

第02章

电路分析的基本方法

课外作业参考解答

1. 本课件2.4 思考题

试列出用支路电流法
求图2.17(a)、(b)所示
电路支路电流的方程
组。

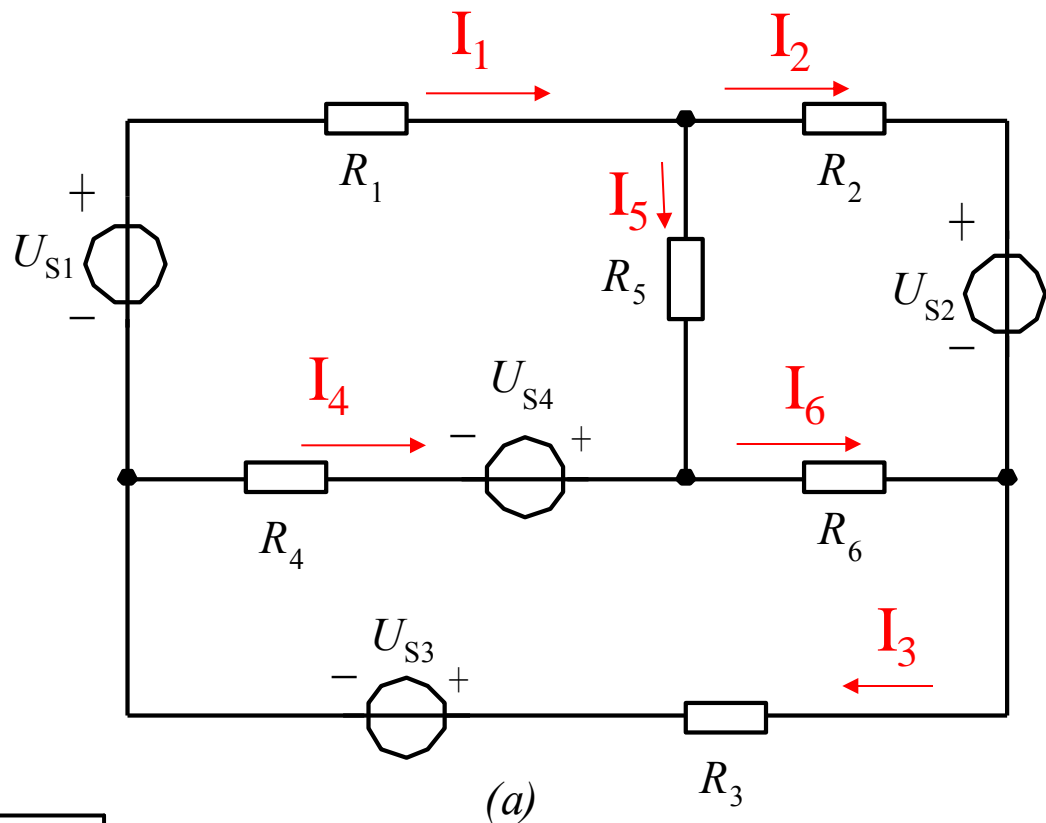
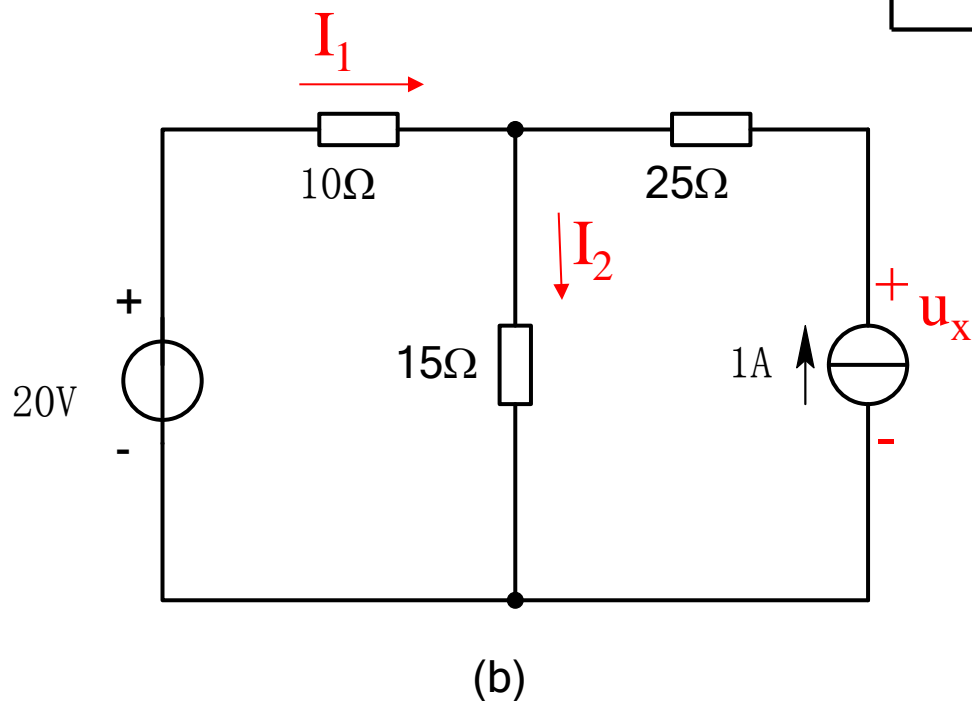


