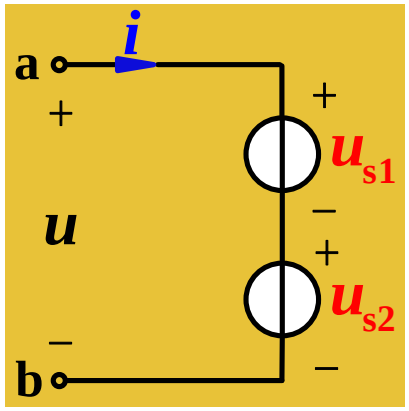
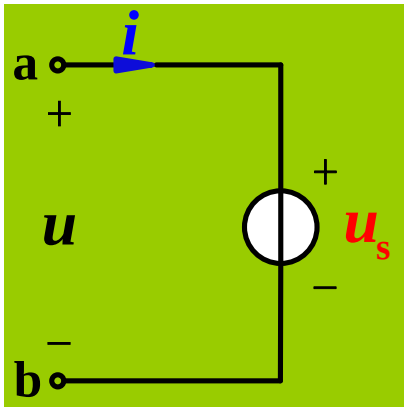
§2.2 常用等效二端网络

4. 电源的串并联等效

电压源串联

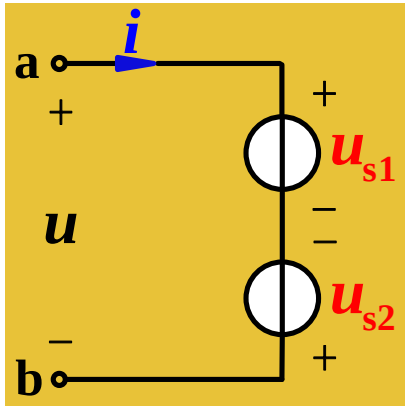


等效

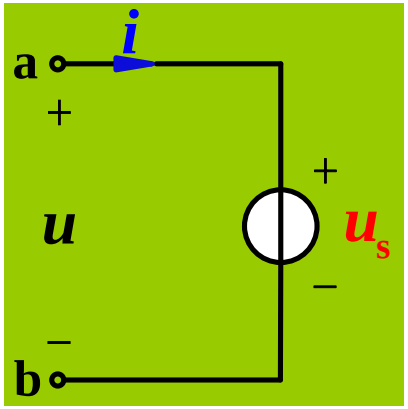


$u_s = u_{s1} + u_{s2}$

KVL的体现



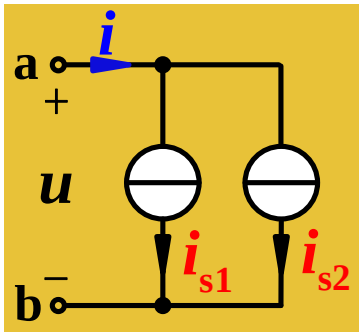
等效



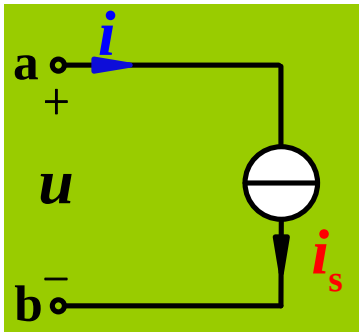
$u_s = u_{s1} - u_{s2}$

4. 电源的串并联等效

电流源并联

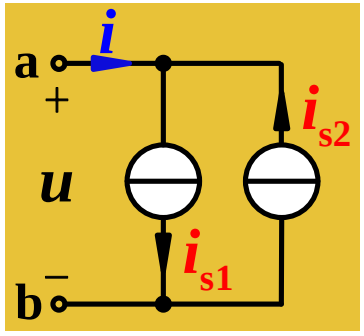


等效

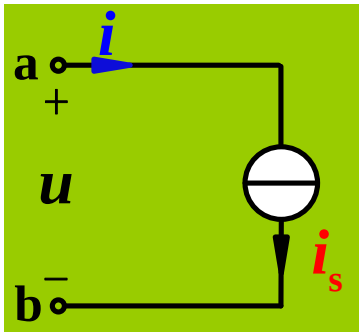


$i_s = i_{s1} + i_{s2}$

KCL的体现



等效



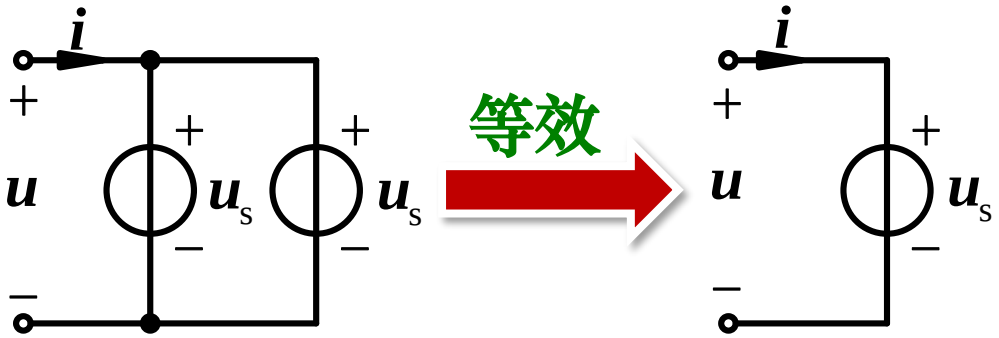
$i_s = i_{s1} - i_{s2}$

两个电压不相同的电压源能并联不？

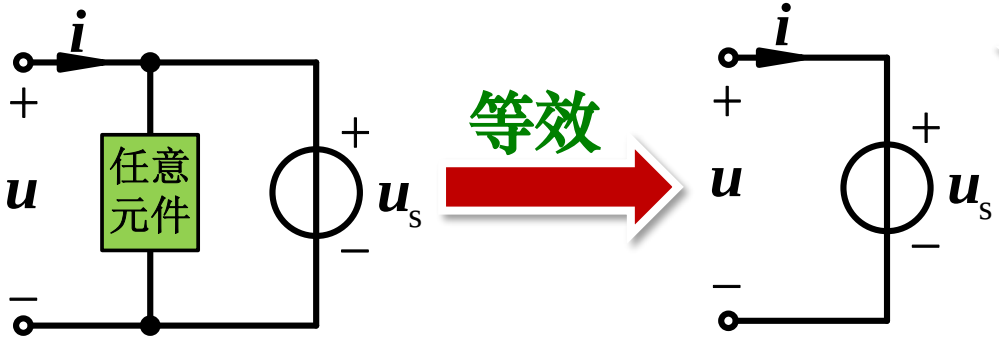
4. 电源的串并联等效

多余元件的处理

（1）电压源并联的元件



电压相同的电压源才能并联，且每个电源的电流不确定。



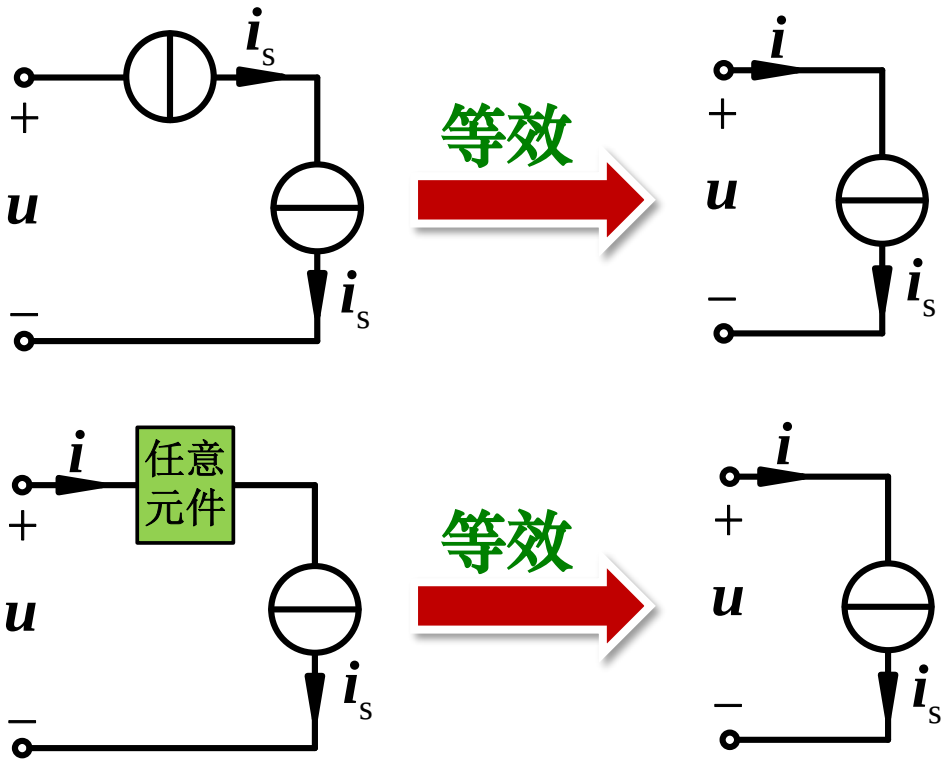
与电压源并联的元件称为**多余元件**（虚元件），可以作为**开路处理**。

4. 电源的串并联等效

多余元件的处理

多余元件对电路就一点儿作用都没有？？（弹幕）

（2）电流源串联的元件



电流相同的电流源才能串联，且每个电源的电压不确定。

与电流源串联的元件称为**多余元件**（虚元件），可以作为**短路处理**。

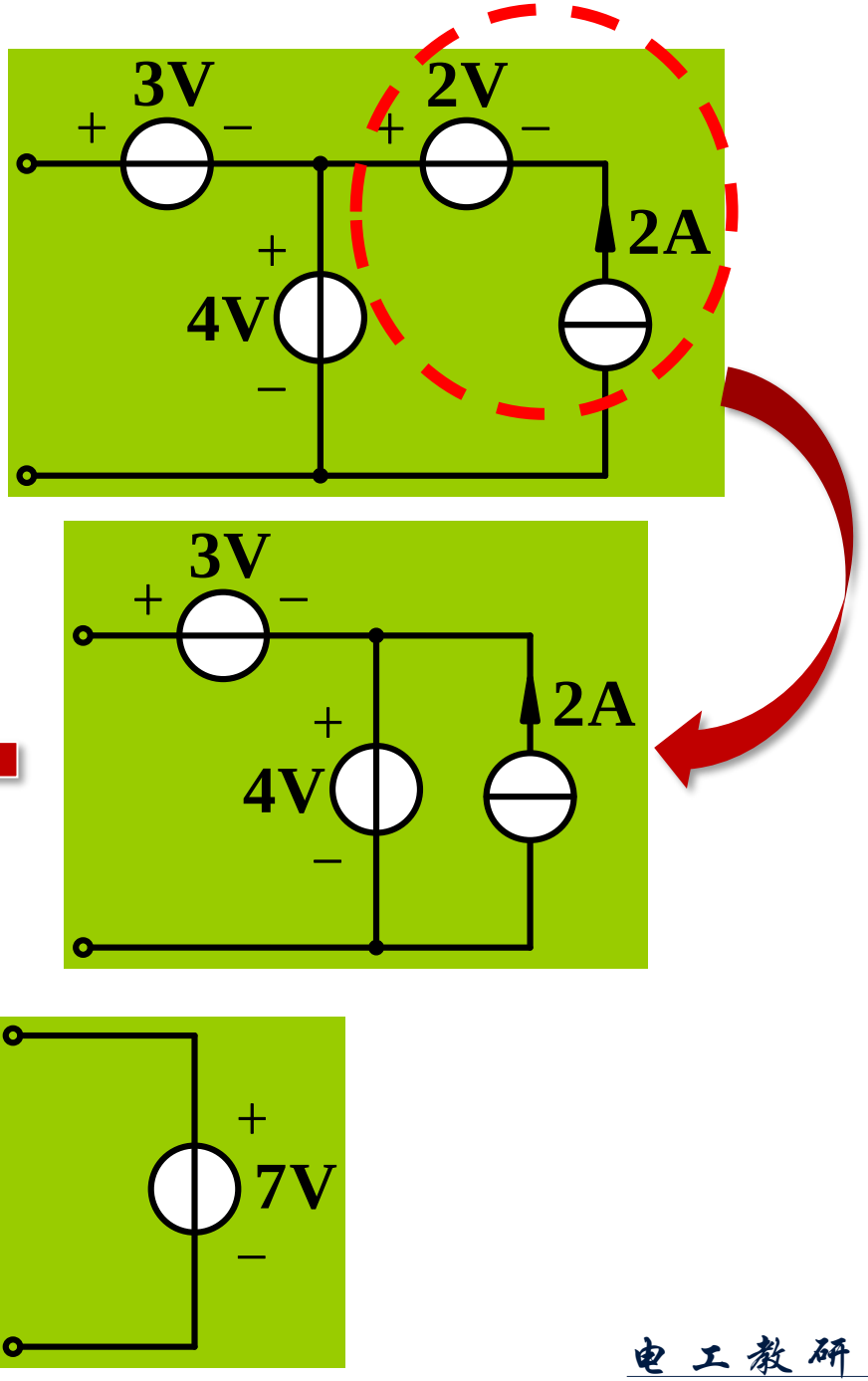
§2.2 常用等效二端网络

4. 电源的串并联等效

多余元件的处理

【例】化简如图所示电路。

解：

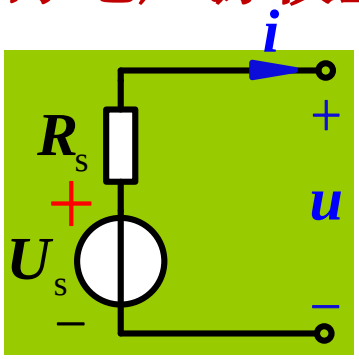


§2.2 常用等效二端网络

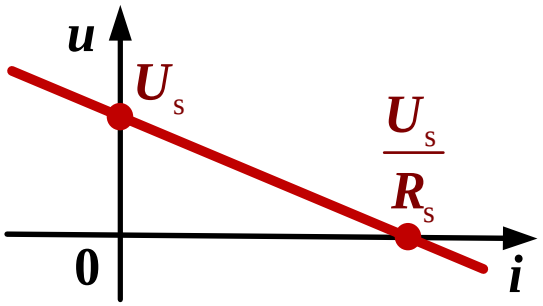
4. 电源的串并联等效

电源模型的等效变换

实际电压源模型

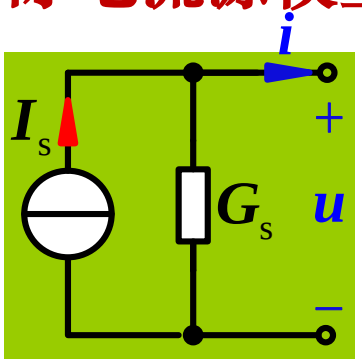


$$u = U_s - R_s i$$

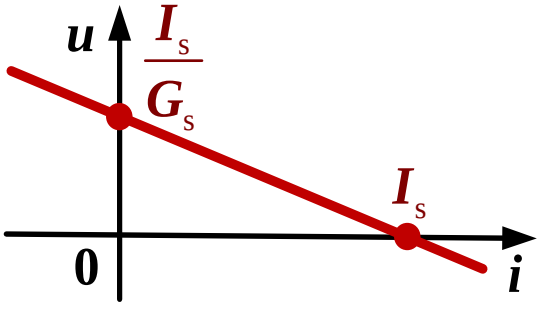


等效变换

实际电流源模型



$$i = I_s - uG_s$$



§2.2 常用等效二端网络

4. 电源的串并联等效

电源模型的等效变换

实际电压源模型

实际电流源模型

★ 等效条件：

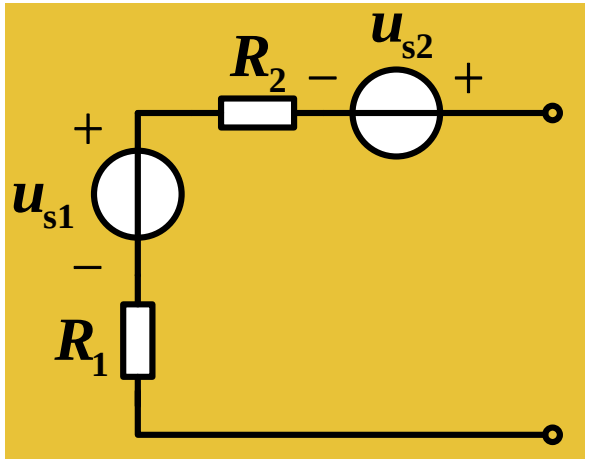
$$R_S = 1/G_S$$

$$U_S = R_S I_S$$

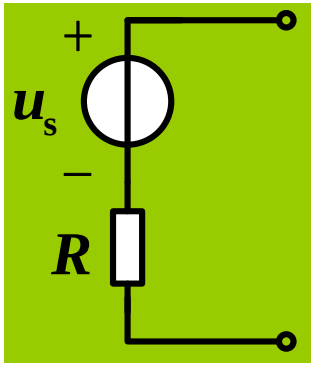
★ 电源方向：“+”对应“⬆”

