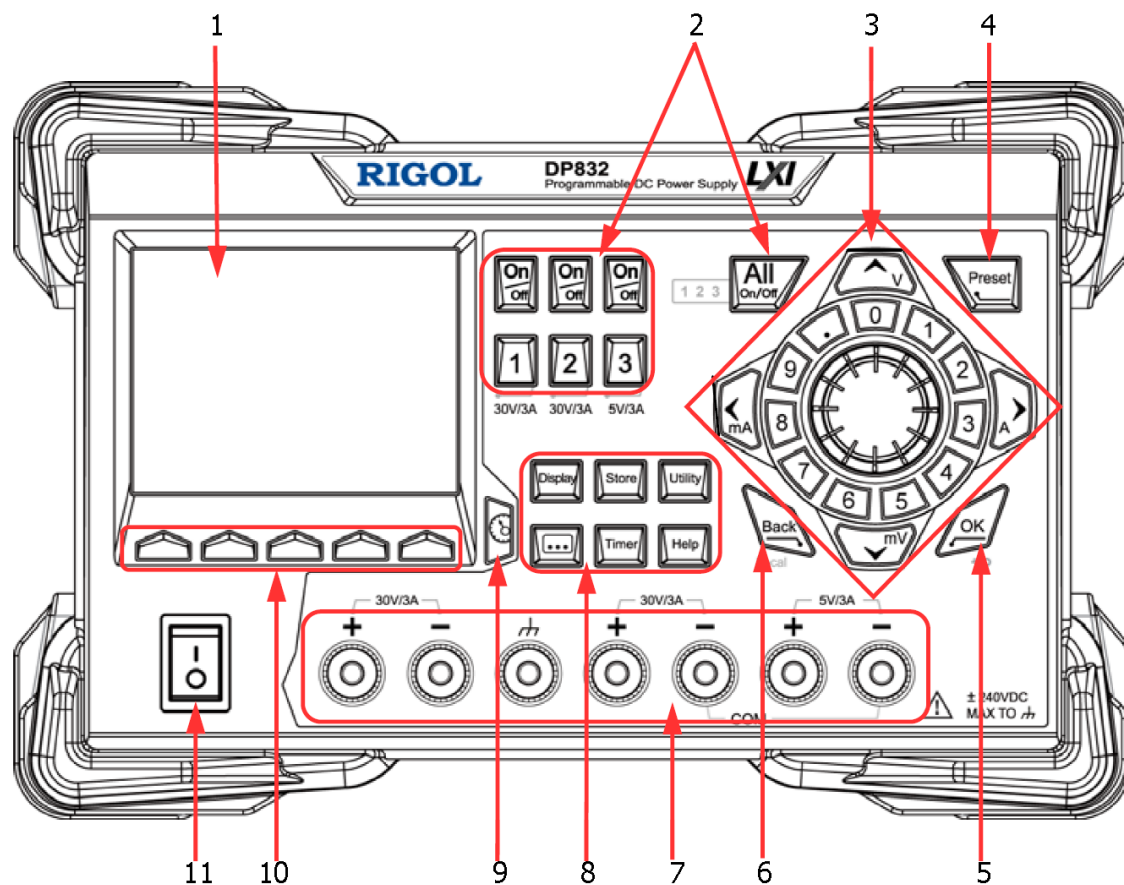
前面板



后面板



# 三、实验原理-电源



- 1-显示屏
- 2-通道（档位）选择与输出开关
- 3-参数输入区
- 4-恢复出厂设置
- 5-确认键
- 6-删除或者返回
- 7-输出端子
- 8-功能菜单区
- 9-当前显示和表盘模式之间切换
- 10-菜单键
- 11-电源开关

