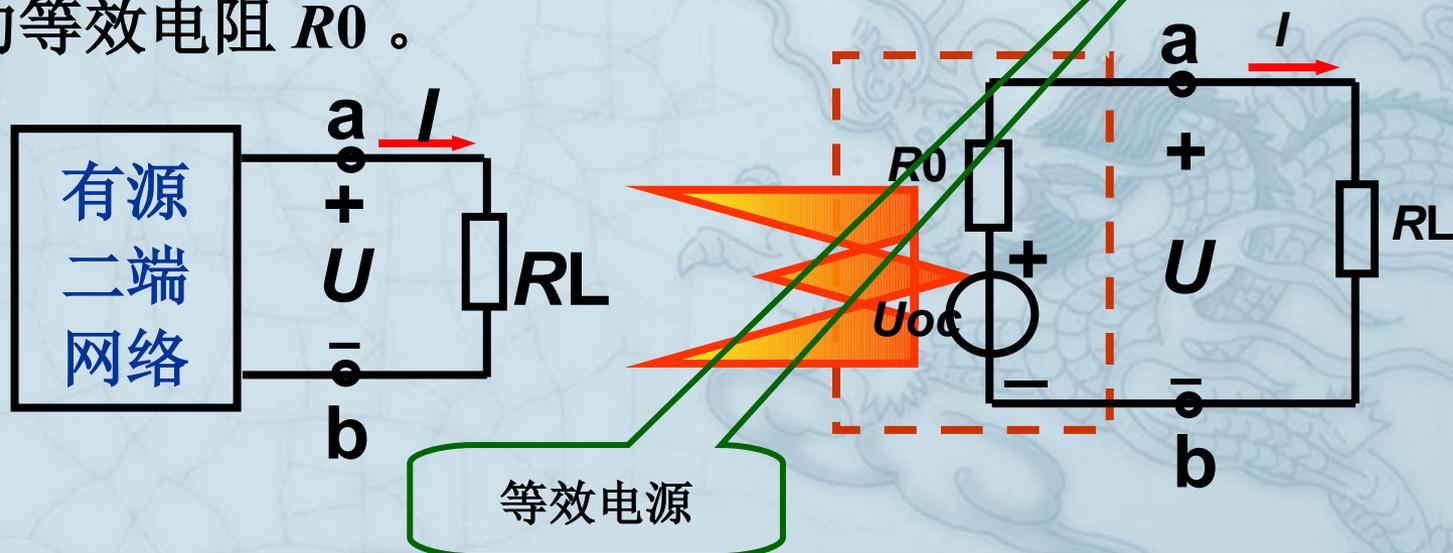


12. 戴维南定理和诺顿定理

戴维南定理与诺顿定理统称等效电源定理。

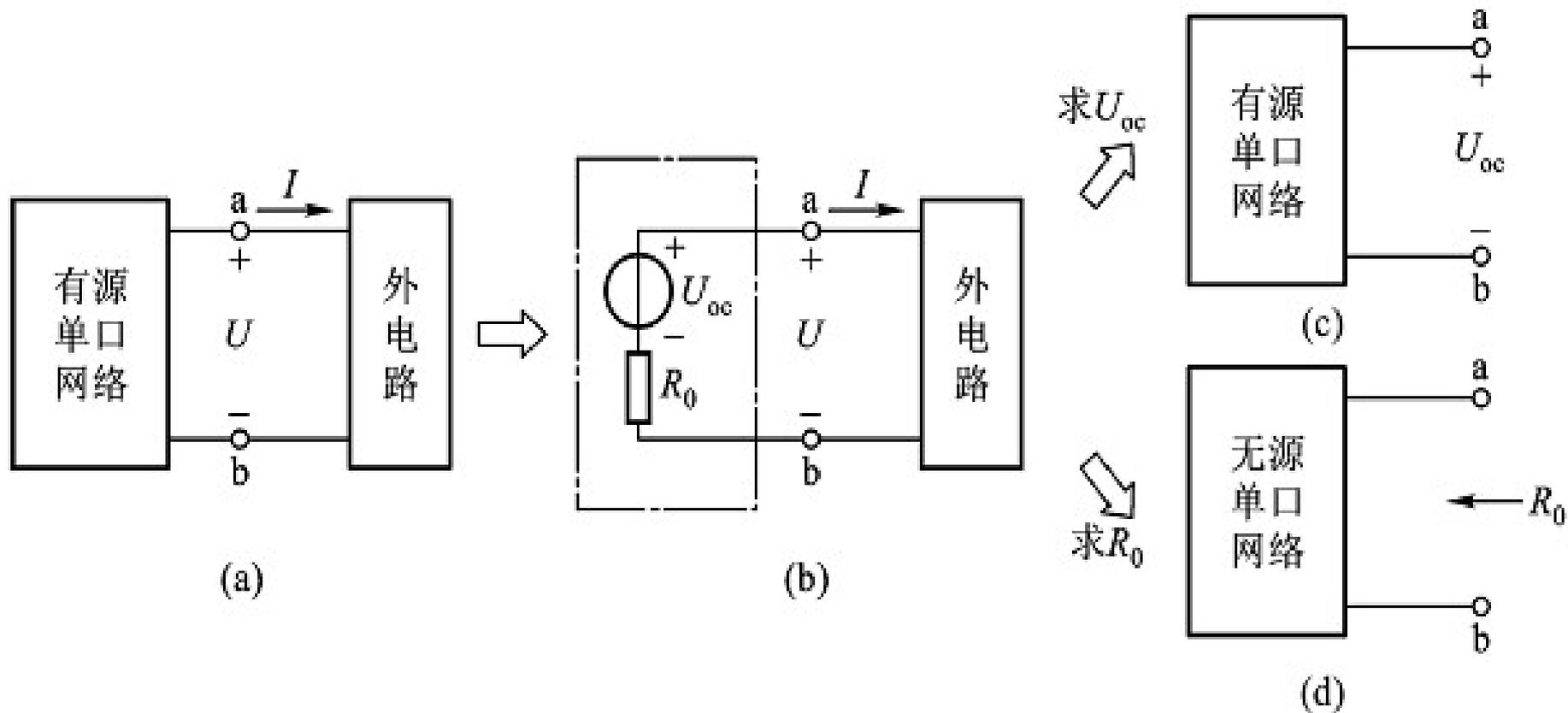
1. 戴维南定

理 任何一个线性有源单口（二端）网络，对其外部而言，均可以用一个理想电压源和电阻串联的电路模型来等效代替，其中理想电压源的电压等于线性有源单口网络的开路电压 U_{OC} ，电阻等于线性有源单口网络变成无源单口网络（除源）后的等效电阻 R_0 。



