



主编 王居荣

XiTi JieDa

哈爾濱工業大學出版社

高等学校“十二五”规划教材

电工学习题解答

ianGongXue
XiTi JieDa

主编 王居荣

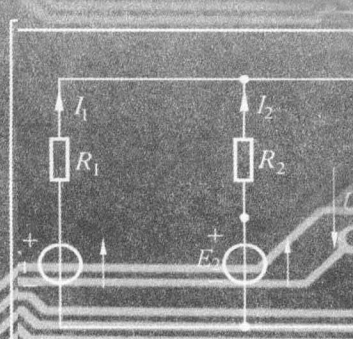
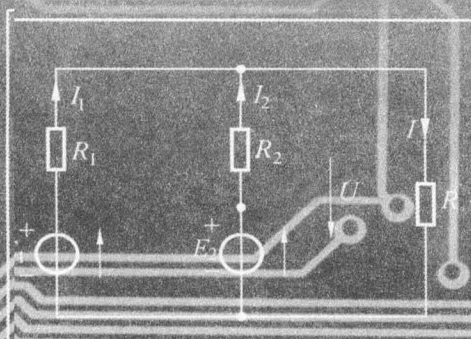
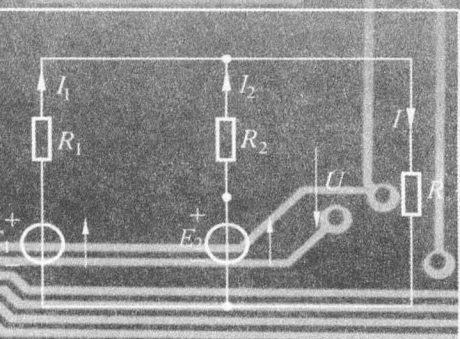
参编 冷欣

滕玉彬

吴鹏

宋其江

常州大学图书馆
藏书章



哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书以教育部颁发的“高等工业学校电工学课程教学基本要求”为依据,涵盖国内统编教材和高等学校优秀教材的基本内容;以哈尔滨工业大学出版社出版的《电工学》(王居荣、尹力主编)为蓝本,给出10章共234道习题的精确解答和要点提示,是其配套教材。本书可以帮助学生更好地掌握电工学的基本原理,迅速提高解题能力,并能激发学生的解题潜能,有力地保证课程学习时开卷有益,更能保证备考应试达到一个新的高度。本书可以协助教师进行教学。

本书是高等学校本科非电类各专业学生学习电工学的辅导教材和考研应试的参考书,还可供相关教师和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工学习题解答/王居荣主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2011.7

ISBN 978-7-5603-3326-7

I. ①电… II. ①王… III. ①电工学-题解
IV. ①TM1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 130935 号

策划编辑 杨 桦

责任编辑 范业婷

封面设计 牛蕴喆

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 11.75 字数 269 千字

版 次 2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-3326-7

定 价 58.00 元(含习题解答)

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

本书是为广大学生和相关教师编写的,我们将共同探索如何把课程学得更好、教得更好。正是源源不断的广大学生才使得教育工作更加引人入胜,更加富有意义和更加绩效卓著。

本书以教育部颁发的“高等工业学校电工学课程教学基本要求”为依据,涵盖国内统编教材和高等学校优秀教材的基本内容;以哈尔滨工业大学出版社出版的《电工学》(王居荣、尹力主编)为蓝本,给出全部习题精确解答和要点提示,是其配套教材。本书共分10章,共有各种类型典型题234道。典型题全而不滥、精而易懂,解析概念清晰、步骤鲜明,提要启示、解题技巧;题目选择涵盖课程全部内容、符合考试规律,各题着重涉及不同的知识点,便于学生循序渐进地学习,帮助学生更好地掌握和运用电工学基本原理,迅速提高解题能力,以期达到举一反三、融会贯通的境界。本书能够保证课程学习时开卷有益和备考应试达到一个新的高度。本书也想与同行教师切磋解题方法和技巧,共同提高,以达到提高电工学教学质量和保证教学效果的目的。

本书第2章、第3章由冷欣编写;第6章、第7章由吴鹏编写;第9章、第10章由李珺编写;第1章由滕玉彬编写;第4章、第8章由宋其江编写;第5章由尹力编写;全书由王居荣统稿。

本书承王瑛、夏宇主审,提出许多修改建议,编者深表谢忱。

由于编者水平有限,错误、疏漏之处仍恐难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011年5月

目 录

上篇 电工技术

第1章	直流稳态电路.....	1
第2章	正弦交流电路	30
第3章	电路的暂态分析	51
第4章	变压器与异步电动机	71
第5章	继电接触器控制电路	78

下篇 电子技术

第6章	半导体二极管和三极管	88
第7章	基本放大电路.....	100
第8章	集成运算放大器.....	121
第9章	门电路和组合逻辑电路.....	143
第10章	触发器和时序逻辑电路	162

上篇 电工技术

第1章 直流稳态电路

【1.1】 在图1.1(a)所示电路中,已知 $I_1 = -4\text{ A}$, $I_3 = 6\text{ A}$, $I_5 = -2\text{ A}$, $U_1 = -1\text{ V}$, $U_2 = -3\text{ V}$, $U_3 = -1\text{ V}$, $U_4 = 1\text{ V}$, $U_5 = 2\text{ V}$ 。

