

开尔文电桥测量低电阻装置的改进*

王俊平 陈庆东

(滨州学院航空工程学院 山东 滨州 256600)

(收稿日期: 2016-05-26)

摘要:针对大学物理实验现有测量低电阻的装置存在的不足,研制了用霍尔电流传感器测各接线柱导线的电流分布,通过改变电流方向,正、反测量两次,然后取平均值,从而减小实验误差.

关键词:开尔文电桥 低电阻 霍尔传感器 误差

1 引言

开尔文测量低电阻实验是大学物理的一个基本实验项目,国内高校有对实验装置灵敏度的研究^[1],有对实验装置的测量数据的研究^[2],本文通过在实验中发现的问题,对实验装置进行改进.在开尔文电桥测量低电阻的实验中,发现所采用的现有测量低电阻的装置存在以下不足:

(1) 四端接线柱功能不明确,实验过程中很多同学对四端接线柱的功能不明白,4个接线柱中有两个是电压接线柱,另外两个是电流接线柱,特别是对刚刚接触此装置的学生,如果电压接线柱接反了,根据基尔霍夫定律^[3],电阻在大于零的范围内导致电流方程无解,故电桥无法平衡,挫伤了学生们的积极性.

(2) 测量阻值有局限,虽说双臂电桥是测低电阻的仪器,由于待测电阻和比较电阻均采用了四端引线法^[4],因而消除了附加电阻的影响,但低值电阻一般指小于 $1\ \Omega$ 的电阻,如果被测电阻很小(如小于 $0.001\ \Omega$),由于桥臂电阻的存在^[4],则测量结果就可能增大到不容忽视了.

(3) 测量精度不高,通常只是一对一的接上线开始测量,对于同一长度只是记录了一组数据,这就可能存有误差.而且有时因为接触不良而出现了错误的的数据,导致与理论不符.

2 实验设备

本文所介绍的自行研制的双臂电桥测量低电阻的装置可以更清楚地认识各接线柱作用及其电流分布,也为更精确地测量低电阻阻值提供了一种可行的方案,包括霍尔电流传感器、开尔文测量低电阻装置、学生电源、电压表4部分.实验装置如图1所示.

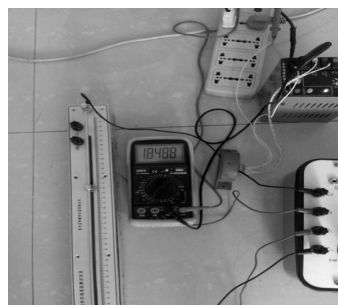


图1 实验装置图

四端电阻器如图2所示,它包括:4个黑色的接线柱,即电流接线柱 C_1 和 C_2 ,电压接线柱 P_1 和 P_2 并由此引出导线,但由于接线柱与夹持端(4个夹持端)之间有电阻存在,影响了所测电阻的准确度,为此我们将导线直接接到夹持端,以此来减小测量误差.



图2 四端电阻器

* 山东省本科高校教学改革研究项目,编号:2015M027;山东省教育科学“十二五”规划重点课题项目,编号:2013GZ001;滨州学院校级精品课程,编号:BZXYJPKC201105;滨州学院教学研究项目,编号:BYJYWZ201338

作者简介:王俊平(1980-)女,硕士,讲师,主要研究方向:物理实验教学与管理.

开尔文电桥测量低电阻实验是大学实验的必修课程,但是对大部分同学来说确实感到非常迷惑,根本分不清哪是电流接线柱,哪是电压接线柱,而且为什么有时按照电压接柱线接电压接线柱、电流接线柱接电流接线柱这种理论接法却毫无反应.针对这一点,利用霍尔电流传感器来检测各个接线柱的电流大小及流向情况,以让学生更清楚地认识到各个接线柱的作用,并用基尔霍夫定律给出解释与说明.霍尔电流传感器如图3所示.

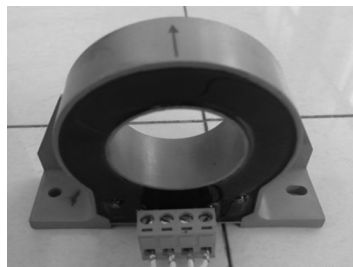


图3 霍尔电流传感器

当然为了让测量结果尽可能地准确,我们特采用改变电流方向来两次测量取平均值的方法,即第一次 P_1 和 P_2 接到实验箱对应的 P_1 和 P_2 上, C_1 和

C_2 接到实验箱对应的 C_1 和 C_2 上.第二次改变电流方向后即 P_1 接到实验箱对应的 P_2 上, P_2 接到实验箱对应的 P_1 上, C_1 接到实验箱对应的 C_2 上, C_2 接到实验箱对应的 C_1 上,这样把两次测量的结果取平均值,即可一定程度的消除误差.

3 测量数据

3.1 测量不同长度的金属杆的电阻的方法

改装方法具体步骤与大学物理实验中“开尔文电桥测量低电阻”的实验相同,只是在原有基础上将导线直接接到了夹持端,而没有用导线将其与黑色的接线柱相连,这样减小了接线柱本身及与导线上的电阻带来的误差,极大地提高了测量精确度,通过左右移动夹持端来改变金属杆的长度,并多次测量与记录.

