

# 电路课程介绍

1、电路理论是研究电路中发生的电磁现象，利用电路基本理论和基本定律进行分析计算，是电子与电气信息类专业的重要的基础课程；

2、电路研究内容一般分类及应用方向：

a. **强电部分**：电能输送、分配、电功率计算、效率、电气安全等；

b. **弱电部分**：电信号传输、处理、调制解调、滤波、畸变分析、模拟和数字信号、电路特性等；

应用研究领域包括电子工程、电气驱动、自动化工程、电力电子、通信工程、电子仪器及测量、计算机、光电工程等、生物医学。

### 3、课程特点：

本课程定位为理工类本科生的基础课，课程知识是对实际问题的抽象研究。课程不涉及具体电器元件，主要讲述电路的一般分析计算方法，具有较强的理论性。

本课程研究内容是电子线路、信号处理、高频电子线路、自动控制理论、微机控制、电气驱动、电力电子、电力系统等后续课程的基础。

本课程学习所需的准备知识包括物理学、微积分、微分方程、复变函数、线性代数等。

# 1 电路模型和电路定律

---

1-1 电路和电路模型

1-2 电压和电流的参考方向

1-3 电功率和能量

1-4 电路元件

1-5 电阻元件

1-6 电压源和电流源

1-7 受控电源

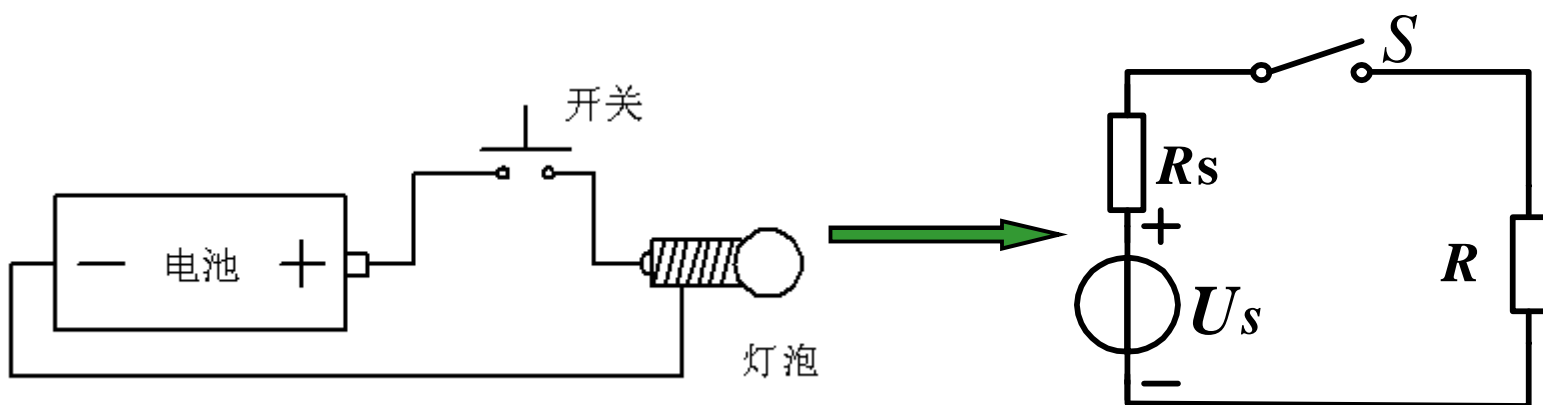
1-8 基尔霍夫定律

---

# 1-1 电路和电路模型 (model)

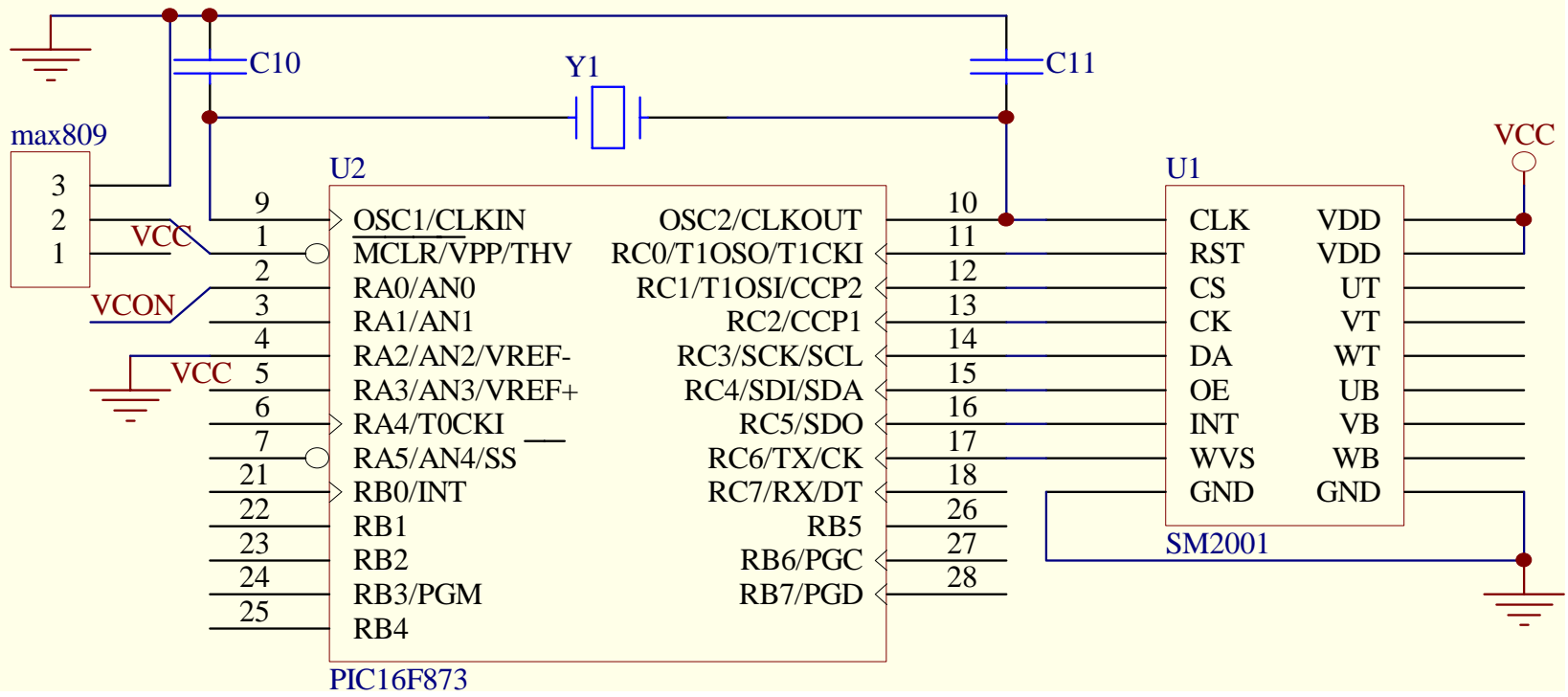
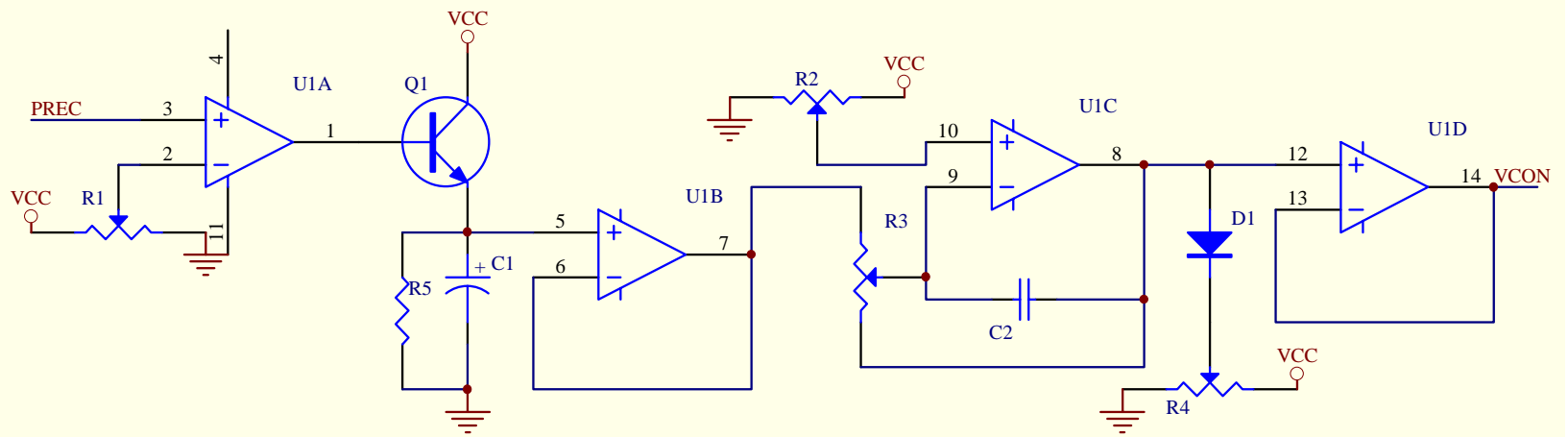
一、**电路**：电器件构成的电流通路。

