

实验三 伏-安法测电阻

根据欧姆定律，如果测出电阻两端的电压 V 及通过电阻的电流 I ，则可计算出电阻值 R ($R = V/I$)。这种测量电阻的方法称伏-安法。伏安法原理简单，测量方便，但由于电压表和电流表内阻的影响，往往给测量结果带来明显的系统误差，为减少测量误差，必须在实验中选择适当的实验方法和合适的仪器。

【实验目的】

1. 掌握用伏-安法测电阻的方法；
2. 学习使用恒流源、稳压源和数字式万用表；
3. 学习用作图法处理数据。

【实验原理】

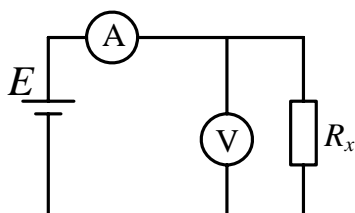


图1 电流表外接法

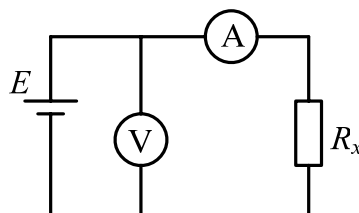


图2 电流表内接法

伏-安法测电阻的原理如图1和图2所示，用电表测得电阻的电压、电流后，通过欧姆定律 $R = V/I$ ，即可计算出电阻值。伏-安法测电阻有电流表外接和电流表内接两种接线方法。由于电表内阻的影响，不论采用哪一种接法总存在方法误差，但经修正后都可获得正确结果。

1. 电流表外接法

图1为电流表外接法。在外接法中，电压表和待测电阻 R_x 并联后再与电流表串联，故电压表指示值就是 R_x 上的电压 V_x ；而电流表的指示值 I 却包含了通过电压表的电流 I_V ，即

$$V = V_x \quad I = I_x + I_V \quad (1)$$

若用 R_V 表示电压表的内阻，则用外接法测得电阻值为

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V_x}{I_x + I_V} = \frac{V_x}{I_x \left(1 + \frac{I_V}{I_x}\right)} \quad (2)$$

$$\left(1 + \frac{I_V}{I_x}\right)^{-1} = 1 - \frac{I_V}{I_x} + \left(\frac{I_V}{I_x}\right)^2 - \left(\frac{I_V}{I_x}\right)^3 + \dots, \text{ 当 } I_V \ll I_x \text{ 时,}$$

$$R \approx R_x \left(1 - \frac{R_x}{R_V}\right) \quad (3)$$

此方法测得电阻比实际电阻 R_x 偏小，由电压表内阻引入的误差可用下列公式修正

$$R_x \approx R \left(1 + \frac{R}{R_V}\right) \quad (4)$$

由式(3)可知当 $R_x \ll R_V$ 时， $R_x \approx R$ 即电阻阻值较小时可采用电流表外接法测量。

2. 电流表内接法

图2为电流表内接法。内接法中电流表和待测电阻 R_x 串联后与电压表并联。故电流表指示值等于通过 R_x 的电流 I_x ；而电压表的指示值 V 却包含了电流表上的电压降 V_A 即

$$I = I_x \quad V = V_x + V_A \quad (5)$$

若 R_A 表示电流表的内阻，则用内接法测得电阻值为

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V_x + V_A}{I} = R_x + R_A = R_x \left(1 + \frac{R_A}{R_x}\right) \quad (6)$$

此方法测得电阻比实际电阻 R_x 偏大，由电流表内阻引入的误差可用下列公式修正

$$R_x = R \left(1 - \frac{R_A}{R}\right) \quad (7)$$

由式(7)知 当 $R_x \gg R_A$ 时， $R_x \approx R$ ， 即电阻阻值较大时，可采用电流表内接法。

实际测量时常采用多次测量方法，改变测量电路中的电压和电流，得到一组电压电流值，做出元件伏安曲线。纯电阻的伏安曲线应该是一条通过原点的直线，利用作图法或者最小二乘法求出直线的斜率即可求出元件的电阻值。

【实验仪器】

数显直流稳压电源，数显直流恒流电源，数字万用表，接线板，待测电阻 R_{x1} 、 R_{x2} 、 R_{x3} 和导线若干。

接线板如图3所示，每9孔为一节点（各点在板的内部是连通的），节点与节点不连通。元件与其接插时，必须垂直插入。

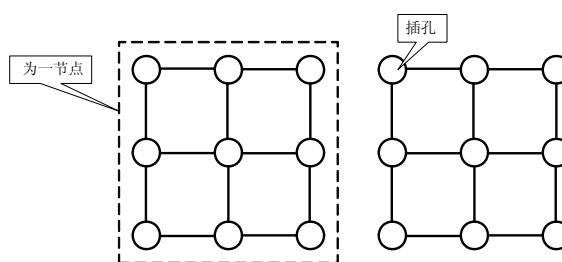


图3

【实验内容】

1. 本实验用数字万用表的电阻档，测量三个待测电阻阻值，记录在附表 1 中。
2. 用稳压源作为电源（测量电路见图 4），用伏-安法测量待测电阻 R_{x3} 。电压值由稳压源表头直接读出，电流值用万用表测量。将测量数据记录在附表 3 中，同时用作图法求出该电阻的阻值。
3. 用恒流源作为电源（测量电路见图 5），用伏-安法测量待测电阻 R_{x1} 。电流值由恒流源表头直接读出，电压值用万用表测量。将测量数据记录在附表 2 中，同时用作图法求出该电阻的阻值。
4. 分别用恒流源和稳压电源作为电源，用伏-安法测量待测电阻 R_{x2} ，将测量数据记录在附表 4 中，同时用作图法求出该电阻的阻值。

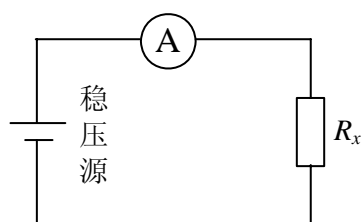


图 4

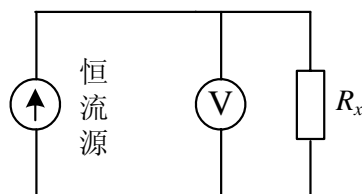


图 5

【注意事项】

1. 本实验使用数字万用表，首先将表盘旋钮拨至所要测的物理量的相关档上，随后将表笔插入所要测量的插孔中，即可开始测量。
2. 当万用表选择电流测量时，千万不能测量线路中的电压，否则将烧坏电表。