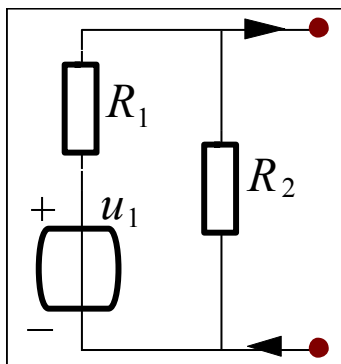


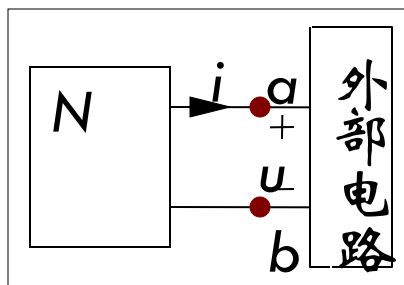
## § 2-8 戴维南定理

1. 二端网络—— 仅有两端与外部相连的电路，从这两端的任一端流出的电流一定与向另一端流入的电流相等。  
(单口网络)

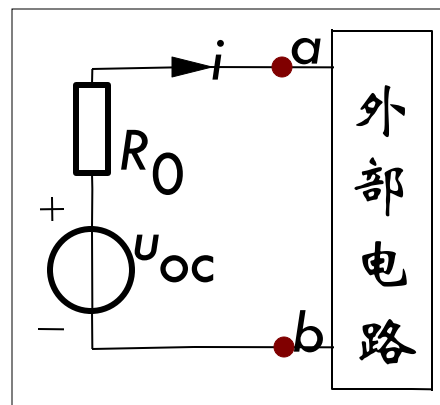


## 2. 定理描述:

任何一个线性含源二端网络 $N$  (图 (a)) ,就其端口对外电路而言, 可以用一个电压源和一个线性电阻串联的电路来等效。如图 (b) 所示。



(a)

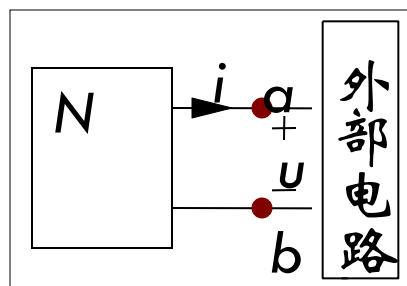


(b)

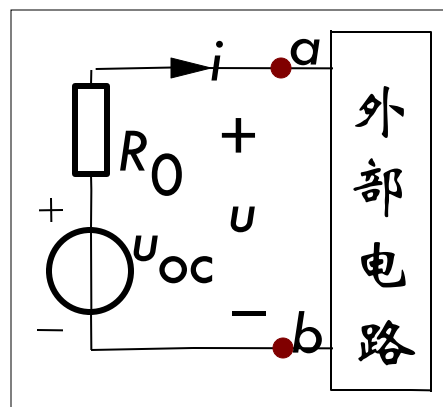
电压源电压等于二端网络 $N$ 的开路电压 $U_{oc}$ ,

$R_0$ 等于将 $N$ 中所有独立源置零后的从端口看进去的等效电阻。

## 证明戴维南定理



(a)



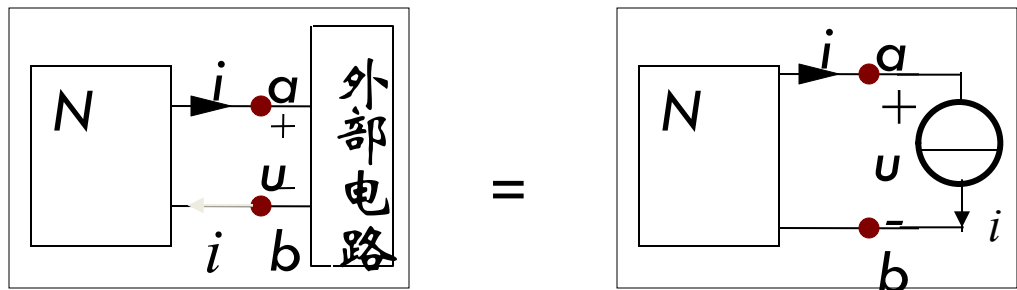
(b)

