



# 厦 门 大 学

## XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FULFAN XIAMEN

CABLE: 0633 P.C: 361005

### 实验十四 惠斯登电桥

#### 一. 实验目的

1. 理解惠斯登电桥的原理, 掌握其测量电阻的方法。
2. 了解电桥灵敏度对测量结果的影响, 掌握电桥灵敏度测量方法。
3. 了解桥臂电阻准确度等级给测量带来的误差, 学会用交换法消除桥臂电阻准确度等级误差。

#### 二. 实验仪器

电阻箱(其中0.1级两个, 0.02级的一个)、ACS-4型直流式检流计、保护盒、待测电阻、直流电源、QJ23型惠斯登电桥

#### 三. 实验原理

惠斯登电桥又称直流平衡电桥, 是用比较电流的方法来测量电阻, 其电路如图所示。待测电阻 $R_x$ 与另外三个电阻 $R_1, R_2, R_0$ 连成一个闭合环路, 每条边(电阻)称为电桥的桥臂, 四个电阻的连接点, 即a.b.c.d称为电桥的顶点。在电桥的一对对顶点,a.c间的连接电源E, 在另一对对顶点,b.d间连接检流计G。所谓“桥”就是指bGd这条对角线, 它的作用是利用检流计将电桥的两个对顶点的电位直接进行比较, 当b.d两点的电位相等时, 通过检流计的电流 $I_g = 0$ , 电桥处于平衡状态。电桥平衡时, 一对对边电阻的乘积等于另一对对边电阻的乘积, 即 $R_1 R_0 = R_2 R_x$ 或 $R_x = \frac{R_1}{R_2} R_0$ 。上式称为电桥的平衡条件。根据电桥平衡关系式, 如果已知 $R_1, R_2, R_0$ 或 $R_0, \frac{R_1}{R_2}$ 两值, 就可以求出待测电阻 $R_x$ 。在式(1)中,  $R_1, R_2$ 称为电桥的比例臂, 它们的比值 $\frac{R_1}{R_2}$ 称为电桥的比率, 其值一般按10的整数次方变化;  $R_0$ 称为比较臂(或测定臂), 通常采用标准电阻箱;  $R_x$ 称为待测臂。

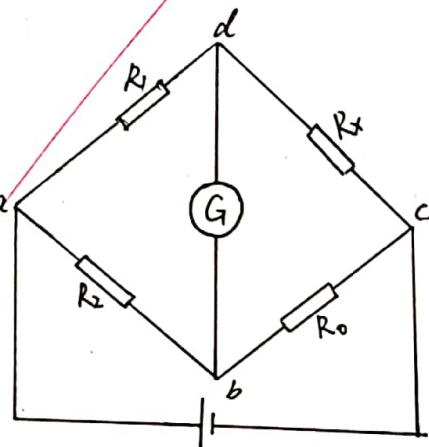


图1. 惠斯登电桥原理图

调换电源E和检流计G的位置, 电桥的平衡条件和平衡状态不变。

另外, 检流计也可以用毫伏表或微安表来替代, 只要检测到b.d间的电位差或电流为零即可判断电桥平衡。此方法又称“零示法”。

#### 四. 平衡电桥法测量电阻, 其不确定度主要来自两方面

##### 1. 电桥灵敏度不够带来的测量误差

判断电桥是否平衡是以检流计指针有无偏转来判断的。实际上, 检流计指针不偏转不一定没有电流通过, 一般只是电流太小, 不足以使检流计指针发生偏转。若电桥平衡后, 我们把某一桥臂电阻 $R$ 改变一个量 $\pm \Delta R$ , 这时流过检流计的电流 $I_g \neq 0$ ; 当 $\Delta R$ 足够大, 使电桥偏离平衡较远,  $I_g$ 大就能使检流计偏转显示出来。但如果 $I_g$ 太小, 或检流计灵敏度不高使人眼觉察不出检流计指针有偏转, 认为电桥是平衡的, 这必然带来误差。因此电桥就存在一个灵敏度问题, 为此引入电桥相对灵敏度的概念。

