

文章编号:1007-2934(2014)02-0065-04

用等偏法与 Spss 研究灵敏电流计的特性

严 箫,王新春*,岳开华,祝飞霞,司明真

(楚雄师范学院 云南 楚雄 675000)

摘 要: 针对测试灵敏电流计特性的实验装置,以灵敏电流计的灵敏度及内阻为研究对象,用等偏法测量实验数据,引入 Spss 的曲线估计功能分析实验数据,得到电阻复合量与电阻比、光标偏转格数、电压的综合量的定标曲线,并验证出复合量与综合量具有线性关系,由此标出灵敏电流计的灵敏度及内阻,用置信概率为 95%的不确定度,对测量数据和实验结果进行分析和评价,最终得到更为合理的实验结果。

关 键 词: 等偏法;灵敏电流计;Spss;灵敏度;内阻;不确定度

中图分类号: O4-33

文献标志码: A

灵敏电流计是一种灵敏度较高的磁电式电流表,用它可以测量微电流、电压,也常用作检流计。对灵敏电流计特性的研究,是大学物理实验最重要的实验内容之一^[1]。通过查阅文献^[2-4]可知,对于灵敏电流计灵敏度和内阻的测量,通常等偏法优于半偏法。所以采用等偏法进行实验数据的测量,用置信概率为 95%的不确定度估算方法对测量数据及实验结果进行分析与评价,使得实验结果更加可靠。同时,引入 Spss^[5] 的曲线估计功能去分析实验数据,可以明显减小因仪器或人为因素带来的误差,使得实验结果更为合理。

读数 U_{ac} 在 0.6 V-1.5 V 之间变化,调节电流计支路上的电阻 R ,使光标偏转到选定光标偏转格数 $N(40 \text{ div})$ 得到一个 R 为 R_q ;将 K_2 换向,保持 U_{ac} 不变又调节 R 使光标保持同样的偏转,得另一个 R 值为 R_h 。 $R = (R_q + R_h)/2$ 。

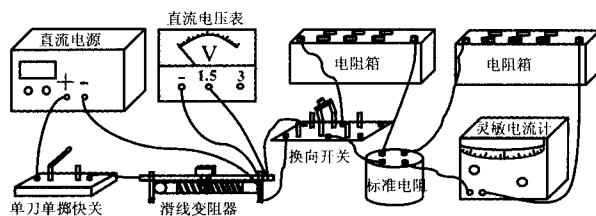


图 1 研究灵敏电流计特性的实验装置

1 实验装置及调试

实验装置如图 1 所示,主要由 AC15/6 型直流复射式灵敏电流计、YB1733A2A 直流稳压电源、ZX21 型多盘十进电阻箱(99 999.9 Ω)、BZ3 型直流标准电阻(1 Ω)、C59-V 直流电压表、BX7-13 型滑线变阻器、单刀单掷开关、换向开关等组成。

如图 1 所示接好电路,断开 K_1 、 K_2 ,调节灵敏电流计光标与标尺的零刻度线重合。选定光标偏转格数 $N(40 \text{ div})$,选定标准电阻 R_1 值(1 Ω),选定电阻箱 R_2 阻值(32 k Ω)记录下来。

闭合开关 K_1 、 K_2 ,调节滑动变阻器使电压表

2 实验原理

2.1 测量原理

图 2 为图 1 的测试电路图。图 3 为电路测试原理图,分压器 R_0 可改变 a 、 c 两点间的电压,电压值可用普通电压表测量,因 R_1 、 R_2 构成一个分压器,使 a 、 b 之间有微小的可变化的电压 U_{ab} ,这样有

