

用伏安法测电阻和电表内阻

阿克木哈孜·马力克

用伏安法测电阻是大学普通物理实验中一个基本的实验。常用的方法有两种：内接法和外接法。但是，无论应用那种方法，都避免不了电表内阻带来的误差。另外，在电磁学实验中，需要知道所使用的电压表和电流表等内阻，而且，在这些电表上选择不同的档位，相应的内阻也有所不同。为了克服上述问题，本文设置两种适当的电路来消除电表内阻带来的误差，准确地测量未知电阻，以及电压表、电流表的内阻。下面就是我们所用的测量电阻和电表内阻的实验方法及其原理，提出与同行进行交流。

1. 测量电阻和电压表内阻

(1) 实验步骤和原理

选用一个电压可调的电源 E；一个测量范围适当的 (mA) 电流表 A；两个相同规格内阻待测的电压表 V₁ 和 V₂，以及一个待测电阻 R，组装成如图 1 所示的电路，其中两个电压表的选档放在同一个位置。闭合开关 S，记录下电流表 A 的示数 I、电压表 V₁ 和 V₂ 的示数 U₁ 和 U₂。

在电路图 1 中，根据部分电路中的欧姆定律和串联、并联电路总电阻算法，可得：

$$\frac{U_1}{R_V} R + U_1 = U_2 \quad (1)$$

$$\left(\frac{1}{R+R_V} + \frac{1}{R_V} \right) U_2 = I \quad (2)$$

联立 (1)、(2) 两式，求解可得：

$$R = \frac{U_2^2 - U_1^2}{IU_1} \quad (3)$$

$$R_V = \frac{U_1 + U_2}{I} \quad (4)$$

式中，R_V 是电压表的待测内阻。

通过反复实验，测出多组电压表的示数 U₁、U₂ 和电流表的示数 I，将其代入 (3)、(4) 两式，取平均后便可得到待测的 R 和 R_V。

(2) 实验数据处理

选用规格为 C19-V(0~7.5 V) 的两个电压表，测量档位为 7.5 V，内阻理论值^①为 1490 Ω，电流表的测量范围是 0~50 mA，待测电阻

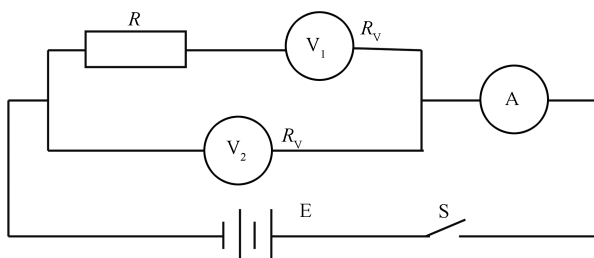


图 1 测量电阻和电压表内阻的原理图

表 1 测量出的实验数据

次数	1	2	3	4	5
U ₁ (V)	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45
U ₂ (V)	6.50	6.75	7.00	7.25	7.50
I (A)	0.0052	0.0054	0.0056	0.0058	0.0060

表 2 实验数据处理模块 (测量电阻和电压表内阻的实验数据处理表)

次序	1	2	3	4	5	待测电阻的真值
U ₁ (V)	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	R (Ω)
U ₂ (V)	6.50	6.75	7.00	7.25	7.50	6240
I (A)	0.0052	0.0054	0.0056	0.0058	0.0060	平均值
R (Ω)	6259.615	6249.644	6240.41	6231.835	6223.851	6241.071
R _V (Ω)	1490.385	1490.741	1491.071	1491.379	1491.667	1491.049
待测内阻的理论值	R _V (Ω)	1490	R (Ω) 的相对误差	0.02%	R _V (Ω) 的相对误差	0.07%

