

浙江大学

物理实验报告

实验名称：_____ 万用表的设计 _____

实验桌号：_____

指导教师：_____ 郑远 _____

班级：_____ 机械工程 _____

姓名：_____ CyanHaze _____

学号：_____

实验日期：2025 年 10 月 23 日 星期四 下午

浙江大学物理实验教学中心

一、预习报告（10分）

（注：将已经写好的“物理实验预习报告”内容拷贝过来）

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。）

本实验旨在设计和制作一个简易的万用表，通过了解万用表测量电压、电流和电阻的基本原理，掌握多量程万用表的制作方法。万用表主要由磁电式电流计（G）和一系列电阻构成。通过将电流计与不同阻值的分流电阻结合，可以构成不同量程的电流表；而将电流计与不同阻值的分压电阻结合，则可以构成不同量程的电压表。实验中，电流计的量程（ I_g ）和内阻（ R_g ）是两个关键参数，它们决定了电流表的测量范围和精度。实验过程中，我们将通过调整电阻值来校准万用表，确保其在不同量程下的测量准确性。通过该实验不仅能够理解万用表的工作原理，还能掌握其设计和校正的基本方法。

2. 实验重点（3分）

（简述本实验的学习重点，不超过100字。）

本实验的学习重点在于理解万用表的基本工作原理，特别是如何通过磁电式电流计和不同阻值的电阻来构建多量程的电流表和电压表。此外，掌握如何通过调整分流电阻和分压电阻来校准万用表，确保其在不同量程下的测量准确性，也是本实验的重要学习内容。

3. 实验难点（2分）

（简述本实验的实现难点，不超过100字。）

本实验的实现难点在于如何准确选择和调整分流电阻和分压电阻，以确保万用表在不同量程下的测量精度。此外，电流计的内阻和量程对测量结果的影响较大，如何在实际操作中正确处理这些参数，避免测量误差，也是实验中的难点之一。

二、原始数据（20分）

（将有老师签名的“自备数据记录草稿纸”的扫描或手机拍摄图粘贴在下方，完整保留姓名，学号，教师签字和日期。）

三、结果与分析（60分）

1. 数据处理与结果（30分）

（列出数据表格、选择适合的数据处理方法、写出测量或计算结果。）

实验一：改装电流表、电压表并校准

实验中给定的 $I_g=1.0\text{mA}$ ， $R_g=240\Omega$ 。

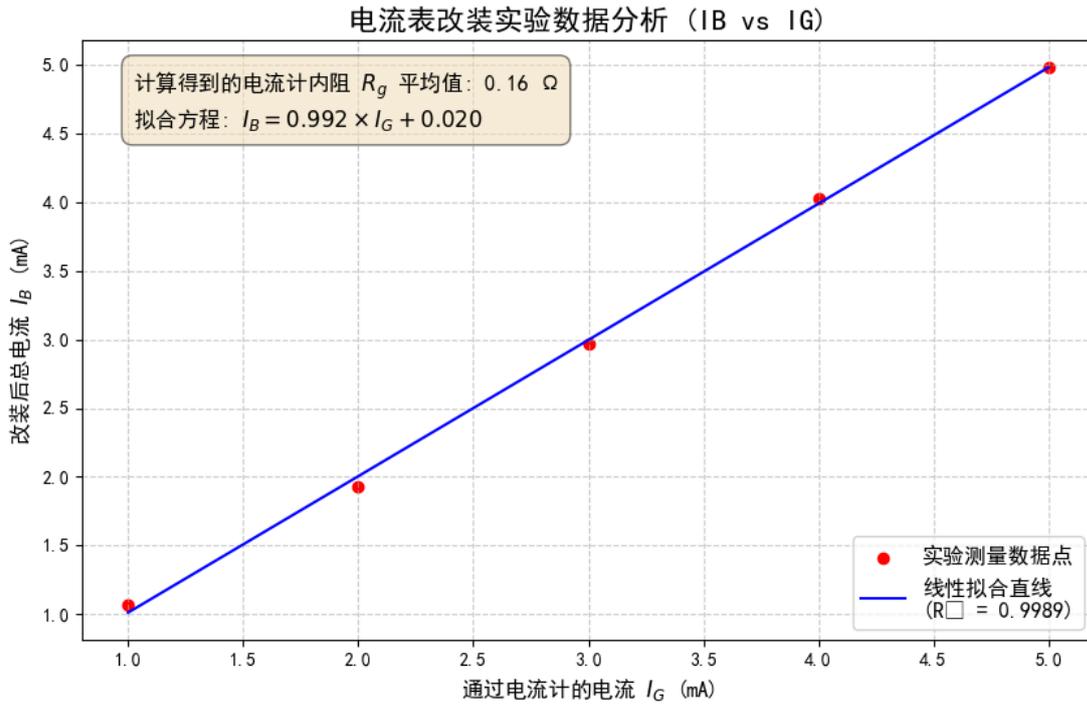
经计算得 $R_1=R_2=29\Omega$

测得改装并校准的 5mA 量程的电流表数据如下：

序号	1	2	3	4	5

$I_G(mA)$	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
$I_B(mA)$	1.07	1.93	2.97	4.03	4.98
$R_2(\Omega)$	30	32	31	32	33