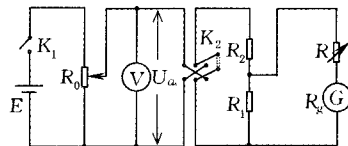


图 2 灵敏电流计实验装置的电路图

收稿日期: 2013-12-16

基金项目: 国家特色专业项目资助(编号:12467)。

* 通讯联系人

表 1 复合量 W_i 与综合量 Z_i 的实验数据

$i/\text{组}$	$W_i/10^2\Omega$	$Z_i/10^{-6}\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$
1	1.498 0	0.467 187 5
2	1.832 0	0.550 000 0
3	2.143 0	0.622 656 3
4	2.462 0	0.703 125 0
5	2.787 5	0.780 468 8
6	3.097 0	0.860 937 5
7	3.412 0	0.936 718 8
8	3.728 5	1.017 187 5
9	4.034 0	1.094 531 3
10	4.341 0	1.171 875 0

3.2 用 Spss 软件分析定标曲线

将表 3 实验数据输入 Spss 软件中,以 Z 为自变量, W 为因变量,由 Spss 的曲线估计功能,可得其定标曲线方程为

$$W=4.03527523\ 5626762\times10^8Z-37.7317309\ 1861493\tag{16}$$

由此所得曲线如图 5 所示。

3.3 灵敏度不确定度的估算

根据图 5 的 W - Z 一定标曲线,在直线上适当取样 Z_1 、 W_1 ; Z_2 、 W_2 值,合理估算灵敏度(X)的不确定度。由(16)可得

表 4 灵敏电流计灵敏度的实验结果

$u(w_1)=u(w_2)/\Omega$	$u(z_1)=u(z_2)/10^{-10}\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$	$S/10^8\text{div}\cdot\text{A}^{-1}$	$u_{r(S)}/\%$
0.16	4.0	4.035 ± 0.035	0.09

4 分析与结论

由表 3 数据,应用 Spss 曲线估计功能分析得定标方程(16)式及其图 5,并得到 W - Z 定标曲线图。得出了电阻复合量(W_i)与电阻比、光标偏转格数、电压的综合量(Z_i)成线性关系,实验所得定标方程(16)式及图 5 实验曲线与理论分析(8)式具有一致性。

由表 3 数据,应用 Spss 曲线估计功能得到定标方程(16)式,可得灵敏电流计内阻为 $37.73\ \Omega$,对比表 1 所给定灵敏电流计内阻 $38\ \Omega$,二者具有较好吻合度,表明所拟合的 W - Z 直线是客观的。

为了能较好的实现实验数据线性分析的合理性,应使光标偏转格数(N)始终保持在 $40\ \text{div}$ 下不变。实验中,选择标准电池 R_1 为 $1\ \Omega$,调整电阻箱为 $32\ \text{k}\Omega$,控制滑线变阻器 R_0 使总电压 U_{ac} 在 $0.6\ \text{V}$ - $1.5\ \text{V}$ 之间变化,操作换向开关,调节电

$$u(z_j)_\diamond=\frac{u(w_j)}{4.03527523\ 5626762\times10^8}\tag{17}$$

由图 3 直线上 Z_1 、 W_1 ; Z_2 、 W_2 取样值,可得

$$S=\frac{W_2-W_1}{Z_2-Z_1}\tag{18}$$

由(15)、(18)式可得

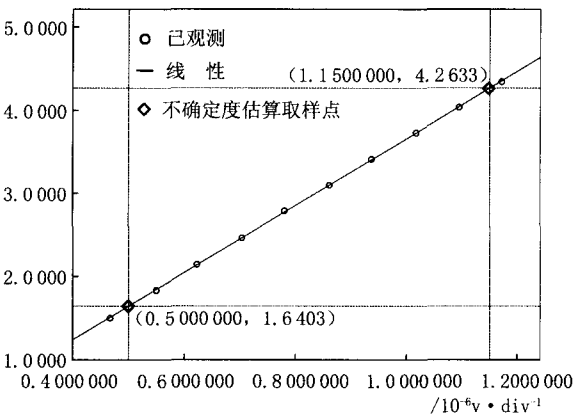


图 5 W - Z 定标曲线

$$u_{r(S)}=\frac{u(S)}{S}=\sqrt{\left(\frac{u(w_1-w_1)}{W_2-W_1}\right)^2+\left(\frac{u(z_2-z_1)}{Z_2-Z_1}\right)^2}\tag{19}$$

