

电路分析及磁路题解精选

李立群 编

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CTP)数据

电路分析及磁路题解精选/李立群编. -北京:中央广播
电视大学出版社,1996.10
ISBN 7-304-01296-X

I. 电… II. 李… III. ①电路分析-高等学校-解题
②磁路-高等学校-解题 IV. TM133-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 25470 号

电路分析及磁路题解精选

李立群 编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京市复兴门内大街 160 号 邮编:100031

北京印刷二厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 28.25 千字 705

1996 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—5000

定价 36.00 元

ISBN 7-304-01296-X/TM·32

前 言

为了广大读者的需要,根据高等学校本科“电路”与“电路分析基础”和工程专科“电路及磁路”等课程的教学基本要求,编写了这本《电路分析及磁路题解精选》一书。

书中精心选编了线性电路分析及磁路的题解,共 500 余题。全书共分十四章:电路的基本概念和基本定律、直流电阻电路的等效变换、电路的一般分析方法、线性电路的几个定理、正弦交流电路电压和电流分析的相量法、正弦交流电路的功率、三相电路、含互感电路的分析、双口网络、频率响应及谐振、非正弦交流电路、电路过渡过程的时域分析、拉普拉斯变换在电路分析中的应用及磁路与铁心线圈。

本书题解的选题,突出电路的基本理论和基本分析方法,以及磁路的基本概念和基本的分析计算,并注重实际的应用;题型内容有一定的广泛性,并富于启发性和示范性;由浅入深,循序渐进,便于自学。解题力图做到思路清晰,步骤明确,条理清楚,叙述畅达,计算准确,论证严谨,插图完整。注意题意分析和解题技巧。对有些重点题目,提供了多种解题方法,供读者比较。有些题目则对计算的结果还进行了检验。

根据 1993 年 12 月 27 日发布的中华人民共和国国家标准 GB3100~3102《量和单位》中的规定,我们在解题过程中,电路及磁路方程式和解析计算式各物理量和元件参数的数值,均标出了它的单位。这样,使解题过程更为严谨、规范。

通过本书的学习,可以巩固和加深对电路及磁路基本理论的理解,和对基本分析方法的系统掌握;更有启迪思维、开拓思路和举一反三的作用;对培养和提高解题能力和分析问题的能力会很有裨益。

本书可供大专院校、电视大学、职工大学、函授大学的电类专业师生教学和学习参考,对于很多奋力自学的青年,将是一本良好的参考书,能以提供有效的学习帮助。

由于时间仓促,加之水平有限,对书中的错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

1996 年 5 月于北京

目 录

第一章 电路的基本概念和基本定律.....	(1)
第二章 电阻电路的等效变换	(20)
第三章 电路的一般分析方法	(45)
第四章 线性网络的几个定理	(72)
第五章 正弦交流电路中的电压、电流 相量法.....	(93)
第六章 正弦交流电路的功率.....	(127)
第七章 三相电路.....	(144)
第八章 含互感电路的分析.....	(173)
第九章 双口网络.....	(209)
第十章 正弦交流电路的频率响应与谐振.....	(237)
第十一章 非正弦交流电路.....	(271)
第十二章 电路中的过渡过程——动态电路的时域分析.....	(305)
第十三章 拉普拉斯变换在电路分析中的应用.....	(385)
第十四章 磁路及铁心线圈.....	(417)
附表.....	(443)
参考书目.....	(447)

第一章 电路的基本概念和基本定律

1-1 一个电子的电荷量约为 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$, 求在 10s 内有 2.5×10^{20} 个电子通过导体中的电流大小?

解

$$I = \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{C} \times 2.5 \times 10^{20}}{10\text{s}} = 4 \text{ A}$$

1-2 进入某元件的正电荷随时间变化的曲线如图 1-1 所示。求 $t=0.5\text{s}, 1.5\text{s}, 3\text{s}$ 时刻流过元件的电流。

解

(1) $t=0.5\text{s}$ 时刻:

$$\Delta q = 0.5\text{mC} - 0 = 0.5\text{mC}$$

$$\Delta t = 0.5\text{s} - 0 = 0.5\text{s}$$

$$\therefore i(0.5) = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{0.5 \times 10^{-3} \text{C}}{0.5\text{s}} = 1\text{mA}$$

(2) $t=1.5\text{s}$ 时刻:

$$\Delta q = 3\text{mC} - 1\text{mC} = 2\text{mC}$$

$$\Delta t = 2\text{s} - 1\text{s} = 1\text{s}$$

$$\therefore i(1.5) = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{C}}{1\text{s}} = 2\text{mA}$$

(3) $t=3\text{s}$ 时刻:

$$\Delta q = 3\text{mC} - 3\text{mC} = 0$$

$$\Delta t = 3\text{s} - 2\text{s} = 1\text{s}$$

$$\therefore i(3) = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{0}{1\text{s}} = 0$$

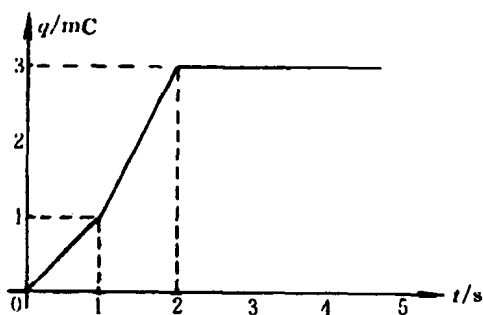


图 1-1 正电荷 q 变化曲线图

1-3 进入元件输入端钮的总电荷量为 $q(t) = 20e^{-0.2s^{-1} \times t} \sin(\frac{\pi}{4}t) \text{C}$ 。求 $t=0\text{s}, 2\text{s}, -1\text{s}$ 时刻的电流。

