

# 1.2 电路的基本物理量

## ◆ 电 流

➤ 形成： 带电粒子的定向运动形成电流。

➤ 度量： 电流的大小用电流强度表示。

$$i(t) \stackrel{\text{def}}{=} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$$

➤ 单位： 国际单位制单位:**A(安培)** 常用单位:**mA(10<sup>-3</sup>A)**, **μA(10<sup>-6</sup>A)**

前缀	p	n	μ	m	k	M	G
数量级	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>

➤ 分类

- 直流(DC)** 电流:大小和方向不随时间改变, 通常用 **I** 表示
- 交流(AC)** 电流: 大小和方向随时间改变,通常用 **i** 表示



## 电流的实际方向：正电荷移动的方向

在复杂电路或电流随时间变化时，电流的实际方向难以判断，需要设定电流的参考方向。

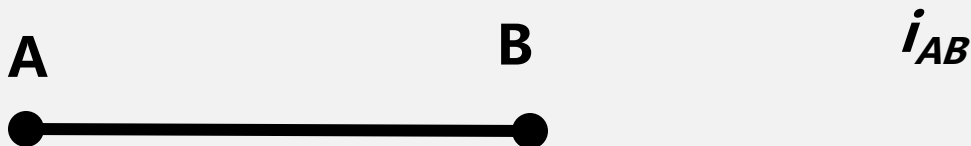
**电流的参考方向：假定的电流正方向。**

电流参考方向的两种表示：

- 用箭头表示：箭头的指向为电流的参考方向。  
(图中**标出箭头**)

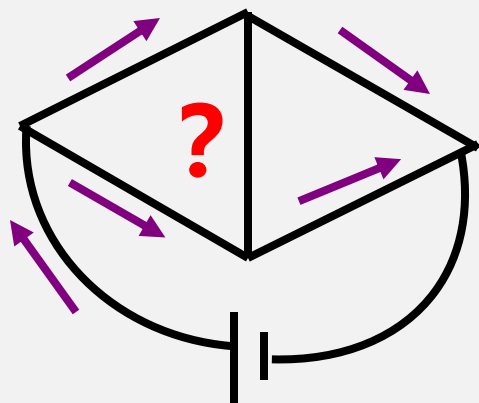


- 用双下标表示：如  $i_{AB}$ ，电流的参考方向由A指向B。  
(图中**标出A、B**)