3.2 实验数据及处理结果

对金属杆分别在12,24,36,48 cm长度下进行了测量,每个长度重复3次,并得到所测电阻的平均值及其对应的电阻率,结果如表1所示,从表1可以看出金属杆的长度与电阻之间的关系.

表1 不同长度的金属杆所测电阻及其电阻率

L/cm	R_1/Ω	R_2/Ω	R_x/Ω	D/mm	$\rho/\times 10^{-8}\Omega\cdot\text{cm}$
12	0.000 334	0.000 389	0.000 361 5	3.94	3.78
24	0.000 738	0.000 713	0.000 725 5	4.00	3.79
36	0.001 110	0.001 081	0.001 095 0	4.02	3.82
48	0.001 445	0.001 447	0.001 446 0	4.00	3.78

根据表1做出金属杆的电阻随金属杆长度的变化的曲线,如图4所示.

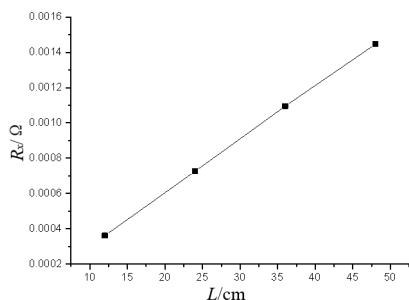


图4 长度与电阻的关系图

3.3 数据分析

通过4次测量金属杆不同地方的直径,可以算出此金属杆的平均直径

$$D = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4}{4} \quad (1)$$

一般来说,金属杆的长度与其对应的电阻成正比,即金属杆的电阻率是固定不变的.其函数关系可表示如下

$$\rho = \frac{\pi D^2}{4L} R_x \quad (2)$$

式(2)中 R_x 是不同长度的金属杆通过改变电流的方向之前与之后的电阻的平均值,它随着金属杆长度的增大而增大,并由数据结果显示与其长度成正比

$$R_x = \frac{R_1 + R_2}{2} \quad (3)$$

D 为不同长度金属杆的直径,通过测量不同地方的金属杆的直径并对其取平均值,以此来减小误

虚实结合的电学实验创新

——无线电压、电流传感器的设计原理

陈波 翁浩峰

(浙江省宁波中学 浙江 宁波 315100)

(收稿日期:2016-05-10)

摘要:传统的磁电式电表的显示方式形象直观,不需要任何的翻译或解释,但读数和记录工作不太方便,容易产生较大的误差,而电流、电压传感器则能快速、准确、动态地采集实验信息,并实现数字化显示,由计算机辅助进行分析处理,但无法给予学生亲身经历的感受,不利于培养学生的实践动手能力.笔者很好地结合了两者的优点,开发了一套无线电压、电流传感器,并运用于实践,获得了不错的实验效果.

关键词:无线电压传感器 无线电流传感器 DIS实验

电流和电压的测量在高中物理实验中是非常重要的,在《物理·选修3-1》的“恒定电流”一章中,有大量的课堂演示实验和学生实验,都需要对电流和电压进行测量.在传统的教学工具下,使用老式的磁电式电表来测量电流和电压.在DISLab出现后,可以使用电流、电压传感器来进行测量.但是,上述方法中的任何一种,都存在着缺点.

差, L 为金属杆的长度,由测量数据可知, L 越长电阻也越大,并且使金属杆的电阻率几乎保持不变.

综合以上数据可知,通过改变金属杆的长度来改变其电阻,并且成倍数地改变其长度,其电阻也成倍数的增加,并且由数据分析可知,金属杆的长度与其电阻成正比,并使其电阻率几乎保持不变,误差极小.

在实验中可能存在金属杆被氧化,接线柱老化等一些原因导致测量的数据不稳定,但通过多次的测量,最终结果非常的稳定;有时还会因为导线与接线柱之间没有拧紧导致试验箱的检流计没有任何反应,但是通过再次检查,故障就能排除.

3 结束语

本文所描述的设备在实验中使用正常,所测金属杆的电阻更为准确,学生理解起来更容易,为实现比较精确地测量低电阻提供了一种可行的方案.使

1 原有测量仪器的缺点

1.1 磁电式电表的缺点

传统的磁电式电表应用电磁原理工作,驱动指针运动,是依靠指针在面板上停留位置来显示电流和电压大小的电表.这类电表的显示方式是纯模拟(指针的偏转角度),形象直观,不需要任何的翻译或

用霍尔传感器测量不同接线柱的电流作用及其情况,通过改变电流的方向来取平均值,以此来减小测量误差,并且把导线直接与金属杆的夹持端相接,更避免了由于接线柱和导线电阻所造成的误差.并由多次测量结果可知金属杆的电阻随着长度的增加而增大,其电阻率保持不变.

参考文献

- 1 张俊玲. 开尔文电桥的灵敏度研究. 实验室科学, 2012, 15(3):101 ~ 103
- 2 阿不都拉·阿吉, 木扎帕尔·阿迪力, 杨占金. 开尔文电桥测电阻及用 Visual Basic 处理测量数据. 大学物理实验, 2013, 26(2):71 ~ 72
- 3 孙云, 唐绪兵, 孙文斌. 对直流双臂电桥换臂问题的讨论. 安徽工业大学学报(自然科学版), 2011, 28(1):89 ~ 92
- 4 潘渊, 何亚娥, 黄平云. 关于双臂电桥更正项误差问题的讨论. 西北纺织工学院学报, 1999, 13(3):282 ~ 284