



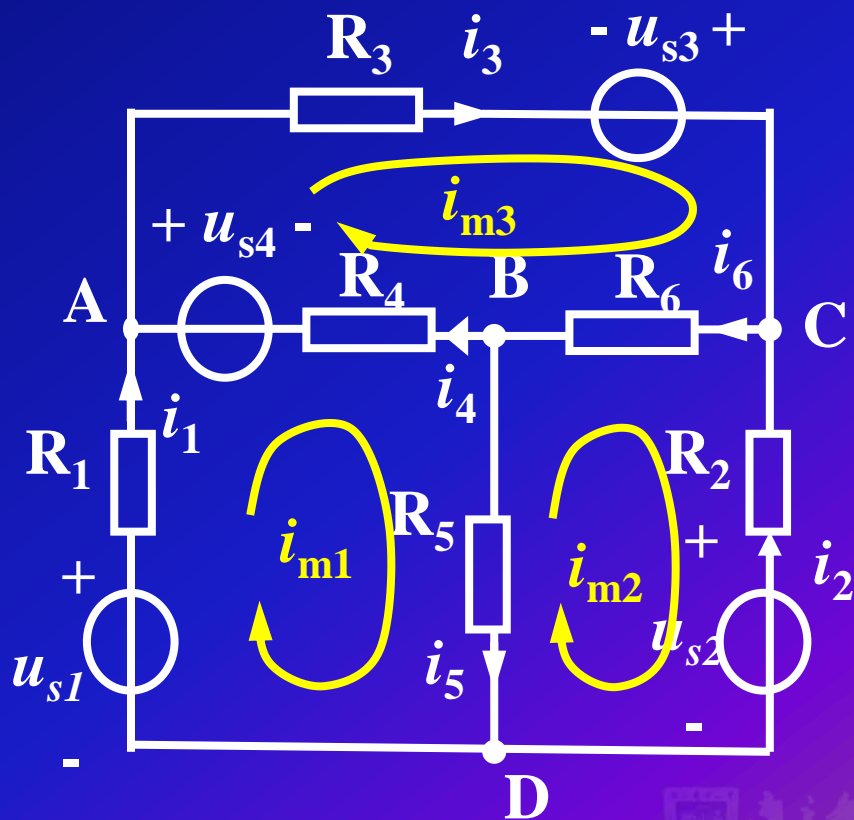
网孔分析法

网孔电流

➤ 定义：假想的沿网孔边界流动的环路电流。

➤ 方向：任意指定；

➤ 性质：一组完备而独立的电流变量。

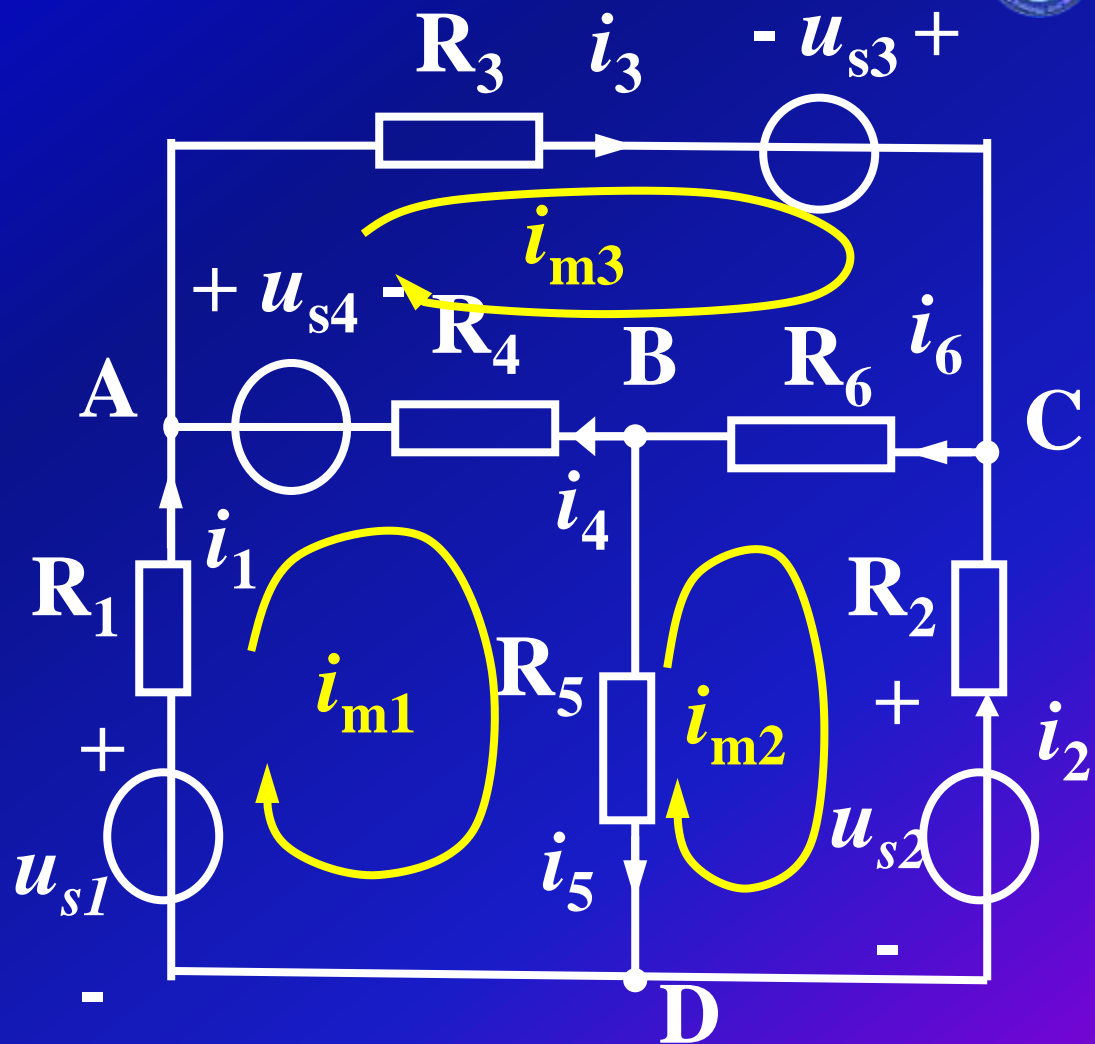




● 完备性

$$\text{边界电流} \begin{cases} i_1 = i_{m1} \\ i_2 = -i_{m2} \\ i_3 = i_{m3} \end{cases}$$