电桥平衡后, 任一桥臂电阻 $R$ 的相对变化 $\frac{\Delta R}{R}$ 引起检流计偏转 $\Delta n$ 格, 这两者的比值称为电桥灵敏度 $S$ , 即 $S = \frac{\Delta n}{\frac{\Delta R}{R}}$ , 相同的 $\frac{\Delta R}{R}$ 所引起的 $\Delta n$ 越大, 电桥灵敏度越高, 对电桥平衡的判断也就越准确。对一个具体电桥,







# 厦 门 大 学

## XIAMEN UNIVERSITY

ADD: 211200 JIAXIANG XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

改变任何一个桥臂电阻得到的电桥灵敏度都是相同的。具体测量时，待测电阻  $R_x$  是不能改变的，我们改变比较臂电阻  $R_0$ ，以  $\frac{\Delta R_0}{R_0}$  来代替  $\frac{\Delta R_x}{R_x}$ 。

由电桥灵敏度定义式，解基尔霍夫方程组，可以得到电桥灵敏度与桥路参数的关系为  $S = \frac{S_i E}{R_1 + R_2 + R_0 + R_x + R_g(2 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_2}{R_1})}$  式中  $S_i$  为检流计电流灵敏度 ( $S_i = \frac{\Delta I}{\Delta U}$ )， $R_g$  为检流计内阻， $E$  为电源电压，其它电阻为电桥的四个桥臂电阻。由此可见：

(1) 电桥灵敏度与电桥各参数和内阻  $R_g$  都有关系。当  $R_1$  和  $R_x$  数量级相同， $R_2$  和  $R_0$  数量级相同的时候，电桥灵敏度较高。

(2) 电桥灵敏度与检流计灵敏度  $S_i$  成正比。选用  $S_i$  大， $R_g$  小的检流计，可以提高电桥灵敏度。

(3) 提高电桥的电源电压  $E$  也可以提高电桥灵敏度，但电源电压不能过高，太高容易损坏电桥，应根据待测电阻大小，适当选择不同电源电压。

(4) 同一电桥测量不同电阻，或用不同比率测量同一电阻，电桥灵敏度不一样。选择适当的桥臂比率，可以提高电桥灵敏度。桥臂比率的大小是与测量的精密度相联系的。电桥灵敏度愈高，测量误差愈小。当  $\Delta n \leq 0.2$  格时，一般人眼觉察不出检流计有偏转，因此电桥灵敏度  $S$  所决定的测量误差为  $\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta n}{S} = \frac{0.2}{S}$

### 2. 桥臂电阻不够准确造成系统误差

如果桥臂电阻  $R_1$ 、 $R_2$  和  $R_0$  的准确度等级误差分别为  $\frac{\Delta R_1}{R_1}$ 、 $\frac{\Delta R_2}{R_2}$  和  $\frac{\Delta R_0}{R_0}$ ，则根据不确定度的传递理论和电阻箱准确度等级的意义 ( $\alpha\% = \frac{\Delta R}{R}$ )，由式 (1) 决定的电阻  $R_x$  的准确度等级误差为

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_0}{R_0} = \alpha_1\% + \alpha_2\% + \alpha_3\%$$

一般，测定臂电阻  $R_0$  选用准确度等级较高的标准电阻箱，由它所带来的准确度等级误差较小，因此待测电阻  $R_x$  的准确度等级误差主要由比例臂电阻  $R_1$ 、 $R_2$  的准确度等级决定。

消除是比值的系统误差对测量结果的影响，常用以下两种方法。

#### (1) 交换法，又称互易法

当电桥平衡时，由式 (1) 测得  $R_x$  后，保持  $R_1$ 、 $R_2$  的阻值和位置不变，交换待测电阻  $R_x$  和测定臂电阻  $R_0$  在电桥中的位置，然后再次调节  $R_0$ ，使电桥重新平衡，设此时  $R_0$  的指示值为  $R'_0$ ，则待测电阻为  $R_x = \frac{R_1}{R_2} R'_0$  (16)

由式 (11) 与式 (16) 相乘得  $R_x = \sqrt{R_0 R'_0}$  (17)