解

因为电流为

$$\begin{aligned} i(t) &= \frac{dq(t)}{dt} = \frac{d}{dt} [20e^{-0.2s^{-1} \times t} \sin(\frac{\pi}{4}t)] \text{A} \\ &= -4e^{-0.2s^{-1} \times t} \sin(\frac{\pi}{4}t) \text{A} + 5\pi e^{-0.2s^{-1} \times t} \cos(\frac{\pi}{4}t) \text{A} \end{aligned}$$

故有

(1) $t=0\text{s}$ 时刻, 电流为

$$i(0) = 5\pi \times 1 \times 1A = 17.71A$$

(2) $t=2s$ 时刻, 电流为

$$\begin{aligned} i(2) &= [-4e^{-0.2s^{-1} \times 2s} \sin(\frac{\pi}{4} \times 2) A + 5\pi e^{-0.2s^{-1} \times 2s} \cos(\frac{\pi}{4} \times 2)] A \\ &= [-4 \times 0.67 \sin \frac{\pi}{2} A + 5\pi \times 0.67 \cos \frac{\pi}{2}] A \\ &= -2.68 A \end{aligned}$$

(3) $t=-1s$ 时刻, 电流为

$$\begin{aligned} i(-1) &= -4e^{-0.2s^{-1} \times (-1s)} \sin[\frac{\pi}{4}(-1)] + 5\pi e^{-0.2s^{-1} \times (-1s)} \cos[\frac{\pi}{4}(-1)] A \\ &= -4 \times 1.22 \sin(-\frac{\pi}{4}) + 5\pi \times 1.22 \cos(-\frac{\pi}{4}) A \\ &= 3.45A + 13.55A \\ &= 17 A \end{aligned}$$

1-4 求下列情况 a, b 两点的电压 U_{ab} :

(1) $100\mu C$ 的正电荷从 a 点移到 b 点失去能量为 $220\mu J$;

(2) $100\mu C$ 的负电荷从 a 点移到 b 点失去能量为 $220\mu J$;

(3) $100\mu C$ 的正电荷从 a 点移到 b 点获得能量为 $220\mu J$;

(4) $100\mu C$ 的负电荷从 a 点移到 b 点获得能量为 $220\mu J$ 。

解

(1) $100\mu C$ 正电荷从 a 点移到 b 点失去能量, 即电场力作功为正, 故 a, b 两点电压为

$$U_{ab} = \frac{+\Delta w}{+\Delta q} = \frac{220 \times 10^{-6} J}{100 \times 10^{-6} C} = 2.2V \text{ (电压降)}$$

(2) $100\mu C$ 负电荷从 a 点到 b 点失去能量, 即电场力作功为正, 故 a, b 两点电压为

$$U_{ab} = \frac{+\Delta w}{-\Delta q} = \frac{220 \times 10^{-6} J}{-100 \times 10^{-6} C} = -2.2V \text{ (电压升)}$$

(3) $100\mu C$ 正电荷从 a 点移到 b 点获得能量, 即电场力作功为负, 故 a, b 两点电压为

$$U_{ab} = \frac{-\Delta w}{+\Delta q} = \frac{-220 \times 10^{-6} J}{100 \times 10^{-6} C} = -2.2V \text{ (电压升)}$$

(4) $100\mu C$ 负电荷从 a 点移到 b 点获得能量, 即电场力作功为负, 故 a, b 两点电压为

$$U_{ab} = \frac{-\Delta w}{-\Delta q} = \frac{-220 \times 10^{-6} J}{-100 \times 10^{-6} C} = 2.2V \text{ (电压降)}$$

1-5 一元件在 $t \geq 0$ 时产生能量为 $w(t) = 3e^{-1s^{-1} \times t} J$ 。问在 $t=0s, 2s$ 和 $3s$ 时刻的功率各为多少?

解

因为功率为

$$p(t) = \frac{dw(t)}{dt} = -3e^{-1s^{-1} \times t} W$$

功率 $p(t)$ 和时间 t 的单位分别为 W, s , 故有

(1) $t=0s$ 时刻, 功率为

$$p(0) = -3e^{-0} W = -3W$$

(2) $t=2s$ 时刻, 功率为

$$p(2) = -3e^{-2} \text{ W} = -3 \times 0.135 \text{ W} = -4 \text{ W}$$

(3) $t=3\text{s}$ 时刻, 功率为

$$p(3) = -3e^{-3} \text{ W} = -3 \times 0.049 \text{ W} = -0.149 \text{ W}$$

1-6 如图 1-2 (a), (b) 所示电路, 分别求出电流源和电压源的功率, 并判定是产生功率抑或吸收功率。

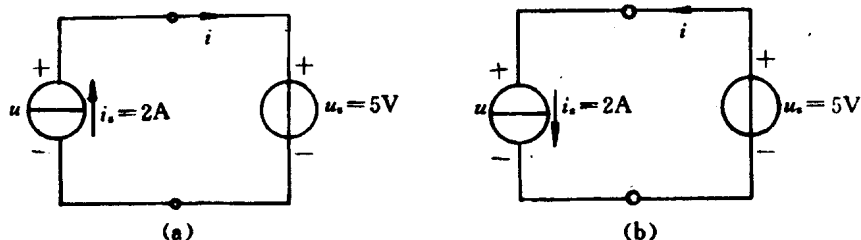


图 1-2 题 1-6 电路图

解

(一) 图 1-2(a) 所示电路:

(1) 电流源电流 i_s 与电压 $u = u_s$ 为非关联参考方向, 则其功率为

$$p_{i_s} = -u i_s = -5 \text{ V} \times 2 \text{ A} = -10 \text{ W}$$

因 $p_{i_s} < 0$, 故电流源产生功率。

(2) 电压源电压 u_s 与电流 $i = i_s$ 为关联参考方向, 则其功率为

$$p_{u_s} = u_s i = 5 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 10 \text{ W}$$

因 $p_{u_s} > 0$, 故电压源吸收功率。

(二) 图 1-2(b) 所示电路:

(1) 电流源电流 i_s 与电压 $u = u_s$ 为关联参考方向, 则其功率为

$$p_{i_s} = u i_s = 5 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 10 \text{ W}$$

因 $p_{i_s} > 0$, 故电流源吸收功率。

(2) 电压源电压 u_s 与电流 $i = i_s$ 为非关联参考方向, 则其功率为

$$p_{u_s} = -u_s i = -5 \text{ V} \times 2 \text{ A} = -10 \text{ W}$$

因 $p_{u_s} < 0$, 故电压源产生功率。

1-7 分别求出如图 1-3 (a), (b), (c) 所示电路中的电流 I 。

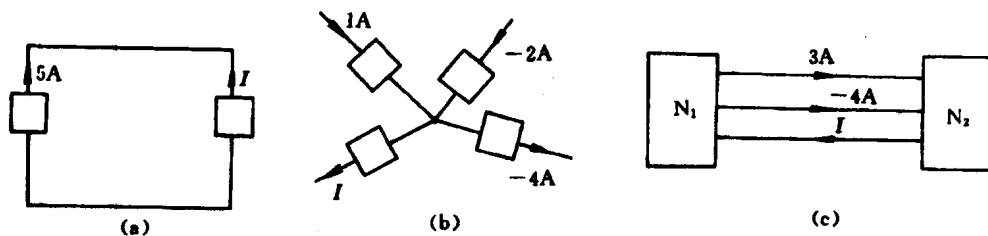


图 1-3 题 1-7 电路图

解

(1) 图 1-3 (a) 电路, 按 KCL 得出

$$I = -5 \text{ A}$$

(2) 图 1-3 (b) 电路, 假定流出节点电流为正, 则列出 KCL 方程为

$$I - 1\text{A} - (-2\text{A}) + (-4\text{A}) = 0$$

$$\therefore I = 1\text{A} + (-2\text{A}) - (-4\text{A}) = 3\text{A}$$

(3) 图 1-3 (c) 电路, 假定流出 N_2 电流为正, 则列出 KCL 方程为

$$I - 3\text{A} - (-4\text{A}) = 0$$

$$\therefore I = 3\text{A} + (-4\text{A}) = -1 \text{ A}$$

1-8 如图 1-4 所示电路, 试求电压 U_1 , U_2 和 U_3 。

解

按顺时针绕行方向列 KVL 方程, 分别得出

(1) a—b—d—12V—a 回路:

$$5\text{V} + U_1 - 12\text{V} = 0$$

$$\therefore U_1 = 12\text{V} - 5\text{V} = 7 \text{ V}$$

(2) a—c—d—12V—a 回路:

$$U_2 + 8\text{V} - 12\text{V} = 0$$

$$\therefore U_2 = 12\text{V} - 8\text{V} = 4 \text{ V}$$

(3) b—c—d—b 回路:

$$-U_3 + 8\text{V} - U_1 = 0$$

$$\therefore U_3 = 8\text{V} - U_1 = 8\text{V} - 7\text{V} = 1 \text{ V}$$

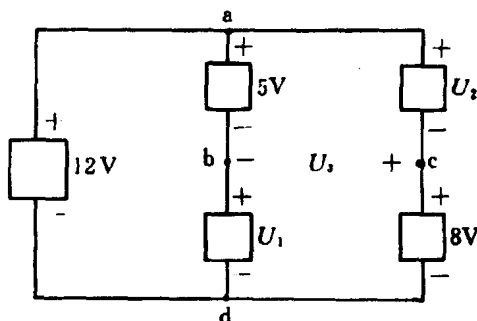


图 1-4 题 1-8 电路图

1-9 在一个 5Ω 的电阻 R 上施加 20V 电压。问: (1) 该电阻吸收的功率是多少? (2) 要使功率加倍, 电阻值应改为多少? (3) 电阻值做上述改变后, 欲使所吸收的功率恢复到开始的数值, 即(1)中计算的数值, 施加的电压应为多少?

解

(1) 电阻吸收的功率为

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(20\text{V})^2}{5\Omega} = 80 \text{ W}$$

(2) 功率加倍, 即 $P' = 2P = 160\text{W}$, 这时电阻应为

$$R' = \frac{U^2}{P'} = \frac{(20\text{V})^2}{160\text{W}} = 2.5\Omega$$

(3) 若电阻值为 2.5Ω , 吸收功率为 80W , 则所施加的电压应为

$$U' = \sqrt{R'P} = \sqrt{2.5\Omega \times 80\text{W}} = \sqrt{200\text{V}^2} = 14.14 \text{ V}$$

1-10 已知电路如图 1-5 所示, 求电阻 R 的数值。

解

设 R 支路电流为 I , 则按 VAR 和 KCL 得出

$$I = \frac{100\text{V}}{20\Omega} + \frac{100\text{V}}{5\Omega} = 5\text{A} + 20\text{A} = 25\text{A}$$

再按 KVL 得出

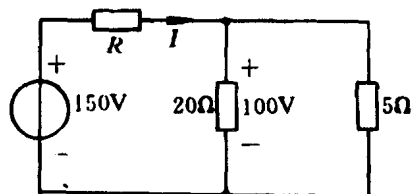


图 1-5 题 1-10 电路图

$$R = \frac{150\text{V} - 100\text{V}}{I} = \frac{50\text{V}}{25\text{A}} = 2\Omega$$

1-11 如图 1-6 所示电路, 已知 $I_1=1\text{A}$, $I_2=-2\text{A}$ 。求电流 I_3 、电压 U , 并证明电源所提供的功率等于其它所有元件消耗功率之和。

