# 物理实验预习报告

**实验名称：** 万用表的设计

**指导教师：**

**班级：**

**姓名：**

**学号：**

**实验日期：** 2025 **年** 9 **月** 28 **日** **星期** 日 **下午**

浙江大学物理实验教学中心

# 一、预习报告（10 分）

## 1. 实验综述（5 分）

（自述实验现象、实验原理和实验方法，包括必要的光路图、电路图、公式等。不超过 500 字。）

(1) 实验现象

电流通过导体产生的磁效应以及电表指针的偏转。当电流通过电流计的线圈时，线圈会受到安培力而发生偏转，其偏转角度与通过的电流大小成正比。在改装和校验电表的过程中，会观察到标准电表和改装电表的读数变化，理想情况下两者读数应保持一致。本实验围绕指针偏移的现象设计万用表

(2) 实验原理

1. 改装多量程电流表

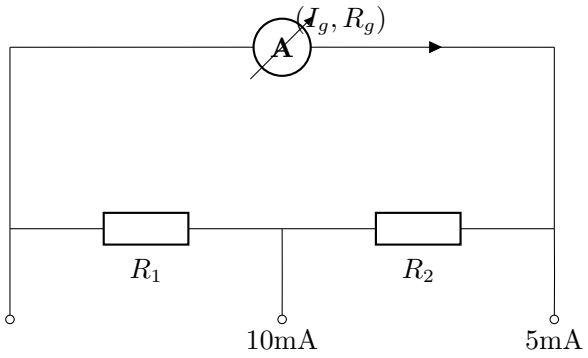



图 1: 多量程电流表电路原理图

由于电流量程 $I$ 常远大于 $I_g$，因此我们需要给检流计并联上分流电阻。如图1，有关系：当接量程 $I_1$ 时，电流计与 $R_2$ 串联，然后与 $R_1$ 并联，即：

$$(R_g + R_2)I_g = R_1(I_1 - I_g) \tag{1}$$

当接量程 $I_2$ 时，$R_1$ 与 $R_2$ 串联，然后与电流计并联，即：

$$(R_1 + R_2)(I_2 - I_g) = R_g I_g \tag{2}$$

计算出 $R_1$、$R_2$ 后，即可设计出多量程电流表。

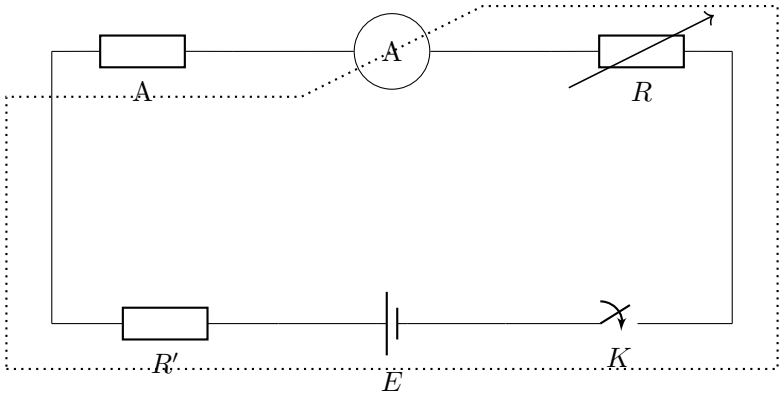



图 2: 使用半偏法测量电流表内阻的电路原理图

然后，用图2所示电路校正，并分析误差。

2. 改装电压表

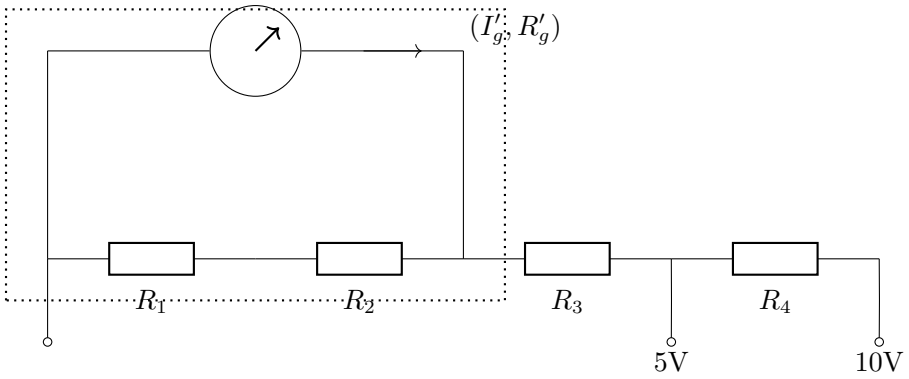



图 3: 多量程电压表电路原理图

类似的，由于电压表量程通常远大于 $I_gR_g$，因此我们给检流计串联上分压电阻。有关系：(如图3)

