

## 第 2 章 电路基础实验

本章是以“电路分析”理论为知识平台，通过一系列基础实验的逐步进行，掌握一些常用的仪器、仪表和测量设备的使用方法及基本原理；掌握电工学实验操作技能；学会判断、处理故障的基本方法；了解安全用电知识，为后续电工学教学及相关学科的学习、实验奠定基础。

### 2.1 实验一 伏安特性的测量

#### 2.1.1 实验目的

- (1) 掌握元器件的伏安特性测量方法。
- (2) 加深对线性与非线性元件特性的理解。
- (3) 学会万用表、电磁式仪表、电动式仪表的基本测量方法。
- (4) 了解直流稳压电源的工作原理，掌握其使用方法。
- (5) 了解测量误差理论知识，学会分析实验数据产生误差的原因。

#### 2.1.2 万用表的使用方法

万用表是一种多用途的电表，其类型很多，如按读取所测量数据的方式可分为指针式和数字式两种类型。一般万用表都包含以下几个基本的测量功能：测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻等；有的万用表还具有测量音频电平、电容量、电感量以及半导体二极管、三极管的直流参数等功能，因此万用表的测量范围亦各有差异，形式多种多样，但使用方法大体相同。

##### 1. 测量前的准备

(1) 选择好测量挡的量程后，检查指针是否在机械零位上，如不指在零位时，可旋转表盖上的调零器，使指针指示在零位上。

(2) 一般数据的测量，可将红、黑测试棒分别插入“+”“-”插座中。但交、直流 2 500 V

挡测量时，红插头则应插入标有“2 500 V ~”的插座中；在直流 5 A 挡测量时，红插头则应插入标有“5 A”的插座中。

## 2. 测量方法

(1) 直流电流测量。通过转动开关选择测量电流的量程，电流量程应大于被测量数据。测量时，将测试棒（又称测试笔）串接（串联）于被测电路中。

注意：

① 用测量电流功能挡测量电压，电表会被烧毁。

② 测量大电流时，为了测量安全和避免烧坏实验器件，应在切断电源的情况下，变换测量仪器、仪表的量程。

③ 如被测电流量未知，应先选择最高电流测量挡，根据第一次测量的数据确定测量电流的量程，这样可避免损坏电表。

(2) 交直流电压测量。通过转动开关选择测量电压的量程，电压量程应大于被测量数据。测量时，将测试棒跨接（并联）于被测电路两端。

注意：

① 测量直流电压时，黑色测试笔应接低电位点，红色测试笔应接高电位点。

② 测量高电压时，为了测量安全和避免烧坏实验器件，应在切断电源的情况下，变换测量仪器、仪表的量程。

③ 测量未知量的电压时，应先选择最高电压测量挡，根据第一次测量的数据确定测量电压的量程，这样可避免损坏电表。

(3) 电阻测量。转动开关至所需测量的电阻挡，将测量试棒两端短接，调节万用表上的调零器，使测量指针指示零欧姆。校好万用表后，分开测试棒进行测量。

注意：

① 欧姆挡测量数据的读数。万用表测量电阻时，根据被测量电阻值的大小，分为×1、×10、×1 k 等几种测量挡。测量数据等于指示刻度乘以测量挡的倍率值，即 1、10、1 k 等数值是电阻 Ω 挡的倍率值。例如，转换开关旋在 10 倍率挡处，测试笔测量被测电阻  $R_X$ ，万用表指针若指在刻度盘上 25 Ω 处，则测量电阻值为

$$R_X = \text{标度尺上的刻度} \times \text{倍率} = 25 \times 10 = 250 (\Omega)$$

② 断电测量电阻值。测量电路中的电阻时，应先切断电源，如电路中有电容元件，则应对电容进行放电，绝对不能在带电电路上用万用表测量电阻值。因为这样做实际上是把欧姆表当作电压表使用，极易烧坏电表。

③ 万用表调零。万用表每换一次测量电阻的量程（倍率）时，都需要重新调零。

④ 测量误差。测量电阻时，指针越接近欧姆刻度中心读数，测量结果越准确，所以要选

择适当的测量量程。

### 3. 万用表的使用步骤

万用表使用时要遵循一看、二扳、三试、四测 4 个步骤。

一看：测量前，看看仪表连接是否正确，是否符合被测量要求。测量电流数据时，仪表必须串联在被测的支路中；测量电压数据时，仪表必须并联在被测的电路两端。测量电阻数据时，被测的电路必须先断电。

