

❖ 普通高等教育电子信息类规划教材 ❖

# 电路分析基础 学习指导

STUDY GUIDE FOR  
FUNDAMENTALS OF ELECTRIC CIRCUIT ANALYSIS



王友军 王丽娟 张文 编著

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育电子信息类规划教材

# 电路分析基础学习指导

王友军 王丽娟 张 文 编著

机械工业出版社

本书是《电路分析基础》一书的配套教学指导书。本书按主教材的章节结构展开,每章由内容小结、重点与难点和习题精解三部分组成。内容小结是各章节内容的提炼、归纳和总结,结合所属章节的重点与难点,突出基本概念、基本定理和基本分析方法,便于读者有效地掌握课程的基本内容。习题详解给出了主教材中所有习题的详细解答,并结合电路分析的相关知识点对题解分析思路做了详细阐述。书末附有两套电路分析模拟试题及其详解。

本书可作为高等院校电子信息类专业本、专科学生学习电路分析课程的参考书,也可作为教师的教学参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础学习指导/王友军等编著. —北京:机械工业出版社, 2011. 8

ISBN 978-7-111-34369-1

I. ①电… II. ①王… III. ①电路分析—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 109633 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李馨馨 责任编辑:李馨馨 版式设计:张世琴

责任校对:刘志文 封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦

北京四季青印刷厂印刷(三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·9.25 印张·228 千字

0001—2500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-34369-1

定价:20.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

“电路分析基础”是高等院校电子信息类专业一门重要的专业基础课，为后续课程提供必备的电路基本概念、理论知识和基本分析方法。为了引导学生学习课程基本内容，拓展思路，培养学生分析问题和解决问题的能力，我们结合主教材编写了这本《电路分析基础学习指导》。本书按主教材的章节结构展开，每一章内容均由以下三部分组成：

(1) 内容小结：该部分是课程各章节内容的提炼、归纳和总结，简要说明本章的主要概念、基本理论和分析方法，帮助读者梳理知识要点，以便读者有效地掌握课程的基本内容。

(2) 重点与难点：根据作者多年的教学实践，重点指出容易出错的概念、分析方法、表示方法、定理的应用范围等问题，对难点问题给出提示，突出基本概念、基本定理和基本分析方法。

(3) 习题精解：给出了主教材中所有习题的详细解答，并结合电路分析相关知识对题解分析思路做了详细阐述，注重基本概念、定理和分析方法的理解和应用，弱化解题技巧，帮助读者更深入地理解电路理论知识，提高分析问题、解决问题的能力。

本书最后附有两套电路分析模拟试题及其详解，便于读者自测和检验对本课程知识点的掌握情况。

本书由解放军理工大学的王友军(第3、5、7章和附录)、王丽娟(第1、6章)和张文(第2、4章)共同编写，全书由王友军统稿。

由于编者的水平和能力有限，书中难免有不妥或错误之处，恳望读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

第1章 电路的基本概念与电量的约束关系	1
1.1 内容小结	2
1.2 重点与难点	6
1.3 习题精解	7
第2章 单口电路的等效分析法	18
2.1 内容小结	19
2.2 重点与难点	21
2.3 习题精解	22
第3章 线性电路的一般分析方法	36
3.1 内容小结	37
3.2 重点与难点	37
3.3 习题精解	38
第4章 线性电路的常用定理	47
4.1 内容小结	48
4.2 重点与难点	50
4.3 习题精解	50
第5章 一阶直流动态电路分析	64
5.1 内容小结	65
5.2 重点与难点	65
5.3 习题精解	66
第6章 正弦稳态电路分析	86
6.1 内容小结	87
6.2 重点与难点	93
6.3 习题精解	95
第7章 电路的频率特性	118
7.1 内容小结	119
7.2 重点与难点	120
7.3 习题精解	120
附录	131
附录A 电路分析模拟试卷	131
A.1 模拟试卷一	131
A.2 模拟试卷二	133
附录B 电路分析模拟试卷答案及详解	136
B.1 模拟试卷一答案及详解	136
B.2 模拟试卷二答案及详解	140

# 第 1 章

## 电路的基本概念与电量的约束关系

- 1.1 内容小结
- 1.2 重点与难点
- 1.3 习题精解

## 1.1 内容小结

### 1. 电路分析的研究对象

电路分析的研究对象是由理想元件互联组成的电路模型。电路理论中的理想元件(简称元件)是由特定数学关系定义的抽象元件,物理上不存在。一个实际元器件可由一个理想元件或若干个理想元件组成的电路模型来近似描述,不同的实际元器件也可以用同一个理想元件近似描述。

电路模型是实际电路的一种近似数学模型。

### 2. 电路分析的主要内容

根据已知电路结构和元件参数,找出电路输入与输出的关系,或电路的特性。

### 3. 电路分析的常用电量

常用电量有电流  $i(t)$ 、电压  $u(t)$  和功率  $p(t)$ 。电压、电流和功率的数学定义如下:

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

$$\text{电流} \quad i(t) = \frac{dq(t)}{dt} \quad (1-2)$$

$$\text{功率} \quad p(t) = \frac{dw(t)}{dt} = \begin{cases} u(t) \times i(t) & \text{关联参考方向} \\ -u(t) \times i(t) & \text{非关联参考方向} \end{cases} \quad (1-3)$$

其中,  $w(t)$  是能量;  $q(t)$  是电荷量。习惯上,随时间变化的电压、电流、功率用小写字母  $u$ 、 $i$ 、 $p$  表示,直流电压、电流、功率用大写字母  $U$ 、 $I$ 、 $P$  表示。

### 4. 电压、电流的参考方向

在电路分析中,凡是在列写方程中出现的电压和电流都要在电路图中标出所在位置和参考方向,参考方向任意假设。

引入参考方向后,电压、电流的计算值有正负之分。若值为“正”,则表示电压、电流的真实方向与假设的参考方向一致。若值为“负”,则电压、电流的真实方向与参考方向相反。

在一个元件或一段电路上任意假设的电压与电流参考方向有两种可能的组合形式。把电流从电压“+”极流入的组合称为关联参考方向,如图 1-1a 所示。把电流从电压“-”极流入的组合称为非关联参考方向,如图 1-1b 所示。

在关联参考方向下,允许只标一个电量的参考方向,另一个电量的参考方向可省略不标。例如,若标了电流的参考方向,则可省略标注电压的参考方向,但电压变量不能省略。

引入参考方向后,式(1-3)计算的功率值有正负之分。若  $p(t) > 0$ ,则说明该段电路或

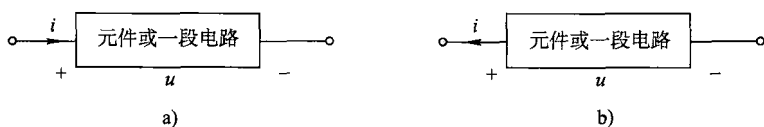


图 1-1 电压与电流参考方向的两种组合

a) 关联参考方向 b) 非关联参考方向

元件吸收功率。若  $p(t) < 0$ ，则表明该段电路或元件产生功率。

因为在进行电路分析时，建立的一切方程都与参考方向有关，所以要养成良好的电路分析习惯，列方程之前，在电路图上标出方程中将要出现的电压、电流的参考方向。

### 5. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律阐述了电路中各支路电流、支路电压必须遵循的制约关系，这类约束关系与支路的互联结构有关，与支路上的元件性质无关，故是结构约束关系。

#### (1) 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律(KCL)阐述了与任一结点相连的支路电流遵循的规律。

**定律的阐述形式一：**在任何时刻，流入电路任一结点的电流之和等于流出该结点的电流之和。数学形式为

$$\sum i_{\lambda}(t) = \sum i_{\text{出}}(t) \quad (1-4)$$

**定律的阐述形式二：**在任何时刻，与任一结点相连的所有支路电流的代数和等于零。数学形式为

$$\sum i_k(t) = 0 \quad (1-5)$$

式中，若流入结点的电流取“+”号(或者取“-”号)，则流出结点的电流就取“-”号(或者取“+”号)，流进与流出结点的电流之和恒等于零。由此可见，在列 KCL 方程之前，必须先设定支路电流的参考方向，否则无从选择“+”、“-”号。

KCL 反映了电荷守恒规则，说明在任何时刻，结点处电荷的进、出数量平衡，没有电荷的积累。以上两种阐述是等价的。

在有  $n$  个结点的电路中，有  $n-1$  个独立的 KCL 方程。

**定律的阐述形式三——广义结点电流定律：**在任何时刻，与任一假设闭合曲面相连的所有支路电流的代数和等于零。

#### (2) 基尔霍夫电压定律

基尔霍夫电压定律(KVL)阐述了任一闭合回路上电压遵循的规律。

**定律的阐述形式一：**在任何时刻，沿回路绕行一周，构成该回路的所有支路电压的代数和等于零。数学表达式为

$$\sum u_k(t) = 0 \quad (1-6)$$

在方程中，如果取电压降方向与绕行方向一致的支路电压为“+”号，则不一致的就取“-”号，反之也可。要强调的是，在列回路电压方程之前，必须先标出支路电压的参考方向，否则无法确定支路电压的“+”、“-”号。

