

# 电工技术与电工技术



## 第2章 电路的分析方法

主讲教师：王香婷 教授



## 电源的两种模型及其等效变换

主讲教师：王香婷 教授





## 电源的两种模型及其等效变换

主要内容:

电源的两种模型及其特性；电压源与电流源之间的等效变换。

重点难点:

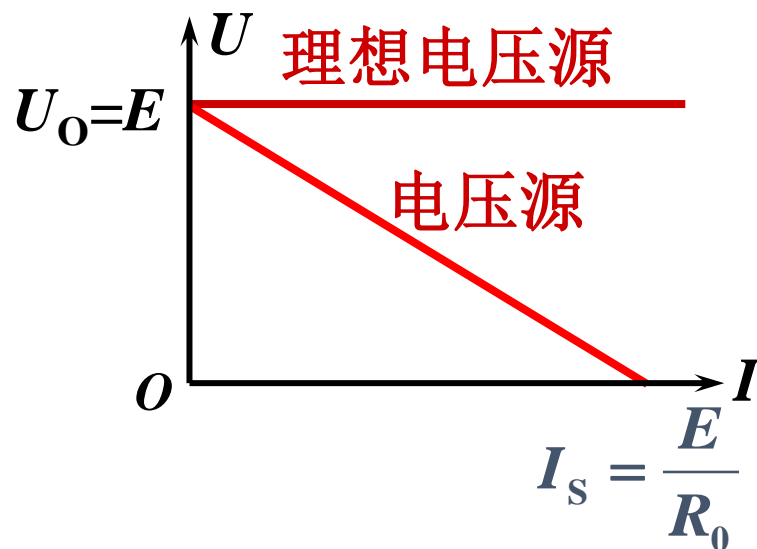
电压源与电流源之间的等效变换。



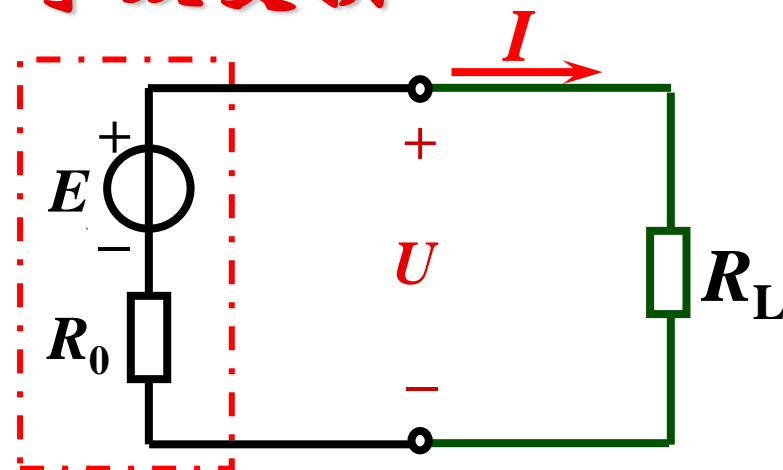
## 电源的两种模型及其等效变换

### 1. 电压源模型

电压源是由电动势  $E$  和内阻  $R_0$  串联的电源的电路模型。



电压源的外特性



### 电压源模型

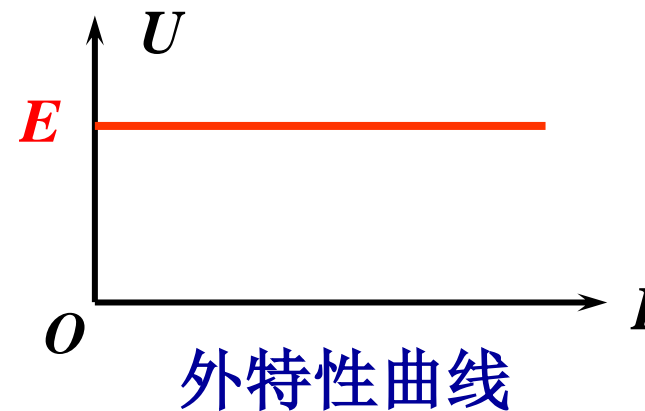
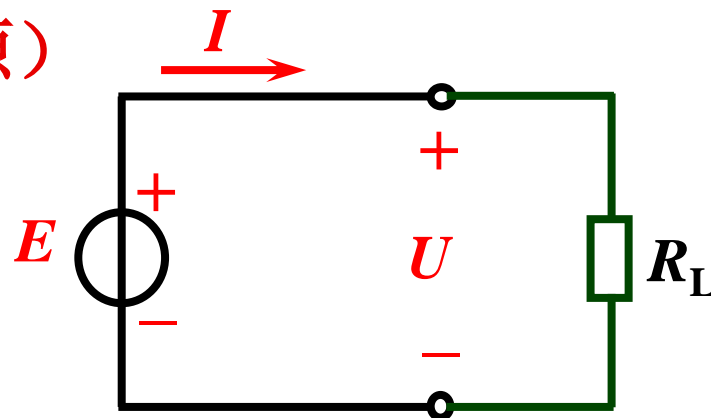
