



应用型本科规划教材

电路原理 学习指导 与习题分析

主 编 蔡伟建



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

应用型本科规划教材

电路原理 学习指导与习题分析

主 编 蔡伟建



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

内 容 简 介

本书是浙江省高等教育重点建设教材、应用型本科规划教材《电路原理》(第二版)的配套教学用书,主要面向应用型本科院校的学生及自学读者。全书编排及内容次序与《电路原理》(第二版)一致。每章包含三个部分:一是学习要点,其目的是帮助学生了解每章的学习要点,应当对充分理解、理解、重点掌握、掌握等学习要求有个最基本的确认和要求;二是学习指导,对每章的重点内容和常用公式进行了系统总结,有利于学生更快地掌握所学内容;三是习题分析,对本教材中的大部分习题进行了分析求解,便于学生开拓思路,巩固所学内容,特别有利于自学读者。

本书适合电子信息类专业学习《电路原理》课程的学生使用,也适合自学读者和准备考研的学生作为参考书籍使用,还可供教师作为教学参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

电路原理学习指导与习题分析 / 蔡伟建主编. — 杭

州:浙江大学出版社,2011.8

ISBN 978-7-308-08973-9

I. ①电… II. ①蔡… III. ①电路理论—高等学校—
教材参考资料 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 157999 号

电路原理学习指导与习题分析

蔡伟建 主编

责任编辑 王 波

封面设计 俞亚彤

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址:<http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 浙江省良渚印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 11.25

字 数 274 千

版 次 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-08973-9

定 价 23.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88925591

前 言

本书是浙江省高等教育重点建设教材、应用型本科规划教材《电路原理》(第二版)的配套教学用书,主要针对应用型本科院校的电子信息类各专业的学生及自学读者学习《电路原理》的实际需要而编写。

《电路原理》是电子信息类各专业的一门非常重要的专业基础课,也是学生进入大学后学习的第一门专业基础课,该课程的特点是内容多、知识面广、用到的数学多,对电学内容方面概括的多,其教学质量直接关系到今后学生对其他专业课程的学习。因此,编写合适而简明的学习指导书,对学生学习该课程有着非常积极的意义,并能减少任课教师的辅导工作量。由于《电路原理》课程的专业基础性,一般在教学过程中教师会布置大量的习题,但受教学课时的限制,教师不可能在课堂教学中花大量时间讲解例题,而要学好这门课程,做好习题是一个很关键的因素。因此,有针对性地编写习题分析指导,有助于学生提高分析解决问题的能力,并能为自学读者提供帮助,也可作为考研学生的教学辅导用书。

本书章节划分和内容顺序完全按照《电路原理》(第二版)教材。每章节的内容包含学习要点、学习指导和习题分析三部分。学习要点的编写尽可能简明扼要、突出重点,使学生了解每章节内容应当充分理解和重点掌握的部分。学习指导的编写侧重教学的重点和难点,将常用和重要公式一一列出,便于学生归纳和总结。习题分析则是将教材中的主要习题进行了分析求解。

本书由浙江科技学院蔡伟建编写,在编写过程中部分院校的教师提供了帮助,在此表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免会出现疏漏和错误之处。欢迎广大师生给予批评指正。

意见请寄浙江杭州留和路 318 号浙江科技学院电气学院(邮编 310023),也可发送电子邮件至 caiweijian@zust.edu.cn。

编 者

2011 年 5 月于杭州

目 录

第 1 章 电路的基本概念和基本定律	1
1.1 学习要点	1
1.2 学习指导	2
1.3 习题分析	6
第 2 章 直流电阻电路的分析与计算	13
2.1 学习要点	13
2.2 学习指导	14
2.3 习题分析	19
第 3 章 直流电阻电路的基本定理	37
3.1 学习要点	37
3.2 学习指导	38
3.3 习题分析	41
第 4 章 正弦交流电路的基本概念	49
4.1 学习要点	49
4.2 学习指导	50
4.3 习题分析	53
第 5 章 正弦交流电路的稳态分析	57
5.1 学习要点	57
5.2 学习指导	58
5.3 习题分析	63
第 6 章 互感电路与交流变压器	79
6.1 学习要点	79
6.2 学习指导	79

