

## 第一章 电路元件与电路基本定律（作业部分）

1.1 图示电路，设元件 A 消耗功率为 10W，求  $u_A$ ；设元件 B 消耗功率为 -10W，求  $i_B$ ；  
 设元件 C 发出功率为 -10W，求  $u_C$ 。

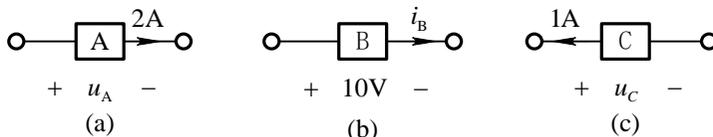


图 1.1

解：(a) 元件 A 电压和电流为关联参考方向。元件 A 消耗的功率为

$$p_A = u_A i_A, \text{ 则 } u_A = \frac{p_A}{i_A} = \frac{10\text{W}}{2\text{A}} = 5\text{V}, \text{ 真实方向与参考方向相同。}$$

(b) 元件 B 电压和电流为关联参考方向。元件 B 消耗的功率为

$$p_B = u_B i_B, \text{ 则 } i_B = \frac{p_B}{u_B} = \frac{-10\text{W}}{10\text{V}} = -1\text{A}, \text{ 真实方向与参考方向相反。}$$

(c) 元件 C 电压和电流为非关联参考方向。元件 C 发出的功率为

$$p_C = u_C i_C, \text{ 则 } u_C = \frac{p_C}{i_C} = \frac{-10\text{W}}{1\text{A}} = -10\text{V}, \text{ 真实方向与参考方向相反。}$$

1.4 试分别计算图示三个电路中每个电阻消耗的功率及每个电源所产生的功率。

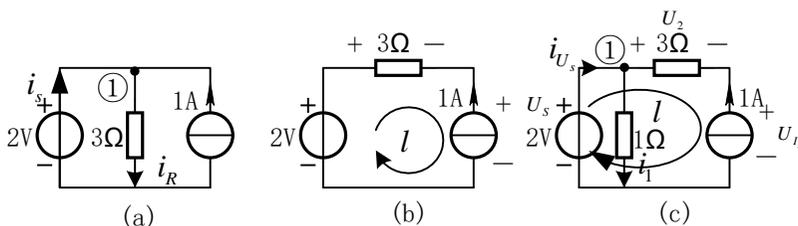


图 1.4

解：(1) 对于图(a)  $i_R = \frac{2\text{V}}{3\Omega} = \frac{2}{3}\text{A}$

对节点①列写 KCL 方程

$$\text{则有 } i_s + 1 = i_R \quad \text{故 } i_s = -\frac{1}{3}\text{A}, \text{ 电阻消耗功率为 } p_R = i_R^2 R = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \times 3 = \frac{4}{3}\text{W}$$

电压源发出的功率为  $p_{U_s} = u \times i_s = 2 \times \left(-\frac{1}{3}\right) = -\frac{2}{3} \text{W}$ ，即电压源吸收功率为  $\frac{2}{3} \text{W}$ 。

电流源发出功率为  $P_{i_s} = u \times i = 2 \times 1 = 2 \text{W}$

(2) 对于回路  $l$ ，应用 KVL 可得  $U_s = U_R + U_i$

又有  $U_R = -iR = -1 \times 3 = -3 \text{V}$  故  $U_i = 5 \text{V}$

电阻吸收的功率为： $P_R = i^2 R = 3 \text{W}$ ；电压源发出的功率为： $P_{U_s} = U_s \times i = -2 \text{W}$

电流源发出的功率为： $P_{i_s} = U_i \times i_s = 5 \text{W}$

(3) 由图可知  $i_1 = \frac{U_s}{R} = \frac{2 \text{V}}{1 \Omega} = 2 \text{A}$

对节点①应用 KCL，则有： $i_{U_s} + i_s = i_1$ ，解得  $i_{U_s} = 1 \text{A}$

对回路  $l$  用 KVL： $-U_s + U_2 + U_{i_s} = 0$ ，又  $U_2 = 3 \text{V}$ ， $U_s = 3 \text{V}$ ，故  $U_{i_s} = 5 \text{V}$ 。

所以： $1 \Omega$  电阻上消耗的功率为： $p_{R_1} = 4 \text{W}$ ， $3 \Omega$  上电阻消耗的功率为： $p_{R_2} = 3 \text{W}$

电压源发出的功率为： $p_{U_s} = 2 \text{W}$ ，电流源发出的功率为： $p_{i_s} = 5 \text{W}$

1.5 计算图示电路电容和电感各自储存的能量。

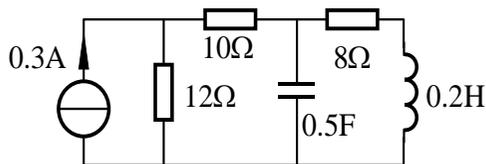


图 1-5

解：在直流电路中电感相当于短路，电容相当于断路，故其等效电路图为

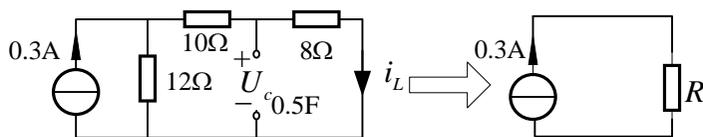


图 1-5-1

等效电阻为  $R = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{18}} \Omega = 7.2\Omega$  , 电流源电压为  $U_{i_s} = iR = 2.16V$

