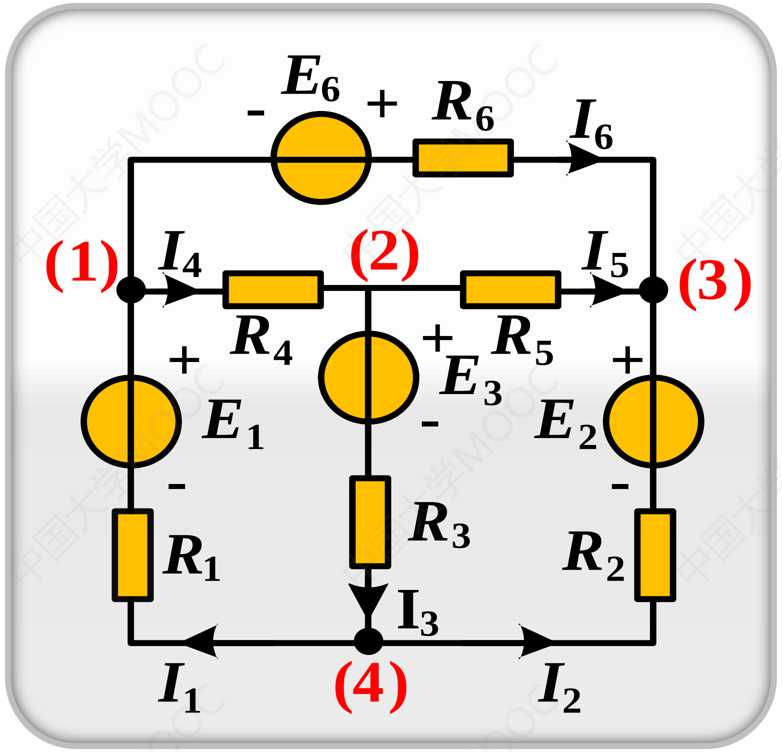
电路原理

支路电流法

上一章学习了依据元件特性和基尔霍夫定律、同时运用一些等效变换化简电路的方法进行电路的分析计算。这些方法在分析复杂电路时不便于对电路进行一般性的分析，因而对复杂电路的分析需要系统化的一般方法。系统化的一般方法是选择一组电路变量(电流或电压)，建立电路变量的方程进行求解的方法。

在这类方法中，支路电流法最为直接，并具有普遍适用性。支路电流法是以支路电流为电路变量，应用KCL和KVL，列出与支路数相等的独立方程，然后解出各支路电流的方法。



对具有n个节点和 l 条支路的电路:

(1)先假设各支路电流的参考方向，并标于图中。

(2)应用KCL建立$(n\text{-}1)$个 节点电 流方程

对节点(1) $-I_1+I_4+I_6=0$

对节点(2) $I_3-I_4+I_5=0$

对节点(3) $-I_2-I_5-I_6=0$

这三个节点方程是相互独立的。因为每个方程中包含了其余两个方程没有包含的支路电流，所以其中一个方程不可能由另外两个方程导出。

如果对节点 ④ 再列一个方程，四个方程就不再是独立的了，因为对节点 ④ 列出的节点方程是上列3个节点方程相加的结果。由此可见，具有四个节点的网络，应用KCL，可以列出3个独立的节点方程，对应独立节点方程的节点称为独立节点。

推广到具有*n*个节点的网络，理论上可以证明，独立的节点方程数(或独立节点数)等于节点数减1，即 (*n*-1) 个。这说明，对于有*n*个节点的网络，任选一个节点作参考节点，其余(*n*-1) 个节点是独立节点，对这(*n*-1) 个节点列出的方程是独立方程。