如手电筒电路，其包括电池、灯泡、开关及其连线。



手电筒电路实物图

电路模型



## 二、电路模型

由理想电路元件相互连接而成。

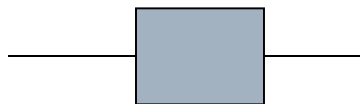
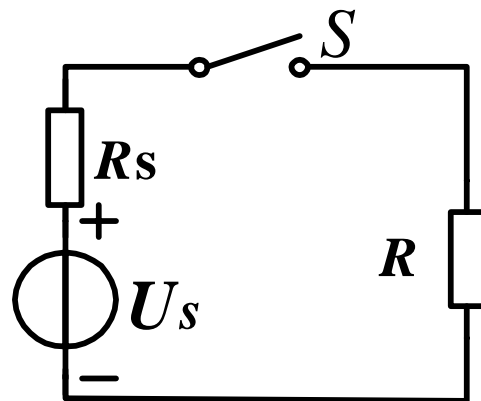
1. **理想元件**：在一定条件下对实际元件加以理想化，仅仅表征实际元件的主要电磁性质，可以用数学表达式来表示其性能。如：电饭煲、电炉、电阻器这些实际元件，消耗电能是它们的主要性质，可以用电阻元件来表征。

本课程涉及八种理想元件：电阻元件、电感元件、电容元件、电压源元件、电流源元件、受控源元件、耦合电感元件、理想变压器元件。

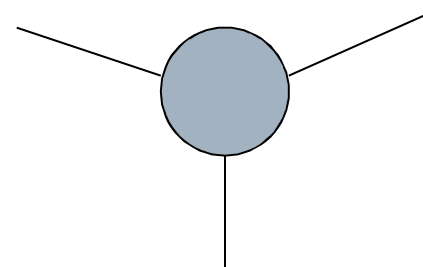
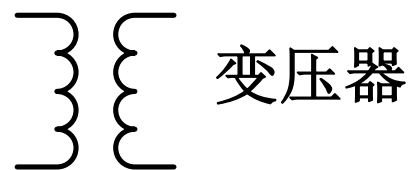
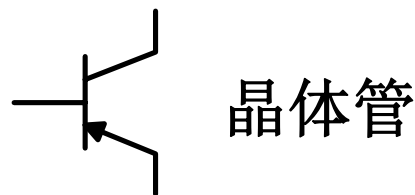
2. **理想导线**：既无电阻性，又无电感性、电容性的导线。