4. 电源的串并联等效

典型支路的串并联等效

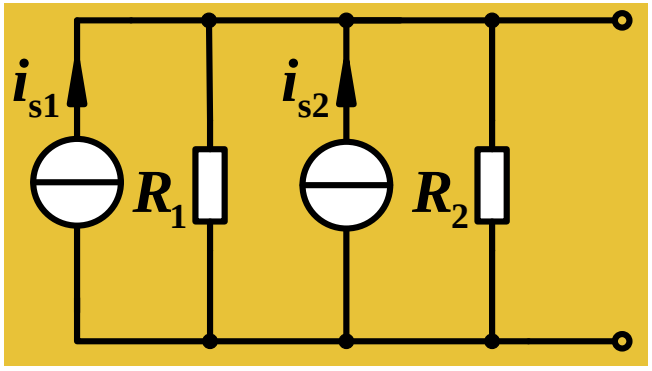


等效

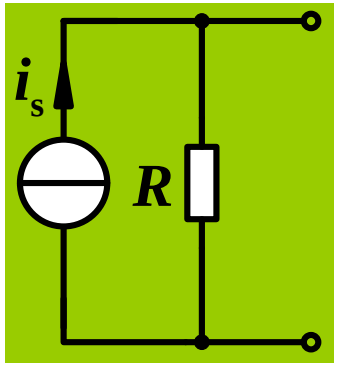


$$u_s = u_{s1} + u_{s2}$$

$$R = R_1 + R_2$$



等效



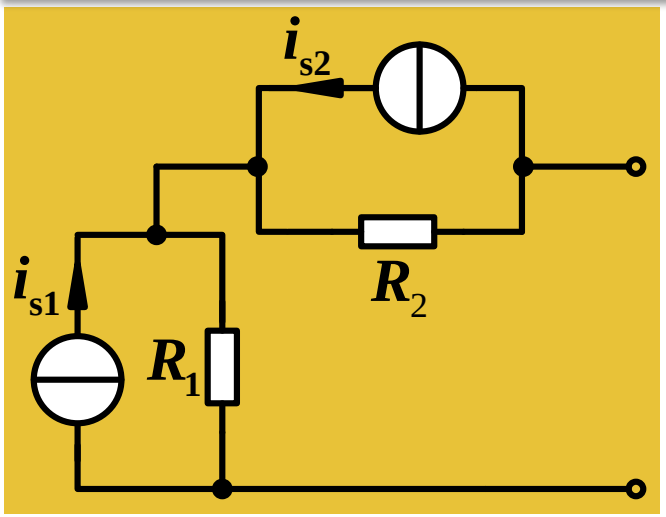
$$i_s = i_{s1} + i_{s2}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