## 为什么要引入电流的参考方向？

(a) 复杂电路的某些支路事先无法确定实际方向。

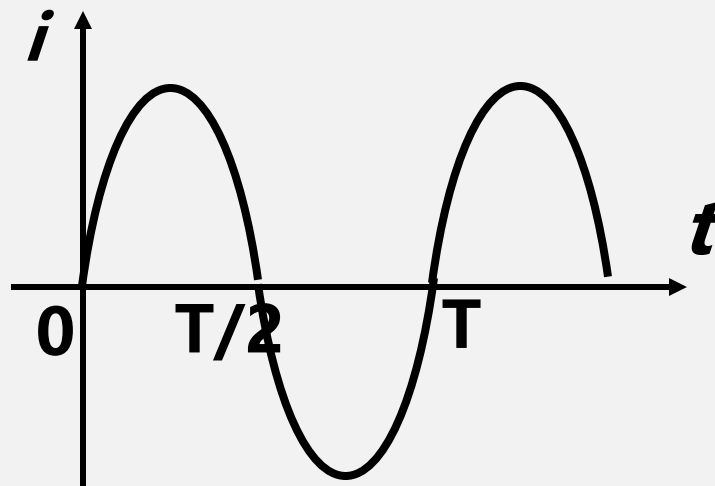


中间支路电流的实际方向无法确定，为分析方便，只能先任意标一方向（参考方向），根据计算结果，才能确定电流的实际方向。

(b) 实际电路中有些电流是交变的，无法标出实际方向。标出参考方向，再加上与之配合的表达式，才能表示出电流的大小和实际方向。



$$i = I_m \sin \omega t$$



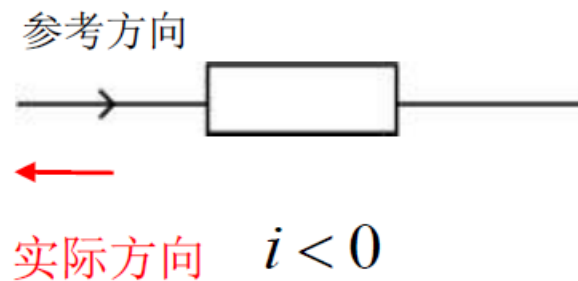
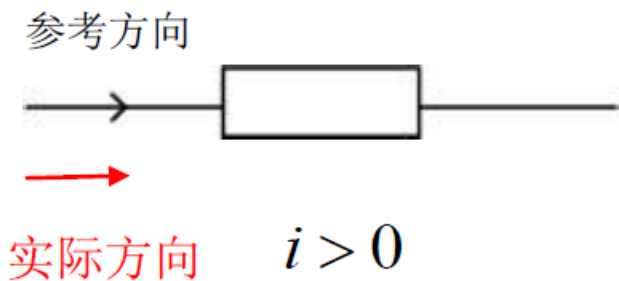
当  $0 < t < T/2$  ,  $i > 0$

电流实际方向与参考方向相同

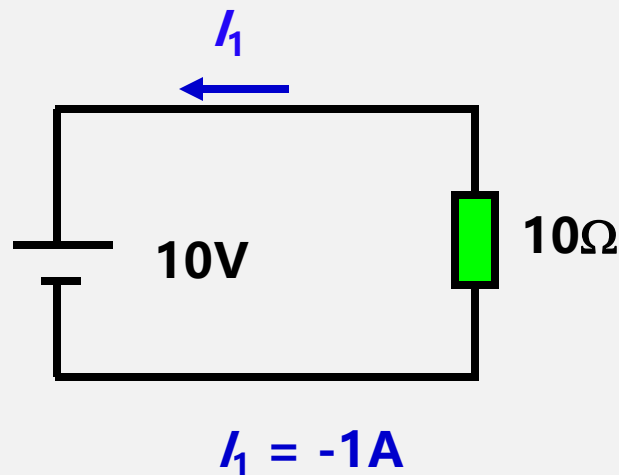
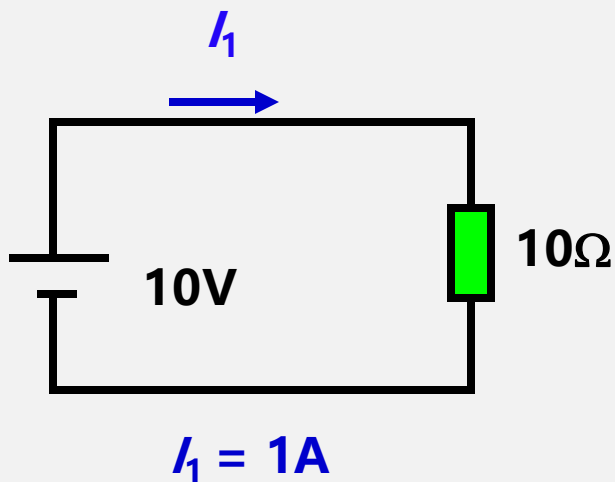
当  $T/2 < t < T$  ,  $i < 0$