由图可得： $U = E - IR_0$

若  $R_0 = 0$

理想电压源： $U \equiv E$

若  $R_0 \ll R_L$ ， $U \approx E$ ，  
可近似认为是理想电压源。

## 理想电压源（恒压源）



- 特点：**
- (1) 内阻  $R_0 = 0$
  - (2) 输出电压是一定值，恒等于电动势。  
对直流电压，有  $U \equiv E$ 。
  - (3) 恒压源中的电流由外电路决定。

**例1：** 设  $E = 10\text{ V}$ ，接上  $R_L$  后，恒压源对外输出电流。

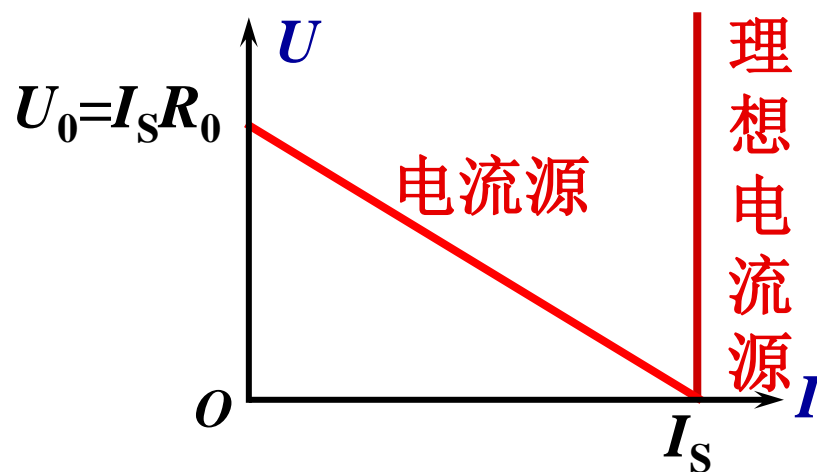
当  $R_L = 1\ \Omega$  时，  $U = 10\text{ V}$ ，  $I = 10\text{ A}$ ；