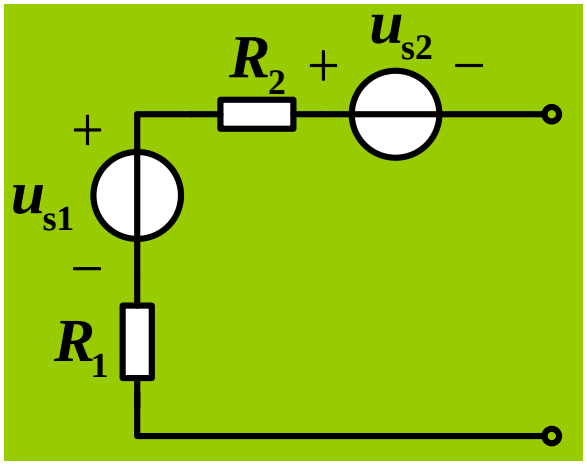
§2.2 常用等效二端网络

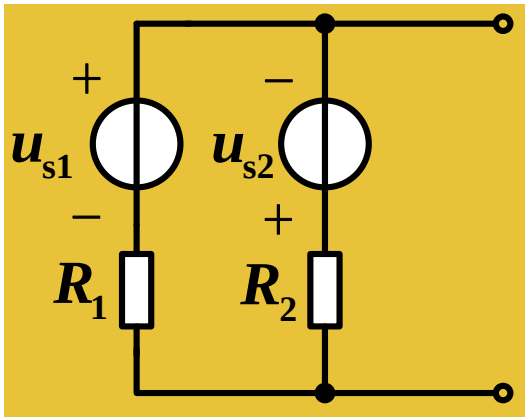
4. 电源的串并联等效

典型支路的串并联等效

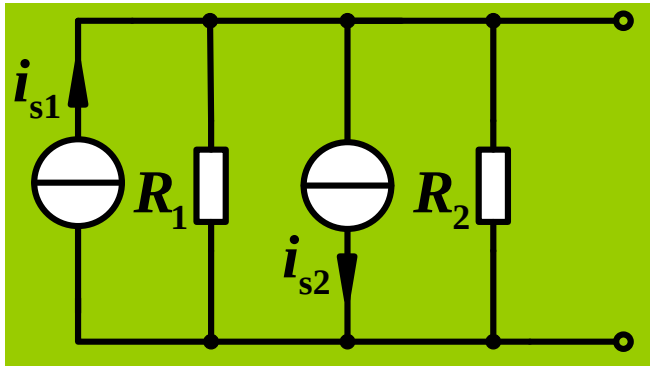


等效





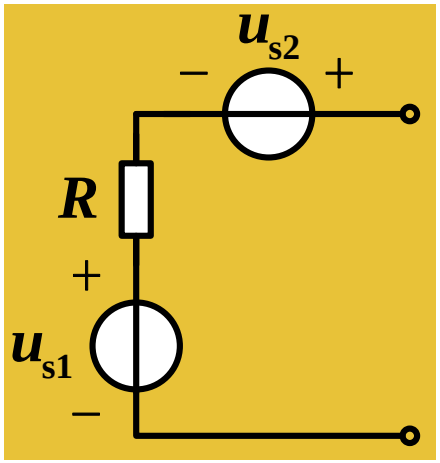
等效



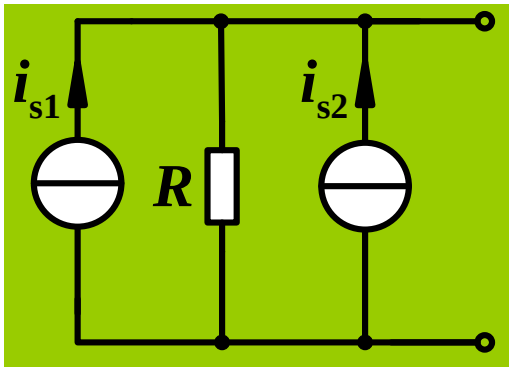
§2.2 常用等效二端网络

4. 电源的串并联等效

典型支路的串并联等效

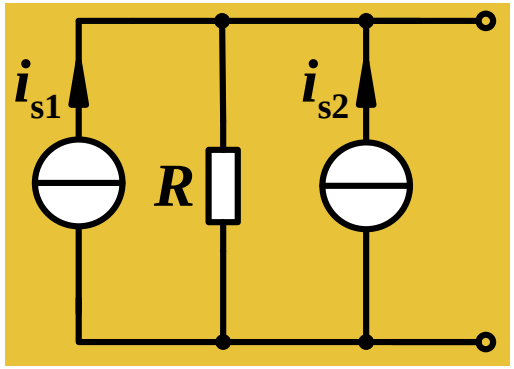


等效

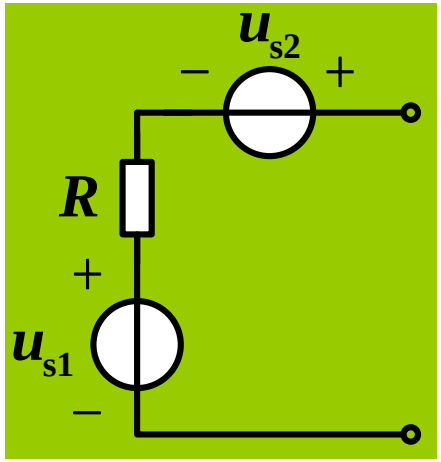


$$i_{s1}=\frac{u_{s1}}{R}$$

$$i_{s2}=\frac{u_{s2}}{R}$$



等效



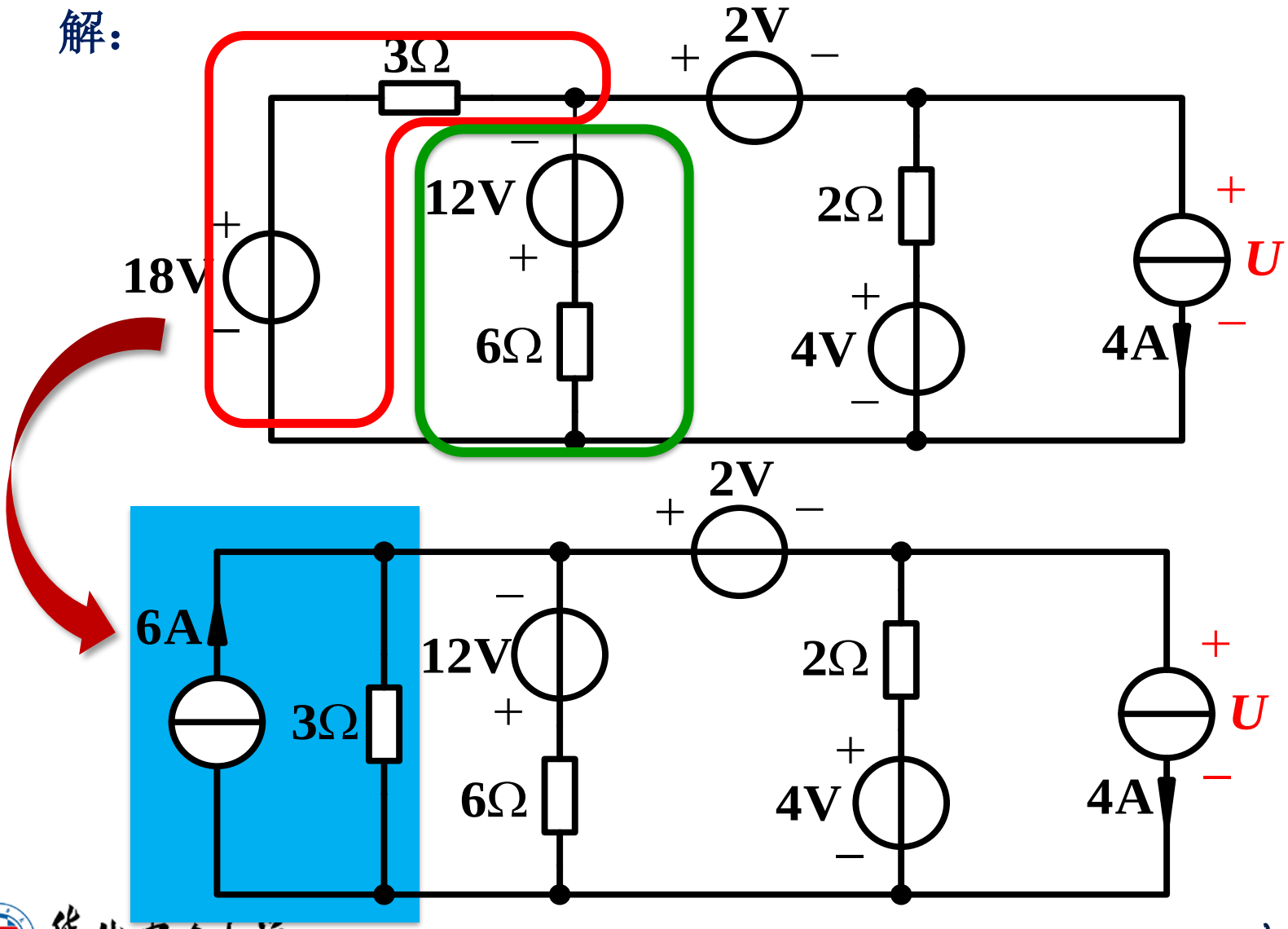
$$u_{s1}=i_{s1}\cdot R$$

$$u_{s2}=i_{s2}\cdot R$$

§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电压U。

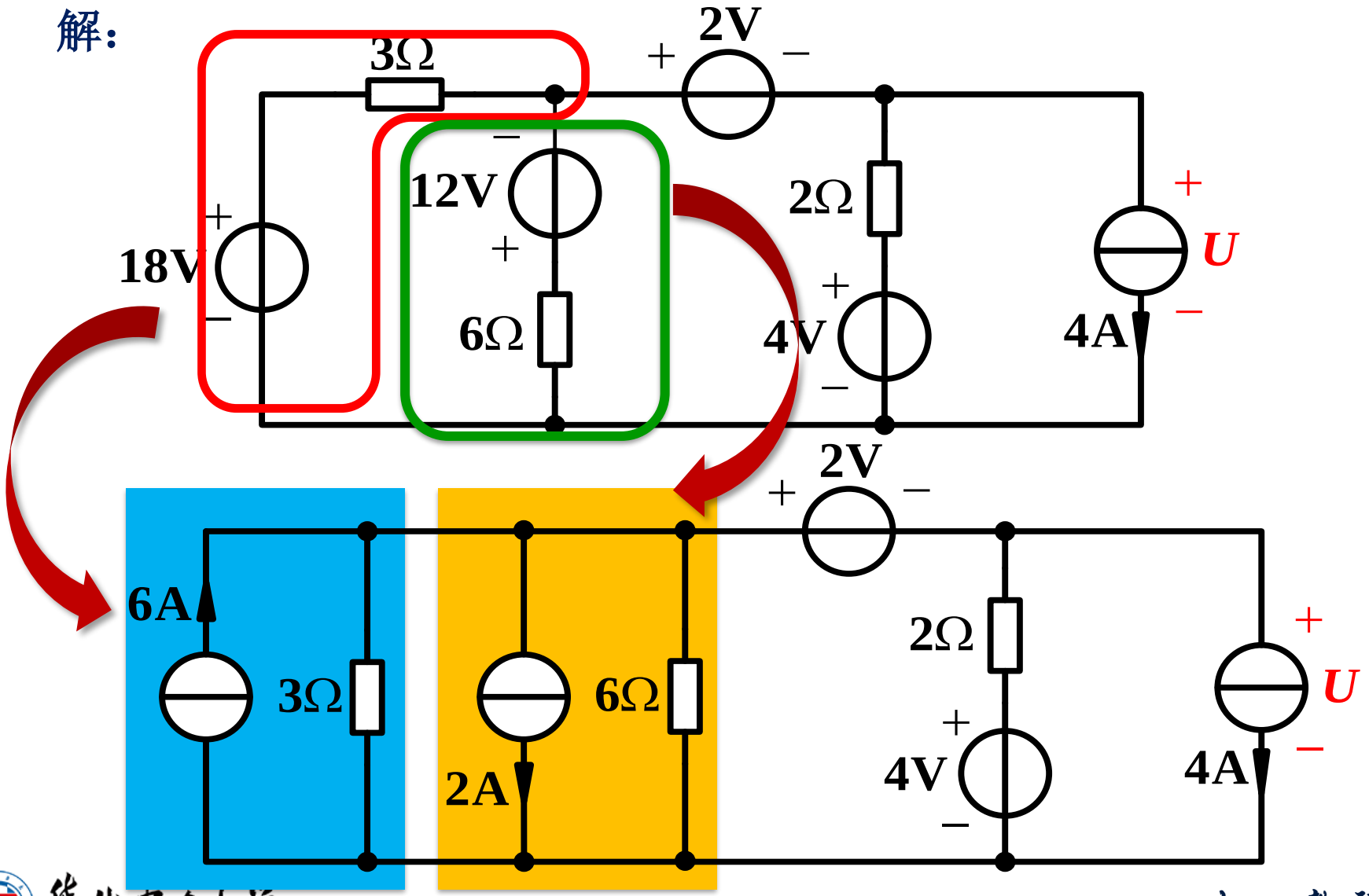
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电压U。

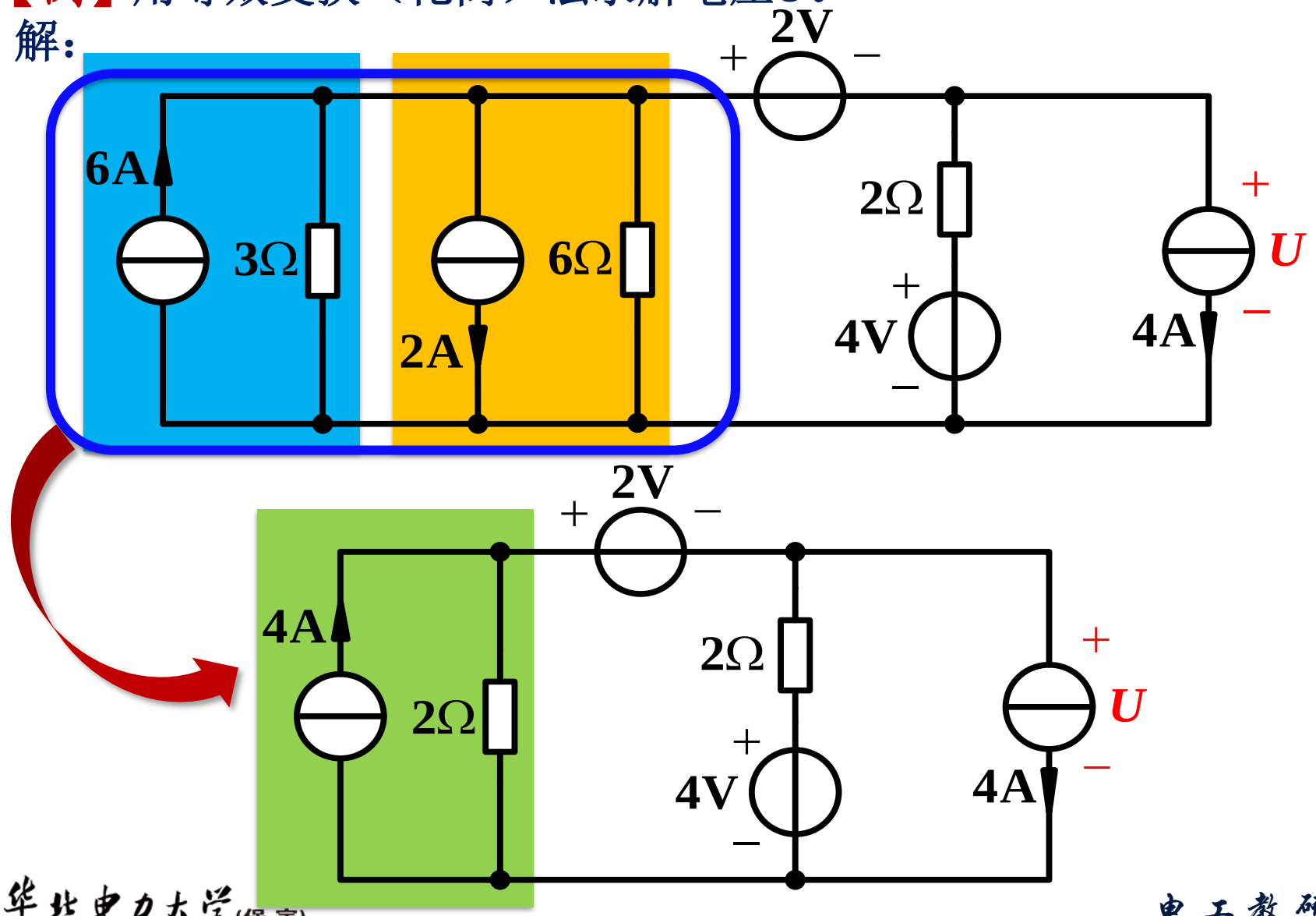
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电压U。

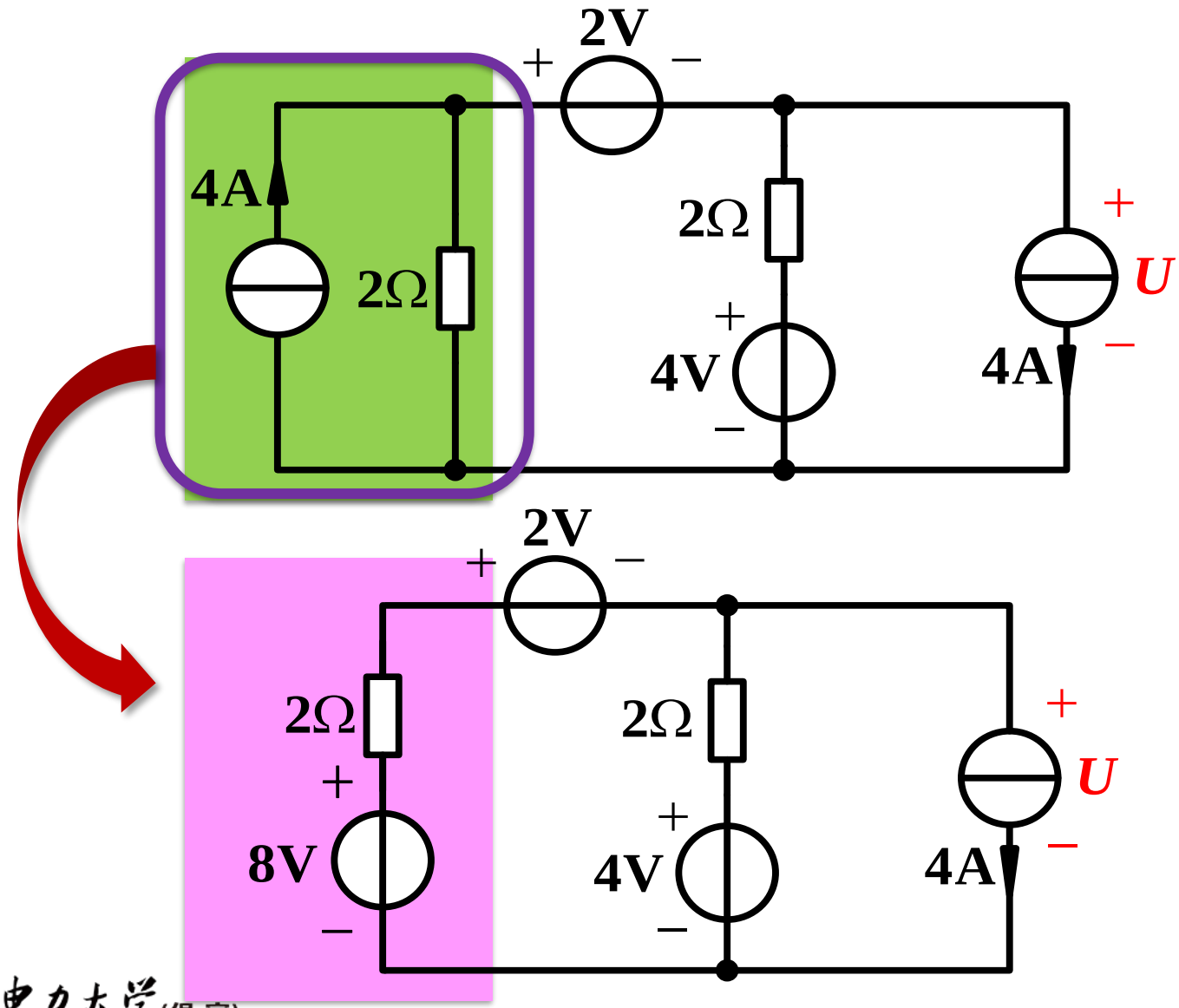
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电压U。

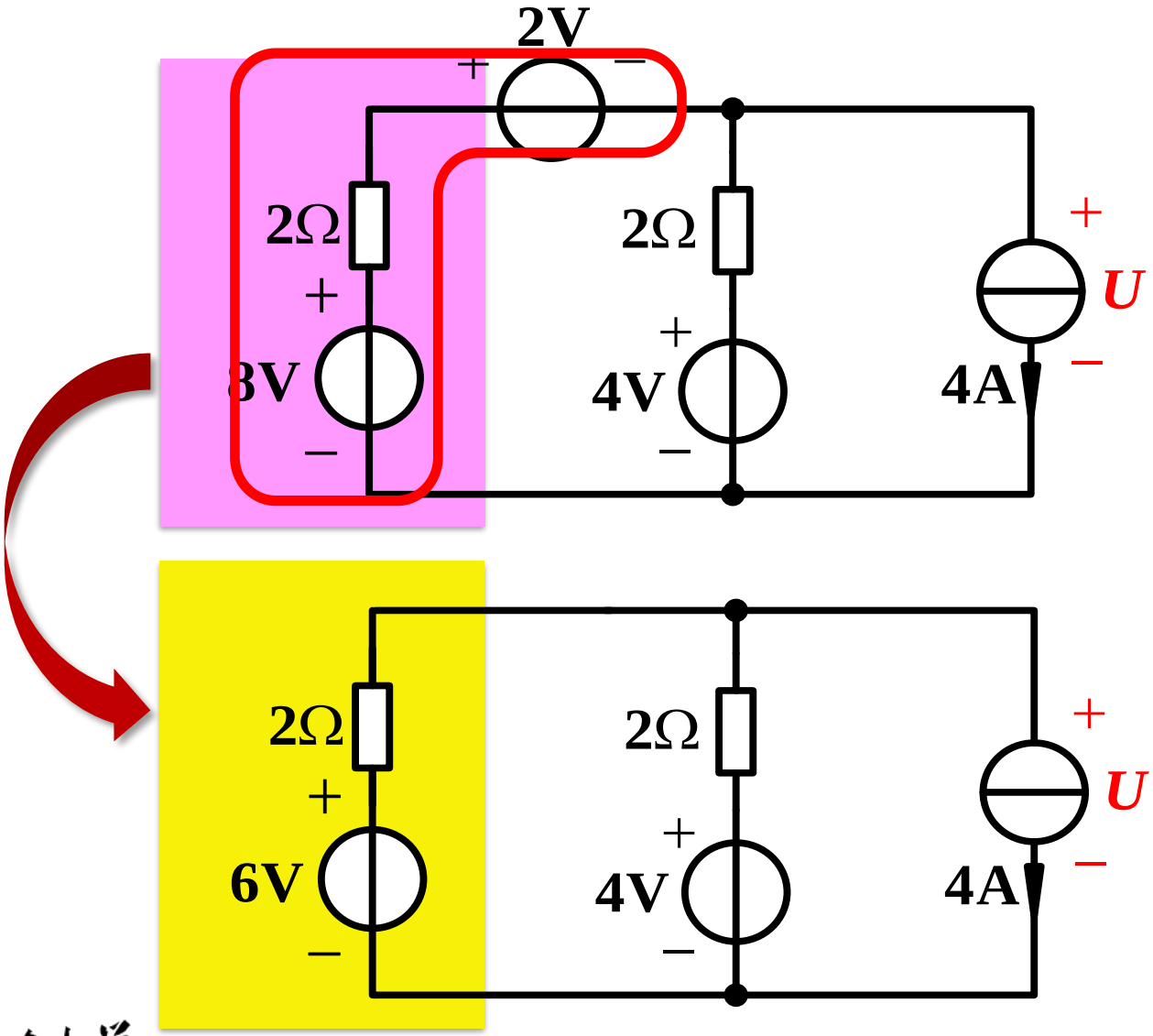
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电压U。

