



# 简易万用表的制作

楚雄师范学院 物理与电子科学学院 向文丽



# 讲课内容

1

实验背景

2

实验目的

3

实验原理

4

实验内容

5

实验拓展

# 1. 实验背景



灵敏度高，  
显示清晰，  
过载能力强，  
便于携带，  
使用也更方便  
简单。

# 1. 实验背景

**基本结构：**万用表由表头、测量电路及转换开关等三个主要部分组成

## **万用表的基本原理：**

利用一只灵敏的磁电式直流电流表（微安表）做表头当微小电流通过表头，就会有电流指示。但表头不能通过大电流，所以，必须在表头上并联与串联一些电阻进行分流或降压，从而测出电路中的电流、电压和电阻。



## 2. 实验目的

1

• **半偏法**  
测量微安表的电阻和量程

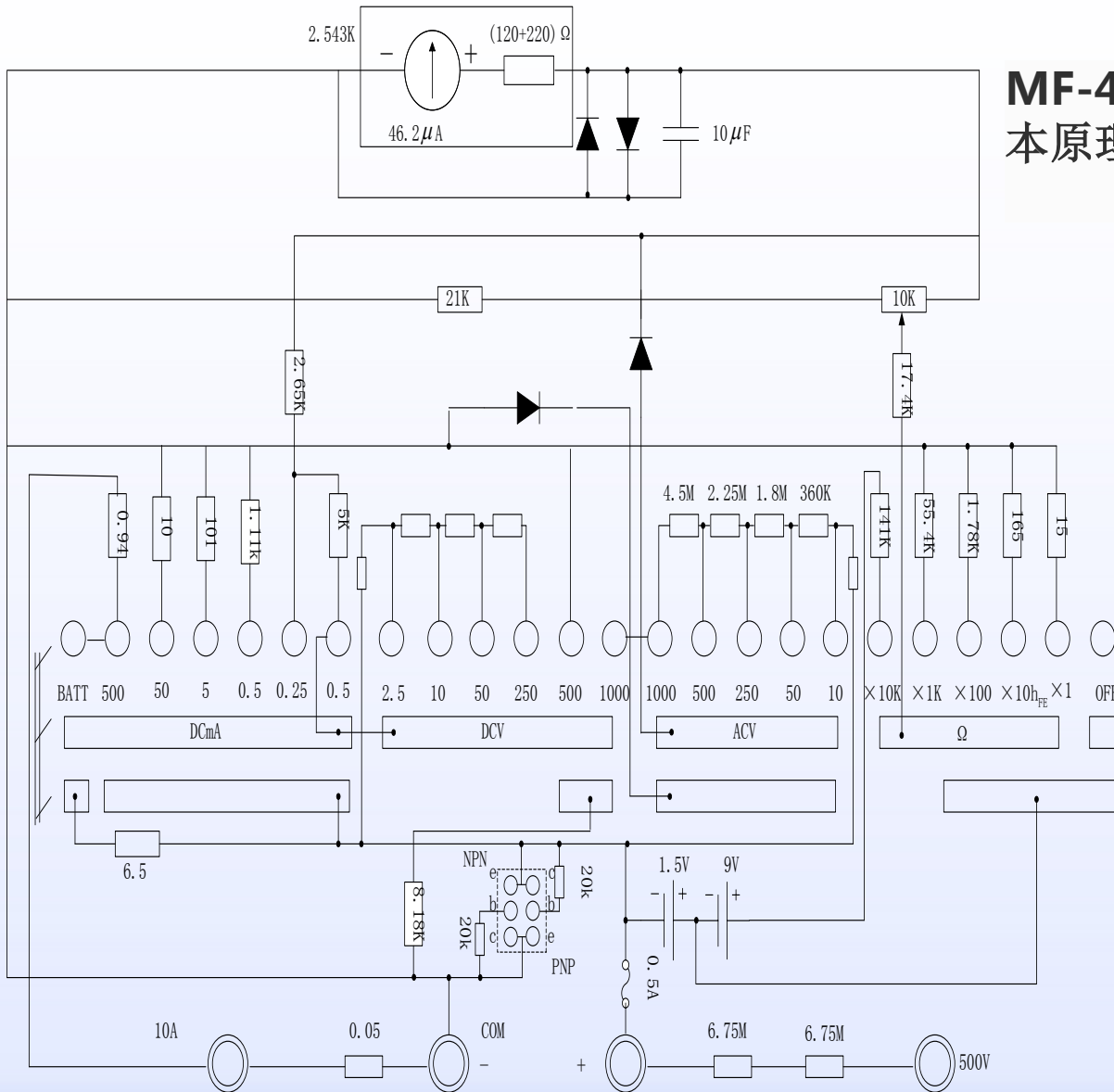
2

将微安表改装为3V电压表并校正

3

将微安表改装为20mA电流表并校正

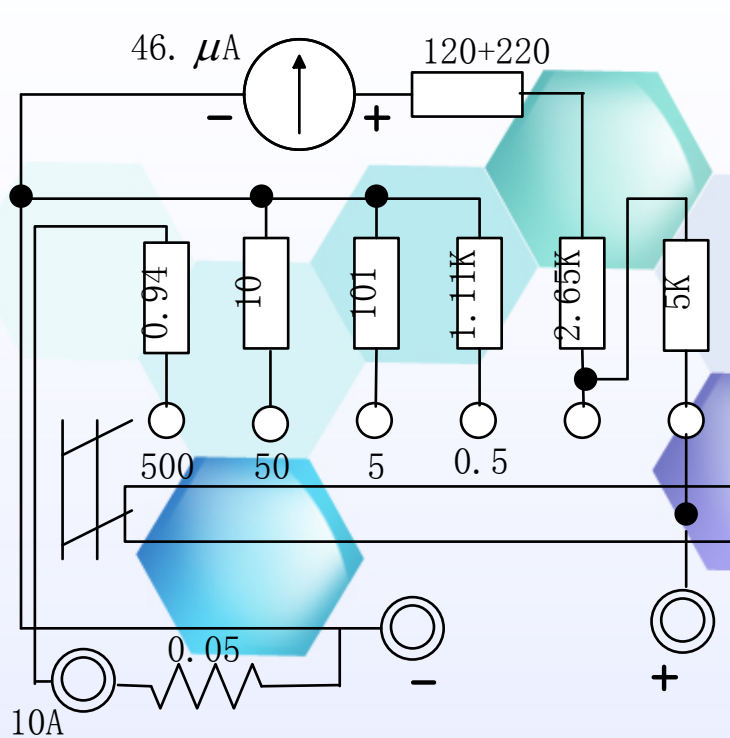
# 3. 实验原理



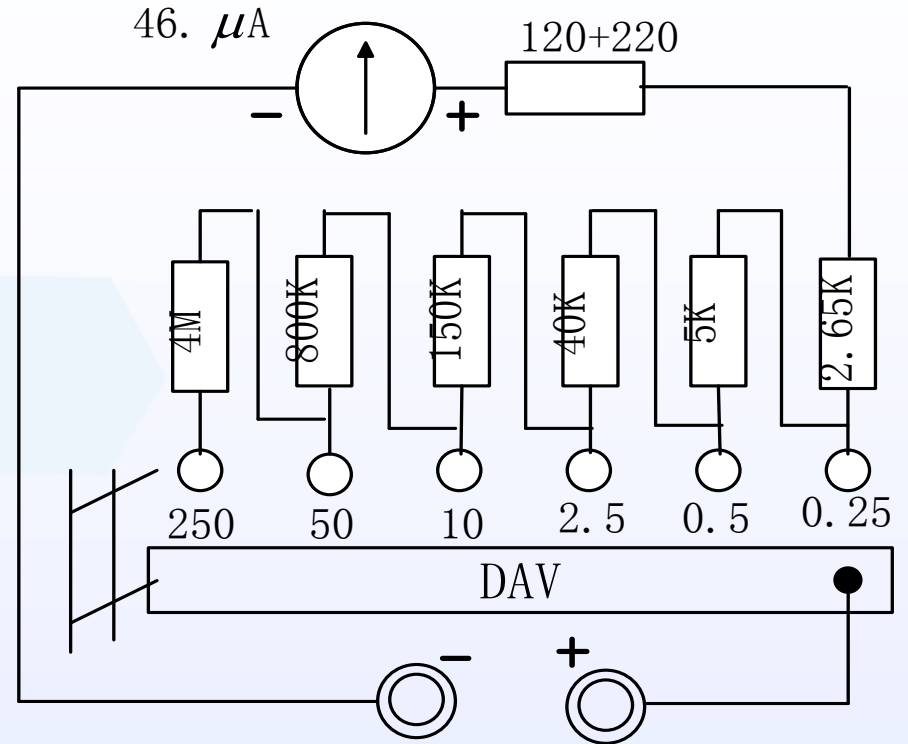
MF-47型万用表基本原理图



# 3. 实验原理



直流电流测量电路



直流电压测量电路

# 3. 实验原理

## 半偏法测量表头内阻和量程

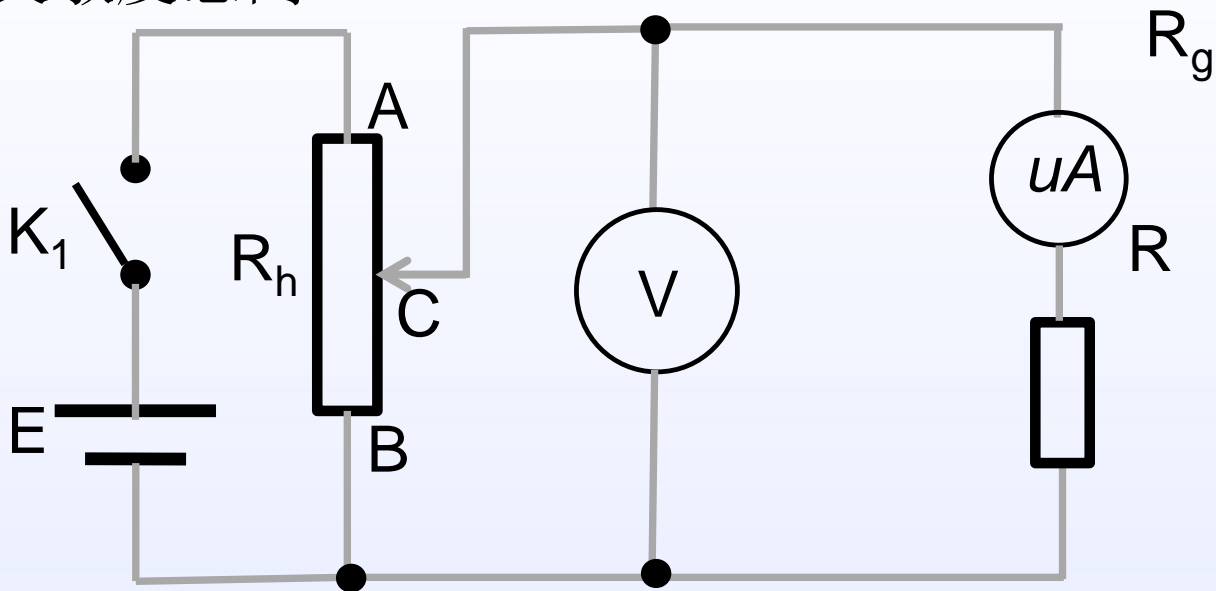
万用表的主要性能指标基本上取决于表头的性能。表头的灵敏度是指表头指针满刻度偏转时流过表头的直流电流值，这个值越小，表头的灵敏度愈高。