当  $R_L = 10\ \Omega$  时，  $U = 10\text{ V}$ ，  $I = 1\text{ A}$ 。

电压恒定，电  
流随负载变化。

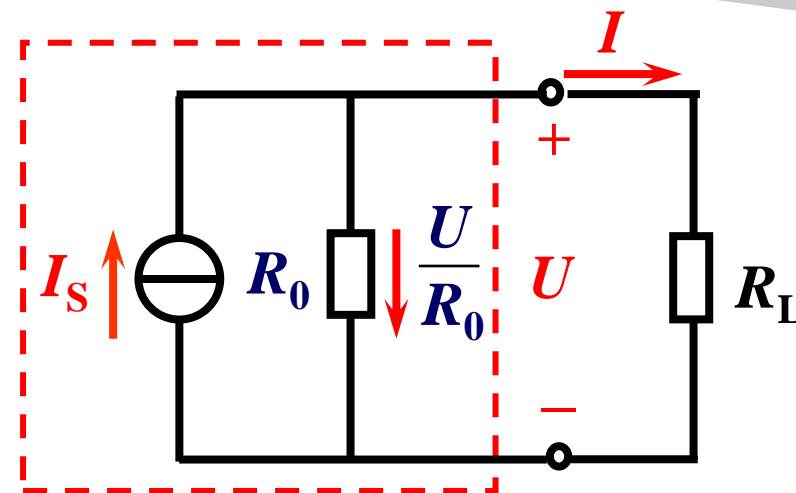
## 2. 电流源模型

电流源是由电流  $I_S$  和内阻  $R_0$  并联的电源的电路模型。



电流源的外特性

若  $R_0 \gg R_L$ ,  $I \approx I_S$ , 可近似认为是理想电流源。



电流源模型

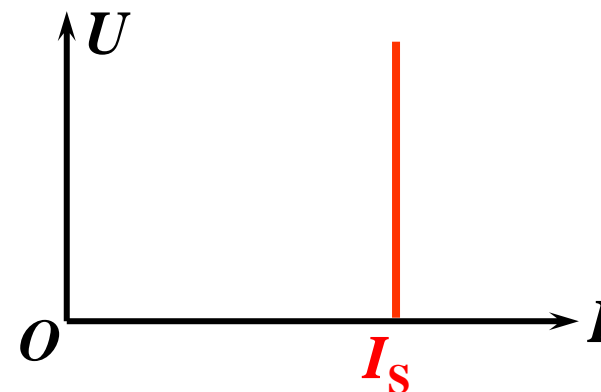
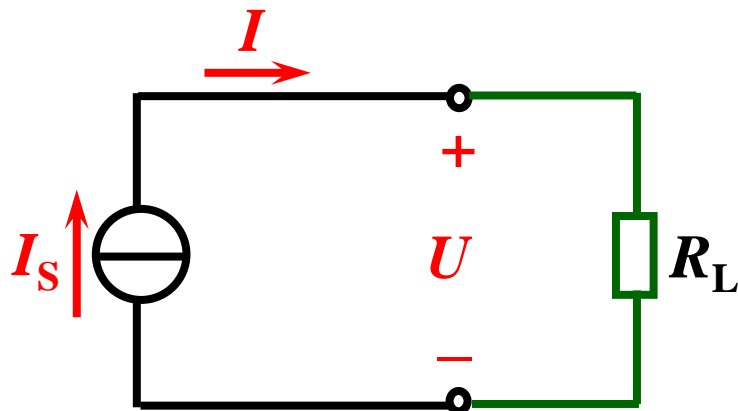
由图可得：

$$I = I_S - \frac{U}{R_0}$$

若  $R_0 = \infty$

理想电流源： $I \equiv I_S$

## 理想电流源（恒流源）



外特性曲线

- 特点：
- (1) 内阻  $R_0 = \infty$  ；
  - (2) 输出电流是一定值，恒等于电流  $I_S$  ；
  - (3) 恒流源两端的电压  $U$  由外电路决定。

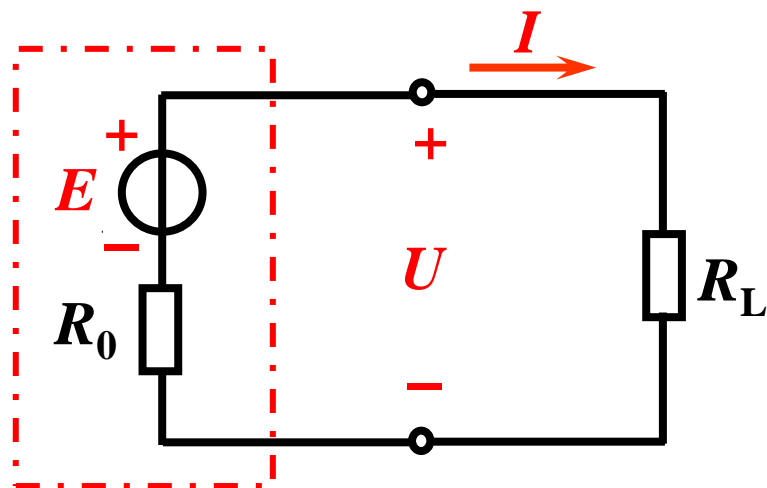
**例1：** 设  $I_S = 10\text{ A}$ ，接上  $R_L$  后，恒流源对外输出电流。