今后我们所研究的电路都是从实际电路中抽象出来的，理想化了的电路模型。

### 三、理想元件

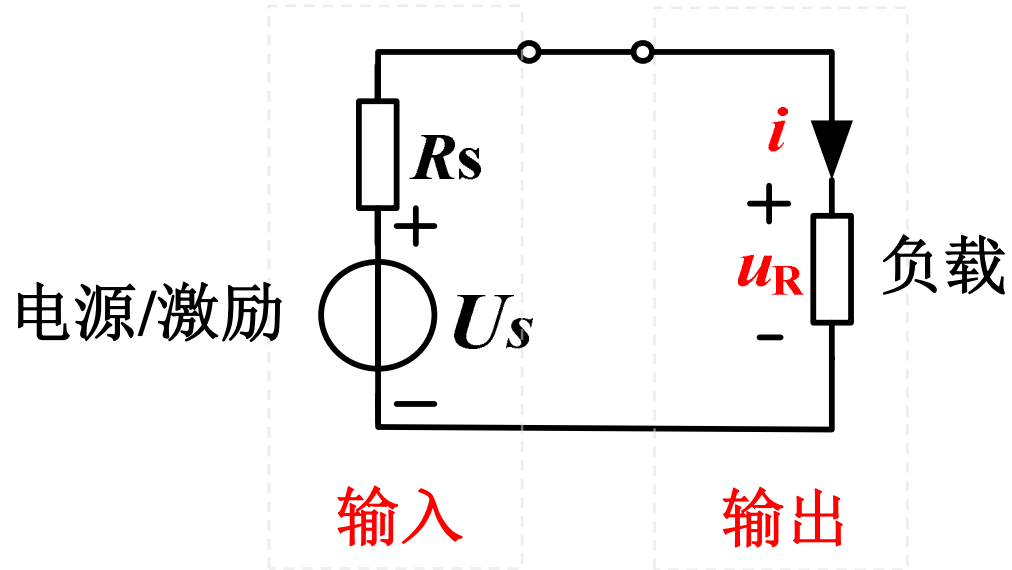


二端元件 (2个端子)



三, 四端元件 (3, 4个端子)