半偏时：

$$\frac{1}{2} I_g = \frac{U}{R_2 + R_g}$$

满偏时：

$$I_g = \frac{U}{R_1 + R_G}$$



半偏法实验线路

$$I_g = \frac{U}{R_2 - R_1}$$

$$R_g = R_2 - 2R_1$$



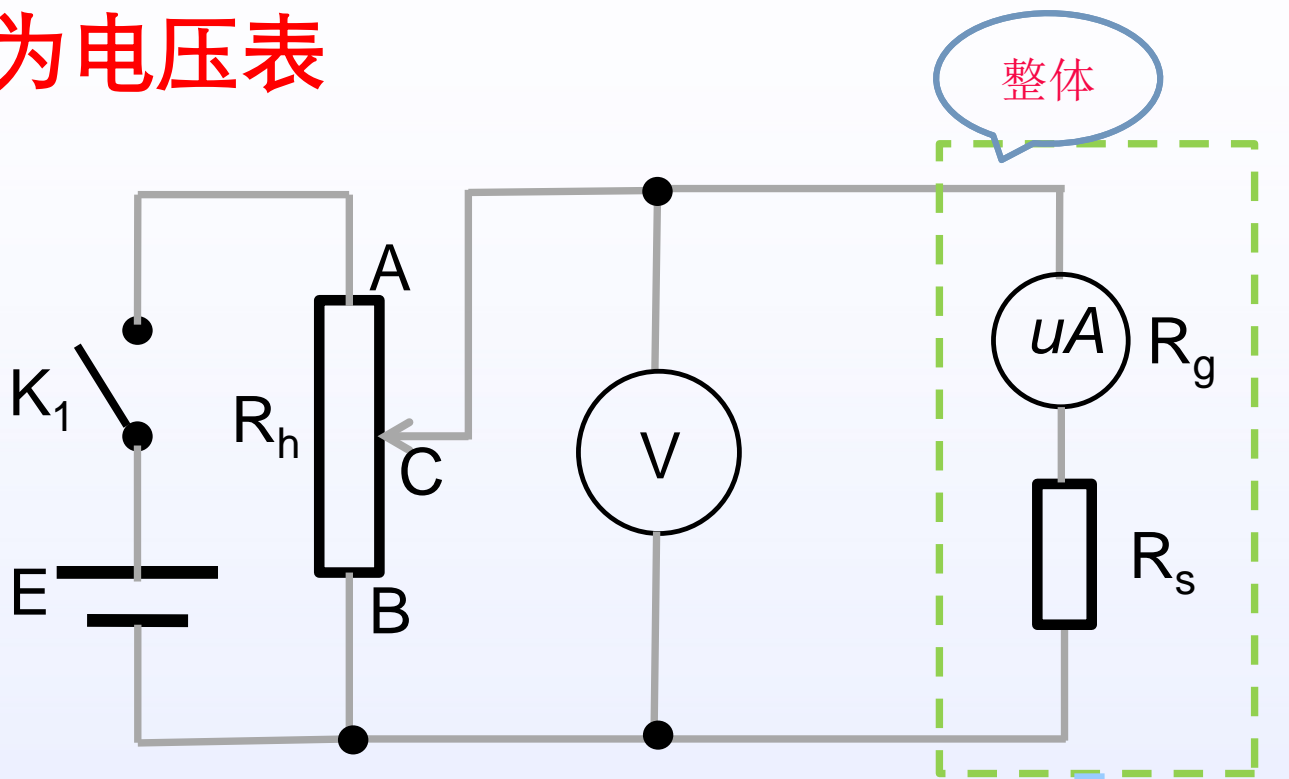
### 3. 实验原理

#### 将微安表改装为电压表

$$U_g = I_g R_g$$

$$I_g R_g + I_g R_S = U_m$$

$$R_S = \frac{U_m}{I_g} - R_g$$



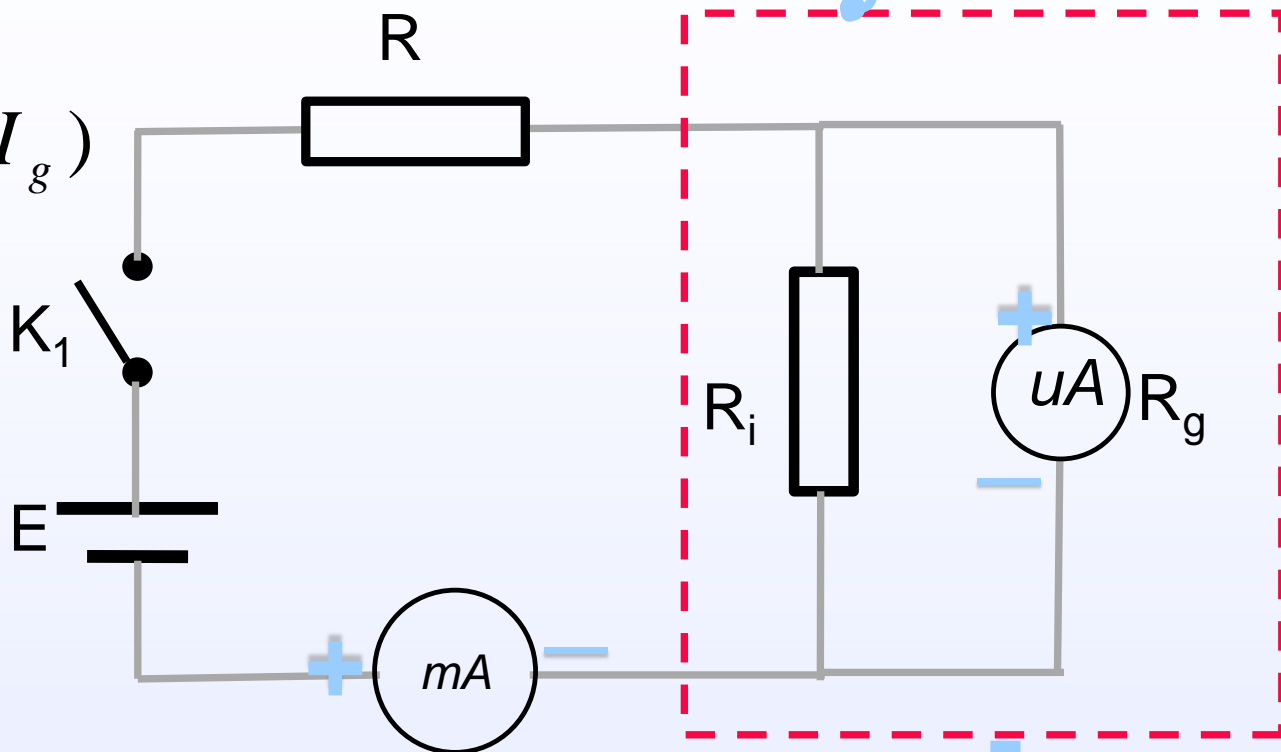
电压表  $U_m$

### 3. 实验原理

将微安表改装为电流表

$$I_g R_g = R_i (I_m - I_g)$$