为求出图示电路的6个未知支路电流，在已列出3个独立节点方程的基础上，还需应用KVL，建立其余三个方程。

(3)应用KVL建立[l -（n-1）] 个独立回路电压方程

对回路1

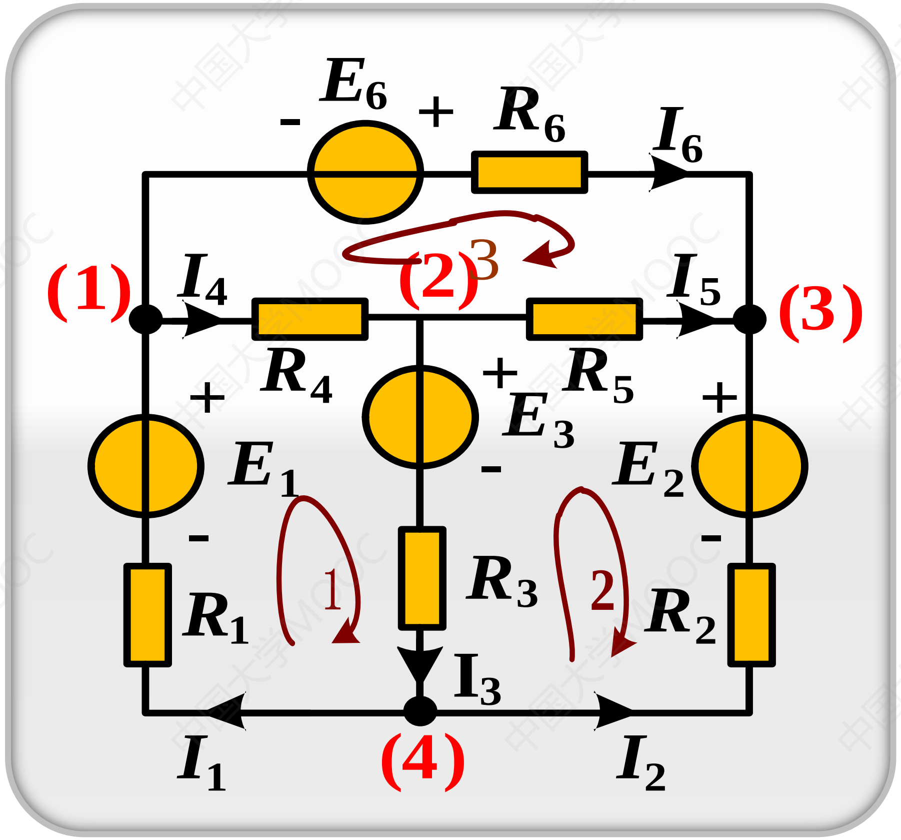
$$R_1 I_1 + R_4 I_4 + R_3 I_3 = E_1 - E_3$$

对回路2

$$R_5 I_5 - R_2 I_2 - R_3 I_3 = E_3 - E_2$$

对回路3

$$R_6 I_6 - R_5 I_5 - R_4 I_4 = E_6$$



(4)联立求解独立的节点方程和独立的回路方程即可求出图示网络中待求的各支路电流。

$$\begin{cases} -I_1 + I_4 + I_6 = 0 \\ I_3 - I_4 + I_5 = 0 \\ -I_2 - I_5 - I_6 = 0 \\ R_1 I_1 + R_4 I_4 + R_3 I_3 = E_1 - E_3 \\ R_5 I_5 - R_2 I_2 - R_3 I_3 = E_3 - E_2 \\ R_6 I_6 - R_5 I_5 - R_4 I_4 = E_6 \end{cases}$$

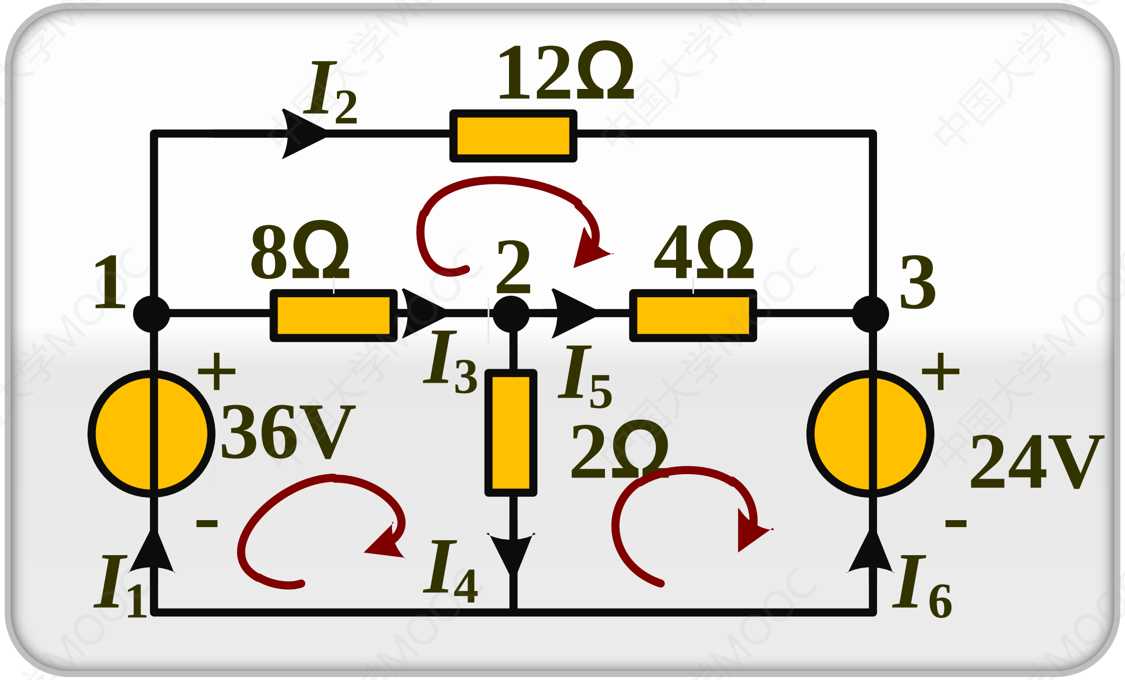
对这 3 个回路所列的方程中，无论哪一个都不能从另外两个导出，因此它们是独立的。这 3 个独立方程对应的 3 个回路称为独立回路。

