

General Physics II 用惠斯通电桥测电阻

刘思昀 SLST 2022522011

Wednesday 8th May, 2024

1 惠斯通桥测量电阻

用万用表粗测待测电阻，测得 $R_x = 0.50248k\Omega = 502.48\Omega$

连接惠斯通桥电路后， $U_{AC} = 3.0V$ ，选取 5 个不同的 R_1/R_2 比值，分别调节电阻箱阻值使电桥平衡，电阻箱阻值读数记为 R ，电压表示数此时最接近于 0，记为 U ；改变电阻箱阻值，使得电压表示数发生微小变化，此时电阻箱阻值记为 R' ，电压表示数记为 U' 。最后计算 R_x 和电桥灵敏度 S 。

其中，

$$R_x = R \cdot \frac{R_1}{R_2}$$
$$\Delta R = R' - R$$
$$\Delta U_0 = U' - U$$
$$S = \left| \frac{\Delta U_0}{\frac{\Delta R}{R}} \right|$$

R1 (Ω)	2000	2000	1000	1000	3000
R2 (Ω)	2000	1000	2000	4000	2000
R1/R2	1	2	0.5	0.25	1.5
R (Ω)	504.6	254.0	1001.6	1998.6	335.4
R _x (Ω)	504.6	508.0	500.8	499.7	503.1
R' (Ω)	504.7	254.1	1001.7	1998.7	335.3
ΔR (Ω)	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1
U (mV)	-0.004	0.015	-0.011	-0.008	-0.050
U' (mV)	-0.095	-0.055	-0.078	-0.046	0.056
ΔU_0 (mV)	-0.091	-0.070	-0.067	-0.038	0.106
灵敏度S (V)	0.459	0.178	0.671	0.759	0.356

图 1: 惠斯通桥测量电阻

对于 5 次结果平均值，得到 $R_x = 503.2\Omega$, $S = 0.485$

对比粗测结果，相差

$$\delta = \frac{503.2 - 502.48}{502.48} \times 100\% = 0.143\%$$

	1	2	3	4	5	平均值
$R_x (\Omega)$	504.6	508.0	500.8	499.7	503.1	503.2
灵敏度 S (V)	0.459	0.178	0.671	0.759	0.356	0.485

图 2: 平均测量结果

2 惠斯通电桥灵敏度与电桥端电压的关系

分别选取 $U_{AC} = 1.0V, 3.0V, 5.0V, 7.0V, 9.0V$, $R_1 = 2000\Omega$, $R_2 = 2000\Omega$, 调节电桥至平衡状态时, 电阻箱阻值 $R = 504.5\Omega$, 故实验中保持电桥桥臂电阻比值 $R/R_2 = 0.2522$ 和电桥桥臂电阻总值 $R_1 + R_2 + R + R_x = 5007.7\Omega$ 不变。

改变电阻箱阻值, 使得电压表示数发生微小变化, 此时电阻箱阻值记为 R' , 电压表示数记为 U' 。最后计算 R_x 和电桥灵敏度 S 。

其中,

$$R_x = R \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

$$\Delta R = R' - R$$

$$\Delta U_0 = U' - U$$

$$S = \left| \frac{\Delta U_0}{\frac{\Delta R}{R}} \right|$$

R1 (Ω)	2000				
R2 (Ω)	2000				
R (Ω)	504.5	504.5	504.5	504.5	504.5
R' (Ω)	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6
ΔR (Ω)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
U (mV)	0.015	0.046	0.072	0.082	0.053
U' (mV)	-0.015	-0.050	-0.092	-0.150	-0.238
ΔU_0 (mV)	-0.030	-0.096	-0.164	-0.232	-0.291
Uac (V)	1.0	3.0	5.0	7.0	9.0
灵敏度 S (V)	0.151	0.484	0.827	1.170	1.468

图 3: 不同端电压下的电桥灵敏度

观察到电桥灵敏度随着端电压升高而升高, 接下来以 U_{AC} 为横坐标, S 为纵坐标, 作图如下:

线性拟合结果为 $y = 0.17x - 0.01$, $R^2 = 0.9994 > 0.99$

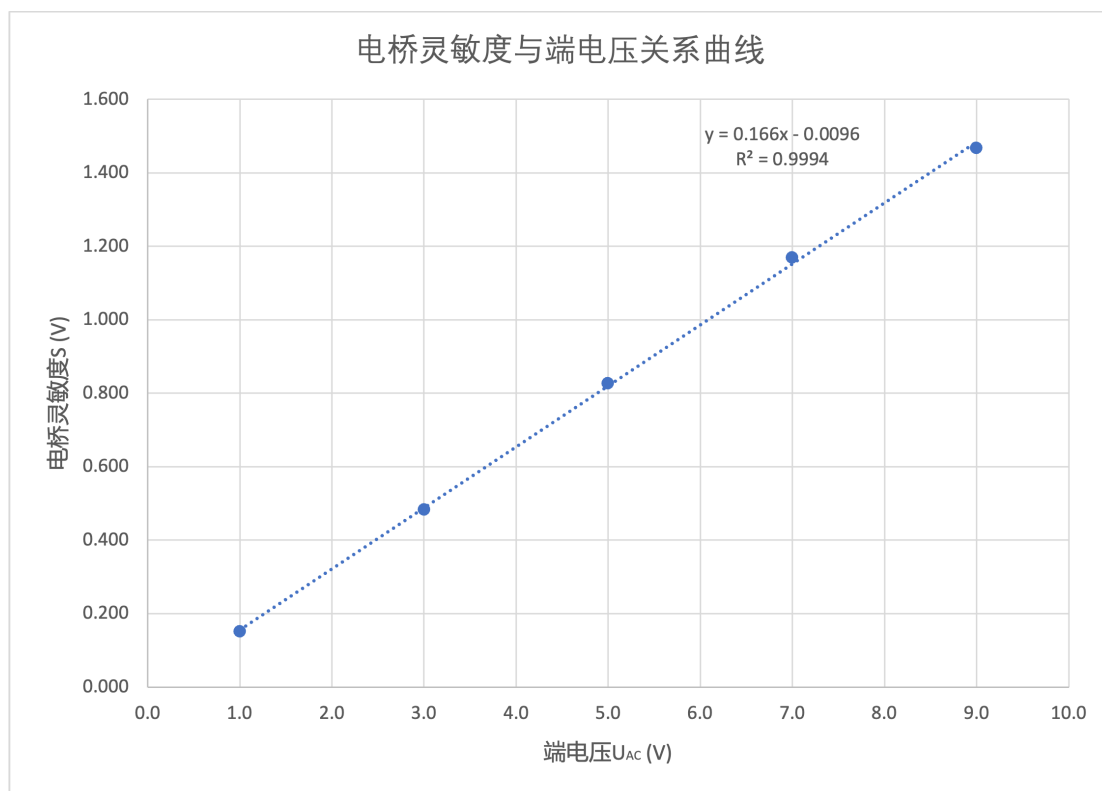


图 4: 电桥灵敏度与端电压曲线

3 分析与讨论

1. 从电阻测量结果和万用表测量结果的对比，以及线性拟合的结果判断，本次实验还是较为精确的

2. 本次实验可能的误差来源有：

- 电阻臂上的定值电阻并未进行校准，可能存在误差
- 由于毫伏表在平衡时并不为 0，即使为 0，由于实际电阻值和设定有差异，电桥也可能并不平衡

3. 若要提高实验的精确度，需要采用更为精确的电阻和测量仪器