第2章 电路的分析方法

2.1 电阻的串联和并联

2.2 电压源与电流源及其等效变换

2.3 支路电流法

2.4 节点电压法

2.5 叠加原理

2.6 等效电源定理

第2章 电路的分析方法

本章要求：

1. 熟练掌握节点电压法、叠加原理和戴维南定理等电路的基本分析方法；

2. 熟练掌握等效电阻的计算；

3. 掌握实际电源的两种模型及其等效变换；

4. 掌握用支路电流法、诺顿定理分析电路。

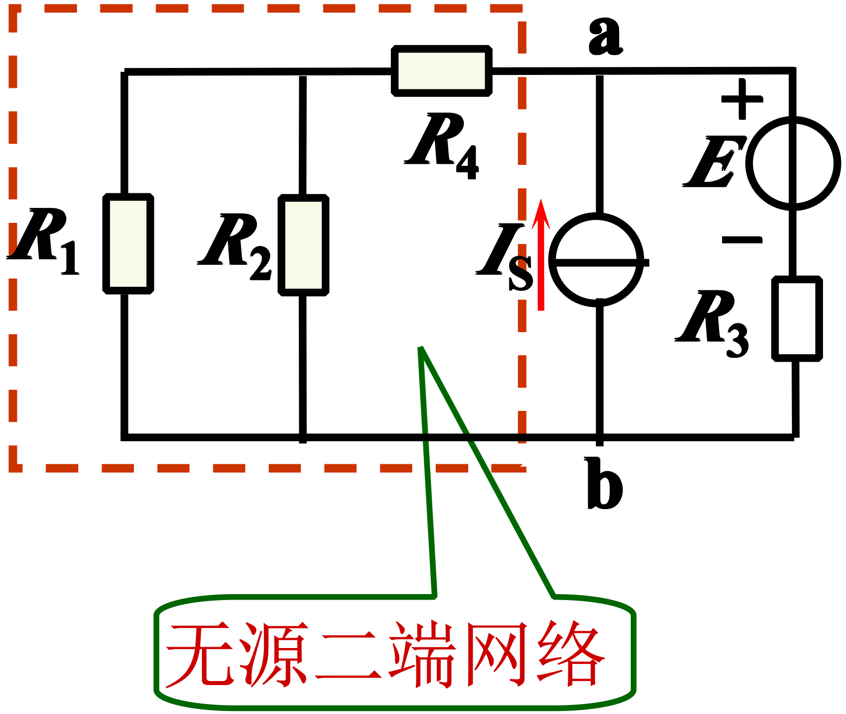
2.1 电阻串联和并联

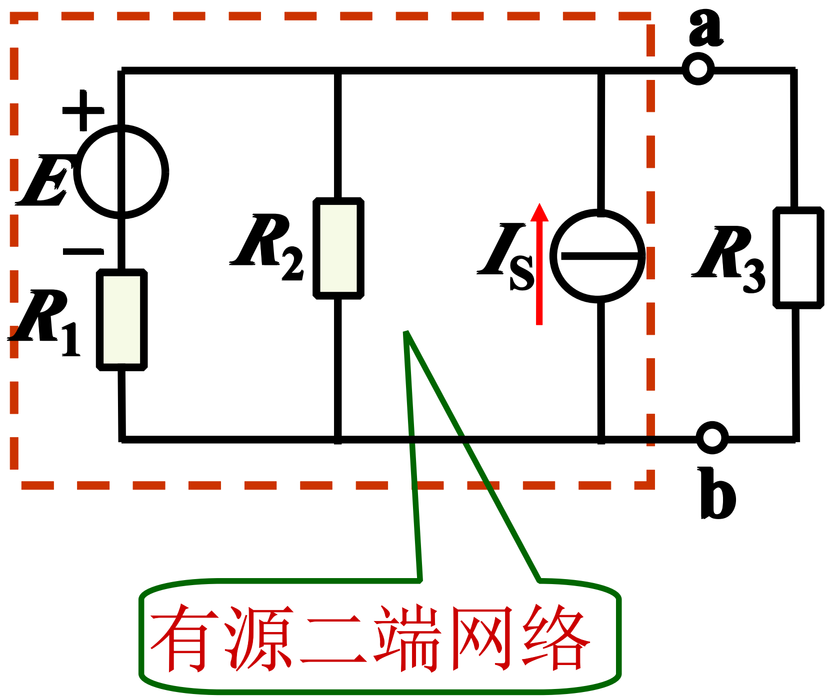
二端网络的概念：

二端网络：具有两个出线端的部分电路。

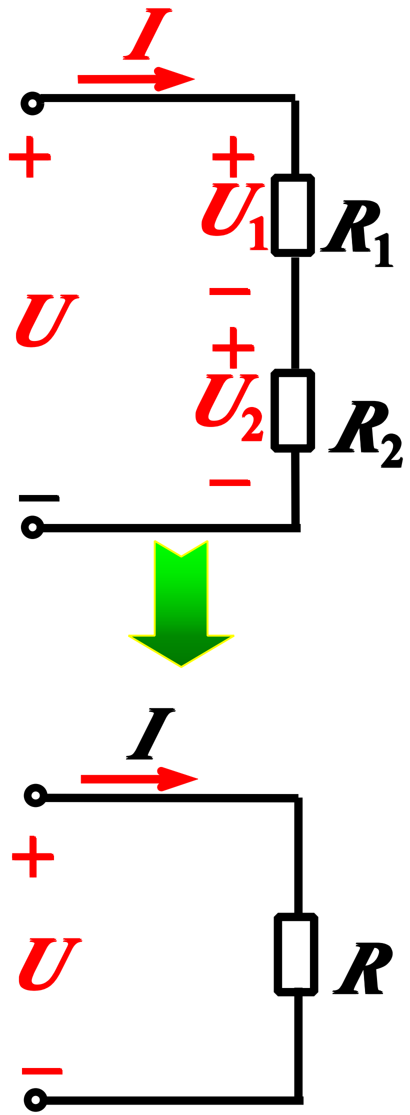
无源二端网络：二端网络中没有电源。

有源二端网络：二端网络中含有电源。





2.1.1 电阻的串联



特点:

(1)各电阻一个接一个地顺序相联;

(2)各电阻中通过同一电流;

(3)等效电阻等于各电阻之和;

$$R=R_1+R_2$$

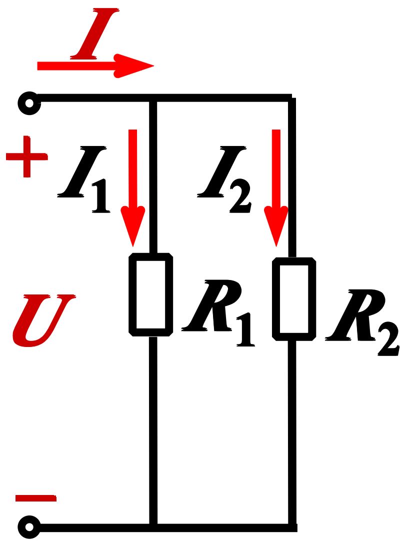
(4)串联电阻上电压的分配与电阻成正比。

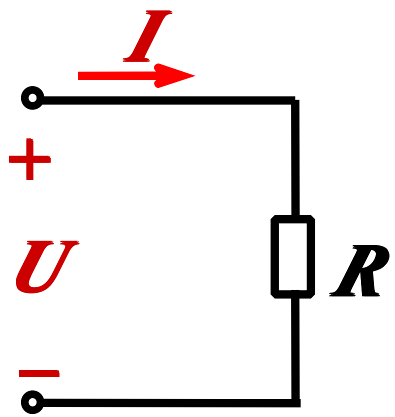
两电阻串联时的分压公式:

$$U_1=\frac{R_1}{R_1+R_2}U \qquad U_2=\frac{R_2}{R_1+R_2}U$$

应用:降压、限流、调节电压等。

2.1.2 电阻的并联





特点:

(1)各电阻联接在两个公共的节点之间；

(2)各电阻两端的电压相同；

(3)等效电阻的倒数等于各电阻倒数之和；

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$$

(4)并联电阻上电流的分配与电阻成反比。

两电阻并联时的分流公式:

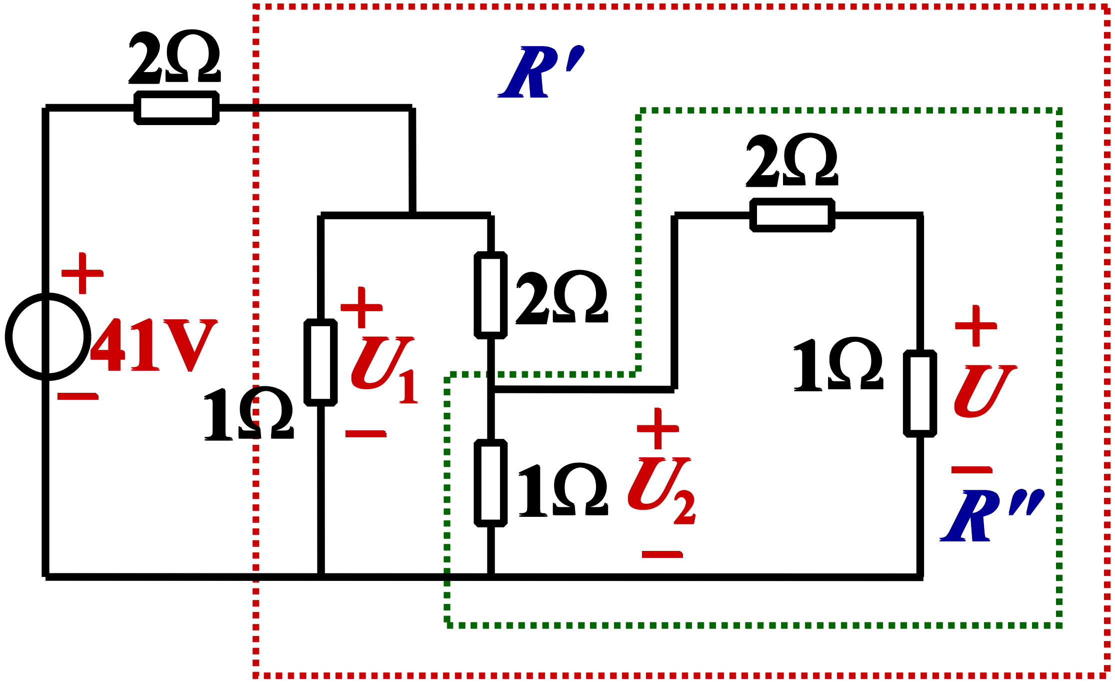
$$I_1=\frac{R_2}{R_1+R_2}I \qquad I_2=\frac{R_1}{R_1+R_2}I$$

应用：分流、调节电流等。

2.1.3 电阻混联电路的计算

例：电路如图，求U=?

解：



$$R''=\frac{3}{4}\Omega$$

$$R'=\frac{11}{15}\Omega$$

$$U_1=\frac{R'}{2+R'}\times 41$$

$$=11\text{V}$$

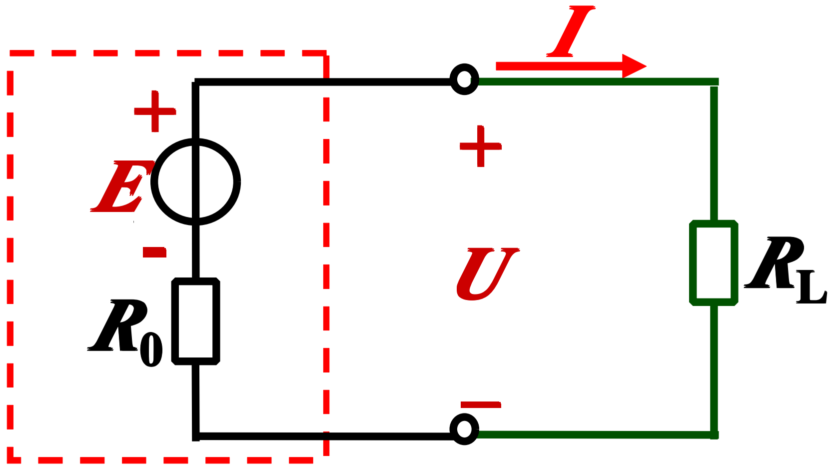
$$U_2=\frac{R''}{2+R''}\times U_1=3\text{V}$$

得 $$U=\frac{1}{2+1}\times U_2=1\text{V}$$

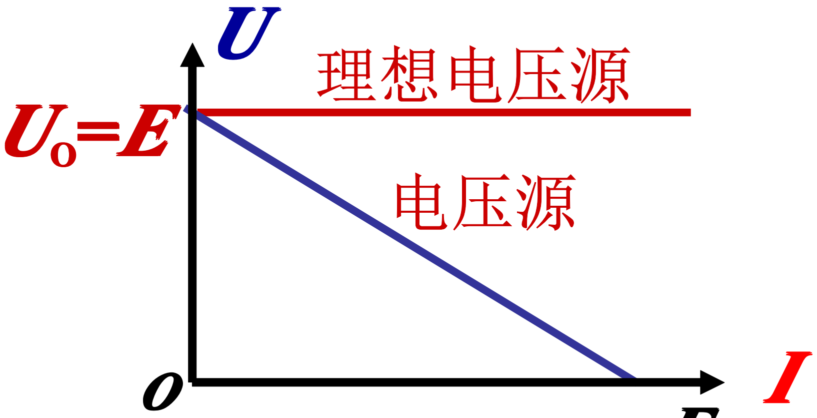
2.2 电源的两种模型及其等效变换

2.2.1 电压源模型

电压源模型是由理想电压源和内阻 R_0 串联的电路模型。



电压源模型



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

电压源的外特性

由上图电路可得:

$$U = E - IR_0$$

若 $R_0 = 0$

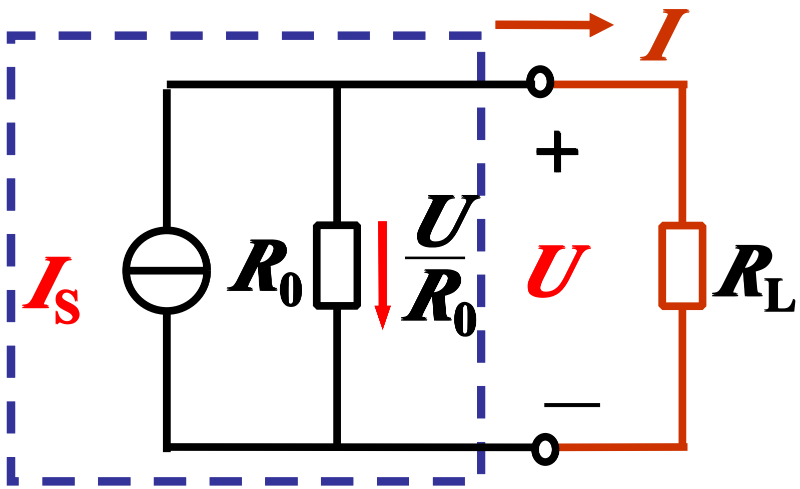
理想电压源： $U \equiv E$

若 $R_0 << R_L$， $U \approx E$，

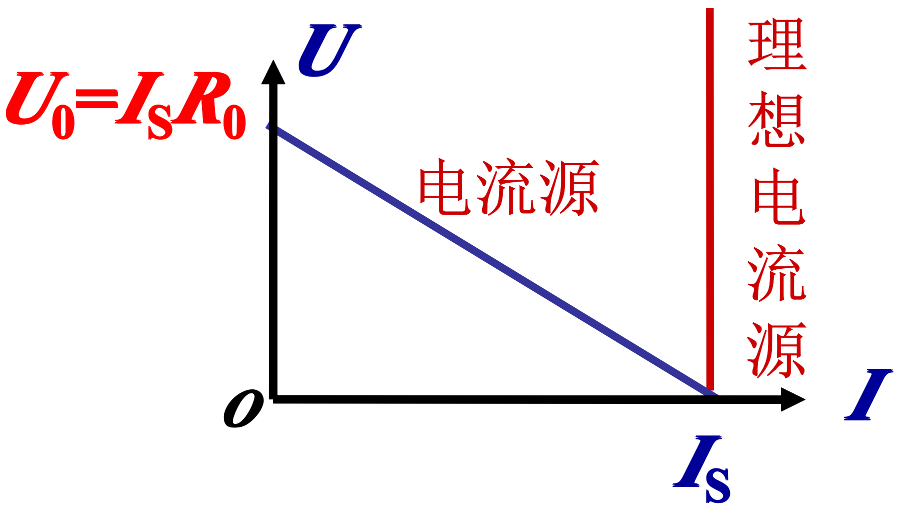
可近似认为是理想电压源。

2.2.2 电流源模型

电流源模型是由理想电流源和内阻 R_0 并联的电路模型。



电流源模型



电流源的外特性

由上图电路可得:

