

电表的改装和校准

在电学测量中经常会用到各类电学仪表。微安表（表头）因构造方面的原因，一般只能用于测量很小的电流或电压。若要用它来测量较大的电流或电压，就必须对其进行改装，以扩大其量程。改装后的微安表可具有测量较大电流、电压和电阻等多种用途。

【实验原理】

用于改装的微安表，一般为常见的磁电式电流计(表头)。它是由放在永久磁场中的由细漆包线绕制的可以转动的线圈、用来产生机械反力矩的游丝、指示用的指针和永久磁铁所组成。当电流通过线圈时，载流线圈在磁场中就产生一磁力矩，使线圈转动并带动指针偏转。线圈偏转角度的大小与线圈通过的电流大小成正比，所以可由指针的偏转角度直接指示出电流值，如图 1 所示。

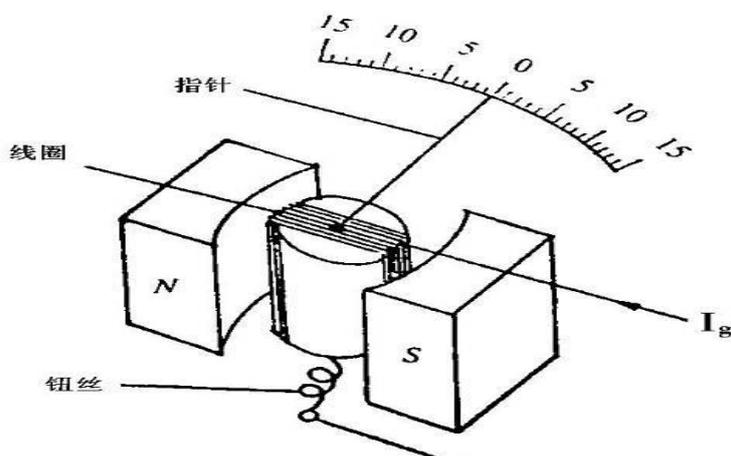


图 1 磁电式电表结构

表头有三个重要的技术参数：满偏电流值 I_g 和表头内阻 R_g 、电流满偏时电表两端的电压（称为满偏电压） $U_g = I_g R_g$ 。由于 I_g 和 R_g 都很小，这样的表头容许通过的电流都比较小，只能用来检测电路中是否有电流或测量电路中微小的电流或电压。要测量较大的电流或电压，必须对其进行改装，扩大其量程。

1. 改装微安表为电流表

由于表头能测量的电流很小，为了扩大量程，可以在表头两端并联一个小电阻 R_s （称为分流电阻），根据并联电路的“分流原理”，因为分流电阻 R_s 比表头内阻 R_g 小得多，被测电流大部分经 R_s 通过，只有很小的一部分通过表头线圈，从而得到一个量程放大的电流表（如图 2 所示）。改装得到的电流表的内阻一般远小于表头内阻 R_g 。分流电阻 R_s 的大小由

表头的满偏电流值 I_g 、内阻 R_g 及改装的量程 I 决定：

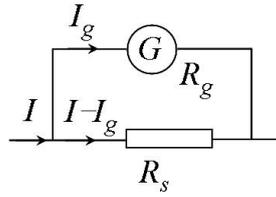


图2 电流表原理

$$I_g R_g = (I - I_g) R_s \rightarrow R_s = \frac{I_g}{I - I_g} R_g = \frac{R_g}{\frac{I}{I_g} - 1} \quad (1)$$

2. 改装微安表为电压表

给表头串联一个大电阻 R_p （称为分压电阻），根据串联电路的“分压原理”，因为分压电阻 R_p 比表头内阻 R_g 大得多，被测电压大部分加载在 R_p 上，只有很小的一部分电压加在表头线圈上，从而得到一个量程放大的电压表（如图3所示）。改装后的电压表内阻大大增加了。分压电阻 R_p 的大小由表头的满偏电流值 I_g 、内阻 R_g 及改装的量程 V 决定：