电流实际方向与参考方向相反

# 电流的参考方向可以任意选定

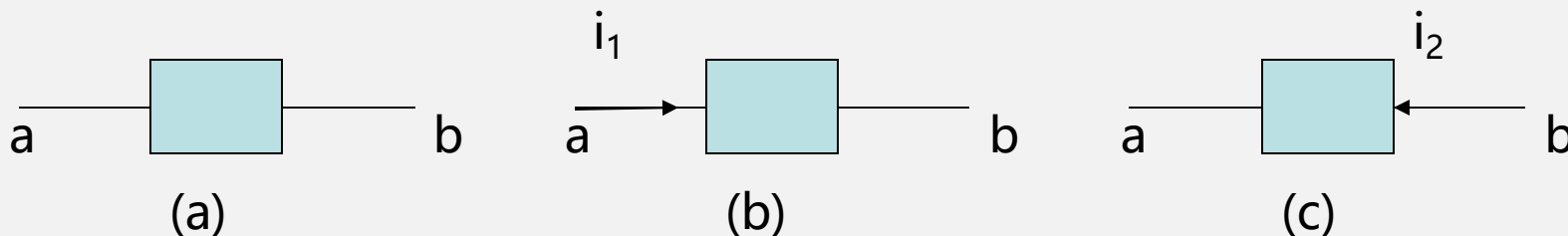


例



指定电流的参考方向后，才能写出电流的函数式，  
根据电流的正负可判断电流的实际方向。

**例** 设2A的电流由a向b流过图示元件，试问如何表示这一电流？



**解：**有两种表示方式：

(1)用图 (b)中的电流 $i_1$ 表示， $i_1$ 的参考方向与实际方向一致，  
故 $i_1=2\text{A}$ 。

(2)用图 (c)中的电流 $i_2$ 表示， $i_2$ 的参考方向与实际方向相反，  
故 $i_2=-2\text{A}$ 。

由此可知，对电路中的同一电流规定**相反的参考方向时**，相应的电流表达式**差一个符号**。



## ◆ 电压

➤ 形成： 将单位正电荷由电路中的a点移到b点电场力所做的功。

➤ 度量：

$$u_{AB} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{dw_{AB}}{dq}$$

➤ 单位：

V(伏特)

kV( $10^3$ V), mV( $10^{-3}$ V),  $\mu$ V( $10^{-6}$ V)

➤ 分类

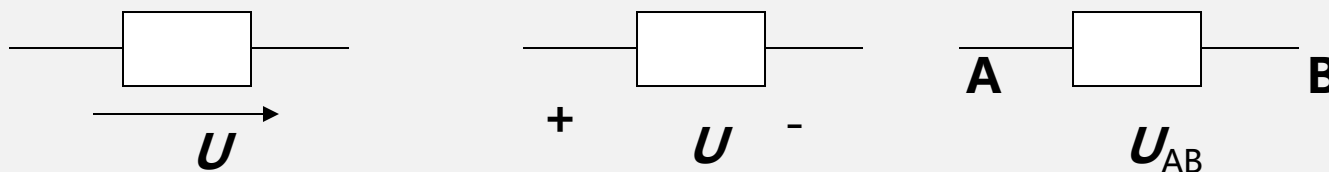
直流电压 :大小和方向不随时间改变, 通常用  $U$  表示

交流电压 : 大小和方向随时间改变, 通常用  $u$  表示

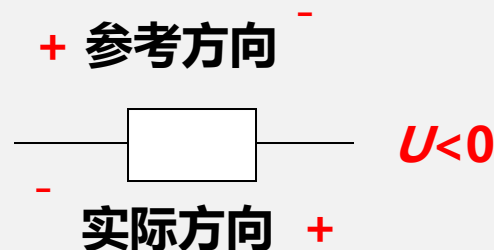
## 电压的方向:

**实际方向:** 从**高**电位端指向**低**电位端,即电位降低的方向

**参考方向:** 即电压**假定的正方向**, 通常用一个箭头  
或 “+”、“-” 极性或 “双下标” 表示。



**电压的参考方向可以任意选定**

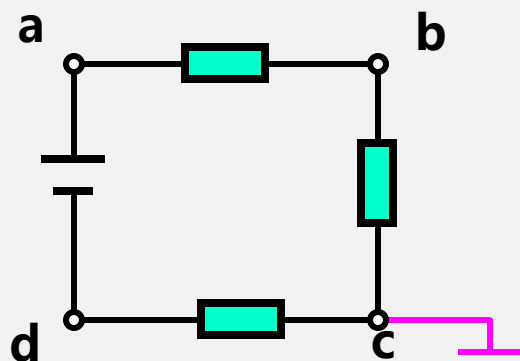




## ◆ 电位

选择电路中某一点作为**参考点**，电路中其他各点到参考点之间的电压称为该点的**电位**，用  $V$  表示。

参考点的电位为0。参考点可以任意选择，用符号 “ $\perp$ ” 表示。



设c点为电位参考点，则  $V_c = 0$

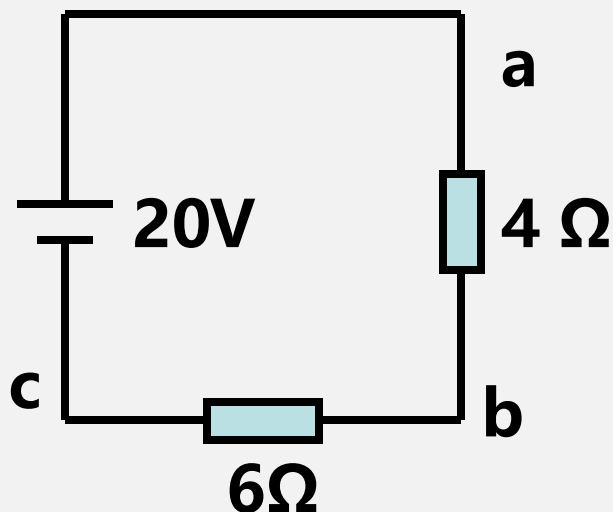
$$V_a = U_{ac}, \quad V_b = U_{bc}, \quad V_d = U_{dc}$$

