



“电工电子学实践教程”之

电路元件伏安特性和电源外特性测量

5.2 基础实验2

一、实验目的

- 掌握线性电阻和非线性电阻元件伏安特性的测量。
- 掌握电压源外特性和电流源外特性的测量。

二、实验设备

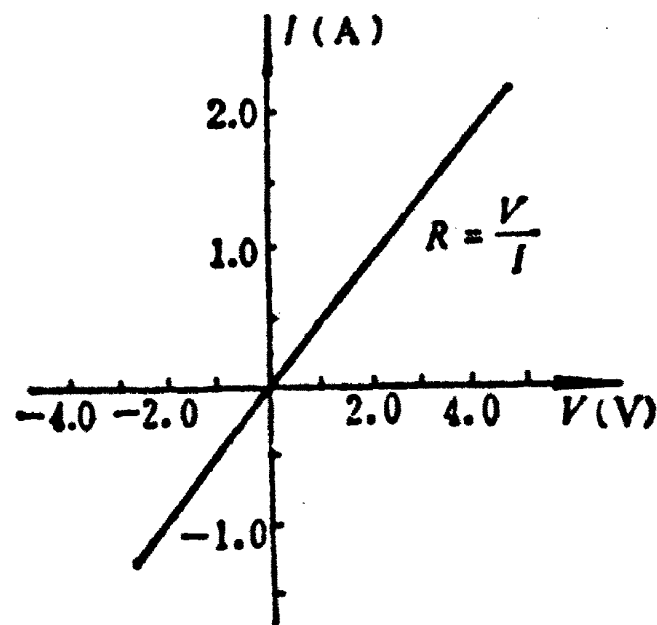
- 电工电子综合实验台
- 元器件
- 数字式万用表
- 示波器和信号发生器

三、储备知识

线性电阻的伏安特性曲线:

通过坐标原点的一条直线，电流与电压成正比。电压与电流的比值叫做电阻

如何选取测量点?



线形电阻的伏安特性曲线

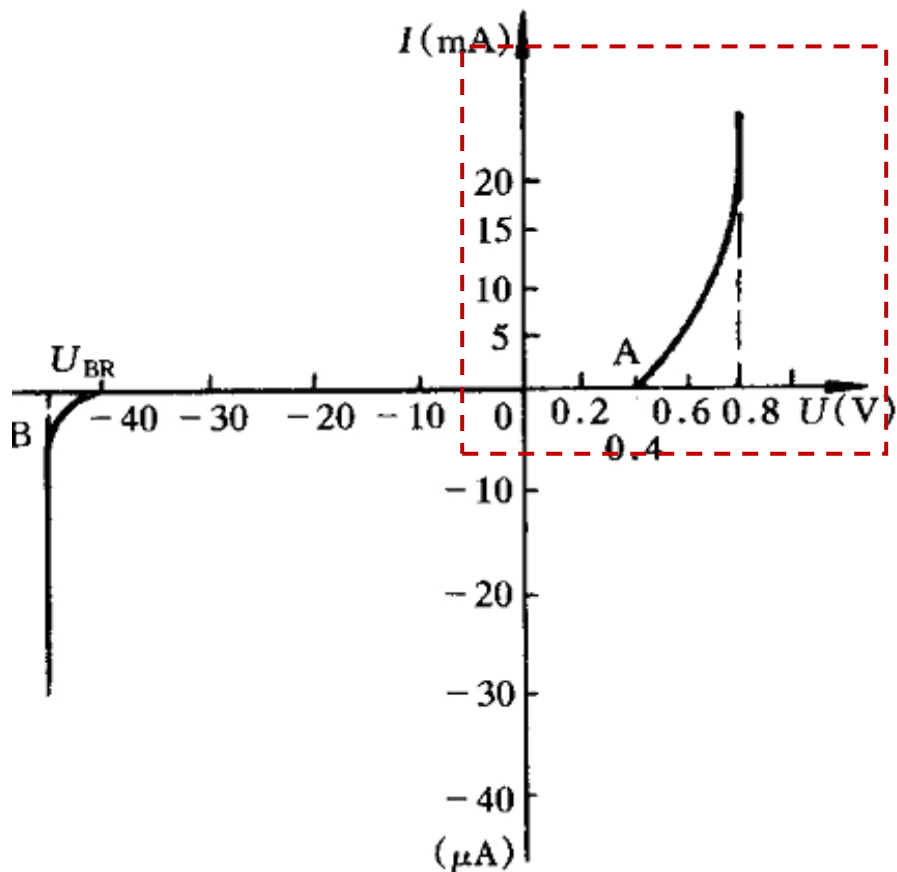
三、储备知识

晶体二极管的伏安特性曲线:

加在PN结两端的电压和流过二极管的电流之间的关系曲线。

当反向电压超过一定数值 U_{BR} 后，反向电流急剧增加，称之反向击穿。

通过器件的电流与电压不成正比。其伏安特性曲线是非线性的。



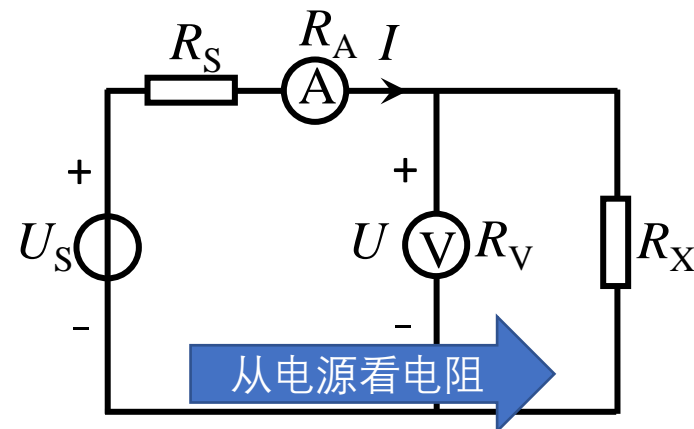
普通二极管的伏安特性曲线

注意:测量非线性元件时，曲线弯曲的地方，电压间隔应该适当减小。

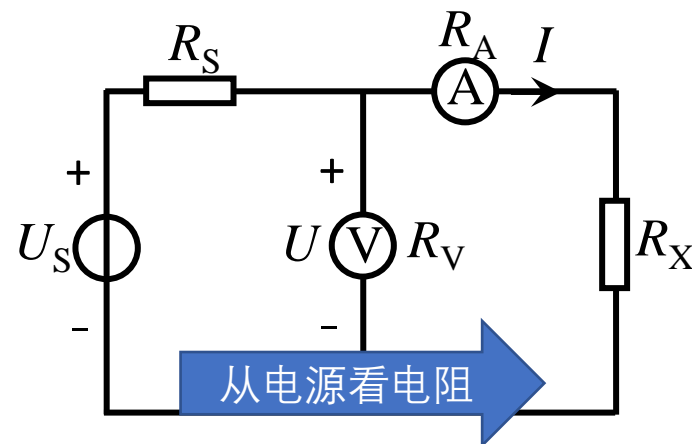
三、实验 原理

测量方法：通过改变输入电压，读出相应的电流（或电压），在坐标纸上绘出相应的点，再连成曲线则为元件的伏安特性曲线。

注意：为减少**测量误差**，当 $R_X \ll R_V$ 时采用图(a)所示电路（电流表外接法，简称表外法）；当 $R_X \gg R_A$ 时，采用图(b)所示电路（电流表内接法，简称表内法）。（**P112**）



(a) 外接法



(b) 内接法

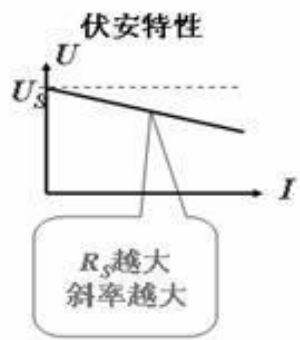
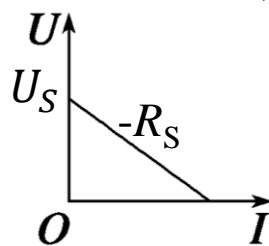
图5.2-1 元件伏安特性测量电路