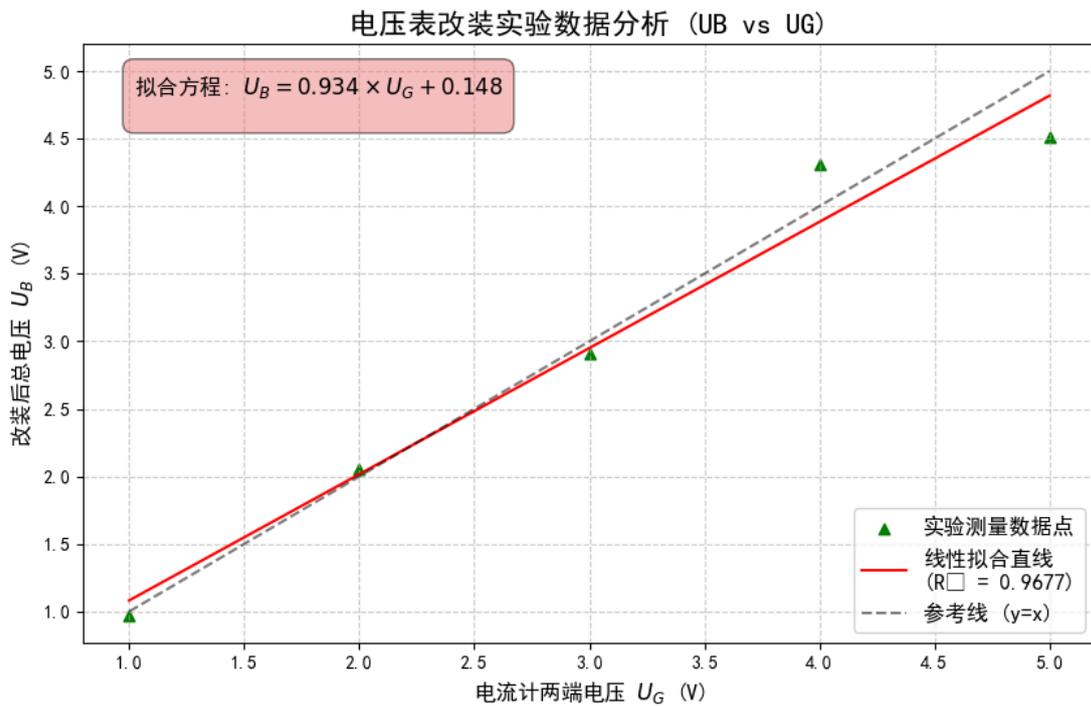
利用 Python 绘图后得到的实验结果如下：



测得改装并校准的 5V 量程电压表数据如下：

序号	1	2	3	4	5
$U_G(V)$	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
$U_B(V)$	0.97	2.05	2.91	4.31	4.51
$R_3(\Omega)$	936	923	964	805	945