当  $R_L = 1\ \Omega$  时，  $I = 10\text{ A}$ ，  $U = 10\text{ V}$

当  $R_L = 10\ \Omega$  时，  $I = 10\text{ A}$ ，  $U = 100\text{ V}$

电流恒定，电压随负载变化。

## 3. 两种电源模型之间的等效变换



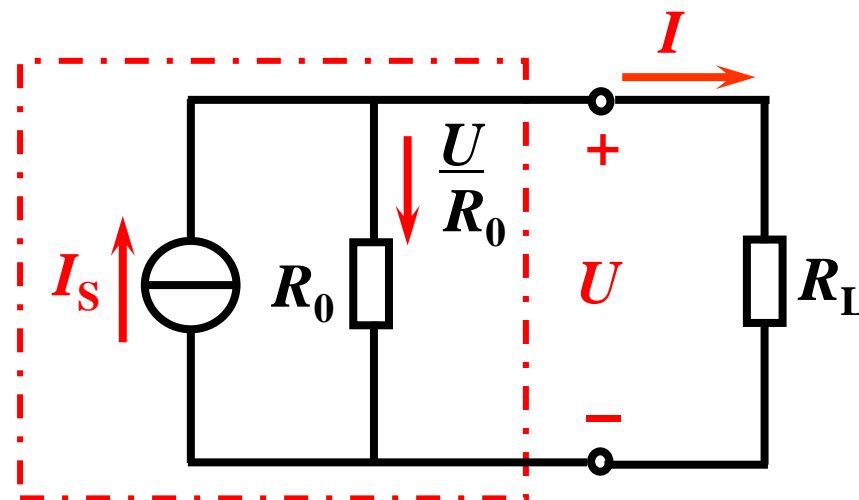
电压源

由图a:

$$U = E - IR_0$$

等效变换条件:

$$\begin{cases} E = I_S R_0 \\ I_S = \frac{E}{R_0} \end{cases}$$



电流源

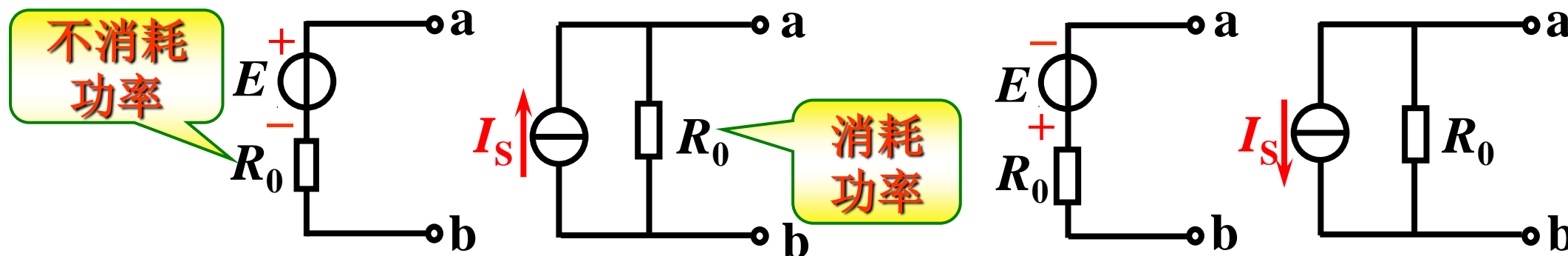
由图b:

$$U = I_S R_0 - IR_0$$



注意事项:

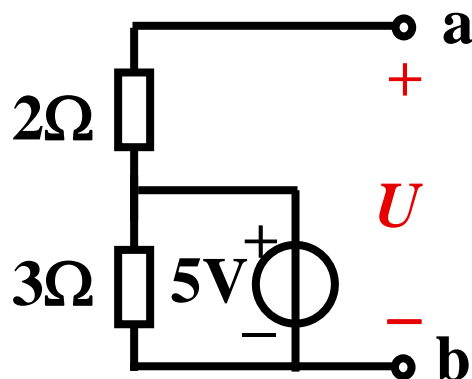
(1) 电压源和电流源的等效关系只对外电路而言，对电源模型内部则是不等效的。若：当 $R_L = \infty$ 时