$$\text{内部电流} \begin{cases} i_4 = i_{m3} - i_{m1} \\ i_5 = i_{m1} - i_{m2} \\ i_6 = i_{m3} - i_{m2} \end{cases}$$



● 独立性

不受KCL约束





列网孔KVL:

网孔1:

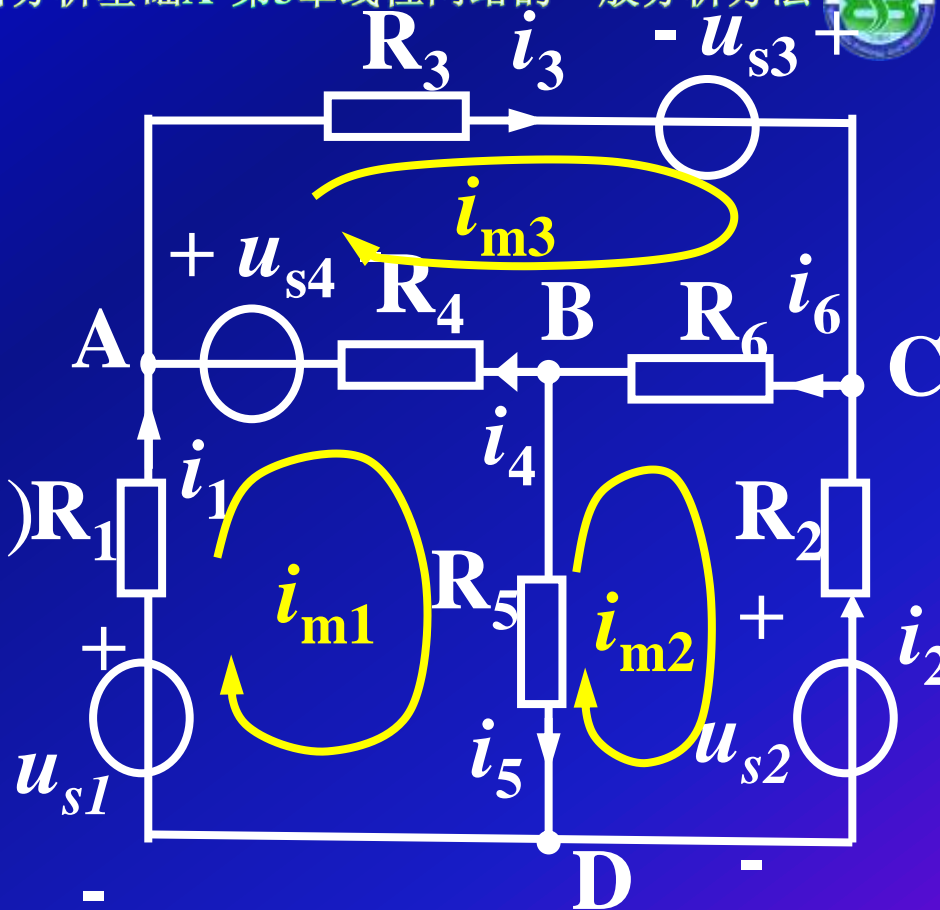
$$-u_{S1} + R_1 i_{m1} + u_{S4} + R_4 (i_{m1} - i_{m3}) + R_5 (i_{m1} - i_{m2}) = 0$$