由式 (17) 可知，交换后的  $R_x$  值仅与测定臂电阻相关，而与比例臂电阻  $R_1$ 、 $R_2$  无关。根据不确定度的传递理论，由式 (17) 决定的待测电阻的准确度等级误差为  $\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{1}{2} (\frac{\Delta R_0}{R_0} + \frac{\Delta R'_0}{R'_0}) = \frac{\Delta R_0}{R_0} = \alpha\%$

用交换法测量，待测电阻的准确度等级误差仅由测定臂电阻的准确度等级决定。若  $R_0$  电阻箱的准确度等级为 0.02 级，则  $R_0$  的指示值误差—准确度等级误差为  $\frac{\Delta R_0}{R_0} = 0.02\%$ ，它给待测电阻带来的准确度等级误差为 0.02%。

为了保证  $R_x$  的有效数字的位数， $R_1$ 、 $R_2$  要用同数量级的电阻。因为  $R_1$ 、 $R_2$  的数量级差别大， $R_0$ 、 $R'_0$  的数量级差别也大，利用  $R_x = \sqrt{R_0 R'_0}$  计算出的  $R_x$  的有效数字就少，同时电桥灵敏度将下降，误差势必增大，因此失去交换意义。



扫描全能王 创建





# 厦 门 大 学

## XIAMEN

## UNIVERSITY

ADD: FULFAN XIAMEN

CABLE: 0633 P.C: 361005

### (2) 代替法

当电桥平衡时,由式(1)测得 $R_x$ ,保持 $R_1$ 、 $R_2$ 和 $R_0$ 的阻值和位置不变,用准确度较高的可调标准电阻 $R_s$ 代替 $R_x$ ,调节 $R_s$ ,使电桥重新平衡,这时的平衡关系式为 $R_s = \frac{R_1}{R_2} R_0$  (19)

比较式(1)和式(19)得 $R_x = R_s$ ,因有 $\Delta R_x = \Delta R_s$ ,  $\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta R_s}{R_s}$

可见,用代替法测得的电阻 $R_x$ ,其准确度等级误差仅由所代替的标准电阻 $R_s$ 的准确度等级所决定,与臂桥电阻 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_0$ 都无关。

### 五. 实验内容

#### 1. 用 QJ23 型直流电阻电桥测定三个待测电阻的阻值及相应的电桥灵敏度

QJ23 型直流电阻电桥的电路与图 1 基本相同,只是把整个装置在一个箱式的盒内。其面板和内部线路如图 2。比率 $R_s$ 由面板右侧的一个旋钮调节,共分 $\times 10^{-3}$ 、 $\times 10^{-2}$ 、 $\times 10^{-1}$ 、 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 10^2$ 、 $\times 10^3$ 七档,采用十进定值制。测定臂 $R_0$ 由面板上四个十进位的电阻箱组成,最小为个位数,最大为千位数。电桥的检流计在面板的中间,其下方有一个指针零点调节旋钮,检流计不通电时,旋转之可以使指针指在标度尺的零刻度处。本电桥的电源有 3V、6V、15V 和外接电源四种供选择,以应对测量不同范围电阻之所需。左下方有三个接线柱,分别标有“内接”、“G”、“外接”字样,使用内部检流计时将“外接”和“G”两接线柱短路而露出“内接”字样,如果不使用内部检流计,可将“内接”和“G”两接线柱短路,在“外接”和“G”的两接线柱间接入更加灵敏的检流计。

测量时,待测电阻由“ $R_x$ ”的两接线柱间接入。面板上标明“B”和“C”字样的按钮分别表示电源和检流计的按钮开关,按下时电路接通,放开时电路切断。当按下并将按钮顺时针方向旋转可以将按钮锁住,保持电路常通,将锁住的按钮倒转到原处就可以解锁,以切断电路。电源按钮开关“B”便于快按快放,以减少电能的消耗;电桥的调节,是一个从不平衡到平衡的渐变过程,开始调节时往往会遇到有较大的电流通过,轻按快放检流计的按钮开关“G”,可马上切断电路,避免检流计损坏。“B”和“G”这两个按钮开关在操作时要注意先按下“B”后按下“G”,断开时先放开“G”再放开“B”的顺序进行。