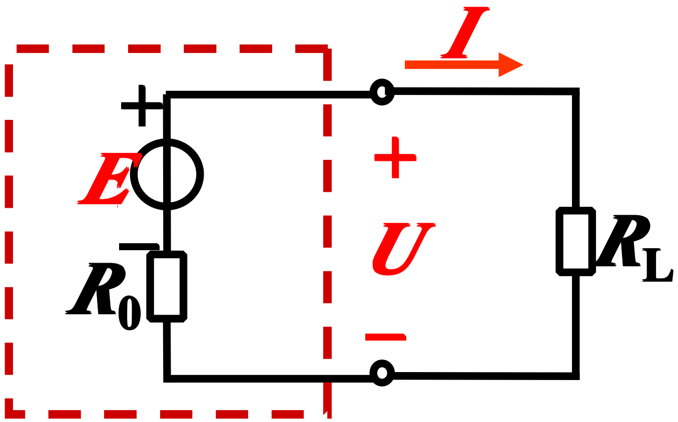
$$I = I_S - \frac{U}{R_0}$$

若 $R_0 = \infty$

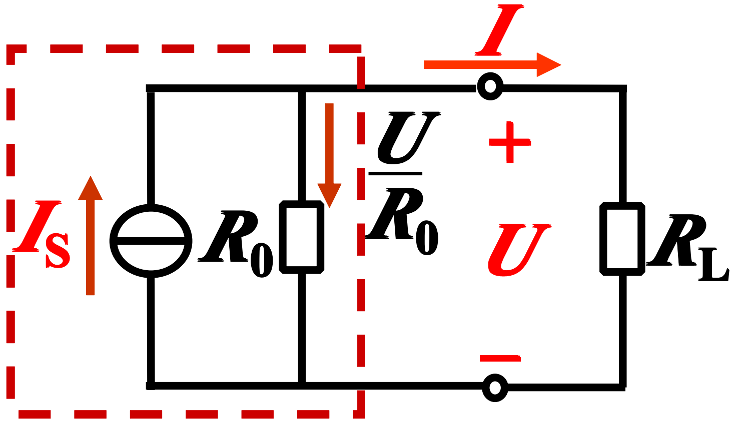
理想电流源：$I \equiv I_S$

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

2.2.3 电源两种模型之间的等效变换



电压源



电流源

由图a:

$$U = E - IR_0$$

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

由图b: $I = I_s - \dfrac{U}{R_0}$

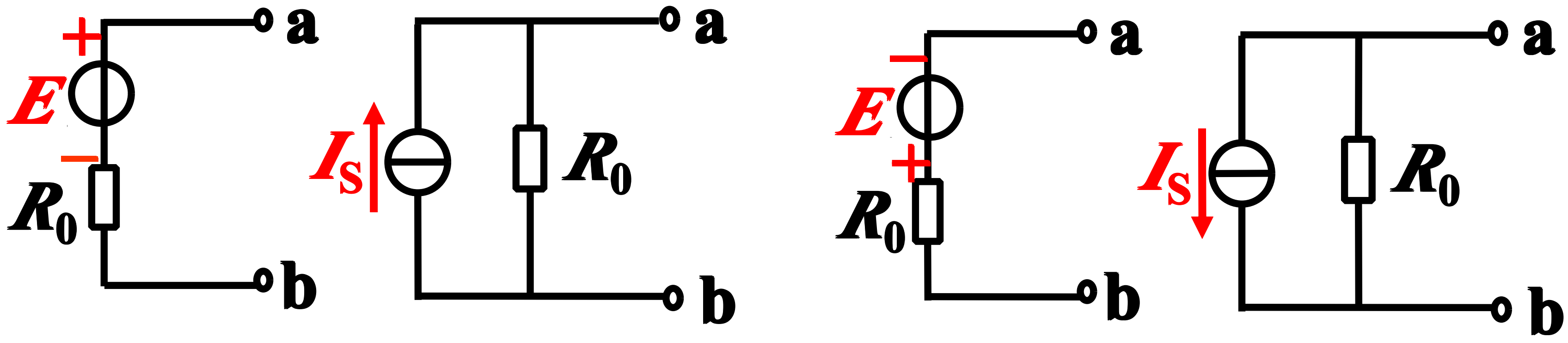
$$U = I_s R_0 - IR_0$$

等效变换公式: $\begin{cases} E = I_S R_0 \\ I_S = \dfrac{E}{R_0} \end{cases}$ 内阻相同。

注意事项:

(1) 电压源和电流源的等效关系只对外电路而言，对电源内部则是不等效的。

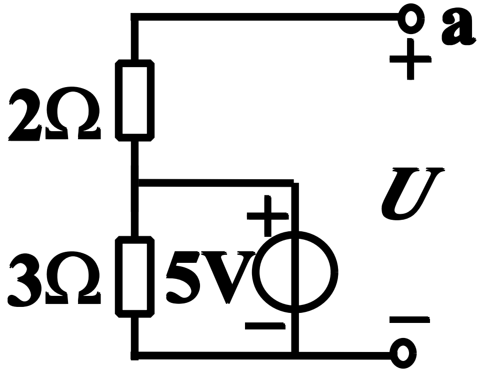
(2) 等效变换时，两电源的参考方向要一一对应。



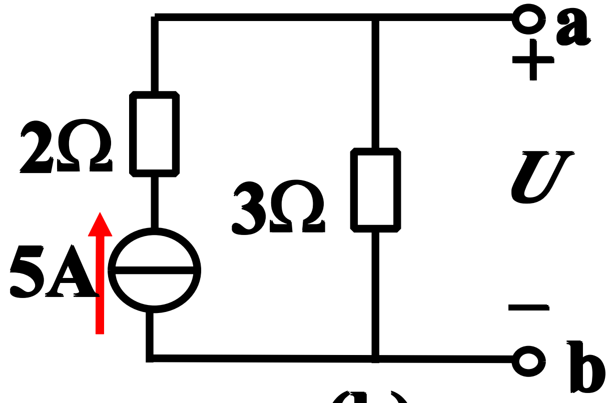
(3) 理想电压源与理想电流源之间无等效关系。

(4) 任何一个电动势 E 和某个电阻 R 串联的电路，都可化为一个电流为 I_S 和这个电阻并联的电路。

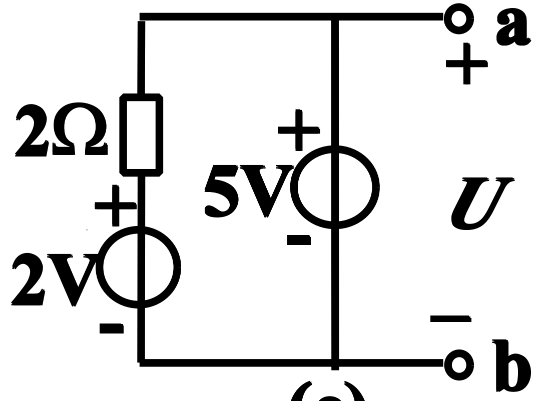
例1：求下列各电路的等效电源。



(a)

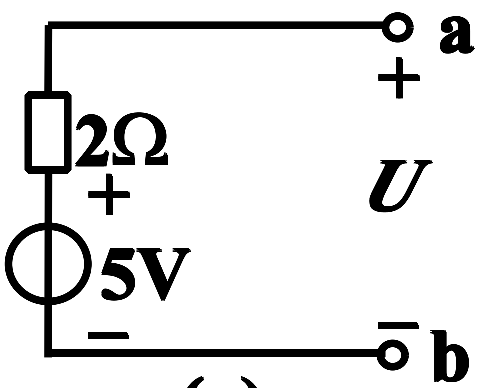


(b)

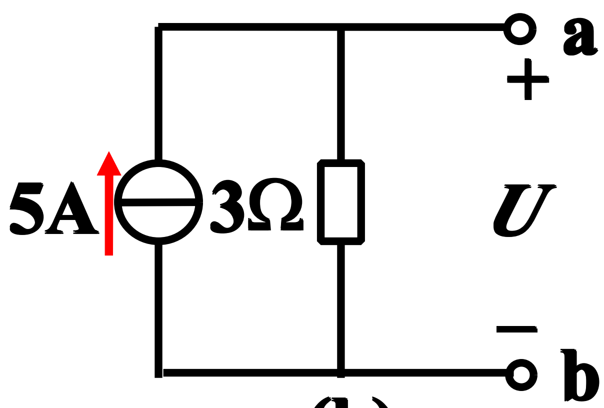


(c)

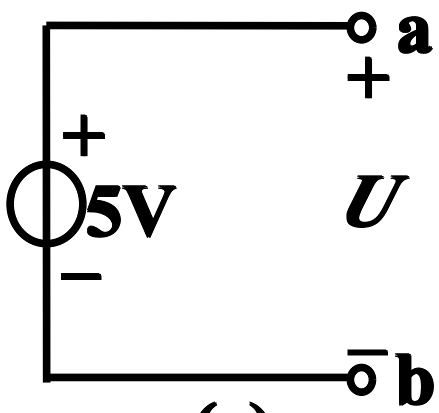
解:



(a)

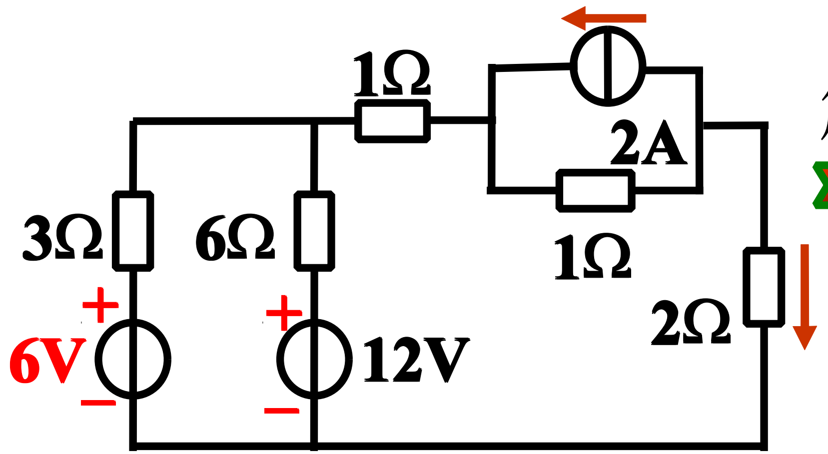


(b)



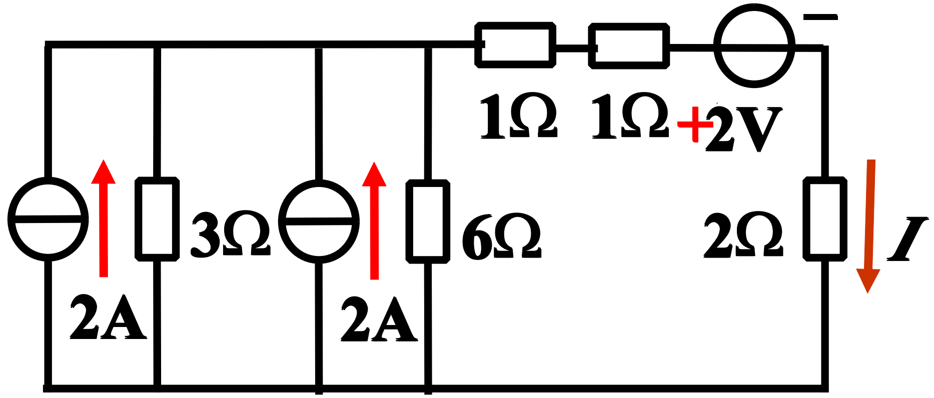
(c)

例2：试用电压源与电流源等效变换的方法计算2Ω电阻中的电流。

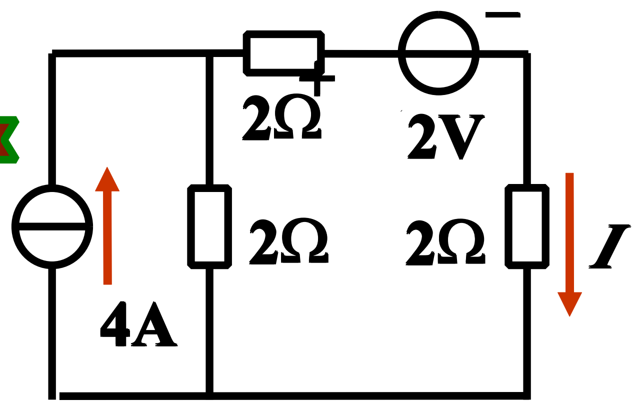


(a)

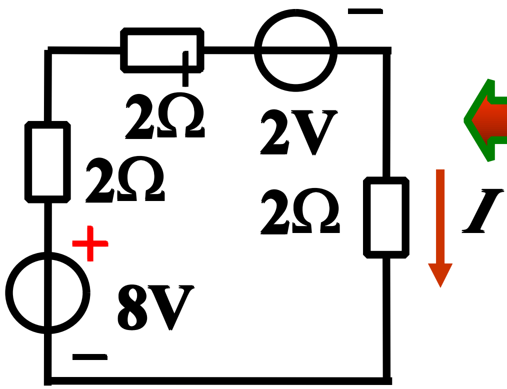
解：



(b)



(c)

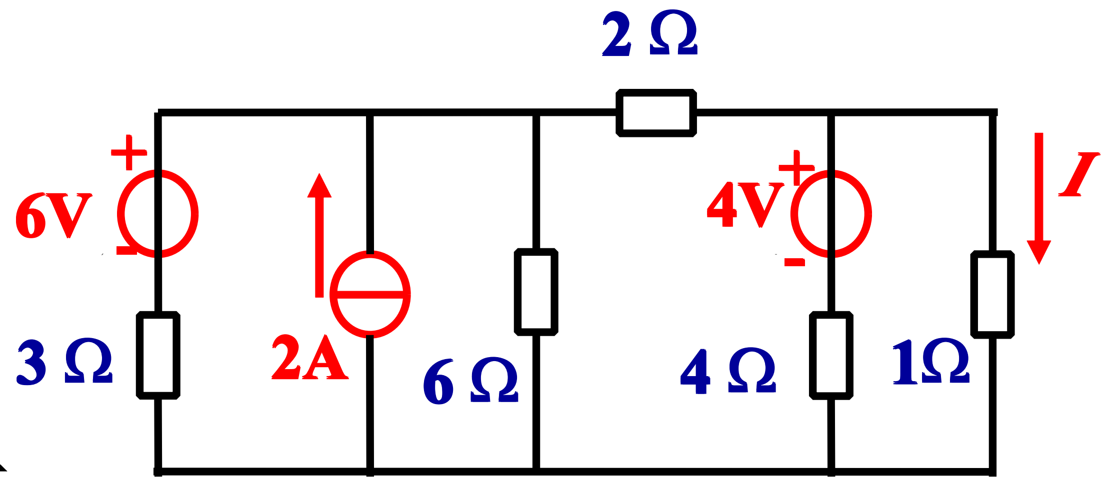


(d)

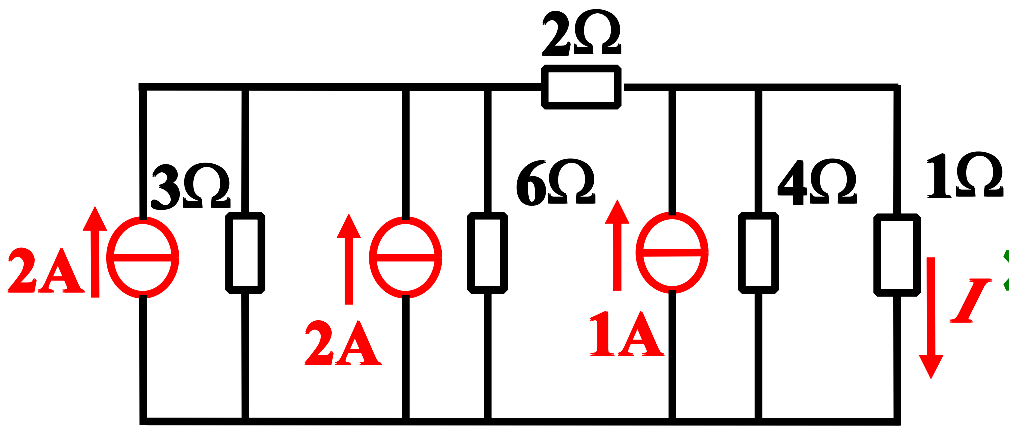
由图(d)可得

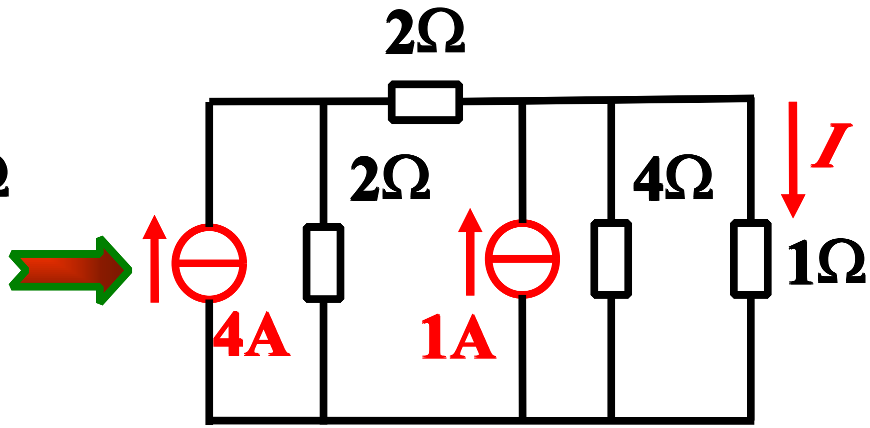
$$I = \frac{8-2}{2+2+2}\text{A} = 1\text{A}$$