1. 戴维南定

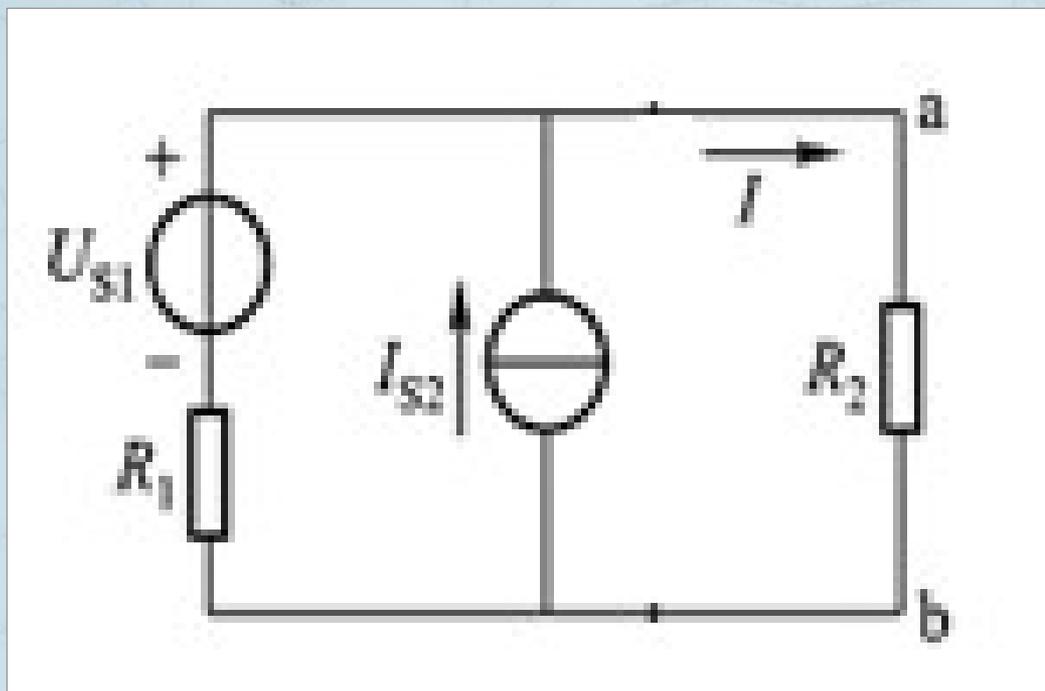
理



有源→无源（除源）：电压源短路，电流源开路

1. 戴维南定理

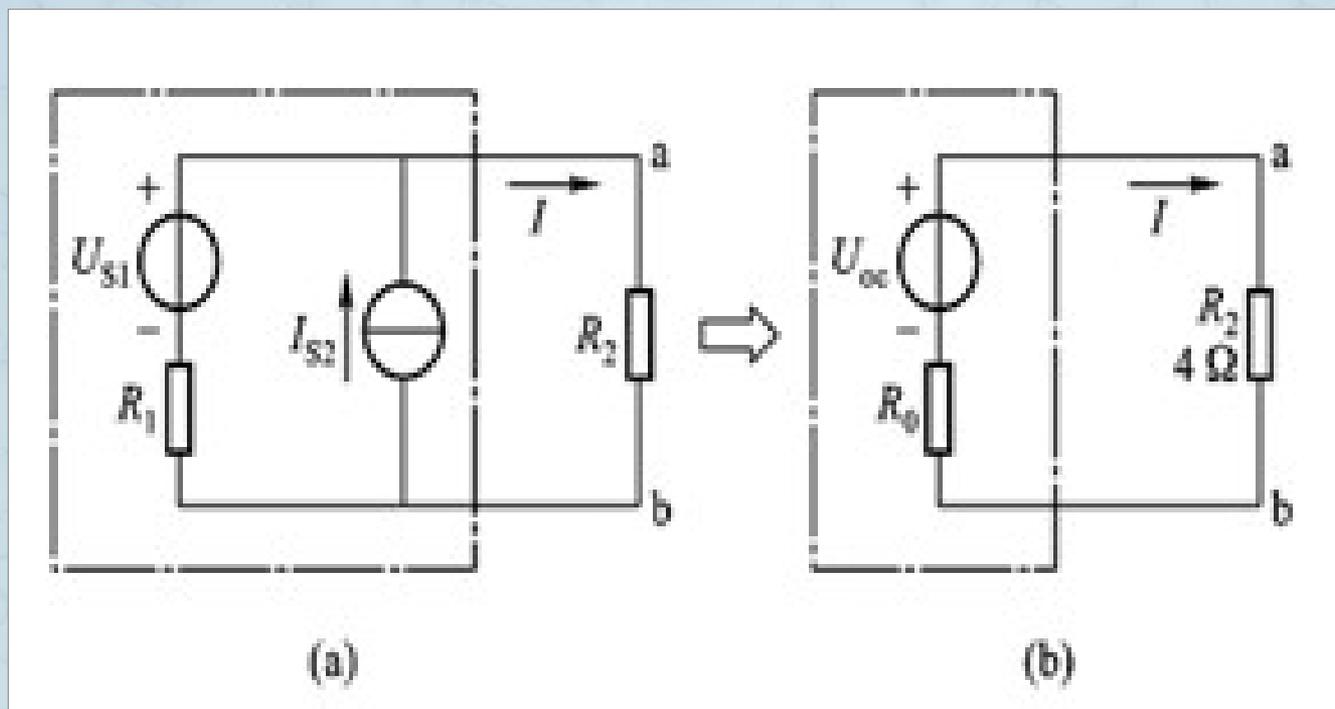
例：如图所示，已知 $U_{S1} = 10\text{ V}$ ， $I_{S2} = 5\text{ A}$ ， $R_1 = 6\Omega$ ， $R_2 = 4\Omega$ ，用戴维南定理求 R_2 上的电流 I 。



