

物理实验报告

实验题目：直流单臂电桥测电阻

同

期、时段：

5月20日四时段 教师签名：

一、实验目的

- ① 学习用惠斯通单臂电桥测电阻的原理和方法
- ② 用滑线式、箱式单臂电桥测电阻
- ③ 选用自组式电桥测电阻
- ④ 学习用控温式单桥测电阻的温度
- ⑤ 掌握电桥灵敏度概念，并合理处理测量数据

二、实验仪器

直流单臂电桥：板式（滑线式）电桥，箱式电桥，温控式电桥  
电阻箱，滑线变阻器 待测电阻  $R_x$ ；检流计 G 式，直流稳压电源  
开关，导线等

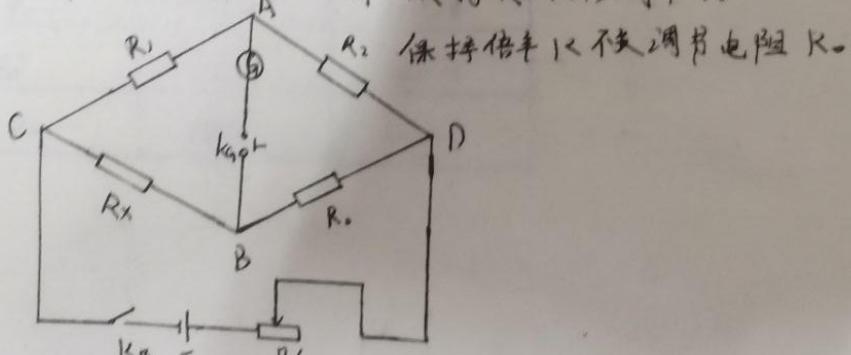
三、实验原理（用自己语言组织）

被测电阻  $R_x$  和标准电阻  $R_0$ ， $R_1$ ， $R_2$  构成电桥的四个臂  
A，B，电位相等时，电桥平衡

$$\text{此时 } \frac{R_1}{R_0} = \frac{R_2}{R_x} \text{ 或 } R_x = \frac{R_2}{R_1} \times R_0 = kR_0 \quad (\text{电桥平衡条件})$$

若  $R_0$  阻值和倍率  $k$  已知 可求出  $R_x$

调节电桥平衡的方法有 保持  $R_0$  不变，调节倍率  $k$



#### 四、实验内容与步骤

##### 1. 滑线式电桥

- ① 接好线路，检流计接于 A, B 之间
- ② 将变阻器阻值调到最大，滑动按键置于电阻丝中点 1
- ③ 接通电源，调节电桥平衡，调节  $R_o$
- ④ 对调  $R_o$  和  $R_x$  位置，重测一次，记作  $R_o'$
- ⑤  $\bar{R}_x = \sqrt{R_o R_o'}$

#### 五、数据记录(数据表格自拟)

##### 滑线电桥测电阻

倍率 |

单位 Ω

电阻	1号	2号
$R_o$	508.2	1010.8
$R_o'$	511.8	1013.4
$R_x$	510.0	1012.1

六、数据处理(要有详细过程,包括不确定度计算等)

对于1号电阻

$$R_1 = \sqrt{R_0 R_0'} = \sqrt{508.2 \times 511.8} = 510.0 \Omega$$

$$\Delta R_0 = 0.001 R_0 + 0.002 \Omega = 0.001 \times 508.2 + 0.002 \times 4 = 0.5162 \Omega$$

$$\Delta R_0' = 0.001 R_0' + 0.002 \Omega = 0.001 \times 511.8 + 0.002 \times 4 = 0.5198 \Omega$$

$$\delta R_0 = \frac{\Delta R_0}{\sqrt{3}} = \frac{0.5162}{\sqrt{3}} \approx 0.2980 \Omega$$

$$\delta R_0' = \frac{\Delta R_0'}{\sqrt{3}} = \frac{0.5198}{\sqrt{3}} \approx 0.3001 \Omega$$

$$E_{R_1} = \frac{\delta R_1}{R_1} \times 100\% = \sqrt{\left(\frac{\delta R_0}{2R_0}\right)^2 + \left(\frac{\delta R_0'}{2R_0'}\right)^2} \times 100\% \approx 0.04\%$$