6.3 习题分析·····	83
第7章 三相交流电路 ·····	88
7.1 学习要点·····	88
7.2 学习指导·····	89
7.3 习题分析·····	92
第8章 非正弦周期电流电路的分析与计算 ·····	98
8.1 学习要点·····	98
8.2 学习指导·····	98
8.3 习题分析·····	100
第9章 动态电路的时域分析 ·····	106
9.1 学习要点·····	106
9.2 学习指导·····	107
9.3 习题分析·····	111
第10章 动态电路的频域分析 ·····	129
10.1 学习要点·····	129
10.2 学习指导·····	129
10.3 习题分析·····	133
第11章 网络函数与二端口网络 ·····	145
11.1 学习要点·····	145
11.2 学习指导·····	146
11.3 习题分析·····	150
第12章 非线性电路的基本概念 ·····	161
12.1 学习要点·····	161
12.2 学习指导·····	161
12.3 习题分析·····	164
第13章 分布参数电路简介 ·····	169
13.1 学习要点·····	169
13.2 学习指导·····	169
13.3 习题分析·····	171
参考书目 ·····	174

第 1 章 电路的基本概念和基本定律

1.1 学习要点

1. 电流和电压的参考方向

电流、电压的大小和方向是电路分析中涉及的重要参数。在简单的电路中,这些参数很容易求得。但在复杂的电路中,这些参数很难直接求出,因此必须建立方程进行分析求解,为此首先要指定电流、电压的参考方向。了解电流、电压的参考方向与实际方向的联系与区别,对后面电路的分析计算有重要的意义。

2. 电路元件的伏安特性关系

电路元件是实际元件的理想抽象,其电流与电压的关系可用数学关系式精确地表达,这种关系称为电路元件的伏安特性关系,它是对元件的电流、电压的一种约束关系,又称之为元件约束,是电路分析和计算的理论依据。因此,熟练掌握电阻元件、电容元件、电感元件、电压源、电流源的伏安特性关系式对电路分析计算至关重要。理解受控电源的定义及与独立电源的区别。

3. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律包含电流定律(KCL)和电压定律(KVL),它是分析集总参数电路的基本定律。基尔霍夫定律与元件约束不同,它是一种结构约束,即它与元件的性质及元件的伏安特性关系无关,而只与元件之间的连接方式有关,不论电路是线性的还是非线性的。在基尔霍夫定律的基础上,导出许多重要的电路定理和电路分析方法。因此,熟练掌握基尔霍夫定律可为后面复杂电路的分析计算打下一个良好的基础。

1.2 学习指导

1. 电路的有关物理量

(1) 电流

单位时间内通过导体横截面的电荷量称为电流,用 i 表示,数学表达式为

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} \quad (1-1)$$

电流的单位为安培(A)。

规定正电荷流动的方向为电流的方向。电流有直流电流和交流电流之分。

(2) 电压

电压定义为将单位正电荷从电路中一点移动到另一点时电场力所做的功,或表示为电路中任意两点之间的电位之差。用 u 表示,数学表达式为

$$u(t) = \frac{dw(t)}{dq(t)} \quad (1-2)$$

电压的单位为伏特(V)。

规定电压的极性(方向)从高电位指向低电位。电压有直流电压和交流电压之分。

(3) 能量和功率

能量定义为在 t_0 到 t 的时间内,电场力将单位正电荷由 A 点移动到 B 点时所做的功,用 W 表示。根据电压的定义有

$$W = \int_{t_0}^t w(t)dt = \int_{q(t_0)}^{q(t)} u(t)dq(t)$$

将 $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$ 代入上式得

$$W = \int_{t_0}^t u(\xi)i(\xi)d\xi \quad (1-3)$$

能量的单位是焦耳(J)。

功率定义为单位时间内能量的变化率,即

$$p(t) = \frac{dw(t)}{dt} = u(t)i(t) \quad (1-4)$$

功率的单位为瓦特(W)。

(4) 电流、电压的参考方向及关联参考方向

在电路分析计算中,对于简单电路,我们很容易判定电流的实际流动方向和电压的极性(方向),但对复杂电路,我们很难直接判断电流的实际流向和电压的极性。因此,为求解电流、电压而列出的电路方程而必须事先人为地假定电流的流向和电压的极性,我们称之为电流的参考方向和电压的参考极性。当我们通过对电路分析计算后得到的电流值为正值时,

电流的参考方向就是电流的实际流向,当得到的电流值为负值时,表明电流的实际流向与参考方向相反。这样,在假定的电流参考方向下,计算得到的电流值的正或负就可以表明电流的实际流向。电压的实际极性(方向)的确定也是如此。