故电感电流为  $i_L = \frac{2.16V}{18\Omega} = 0.12A$

电容电压为  $U_c = i_L R = 0.12 \times 8V = 0.96V$

电容所存储的能量为  $W_c = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 0.96^2 = 0.2304J$

电感所存储的能量为  $W_L = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 0.12^2 = 1.44 \times 10^{-3} J$

1.8 图示电路, 已知  $i_1 = 2A$  ,  $i_3 = -3A$  ,  $u_1 = 10V$  ,  $u_4 = -5V$  。求各元件消耗的功率。

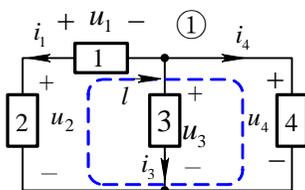


图 1.8

解: 各元件电压电流的参考方向如图所示。

元件 1 消耗功率为:  $p_1 = -u_1 i_1 = -10V \times 2A = -20W$

对回路  $l$  列 KVL 方程得  $u_2 = u_1 + u_4 = 10V - 5V = 5V$

元件 2 消耗功率为:  $p_2 = u_2 i_1 = 5V \times 2A = 10W$

元件 3 消耗功率为:  $p_3 = u_3 i_3 = u_4 i_3 = -5V \times (-3)A = 15W$

对节点①列 KCL 方程  $i_4 = -i_1 - i_3 = 1A$

元件 4 消耗功率为:  $p_4 = u_4 i_4 = -5W$

1.10 求图示电路两个独立电源各自发出的功率。

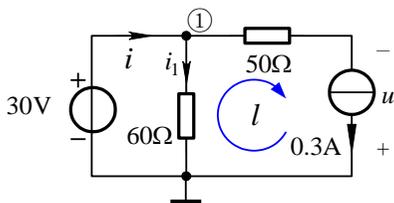


图 1.10

解：由欧姆定律得  $i_1 = \frac{30\text{V}}{60\Omega} = 0.5\text{A}$

对节点①列 KCL 方程  $i = i_1 + 0.3\text{A} = 0.8\text{A}$

对回路  $l$  列 KVL 方程  $u = -i_1 \times 60\Omega + 0.3\text{A} \times 50\Omega = -15\text{V}$

因为电压源、电流源的电压、电流参考方向为非关联，所以电源发出的功率分别为

$$P_{u_s} = 30\text{V} \times i = 30\text{V} \times 0.8\text{A} = 24\text{W}$$

$$P_{i_s} = u \times 0.3\text{A} = -15\text{V} \times 0.3\text{A} = -4.5\text{W} \quad \text{即吸收 } 4.5\text{W} \text{ 功率。}$$

1.11 图示电路，已知  $I_2 = 1\text{A}$ ,  $I_7 = 2\text{A}$ ,  $U_{13} = -3\text{V}$ ,  $U_{24} = 5\text{V}$ ,  $U_{34} = 2\text{V}$  试求支路 1 发出的功率。

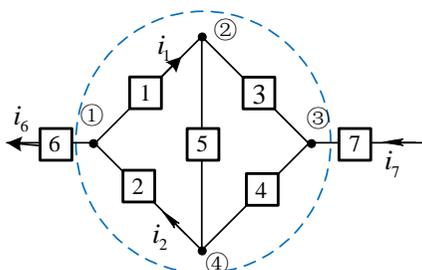


图 1-11

解：做一闭合面如图虚线所示，由广义 KCL 可知  $i_6 = i_7 = 2\text{A}$

对节点①列 KCL 方程可得  $i_1 = i_2 - i_6 = (1 - 2)\text{A} = -1\text{A}$

又有  $U_{23} = U_{24} - U_{34} = (5 - 2)\text{V} = 3\text{V}$

$U_{12} = U_{13} - U_{23} = (-3 - 3)\text{V} = -6\text{V}$

综上所述，支路 1 所发出的功率为  $P_1 = -U_{12} \times i_1 = -6\text{W}$

1.15 图示电路，已知电流源发出的功率是  $12\text{W}$ ，求  $r$  的值。

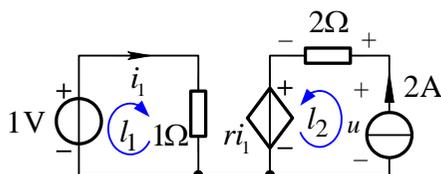


图 1.15

解：由已知  $p_{i_s} = u \times 2\text{A} = 12\text{W}$  可得  $u = \frac{12\text{W}}{2\text{A}} = 6\text{V}$