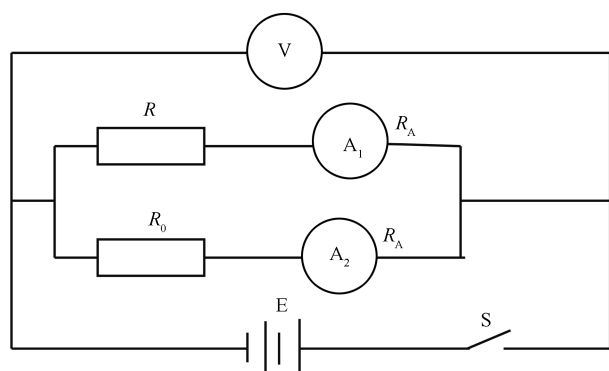


图2 测量电阻和电流表内阻的原理图

表3 测出的实验数据

物理量 \ 次数	1	2	3	4	5
I_1 (A)	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14
I_2 (A)	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
U (A)	3.1	4.1	5.1	6.1	7.2

表4 实验数据处理模块(测量电阻和电流表内阻的实验数据处理表 定电阻 $R_0=20\Omega$)

物理量 \ 次序	1	2	3	4	5	待测电阻 的真值
I_1 (A)	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	R (Ω)
I_2 (A)	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	50
U (A)	3.1	4.1	5.1	6.1	7.2	平均值
R (Ω)	51	50.75	50.6	50.5	50.85714	50.74143
R_A (Ω)	0.666667	0.5	0.4	0.333333	0.571429	0.494286
待测内阻 的理论值	R_A (Ω)	0.5	R (Ω) 的 相对误差	1.48%	R_A (Ω) 的 相对误差	1.14%

的真值^②为 6240Ω ，测出的实验数据列在表1中。

将表1中测量得到的实验数据代入如表2所示的用Excel设计的实验数据处理模块表中，便可得到相应测量结果和相对误差。

2. 测量电阻和电流表内阻

(1) 实验步骤和原理

选用一个电压可调的电源E；一个测量范围适当的电压表V；一个电阻值已知且恒定的小电阻 R_0 ；两个相同规格内阻待测的电流表 A_1 和 A_2 ，以及一个待测电阻 R ，组装成如图2所示的电路，其中两

个电流表的选档放在同一个位置。闭合开关S，记录下电压表的示数 U 、电流表 A_1 和 A_2 的示数 I_1 和 I_2 。

在电路图2中，根据部分电路中的欧姆定律和串联、并联电路总电阻算法，可得：

$$I_1 R + I_1 R_A = U \quad (5)$$

$$I_2 R_0 + I_2 R_A = U \quad (6)$$

联立(5)、(6)两式，求解可得：

$$R = R_0 + \frac{U(I_2 - I_1)}{I_1 I_2} \quad (7)$$

$$R_A = \frac{U}{I_2} - R_0 \quad (8)$$

式中， R_A 是电流表的待测内阻。

通过反复实验，测出多组电流表的示数 I_1 、 I_2 和电压表的示数 U ，将其与已知电阻 R_0 一同代入(7)式和(8)式，取平均后便可得到待测的 R 和 R_A 。

(2) 实验数据处理

选用规格为C19-A(0~0.5~1.0A)的两个电流表，测量档位1.0A，内阻理论值为 0.5Ω ，电压表的测量范围是 $0\sim 7.5\text{V}$ ，恒定电阻的数值为 $R_0=20\Omega$ ，待测电阻的真值为 50Ω ，测出的实验数据列在表3中。

将表3中测量得到的实验数据代入如表4所示的用Excel设计的实验数据处理模块表中，便可得到相应测量结果和相对误差。

3. 使用本实验方法应注意的事项

本实验方法的优点是原理简单、操作方便，能有效地避免电表内阻带来的误差，能较精确地测量出待测电阻和电表内阻的阻值。但是，由于电压表内阻较大、电流表内阻较小，为了降低实验误差，测量较大电阻时，应使用如图1所示的电路；测量较小电阻时，应使用如图2所示电路。

(新疆伊宁伊犁师范学院 835000)

① 所谓电表内阻的理论值，指的是电表出厂时厂方在说明书中给出的该电表内阻的阻值。

② 所谓待测电阻的真值，指的是按待测电阻选用的电阻箱上的读数。