

专业： 工程力学 2101
姓名： 黄于翀
学号： 3210105423
日期： 2023.3.14
地点： 东三-208 桌号 F6

浙江大学实验报告

课程名称： 电工电子学 指导老师： 白志红 成绩： _____

实验名称： 基础电量测量及常用仪器仪表的使用 实验类型： 验证性 同组学生姓名： 何智勇

一、实验目的和要求

- 1.了解电工电子综合实验台上仪器仪表的布局，掌握电压源和电流源的使用。
- 2.掌握实验台上电压表、电流表以及数字式万量表的使用方法。
- 3.掌握对测量数据的误差分析。

二、实验内容和原理

在电工测量中需要使用各类电工仪表。测量仪表接入被测电路后，应对被测电路的工作影响尽可能小。这是对测量仪表最基本的要求。

测量电压时，电压表(设其内阻为 R_V)并联在被测电阻两侧，测量电流时，电流表(设其内阻 R_A)串联在被测电路中。显然，测量仪表的接入，不可避免的改变了电路原有的工作状况，从而产生测量误差。这种由于仪表内阻引入的测量误差称为方法误差。为了减少方法误差，电压表的内阻 R_V 越大越好，而电流表的内阻 R_A 越小越好。

为了解误差的情况，需测量所用电工仪表的内阻。

通常用“分压法”来测量电压表的内阻，下左图为测试电路。将一个阻值与电压表内阻 R_V (使用说明书或表面上有其标称值)相近的已知电阻 R 与电压表串联后接到电压源上。测量时，先闭合开关 S ，调节电压源输出到接近电压表满量程，记为 U_S ；然后断开 S ，此时电压表读数为 U_V 。由分压关系，有

$$U_V = \frac{R_V}{R + R_V} U_S$$

故电压表内阻为

$$R_V = \frac{U_V}{U_S - U_V} R$$

测量电流表的内阻通常用“分流法”。将一个阻值与电流表内阻 R_A 相近已知电阻 R 及串联开关 S 与电流表并联后接到电流源上，如上右图所示。测量时，先断开开关 S ，调节电流源输出到接近电流表满量程，记为 I_S 。然后闭合 S ，此时电流表读数为 I_A 。由分流关系，有

$$I_A = \frac{R}{R + R_A} I_S$$

故电流表内阻为

$$R_A = \frac{I_S - I_A}{I_A} R$$

为尽可能提高测量精度，通常将电路中的 R 采用精密电位器。测量时，断开 S ，调节 I_S 至电 P2
程；闭合 S ，调节电位器 R ，使得电流表读数为 $I_S/2$ ，则由分流原理可知电流表内阻 $R_A = R$ 。
即便是合格的测量仪表本身也存在着一定的误差(仪器误差)。为了减小这种仪器误差，通常用同一只电压表来测量电路中的多处电压。此时，电压表不是固定接在电路某处，而是用活动的测试棒进行测量，如下左图所示；在需要用同一只电流表来测量电路中多处电流时，电流表不是固定接在电路某处，而是利用电流插座和插头来实现的，如下右图所示。

必须注意选择适当的仪表量程以减小操作误差。

三、主要仪器设备

- 1.电工电子综合实验台
- 2.数字式万用表
- 3.实验板

四、操作方法和实验步骤

1.直流电压、电流和电阻的测量

- (1) 用万用表电阻挡测量 R_1 、 R_2 的电阻值，记入表；
- (2) 根据下图原理电路接线；
- (3) 通电后调节稳压电源，使万用表直流电压挡所测的电源电压 U 为 12V，并测量电阻电压 U_1 、 U_2 ；再用直流电流表测量电流 I 。将上述测量结果记入下表。

U/V	U_1 /V	U_2 /V	I/mA	R_1/Ω	R_2/Ω

2.电压表、电流表内阻的测量

- (1) 电压表内阻测量
- 按下左图接线， $R=5.1M\Omega$ ， $U_S=12V$ ，测量万用表 60V 挡内阻；
 $R=500k\Omega$ ， U_S 约 12V，测量直流电压表 20V 挡内阻；
- 将测量结果记入下表。

被测电压表	U_S /V (S 闭合)	U_S /V (S 断开)	R/Ω	R_V/Ω
万用表 60V DC				
直流电压表 20V				

- (2) 电流表内阻测量
- 按下右图接线，并联电阻选用电阻箱。断开 S，调节 I_S 至电流表接近满量程；闭合 S，调节电位器 R，使得电流表读数为 $I_S/2$ ；断开电路，测量电位器 R 阻值。
- 将测量结果记入下表。