1. 戴维南定

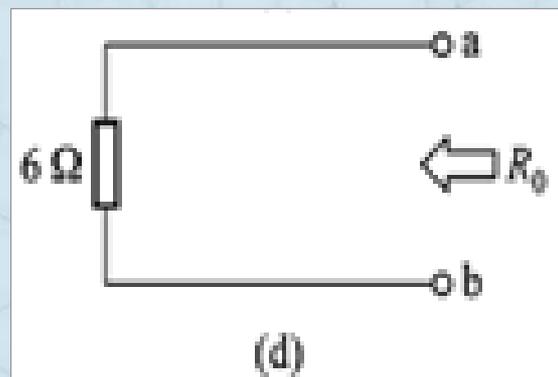
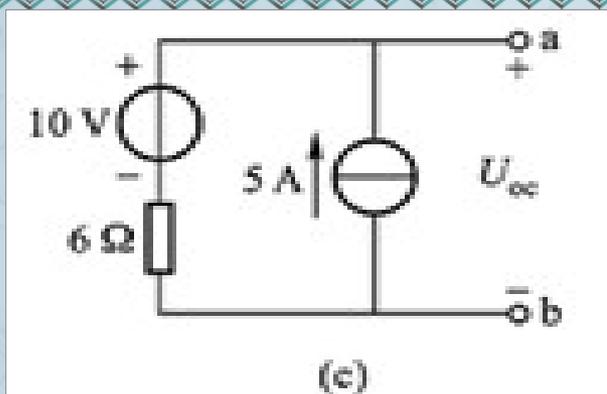
理

解 如图 (a) 中 a、b 左侧的单口网络的戴维南等效电路如图 (b) 点画线框内的电压源模型所示。求电路参数 U_{OC} 和 R_0



1. 戴维南定

理



(1) 将待求支路移开，形成有源单口网络如图（C）所示，求开路电压 U_{OC}

$$U_{OC} = U_{S1} + R_1 \times I_{S2} = (10 + 6 \times 5) \text{v} = 40 \text{v}$$