例3：试用电压源与电流源等效变换的方法计算图示电路中1 Ω电阻中的电流。

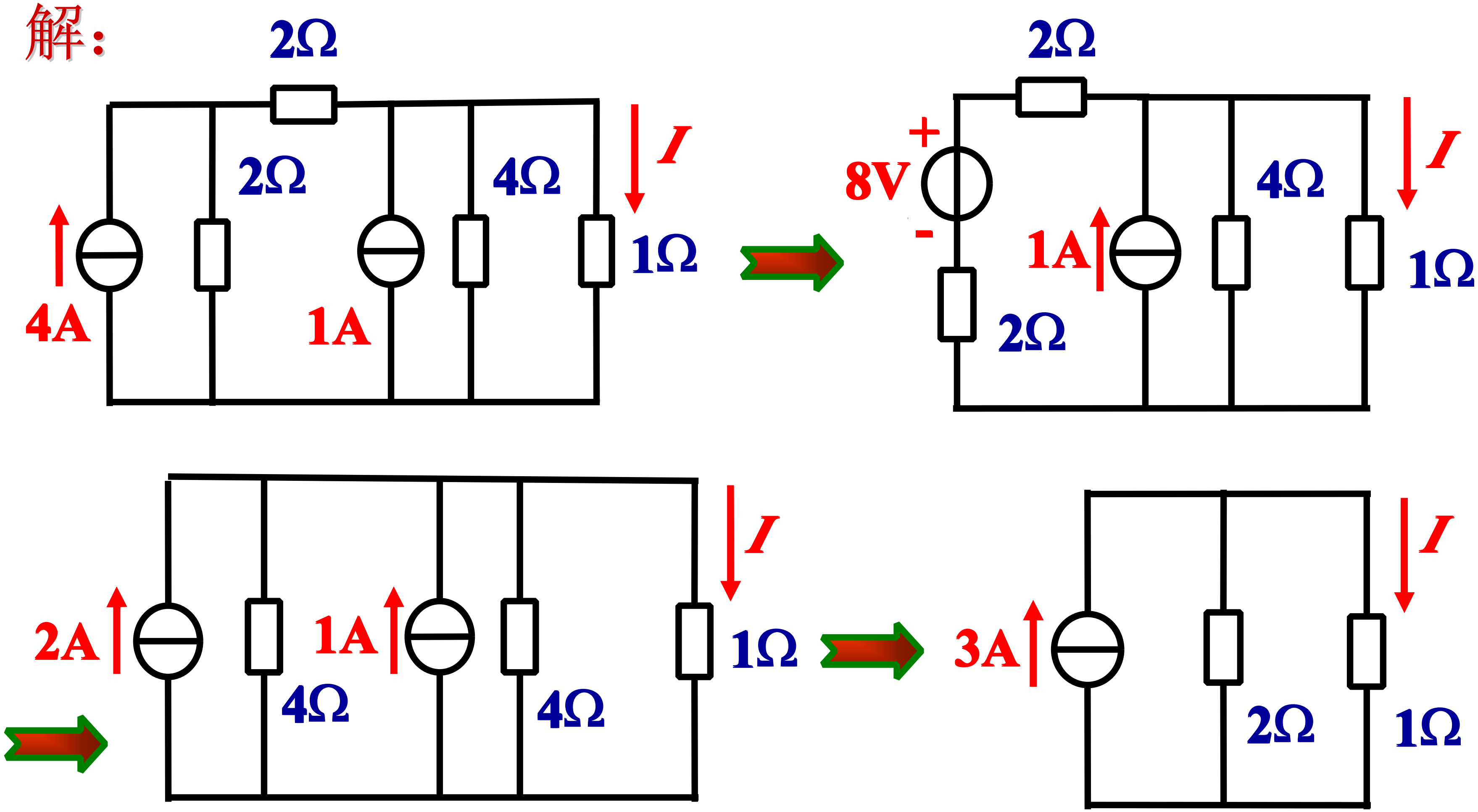


解：统一电源形式





解：



$$\boxed{I = \frac{2}{2+1} \times 3\text{A} = 2\text{A}}$$

2.3 支路电流法

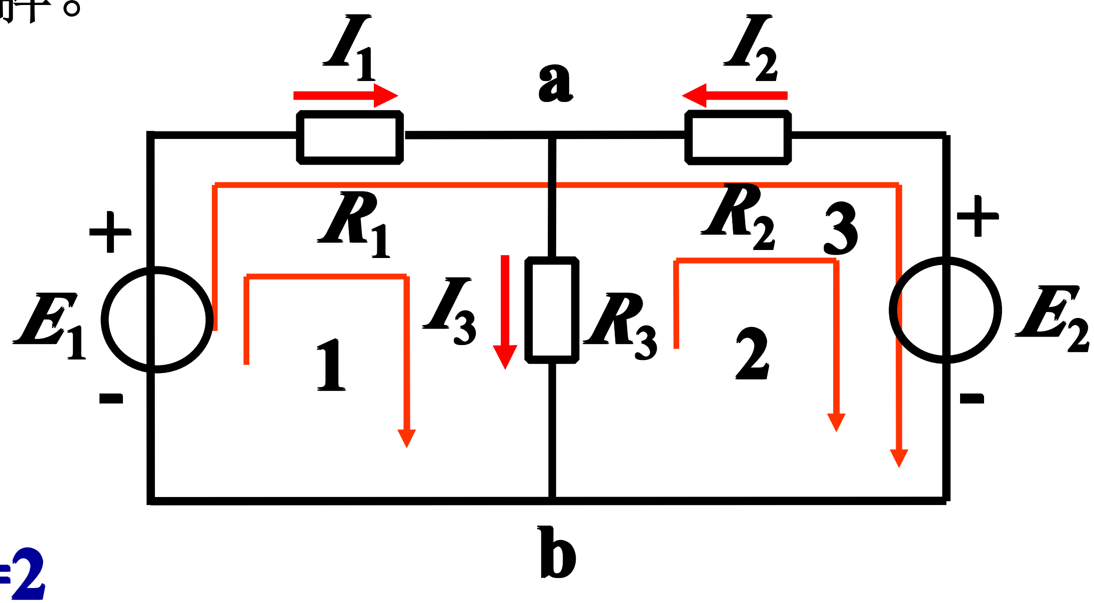
支路电流法：

以支路电流为未知量、应用基尔霍夫定律（**KCL**、**KVL**）列方程组求解。

对图示电路

支路数： ***b*=3**

节点数：***n*=2**



回路数 = 3

单孔回路（网孔）=2

若用支路电流法求各支路电流，应列出三个方程。

支路电流法的解题步骤:

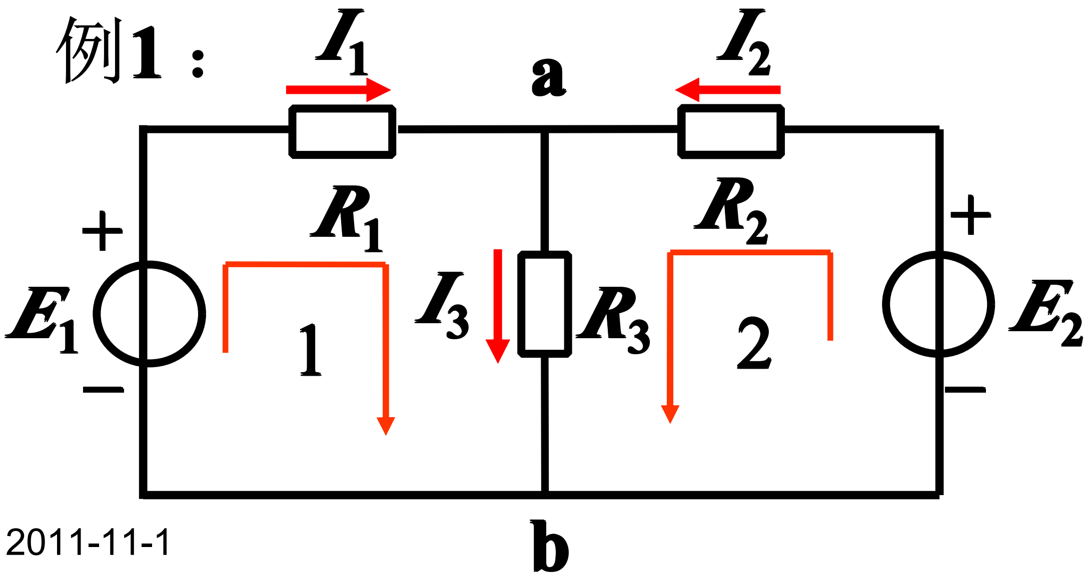
1. 在图中标出各支路电流的参考方向，对选定的回路标出回路绕行方向。

2. 用 **KCL** 对节点列出 **(** n**-1)**个独立的节点电流方程。

3. 用 **KVL** 对回路列出 b**-(** n**-1)** 个独立的回路电压方程(通常可取网孔列出)。

4. 联立求解 b 个方程，求出各支路电流。

例**1**：



对节点 **a**:

$$I_1+I_2-I_3=0$$

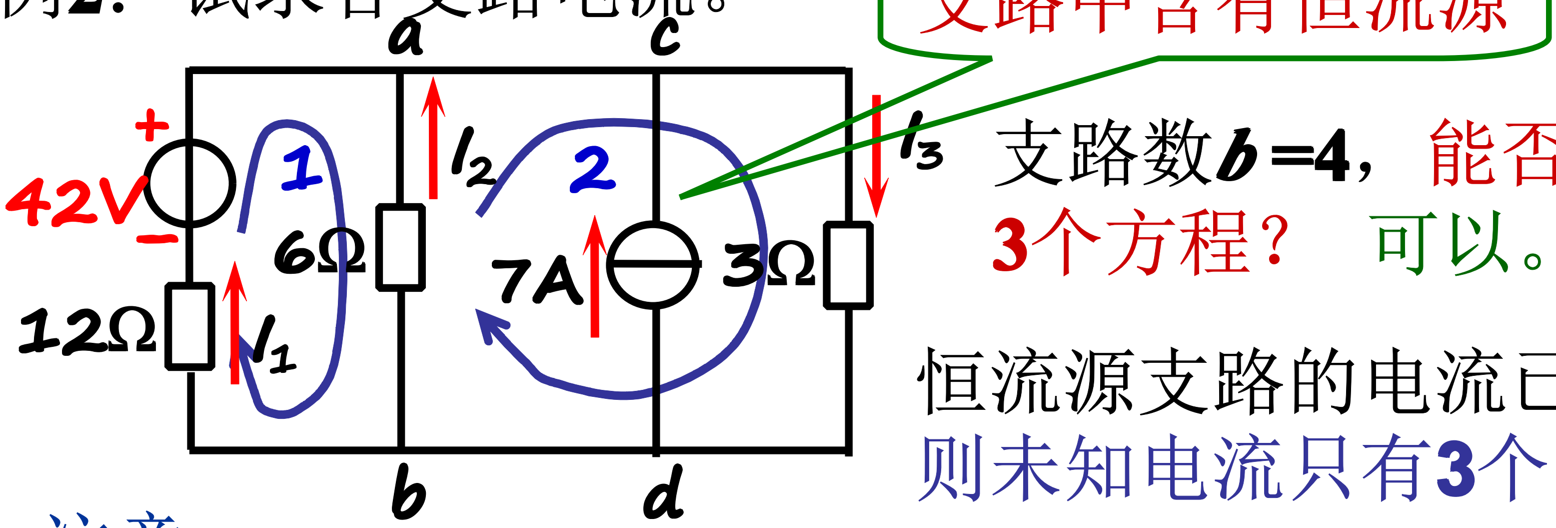
对网孔**1**:

$$I_1 R_1+I_3 R_3=E_1$$

对网孔**2**:

$$I_2 R_2+I_3 R_3=E_2$$

例2：试求各支路电流。



支路数b=4，能否只列3个方程？ 可以。

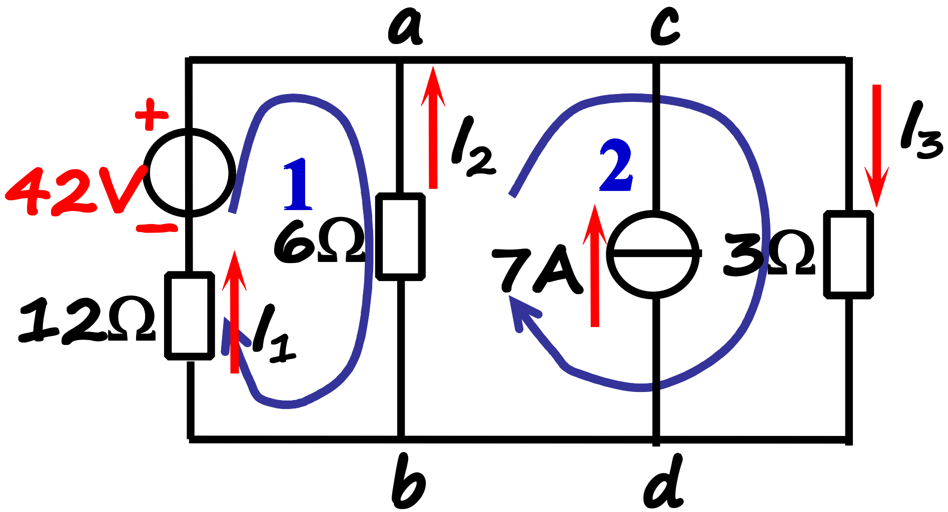
恒流源支路的电流已知，则未知电流只有3个。

注意：

(1) 当支路中含有恒流源时，若在列**KVL**方程时，所选回路中不包含恒流源支路，这时，电路中有几条支路含有恒流源，则可少列几个**KVL**方程。

(2) 若所选回路中包含恒流源支路，则因恒流源两端的电压未知，所以，有一个恒流源就出现一个未知电压，因此，在此种情况下不可少列**KVL**方程。

例2：试求各支路电流。



支路中含有恒流源。

支路数b=4，但恒流源支路的电流已知，则未知电流只有3个，所以可只列3个方程。

当不需求a、c和b、d间的电流时，(a、c)(b、d)可分别看成一个节点。

(1) 应用KCL列节点电流方程

对节点 a： $I_1 + I_2 - I_3 = -7$

(2) 应用KVL列回路电压方程

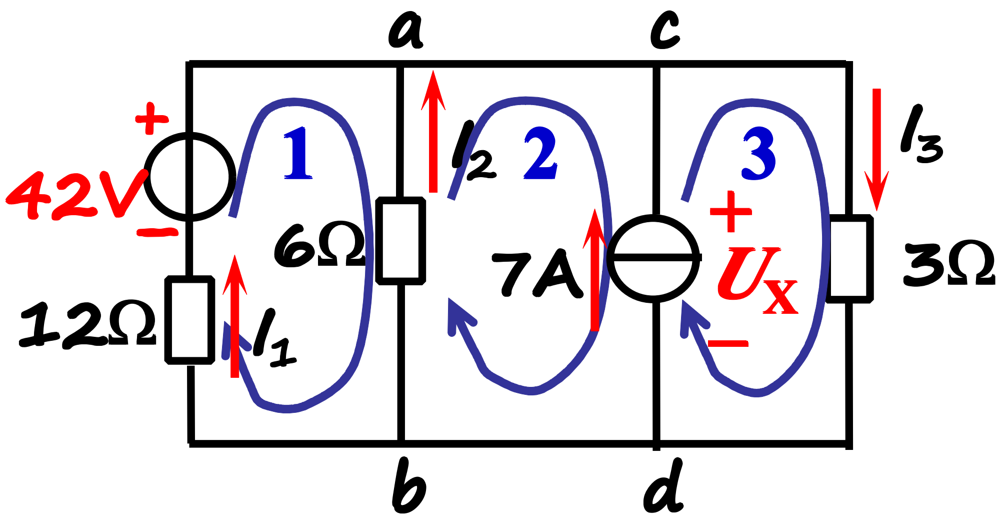
对回路1： $12I_1 - 6I_2 = 42$

对回路2： $6I_2 + 3I_3 = 0$

因所选回路不包含恒流源支路，所以，3个网孔列2个KVL方程即可。

(3) 联立解得：I_1= 2A， I_2= –3A， I_3=6A

例2：试求各支路电流。



支路数b=4，且恒流源支路 的电流已知。

选网孔为独立回路。

因所选回路中包含恒流源支路，而恒流源两端的电压未知，所以要设一个未知量。

(1) 应用**KCL**列节点电流方程

对节点 **a**： $I_1 + I_2 - I_3 = -7$

(2) 应用**KVL**列回路电压方程

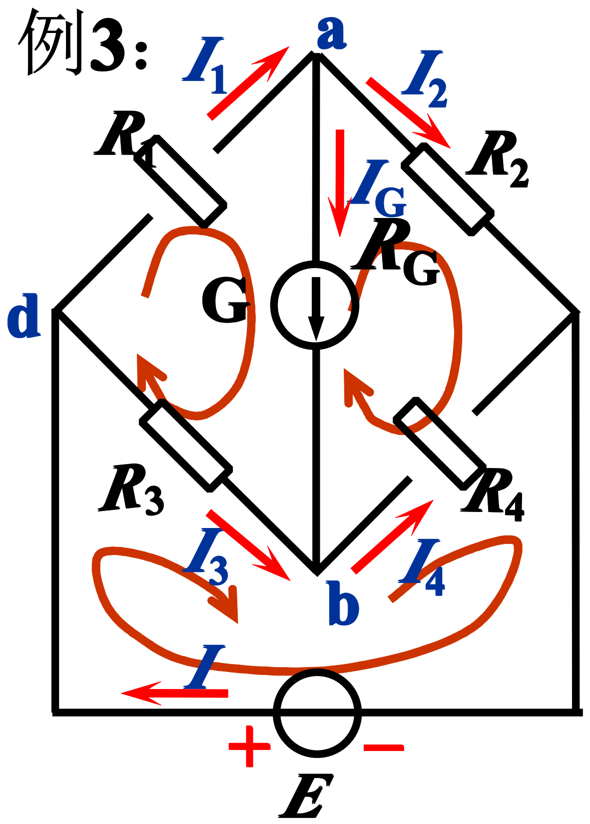
对回路**1**： $12I_1 - 6I_2 = 42$

对回路**2**： $6I_2 + U_X = 0$

对回路**3**： $-U_X + 3I_3 = 0$

(3) 联立解得：$I_1 = 2\text{A}$， $I_2 = -3\text{A}$， $I_3 = 6\text{A}$

例3：



试求检流计中的电流I_G。

因支路数 b=6，所以要列6个方程。

(1) 应用KCL列(n-1)个节点电流方程

对节点 a： $I_1 - I_2 - I_G = 0$

对节点 b： $I_3 - I_4 + I_G = 0$

对节点 c： $I_2 + I_4 - I = 0$

(2) 应用KVL选网孔列回路电压方程

对网孔abda： $I_G R_G - I_3 R_3 + I_1 R_1 = 0$

对网孔acba： $I_2 R_2 - I_4 R_4 - I_G R_G = 0$

对网孔bcdb： $I_4 R_4 + I_3 R_3 = E$

(3) 联立解出 I_G

支路电流法是电路分析中最基本的方法之一，但当支路数较多时，所需方程的个数较多，求解不方便。

2.4 节点电压法

节点电压的概念：

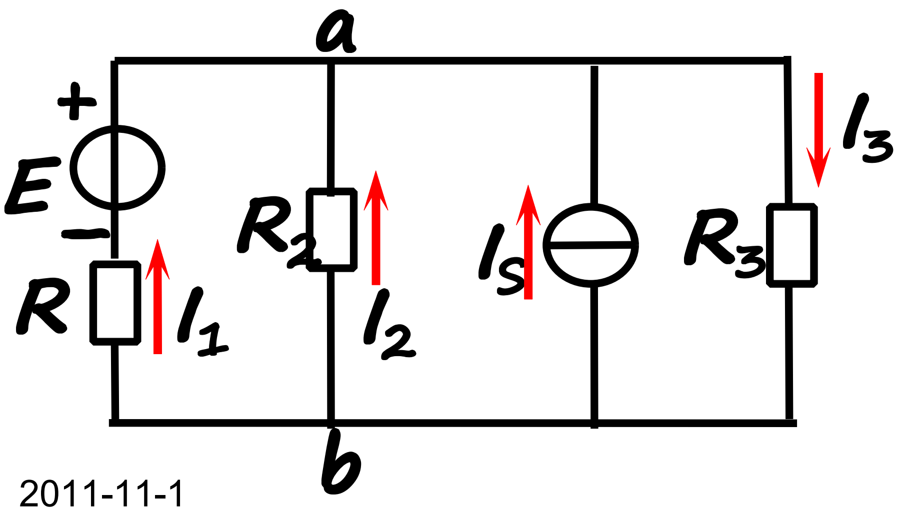
节点对参考点的电压，称为节点电压。

节点电压的参考方向从节点指向参考节点。

节点电压法：以节点电压为变量，根据**KCL**列方程求解的方法。

在求出节点电压后，便可求各支路的电流或电压。

节点电压法适用于支路数较多，节点数较少的电路。

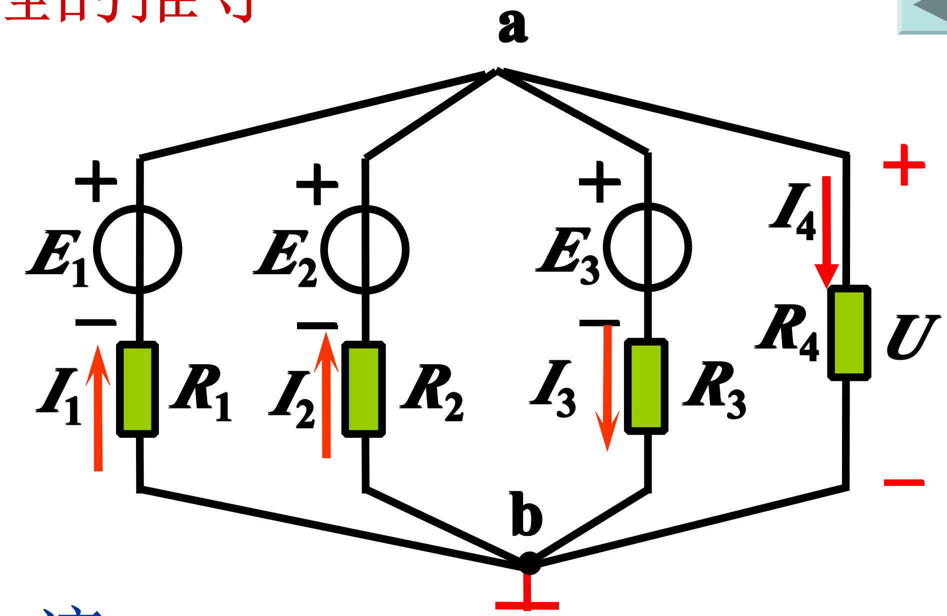


图示电路中只含有两个节点，若设 **b** 为参考节点，则电路中只有一个未知的节点电压。

只有一个独立节点电压方程的推导

设： $V_b = 0\ \text{V}$

节点电压为 U，参考方向从 a 指向 b。



1. 用KCL对节点 a 列方程

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

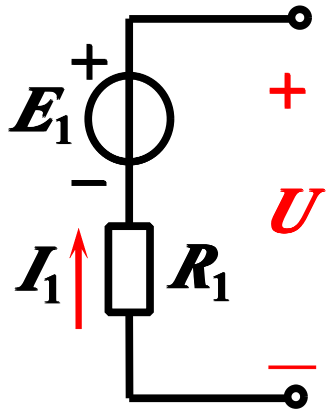
2. 应用欧姆定律求各支路电流

$$I_2 = \frac{E_2 - U}{R_2}$$

因为 $U = E_1 - I_1 R_1$

$$I_3 = \frac{-E_3 + U}{R_3} \qquad I_4 = \frac{U}{R_4}$$

所以 $I_1 = \dfrac{E_1 - U}{R_1}$



将各电流代入KCL方程则有

$$\frac{E_1-U}{R_1}+\frac{E_2-U}{R_2}-\frac{-E_3+U}{R_3}-\frac{U}{R_4}=0$$

整理得

$$U=\frac{\dfrac{E_1}{R_1}+\dfrac{E_2}{R_2}+\dfrac{E_3}{R_3}}{\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{1}{R_3}+\dfrac{1}{R_4}}$$

即节点电压公式

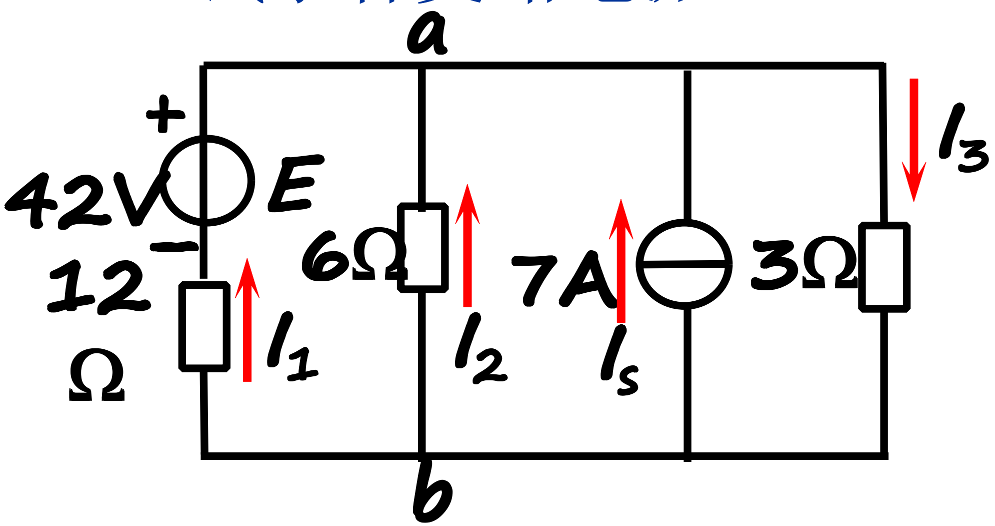
$$U=\frac{\sum\dfrac{E}{R}}{\sum\dfrac{1}{R}}$$

注意：(1) 上式仅适用于一个独立节点的电路。

(2) 分母是各支路电导之和, 恒为正值； 分子中各项可以为正，也可以为负。

(3) 当电动势E与节点电压的参考方向相反时取正号，相同时则取负号，而与各支路电流的参考方向无关。

例1：试求各支路电流。



解：(1) 求节点电压 U_{ab}

电路中有一条支路是理想电流源，故节点电压的公式要改为

$$U_{ab}=\frac{\dfrac{E}{R}+I_S}{\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{1}{R_3}}$$

I_S与U_{ab}的参考方向相反取正号，反之取负号。

$$\therefore\ U_{ab}=\frac{\dfrac{42}{12}+7}{\dfrac{1}{12}+\dfrac{1}{6}+\dfrac{1}{3}}\mathrm{V}=18\ \mathrm{V}$$

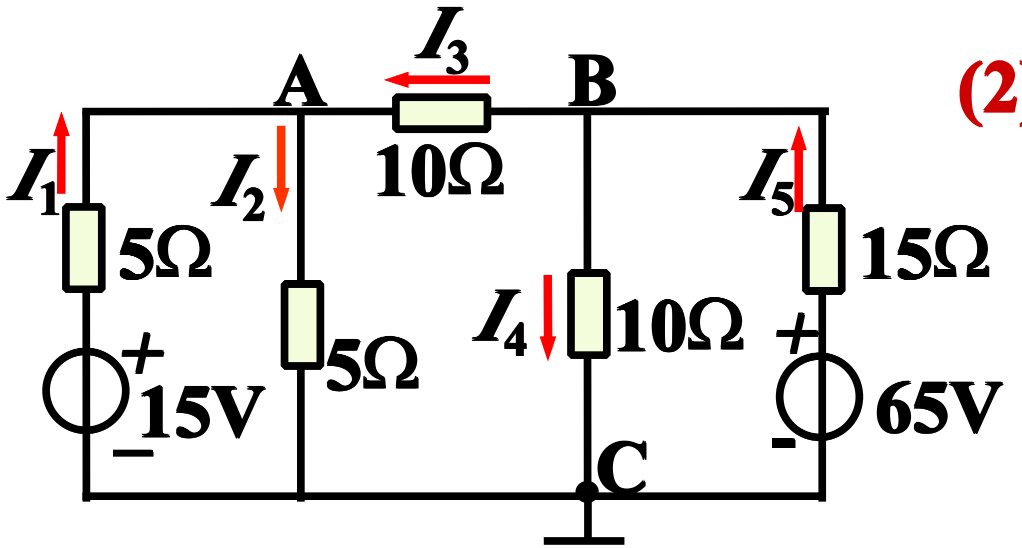
(2) 应用欧姆定律求各电流

$$I_1=\frac{42-U_{ab}}{12}=\frac{42-18}{12}\mathrm{A}=2\mathrm{A}$$

$$I_2=-\frac{U_{ab}}{6}=-\frac{18}{6}\mathrm{A}=-3\mathrm{A}$$

$$I_3=\frac{U_{ab}}{3}=\frac{18}{3}=6\mathrm{A}$$

例2：计算电路中A、B 两点的电位。C点为参考点。



(2) 应用欧姆定律求各电流

$$I_1=\frac{15-V_A}{5} \qquad I_2=\frac{V_A}{5}$$

$$I_3=\frac{V_B-V_A}{10} \qquad I_4=\frac{V_B}{10}$$

$$I_5=\frac{65-V_B}{15}$$

解：(1) 应用KCL对节点A和 B列方程

$$\begin{cases} I_1-I_2+I_3=0 \\ I_5-I_3-I_4=0 \end{cases}$$

(3) 将各电流代入KCL方程，整理后得

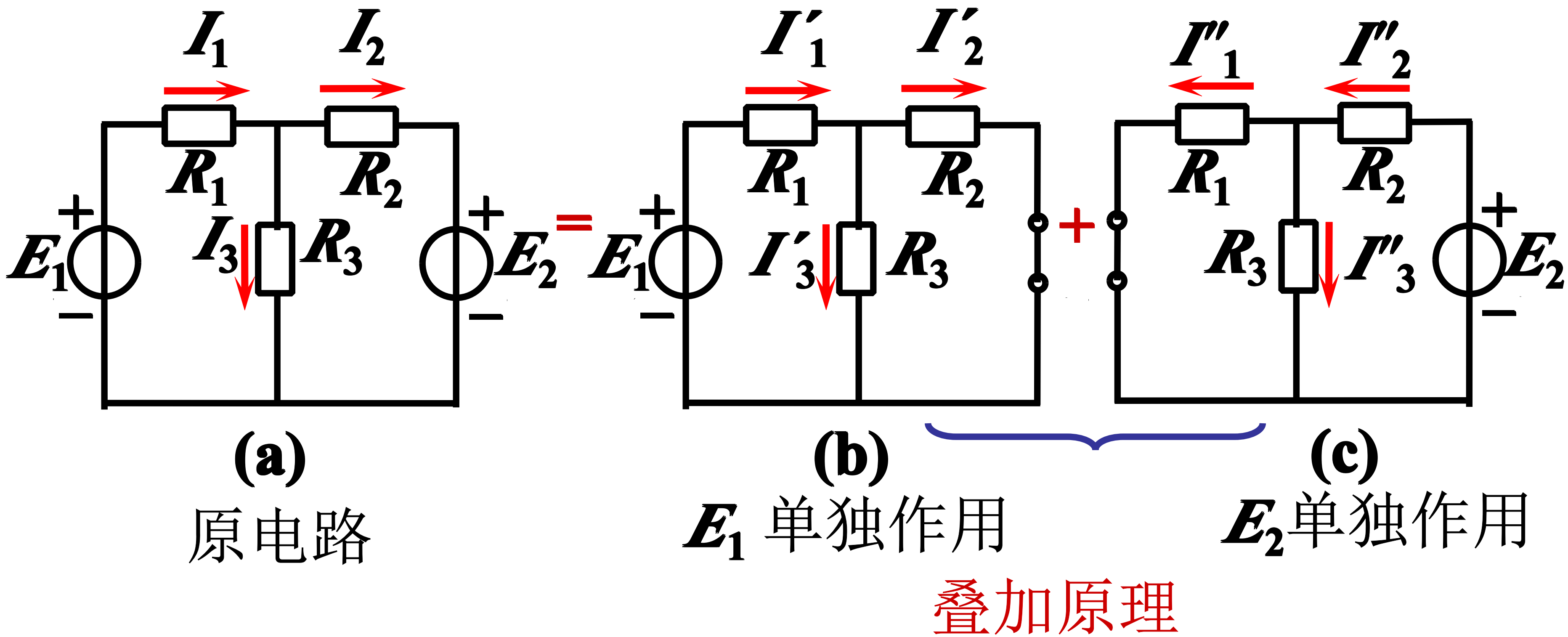
$$\begin{cases} 5V_A-V_B=30 \\ -3V_A+8V_B=130 \end{cases}$$

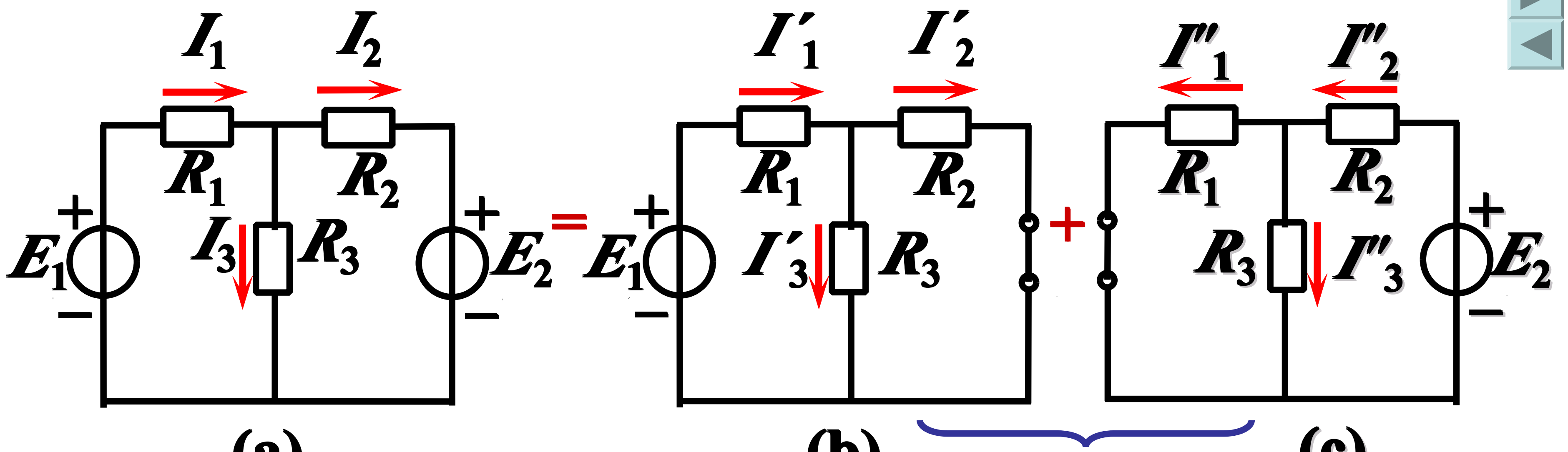
解得：$V_A=10\text{V}$

$V_B=20\text{V}$

2.5 叠加原理

定义：对于**线性电路**，任何一条支路的电流，都可以看成是由电路中各个电源（电压源或电流源）分别单独作用时，在此支路中所产生的电流的代数和。





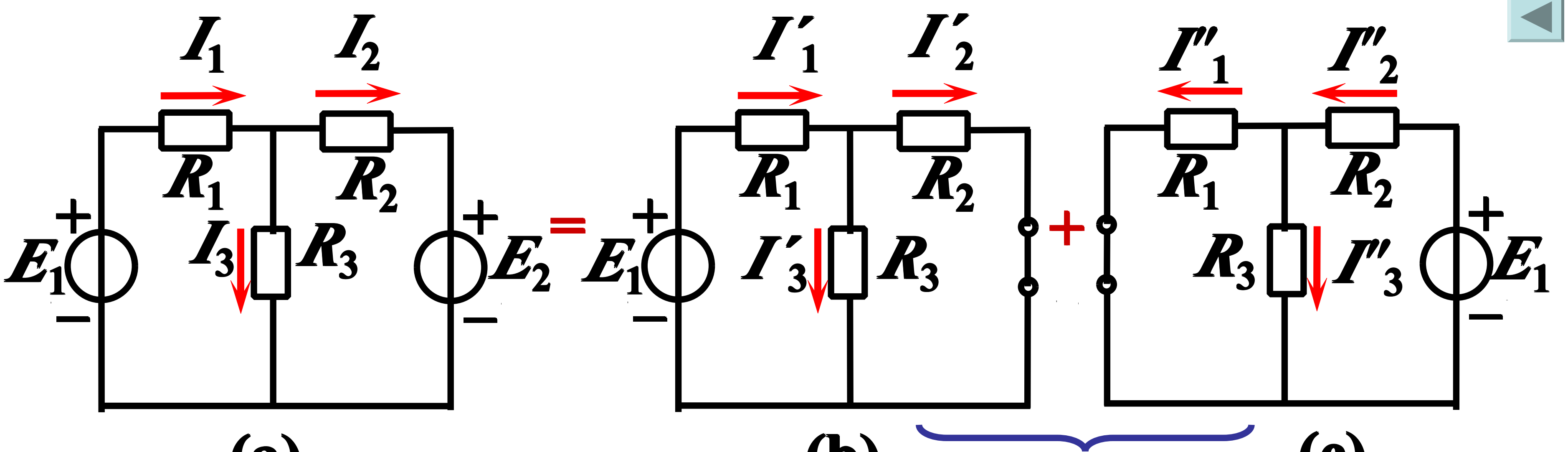
(a) 原电路　　(b) E_1 单独作用　　(c) E_2单独作用

E_1 单独作用时 (b)图

$$I'_1 = \frac{E_1}{R_1 + R_2 /\!/ R_3} = \frac{R_2 + R_3}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1} E_1$$

E_2单独作用时 (c)图

$$I''_1 = \frac{R_3}{R_1 + R_3} \times \frac{E_2}{R_2 + R_1 /\!/ R_3} = \frac{R_3}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1} E_2$$



(a) 原电路

(b) E_1 单独作用

(c) E_2单独作用

$$I_1 = \left(\frac{R_2 + R_3}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}\right)E_1 - \left(\frac{R_3}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}\right)E_2$$