被测表量程/mA	I_S /mA (S 断开)	I_S /mA (S 闭合)	R/Ω
2			
20			

3.电压表内阻对电压测量准确度的影响

按下图原理图接线，调节电压源输出电压至 $U=18V$ （以所用电压表测量读数为准），分别用万用表 60V DC 挡和实验台直流电压表 20V 挡测量 U_1 、 U_2 、 U_3 ，记入下表，比较总电压 U 与 $\Sigma U=U_1+U_2+U_3$ 的大小。

用万用表电阻挡测量 R_1 、 R_2 、 R_3 阻值，记入下表。

U=18V	U_1 /V	U_2 /V	U_3 /V	ΣU /V	$R_1/k\Omega$	$R_2/k\Omega$	$R_3/k\Omega$
万用表 60V DC 挡							
直流电压表 20V 挡							

五、实验数据记录和处理

1. 直流电压、电流和电阻的测量

U/V	U_1/V	U_2/V	I/mA	R_1/Ω	R_2/Ω
11.95	4.14	7.81	12.52	330.3	623.0

2. 电压表、电流表内阻的测量

(1) 电压表内阻测量

被测电压表	U_S/V (S 闭合)	U_S/V (S 断开)	R/Ω	R_V/Ω
万用表 60V DC	12.00	7.99	5.1M	10.2M
直流电压表 20V	12.03	6.04	500k	506.71k

(2) 电流表内阻测量

被测表量程/mA	I_S/mA (S 断开)	I_S/mA (S 闭合)	R/Ω
2	2.0	1.002	50
20	20.0	10.02	5

3. 电压表内阻对电压测量准确度的影响

U=18V	U_1/V	U_2/V	U_3/V	$\Sigma U/V$	$R_1/k\Omega$	$R_2/k\Omega$
万用表 60V DC 挡	5.05	5.49	6.46	17.00	669	687
直流电压表 20V 挡	2.60	2.72	3.07	8.39		

六、实验结果与分析

实验一测得该电路中电源电压为 11.95 V， R_1 和 R_2 的电阻上电压 4.15V 和 7.81V，电阻电压之和基本和电源电压相等，说明了串联电阻的分压定律。用电流表测得电路电流为 12.52mA，再利用欧姆定律计算出两个电阻计算值约为 330.3 Ω 和 623.0 Ω ，与标称值和万用表电阻挡测得的阻值相近但均有不同。这表明实际电路中由于导线和电表有电阻影响、万用表本身所带的误差，对测量结果产生影响，造成误差。

实验二分别测出万用表 60V 挡内阻 10.2M Ω 、直流电压表 20V 挡内阻 506.71k Ω 、2mA 量程电流表内阻 50 Ω 和 20mA 量程电流表内阻 5 Ω 。

实验三用万用表 60V DC 挡测得各电阻分压 5.05V、5.49V 和 6.46V，计算得 ΣU 为 17.00V，明显小于总电压 $U=18V$ ；用直流电压表各电阻分压 2.60V、2.72V 和 3.07V，计算得 ΣU 为 8.39V，远小于总电压 $U=18V$ ，这表明直流电压表中内阻对电路影响较大，严重影响了串联电路中的电阻分压，但分压比仍相对保持不变。值得一提的是电阻测出来与标值出入较大，可能与操作或者电表本身有关。

七、讨论、心得

在本次实验中，学习到了基本实验操作，对电路实验有了基本的认识，让我了解了电工电子综合实验台上仪器仪表的布局，掌握了各个仪器仪表的使用方法，如电压源、电流源、电压表、电流表和万用表等。也让我熟悉了以前学习过的基本电路，知道了实际电路和理想电路有不少差别的，理想电路电压源电流源电压表电流表中的内阻可以视为 0 或者无穷大，以忽略对电路其他部分的影响；但在实际电路中，这些内阻均不能忽略，会电压电流电阻的测量结果产生影响，造成误差，若被测电阻和测量仪表的内阻相近，可能会导致测量结果产生较大的差错。

所以在测量电阻前应对电阻阻值进行粗略地估计或者测量，以便于挑选合适量程内阻的测量仪表，再进行精确测量，如果实验测量值与理论值出现了较大误差，首先检查电路连接是否出现问题，如果没有问题，就应当分析这种误差出现的原因。