四、实验原理

测量方法：通过改变串联电阻 R_L 大小，源保持不变，读出相应的电流电压读数，在坐标纸上绘出相应的点。

实际的电压源可以用一个理想电压源 U_S 和一个内阻 R_S 的串联来表示。实际电压源的外特性曲线

公式： $U = U_S - R_S I$



实际的电流源可以用一个理想电流源 I_S 和一个内阻 R_S 的并联来表示。实际电流源的外特性曲线公式： $I = I_S - U/R_S$

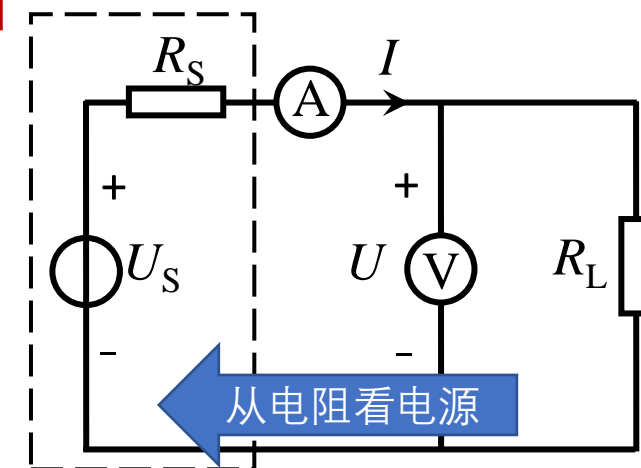
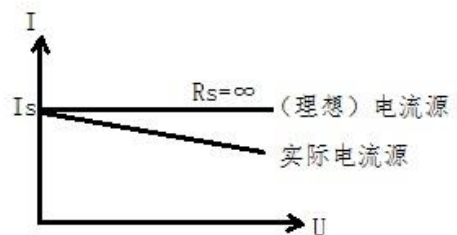


图5.2-2 电压源外特性测量电路

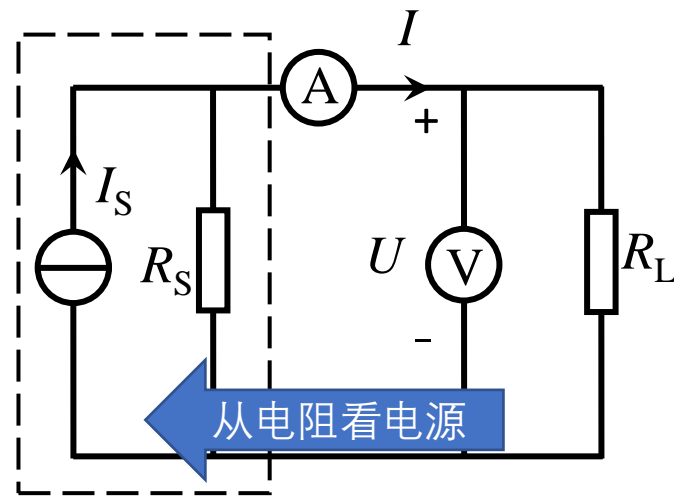


图5.2-3 电流源外特性测量电路

五、实验内容

1. 测量电路元件的伏安特性

按图5.2-1(a)接线，其中 R_X 分别取 $1\text{k}\Omega/2\text{W}$ 的线性电阻、**整流二极管**，限流电阻 R_S 取 **$100\Omega/2\text{W}$** 电阻。调节 U_S 的大小，测取元件的电压和电流值，记入表5.2-1中。