同理:

$$I_2 = I_2' - I_2''$$

$$I_3 = I_3' + I_3''$$

注意事项：

① 叠加原理只适用于线性电路。

② 线性电路的电流或电压均可用叠加原理计算，但功率P不能用叠加原理计算。例：

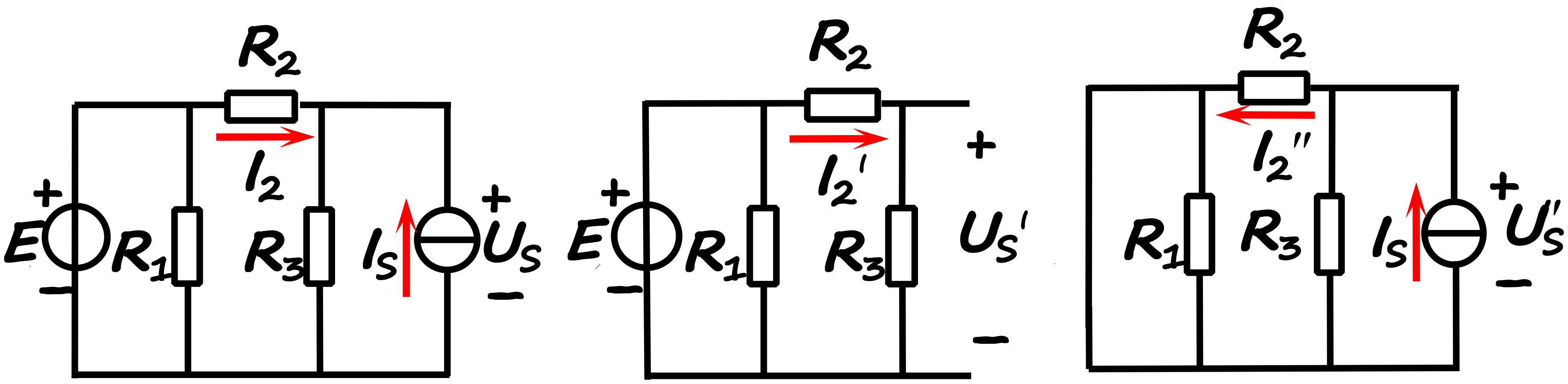
$$P_1 = I_1^2 R_1 = (I_1' + I_1'')^2 R_1 \neq I_1'^2 R_1 + I_1''^2 R_1$$

③ 不作用电源的处理：将不作用的电源置零，即 $E=0$，即将电压源处短路； $I_s=0$，即将电流源处开路 。

④ 解题时要标明各支路电流、电压的参考方向。若分电流、分电压与原电路中电流、电压的参考方向相反时，叠加时相应项前要带负号。

⑤ 应用叠加原理时可把电源分组求解 ，即每个分电路中的电源个数可以多于一个。

例1：电路如图，已知 $E=10\text{V}$、$I_S=1\text{A}$，$R_1=10\Omega$，$R_2=R_3=5\Omega$，试用叠加原理求流过 R_2 的电流 I_2 和理想电流源 I_S 两端的电压 U_S。



(a)

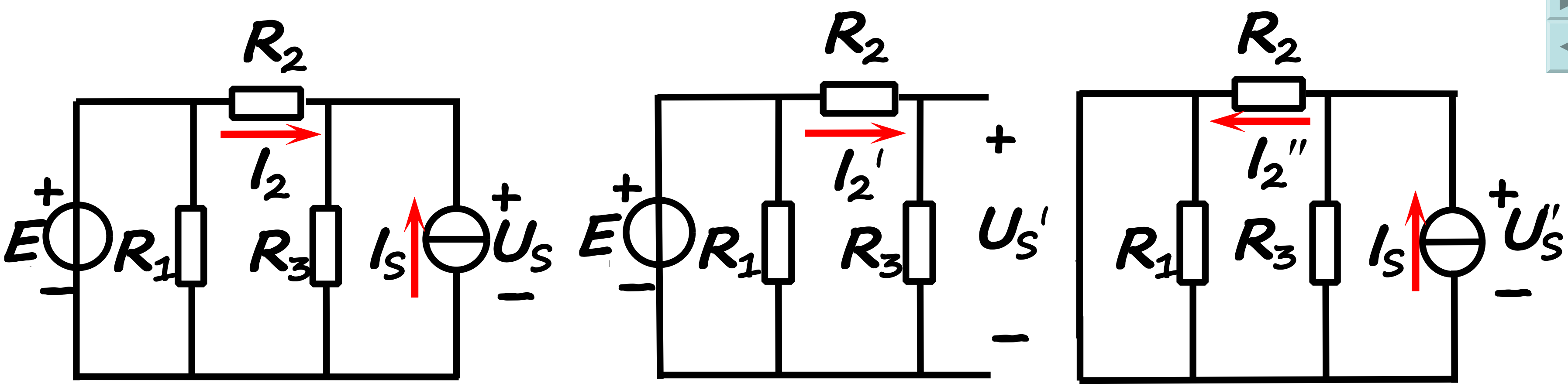
(b) E 单独作用
将 I_S 断开

(c) I_S 单独作用
将 E 短接

解：由图(b)

$$I_2' = \frac{E}{R_2 + R_3} = \frac{10}{5+5}\text{A} = 1\text{A}$$

$$U_S' = I_2' R_2 = 1 \times 5\text{V} = 5\text{V}$$



(a)　　(b) E单独作用　　(c) I_S单独作用

由图(c)

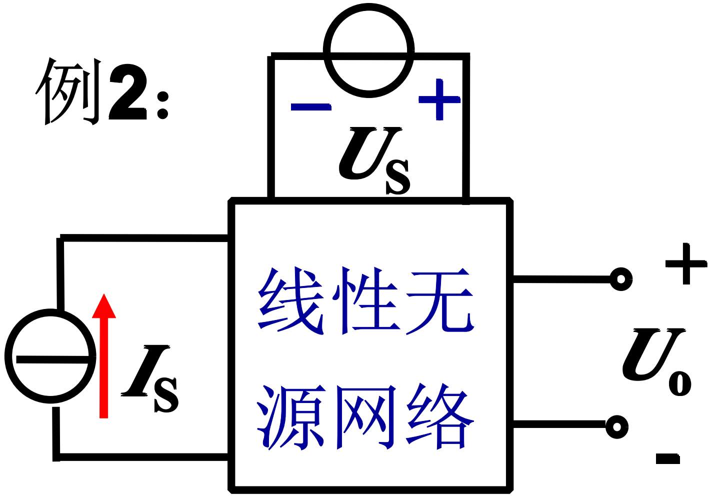
$$I_2'' = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I_S = \frac{5}{5+5} \times 1 = 0.5\text{A}$$

$$U_S'' = I_2'' R_2 = 0.5 \times 5\text{V} = 2.5\text{V}$$

所以 $I_2 = I_2' - I_2'' = 1\text{A} - 0.5\text{A} = 0.5\text{A}$

$$U_S = U_S' + U_S'' = 5\text{V} + 2.5\text{V} = 7.5\text{V}$$

例2:



已知:

U_S =1V、I_S=1A 时， U_o=0V

U_S =10 V、I_S=0A 时， U_o=1V

求:

U_S =0 V、I_S=10A 时， U_o=?

解：电路中有两个电源作用，根据叠加原理可设

$$U_o = K_1 U_S + K_2 I_S$$

当 U_S =1V、I_S=1A 时， 得 $0 = K_1 \times 1 + K_2 \times 1$

当 U_S =10 V、I_S=0A 时， 得 $1 = K_1 \times 10 + K_2 \times 0$

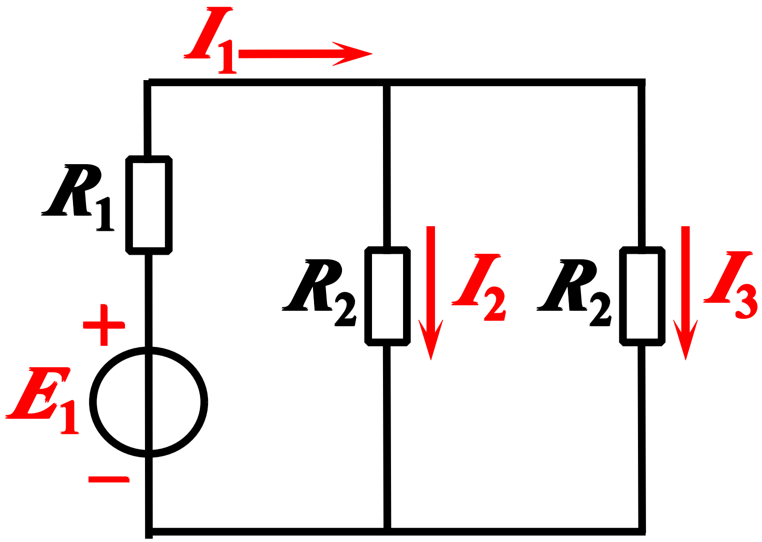
联立两式解得: $K_1 = 0.1$、$K_2 = -0.1$

所以 $U_o = K_1 U_S + K_2 I_S$

$$= 0.1 \times 0 + (-0.1) \times 10 = -1\text{V}$$

齐性定理

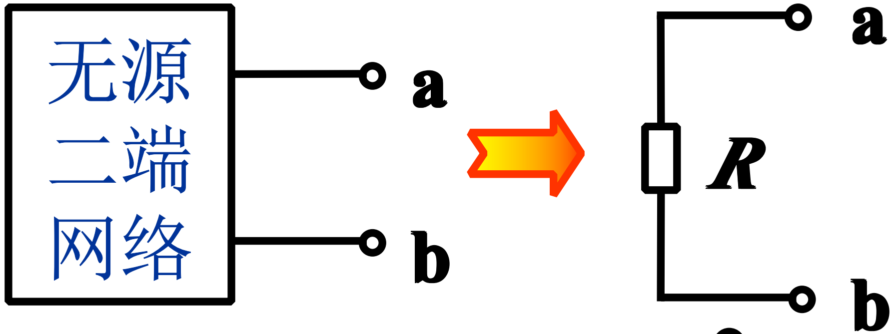
在线性电路中，若电路中所有的激励都增加或减少k倍，电路的响应也增加或减少k倍；如图：各支路的电压或电流和电源成正比。



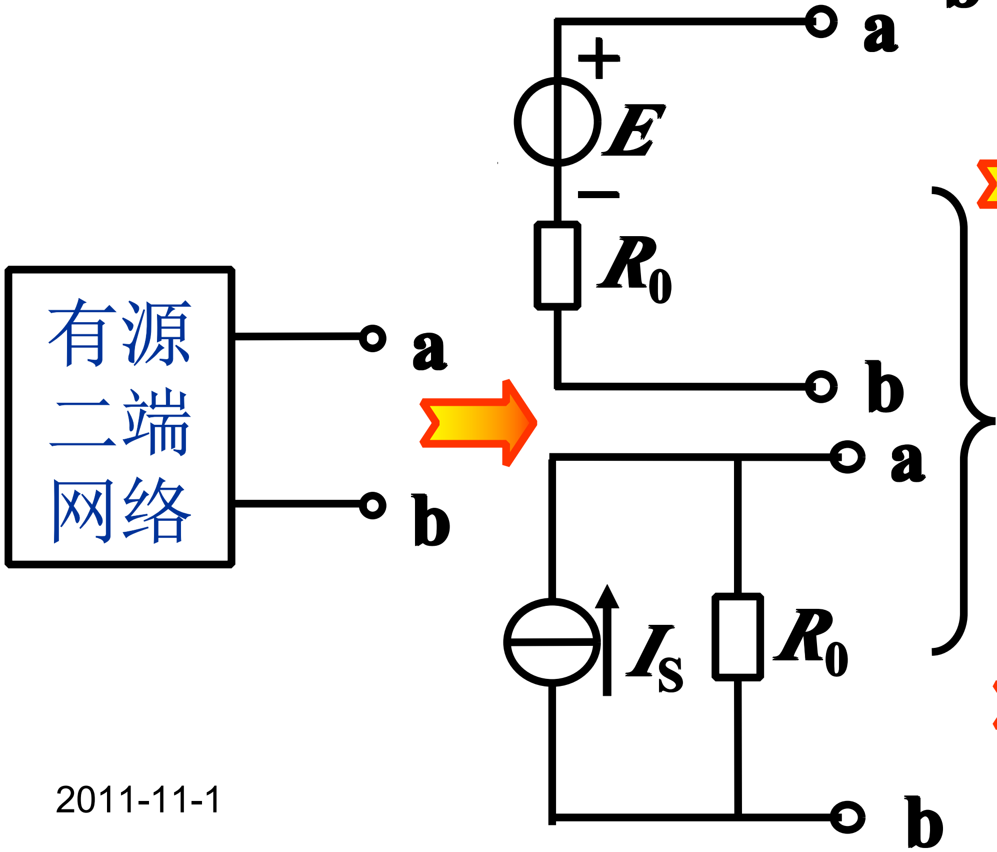
可见：

若 E_1 增加 n 倍，各电流也会增加 n 倍。

2.6 等效电源定理



无源二端网络可化简为一个电阻



电压源（戴维南定理）

有源二端网络可化简为一个电源

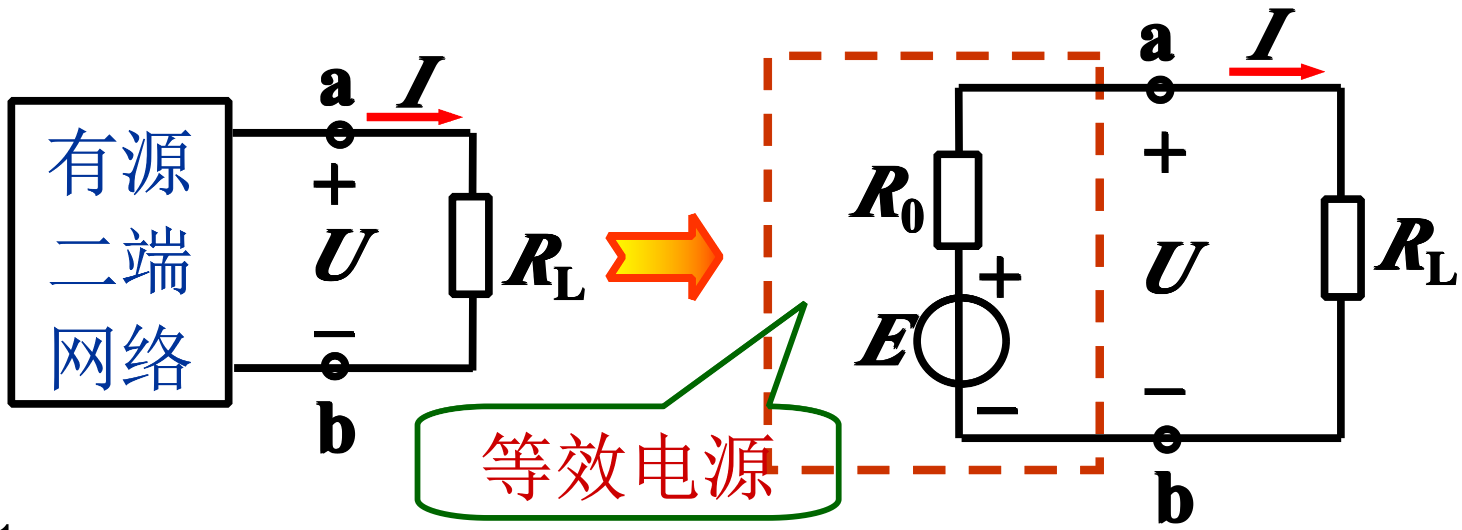
电流源（诺顿定理）

2.6.1 戴维南定理

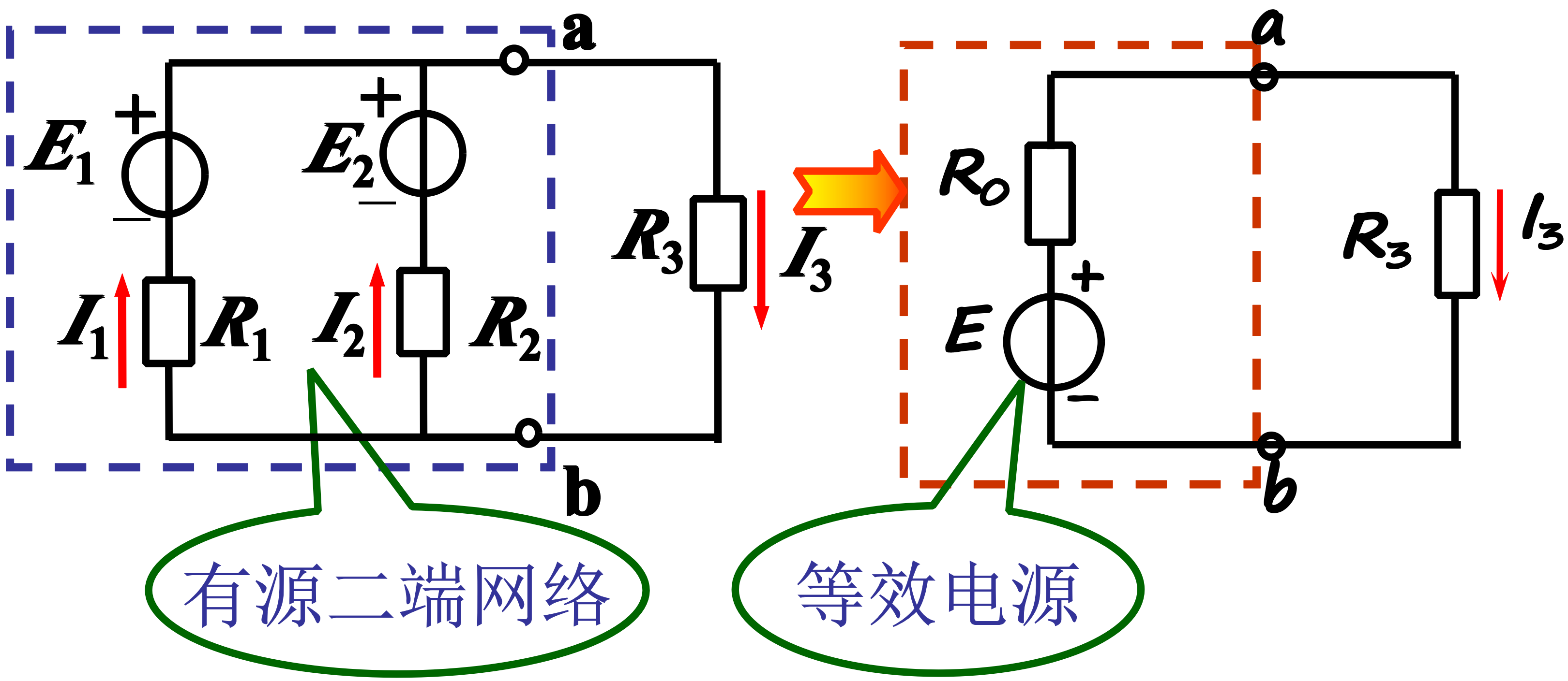
定义：任何一个有源二端线性网络都可以用一个电动势为E的理想电压源和内阻 R_0 串联的电源来等效代替。

