

将灵敏电流计改装成安培表和伏特表

灵敏电流计简介

实验目的

实验仪器

实验原理

实验步骤

数据处理

➤ 灵敏电流计简介

(1) 什么是电流计

电流计，根据可动线圈的偏转量来测量微弱电流或电流函数的仪器。

一般情况下，电流计即指的是灵敏电流计，通常其测量电流是微安量级或低于微安量级；测量电流在微安量级以上的电流计通常叫做电流表或安培表。

灵敏电流计可以测量微弱电流，它是一种高灵敏度的磁电式仪表，有磁针式和光点式两种，通常光点式比磁针式的灵敏度要高，可以测量 10^{-7} — 10^{-12} A 的微小电流。

(2) 电流计的应用

电流计不仅可以检测和测量电流，利用它还可以测量其他电学量以及其他非电学量。

a、对各种电量和电参数的测量。

利用电流计进行改装，可制成电压表、电阻表，进行电压、电阻的测量。同时利用某些物理量和电流的函数关系，可以通过测量电流的大小得到，比如：电功率、电能、电容、电感等。

b、对各种非电学量的测量。

由于电学量便于传递，易与其他能量形式相互转换，因此采用电流计制成的测量设备可以测量一些能转换为电学量的非电学量。比如：油量、水位、长度、照度等。



➤ 实验目的

(1) 掌握电表改装的基本原理和方法，按照实验原理设计测量线路。

(2) 掌握毫安表、电压表和欧姆表的改装、校准和使用方法。

(3) 掌握电表级别的定义。

将灵敏电流计改装成安培表和伏特表，对电流计的应用有重要的意义。通过改装实验，可以更深层次地了解灵敏电流计的结构，理解其工作原理，熟悉利用电流计测量电流以外其他电学量的方法，进而能够掌握电流计在测量一些非电学量时的使用方法。

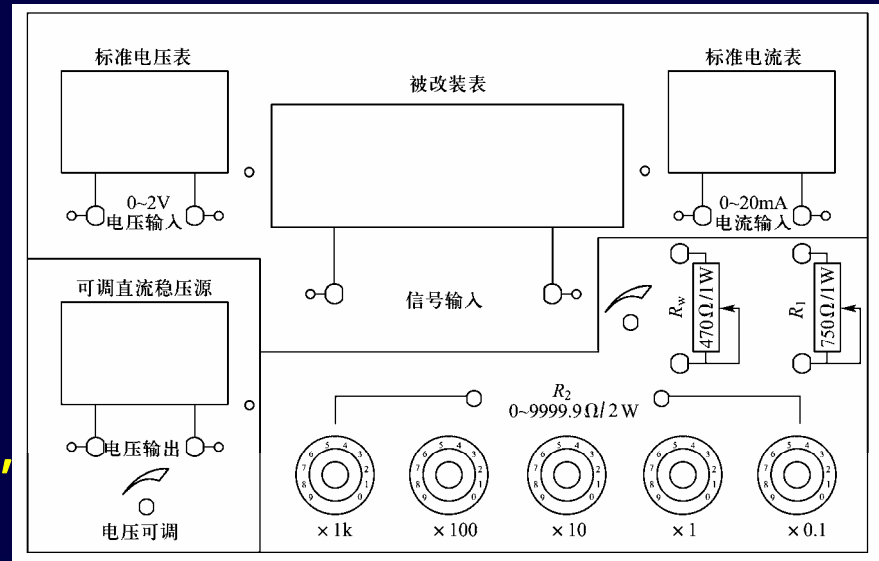
实验仪器

电表改装与校准实验仪

仪器简介

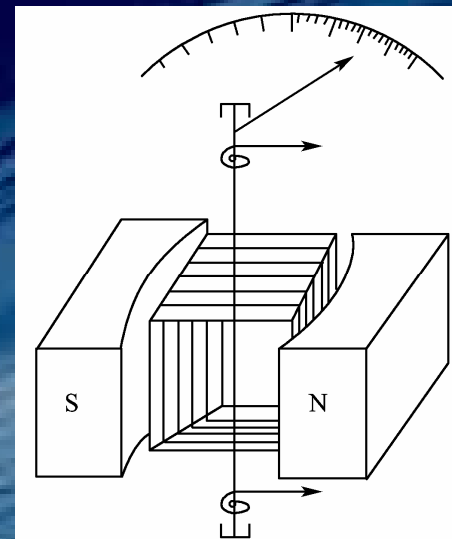
本实验所用的电表改装与校准实验仪集成了0-1.999V可调直流稳压源（带3位半数线），被改装表量程为1 mA、内阻 R_G 为100 的指针电流计表头，量程为0-9999.9 的可变电阻箱。3位

