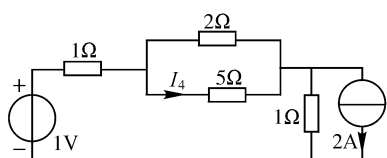
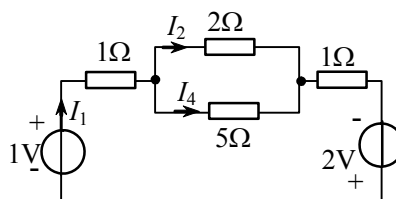


3-1 用支路电流法求题 3-1 图中未知电流 I_4 值。



题 3-1 图



题 3-1 解图

解 对题 3-1 图作等效变换, 如题 3-1 解图所示。

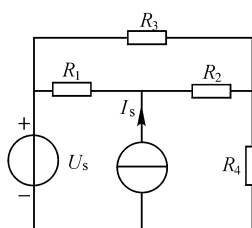
对节点列 KCL 方程 $I_1 = I_2 + I_4$

对两网孔列 KVL 方程
$$\begin{cases} 1 \times I_1 + 5 \times I_4 + 1 \times I_1 - 2 - 1 = 0 \\ 2 \times I_2 - 5I_4 = 0 \end{cases}$$

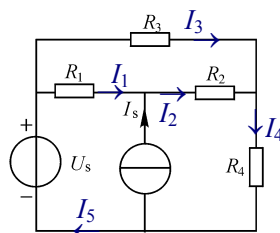
解以上三式, 得 $I_4 = 0.25 \text{ A}$

3-2 题 3-2 图所示电路中, 分别写出:

- (1) KCL 独立方程, KVL 独立方程。
- (2) 用支路电流法求支路电流时所需方程。



题 3-2 图



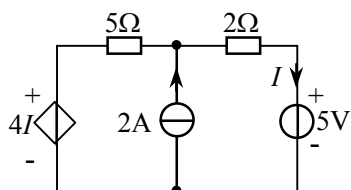
题 3-2 解图

解 题 3-2 图所示电压和电流得参考方向如题 3-2 解图所示。

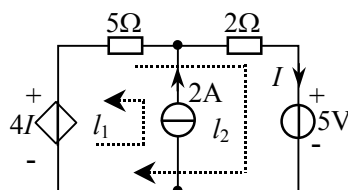
(1) 独立的 KCL 方程有 3 个, 即
$$\begin{cases} I_1 + I_3 + I_5 = 0 \\ -I_1 + I_2 - I_5 = 0 \\ -I_2 - I_3 + I_4 = 0 \end{cases}$$

(2) 独立的 KVL 方程有 3 个, 即
$$\begin{cases} I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = 0 \\ I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_4 R_4 - U_s = 0 \\ I_3 R_3 + I_4 R_4 - U_s = 0 \end{cases}$$

