

# 武汉大学物理实验数据记录单

学院: 测绘 专业: 测绘

实验名称: 直流电桥测电阻

实验仪器台号: \_\_\_\_\_

$R_x$ 估计值  $100\Omega$  (单臂)

$R_s/\Omega$	$R_x-10\Omega$	$R_x-5\Omega$	$R_x$	$R_x+5\Omega$	$R_x+10\Omega$
$l_1/\text{cm}$	52.60	51.25	50.00	48.71	47.50
$l_2/\text{cm}$	47.40	48.75	50.00	51.29	52.50
$R_x/\Omega$	99.87	99.87	100.00	99.72	99.52

$$\bar{R}_x = 99.80\Omega$$

$R_x$ 估计值  $200\Omega$  (单臂)

$R_s/\Omega$	$R_x-10\Omega$	$R_x-5\Omega$	$R_x$	$R_x+5\Omega$	$R_x+10\Omega$
$l_1/\text{cm}$	51.39	50.70	50.10	49.51	48.95
$l_2/\text{cm}$	48.61	49.30	49.90	50.49	51.05
$R_x/\Omega$	200.87	200.54	200.80	201.02	201.36

$$\bar{R}_x = 200.92\Omega$$

$R_x$ 估计值  $300\Omega$  (串联)

$R_s/\Omega$	$R_x-10\Omega$	$R_x-5\Omega$	$R_x$	$R_x+5\Omega$	$R_x+10\Omega$
$l_1/\text{cm}$	50.88	50.46	50.00	49.57	49.21
$l_2/\text{cm}$	49.12	49.54	50.00	50.43	50.79
$R_x/\Omega$	300.39	300.48	300.00	299.80	300.36

$$\bar{R}_x = 300.21\Omega$$

指导教师: \_\_\_\_\_

年 月 日

当被测电阻不相等时,  $G$  中无电流通过, 此时平衡电桥也成立



$R_x$  标称值 65 (并联)

$R_s/\Omega$	$R_x-10\Omega$	$R_x-5\Omega$	$R_x$	$R_x+5\Omega$	$R_x+10\Omega$
$l_1/\text{cm}$	54.81	52.55	50.54	48.79	47.01
$l_2/\text{cm}$	45.19	47.45	49.46	51.21	52.99
$R_x/\Omega$	66.71	66.45	66.42	66.69	66.54

$$\bar{R}_x = 66.56\Omega$$

汇总表格:

	$R_s-10$	$R_s-5$	$R_s$	$R_s+5$	$R_s+10$	$R_s$
单次 100 $\Omega$	99.87	99.87	100.00	99.72	99.52	100
单次 200 $\Omega$	200.87	200.54	200.80	201.02	201.36	200
串联	300.39	300.48	300.00	299.80	300.36	300
并联	66.71	66.45	66.42	66.69	66.54	65





# 武汉大学物理科学与技术学院

## 物理实验报告

物理学院

物理类专业

2019年5月17日

实验名称	直流电桥测电阻				
姓 名		年 级	大一	学 号	
				成 绩	85

实验报告内容：

一、实验目的	五、数据表格
二、主要实验仪器	六、数据处理及结果表达
三、实验原理	七、实验结果分析
四、实验内容与步骤	八、习题

**一. [实验目的]**

1. 了解惠斯通电桥测电阻的原理, 掌握用惠斯通电桥测电阻的方法.
2. 了解直流电桥的灵敏度, 学习合理选择实验条件, 减小系统误差.
3. 了解直流电桥测电阻的不确定度来源.

**二. [主要实验仪器]**

直流稳压电源、待测电阻、滑动变阻器  $R_H$ 、指针式检流计、精度为0.1级的直流电阻箱、板式滑线电桥一套、QJ-23单臂电桥一台等.

**三. [实验原理]**

1. 惠斯通电桥的基本原理和平衡条件

如图①所示, 电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  及  $R_x$  组成电桥的四个桥臂, C、D 两点间接有检流计将两点的电势直接进行比较, 当两点电势相等时, G 中无电流通过, 我们称电桥达到