## 四、电路的描述



$U_s$ : 电源 (source), 电能或电信号的发生器  
激励 (源), 能在电路中产生电压或电流

$R$ : 负载 (load), 用电设备

$i, u_R$ : 响应 (response), 在电路中产生的电压或电流



# 1-2 电流和电压的参考方向(reference direction)

## 一、电流 (current)

### 1、电流定义

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

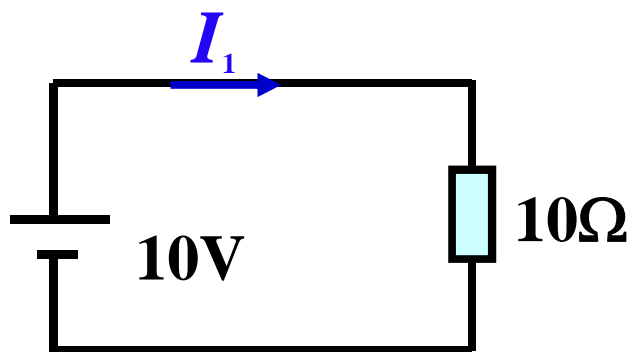
单位名称：安（培）      符号：A（Ampere）

### 2、电流的参考方向

**参考方向**：任意选定的一个方向作为电流的参考方向。

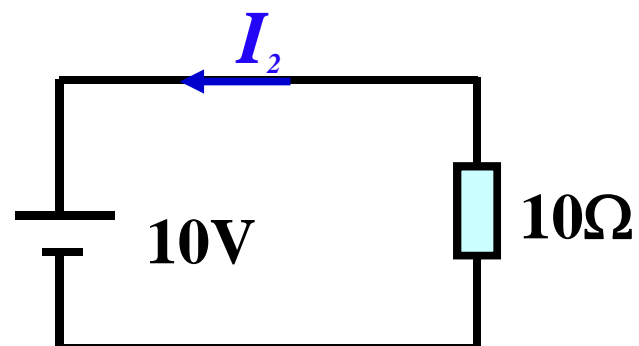


例



$$-10 + 10 I_1 = 0$$

$$I_1 = 1A$$



$$-10 - 10 I_2 = 0$$

$$I_2 = -1A$$

## 二、电压 (voltage)

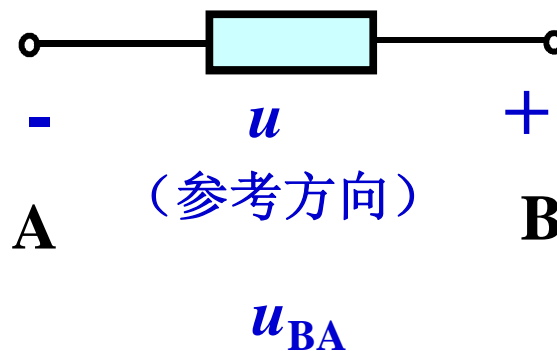
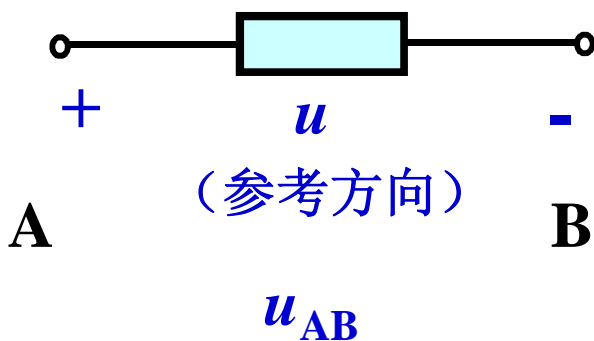
### 1、电压

$$U_{AB} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{dW_{AB}}{dq}$$

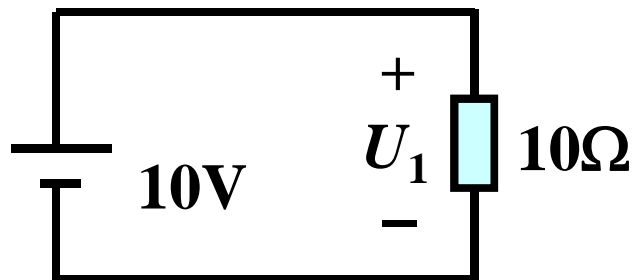
单位名称：伏(特)

符号：V (Volt)