(2) 将有源单口网络除源，构成无源单口网络如图（d）所示，求等效电阻 R_O 。

$$R_O = R_1 = 6\Omega$$

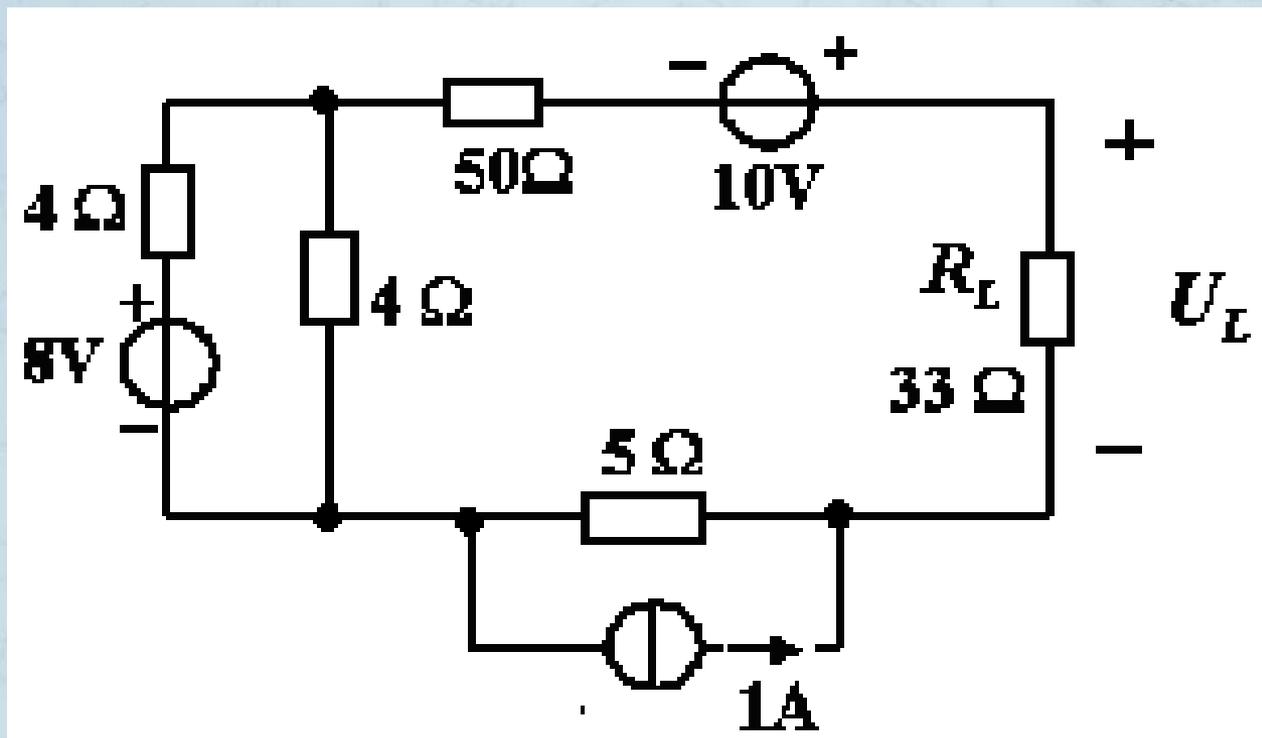
(3) 将 U_{OC} 和 R_O 代入等效电路图（b），求得

$$I = \frac{U_{oc}}{R_3 + R_O} = \frac{40}{4 + 6} \text{A} = 4 \text{A}$$

1. 戴维南定

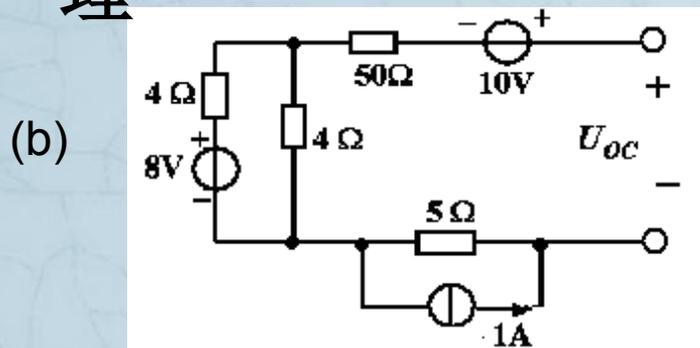
理

例：用戴维南定理求如图中电压 U_L 。



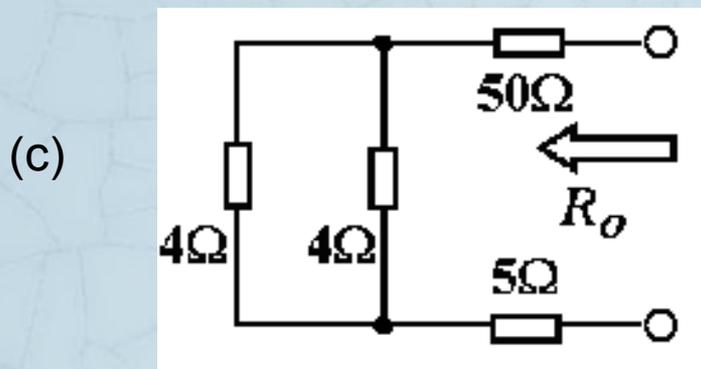
1. 戴维南定

理



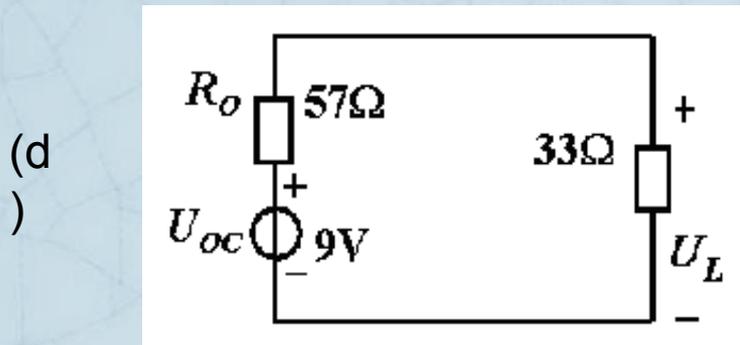
解 求 U_{OC} 如图 (b) 图
所

$$U_{OC} = 10 + \frac{8}{4+4} \times 4 - 5 \times 1 = 9V$$



求 R_O 如图 (c) 图所
示

$$R_O = 50 + 4 // 4 + 5 = 57\Omega$$



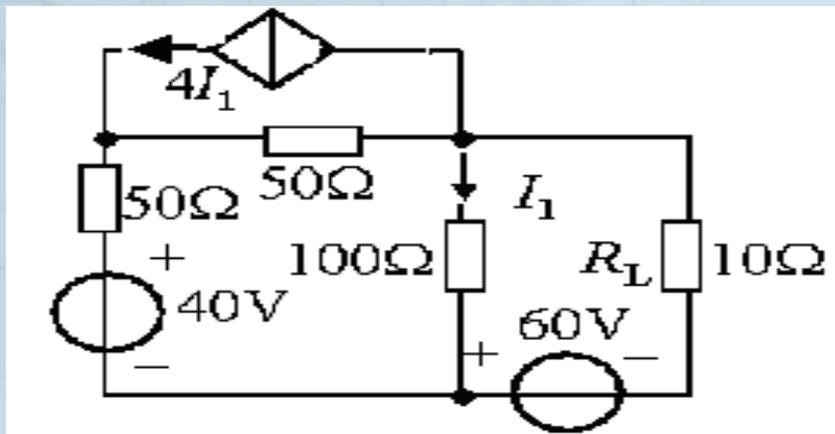
求 U_L 戴维南等效电路如图
(d) 所示

$$U_L = \frac{9}{57+33} \times 33 = 3.3V$$

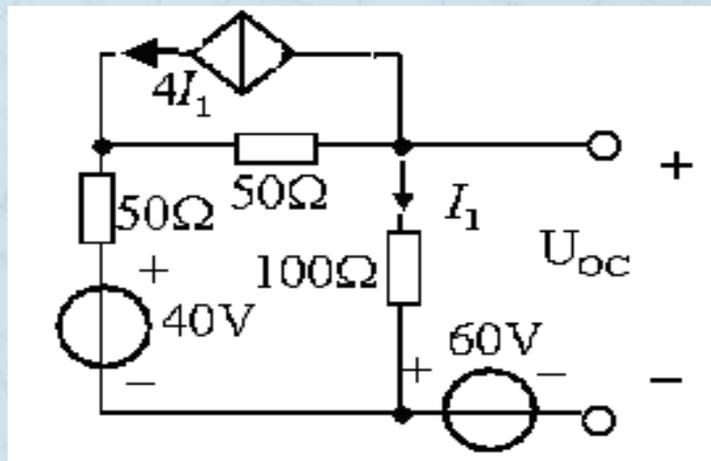
1. 戴维南定

理
例：

用戴维南定理求下图中流过电阻 R_L 电流 I 。



(a)