注意：电流为0时二极管的电压测量是指测量电流从非零值降到0时二极管的最大正向电压。

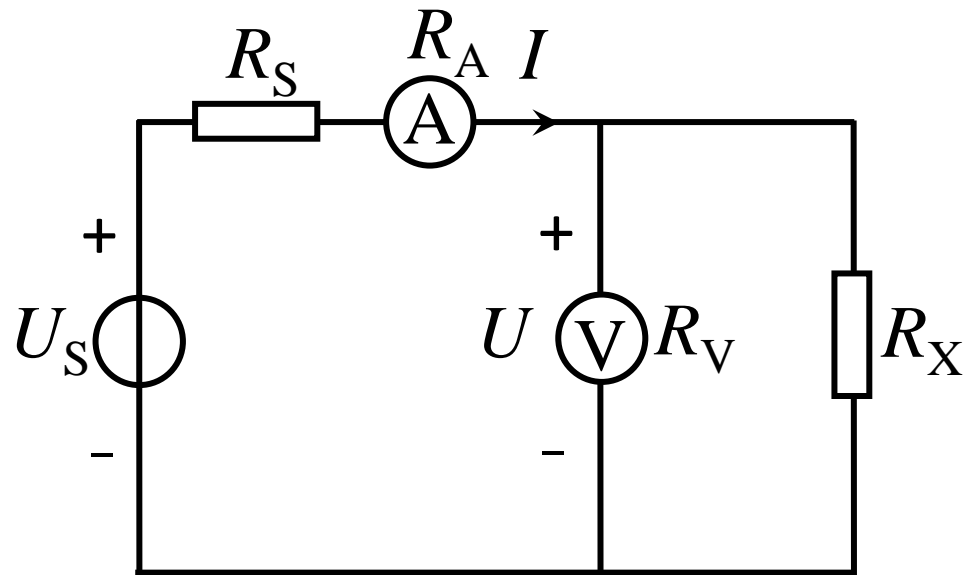


图5.2-1(a)

表5.2-1电路元件的伏安特性 (P113)

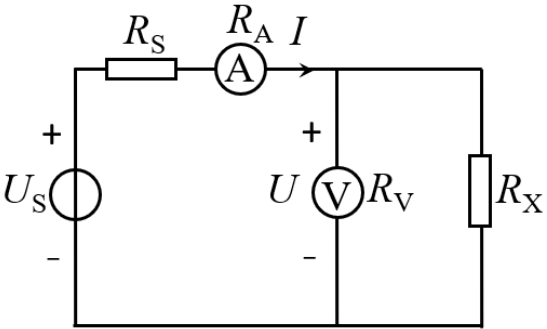
测量方法：通过改变输入电压，读出相应的电流（或电压），在坐标纸上绘出相应的点，再连成曲线则为元件的伏安特性曲线。

表5.2-1 电路元件的伏安特性

线性电阻 1kΩ	U/V	0	1	2	4	6	8	10	20	实际值		
	I/mA											
二极管	I/mA	0	0.2	0.4	0.6	1	2	5	10	20	50	100
	U/V											