**定律的阐述形式二——广义回路电压定律：**在任何时刻，沿假想回路绕行一周的所有支路电压的代数和等于零。

以图 1-2 为例。图中实线所示回路是客观存在的，由 4 条支路构成，根据 KVL 的阐述形式一，取电压降方向与绕行方向一致的支路电压为“+”，有

$$u_1 + u_2 - u_3 - u_4 = 0$$

而图中虚线所示回路是假想的，因为 ab 两点之间是一条虚拟支路，根据 KVL 的阐述形式二，有

$$u_1 + u_2 - u_{ab} = 0$$

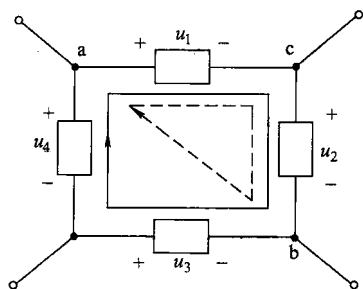


图 1-2 KVL 用图



KVL 反映了能量守恒规律, 表示单位正电荷沿回路绕行一周回到起点时, 电场对它做的功是零。

## 6. 电压电流关系

元件的电压电流关系 (VCR) 是元件的端电压和流过元件的电流必须遵循的规律, 所以是元件的约束关系。不同的元件有不同的电压电流关系。电压电流关系有两种表示形式: 电压电流关系式与电压电流曲线。

### (1) 线性时不变电阻

线性时不变电阻简称电阻, 其电路符号如图 1-3 所示。

电阻的电压电流关系曲线是一条过原点的斜线, 如图 1-4 所示。

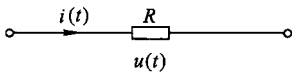


图 1-3 电阻的电路符号

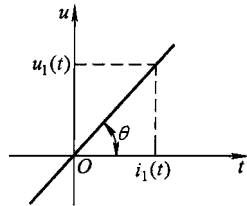


图 1-4 电阻的电压电流关系曲线

电阻的电压电流关系式如下:

$$\begin{aligned} u(t) &= \begin{cases} Ri(t) & \text{关联参考方向} \\ -Ri(t) & \text{非关联参考方向} \end{cases} \\ i(t) &= \begin{cases} Gu(t) & \text{关联参考方向} \\ -Gu(t) & \text{非关联参考方向} \end{cases} \end{aligned} \quad (1-7)$$

在直流电路中, 用大写字母表示为

$$U = \begin{cases} RI & \text{关联参考方向} \\ -RI & \text{非关联参考方向} \end{cases} \quad \text{或者} \quad I = \begin{cases} GU & \text{关联参考方向} \\ -GU & \text{非关联参考方向} \end{cases} \quad (1-8)$$

