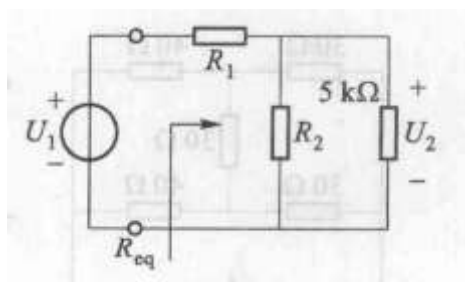


答案 2.4

2.4 图示电路中要求 $U_2/U_1 = 0.05$, 等效电阻 $R_{eq} = 40 \text{ k}\Omega$ 。求 R_1 和 R_2 的值。

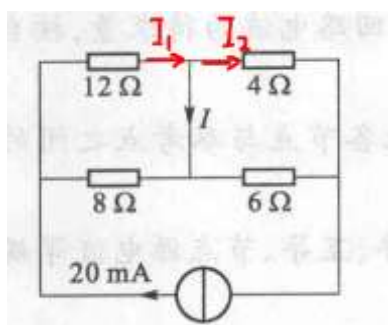


解:

$$R_1 + \frac{R_2 \cdot 5}{R_2 + 5} = 40 \quad \frac{\frac{R_2 \cdot 5}{R_2 + 5}}{\frac{R_2 \cdot 5}{R_2 + 5} + R_1} = 0.05 \Rightarrow R_1 = 38 \text{ k}\Omega, R_2 = \frac{10}{3} \text{ k}\Omega$$

答案 2.5

2.5 求图示电路的电流 I 。



解: 由并联电路分流公式, 得

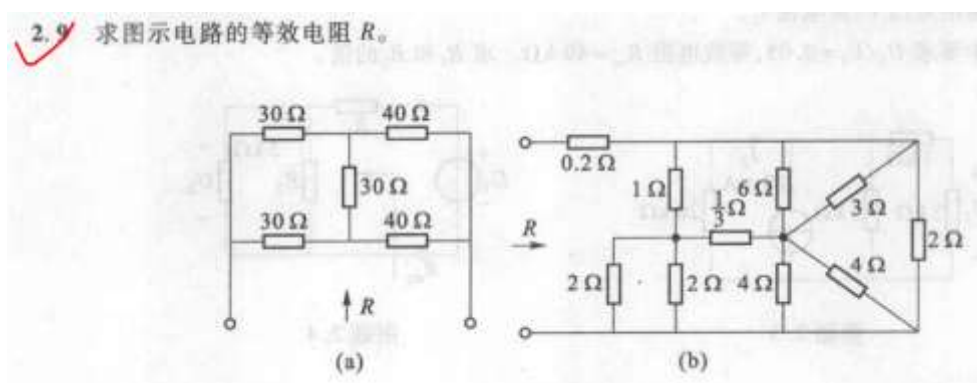
$$I_1 = 20 \text{ mA} \times \frac{8 \Omega}{(12 + 8) \Omega} = 8 \text{ mA}$$

$$I_2 = 20 \text{ mA} \times \frac{6 \Omega}{(4 + 6) \Omega} = 12 \text{ mA}$$

由节点①的 KCL 得

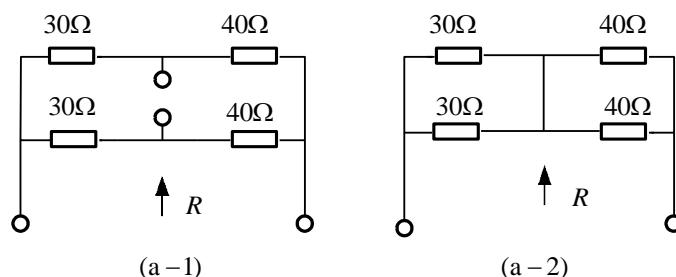
$$I = I_1 - I_2 = 8 \text{ mA} - 12 \text{ mA} = -4 \text{ mA}$$