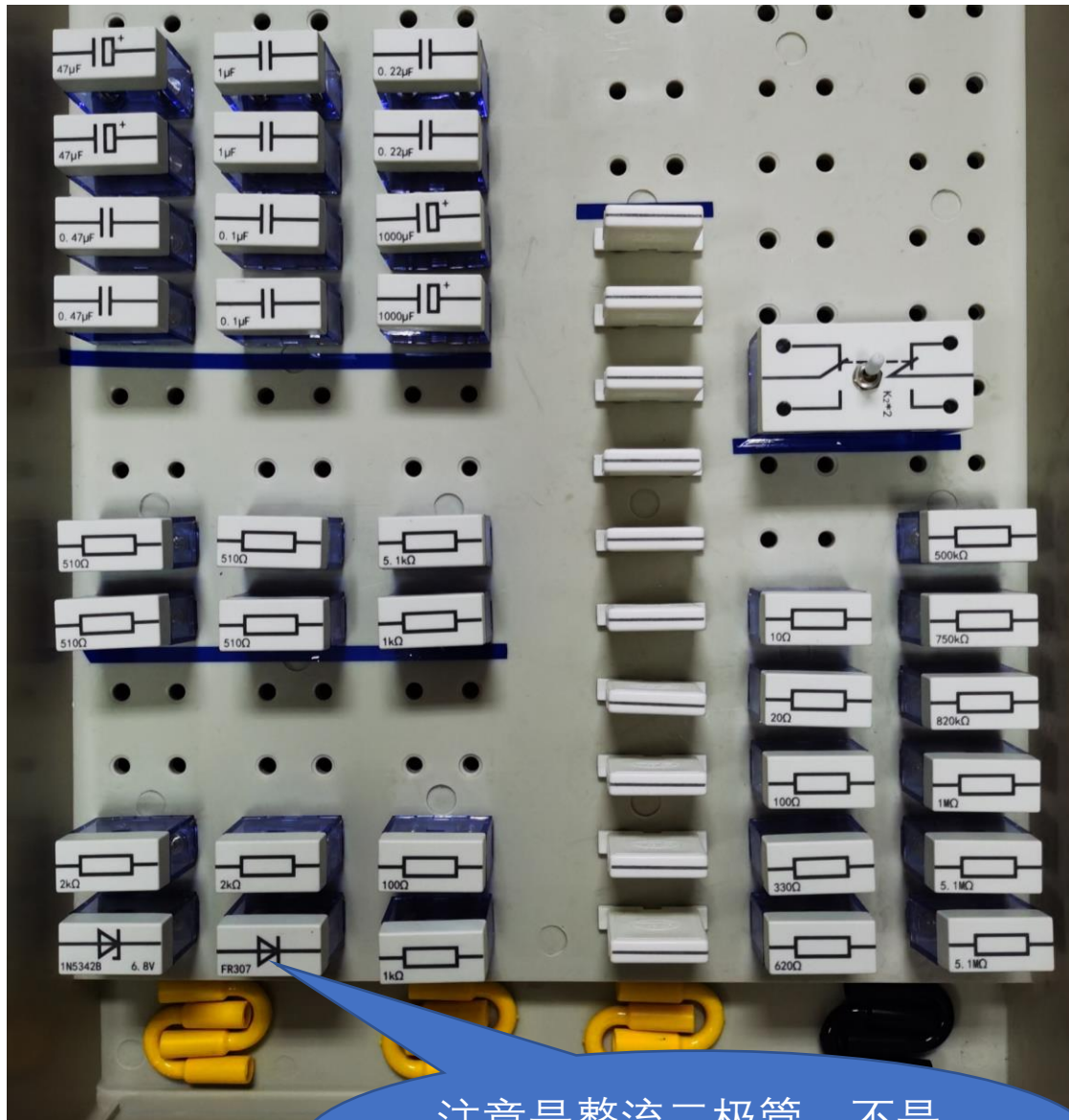
该电压为万用表显示电压，调节至给定值附近并记录实际值！

注意电流为0时，电压值的测量：从大往下调，电流从非0到0的开启电压。

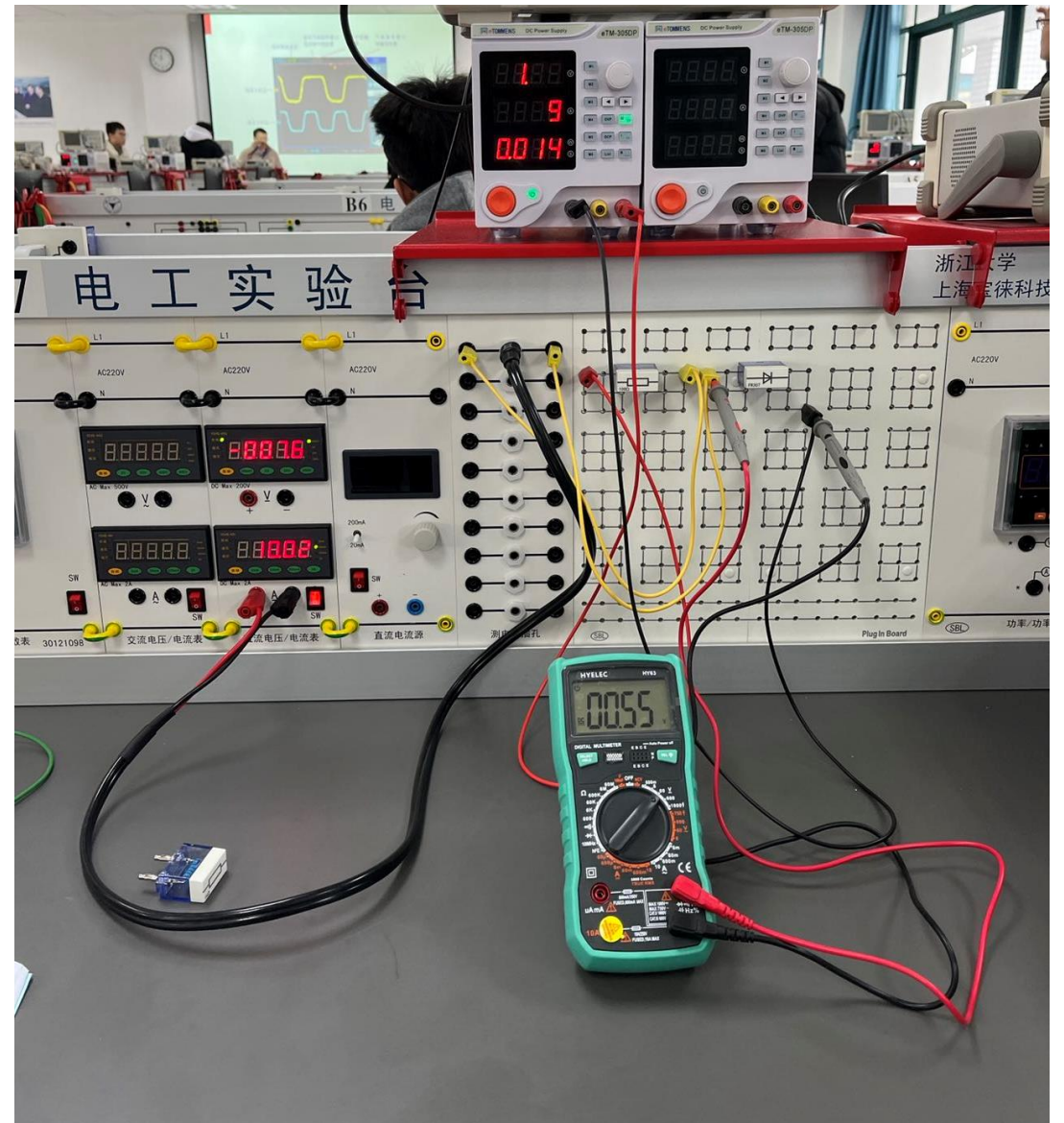


注意此时 U_S 在10.7V左右往下调

注意：测量过程建议预先调试一遍，事先调节电流及分压电阻或分流电阻，使得流过被测元件的电流能满足要求的测量范围。调节过程，注意电压表、电流表的量程选择，特别是电流表的量程选择。