$$R_i = \frac{I_g}{I_m - I_g} R_g$$



整体

电流表  $I_m$

# 3. 实验原理

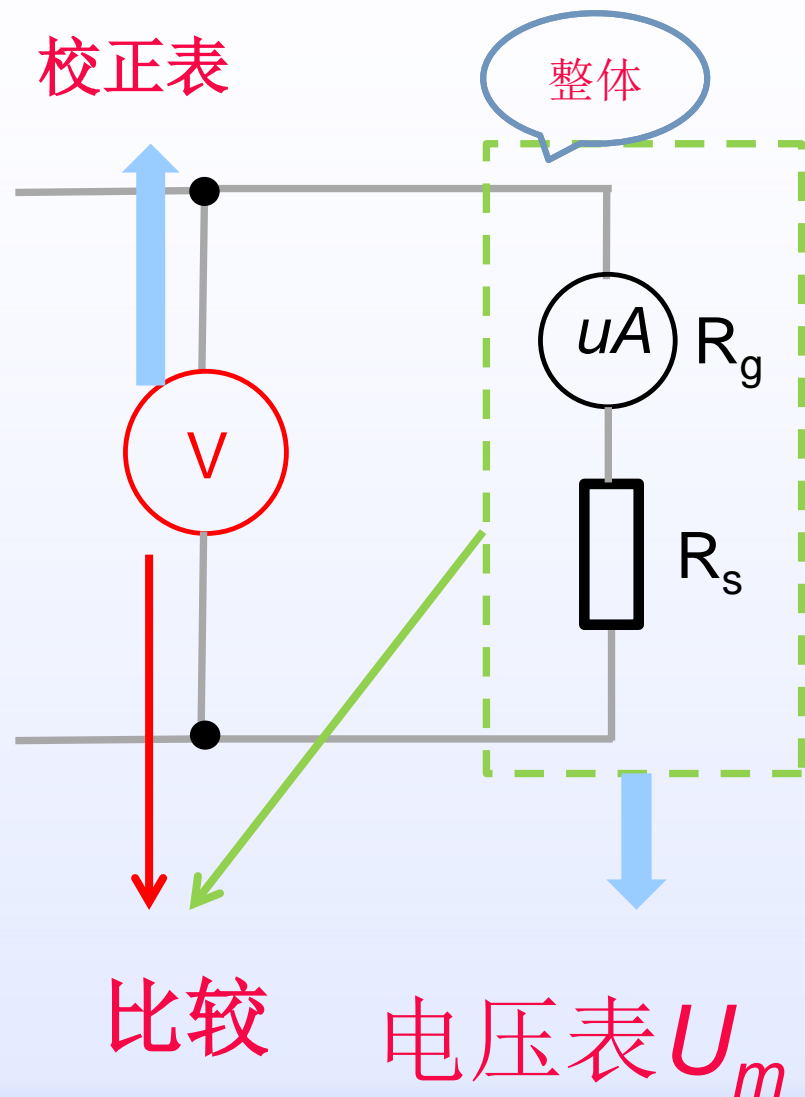
## 改装电压表校正

$$\delta U_x = U_0 - U_x$$

$$a\% = \frac{\Delta U_x}{U_m} 100\%$$

校准曲线，取  $\delta U_x$  最大值定级

电表的准确度等级分为：  
a=0.1, 0.2, 0.5, 1.0,  
1.5, 2.5, 5.0七个等级。



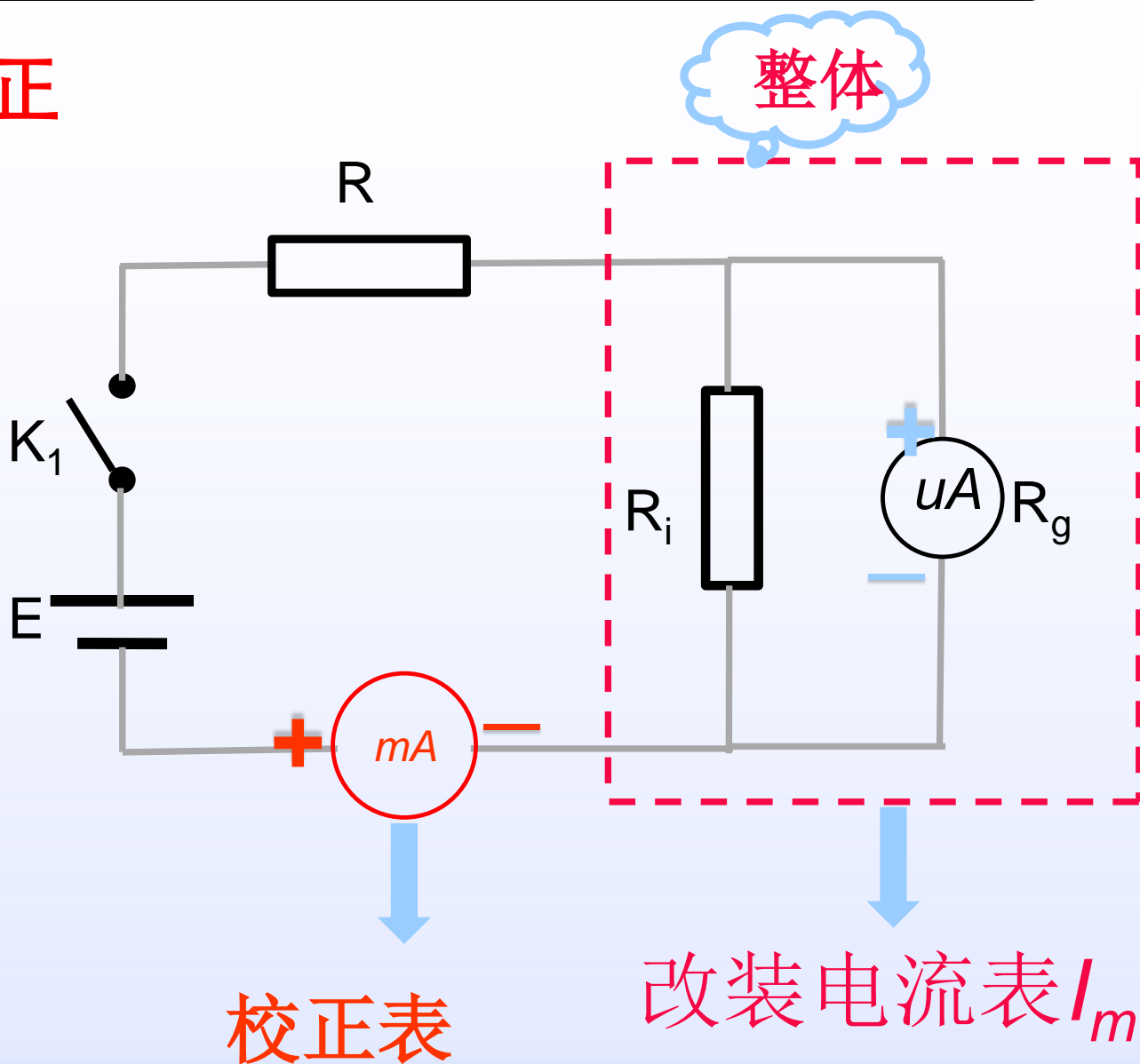
### 3. 实验原理

#### 改装电流表校正

$$\delta I_x = I_0 - I_x$$

$$a\% = \frac{\Delta I_x}{I_m} 100\%$$

作校准曲线  