在测量电感性电阻(如电机、变压器等)时,电源的突然通断可能产生较大的感应电动势,瞬时电流很大而损坏检流计,也应先接通“B”,后接通“G”,这样检流计是在电路工作稳定后通电,电路不存在自感电动势;断开时,应先放开“G”后放开“B”,电路的自感电动势所产生的电流已不通过检流计,这样的操作能避免检流计受到大电流的冲击。在判断电桥平衡时,开关应该用跃按方式进行。电桥使用完毕,必须断开“G”和“B”按钮,并将检流计的连接片接在“内接”和“G”位置,将内部检流计短路阻尼,以保护检流计。

#### (1) 测量待测电阻

每个电阻测量一次,要求待测电阻 $R_x$ 有四位有效数字。

电桥的准确度等级和测量范围有关,在仪器铭牌上可查得具体数值(如图 3)。本实验测得结果要求有四位有效数字。因此 $R_0$ 的第一位读数旋钮( $\times 1000 \Omega$ 位)不能置“0”。具体测量方法步骤如下。

##### a. 选工作电压、定比率,确定待测电阻的数量级

先将测定臂 $R_0$ 的第一位读数旋钮调在“1”处,其他读数旋钮均在“0”处,这时 $R_0 = 1000 \Omega$ 。然后跃按开关“B”和“G”,同时逐档调节比率 $R_s$ 旋钮,直到检流计指针往相反方向偏转时,将比率旋钮放在较小的一档。



扫描全能王 创建





# 厦 门 大 学

## XIAMEN

## UNIVERSITY

ADD: FULFAN XIAMEN

CABLE: 0633 P.C: 361005

例如当比率 $R_2=1$ 时,检流计指针向右偏转,而 $R_2=0.1$ 时,检流计指针向左偏转,说明待测电阻 $R_x = \frac{R_2}{R_1} R_0$ 在 $100\Omega$ 和 $10\Omega$ 之间,即 $R_x$ 为 $10^2$ 数量级,为了保证 $R_0$ 的第一位旋钮不为“0”, $R_2$ 应放在0.1位置。

### b. 调节测定臂,使电桥平衡

为了使电桥较快调至平衡,测定臂 $R_0$ 的调节应从高位数到低位数——确定。在确定第一位旋钮读数时,其他位的读数旋钮统统置在“0”处。调节第一位读数旋钮,逐渐增加第一位读数,跃按“B”和“G”,当检流计指针方向反偏时,将第一位读数旋钮放在较小的一档,接着调节第二位读数旋钮(第三、四位数字旋钮仍置“0”),以此方法进行到最后一位,使电桥最终达到平衡或指针偏转角度最小,记下这时 $R_0$ 的数值。

### (2) 测定 QJ23 型直流电阻电桥的灵敏度及其对测量结果带来的不确定度。

当电桥平衡后,测定待测电阻 $R_x$ 时,采用调节测定臂电阻,使 $R_0$ 有一个改变量 $\Delta R_0$ (改变 $R_0$ 最小步进值 $\pm 1\Omega$ ),若检流计相应偏转 $\Delta n$ ( $\Delta n$ 约 3~5 格),表明电桥灵敏度 $S$ 符合要求。由式(2)可以算出测量每一个电阻时电桥灵敏度,由式(4)可以算出电桥灵敏度对测量结果所带来的不确定度 $\frac{0.2}{S}$ 。待测电阻测量的相对误差 $\frac{\Delta R_x}{R_x} = \alpha\% + \frac{0.2}{S}$ ( $\alpha$ 为电桥的准确度等级)

如果 $\Delta R_0 = \pm 1\Omega$ ,而相应的偏转 $\Delta n > 5$ 格,则视为电桥有足够的灵敏度,那么由电桥灵敏度引入的误差比电桥准确度等级误差项小很多,可以忽略不计,这时可将电桥等级误差作为待测电阻的测量相对误差,即 $\frac{\Delta R_x}{R_x} = \alpha\%$ 。