注意是整流二极管，不是
稳压二极管，注意正负极



五、实验内容

2. 电压源外特性测量

按图5.2-2(a)接线，其中 $U_S=10V$ ， R_S 取 $100\Omega/2W$ 电阻，**改变负载电阻 R_L 值**，测量数据记入表5.2-2。

测量方法：通过改变串联电阻 R_L 大小，源保持不变，读出相应的电流电压读数，在坐标纸上绘出相应的点。

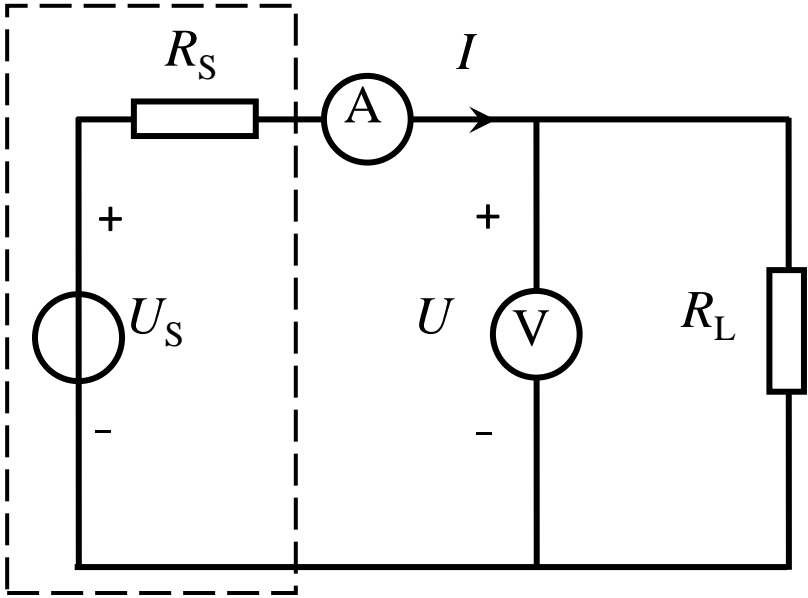
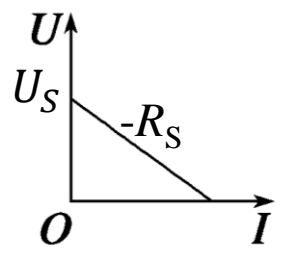