- (1) 试用虚线箭头标出各电流、电压的实际方向;
- (2) 判断哪些元件是电源,哪些元件是负载?
- (3) 计算各元件的功率,并校验功率平衡。

解 (1) 各电流、电压的实际方向如图1.1(b)中虚线箭头所示。

(2) 根据负载的电压和电流实际方向相同、而电源的电压与电流实际方向相反的规律,可以判断出1、3、4为电源,2、5为负载。

$$\begin{aligned}(3) \quad P_1/\text{W} &= -U_1 I_1 = -(-1) \times (-4) = -4 \\ P_2/\text{W} &= U_2 I_1 = -3 \times (-4) = 12 \\ P_3/\text{W} &= U_3 I_3 = (-1) \times 6 = -6 \\ P_4/\text{W} &= -U_4 I_3 = -1 \times 6 = -6 \\ P_5/\text{W} &= -U_5 I_5 = -2 \times (-2) = 4\end{aligned}$$

因为

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = (-4) + 12 + (-6) + (-6) + 4 = 0$$

所以功率是平衡的。

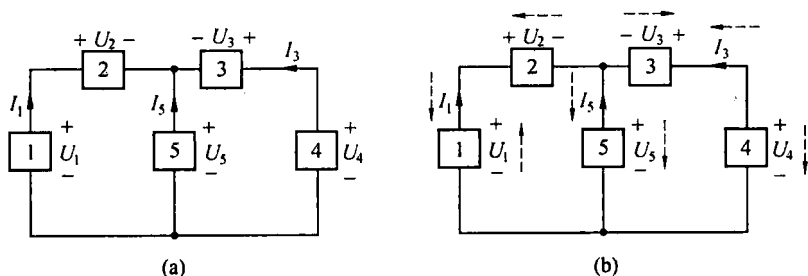


图 1.1 题 1.1 电路图

提要 理解参考方向与实际方向之间的关系;准确掌握功率的定义及计算,即:如果电压、电流是关联参考方向,则 $P = UI$;如果电压、电流是非关联参考方向,则 $P = -UI$ 。

【1.2】 在图1.2中,网络N向外提供72 W的功率,试求电路中的电流 I 及各元件上

的功率。

解 根据欧姆定律, $9\ \Omega$ 电阻上的电流

$$I_R/A = \frac{U_R}{R} = \frac{18 - 9}{9} = 1$$

对结点 ① 列 KCL, 得

$$I/A = -\frac{P}{18} + I_R = -\frac{72}{18} + 1 = -3$$

所以

$$P_R/W = 9 \times 1 = 9$$

$$P_{18V}/W = -18I = 54$$

$$P_{9V}/W = 9I_R = 9$$

可见, 18 V 、 9 V 恒压源和 $9\ \Omega$ 电阻都吸收功率, 都作为负载出现, 吸收功率之和恰好为网络 N 提供的 72 W 的功率。

提要 首先根据功率的定义求出网络的输出电流, 再运用基尔霍夫定律就可求出各元件上的电压及电流。这里应该看出网络 N 的端电压为 18 V , 向外提供的电流 $I_N/A = \frac{72}{18} = 4$ 。

【1.3】 有一台直流发电机, 铭牌数据为 40 kW 、 230 V 、 174 A 。试说明什么是发电机的空载运行、轻载运行和过载运行? 负载的大小一般是指什么说的?

解 发电机的额定电流为 174 A , 当发电机没有接负载时, 其输出电流为零, 称为空载运行。当发电机的输出电流远小于其额定值时, 称其为轻载运行; 当发电机的输出电流大于其额定值时, 称其为过载运行。在输出电压一定的前提下, 负载的大小一般指输出电流的大小。

提要 发电机的负载大小通常指其输出电流的大小, 据此判断发电机的工作状态。

【1.4】 一只 50 V 100 W 的指示灯, 现在要接在 110 V 的电源上, 问要串接多大阻值的电阻? 该电阻应选用多大功率的?