等效电源的电动势E就是有源二端网络的开路电压 U_{OC}，即将负载断开后 a 、b两端之间的电压。

等效电源的内阻R_0等于将有源二端网络中所有电源均除去（理想电压源短路，理想电流源开路）后所得到的无源二端网络 a 、b两端之间的等效电阻。



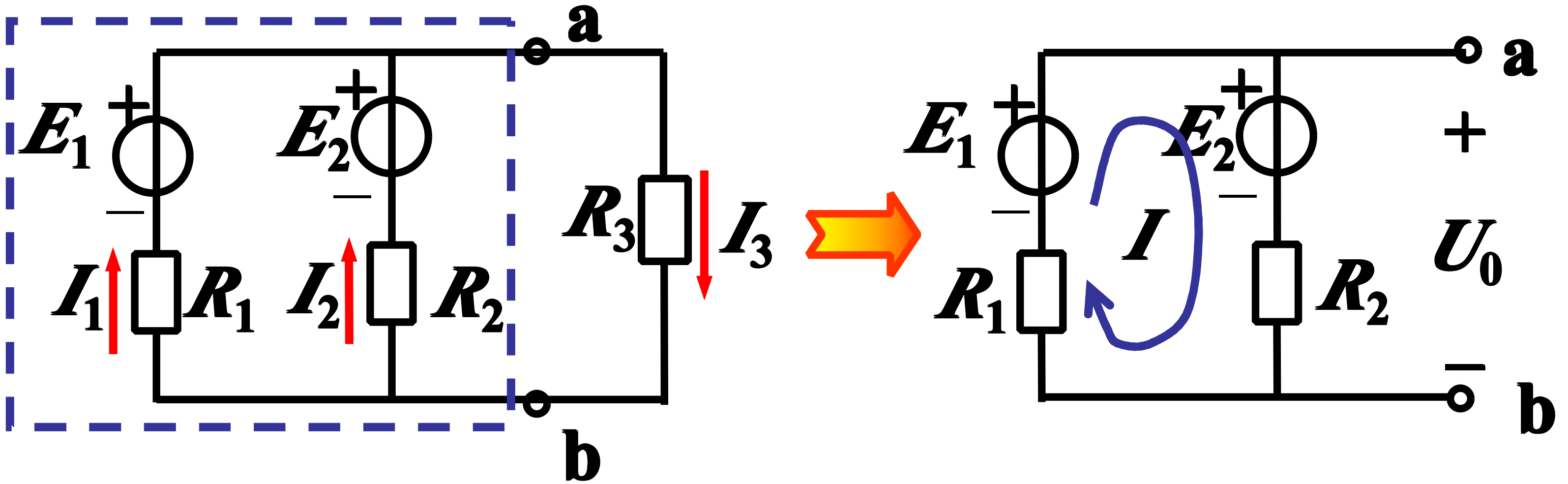
例1：电路如图，已知E_1=40V，E_2=20V，R_1=R_2=4Ω，R_3=13 Ω，试用戴维南定理求电流I_3。



注意："等效"是指对端口外等效

即用等效电源替代原来的二端网络后，待求支路的电压、电流不变。

例1：电路如图，已知E_1=40V，E_2=20V，R_1=R_2=4Ω，R_3=13 Ω，试用戴维南定理求电流I_3。



解：(1) 断开待求支路求等效电源的电动势 E

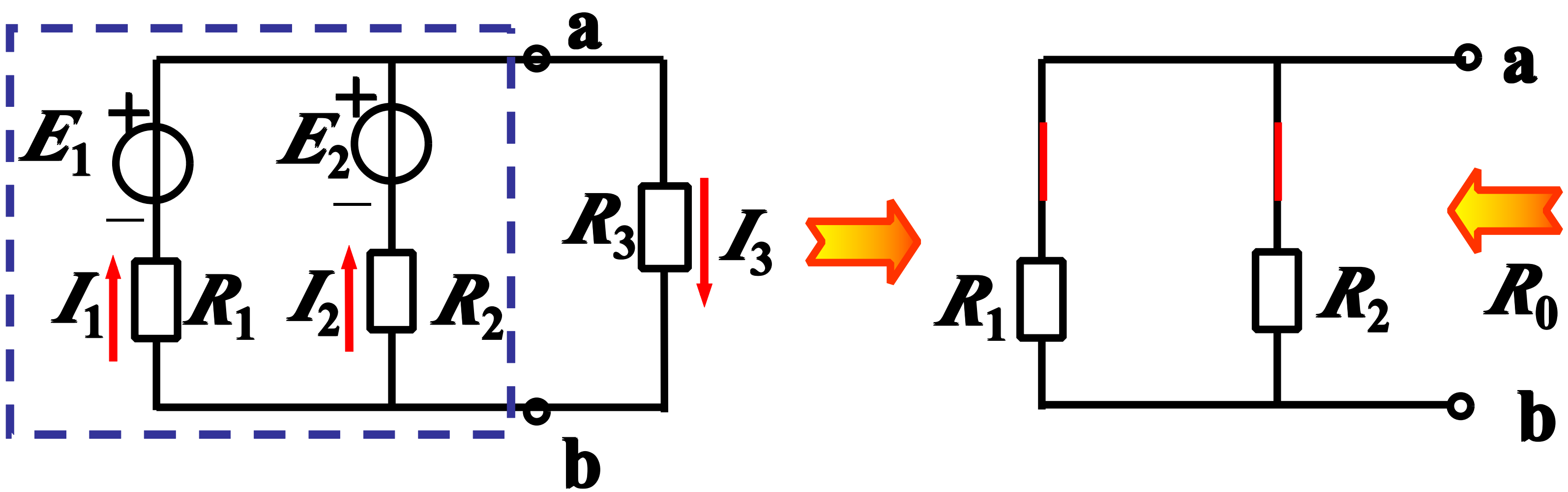
$$I=\frac{E_1-E_2}{R_1+R_2}=\frac{40-20}{4+4}\text{A}=2.5\text{ A}$$

$$E=U_0=E_2+IR_2=20\text{V}+2.5\times 4\text{ V}=30\text{V}$$

或：$E=U_0=E_1-IR_1=40\text{V}-2.5\times 4\text{ V}=30\text{V}$

E也可用节点电压法、叠加原理等其它方法求。

例1：电路如图，已知E_1=40V，E_2=20V，R_1=R_2=4Ω，R_3=13 Ω，试用戴维南定理求电流I_3。



解：(2) 求等效电源的内阻R_0

除去所有电源(理想电压源短路，理想电流源开路)

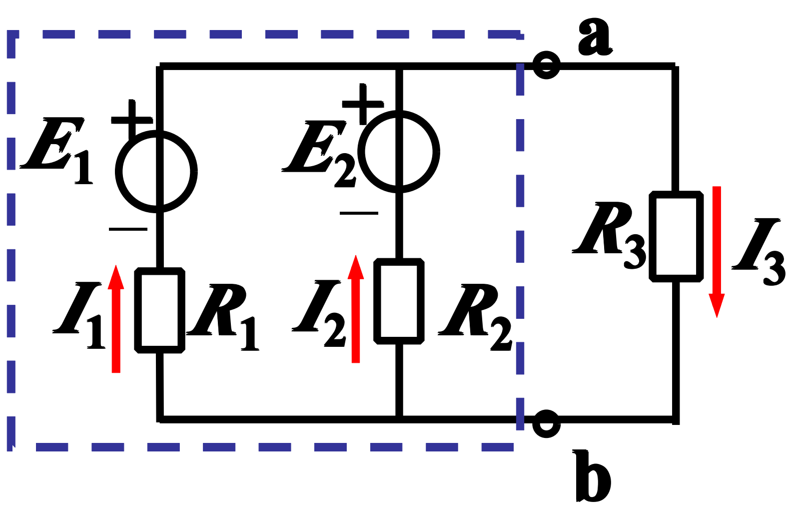
从a、b两端看进去，R_1 和 R_2 并联

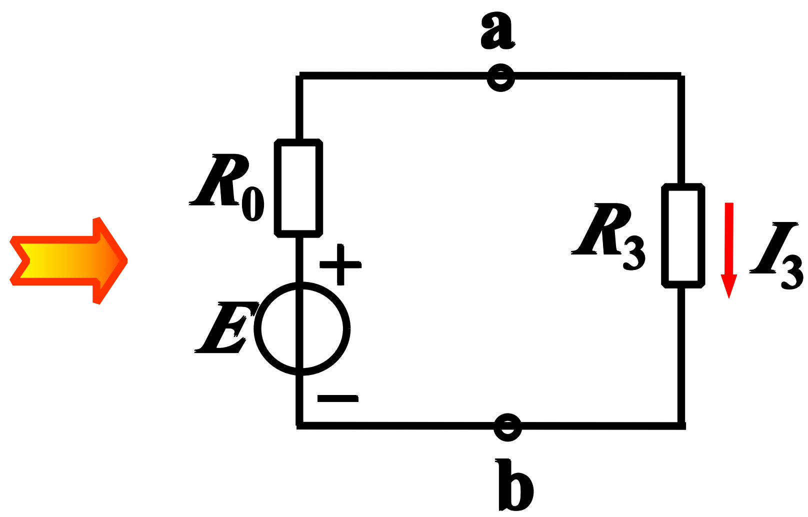
所以，$R_0 = \dfrac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = 2\Omega$

实验法求等效电阻

$R_0 = U_0 / I_{SC}$

例1：电路如图，已知E_1=40V，E_2=20V，R_1=R_2=4Ω，R_3=13 Ω，试用戴维南定理求电流I_3。

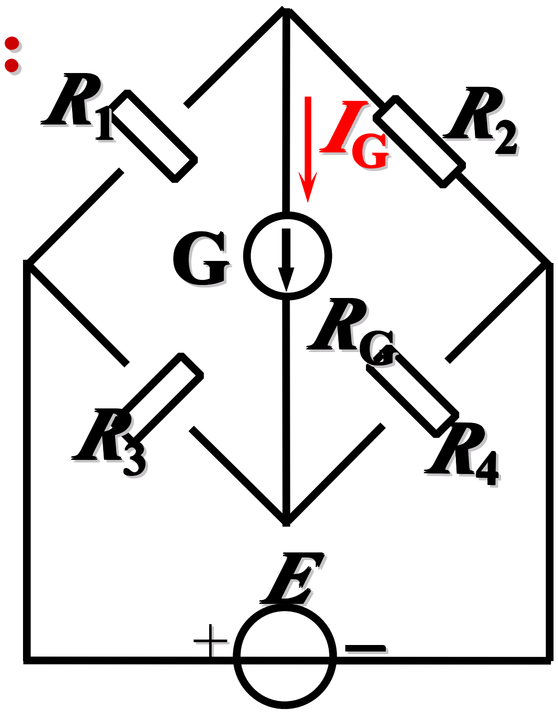


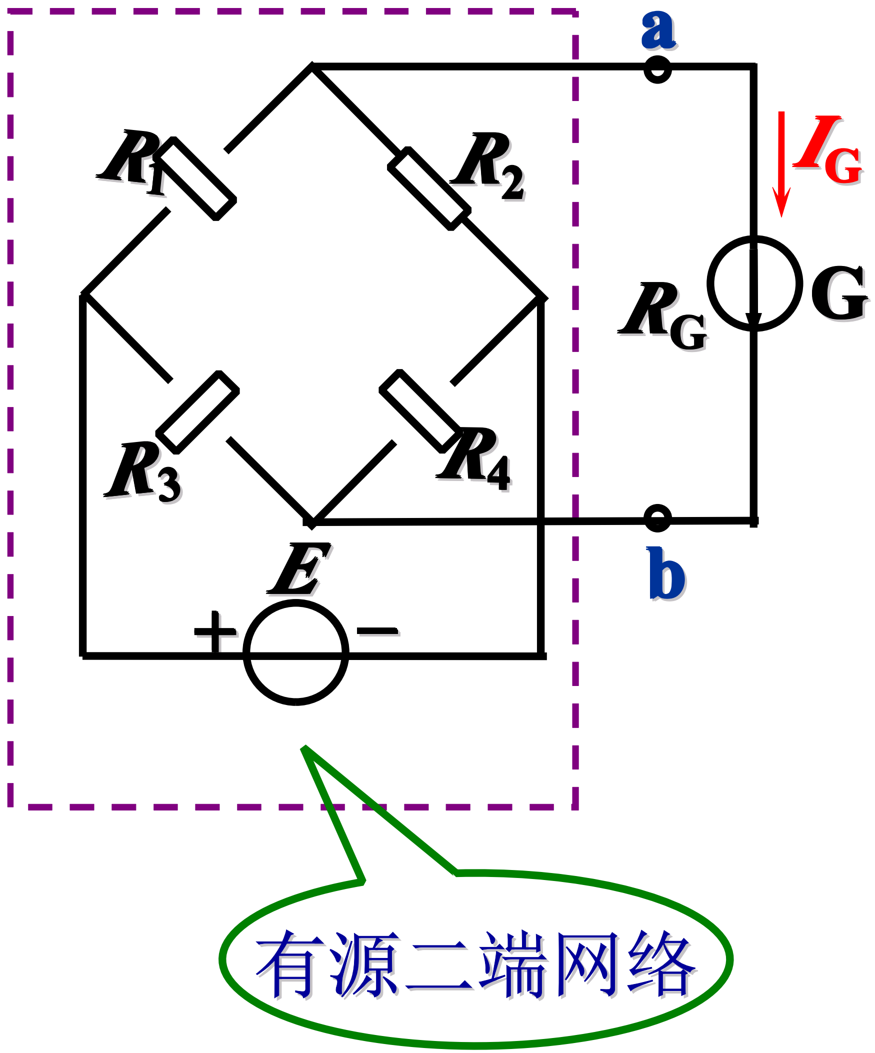


解：(3) 画出等效电路求电流I_3

$$I_3 = \frac{E}{R_0 + R_3} = \frac{30}{2+13}\text{A} = 2\,\text{A}$$

例2:





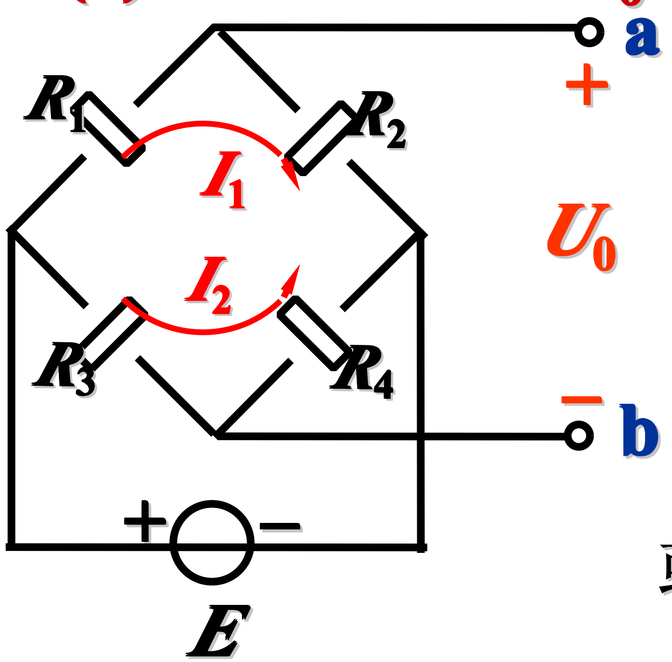
已知：R_1=5 Ω、 R_2=5 Ω

R_3=10 Ω、 R_4=5 Ω

E=12V、R_G=10 Ω

试用戴维南定理求检流计中的电流I_G。

解：(1) 求开路电压 U_0



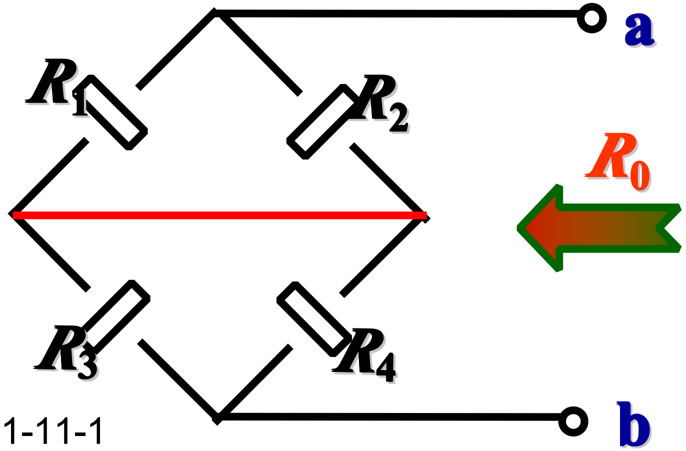
$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{5+5}\text{A} = 1.2\text{A}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{12}{10+5}\text{A} = 0.8\text{A}$$

$$E' = U_0 = I_1 R_2 - I_2 R_4$$
$$= 1.2 \times 5\text{V} - 0.8 \times 5\ \text{V} = 2\text{V}$$

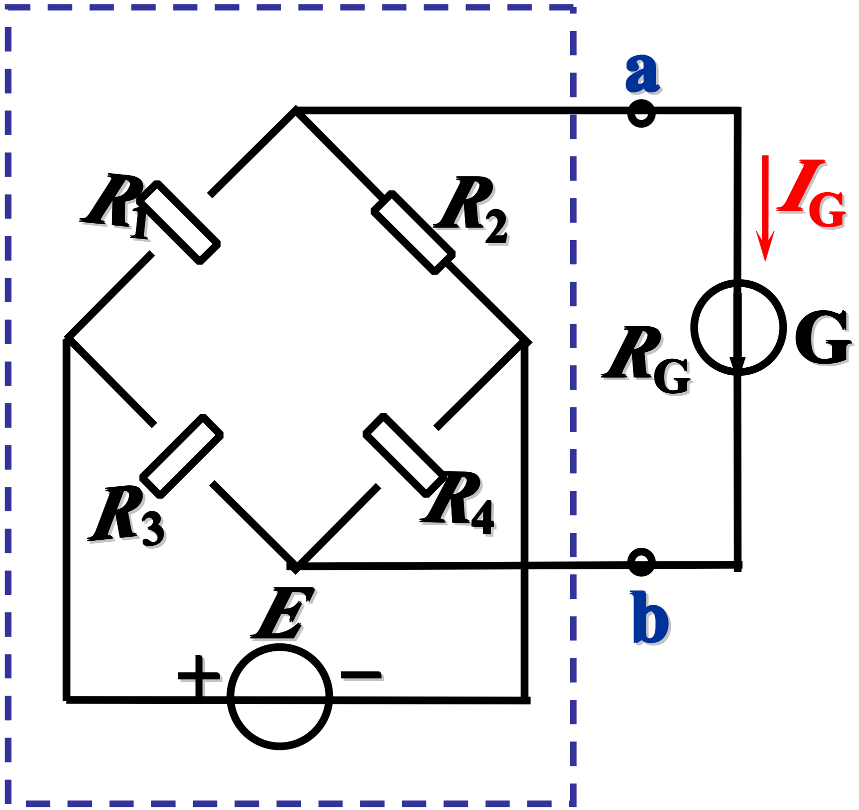
或：$E' = U_0 = I_2 R_3 - I_1 R_1$
$$= (0.8\times10 - 1.2\times5)\text{V} = 2\text{V}$$