网孔2:

$$R_2 i_{m2} + u_{S2} + R_5 (i_{m2} - i_{m1}) + R_6 (i_{m2} - i_{m3}) = 0$$

网孔3:

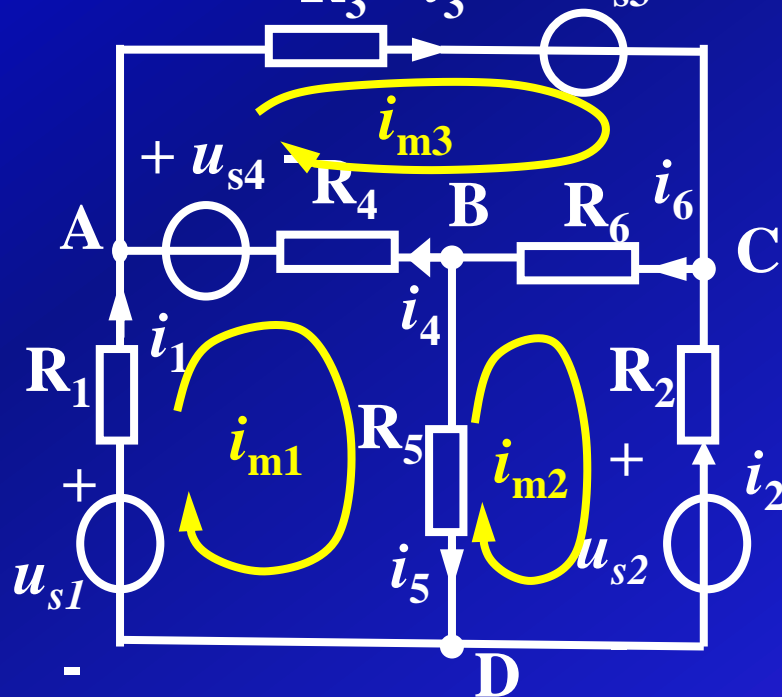
$$R_3 i_{m3} - u_{S3} + R_6 (i_{m3} - i_{m2}) + R_4 (i_{m3} - i_{m1}) - u_{S4} = 0$$





整理以上网孔电流
KVL方程:

✓寻找方程规律?



$$\text{m1: } (R_1 + R_4 + R_5)i_{m1} - R_5i_{m2} - R_4i_{m3} = u_{s1} - u_{s4}$$

$$\text{m2: } -R_5i_{m1} + (R_2 + R_5 + R_6)i_{m2} - R_6i_{m3} = -u_{s2}$$

$$\text{m3: } -R_4i_{m1} - R_6i_{m2} + (R_3 + R_4 + R_6)i_{m3} = u_{s3} + u_{s4}$$





一般形式:

$$R_{11}i_{m1} + R_{12}i_{m2} + R_{13}i_{m3} = u_{Sm1}$$

$$R_{21}i_{m1} + R_{22}i_{m2} + R_{23}i_{m3} = u_{Sm2}$$

$$R_{31}i_{m1} + R_{32}i_{m2} + R_{33}i_{m3} = u_{Sm3}$$

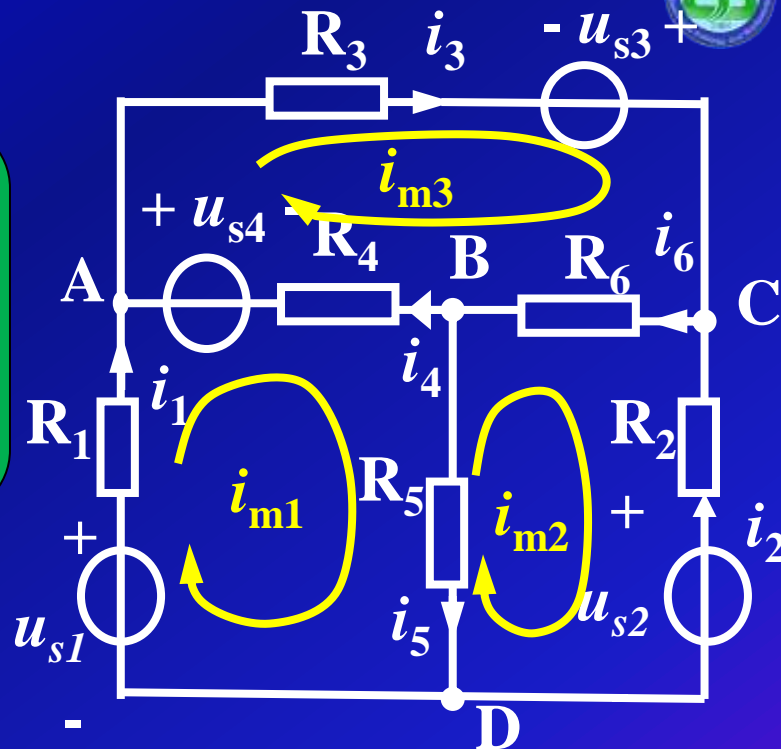
主对角线系数:

自电阻 R_{ii} (正负?)

非主对角线系数:

互电阻 R_{ij} (正负?)

u_{Smi} 电压升的代数和 (为什么?)





● 网孔法直接列写规则

自电阻 R_{ii} \times 本网孔的网孔电流 i_{mi}
+ \sum 互电阻 R_{ij} \times 相邻网孔的网孔电流 i_{mj}
= 本网孔中沿网孔电流方向所含电压源
电压升的代数和 u_{Smi}





● 网孔分析法一般步骤

- 1、设定网孔电流的参考方向；
- 2、**直接列写**网孔方程，求取网孔电流；
- 3、求支路电流或其他响应；
- 4、应用 KVL 验证。





例2(P61例3-2) $u_{s1}=20\text{V}$, $u_{s2}=30\text{V}$, $u_{s3}=10\text{V}$
 $R_1=1\Omega$, $R_2=6\Omega$, $R_3=2\Omega$, 用网孔法求各支路电流。

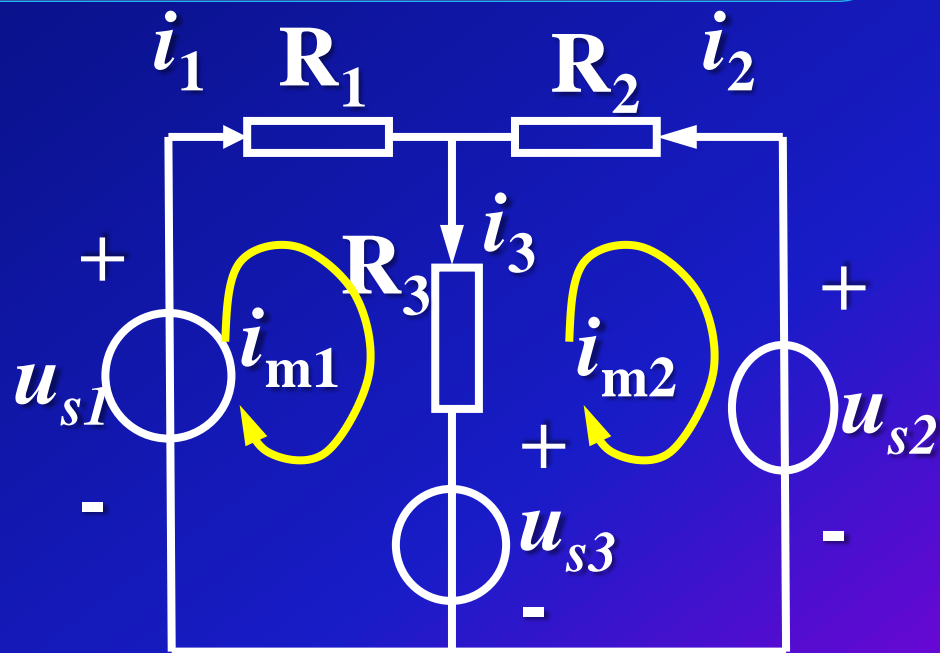
解: (1) 设网孔电流 i_{m1} , i_{m2}

(2) 直接列写网孔方程:

$$(R_1 + R_3)i_{m1} - R_3i_{m2}$$

$$= u_{s1} - u_{s3}$$

$$-R_3i_{m1} + (R_2 + R_3)i_{m2} = u_{s3} - u_{s2}$$





整理，得

$$3i_{m1} - 2i_{m2} = 10$$

$$-2i_{m1} + 8i_{m2} = -20$$

$$i_{m1} = \frac{D1}{D} = \frac{\begin{vmatrix} 10 & -2 \\ -20 & 8 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & -2 \\ -2 & 8 \end{vmatrix}} = \frac{40}{20} = 2A$$

$$i_{m2} = \frac{D1}{D} = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 10 \\ -2 & -20 \end{vmatrix}}{20} = \frac{-40}{20} = -2A$$



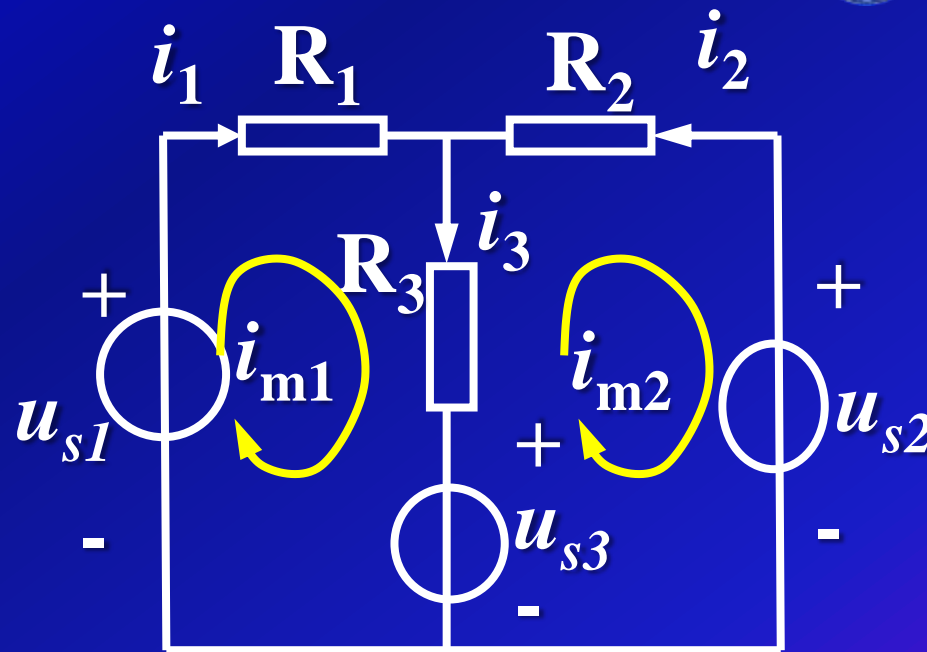


(3) 求支路电流

边界电流 $\begin{cases} i_1 = i_{m1} = 2A \\ i_2 = -i_{m2} = 2A \end{cases}$

内部电流

$$i_3 = i_{m1} - i_{m2} = 4A$$



(4) 验证：大回路中

$$-u_{s1} + R_1 i_1 - R_2 i_2 + u_{s2} = 0$$





● 网孔法直接列写规则

自电阻 R_{ii} \times 本网孔的网孔电流 i_{mi}
+ \sum 互电阻 R_{ij} \times 相邻网孔的网孔电流 i_{mj}
= 本网孔中沿网孔电流方向所含电压源
电压升的代数和 u_{Smi}