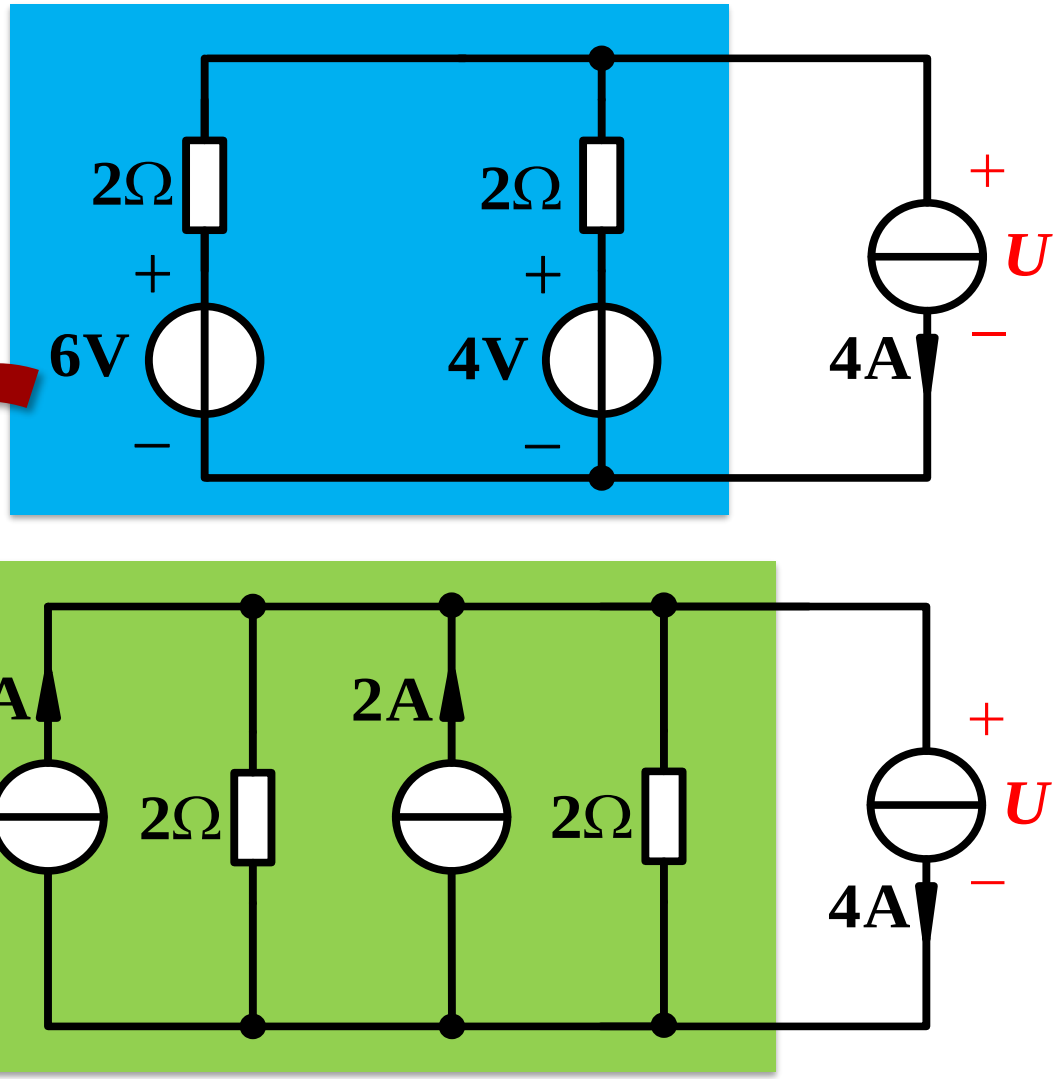
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电压U。

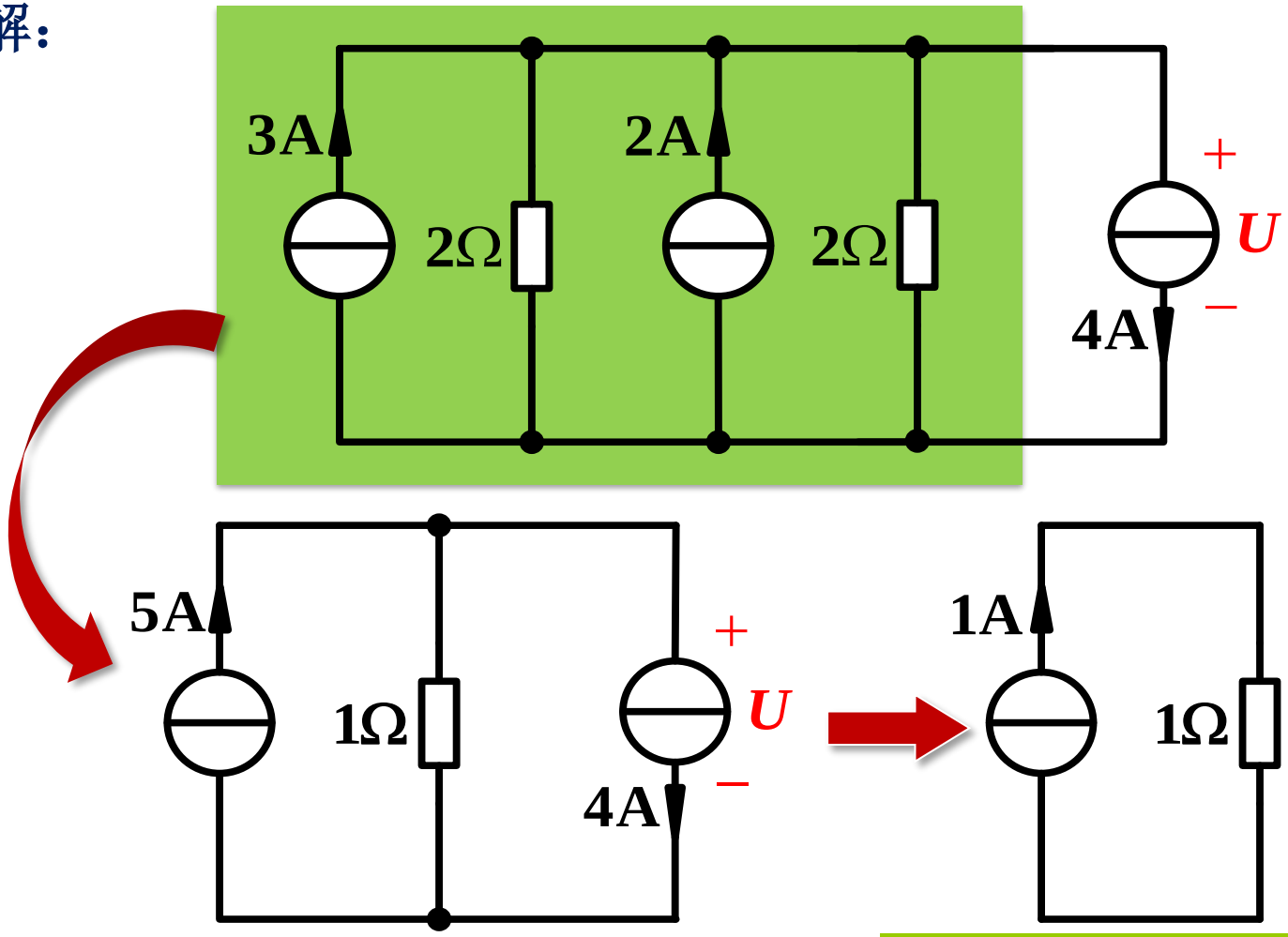
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电压U。

解：

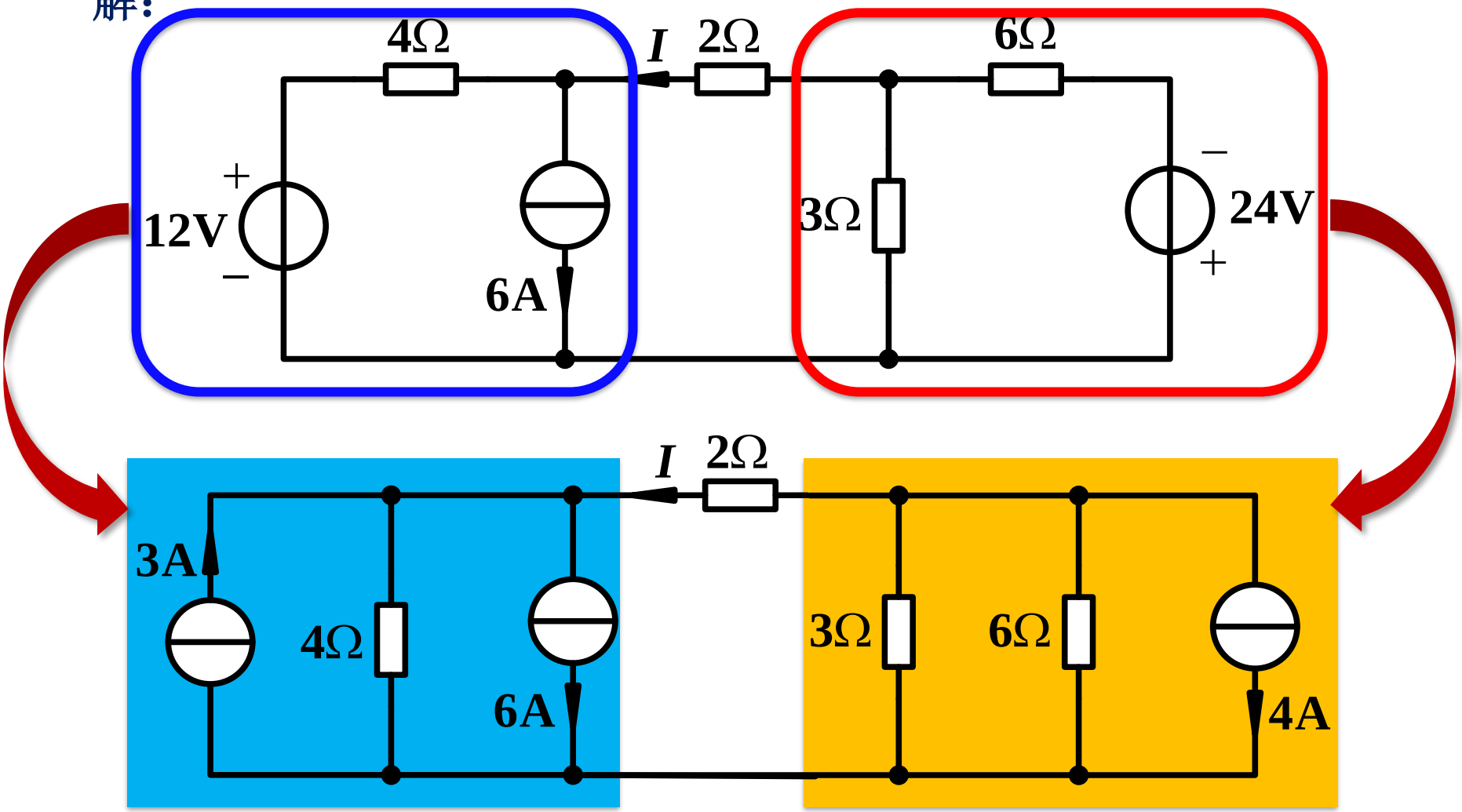


$$U=1\times1=1\text{V}$$

§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电流*I*。

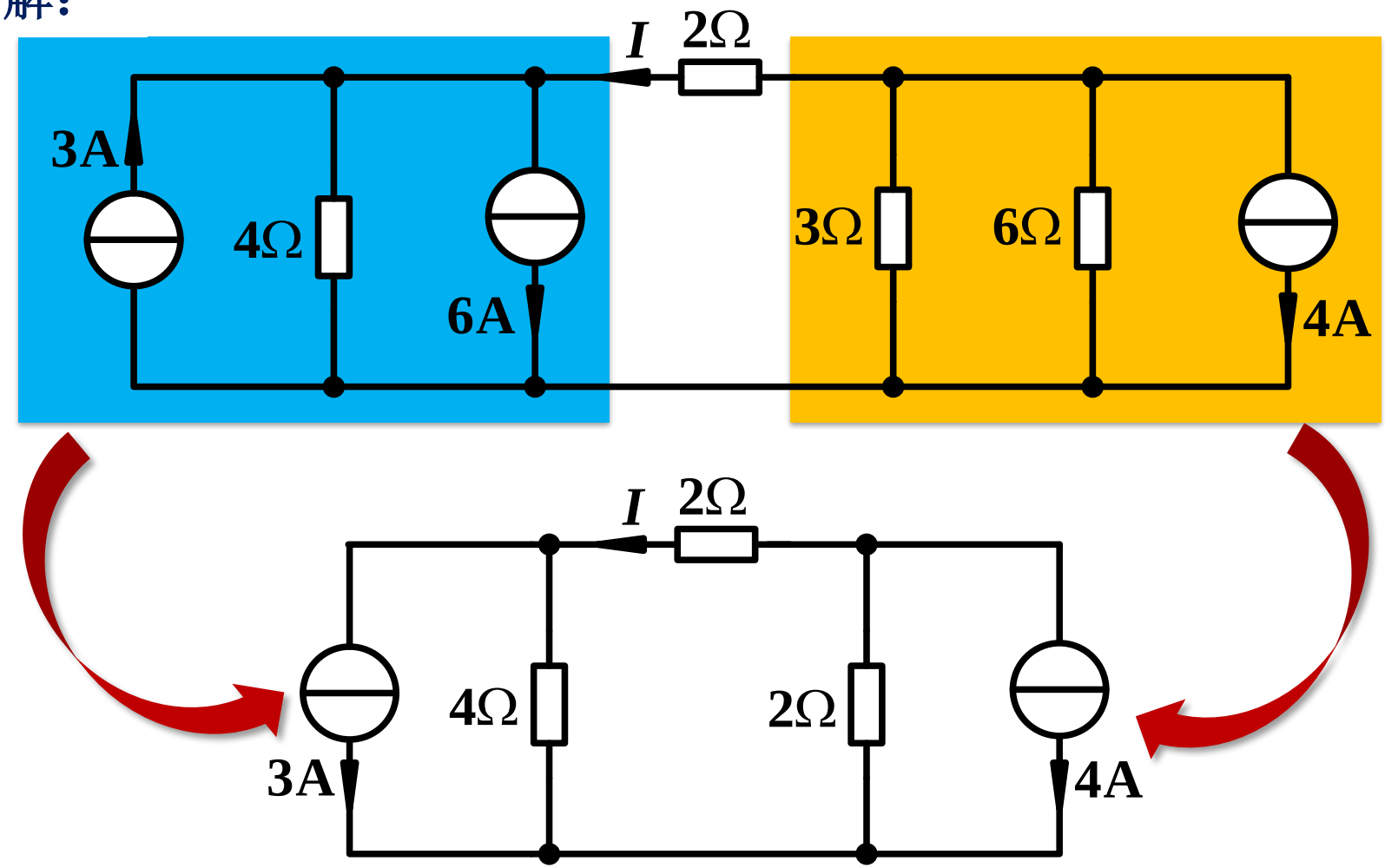
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电流I。

