



➤ **教学内容：** 电压表和电流表量程扩展

➤ **教学要求：** 掌握多量程电压表和电流表的原理



实际中用于测量电压、电流的多量程（指针式）电表是由**微安计**（基本电流表头）与一些电阻联接而成。微安计所能测量的最大电流为该微安计的**量程**（电表指针偏转到最大）。

例如一个微安计，如它测量的最大电流为 $50\ \mu\text{A}$ ，就说该微安计的**量程**为 $50\ \mu\text{A}$ 。在测量时，通过电流表的电流不能超过电流表的量程，否则将损坏电表。那么如何用它来测量更大的电流或电压呢？

现通过以下例题说明多量程电流、电压表的原理，也是电阻串、并联电路的实际应用。



1. 电压表量程扩展

例1 对如图所示微安计与电阻串联组成的多量程电压表，已知微安计内阻 $R_1=1\text{k}\Omega$ ，各挡分压电阻分别为 $R_2=9\text{k}\Omega$ ， $R_3=90\text{k}\Omega$ ， $R_4=900\text{k}\Omega$ ；这个电压表的最大量程（用“0”、“4”端钮测量，其余端钮均断开）为 500V 。试计算表头所允许通过的最大电流及其他量程的电压值。

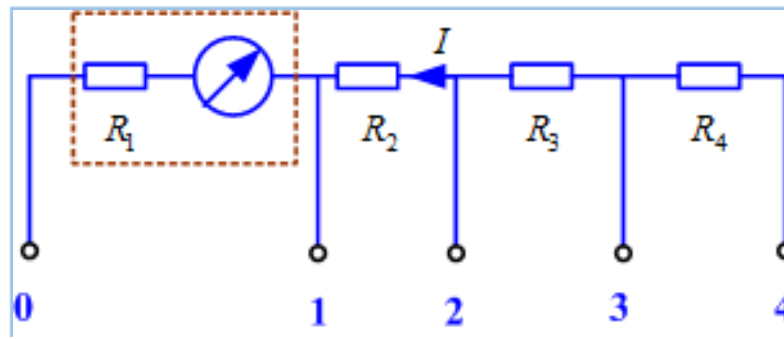
解： 当用“0”、“4”端钮测量时，

电压表的总内阻

$$R=R_1+R_2+R_3+R_4=1000\text{k}\Omega$$

若此时测得电压为 500V （表头达到满量程），则通过表头的最大电流

$$I = \frac{U_{40}}{1000} = \frac{500}{1000} = 0.5\text{mA}$$





1. 电压表量程扩展

当开关在1挡时(2、3、4端钮断开)

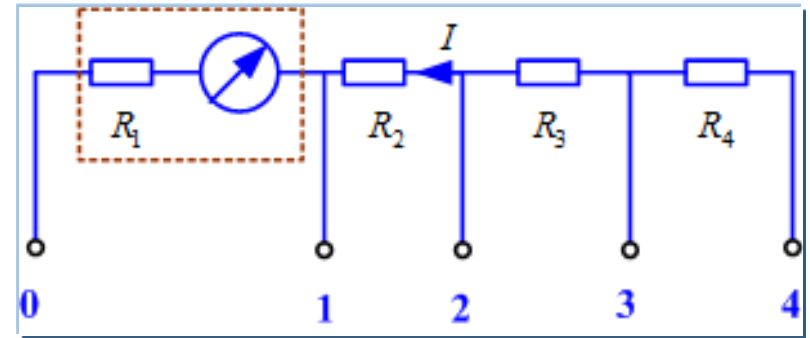
$$U_{10} = R_1 I = 1 \times 0.5 = 0.5V$$

