

浙江大学

物理实验预习报告

实验名称： 万用表的设计

实验桌号： 04

指导教师： 唐浩原

班级： 机器人工程 2402

姓名： 毛挺

学号： 3240104043

实验日期： 2025 年 11 月 26 日 星期三 上午

浙江大学物理实验教学中心

一、实验综述

(自述实验现象、实验原理和实验方法, 不超过 500 字, 5 分)

改装多量程电流表原理:

要将磁电式电流计改装成量程为 I 的电流表, 只需在电表表头两端并联一个分流电阻, 其 $R_s = \frac{R_g I_g}{I - I_g}$, 并联不同的分流电阻可构成不同量程的电流表。

如下图, $\begin{cases} (R_1 + R_2)(I_2 - I_g) = R_g I_g \\ R_1(I_1 - I_g) = (R_2 + R_g)I_g \end{cases}$ 可得到 R_1 、 R_2 的值, 最后用标准电流表对改装的电流表进行校正。

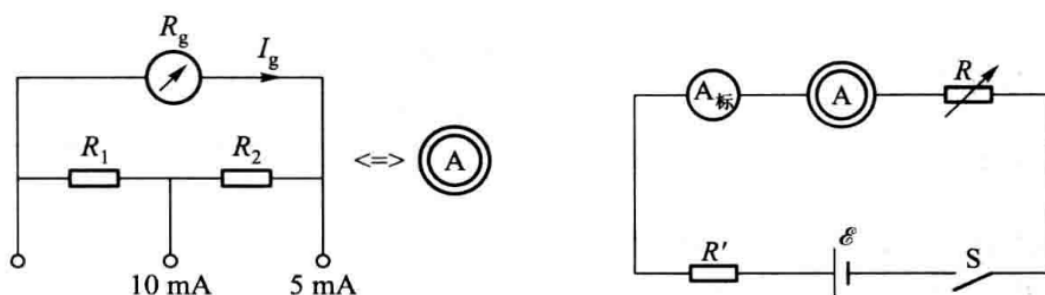


图 1: 改装电路表电路图

改装多量程电压表原理:

要将磁电式电流计改装成量程为 U 的电压表, 则电流计需串联一个分压电阻, 其 $R_x = \frac{U}{I_g} - R_g$, 串联不同的分压电阻可得到不同量程的电压表。

如图, 有: $\begin{cases} R_3 I_g = U_1 - R_g I_g \\ R_4 I_g = U_2 - R_g I_g \end{cases}$ (若用 1 中改装的电流表代替表头, 则记为 R'_g 和 I'_g), 最后用标准伏特表对改装的电压表进行校正。

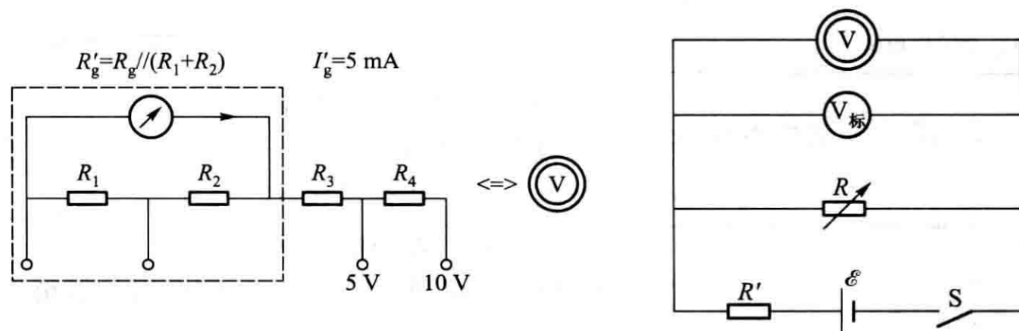


图 2: 改装电路表电路图

改装欧姆表原理:

短接 a、b 两端，调节电阻 R 使电流计满刻度，此时总电阻为 $R_0 = R_g + R'$ ，则当接入电阻 R_x 后，回路电流 $I_x = \frac{\varepsilon}{R_0 + R_x}$ 。当 $R_x = R_g + R'$ 时， $I_x = \frac{I_g}{2}$ ，此时电表指针指向刻度线中点，这时的电阻 R_x 称为欧姆表的中值电阻。

由于 I_x 与 R_x 呈非线性关系，所以欧姆表刻度为非均匀刻度。由于作为电源的电池也非恒定，所以欧姆表还需作零欧姆调整，通过可调电位器 R_6 实现。

若要扩大欧姆表量程，可采用两种方法：一是电流计两端并联不同的分流电阻，二是可提高电源电压。

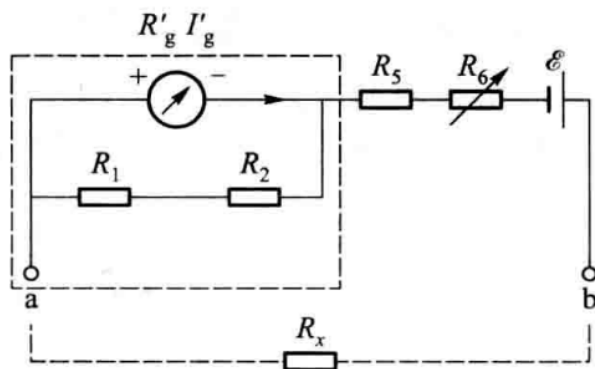


图 3: 欧姆表校准电路图

设计多量程电流表并校准：

实验室提供 1mA 量程电流计，内阻已标注。若要重新测量电流计内阻改装电流表实验值，可采用替代法测量，即：先将电流计与标准电流表同时串接在测量回路中，调整回路电流到合适大小 I，然后用电阻箱将电流计换下，改变阻值使 I 不变，此时电阻箱的阻值即为电流计的内阻。

1. 用满偏法和替代法测量表头的 I_g 、 R_g ；
2. 计算多量程电流表的分流电阻；
3. 校准与记录，计算 ΔI ，确定 $k = \frac{\Delta I_{max}}{\text{量程}} \times 100\%$ 。

设计多量程电压表并校准：

1. 计算多量程电压表的分压电阻；
2. 校准与记录，记录 ΔV 与 U，绘制校准曲线，确定 $k = \frac{\Delta V_{max}}{\text{量程}} \times 100\%$ 。

设计欧姆表并制作欧姆档刻度曲线：

I_x 与 R_x 成非线性关系，记录多组 R_x 及 I_x 的数据，用此方法，可在电流计面板上刻刻度，以显示不同的阻值 R_x ，且刻度为非均匀刻度。另外，实际作为电源的电池非恒定，故还需作零欧姆调整。

二、实验重点

（简述本实验的学习重点，不超过 100 字，3 分）

1. 了解指针式万用表测量电流、电压以及电阻的基本原理；
2. 掌握多量程电流表、电压表和万用表的设计方法。

三、实验难点

(简述本实验的实现难点，不超过 100 字，2 分)

1. 计算分流、分压电阻需精准，数值偏差会影响电表量程准确性；
2. 校准电表时，要控制电流 / 电压稳定，绘制校准曲线需多次精准记录数据；
3. 欧姆表刻度非线性，制作刻度曲线需处理多组数据，且电池需频繁零欧姆调整；
4. 测量电流计内阻时，替代法操作需保证回路电流不变，难度较高。

注意事项：

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”，文件名：学生姓名 + 学号 + 实验名称 + 周次。
2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”的本课程的对应实验项目的“作业”模块内。
3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站” - “选课系统”内查询。
4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站” - “选课系统”内进行，学生必须进行教学评价，才能看到实验报告成绩，教学评价必须在本次实验结束后 3 天内进行。

浙江大学物理实验教学中心制