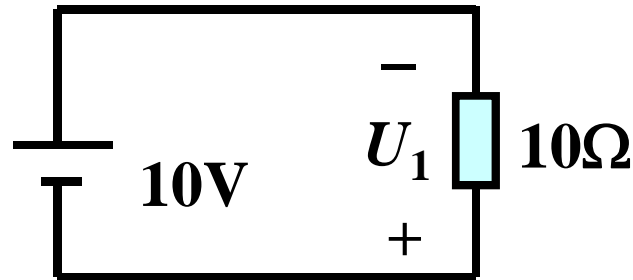
### 2、电压(降)的参考方向



例

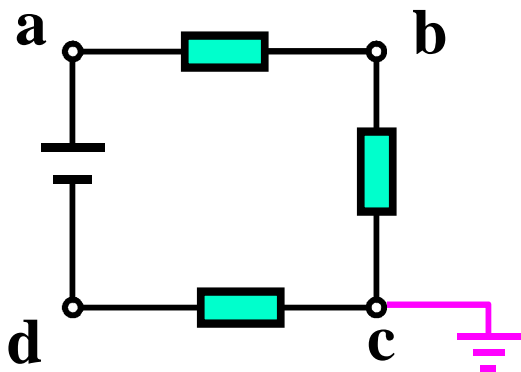


$$U_1 = 10V$$



$$U_1 = -10V$$

三、电位：电路中任一点到参考点之间的电压就等于该点的电位



设c点为电位参考点，则  $\varphi_c = 0$

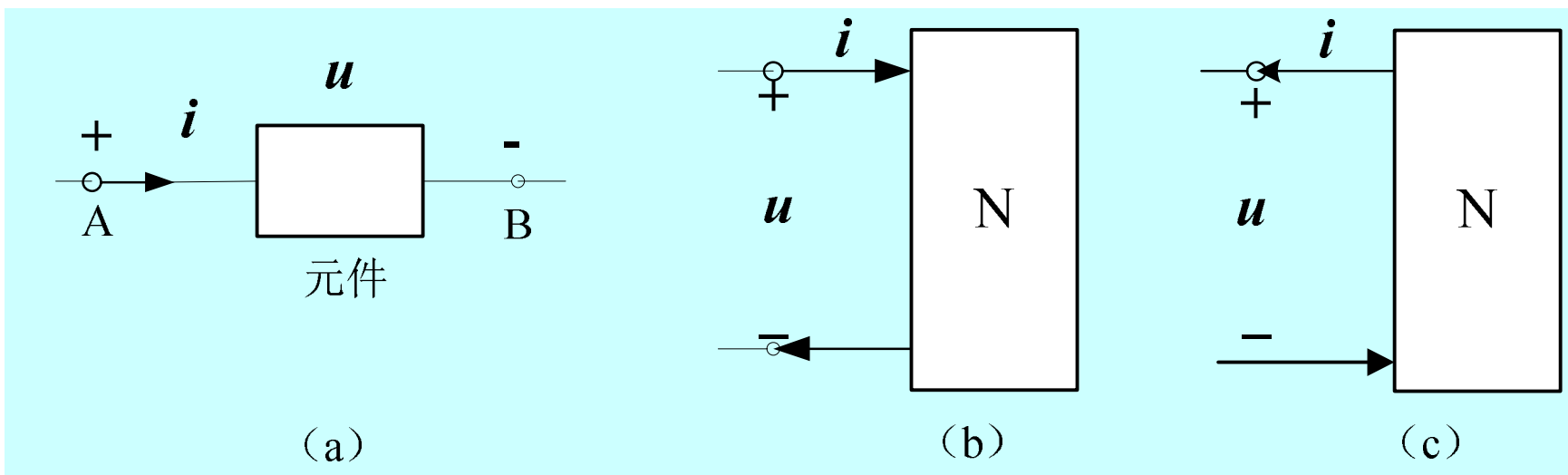
$$\varphi_a = U_{ac}, \quad \varphi_b = U_{bc}, \quad \varphi_d = U_{dc}$$

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$$

电位差？

## 四、关联参考方向

若指定流过元件的电流的参考方向是从标以电压正极性的一端指向负极性的一端，即二者的参考方向一致，称电流和电压的这种参考方向为关联参考方向。



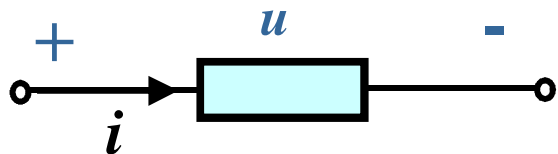
在上图中，(a) 和 (b) 图中  $u, i$  为关联参考方向；  
(c) 图中  $u, i$  为非关联参考方向。

## 五、电路计算基本物理量及单位

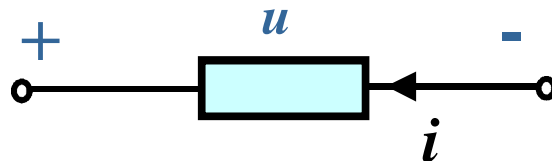
千：k 毫：m 微： $\mu$  纳：n 皮：p .....

## 小结:

- 1、分析电路前必须**选定**电压和电流的**参考方向**。
- 2、参考方向一经选定，必须在图中相应位置**标注** (包括**方向**和**符号**)，在计算过程中不得任意改变。
- 3、关联参考方向和非关联参考方向。