答案 2.9



解：

(a) 此电路为平衡电桥，桥 30Ω 电阻上的电流均为零，将其断开或短接不影响等效电阻，分别如图 (a-1) 和 (a-2) 所示。



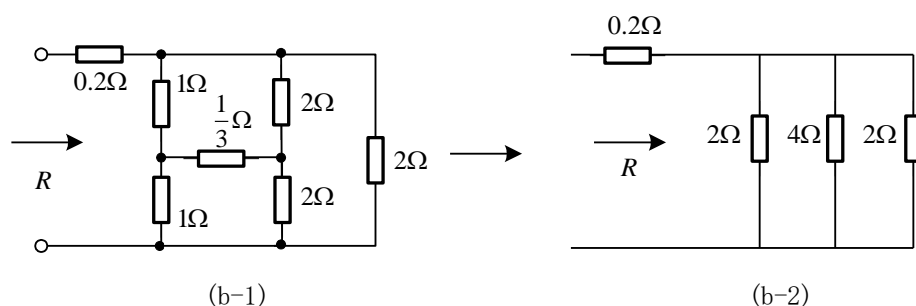
由图(a-1)得：

$$R = \frac{(30+40)\Omega}{2} = 35\Omega$$

或由图(a-2)得

$$R = \frac{30\Omega}{2} + \frac{40\Omega}{2} = 35\Omega$$

(b) 对图(b)电路，将 6Ω 和 3Ω 并联等效为 2Ω ， 2Ω 和 2Ω 并联等效为 1Ω ， 4Ω 和 4Ω 并联等效为 2Ω ，得图(b-1)所示等效电路：

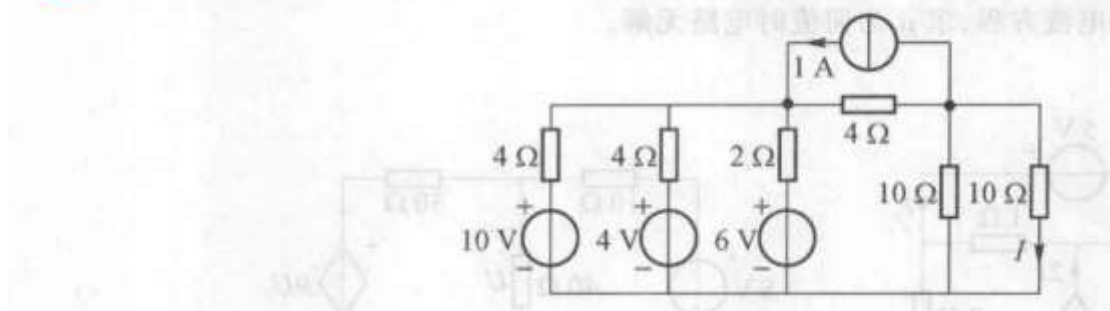


在图(b-1)中有一平衡电桥，去掉桥 $(1/3)\Omega$ 的电阻，再等效成图(b-2)，易求得

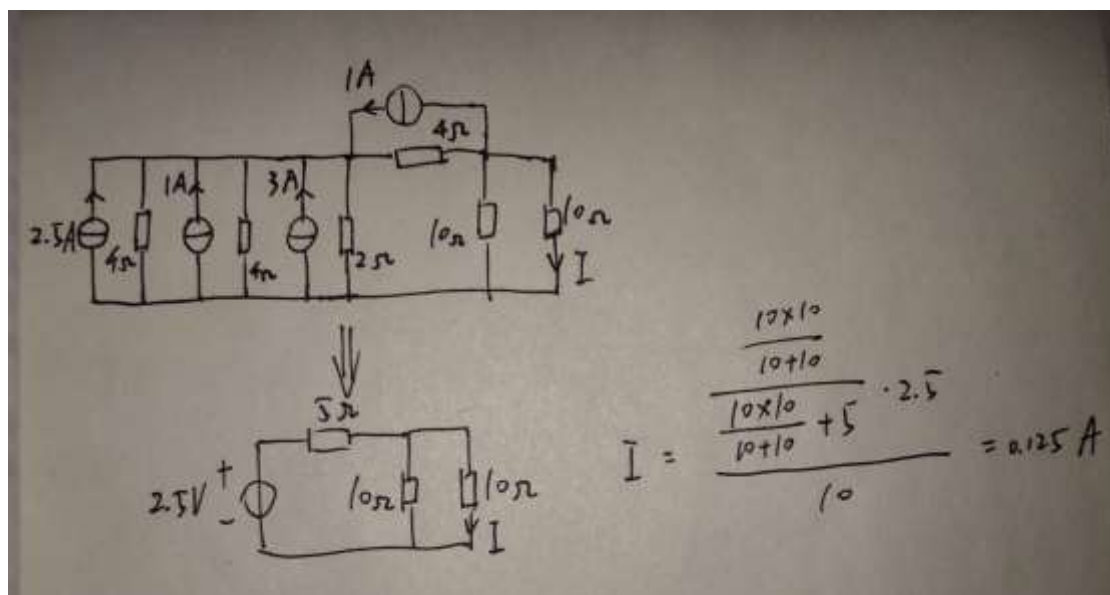
$$R = \left(0.2 + \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}} \right) \Omega = 1\Omega$$