解

(1) 计算电流 I_3

按流出节点电流为正, 列节点 d 的 KCL 方程为

$$I_2 - I_3 + 10\text{A} = 0$$

$$\therefore I_3 = I_2 + 10\text{A} = -2\text{A} + 10\text{A} = 8\text{A}$$

(2) 计算电压 U

按 KCL 得出

$$I_4 = I_2 - I_1 = (-2\text{A}) - 1\text{A} = -3\text{A}$$

$$I_5 = I_4 + 10\text{A} = -3\text{A} + 10\text{A} = 7\text{A}$$

列 a—b—d—a 回路 KVL 方程为

$$11\Omega \times I_2 - 45\text{V} + 1\Omega \times I_4 + U = 0$$

$$\therefore U = 45\text{V} - 11\Omega \times (-2\text{A}) - 1\Omega \times (-3\text{A}) = 70\text{V}$$

或列 b—c—d—b 回路 KVL 方程, 得出

$$U = 2\Omega \times I_5 + 7\Omega \times I_3 = 2\Omega \times 7\text{A} + 7\Omega \times 8\text{A} = 70\text{V}$$

(3) 计算各元件的功率

电源产生的功率为

$$\begin{aligned} P_s &= P_{45\text{V}} + P_{10\text{A}} = -45\text{V} \times I_2 + (-10\text{A} \times U) \\ &= -45\text{V} \times (-2\text{A}) - 10\text{A} \times 70\text{V} \\ &= 90\text{W} - 700\text{W} = -610\text{W} \end{aligned}$$

电阻元件消耗的功率为

$$\begin{aligned} P_R &= 11\Omega \times I_1^2 + 11\Omega \times I_2^2 + 7\Omega \times I_3^2 + 1\Omega \times I_4^2 + 2\Omega \times I_5^2 \\ &= 11\Omega \times (1\text{A})^2 + 11\Omega \times (-2\text{A})^2 + 7\Omega \times (8\text{A})^2 \\ &\quad + 1\Omega \times (-3\text{A})^2 + 2\Omega \times (7\text{A})^2 \\ &= 11\text{W} + 44\text{W} + 448\text{W} + 98\text{W} \\ &= 610\text{W} \end{aligned}$$

于是证明了电源产生的功率等于各电阻元件所消耗的功率。

1-12 如图 1-7 所示电路, 求电压 U 和 120A 电流源产生的功率。

解

(1) 按弥尔曼定理计算电压 U , 即

$$U = \frac{120\text{A} - 30\text{A}}{30\text{S} + 15\text{S}} = \frac{90\text{A}}{45\text{S}} = 2\text{V}$$

(2) 计算 120A 电流源的功率

$$\begin{aligned} P_{120\text{A}} &= -120\text{A} \times U = -120\text{A} \times 2\text{V} \\ &= -240\text{W} (\text{产生功率}) \end{aligned}$$

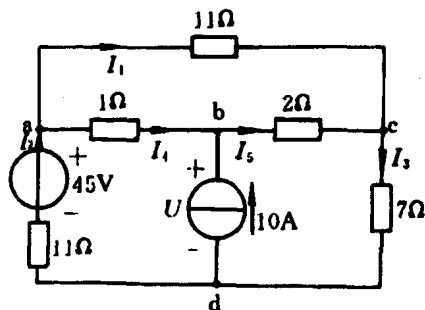


图 1-6 题 1-11 电路图

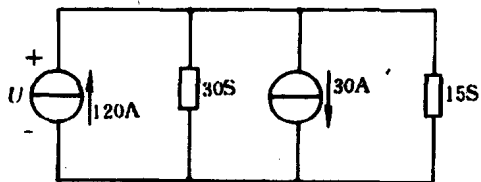


图 1-7 题 1-12 电路图

1-13 如图 1-8(a)所示电路, 求电流 I_a , I_b 和

I_c 。

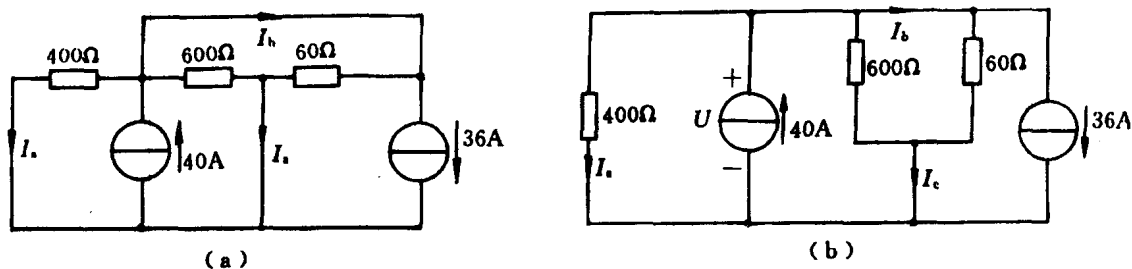


图 1-8 题 1-13 电路图

解

图 1-8(a)所示电路是一单节偶电路,绘如图 1-8(b)所示。按弥尔曼定理计算电压 U ,即

$$U = \frac{40A - 36A}{\frac{1}{400\Omega} + \frac{1}{600\Omega} + \frac{1}{60\Omega}} = \frac{1200 \times 4A}{3S + 2S + 20S} = 192V$$

根据电阻元件的 VAR 和 KCL 计算电流:

$$I_a = \frac{U}{400\Omega} = \frac{192V}{400\Omega} = 0.48A$$

$$I_b = \frac{U}{60\Omega} + 36A = \frac{192V}{60\Omega} + 36A = 3.2A + 36A = 39.2A$$

$$I_c = \frac{U}{600\Omega} + \frac{U}{60\Omega} = \frac{192V}{600\Omega} + \frac{192V}{60\Omega} = 0.32A + 3.2A = 3.52A$$