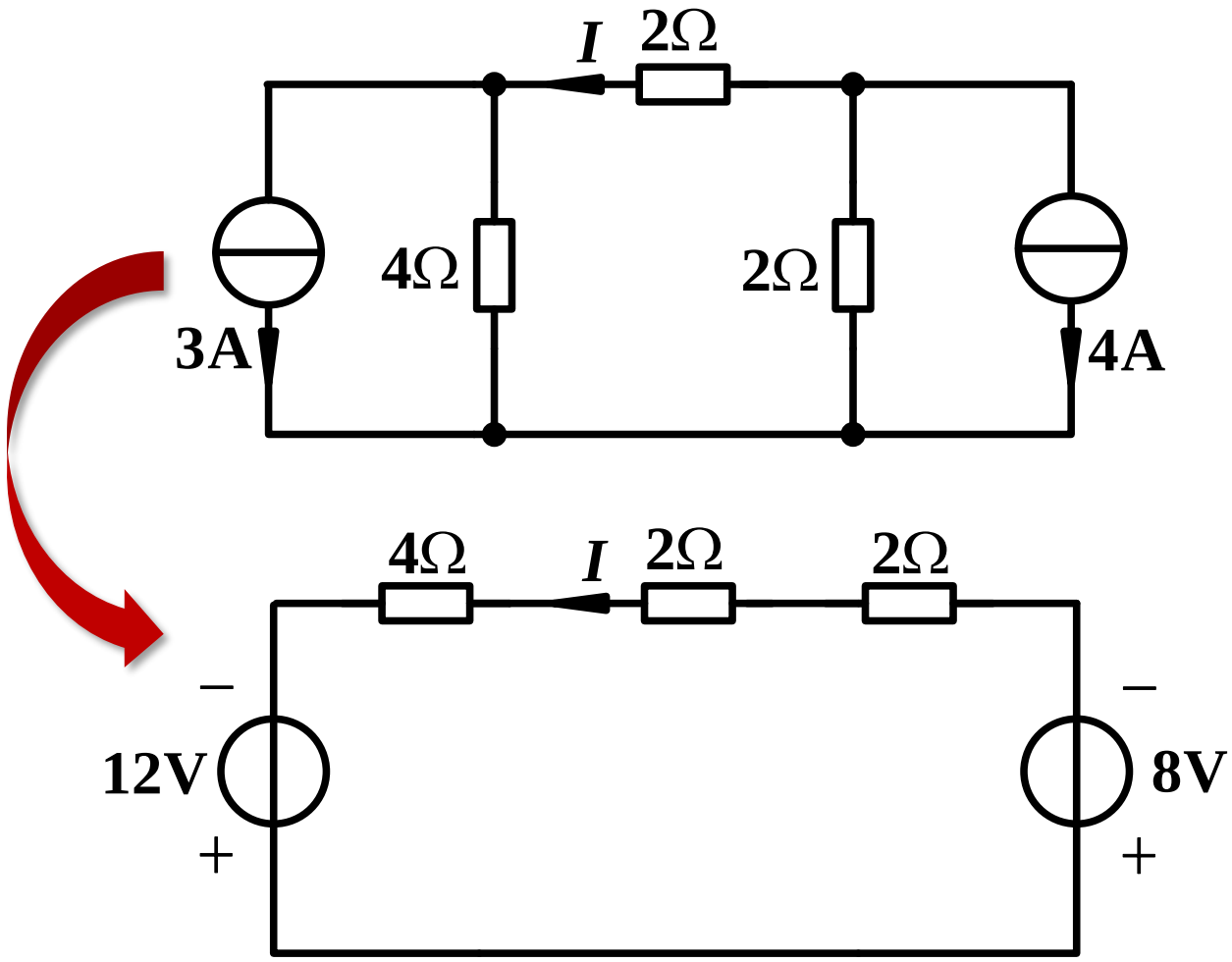
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电流I。