解 指示灯的电阻

$$R/\Omega = \frac{U^2}{P} = \frac{50^2}{100} = 25$$

当接在 110 V 电源上时, 为了使指示灯能正常工作, 应串联一个电阻 R_1 , 使指示灯两端的电压仍为其额定值 50 V , 根据分压公式可知

$$\frac{R}{R + R_1} \times 110 = 50$$

解得

$$R_1/\Omega = 30$$

$$P_{R_1}/W = \frac{U_{R_1}^2}{R_1} = \frac{60^2}{30} = 120$$

因此, R_1 的功率应不小于 120 W 。

提要 各种电气元件、设备只有在额定条件下运行才能发挥其全部效能。

【1.5】 图 1.3(a) 所示的电感电路中的电压波形如图 1.3(b) 所示, 且 $i_L(0) = 0$, 求

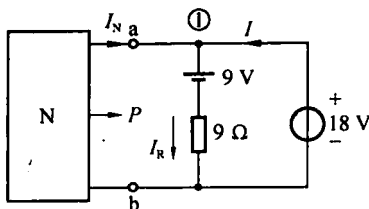


图 1.2 题 1.2 电路图

i 在 $0 \sim 3 \text{ s}$ 期间的电流 i_L , 并画出波形图。

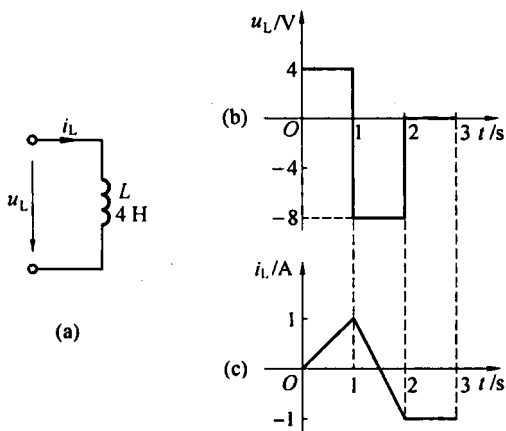


图 1.3 题 1.5 电路图

解 电感的电流与电压的关系为

$$i_L(t) = i_L(0) + \int_0^t \frac{u_L}{L} dt = 0.25 \int_0^t u_L dt$$

(1) 依题意, 电感电压的分段函数表达式为

$$0 \sim 1 \text{ s 期间: } u_L(t) = 4 \text{ V}$$

$$1 \sim 2 \text{ s 期间: } u_L(t) = -8 \text{ V}$$

$$2 \sim 3 \text{ s 期间: } u_L(t) = 0$$

将各段 $u_L(t)$ 分别进行积分, 得电感电流的分段函数表达式为

$$0 \sim 1 \text{ s 期间: } i_L(t) = t$$

$$1 \sim 2 \text{ s 期间: } i_L(t) = 3 - 2t$$

$$2 \sim 3 \text{ s 期间: } i_L(t) = -1$$

(2) 依照分段函数表达式可画出电流 $i(t)$ 的波形图, 如图 1.3(c) 所示。

提要 对此类型题要先写出分段函数表达式; 然后根据相应的数学关系求解, 并据此画出波形图, u_L 、 i_L 波形图按同一时间轴比例尺上下对应画出。

【1.6】 求图 1.4(a)、(b) 中各电源发出的功率。

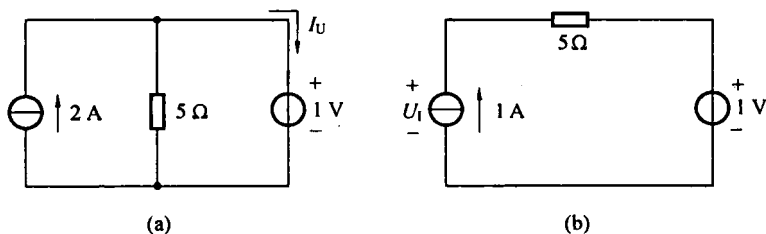


图 1.4 题 1.6 电路图

解 (1) 图 1.4(a) 中, 电流源两端的电压 $U_I = 1 \text{ V}$, 流入电压源的电流 $I_U / \text{A} = 2 - 1/5 = 1.8$, 所以电流源发出的功率

$$P_I/\text{W} = -U_I I = -1 \times 2 = -2$$

电压源发出的功率

$$P_U/\text{W} = I_U \times 1 = 1.8$$

(2) 图 1.4(b) 中, 回路电流 $I = 1 \text{ A}$, 电流源两端的电压 $U_I/\text{V} = 5I + 1 = 5 \times 1 + 1 = 6 \text{ V}$, 所以电流源发出的功率

$$P_I/\text{W} = -U_I \times I = -6 \times 1 = -6$$

电压源发出的功率

$$P_U/\text{W} = I \times 1 = 1 \times 1 = 1$$

提要 ① 计算电源发出的功率时, 如果电压、电流参考方向相反, 则 $P = -UI$; 如果电压、电流参考方向相同, 则 $P = UI$ 。

② 本题的计算结果都应该计算功率平衡, 以验证计算正确与否。

【1.7】 $4 \mu\text{F}$ 电容端电压的波形如图 1.5(b) 所示, 画出电流 i_c 的波形, 求电容最大储能。

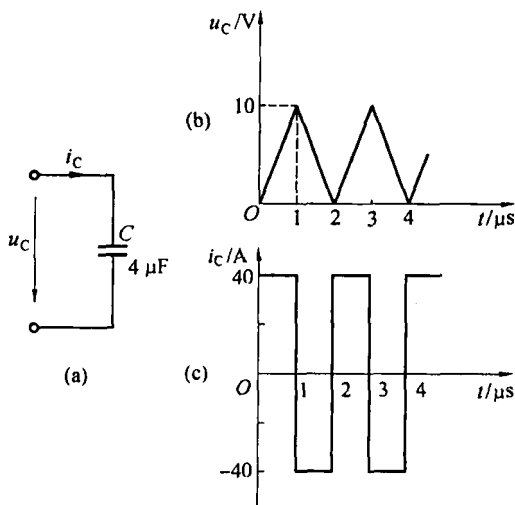


图 1.5 题 1.7 电路图

解 (1) 电容两端的电压与电流的关系

$$i_c(t) = C \frac{du_c}{dt} \quad ①$$

(2) 依据给定的电压波形图, 分段写出电容电压的函数表达式, 然后代入式 ①, 求解电容电流。

$$0 \sim 1 \mu\text{s} \text{ 期间: } \frac{du_c}{dt} = \frac{10}{10^{-6}} = 10^7$$

$$\text{代入式 ① 得 } i_c(t)/\text{A} = C \frac{du_c}{dt} = 4 \times 10^{-6} \times 10^7 = 40$$

$$1 \sim 2 \mu\text{s} \text{ 期间: } \frac{du_c}{dt} = -\frac{10}{10^{-6}} = -10^7$$