$$I_g'(R_g' + R_3) = U_1 \tag{3}$$

$$I_g'(R_g' + R_3 + R_4) = U_2 \tag{4}$$

$$R_g' = \frac{R_g(R_1 + R_2)}{R_g + R_1 + R_2} \tag{5}$$

$$I_g' = I_2 = 5\text{mA} \tag{6}$$

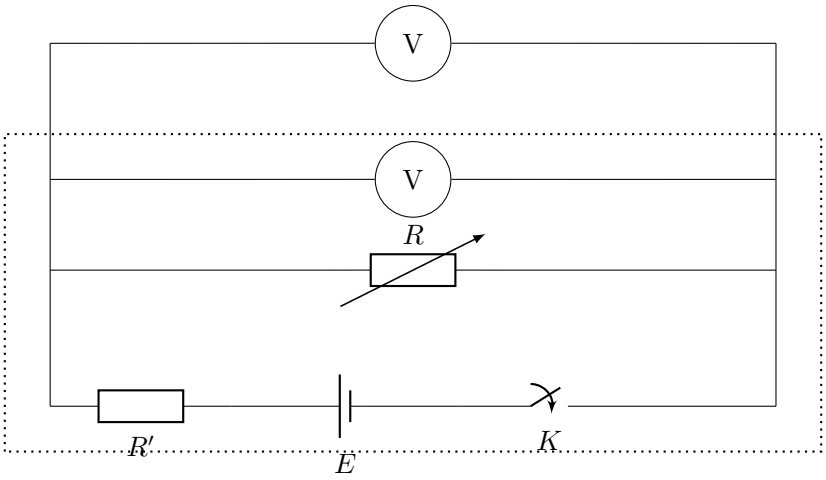



图 4: 伏安法测量电压表内阻的电路原理图

然后进行计算和矫正，并分析误差（如图4）

3. 改装欧姆表

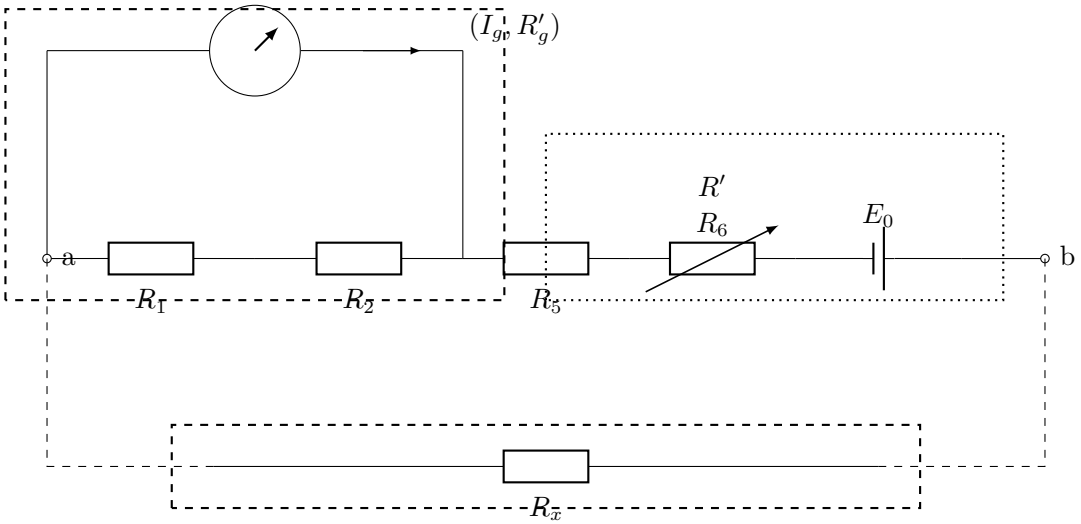



图 5: 欧姆表内部电路原理图

如图5所示, 首先短接 a,b, 调节 $R_b$ 使电流计满偏, 此时有

$$I_0 = I'_g = \frac{E_0}{R'_g + R'} \tag{7}$$

其中 $R'$ 为回路中其他电阻 ($R_5$, $R_6$, 电源内阻等) 之和。

当 $R_x$ 接入回路中, 有

$$I = \frac{E_0}{R'_g + R' + R_x} \tag{8}$$

当 $R_x = R'_g + R'$ 时, $I = \frac{I_0}{2}$, 此时 $R_x$ 称为欧姆表的中值电阻。利用此方法在电流计面板上刻上刻度以显示不同阻值。

(3) 实验方法

本实验方法首先采用替代法或中值法测量电流计内阻。接着，通过计算并联或串联电阻，分别设计和改装成 5mA 电流表与 5V 电压表，并进行校验与校准。最后，设计并改装欧姆表，完成调零，并通过描绘特性曲线来分析其电阻分布。

## 2. 实验重点（3 分）

（简述本实验的学习重点，不超过 100 字。）

本次实验的学习重点在于理解万用表的基础工作原理，特别是掌握如何运用磁电式电流计与不同阻值的电阻来组建多量程的电流表和电压表。此外，学会通过调节分流电阻与分压电阻来校准万用表，以确保其在各个量程下的测量精度，也是本次实验的一项核心内容。

## 3. 实验难点（2 分）

（简述本实验的实现难点，不超过 100 字。）

本实验的技术难点在于：精确选择和调试分流与分压电阻，以保证万用表在多量程下的测量精度。同时，有效处理电流计内阻、量程等参数对测量结果的干扰，从而控制并减小实验误差，也是本次操作的挑战之一。

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”本课程内对应实验项目的“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**