图2.17

2.4 思考题

解:

(a) 支路数 $B=6$, 需6个方程. 其中, 结点数 $N=4$, 采用支路电流法需列写 $N-1=3$ 个结点的KCL方程, 列写 $B-N+1=3$ 个网孔的KVL方程.

$$\text{KCL方程} \begin{cases} I_1 = I_2 + I_5 \\ I_6 = I_4 + I_5 \\ I_3 = I_2 + I_6 \end{cases} \quad \text{KVL方程} \begin{cases} I_1 R_1 + I_5 R_5 + U_{S4} = I_4 R_4 + U_{S1} \\ I_2 R_2 + U_{S2} = I_6 R_6 + I_5 R_5 \\ I_3 R_3 + I_4 R_4 + I_6 R_6 + U_{S3} = U_{S4} \end{cases}$$

(b) 支路数 $B=3$, 需3个方程. 其中, 结点数 $N=2$, 采用支路电流法需列写 $N-1=1$ 个结点的KCL方程, 列写 $B-N+1=2$ 个网孔的KVL方程.

$$\text{KCL方程: } I_2 = I_1 + 1; \quad \text{KVL方程} \begin{cases} 10I_1 + 15I_2 = 20 \\ 25 + 15I_2 = u_x \end{cases}$$

2. 本课件2.5 思考题 列出图2.20所示电路的结点电压方程。

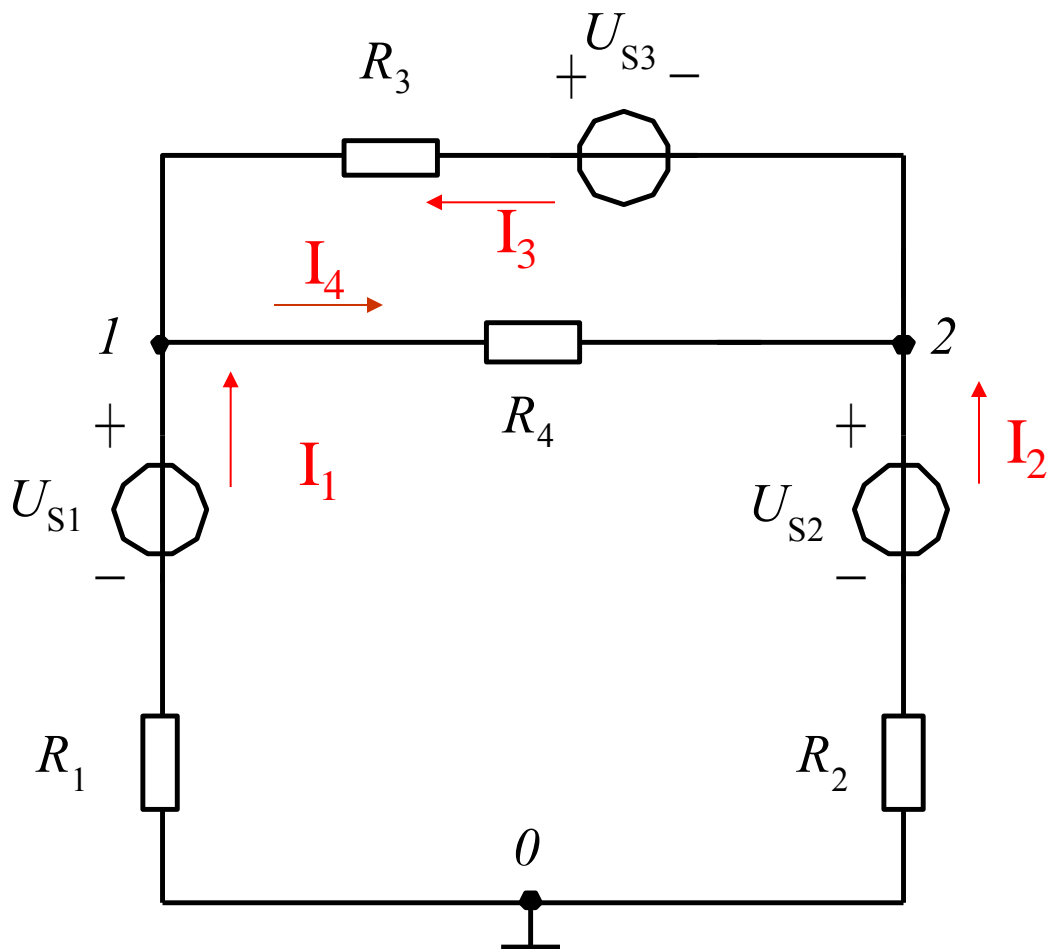


图2.20

2.5思考题

解：图中结点0为参考电位，设结点1的电位(电压)为 U_1 ，结点2的电位(电压)为 U_2 。

对结点1,有方程(1):
$$(G_1 + G_3 + G_4)U_1 - (G_3 + G_4)U_2 = \frac{U_{S1}}{R_1} + \frac{U_{S3}}{R_3}$$

对结点2,有方程(2):
$$-(G_3 + G_4)U_1 + (G_2 + G_3 + G_4)U_2 = \frac{U_{S2}}{R_2} - \frac{U_{S3}}{R_3}$$

其实可用支路电流法进行验证：如对结点1,按图中所设定的电流方向,有 $I_4 = I_1 + I_3$,其中, $I_1 = (0 - U_1 + U_{S1})/R_1$, $I_3 = (U_2 - U_1 + U_{S3})/R_3$, $I_4 = (U_1 - U_2)/R_4$,即： $(U_1 - U_2)/R_4 = (0 - U_1 + U_{S1})/R_1 + (U_2 - U_1 + U_{S3})/R_3$,与结点1的结点电压法方程式(1)完全一致。

支路电流法与结点电压法的比较：在支路数较少且电路中含有理想电流源支路时，应用支路电流法更显简单；而结点电压法对一些支路数较多而结点数较少的电路更适用。

3. 电路如图2.34所示, 试用结点电压法求电压 U , 并计算理想电流源的功率.