3-3 求题 3-3 图所示电路中的电流 I 。



题 3-3 图



题 3-3 解图

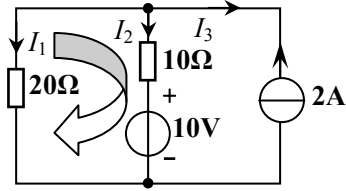
解 利用回路电流法分析计算。回路及绕向如题 3-3 解图所示，列回路方程如下

$$\begin{cases} I_{l1} = 2 \\ -5I_{l1} + (5+2)I_{l2} = -5 + 4I \end{cases}$$

补充方程 $I = I_{l2}$

$$\text{求得 } I = \frac{5}{3} = 1.667 \text{ A}$$

3-4 用支路电流法求解题 3-4 图所示电路各支路电流。



题 3-4 图

解 各支路电流的参考方向如图所示

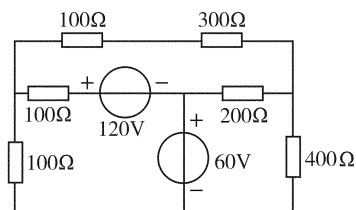
其中 $I_3 = -2 \text{ A}$

列 K C L 方程 $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

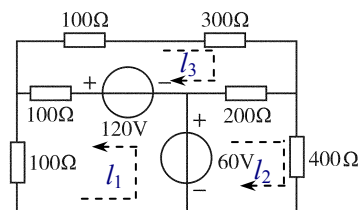
列 KVL 方程 $10I_2 + 10 - 20I_1 = 0$

求解，得 $I_1 = I_2 = 1 \text{ A}$

3-5 用网孔电流法求题 3-5 图所示电路中各电压源对电路提供的功率。



题 3-5 图



题 3-5 解图

解 网孔及绕向如题 3-5 解图所示，列网孔方程如下

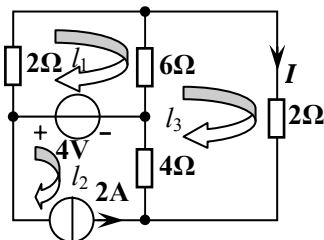
$$\begin{cases} 200I_{l1} + 100I_{l3} = 180 \\ 600I_{l2} - 200I_{l3} = 60 \\ 100I_{l1} - 200I_{l2} + 700I_{l3} = 120 \end{cases}$$

$$\text{求得 } I_{l1} = \frac{6}{7} \text{ A}, I_{l2} = \frac{9}{70} \text{ A}, I_{l3} = \frac{3}{35} \text{ A}$$

所以，各电压源对电路提供的功率为

$$\begin{cases} P_{120} = 120 \times (I_{l1} + I_{l3}) = 120 \times \frac{66}{70} = 113.14 \text{ W} \\ P_{120} = 60 \times (I_{l1} + I_{l2}) = 60 \times \frac{69}{70} = 59.14 \text{ W} \end{cases}$$

3-6 题 3-6 图所示电路，用网孔分析法求电路中电流 I 。

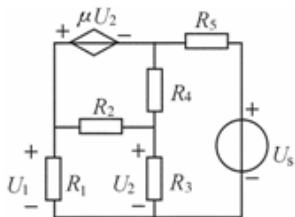


题 3-6 图

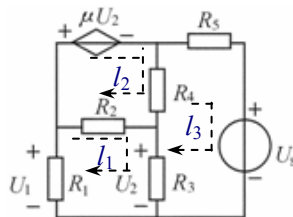
解 网孔及绕向如题图所示，列网孔电流方程如下

$$\begin{cases} 8I_{l1} - 6I_{l3} = 4 \\ I_{l2} = -2 \\ -6I_{l1} - 4I_{l2} + 12I_{l3} = 0 \end{cases} \quad \text{求得 } I_{l3} = -2/3 \text{ A}; \quad I = I_{l3} = -2/3 \text{ A}$$

3-7 题 3-7 图电路中， $U_S=5\text{V}$ ， $R_1=R_2=R_4=R_5=1\Omega$ ， $R_3=2\Omega$ ， $\mu=2$ ，用网孔法求 $U_1=?$



题 3-7 图



题 3-7 解图

解 网孔及绕向如题 3-7 解图所示，列网孔电流方程如下

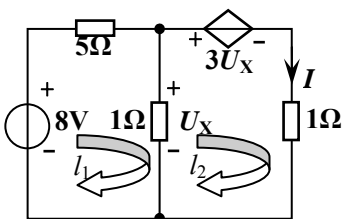
$$\begin{cases} (R_1 + R_2 + R_3)I_{l1} - R_2I_{l2} - R_3I_{l3} = 0 \\ -R_2I_{l1} + (R_2 + R_4)I_{l2} - R_4I_{l3} = -\mu U_2 \\ -R_3I_{l1} - R_4I_{l2} + (R_3 + R_4 + R_5)I_{l3} = -U_S \end{cases}$$