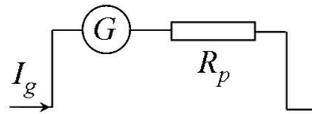


图3 电压表原理

$$V = (R_g + R_p) I_g \rightarrow R_p = \frac{V}{I_g} - R_g \quad (2)$$

【实验内容】

1. 测量表头的量程 I_g 及内阻 R_g

(1) 测表头量程 I_g

如图4所示，接通 K ，调节滑线变阻器 R ，使表头指针达到满刻度，这时标准表上的读数 I_0 即为表头 G 的量程，即： $I_g = I_0$ 。

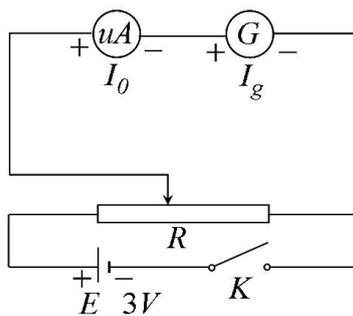


图4 测量表头量程

(2) 测量表头内阻 R_g

采用替代法，如图5所示，将电路中的表头 G 用电阻箱 R_0 替代，其他地方均保持不动，调节电阻箱 R_0 的电阻值，使标准微安表的读数仍保持在前面测量表头量程时的电流值，即仍等于 I_g ，则此时电阻箱的电阻值 R_0 即为表头内阻 R_g ，即： $R_g = R_0$ 。

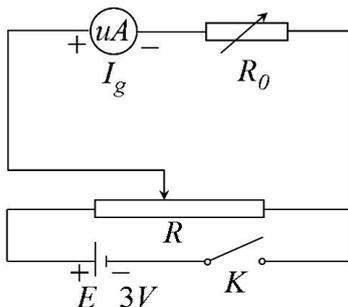


图5 测量表头内阻

2. 将表头改装成 1000 微安的电流表

算出要并联的分流电阻 R_s 的大小，参照图6连接线路。在分流电阻 R_s 的阻值大小附近微调电阻箱 R_0 ，同时调节滑动头，使得表头 G 指针和标准电流表的指针都指到满偏刻度上，此时电阻箱 R_0 阻值大小就是分流电阻 R_s 的实验调节值。调节滑线变阻器 R ，使得标准电流表的读数分别为 900 μA ，800 μA ，……200 μA ，100 μA ，同时记录下改装表的相应读数，检验改装表的测量误差并定级。

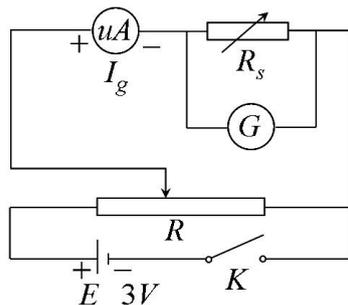


图 6 将表头改装成 1000 微安的电流表

3. 将表头改装成 1 伏的电压表:

算出要串联的分压电阻 R_p 的大小, 参照图 7 连接线路。在分压电阻 R_p 的阻值大小附近微调电阻箱 R_0 , 同时调节滑动头, 使得表头 G 指针指到满偏刻度上同时标准电压表的指针指到 1 伏, 此时电阻箱 R_0 其阻值大小就是分压电阻 R_p 的实验调节值。调节滑线变阻器 R , 使得标准电压表的读数依次为 0.80V, 0.60V, 0.40V, 0.20V 时, 同时记录下改装表的相应读数, 计算出最大绝对误差。

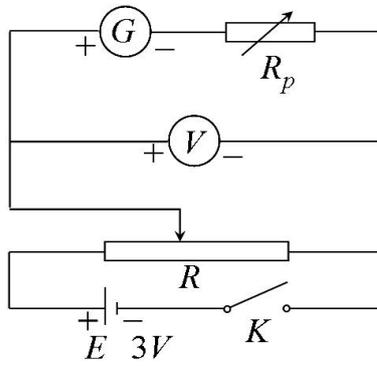


图 7 将表头改装成 1 伏特的电压表

【思考题】

1. 有一电流表 G , 内阻 $R_g = 10\Omega$, 满偏电流为 $I_g = 3\text{mA}$ 。把它改装成量程为 3V 的电压表, 要串联一个多大的电阻? 改装的电压表的内阻多大?
2. 有一电流表 G , 内阻 $R_g = 25\Omega$, 满偏电流为 $I_g = 3\text{mA}$ 。把它改装成量程为 0.6A 的电流表, 要并联一个多大的电阻? 改装的电流表内阻多大?
3. 校准电流表时, 若发现改装表的读数相对于标准表的读数都偏高, 试问, 要达到标准表的数值, 此时改装表的分流电阻应调大还是调小? 为什么?