要证明这一定理只需证明：

图(a)的电路与图(b)的电路有相同的外特性  $u(i)$ ， $u$  是二端网络  $N$  的两端点间的电压， $i$  是流出网络端点的电流。

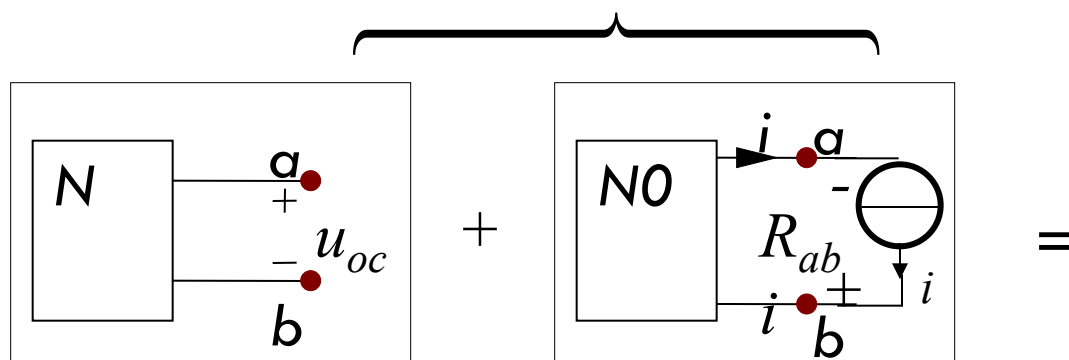
由替代、叠加定理可知:

$$u = (\text{网络中所有独立源产生的电压}) + (\text{电流源产生的电压})$$



(a)

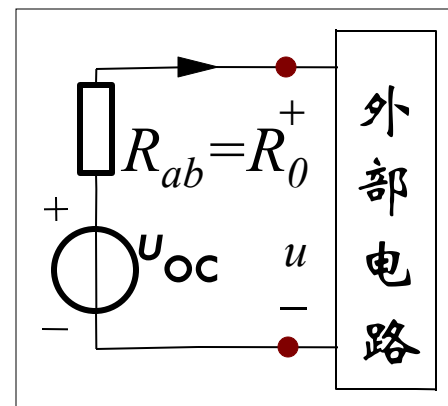
|| (b)



(c)

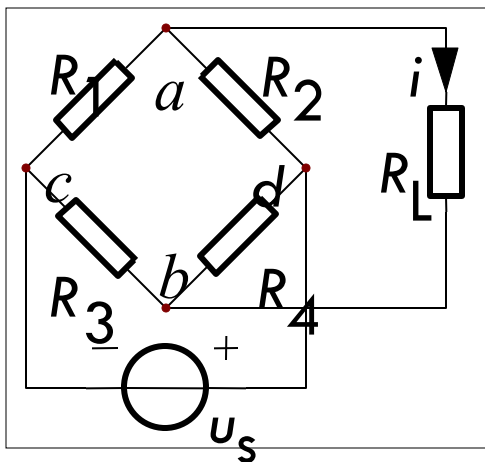
该符号是根据  
电流源的符号

戴维南定理的证明图

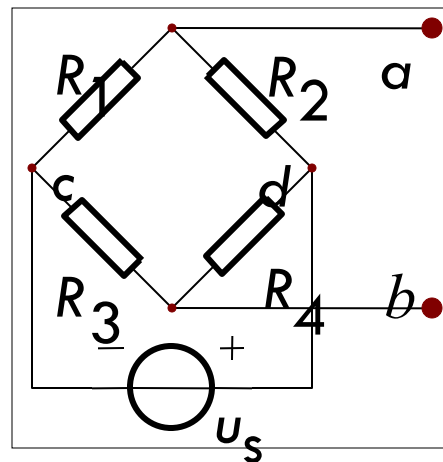


$$u = u_{oc} - R_{ab} i$$

例：试用戴维南定理求电路中 $R_L$ 支路的电流 $i$ 。



a)



b)