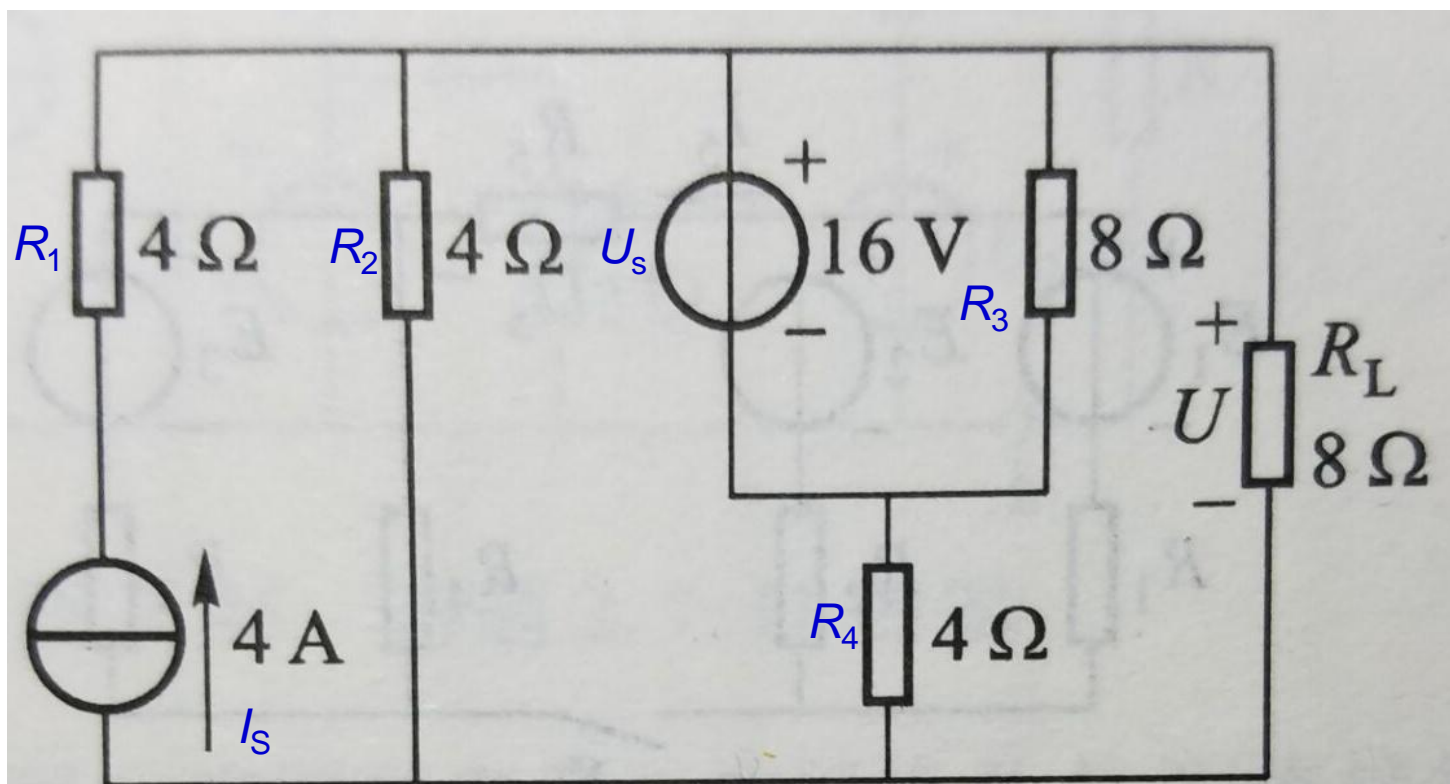


图 2.34 习题 2.5.4 的图

3. 解:

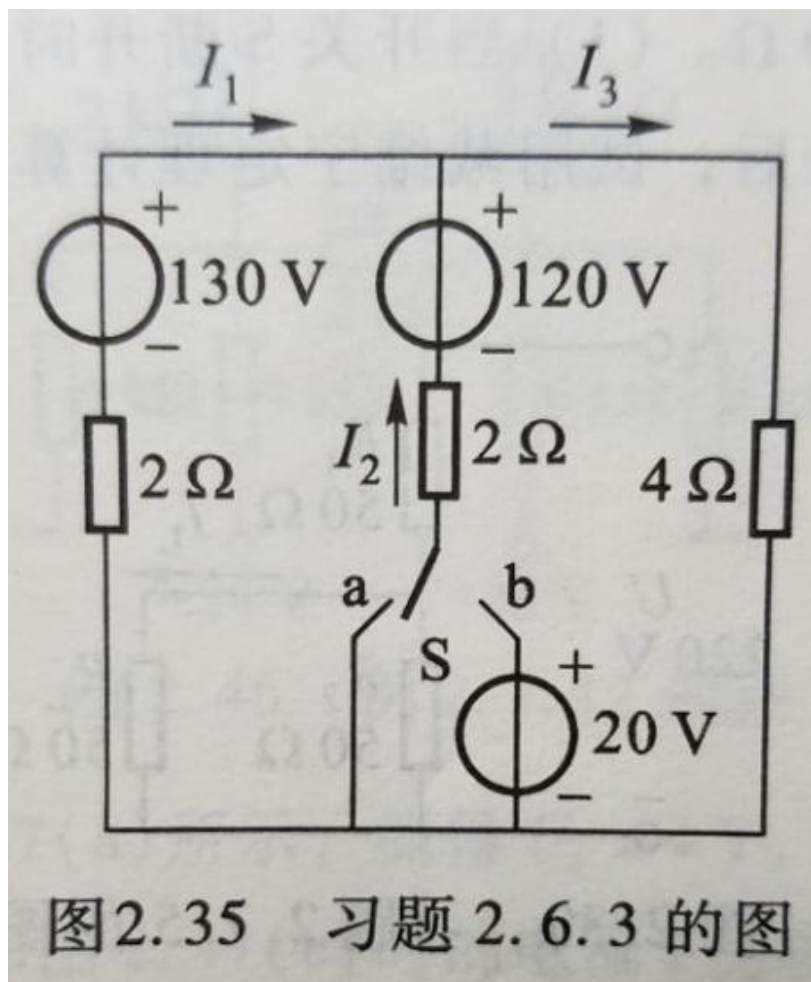
采用结点电压列写方程时, 图2. 34中与电流源 I_s 串联的电阻 R_1 和与电压源 U_s 并联的电阻 R_3 不考虑, 有:

$$U = \frac{I_s + \frac{U_s}{R_4}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_L}} = \frac{4 + \frac{16}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}} \text{ V} = 12.8 \text{ V}$$

计算理想电流源的功率时, 电阻 R_1 要考虑. 由图2. 34知, I_s 两端电压为 $U + I_s R_1$, 方向上正下负, 则电流源 I_s 输出功率为:

$$P_{I_s} = (U + I_s R_1) \cdot I_s = (12.8 + 4 \times 4) \times 4 \text{ W} = 115.2 \text{ W}$$

4. 图2.35中,(1)当开关S合在a点时,求电流 I_1 , I_2 和 I_3 ; (2) 当将开关S合在b点时,利用(1)的结果,用叠加定理计算电流 I_1 , I_2 和 I_3 .



4. 解:

(1) 当开关S合在a点时, 由结点电压法可知

$$U = \frac{\frac{U_{s1}}{R_1} + \frac{U_{s2}}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{130}{2} + \frac{120}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}} V = 100V$$

$$\text{则 } I_1 = \frac{U_{s1} - U}{R_1} = \frac{130 - 100}{2} A = 15A$$

$$I_2 = \frac{U_{s2} - U}{R_2} = \frac{120 - 100}{2} A = 10A$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{100}{4} A = 25A$$

(2) 当将开关S合在b点时, 由 U_{s1}, U_{s2}, U_{s3} 共同作用在各支路产生的电流 I_1, I_2, I_3 等于由(1)中 U_{s1} 和 U_{s2} 作用产生的电流分量[图(a)所示] $I_1' = 15A, I_2' = 10A, I_3' = 25A$ 与由 U_{s3} 单独作用产生的电流分量[图(b)所示]