图5.2-2 电压源外特性测量电路

R_L/Ω	200	100	50	20	0
U/V					
I/mA					

五、实验内容

3. 电流源外特性测量

按图5.2-3接线，其中 $I_S=18\text{mA}$ ， R_S 取 $100\Omega/2\text{W}$ 电阻，模拟电流源外特性的测量。**改变负载电阻 R_L 值**（包括开路和短路状态），测量数据记入表5.2-3。

测量方法：通过改变串联电阻 R_L 大小，源保持不变，读出相应的电流电压读数，在坐标纸上绘出相应的点。

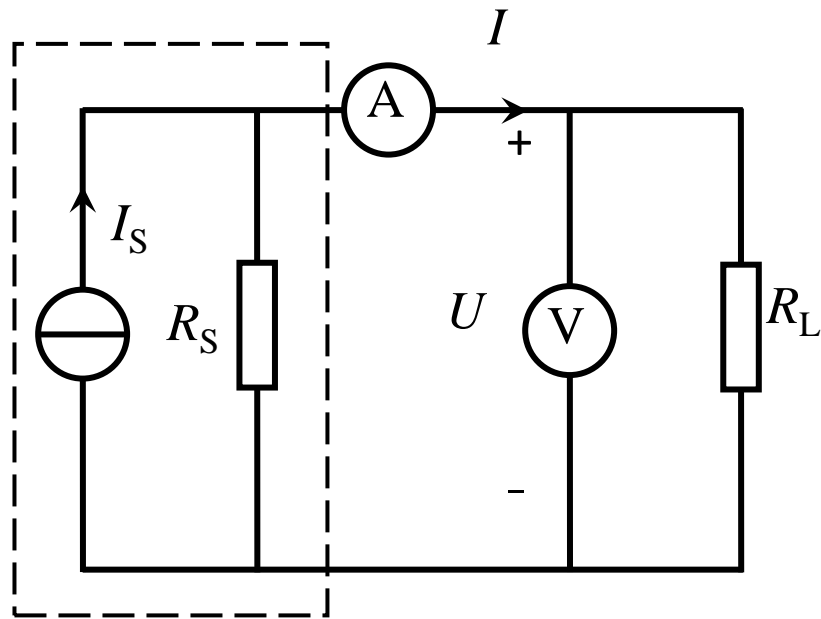
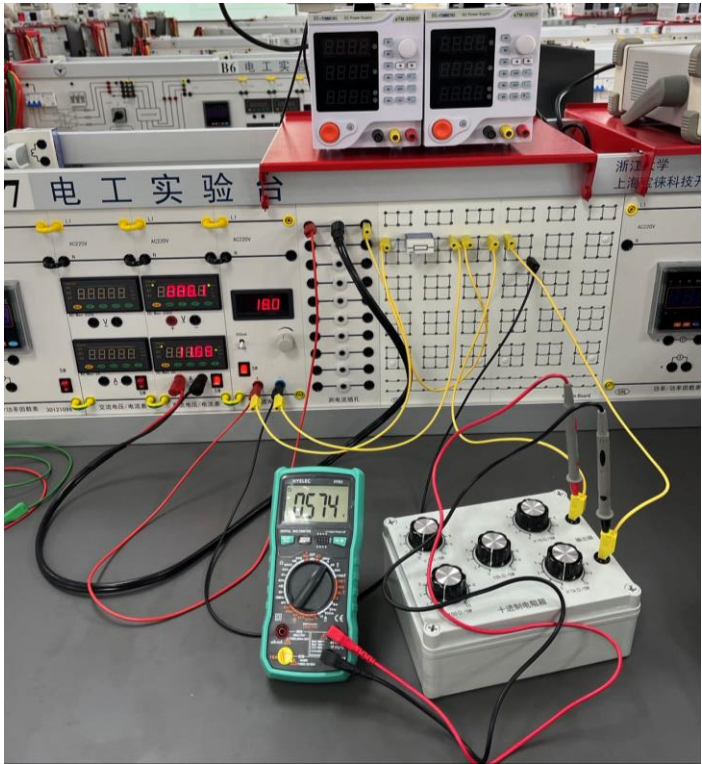