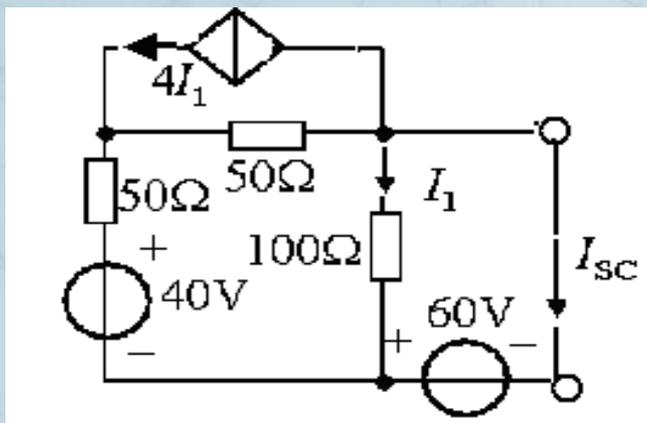
(b)

解：含受控源二端网络，求等效电阻需用外加电源法或开路短路法。求 U_{oc} 如图 (b) 所示

$$100I_1 + 50I_1 + 50(4I_1 = I_1) + 40 = U_{oc} \quad 100I_1 = 60 \quad 100 \quad 0.1 \quad 60 \quad 70V$$

1. 戴维南定理

例：用戴维南定理求下图中流过电阻 R_L 电流 I 。



(c)

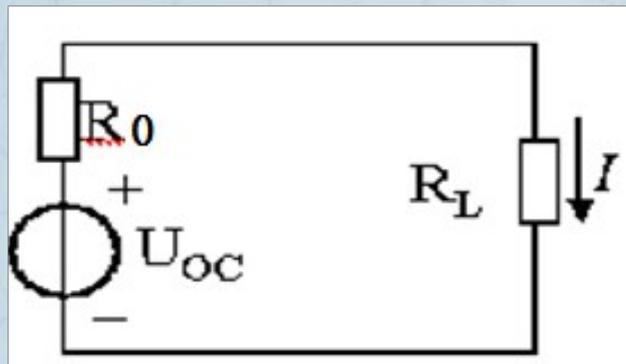
求 R_0 ：如图 (c) 所示，求开路电压和短路电流。

$$I_1 = -\frac{60}{100} = -0.6A$$

$$(I_1 + I_{sc}) \times 50 + (4I_1 + I_1 + I_{sc}) \times 50 = 60 + 40$$

$$I_{sc} = 2.8A$$

$$R_0 = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = \frac{70}{2.8} = 25\Omega$$



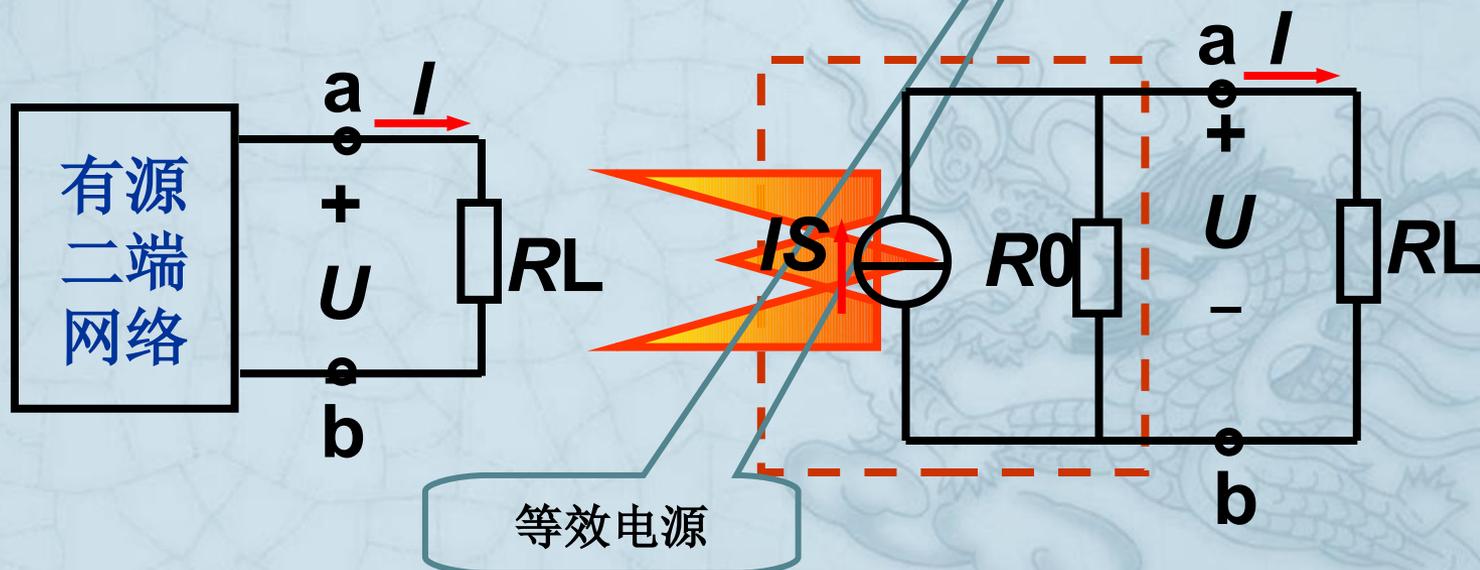
(d)

