浙江大学

**物 理 实 验 报 告**

**实验名称：\_自组式直流电桥测电阻（惠斯登电桥）\_\_**

**指导教师：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_王立刚\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**班 级 号：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

专业：\_\_\_\_\_ \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

学号：\_\_ \_\_\_\_ \_\_ \_\_\_\_\_

实验日期:\_12\_月\_13\_日 星期\_\_二\_上/**下**午

**预习部分 认真书写**

|  |
| --- |
| 【实验目的】  1)掌握惠斯登电桥工作原理及其特点，学会自组电桥测量未知电阻。  2)掌握正确使用QJ-23型盒式惠斯登电桥测量电阻的方法。  3)学习如何对测量结果进行误差分析。 |
| 【实验原理】（电学、光学画出原理图）  电阻按其阻值可分为高、中、低三大类，R≤1Ω的电阻为低值电阻，R>1MΩ的称高值电阻，介于两者之间的电阻是中值电阻，通常用惠斯通电桥测中值电阻。  **1、惠斯通电桥的工作原理**  惠斯通电桥原理，如图所示。  TIM图片20191227102648  **2、电桥的灵敏度**  电桥是否平衡，是由检流计有无偏转来判断的，而检流计的灵敏度总是有限的，假设电桥在R1/R2=1时调到平衡，则有Rx=R0，这时若把R0改变一个微小量△R0，则电桥失去平衡，从而有电流IG流过检流计。如果IG小到检流计觉察不出来，那么人们会认为电桥是平衡的，因而得到Rx=R0+△R0，△R0就是由于检流计灵敏度不够高而带来的测量误差△Rx。引入电桥的灵敏度，定义为  S=△n/(△Rx/Rx)  式中的△Rx是在电桥平衡后Rx的微小改变量（实际上若是待测电阻Rx不能改变时，可通过改变标准电阻R0的微小变化△R0来测电桥灵敏度），△n是由于△Rx引起电桥偏离平衡时检流计的偏转格数，△n越大，说明电桥灵敏度越高，带来的测量误差就越小。S的表达式可变换为  S=△n/(△R0/ R0)= △n/△IG（△IG/(△R0/ R0)）=S1S2  其中S1是检流计自身的灵敏度，S2=△IG/(△R0/ R0)由线路结构决定，故称电桥线路灵敏度，理论上可以证明S2与电源电压、检流计的内阻及桥臂电阻等有关。  **3、交换法（互易法）减小和修正自搭电桥的系统误差**  自搭一个电桥，不考虑灵敏度，则R1、R2、R0引起的误差为△Rx/ Rx=△R1/ R1+△R2/ R2+△R0/ R0。为减小误差，把图6.1.2-1电桥平衡中的R1、R2互换，调节R0，使IG=0，此时的R0记为R0’,则有  Rx=R2/ R1 R0’    这样就消除了R1、R2造成的误差。这种方法称为交换法，由此方法测量Rx的误差为  △Rx/ Rx=1/2(△R0/ R0+△R0’/ R0’)  即仅与电阻箱R0的仪器误差有关。若R0选用具有一定精度的标准电阻箱，则系统误差可以大大减小。 |

**预习部分 认真书写**

|  |
| --- |
| 【实验内容】（重点说明）  （1）连线，检流计调零。滑线变阻器调节。实验刚开始时，电桥一般处于不平衡状态，为了防止过大的电流通过检流计，应将与检流计串联的滑线变阻器的阻值调到最大，随着电桥逐渐平衡，再逐渐减小滑线变阻器的阻值，以提高检测的灵敏度。  （2）根据直流电桥电路图连接好电路，然后在数据表格中点击“连线”模块下的“确定状态”按钮，保存连线状态。  （3）测量未知电阻，电路连接好以后，选取合适的比例臂，调节电桥平衡，在数据表格的相应位置，记录下电阻箱R1、R2、R3(即R0处)的电阻值。然后互换电路中的电阻箱R1、R2，并保持它们的电阻值不变，调节R3使电桥平衡，并在列表的相应位置记下R3的值（即R0'处），根据互换法测电阻公式，计算出未知电阻Rx。测量三次，测量三次，最后计算出电阻待测电阻的平均值，填入数据表格的相应位置。  （4）测量电桥灵敏度。根据待测电阻值，调节并设定电阻箱R1、R2、电压源、和滑线变阻器的值，在这个环境下测量电桥灵敏度，设定以后在数据表格中点击“测量并计算出电桥的灵敏度”模块下的“确定状态”按钮，保存状态。  （5）确定测量灵敏度的环境以后，调节电阻箱R3使电桥平衡，记下电桥平衡时电阻箱R3的值（即下面列表中的R0），然后在小范围内改变电阻箱R3的电阻值，记下电阻箱相对平衡位置改变的值，即△R0，和检流计指针相对平衡位置偏转的格数，即△n0，测量三次，记录实验数据，根据计算电桥灵敏度公式计算出电桥灵敏度的平均值，填入数据表格的相应位置。  （6）直流电桥灵敏度研究。确定测量灵敏度的环境以后，依次把电压表的电压打到0.5V、1.0V、1.5V、2.0V、2.5V、3.0V，分别在这些电压下调节电阻箱R3使电桥平衡，记下电桥平衡时电阻箱R3的值，然后在小范围内改变电阻箱R3的电阻值，记下电阻箱相对平衡位置改变的值,即△R0，和检流计指针相对平衡位置偏转的格数，即△n0，记录测量数据，并根据测量数据计算出相应电桥环境下的电桥灵敏度。  （7）记录数据,程序提供记录数据表格。 |
| 【实验器材及注意事项】  实验器材：电压源、滑线变阻器（2个）、四线电阻箱（3个）、检流计、待测电阻、电源开关  注意事项：  1、交换 R1、R2，先要断开开关。  2、检流计要尽可能调零（有的可能会偏一点，估计是仿真问题）。  3、检流计不要持续工作在满偏状态，当检流计偏转角较小时可以按下 电计，方便调节。  4、实验过程中不可以中断，若中断,Rx 会变，会导致重做。  5、检流计上的“电计”与“短路“按钮都具有锁定功能，测量时要确保“短路”按钮未锁定，否则检流计不会有偏转。 |