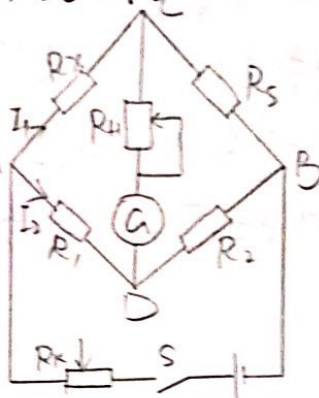


平衡. 这时有  $I_1 R_x = I_2 R_1$ ,  $I_1 R_3 = I_2 R_2$ , 可得出电桥的平衡条件

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_3} \text{ 平衡时, 若已知电阻 } R_1, R_2, R_3 \text{ 则可求得}$$

$$R_x = \frac{R_1}{R_2} R_3 \quad \dots\dots\dots ①$$

用惠斯通电桥测电阻  $R_x$  时, 首先要调电桥的平衡. 实验中  $R_1, R_2$  及  $R_3$  均可用电阻箱替代, 都是可调的. 但调平衡时最好先固定比率系数 (或叫倍率)  $k = \frac{R_1}{R_2}$ ,



图①

然后再调  $R_3$  直至平衡. 电桥平衡公式①表明,

电桥法测电阻的特点是将被测电阻与已知电阻比较, 利用检流计示零保证平衡条件满足, 所以对电源的稳定性要求不高.

单臂电桥中最简单而又直观的是板式电桥. 图②所示是一种板式滑线电桥,  $AB$  是一均匀的电阻丝, 固定在一米尺上,  $D$  点可在  $AB$  上滑动,  $CD$  间接有检流计  $G$ ,  $R_0$  为标准电阻,  $R_x$  为待测电阻,  $AB$  端接有电池、保护开关  $S$ , 限流电阻  $R$  ( $R$  调节工作电流用).  $D$  把  $AB$  分成  $AD, DB$  两段电阻丝, 对应长度为  $l_1, l_2$ , 组成比例臂. 选定  $R_0$ , 调节  $D$  点位置, 使检流计电流为零, 电桥达到平衡,  $C, D$  两点电位相等, 有

$$R_x = \frac{l_1}{l_2} R_0 \quad \dots\dots\dots ②$$

## 2. 电桥灵敏度 $S$

①式是在电桥平衡的条件下推导出来的, 电桥法测电阻





是将待测电阻和已知电阻进行比较(比较法),因而测量精度取决于已知电阻。另外,电桥平衡与否是根据检流计的偏转来判断的,因此电桥测电阻的精度还和电桥偏转灵敏度有关。若将  $R_s$  改变  $\Delta R_s$  值,检流计的指针偏离平衡位置  $n$  格,则电桥灵敏度  $S$  的定义为

$$S = \frac{n}{\frac{\Delta R_s}{R_s}} = \frac{n R_s}{\Delta R_s} \dots\dots\dots (3)$$

实验中,利用③式可以测得电桥的灵敏度。其方法如下:调节电桥使其达到平衡,读取  $R_s$  值。将  $R_s$  改变  $\Delta R_s$ ,此时电桥失去平衡,检流计的读数为  $n$ 。将以上结果代入③式,即可求得电桥灵敏度  $S$ 。

### 3. 电桥测量误差和不确定度分析

应用电桥测量电阻时,若进行多次测量,则总是要改变桥臂  $R_1$ 、 $R_2$  和  $R_s$  的阻值,这样电桥灵敏度也必然随之改变,故所进行的多次测量将不是等精度测量。因此既不能求多次测量结果的平均值,也不能计算其平均值和误差。只能对单次测量分析和估算其测量误差和不确定度。

(1) 由电桥的灵敏度所引起的不确定度分量  $u_s$

在电桥灵敏度定义公式  $S = \frac{n R_s}{\Delta R_s}$  中,  $\Delta R_s$  被称为电桥的灵敏度。电流计偏转值  $n$  取 0.2 分格时,对应的被测量变化  $\Delta R_x$  为

$$\Delta R_x = \frac{0.2 R_x}{S} = u_s \dots\dots\dots (4)$$

因此,电桥实验中计算灵敏度是为了求出灵敏度。



(2) 由桥臂电阻  $R_1$ ,  $R_2$  和  $R_3$  的仪器误差引入的不确定度分量  $U_a$

$$U_a = \Delta R = R_x \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta R_1}{R_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R_2}{R_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R_3}{R_3}\right)^2} \dots\dots ⑥$$

