基尔霍夫电流定律

1. 基尔霍夫简介

基尔霍夫（Kirchhoff, 1824～1887）德国著名物理学家，他提出了求解复杂电路中电流、电压、电阻关系的两条电路定律，即著名的基尔霍夫电流定律（KCL）和基尔霍夫电压定律（KVL），解决了复杂电路求解方面的难题，被誉为——电路求解大师。

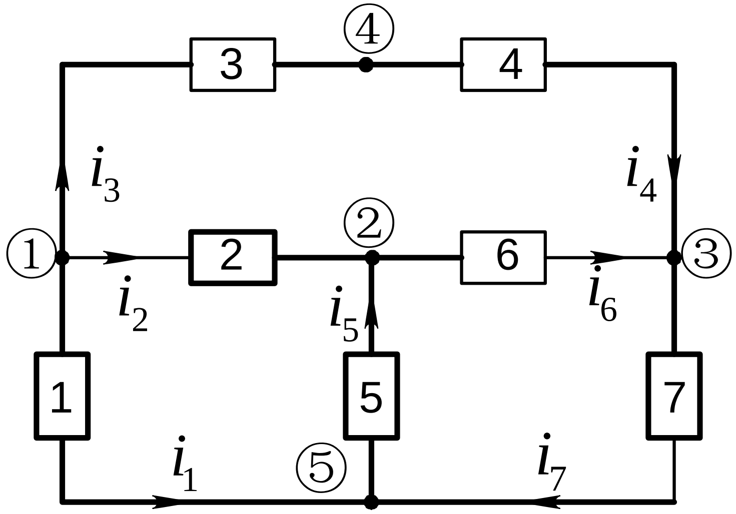
2. 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律(简称KCL)表述为：在集中参数电路中，任一时刻流出(或流入)任一节点的支路电流代数和等于零，即

$$\sum i_k = 0$$ （i_k 表示第 k 条支路电流）

规定：i_k 参考方向为流出节点时，i_k 前面取“＋”号；流入节点时，i_k 前面取“－”号。

基尔霍夫电流定律



节点②: $-i_2 - i_5 + i_6 = 0$

节点③: $-i_4 - i_6 + i_7 = 0$

节点④: $-i_3 + i_4 = 0$

节点⑤: $-i_1 + i_5 - i_7 = 0$

1）基本表述方式—对节点

节点①: $i_1 + i_2 + i_3 = 0$

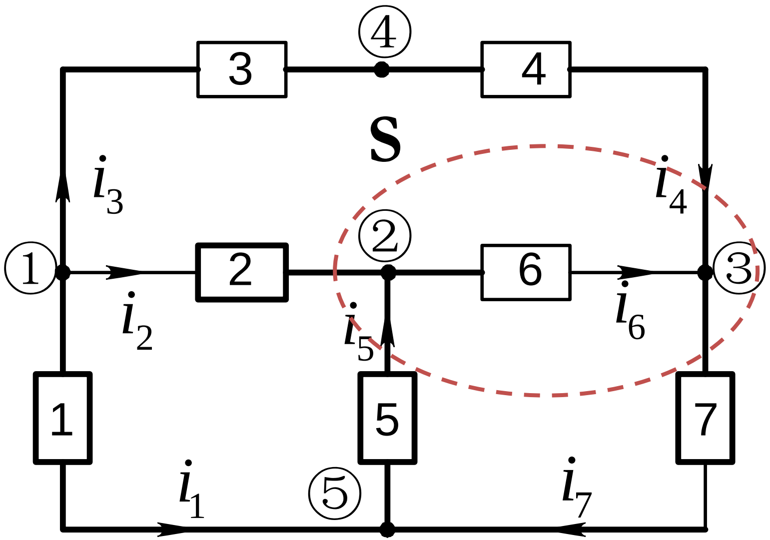
2）对闭合边界：

在集中参数电路中，任一时刻流出(或流入)任一闭合边界 S 的支路电流代数和等于零，即

$$\sum i_k = 0$$ （i_k表示与闭合边界相切割的各支路电流)

规定：i_k参考方向为流出闭合边界时，i_k前面取“＋”号；流入闭合边界时，i_k前面取“－”号。

基尔霍夫电流定律



对闭合边界列写KCL方程：

$$-i_2 - i_4 - i_5 + i_7 = 0$$

节点②：$-i_2 - i_5 + i_6 = 0$

节点③：$-i_4 - i_6 + i_7 = 0$

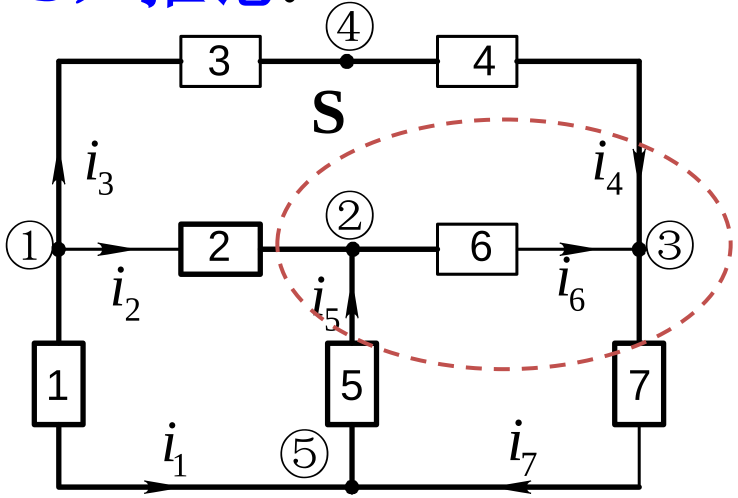
$$\left.\begin{array}{l} -i_2 - i_5 + i_6 = 0 \\ -i_4 - i_6 + i_7 = 0 \end{array}\right\} +$$