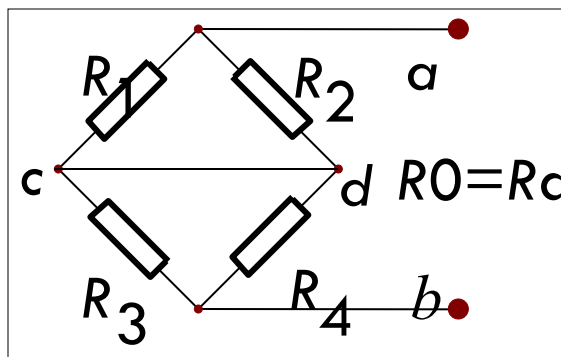
解：求出除 $R_L$ 以外电路就端口 $ab$ 而言的戴维南等效电路

(1) 求 $u_{oc}$ (图b)，把外电路断开

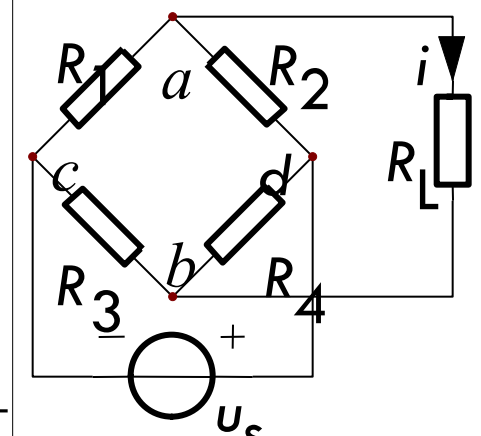
$$\begin{aligned}
 u_{oc} = u_{ab} &= u_{ac} + u_{cb} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_S - \frac{R_3}{R_3 + R_4} u_S \\
 &= \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} u_S
 \end{aligned}$$

复杂电路——回路电流法 or 节点电压法

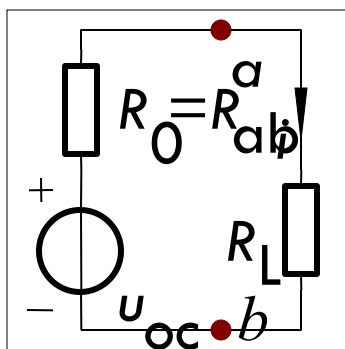
(2) 求 $R_0$  (将外电路断开, 将电源置0)



$$R_0 = R_{ab} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$



(3) 求 $i$

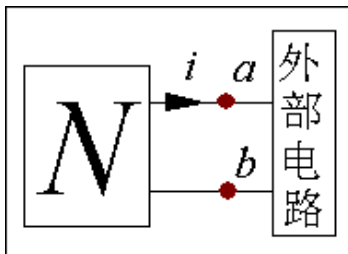


$$i = \frac{u_{oc}}{R_0 + R_L} = \frac{\frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} u_S}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} + R_L}$$

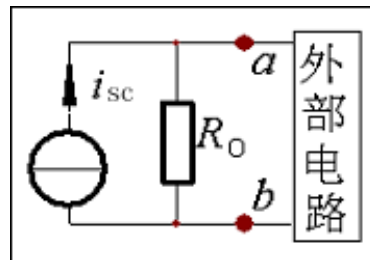
## § 2-9 诺顿定理

### 1. 定理陈述

任何一个线性含源二端网络 $N$ ，如图(a)，就其端口对外电路而言，可以用一个电流源和一个线性电阻并联的电路来替代，如图(b)。

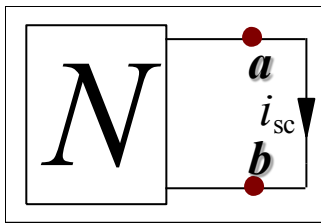


(a)

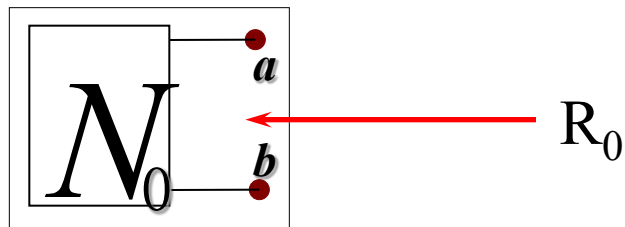


(b)

电流源的电流等于该线性有源二端网络 $N$ 的端口短路电流  $i_{sc}$ ，如图(c)，电阻  $R_0$  等于将 $N$ 中的所有独立源置0后从端口看进去的等效电阻，如图(d)。



(c)



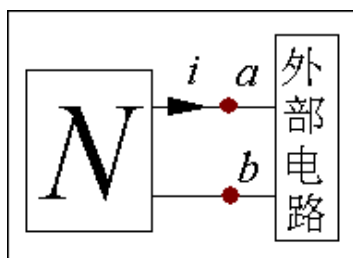
(d)

