

实验报告

实验一：采用不同电表测量同一电压

(一) 实验原理

实际测量中，电压表或万用表并联接入被测支路。由于仪表内阻不是无穷大，接入后会改变原电路参数，因此不同仪表测得的电压值会略有差异。仪表的准确度等级、量程和内阻大小都会影响测量结果。

本实验通过分别使用 C65-V 型直流电压表、MF47 型万用表和 UT52 型数字万用表测量同一电压，比较其测量结果并分析误差来源。

(二) 实验方案和具体步骤

1. 连接实验电路，调节电源。
2. 检查电路连接无误后接通电源。
3. 分别使用 C65-V 型直流电压表、MF47 型万用表和 UT52 型数字万用表测量 a、b 两端电压。
4. 记录各仪表的准确度等级、所选量程和内阻。
5. 将各仪表测得的 U_{ab} 记录于数据表中。
6. 计算相对误差。

(三) 实验电路连接及实测数据

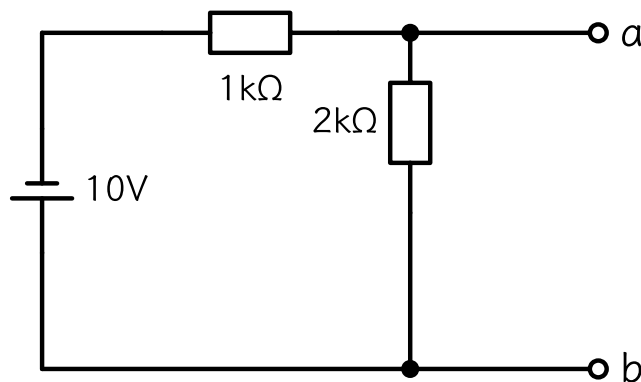


图 1 端电压测量图

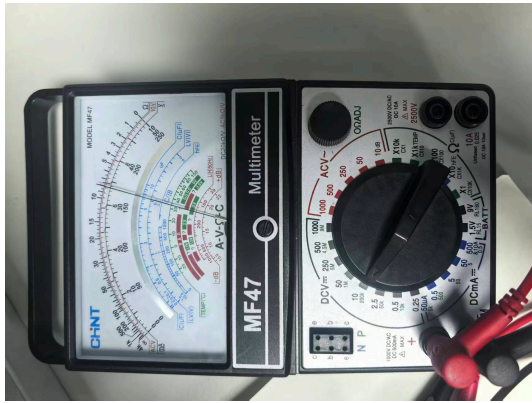


图 2 测量实物图



图 3 测量实物图

(四) 实验数据或结果

仪表名称	准确度等级	量程 / V	内阻 / Ω	实测值 / V	U_{ab} 理论值 / V	相对误差 / %
C65-V 型 直流电压表	0.5	12	120k	6.39	6.68	-4.43
MF47 型 万用表	2.5	10	200k	6.9	6.68	3.29
UT52 型数字万用表	0.5	20	10M	6.66	6.68	-0.30

表 1 不同仪表测量电压数据比较

按照图示电路连接，电源电压为 10.02V，电路由 1k Ω 和 2k Ω 电阻构成分压网络，被测量为 a、b 两端电压 U_{ab} 。

在理想情况下，根据分压原理可得：

$$U_{ab} = 10.02 \times \frac{2}{1+2} = 6.68V$$

相对误差计算公式为：

$$\gamma = \frac{A_x - A_0}{A_0} \times 100\%$$

其中， U 为实测值， U_0 为理论值。

(五) 分析和结论

分析：三种仪表测量同一电压时，读数基本接近，但仍有一定差异。其中 UT52 型数字万用表的测量值最接近理论值。其原因主要与仪表的准确度等级、量程和

内阻有关。准确度越高，测量结果越准确；量程选择越合适，读数误差越小。电压表内阻越大，对原电路影响越小，测得结果越接近真实值。

结论：实验表明，不同仪表测量同一电压时会产生一定差异。选用准确度高、内阻大、量程合适的仪表，可以减小测量误差，提高测量结果的准确性。

实验二：测量电路的功率

(一) 实验原理

由于电流表与电压表都具有内阻，不同测量接法会引入不同系统误差，因此两种接法下测得功率会存在差异。

(二) 实验方案和具体步骤

1. 按图 4 (a) 连接电路。
2. 接通电源，读取并记录电压表和电流表的示值。
3. 按图 5 (b) 重新连接电路。
4. 再次读取并记录电压表和电流表的示值。
5. 利用测得数据计算电路功率。
6. 将实测功率与理论功率进行比较，并分析误差原因。