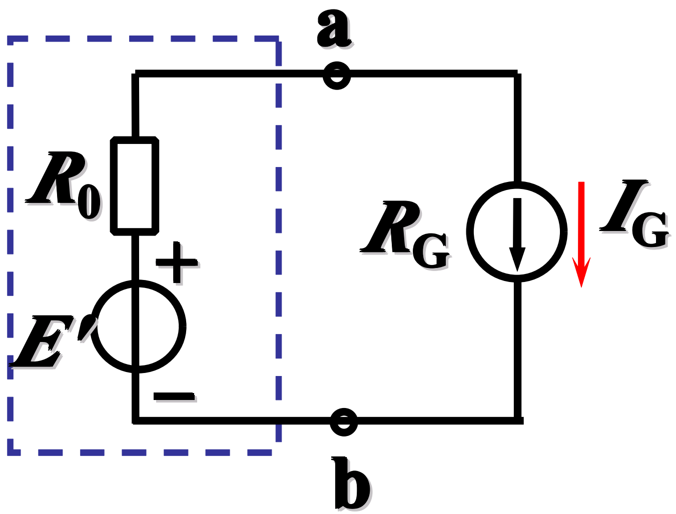
(2) 求等效电源的内阻 R_0



从a、b看进去，R_1 和 R_2 并联，R_3 和 R_4 并联，然后再串联。

所以，$R_0 = \dfrac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + \dfrac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4}$
$$= 5.8\,\Omega$$

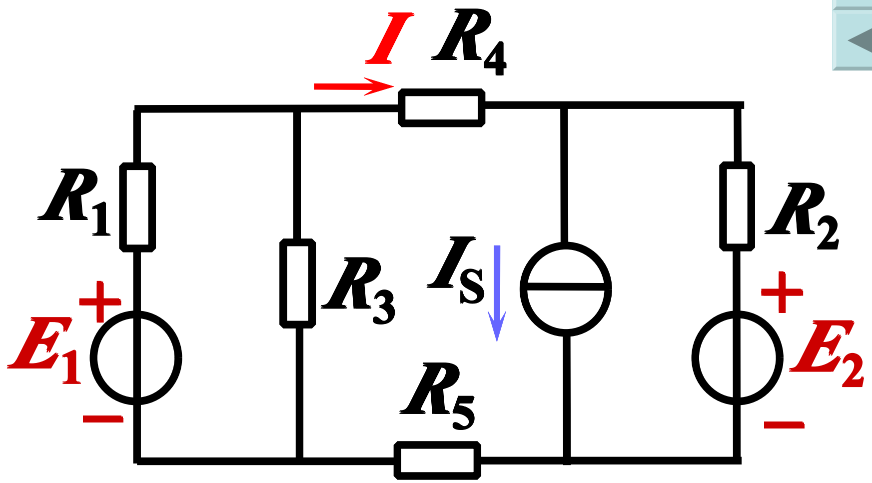




解：(3) 画出等效电路求检流计中的电流 I_G

$$I_G = \frac{E'}{R_0 + R_G} = \frac{2}{5.8+10}\mathrm{A} = 0.126\mathrm{A}$$

例3: 求图示电路中的电流 I。已知$R_1 = R_3 = 2\Omega$, $R_2= 5\Omega$, $R_4= 8\Omega$, $R_5=14\Omega$, $E_1= 8V$, $E_2= 5V$, $I_S= 3A$。



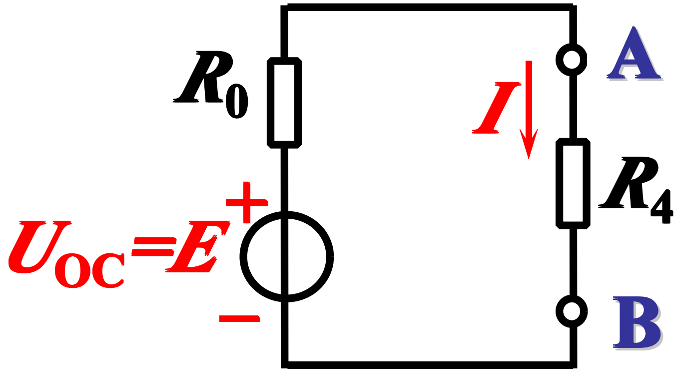
解: (1)求U_{OC}

$$I_3 = \frac{E_1}{R_1 + R_3} = 2A$$

$$U_{OC} = I_3 R_3 - E_2 + I_S R_2 = 14V$$

(2)求 R_0

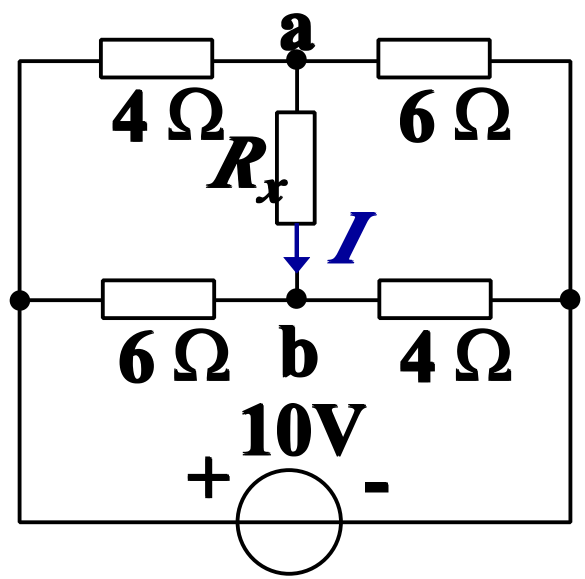
$$R_0 = (R_1 // R_3) + R_5 + R_2 = 20\ \Omega$$



(3) 求 I $\quad I = \frac{E}{R_0 + R_4} = 0.5A$

例4：计算R_x分别为1.2Ω、5.2Ω时的电流 I。

解：断开R_x支路，将剩余一端口化为戴维南等效电路：

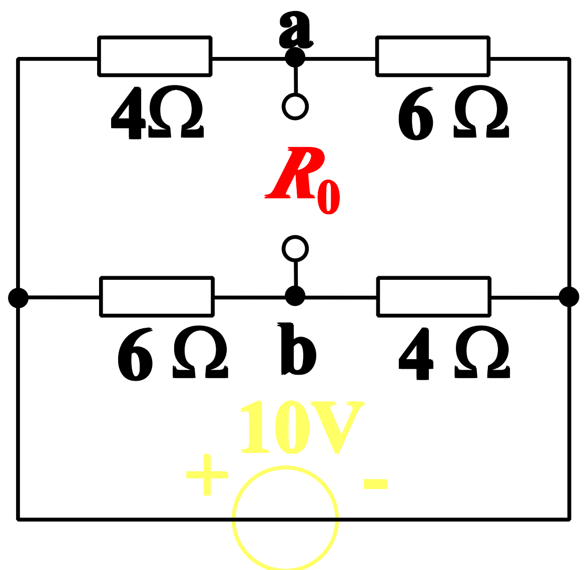


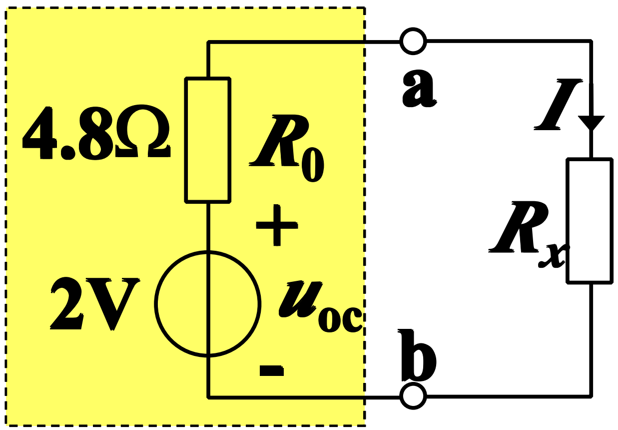
①求开路电压U_{oc}

$$U_{oc} = U_2 - U_1 = 6 - 4 = 2V$$

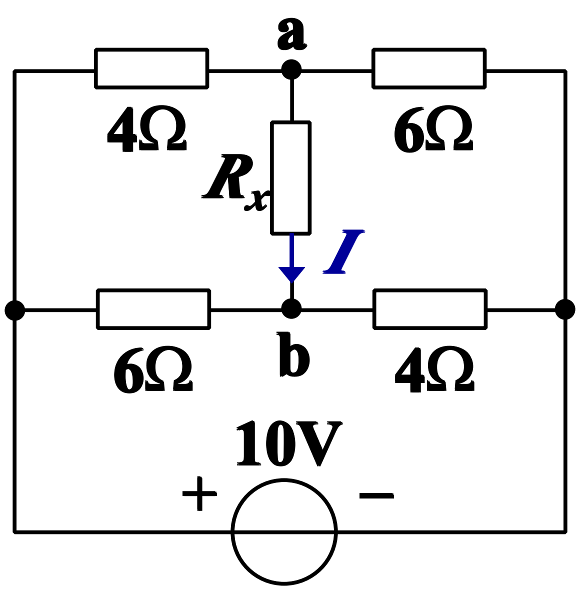
②求等效电阻 R_0

$$R_0 = (4//6) + (6//4) = 4.8\Omega$$





例4：计算R_x分别为1.2Ω、5.2Ω时的电流 I。

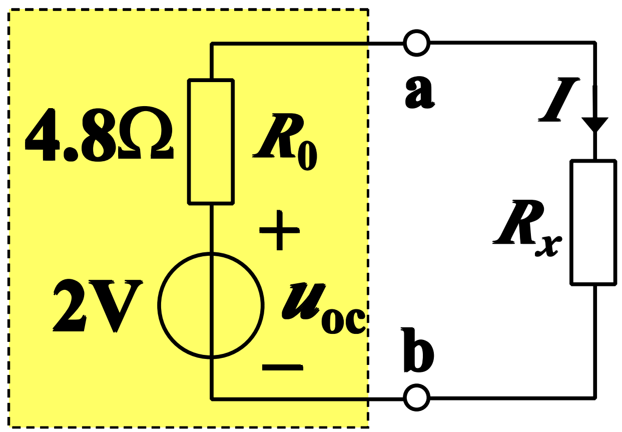


③ 当R_x =1.2Ω时，

$$I=\frac{U_{oc}}{R_0+R_x}=\frac{2}{4.8+1.2}=0.333\text{A}$$

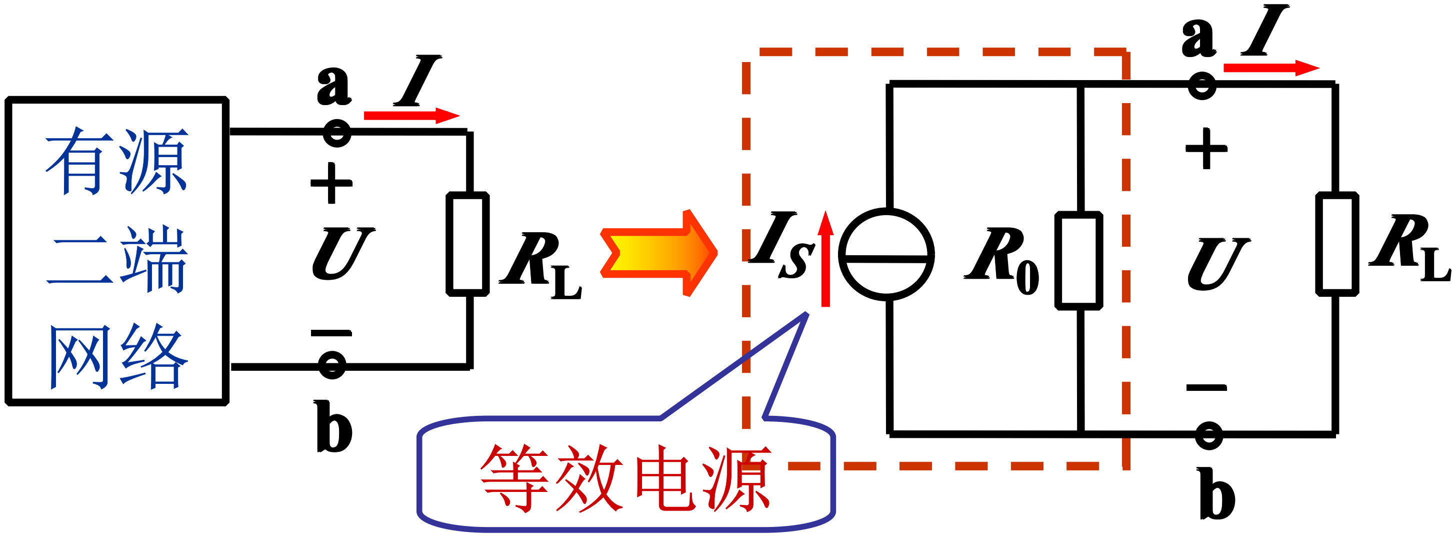
当 R_x = 5.2Ω时，

$$I=\frac{U_{oc}}{R_0+R_x}=\frac{2}{4.8+5.2}=0.2\text{A}$$



2.6.2 诺顿定理

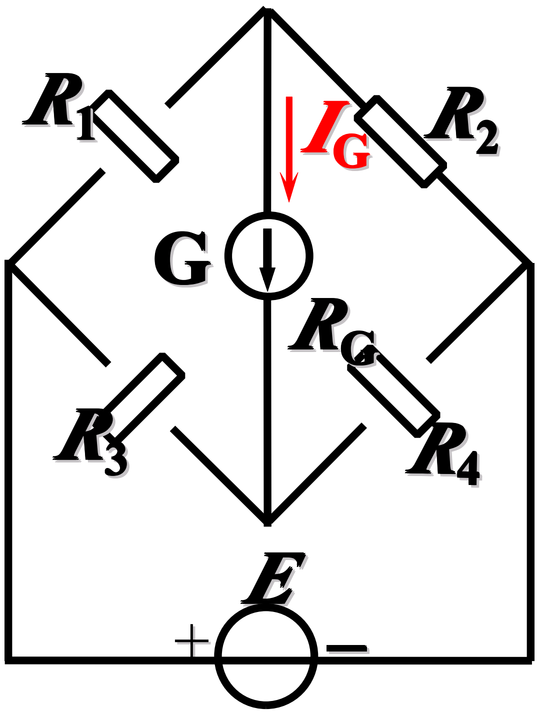
任何一个有源二端线性网络都可以用一个电流为I_S的理想电流源和内阻 R_0 并联的电源来等效代替。



等效电源的电流 I_S 就是有源二端网络的短路电流，即将 a 、b两端短接后其中的电流。

等效电源的内阻R_0等于有源二端网络中所有电源均除去（理想电压源短路，理想电流源开路）后所得到的无源二端网络 a 、b两端之间的等效电阻。

例1:

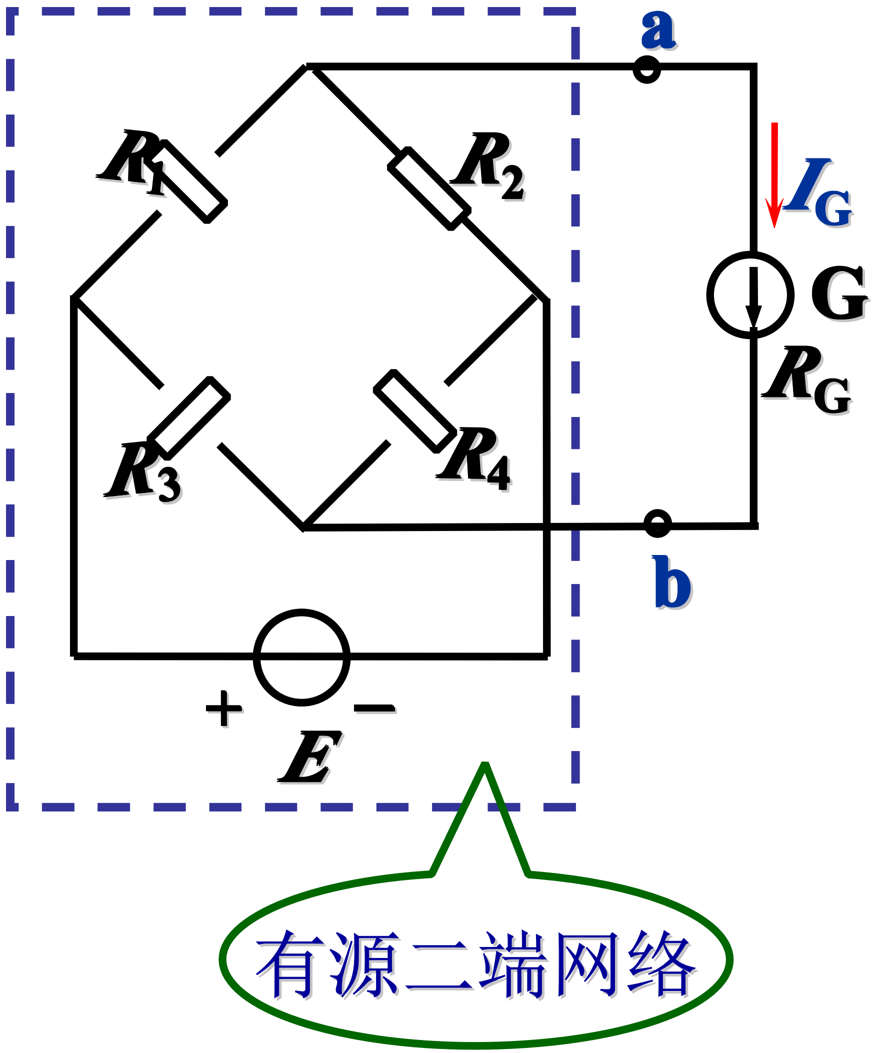


已知：R_1=5 Ω、 R_2=5 Ω

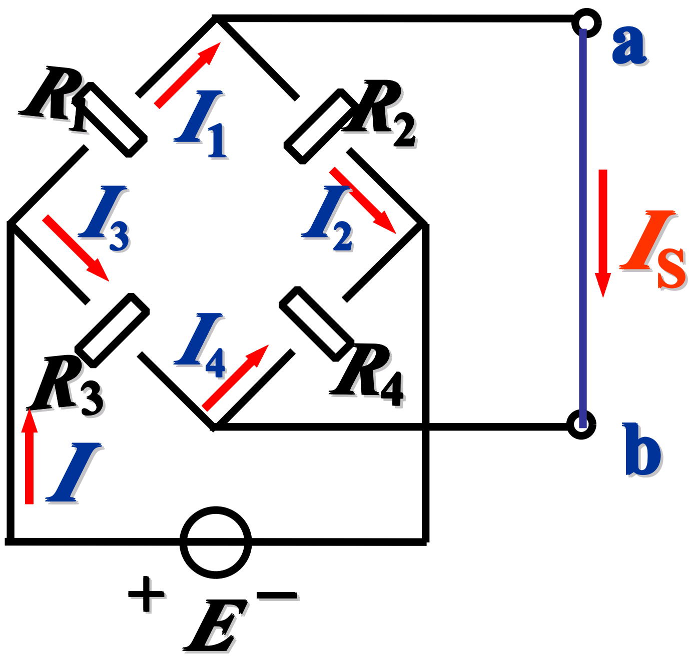
R_3=10 Ω、 R_4=5 Ω

E=12V、R_G=10 Ω

试用诺顿定理求检流计中的电流I_G。



解：(1) 求短路电流I_S



因 a、b两点短接，所以对电源 E 而言，R_1 和R_3 并联，R_2 和 R_4 并联，然后再串联。

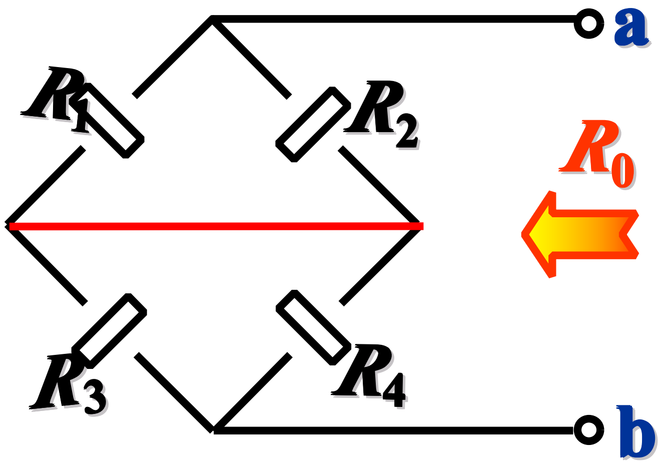
$$R=(R_1//R_3)+(R_2//R_4)$$
$$=5.8\Omega$$
$$I=\frac{E}{R}=\frac{12}{5.8}\text{A}=2.07\text{A}$$

