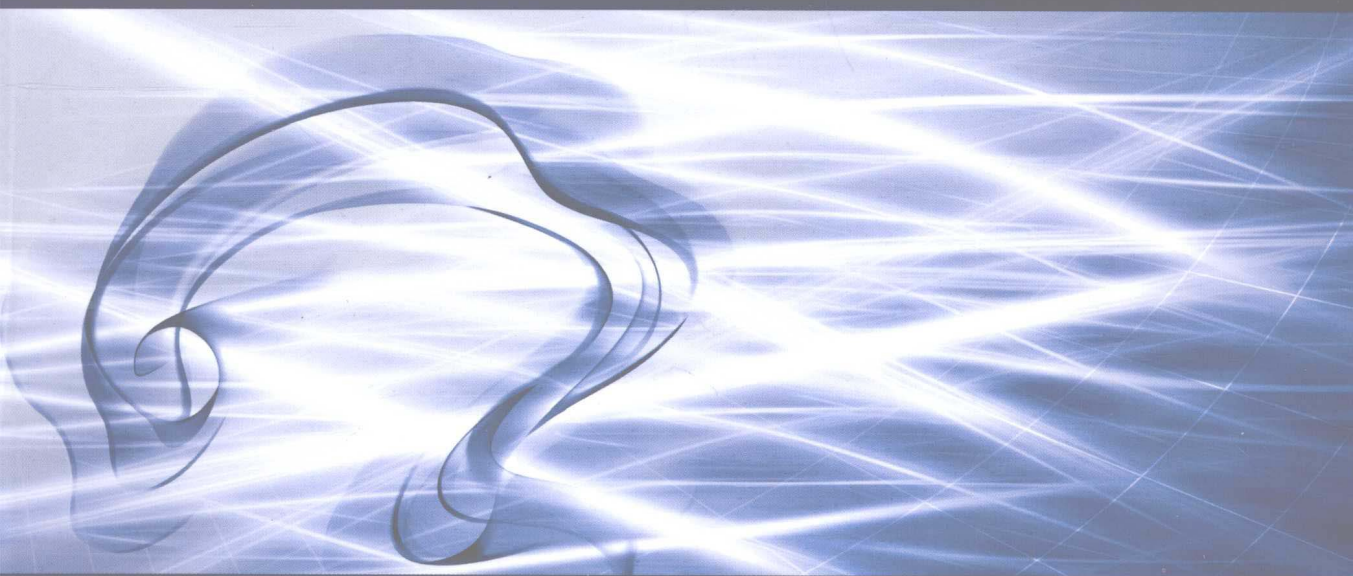




普通高等教育“十二五”规划教材



电子电气基础课（研究型系列）

电工学学习指导与习题解答

赵莹 主编

丁巧林 王鲁杨 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

电工学学习指导与习题解答

主 编 赵 莹

副主编 丁巧林 王鲁杨

编 写 杜艳丽 曲萍萍

第 一 次 修 订 人 张 文 生

藏 书 章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为张文生主编的《电工学》(上册, 电工技术; 下册, 电子技术)的配套教材, 是普通高等教育“十二五”规划教材。

全书共 20 章, 每章分为基本要求、重点难点、内容提要、例题分析和习题详解 5 个版块。本书总结了《电工学》中各章的主要内容, 并针对各章的重点内容选择了一些典型例题进行分析, 使读者更好地理解书中的内容。本书还对教材中每章的习题进行了详细解答, 供读者学习教材时参考, 以便熟练掌握书中的知识。

本书主要作为高等院校非电类专业本科教材, 是在校学生的学习辅助用书, 也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工学学习指导与习题解答/赵莹主编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 9

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3521 - 9

I. ①电... II. ①赵... III. ①电工—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 224675 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http://www.ccpp. sgcc. com. cn)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 11 月第一版 2012 年 11 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 388 千字

定价 30.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

《电工学学习指导与习题解答》是张文生主编的《电工学》(上册, 电工技术; 下册, 电子技术)的配套教材, 是普通高等教育“十二五”规划教材。

电工学应用广泛, 是本科工科非电类专业学生必须学习和掌握的技术基础课程, 为了使电工学课程的教学内容和教学体系不断完善, 特编写了本教材。

本教材共 20 章, 每章分 5 个版块, 包括基本要求、重点难点、内容提要、例题分析和习题详解。通过对基本要求和重点难点的学习, 使读者能对主教材有一个整体的认识和理解, 达到提纲挈领的目的。本教材选择了一些典型例题进行分析, 能够启发读者思路, 提高解题能力和应试水平。习题详解为读者提供了详细、正确的解题方法, 供读者学习使用, 有助于对主教材知识的理解。

