

## 【212】直流电桥测电阻

实验日期\_\_\_\_\_实验组号\_\_\_\_\_实验地点\_\_\_\_\_报告成绩 47

### I 惠斯登电桥

[实验目的]

1. 掌握用单臂电桥测量电阻的原理和特点\_\_\_\_\_;
2. 学会用单臂电桥测电阻\_\_\_\_\_;
3. 了解电桥灵敏度\_\_\_\_\_。

[实验仪器]

数字式万用表, 箱式单臂电桥, 待测电阻 [ 实

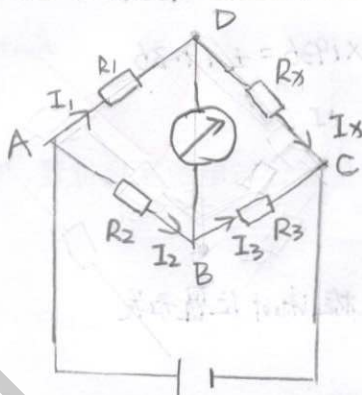
验原理摘要]

1. 在惠斯登电桥的原理图中, 电阻  $R_x$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  称为电桥臂, 其中  $R_x$  称为 待测电阻,  $R_3$  称为 比较电阻,  $R_1$  和  $R_2$  称为 比率臂。
2. 电桥线路中, 对角 A 和 C 之间接 直流电源, 对角 B 和 D 之间连接 "桥"。所谓“桥”是指 串联的检流计 G 作为平衡指示器, 当 B、D 两点之间的电位相等时, 检流计中  $I_{BD} = 0$ , 这时电桥达到了 平衡。
3. 由欧姆定律可知, 电桥的平衡条件为  $R_x = \frac{R_1}{R_2} R_3$ 。
4. 在用电桥测量电阻的实际操作中, 一般先选定 较大 的数值, 再调节比较臂上的 电阻 就可以使电桥达到平衡。
5. 电桥的灵敏度定为 单位  $R_3$  微小变量中电桥偏离平衡位置而引起的, 公式为  $S = \frac{\Delta n}{\Delta R_3 / R_3}$ 。
6. 本实验中电桥是采用 二端接法 方法进行测电阻的仪器。
7. 实验中注意事项:

取下电阻时要关闭电源,防止检流计瞬间偏转角度过大发生危险

万用表用完后要将开关旋到交流电压最大档位

画出惠斯登电桥原理图:



[实验内容及步骤]

1. 用万用表测量待测电阻  $R_{x1}$ ,  $R_{x2}$ ,  $R_{x3}$  并作记录
2. 用箱式单臂电桥测量待测电阻  $R_{x1}$ ,  $R_{x2}$ ,  $R_{x3}$
3. 测量箱式电桥对不同电阻  $R_{x1}$ ,  $R_{x2}$ ,  $R_{x3}$  的灵敏度

预习遇到的问题:

[数

据表格及处理]

1. 万用电表粗测电阻数据

$R_{x1} (\Omega)$	$R_{x2} (\Omega)$	$R_{x3} (\Omega)$
23.8	118.4	1934

2. 单臂(箱式)电桥精测电阻数据

$R_1/R_2$	$R_3 (\Omega)$	$R_x (\Omega)$
$10^{-2}$	2375	23.75
$10^{-1}$	1195	119.5
1	1936	1936



3. 计算每个电阻的误差, 并写出结果表达式  $R \pm \Delta R$

$$\Delta R_{x1} = \pm a\% R_{x1} = \pm 0.2\% \times 23.75 = \pm 4.750 \times 10^{-2} R_{x1} \pm \Delta R_{x1} = (23.75 \pm 0.05) \Omega$$

$$\Delta R_{x2} = \pm a\% R_{x2} = \pm 0.1\% \times 119.5 = \pm 1.195 \times 10^{-1} R_{x2} \pm \Delta R_{x2} = (119.5 \pm 0.2) \Omega$$

$$\Delta R_{x3} = \pm a\% R_{x3} = \pm 0.1\% \times 1936 = \pm 1.936 R_{x3} \pm \Delta R_{x3} = (1936 \pm 0.002) \times 10^3 \Omega$$

[思考题]

1. 当电桥达到平衡后, 将检流计与电源互换位置, 电桥是否仍保持平衡? 证明之 (用公式证明)。

与电源和检流计位置无关

$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

2. 分析下列因素是否会影响电桥测电阻的误差?

(1) 电源电压不太稳定?

答: 不会

(2) 导线电阻不能完全忽略?

答: 会

(3) 检流计没有调零?

答: 会

(4) 检流计灵敏度不够?