利用 Python 绘图后得到的实验结果如下：



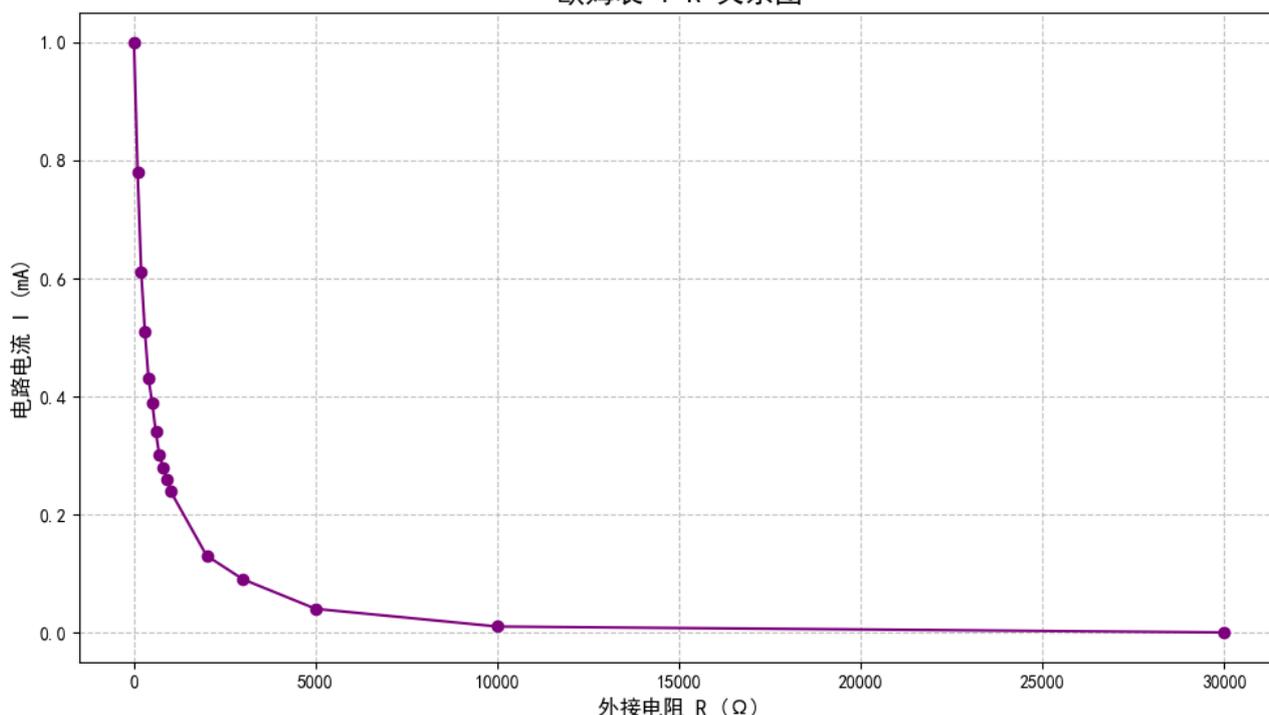
实验二：改装欧姆表

实验测得电路电流 I 与外电路电阻的表格数据如下：

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$R(\Omega)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	2k	3k	5k	10k	30k
$I(mA)$		0.78	0.61	0.51	0.43	0.39	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24	0.13	0.09	0.04	0.01	0.00

利用 Python 绘图后得到的实验结果如下：

欧姆表 I-R 关系图



2. 误差分析 (20 分)

(运用测量误差、相对误差或不确定度等分析实验结果，写出完整的结果表达式，并分析误差原因。)

(1) 误差可能的原因

- 磁电式电表老化，内阻可能与给定的阻值不一致，导致计算时产生误差。
- 电表刻度较细，读数时不易读准确，会产生一定的误差。
- 部分导线接触不良，引起测量时电表指针的晃动，干扰读数，引起误差。
- 通电时间过长导致电阻发热，引起电路阻值变化，产生误差。
- 电源电压的波动可能导致电表读数产生偏差。

(2) 实验结果分析

从实验数据可以看出，5mA 量程电流表的 ΔI 在 0.00mA 到 0.05mA 之间，绝对误差较小，表明电流表的改装和校准较为成功。5V 量程电压表的 ΔU 在 -0.02V 到 0.07V 之间，绝对误差略大于电流表，可能是由于电压表的分压电阻选择或校准过程中存在一定的偏差。在欧姆表的改装实验中，欧姆表的内阻约为 1550.0 Ω 。由于欧姆表的刻度是非线性的，测量误差在不同量程下可能有所不同。特别是在高阻值区域，电流较小，读数误差可能较大，导致测量结果的不确定度增加。

3. 实验探讨 (10 分)

(对实验内容、现象和过程的小结，不超过 100 字。)

本实验通过设计和制作简易万用表，掌握了多量程电流表、电压表和欧姆表的改装与校准方法。实验中，利用磁电式电流计和不同阻值的电阻构建了多量程测量电路，并通过调整分流电阻和分压电阻进行校准。实验现象显示，电流、电压与电阻的测量结果与理论值基本吻合，但存在一定误差。实验过程重点在于理解万用表的工作原理，并通过实际操作掌握其设计和校正方法。

四、思考题（10分）

（解答教材或讲义或老师布置的思考题，请先写题干，再作答。）

问题 1：假设你组装完成的万用表，在所有电压档位测量值均比标准值偏大，可能的原因是什么？

最可能的原因是，电流计表头的实际内阻值小于设计计算时所采用的理论值。电压表由表头与分压电阻串联构成。若表头内阻偏小，则任意电压档位的总内阻均会小于设计值。根据欧姆定律，测量同一电压时，偏小的总内阻会导致流过表头的电流偏大，从而使指针偏转角度过大，示数也相应系统性地偏大。

问题 2：如何改造万用表，实现交流电压的测量，改造后是否适用各种频率，为什么？

不适用。要实现交流电压的测量，需在原直流测量电路中加入整流元件。在高频下，二极管的结电容效应显著，会使其失去单向导电性，导致整流失效；而在过低频率下，指针会随脉动电流摆动而无法稳定读数。因此，该方法通常只在特定频率范围有效。

• 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。