● 含有电流源网络的网孔方程

➤ 先化简

- ① 开路与电压源并联的电阻；
- ② 短路与电流源串联的电阻。（常见）

➤ 再分析

- ① 有伴（能构成电流源模型）时？
- ② 无伴（单独电流源）时？





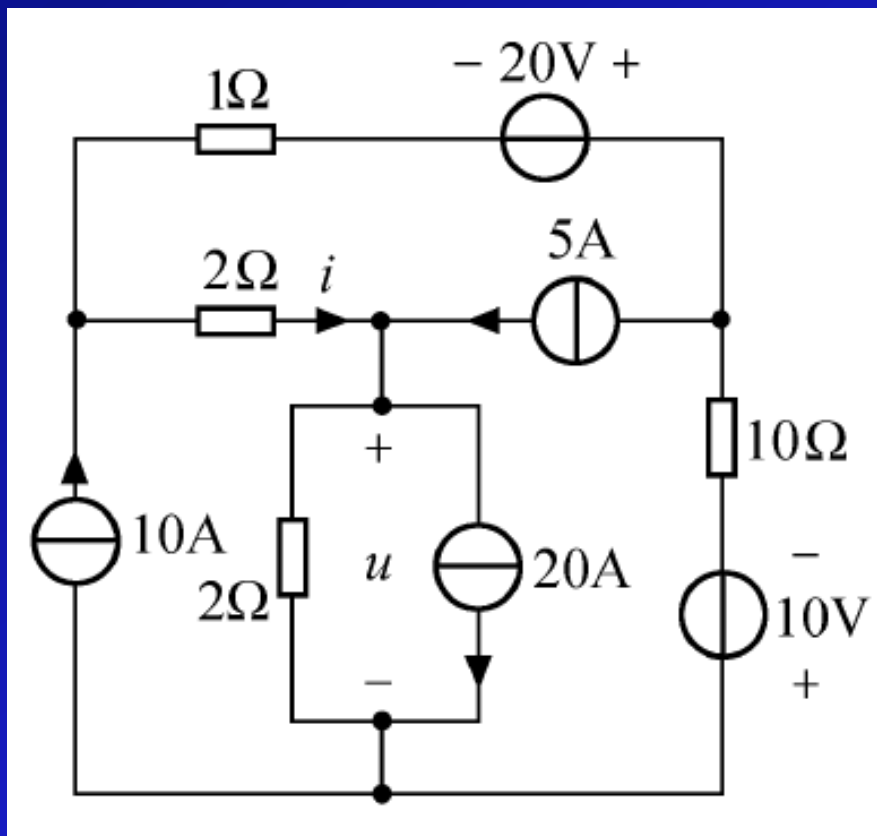
例3 (P62例3-3) 如图所示, 试用网孔分析法求电流 i 和电压 u 。

分析:

① 20A 电流源

✓有伴or无伴?

✓如何处理?



分析:

② 10A 电流源

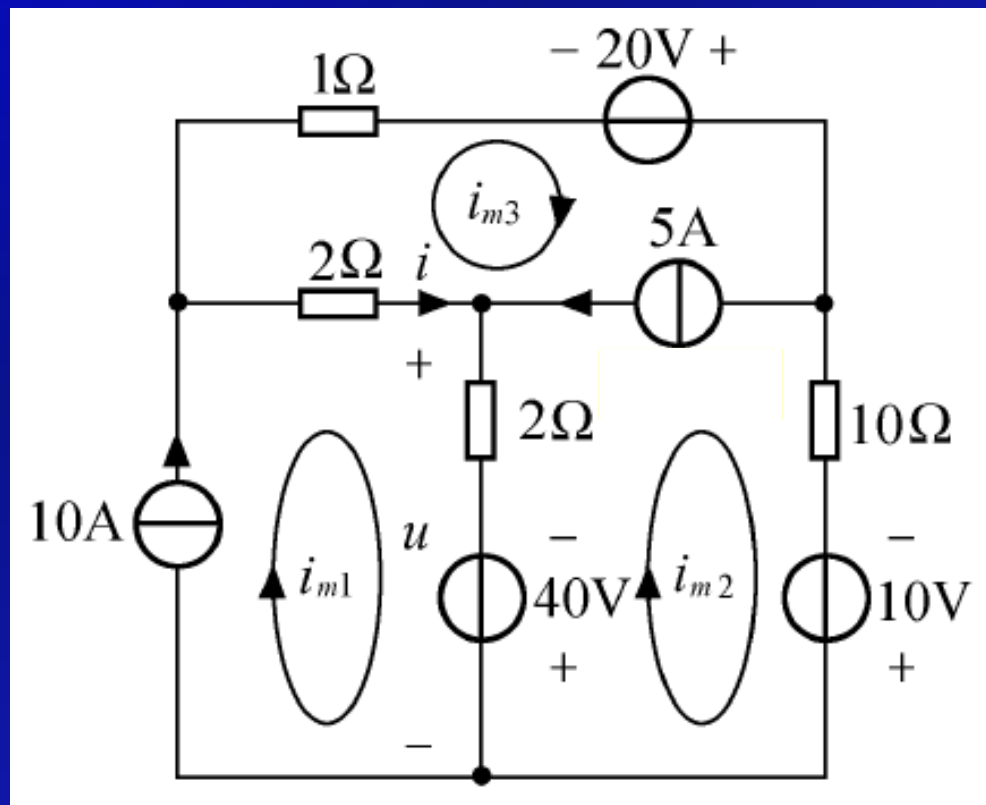
✓有伴or无伴?