通常在电路分析计算中,对一个元件或一条支路在设定电流和电压的参考方向时,从理论上是可以任意的。但一般设成相同方向,称为关联参考方向。如果电流、电压设置的参考方向不一致,称为非关联参考方向。

因此,在电路分析计算时,必须首先设置每个元件的电流、电压的参考方向,而且是关联参考方向。如果题目中已给定了参考方向,则按照给定的参考方向进行分析计算。

2. 电路元件的伏安特性关系

电阻、电容、电感、独立电源、受控电源为电路常用元件,熟练掌握电路元件的伏安特性关系是电路分析的基础。

电路元件的伏安特性关系属于元件约束,元件中通过的电流和元件两端的电压之间的关系称为元件的伏安特性关系,电路元件的伏安特性关系都可以用精确的数学表达式描述。

(1) 电阻元件

凡是以消耗电能为主要电磁特性的实际电器装置或元件,从理论上都可以抽象成理想电阻元件,简称电阻。电阻有线性和非线性、时变和非时变之分。

对线性电阻,当其电压和电流采用关联参考方向时,线性电阻两端的电压和电流之间的关系服从欧姆定律,即

$$u = Ri \quad i = Gu \quad (1-5)$$

式中: R 称为电阻元件的电阻,当电压用伏特(V)、电流用安培(A)作单位时,电阻的单位为欧姆(Ω); $G = 1/R$,称为电阻元件的电导,单位为西门子(S)。

当电阻元件的电压和电流采用关联参考方向时,电阻元件消耗的功率为

$$p = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R} = Gu^2 = \frac{i^2}{G} \quad (1-6)$$

电阻元件从 t_0 到 t 时间内从电源吸收的电能为

$$W = \int_{t_0}^t Ri^2(\xi) d\xi = \int_{t_0}^t \frac{u^2(\xi)}{R} d\xi \quad (1-7)$$

(2) 电容元件

凡是能够以储存电场能量为主要电磁特性的实际电器装置或元件,从理论上都可抽象成理想电容元件。

线性电容上的电荷量 q 与所加的电压 u 成正比,于是有

$$q(t) = Cu(t) \quad (1-8)$$

式中 C 表示电容元件的参数,称为电容,当电荷的单位为库仑、电压为伏特时,电容的单位为法拉(F)。

当电容元件的电压和电流取关联参考方向,则有

$$i = \frac{dq(t)}{dt} = C \frac{du(t)}{dt} \quad (1-9)$$

这表明电容中的电流与其两端电压的变化率成正比,当电容两端加的是直流电压时,电流为零,我们说电容有隔断直流的作用。

电容元件的电荷和电压满足下列关系式:

$$q(t) = q(0) + \int_0^t i(\xi) d\xi \quad (1-10)$$

$$u(t) = u(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\xi) d\xi \quad (1-11)$$

从上两式可知,电容两个极板上的电荷量和电容的电压除与 0 到 t 时刻的电流值有关外,还与 $q(0)$ 或 $u(0)$ 值有关,即与电容以前的状态有关,我们将此性质称之为“记忆”性质。

电容元件在任何时刻 t 具有的电场能量为

$$W_c(t) = \frac{1}{2} C u^2(t) \quad (1-12)$$

从时间 t_1 到 t_2 电容元件能量的变化为

$$\begin{aligned} W_c &= C \int_{u(t_1)}^{u(t_2)} u du = \frac{1}{2} C u^2(t_2) - \frac{1}{2} C u^2(t_1) \\ &= W_c(t_2) - W_c(t_1) \end{aligned} \quad (1-13)$$

当 $|u(t_2)| > |u(t_1)|$, $W_c(t_2) > W_c(t_1)$ 时,电容元件处于充电状态;当 $|u(t_2)| < |u(t_1)|$ 时, $W_c(t_2) < W_c(t_1)$,电容元件将储存的电场能量通过电路释放出来。

(3) 电感元件

凡是能够以储存磁场能量为主要电磁特性的实际电器装置或元件,从理论上都可抽象成理想电感元件。

线性电感元件的自感磁通链与线圈中通过的电流成正比,即

$$\Psi_L(t) = L i(t) \quad (1-14)$$

当电感元件的电压和电流取关联参考方向时,电感元件的伏安特性关系为

$$u(t) = L \frac{di(t)}{dt} \quad (1-15)$$

上式表明,只有通过线圈的电流随时间变化时,才会在线圈两端产生感应电压,当线圈通过直流电流时,就不会产生感应电压,感应电压为零,所以电感线圈在直流电路中相当于一根短路的导线。