代入式①得 $i_c(t)/A = C \frac{du_c}{dt} = 4 \times 10^{-6} \times (-10^7) = -40$

2 ~ 3 μs 期间: $\frac{du_c}{dt} = \frac{10}{10^{-6}} = 10^7$

代入式①得 $i_c(t)/A = C \frac{du_c}{dt} = 4 \times 10^{-6} \times (-10^7) = 40$

3 ~ 4 μs 期间: $\frac{du_c}{dt} = -\frac{10}{10^{-6}} = -10^7$

代入式①得 $i_c(t)/A = C \frac{du_c}{dt} = 4 \times 10^{-6} \times (-10^7) = -40$

(3) 依照分段函数表达式可画出电流 i_c 的波形图,如图 1.5(c) 所示。

(4) 电容的储能 $W = \frac{1}{2}CU_c^2$, 所以,当电容两端的电压为最大值时,其储存的能量最大;依照题意,当电容两端的电压等于 10 V 时,电容储存的能量最大,即

$$W_{\max}/J = \frac{1}{2}CU_c^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times 10^2 = 0.0002$$

提要 ① 先求出电容的电流分段函数表达式,根据函数表达式画波形图。

② 电容两端的电压达到最大值时,其储存的电场能量最大。

【1.8】 求如图 1.6 所示电路图中各元件的功率。

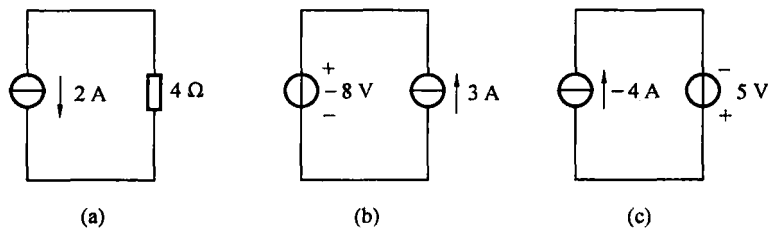


图 1.6 题 1.8 电路图

解 依据功率计算公式可得如下结果。

(1) 图 1.6(a)

恒流源功率 $P_I/W = -I^2 \times 4 = -2^2 \times 4 = -16$

电阻功率 $P_R/W = I^2 \times 4 = 2^2 \times 4 = 16$

(2) 图 1.6(b)

恒流源功率 $P_I/W = -I \times U = -3 \times (-8) = 24$

恒压源功率 $P_U/W = I \times U = 3 \times (-8) = -24$

(3) 图 1.6(c)

恒流源功率 $P_I/W = I \times U = (-4) \times 5 = -20$

恒压源功率 $P_U/W = -I \times U = -(-4) \times 5 = 20$

提要 计算功率时,如果电压、电流是关联参考方向,则 $P = UI$;如果电压、电流是非关联参考方向,则 $P = -UI$ 。

【1.9】一只“220 V 60 W”的白炽灯,额定电流是多大? 灯丝电阻是多少? 若每晚工作 3 h,一个月消耗多少度的电能(1 度 = 1 kW · h)。

解 白炽灯的额定电流

$$I_N/A = \frac{P_N}{U_N} = \frac{60}{220} \approx 0.27$$

灯丝电阻

$$R/\Omega = \frac{U_N^2}{P_N} = \frac{220^2}{60} \approx 807$$

一个月按 30 天计算,则月消耗电能

$$W/\text{度} = Pt = 0.06 \times 3 \times 30 = 5.4$$

提要 额定功率、额定电压及额定电流之间的关系为 $P_N = U_N I_N$ 。

【1.10】已知电路结构和元件参数如图 1.7 所示,试求电流 I_3 和电压 U_{12} 。

解 根据给定的电路图,对 1241 回路应用 KVL,得

$$U_{12}/V = -I_2 \times 15 + I_1 \times 11 = -(-7) \times 15 + 5 \times 11 = 160$$