答案 2.10

2.10 利用电源的等效变换,求图示电路的电流 I 。

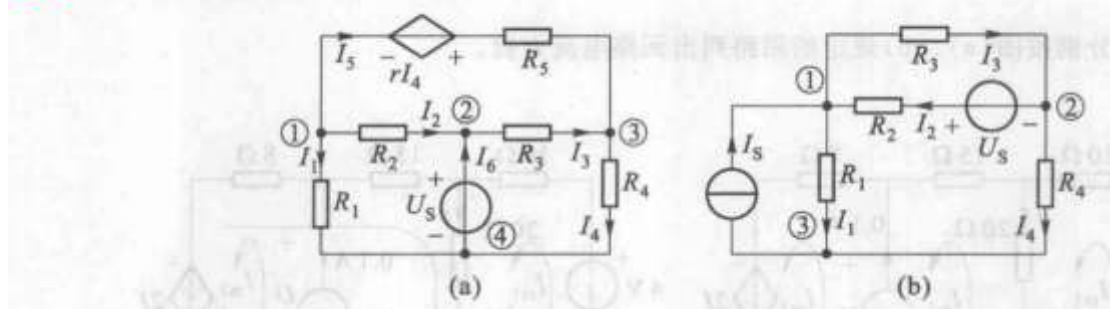


解:

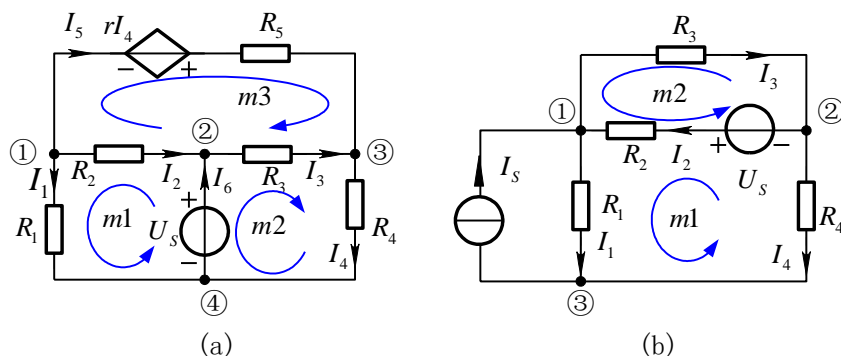


答案 2.11

2.11 列写图示电路的支路电流方程。



解: 如图所示



(a) 对独立节点列 KCL 方程

$$\text{节点①: } I_1 + I_2 + I_5 = 0$$

$$\text{节点②: } -I_2 + I_3 - I_6 = 0$$

$$\text{节点③: } -I_3 + I_4 - I_5 = 0$$

对网孔列 KVL 方程

$$\text{网孔 } m1: R_1 I_1 - R_2 I_2 = U_s$$

$$\text{网孔 } m2: R_3 I_3 + R_4 I_4 = U_s$$

$$\text{网孔 } m3: R_2 I_2 + R_3 I_3 - R_5 I_5 = -r I_4$$

(b) 对独立节点列 KCL 方程

$$\text{节点①: } I_1 - I_2 + I_3 = I_s$$

$$\text{节点②: } I_2 - I_3 + I_4 = 0$$

对网孔列 KVL 方程，电流源所在支路的电流是已知的，可少列一个网孔的 KVL 方程。

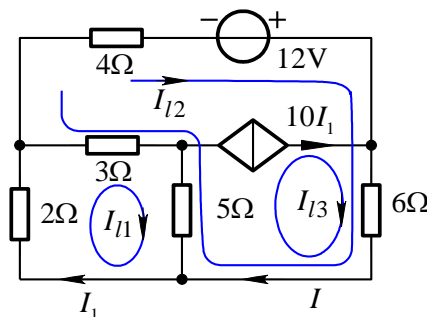
$$\text{网孔 } m1: R_1 I_1 + R_2 I_2 - R_4 I_4 = U_s$$