电阻元件的功率计算式为

$$p(t) = u(t) \times i(t) = Ri^2(t) = Gu^2(t)$$

直流功率的计算式为

$$P = U \times I = RI^2 = GU^2$$

### (2) 独立电压源

独立电压源简称为电压源, 其电路符号如图 1-5 所示。

电压源的电压电流曲线是一条在  $u \sim i$  平面上与  $i$  轴平行的直线, 如图 1-6 所示。

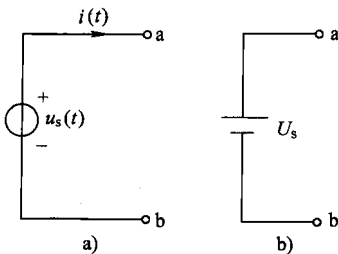


图 1-5 电压源的电路符号

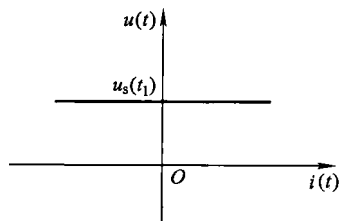


图 1-6 电压源的电压电流曲线

a) 通用电压源符号 b) 直流电压源符号

电压源的电压电流关系式如下：

$$\begin{cases} u(t) = u_s(t) \\ i(t) = \text{任意值} \end{cases} \quad (1-9)$$

电压源是一个端电压按自身规律变化、与流过的电流  $i(t)$  无关的一端口元件。

### (3) 独立电流源

独立电流源简称电流源，其电路符号，如图 1-7 所示。

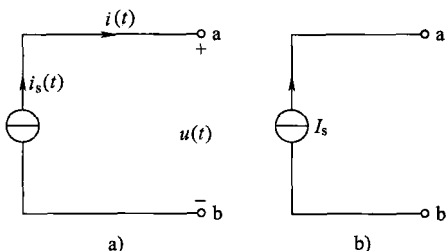


图 1-7 电流源的电路符号

a) 通用电流源符号 b) 直流电流源符号

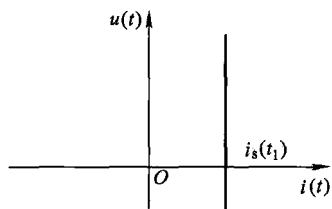


图 1-8 电流源的电压电流曲线

电流源的电压电流曲线是一条在  $u \sim i$  平面上与  $u$  轴平行的直线，如图 1-8 所示。电流源的电压电流关系式如下：

$$\begin{cases} i(t) = i_s(t) \\ u(t) = \text{任意值} \end{cases} \quad (1-10)$$

电流源是一个端口电流按自身规律变化、与其两端电压  $u(t)$  无关的一端口元件。

### (4) 受控源

受控电压源的输出电压或受控电流源的输出电流大小和方向要受电路中其他电压或电流的控制。4 种类型的受控源分别如表 1-1 所示。

表 1-1 受控源列表

受控源的类型	受控源的 VCR	受控源的电路模型
电压控制电压源	$\begin{cases} u_2(t) = \mu u_1(t) \\ i_1(t) = 0 \end{cases}$	
电流控制电压源	$\begin{cases} u_2(t) = r i_1(t) \\ u_1(t) = 0 \end{cases}$	
电压控制电流源	$\begin{cases} i_2(t) = g u_1(t) \\ i_1(t) = 0 \end{cases}$	
电流控制电流源	$\begin{cases} i_2(t) = \beta i_1(t) \\ u_1(t) = 0 \end{cases}$	

## 7. 用两类约束关系分析电路

### (1) 单网孔电路分析

对于单网孔电路而言,若知道回路电流,就能根据回路电流求出电路中的任何其他电量。求回路电流的一般方法为:根据 KVL,列出回路电压方程,再代入元件的电压电流关系,保留回路电流,削去其他未知电量,得到回路电流的一元一次方程,并解之。

### (2) 单结点偶电路的分析

对于单结点偶电路而言,只要知道支路电压,就能通过支路电压求出电路中的任何其他电量。求支路电压的一般方法为:列出一个结点电流方程,再代入元件的电压电流关系(VCR),保留支路电压,削去其他未知电量,得到支路电压的一元一次方程,并解之。

### (3) 支路电流分析法

支路电流分析法是以支路电流为中间变量的分析方法。例如电路中有  $n$  个结点,  $b$  条支路,根据 KCL 列  $n-1$  个独立的结点电流方程,根据 KVL 列  $b-(n-1)$  个独立的网孔电压方程,共得到  $b$  个方程;再把元件的 VCR 代入这  $b$  个方程,保留支路电流,削去其他未知电量,得到支路电流的  $b$  元一次方程组,并解之。然后,再利用已知的  $b$  个支路电流去求其他电量。

支路电流法是直接利用两类约束条件分析电路的一种通用方法,能够分析任何结构的电路,无论是复杂电路还是简单电路,但计算量较大。

## 1.2 重点与难点

1) 参考方向是非常重要的概念和简化分析的辅助工具。其重要性体现在以下三个方面:一是判断电压与电流的真实方向离不开参考方向,要依据假设的参考方向和计算值的正负性来判断;二是列写各种方程都要考虑电量的参考方向;三是选用功率计算式要考虑电压与电流参考方向的关联性。

2) 不仅要能熟练地列写 KVL 和 KCL 方程,还要知道基尔霍夫定律的使用条件。

3) 熟悉电阻、电压源、电流源的电压电流关系(VCR),学会计算元件的电压、电流和功率。

特别要强调的是,应用两类约束关系分析电路是有条件的,要求元件及电路的尺寸远远小于电路中传送的最短信号波长。一般来说,当电源为直流或信号频率低时都能用两类约束条件分析电路。

4) 熟悉实际电源的三种描述形式以及相互转换。

- 实际电源的三种描述形式:电路模型(实际电压源模型和实际电流源模型)、电压电流曲线和电压电流关系式。

- 三种形式之间的相互转换:能够根据电路模型或者电压电流曲线写出电压电流关系式;反过来,能够根据伏安关系式或伏安曲线画出电路模型。

5) 学会用两类约束条件分析单网孔电路和单结点偶电路。

6) 掌握支路分析法的思路。支路分析法是一般分析法的一个特例,掌握了支路分析法的思路对后续学习其他一般分析法很有益处。

## 1.3 习题精解

1. 已知:  $U_1 = 1\text{V}$ ,  $U_2 = -3\text{V}$ ,  $U_3 = 8\text{V}$ ,  $U_4 = -4\text{V}$ ,  $U_5 = 7\text{V}$ ,  $U_6 = -3\text{V}$ ,  $I_1 = 2\text{A}$ ,  $I_2 = -1\text{A}$ ,  $I_3 = -3\text{A}$ ; 各电压、电流的参考方向如图 1-9 所示:

- (1) 标出各支路电流的真实方向和元件两端电压的真实极性。
- (2) 指出哪些元件的电压与电流参考方向关联。
- (3) 求出各元件的功率并指出是吸收功率还是产生功率。