1-14 如图 1-9 所示电路,求电流 I_0 。

解

(1)按顺时针绕行方向列 KVL 方程有

$$3\Omega \times I_x + 18V - 24V = 0$$

$$\therefore I_x = \frac{24V - 18V}{3\Omega} = 2A$$

(2)列 KCL 方程得出

$$I_0 = I_x + 2I_x = 3I_x = 3 \times 2A = 6A$$

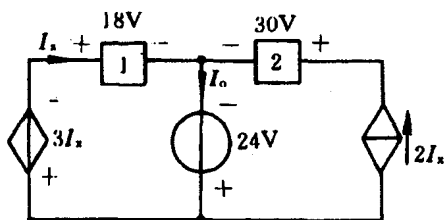


图 1-9 题 1-14 电路图

1-15 如图 1-10 所示电路,试计算各元件的功

率,并判定是吸收功率抑或产生功率和用功率平衡校验答案。

解

(1)计算支路电流 I_1, I_2 和电压 U

按顺时针绕行方向列 KVL 方程有

$$3\Omega \times I_1 + 3\Omega \times I_2 = 6V$$

$$3\Omega \times I_1 + 3\Omega(I_1 + I_s) = 6V$$

$$3\Omega \times I_1 + 3\Omega(I_1 + 4A) = 6V$$

$$6\Omega \times I_1 = -6V$$

$$\therefore I_1 = -1A$$

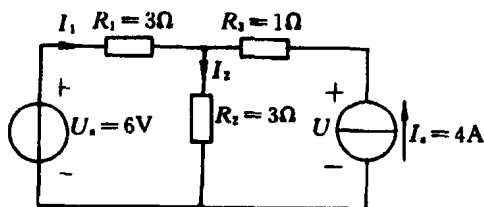


图 1-10 题 1-15 电路图

按 KCL 有

$$I_2 = I_1 + 4A = -1A + 4A = 3A$$

按 KVL 有

$$\begin{aligned} U &= R_3 I_1 + R_2 I_2 \\ &= 1\Omega \times 4A + 3\Omega \times 3A = 13V \end{aligned}$$

(2) 计算各元件的功率

电压源 $P_{U_1} = -U_1 I_1 = -6V \times (-1A) = 6W$ (吸收)

电流源 $P_{I_1} = -U I_1 = -13V \times 4A = -52W$ (产生)

电阻元件 $P_{R_1} = I_1^2 R_1 = (-1A)^2 \times 3\Omega = 3W$ (消耗)

$$P_{R_2} = I_2^2 R_2 = (3A)^2 \times 3\Omega = 27W$$
 (消耗)

$$P_{R_3} = I_1^2 R_3 = (4A)^2 \times 1\Omega = 16W$$
 (消耗)

(3) 功率平衡校验

产生功率

$$P_{I_1} = 52W$$

消耗功率

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= P_{U_1} + P_{R_1} + P_{R_2} + P_{R_3} \\ &= 6W + 3W + 27W + 16W = 52W \end{aligned}$$

表明, 电路中产生的功率与消耗的功率相等, 各元件计算的功率答案正确。

1-16 如图 1-11 所示电路, 试求电压 u 和电流 i 。

解

(1) 求 u

$$\begin{aligned} \because u_{dc} &= u_{db} + u_{bc} + u_{ec} \\ &= 1V + 2V - 4V = -1V \end{aligned}$$

按分压关系计算得出

$$u_{ac} = \frac{3\Omega}{2\Omega + 3\Omega} u_{dc} = \frac{3}{5} (-1V) = -\frac{3}{5} V$$

$$\because u_{bc} = u_{be} + u_{ec} = 2V - 4V = -2V$$

$$\therefore u = u_{ac} - u_{bc} = -\frac{3}{5} V - (-2V) = \frac{7}{5} V$$

(2) 计算电流 i

$$\because u_{ed} = u_{eb} + u_{bd} = -2V + (-1V) = -3V$$

$$\therefore i = \frac{u_{ed}}{1\Omega} = \frac{-3V}{1\Omega} = -3A$$

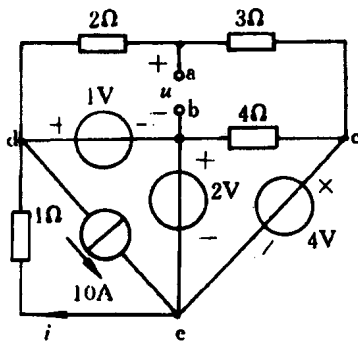


图 1-11 题 1-16 电路图

1-17 如图 1-12 所示含受控源电路, 试求电流 I 、电压 U 和各元件的功率, 并用功率平衡校验答案。

解

(1) 计算电流 I 和电压 U

按顺时针绕行方向列 KVL 方程有

$$6\Omega \times I + 2\Omega \times (I + 2I) = 12V$$

$$12\Omega \times I = 12V$$

$$I = 1A$$

按电阻元件的 VAR 得出电压 U 为

$$U = 2\Omega \times 3I = 6\Omega \times 1A = 6V$$

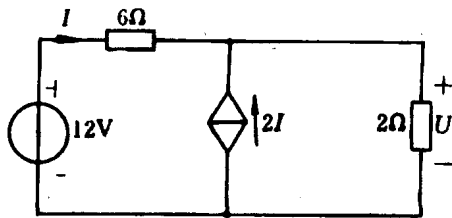


图 1-12 题 1-17 电路图

(2) 计算各元件的功率

电压源 $P_{12V} = -12V \times I = -12V \times 1A = -12W$ (产生功率)

受控电流源 $P_{2I} = -2I \times U = -2 \times 1A \times 6V = -12W$ (产生功率)

电阻元件 $P_{6\Omega} = 6\Omega \times I^2 = 6\Omega (1A)^2 = 6W$ (消耗功率)

$P_{2\Omega} = (3I)^2 \times 2\Omega = (3 \times 1A)^2 \times 2\Omega = 18W$ (消耗功率)

