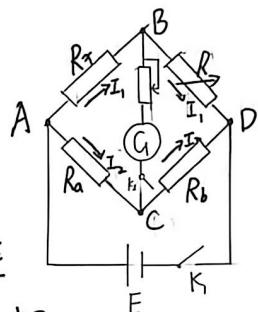


# 大学物理实验预习报告

班级 计科24-4 学号 2024210858 姓名 傅宇祺 成绩  
实验项目 惠斯通电桥测电阻

### 一、实验目的

1. 了解惠斯通电桥的结构和测量原理.
  2. 掌握自组式和箱式惠斯通电桥测中值电阻的方法.



## 二、实验原理

### 1. 电桥的基本原理如图：

一般情况下 BC 两端电势差

$V_{BC} \neq 0$ , 那么检流计有电流  $I_g \neq 0$

通过调节  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R$  的阻值, 可使  $V_{bc} = 0$ . 即检流计无电流通过  $I_g = 0$ . 此时电桥为平衡状态. 可得  $V_{AB} = V_{AC}$ ,  $V_{BD} = V_{CD}$ .

$$\text{即 } I_1 R_x = I_2 R_a, \quad I_1 R_b = I_2 R_b$$

联立①② 可得  $R_X = \frac{R_a}{R_b} R_{\text{右}}$

③中令  $k = \frac{R_a}{R_b}$ , 称  $k$  为比率臂;  $R_a$  为比较臂

将  $R_X$  与  $R$  对调位置，同理可得  $R_X = \frac{R_b}{R_a} R_{左}$

结合③④, 可知  $R_X = \sqrt{R_A \cdot R_B}$

实验取比率  $k$  不变, 调节比较臂  $R$ , 此方法有效可行, 准确度较高.

## 2、惠斯通电桥的灵敏度

定义:  $S = \frac{\Delta I}{\Delta R_x}$  用于衡量检流计指针偏转过小而带来的影响

$\Delta R_x$ 为电桥平衡后  $R_x$  的微小改变量, 而  $\Delta n$  为检流计对应的偏转格数  $S$  越大, 电桥越灵敏, 带来的误差就越小.

因  $R_x$  未知, 故用  $R$  代替.

$$S = \frac{\Delta I}{\Delta R_0} = \frac{\Delta I}{\frac{\Delta R_1}{R}} = \frac{\Delta I}{\frac{\Delta R_2}{R}}$$

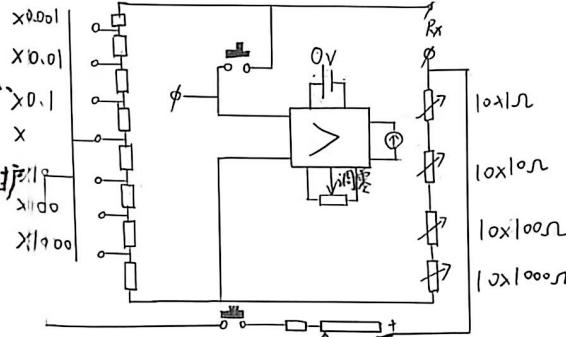
进一步变为  $S = \frac{\Delta I}{\Delta R_0} = \frac{\Delta I}{\Delta I_g} \cdot \left( \frac{\Delta I_g}{\Delta R_0} \right) = S_1 \cdot S_2$ . 其中  $S_1 = \frac{\Delta I}{\Delta I_g}$  为检流计本身灵敏度

$$S_1 = C \cdot \sqrt{R_A} : \Delta I \propto U; \Delta I \propto S$$

$S_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta R_2}$  为电桥线路灵敏度

### 三、实验仪器

箱式电桥(QJ23a型)、电阻箱、检流计、电源、开关等。



#### 四、实验内容及步骤

- ① 1. 在仪器面板上打开电源开关，转动检流计“调零”旋钮，使检流计指零。将被测电阻接入“ $R_x$ ”。然后选择量程倍率并在测量盘上打上相应的电阻值数字。再按下“G”、“B”。
  - ② 2. 电桥中“灵敏度”使用要掌握从低到高的原则，即初测时，灵敏度应略低，随着调节测量盘开关，电桥逐渐平衡。相应提高灵敏度，以提高测量准确度。
  - ③ 3. 在测量之前，首先要知道  $R_x$  的约数，在一般情况下，量程变换器在  $\times 1$  上，测量盘在  $1000\Omega$  上，按下“B”，轻按“G”若观察到检流计指针在“+”一边偏转，说明  $R_x > 1000\Omega$ 。可将量程变换器放在  $\times 10$  上。在“-”的一边偏同理。
  - ④ 4. 得到  $R_x$  的大约数值后，选定一个量程变换器的倍率。再调节测量盘的两个开关使得电桥处于平衡状态。

