

班级信息

81

天津大学物理实验报告

材料学院 2015 级 材控 专业

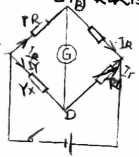
实验日期: 2016/10/17

实验题目: 自组惠斯通电桥测电阻

- 实验目的**
1. 了解惠斯通电桥的构造和测量原理
 2. 熟悉调节电桥平衡的操作步骤
 3. 练习连接线路, 熟悉电阻箱, 检流计等的使用方法

实验原理 1. 因为惠斯通电桥电路, 四个电阻 R_x , R_y , R 和 R_0 称作电桥的四个臂, 组成四边形 ABCD, 对角 C 和 D 之间连接检流计 G, 用来比较两端的电位。当 C 和 D 的电位相等时, 检流计指示, 电桥达到平衡, 此时有 $I_R \cdot R_x = I_y \cdot R_y$ ① $I_R \cdot R_0 = I_y \cdot R$ ② 两式相除得 $\frac{R_x}{R_y} = \frac{R_0}{R}$, 表明当电桥平衡时, 相邻臂电阻之比相等。若桥臂电阻 R_y , R 以及 R_0 为已知, 则待测电阻 R_x 可由 $R_x = \frac{R_y}{R} \cdot R_0$ 求出。令 $\frac{R_y}{R} = N$, 则 $R_x = N R_0$ (N 分别为 $\frac{1000\Omega}{1000\Omega}$; $\frac{100\Omega}{100\Omega}$; $\frac{1000\Omega}{1000\Omega}$; $\frac{100\Omega}{100\Omega}$)

2. 电桥灵敏度及自组电桥不确定度分析



上述工作原理公式是在电桥平衡时, 即检流计中无电流的条件下推出的, 实验中要通过检流计的有无偏转来判断电桥是否平衡。将某一桥臂电阻改变一微小量 (如 ΔR , 即 S) 引起检流计偏转 Δd 格, 将电桥的灵敏度定义为 $S = \frac{\Delta d}{\Delta R_0} = R_0 \left(\frac{\Delta I_g}{\Delta R_0} \right) = R_0 S_0 \left(\frac{\Delta I_g}{\Delta R_0} \right)$

不确定度分析 ①. 电阻箱示值误差决定的测量误差 Δx

$$\Delta x = \sqrt{(R_x \frac{\Delta R_x}{R_x})^2 + (R_y \frac{\Delta R_y}{R_y})^2 + (R_0 \frac{\Delta R_0}{R_0})^2}$$

$$\Delta R_i = a\% \cdot R_i$$

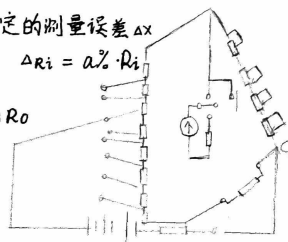
②. 由灵敏度决定的测量误差 Δs

$$\Delta s = N \Delta R_0 = N \frac{\Delta R_0}{R_0} \Delta R_0 = \frac{\Delta R_0}{R_0} \Delta R_0$$

③. 总的 B 类不确定度

$$U_B = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta s^2} = \Delta$$

3. 箱式惠斯通电桥的原理分析



天津大学物理实验报告

附 页

箱式惠斯通电桥是按惠斯通电桥的原理, 将电桥各组件装在一个箱子里, 以便携带。全比率倍率旋钮, 可以通过旋转 A 使 N 等于 7 挡倍率。R₀ 是 4 位旋转式电阻箱, 电桥的比率臂。按 G₁, G₂ 可以分别用来在粗调和细调时接通检流计。极小电阻 $R_x = N \cdot R_0$ 。仪器误差, 主要由电阻箱的误差引起

【实验仪器】

ZX 型电阻箱 2 个, ZX21 型电阻箱 1 个, ACS-2 型检流计 1 个, 1.5V 干电池 2 个, 滑动变阻器 1 个, 开关, 导线等

【实验步骤】

一、用不同的电源电压自组惠斯通电桥测电阻

- ① 按照原理图连接线路, 将 R_x , R_y 分别调至 100Ω , (即将电源电压最小值, 限流电阻调至最大值, 经教师允许后, 方可通电。
- ② 选 1.5V 电源电压, 将 R_x , R_y 分别调至 100Ω , (即将电源电压最小值, 限流电阻调至最大值, 经教师允许后, 方可通电。
- ③ 调节电桥平衡: 先加上 1.5V 电压后, 轻轻地按下检流计的“电计”按钮, 试读电桥是否平衡, 如不平衡, 转动 R_0 旋钮, 使电桥趋于平衡。此过程逐渐增大或逐渐减小电阻 R_0 值, 直至检流计指针偏转 Δd 格, 将电桥的灵敏度定义为 $S = \frac{\Delta d}{\Delta R_0}$ 。
- ④ 将 1.5V 电压改为 3V, 重复上述过程。

2. 选用不同的倍率 N 值自组惠斯通电桥测电阻

- ① 粗略估计 R_x 的阻值范围, 连接线路, 选择一固定电压。
- ② 依次选择不同 N 值 (倍率) 进行测量, 每值分别为 $\frac{1000\Omega}{1000\Omega}$, $\frac{100\Omega}{100\Omega}$, $\frac{1000\Omega}{1000\Omega}$, $\frac{100\Omega}{100\Omega}$ 适当调整 R_0 的值, 记录 Δd , ΔR_0 。
- ③ 细调 R_0 , 使检流计读数为 0, 记录 R_0 值。

二、箱式惠斯通电桥测电阻

- (1) 估算 R_x 的阻值范围, 调整检流计的零点, 接入电阻。
- (2) 根据待测电阻大致范围, 取合适的倍率 N, 让比较臂四个旋钮均用上, 使测量结果四位有效数字。
- (3) 采用“跃接法”, 即间断按下接通检流计的开关按钮,

天津大学物理实验报告

材料学院 2015 年级 材料 专业

实验日期: 2016.10.17

实验者

实验题目:

(4)

	倍率C	R_0/Ω	R_x/Ω
R大	0.1	5321	532.1
R小	0.01	2284	22.84
R中	0.1	5550	555.0
R中	0.01	2194	21.94

【结果分析】1. 实验1证明互易前后 R_0 的改变量很小, 则说明系统误差很小。

2. 实验2证明电源电压增大一倍, 灵敏度 S 也几乎提高一倍, 灵敏度所决定的误差限大约减小一半, 但由于线路结构相同, 所以总的测量误差限变化甚微。

3. 实验3的数据可以看出组成电桥的电阻越小, 越对称, 灵敏度 S 越大, ΔS 越小。

④ 在第4组数据中, 电桥的灵敏度急剧下降, 测量的相对误差限显著变大, 说明当 $R_x \approx 500\Omega$ 时, 选择倍率 $R_1/R_2 = 0.01$ 是不合理的。

⑤ 发现 $\Delta S \propto \Delta x$ 相比较大, $\Delta \approx \Delta x$, 实际合成的误差限 $\Delta \approx \Delta x$ 。

由以上结论可得:

减少由电桥灵敏度带来的测量误差, 可采用

1. 在不超出桥臂电阻额定功率的情况下, 提高电源电压
2. 选用灵敏度高的检流计
3. 减小桥路电阻, 并使之保持对称

天津大学物理实验报告

附页

4. 实验4说明便捷式电桥可以较为容易的测出电阻。