独立回路的选取

所选回路至少要包含一条前面已选回路中未包含的支路。

平面网络： 选网孔为独立回路

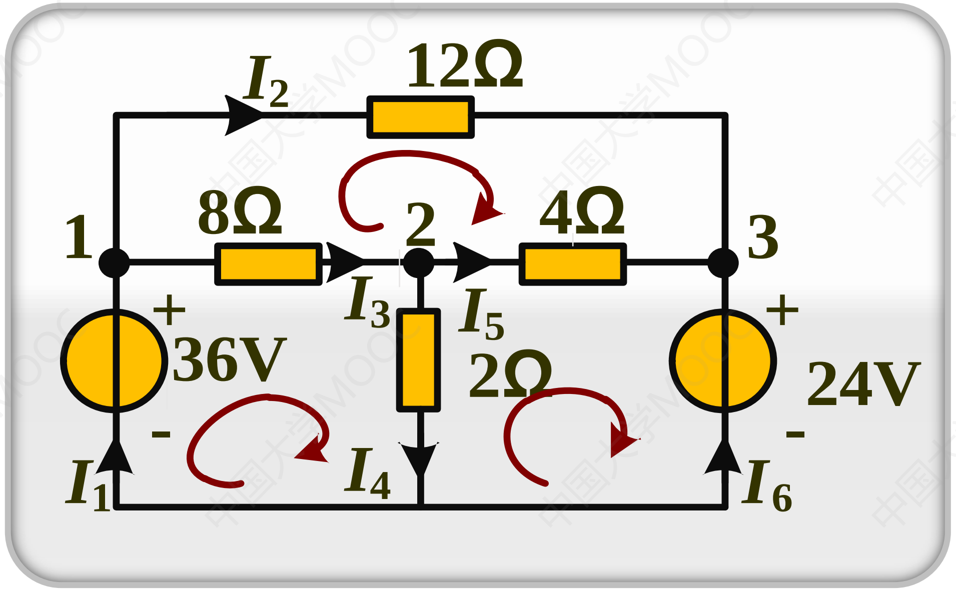
例：用支路电流法求图所示电路中各支路电流



解： (1) 设各支路电流参考方向如图所示 。

(2) 选节点1、2、3为独立节点，列KCL方程

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ I_3 = I_4 + I_5 \\ I_2 + I_5 + I_6 = 0 \end{cases}$$



(3) 取三个网孔为独立回路，设各回路绕行方向为顺时针方向，如图所示，列写KVL方程

$$\begin{cases} 8I_3 + 2I_4 = 36 \\ 12I_2 - 4I_5 - 8I_3 = 0 \\ -2I_4 + 4I_5 = -24 \end{cases}$$

(4) 联立求解上面六个方程，可得：

$$I_1 = 4\text{A} \quad I_2 = 1\text{A} \quad I_3 = 3\text{A}$$

$$I_4 = 6\text{A} \quad I_5 = -3\text{A} \quad I_6 = 2\text{A}$$

谢谢