二扳：按照被测电量的种类和估计出的测量值的大小，将仪表测量转换开关扳到对应的测量挡位上。

注意：测量电阻挡，需先将仪表进行调零。

三试：先试测，用测试笔触碰被测试点，观看指针的偏转情况，如果指针快速偏转并超过仪表量程，应立即抽回测试笔，检查原因，予以改正。

四测：在无异常现象时，可进行测量，读取数据。

测量时，使用测试笔不要用力过猛，以免测试笔滑动碰到其他电路，造成电路短路或测量电压过高等事故。

### 2.1.3 预习内容

(1) 阅读仪器仪表使用手册，了解万用表和直流稳压电源的工作原理及使用方法（见第 6 章）。

(2) 预习实验电路图 2.1.1。计算电流  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$  和电压  $U_{AB}$ 、 $U_{BC}$ 、 $U_{CA}$ ，并记录在表 2.1.1 中。

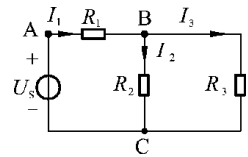


图 2.1.1 实验电路图

表 2.1.1

测量参数	$R_1 = 500 \Omega, R_2 = 300 \Omega, R_3 = 1\,000 \Omega, U_S = 10\text{ V}$					
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$
计算值						
最大相对误差						

(3) 根据表 2.1.2 的数据，选择合适的测量量程，并计算出由此产生的最大相对测量误差。将误差数据填入表 2.1.1 中。

(4) 预习实验操作过程，确定测量数据的测试方法。

(5) 明确实验中应注意的事项。

表 2.1.2

量 限 范 围	精 度
---------	-----

直流电流	0 ~ 0.05 mA ~ 0.5 mA ~ 5 mA ~ 50 mA ~ 500 mA ~ 5 A	2.5
直流电压	0 ~ 0.25 V ~ 1 V ~ 2.5 V ~ 10 V ~ 50 V ~ 250 V	2.5
	0 ~ 500 V ~ 1 kV ~ 2 500 V	5
交流电流	0 ~ 10 V ~ 50 V ~ 250 V ~ 500 V ~ 1 000 V ~ 2 500 V	5
直流电阻	R×1 R×10 R×100 R×1 k	2.5

## 2.1.4 实验仪表和设备

请将实验中所使用的仪器、仪表、设备及实验装置的有关数据记录在表 2.1.3 中。

表 2.1.3

名 称	型号或规格	精度	数量	备 注
万 用 表				
直流稳压源				
可变电阻箱				
二 极 管				
开 关				

## 2.1.5 实验步骤

(1) 测量交流电源插座的电压值。

注意：万用表的测量量程应选择在交流 500 V 挡上。

(2) 可变电阻箱的参数选择： $R_1 = 500 \Omega$ ， $R_2 = 300 \Omega$ ， $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ ，再用万用表的欧姆挡测量可变电阻箱的电阻数据，记录在表 2.1.4 中。电阻箱待用。

表 2.1.4

测 量 项 目	单 位	标 称 值	测 量 值
$R_1$			
$R_2$			
$R_3$			

(3) 将直流稳压源的电源接通交流 220 V 电压。打开稳压源的电源开关，调节稳压源输出电压旋钮，使  $U_S = 10 \text{ V}$ 。

注意：用万用表的直流电压挡测定  $U_S$  数值，然后关闭稳压源的电源，待用。

(4) 将电阻箱按实验电路图 2.1.1 放置。先接由电阻  $R_1$ 、 $R_2$  和电源  $U_S$  构成的回路线路，



(7) 实验测量数据经指导教师检查后，关闭稳压电源和实验供电板开关，拆线。将所用的实验仪器、仪表及器件整理放置好，将导线整理好。

(8) 把所有仪器、仪表及器件的精度等参数记录在表 2.1.3 中。

### 2.1.6 实验数据分析及讨论

(1) 根据测量数据表 2.1.5，计算测量最大误差和满度相对误差，填入表 2.1.8 中，并分析误差产生的原因。

(2) 根据测量数据表 2.1.6，在坐标纸上画出电阻  $R$  的特性曲线，说明元件电压与电流的特性。

(3) 根据测量数据表 2.1.7，在坐标纸上画出非线性元件（二极管  $D$ ）的特性曲线，说明元件电压与电流的特性。

(4) 总结测量电压与电流数据时，其测量方法上有什么不同；在选择测量量程时应注意什么问题，测量量程是否选择越大越好，测量精度是否选择越高越好，为什么？

(5) 用万用表测量电阻时，应注意什么问题？

(6) 使用稳压电源时，应注意什么问题？

表 2.1.8

测试条件		$R_1 = 500 \Omega, R_2 = 300 \Omega, R_3 = 1 \text{ k}\Omega, U_S = 10 \text{ V}$			
		10 V 量程时：满度相对误差 =			
		50 V 量程时：满度相对误差 =			
测试项目	单位	10 V 量程测量	最大相对误差	50 V 量程测量	最大相对误差
$U_{AB}$	V				
$U_{BC}$	V				
$U_{AC}$	V				
$I_1$	mA				
$I_2$	mA				
$I_3$	mA				