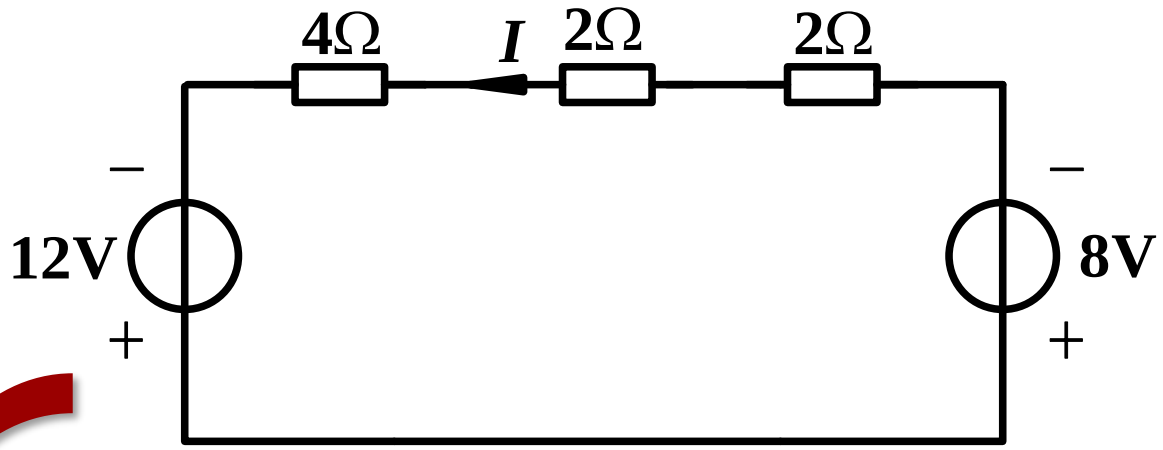
解：

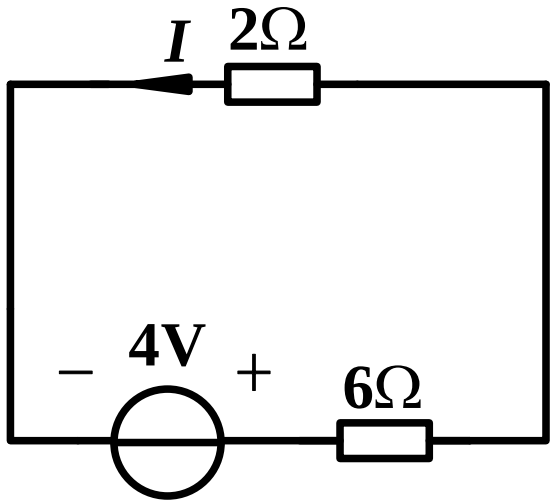


§2.2 常用等效二端网络

【例】用等效变换（化简）法求解电流I。

解：





$$I=\frac{4}{6+2}=0.5\text{A}$$

§2.2 常用等效二端网络

5. 含受控源的串并联等效变换

★ **等效条件：**

$$u_x = Ri_x$$

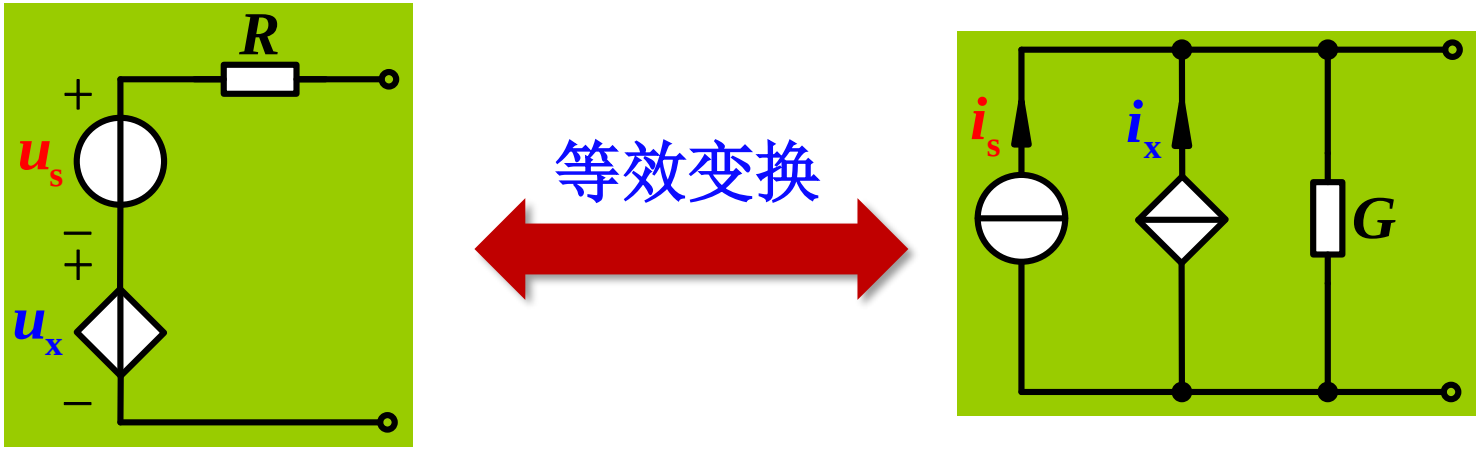
$$i_x = u_x / R$$

一般原则： 在利用等效变换法分析含受控源的电路时，受控源可按独立源的方式处理。

等效变换过程中，受控源的受控支路存在时，不能消除控制支路，即控制量不能消失。

§2.2 常用等效二端网络

5. 含受控源的串并联等效变换



★ 等效条件：

$$u_s = Ri_s$$

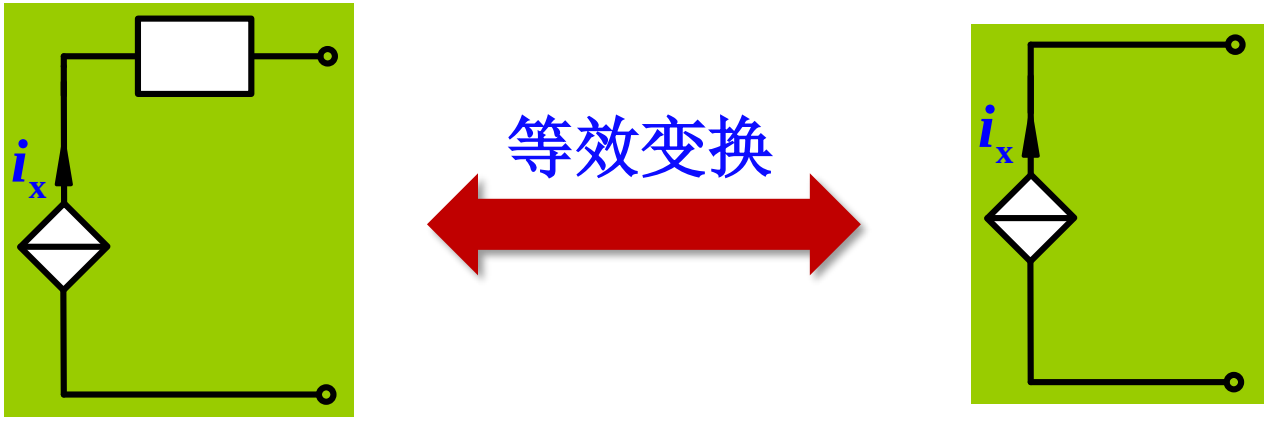
$$u_x = Ri_x$$

$$R = 1/G$$

§2.2 常用等效二端网络

5. 含受控源的串并联等效变换

★ 多余元件：



§2.2 常用等效二端网络

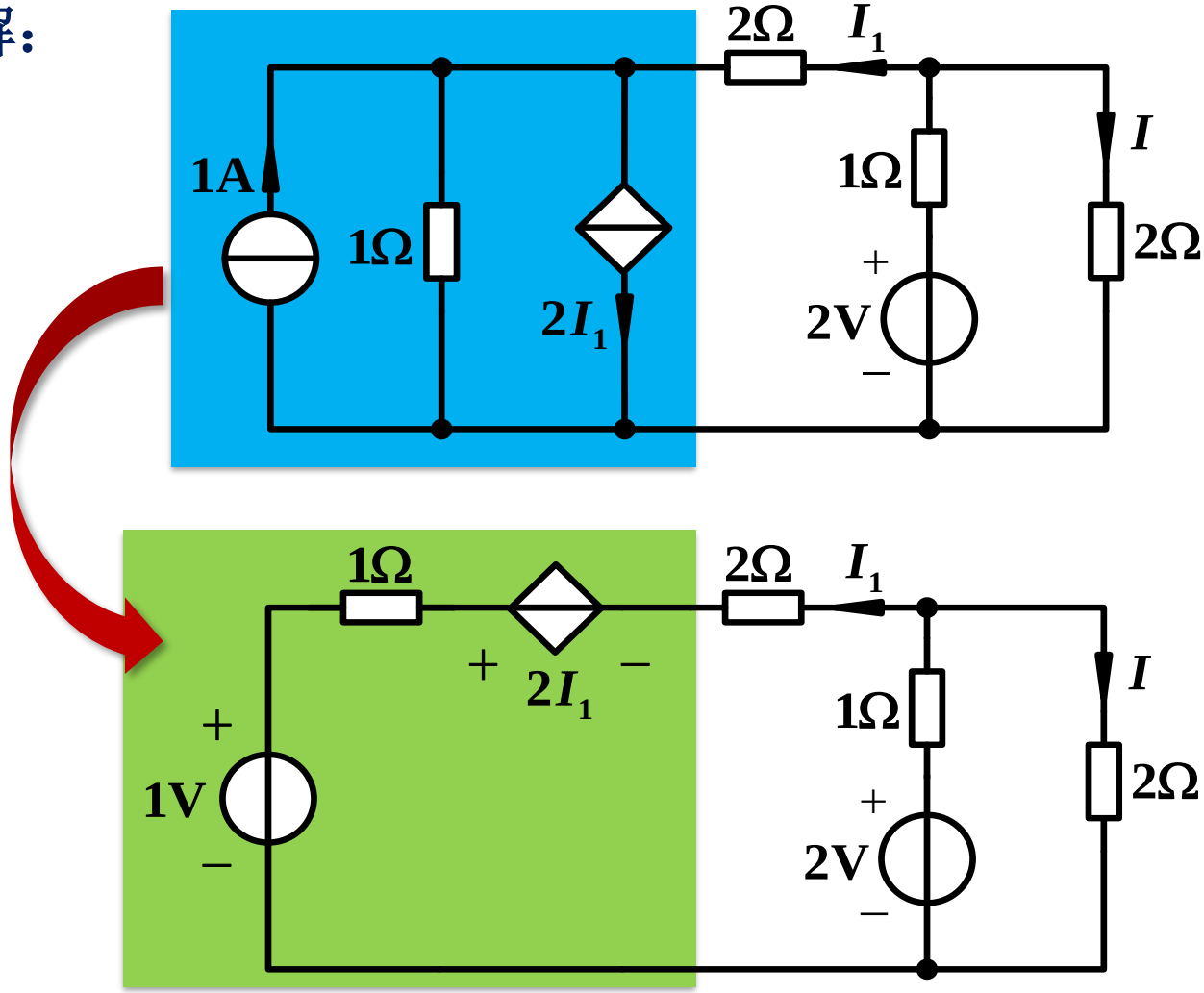
5. 含受控源的串并联等效变换

★ 特殊情况：

§2.2 常用等效二端网络

【例】求如图所示电路的电流I。

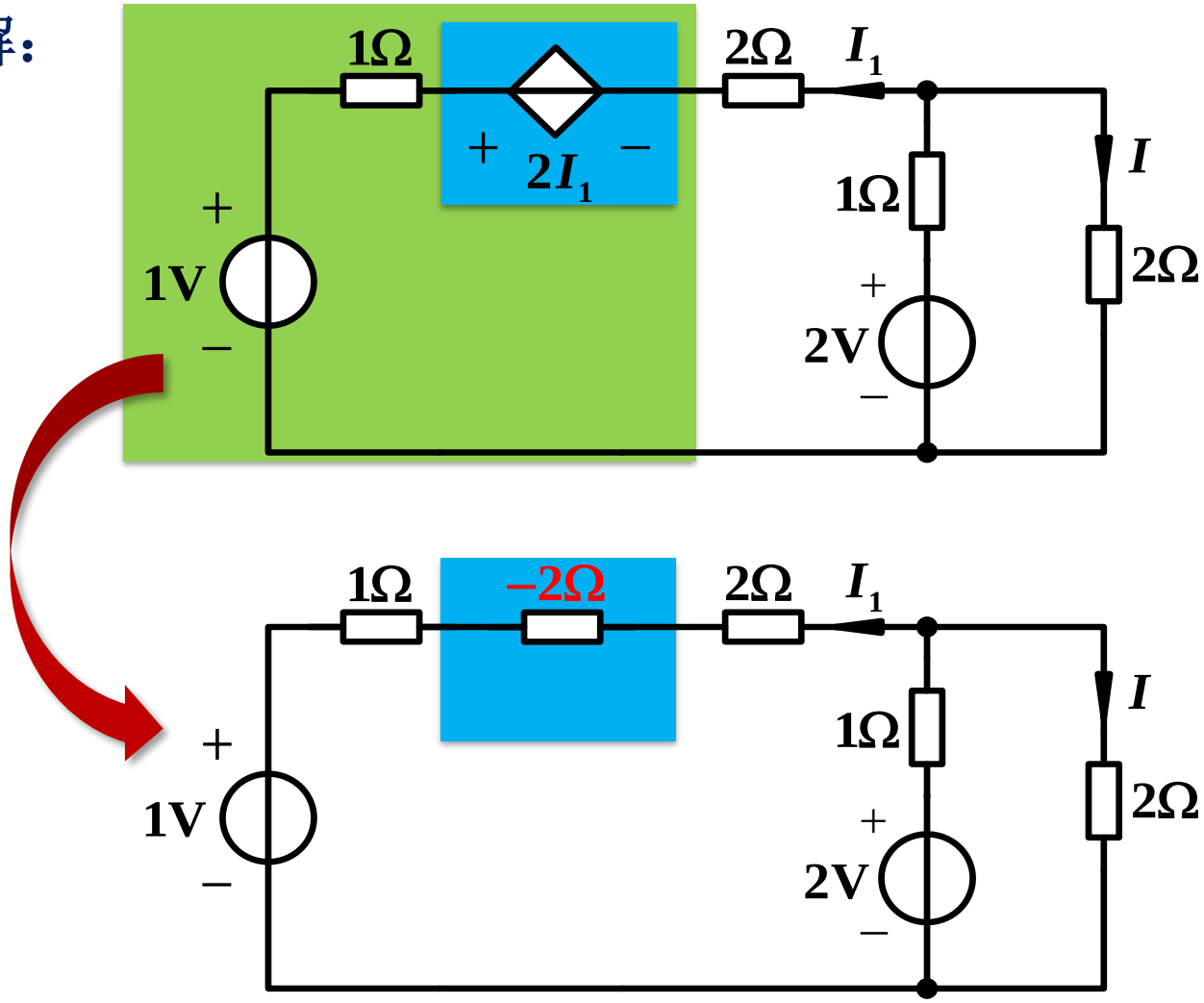
解：



§2.2 常用等效二端网络

【例】求如图所示电路的电流I。

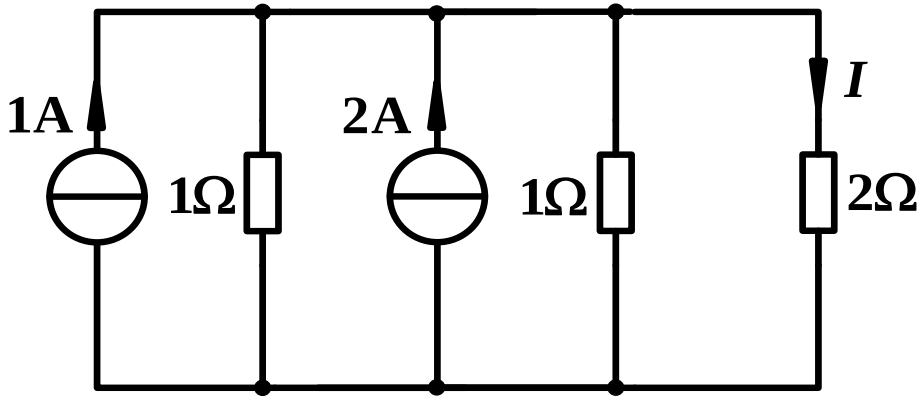
解：

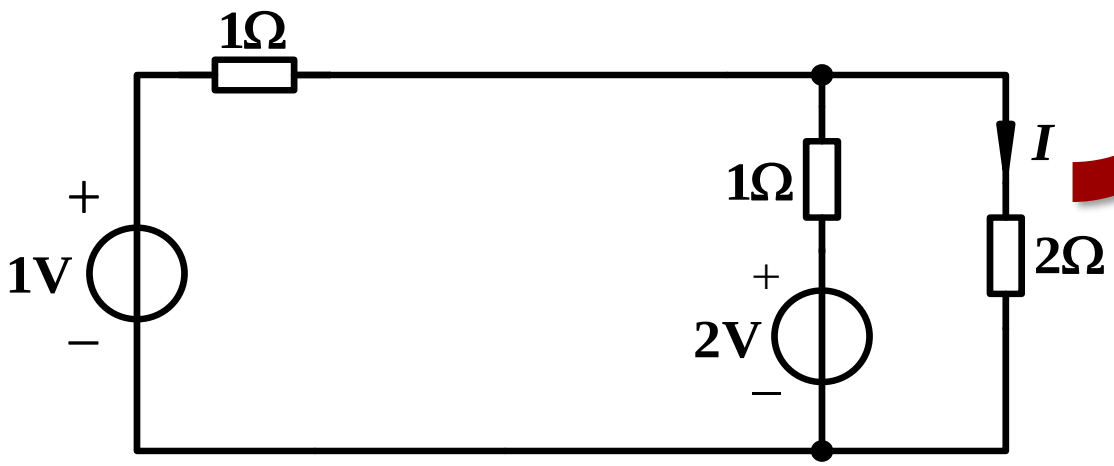


§2.2 常用等效二端网络

【例】求如图所示电路的电流*I*。

解：



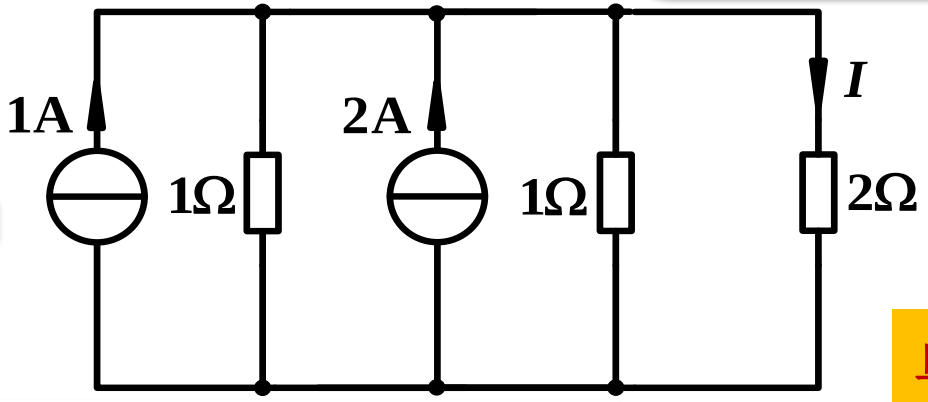


§2.2 常用等效二端网络

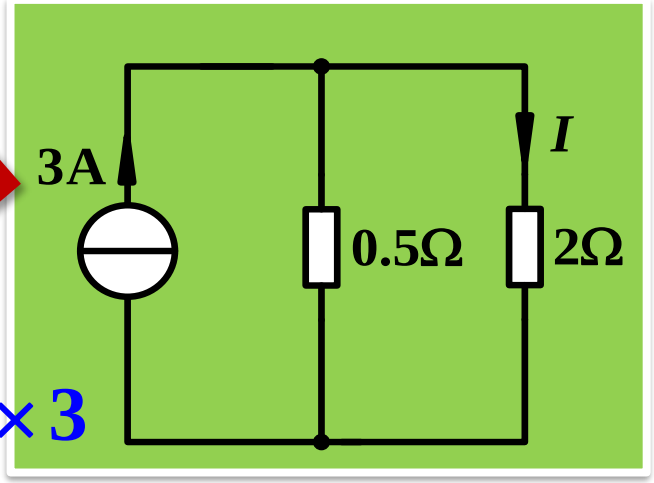
简单电路：
(1) 单回路电路
(2) 双节点电路

【例】求如图所示电路的电流I。

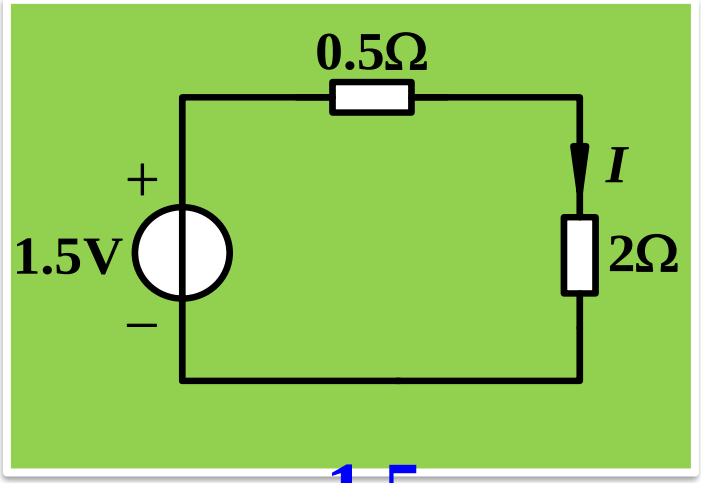
解：



单回路电路



双节点电路



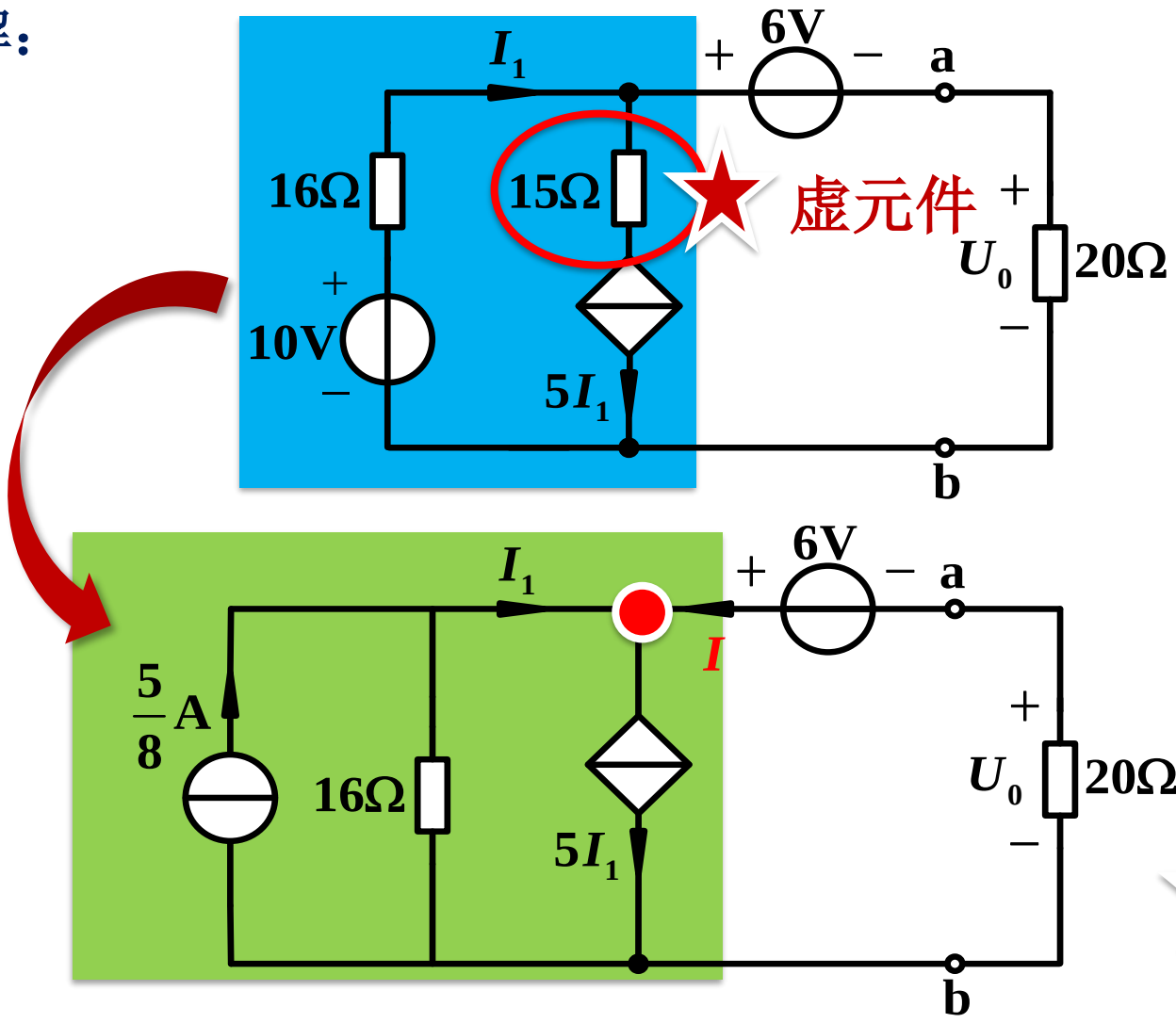
$$I=\frac{0.5}{0.5+2}\times 3=0.6\text{A}$$