由图 3 不确定度评定取样点 Z_1 、 W_1 ; Z_2 、 W_2 , 结合(17)、(18)、(19)可得表 4 实验结果。

阻箱并测定 R 的值(实验的实际测量为 R_q 、 R_h ,而 R 由 $R=(R_q+R_h)/2$ 计算),其值一般可控制在 148 - $434\ \Omega$ 之间,这样可使测量结果较为可靠,实验结果较为合理。

能够得到较为理想的(16)式、图 3、表 4 的实验结果,除了借助了强有力的计算机辅助(Spss 软件)分析手段外,表明所测量数据(表 2)的质量较高,说明电阻 R_2 与灵敏电流计偏转格数 N 的选择较为合理,使因仪器或人为因素所致的偶然误差与系统误差已降为较小。

对照(16)式中的斜率为 $4.03\times10^8\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$ 与表 1 所给定灵敏电流计灵敏度 $4\times10^8\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$,对照(16)式中的截距为 $37.73\ \Omega$ 与表 1 所给定灵敏电流计灵内阻 $38\ \Omega$,它们具有较好吻合度,尤其查看表 4 中灵敏电流计灵敏度的实验结果,由该实验方案所得灵敏度的实验值只在千分位上可疑,而以往年用灵敏度特性研究的实验方案所得灵敏度的实验值一般为十分位或百分位上可

疑。说明应用 Spss 的曲线分析功能标定灵敏电流计的灵敏度及内阻,是可以提高测量数据及实验结果的分析精度,且数据的处理过程及结果直观有效。因此,该实验方案值得推广。

参考文献:

- [1] 祁金刚,高继伟,等.灵敏电流计内阻及电流常数测量[J].长春师范学院学报:自然科学版,2010,12,vol. 29 No. 6,27-29.
- [2] 贺德麟.测量灵敏电流计的灵敏度、内阻方法的改进[J].大学物理实验,1996,3,vol. 9 No. 1,27-30.
- [3] 申世璋.灵敏电流计内阻测量的误差分析[J].物理实验,1984,4,vol. 4 No. 2,63-53.
- [4] 徐顺松.灵敏电流计特性研究[J].大学物理,2004,1,vol. 23 No. 1,44-46.
- [5] 宋志刚.SPSS 16.0 guide to data analysis [M].人民邮电出版社,2008,115-186.
- [6] 杨述武,赵立竹,等.普通物理实验(2 电磁学部分·第四版)[M].高等教育出版社.2007,90-98.
- [7] 宋文福,朱力,等.不确定度的估算与表示[J].大学物理实验,2004,3,vol. 17 No. 1,69-71.
- [8] 刘才明.大学物理实验中测量不确定度的评定与表示[J].大学物理.1997,16(8),21-23.

Calibrate Sensitivity and Internal Resistance of Sensitive Galvanometer by Isogonic Method and Spss

YAN Xiao, WANG Xin-chun, YUE Kai-hua, ZHU Fei-xia, SI Min-zhen

(Chuxiong Normal University, Yunnan Chuxiong 675000)

Abstract: For the experimental device for testing sensitive galvanometer, we study sensitivity and internal resistance of sensitive galvanometer by the method of isogonics and Spss, introducing Spss curve estimation to analyze experimental data. After that, calibration curve among resistance compound amount, resistance ratio, cursor deflection, and voltage compound amount is obtained. In addition, we testified the linear relationship between compound amount and comprehensive amount, so calibrate sensitivity and internal resistance of sensitive galvanometer. We analyze and evaluate the experiment data with the uncertainty confidence probability of 95%. It's shown that we gain reasonable experiment result.

Key words: isogonics method; sensitive galvanometer; Spss; sensitivity; internal resistance; uncertainty