

大学物理实验报告

实验时间：2016 年 3 月 14 日

实验名称：电表的改装与校准

成绩：_____

学号：6101215073

实验目的：

班级： 自动化 153 班

姓名：廖俊智

- 1、测量微安表头的内电阻 R_g ，量程 I_g
- 2、掌握将 100uA 表头改装成 10mA 的电流表和 5V 电压表的方法；
- 3、学会校准电流表和电压表的方法。

实验仪器：

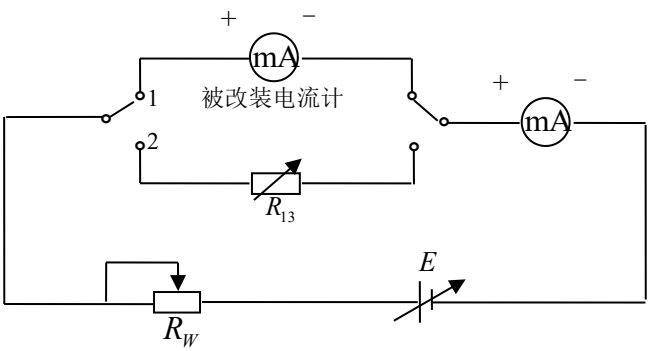
图 3

用于改装的微安表头、数字多用表、电阻箱、滑动变阻器、直流稳压电流、导线等。

实验原理：

1. 微安表头的内电阻 R_g ，量程 I_g 的测定

测量内阻 R_g 的方法很多，本实验采用替代法。如图 1 所示。当被改电流计(表头)接在电路中时，选择适当的电压 E 和 R_w 值使表头满偏，记下此时标准电流表的读数 I_a ；不改变电压 E 和 R_w 的值，用电阻箱 R_{13} 替代被测电流计，调节电阻箱 R_{13} 的阻值使标准电流表的读数仍为 I_a ，此时电阻箱的阻值即为被测电流计的内阻 R_g 。



1. 将 μA 表头改装成大量程的电流表

因为微安表头的满刻度电流(量程)很小，所以在表头测量较大的电流前，需要扩大它的电流量程。扩大量程的方法是，在表头两端并联一个阻值较小的电阻 R_p (如图 1) 使流过表头的电流只是总电流的一部分。表头和 R_p 组成的整体就是电流表。 R_p 称为分流电阻。选用不同阻值的 R_p 可以得到不同量程的电流表。

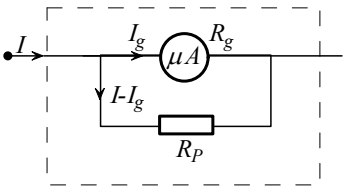


图 1

在图 1 中, 当表头满度时, 通过电流表的总电流为 I , 通过表头的电流为 I_g 。
因为

$$U_g = I_g R_g = (I - I_g) R_p$$

故得
$$R_p = \left(\frac{I_g}{I - I_g} \right) R_g \quad (1)$$

如果表头的内阻 R_g 已知, 则按照所需的电流表量程 I , 由式(1)可算出分流电阻 R_p 的阻值。

2. 电压表的改装

根据欧姆定律 $U=IR$, 内阻为 R_g 的表头, 若通以电流 I_g , 则表头两端电压降为 $U_g=I_g R_g$, 因此直流电流表可以对直流电压进行测量。通常 R_g 的数值不大, 所以表头测电压的量程也很小。为了测量较高的电压, 需在表头上串联一个阻值较大的电阻 R_s (如图 2), 使超过表头电压量程的那部分电压降落在电阻 R_s 上, R_s 称为扩程电阻。选用不同的扩程电阻, 可以得到不同量程的电压表。

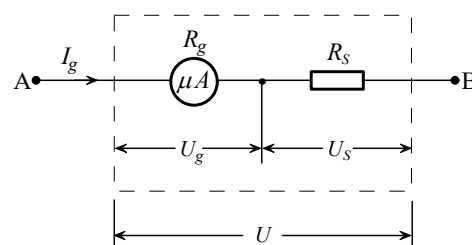


图 2

在图 2 中, 设改装后伏特计的总电压为 U , 当表头指针满刻度时, 扩程电阻 R_s 两端的

电压为 $U_s = I_g R_s = U - U_g$, 于是有

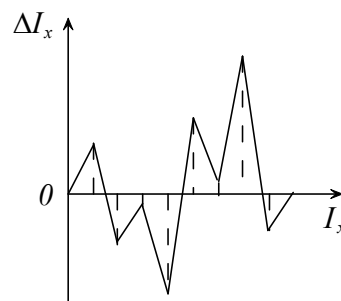
$$R_s = \frac{U - U_g}{I_g} = \frac{U}{I_g} - R_g \quad (2)$$

