

浙江大学

物理实验预习报告

实验名称： 惠斯登电桥

实验桌号： 04

指导教师： 沈昊

班级： 机器人工程 2402

姓名： 毛挺

学号： 3240104043

实验日期： 2 025 年 9 月 25 日 星期四 上午

浙江大学物理实验教学中心

一、实验综述

(自述实验现象、实验原理和实验方法, 不超过 500 字, 5 分)

惠斯登电桥测量电阻的原理:

右图为惠斯登电桥的原理图, R_1 、 R_2 、 R_s 、 R_x 组成“桥臂”, G 和 S 组成“桥路”。当通过检流计 G 的电流 I_g 为 0 时, B、D 电位相同, 电桥达到平衡, 此时流过电阻 R_1 和 R_x 的电流同为 I_1 , 流过电阻 R_2 和 R_s 的电流同为 I_2 , 即 $U_{AB} = I_1 R_1 = U_{AD} = I_2 R_2$, 因此有 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$, 即 $R_x = \frac{R_1}{R_2} R_s$ 。该式即为电桥的平衡条件, 只要调节 R_s 使检流计无电流通过, 并记下 R_s 数值, 就能得出 R_x 。

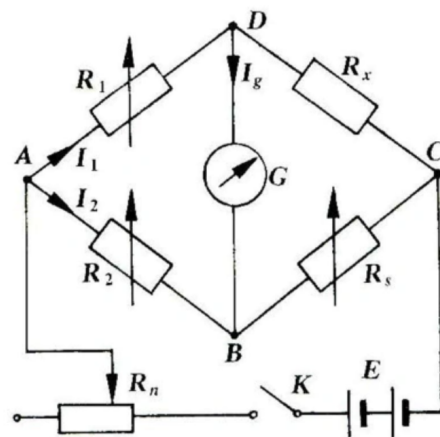


图 1: 惠斯通电桥电路图

交换法减小自组电桥系统误差:

在上图所示自组电桥中, 若电桥的灵敏度足够高, 则系统误差主要由 R_1 、 R_2 、 R_s 自身的误差决定, 此时相对不确定度为 $\frac{\Delta R_x}{R_x} = \sqrt{(\frac{\Delta R_1}{R_1})^2 + (\frac{\Delta R_2}{R_2})^2 + (\frac{\Delta R_s}{R_s})^2}$ 。为尽量减小系统误差, 可在电桥调节平衡后, 互换 R_x 和 R_s , 设 R_s 变为 R'_s 时电桥重新达到平衡, 这时有 $R_x = \frac{R_2}{R_1} R'_s$, 又因 $R_x = \frac{R_1}{R_2} R_s$, 故有 $R_x = \sqrt{R_s R'_s}$, 这样就消除了 R_1 、 R_2 自身误差对测量误差的影响。如此一来, R_x 的不确定度为 $\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{1}{2} \sqrt{(\frac{\Delta R_s}{R_s})^2 + (\frac{\Delta R'_s}{R'_s})^2} \approx \frac{\Delta R_s}{R_s}$, 其只与 R_s 的仪器误差有关, 而 R_s 可选用具有一定精度的标准电阻箱, 以此减小 R_x 的系统误差。实验时 R_s 常用十进位转盘直流电阻箱, 其仪器允差为 $\frac{\Delta R_s}{R_s} = \pm(a + b\frac{m}{R_s})\%$, 一般常用的 0.1 级十进位转盘电阻箱有 $a = 0.1$, $b = 0.2$, 即 $\Delta R_s = (0.001 R_s + 0.002 m)$, $m=6$ 。

电桥灵敏度:

为定量确定电桥灵敏度, 引入电桥灵敏度概念, 定义为 $S = \frac{\Delta d}{\Delta R_s}$ 。显然, 电桥灵敏度 S 越大, 对电桥平衡的判断就越容易, 测量结果也更准确, 实验中可据此测出所用电桥的灵敏度。在实验中由于电桥灵敏度引入的不确定度 $\Delta_S R_x$ 可用下述方法估测: 当电桥达到平衡时略微改变 R_s , 使检流计指针偏离零点 0.2 小格 (人眼能察觉的界限), 此时可求得 $\Delta_S R_x = \frac{0.2 R_s}{S}$, 则最终相对不确定度的计算公式应为 $E = \frac{\Delta R_x}{R_x} = \sqrt{(0.001 + \frac{0.002 m}{R_s})^2 + (\frac{0.2}{S})^2}$

二、实验重点

(简述本实验的学习重点, 不超过 100 字, 3 分)

掌握惠斯通电桥平衡条件及推导过程；学会搭建实验电路，正确连接电源、灵敏电流计和电阻；能通过调节标准电阻使电桥平衡，进而计算待测电阻阻值。

三、实验难点

(简述本实验的实现难点，不超过 100 字，2 分)

灵敏电流计灵敏度高，调节标准电阻时指针偏转微小，难精准判断平衡状态；电路接线多，易出现接线错误导致电桥无法正常工作，需反复检查。

注意事项：

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”，文件名：学生姓名 + 学号 + 实验名称 + 周次。
2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”的本课程的对应实验项目的“作业”模块内。
3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站” - “选课系统”内查询。
4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站” - “选课系统”内进行，学生必须进行教学评价，才能看到实验报告成绩，教学评价必须在本次实验结束后 3 天内进行。

浙江大学物理实验教学中心制