**电磁学实验报告**

姓名：张耕嘉；学院：人工智能学院；学号：2313725

组别：J组；座号：7；实验日期：2024年3月29日星期五上午

实验名称：直流双臂电桥

一、实验原理

直流双臂电桥适用范围：

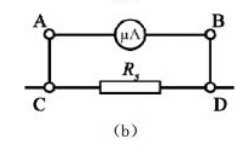
直流双臂电桥主要用来测量低电阻（）。

因为阻值小的电阻，由于有接触电阻和接线电阻的存在，会给测量带来很大误差。尤其是当这些附加电阻和待测电阻可以比拟时，测量误差就更大了。为了消除这些附加电阻的影响，人们常把低阻做成四端结构，并采用直流双臂电桥进行测量。

四端法：

微安表内阻一般为〜Ω数量级：接线电阻一般为〜Ω数量级；导线在联接处的接触电阻一般为〜Ω数量级。分流电阻小到欧姆数量级以下时.(a)图接法的分流电阻实际上包括和A、B、C、D四点的接触电阻及AC、BD两段接线电阻；(b)用接法的分流电阻仅包括和C、D两点的接触电阻，而将A、B 两点的接触电阻及AC.BD两段接线电阻归给微安表支路，但它远小于微安表内阻，故对该支路的影响可以忽略。可见(b)图较(a)图的接法分流更准一些。如果将分流电阻做成(c)图那样，在电阻体上、两点焊出两个接头再与微安表相联接，在焊接时测量好、间的阻值正好等于所需的分流电阻的阻值，易看出，、、、四点的接触电阻及、两段接线电阻都已归给微安表支路而被忽略，这样就保证了分流的精确。因此低电阻都做成四个接头，称做“四端结构”。

卡通人物

中度可信度描述已自动生成卡通人物

低可信度描述已自动生成

使用四段结构连接电路是四端法。

推导测量公式：

低阻均做成四端结构，测量低阻也就归结于如何测出（上图中）Y Y’间的阻值，为标准电阻，为待测低阻。四个比例臂电阻一般都做成几十欧姆以上的阻值，因此它们在桥臂中接线电阻和接触电阻的影响便可忽略，两个低组相邻电压接头间的电阻设为，称为“跨桥电阻”。当电流计G指零时，电桥达到平衡，由基尔霍夫定律可以写出下面三个回路方程

整理有：

如果单桥平衡是在保证的条件下调得的，则上式可简化为：

已知的比值，可算出。由此知双臂电桥的测量平衡条件为

本实验选择的调节双臂电桥平衡的方法是：选定标准电阻=（n为整数），同步调节比例臂电阻'（在调节过程中始终保持 = 成立），使电流计示零。

实验电路图：

图示, 示意图

描述已自动生成

双臂电桥的灵敏度：

双臂电桥平衡后，将比例臂电阻'同步地偏调∆'，若电流计示数改变∆I，则灵敏度S为

S =

且S = =

得出双臂电桥灵敏度的表达式：

S =

或：

S =

二、数据处理

1. 铜棍电阻率的测量：

（1）铜棍长度（两个电压接头之间）：

单尺单次测量B类不确定度：）。

测量得

计算得铜棍长度

（2）铜棍直径测量：

螺旋测微器零点读数：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
| 直径/mm | 5.027 | 5.031 | 5.030 | 5.022 | 5.021 | 5.026 |

铜棒直径=5.004mm

=0.0020mm

A类不确定度=0.0023mm

B类不确定度螺旋测微器分辨率，多次测量的B类标准不确定度=0.0058mm，=0.0062mm

计算得铜棒直径d = 5.004±0.006mm

（3）调节电桥平衡

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电桥状态 |  |  |  |  |  |
| 数据记录 | 342.1Ω |  | 2Ω | 0.3nA | 51.32nA |

灵敏度.

=

的总相对不确定度为：

其中：

不确定度

计算得

（4）电阻率，

对上表达式求全微分得：

电阻率

1. 铝棍电阻率的测量：
2. 铝棍长度（两个电压接头之间）：

单尺单次测量B类不确定度：）。

测量得

计算得铝棍长度

1. 铝棍直径测量：

螺旋测微器零点读数：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
| 直径/mm | 5.061 | 5.070 | 5.069 | 5.062 | 5.060 | 5.064 |

铝棒直径=5.042mm

=0.0021mm

A类不确定度=0.0024mm

B类不确定度螺旋测微器分辨率，多次测量的B类标准不确定度=0.0058mm，=0.0063mm

计算得铝棍直径d=5.042±0.006mm

（3）调节电桥平衡

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电桥状态 |  |  |  |  |  |
| 数据记录 | 834.0Ω |  | 5Ω | 0.5nA | 83.40nA |

灵敏度.

=

同上的总相对不确定度为：

不确定度

计算得

（4）电阻率，

对上表达式求全微分得：

电阻率

3．铁棍电阻率的测量

（1）铁棍长度（两个电压接头之间）：

单尺单次测量B类不确定度：。

测量得

计算得铁棍长度

（2） 铁棍直径测量：

螺旋测微器零点读数：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
| 直径/mm | 5.030 | 5.028 | 5.029 | 5.039 | 5.038 | 5.033 |

铁棍直径=5.011mm

=0.0024mm

A类不确定度=0.0027mm

B类不确定度螺旋测微器分辨率，多次测量的B类标准不确定度=0.0058mm，=0.0064mm

计算得铁棍直径d = 5.011±0.006mm

（3）调节电桥平衡

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电桥状态 |  |  |  |  |  |
| 数据记录 | 14601.0Ω |  | 100Ω | 1.3nA | 189.81nA |

灵敏度.

=

同上的总相对不确定度为

不确定度

计算得

（4）电阻率，

对上表达式求全微分得：

电阻率

四、实验分析与讨论及思考题

本实验运用比较法，通过使 = ，测出其比值，最终得出的值。

经过实验和计算，得出：

铜的电阻率

铝的电阻铝

铁的电阻率

通过直流双臂电桥测量电阻的实验，精确地测量了低值电阻阻值。利用四端法，充分降低了接线电阻和接触电阻，提高了精确度，因此适合测量低阻（~10Ω）阻值。

要注意实验操作，确保电路安全，减少对器件的损耗，注意实验严谨性，要注意调节时保证同步调节。可多次实验，避免偶然现象。

思考题

1. 若均匀板状低阻上电流的分布如图所示，那么在测低阻材料的电阻率时，应该测哪两条线之间的电阻？如选择不当，测出的电阻率偏大还是偏小？

形状

中度可信度描述已自动生成

答：应该测BC之间的电阻。如果选择不当，测出的电流偏小，电阻偏大，电阻率偏大。