解: (1)  $U_2$ 、 $U_4$ 、 $U_6$ 、 $I_2$  和  $I_3$  是负值, 所以它们的真实方向都与图 1-9 所示的参考方向相反; 其他正值电量的真实方向与参考方向一致, 各电量真实方向的标注如图 1-10 所示。

- (2) 在图 1-10 中, 除了元件 1 非关联外, 其他元件的电压与电流参考方向都关联。
- (3) 各元件的功率分别为

元件 1  $P_1 = -U_1 I_1 = -1 \times 2\text{W} = -2\text{W}$ , 产生功率

元件 2  $P_2 = U_2 I_1 = (-3) \times 2\text{W} = -6\text{W}$ , 产生功率

元件 3  $P_3 = U_3 I_1 = 8 \times 2\text{W} = 16\text{W}$ , 吸收功率

元件 4  $P_4 = U_4 I_2 = (-4) \times (-1)\text{W} = 4\text{W}$ , 吸收功率

元件 5  $P_5 = U_5 I_3 = 7 \times (-3)\text{W} = -21\text{W}$ , 产生功率

元件 6  $P_6 = U_6 I_3 = (-3) \times (-3)\text{W} = 9\text{W}$ , 吸收功率

所有元件功率的代数和为零, 符合功率守恒原则。

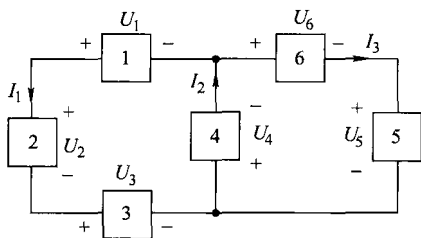


图 1-9 题 1 图

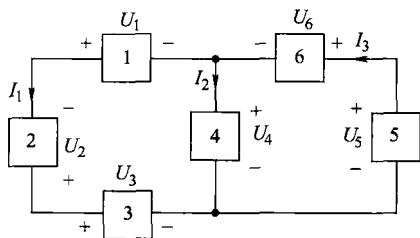


图 1-10 题 1 解图

2. 图 1-11 所示电路有 A、B 两个元件, 在图示参考方向下, 请判断哪个元件的电压与电流参考方向非关联。

解: 元件 B 的电压与电流参考方向非关联。

注意: 从图 1-11 的虚线处往不同方向看, 参考方向的关联性是不一样的。对元件 A 而言, 参考方向非关联。所以判断关联性首先要看清楚元件。

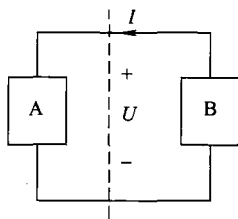


图 1-11 题 2 图

3. 在图 1-12 中:

- (1) 用电压表  $\text{V}$  测得元件 1 两端的电压为  $5\text{V}$ , 已知元件 1 吸收功率  $10\text{W}$ , 求电流  $I$ 。
- (2) 用电流表  $\text{A}$  测得流过元件 2 的电流是  $4\text{A}$ , 已知元件 2 产生功率  $36\text{W}$ , 求电压  $U$ 。
- (3) 元件 3 吸收功率  $15\text{W}$ , 求电流  $I$ 。

解: (1) 由题意知  $P = 10\text{W}$ ,  $U = 5\text{V}$ , 图示电压、电流参考方向关联, 用式  $P = UI$  计算, 有

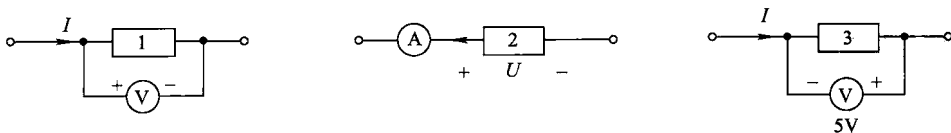


图 1-12 题 3 图

$$I = \frac{P}{U} = \frac{10}{5} \text{A} = 2 \text{A}$$

(2) 由题意知  $P = -36 \text{W}$ ,  $I = 4 \text{A}$ , 图示电压、电流参考方向非关联, 用式  $P = -UI$  计算, 有