补充方程 $U_2 = R_3(I_{l1} - I_{l3})$

解得 $I_{l1} = -3.75 \text{ A}$

所以，有 $U_1 = -R_1I_{l1} = 3.75 \text{ V}$

3-8 题 3-8 图所示电路，用网孔分析法求电路中电流 I 。

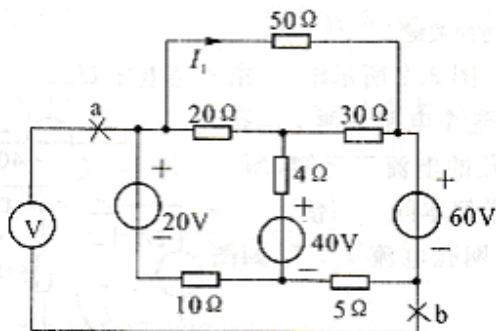


解 网孔及绕向如题图所示, 列网孔电流方程如下

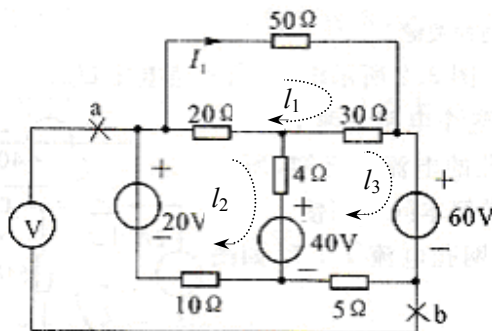
$$\begin{cases} 6I_{l1} - I_{l2} = 8 \\ -I_{l1} + 2I_{l2} = -3U_x \end{cases} \quad \text{补充方程 } U_x = 1 \times (I_{l1} - I_{l2})$$

求得 $I = I_{l2} = 4 \text{ A}$

3-9 题 3-9 图所示电路中, 电压表看做理想电压表, 用回路法求电压表的读数, 并标出直流电压表的正、负极。



题 3-9 图



题 3-9 解图

解 回路电流及其参考方向如题 3-9 解图所示, 列回路电流方程如下

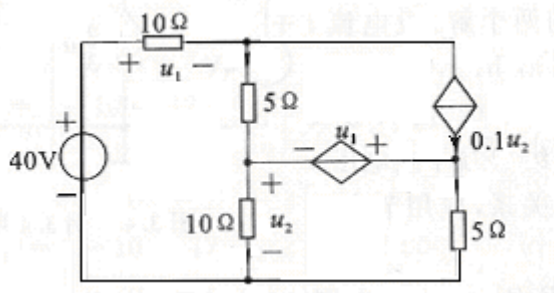
$$\begin{cases} 100I_{l1} - 20I_{l2} - 30I_{l3} = 0 \\ -20I_{l1} + 34I_{l2} - 4I_{l3} = -40 + 20 \\ -30I_{l1} - 4I_{l2} + 39I_{l3} = -60 + 40 \end{cases}$$

解得 $I_{l1} = -0.5 \text{ A}$, $I_{l2} = -1 \text{ A}$, $I_{l3} = -1 \text{ A}$

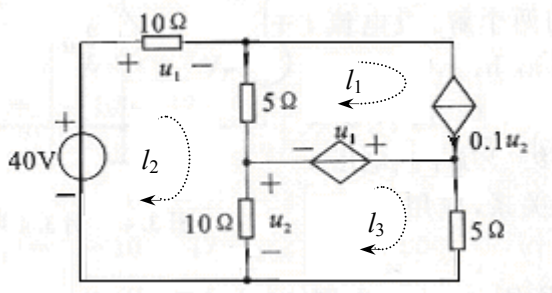
所以, 有 $u_{ab} = 20 - 10 \times I_{l2} - 5 \times I_{l3} = 35 \text{ V}$ 即电压表的读数。