半标准数字电压表和3位半标准数字电流表，用于对改装后的电流表和电压表进行校准。可变电阻箱 R_2 ，用来测量电流计G的内阻 R_G ；将它与被改装表头串并联，人为地改变表头内阻；在改装欧姆表实验中，作为可变外接电阻使用。470 可调电阻在改装电流表和电压表实验中，作为可变外接电阻；在改装欧姆表实验中，用来调零。750 电阻与上述470 可调电阻一起用于把电流计表头改装为串接式和并接式欧姆表。



➤ 实验原理

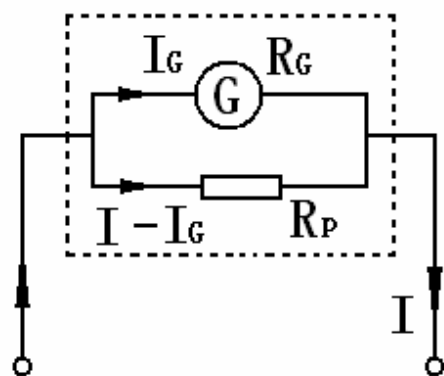
电流计允许通过的最大电流称为电流计的**量程**，用 I_G 表示；电流计的线圈有一定的**内阻**，用 R_G 表示。在电流计磁铁的磁性一定的条件下，要提高灵敏度，就要增加转动线圈的匝数，使同样大小的电流流经线圈时所受的**磁力矩**较大，以此来增大指针的偏转角，这就要求绕成线圈的漆包线不仅特别细，而且长度增加，结果导致电流计的内阻增大，同时电流计的**量程**会减小。因此， I_G 与 R_G 是表示电流计特性的两个重要参数。一般情况下，电流计的灵敏度越高，量程越小，内阻越大。



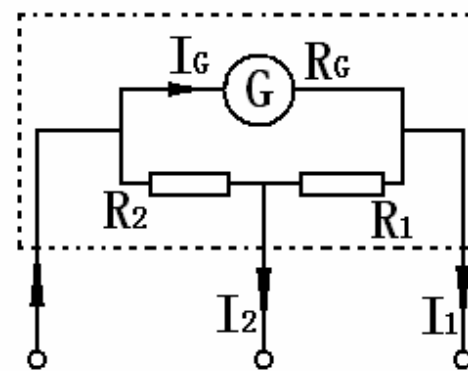
1. 将电流计改装成安培表

若测出电流计的 I_G 与 R_G ，则根据下式就可以算出将此电流计改装成量程为 I 的安培表所需的分流电阻 R_p 。

$$R_p = \left(\frac{I_G}{I - I_G} \right) R_G = \frac{R_G}{I/I_G - 1}$$



(a)

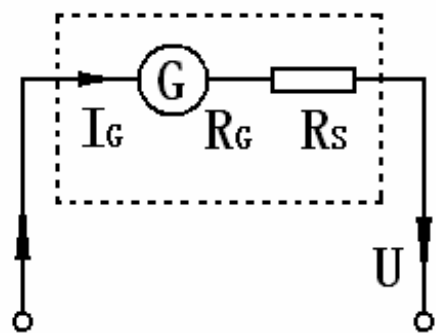


(b)

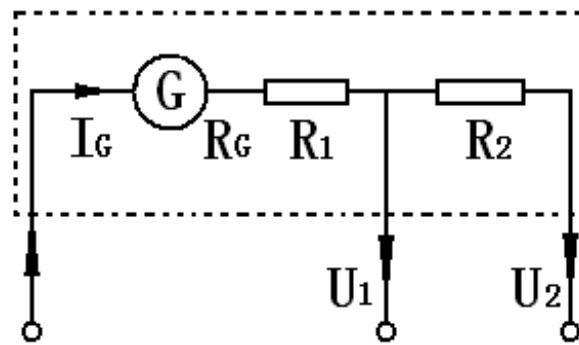
2. 将灵敏电流计改装成伏特表：

由电流计的 I_G 与 R_G ，再则根据下式就可以算出将此电流计改装成量程为 U 的伏特表所需的分压电阻 R_s 。

$$R_s = \frac{U}{I_G} - R_G = \left(\frac{U}{I_G R_G} - 1 \right) \cdot R_G$$



(a)



(b)