**数据结果 不得涂改**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 【实验数据与结果】   1. 选取合适的比例臂，调节电桥平衡，在下面列表的相应位置，记录下电阻箱R1、R2、R3(即R0处)的电阻值。然后互换电路中的电阻箱R1、R2,并保持它们的电阻值不变，调节R3使电桥平衡，并在列表的相应位置记下R3的值(即R0'处)根据互换法测电阻公式，计算出未知电阻Rx，填入下表。测量三次，记录实验数据:  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 内容 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | R1（电阻箱1） | 1000 | 800 | 600 | 500 | 400 | 200 | | R2（电阻箱2） | 1000 | 800 | 600 | 500 | 400 | 200 | | 交换前的R0（电阻箱3） | 178.0 | 178.0 | 177.8 | 178.0 | 178.0 | 178.0 | | 交换后的R0’（电阻箱3） | 178.0 | 178.0 | 178.0 | 178.0 | 178.2 | 178.0 | | Rx（未知电阻值） | 178.0 | 178.0 | 177.9 | 178.0 | 178.1 | 178.0 |   待测电阻的电阻值Rx(Ω) = 178.0  A类不确定度：   1. 确定测量灵敏度的环境以后，调节电阻箱R3使电桥平衡，记下电桥平衡时电阻箱R3的值(即下面列表中的R0)，然后在小范围内改变电阻箱R3的电阻值，记下电阻箱相对平衡位置改变的值即δRO,和检流计指针相对平衡位置偏转的格数，即δnO, 测量E次，记录实验数据:  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 内容 | 1 | 2 | 3 | | 电阻臂R0(Ω) | 178.0 | 178.0 | 178.0 | | 变化量δR0(Ω) | 4 | 8 | 12 | | 偏转格数δnO | 1 | 2 | 3 |   直流电桥的灵敏度S=44.50   1. （老师未要求，但平台要求做）确定测量灵敏度的环境以后，依次把电压表的电压打到0.5V、1.0V、 1.5V、 2.0V、 2.5V、 3.0V,分别在这些电压下调节电阻箱R3使电桥平衡，记下电桥平衡时电阻箱R3的值(即下面列表中的RO)，然后在小范围内改变电阻箱R3的电阻值,记下电阻箱相对平衡位置改变的值，即4RO,和检流计指针相对平衡位置偏转的格数，即4n0,记录测量数据，并根据测量数据计算出相应电桥环境下的电桥灵敏度。  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 内容 | 0.V | 1.0V | 1.5V | 2.0V | 2.5V | 3.0V | | 电阻臂R0(Ω) | 561 | 561 | 561 | 561 | 561 | 561 | | 变化量δR0(Ω) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | | 偏转格数δnO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 电桥灵敏度S | 7.01 | 14.03 | 21.04 | 28.05 | 35.06 | 42.07 | |

**分析合理 善于思考**

|  |
| --- |
| 【误差分析】  1、本实验系统的误差主要来源于肉眼读数不够精确。  2、检流计精度较低，很难准确调零，已调零的检流计在实验过程中也会发生小的偏转，会引入误差。  3、实验中使用的电阻箱最小精度值为0.1Ω，会带来一定误差。 |
| 【实验心得及思考题】  思考题1. 如果取桥臂电阻 R 1 = R 2 ，调节 R 0 从 0 到最大，检流计指针始 终偏在零点的一侧，这说明什么问题？应作怎样的调整，才能使电桥达到平衡？  答：可能是档位或者电桥比率不合理，导致偏差过大，或者电路连接有误，出现短路或断路。  实验心得：  通过进行惠斯登电桥测量电阻的实验，我深刻理解了惠斯登电桥的原理和实际应用。  实验中，我们首先准备了所需的实验设备和电路，并按照实验步骤进行操作。在进行测量之前，我们先进行了校准，确保电阻表的准确性。接下来，我们按照惠斯登电桥的原理，将测量电阻与模拟电阻、电源电压和表桥电阻相连，并通过调整表桥电阻的电阻值，使得指示电流为零。这样，我们就可以通过测量表桥电阻的电阻值，来求出测量电阻的电阻值。  在实验过程中，我们发现，惠斯登电桥测量电阻的精度较高，且受外界干扰较小，因此可以用于精确测量电阻。总之，通过进行惠斯登电桥测量电阻的实验，我深刻理解了惠斯登电桥的原理和实际应用，并对电阻测量有了更深刻的了解。 |

**仔细读数 认真记录**

|  |
| --- |
| 【数据记录及草表】  教师签字： |