### 2. 用电阻箱组装惠斯登电桥并测量待测电阻

#### 1) 组装电桥

按图 4 连接电路。电桥电源 $E$ 取 4.5V;若 $E$ 太大,会烧灼电阻箱, $E$ 太小,电桥灵敏度低。 $R_1, R_2, R_0$ 都是电阻箱,其中 $R_0$ 准确度较高,检流计 $G$ 要串联一个保护盒(它是由两个不同阻值的电阻和导线分别和三个按钮开关 $K_1, K_2, K_3$ 串联,然后并联在一起装在盒子内),使用时,先按串联大电阻的开关 $K_3$ ,判断平衡后依次再按下 $K_2, K_1$ 直至电桥最终平衡。



ACS-4 型检流计外形如图 5 所示。检流计本身附有按钮,检流计按钮按下,电路即通。为了促使指针快速停下,它装有“短路”阻尼按钮。

#### (2) 测量电阻

用已组装好的电桥测量前面的三个待测电阻,要求测量结果有四位有效数字, $R_0$ 电阻箱的第一位读数旋钮的值不为 0。具体测量方法步骤同 QJ23 型电桥实验。在电桥平衡后,记下 $R_1, R_2, R_0$ 的值及它们的准确度等级。

#### (3) 用交换法测量电阻

把以上比率等于 1 的待测电阻,用交换法再测量一次。

当电桥平衡时,保持 $R_1$ 和 $R_2$ 的阻值和位置不变,交换 $R_0$ 和 $R_x$ 的位置,再调节 $R_0$ ,使电桥重新平衡,记下这时测定臂的读数 $R'_0$ 。

修



扫描全能王 创建





# 厦 门 大 学

## XIAMEN UNIVERSITY

ADD: ZOUJIAN XIAMEN

CABLE: 0633 P.C: 361005

### 六. 数据处理

按以下数据表的要求把所测数据填入表中并进行处理, 并将待测电阻表达为  $R = R_x \pm \Delta R_x$  的形式。

1. QJ23型直流电阻电桥测量数据表

电阻	比率 (C)	$R_0 (\Omega)$	$R_x = CR_0 (\Omega)$	电桥灵敏度误差				电桥准确度等级误差			$R_x \pm \Delta R_x (\Omega)$
				$\frac{\Delta R_0}{R_0} (\%)$	$\frac{\Delta n}{n}$ (格)	$S = \frac{\Delta n}{R_0}$	$\frac{\Delta R_x S}{R_x} = \frac{0.2}{S} (\%)$	$\frac{\Delta R_{XS}}{R_x} (\%)$	$\frac{\Delta R_x E}{R_x} = \alpha (\%)$	$\frac{\Delta R_x E}{R_x} (\%)$	
$R_{x1}$	$10^2$	5060		148	3.2				$\pm 0.2$		
$R_{x2}$	$10^1$	1200		1	5.0				$\pm 0.2$		
$R_{x3}$	1	3282		6	3.9				$\pm 0.2$		

2. 自组电桥测量数据表

电阻	$R_1 (\Omega)$	$R_2 (\Omega)$	$\frac{R_1}{R_2} (\Omega)$	$R_0 (\Omega)$	$R_x (\Omega)$	电阻箱准确度等级误差		$R_x \pm \Delta R_x (\Omega)$
						$\frac{\Delta R_x}{R_x} (\%)$	$\Delta R_x (\Omega)$	
$R_{x1}$	100	10000	$10^2$	5057		0.22		
$R_{x2}$	1000	10000	$10^1$	1200		0.22		
$R_{x3}$	10000	10000	1	3290		0.22		

3. 交换法测量数据表

$R_0 (\Omega)$	$R_0' (\Omega)$	$R_x = \sqrt{R_0 R_0'} (\Omega)$	电阻箱准确度等级误差		$R_x \pm \Delta R_x (\Omega)$
			$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta R_0}{R_0} (\%)$	$\Delta R_x (\Omega)$	
3290	3273		0.22		