$$\delta R_1 = E_{R_1} \times R_1 = 0.04\% \times 510.0 \approx 0.2 \Omega$$

$$\begin{cases} R_1 = (510.0 \pm 0.2) \Omega \\ E_{R_1} = 0.04\% \end{cases}$$

物理实验报告

$$R_2 = \sqrt{R_0 R_0'} = \sqrt{1010.8 \times 1013.4} = 1012.1 \Omega$$

$$\Delta R_0 = 0.001 R_0 + 0.002 \Omega = 0.001 \times 1010.8 + 0.002 \times 5 = 1.0208 \Omega$$

$$\Delta R_0' = 0.001 R_0' + 0.002 \Omega = 0.001 \times 1013.4 + 0.002 \times 5 = 1.0234 \Omega$$

$$\delta R_0 = \frac{\Delta R_0}{\sqrt{3}} = \frac{1.0208}{\sqrt{3}} \approx 0.5894 \Omega$$

$$\delta R_0' = \frac{\Delta R_0'}{\sqrt{3}} = \frac{1.0234}{\sqrt{3}} \approx 0.5909 \Omega$$

$$E_{R_2} = \frac{\delta R_2}{R_2} = \sqrt{\left(\frac{\delta R_0}{2R_0}\right)^2 + \left(\frac{\delta R_0'}{2R_0'}\right)^2} \times 100\% = 0.04\%$$

$$\delta R_2 = E_{R_2} \times R_2 = 0.04\% \times 1012.1 \Omega \approx 0.4 \Omega$$

$$\begin{cases} R_2 = (1012.1 \pm 0.4) \Omega \\ E_{R_2} = 0.04\% \end{cases}$$

- 七、实验分析
- ① 实验结果与滑动变阻器的阻值大小并无关系，但是滑动变阻器可以起到限流作用。
  - ② 理论上  $R_0$  与  $R_x$  具有完全相同地位，实际上电路模型并不十分理想，所以采用交换法（对调  $R_0$  与  $R_x$  位置）来减小误差。

$$R_x = \frac{R_1}{R_2} R_0 \quad R_x = \frac{R_2}{R_1} R_0' \quad R_x^2 = R_0 \cdot R_0' \quad R_x = \sqrt{R_0 \cdot R_0'}$$

③ 电源的输出电压调至 6V，不能超过 6V，否则电阻丝会因发热而明显变长。

④ 当检流计示数为 0 时，可采用升压法提高测量精度。

#### 思考题与思维拓展：

① 电源电压不太稳定，导线电阻不能完全忽略，检流计没有调零点，检流计灵敏度不高等因素，是否使电桥测量误差增大。

① 电源电压不稳定会使误差增大。② 导线电阻可以由换向取消，不会影响。

③ 只要记住检流计初始位置（数值），调节其回到初始值，也会影响测量误差。

④ 灵敏度不高会使电桥测量误差增大。

② 电桥电路连接无误，无论如何调节，指针总是指向同一个方向偏转，是从不发生偏转。分析有哪些可能故障。

① 可能 电路中有电学元件发生断路或短路。

② 可能是参数设置问题，如比例臂不对应。

③ 滑线式电桥平衡后，若交换检流计和电源的连接位置，试证明电桥是否还保持平衡。

电桥仍平衡，因为你未电桥平衡时，是对角两个电阻之积等于另外两个对角电阻之积。当互换电源与检流计位置后，仍满足上述关系，即满足电桥平衡。

④ 用滑线式电桥测电阻时，电桥的平衡条件是什么，滑键按在什么位置时，测量结果的相对误差最小。

灵敏电流计示数为零时，电桥平衡。当触点在电桥中部，即倍率 1 时，测量相对误差最小。



# 河北工业大学

HEBEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## 滑线式电桥测电阻

倍率

单位:Ω

电阻	1	2
$R_0$	508.2	1010.8
$R'$	511.8	1013.4
$\bar{R}_x$	510.0	1012.1

(1)

## QJ24型箱式电桥测电阻

电阻	3	4
倍率		
电压/V		
$R_0 / \Omega$		
$R_x / \Omega$		