$$I=\frac{1.5}{0.5+2}=0.6\text{A}$$

§2.2 常用等效二端网络

【例】求如图所示电路中的电压U_0。

解：



$$I_1 + I = 5I_1$$

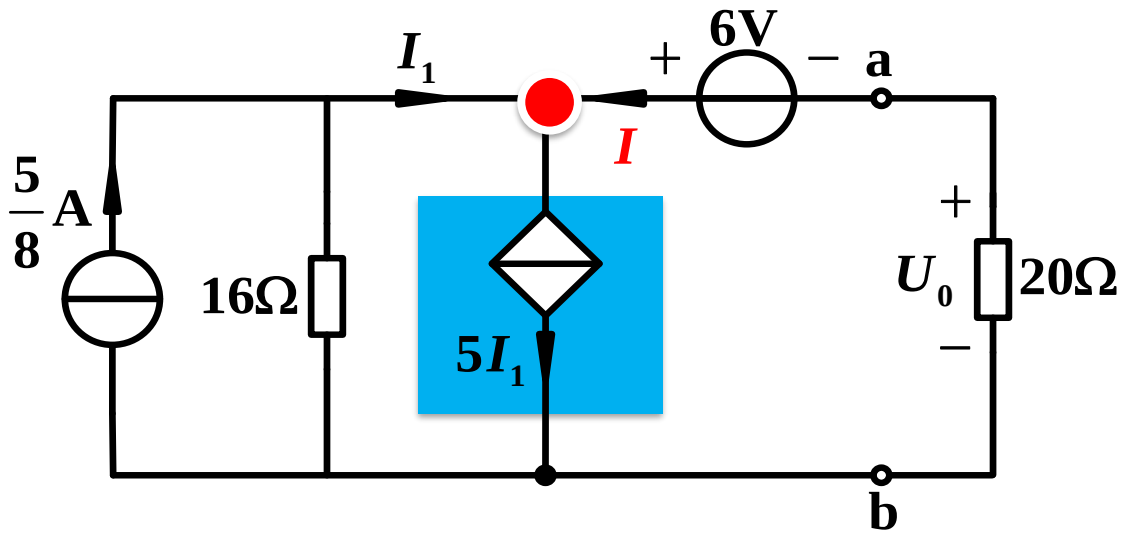
$$I_1 = 0.25I$$

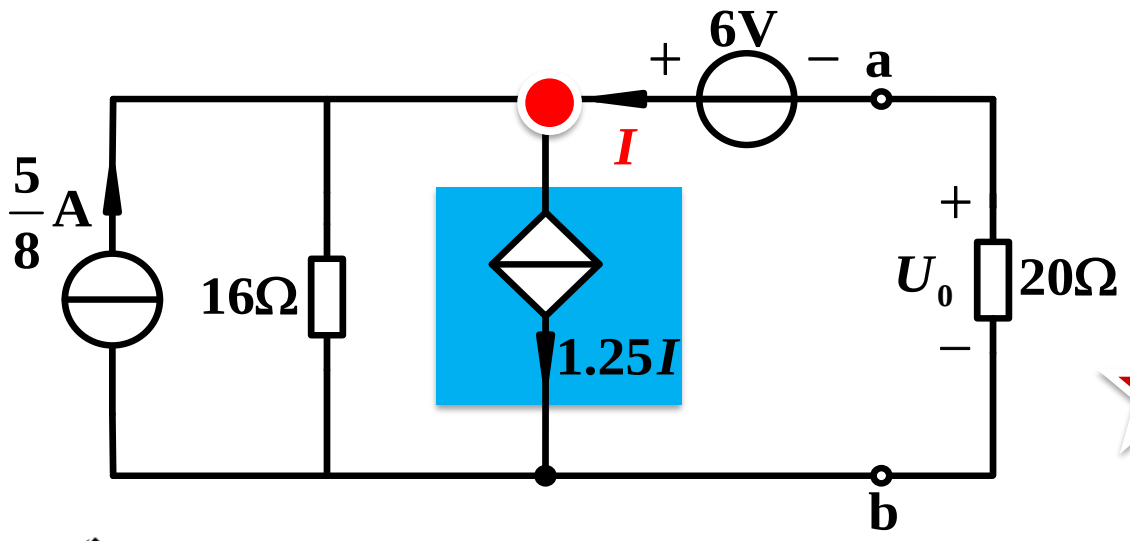
★ 控制量转移

§2.2 常用等效二端网络

【例】求如图所示电路中的电压U_0。

解：





$$I_1 + I = 5I_1$$

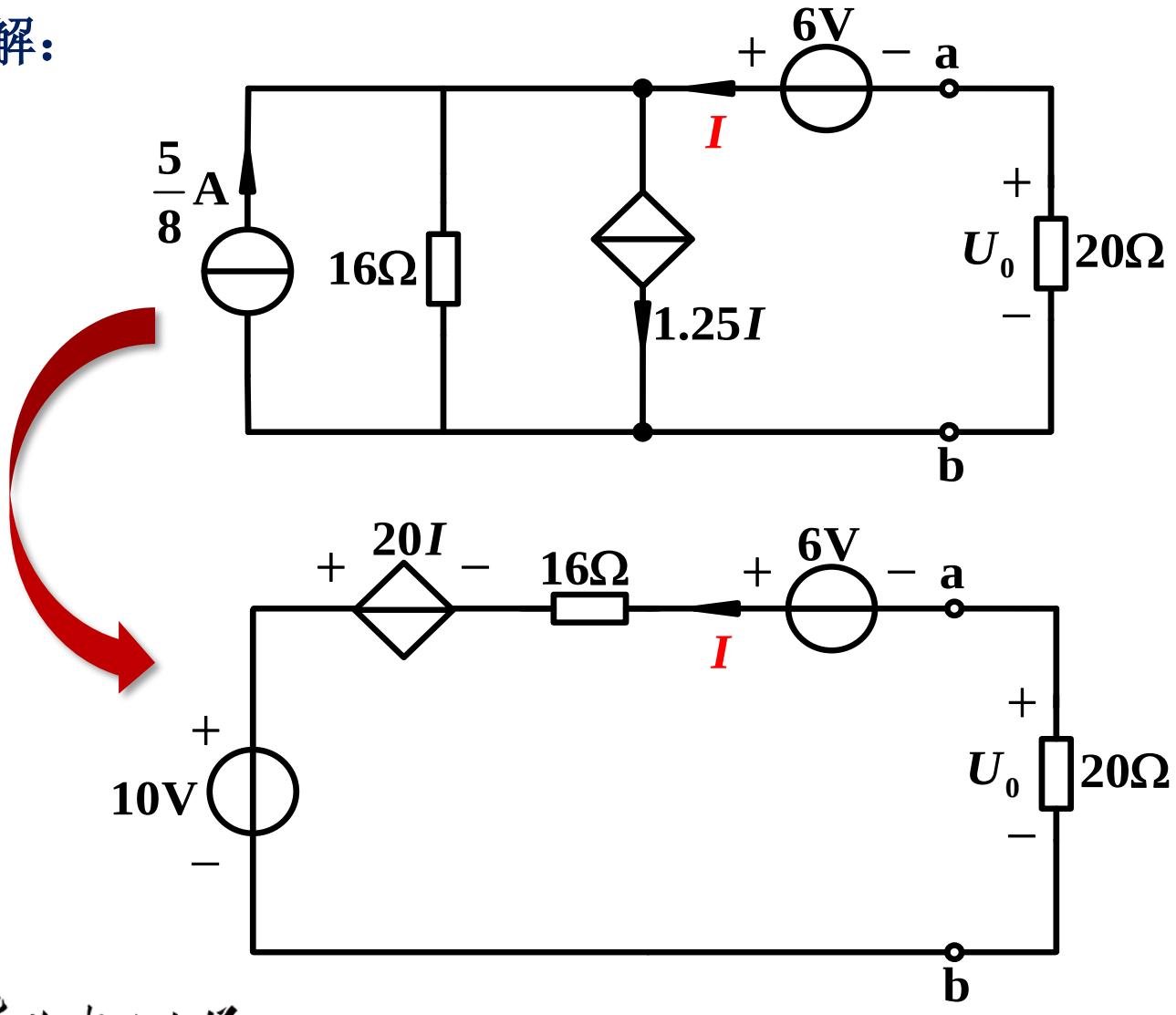
$$I_1 = 0.25I$$

★ 控制量转移

§2.2 常用等效二端网络

【例】求如图所示电路中的电压U_0。

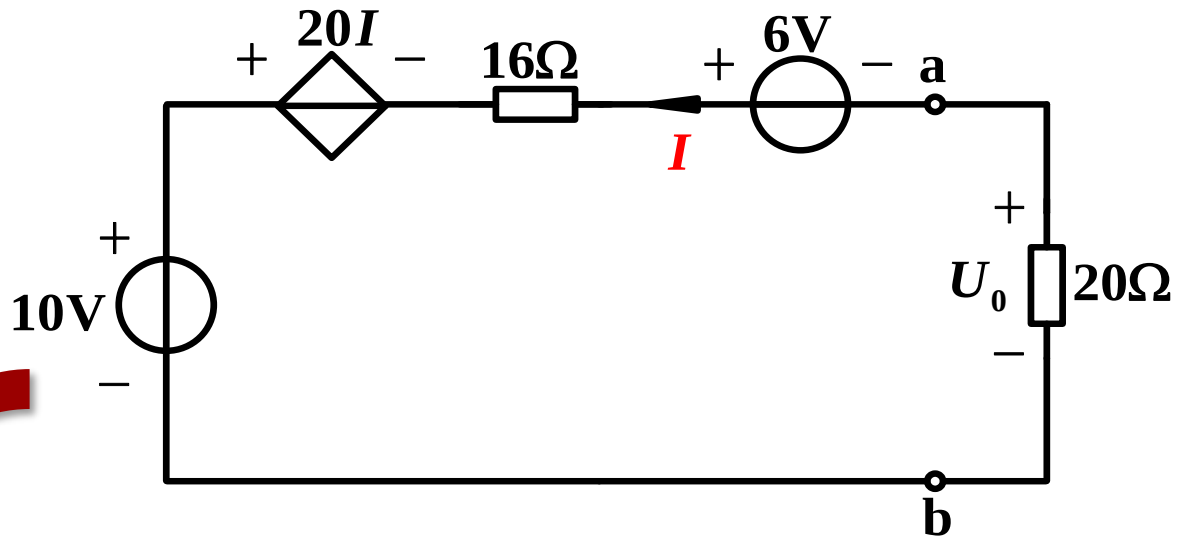
解：

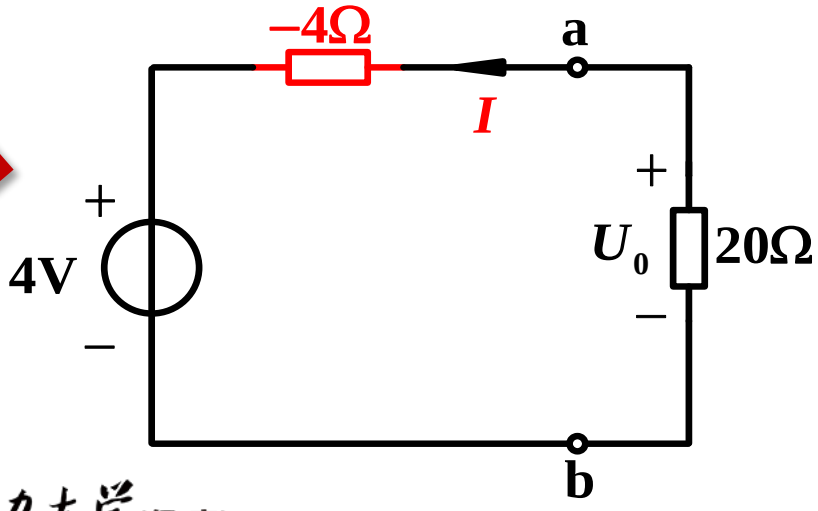


§2.2 常用等效二端网络

【例】求如图所示电路中的电压U_0。

解：





$$U_0 = \frac{20}{-4+20} \times 4$$

$$= 5\text{V}$$

电 路 理 论

Principles of Electric Circuits

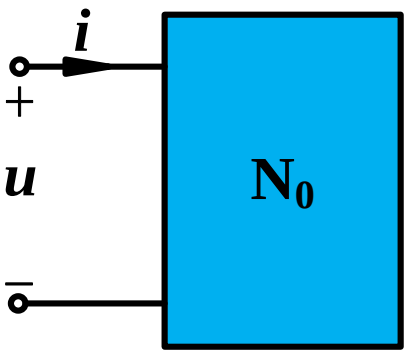
第二章　简单电路和等效变换

§2.3 输入电阻

输入电阻

1. 定义： 对于不含独立源的二端电阻网络，在关联参考方向下，其端口电压和端口电流的比值称为输入电阻。

$$R_{in} = \frac{u}{i}$$



不含独立源的二端电阻网络

2. 求法：

（1）对于纯电阻电路，可以利用电阻串并联等效、电桥平衡、星-角变换等方法求解；

等同于求等效电阻

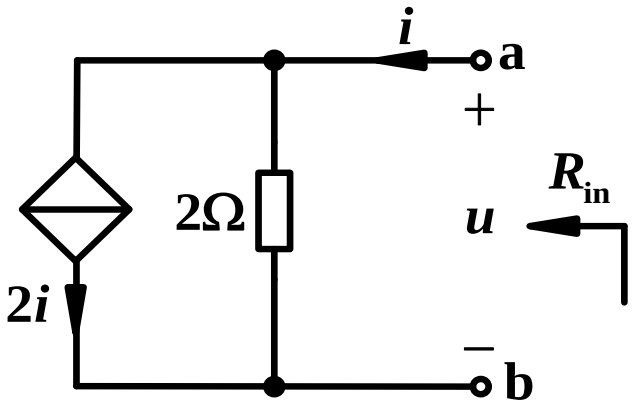
（2）对于含有受控源的二端网络。

一般采用外加电源法

§2.3 输入电阻

外加电源法

【引例】求如图所示二端网络的输入电阻R_{in}。



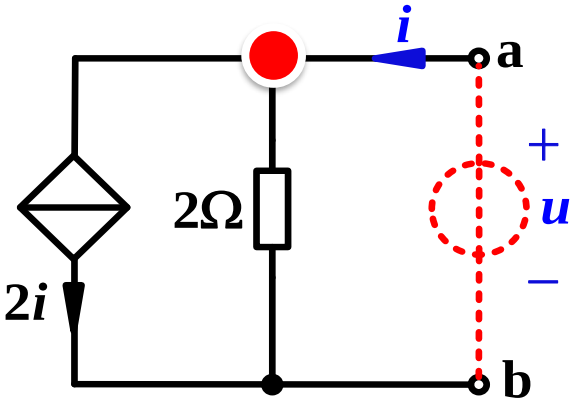
外加电压源：

§2.3 输入电阻

外加电源法

- 外加电压源：加压求流
- 外加电流源：加流求压

【引例】求如图所示二端网络的输入电阻R_{in}。

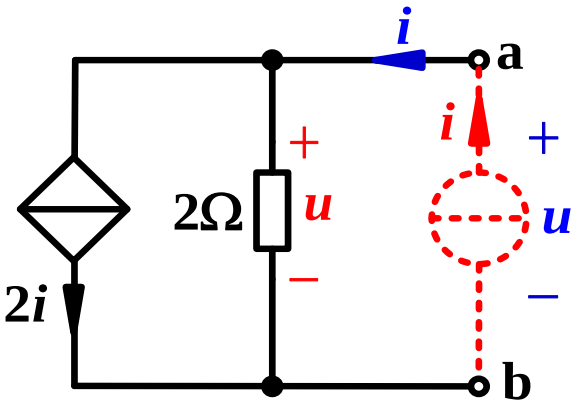


外加电压源：

$$i = 2i + \frac{u}{2} \Rightarrow R_{in} = \frac{u}{i} = -2\,\Omega$$