诺顿定理

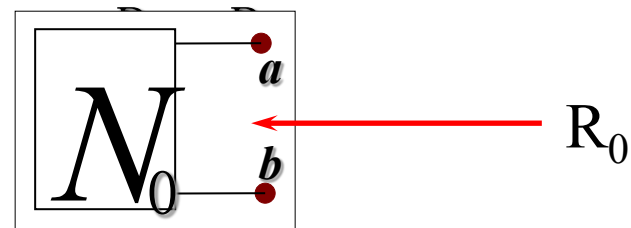
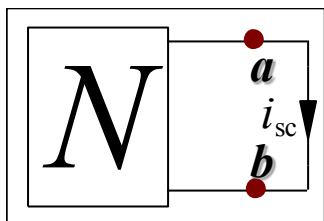
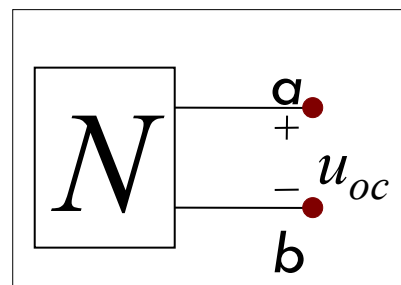
## 2. 定理证明      略（参考戴维南定理证明过程）。

戴维南——诺顿定理解题步骤：

开路电压 $u_{oc}$ 、短路电流 $i_{sc}$ 、置零电阻 $R_0$ ，三选其二。



$$u_{oc} = I_{sc} R_0$$



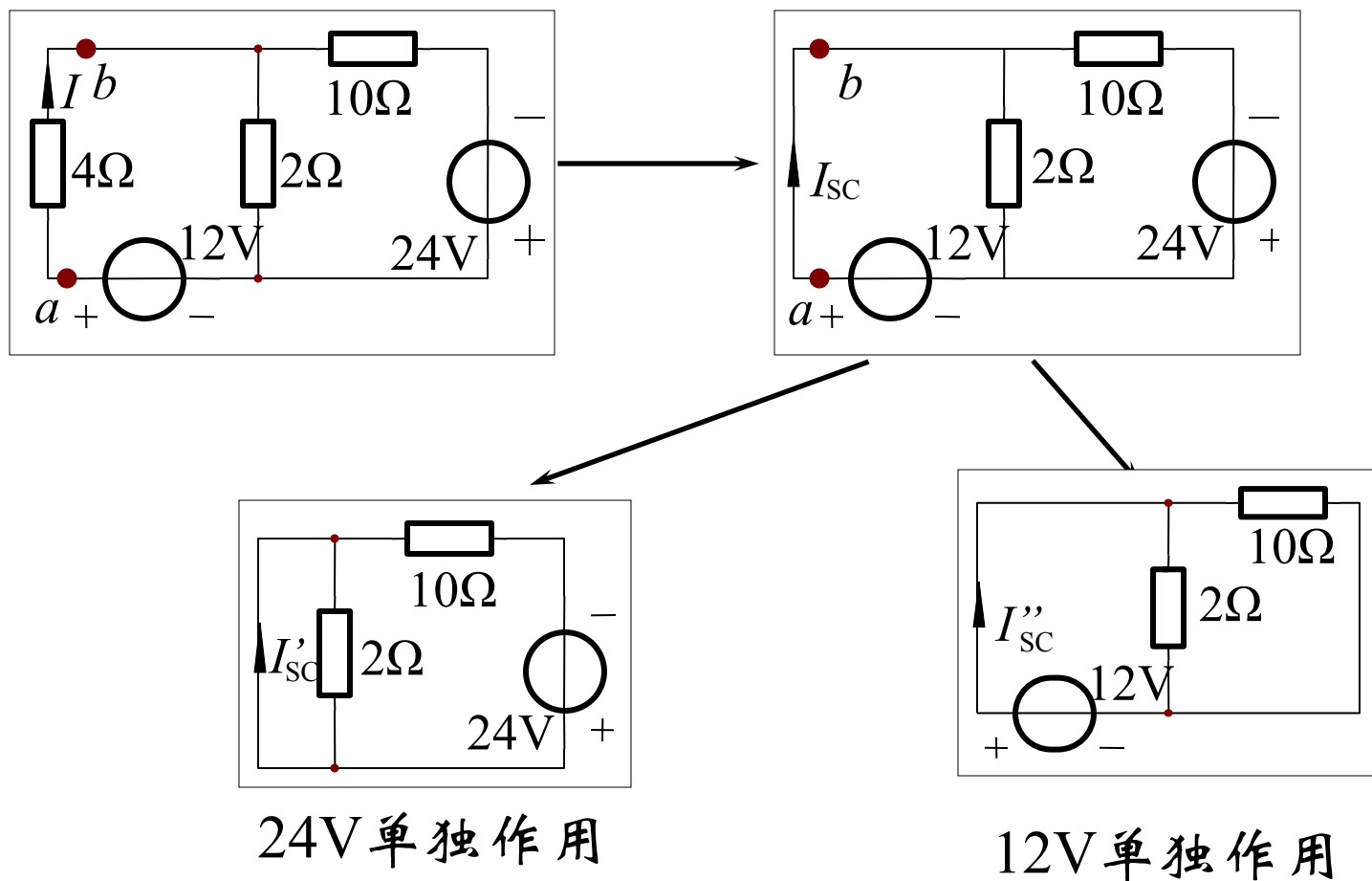




# 为什么戴维南不顺便发现诺顿定理？

- 第一个现代真正作为化学能的储藏体，根据人们的需要可控制地放出电能（稳定的电压）的装置——伏打电池是1800年由意大利物理学家亚历山卓·伏打伯爵发明