电感元件的电流和磁通链满足下列关系式:

$$i(t) = i(0) + \int_0^t u(\xi) d\xi \quad (1-16)$$

$$\Psi_L(t) = \Psi_L(0) + \int_0^t u(\xi) d\xi \quad (1-17)$$

从上两式可知,电感元件的电流和磁通链除与 0 到 t 时刻的电压值有关外,还与 $i(0)$ 或 $\Psi_L(0)$ 值有关,即与电感元件以前的状态有关,我们将此性质称之为“记忆”性质。

电感元件在任何时刻 t 具有的磁场能量为

$$W_L(t) = \frac{1}{2} L i^2(t) \quad (1-18)$$

从时间 t_1 到 t_2 电感元件能量的变化为

$$\begin{aligned}
 W_L &= L \int_{i(t_1)}^{i(t_2)} i di = \frac{1}{2} Li^2(t_2) - \frac{1}{2} Li^2(t_1) \\
 &= W_L(t_2) - W_L(t_1) \quad (1-19)
 \end{aligned}$$

当 $|i(t_2)| > |i(t_1)|$, $W_L(t_2) > W_L(t_1)$ 时, 电感元件通过电路储存磁场能量; 当 $|i(t_2)| < |i(t_1)|$, $W_L(t_2) < W_L(t_1)$ 时, 电感元件将储存的磁场能量通过电路释放出来。

(4) 电源

① 电压源

理想电压源是二端电路元件, 有直流和交流之分。理想电压源的输出电压不随外电路参数的变化而变化, 而输出电流的大小和方向随外电路参数的变化而变化。

实际电压源是理想电压源和内阻的串联组合, 因此它的输出电压和输出电流都与内阻有关。

② 电流源

理想电流源是二端电路元件, 有直流和交流之分。理想电流源的输出电流不随外电路参数的变化而变化, 而输出电压的大小和方向随外电路参数的变化而变化。

实际电流源是理想电流源和内阻的并联组合, 因此它的输出电压和输出电流都与内阻有关。

③ 受控电源

受控电源共有 4 种, 是非独立电源, 它们的输出电压和电流的大小与方向受到电路中其他电压或电流的控制。在电路分析计算时, 先将其看成独立电源处理, 然后找出控制量之间的关系。

3. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律描述的是结构约束, 而与元件的性质无关。基尔霍夫定律包含两个定律, 即电流定律(KCL)和电压定律(KVL)。

(1) 基尔霍夫电流定律(KCL)

在集总参数电路中, 任何时刻, 对任何一个结点, 连接该结点的所有支路电流的代数和恒等于零。用数学表达式表示为

$$\sum i = 0 \quad (1-20)$$

也可叙述为: 在集总参数电路中, 在任何时刻, 对任何一个结点, 流入该结点的电流等于流出该结点的电流。

实际上基尔霍夫电流定律还适用于广义结点, 即由几个结点组成的闭合曲面。

需要注意的是, 在对结点写 KCL 时, 必须事先规定连接该结点的所有支路电流的参考方向, 然后规定流入为正, 流出为负。反之亦可。

(2) 基尔霍夫电压定律(KVL)

在集总参数电路中, 任何时刻, 沿任何一回路, 组成该回路的所有支路电压的代数和恒等于零。用数学表达式表示为

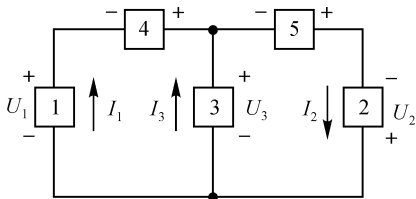
$$\sum u = 0 \quad (1-21)$$

在写上式之前,应首先指定沿回路的绕行方向(顺时针或逆时针),当支路电压或元件电压的参考方向与回路的绕行方向一致时,该电压前面取“+”号;当支路电压的参考方向与回路的绕行方向相反时,该电压前面取“-”号。

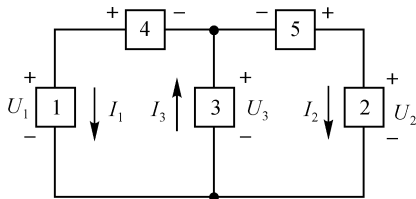
1.3 习题分析

1.1 在题 1.1 图所示电路中,五个元件代表电源或负载。电压和电流的参考方向如图所标,现通过实验测得 $I_1 = -4\text{A}$, $I_2 = 6\text{A}$, $I_3 = 10\text{A}$, $U_1 = 140\text{V}$, $U_2 = -90\text{V}$, $U_3 = 60\text{V}$, $U_4 = -80\text{V}$, $U_5 = 30\text{V}$ 。