### 七. 注意事项

- 实验前, 须将检流计调零, 即调节“零点旋钮”使指针指0。
- 测量电阻, 特别是测量有感电阻时, 应先闭合电源开关“B”, 后接检流计开关“G”。松开时, 应先放开“G”, 后放开“B”, 以免因反电动势使检流计损坏。
- 在平衡电桥过程中, 检流计的开关一般只能跃接, 这是因为电桥最后平衡的判断, 不是以检流计指针是否指在“0”刻线为依据, 而是以在电桥通电的情况下, 检流计开关按下和松开时检流计指针均不动为依据。另一方面, 当通过检流计的电流  $I_g$  较大 (电桥偏离平衡较远) 时, 跃接“G” (接后马上松开), 可以保护检流计。
- 电桥通电时间要尽量短, 以免因电阻发热而变值。
- 实验中, 若发现接通电源后, 无论桥臂电阻如何改变, 检流计指针始终不偏转 (没有电流通过检流计), 其原因是检流计支路或电源支路不通 (断线、漏接等)。若桥臂电阻无论如何改变, 检流计指针始终偏向一边, 其原因是某一桥臂支路不通 (断线、漏接、电阻箱旋钮没有放在档上) 或短路。发现故障后, 应先断开电源。



扫描全能王 创建



# 厦 门 大 学

## XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FULFAN XIAMEN CABLE:0633 P.C:361005

排除故障后,再合上电源开关进行测量。

5. 测量完毕后,必须断开按钮“B”和“G”。

### 八. 数据处理

1. QJ23型直流电阻电桥测量数据表

电阻	比率 (C)	$R_0$ ( $\Omega$ )	$R_x = CR_0$ ( $\Omega$ )	电桥灵敏度误差				电桥准确度等级误差			$\Delta R_x = \Delta R_{XS} + \Delta R_{XE}$ ( $\Omega$ )	$R_x \pm \Delta R_x$ ( $\Omega$ )
				$\frac{\Delta R_0}{R_0}$ (%)	$\Delta n$ (格)	$S = \frac{\Delta n}{R_0}$	$\frac{\Delta R_{XS}}{R_x} = \frac{0.2}{S \cdot R_0}$	$\frac{\Delta R_{XS}}{R_x} = \alpha\%$	$\frac{\Delta R_{XE}}{R_x}$	$\Delta R_{XE}$ ( $\Omega$ )		
$R_{x1}$	$10^{-2}$	5063	50.63	14	3.2	$1.2 \times 10^{-3}$	0.017	$8.6 \times 10^{-3}$	$\pm 0.2\%$	0.1013	0.1099	$50.63 \pm 0.1099$
$R_{x2}$	$10^{-1}$	1200	120.0	1	5.0	$6 \times 10^{-3}$	0.0033	$4 \times 10^{-3}$	$\pm 0.2\%$	0.2400	0.2440	$120.0 \pm 0.2440$
$R_{x3}$	1	3282	3282	6	3.9	$2 \times 10^{-3}$	0.01	0.3	$\pm 0.2\%$	6.564	6.864	$3282 \pm 6.864$

1:  $R_{x1} = CR_0 = 10^{-2} \times 5063 = 50.63 \Omega$

$S = \frac{\Delta n}{\frac{\Delta R_0}{R_0}} = \frac{3.2}{14/5063} = 1.2 \times 10^{-3}$

$\frac{\Delta R_{XS}}{R_x} = \frac{0.2}{S} = \frac{0.2}{1.2 \times 10^{-3}} = 0.017\%$

$\Delta R_{XS} = \frac{0.2}{S} \cdot R_x = \frac{0.2}{1.2 \times 10^{-3}} \times 50.63 = 8.6 \times 10^{-3} \Omega$

$\Delta R_{XE} = \alpha\% \cdot R_x = 0.2\% \times 50.63 = 0.1013 \Omega$

$\Delta R_x = \Delta R_{XS} + \Delta R_{XE} = 8.6 \times 10^{-3} + 0.1013 = 0.1099 \Omega$

$R_x \pm \Delta R_x = 50.63 \pm 0.1099$

$R_{x2} = CR_0 = 10^{-1} \times 1200 = 120.0 \Omega$

$S = \frac{\Delta n}{\frac{\Delta R_0}{R_0}} = \frac{5.0}{1/1200} = 6 \times 10^{-3}$

$\frac{\Delta R_{XS}}{R_x} = \frac{0.2}{S} = \frac{0.2}{6 \times 10^{-3}} = 3.3 \times 10^{-5} = 0.0033\%$

$\Delta R_{XS} = \frac{0.2}{S} \cdot R_x = 3.3 \times 10^{-5} \times 120.0 = 4 \times 10^{-3} \Omega$