当开关在2挡时(1、3、4端钮断开)

$$U_{20} = (R_1 + R_2) I = 10 \times 0.5 = 5V$$

当开关在3挡时(1、2、4端钮断开)

$$U_{30} = (R_1 + R_2 + R_3) I = 100 \times 0.5 = 50V$$



由此可见，串联分压电阻 R_2 、 R_3 、 R_4 后，可将量程扩展至0.5V、5V、50V、500V四个量程，实现了电压表的量程扩展。



2. 电流表量程扩展

例2 多量程电流表如图，已知表头内阻 $R_A=2300\ \Omega$ ，量程为 $50\ \mu\text{A}$ ，各分流电阻分别为 $R_1=1\ \Omega$ ， $R_2=9\ \Omega$ ， $R_3=90\ \Omega$ ，求扩展后的各量程。

解： 基本表头偏转满刻度为 $50\ \mu\text{A}$ 。

当用“0”、“1”端钮测量时，“2”、“3”

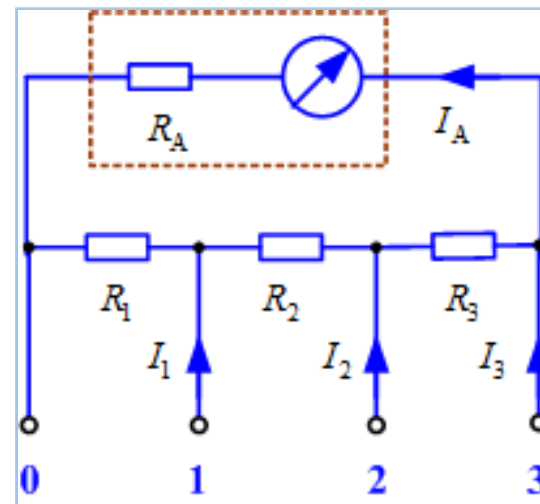
端钮开路，此时 R_A 、 R_2 、 R_3 串联与 R_1 并联，

由分流公式

$$I_A = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3 + R_A} I_1 = \frac{1}{2400} I_1$$

得

$$I_1 = 2400 \times I_A = 2400 \times 0.05 = 120\text{mA}$$





2. 电流表量程扩展

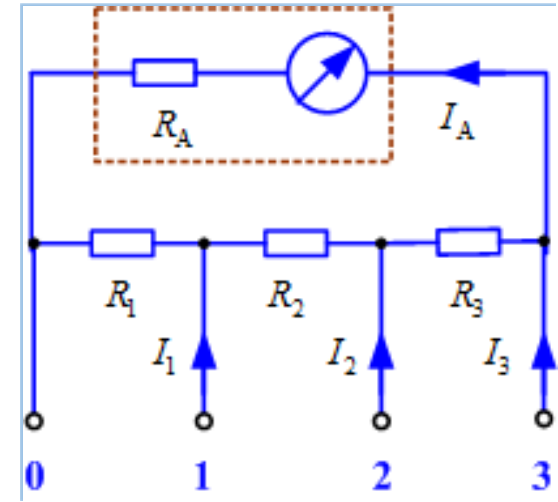
同理，当用“0”、“2”端钮测量时，“1”、“3”端钮开路，这时流经表头的电流 I_A 仍是 $50\mu\text{A}$ ，由分流公式得

$$I_2 = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_A}{R_1 + R_2} I_A = \frac{2400}{10} \times 0.05 = 12\text{mA}$$

当用“0”、“3”端钮测量时，“1”、“2”端钮开路，这时流经表头的电流 I_A 仍是 $50\mu\text{A}$ ，

由分流公式得

$$I_3 = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_A}{R_1 + R_2 + R_3} I_A = \frac{2400}{100} \times 0.05 = 1.2\text{mA}$$



由此可见，并联分流电阻 R_2 、 R_3 、 R_4 后，可将量程扩展至 120mA 、 12mA 、 1.2mA 三个量程，实现了电流表的量程扩展。



3. 小结

- 1) 扩展量程以后的电压表测量电压，电压表的内阻比基本表头的内阻大很多。
- 2) 扩展量程以后的电流表测量电流，电流表的内阻比基本表头的内阻小很多。



4. 思考

- 1) 电阻的串、并联在电压表和电流表量程扩展中是如何应用的?
- 2) 电流表在电路测试中如何应用?