(三) 实验电路连接及实测数据

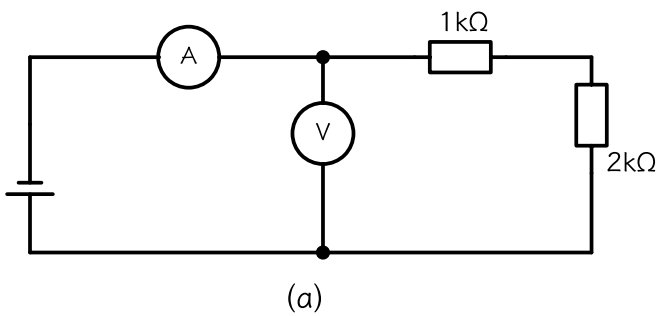


图 4 电路图 (a)

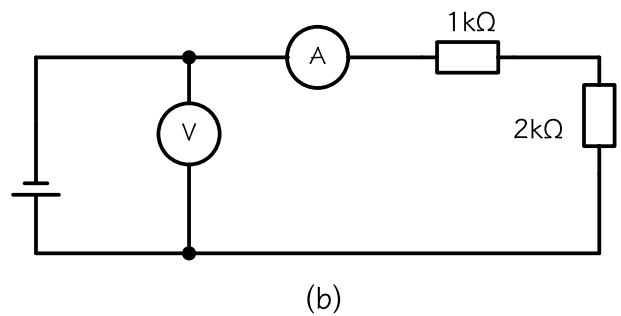


图 5 电路图 (b)

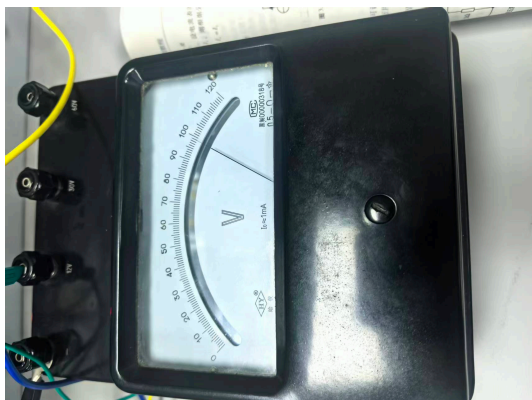


图 6 测量实物图 (a)

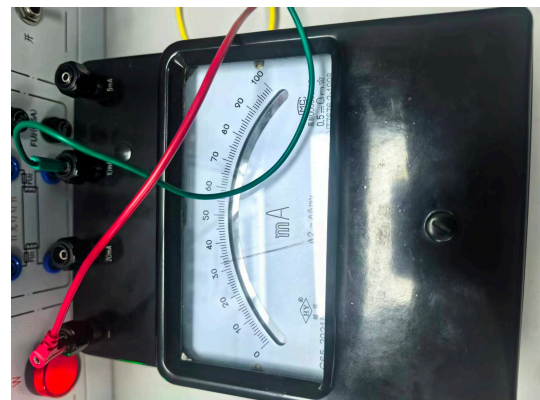


图 7 测量实物图 (a)



图 8 测量实物图 (b)

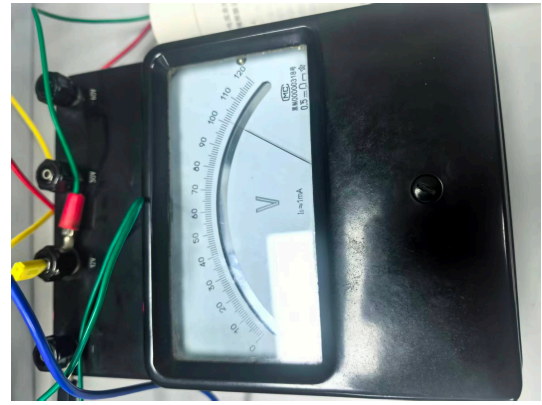


图 9 测量实物图 (b)

