

3.5 回路电流法

1. 回路电流法

以基本回路中沿回路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。它适用于平面和非平面电路。

● 列写的方程

回路电流法是对独立回路列写 KVL 方程，方程数为：

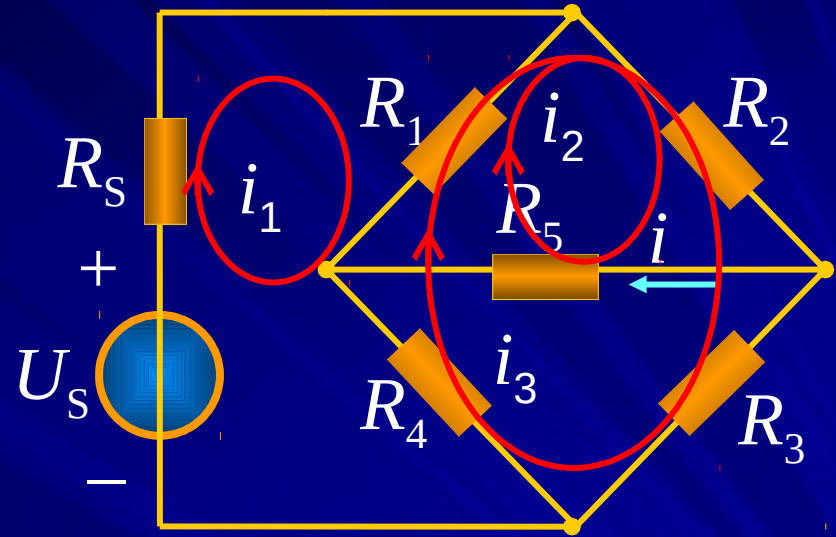
$$b - (n - 1)$$


注意 与支路电流法相比，方程数减少 $n - 1$ 个。

2. 方程的列写

例 用回路电流法求解电流 i

解 只让一个回路电流经过 R_5 支路。



$$(R_S + R_1 + R_4)i_1 - R_1i_2 - (R_1 + R_4)i_3 = U_S$$

$$-R_1i_1 + (R_1 + R_2 + R_5)i_2 + (R_1 + R_2)i_3 = 0$$

$$-(R_1 + R_4)i_1 + (R_1 + R_2)i_2 + (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)i_3 = 0$$

$$i = i_2$$

方程的标准形式:

对于具有 $l = b - (n - 1)$ 个回路的电路, 有:

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



注意 R_{kk} : 自电阻 (总为正)

R_{jk} :
互电阻 $\begin{cases} + : \text{流过互阻的两个回路电流方向相同;} \\ - : \text{流过互阻的两个回路电流方向相反;} \\ 0 : \text{无关。} \end{cases}$



小结 (1) 回路法的一般步骤:

- ① 选定 $l = b - (n - 1)$ 个独立回路, 并确定其绕行方向;
- ② 对 l 个独立回路, 以回路电流为未知量, 列写其 KVL 方程;
- ③ 求解上述方程, 得到 l 个回路电流;
- ④ 求各支路电流;
- ⑤ 其它分析。

(2) 回路法的特点:

- ① 通过灵活的选取回路可以减少计算量;
- ② 互有电阻的识别难度加大, 易遗漏互有电阻。

3. 理想电流源支路的处理

- 引入电流源电压，增加回路电流和电流源电流的关系方程。

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

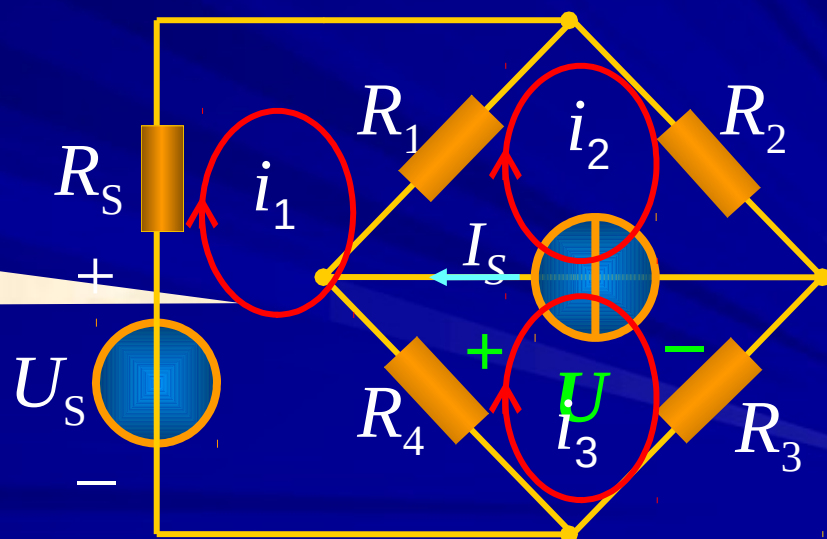
$- R_1i_1 + (R_1 + R_2)i_2 = U$

$- R_4i_1 + (R_3 + R_4)i_3 = -U$

方程中应包括
电流源电压

增补方程:

$$I_s = i_2 - i_3$$



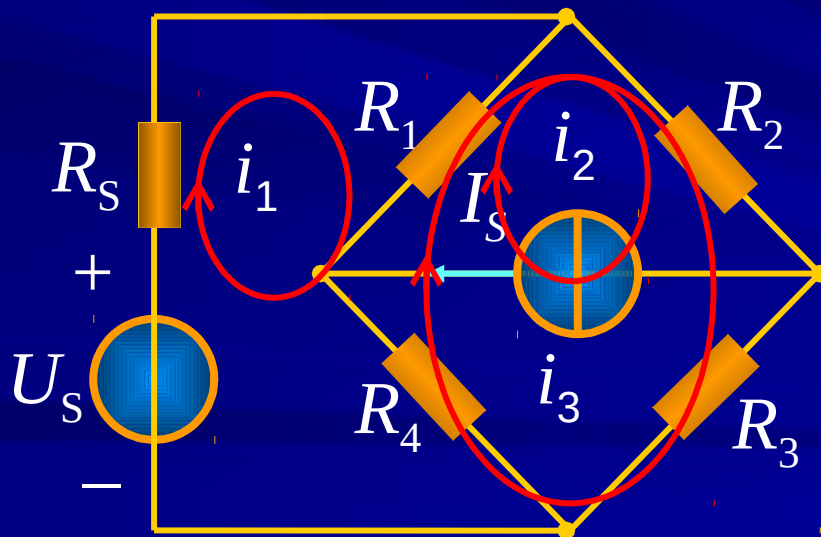
- 选取独立回路，使理想电流源支路仅仅属于一个回路，该回路电流即 I_S 。

例 $(R_S + R_1 + R_4)i_1 - R_1 i_2 - (R_1 + R_4)i_3 = U_S$

$$i_2 = I_S$$

已知电流，实际减少了一方程

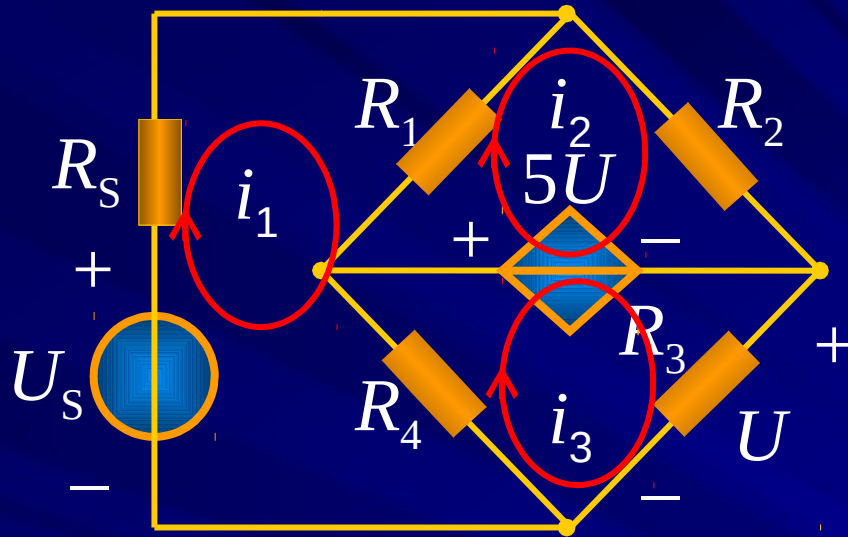
$$- (R_1 + R_4)i_1 + (R_1 + R_2)i_2 + (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)i_3 = 0$$