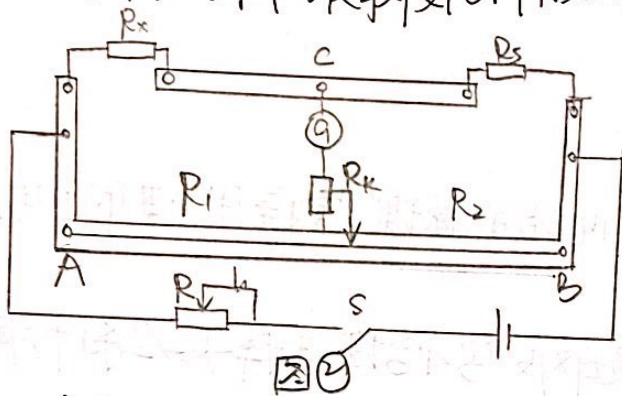
(3) 导线电阻引起的不确定度

$$U_{R_f} = \sqrt{U_a^2 + U_s^2} \dots\dots ⑦$$

#### 4. 有效数字的处理

(1) 按  $\Delta R = \pm(a\%R + b)$  公式计算误差  $\Delta R$

(2) 按电桥的灵敏度估计有效数字



#### IV. [实验内容与步骤]

##### 板式电桥测电阻

(1) 按图②接好线路,  $R_s$  最好选择与待测电阻接近的标准电阻,  $R$  取较小的电阻,  $R_k$  先调至最大. 检流计 G 点接好后, 滑动头 D 点先不要按下.

(2) 合上电源开关 S, 按下滑动头 D, 观察检流计 G 的偏转情况. 如偏转过大, 应走到大松手, 在偏转不太大的情况下, 按下 D 点, 在电阻丝上滑动, 找出平衡点.

教师评语

指导教师:

年 月 日





# 武汉大学物理科学与技术学院

## 物理实验报告

学院

专业

年 月 日

实验名称					
姓 名		年 级		学 号	
				成 绩	

实验报告内容：

一、实验目的

二、主要实验仪器

三、实验原理

四、实验内容与步骤

五、数据表格

六、数据处理及结果表达

七、实验结果分析

八、习题

(3) 将  $R_1$  调至最小, 找出更为确定的平衡点, 记下  $l_1, l_2$ , 填入表格中.

(4) 改变  $R_1$  的阻值, 用同样的方法, 测量 5 次, 将记录的数据填入表格中.

(5) 用同样的方法测量第二个电阻, 取 5 组数据.

(6) 以上面的步骤测量两电阻串联、并联之值.

(7) 测完后, 先断开滑动头与电阻丝的接触点, 再断开电源开关  $S$ .

五. [数据表格]  
(见实验数据记录单)

六. [数据处理及结果表达]  
(见实验数据记录单)

七. [实验结果分析]  
1. 系统误差  
① 板式电桥上电阻丝长度与米尺无法绝对一一对应



扫描全能王 创建

② 检流计指针无法在电流为0时精确指向平衡位置

③ 导线连接点过多影响对接触点的电阻

④ 各导线与连接点有一定电阻会影响各支路上电阻值

## 2. 随机误差

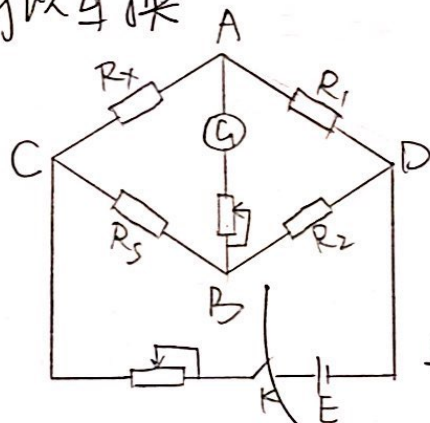
① 人为读数有偏差: 米尺读数误差、检流计指向零误差

② 外界环境条件影响实验元件电阻

③ 在接近平衡位置周围, 检流计偏转非常小, 难以准确判断电桥平衡位置

## 八. [习题]

1. 可以互换



如图所示, 互换后, 当检流计示数为零时

$$I_x R_x = I_s R_s$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$\text{且 } I_x = I_1, I_s = I_2$$

$$\frac{R_s}{R_x} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\text{则 } R_x = \frac{R_1}{R_2} R_s$$

且可注意到计算表达式不变

2. 单臂电桥灵敏度与电源电压、检流计灵敏度、检流计内阻及电桥总电阻有关。  
→ (B-面)





根据公式  $S = \frac{\Delta R_s}{R_s}$ , 电源电压越高, 检流计灵敏度越大, 限流电阻  $R_H$  阻值越小, 电桥灵敏度越高; 各桥臂电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  及  $R_x$  的阻值越小, 电桥灵敏度越高。当阻值一定时, 灵敏度还与桥臂的比值  $k = \frac{R_1}{R_2}$  有关。

提高灵敏度方法:

- ① 增大电桥两端电压
- ② 选用电流灵敏度高的检流计
- ③ 减小桥臂电阻, 尽量使桥臂电压相等。