$R_x$  值可用： $R_x = \text{量程倍率} \times \text{标度盘示值}$  求得

# 大学物理实验结果报告

实验地点 实验楼301

日期 10.24

指导教师 李玉峰

箱式:

## 五、数据表格

待测对象	$R_{2x}$ ( $\Omega$ )	$R_{1x}$ ( $\Omega$ )	$R_{串联}$ ( $\Omega$ )	$R_{并联}$ ( $\Omega$ )
比例臂( $k$ )	1	10	10	1
比率臂( $R$ )	1479	4999	5147	1436
待测电阻 $R_x$ ( $\Omega$ ) ( $R_x = k \cdot R$ )	1479	49990	51470	1436

$\frac{R_{2x}}{R_{1x}}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{3}$	1	$\frac{3}{2}$	4
$R_a$	1000	2000	1000	3000	4000
$R_b$	4000	3000	1000	2000	1000
$R_{右}$	5933.7	2217.6	1481.2	985.4	367.3
$R_{左}$	370.2	987.5	1479.9	2217.4	5933.7
$R_x = \frac{R_b \cdot R_a}{R_b + R_a}$	1482.1	1479.8	1480.3	1478.18	1480.50

①自组式

## 六、数据分析及处理

$$\bar{R}_x = \frac{R_{x1} + R_{x2} + R_{x3} + R_{x4} + R_{x5}}{5} = 1480.18 \Omega$$

$$\sigma_{\bar{R}_x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - \bar{R}_x)^2}{5(5-1)}} = 0.61698 \Omega$$

$$\therefore R_x = \bar{R}_x \pm \sigma_{\bar{R}_x} = 1480.18 \Omega \pm 0.62 \Omega \quad 1480.18 \pm 0.7 \rightarrow$$

$$\text{相对不确定度: } E_{R_x} = \frac{\sigma_{\bar{R}_x}}{\bar{R}_x} \times 100\% = 0.04\%$$

$$= 0.040\%$$

$$= 0.040\%$$

②箱式: 算术平均值 = 测量结果

$$\text{相对不确定度 } E_{R_2} = \frac{|\bar{R}_2 - R_2|}{R_2} \times 100\% = \frac{|1479 - 1500|}{1500} \times 100\% = 1.4\%$$

$$E_{R_1} = \frac{|\bar{R}_1 - R_1|}{R_1} \times 100\% = \frac{|49990 - 50000|}{50000} \times 100\% = 0.020\%$$

$$R_{\#} = R_1 + R_2 = 51500 \Omega \quad R_{\#} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = 1456 \Omega$$

$$E_{R_{\#}} = \frac{|\bar{R}_{\#} - R_{\#}|}{R_{\#}} \times 100\% = \frac{|151470 - 15000|}{15000} \times 100\% = 0.059\%$$

$$E_{R_{\#}} = \frac{|\bar{R}_{\#} - R_{\#}|}{R_{\#}} \times 100\% = \frac{|1436 - 1456|}{1456} \times 100\% = 1.4\%$$

## 七、实验结果讨论

实验测的是 $R_2$ 的阻值，其阻值一开始老师说约 $1.5 \text{ k}\Omega$ ，经自组式电桥测量，其阻值约为 $1480.18 \Omega$ ，相对不确定度为 $0.04\%$ ，阻值变小可能是因为设备老化，阻值不准。

自组式电桥通过转换 $R_s$ 与待测电阻 $R_x$ 的位置，消除了 $R_a, R_b$ 阻值的误差对实验的影响。且 $R_a, R_b$ 不能选用“10000”档，选用“1000”档会比较好。

另外调节电阻箱 $R_s$ 时，滑动变阻器应调至最小阻值处，可以提高检流计灵敏度以提高电桥灵敏度