- 戴维南定理，是由法国科学家L·C·戴维南，1883年提出
- 1883年，Charles Fritts制造了第一块太阳电池（较理想的电流源）
- 1926年，汉斯·梅耶尔（西门子公司）及爱德华·劳笠·诺顿（贝尔实验室）分别提出诺顿定理

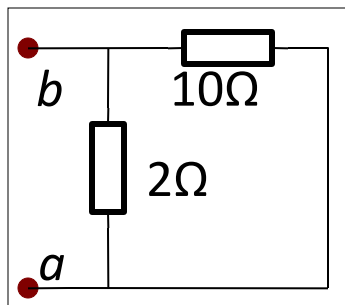
例：用诺顿定理求图示电路4Ω电阻中的电流I。



解：

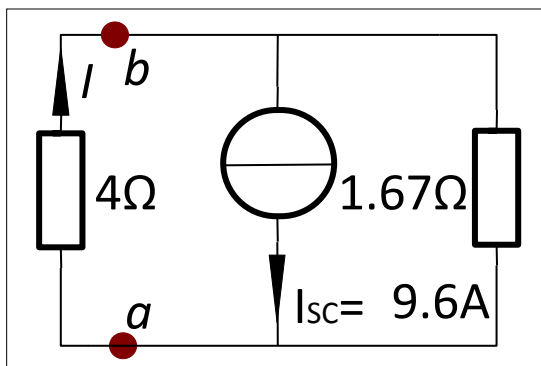
$$(1) \text{ 求 } I_{sc} = I'_{sc} + I''_{sc} = \frac{24}{10} + \frac{12}{10 \parallel 2} = 9.6A$$