$$I_1=\frac{R_3}{R_1+R_3}I=\frac{10}{10+5}\times 2.07\text{A}$$
$$=1.38\text{A}$$
$$I_2=I_4=\frac{1}{2}I=1.035\text{A}$$

$$I_S=I_1-I_2$$
$$=1.38\text{A}-1.035\text{A}$$
$$=0.345\text{A}$$

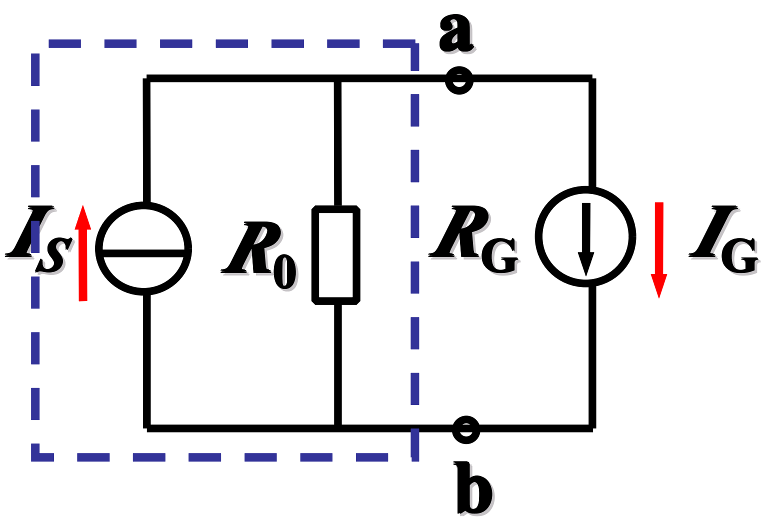
或：$I_S=I_4-I_3$

(2) 求等效电源的内阻 R_0



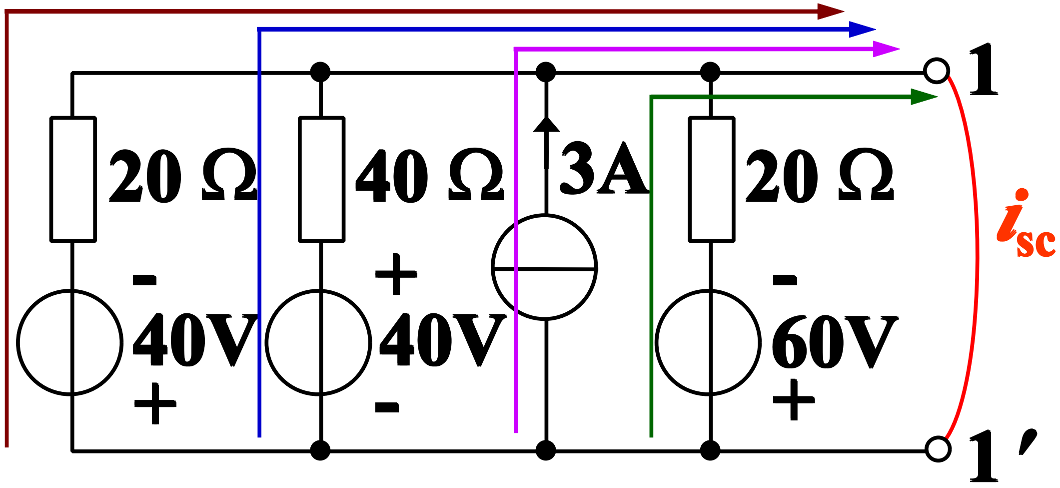
$$R_0=(R_1//R_2)+(R_3//R_4)$$
$$=5.8\Omega$$

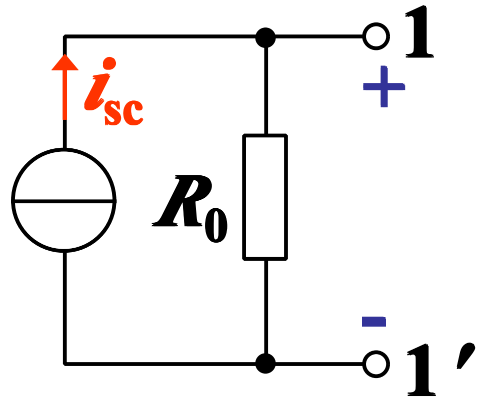
(3) 画出等效电路求检流计中的电流 I_G



$$I_G=\frac{R_0}{R_0+R_G}I_S$$
$$=\frac{5.8}{5.8+10}\times 0.345\text{A}$$
$$=0.126\text{ A}$$

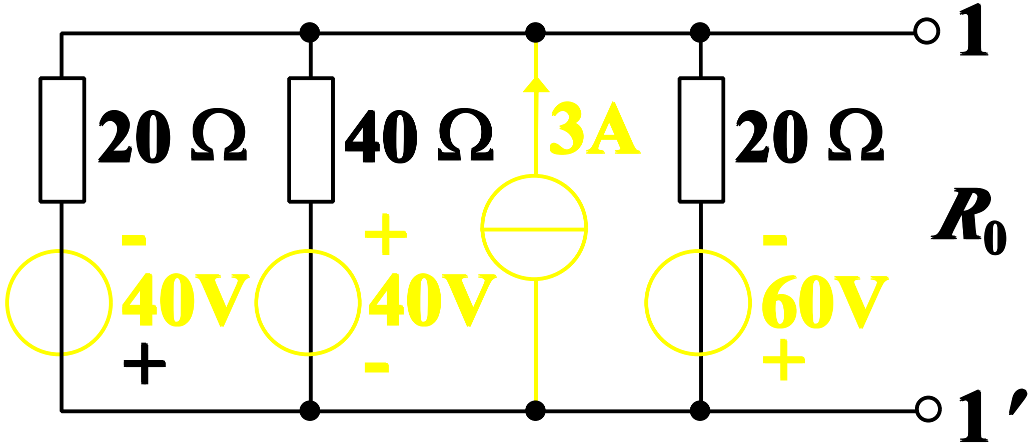
例2：求下图的等效发电机。





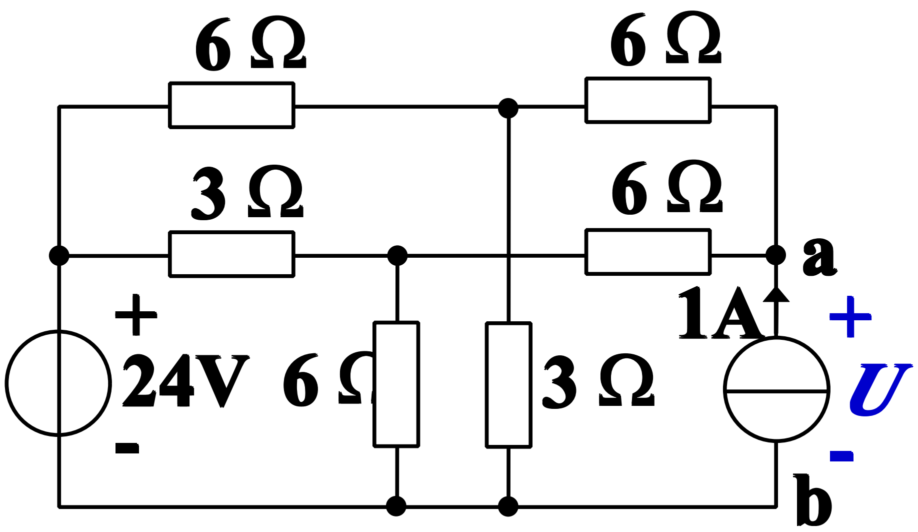
解：*本题求短路电流比较方便。*

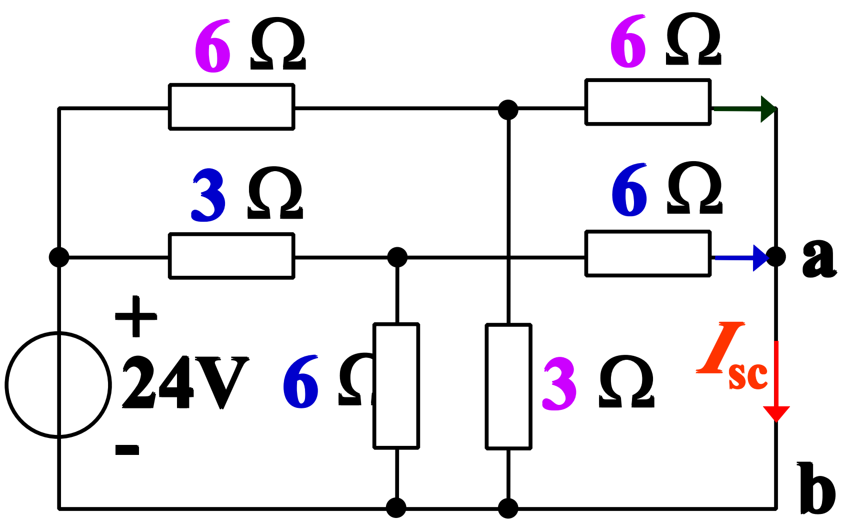
$$i_{sc} = -2 + 1 + 3 - 3 = -1\ \text{A}$$



$$R_0 = 20//40//20 = 8\ \Omega$$

例3：求电压U。



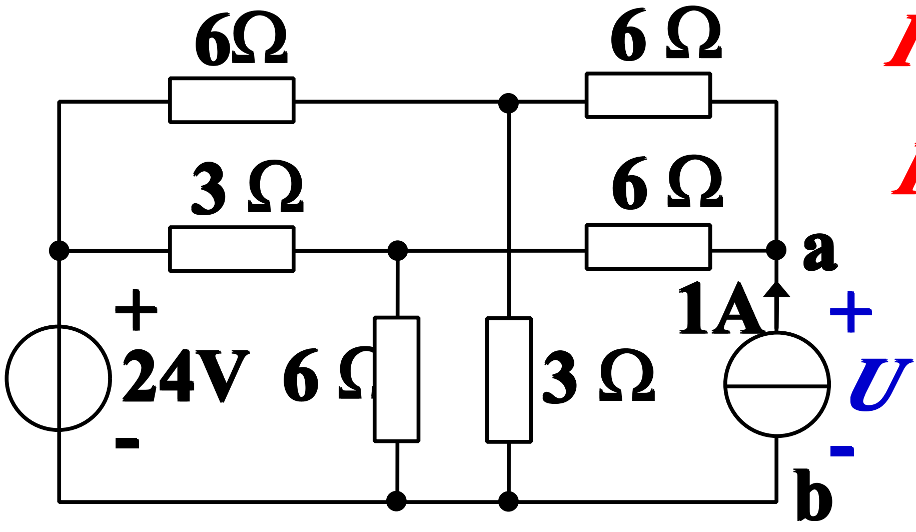


*本题用诺顿定理求比较方便，因**a**、**b**处的短路电流比开路电压容易求。*

①求短路电流 I_{sc}

$$I_{sc}=\frac{24}{(6//6)+3}\times\frac{1}{2}+\frac{24}{(3//6)+6}\times\frac{3}{3+6}=3\text{A}$$

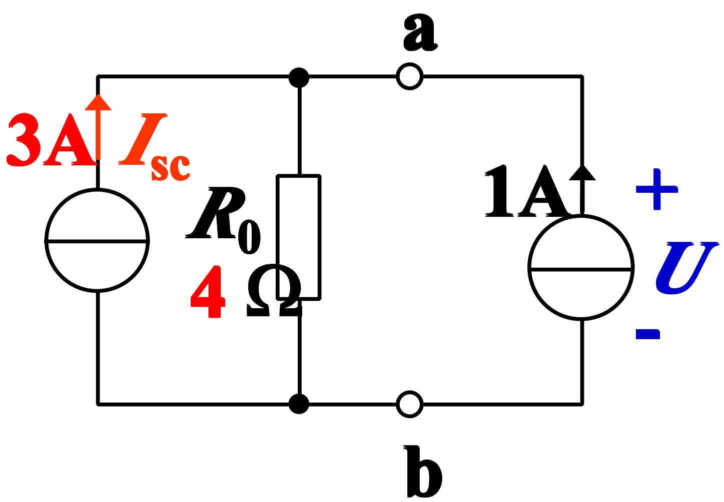
例3：求电压U。



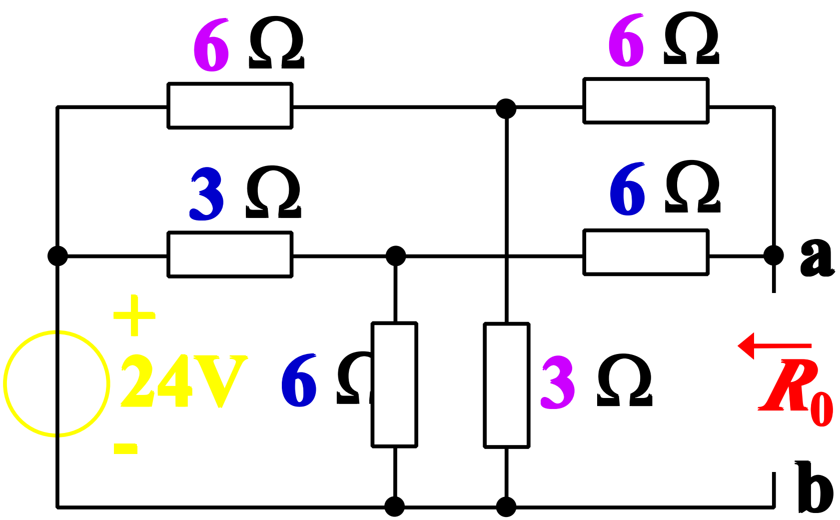
$I_{sc} = 3A$

$R_0 = [(3//6)+6] \ // \ [(3//6)+6]$

$= 8 \ // \ 8 = 4 \ \Omega$



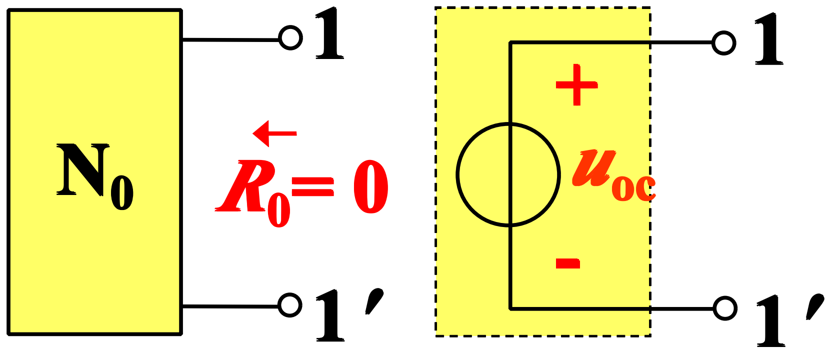
②求等效电阻R_0



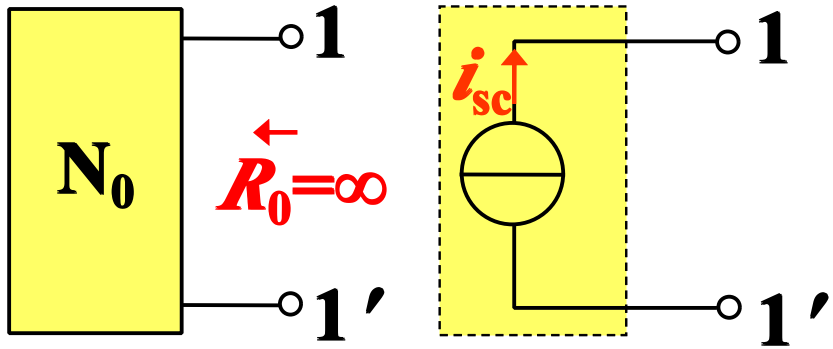
$U = (3+1) \times 4 = 16V$

注意

①若一端口网络的等效电阻 $R_0 = 0$，则该一端口网络只有戴维南等效电路，无诺顿等效电路。



②若一端口网络的等效电阻 $R_0 = \infty$，则该一端口网络只有诺顿等效电路，无戴维南等效电路。



本章结束