3. 电表级别的确定

仪表准确度等级定义为仪表的最大绝对误差与仪表量程（即测量上限）比值的百分数。

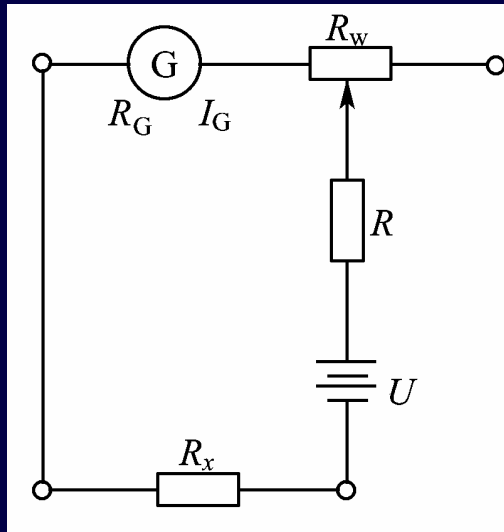
$$K\% = \frac{\text{最大绝对误差}(\Delta m)}{\text{量程}(Am)} \times 100\%$$

电表的准确度等级按国家质量技术监督局规定可分为0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0七个等级，其中数字愈小的准确度愈高。我们根据最大相对误差的大小就可以定出电表的等级。

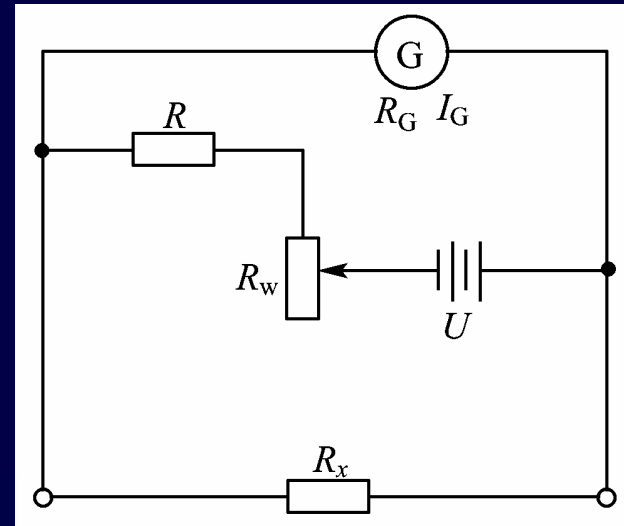
实验室常用1.0级、1.5级、2.5级电表，准确度要求较高的测量中则用0.5级或0.1级的。

4. 改装欧姆表

(1) 串接式欧姆表改装。



(2) 并联式欧姆表改装。



5. 注意事项

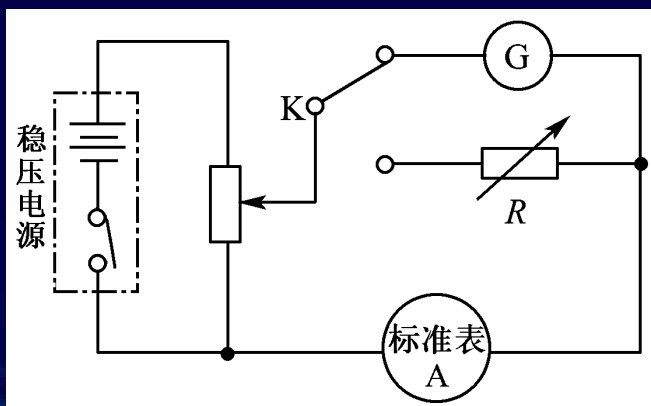
(1) 注意接入改装表电信号的极性与量程大小，以免指针反偏或过量程时出现“打针”现象。

(2) 实验仪提供的标准电流表和标准电压表仅作为校准时的标准使用。

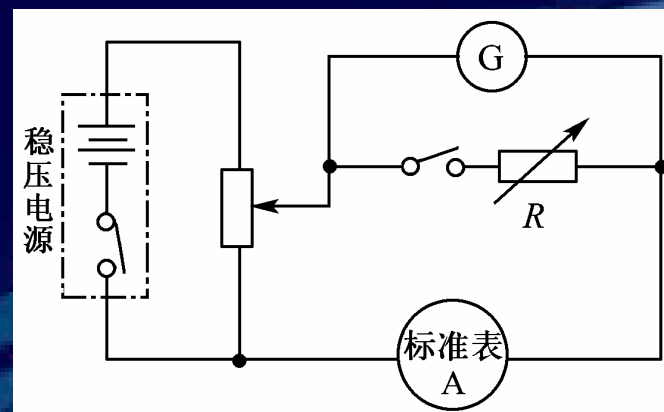
➤ 实验步骤

1. 测定电流计G的内阻 R_G :