本书由北华大学赵莹任主编, 华北电力大学丁巧林和上海电力学院王鲁杨任副主编。第 2 章 2.1~2.4、第 5 章 5.1~5.4 和第 17、18、19、20 章由赵莹编写; 第 1、3、4、7 章由丁巧林编写; 第 2 章 2.5、第 5 章 5.5 和第 8、9 章由王鲁杨编写; 第 12、13、15、16 章由曲萍萍编写; 第 6、10、11、14 章由杜艳丽编写。

由于编者经验和水平有限, 书中错误与疏漏在所难免, 敬请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2012.9

目 录

前言

第1章 电路的基本概念与基本定律	1
1.1 基本要求	1
1.2 重点难点	1
1.3 内容提要	1
1.4 例题分析	5
1.5 习题详解	8
第2章 电路的基本分析方法	19
2.1 基本要求	19
2.2 重点难点	19
2.3 内容提要	19
2.4 例题分析	21
2.5 习题详解	24
第3章 正弦交流稳态电路	32
3.1 基本要求	32
3.2 重点难点	32
3.3 内容提要	32
3.4 例题分析	39
3.5 习题详解	43
第4章 三相电路	65
4.1 基本要求	65
4.2 重点难点	65
4.3 内容提要	65
4.4 例题分析	68
4.5 习题详解	71
第5章 非正弦周期电流电路	77
5.1 基本要求	77
5.2 重点难点	77
5.3 内容提要	77
5.4 例题分析	78
5.5 习题详解	78
第6章 电路的暂态分析	84
6.1 基本要求	84

6.2	重点难点	84
6.3	内容提要	84
6.4	例题分析	86
6.5	习题详解	89
第7章	磁路和变压器	98
7.1	基本要求	98
7.2	重点难点	98
7.3	内容提要	98
7.4	例题分析	102
7.5	习题详解	105
第8章	三相异步电动机	110
8.1	基本要求	110
8.2	重点难点	110
8.3	内容提要	110
8.4	习题详解	118
第9章	同步发电机	120
9.1	基本要求	120
9.2	重点难点	120
9.3	内容提要	120
9.4	习题详解	124
第10章	继电器接触器控制系统	127
10.1	基本要求	127
10.2	重点难点	127
10.3	内容提要	127
10.4	例题分析	128
10.5	习题详解	129
第11章	可编程序控制器及其应用	133
11.1	基本要求	133
11.2	重点难点	133
11.3	内容提要	133
11.4	例题分析	134
11.5	习题详解	135
第12章	半导体器件	141
12.1	基本要求	141
12.2	重点难点	141
12.3	内容提要	141
12.4	例题分析	145
12.5	习题详解	147

第 13 章 基本放大电路	153
13.1 基本要求	153
13.2 重点难点	153
13.3 内容提要	153
13.4 例题分析	156
13.5 习题详解	163
第 14 章 集成运算放大器	173
14.1 基本要求	173
14.2 重点难点	173
14.3 内容提要	173
14.4 例题分析	174
14.5 习题详解	174
第 15 章 直流稳压电源	183
15.1 基本要求	183
15.2 重点难点	183
15.3 内容提要	183
15.4 例题分析	184
15.5 习题详解	186
第 16 章 电力电子技术	191
16.1 基本要求	191
16.2 重点难点	191
16.3 内容提要	191
16.4 例题分析	192
16.5 习题详解	192
第 17 章 门电路与组合逻辑电路	196
17.1 基本要求	196
17.2 重点难点	196
17.3 内容提要	196
17.4 例题分析	200
17.5 习题详解	204
第 18 章 双稳态触发器和时序逻辑电路	220
18.1 基本要求	220
18.2 重点难点	220
18.3 内容提要	220
18.4 例题分析	222
18.5 习题详解	224
第 19 章 模拟量和数字量的转换	234
19.1 基本要求	234

19.2	重点难点	234
19.3	内容提要	234
19.4	例题分析	235
19.5	习题详解	235
第 20 章	存储器和可编程逻辑器件	238
20.1	基本要求	238
20.2	重点难点	238
20.3	内容提要	238
20.4	例题分析	239
20.5	习题详解	241
参考文献		248