- (1) 试标出各电流的实际方向和各电压的实际极性(可另画一图)。
- (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,判断电源发出的功率和负载消耗的功率是否平衡。



题 1.1 图



题 1.1 改画图

解 (1) 将原电路图根据实测的电压、电流值重新标出各电流的实际方向和电压的实际极性如改画图所示。

- (2) 根据电源和负载的定义及电路图可知:

元件 3、4、5 是电源,元件 1、2 是负载。

- (3) 电源发出的功率

$$\begin{aligned} P_S &= U_3 I_3 + U_4 I_4 + U_5 I_5 \\ &= 60 \times 10 + 80 \times 4 + 30 \times 6 = 1100(\text{W}) \end{aligned}$$

负载消耗的功率

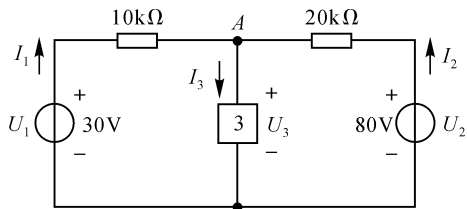
$$\begin{aligned} P_R &= U_1 I_1 + U_2 I_2 \\ &= 140 \times 4 + 90 \times 6 = 1100(\text{W}) \end{aligned}$$

$P_S = P_R$, 电路的功率守恒。

1.2 在题 1.2 图中,已知 $I_1 = -3\text{mA}$, $I_2 = 1\text{mA}$ 。试确定电路元件 3 中的电流 I_3 和其两端电压 U_3 ,并说明它是电源还是负载,并验证整个电路的功率是否平衡。

解 对 A 点写 KCL 有: $I_3 = I_1 + I_2 = -3 + 1 = -2(\text{mA})$

对第一个回路写 KVL 有: $10I_1 + U_3 = 30$



题 1.2 图

即: $U_3 = 30 - 10I_1 = 30 - 10 \times (-3) = 60(\text{V})$

根据计算结果可知,元件3是电源。

这样,80V的电源的元件3是电路中的电源,其余元件为负载。

电源提供的功率: $P_S = U_2 I_2 + U_3 I_3 = 80 \times 1 + 60 \times 2 = 200(\text{W})$

负载消耗的功率: $P = U_1 I_1 + 10 I_1^2 + 20 I_2^2 = 30 \times 3 + 10 \times 3^2 + 20 \times 1^2 = 200(\text{W})$

这说明电路的功率平衡。

1.3 一只110V,8W的指示灯,现要接在380V的电源上,问要串联多大阻值的电阻?该电阻应选用多大功率的电阻?

解 根据题意,电阻上的电压为270V,则此时电路中的电流也就是灯泡中的电流,即

$$i = \frac{P}{U} = \frac{8}{110} \approx 0.07(\text{A})$$

电阻消耗的功率为

$$P_R = 270 \times 0.07 \approx 20(\text{W})$$

电阻的阻值为

$$R = \frac{U_R}{i} = \frac{270}{0.07} \approx 3.7(\text{k}\Omega)$$

1.4 电容中电流*i*的波形如题1.4图所示,现已知 $u(0) = 0$,试求当 $t = 1\text{s}$, $t = 2\text{s}$, $t = 4\text{s}$ 时电容的电压 u 。

解

从图可知: $i = 5t \quad t \leq 2\text{s}$
 $i = -10\text{A} \quad t \geq 2\text{s}$

根据电容的伏安特性关系式:

$$u(t) = u(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\xi) d\xi$$

于是有: $u(1) = u(0) + \frac{1}{2} \int_0^1 5t dt = 1.25(\text{V})$

$$u(2) = u(1) + \frac{1}{2} \int_1^2 5t dt = 5(\text{V})$$

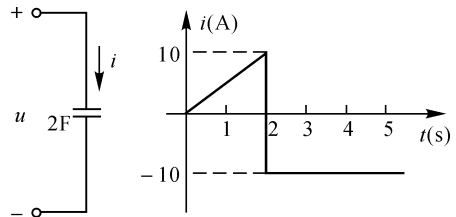
$$u(3) = u(2) + \frac{1}{2} \int_2^3 (-10) dt = 0(\text{V})$$