戴维南等效电路如图 (d) 所示

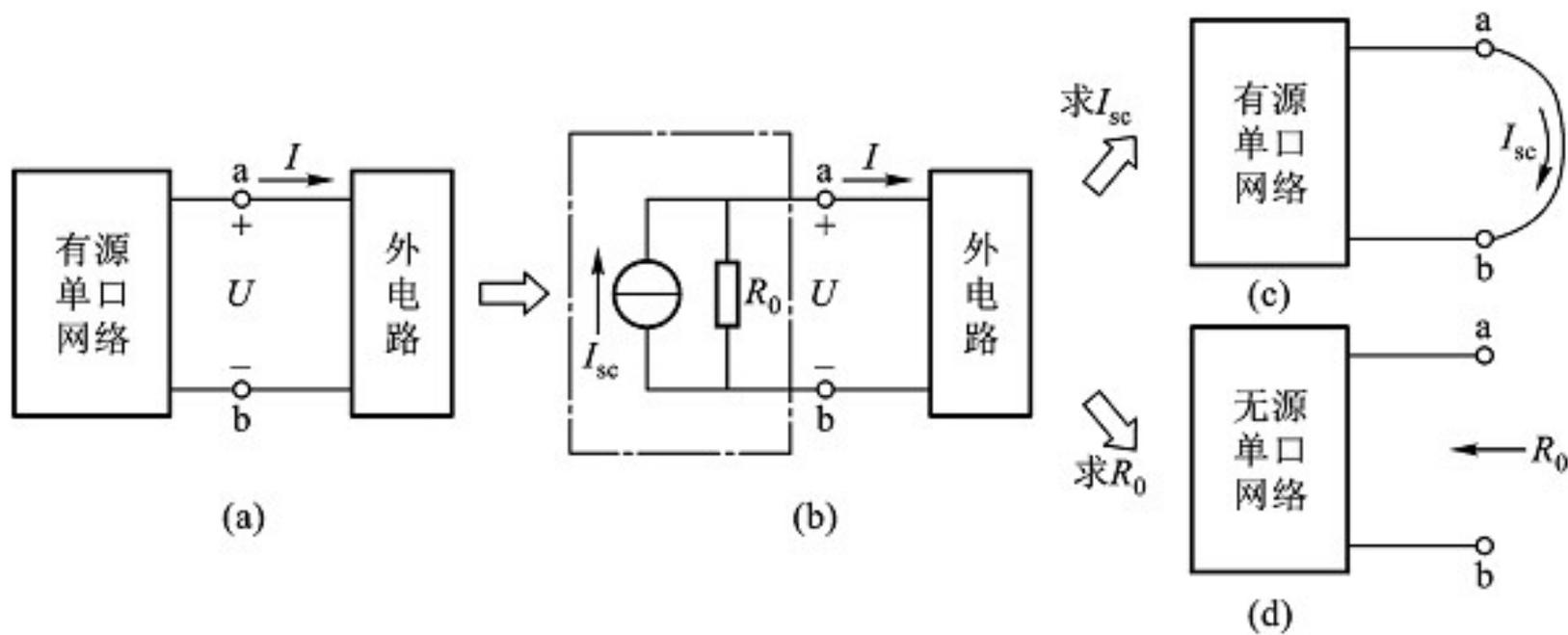
$$I = \frac{70}{25 + 5} = \frac{7}{3} A$$

2. 诺顿定理

任何一个线性有源单口（二端）网络，对其外部而言，均可以用一个理想电流源和电阻并联的电路模型来等效代替，其中理想电流源的电流等于外电路短路时端口处的短路电流 I_{SC} ，电阻等于线性有源单口网络变成无源单口网络（除源）后的等效电阻 R_0 ，该电路模型称为诺顿等效电路。