再对结点 4 应用 KCL,得

$$I_3/A = I_1 + I_2 = 5 + (-7) = -2$$

提要 KVL 及 KCL 是求解电路的最基本方法。

【1.11】图 1.8 所示电路中,ab 端电压为 40 V,测得电阻 R 两端的电压为 10 V,其他元件参数如图所示,试求 R 。

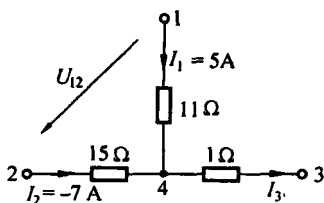


图 1.7 题 1.10 电路图

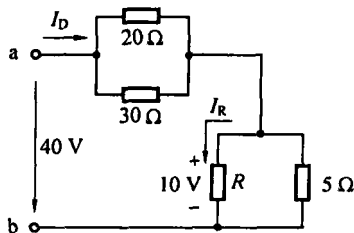


图 1.8 题 1.11 电路图

解 应用欧姆定律可得总电流

$$I/A = \frac{40 - 10}{\frac{20 \times 30}{20 + 30}} = \frac{30}{12} = 2.5$$

则电阻 R 上的电流

$$I_R/A = I - \frac{10}{5} = 2.5 - 2 = 0.5$$

所以

$$R/\Omega = \frac{10}{I_R} = \frac{10}{0.5} = 20$$

提要 只要知道电阻上的电压及电流,用欧姆定律就可求出阻值。

【1.12】图 1.9 是一衰减电路,共有四挡。当输入电压 $U_1 = 100$ V 时,试计算各挡输出电压 U_2 。

解 根据电路图,利用电阻的分压公式可得 a 挡的输出电压,显然

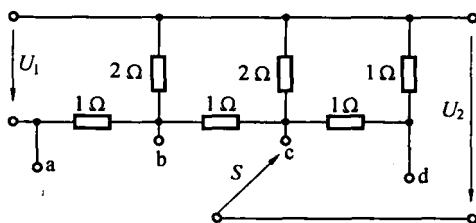


图 1.9 题 1.12 电路图

$$U_2 = U_a/V = U_1 = 100$$

b 挡的分压电阻

$$R_b/\Omega = \{[(1+1)/2] + 1\}/2 = 1$$

所以,其输出电压

$$U_2 = U_b/V = \frac{1}{1+1} \times U_1 = 50$$

同理,c 挡、d 挡的输出电压分别为

$$U_2 = U_c/V = \frac{1}{1+1} \times U_b = 25, \quad U_2 = U_d/V = \frac{1}{1+1} \times U_c = 12.5$$

提要 利用电阻的分压公式求解。所谓衰减电路,是指输出电压将输入电压逐级按比例衰减的电路,本例各挡以减半的规律进行衰减。

【1.13】 计算如图 1.10 所示电路中的电压 U_{ab} 值。

解 依照电路图,对 abca 应用 KVL 可得

$$U_{ab} = U_{ac} + U_{cb}$$

又因为

$$R_{dc}/\Omega = 8/(3+5) = 4$$

$$U_{dc}/V = \frac{R_{dc}}{4+R_{dc}} \times 80 = 40$$

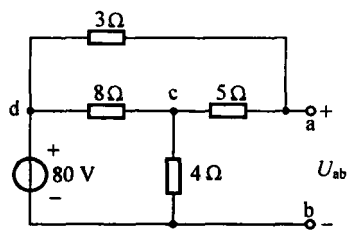


图 1.10 题 1.13 电路图

$$U_{ac}/V = \frac{5}{5+3} \times U_{dc} = 25$$

$$U_{cb}/V = \frac{4}{R_{dc}+4} \times 80 = 40$$

所以

$$U_{ab}/V = U_{ac} + U_{cb} = 25 + 40 = 65$$

提要 a、b 两点间是断路,只有路端电压 U_{ab} ,没有电流。因此可以容易看出 3Ω 与 5Ω 电阻串联,然后与 8Ω 电阻并联,再与 4Ω 电阻串联后,接 80V 恒压源。因为要求 a、b 两点电压,所以 3Ω 和 5Ω 电阻不能简单地等效成一个 8Ω 电阻。