对回路列 KVL 方程

$$\text{回路 } l_1: \quad i_1 \times 1\Omega = 1\text{V} \quad i_1 = 1\text{A}$$

回路  $l_2$ :  $u - 2\Omega \times 2A = ri_1$

将  $u = 6V, i_1 = 1A$  代入, 解得  $r = 2\Omega$

1.18 求图示电路受控源发出的功率。

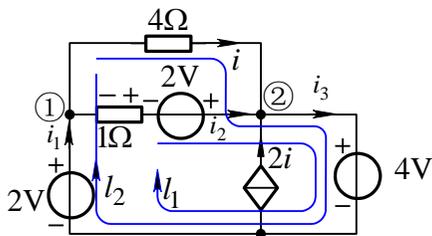


图 1-18

解一：设各元件电流参考方向如图所示。

对回路列 KVL 方程：

回路  $l_1$ :  $1\Omega \times i_2 = 2V - 4V + 2V$  得  $i_2 = 0A$

回路  $l_2$ :  $4\Omega \times i = -4V + 2V$  得  $i = -0.5A$

对节点列 KCL 方程：

节点①:  $i_1 = i + i_2 = -0.5A$

节点②:  $i_3 = i + i_2 + 2i = -1.5A$

2V 电压源发出的功率:  $P_{1V} = 2V \times i_1 = -1W$

与  $1\Omega$  串联的 2V 电压源发出的功率:  $P_{2V,1\Omega} = 2V \times i_2 = 2V \times 0A = 0W$

4V 纯电压源发出的功率:  $P_{2V} = -4V \times i_3 = 6W$

受控电流源发出的功率:  $P_{CCCS} = 4V \times 2i = -4W$ , 实际吸收 4W 功率。

解二：

中 年级 班座号 学生 2022 年 3 月

在回路1中, 由KVL,  $u_1 = 4V$   
(受控电流源)

在回路2中, 由KVL,  $u_2 = -u_1 + 2V = -2V$

由欧姆定律  $i = \frac{u_2}{4\Omega} = -0.5A$

$\therefore$  受控源发出的电流  $i' = 2i = -1A$

$\therefore$  受控源发出功率  $P = -4W$ .

1.19 图示电路为独立源、受控源和电阻组成的一端口。试求出其端口特性，即  $u-i$  关系。  
解：

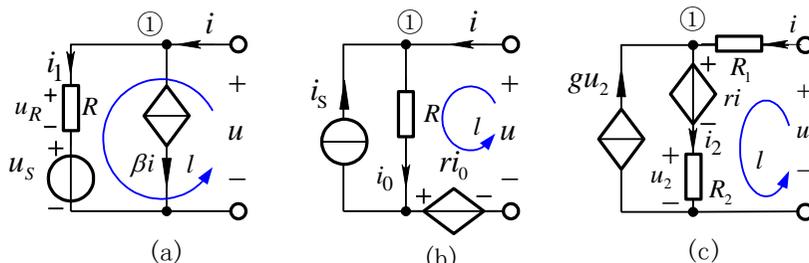


图 1-19

(a) 对节点①列 KCL 方程得  $i_1 = i - \beta i$

由 KVL 得  $u = u_R + u_S = i_1 R + u_S = (1 - \beta)iR + u_S$

(b) 由 KCL 得  $i_0 = i_s + i$

由 KVL 得  $u = r i_0 + R i_0 = (r + R)i_0 = (r + R)(i_s + i)$

(c) 由 KCL,  $i_2 = g u_2 + i = g R_2 i_2 + i$  得  $i_2 = \frac{i}{1 - g R_2}$

由 KVL 得  $u = R_1 i + r i + R_2 i_2 = (r + R_1 + \frac{R_2}{1 - g R_2})i$

注释：图(c) 电路中不含独立电源，其  $u-i$  关系为比例关系。

1.20 讨论图示电路中开关 S 开闭对电路中各元件的电压、电流和功率的影响，加深对独立源特性的理解。

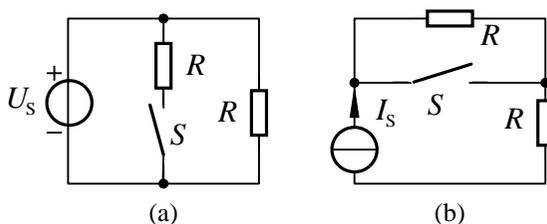


图 1-20

解：(a) S 断开时，电压源的电压、电流及功率与右侧电阻的电压、电流及功率对应相同；S 闭合时，由于中间电阻  $R$  是并联接入电路，故右侧电阻  $R$  的电压、电流及功率不受影响。但由于所接入的电阻电流和功率与右侧电阻相同，故电压源的电流及提供功率要增大一倍。

(b) S 断开时，两个电阻的电流、电压和功率相同，电流源的电流与两个电阻的电流相同，电压和功率是每个电阻的 2 倍。当 S 闭合时，上侧电阻被短路，由于右

侧电阻始终与电流源相串联，故右侧电阻  $R$  的电压、电流及功率不受影响。电流源的电压、电流和功率与右侧电阻的电压、电流和功率相同，电压和功率均降低到原来的一半。