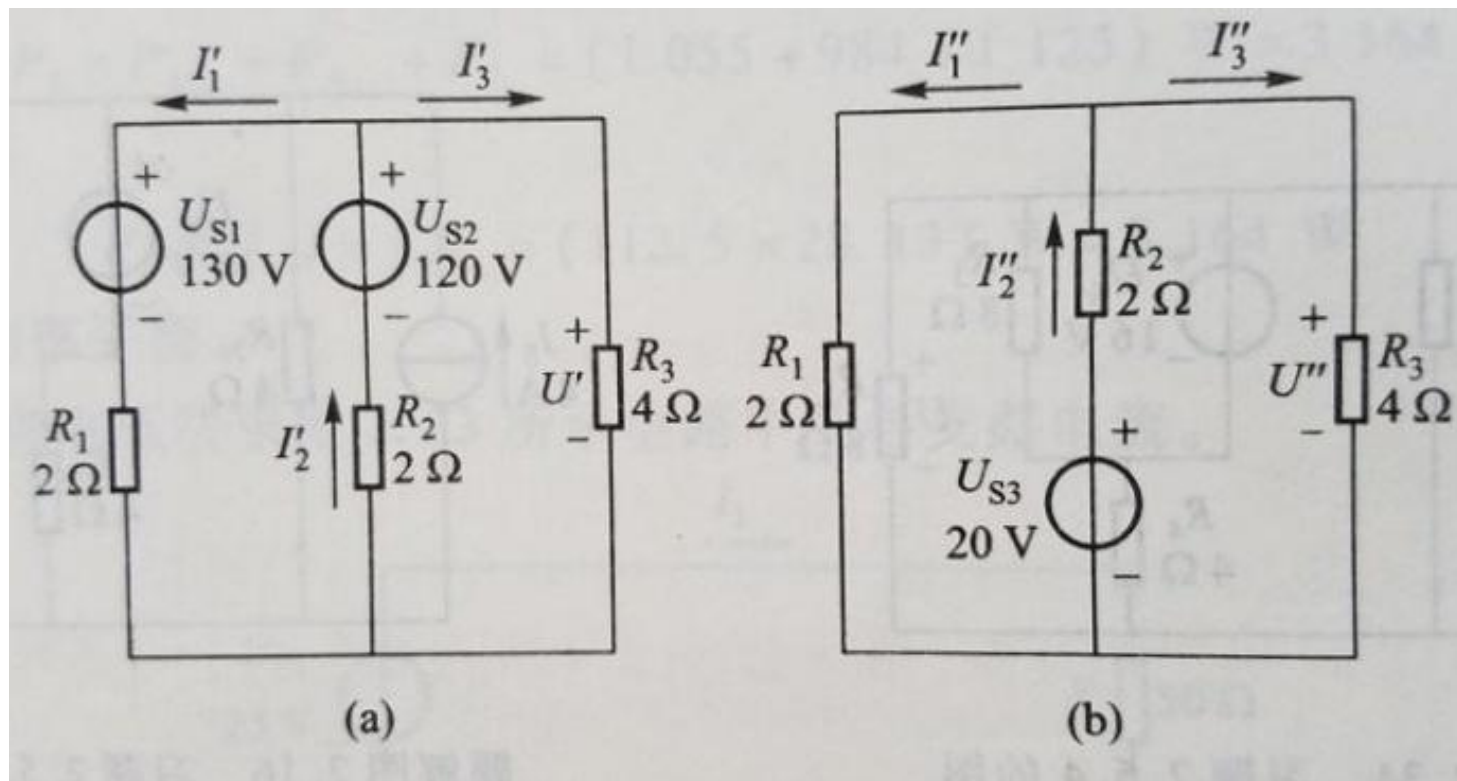


图 题4的解

I_1'', I_2'', I_3'' 的叠加.由图(a), (b)可求出 I_1'', I_2'', I_3'' , 即

$$U'' = \frac{\frac{U_{s3}}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{20}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}}$$

则 $I_1'' = \frac{U''}{R_1} = \frac{8}{2} A = 4A$