直流电压表的正极为 a 端、负极为 b 端。

3-10 题 3-10 图电路中, 用回路法求受控电流源吸收的功率。



题 3-10 图



题 3-10 解图

解 回路电流及其参考方向如题 3-10 解图所示, 列回路电流方程如下

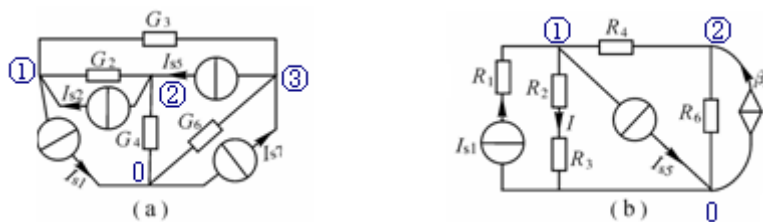
$$\begin{cases} I_{l1} = 0.1u_2 \\ -5I_{l1} + 25I_{l2} - 10I_{l3} = 40 \\ -10I_{l2} + 15I_{l3} = u_1 \end{cases} \quad \text{补充方程} \quad \begin{cases} u_1 = 10I_{l2} \\ u_2 = 10(I_{l2} - I_{l3}) \end{cases}$$

解得 $I_{l1} = -1\text{A}$, $I_{l2} = 3\text{A}$, $I_{l3} = 4\text{A}$

所以, 有 $u_1 = 10I_{l2} = 30\text{V}$, $u_2 = 10(I_{l2} - I_{l3}) = -10\text{V}$

受控电流源吸收的功率为: $P_{0.1u_2} = 0.1u_2 \times [5 \times (I_{l2} - I_{l1}) - u_1] = 10\text{W}$

3-11 题 3-11 图 (a) 和 (b) 所示, 列出节点电压方程。

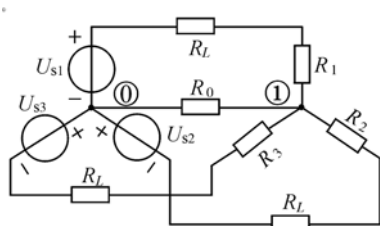


题 3-11 图

解 节点编号如图所示, 列节点电压方程为

$$\begin{aligned} \text{(a)} \quad & \begin{cases} (G_2 + G_3)U_1 - G_2U_2 - G_3U_3 = I_{S2} - I_{S1} \\ -G_2U_1 + (G_2 + G_4)U_2 = I_{S5} - I_{S2} \\ -G_3U_1 + (G_3 + G_6)U_3 = I_{S7} - I_{S5} \end{cases} \\ \text{(b)} \quad & \begin{cases} \left(\frac{1}{R_2 + R_3} + \frac{1}{R_4}\right)U_1 - \frac{1}{R_4}U_2 = I_{S1} - I_{S5} \\ -\frac{1}{R_4}U_1 + \left(\frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_4}\right)U_2 = \beta I \end{cases} \end{aligned} \quad \text{补充方程} \quad I = \frac{U_1}{R_2 + R_4}$$

3-12 用节点法求题 3-12 图中节点①的电压。



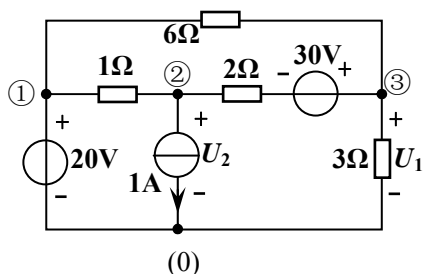
题 3-12 图

解 节点编号如题 3-12 图所示, 列节点电压方程如下

$$\left(\frac{1}{R_1 + R_L} + \frac{1}{R_2 + R_L} + \frac{1}{R_3 + R_L} + \frac{1}{R_0}\right)U_{n1} = \frac{U_{s1}}{R_1 + R_L} - \frac{U_{s2}}{R_2 + R_L} - \frac{U_{s3}}{R_3 + R_L}$$

$$\text{求得 } U_{n1} = \frac{\frac{U_{s1}}{R_1 + R_L} - \frac{U_{s2}}{R_2 + R_L} - \frac{U_{s3}}{R_3 + R_L}}{\frac{1}{R_1 + R_L} + \frac{1}{R_2 + R_L} + \frac{1}{R_3 + R_L} + \frac{1}{R_0}}$$