【1.14】 计算如图 1.11 所示电路中 I_2 、 I_3 和 U_4 。

解 (1) 将给定电路看成一个广义结点并应用 KCL,得

$$I_2/A = I_6 + I_3 = 16 + (-5) = 11$$

(2) 对结点 ① 应用 KCL,得

$$I_3/\text{A} = I_2 - I_1 = 11 - 10 = 1$$

(3) 对回路 ①②③① 应用 KVL, 得

$$2I_1 - 4I_3 - U_4 = 0$$

解得 $U_4/\text{V} = 2I_1 - 4I_3 = 2 \times 10 - 4 \times 1 = 16$

提要 灵活使用 KVL 及 KCL, 可以简化求解过程。

【1.15】 图 1.12(a) 电路中电流 $i_2(t)$ 和 $i_3(t)$ 的波形如图 1.12(b) 所示, 试画出电流 $i_1(t)$ 的波形。

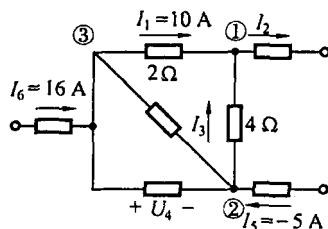


图 1.11 题 1.14 电路图

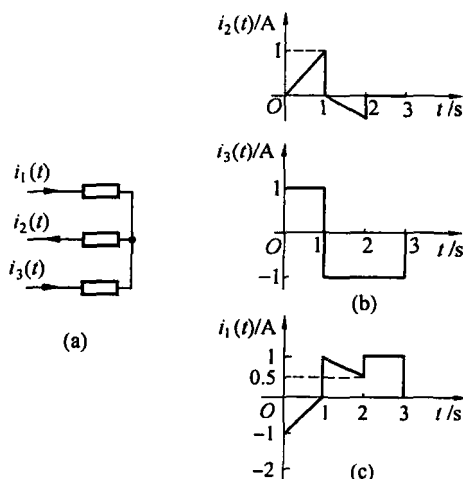


图 1.12 题 1.15 电路图

解 对给定电路的结点应用 KCL, 得

$$i_1 = i_2 - i_3$$

$i_1(t)$ 的波形图可依据 $i_2(t)$ 及 $i_3(t)$ 的波形图, 用作图的方式求得, 如图 1.12(c) 所示。

提要 画波形图是电路分析中的基本功。一般取相同的比例尺的时间做横轴, 纵轴上的物理量按欧姆定律和基尔霍夫定律确定的关系, 逐点、逐段求出。

【1.16】 求如图 1.13 所示电路中各电源的功率。

解 对左边的网孔应用 KVL, 得

$$U_{ab}/\text{V} = 10 - 5 = 5$$

利用电路的对称性可知

$$U_{ac}/\text{V} = U_{ab} = 5$$

$$I_{ab}/\text{A} = I_{ac} = \frac{U_{ac}}{10} = 0.5$$

对结点 a 应用 KCL, 得

$$I_{ad}/\text{A} = -(I_{ac} + I_{ab}) = -1, \quad I_{db}/\text{A} = I_{dc} = \frac{I_{ad}}{2} = -0.5$$

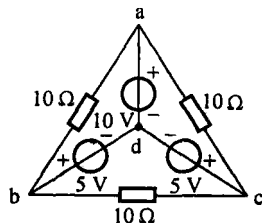


图 1.13 题 1.16 电路图

所以

$$P_{10\text{ V/W}} = 10 \times I_{\text{ad}} = -10, \quad P_{5\text{ V/W}} = -5 \times I_{\text{db}} = 2.5$$

提要 利用电路的对称性可简化求解过程。可通过计算电阻的功率, 验算功率平衡, 以确定计算是否正确。

【1.17】 求如图 1.14 所示电路中独立源和受控源的功率。

解 对给定电路应用 KVL, 得

$$E_1 + 0.4U_1 - 5I - E_2 - U_1 = 0$$

所以

$$0.6U_1 + 5I = 260 \quad \text{①}$$

又因为

$$U_1 = 100I \quad \text{②}$$

将式 ①、式 ② 联立求解得

$$I = 4\text{ A}, \quad U_1 = 400\text{ V}$$

所以

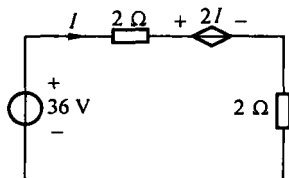
$$P_{E1}/\text{W} = -E_1 \times I = -220 \times 4 = -880$$

$$P_{E2}/\text{W} = E_2 \times I = -40 \times 4 = -160$$

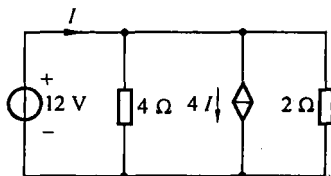
$$P_{\text{VCVS}}/\text{W} = -0.4U_1 \times I = -0.4 \times 400 \times 4 = -640$$

提要 求解电路时, 可将受控源当做一个电路元件处理, 含有一个受控源, 就需要根据受控源的条件多引入一个方程, 依序求解即可。

【1.18】 求如图 1.15 所示各电路中的电流 I 。



(a)



(b)

图 1.15 题 1.18 电路图

解 (1) 图 1.15(a)

对电路应用 KVL, 得

$$36 - 2I - 2I - 2I = 0$$

解得

$$I = 6\text{ A}$$

(2) 图 1.15(b)

对电路应用 KCL, 得

$$I - \frac{12}{4} - \frac{12}{2} - 4I = 0$$

解得

$$I = -3\text{ A}$$

提要 将受控源当做一个电路元件, 利用 KVL、KCL 即可求解。

【1.19】 试计算图 1.16 中开关 S 断开和闭合时各点电位 U_A 、 U_B 、 U_C 和 A、B 两点间电压 U_{AB} 。

解 (1) 开关 S 断开

此时,电路中的电流为零,所以,各电阻上的电压降也为零,因此

$$U_A/V = 40, \quad U_B/V = 40, \quad U_C/V = 0, \quad U_{AB}/V = 0$$

(2) 开关S闭合

此时,电路中 $5\ \Omega$ 、 $15\ \Omega$ 电阻上的电流

$$I/A = \frac{40}{5 + 15} = 2$$

而 $10\ \Omega$ 电阻上的电流为零,此电阻上的电压降也为零。

所以

$$U_A/V = 40, \quad U_B/V = 40 - I \times 5 = 30, \quad U_C/V = 0, \quad U_{AB}/V = 2 \times 5 = 10$$