图5.2-3 电流源外特性测量电路

表5.2-3 电流源的外特性

表5.2-3 电流源外特性测量

R_L/Ω	∞ (开路)	100	50	20	0
U/V			0.574		
I/mA			11.65		



五、实验内容（提高）

1. 函数信号发生器通道1产生一个正弦波

- 峰峰值 $V_{pp}=5V$
- 频率 $f=1kHz$
- 将此信号在示波器通道1显示

信号发生器注意事项：

1. 通道1在右下角，并且在通道2的下面，需要按output才会输出；
2. 通道1输出电压高，驱动能力大，所以一般习惯用通道1；

五、实验内容（提高）

- 示波器注意事项：

1. 选对通道：明确是CH1或CH2，再进性参数设置；
2. 横纵坐标调节：原则就是不要太小，太密；横轴一般显示1.5-2个周期，有正负值的在纵轴方向一般占屏幕一半多，或者接近2/3左右，如果都是正值或负值，显示在正（负）范围的2/3左右。
3. 学会调稳定：可以先按红框中TRIGGER模块中的set to 50%按钮，或者用中间的trig menu，在选择触发源CH1或CH2，并且调节红框中的旋钮调节使屏幕中右侧显示的箭头调节至跳动的波形值区间中。
4. 学会横向纵向调零：如纵向调0就是纵向居中，可以按示波器的set to zero按钮。

六、实验中的注意事项

1. 电流表、电压表的正负极不能接错。流经电流表的电流不能超过所选量程。
2. 测晶体二极管正向伏安特性时，加在晶体管上电压不得超过最大正向电压。
4. 测量电压源外特性时，请设置稳压电源的电压输出10V，同学要将电源的电流输出设定为150mA。因为电阻100欧的额定功率为2W，不能承受太大电流。将电源的电流输出限制在150mA以下，确保学生电源输出电压设置过高，而不烧坏100欧姆的电阻。注意用电安全。
5. 实验结束后，抽屉里元器件的布局按实验室的规范整理。
6. **二极管好坏检测**，用万用表二极管档位测量，该读数在0.6上下，即为正常，意义是正向导通1mA处压降。
7. 本次实验是弱电实验，不需要动侧面导线，只需抽屉里的导线。
8. 提前MOOC学习实验内容并完成测试。



七、实验报告中的注意事项

- 绘制的曲线应标出曲线名称。坐标轴上应注有坐标名称和单位，并在坐标轴上标出相应的坐标值（刻度）；
- 绘制的曲线上应标识出测量点；
- 实验报告中不能光有绘制曲线，还应保留原始记录的实验数据（经过整理写入实验报告）

八、实验总结

- 1、绘制1千欧线性电阻、二极管的伏安特性曲线，与理论上的伏安特性曲线进行比较分析，对两者伏安特性之间进行分析；
- 2、绘制电压源的外特性曲线，并由特性曲线求出实际电源的内阻，分析其准确性；
- 3、绘制电流源的外特性曲线，并由特性曲线求出实际电源的内阻，分析其准确性；
- 4、对电压源的外特性曲线与电流源的外特性曲线进行对比分析，结合理论进行总结；

关于示波器和函数信号发生器的详细使用，参考学银在线，请大家提前学习示波器和信号发生器使用方法！复习直流电源和万用表使用方法！以上内容均有视频学习。

https://mooc1.chaoxing.com/nodedetailcontroller/visitnodedetail?courseId=232754876&knowledgeId=722906659

电工电子学

电工电子学实验

孙晖

- 1 课程概述
 - 1.1 课程概述
- 2 常用实验设备的使用
 - 2.1 直流电源
 - 2.2 万用表
 - 2.3 示波器**
 - 2.4 函数信号发生器
- 3 课外实践套件简介
- 4 Multisim仿真基础
- 5 基本电量测量与测量方法误差
 - 5.1 基本电量测量与测量方法误差
- 6 电路元件伏安特性测量

2.3 示波器v1.mp4