3-13 题 3-13 图中, 用节点法求 U_1 、 U_2 。



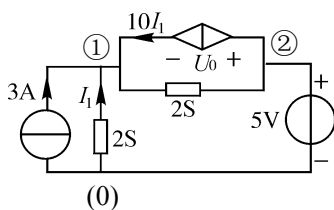
题 3-13 图

解 节点编号如图所示, 列节点电压方程如下

$$\begin{cases} U_{n1} = 20 \\ -U_{n1} + (1 + 0.5)U_{n2} - 0.5U_{n3} = -1 - 15 \\ -\frac{1}{6}U_{n1} - 0.5U_{n2} + (\frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3})U_{n3} = 15 \end{cases}$$

$$\text{求得 } \begin{cases} U_{n2} = 19.87V = U_2 \\ U_{n3} = 21.6V = U_1 \end{cases}$$

3-14 用节点法求题 3-14 图中电压 U_0 。



题 3-14 图

解 节点编号如题 3-14 图所示, 列节点电压方程如下

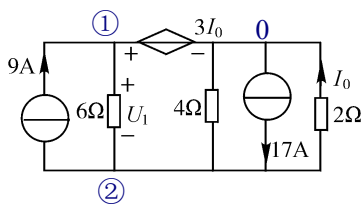
$$\begin{cases} 4U_{n1} - 2U_{n2} = 3 + 10I_1 \\ U_{n2} = 5 \end{cases}$$

$$\text{补充方程 } I_1 = -2U_{n1}$$

$$\text{求得 } U_{n1} = \frac{13}{24}V, U_{n2} = 5V$$

$$\text{所以, 有 } U_0 = U_{n2} - U_{n1} = \frac{107}{24} = 4.46V$$

3-15 用节点法求题 3-15 图中电压 U_1 。



题 3-15 图

解 节点编号如题 3-15 图所示，列节点电压方程如下

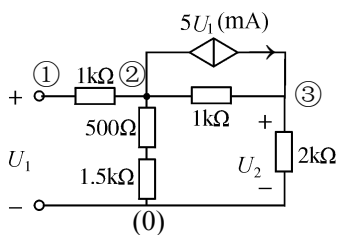
$$\begin{cases} U_{n1} = 3I_0 \\ -\frac{1}{6}U_{n1} + (\frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2})U_{n2} = -9 + 17 \end{cases}$$

补充方程 $I_0 = \frac{U_{n2}}{2}$

求得 $U_{n1} = 18\text{V}, U_{n2} = 12\text{V}$

所以, $U_1 = U_{n1} - U_{n2} = 6\text{V}$

3-16 题 3-16 图中，用节点法求 U_2/U_1 。



题 3-16 图

解 节点编号如题 3-16 图所示，列节点电压方程如下

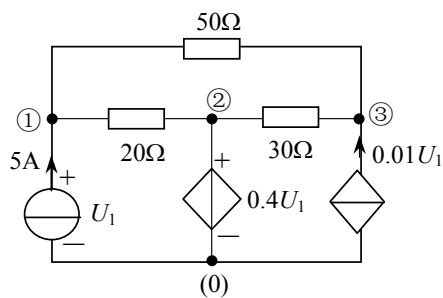
$$\begin{cases} U_{n1} = U_1 \\ -U_{n1} + 2.5U_{n2} - U_{n3} = -5U_1 \\ -U_{n2} + 1.5U_{n3} = 5U_1 \end{cases}$$

补充方程 $U_1 = U_{n1}$

求得 $u_{n3} \approx 3.1U_1$ 又 $U_2 = u_{n3}$

所以, 有 $U_2/U_1 = 3.1$

3-17 题 3-17 图中，用节点法求 U_1 和受控电流源提供的功率。



题 3-17 图

解 节点编号如题 3-17 图所示，列节点电压方程如下

$$\begin{cases} (\frac{1}{20} + \frac{1}{50})U_{n1} - \frac{1}{20}U_{n2} - \frac{1}{50}U_{n3} = 5 \\ U_{n2} = 0.4U_1 \\ -\frac{1}{50}U_{n1} - \frac{1}{30}U_{n2} + (\frac{1}{30} + \frac{1}{50})U_{n3} = 0.01U_1 \end{cases}$$