**关联**参考方向



**非关联**参考方向

- 4、参考方向也称为假定正方向（关联正方向），以后讨论均在参考方向下进行，不考虑实际方向。



## 1-3 电功率和能量

### 一、电功率(power)

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

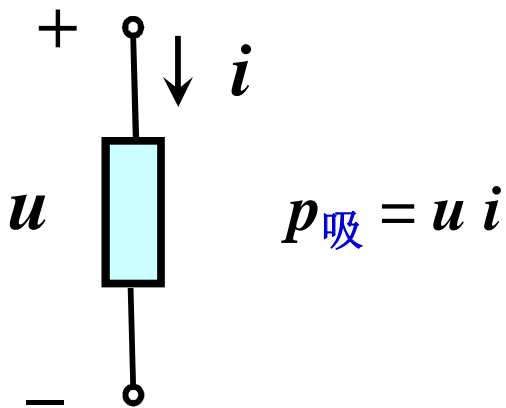
功率的单位名称：瓦（特） 符号（**W**）

能量的单位名称：焦（耳） 符号（**J**）

度？

## 二、功率的计算

### 1、 $u, i$ 关联参考方向（吸收功率）

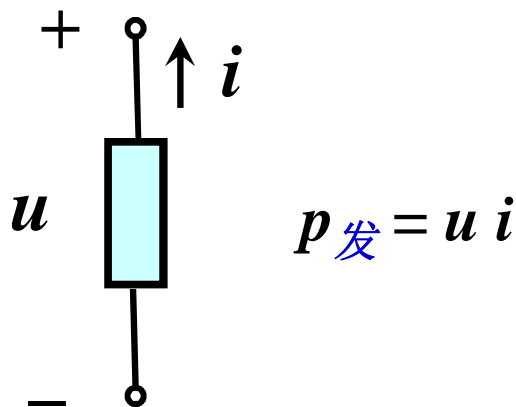


例  $U = 5\text{V}, I = -1\text{A}$

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

$$P_{\text{吸}} < 0 \quad \text{实际发出} 5\text{W}$$

### 2、 $u, i$ 非关联参考方向（发出功率）



例  $U = 5\text{V}, I = -1\text{A}$

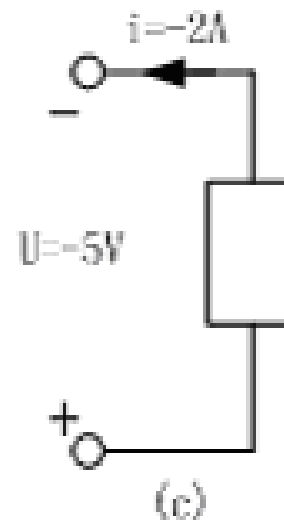
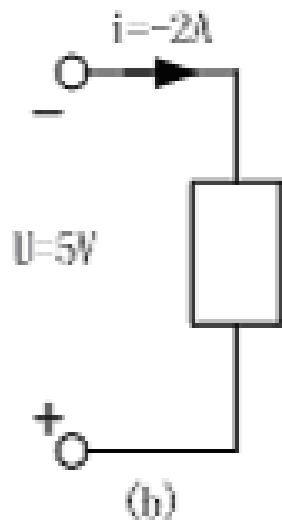
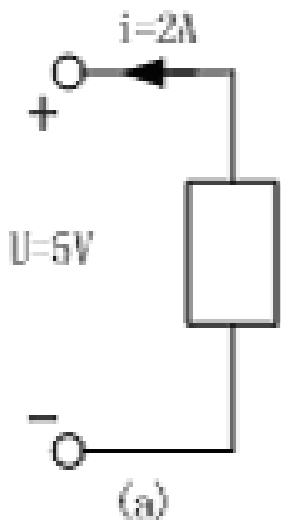
$$P_{\text{发}} = UI = 5 \times (-1) = -5 \text{ W}$$

$$P_{\text{发}} < 0 \quad \text{实际吸收} 5\text{W}$$





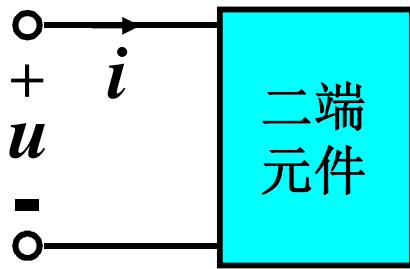
例： 求图中二端网络的功率。



- (a)发出10W
- (b)吸收10W
- (c)吸收10W

# 1-4 电路元件

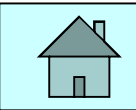
## 集总电路 (Lumped parameter circuit)