提要 电路中某点电位等于该点与参考点之间的电压;当参考点改变时,某点的电位也随之改变,但两点之间的电位差(两点间的电压)不随参考点的改变而变化。

【1.20】 电路如图 1.17 所示,分别计算开关S断开和闭合时,A点的电位 U_A 。

解 (1) 开关S断开时,应用KVL,列回路方程,可得

$$U_A/V = 16 - \frac{16 - 4}{8 + 2 + 2} \times 8 = 8$$

(2) 开关S闭合时, U_A 就是 $2\ \text{k}\Omega$ 电阻上的电压降,而 $16\ \text{V}$ 电源经 $8\ \text{k}\Omega$ 、 $2\ \text{k}\Omega$ 电阻和开关闭合,所以

$$U_A/V = \frac{16}{8 + 2} \times 2 = 3.2$$

提要 电路中开关S断开或闭合,改变了参考点的位置,可按不同的参考点分别求A点与参考点之间的电位差。

【1.21】 求如图 1.18 所示电路中的电阻 R 和 B 点的电位 U_B 。

解 设 $6\ \Omega$ 电阻上的电流为 I , 并对结点 A 应用 KCL, 得

$$I/A = 10 - 6 + \frac{60}{15} = 8$$

所以 $I_R/A = I - 2 - 3 = 3$

对电路中间的网孔应用 KVL, 得

$$U_R/V = 168 - 60 - 6I = 168 - 60 - 6 \times 8 = 60$$

所以

$$R/\Omega = \frac{U_R}{I_R} = \frac{60}{3} = 20, \quad U_B/V = U_R = 60$$

提要 灵活运用 KVL、KCL, 不难解出电阻的电压及电流。

【1.22】 电路如图 1.19 所示, 已知 $U_1 = 4\ \text{V}$, a、b 两点电位相等, 求电阻 R_5 和流过受控源的电流 I 。

解 因为 a、b 两点电位相等, 所以

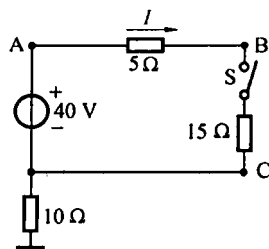


图 1.16 题 1.19 电路图

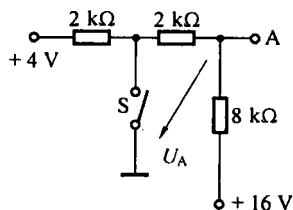


图 1.17 题 1.20 电路图

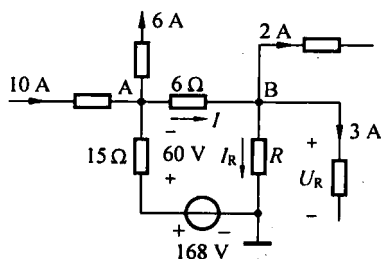


图 1.18 题 1.21 电路图

$$U_{ab} = 0, \quad I_1/A = \frac{U_s}{R_1} = \frac{10}{4} = 2.5$$

对网孔 $acda$ 应用 KVL, 得

$$U_{ac}/V = U_1 + 4U_1 = 5U_1 = 5 \times 4 = 20$$

$$\text{所以} \quad I_3/A = \frac{-U_{ac}}{R_3} = \frac{-20}{2} = -10$$

$$\text{又因为} \quad U_{ad} = U_{bd} = U_1$$

$$\text{所以} \quad I_2/A = -\frac{U_{bd}}{R_2} = -\frac{4}{5} = -0.8$$

$$I_5/A = I_2 + I_1 = -0.8 + 2.5 = 1.7$$

$$I/A = I_5 - I_3 = 1.7 - (-10) = 11.7$$

$$R_5/\Omega = \frac{U_{bc}}{I_5} = \frac{U_{bd} + U_{dc}}{I_5} = \frac{U_1 + 4U_1}{I_5} = \frac{5 \times 4}{1.7} \approx 11.8$$

提要 利用 a 、 b 两点电位相等的已知条件可简化计算。

【1.23】 图 1.20 所示电路中, $R = 4 \Omega$, $I_s = 6 \text{ A}$, $\beta = 2$, $\mu = 3$ 。求受控源各自发出的功率, 并验证功率平衡。

解 对结点 a 应用 KCL, 得

$$I_s = \beta I_1 + I_1 = 3I_1$$

$$\text{故} \quad I_1/A = \frac{I_s}{3} = \frac{6}{3} = 2$$

$$U_1/V = -U_{ab} = -I_1 R = -2 \times 4 = -8$$

对电路的外回路应用 KVL, 得

$$U_1 - \mu U_1 - U = 0$$

$$\text{解得} \quad U/V = (1 - \mu) \times U_1 = (1 - 3) \times (-8) = 16$$

进而, 可求出各元件的功率

$$P_{\text{CCCS}}/\text{W} = -U\beta I_1 = -16 \times 2 \times 2 = -64$$

$$P_{\text{VCVS}}/\text{W} = -\beta I_1 \mu U_1 = -2 \times 2 \times 3 \times (-8) = 96$$

$$P_{I_s}/\text{W} = I_s U_1 = 6 \times (-8) = -48$$

$$P_R/\text{W} = -U_1 \times I_1 = -(-8) \times 2 = 16$$

根据所求的各元件功率, 可知

$$P_{\text{CCCS}} + P_{\text{VCVS}} + P_{I_s} + P_R = 0$$

所以, 功率平衡。

提要 将受控源当做一个电路元件, 利用 KVL、KCL 求受控源上的电压和电流, 然后计算出功率。

【1.24】 如图 1.21(a) 所示电路中, 已知 $I_{S1} = 5 \text{ A}$, $I_{S2} = I_{S3} = 2 \text{ A}$, $U_{S1} = U_{S2} = U_{S3} = 10 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = R_3 = 5 \Omega$, $R_4 = 6.25 \Omega$ 。求 R_4 中的电流 I_o 。