$$u(4) = u(3) + \frac{1}{2} \int_3^4 (-10) dt = -5(\text{V})$$

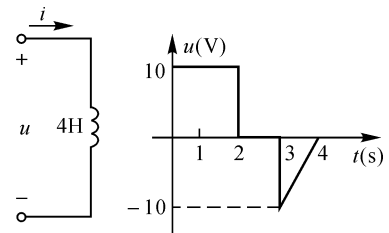
1.5 题1.5图所示电感电路中, $i(0) = 0$,电感两端电压的波形如图所示,试求当 $t = 1\text{s}$, $t = 2\text{s}$, $t = 3\text{s}$, $t = 4\text{s}$ 时的电感电流*i*。

解

从图可知: $u = 10\text{V} \quad t \leq 2$
 $u = 0 \quad 2 \leq t \leq 3$
 $u = 10t - 40\text{V} \quad 3 \leq t \leq 4$



题 1.4 图



题 1.5 图

根据电感的伏安特性关系式：

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t u(\xi) d\xi$$

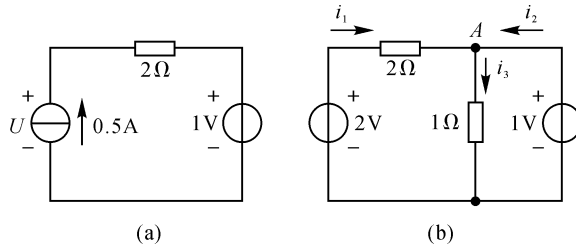
于是有：
$$i(1) = i(0) + \frac{1}{4} \int_0^1 10 dt = 2.5(\text{A})$$

$$i(2) = i(1) + \frac{1}{4} \int_1^2 10 dt = 5(\text{A})$$

$$i(3) = i(2) + \frac{1}{4} \int_2^3 0 dt = 5(\text{A})$$

$$i(4) = i(3) + \frac{1}{4} \int_3^4 (10t - 40) dt = 3.75(\text{A})$$

1.6 试求电路中每个元件的功率,并分析电路的功率是否守恒,说明哪个电源发出功率,哪个电源吸收功率。



题 1.6 图

解

(a) 设电流源两端的电压为 U

根据 KVL 有

$$2 \times 0.5 + 1 = U \quad U = 2\text{V}$$

$$P_R = 2 \times 0.5^2 = 0.5(\text{W}) \quad \text{消耗}$$

$$P_U = 2 \times 0.5 = 1(\text{W}) \quad \text{发出}$$

$$P_V = 1 \times 0.5 = 0.5(\text{W}) \quad \text{消耗}$$

(b) 设各支路电流如图,有

$$i_3 = \frac{U_A}{1} = 1\text{A} \quad i_1 = \frac{2 - U_A}{2} = 0.5\text{A} \quad i_2 = i_3 - i_1 = 0.5\text{A}$$

$$P_{R1} = R_1 i_1^2 = 2 \times 0.5^2 = 0.5(\text{W}) \quad \text{消耗}$$

$$P_{R2} = R_2 i_3^2 = 1 \times 1^2 = 1(\text{W}) \quad \text{消耗}$$

$$P_{U1} = U_1 i_1 = 2 \times 0.5 = 1(\text{W}) \quad \text{发出}$$

$$P_{U2} = U_2 i_2 = 1 \times 0.5 = 0.5(\text{W}) \quad \text{发出}$$

1.7 有两只电阻,其额定值分别为 $40\Omega, 10\text{W}$ 和 $200\Omega, 40\text{W}$,试问它们允许通过的电流是多少?如将两者串联起来,其两端最高允许电压加多大?

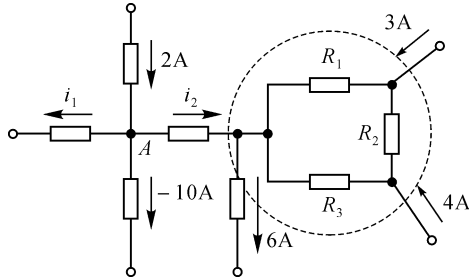
解 电阻 R_1 能承受的最大电流为 $i_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{10}{40}} = 0.5(\text{A})$

电阻 R_2 能承受的最大电流为 $i_2 = \sqrt{\frac{P_2}{R_2}} = \sqrt{\frac{40}{200}} = 0.45(\text{A})$

