

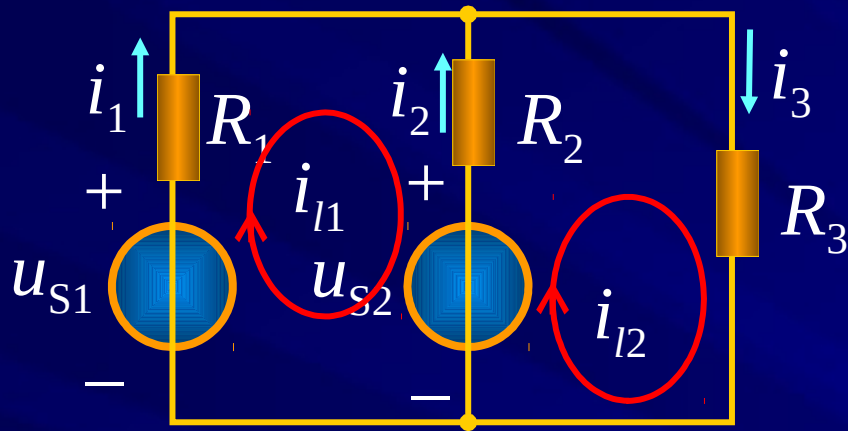
3.4 网孔电流法

1. 网孔电流法

以沿网孔连续流动的假想电流为未知量列写电路方程分析电路的方法称网孔电流法。它仅适用于平面电路。

● 基本思想

为减少未知量（方程）的个数，假想每个回路中有一个回路电流。各支路电流可用回路电流的线性组合表示，来求得电路的解。



独立回路数为 **2**。选图示的两个独立回路，支路电流可表示为：

$$\begin{aligned} i_1 &= i_{l1} & i_3 &= i_{l2} \\ i_2 &= i_{l2} - i_{l1} \end{aligned}$$

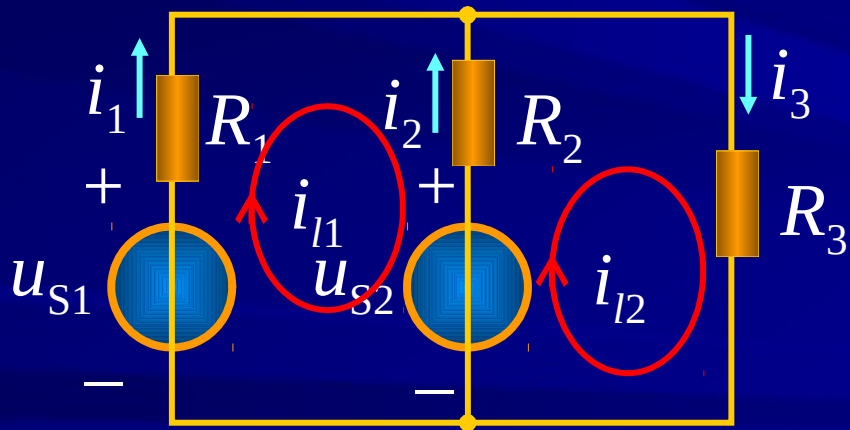
● 列写的方程

网孔电流在网孔中是闭合的，对每个相关结点均流进一次，流出一次，所以 KCL 自动满足。因此网孔电流法是对网孔回路列写 KVL 方程，方程数为网孔数。

2. 方程的列写

$$\left. \begin{array}{l} \text{网孔 1: } R_1 i_{l1} + R_2(i_{l1} - i_{l2}) + u_{S2} - u_{S1} = 0 \\ \text{网孔 2: } R_2(i_{l2} - i_{l1}) + R_3 i_{l2} - u_{S2} = 0 \end{array} \right\}$$

$$\text{整理得: } \begin{cases} (R_1 + R_2) i_{l1} - R_2 i_{l2} = u_{S1} - u_{S2} \\ -R_2 i_{l1} + (R_2 + R_3) i_{l2} = u_{S2} \end{cases}$$



观察可以看出如下规律:

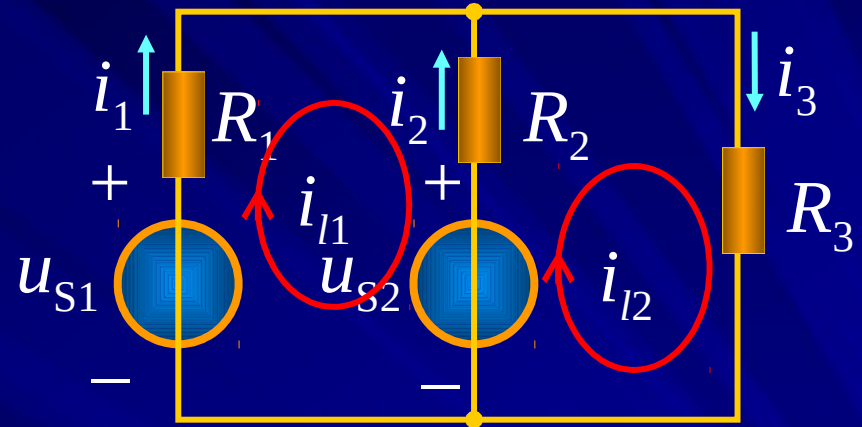
$$R_{11} = R_1 + R_2$$

网孔 1 中所有电阻之和
，称网孔 1 的自电阻。

$$R_{22} = R_2 + R_3$$

网孔 2 中所有电阻之和，
称网孔 2 的自电阻。

$$R_{12} = R_{21} = -R_2$$



网孔 1、网孔 2 之间的互电阻。

$u_{Sl1} = u_{S1} - u_{S2}$ 网孔 1 中所有电压源电压的代数和。

$u_{Sl2} = u_{S2}$ 网孔 2 中所有电压源电压的代数和。



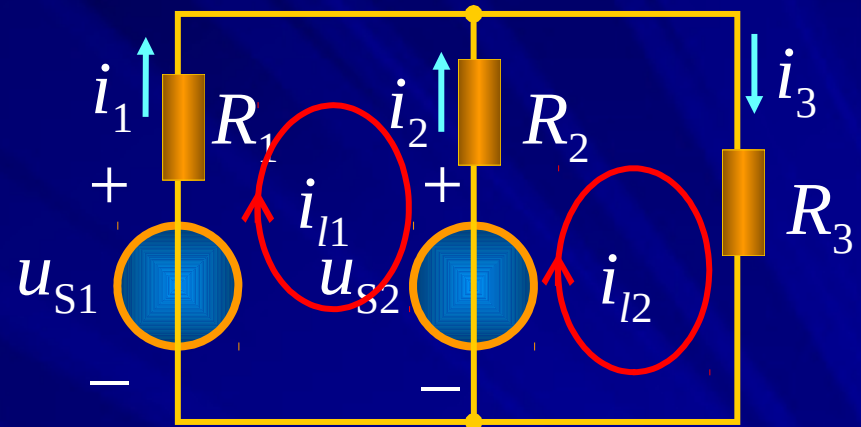
注意 ① 自电阻总为正。

② 当两个网孔电流流过相关支路方向相同时，互电阻取正号；否则为负号。

③ 当电压源电压方向与该网孔电流方向一致时，取负号；反之取正号。

方程的标准形式：

$$\begin{cases} R_{11}i_{l1} + R_{12}i_{l2} = u_{s1} \\ R_{21}i_{l1} + R_{22}i_{l2} = u_{s2} \end{cases}$$



对于具有 l 个网孔的电路，有：

$$\begin{cases} R_{11}i_{l1} + R_{12}i_{l2} + \cdots + R_{1l}i_{ll} = u_{s1} \\ R_{21}i_{l1} + R_{22}i_{l2} + \cdots + R_{2l}i_{ll} = u_{s2} \\ \cdots \\ R_{l1}i_{l1} + R_{l2}i_{l2} + \cdots + R_{ll}i_{ll} = u_{sll} \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_{11}i_{l1} + R_{12}i_{l2} + \cdots + R_{1l}i_{ll} = u_{sl1} \\ R_{21}i_{l1} + R_{22}i_{l2} + \cdots + R_{2l}i_{ll} = u_{sl2} \\ \cdots \\ R_{l1}i_{l1} + R_{l2}i_{l2} + \cdots + R_{ll}i_{ll} = u_{sll} \end{cases}$$



注意

R_{kk} : 自电阻 (总为正)

R_{jk} : 互电阻 \rightarrow

$\begin{cases} + : \text{流过互阻的两个网孔电流方向相同;} \\ - : \text{流过互阻的两个网孔电流方向相反;} \\ 0 : \text{无关。} \end{cases}$

例 1 用网孔电流法求解电流 i

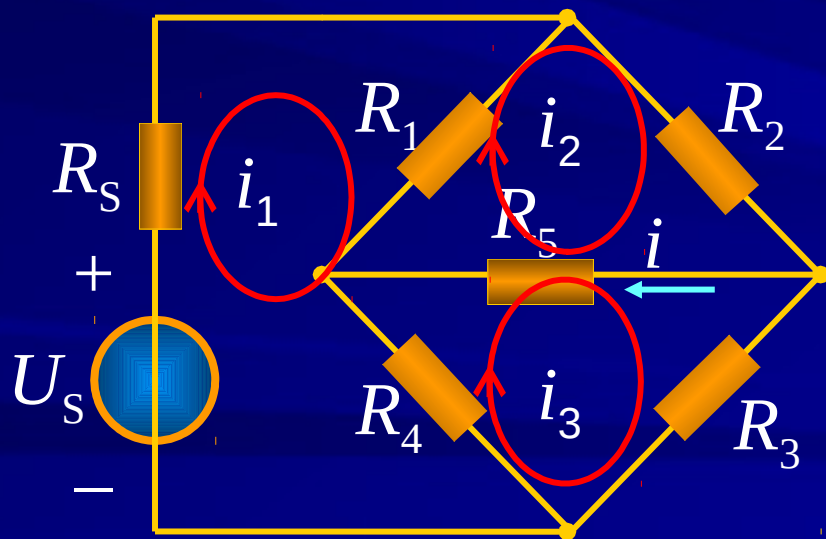
解 选网孔为独立回路:

$$(R_s + R_1 + R_4)i_1 - R_1i_2 - R_4i_3 = U_s$$

$$-R_1i_1 + (R_1 + R_2 + R_5)i_2 - R_5i_3 = 0$$

$$-R_4i_1 - R_5i_2 + (R_3 + R_4 + R_5)i_3 = 0$$

$$i = i_2 - i_3$$



① 无受控源的线性网络 $R_{jk} = R_{kj}$, 系数矩阵为对称阵。

② 当网孔电流均取顺 (或逆) 时针方向时, R_{jk} 均为负。



小结

(1) 网孔电流法的一般步骤:

- ① 选网孔为独立回路，并确定其绕行方向；
- ② 以网孔电流为未知量，列写其 KVL 方程；
- ③ 求解上述方程，得到 l 个网孔电流；
- ④ 求各支路电流；
- ⑤ 其它分析。

(2) 网孔电流法的特点:

仅适用于平面电路。