



- 教学内容：功率与能量
- 教学要求：掌握功率与能量的计算



## 1. 功率的定义

单位时间电场力所做的功称为电功率，即：

$$p(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

简称功率，单位是瓦[特] (W) 。



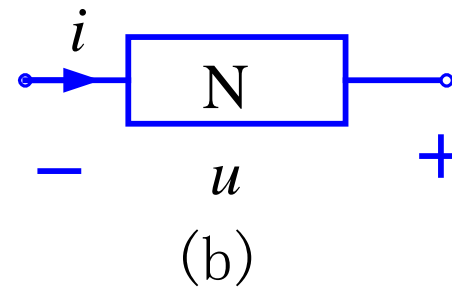
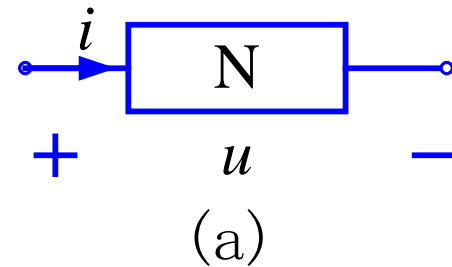
## 2. 功率与电压 $u$ 、电流 $i$ 的关系

如图(a)所示电路N的 $u$ 和 $i$ 取**关联**方向,由于  
 $i = d q/dt$ ,  $u = dw/dq$ , 故电路消耗的功率为

$$p(t) = u(t) i(t)$$

对于图(b) , 由于对N而言 $u$ 和 $i$ **非关联**, 则N消耗的功率为

$$p(t) = - u(t) i(t)$$





## 3. 功率的计算

利用前面两式计算电路N消耗的功率时:

- ① 若 $p > 0$ , 则表示电路N确实消耗 (吸收) 功率;
- ② 若 $p < 0$ , 则表示电路N吸收的功率为负值, 实质上它将产生 (提供或发出) 功率。

由此容易得出, 当电路N的 $u$ 和 $i$ 关联, N产生功率的公式为

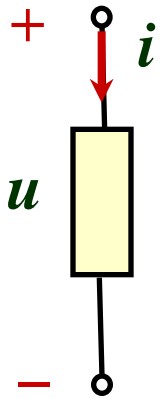
$$p(t) = -u(t) i(t)$$

当电路N的 $u$ 和 $i$ 非关联 (如图a), 则N产生功率的公式为

$$p(t) = u(t) i(t)$$



## 例1 $u$ 、 $i$ 取关联参考方向



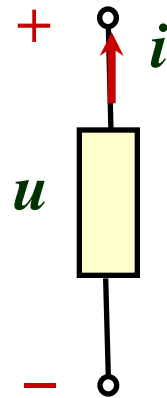
$$\text{公式: } P_{\text{吸}} = u i$$

若  $u = 5\text{V}$ ,  $i = -1\text{A}$

$$P_{\text{吸}} = u i = 5 \times (-1) = -5 \text{ W}$$

$P_{\text{吸}} < 0$ ，说明元件实际发出功率5W。

## 例2 $u$ 、 $i$ 取非关联参考方向



$$\text{公式: } P_{\text{吸}} = -u i$$

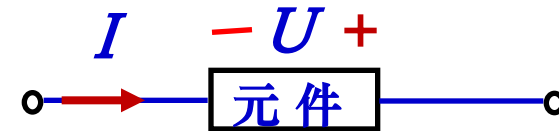
若  $u = 5\text{V}$ ,  $i = -1\text{A}$

$$P_{\text{吸}} = -u i = -5 \times (-1) = 5 \text{ W}$$

$P_{\text{吸}} > 0$ ，说明元件实际吸收功率5W。



例3 图示电路，若已知元件中电流为 $I = -100\text{A}$ ，电压 $U = 10\text{V}$ ，求元件吸收的功率 $P$ ，并说明元件是电源还是负载。



解：由图可知 $UI$ 为非关联参考方向，因此：

$$P = -UI = -10 \times (-100) = 1000\text{W}$$

元件吸收正功率，说明元件是负载。



各种电器设备为了安全运行，都有一定的功率限额、电压限额、电流限额，它们分别称为**额定电压、额定电流、额定功率**。使用时不能超过这些额定值，否则会损坏设备。各种电器设备的额定值通常会标明在产品上。

例如额定值为“220V、1000W”的电动机；“220V、40W”的电灯。



## 4、能量的计算

根据功率的定义  $p(t) = \frac{dw(t)}{dt}$ ，两边从 $-\infty$ 到 $t$ 积分，并考虑 $w(-\infty) = 0$ ，得

$$w(t) = \int_{-\infty}^t p(\xi) d\xi = \int_{-\infty}^t u(\xi) i(\xi) d\xi \quad (\text{设 } u \text{ 和 } i \text{ 关联})$$

对于一个二端元件（或电路），如果 $w(t) \geq 0$ ，则称该元件（或电路）是无源的或是耗能元件（或电路）。





日常生活中，家用电表就是用来测量电功的装置。只要用电器工作，电表就会转动并且显示电流做功的多少，即电功的大小不仅与电压、电流的大小有关，还取决于用电时间的长短。

**1度电的概念**

- 1000W的电炉加热1小时；
- 100W的灯泡照明10小时；
- 40W的灯泡照明25小时。



## 5、常用国际单位制 (SI) 词头

### 基本单位

电流--安 (A);

电压--伏 (V);

功率--瓦 (W);

能量--焦耳 (J)/度 (kW·h)

因数	原文名称 (法)	中文名称	符号
$10^9$	giga	吉	G
$10^6$	mega	兆	M
$10^3$	kilo	千	k
$10^{-3}$	milli	毫	m
$10^{-6}$	micro	微	$\mu$
$10^{-9}$	nano	纳	n
$10^{-12}$	pico	皮	p



## 6. 思考

产品上标明的额定功率是什么含义?

功率的正负号说明什么问题?

能量如何计算, 与哪些因素有关?

电表是计算什么量的装置?