$$U = -\frac{P}{I} = -\frac{-36}{4} \text{V} = 9 \text{V}$$

(3) 已知  $P = 15 \text{W}$ ,  $U = 5 \text{V}$ , 图示电压、电流参考方向非关联, 则

$$I = -\frac{P}{U} = -\frac{15}{5} \text{A} = -3 \text{A}$$

4. 求图 1-13 所示各电路中的未知电流  $I_1$ 、 $I_2$  和  $I_3$ 。

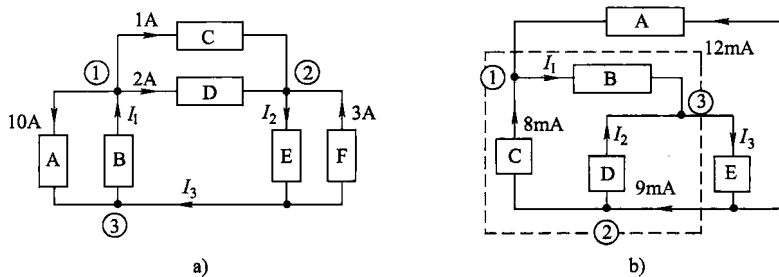


图 1-13 题 4 图

解: (1) 求图 1-13a 中的电流

根据图 1-13a 所示的结点标识, 列结点①的电流方程, 求  $I_1$

$$I_1 = (10 + 2 + 1) \text{A} = 13 \text{A}$$

列结点②的电流方程, 求  $I_2$

$$I_2 = (3 + 2 + 1) \text{A} = 6 \text{A}$$

列结点③的电流方程, 求  $I_3$

$$I_3 = I_1 - 10 = (13 - 10) \text{A} = 3 \text{A} \quad \text{或者} \quad I_3 = I_2 - 3 = (6 - 3) \text{A} = 3 \text{A}$$

(2) 求图 1-13b 中的电流

根据图 1-13b 所示的结点标识, 由结点①的电流方程得

$$I_1 = (12 + 8) \text{mA} = 20 \text{mA}$$

由结点②的电流方程得

$$I_2 = (9 - 8) \text{mA} = 1 \text{mA}$$

由结点③的电流方程得

$$I_3 = I_1 + I_2 = (20 + 1) \text{mA} = 21 \text{mA}$$

或者应用广义 KCL 定律, 作闭合面, 如图 1-13b 中的虚线框所示。列该闭合面的 KCL 方程, 有

$$I_3 = (12 + 9) \text{ mA} = 21 \text{ mA}$$

应用广义 KCL 定律求  $I_3$  的优点在于, 计算时假如  $I_1$  或  $I_2$  中有任何一个计算错误, 都不会影响  $I_3$  的结果, 用结点电流方程则不然。

5. 分别求图 1-14 所示各电路的电压  $U_1$ 、 $U_2$  和  $U_3$ 。

解: (1) 求图 1-14a 中的电压

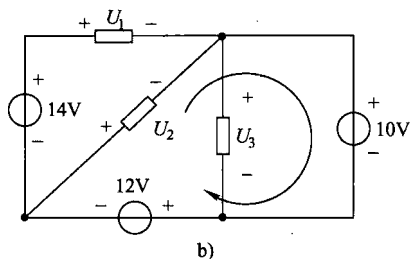
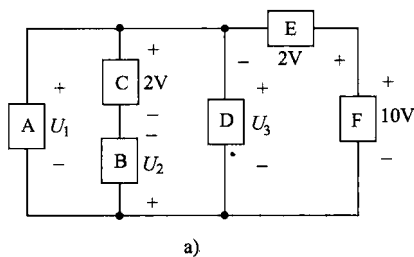


图 1-14 题 5 图

列 AEF 回路电压方程, 得

$$U_1 = (-2 + 10) \text{ V} = 8 \text{ V}$$

因元件 A 与元件 D 并联, 则有

$$U_3 = U_1 = 8 \text{ V}$$

列 BCEF 回路电压方程, 得

$$U_2 = (-10 + 2 + 2) \text{ V} = -6 \text{ V}$$

(2) 求题图 5b 中的电压

由图 1-14b 知

$$U_3 = 10 \text{ V}$$

列虚线所示回路的电压方程

$$U_2 = (-12 - 10) \text{ V} = -22 \text{ V}$$

列外回路的电压方程

$$U_1 = (14 - 12 - 10) \text{ V} = -8 \text{ V}$$

此题思路不止一种, 请读者考虑其他做法, 并比较繁简。

6. 电路如图 1-15 所示, 已知  $I_1 = -5 \text{ A}$ ,  $I_2 = 1 \text{ A}$ ,  $I_6 = 2 \text{ A}$ , 求  $I_4$ 。