，取  $\Delta I_x$  最  
大值定级



## 4. 实验内容

### (1) . 半偏法测量表头内阻和量程

$U$ 固定为 $U =$

半偏时:  $R_2 =$

满偏时:  $R_1 =$

$$I_g = \frac{U}{R_2 - R_1} =$$

$$R_g = R_2 - 2R_1 =$$

## 4. 实验内容

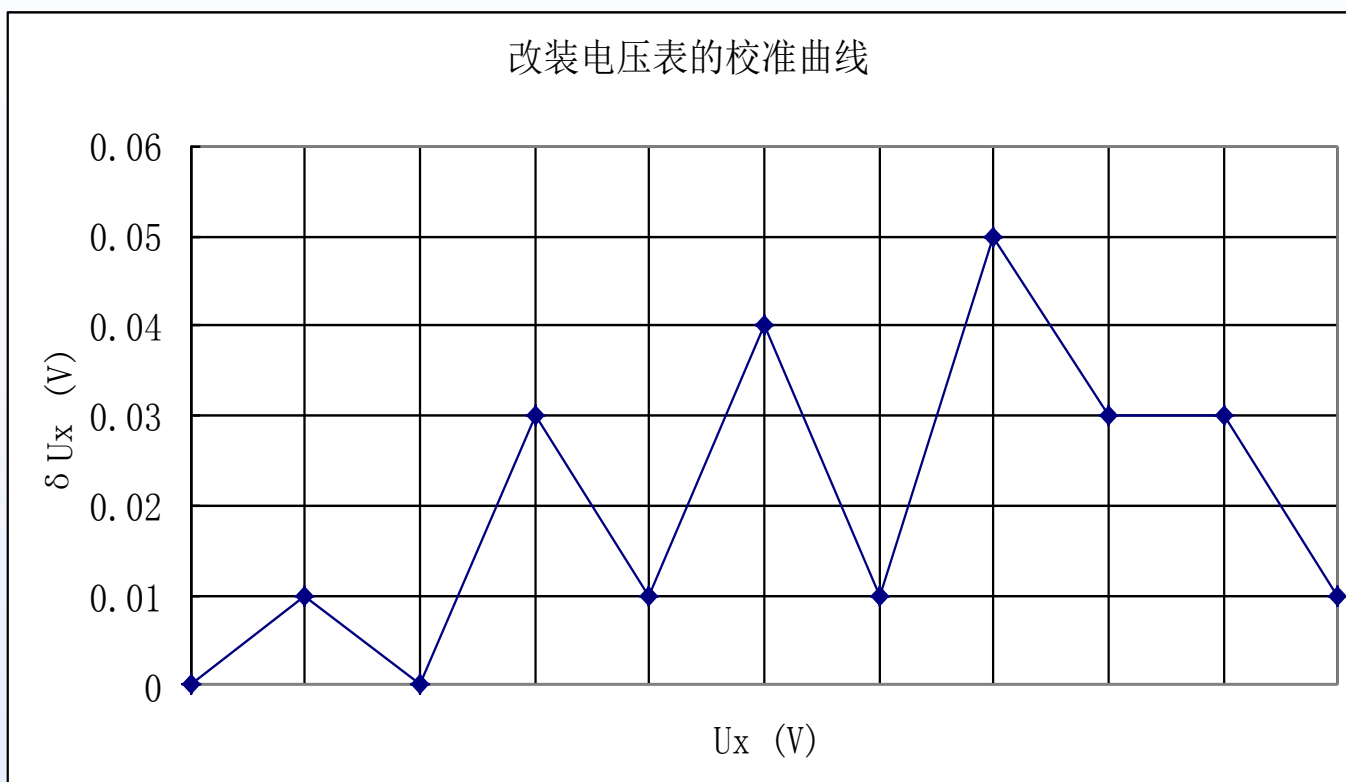
### (2) . 将表头改装为 3 V 电压表

$$R_p = \frac{U_m}{I_g} - R_g = \frac{3V}{I_g} - R_g =$$

改装表刻度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
改装表读数 $U_x(V)$	0.00	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00
$U_0(V)$	0	0.32	0.60	0.93	1.22	1.54	1.80	2.15	2.40	2.72	3.00
$U_0'(V)$	0	0.30	0.60	0.92	1.20	1.54	1.82	2.14	2.46	2.72	3.02
$\underline{U}_0(V)$	0	0.31	0.60	0.93	1.21	1.54	1.81	2.15	2.43	2.73	3.01
$\delta U_x = U_0 - U_x (V)$	0	0.01	0	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.03	0.03	0.01
$\Delta U_x(V)$	0.05										
$a\%, a'$	$a\% = \frac{\Delta U_x}{U_m} \times 100\% = 1.67\%$ ,									$a'=2.5$	