4. 受控电源支路的处理

对含有受控电源支路的电路，可先把受控源看作独立电源按上述方法列方程，再将控制量用回路电流表示。

例 1



增补方程:

$$U = R_3 i_3$$

$$(R_s + R_1 + R_4)i_1 - R_1 i_2 - R_4 i_3 = U_s$$

$$- R_1 i_1 + (R_1 + R_2)i_2 = 5U$$

$$- R_4 i_1 + (R_3 + R_4)i_3 = -5U$$

受控源看
作独立源
列方程

例 2 列回路电流方程

解 1 选网孔为独立回路

$$(R_1 + R_3)i_1 - R_3i_3 = -U_2$$

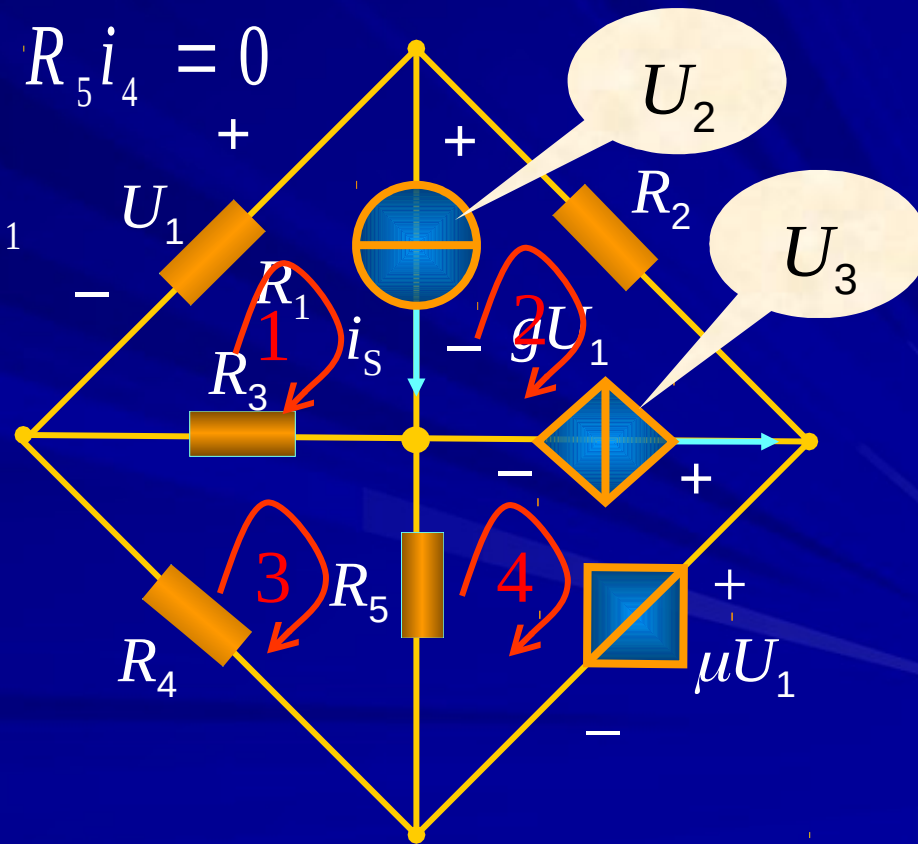
$$R_2i_2 = U_2 - U_3$$

$$-R_3i_1 + (R_3 + R_4 + R_5)i_3 - R_5i_4 = 0$$

$$-R_5i_3 + R_5i_4 = U_3 - \mu U_1$$

增补方程:

$$\begin{cases} i_1 - i_2 = i_s \\ i_4 - i_2 = gU_1 \\ U_1 = -R_1i_1 \end{cases}$$



