实验题目：直流单臂电桥

1. 实验目的
2. 掌握电桥测量电阻的原理和方法。
3. 了解电桥的测量精确度所依赖的条件。
4. 学会使用箱式电桥。
5. 仪器用具

FB3081型直流数显微电流计，比例臂电阻四个（10Ω、100Ω、100Ω、1000Ω），电阻箱，待测电阻两个，直流电源一个。

三．实验原理

1. 直流单臂电桥的适用范围

测量中等电阻（10~105Ω）

（二）测量原理

直流单臂电桥原理如图1所示。它是由四个电阻Ra、Rb、Rx、R0连成的四边形回路。在这个四边形回路的一条对角线的端点间接入直流工作电源，另一条对角线的端点间接入电流计。适当调节R0的值，可以使C、D两点电势相同，电流计中无电流通过，此时称电桥达到了平衡。

在电桥平衡时，由电学知识我们有：

①

②

且同一支路上电流处处相等，有 ④

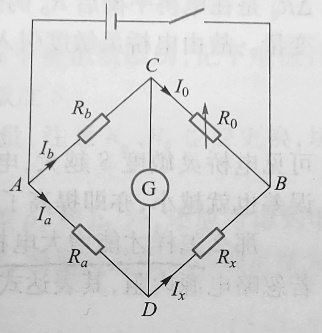
由①②③④联立得

⑤

为了计算方便，使过程简洁，通常令 的值记作C，（C的值取10n,且n为整数）。

则有 ⑥

其中，C为比例臂的倍率，R0称为比较臂，Rx称为待测臂。我们可以通过上式计算出待测臂的值。



图一

（三）比例臂倍率C的选取

测量时，R0调节位数越多，对电桥的平衡调节也就越精细，带来的测量误差越小。为此在测量时要恰当选取倍率C，使R0调节位数尽可能多。

（四）电桥灵敏度的概念及其影响因素

通过电流计的电流小于其分辨率δ时，我们不能判断电桥是否偏离平衡，仍认为电桥处于平衡态，这样会带来误差，因此，我们引入电桥灵敏度的概念，定义为：

或 ⑦

可以证明，⑦的两种形式是等价的。式中R0是电桥平衡时的阻值，ΔR0是在电桥平衡后R0的微小改变量，ΔI是电桥偏离平衡而引起的电流计的示数该变量。

电流灵敏度S也可由基尔霍夫定律推出：

⑧

式中K、Rg分别为电流计的电流常量和内阻。由⑧可见，电桥灵敏度与电源电压大小E、直流数显微电流计的电流常量K和内阻Rg、桥臂电阻，四臂电压关系有关。我们可以适当提高电源电压的大小E，选择适当小的电流常量K和内阻Rg的直流数显微电流计，适当减小桥臂电阻，尽量将桥臂配置成均压状态等。以上方法需根据具体情况灵活运用。

1. 换臂法

C=1时，将Ra与Rb交换可以完全消除倍率C的误差。两次平衡臂数据分别为R0,和R0，，，则

四．数据处理

1.测量未知电阻R1（即Rx，约1200Ω）及灵敏度

根据情况，选取Ra=100Ω，Rb=100Ω，使比例臂的倍率C=1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电桥状态 | R0 | R1 | ΔR0 | ΔI | S |
| 换臂前 | 1185.1Ω | 1185.1Ω | 5Ω | 105.6nA | 25029.3nA |
| 换臂后 | 1185.3Ω | 1185.3Ω | 5Ω | 105.7nA | 25057.2nA |

利用换臂前数据进行计算

=0.0032

=3.790Ω

Rx=(1185.1±3.790)Ω

利用换臂前后两次数据进行计算

=1185.2Ω

=0.00089

=1.055Ω

Rx=(1185.2±1.055)Ω

2.测量未知电阻R2（即Rx，约50Ω）及灵敏度

根据情况，选取Ra=10Ω，Rb=1000Ω，使比例臂的倍率C=0.01

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R0 | R2 | ΔR0 | ΔI | S |
| 4986Ω | 4.986Ω | 5Ω | 7nA | 6980.4nA |

=0.00224

=0.011Ω

Rx=(4.986±0.011)Ω

3.观察电桥灵敏度与电源电压的关系。取Ra=Rb=100Ω，Rx=1200Ω，改变电源电压E，测量不同电压下电桥灵敏度，并绘制S~E关系图。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电源电压E（V） | 0.6 | 1.24 | 1.58 | 2.64 | 3.54 |
| R0（Ω） | 1185.2 | 1185.1 | 1185.1 | 1185.1 | 1185.1 |
| ΔR0（Ω） | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ΔI（nA） | 17.7 | 36.7 | 46.8 | 78 | 105.6 |
| S（nA） | 4195.608 | 8698.634 | 11092.57 | 18487.56 | 25029.312 |

四．实验分析讨论及思考题

（一）若电桥保证准确度测量范围为20~99999Ω，要测一个1×106左右的电阻，可否用一只1000Ω的标准电阻R0与之并联？能否测准？

经分析得，该方法可行，其可降低待测电阻阻值使之在量程范围之内，且R测与Rx满足 ，可通过此方程反解出Rx的大小。

（二）根据实验中测R1和R2时的电路参数，计算电桥灵敏度S1和S2并与测量值比较，看看是否一致。

经计算得出，计算值并不一致，体现出实验具有一定的误差。

（三）用替代法测R0，即电桥平衡后若以电阻箱某值R0替下Rx时桥仍平衡，则R0=Rx。注意替代时需断开电源。这种测法要求Ra，Rb，R0准确吗？要求电流稳定吗？

不要求上述电阻准确，但是要求电流稳定，以保证替代前后电流表示数保持一致。

五．分析总结

实验过程中，出现了电路连接不熟练，直流数显微电流计使用不够熟练等问题。为此日后要多加练习提升动手能力，熟练掌握各常用仪器使用方法。此外，测量数据稳定性不强，具体体现在电压E的数值不定，其既有电压源调试过于灵敏的问题，亦有本人心浮气躁的问题，日后实验应加以改正。