实验题目：直流双臂电桥

一．实验目的

（一）了解低电阻的结构特点。

（二）掌握双臂电桥测量低阻的原理和方法。

二．实验原理

（一）测量低阻值电阻时，人们为了消除接触电阻和接线电阻等附加电阻的影响，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。

（二）四端法

在实际测量中，为了消除接线电阻和接触电阻对测量的影响，特将低电阻都制成四个接头，称作“四端结构”。如图1.

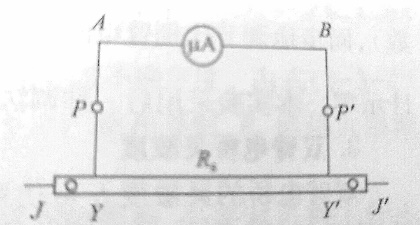


图1

（三）测量原理

由上述讨论，低阻均做成四段结构，可有图2 所示电路图，测量低阻便归结为如何测出图2 上Y、Y，间的阻值，其中R0为标准低阻，Rx为待测低阻。四个比例臂电阻R1、R1,、R2、R2，一般都支撑几十欧姆以上的阻值，因此它们所在桥臂中接线电阻和接触电阻的影响便可忽略。两个低阻相邻电压接头间的电阻设为Rr，常称为“跨桥电阻”。当电流计G指0时，电桥达到平衡，则由基尔霍夫定律有：

①

②

③

式中I1、I0、I1，分别为电桥平衡时通过电阻R1、R0、R1，的电流。由①②③联立得

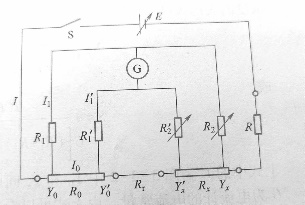
④

若电桥的平衡是在保证，即的条件下调得的，那么④式化为： ⑤

由此可知双臂电桥的测量平衡条件是：

⑥

本实验采取固定比例臂倍率的方法，调R0使电流计示0.

图2

（四）双臂电桥灵敏度

仿照单臂电桥实验中的处理方法，在双臂电桥平衡后，将比例臂电阻R2、R2，同步地偏调，若此时电流计示数改变ΔI，则灵敏度S为

⑦

且,故由灵敏度S引入待测量Rx的相对误差为

⑧

显然增大S可减少测量误差。S可根据⑦由实验测出。

三．数据处理

（一）铜棍电阻率的测量：

1.铜棍长度（两个电压接头之间）：

2.铜棍直径测量：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
| 直径（mm） | 5.41 | 5.40 | 5.41 | 5.40 | 5.40 | 5.404 |

取置信系数t=1.11，有A类不确定度（于本实验中n=5），以及B类不确定度（于本实验中）。则不确定度为

有铜棍直径：

3.调节电桥平衡

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电桥状态 | R2(=R2') | Rx | ΔR2(=ΔR2) | ΔI | S |
| 数据记录 | 404.6Ω | 0.0004Ω | 6Ω | 1.9nA | 128.1233nA |

Rx的总相对不确定度为

其中，k=0.1

则电阻值

4.电阻率=

（二）铝棍电阻率的测量：

1.铝棍长度（两个电压接头之间）：

2.铝棍直径测量：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
| 直径（mm） | 5.44 | 5.44 | 5.42 | 5.43 | 5.43 | 5.432 |

取置信系数t=1.11，有A类不确定度（于本实验中n=5），以及B类不确定度（于本实验中）。则不确定度为

有铝棍直径：

3.调节电桥平衡

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电桥状态 | R2(=R2') | Rx | ΔR2(=ΔR2) | ΔI | S |
| 数据记录 | 809.5Ω | 0.0008Ω | 30Ω | 1.3nA | 35.07833nA |

Rx的总相对不确定度为

其中，k=0.1

则电阻值

4.电阻率=

（二）铁棍电阻率的测量：

1.铁棍长度（两个电压接头之间）：

2.铁棍直径测量：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
| 直径（mm） | 5.50 | 5.50 | 5.49 | 5.49 | 5.51 | 5.498 |

取置信系数t=1.11，有A类不确定度（于本实验中n=5），以及B类不确定度（于本实验中）。则不确定度为

有铁棍直径：

3.调节电桥平衡

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电桥状态 | R2(=R2') | Rx | ΔR2(=ΔR2) | ΔI | S |
| 数据记录 | 9110Ω | 0.0091Ω | 100Ω | 6.5nA | 592.15nA |

Rx的总相对不确定度为

其中，k=0.1

则电阻值

4.电阻率=

四．实验数据分析及思考

（一）实验数据分析：经过计算发现，所测得的金属电阻率与该金属正常条件下的电阻率有一定的差距，在确认实验操作误差无法带来如此之大偏差的情况下，初步判断为实验设备的系统误差导致结果有误。

（二）若不使，则电桥无法保持平衡，也就无法方便地测算出待测电阻的阻值，使得工作量增大。

（三）测量低阻材料的电阻率时，应选取电流线平行于导体棒的部位进行测量，否则会导致电阻率偏大。

五．实验总结

本次实验较上次实验，电路连接更加迅速，设备使用更加熟练，但由于测量数据较多，测量技术不熟练，所得结论的精度较低，日后应加以改进。