

# 物理实验预习报告

实验名称：\_\_\_\_\_ 非平衡电桥 \_\_\_\_\_

指导教师：\_\_\_\_\_ 方则正 \_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_ 机械 2402 \_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_ 叶畅飞 \_\_\_\_\_

学号：\_\_\_\_\_ 3240103132 \_\_\_\_\_

实验日期：2025 年 10 月 14 日      星期二 下午

浙江大学物理实验教学中心

## 一、预习报告（10 分）

### 1. 实验综述（5 分）

#### 1. 非平衡电桥工作原理

非平衡电桥通过测量电桥两端的不平衡和电压差来确定未知电阻的值。

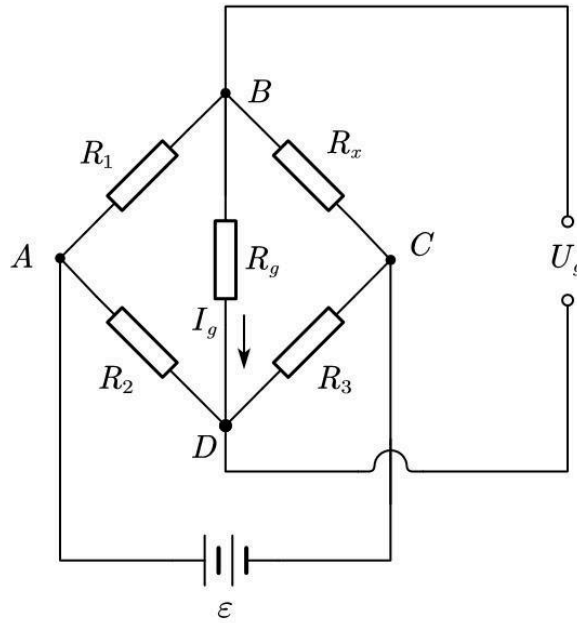


图 1 非平衡电桥电路图

如图 1 所示，电桥由五个电阻组成，分别为已知电阻 $R_1$ 、 $R_2$ 和可调电阻 $R_3$ 以及未知电阻 $R_x$ 和负载电阻 $R_g$ 。电桥的两端连接一个电源 $\varepsilon$ 和一个电压表。

当负载电阻 $R_g \rightarrow \infty$ 时，BD 处于开路状态，即 $I_g = 0$ 。根据分压原理，有：

$$\begin{aligned} U_g = U_{BD} &= U_{BC} - U_{DC} = \frac{R_x}{R_1 + R_x} \cdot \varepsilon - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \varepsilon \\ &= \frac{R_2 R_x - R_1 R_3}{(R_1 + R_x)(R_2 + R_3)} \cdot \varepsilon \end{aligned} \quad (1)$$

测量起始点处，调节桥臂电阻使得 $R_2 R_x = R_1 R_3$ ，此时 $U_g = 0$ ，此时电桥达到平衡状态，称为预调平衡，使得输出电压只与 $R_x$ 变化有关。当 $R_x$ 发生变化时，电桥处于非平衡状态，此时输出电压为：

$$U_g = \frac{R_2 R_x + R_2 \Delta R_x - R_1 R_3}{(R_1 + R_x + \Delta R_x)(R_2 + R_3)} \cdot \varepsilon \quad (2)$$

由式(2)可知 $R_x$ 的变化情况

#### 2. 变温金属电阻温度系数测量原理

金属电阻的电阻值随温度变化而变化，其关系可近似表示为：

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \quad (3)$$

其中,  $R_t$  为摄氏温度  $t$  时的电阻值,  $R_0$  为  $0^\circ\text{C}$  时的电阻值,  $\alpha$  为金属的温度系数。

如图 1 所示, 当 BD 开路时, 令  $R_t = R_x$ ,  $R_1 = R_2 = R_3 = R_0$ , 使得  $t = 0^\circ\text{C}$  时满足  $R_2 R_x = R_1 R_3$ 。代入式(1)可得:

$$U_g = \frac{R_0^2(1 + \alpha t) - R_0^2}{(R_0 + R_0(1 + \alpha t))(R_0 + R_0)} \cdot \varepsilon = \frac{\alpha t}{2(2 + \alpha t)} \cdot \varepsilon \quad (4)$$

化简得:

$$\alpha = \frac{4U_g}{t(\varepsilon - 2U_g)} \quad (5)$$

因此只需测量不同温度  $t$  下的输出电压  $U_g$ , 即可计算出金属的温度系数  $\alpha$ 。

## 2. 实验重点 (3 分)

本实验的学习重点是掌握非平衡直流电桥的原理与应用。重点在于理解非平衡电桥的输出电压  $U_g$  与桥臂电阻变化  $\Delta R$  的关系, 并能利用这两种电桥方法测量变温金属电阻的温度系数  $\alpha$ , 以及绘制  $R - t$  特性曲线。

## 3. 实验难点 (2 分)

本实验的实现难点主要在于准确实现  $0^\circ\text{C}$  下的电桥预调平衡, 这要求  $0^\circ\text{C}$  环境稳定且  $U_g$  调零准确。此外, 精确控制和测量加热过程中的温度 (每隔  $5^\circ\text{C}$  记录数据) 并等待热平衡需要耐心。最后, 利用非平衡法计算  $\alpha$  时, 数据处理和曲线拟合的准确性也是一个难点。