答: 会

## II 双臂电桥

[实验目的]

1. 了解四端接线法的意义及双臂电桥的结构；
2. 掌握双臂电桥测量低值电阻的方法。

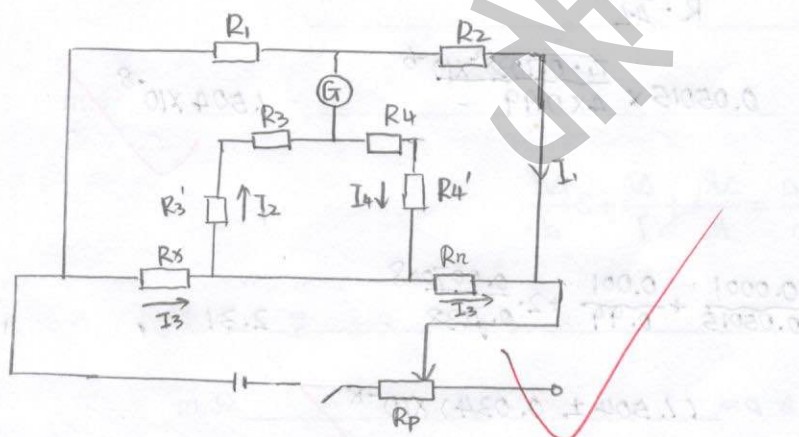
[实验仪器]

双臂电桥, 米尺, 千分尺, 金属丝等

[实验原理摘要]

1. 为了消除 引线 电阻和接点处 接触电阻 对测量结果的影响, 被测电阻  $R_x$  和标准比较臂电阻  $R_n$  都应接成 四端 电阻。
2. 双臂电桥的平衡条件为:  $R_x = \frac{R_1}{R_2} R_n$ 。
3. 测量时, 调节  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_n$  使 检流计 指零, 这时电桥达到平衡。
4. 导体的电阻率公式  $\rho = \frac{\pi d^2}{4L}$ 。
5. 实验中注意事项 通电时间尽量短, 被测电阻一定要按电流接头, 电压接头分

画出双臂电桥原理图:



[实验内容及步骤]

1. 用 QJ23 型单臂电桥粗测铜丝、铁丝的导体电阻  $R_1, R_2$
2. 用 QJ44 双臂电桥测量导体的导体率。



预习遇到的问题:

[数据表格及处理]

1. 双臂电桥精测铜丝、铁丝的电阻

$R_1 (\Omega)$	$R_2 (\Omega)$
0.05015	0.1430

2. 铜丝、铁丝的直径

次数	1	2	3	4	5
铜丝 $d$ (mm)	0.665	0.765	0.675	0.705	0.719
铁丝 $d$ (mm)	1.105	1.072	1.070	1.075	1.078

3. 测量铜丝, 铁丝的长度

$l_1 =$ 0.99 m	$l_2 =$ 0.74 m
----------------	----------------

4. 计算铜丝、铁丝电阻率以及误差, 写出测量结果。

$$\rho_{\text{铜}} = R \cdot \frac{\pi d^2}{4L}$$

$$= \frac{0.05015 \times \pi \cdot 0.7038^2 \times 10^{-6}}{4 \times 0.99} = 1.504 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$E = \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta d}{d}$$

$$= \frac{0.0001}{0.05015} + \frac{0.001}{0.99} + 2 \cdot \frac{0.007008}{0.7038} = 2.31\%$$

$$\rho \pm \Delta \rho = (1.504 \pm 0.034) \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$\rho_{\text{铁}} = R \cdot \frac{\pi d^2}{4L}$$

$$= \frac{0.1430 \times \pi \cdot 1.080^2 \times 10^{-6}}{4 \times 0.74} = 1.770 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$$

$$E = \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta d}{d}$$

$$= \frac{0.001}{0.430} + \frac{0.001}{0.74} + 2 \cdot \frac{0.014}{1.080} = 3.31\%$$

$$\rho \pm \Delta \rho = (1.770 \pm 0.059) \times 10^{-7} \Omega \cdot m$$

[思考题]

1. 双臂电桥与单臂电桥有哪些异同?

同: 都是利用电桥平衡时各个桥臂电阻间的简单关系, 用桥臂上的已知电阻来推断加入桥臂的未知电阻的阻值。

异: 单臂电桥测量阻值包括引线电阻和接触电阻, 测量小电阻有误差。

[实验体会与收获]

四端接线法的重要性

双臂电桥的使用方法

[指导教师意见]



# 电桥测电阻

## 原始数据记录

实验日期 11.30 实验组号 1 实验地点 211 仪器编号 7

### I 惠斯登电桥

[数据表格]

1. 万用电表粗测  $R_1, R_2, R_3$

$R_{x1} (\Omega) = 23.8$	$R_{x2} (\Omega) = 118.4$	$R_{x3} (\Omega) = 1934$
--------------------------	---------------------------	--------------------------

2. 单臂电桥精测电阻  $R_1, R_2, R_3$

$R_1/R_2$	$R_3 (\Omega)$	$R_x (\Omega)$
$10^{-2}$	2375	23.75
$10^{-1}$	<del>2034</del> 1195	<del>2034</del> 119.5
1	1936	1936

### II 双臂电桥

1. 双臂电桥测量铜丝、铁丝的电阻值

$R_1 (\Omega)$	$R_2 (\Omega)$
0.06015	0.1430

2. 测量铜丝、铁丝的直径以及导线的长度  $l_1 = 0.99??$  m  $l_2 = 0.74??$  m

次数	1	2	3	4	5
铜丝 $d$ (mm)	0.665	0.765	0.675	0.705	0.719
铁丝 $d$ (mm)	1.105	1.072	1.070	1.075	1.078

教师签字: 本江

日期: 11.30