## 4. 实验内容

### (2) . 将表头改装为 3 V 电压表



## 4. 实验内容

### (3) . 将表头改装为20 mA电流表

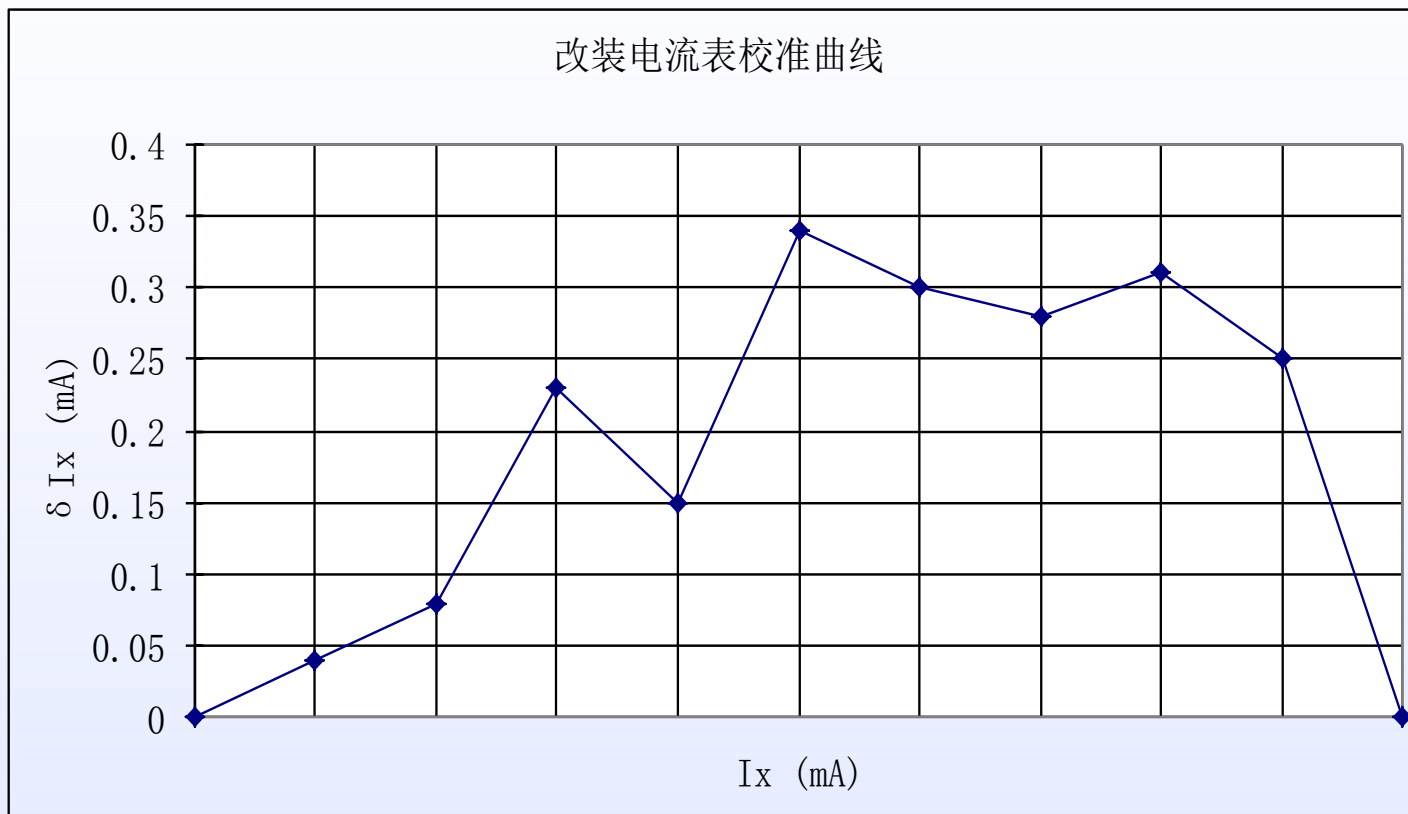
$$R_p = \frac{I_g}{I_m - I_g} R_g = \frac{I_g}{100mA - I_g} R_g$$

改装电表刻度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
改装表读数 $I_x(\text{mA})$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$I_0(\text{mA})$	0	2.13	4.05	6.25	8.20	10.37	12.35	14.36	16.31	18.24	20.00
$I_0'(\text{mA})$	0	2.15	4.10	6.20	8.10	10.30	12.25	14.22	16.31	18.26	20.00
$I_0(\text{mA})$	0	2.14	4.08	6.23	8.15	10.34	12.30	14.28	16.31	18.25	20.00
$\delta I_x = I_0 - I_x$ (mA)	0	0.04	0.08	0.23	0.15	0.34	0.30	0.28	0.31	0.25	0
$\Delta I_x(\text{mA})$	0.34										
$a\%, a'$	$a\% = \frac{\Delta I_x}{I_m} \times 100\% = (0.34/20) \times 100\% = 1.7\%$ , $a' = 2.5$										



## 4. 实验内容

### (3) . 将表头改装为20 mA电流表



# 5. 实验拓展

## 交流电流、电压

磁电式仪表本身只能测量直流电流和电压。测量交流电压和电流时，采用整流电路将输入的交流，变成直流，实现对交流的测量。其整流电路一般有半波整流和全波整流，其整流元件一般都采用晶体二极管。万用表测量的交流电压只能是正弦波。万用表通常采用的是半波整流测量电路，如图17-8所示。