电路中两点间的电压降就等于这两点的电位差

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

## 思考题：

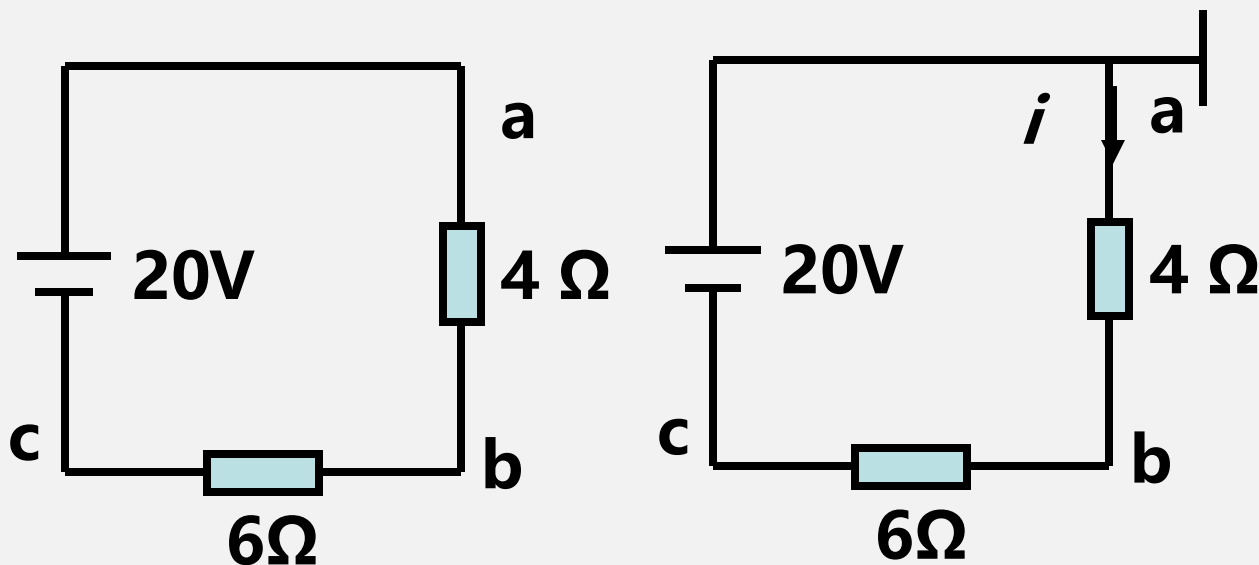
图示电路分别以a,b,c为参考点时的 $V_a$ ,  $V_b$ 和 $U_{ab}$ 有变化么？



## 结论：

电路中电位**参考点可任意选择**；当选择不同的电位参考点，电路中各点电位均不同，但**任意两点间电压始终保持不变，与参考点的选择无关**。

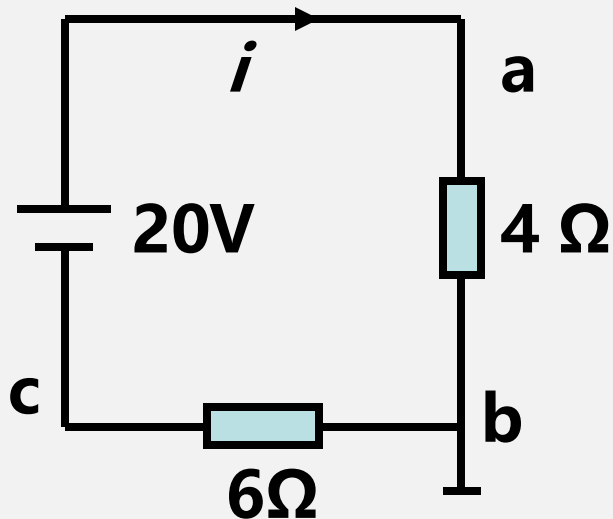
**例** 计算图示电路分别以a,b,c为参考点时的 $V_a$ ,  $V_b$ 和 $U_{ab}$ .