解: 方法一: 广义结点电流法

画闭合面, 如图 1-16 中的虚线所示, 有 4 条支路与该封闭面相交, 则封闭面上的电流方程为

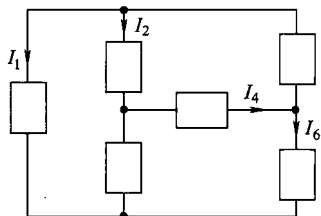


图 1-15 题 6 图

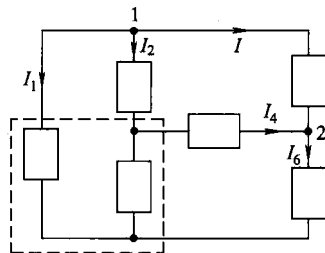


图 1-16 题 6 解图

$$I_4 = I_1 + I_2 + I_6 = (-5 + 1 + 2) \text{ A} = -2 \text{ A}$$

方法二: 支路电流法

设支路电流  $I$ , 如图 1-16 所示。

列结点 1 的电流方程, 得

$$I = -I_1 - I_2 = [-(-5) - 1] \text{ A} = 4 \text{ A}$$

列结点 2 的电流方程, 得

$$I_4 = I_6 - I = (2 - 4) \text{ A} = -2 \text{ A}$$

7. 求图 1-17 所示各电路的电压  $U$ 。

解: (1) 求图 1-17a 中的电压  $U$

列图 1-17a 的回路电压方程, 有

$$U = (5 + 12) \text{V} = 17 \text{V}$$

(2) 求解图 1-17b 中的电压  $U$

沿图 1-17b 中的虚线所示回路列广义 KVL 方程, 有

$$5 - U + 5 - 12 = 0$$

整理得

$$U = (5 + 5 - 12) \text{V} = -2 \text{V}$$

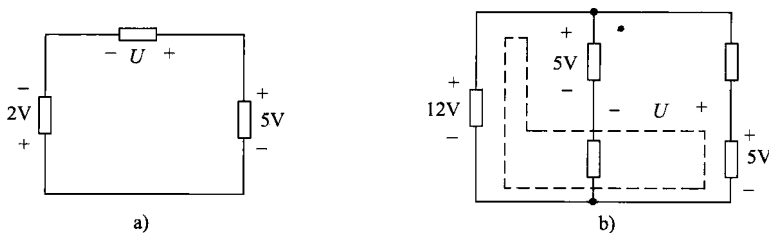


图 1-17 题 7 图

8. 求图 1-18 中各个电阻元件上标出的未知量。

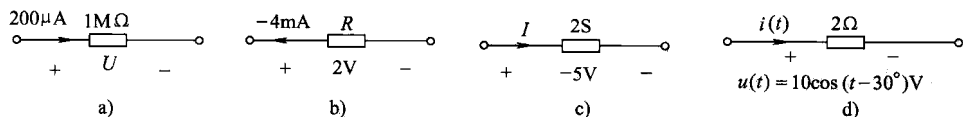


图 1-18 题 8 图

要点分析: 注意图中标出的电压与电流参考方向的关联性, 非关联时要用式  $U = -RI$ 。

解: (1)  $U = RI = 10^6 \times 200 \times 10^{-6} \text{V} = 200 \text{V}$

(2)  $R = -\frac{U}{I} = -\frac{2}{(-4 \times 10^{-3})} \Omega = 500 \Omega$

(3)  $I = GU = 2 \times (-5) \text{A} = -10 \text{A}$  (负值表明电流的真实方向与图示参考方向相反)

(4)  $i(t) = \frac{u(t)}{R} = \frac{10 \cos(t - 30^\circ)}{2} \text{A} = 5 \cos(t - 30^\circ) \text{A}$

9. 一个额定功率为 2W, 阻值 80kΩ 电阻允许通过的最大电流为 C。

A) 160kA

B) 40kA

C) 5mA

D) 25μA

10. 求图 1-19 中各电压源的功率, 并指出是产生还是吸收功率。



图 1-19 题 10 图

解: (1) 图 1-19a 所示电压源的功率为

$$P = UI = (-5) \times 2 \text{W} = -10 \text{W}, \text{ 产生功率}$$

(2) 图 1-19b 所示电压源的功率为

$$P = -UI = -2 \times (-100 \times 10^{-3}) \text{ W} = 0.2 \text{ W}, \text{ 吸收功率}$$

11. 图 1-20 中电压源产生功率 24W, 求流过电压源的电流, 并标出电流的实际方向。

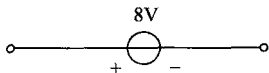


图 1-20 题 11 图

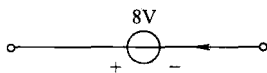


图 1-21 题 11 解图

解: 已知电压源的功率为  $P = -24 \text{ W}$ , 设电流的参考方向与电压关联, 则有

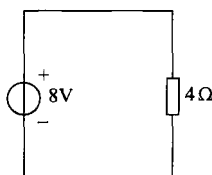
$$I = \frac{P}{U} = \frac{-24}{8} \text{ A} = -3 \text{ A}$$

带有负号说明电流的真实方向与电压非关联, 即电流从电压的负极性流入, 如图 1-21 所示。

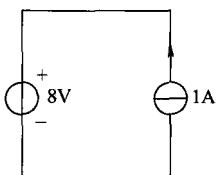
12. 电路如图 1-22 所示, 在 8V 电压源外接三种不同电路的情况下, 求:

(1) 流过 8V 电压源的电流, 并标出真实方向。

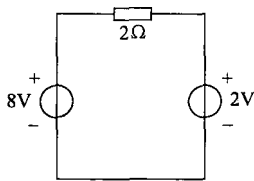
(2) 求 8V 电压源的功率, 并指出是提供功率还是吸收功率。



a)



b)



c)

图 1-22 题 12 图

解: (1) 当 8V 电压源外接  $4\Omega$  电阻时(见图 1-22a), 设回路电流  $I$  如图 1-23 所示。流过电压源的电流为

$$I = \frac{U}{R} = \frac{8}{4} \text{ A} = 2 \text{ A}$$

电流的真实方向与参考方向一致。

电压源的功率为

$$P = -UI = -8 \times 2 \text{ W} = -16 \text{ W}, \text{ 提供功率}$$

(2) 当 8V 电压源外接 1A 电流源时(见图 1-22b), 由题意可知, 流过电压源的电流是电流源电流, 即大小为 1A, 方向与电流源相同。电压源的功率为

$$P = UI = 8 \text{ W}, \text{ 吸收功率}$$

(3) 当 8V 电压源外接电路时(见图 1-22c), 设电流回路电流  $I$ , 如题解图 1-24 所示。回路电压方程为

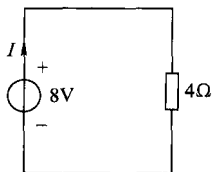


图 1-23 题 12 解图

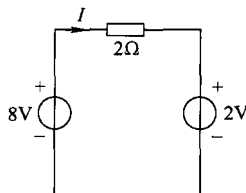


图 1-24 题 12 解图



$$RI + 2V - 8V = 0$$

得

$$I = \frac{8-2}{2} \text{A} = 3\text{A}$$

电流的真实方向与参考方向一致。

8V 电压源的功率为

$$P = -UI = -8 \times 3\text{W} = -24\text{W}, \text{ 产生功率}$$

该题说明：流过电压源的电流由外接电路确定。

13. 电路如图 1-25 所示，当 2A 电流源外接三种不同电路时，求 2A 电流源的功率，并验证电路中的吸收功率等于产生功率。

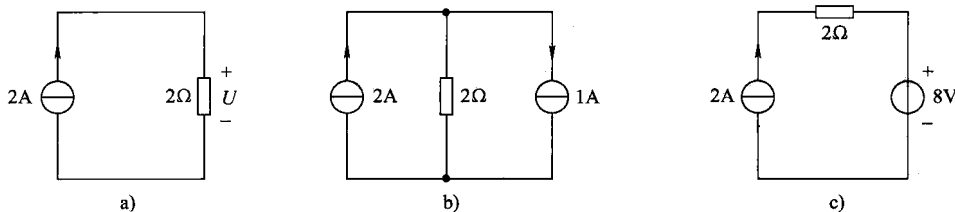


图 1-25 题 13 图

解：(1) 当 2A 电流源外接  $2\Omega$  电阻时(见图 1-25a)，设电阻电压  $U$  为图示参考方向，则

$$U = 2 \times 2\text{V} = 4\text{V}$$

2A 电流源的功率为  $P_1 = -UI = -4 \times 2\text{W} = -8\text{W}$ ，产生功率

电阻元件的功率为  $P_R = RI^2 = 2 \times 2^2\text{W} = 8\text{W}$ ，吸收功率

$P_1 + P_R = 0$ ，电路中产生功率与吸收功率平衡。

(2) 在图 1-25b 所示电路中，设电压  $U$  和  $I$  如图 1-26 所示。则列结点电流方程，得  $I = (2 - 1)\text{A} = 1\text{A}$

由电阻的电压电流关系得  $U = 2I = 2\text{V}$

2A 电流源的功率为

$$P_{2\text{A}} = -UI = -2 \times 2\text{W} = -4\text{W}, \text{ 产生功率}$$

1A 电流源的功率为

$$P_{1\text{A}} = UI = 2 \times 1\text{W} = 2\text{W}, \text{ 吸收功率}$$

电阻元件的功率为

$$P_R = RI^2 = 2\text{W}, \text{ 吸收功率}$$

$P_{2\text{A}} + P_{1\text{A}} + P_R = 0$ ，电路中产生功率与消耗功率平衡。

(3) 在图 1-25c 所示电路中，设电压  $U$  如图 1-27 所示，列回路电压方程，得

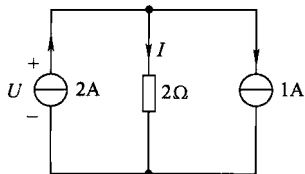


图 1-26 题 13 解图

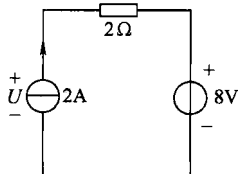


图 1-27 题 13 解图