$$\Rightarrow -i_2 - i_4 - i_5 + i_7 = 0$$

因此，广义KCL方程是其内部所含节点上的KCL方程之和

基尔霍夫电流定律

3）推论：



$$\left.\begin{aligned}
\text{节点②：} & -i_2 - i_5 + i_6 = 0 \\
\text{节点③：} & -i_4 - i_6 + i_7 = 0 \\
\text{节点⑤：} & -i_1 + i_5 - i_7 = 0
\end{aligned}\right\}$$

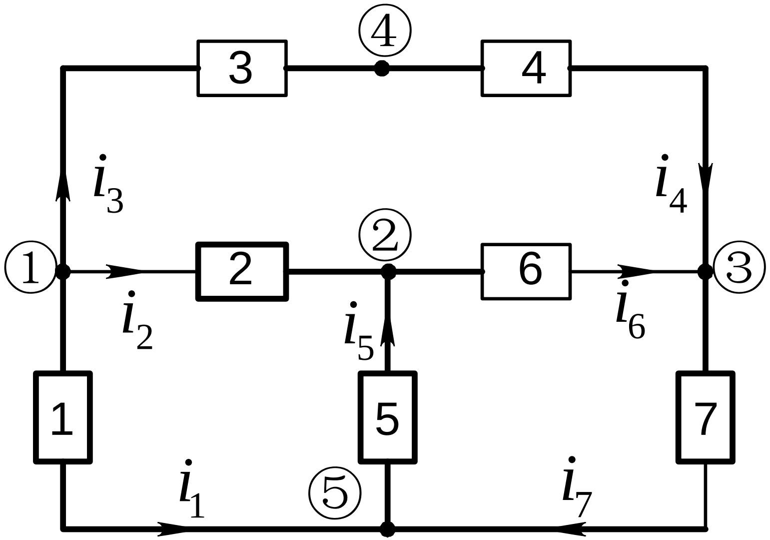
$$\left.\begin{aligned}
\text{节点②：} \quad & i_6 = i_2 + i_5 \\
\text{节点③：} \quad & i_7 = i_4 + i_6 \\
\text{节点⑤：} \quad & i_5 = i_7 + i_1
\end{aligned}\right\}$$

任一时刻，流出任一节点(或闭合边界)电流的代数和等于流入该节点(或闭合边界)电流的代数和，即

$$\sum i_{\text{流入}} = \sum i_{\text{流出}}$$

基尔霍夫电流定律

4）方程的独立性：



节点①：$i_1 + \cancel{i_2} + \cancel{i_3} = 0$

节点②：$\cancel{-i_2} - i_5 + \cancel{i_6} = 0$

节点③：$\cancel{-i_4} \cancel{-i_6} + i_7 = 0$

节点④：$\cancel{-i_3} + \cancel{i_4} = 0$

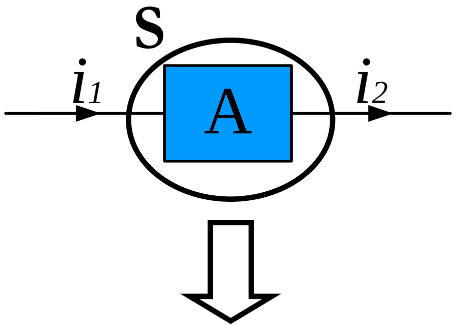
节点⑤：$-i_1 + i_5 - i_7 = 0$

$$i_1 - i_5 + i_7 = 0$$

结论：在含有*n*个节点的电路中，任一*n*-1个节点的KCL方程是一组独立方程，这些节点称为独立节点。

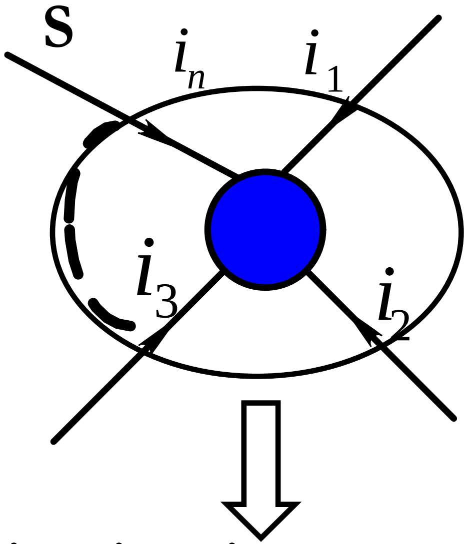
基尔霍夫电流定律

5）二端元件流入一个端子的电流等于流出另一个端子的电流，二端元件只有一个电流。



$$i_1 = i_2$$

6）任一时刻，流入或流出一个多端元件的端子电流之和为零



$$i_1 + i_2 + i_3 + \cdots + i_n = 0$$