$$\text{网孔 } m2: R_2 I_2 + R_3 I_3 = U_s$$

答案 2.14

2.14 用回路电流法求图示电路的电流 I 。

解：选如图所示独立回路，其中受控电流源只包含在 I_3 回路中，其回路电流 $I_{l1} = 10I_1$ ，并且可以不用列写该回路的 KVL 方程。回路电流方程如下：



$$\begin{cases} (2+3+5)\Omega \times I_{l1} - (3+5)\Omega \times I_{l2} - 5\Omega \times I_{l3} = 0 \\ -(3+5)\Omega \times I_{l1} + (3+4+6+5)\Omega \times I_{l2} + (5+6)\Omega \times I_{l3} = 12V \\ I_{l3} = 10I_{l1} \end{cases}$$

联立解得

$$I_{l1} = 1\text{A}$$

$$I_{l2} = -5\text{A}$$

$$I_{l3} = 10\text{A}$$

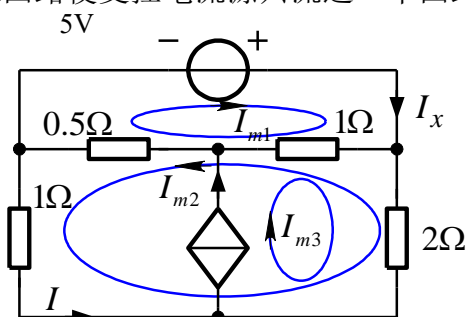
所求支路电流

$$I = I_{l2} + I_{l3} = 5\text{A}$$

答案 2.15

2.15 用回路电流法求图示电路的电流 I_x 。

解：适当选取独立回路使受控电流源只流过一个回路电流，如图所示。



对图示三个回路所列的 KVL 方程分别为

$$\begin{cases} (0.5+1)\Omega \times I_{m1} + (0.5+1)\Omega \times I_{m2} - 1\Omega \times I_{m3} = 5\text{V} \\ (1+0.5)\Omega \times I_{m1} + (0.5\Omega + 1\Omega + 2\Omega + 1\Omega) \times I_{m2} - 3\Omega \times I_{m3} = 0 \\ I_{m3} = 2I \end{cases}$$

由图可见，控制量和待求电流支路所在回路均只有一个回路电流经过，即 $I_{m2} = I$ ， $I_{m1} = I_x$ 。这样上式可整理成

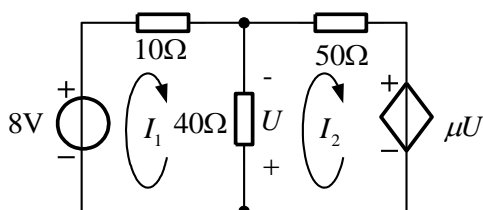
$$\begin{cases} (0.5\Omega + 1\Omega) \times I_x + (0.5\Omega + 1\Omega) \times I - 1\Omega \times 2I = 5\text{V} \\ (1\Omega + 0.5\Omega) \times I_x + (0.5\Omega + 1\Omega + 2\Omega + 1\Omega) \times I - 3\Omega \times 2I = 0 \end{cases}$$

解得

$$I_x = 5\text{A}$$

答案 2.16

2.16 图示电路，列出回路电流方程，求 μ 为何值时电路无解。



解：选图示回路列回路电流方程：

$$\begin{cases} (10+40)\Omega \times I_1 - 40\Omega \times I_2 = 8V \\ -40\Omega \times I_1 + (40+50)\Omega \times I_2 = -\mu \times 40\Omega \times (I_2 - I_1) \end{cases}$$

整理得：

$$\begin{cases} 50\Omega \times I_1 - 40\Omega \times I_2 = 8V \\ -4(1+\mu)\Omega \times I_1 + (9+4\mu)\Omega \times I_2 = 0 \end{cases}$$