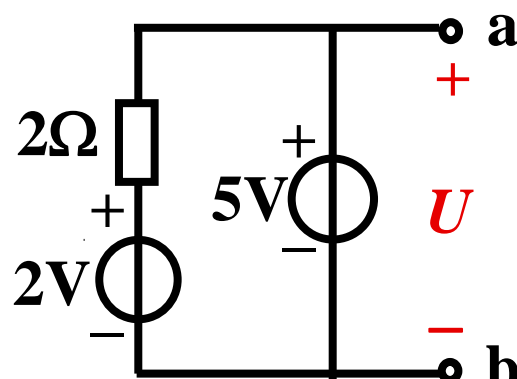
(2) 等效变换时，两电源的参考方向要一一对应。

(3) 理想电压源与理想电流源之间无等效关系。

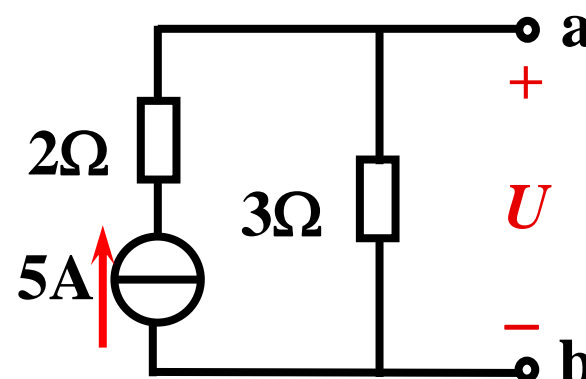
**例1:** 求下列各电路的等效电源



(a)

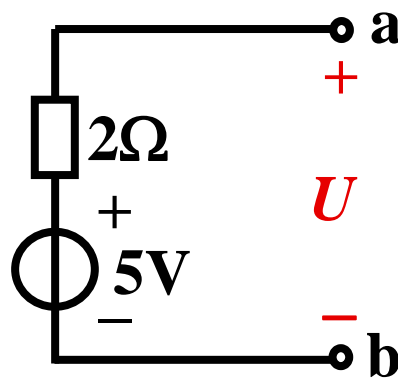


(b)

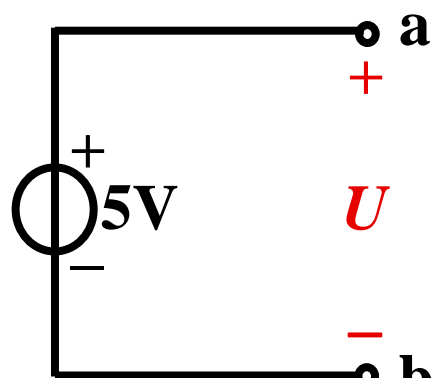


(c)

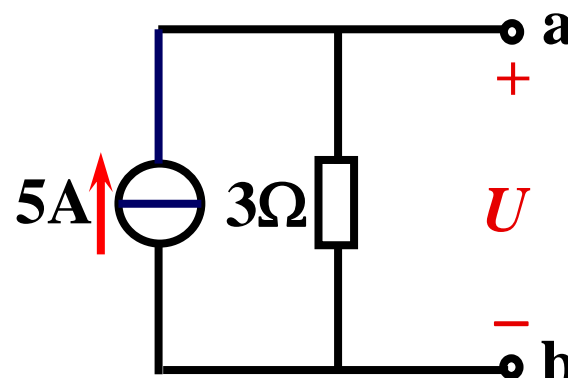
解:



(a)



(b)