(2) 求  $R_0$

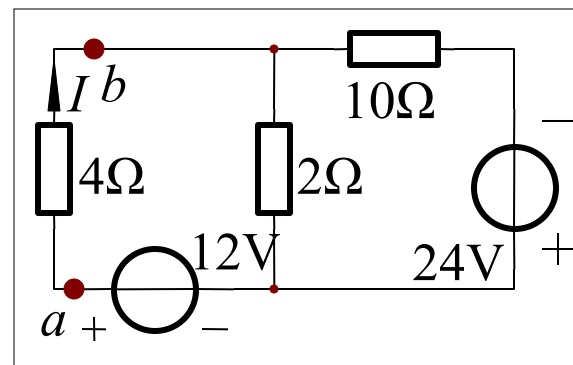


$$R_0 = R_{ab} = 10 // 2 = 1.67\Omega$$

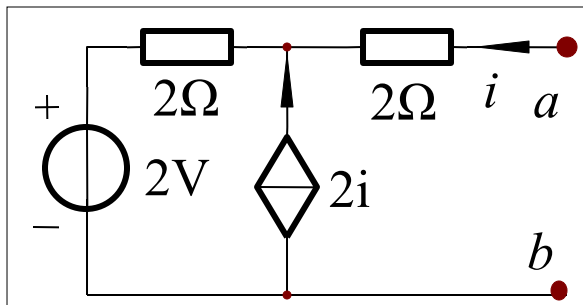
(3) 求  $I$



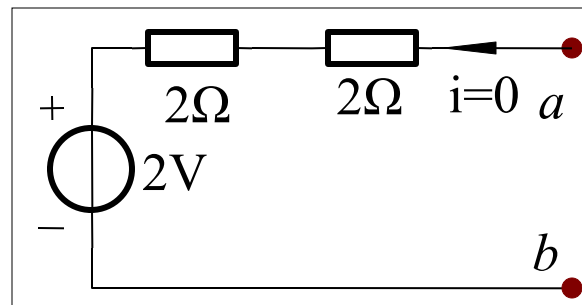
$$I = 9.6 \times \frac{1.67}{4 + 1.67} = 2.78A$$



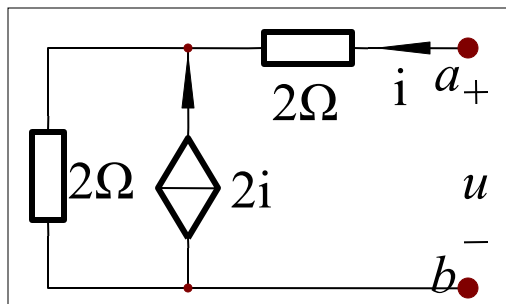
例：求图示电路的戴维南和诺顿等效电路



解：(1) 求开路电压  $u_{oc}$   
 $u_{oc} = 2V$



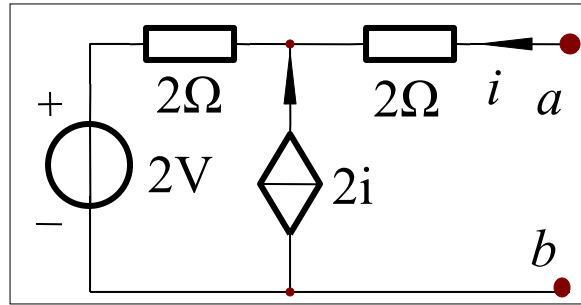
(2) 求等效电阻  $R_0$



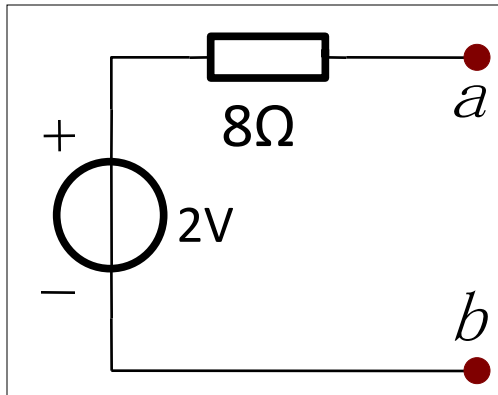
$$u = 2i + (i + 2i) \cdot 2 = 8i$$

$$R_0 = u / i = 8\Omega$$

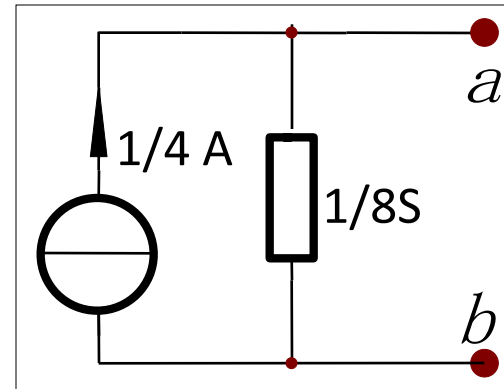
$$i_{SC} = u_{oc} / R_0 = 2 / 8 = 1/4 A$$



