

实验十四 直流电桥测量电阻 实验报告

钱思天 1600011388 No.8

2017 年 12 月 12 日

1 实验数据与处理

1.1 平衡电桥测量结果

表 1: 不同 R_x 不同 R_1/R_2 (均 $E = 4.0V$ & $R_h = 0\Omega$) 测量结果

测量值 \ 各待测项		$R_0(\Omega)$	$R'_0(\Omega)$	$\Delta n(\text{格})$	$R_x(\Omega)$	$\Delta R_0(\Omega)$	S
R_x & $\frac{R_1}{R_2}$							
R_{x1}	500/500	47.9	47.8	4.0	47.9	0.1	1.9×10^3
R_{x2}	50/500	3600	3575	4.0	360.0	25	5.8×10^2
	500/500	360.0	361.0	4.0	360.0	1.0	1.4×10^3
	500/500(交换)	360.0	361.0	4.0	360.0	1.0	1.4×10^3
R_{x3}	500/500	4059	4005	4.0	4059.0	54	3.0×10^2

表 2: R_{x2} 不同测量条件测量结果

测量值 \ 各待测项	$R_0(\Omega)$	$R'_0(\Omega)$	$\Delta n(\text{格})$	$R_x(\Omega)$	$\Delta R_0(\Omega)$	S
各测量条件						
$E = 4.0V$ & $R_h = 0\Omega$ & $R_1/R_2 = 500/500$	360.0	361.0	4.0	360.0	1.0	1.4×10^3
$E = 2.0V$ & $R_h = 0\Omega$ & $R_1/R_2 = 500/500$	360.0	362.0	4.0	360.0	2.0	7.2×10^2
$E = 4.0V$ & $R_h = 0\Omega$ & $R_1/R_2 = 500/5000$	3600	3650	4.0	360.0	50.0	2.9×10^2
$E = 4.0V$ & $R_h = 3.0k\Omega$ & $R_1/R_2 = 500/500$	360	340	5.5	360.0	10.0	2.0×10^2

关于灵敏度 S 的计算, 利用公式

$$S = \frac{\Delta n}{\Delta R_x / R_x} = \frac{\Delta n}{\Delta R_0 / R_0}$$

可计算出各 S 的实测值, 已附于数据表内。

至于 S 的理论值, 根据公式

$$S = \frac{S_G E}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + (R_g + R_h)(2 + \frac{R_1}{R_x} + \frac{R_0}{R_2})}$$

将 $S_G^{-1} = 1.3 \times 10^{-6}(\text{A/格})$ 及 $R_g = 47\Omega$ 代入, 得下表:

表 3: 不同 R_x 不同 R_1/R_2 (均 $E = 4.0\text{V}$ & $R_h = 0\Omega$) S 理论值计算结果

R_x	R_{x1}	R_{x2}			R_{x3}
R_1/R_2	500/500	50/500	500/500	500/500(交换)	500/500
S	1.8×10^3	6.2×10^2	1.6×10^3	1.6×10^3	3.2×10^2

下计算交换桥臂法测得的 R_{x2} 及其不确定度 σ_{x2} :

利用公式

$$R = \sqrt{R_{01} \cdot R_{02}}$$

$$\sigma = \sqrt{(\frac{\partial R}{\partial R_{01}})^2 \sigma_{R_{01}}^2 + (\frac{\partial R}{\partial R_{02}})^2 \sigma_{R_{02}}^2 + (\delta R)^2}$$

$$(\frac{\partial R}{\partial R_{01}})^2 \sigma_{R_{01}}^2 = \frac{R_{02}}{4R_{01}} \cdot (\frac{0.1\% \times R_{01}}{\sqrt{3}})^2 = 0.011$$

$$(\frac{\partial R}{\partial R_{02}})^2 \sigma_{R_{02}}^2 = \frac{R_{01}}{4R_{02}} \cdot (\frac{0.1\% \times R_{02}}{\sqrt{3}})^2 = 0.011$$

$$(\delta R_x)^2 = (\frac{0.2R_x}{S})^2 = 0.0026$$

得

$$R_{x2} = \sqrt{R_{01} \cdot R_{02}} = 360.0(\Omega)$$

$$\sigma_{x2} = \sqrt{(\frac{\partial R}{\partial R_{01}})^2 \sigma_{R_{01}}^2 + (\frac{\partial R}{\partial R_{02}})^2 \sigma_{R_{02}}^2 + (\delta R)^2} = 0.2(\Omega)$$

$$R_{x2} \pm \sigma_{x2} = (360.0 \pm 0.2)\Omega$$

1.2 其余电阻测量不确定度

其余电阻均未采用交换桥臂法。因此，其不确定度公式如下：

$$\sigma = \sqrt{(\delta R)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial R_1}\right)^2 \sigma_{R_1}^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial R_2}\right)^2 \sigma_{R_2}^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial R_0}\right)^2 \sigma_{R_0}^2}$$

又：

$$\begin{aligned} (\delta R)^2 &= \left(\frac{0.2R}{S}\right)^2 \\ \left(\frac{\partial R}{\partial R_1}\right)^2 \sigma_{R_1}^2 &= \left(\frac{R_0}{R_2}\right)^2 \frac{(0.1\%R_1)^2}{3} \\ \left(\frac{\partial R}{\partial R_0}\right)^2 \sigma_{R_0}^2 &= \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \frac{(0.1\%R_0)^2}{3} \\ \left(\frac{\partial R}{\partial R_2}\right)^2 \sigma_{R_2}^2 &= \left(\frac{R_1 R_0}{R_2^2}\right)^2 \frac{(0.1\%R_2)^2}{3} \end{aligned}$$