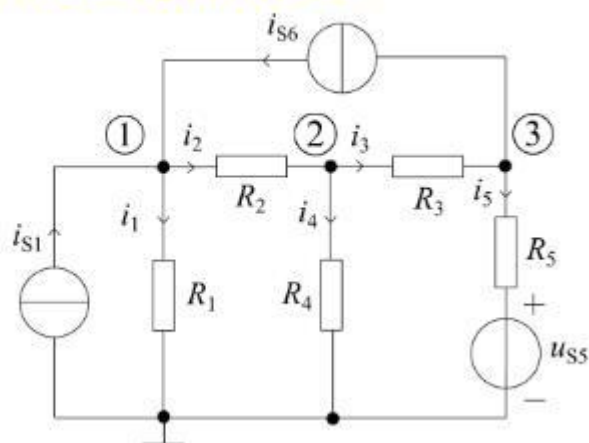


节点电压方程的列写（非标准方程）

由于节点电压方程本质上是节点的 KCL 方程，所以我建议初学者先不要使用标准方程，而是把与节点相连的各个支路的电流单独求出来，然后再用流入等于流出，或者电流的代数和为零来列写方程。列好非标准方程以后，再拿来跟你写的标准方程对比。以课件里的电路图为例：

2、 结点电压方程的列写



对于节点 1，跟它相连的有四条支路，

左边支路的电流为 i_{s1} ，方向为流向节点 1。

上面支路的电流为 i_{s6} ，方向为流向节点 1。

右边支路为电阻 R_2 ， R_2 左端的电位为 u_{n1} ，右端的电位为 u_{n2} ，假设这条支路上的电流是由节点 1 流向节点 2，则有 $i_2 = \frac{u_{n1} - u_{n2}}{R_2}$ 。（这里同样

可以假设这条支路的电流是由节点 2 流向节点 1，则有 $i_2 = \frac{u_{n2} - u_{n1}}{R_2}$ 。）

这里有个概念需要知道：我们平时说的原件上的电压是原件两端的电位之差。我们标注+的一端为高电位，-的一端为低电位。然后电阻上的电流总是由高电位的一端流向低电位的一端。

下面支路为电阻 R_1 ， R_1 上端的电位为 u_{n1} ，下端电位为 0，假设这条支路

上的电流是由上端流到下端，则有 $i_1 = \frac{u_{n1}-0}{R_1} = \frac{u_{n1}}{R_1}$ 。（这里同样可以假设 R_1 上的电流是由下往上的，则有 $i_1 = \frac{0-u_{n1}}{R_1} = -\frac{u_{n1}}{R_1}$ ）

由流入电流等于流出电流可知，节点 1 的方程为

$$i_{s1} + i_{s6} = \frac{u_{n1} - u_{n2}}{R_2} + \frac{u_{n1} - 0}{R_1}$$

对于节点 2，跟它相连的有三条支路，我假设这三条支路的电流都是流出节点 2 的，那么

左边支路 R_2 ，其电流为 $\frac{u_{n2}-u_{n1}}{R_2}$ ；

右边支路 R_3 ，其电流为 $\frac{u_{n2}-u_{n3}}{R_3}$ ；

下面支路 R_4 ，其电流为 $\frac{u_{n2}-0}{R_4}$ 。

所以节点 2 的方程为：

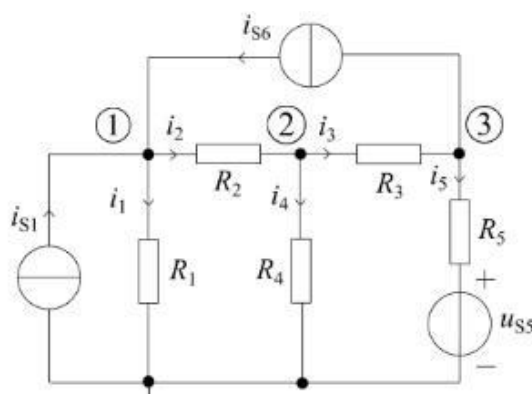
$$\frac{u_{n2} - u_{n1}}{R_2} + \frac{u_{n2} - u_{n3}}{R_3} + \frac{u_{n2} - 0}{R_4} = 0$$

对于节点 3，跟它相连的有三条支路，我假设 R_3 所在支路和 R_5 所在支路的电流都是流出节点 3，那么

上面支路的电流为电流源的电流 i_{s6} ；

左边支路的电流为 $\frac{u_{n3}-u_{n2}}{R_3}$ ；

下边支路需要重点说明一下， R_5 上端的电位为 u_{n3} ，下端的电位为零电位经过电压源 u_{s5} 得到，而从电压源的负极到正极，电位升高 u_{s5} ，所以 R_5 下



端的电位为 $0 + u_{s5} = u_{s5}$ ，所以 R_5 上的电流为 $\frac{u_{n3} - u_{s5}}{R_5}$ 。

所以节点 3 的方程为：

$$i_{s6} + \frac{u_{n3} - u_{n2}}{R_3} + \frac{u_{n3} - u_{s5}}{R_5} = 0$$

假如把电压源 u_{s5} 替换成电流源 i_{s5} ，那么 R_5 和电流源 i_{s5} 所在支路的电流由电流源决定，为 i_{s5} 。节点 3 的方程为：

$$i_{s6} + \frac{u_{n3} - u_{n2}}{R_3} + i_{s5} = 0$$

这里 R_5 不会出现在方程中，这也是很多初学者在标准方程中发现和电流源串联的电阻不出现在节点电压方程中的原因。