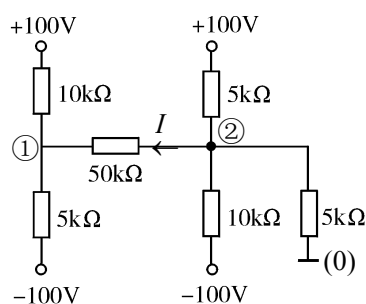
补充方程 $U_1 = U_{n1}$

求得 $U_{n1} \approx 148.1\text{V}$, $U_{n2} \approx 59.24\text{V}$, $U_{n3} \approx 120.4\text{V}$

所以，有 $U_1 = U_{n1} = 148.1\text{V}$

受控电流源提供的功率为 $P_{0.01u_1} = 0.01U_1 \times U_{n3} = 178.3\text{W}$

3-18 题 3-18 图中，电压源电压均用相对于参考点的电位来表示，以后的课程中将更多地采用这种形式。用节点法求 $50\text{k}\Omega$ 电阻中的电流。



题 3-18 图

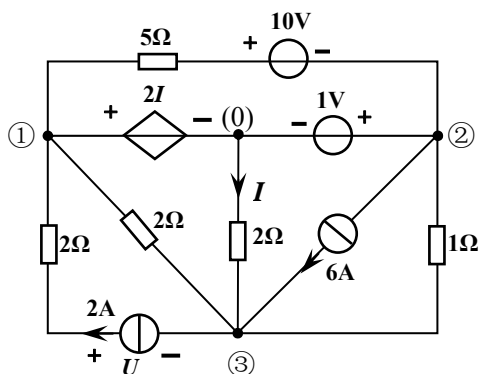
解 节点编号如题 3-18 图所示，列节点电压方程如下

$$\begin{cases} (\frac{1}{5} + \frac{1}{50} + \frac{1}{10})U_{n1} - \frac{1}{50}U_{n2} = \frac{100}{10} - \frac{100}{5} \\ -\frac{1}{50}U_{n1} + (\frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{50} + \frac{1}{5})U_{n2} = \frac{100}{5} - \frac{100}{10} \end{cases}$$

求得 $U_{n1} = -30.1\text{V}, U_{n2} = 18\text{V}$

所以, 有 $I = \frac{U_{n2} - U_{n1}}{50} = 0.96\text{mA}$

3-19 题 3-19 图所示电路, 列写图示电路的节点电压方程, 并求出两个独立电流源的功率。



题 3-19 图

解 节点编号如图所示, 列节点电压方程如下

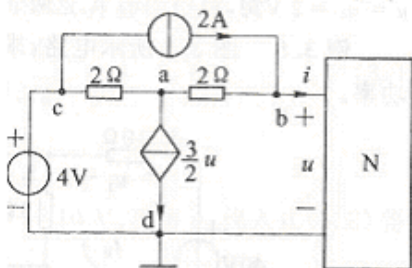
$$\begin{cases} U_{n1} = 2I \\ U_{n2} = 1V \\ -0.5U_{n1} - U_{n2} + (\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1)U_{n3} = 6 - 2 \end{cases} \quad \text{补充方程 } I = -\frac{1}{2}U_{n3}$$

求得 $U_{n1} = -U_{n3} = -2\text{V}$

$$P_{2A\text{发}} = 2 \times U = 0$$

$$P_{6A\text{发}} = 6 \times (U_{n3} - U_{n2}) = 6W$$

3-20 题 3-20 图中, 已知网络 N 吸收的功率 $P_N = 2\text{W}$, 求电压 u 。



题 3-20 图

解 节点如题 3-20 图所示, 以节点 d 作为参考点, 列节点电压方程如下

$$\begin{cases} u_c = 4V \\ -0.5u_c + u_a - 0.5u_b = -\frac{3}{2}u \\ -0.5u_a + 0.5u_b = 2 - i \end{cases}$$