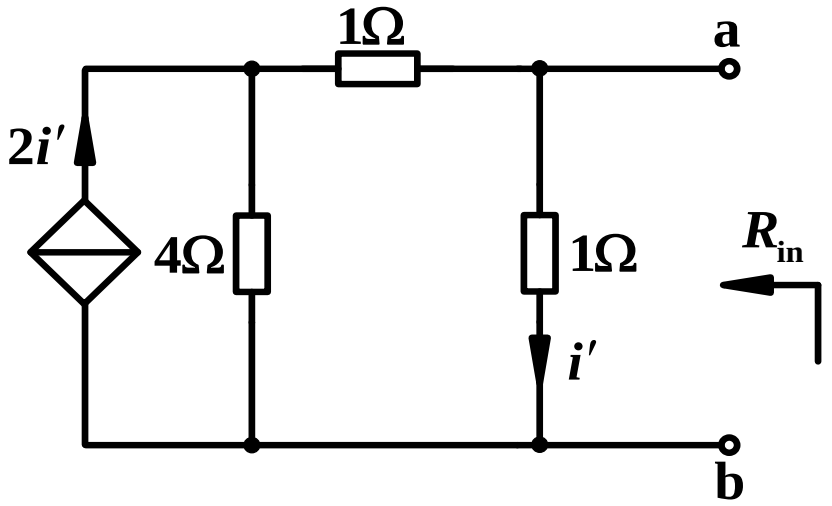
外加电流源：

$$u = 2(i - 2i) \Rightarrow R_{in} = \frac{u}{i} = -2\,\Omega$$



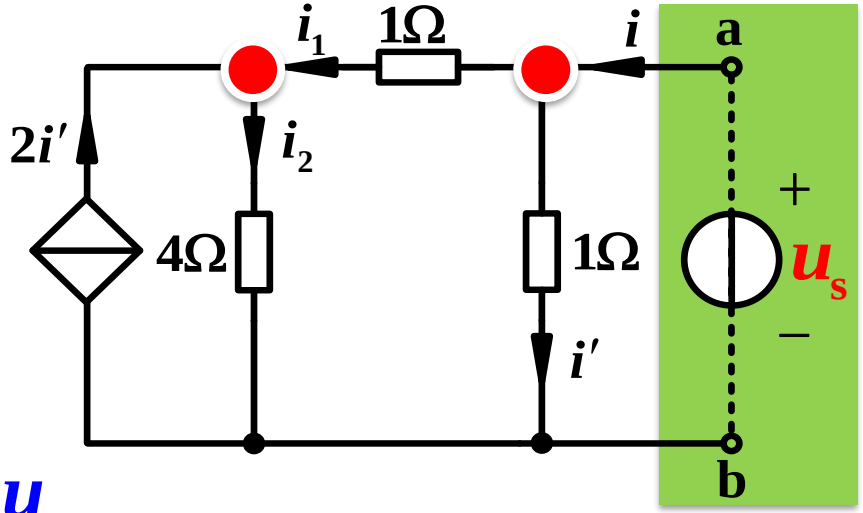
§2.3 输入电阻

【例1】求如图所示二端网络的输入电阻R_{in}。



解：

1. 外加电压源法：



KCL: $i = i_1 + i'$

$i_2 = i_1 + 2i'$

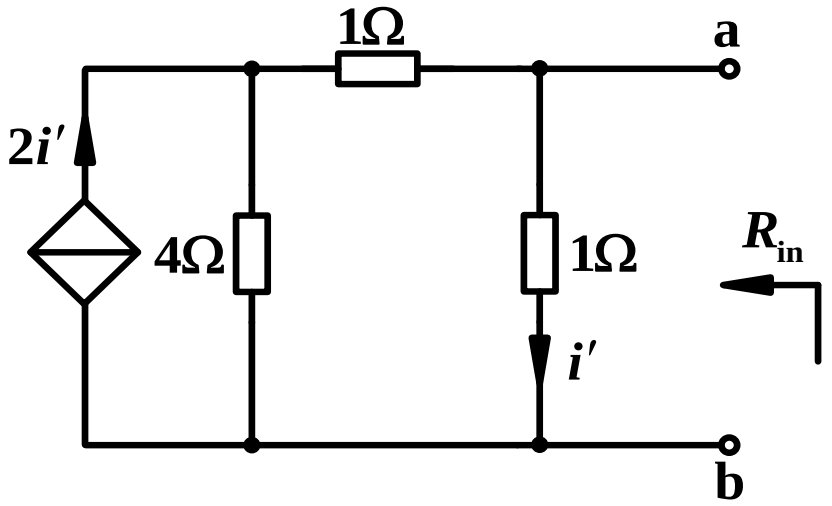
KVL: $u_s = 4i_2 + i_1$

$u_s = i'$

$$\Rightarrow R_{in} = \frac{u_s}{i} = -2.5\Omega$$

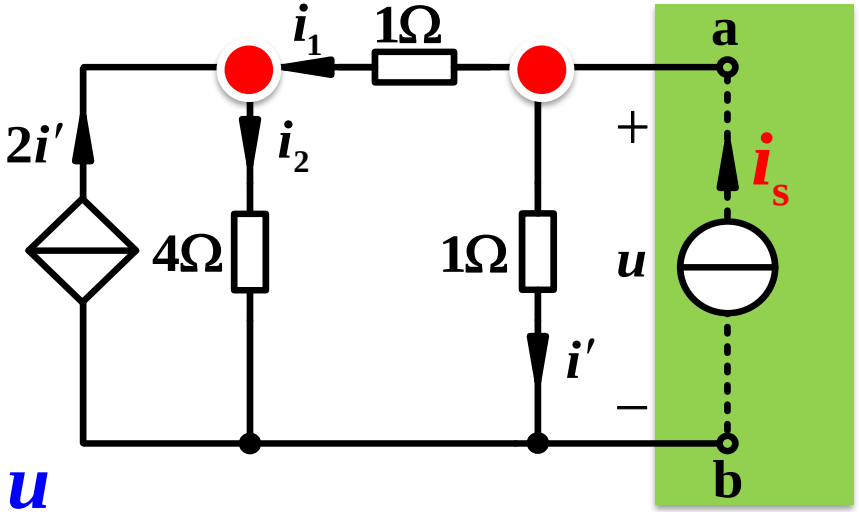
§2.3 输入电阻

【例1】求如图所示二端网络的输入电阻R_{in}。



解：

2. 外加电流源法：



KCL: $i_s = i_1 + i'$

$i_2 = i_1 + 2i'$

KVL: $u = 4i_2 + i_1$

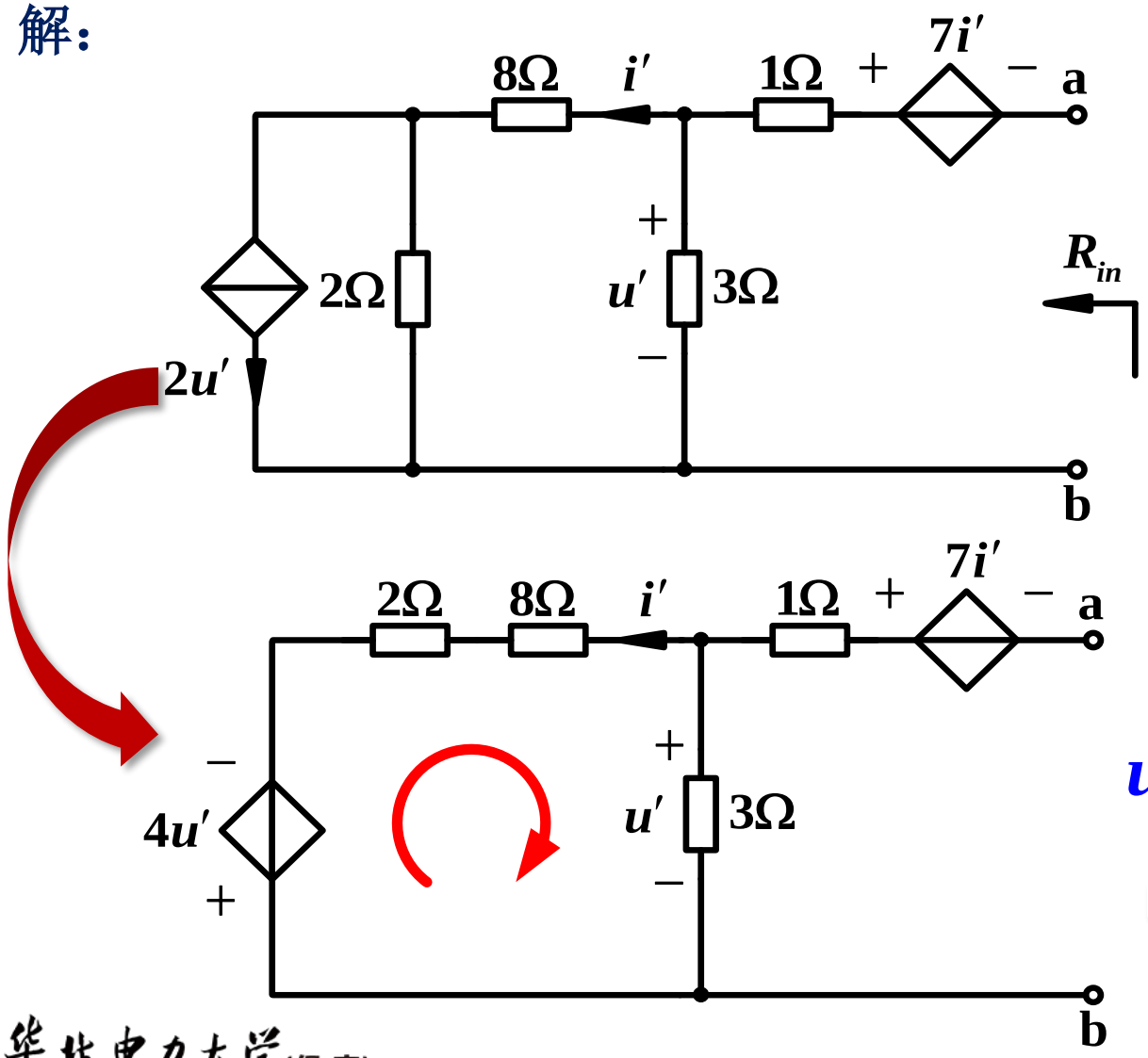
$u = i'$

$$\Rightarrow R_{in} = \frac{u}{i_s} = -2.5\Omega$$

§2.3 输入电阻

【例2】求如图所示二端网络的输入电阻R_{in}。

解：



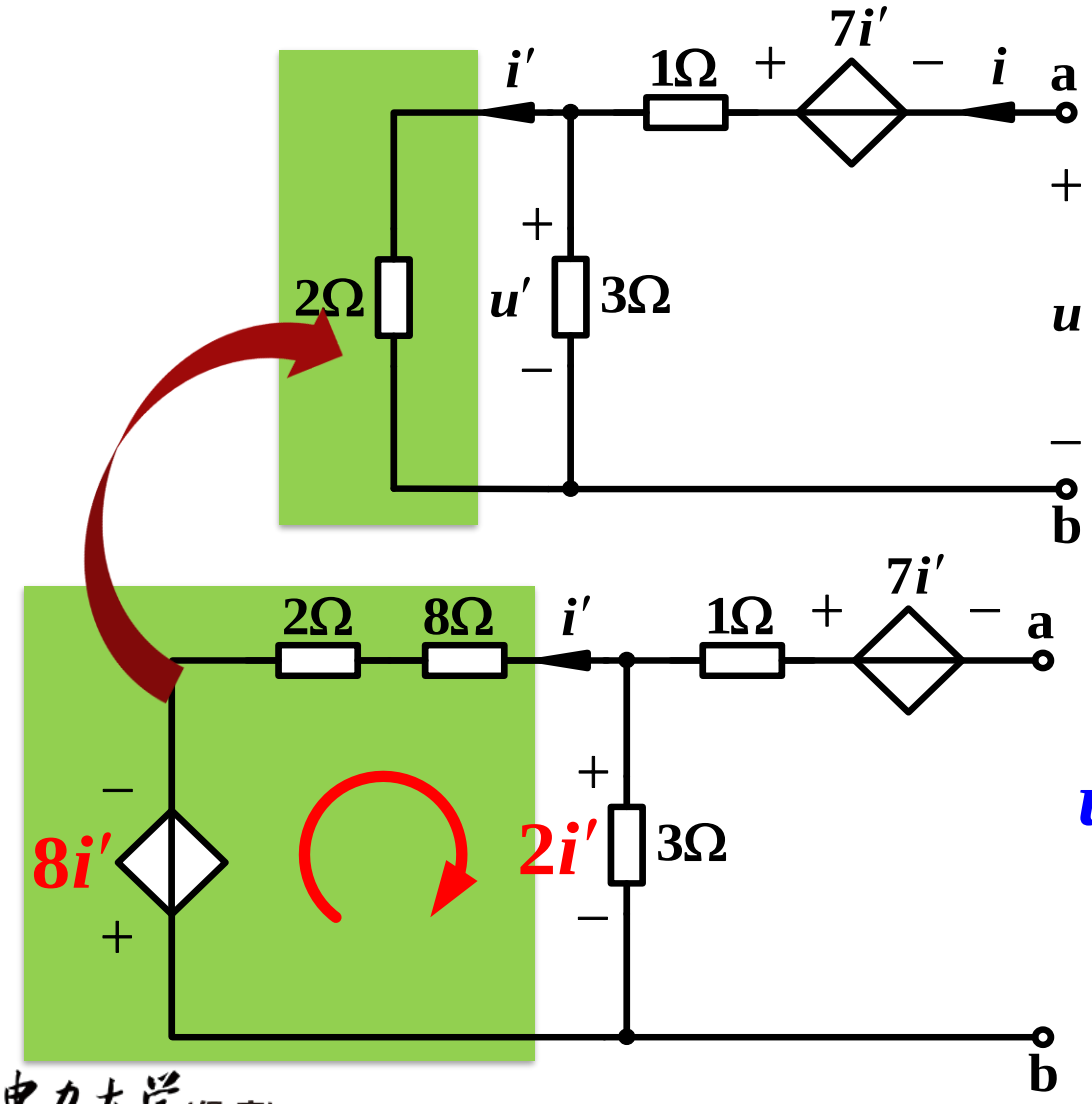
$$u' = (2+8)i' - 4u'$$

$$\Rightarrow \quad u' = 2i'$$

§2.3 输入电阻

【例2】求如图所示二端网络的输入电阻R_{in}。

解：



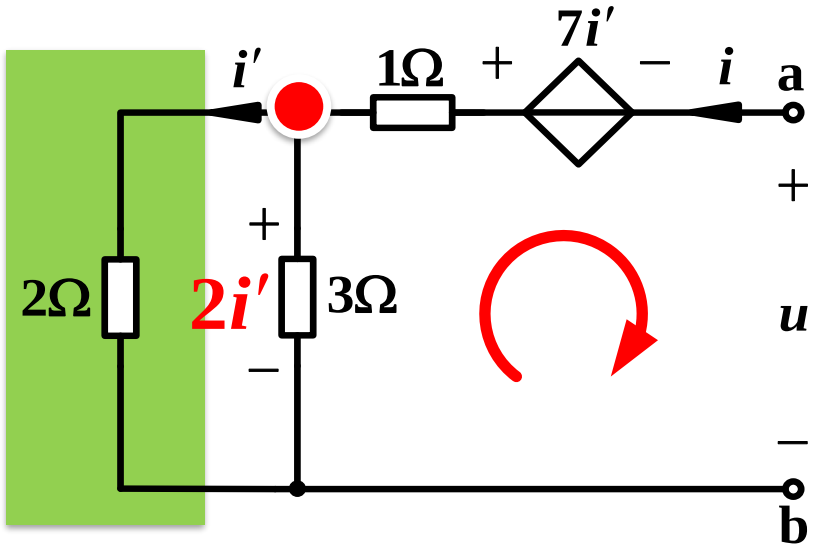
$$u' = (2+8)i' - 4u'$$

$$\Rightarrow \quad u' = 2i'$$

§2.3 输入电阻

【例2】求如图所示二端网络的输入电阻R_{in}。

解：



$$i = i' + \frac{2i'}{3} = \frac{5}{3}i'$$

$$u = 2i' + i - 7i'$$

$$= 2i' + \frac{5}{3}i' - 7i' = -\frac{10}{3}i'$$

$$R_{in} = \frac{u}{i} = \frac{-\frac{10}{3}i'}{\frac{5}{3}i'} = -2\Omega$$