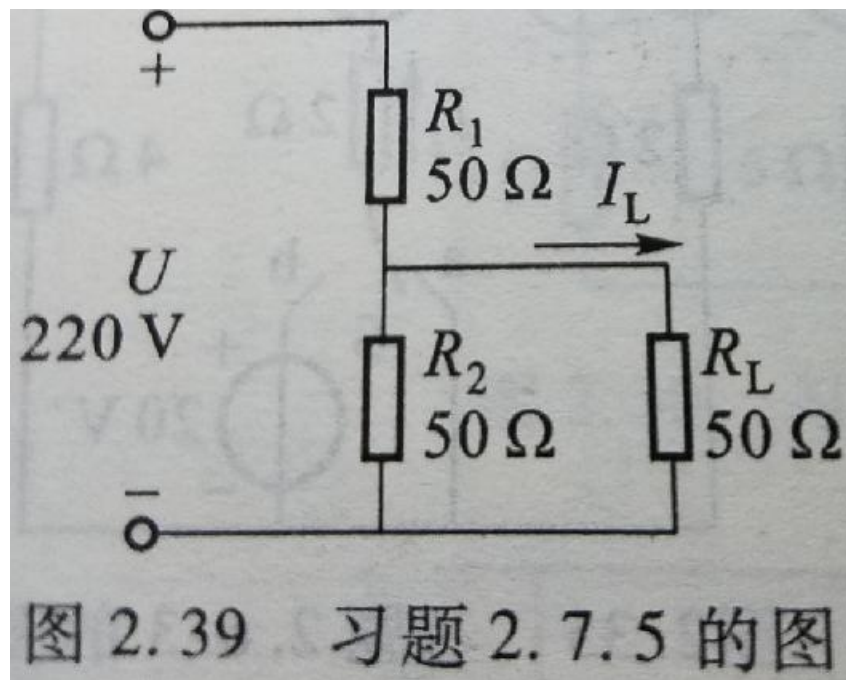
$$I_2'' = \frac{U_{s3} - U''}{R_2} = \frac{20 - 8}{2} A = 6A$$

$$I_3'' = \frac{U''}{R_3} = \frac{8}{4} A = 2A$$

由叠加定理及各电流的参考方向可得 $I_1 = I_1' - I_1'' = (15 - 4)A = 11A$,

$I_2 = I_2' + I_2'' = (10 + 6)A = 16A$, $I_3 = I_3' + I_3'' = (25 + 2)A = 27A$

5. 图2.39所示是常见的分压电路, 试用截维宁定理和诺顿定理分别求负载电流 I_L .