✓如何处理?

③ 5A 电流源

✓有伴or无伴?

✓如何处理?



网孔1

$$i_{m1} = 10A$$

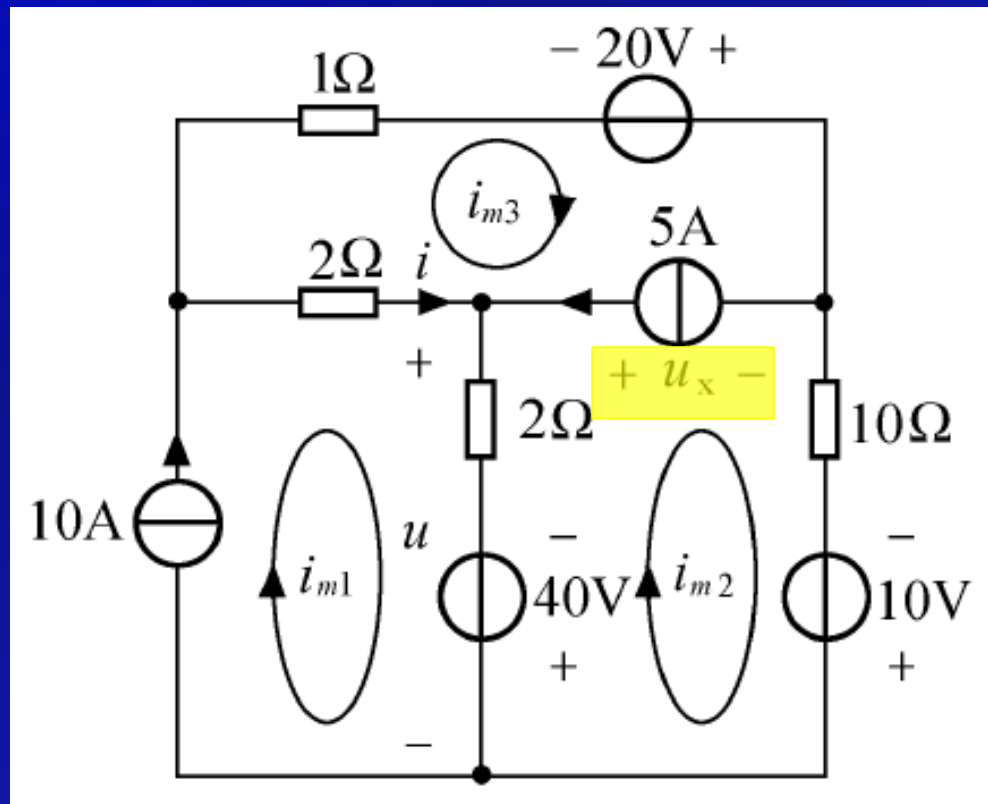
网孔2

$$(2 + 10)i_{m2} - 2i_{m1} = -40 - u_x + 10$$

网孔3

$$(1 + 2)i_{m3} - 2i_{m1} = 20 + u_x$$

辅助方程 $i_{m3} - i_{m2} = 5$



解得

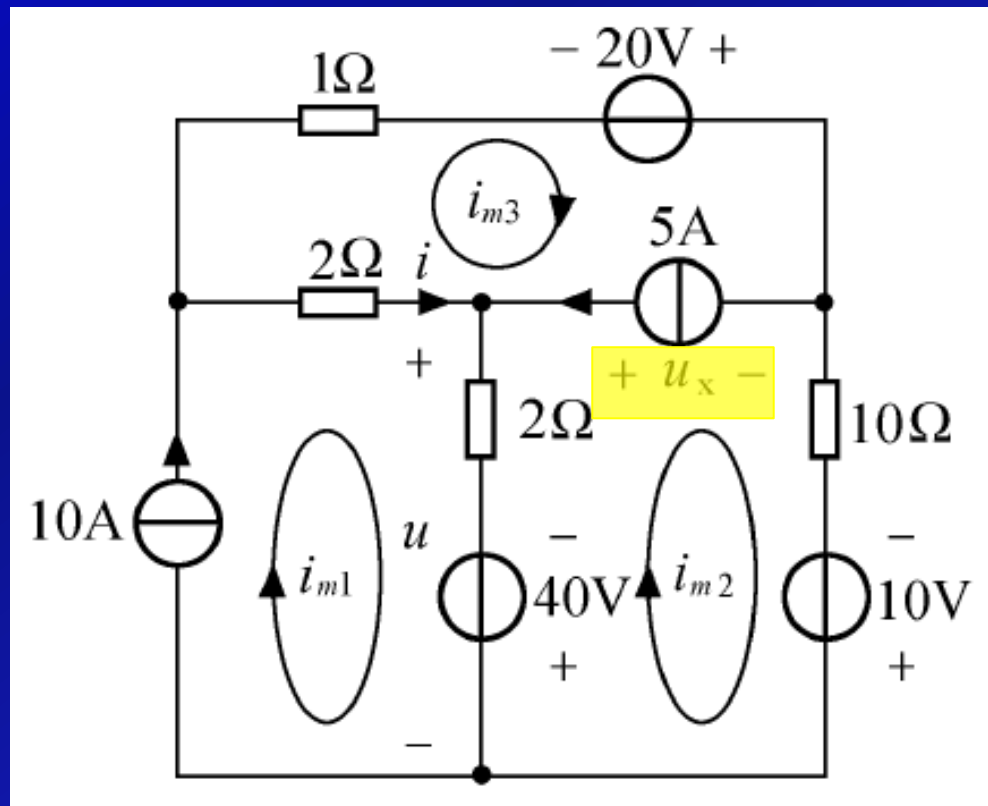
$$i_{m2} = 1A$$

$$i_{m3} = 6A$$

故

$$i = i_{m2} - i_{m3} = 4A$$