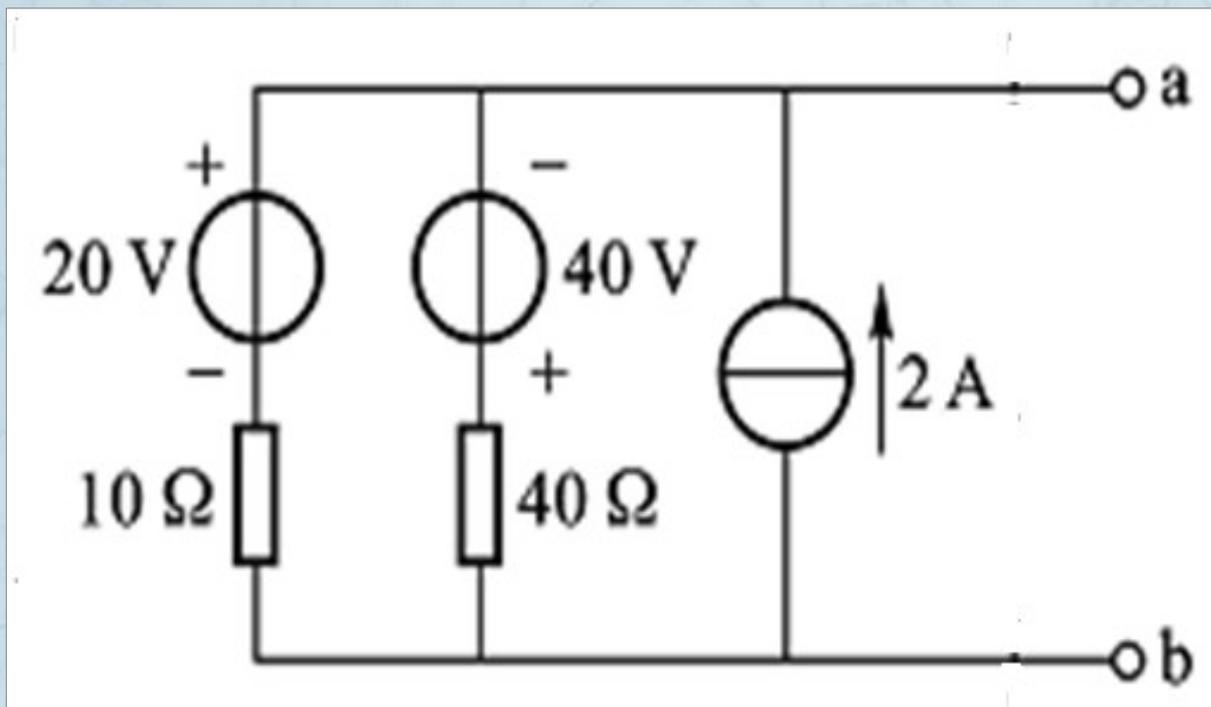


2. 诺顿定理



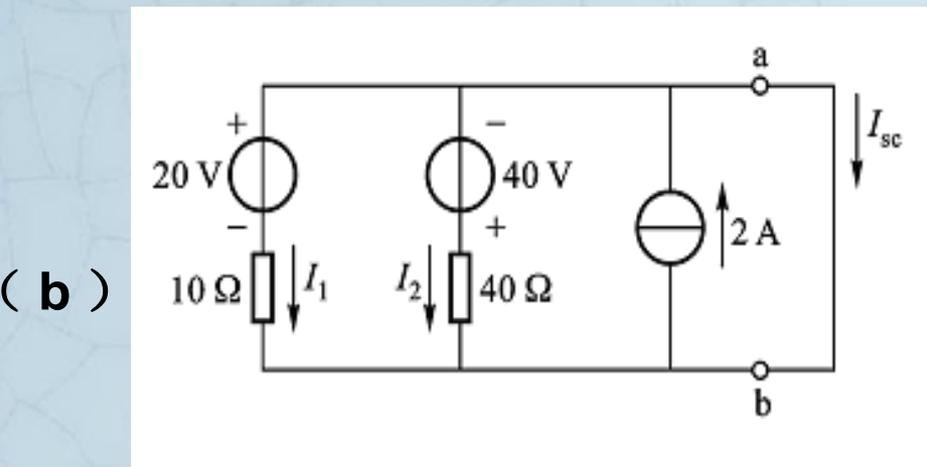
2. 诺顿定理

例．求如图 (a) 所示有源单口网络的诺顿等效电路。



2. 诺顿定理

解 (1) 根据诺顿定理, 将 a 两端短路, 求短路电流 I_{sc} , 如图 (b) 所示。设电流 I_1 和 I_2 如图所示。因为 $U_{ab}=0$, 有