(四) 实验数据或结果

功率计算公式为：

$$P = UI$$

按图所示的两种接法连接电路，通过测量电压和电流，可以计算负载功率或电路功率。已知电源电压为 10.02V，电路中电阻分别为 1kΩ 和 2kΩ，则总电阻为：

$$R = 1\text{k}\Omega + 2\text{k}\Omega = 3\text{k}\Omega$$

理论总电流为：

$$I = \frac{10.02\text{V}}{3\text{k}\Omega} = 3.34\text{mA}$$

负载理论功率为：

$$P = UI = 10.02\text{V} \times 3.34\text{mA} = 33.47\text{mW}$$

相对误差计算公式为：

$$\gamma = \frac{P - P_0}{P_0} \times 100\%$$

其中， P 为实测功率， P_0 为理论功率。

接法	电压表示值 / V	电流表示值 / mA	计算功率 / mW	理论功率 / mW	相对误差 / %
图 3.4 (a)	10.01	4.31	43.14	33.47	28.90
图 3.4 (b)	9.12	3.25	29.64	33.47	-11.44

表 2 不同测量电功率的电路数据比较

(五) 分析和结论

分析：两种接法下测得的功率值存在一定差异，但总体接近理论值。造成差异的主要原因是电流表和电压表都具有一定内阻，接入电路后会改变原有工作状态。若电流表接入位置不同，其内阻引起的的影响不同；电压表并联位置不同，其分流作用也不同，因此会影响电压和电流的测量结果。

结论：实验表明，不同接法会对功率测量结果产生影响。选择合适的测量方法和仪表，可减小误差，提高功率测量的准确性。

实验三：测量万用表电压挡和直流电流 5mA 挡的内阻

(一) 实验原理

电压表和电流表都不是理想仪表，其内部存在一定内阻。利用分压法和分流法可以测量万用表不同挡位的内阻。

1. 电压挡内阻测量原理

设电压表内阻为 R_v ，已知标准电阻为 R 。开关闭合时电压表示数为 U_1 ，开关断开后电压表示数为 U_2 ，并有 $U_s = U_1$ 。

根据分压原理：

$$U_2 = \frac{R_v}{R + R_v} \times U_s$$

又因为 $U_s = U_1$ ，所以有：

$$U_2 = \frac{R_v}{R + R_v} \times U_1$$

整理可得电压挡内阻：

$$R_v = \frac{U_2}{U_1 - U_2} \times R$$

2. 直流 5mA 挡内阻测量原理

分流法测量电流表内阻的电路如图 3.2 所示。设电流表内阻为 R_a ，开关闭合时电流表的读数为 I_2 ，开关打开后电流表的读数为 I_1 。根据分流原理，有

$$I_2 = \frac{R}{R + R_a} I_s$$

又因为

$$I_s = I_1$$

故可得电流表内阻为

$$R_a = \frac{I_1 - I_2}{I_2} R$$

(二) 实验方案和具体步骤

1. 测量电压挡内阻

1. 按照分压法连接实验电路，选用 MF47 型万用表直流 10V 电压挡。
2. 闭合开关，记录电压表示数 U_1 。
3. 断开开关后，记录电压表示数 U_2 。
4. 记录标准电阻 R 的阻值。
5. 代入公式计算电压挡内阻 R_v 。

2. 测量直流 5mA 挡内阻

1. 按照分流法连接实验电路，将 MF4 型万用表置于直流 5mA 挡。
2. 先断开开关，测得电流表读数为 I_1
3. 再闭合开关，测得电流表读数为 I_2 。
4. 记录并联支路中标准电阻 R 的阻值。
5. 代入公式计算