(3) 功率平衡校验

产生功率 $P_{12V} + P_{2I} = 12W + 12W = 24W$

消耗功率 $P_{6\Omega} + P_{2\Omega} = 6W + 18W = 24W$

电路中产生与消耗功率相等, 计算结果正确。

1-18 如图 1-13 所示电路, 试求电流 I 和电压 U 。

解

(1) 按分流关系计算电流

$$I = \frac{4\Omega}{4\Omega + 4\Omega + 8\Omega} \times 16A = 4A$$

(2) 按电阻元件的 VAR 计算电压

$$U = 8\Omega \times I = 8\Omega \times 4A = 32V$$

1-19 如图 1-14 所示电路, 求电压 U 。

解

(1) 解法之一: 先计算出电流 I , 按顺时针绕行方

向列 KVL 方程有

$$8\Omega \times I + 1\Omega \times (I - 8A) = 16V$$

$$4\Omega \times I = 24V$$

$$I = \frac{24V}{4\Omega} = 6A$$

按电阻元件 VAR 得出电压

$$U = 3\Omega \times I = 3\Omega \times 6A = 18V$$

(2) 解法之二: 先按弥尔曼定理计算出节点电压

U_1 , 则有

$$U_1 = \frac{8A - \frac{16V}{3\Omega}}{1S + \frac{1}{3}S} = \frac{24A - 16A}{3S + 1S} = \frac{8A}{4S} = 2V$$

按 KVL 计算出电压 U , 即

$$U = 16V + U_1 = 16V + 2V = 18V$$

1-20 如图 1-15 所示电路, 试计算电流 I 。

解

图 1-15 所示是含受控电流源单节偶电路, 可以应用分流关系计算电流 I , 即

$$I = \frac{4\Omega}{8\Omega + 4\Omega} (5A - 2I)$$

$$3I = 5A - 2I$$

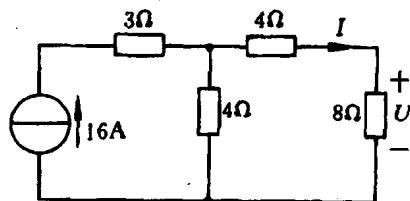


图 1-13 题 1-18 电路图

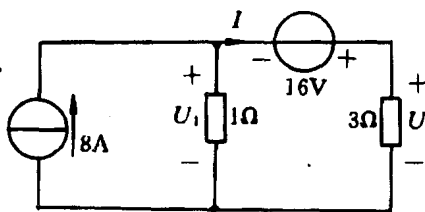


图 1-14 题 1-19 电路图

$$5I = 5\text{A}$$

$$\therefore I = \frac{5\text{A}}{5} = 1\text{A}$$

1-21 若一 6Ω 电阻在 4s 内消耗能量为 2400J 。问电阻两端施加的电压 U 为何值？

解

(1) 计算通过电阻 R 的电流 I

$$\therefore I^2 R t = W$$

$$\therefore I = \sqrt{\frac{W}{Rt}} = \sqrt{\frac{2400\text{J}}{6\Omega \times 4\text{s}}} = \sqrt{100\text{A}^2} = 10\text{A}$$

(2) 按 VAR 计算出电阻两端的电压为

$$U = RI = 6\Omega \times 10\text{A} = 60\text{V}$$

1-22 如图 1-16 所示电路, 已知 $U = 2\text{V}$, $I_1 = 1\text{A}$ 。求电阻 R 和电源电压 U_s 。

解

(1) 按 VAR 计算出电流 I_2 , 即

$$I_2 = \frac{U}{1\Omega} = \frac{2\text{V}}{1\Omega} = 2\text{A}$$

(2) 计算电阻 R

列 KVL 方程有

$$RI_1 - (2\Omega + 1\Omega)I_2 = 0$$

$$R = \frac{3\Omega \times I_2}{I_1} = \frac{3\Omega \times 2\text{A}}{1\text{A}} = 6\Omega$$

(3) 按 KCL 计算电流 I , 即

$$I = I_1 + I_2 = 1\text{A} + 2\text{A} = 3\text{A}$$

(4) 计算电压 U_s 。

按 KVL 得出

$$\begin{aligned} U_s &= 1\Omega \times I + RI_1 \\ &= 1\Omega \times 3\text{A} + 6\Omega \times 1\text{A} = 9\text{V} \end{aligned}$$

1-23 如图 1-17 所示电路, 已知 $I = 2\text{A}$ 。求电压 U_s 和 U 。

解

图 1-17 所示电路是一含受控电压源的单回路电路。以顺时针绕行方向列 KVL 方程有

$$(4\Omega + 6\Omega)I + 5U = U_s,$$

$$10\Omega \times I + 5U = U_s.$$

$$\text{且 } 4\Omega \times I + U = U_s.$$

由式①减去式②得出

$$6\Omega \times I + 4U = 0$$

$$\therefore U = \frac{-6\Omega \times I}{4} = \frac{-6\Omega \times 2\text{A}}{4} = -3\text{V}$$

由式②得出电源电压为

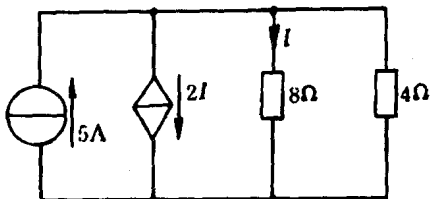


图 1-15 题 1-20 电路图

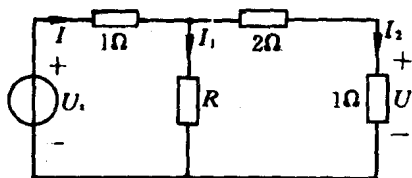


图 1-16 题 1-22 电路图

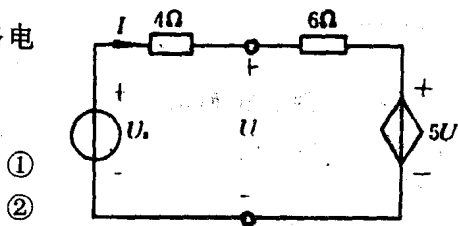


图 1-17 题 1-23 电路图

$$U_s = 4\Omega \times I + U = 4\Omega \times 2A - 3V = 5V$$

1-24 如图 1-18 所示电路, 已知 $I_1 = 2A$, 求电阻 R 的数值。

解

(1) 计算电流 I

按 KCL 有

$$I = I_1 + \frac{1}{3}I$$

$$\frac{2}{3}I = I_1$$

$$\therefore I = \frac{3I_1}{2} = \frac{3 \times 2A}{2} = 3A$$

(2) 计算电阻 R 值

按顺时针绕行方向列 KVL 方程有

$$RI + 20\Omega \times I_1 = 100V$$

$$\therefore R = \frac{100V - 20\Omega \times I_1}{I} = \frac{100V - 20\Omega \times 2A}{3A} = \frac{60V}{3A} = 20\Omega$$