解: (1) 以a为参考点时,  $V_a=0$ ;  $i=2A$

故  $V_b = -4i = -8V$ ,  $U_{ab} = 4i = 8V$

或  $U_{AB} = V_A - V_B = 0 - (-8) = 8V$



(2) 以b为参考点时,  $V_b=0$ ;  $i=2A$ ;

$$V_a=4i=8V, U_{ab}=V_a-V_b=8V$$

(3) 以c为参考点时,  $V_c=0$ ;  $i=2A$ ;

$$V_a=20V, V_b=6i=12V,$$

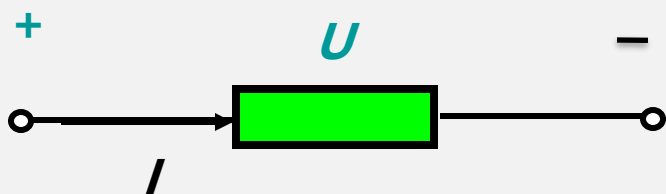
$$U_{ab}=V_a-V_b=8V$$

**结论：**电路中电位参考点可任意选择；当选择不同的电位参考时，电路中各点电位均不同，但任意两点间电压始终保持不变，与参考点的选择无关。

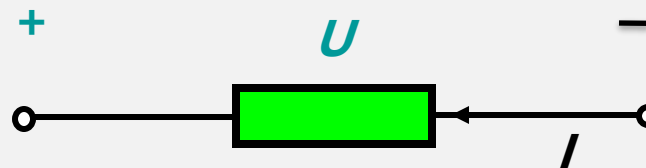
## ◆ 关联参考方向

$u$ ,  $i$  若采用**相同的参考方向**称之为**关联参考方向**。

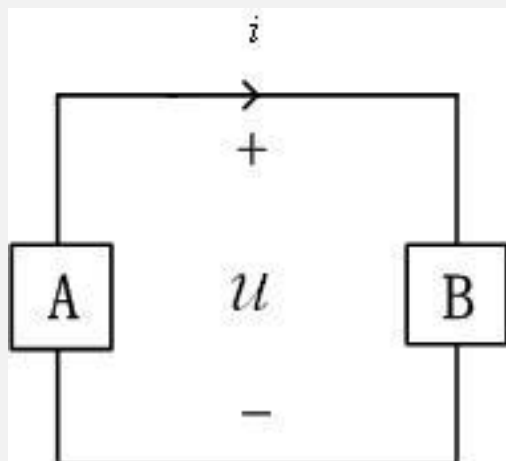
反之, 称为**非关联参考方向**。



**关联参考方向**



**非关联参考方向**



对A: 电压、电流参考方向**非关联**

对B: 电压、电流参考方向**关联**

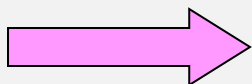
# ◆ 功率

定义：单位时间内所做的功。

$$p = \frac{dw}{dt}$$

当  $u, i$  关联参考方向

$$i = \frac{dq}{dt}; u = \frac{dw}{dq}$$



$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \frac{dq}{dt} = ui$$

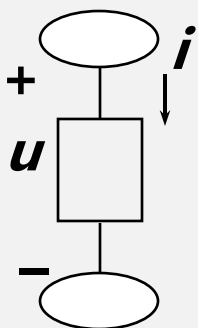
吸收  
的功率

单位：瓦 (特) (W)

常用单位：kW( $10^3$ W), mW( $10^{-3}$ W)

## ◆ 功率的计算和判断

### (1) $u, i$ 关联参考方向

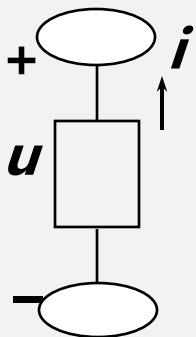


$$p_{\text{吸收}} = ui$$

$p > 0$  吸收正功率 (吸收)

$p < 0$  吸收负功率 (发出)

