

物理实验预习报告

实验名称：____ 惠斯登电桥 ____

指导教师：____ 宋斌 ____

班级：____ 机械 2402 ____

姓名：____ 叶畅飞 ____

学号：____ 3240103132 ____

实验日期：2025 年 10 月 28 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). 实验现象：

惠斯登电桥是一种用于测量电阻的电路，通过调节电桥的平衡状态，可以精确测量未知电阻值。在电桥未平衡时，由于电桥对角线两点电势不等，流经检流计的电流导致指针偏转；通过调节可变电阻的阻值，逐渐减少检流计中的电流，当电桥达到平衡状态时（即对角线两点电势相等），流经检流计的电流恰好为零，指针精确地回到零位，此时即可根据平衡条件进行电阻值的精确测量。

(2). 实验原理

I) 惠斯登电桥测量电阻的原理

原理图如图 1 所示。当 S 闭合且通过检流计 G 的电流为零时，电桥达到平衡状态。此时通过 R_1 和 R_x 的电流均为 I_1 ，通过 R_2 和 R_s 的电流均为 I_2 。因此有：

$$\begin{aligned} U_{AB} &= I_1 R_1 = I_2 R_2 = U_{AD} \\ U_{BC} &= I_1 R_x = I_2 R_s = U_{DC} \end{aligned} \quad (1)$$

于是

$$R_x = \frac{R_1 R_s}{R_2} \quad (2)$$

该式即为惠斯登电桥的平衡条件。通过调节 R_s 的阻值，使电桥达到平衡状态，即可计算出未知电阻 R_x 的阻值。

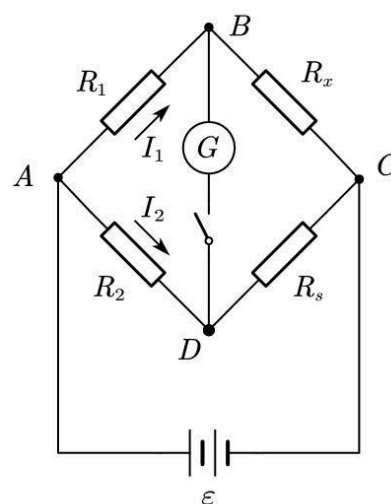


图 1 惠斯登电桥电路图

II) 交换法减小自组电桥系统误差

在实际测量中，若检流计的灵敏度够高，则系统误差主要由电阻的误差决定。为了减小这些系统误差，可在电桥平衡后，交换 R_x 和 R_s 的位置重新测量。设 R_s 变为 R'_s 时电桥重新平衡，则：

$$R_x = \frac{R_2 R'_s}{R_1} \quad (3)$$

式(2)和式(3)相乘可得：

$$R_x = \sqrt{R_x R'_x} \quad (4)$$

这样就消除了 R_1 和 R_2 的误差对测量结果的影响，只要选用精度较高的标准电阻箱 R_s ，即可获得系统误差较小的测量结果。

III) 电桥灵敏度

定义 ΔR_s 为电阻箱 R_s 的变化量, Δd 为待测电阻的相对改变量(实测中用 $\frac{\Delta R_s}{R_s}$ 代替 $\frac{\Delta R_x}{R_x}$) 引起的检流计指针偏转格数, 则电桥的灵敏度 S 定义为:

$$S = \frac{\Delta d}{\frac{\Delta R_x}{R_x}} = \frac{\Delta d}{\frac{\Delta R_s}{R_s}} \quad (5)$$

IV) 电阻不确定度计算

(1). 电阻箱 R_s 的不确定度 ΔR_s 由电阻箱的精度等级决定, 设 m 为电阻箱的总转盘数, 则:

$$\Delta R_s = \pm(0.001R_s + 0.002m) \quad (6)$$

(2). 电桥灵敏度引起的电阻不确定度 $\Delta S = \frac{0.2R_s}{S}$:

所以:

$$\begin{aligned} u(R_x) &= \frac{\Delta R_x}{R_x} = \sqrt{\left(\frac{\Delta R_s}{R_s}\right)^2 + \left(\frac{\Delta S}{R_s}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(0.001 + 0.002\frac{m}{R_s}\right)^2 + \left(\frac{0.2}{S}\right)^2} \end{aligned} \quad (7)$$

2. 实验重点 (3 分)

- (1). 理解惠斯登电桥在平衡状态下 (检流计电流为零) 桥臂电阻之间满足的比例关系。
- (2). 掌握通过调节标准电阻箱实现电桥平衡的方法, 以及交换法减小系统误差的原理。
- (3). 学会计算电桥灵敏度及其对测量结果不确定度的影响。

3. 实验难点 (2 分)

- (1). 精确调节标准电阻箱以实现电桥平衡, 确保检流计指针回到零位。
- (2). 准确计算电阻不确定度, 特别是在考虑电桥灵敏度对测量结果的影响时。
- (3). 理解并应用交换法减小系统误差的原理, 以提高测量精度。