根据所需要的电压表量程 U 和表头内阻 R_g , 由式(2)可算出扩程电阻 R_s 的阻值。
式(2)中 I_g 和 U_g 分别为表头的满刻度电流和满刻度电压。

3. 电表的校准

电表扩程后必须经过校准才能使用。所谓校准, 就是将改装后的电表与标准表同时对同一个对象 (如电流或电压) 进行测量比较。

校准电表时, 必须先调好零点, 再校准量程 (满刻度点)。若量程不对, 可调节 R_p 或 R_s , 使改装表的量程与标准表的指示数相一致。校准刻度时, 要同时记下待校表的读数 I_x 和标准表的读数 I_s 。从而得到该刻度的修正值 $\Delta I_x = I_s - I_x$ 。将同一量程的各个刻度都校准一遍, 可绘出 $\Delta I_x - I_x$ 的折线图, 即校准曲线 (图 3)。在以后使用这个电表时, 可以根据校准曲线对测量值做出修正, 以获得较高的准确值。



作校准曲线 $\Delta U_x - U_x$ ($\Delta U_x = U_s - U_x$), 以 U_x 为横坐标。

数据表格:

1、电流表扩程及校准数据记录

I 标	0	0.74	1.41	2.15	2.96	3.64	4.38
I 改 (格数)	0	2	4	6	8	10	12
I 改 (mA)	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4	4.8
ΔI	0	0.06	0.19	0.25	0.24	0.36	0.42

I 标	5.15	5.83	6.59	7.37	8.12	8.9	9.29
I 改 (格数)	14	16	18	20	22	24	25
I 改 (mA)	5.6	6.4	7.2	8	8.8	9.6	10
	0.45	0.57	0.61	0.63	0.68	0.7	0.71

2、改装及校准数据电压表记录

U 标	0	0.398	0.769	1.16	1.551	1.918	2.321
U 改 (格数)	0	2	4	6	8	10	12
U 改 (V)	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2	2.4
<div>ΔU</div>	0	0.002	0.011	0.04	0.009	0.082	0.079

U 标	2.731	3.125	3.526	3.925	4.33	4.76	4.94
U 改 (格数)	14	16	18	20	22	24	25
U 改 (V)	2.8	3.2	3.6	4	4.4	4.8	5
<div>ΔU</div>	0.069	0.075	0.074	0.075	0.07	0.04	0.06

实验步骤：

- 将量程为 100μA 的表头扩程至 10mA。
 - 计算分流电阻 R_p 理论值。
 - 按图 4 连接电路。
 - 校准量程，得到 R_p 实际值。
 - 校准改装电流表刻度值。
 - 作校准曲线 $\Delta I_x - I_x$ 折线图。
- 将 100μA 的表头改装为 5V 的电压表。
 - 计算扩程电阻 R_s 理论值。
 - 按图 5 连接电路。
 - 校准量程，得到 R_s 实际值。
 - 校准改装电压表刻度值。
 - 作校准曲线 $\Delta U_x - U_x$ 折线图。