### (2) $u, i$ 非关联参考方向



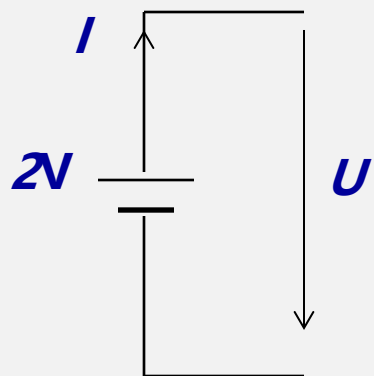
$$p_{\text{吸收}} = -ui$$

$p > 0$  吸收正功率 (吸收)

$p < 0$  吸收负功率 (发出)

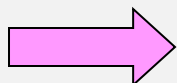
非关联参考方向:  $p_{\text{发出}} = ui$

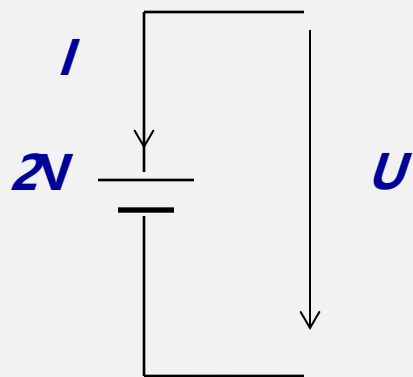
**例：**已知电压源发出功率10W，求电压源的电流。



解1:  $U, I$  为非关联参考方向

$$p_{\text{发出}} = UI = 10\text{W}$$

  $I = 5\text{A}$



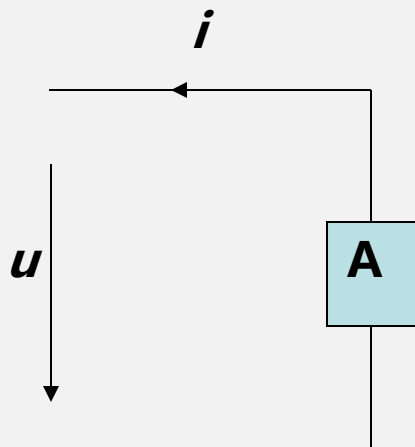
解2:  $U, I$  为关联参考方向

$$p_{\text{吸收}} = UI = -10\text{W}$$

  $I = -5\text{A}$



**例** 如图  $u=10\text{V}$ ,  $i=10\text{A}$ , 求元件A产生的功率  $p$ 。



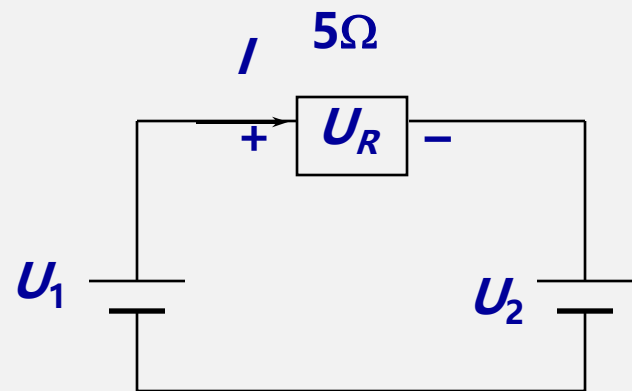
**解：** 由于元件A上的电压、电流为非关联参考方向，

所以  $p_{\text{发出}} = ui = 100 \text{ W}$

即元件A产生的功率为100W



例:  $U_1=10V$ ,  $U_2=5V$ 。求各元件的功率。



解: 设电路中电流及电压参考方向如图

$$I = \frac{U_1 - U_2}{5} = 1A \quad U_R = 5V$$

$$P_R = U_R I = 5W \quad \text{吸收} 5W$$

对电源  $U_1$ : 电压电流为**非关联**方向

$$P_{U_1 \text{吸收}} = -U_1 I = -10W \quad \text{发出} 10W$$

$$\text{或 } P_{U_1 \text{发出}} = U_1 I = 10W$$

对电源  $U_2$ : 电压电流为**关联**方向

$$P_{U_2 \text{吸收}} = U_2 I = 5W \quad \text{吸收} 5W$$

$$\sum P_{\text{吸收}} = \sum P_{\text{发出}}$$

功率  
平衡



## 小结:

- (1) 分析电路前必须指定电压和电流的**参考方向**。
- (2) 参考方向一经指定，必须在图中相应位置**标注**（包括**方向和符号**）。
- (3) 参考方向不同时，其**表达式相差一个负号**，但电压、电流的**实际方向不变**。
- (4) 以后讨论均在**参考方向**下进行，不考虑实际方向。