解 (1) 化简电路。由于恒压源 U_{S3} 和恒流源 I_{S2} 不影响外电路的计算, 可将它们去

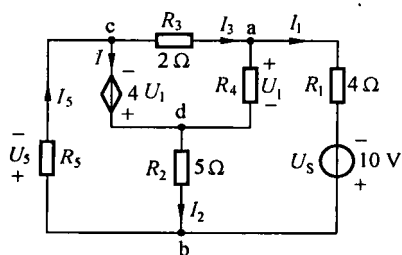


图 1.19 题 1.22 电路图

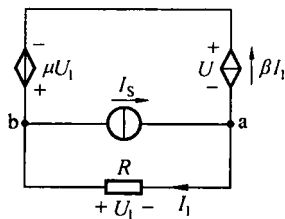


图 1.20 题 1.23 电路图

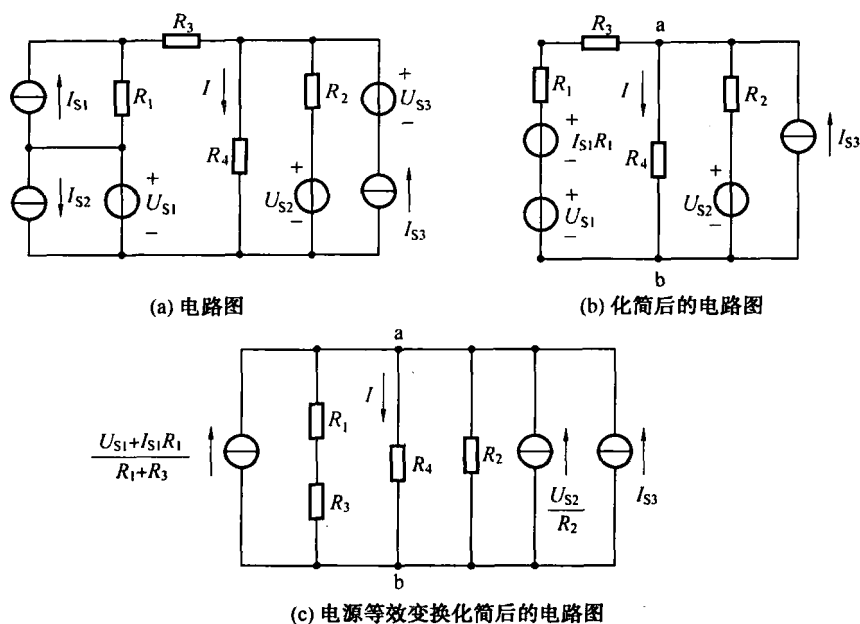


图 1.21 题 1.24 电路图

掉;然后将恒流源 I_{S1} 等效变换为电压源,得图 1.21(b)。

(2) 将恒压源 U_{S1} 、 $I_{S1}R_1$ 合并为一个电源并将其等效变换为电流源;再将 U_{S2} 等效变换为电流源,则图 1.21(b) 可进一步化简为图 1.21(c),那么

$$I/A = \frac{(R_1 + R_3) // R_2}{(R_1 + R_3) // R_2 + R_4} \times \left(\frac{U_{S1} + I_{S1}R_1}{R_1 + R_3} + \frac{U_{S2}}{R_2} + I_{S3} \right) =$$

$$\frac{(10 + 5) // 5}{(10 + 5) // 5 + 6.25} \times \left(\frac{10 + 5 \times 10}{10 + 5} + \frac{10}{5} + 2 \right) = 3$$

提要 当理想电压源与理想电流源串联时,可将理想电压源去掉;当理想电压源与理想电流源并联时,可将理想电流源去掉;按照以上原则对电路进行化简,就是用电源的等效变换求解电路的方法。

【1.25】 求如图 1.22 所示电路中各无源二端网络的等效电阻。图中各电阻的单位为欧姆。

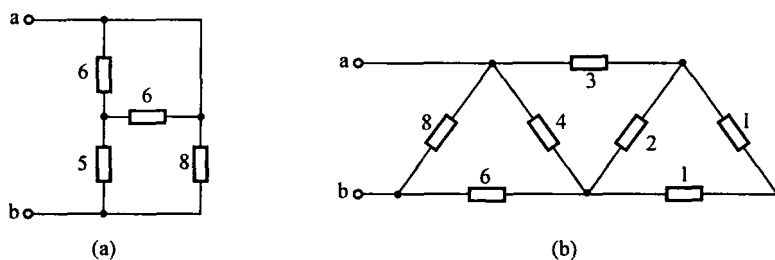


图 1.22 题 1.25 电路图

解 (1) 图 1.22(a) 的等效电阻可用电阻的串并联关系求解,即