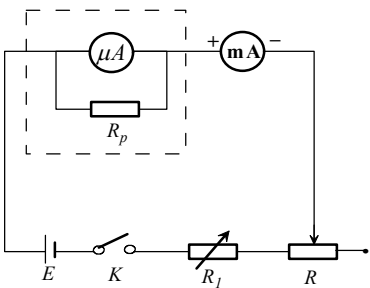


图 4

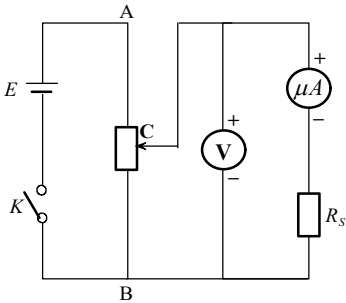
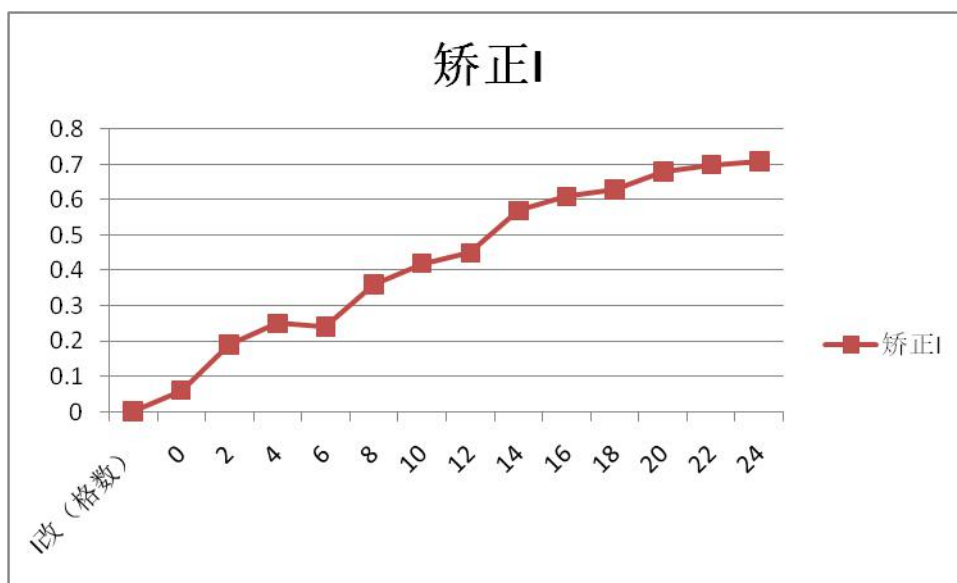


图 5

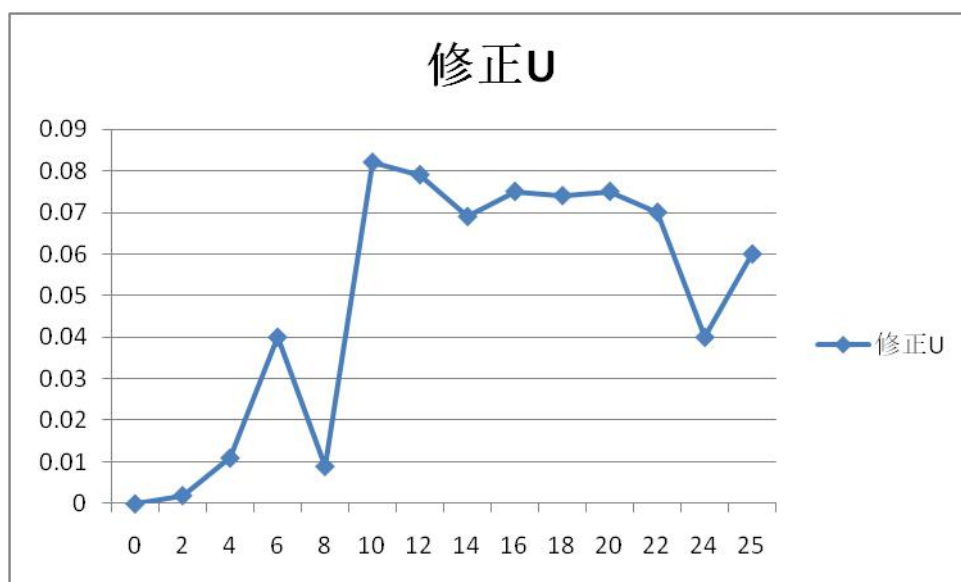
数据处理：

1、两改装表的校准曲线

电流表改装校准曲线：



电压表改装校准曲线：



误差分析：

1. 在调节接入电阻的实际值时，不能达到理想状态。
2. 要正确进行读数和记录测量值的有效数字。估读时产生的误差。
3. 电表本身存在的误差，仪器放久了发生不准确现象。

$$I_g = 98.8 \mu A$$

廖俊超 自动化153-班

$$R_g = 2130 \Omega$$

19

$$R_s = \frac{98.8 \times 2130}{10^6 - 98.8} = 21.254393407 \Omega \quad \frac{14}{3}$$

$$\approx 21.3 \Omega$$

$I_{\text{表}}$	0	0.74	1.41	2.15	2.96	3.64	4.38	5.15
$I_{\text{改(格数)}}$	0	2	4	6	8	10	12	14
$I_{\text{改(mA)}}$	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6

5.83	6.59	7.37	8.12	8.90	9.29
16	18	20	22	24	25
6.4	7.2	8.0	8.8	9.6	10

$$R_{H1} = \frac{5}{98.8 \times 10^{-6}} - 2130 = 48477.287449 \Omega$$

$$\approx 48477.3 \Omega$$

$U_{\text{表}}$	0	0.398	0.769	1.16	1.55	1.98	2.32	2.73	3.125	3.526	3.925	4.33
$U_{\text{改(格数)}}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$U_{\text{改(V)}}$	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4

4.76	4.94
24	25
4.8	5.0