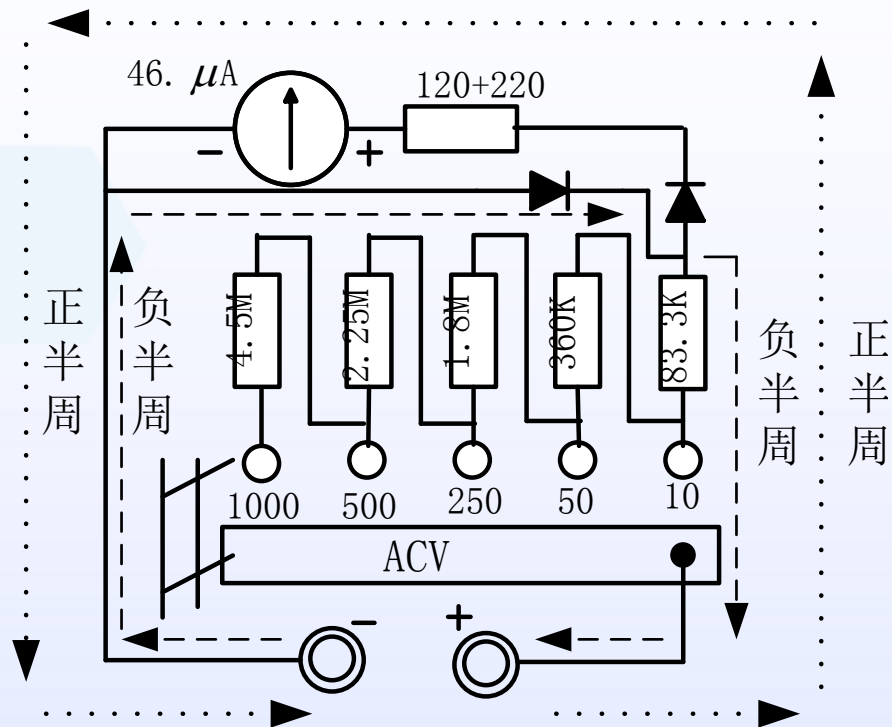


图17-8 交流电压测量电路

# 5. 实验拓展

## 电阻

万用表测量电阻电路，如图17-9所示，工作原理是欧姆定律：

其中： $R$ 为串联电阻； $R_x$ 为被测电阻； $R_a$ 为表头内阻； $E$ 为电源的电压； $I$ 为被测电路的电流。

$$I = \frac{E}{R + R_a + R_x}$$

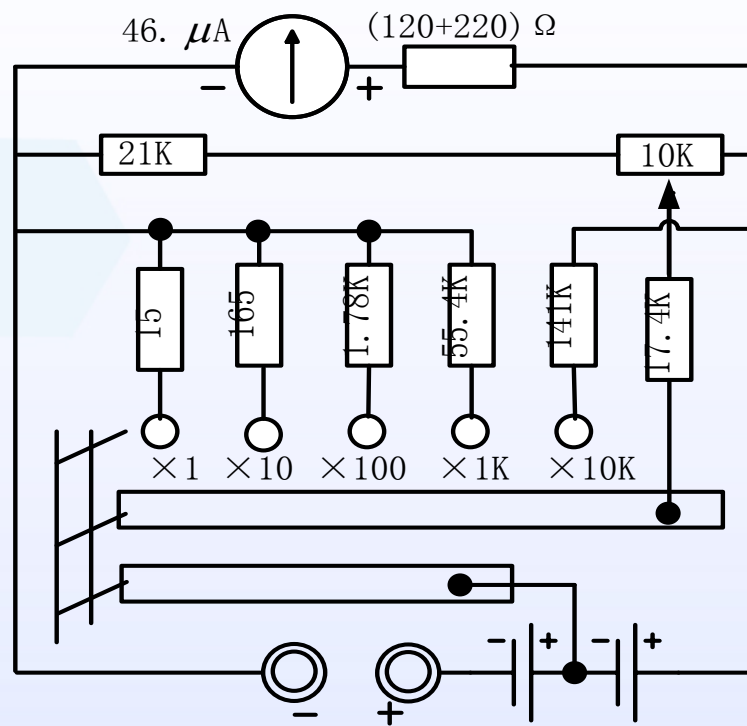


图17-9 电阻测量电路

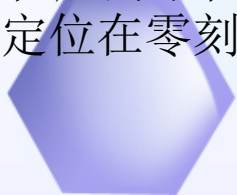
当 $R_x=0$ ，电路中电流最大，指针偏转角最大，为满偏，零刻度值，一般为表头最右端。

当 $R_x=\infty$ ，电流为零，指针无偏转，为无穷大刻度值，一般为表头最左端。

当 $R_x$ 为其他值时，指针在零刻度值和无穷大刻度值间偏转。

当 $R_x=R_a+R$ 时，此时的电流为最大电流的一半，指针定位于表头刻度尺中间，为欧姆档中心值。欧姆档的刻度分布是不均匀的，它的刻度值是自右向左递增的，右半部刻度稀疏，左半部刻度紧密。

由于电池电压值在每次使用过程中后的不稳定性，一般在电路中还要设置调零电阻，通过调整阻值的大小，使指针定位在零刻度，确保测量精度。



谢谢!



**Thanks For Your Attention!!!**