解 2 回路 2 选大回路 $i_1 = i_s$

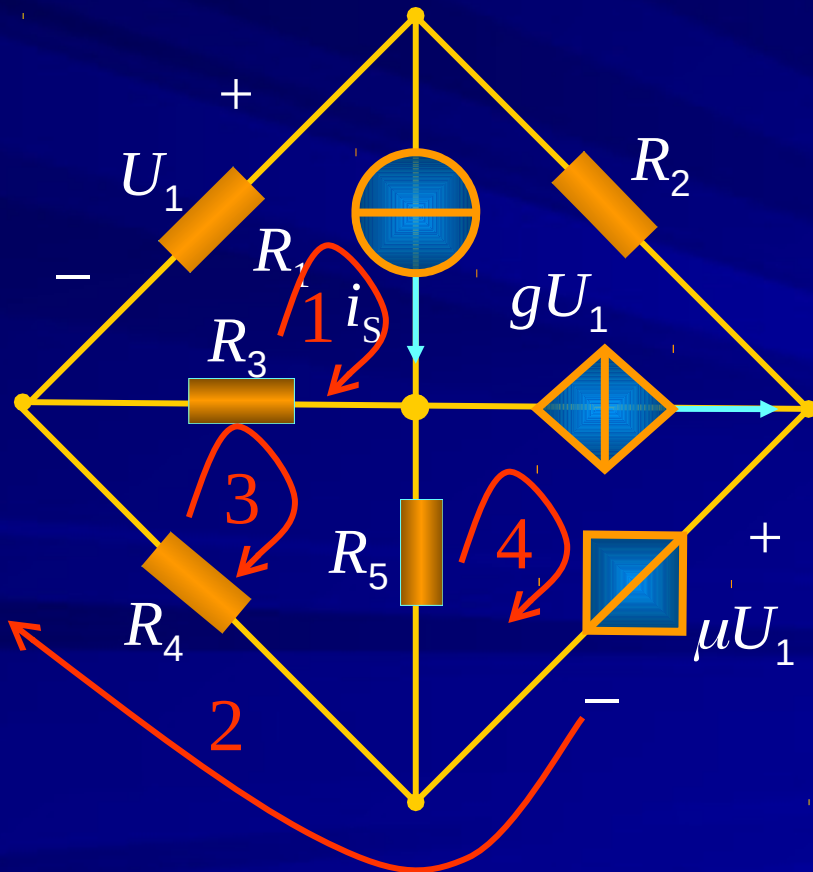
$$R_1 i_1 + (R_1 + R_2 + R_4) i_2 + R_4 i_3 = -\mu U_1$$

$$-R_3 i_1 + R_4 i_2 + (R_3 + R_4 + R_5) i_3 - R_5 i_4 = 0$$

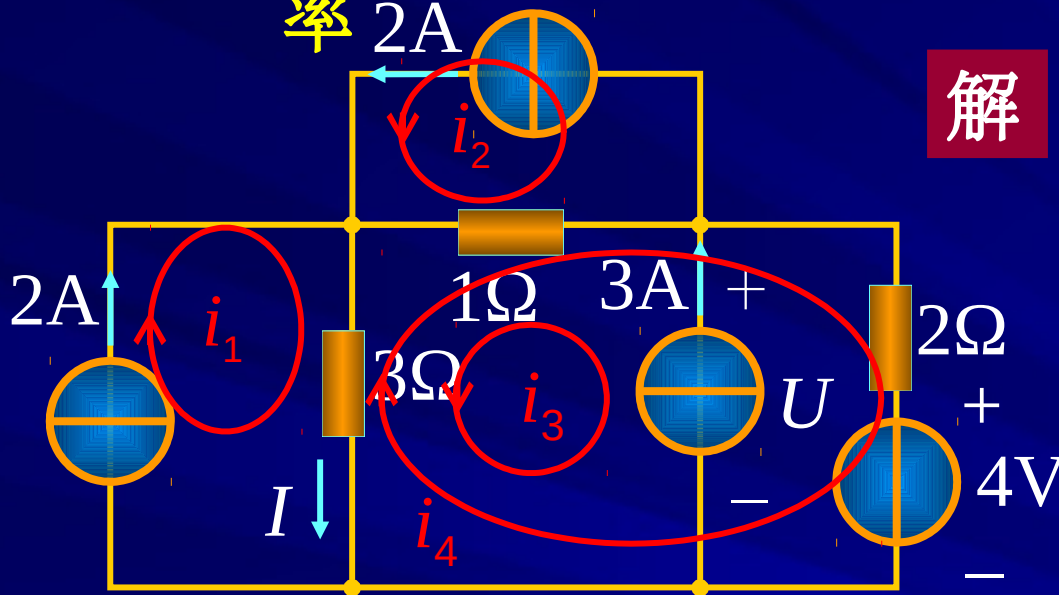
$$i_4 = g U_1$$

增补方程:

$$U_1 = -R_1(i_1 + i_2)$$



例 3 求电路中电压 U ，电流 I 和电压源产生的功率



解

$$i_1 = 2A \quad i_2 = 2A$$

$$i_3 = 3A$$

$$-3i_1 + i_2 - 4i_3 + 6i_4 = -4$$

$$\rightarrow i_4 = (6 - 2 + 12 - 4) / 6 = 2A$$

$$I = i_1 + i_3 - i_4 = 2 + 3 - 2 = 3A$$

$$U = 2i_4 + 4 = 8V$$

$$P = 4 \times i_4 = 8W \text{ (吸收)}$$