综上所述：

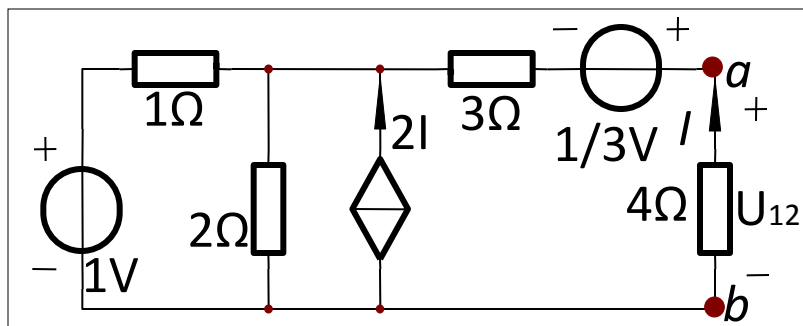


戴维南等效电路

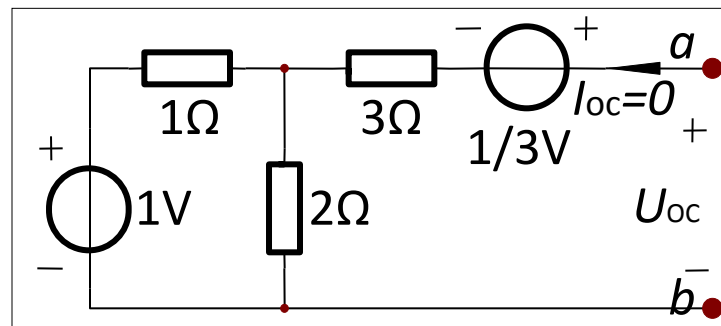


诺顿等效电路

例：分别用戴维南定理和诺顿定理求图示电路中的电压  $U_{ab}$



a)



b)

解：(1) 求开路电压  $U_{oc}$  (图b)

$$U_{2\Omega} = \left( \frac{2}{1+2} \times 1 \right) V = \frac{2}{3} V$$

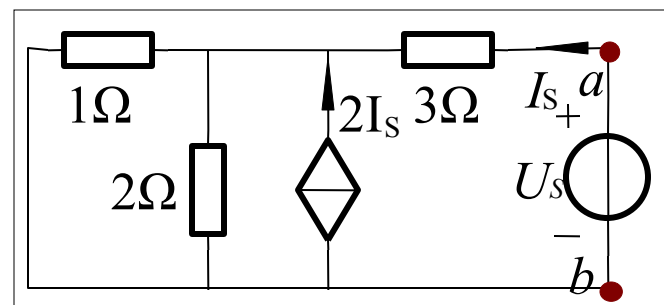
$$U_{oc} = \left( \frac{1}{3} + U_{2\Omega} \right) V = 1V$$

(2) 求等效电阻  $R_0$

$$R_0 = \frac{U_S}{I_S}$$

$$= \frac{3I_S + (I_S + 2I_S) \times (2 \times 1) / (2 + 1)}{I_S}$$

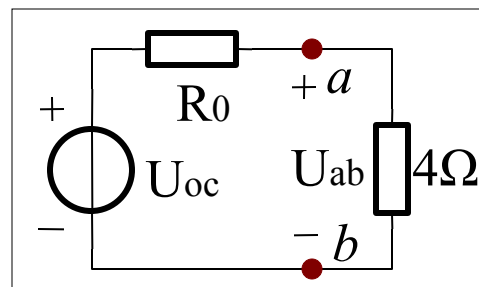
$$= \frac{3I_S + 2I_S}{I_S} = 5\Omega$$



c)

(3) 画出戴维南等效电路，求  $U_{ab}$

$$U_{ab} = \frac{4}{R_0 + 4} U_{oc} = \frac{4}{9} \times 1 = \frac{4}{9} V$$



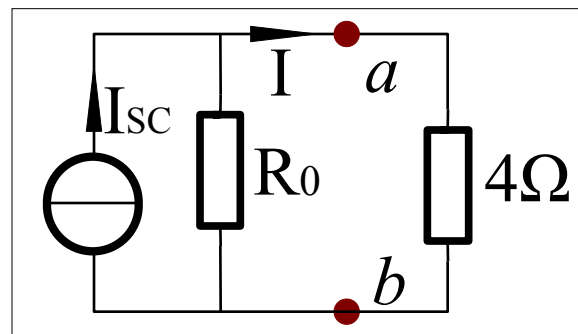
d)

(4) 求  $I_{sc}$ , 画出诺顿等效电路

$$I_{sc} = \frac{U_{oc}}{R_0} = \frac{1}{5} A$$

$$I = I_{sc} \frac{R_0}{4 + R_0} = \frac{1}{5} \times \frac{5}{9} = \frac{1}{9} A$$

$$U_{ab} = 4I = \frac{4}{9} V$$





## 习题（戴维南、诺顿）

2-12

2-13(b)

2-14

2-16