将 2 个电阻串联后,能通过的电流只能是小的值,因而 2 个电阻串联后能承受的最大电压为

$$U_{\max} = (R_1 + R_2) i_{\min} = (40 + 200) \times 0.45 = 108(\text{V})$$

1.8 求题 1.8 图示电路中的电流 i_1 和 i_2 。



题 1.8 图

解 将 R_1 、 R_2 、 R_3 及相联的三个结点看成一个广义结点,根据 KCL 有

$$i_2 = 6 - 3 - 4 = -1(\text{A})$$

对 A 点,根据 KCL 有

$$i_1 = 2 - (-10) - (-1) = 13(\text{A})$$

1.9 在题 1.9 图示电路中,已知 $U_1 = 10\text{V}$, $U_2 = 4\text{V}$, $U_3 = 2\text{V}$, $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 5\Omega$, 1、2 两点处于开路状态,试计算开路电压 U_4 。

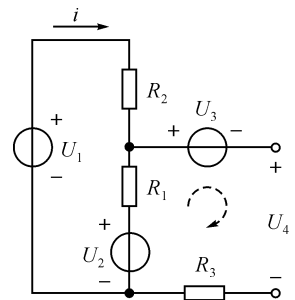
解 设闭合回路中电流 i 的参考方向如图,则有

$$i = \frac{U_1 - U_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 - 4}{4 + 2} = 1(\text{A})$$

对右侧开口回路,根据 KVL 有

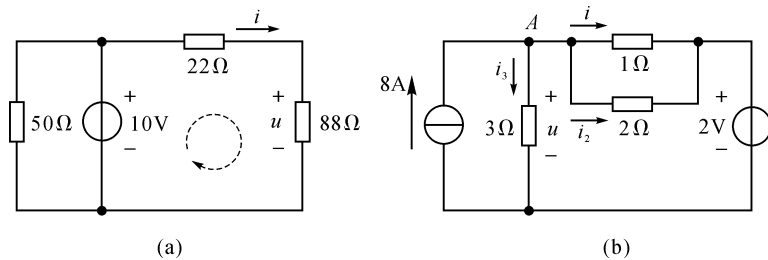
$$U_3 + U_4 - U_2 - R_3 i = 0$$

$$U_4 = U_2 + R_3 i - U_3 = 4 + 4 \times 1 - 2 = 6(\text{V})$$



题 1.9 图

1.10 试用 KCL 和 KVL 求题 1.10 图所示电路中的电压 u 。



题 1.10 图

解

(a) 对右侧回路,设电流参考方向如图,根据 KVL 有

$$22i + 88i - 10 = 0$$

$$i = \frac{10}{88 + 22} = \frac{1}{11}(\text{A})$$

$$u = 88i = 88 \times \frac{1}{11} = 8(\text{V})$$

(b) 设各支路参考电流方向如图, 有

$$i_1 = \frac{u-2}{1} \quad i_2 = \frac{u-2}{2} \quad i_3 = \frac{u}{3}$$

对 A 点写 KCL 有

$$i_1 + i_2 + i_3 = 8$$

$$\text{即} \quad \frac{u-2}{1} + \frac{u-2}{2} + \frac{u}{3} = 8$$

$$\text{解得} \quad u = 6\text{V}$$

1.11 试求题 1.11 图示电路中的电流 i 。

解

对结点 A 写 KCL 有

$$i = i_1 + i_2 + 0.5i \quad \text{即} \quad i_1 + i_2 = 0.5i \quad \text{①}$$

对左边的回路写 KVL 有

$$2i + 4i_2 = 3 \quad \text{②}$$

对右边的回路写 KVL 有

$$1i_1 + 1(i_1 + 0.5i) - 4i_2 = 0 \quad \text{③}$$

即:

$$2i_1 + 0.5i - 4i_2 = 0$$

将 ① 式代入有

$$2i_1 + 2i_2 + 0.5i - 6i_2 = 0$$

$$i_2 = \frac{1}{4}i$$

将此结果代入 ② 有

$$i = 1(\text{A})$$

1.12 试求题 1.12 图示电路中的电压 U_0 。

解

此闭合回路中的电流就是受控电流源的电流 $2U_1$, 因此有

$$U_1 = 2 \times 2U_1 - 3$$

得

$$U_1 = 1(\text{V})$$

对闭合回路写 KVL 方程有

$$-6 + U_1 + U_0 = 0$$

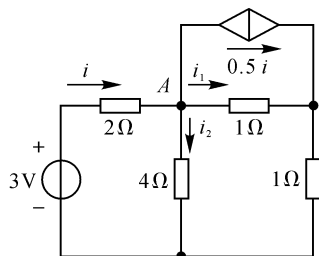
得

$$U_0 = 6 - U_1 = 6 - 1 = 5(\text{V})$$

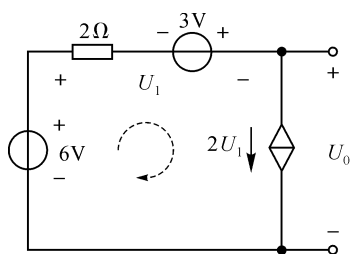
1.13 试求题 1.13 图示电路中受控源吸收的功率 P 。

解

设 2Ω 电阻支路的电流为 i , 对 A 点写 KCL 方程有



题 1.11 图



题 1.12 图

$$\dot{i}_1 = i + 0.5i = 1.5i$$

对电路左边的回路写 KVL 方程有

$$3i + 2\dot{i}_1 = 12$$

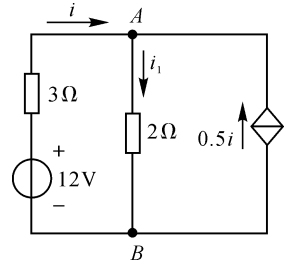
得

$$i = 2(\text{A}) \quad \dot{i}_1 = 3(\text{A})$$

$$U_{AB} = 2\dot{i}_1 = 6(\text{V})$$

根据实际计算结果可知,受控电流源是发出功率,其大小为

$$P = 0.5i \times U_{AB} = 0.5 \times 2 \times 6 = 6(\text{W})$$



题 1.13 图

1.14 在题 1.14 图示电路中,已知电阻 R 消耗功率 $P = 50\text{W}$,试求电阻 R 的阻值。

解

设支路电流 i 的参考方向如图,对结点写 KCL 方程有:

$$i = 10 + I$$

对电路的右边回路写 KVL 方程有:

$$5i + 4I + 1i + RI = 0$$

将前式代入此式并对每项都乘以 I 有:

$$60I + 10I^2 + RI^2 = 0$$

根据题意, $RI^2 = 50\text{W}$,代入上式得:

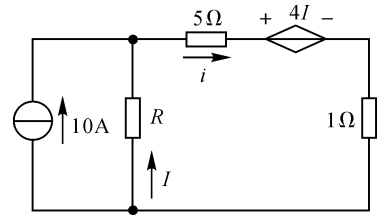
$$I^2 + 6I + 5 = 0$$

解此方程有:

$$I = -5\text{A} \quad \text{或} \quad I = -1\text{A}$$

因此得:

$$R = \frac{50}{I^2} = \frac{50}{25} = 2(\Omega) \quad \text{或} \quad R = \frac{50}{1} = 50(\Omega)$$



题 1.14 图

1.15 在题 1.15 图示电路中,已知 $U = 3\text{V}$,试求电阻 R 。

解 设各支路电流参考方向如图,根据题意, $U = 3\text{V}$,因此对 AB 支路由欧姆定律有:

$$\dot{i}_1 = \frac{10 - 3}{4000} = \frac{7}{4}(\text{mA})$$

对结点 A 写 KCL 方程有:

$$1 + \dot{i}_1 - \dot{i}_2 - I = 0 \quad \text{即} \quad \dot{i}_2 = \frac{11}{4} - I$$

对电路的中间回路写 KVL 方程有:

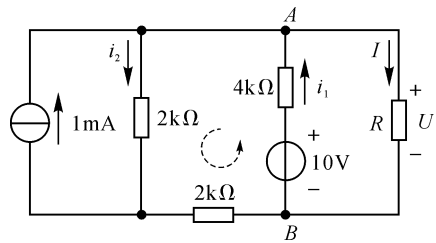
$$2\dot{i}_2 + 2\dot{i}_3 - U = 0$$

将 $\dot{i}_1 = \frac{7}{4}$, $\dot{i}_2 = \frac{11}{4} - I$, $\dot{i}_3 = \dot{i}_1 - I$, $U = 3$ 代入上式有:

$$2(\frac{11}{4} - I) + 2(\dot{i}_1 - I) - 3 = 0$$

解得:

$$I = 1.5\text{mA}$$



题 1.15 图