$\Delta R_{XE} = \alpha\% \cdot R_x = 0.2\% \times 120.0 = 0.2400 \Omega$

$\Delta R_x = \Delta R_{XS} + \Delta R_{XE} = 0.004 + 0.2400 = 0.2440 \Omega$

$R_x \pm \Delta R_x = 120.0 \pm 0.2440 \Omega$

3.  $R_{x3} = CR_0 = 1 \times 3282 = 3282 \Omega$

$S = \frac{\Delta n}{\frac{\Delta R_0}{R_0}} = \frac{3.9}{6/3282} = 2 \times 10^{-3}$

$\frac{\Delta R_{XS}}{R_x} = \frac{0.2}{S} = \frac{0.2}{2 \times 10^{-3}} = 0.01\%$

$\Delta R_{XS} = \frac{0.2}{S} \cdot R_x = 1 \times 10^{-4} \times 3282 = 0.3 \Omega$

$\Delta R_{XE} = \alpha\% \cdot R_x = 0.2\% \times 3282 = 6.564 \Omega$

$\Delta R_x = \Delta R_{XS} + \Delta R_{XE} = 0.3 + 6.564 \Omega = 6.864 \Omega$

$R_x \pm \Delta R_x = 3282 \pm 6.864 \Omega$



扫描全能王 创建





# XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

## 2. 自组电桥测量数据表

电阻	$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$\frac{R_1}{R_2}$	$R_0(\Omega)$	$R_x(\Omega)$	电阻箱准确度等级误差		$R_x \pm \Delta R_x(\Omega)$
						$\frac{\Delta R_x}{R_x}(\%)$	$\Delta R_x(\Omega)$	
$R_{x1}$	100	10000	$10^{-2}$	5057	50.57	0.22	0.1113	$50.57 \pm 0.1113$
$R_{x2}$	1000	10000	$10^{-1}$	1200	120.0	0.22	0.2640	$120.0 \pm 0.2640$
$R_{x3}$	10000	10000	1	3290	3290	0.22	7.238	$3290 \pm 7.238$

- $R_x = \frac{R_1}{R_2} \cdot R_0 = 50.57 \Omega$   $\Delta R_x = R_x \cdot \frac{\Delta R_x}{R_x} = 50.57 \times 0.22\% = 0.1113 \Omega$   $R_x \pm \Delta R_x = (50.57 \pm 0.1113) \Omega$
- $R_x = \frac{R_1}{R_2} \cdot R_0 = 10^{-1} \times 1200 = 120.0 \Omega$   $\Delta R_x = R_x \cdot \frac{\Delta R_x}{R_x} = 0.22\% \times 120.0 = 0.2640 \Omega$   $R_x \pm \Delta R_x = (120.0 \pm 0.2640) \Omega$
- $R_x = \frac{R_1}{R_2} \cdot R_0 = 1 \times 3290 = 3290 \Omega$   $\Delta R_x = R_x \cdot \frac{\Delta R_x}{R_x} = 0.22\% \times 3290 = 7.238 \Omega$   $R_x \pm \Delta R_x = (3290 \pm 7.238) \Omega$

## 3. 交换法测量数据表

$R_0(\Omega)$	$R'_0(\Omega)$	$R_x = \sqrt{R_0 R'_0}(\Omega)$	电阻箱准确度等级误差		$R_x \pm \Delta R_x(\Omega)$
			$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta R_0}{R_0}(\%)$	$\Delta R_x(\Omega)$	
3290	3273	3281	0.02	0.6562	$3281 \pm 0.6562$

$$R_x = \sqrt{R_0 R'_0} = \sqrt{3290 \times 3273} = 3281 \Omega$$

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta R_0}{R_0} = 0.02\%$$

$$\Delta R_x = \frac{\Delta R_x}{R_x} \cdot R_x = 0.02\% \times 3281 = 0.6562 \Omega$$

$$R_x \pm \Delta R_x = (3281 \pm 0.6562) \Omega$$

## 九. 实验总结

- 在连接电路时没有理清正负极, 偏转方向相反
- 对实验原理不够清楚, 电阻箱准确度等级误差错误.



扫描全能王 创建