(1) 替代法测量电流计内阻

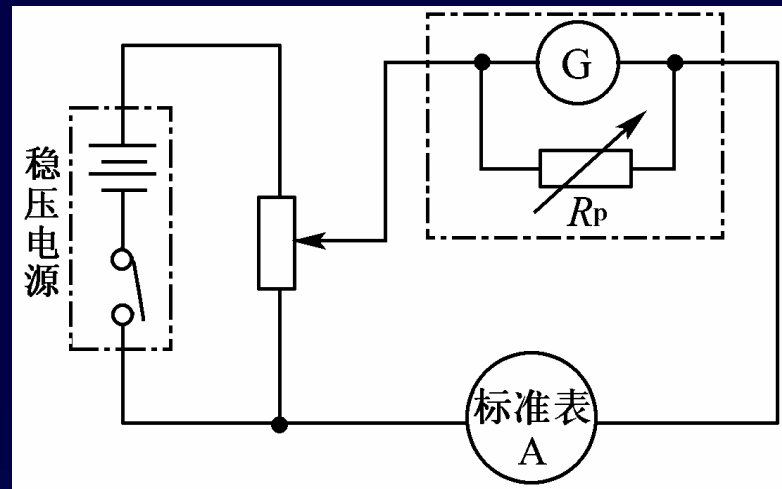


(2) 中值法测量电流计内阻



2. 改装电流计为5mA量程的安培表并校准

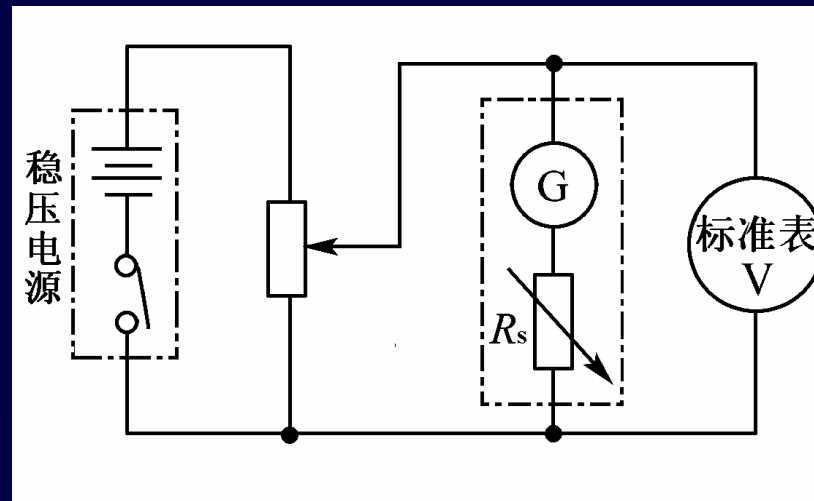
计算出将此电流计改装成量程为5mA的安培表所需的分流电阻 R_p 的值，用电阻箱调出 R_p 的值代替分流电阻与电流计并联，则将电流计改装成一只5mA的安培表。



按上图将改装后的安培表与标准电流表串联进行校准，从0到满量程，将测得的校准数据填入表中，然后以改装后安培表读数 I_x 为横坐标，以 I_x 为纵坐标，做出安培表的校准曲线。

3. 改装电流计为1V量程的伏特表并校准

计算出将此电流计改装成量程1V的伏特表所需的分压电阻 R_s 的值，用电阻箱调出 R_s 的值代替分压电阻与电流计串联，则将电流计改装成一只1V的伏特表。



按上图将改装后的伏特表与标准电压表并联进行校准，从0到满量程，将测得的校准数据填入自拟的表格中，然后以改装后伏特表读数 U_x 为横坐标，以 U_x 为纵坐标，做出伏特表的校准曲线。

4. 确定改装安培表和伏特表的级别

通常改装表的级别不能高于用来校准的标准表的级别，应根据实际测量与计算的结果，向低的级别靠，来确定改装表级别。

5. 改装电流计为欧姆表

实验中， $U = 1.0V$ ， $R = 750$ ， R_w 为470 可调电阻，分别把电流计改装为串接式欧姆表和并接式欧姆表，用变阻箱作为可变外接电阻，作出 $I_x - R_x$ 曲线。



➤ 数据处理

1. 电流计相关参数：内阻 $R_G = \underline{\hspace{2cm}}$ ，量程 $I_G = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. 改装成安培表：分流电阻 $R_p = \underline{\hspace{2cm}}$ ，改装后量程 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

将校准改装后安培表的数据填入下表中。

改装后安培表的校准数据

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
改装后安培表 读数 I_x (mA)										
标准电流表 读数 I_0 (mA)										
$I_x = I_0 - I_x$ (mA)										

➤ 数据处理

3. 改装成伏特表：分压电阻 $R_s = \underline{\hspace{2cm}}$ ，改装后量程 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。将校准改装后安培表的数据填入自拟的表（仿照上面）中。
4. 分别绘制改装后安培表和伏特表的校准曲线，并确定二者的等级。
5. 把电流计改装为串接式欧姆表和并接式欧姆表，数据填入表格中，作出 $I_x - R_x$ 曲线。

改装欧姆表数据

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
电流计 读数 I_x (mA)										
改装欧姆表 读数 R_x ()										