5. 解:

由图2. 39电路知, a-b间开路电压

$$U_{abo} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U = \frac{50}{50 + 50} \times 220V = 110V$$

$$\text{a-b间短路电流 } I_{abS} = \frac{U}{R_1} = \frac{220}{50} A = 4.4A$$

$$R_{abo} = \frac{U_{abo}}{I_{abS}} = R_1 // R_2 = \frac{50 \times 50}{50 + 50} \Omega$$

由此可画出图2. 39电路的截维宁等效电路和诺顿等效电路
见图(a), 图(b)所示.

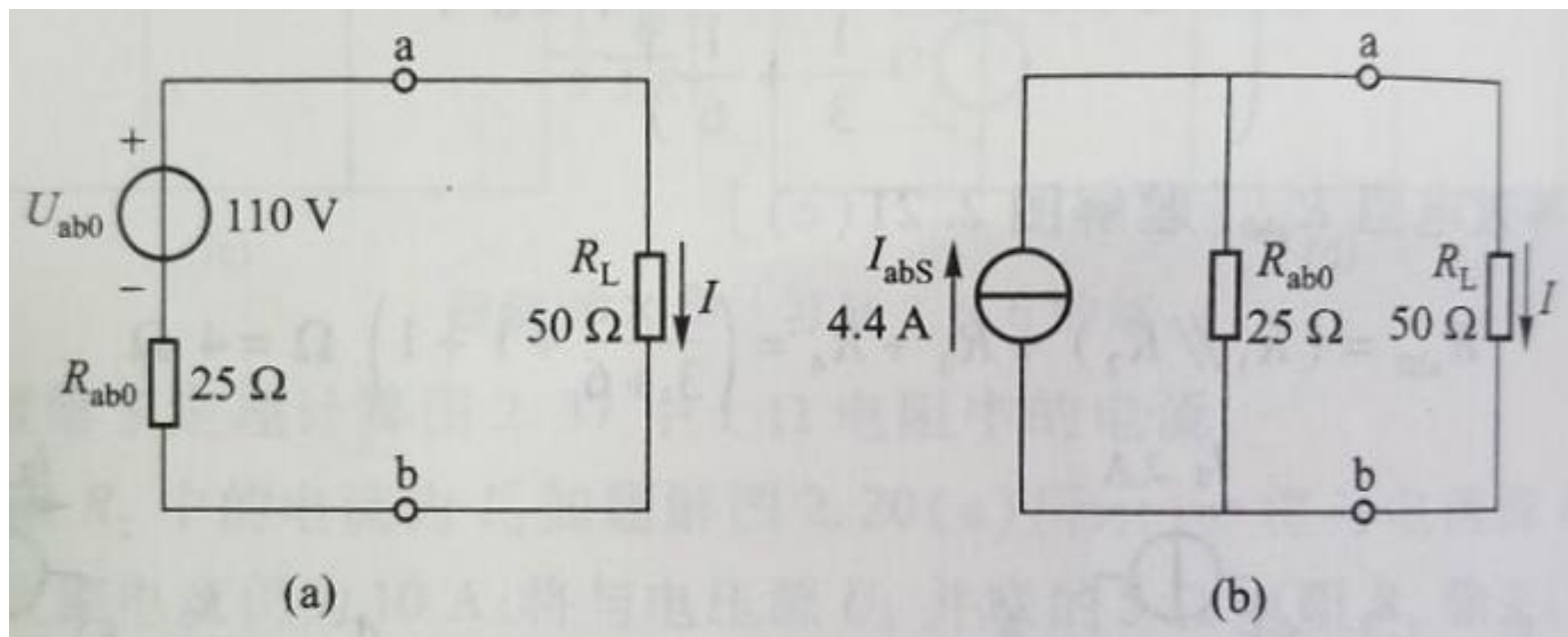


图 题5的解

由图 (a), 有:
$$I_L = \frac{U_{abo}}{R_{abo} + R_L} = \frac{110}{25 + 50} \text{ A} \approx 1.47 \text{ A}$$

由图 (b), 有:
$$I_L = \frac{R_{abo}}{R_{abo} + R_L} \cdot I_{abS} = \frac{25}{25 + 50} \times 4.4 \text{ A} \approx 1.47 \text{ A}$$