$$u = 2 \times (10 - 1) - 40 = -22V$$





● 含受控源网络的网孔方程

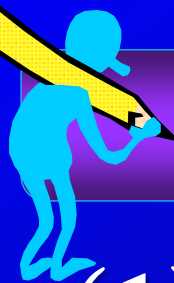
➤ 列网孔方程

✓ 受控源怎么处理？

➤ 列辅助方程

✓ 如何列？





例4 (P62例3-4) 列网孔方程

(1) 设网孔电流方向 i_1 , i_2

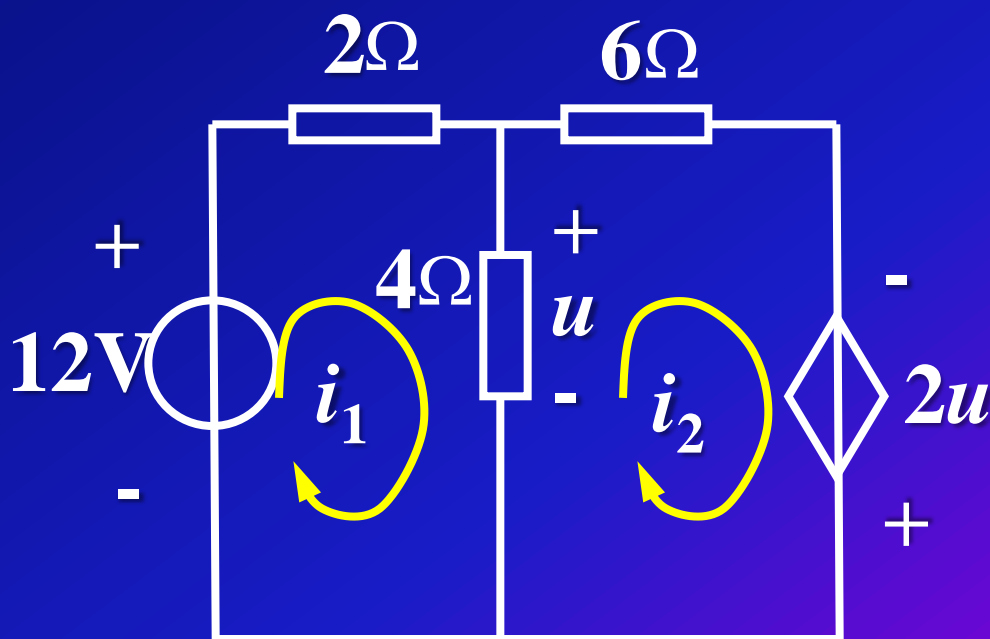
(2) 列网孔方程:

$$(2+4)i_1 - 4i_2 = 12$$

$$-4i_1 + (4+6)i_2 = 2u$$

(3) 列辅助方程:

$$u = 4(i_1 - i_2)$$





● 说明

- 只有平面网络才有网孔的概念。
- 网孔法是回路法的特殊情况。
- 回路法更具有有一般性。