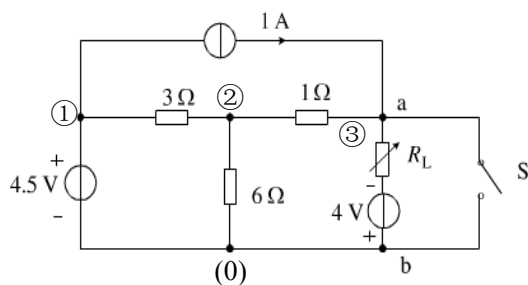
补充方程 $u = u_b, i = \frac{2}{u}$

整理, 得 $\begin{cases} u_a + u = 2 \\ -u_a + u = 4 - \frac{2}{u} \end{cases}$

进一步整理, 得 $u^2 - 3u + 2 = 0$

求得, $u=2V$ or $u=1V$

3-21 题 3-21 图中开关无论打开还是闭合都不影响电路的工作状态, 求 R_L 。



题 3-21 图

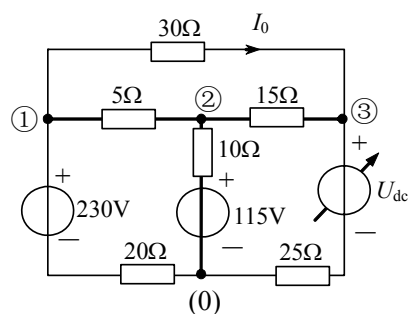
解 节点编号如图所示, 列节点电压方程如下

$$\begin{cases} u_{n1} = 4.5V \\ -\frac{1}{3}u_{n1} + (1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{6})u_{n2} - u_{n3} = 0 \\ -u_{n2} + (1 + \frac{1}{R_L})u_{n3} = 1 - \frac{4}{R_L} \end{cases}$$

要使开关无论打开还是闭合都不影响电路的工作状态, 则应使 $u_{n3}=0$

求得 $R_L=2\Omega$

3-22 题 3-22 图中, 调整直流可变电压源 U_{dc} , 使电流 I_0 为零, (1)求 U_{dc} 的值; (2)用吸收功率等于发出功率来检验答案。



解 节点编号如题 3-22 图所示，列节点电压方程如下

$$\begin{cases} (\frac{1}{5} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30})U_{n1} - \frac{1}{5}U_{n2} - \frac{1}{30}U_{n3} = \frac{230}{20} & (1) \\ -\frac{1}{5}U_{n1} + (\frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15})U_{n2} - \frac{1}{15}U_{n3} = \frac{115}{10} & (2) \\ -\frac{1}{30}U_{n1} - \frac{1}{15}U_{n2} + (\frac{1}{30} + \frac{1}{15} + \frac{1}{25})U_{n3} = \frac{U_{dc}}{25} & (3) \end{cases}$$

由已知条件电流 $I_0=0$ 知 $U_{n1} = U_{n3}$ (4)

将(4)式代入(1)、(2)并整理得
$$\begin{cases} 5U_{n1} - 4U_{n2} = 230 \\ -8U_{n1} + 11U_{n2} = 115 \times 3 \end{cases}$$

求得 $U_{n1} = 170 \text{ V}, U_{n2} = 155 \text{ V}$

代入(3)式，得 $U_{dc} = 195 \text{ V}$

3-23 给定一个电路的节点电压方程组可以用下列矩阵方程来表示，请画出该电路的电路图。

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + G_2 & -G_2 & 0 \\ -G_2 & G_2 + G_3 + G_4 & -G_3 \\ 0 & g - G_3 & G_3 + \frac{1}{R_5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_s \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

解 由已知的节点电压方程，可以画出满足的电路如图所示。