当上述方程系数矩阵行列式为零时，方程无解，
令

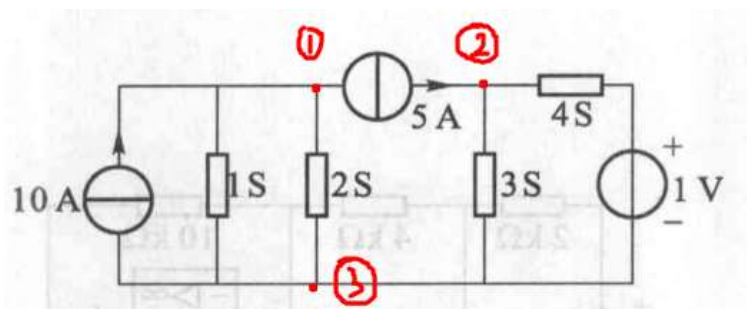
$$\begin{vmatrix} 50 & -40 \\ -4(1+\mu) & (9+4\mu) \end{vmatrix} = 0$$

得：

$$\mu = -7.25$$

答案 2.20

2.20 用节点电压法求图示电路 5 A 电流源发出的功率。



解：取节点③为参考节点，对节点①和②列节点电压方程。

$$\begin{cases} (1+2)S \times U_{n1} = (10-5)A \\ (3+4)S \times U_{n2} = (5+4)A \end{cases}$$

解得：

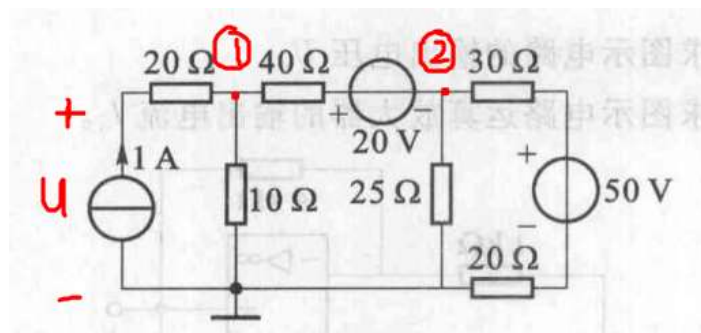
$$U_{n1} = 5/3V, U_{n2} = 9/7V$$

$$U = -U_{n1} + U_{n2} = 0.38V$$

$$P = U \times 5 = 1.9W$$

答案 2.21

2.21 图示电路,用节点电压法求 1 A 电流源发出的功率。



解: 1A 电流源与 20Ω 电阻相串联的支路对外作用相当于 1A 电流源的作用。
对节点①、②列出节点电压方程如下:

节点①:

$$\left(\frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{40\Omega}\right)U_{n1} - \frac{1}{40\Omega}U_{n2} = 1A + \frac{20V}{40\Omega}$$

节点②:

$$-\frac{1}{40\Omega}U_{n1} + \left(\frac{1}{40\Omega} + \frac{1}{25\Omega} + \frac{1}{50\Omega}\right)U_{n2} = -\frac{20V}{40\Omega} + \frac{50V}{50\Omega}$$

解得

$$U_{n1} = 14V, \quad U_{n2} = 10V$$

电流源电压

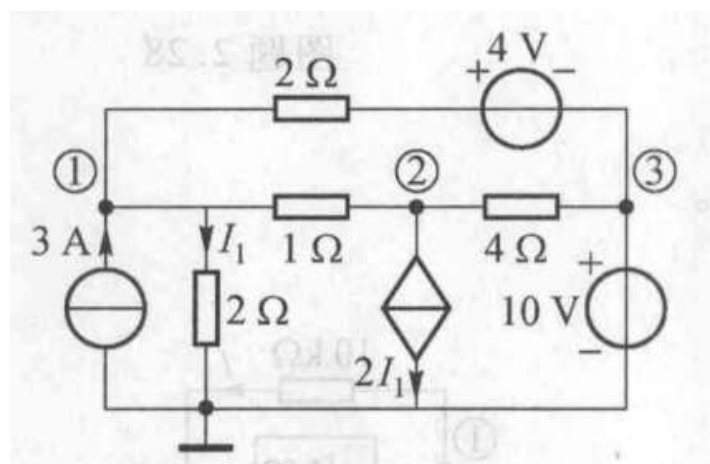
$$U = 20\Omega \times 1A + U_{n1} = 34V$$

电流源发出功率

$$P = U \times 1A = 34W$$

答案 2.22

2.22 图示直流电路,求图中各个节点电压。



解: 列出节点电压方程和受控源补充信息:

节点①:

$$\left(\frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{2\Omega}\right)U_{n1} - \frac{1}{1\Omega}U_{n2} - \frac{1}{2\Omega}U_{n3} = 3A + \frac{4V}{2\Omega}$$

节点②:

$$-\frac{1}{1\Omega}U_{n1} + \left(\frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{4\Omega}\right)U_{n2} - \frac{1}{4\Omega}U_{n3} = -2I_1$$

节点③:

$$U_{n3} = 10V$$

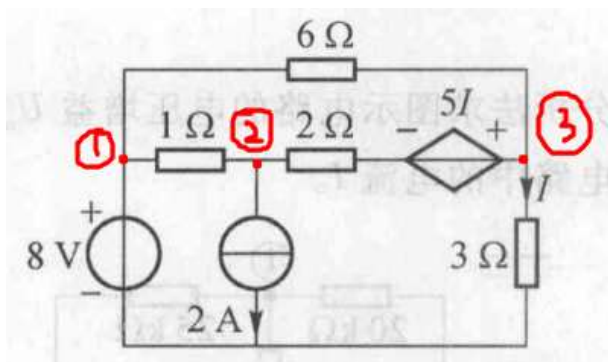
补充信息: $U_{n1} = 2I_1$

解得

$$U_{n1} = 6V, U_{n2} = 2V, U_{n3} = 10V$$

答案 2.23

2.23 图示线性直流电路, 试用回路法或节点法求两个独立电源各自发出的功率。



解: 列出节点电压方程和受控源补充信息:

节点①:

$$U_{n1} = 8V$$

节点②:

$$-\frac{1}{1\Omega}U_{n1} + \left(\frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{2\Omega}\right)U_{n2} - \frac{1}{2\Omega}U_{n3} = -2A - \frac{5I}{2\Omega}$$

节点③:

$$-\frac{1}{6\Omega}U_{n1} - \frac{1}{2\Omega}U_{n2} + \left(\frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{3\Omega}\right)U_{n3} = \frac{5I}{2\Omega}$$

补充信息: $U_{n3} = 3I$

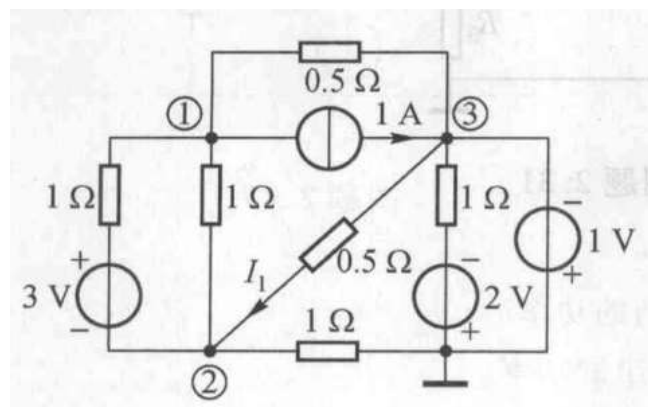
解得

$$I = 4A, U_{n1} = 8V, U_{n2} = \frac{4}{3}V, U_{n3} = 12V$$

$$p_{8V} = 8 \cdot \left(\frac{U_{n1} - U_{n2}}{1\Omega} + \frac{U_{n1} - U_{n3}}{6\Omega}\right) = 48W, p_{2A} = 2 \cdot (-U_{n2}) = -\frac{8}{3}W$$

答案 2.25

2.25 用节点电压法求电流 I_1 。



解：列出节点电压方程和受控源补充信息：

节点①：

$$\left(\frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{0.5\Omega}\right)U_{n1} - \left(\frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{1\Omega}\right)U_{n2} - \frac{1}{0.5\Omega}U_{n3} = \frac{3V}{1\Omega} - 1A$$

节点②：

$$-\left(\frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{1\Omega}\right)U_{n1} + \left(\frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{0.5\Omega} + \frac{1}{1\Omega}\right)U_{n2} - \frac{1}{0.5\Omega}U_{n3} = -\frac{3V}{1\Omega}$$

节点③：

$$U_{n3} = -1V$$

解得

$$U_{n1} = -\frac{5}{8}V, \quad U_{n2} = -\frac{5}{4}V, \quad U_{n3} = -1V$$

$$I_1 = \frac{U_{n3} - U_{n2}}{0.5\Omega} = 0.5A$$

重点

1.回路电流法、节点电压法写法规范