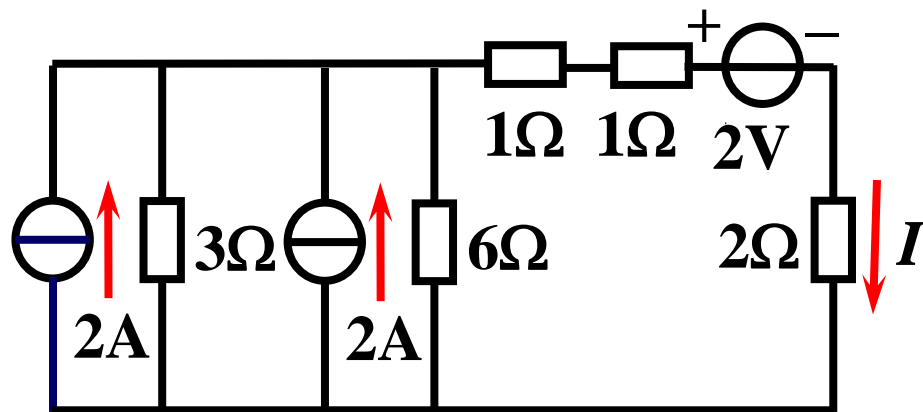


(c)

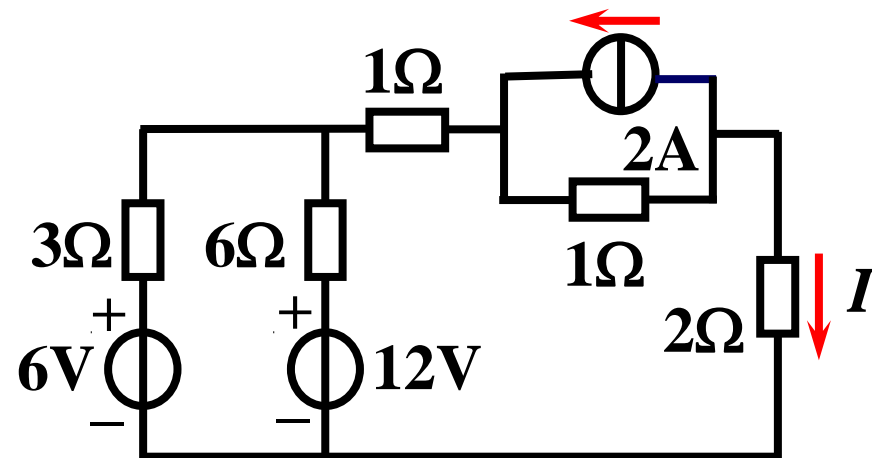
与理想电流源串联的元件，当只考虑电流时，与其串联的元件不起作用(可从电路中拿掉)，但要考虑电压时，其作用不可忽略。

**例2:** 试用电压源与电流源等效变换的方法计算  $2\Omega$  电阻中的电流。

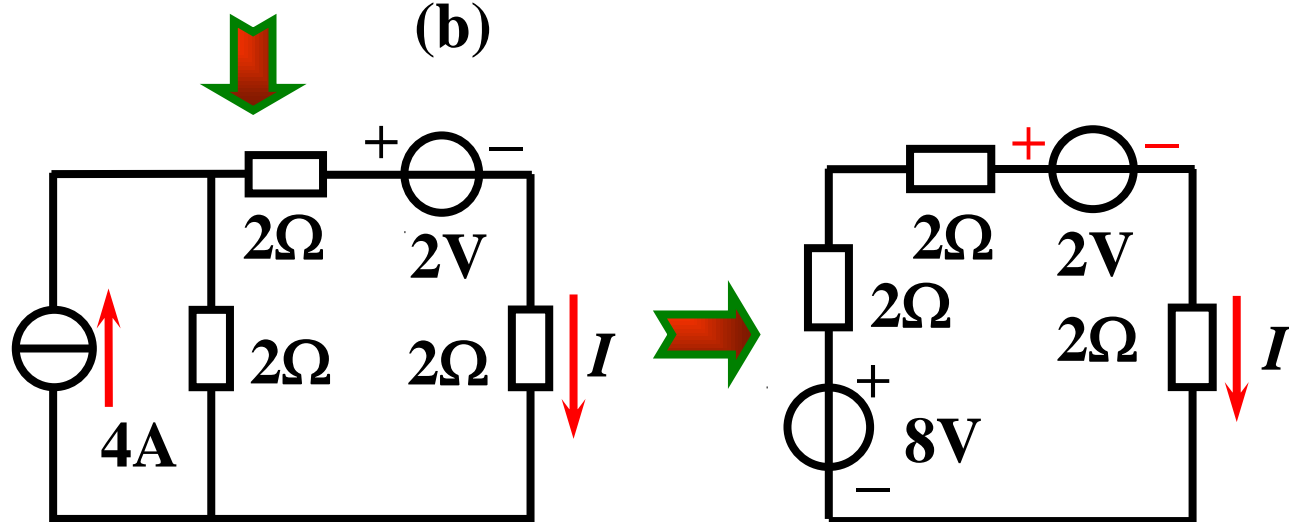
解:



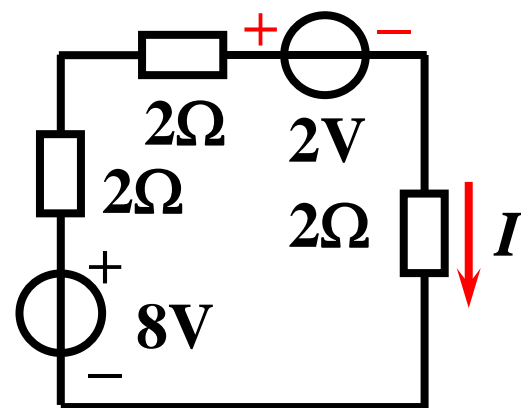
(b)



(a)



(c)



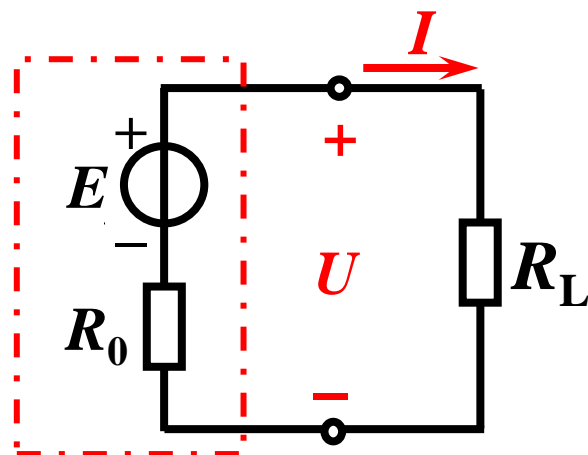
(d)

由图(d)可得

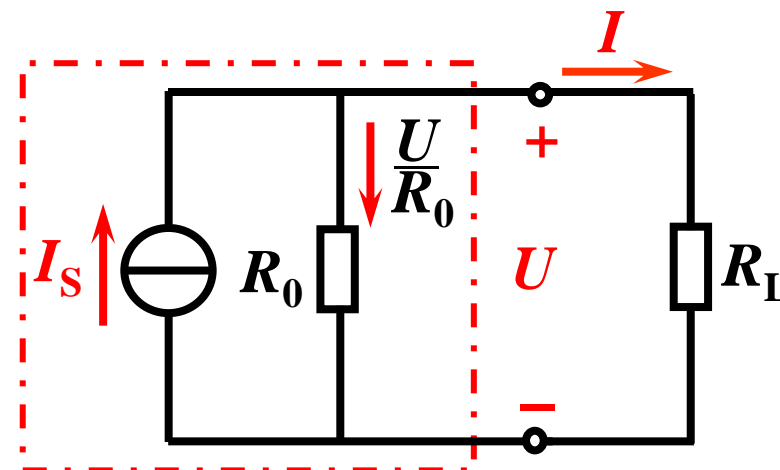
$$I = \frac{8 - 2}{2 + 2 + 2} \text{ A} = 1 \text{ A}$$

## 小结

### 1. 电源的两种模型



电压源模型



电流源模型

### 2. 电压源与电流源之间的等效变换

等效变换条件

$$\begin{cases} E = I_S R_0 \\ I_S = \frac{E}{R_0} \end{cases}$$