

## 实验题目: 直流单臂电桥测电阻

日期、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) 学习用控温式单臂电桥测电阻的温度
- 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

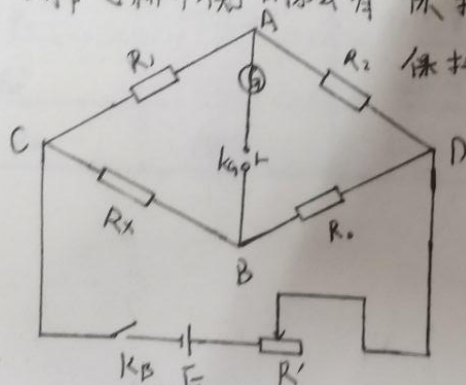
A、B 电位相等时, 电桥平衡

此时  $\frac{R_1}{R_0} = \frac{R_2}{R_x}$  或  $R_x = \frac{R_2}{R_1} \times R_0 = K R_0$  (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  $K$

保持倍率  $K$  不变, 调节电阻  $R_0$



#### 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, 滑动按钮置于电阻丝中点
- ③ 接通电源, 调节电桥平衡, 调节  $R_0$
- ④ 对调  $R_0$  和  $R_x$  位置, 重测一次, 记作  $R_0'$
- ⑤  $R_x = \sqrt{R_0 R_0'}$

#### 五、数据记录(数据表格自拟)

##### 滑线电桥测电阻

倍率: 1

单位:  $\Omega$

电阻	1号	2号
$R_0$	508.2	1010.8
$R_0'$	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

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

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

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

$$\frac{\Delta R_0}{R_0} = \frac{0.5162}{508.2} \approx 0.2980\%$$

$$\frac{\Delta R_0'}{R_0'} = \frac{0.5198}{511.8} \approx 0.3001\%$$

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

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

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

#### 物理实验报告

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

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

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

$$\frac{\Delta R_0}{R_0} = \frac{1.0208}{1010.8} \approx 0.5894\%$$

$$\frac{\Delta R_0'}{R_0'} = \frac{1.0234}{1013.4} \approx 0.5909\%$$

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

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

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



### 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，不影响。

3° 只要记住检流计初始位置（数值），调节时回到初始值，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，是从该生偏转，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系数不当。

③ 滑线式电桥平衡后，若交换检零桥和电源的连接位置，试证明电桥是否还保持平衡。

电桥仍平衡，因为原来电桥平衡时，是对角两个电阻乘积等于另外两个对角电阻乘积。当交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，即倍率为 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 1

单位:  $\Omega$

电阻	1	2
$R_0$	508.2	1010.8
$R'_0$	511.8	1013.4
$\bar{R}_x$	510.0	1012.1

## QJ24型箱式电桥测电阻

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