图 1-3 DP832 前面板

### 三、实验原理-电源

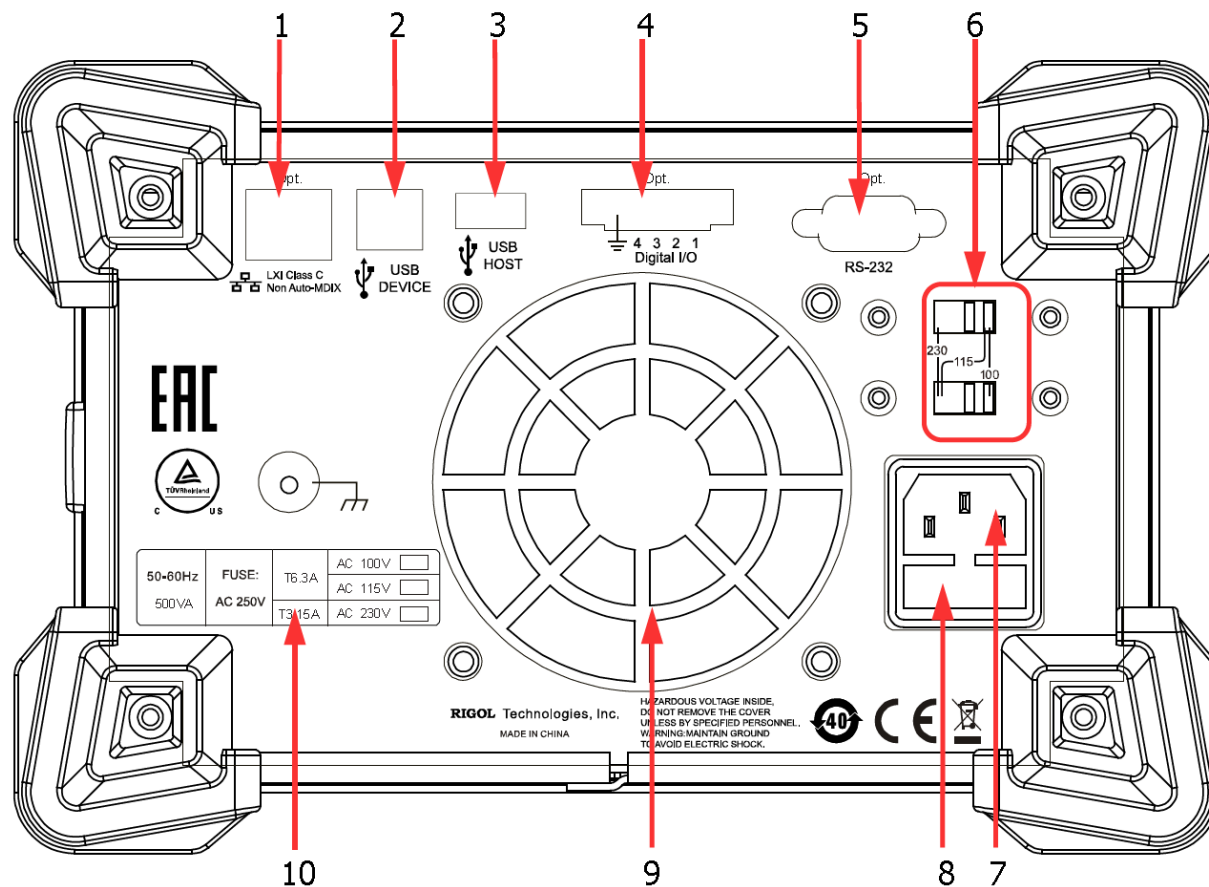


图 1-4 DP832 后面板

## 四：实验过程（16：00-16：20）

- 1. 万用表的操作
- （1）用万用表测两手之间的身体电阻。
- （2）切换万用表到通断模式，将两个表笔短接，听短路时的滴滴声。
- （3）切换万用表到二极管模式，测二极管的截止电压和电阻，判断二极管的极性。
- （4）切换万用表到电容模式，测电容器的电容。
- （5）切换万用表到交流档，测插座的交流电压，**档位选择正确，切勿用手接触表笔端的金属。**【选作：没有把握的同学可以不做。】

## 四：实验过程（16：20-16：40）

- **2. 电源的操作**
- （1）将电源采用恒压模式输出**5V**，**12V**，**24V**，用万用表测试输出的电压值。
- （2）用恒压模式给二极管供电，记录电压从**0V**升高至**0.3V**时的电压电流曲线，每隔**0.01V**计一组数，测试二极管的伏安特性曲线。（锗二极管的截止电压约**0.3V**，硅二极管约**0.7V**）



## 四：实验过程（16：40-17：00）

- **3. 电源的纹波测试（选作）**
- （1）将电源的输出设置为**5V**，将示波器的探头校准之后用接地夹子夹住电源输出端子的负极，探头的钩子钩住电源输出端子的正极。用示波器观测电压是否为**5V**。
- （2）将示波器的耦合模式切换到“交流”，阻挡输入信号的直流成分，就可以看到电压的纹波。
- （3）按下“**RUN / STOP**”键，停止测试之后就可以放大观察纹波，纹波为**5mV**左右，测试纹波的峰峰值（**V<sub>p-p</sub>**）和均方根值（**V<sub>rms</sub>**）。

实验结束！

收拾好实验设备之后再离开！