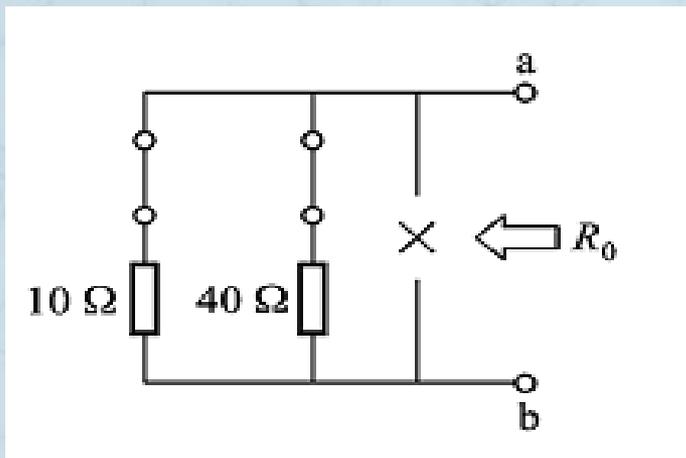


$$\begin{aligned} 20 + 10I_1 &= 0 \\ -40 + 40I_2 &= 0 \end{aligned}$$

得 $I_1 = -2A$, $I_2 = 1A$,

有根据结点 a 的 KCL 有
 $I_{SC} = 3A$,

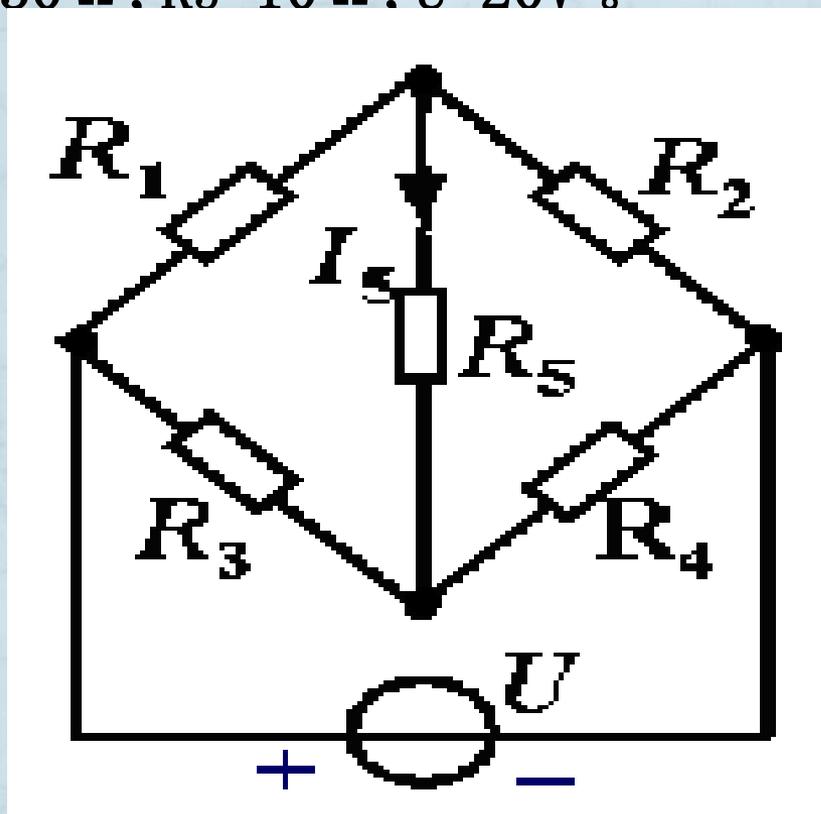
(2) 作出相应的无源单口网络
如图 (c) 所示, 其等效电阻为



$$R_O = \frac{10 \ 40}{10 + 40} \Omega = 80\Omega$$

2. 诺顿定理

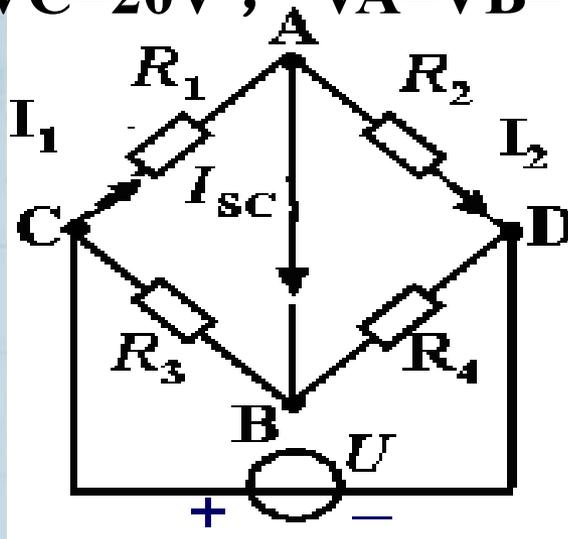
例 用诺顿定理求下图 (a) 中流过电阻 R_5 电流 I_5 。已知：
 $R_1=30\ \Omega$, $R_2 = 60\ \Omega$, $R_3 =$
 $60\ \Omega$, $R_4=30\ \Omega$. $R_5=10\ \Omega$. $U=20V$ 。



(a)

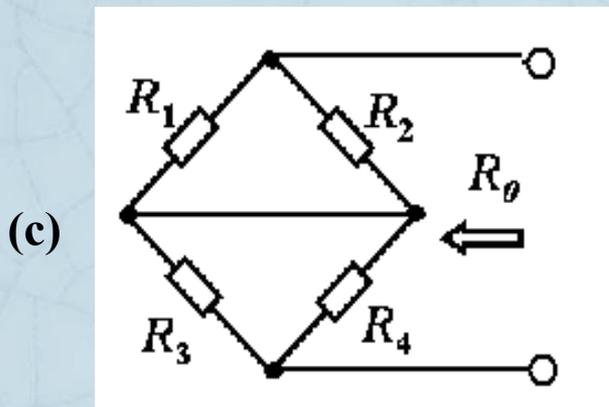
2. 诺顿定理

解 求短路电流。如图 (b) 所示
设 D 点为参考点, $V_D = 0V$, 则可得
 $V_C = 20V$, $V_A = V_B = 10V$ 。



$$I_1 = \frac{V_C - V_A}{R_1} = \frac{20 - 10}{30} = \frac{1}{3} A$$

$$I_2 = \frac{V_A - V_D}{R_2} = \frac{10 - 0}{60} = \frac{1}{6} A \Rightarrow I_{SC} = I_1 - I_2 = \frac{1}{6} A$$

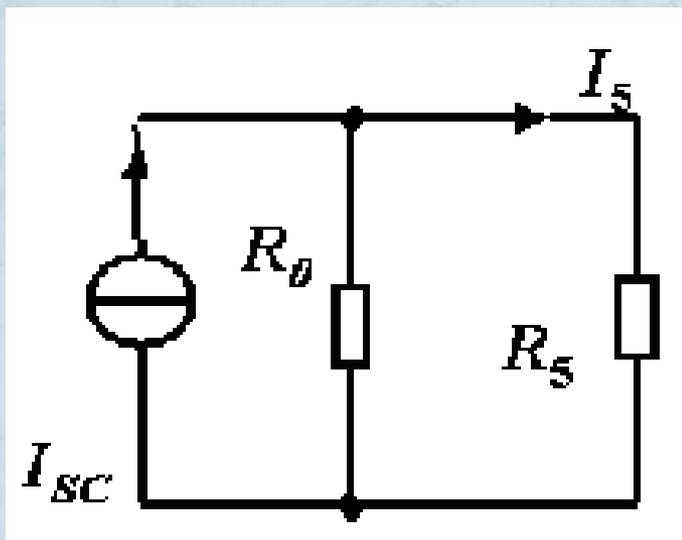


求等效电阻。如图 (c) 所示

$$R_0 = R_1 // R_2 + R_3 // R_4 = 40\Omega$$

2. 诺顿定理

诺顿等效电路如图 (d) 所示



(d)

$$I_5 = I_{SC} \times \frac{R_O}{R_S + R_O} = \frac{1}{6} \times \frac{40}{10 + 40} = \frac{2}{15} \text{ A}$$