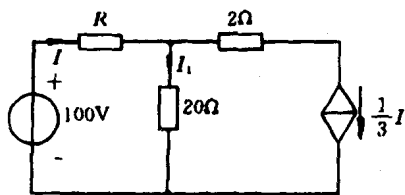


图 1-18 题 1-24 电路图

1-25 如图 1-19 所示电路, 试求 I 和 U 。

解

(1) 计算电流 I

按逆时针绕行方向列 KVL 方程有

$$2\Omega \times I + 4\Omega \times (4A + I) - 2U = 0$$

$$6\Omega \times I + 16V - 2U = 0$$

$$\text{且 } U = 4\Omega \times (4A + I) = 16V + 4\Omega \times I$$

由式②代入式①得出

$$6\Omega \times I + 16V - 2(16V + 4\Omega \times I) = 0$$

$$-2\Omega \times I - 16V = 0$$

$$\therefore I = \frac{16V}{-2\Omega} = -8A$$

(2) 计算电压 U

由式②得出

$$U = 16V + 4\Omega \times I = 16V + 4\Omega \times (-8A) = -16V$$

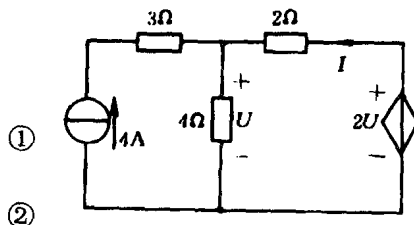


图 1-19 题 1-25 电路图

1-26 如图 1-20 所示电路, 已知 100V 电压源产生的功率为 100W。求元件 A 通过的电流 I 和两端的电压 U 。

解

(1) 计算电流 I

由已知 100V 电压源产生功率为 100W, 则有功率计算表达式为

$$P_{100V} = -U_s I = -100V \times I = -100W$$

$$\therefore I = \frac{-100W}{-100V} = 1A$$

(2) 计算电压 U

按顺时针绕行方向列 KVL 方程有

$$20\Omega \times I + U = -60V + 100V$$

$$\therefore U = 40V - 20\Omega \times I = 40V - 20\Omega \times 1A = 20V$$

1-27 如图 1-21 所示电路, 元件 A 产生的功率为 180W。试求电流 I 和电压 U 。

解

(1) 由已知元件 A 产生功率为 180W, 即其表达式为

$$P_A = UI = -180W$$

$$\therefore U = \frac{-180W}{I}$$

(2) 计算电流 I

列 KCL 方程有

$$6A + \frac{U}{20\Omega} - I = 0$$

$$120V + U - 20\Omega \times I = 0$$

将式①代入式②得出

$$120V + \left(-\frac{180W}{I}\right) - 20\Omega \times I = 0$$

$$120V \times I - 180W - 20\Omega \times I^2 = 0$$

$$I^2 - 6A \times I + 9A^2 = 0$$

$$(I - 3A)^2 = 0$$

$\therefore$

$$I = 3A$$

(3) 计算电压 U

由式①得出

$$U = \frac{-180W}{I} = \frac{-180W}{3A} = -60V$$

1-28 如图 1-22 所示电路, 若 0.1A 电流源在 0.5 分钟内吸收能量为 120J。求元件 A 两端的电压 U 和通过的电流 I 。

解

(1) 计算元件 A 两端的电压 U

由于已知 0.1A 电流源在 0.5 分钟 (即 30s) 内吸收能量 120J, 则其吸收的功率为

$$P_{0.1A} = \frac{W}{t} = \frac{120J}{30s} = 4W$$

由于 0.1A 电流源的电流与其两端的电压 U 为非关联参考方向, 则其功率的表达式为

$$P_{0.1A} = -0.1A \times U = 4W$$

$\therefore$

$$U = \frac{4W}{-0.1A} = -40V$$

(2) 计算通过元件 A 的电流 I

列上节点的 KCL 方程有

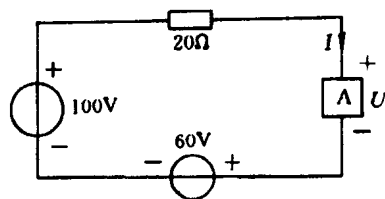


图 1-20 题 1-26 电路图

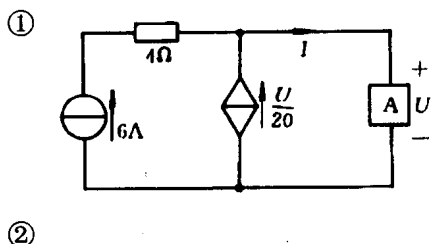


图 1-21 题 1-27 电路图

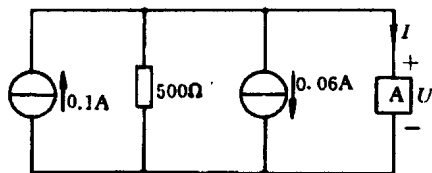


图 1-22 题 1-28 电路图

$$-0.1\text{A} + \frac{U}{500\Omega} + 0.06\text{A} + I = 0$$

$$\therefore I = 0.04\text{A} + \frac{40\text{V}}{500\Omega} = 0.04\text{A} + 0.08\text{A} = 0.12\text{A}$$