集总 (参数) 元件假定: 在任何时刻, 流入二端元件的一个端子的电流一定等于从另一端子流出的电流, 且两个端子之间的电压为单量值。

电路物理量 电压 $u$ , 电流 $i$ , 电荷 $q$ , 磁通 $\Phi$ 等

电路元件 线性元件, 非线性元件  
时不变元件, 时变元件  
无源元件, 有源元件

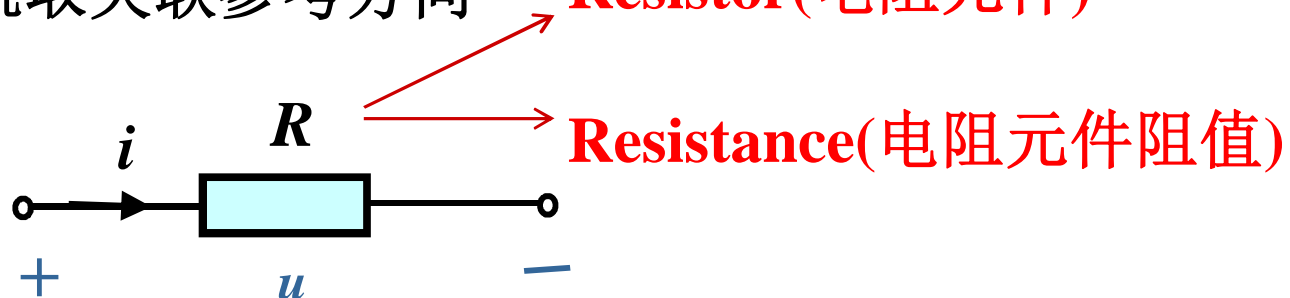


## 1-5 电阻元件(resistor)

### 一、线性(定常)电阻元件(linear resistor)

#### 1、欧姆定律 (Ohm's Law)

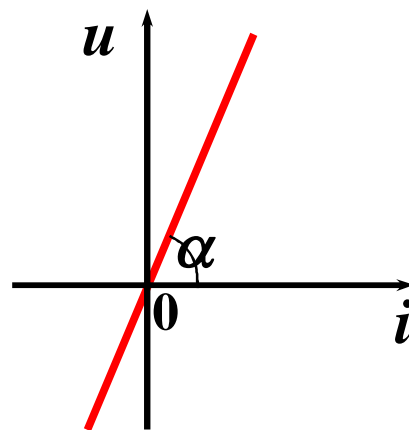
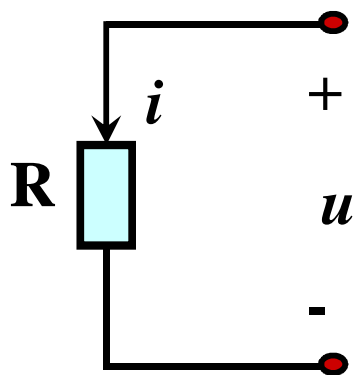
(1) 电压与电流取关联参考方向 **Resistor(电阻元件)**



$$u = R i \quad R \text{ 称为电阻} \quad \text{单位:欧(姆)/ } \Omega$$

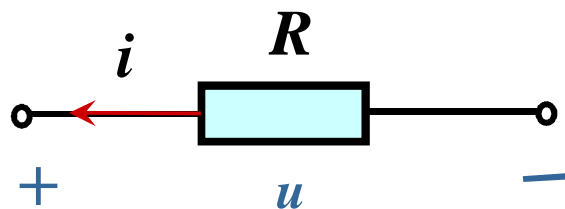
$$i = G u \quad G \text{ 称为电导} \quad \text{单位:西(门子)/ S (Siemens)}$$

$$G = 1/R$$



线性电阻  
元件的伏  
安特性为  
一条过原  
点的直线

(2) 电阻的电压和电流的参考方向相反



则欧姆定律写为

$$u = -Ri \quad \text{或} \quad i = -Gu$$

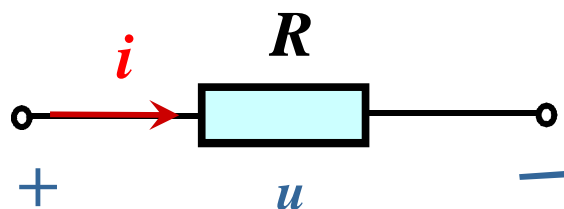
❖ 公式必须和参考方向配套使用！

❖ 欧姆定律也是电阻元件的伏安特性（VCR, Voltage Current Relation）。



## 2、功率和能量

功率：



$$P_{\text{吸}} = ui = (Ri)i = i^2 R$$
$$= u(uG) = u^2 G$$

吸收功率

能量：可用功表示。从  $t_0$  到  $t$  电阻消耗的能量

$$W_R = \int_{t_0}^t p d\xi = \int_{t_0}^t uid\xi = \int_{t_0}^t i^2 R d\xi$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/076151025123010032>