(三) 实验电路连接及实测数据

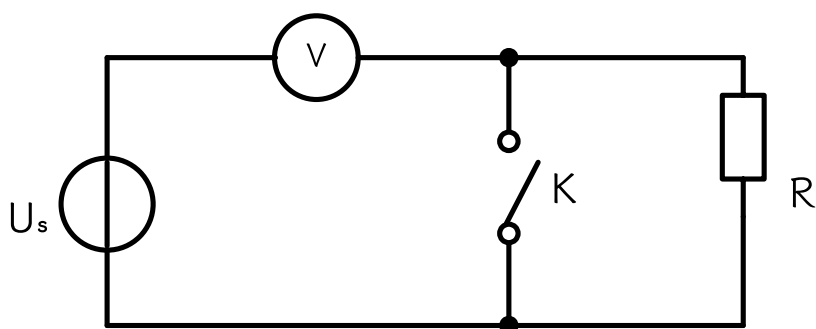


图 10 分压法测电压表内阻

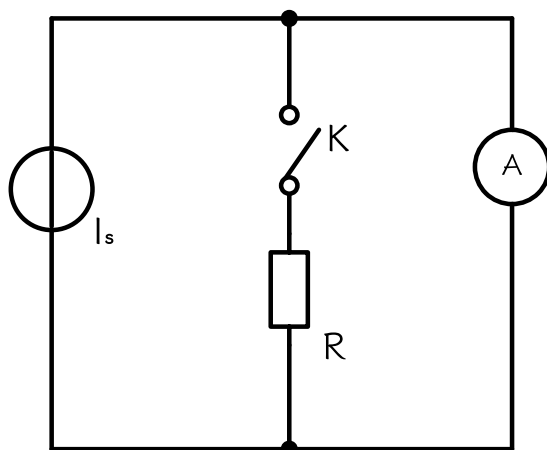


图 11 分流法测电流表内阻

(四) 实验数据或结果

1. 电压挡内阻测量数据表

电压挡量程	U_1 / V	U_2 / V	标准电阻 R / Ω	计算所得 R_v / Ω
10V	10.02	5.09	200k	207k

2. 直流 5mA 挡内阻测量数据表

电流挡量程	I_1 / mA	I_2 / mA	标准电阻 R / Ω	计算所得 R_a / Ω
5mA	4.00	2.74	100	45.99

电压挡内阻计算公式为：

$$R_v = \frac{U_2}{U_1 - U_2} \times R$$

电流挡内阻计算公式为：

$$R_a = \frac{I_1 - I_2}{I_2} R$$

(五) 分析和结论

分析：实验中采用分压法和分流法分别测量电压挡与电流挡的内阻，测得结果与仪表标称值基本接近，但仍存在一定差异。造成误差的主要原因是标准电阻本身具有一定误差，接入电路后会影响到实际分压或分流情况；同时，仪表读数过程中存在估读误差，也会使测量结果产生偏差。

结论：实验表明，分压法和分流法都能够较好地测量仪表内阻，所得结果与理论值基本一致，说明实验方法正确可行。

思考题及实验心得

(一) 思考题

1. 电容值、电感值测量有哪些方法？

电容值的测量方法主要有：利用电容挡或数字万用表直接测量、电桥法测量、交流参数法测量，以及通过测量充放电时间常数间接计算。

电感值的测量方法主要有：利用电感挡直接测量、电桥法测量、交流阻抗法测量，以及根据线圈在交流电路中的电压、电流和频率关系进行计算。不同方法适用于不同精度要求和不同元件范围，其中电桥法精度较高，数字仪表法操作较方便。

2. 是不是仪表准确度等级越高，测量结果越精确？

仪表准确度等级越高，通常说明其基本误差越小，测量结果更接近真实值，但这并不意味着实际测量结果一定更精确。测量结果还受到量程选择、读数方式、仪表内阻、被测电路状态、环境条件以及操作方法等因素影响。如果量程选择不合适，或接线、读数存在误差，即使使用高准确度仪表，也可能得不到理想结果。因此，仪表准确度等级高只是提高测量精度的重要条件之一，而不是唯一条件。

3. 三用表为什么测量电阻时读数是从右至左且刻度为不均匀设置？

三用表测量电阻时内部带有电池，实质上是通过被测电阻大小来决定表头电流大小。被测电阻越小，电流越大，指针偏转越大；被测电阻越大，电流越小，指针偏转越小。因此零欧姆对应满偏，位于刻度右端，而无穷大电阻对应电流接近零，位于刻度左端，所以电阻刻度是从右向左读数。又由于电流与电阻之间不是线性关系，而是反比关系，因此电阻刻度不能均匀分布，只能采用不均匀刻度。

(二) 实验心得

通过本次实验，我进一步掌握了电压、电流、电阻及功率等基本电参量的测量方法，熟悉了电工仪器的使用。本次实验不仅巩固了理论知识，也提高了我的动手能力和分析问题的能力。