1-29 如图 1-23 所示, 已知电流源提供 0.1W 的功率, $I = 4\text{mA}$ 。求 G_1 和 G_2 。

解

(1) 计算电流 I

由已知电流源提供 0.1W 功率, 可得出其两端的电压为

$$U = \frac{P}{I} = \frac{0.1\text{W}}{10 \times 10^{-3}\text{A}} = 10\text{V}$$

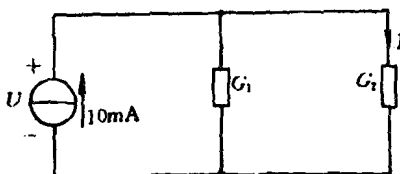


图 1-23 题 1-29 电路图

(2) 计算 G_1

由于 G_1 支路电流为

$$G_1 U = (10 - 4) \times 10^{-3}\text{A}$$

$$\therefore G_1 = \frac{(10 - 4) \times 10^{-3}\text{A}}{U} = \frac{6 \times 10^{-3}\text{A}}{10\text{V}} = 0.6\text{mS}$$

(3) 计算 G_2

由于 G_2 支路电流为

$$G_2 U = I$$

$$\therefore G_2 = \frac{I}{U} = \frac{4 \times 10^{-3}\text{A}}{10\text{V}} = 0.4\text{mS}$$

1-30 如图 1-24(a)所示电路。求电路中的电阻 R 。

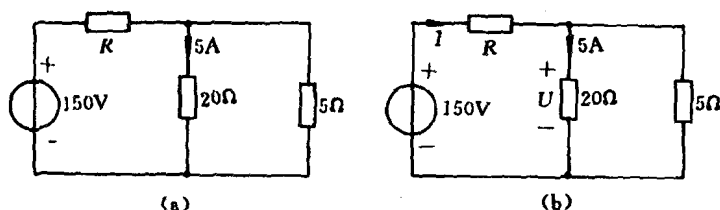


图 1-24 题 1-30 电路图

解

设 R 支路电流为 I , 20Ω 电阻两端电压为 U , 它们的参考方向如图 1-24(b) 所示。

(1) 计算电压 U

按电阻元件的 VAR 得出

$$U = 20\Omega \times 5\text{A} = 100\text{V}$$

(2) 计算电流 I

按 KCL 得出

$$I = 5\text{A} + \frac{U}{5\Omega} = 5\text{A} + \frac{100\text{V}}{5\Omega} = 5\text{A} + 20\text{A} = 25\text{A}$$

(3) 计算电阻 R

按 KVL 得出

$$RI + U = 150\text{V}$$

$$\therefore R = \frac{150\text{V} - U}{I} = \frac{150\text{V} - 100\text{V}}{25\text{A}} = \frac{50\text{V}}{25\text{A}} = 2\Omega$$

1-31 如图 1-25 所示含受控源电路。试求电路中的电阻 R 。

解

(1) 求电流 I

按逆时针绕行方向列 KVL 方程有

$$-2\Omega \times I + 20\Omega \times I = 10\text{V} - 2\text{V}$$

$$18\Omega \times I = 8\text{V}$$

$$\therefore I = \frac{8\text{V}}{18\Omega} = \frac{4}{9}\text{A}$$

(2) 计算电阻 R

按电阻元件的 VAR, 得出

$$(1\text{A} - \frac{4}{9}\text{A})R = 10\text{V}$$

$$\therefore R = \frac{10\text{V}}{1\text{A} - \frac{4}{9}\text{A}} = \frac{10\text{V}}{\frac{5}{9}\text{A}} = \frac{90\text{V}}{5\text{A}} = 18\Omega$$

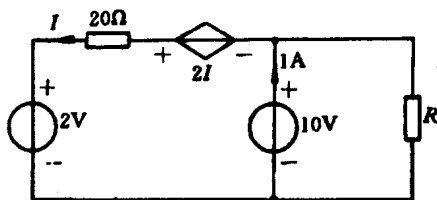


图 1-25 题 1-31 电路图

1-32 如图 1-26 所示电路, 求各受控源的功率, 并用功率平衡校验答案。

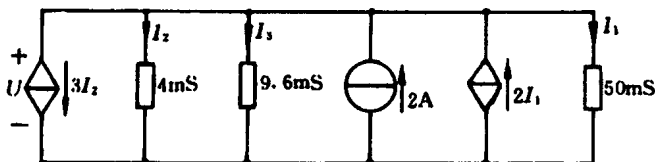


图 1-26 题 1-32 电路图

解

图 1-26 是一含二个受控电流源的单节偶直流电阻电路, 设节偶电压为 U , 参考方向是上正下负。

(1) 计算节偶电压 U

按弥尔曼定理得出

$$U = \frac{2\text{A} + 2I_1 - 3I_2}{(4 + 9.6 + 50) \times 10^{-3}\text{S}} = \frac{2\text{A} + 2 \times 50 \times 10^{-3}\text{S} \times U - 3 \times 4 \times 10^{-3}\text{S} \times U}{63.6 \times 10^{-3}\text{S}}$$

$$63.6 \times 10^{-3}\text{S} \times U = 2\text{A} + 88 \times 10^{-3}\text{S} \times U$$

$$-24.4 \times 10^{-3}\text{S} \times U = 2\text{A}$$

$$\therefore U = \frac{2\text{A}}{-24.4 \times 10^{-3}\text{S}} = -82\text{V}$$

(2) 计算电流 I_1 , I_2 和 I_3

$$I_1 = 50 \times 10^{-3}\text{S} \times U = 50 \times 10^{-3}\text{S} \times (-82\text{V}) \\ = -4.1\text{A}$$

$$I_2 = 4 \times 10^{-3}\text{S} \times U = 4 \times 10^{-3}\text{S} \times (-82\text{V}) \\ = -0.328\text{A}$$

$$I_3 = 9.6 \times 10^{-3}\text{S} \times U = 9.6 \times 10^{-3}\text{S} \times (-82\text{V})$$