第1章 电路的基本概念与基本定律

1.1 基本要求

- (1) 了解实际电路与电路模型的区别。
- (2) 理解电压与电流参考方向的意义。
- (3) 掌握功率的计算公式。
- (4) 理解电阻元件、理想电源及受控源的定义及伏安特性。
- (5) 掌握基尔霍夫定律的内容及应用方法。
- (6) 熟悉电位的概念及计算方法。
- (7) 掌握电阻串、并联等效化简及分压公式和分流公式。

1.2 重点难点

1. 重点

- (1) 电压与电流的参考方向。
- (2) 功率的计算。
- (3) 列写 KCL、KVL 方程。
- (4) 简单电路电位的计算。
- (5) 电阻串、并联等效化简及分压公式和分流公式。

2. 难点

- (1) 参考方向对功率计算公式的影响。
- (2) 基尔霍夫定律的灵活应用。

1.3 内容提要

1.3.1 实际电路和电路模型

1. 实际电路

实际电路是为了实现某种功能将电气设备或电器器件按一定方式连接起来所构成的电流的通路。

2. 理想电路与电路模型

理想电路是对实际电路的科学抽象,是由理想导线和理想的电路元件及其串并联组合构成的,只存在于概念上,又称为电路模型。电路理论所研究的对象是电路模型。

3. 电路图

将理想的电路元件用特定的图形符号表示可得到电路图。电路图是电路的载体,对电路进行分析计算时必须画出电路图。

1.3.2 电流、电压及其参考方向

1. 电流

电荷的定向移动形成电流。电流大小用电流强度表示,若电流大小和方向随时间改变,用小写符号“ $i(t)$ ”或“ i ”表示;若电流大小和方向不随时间改变,用大写符号“ I ”表示。把正电荷移动的方向规定为电流的实际方向。在电路计算中为了方便,任意选定某一方向作为电流的参考方向,若参考方向与实际方向相同,则 $i>0$;若参考方向与实际方向相反,则 $i<0$ 。

2. 电压

电压是衡量电场力对电荷做功能力的物理量。若电压的大小和方向随时间改变,用小写符号“ $u(t)$ ”或“ u ”表示;若电压大小和方向不随时间改变,用大写符号“ U ”表示。电场力把正电荷从电场中的高电位移到低电位的方向规定为电压的实际方向。在电路分析中为了计算方便,任意选定某一方向作为电压的参考方向。在电路图中可用“+”、“-”或双下标、箭头表示。若参考方向与实际方向相同,则 $u>0$;若参考方向与实际方向相反,则 $u<0$ 。

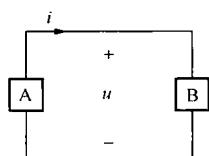


图 1-1 电流与电压为
关联参考方向的电路

3. 电流与电压的关联参考方向

如图 1-1 所示电路中,元件 A 的电压与电流为非关联参考方向,元件 B 的电压与电流为关联参考方向。

1.3.3 功率的计算公式

1. 实际方向下功率的物理意义

当电流从电压的高电位经过元件流向低电位时,元件消耗功率或吸收功率;当电流从电压的低电位经过元件流向高电位时,元件提供功率或发出功率。

2. 参考方向下功率的计算

参考方向下功率的计算及物理意义如表 1-1 所示。

表 1-1 参考方向下功率的计算及物理意义

物理意义	关联参考方向	非关联参考方向	备注
元件消耗的功率	$p_{in} = ui$	$p_{in} = -ui$	$p_{in} > 0$ 时,表示元件实际消耗功率; $p_{in} < 0$ 时,表示元件实际提供功率
元件提供的功率	$p_{out} = -ui$	$p_{out} = ui$	$p_{out} > 0$ 时,表示元件实际提供功率; $p_{out} < 0$ 时,表示元件实际消耗功率

1.3.4 电阻、独立电源及受控源元件的伏安关系及功率计算

电阻、独立电源及受控源元件伏安关系及功率计算如表 1-2 所示。

表 1-2 电阻、独立电源及受控源元件伏安关系及功率计算

元件	电路符号	伏安关系	功率计算	备注
电阻 元件			$p_{in} = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R}$	电阻元件是耗能 元件
			$p_{in} = -ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R}$	

续表

元件	电路符号	伏安关系	功率计算	备注
理想 电压源		 $u = u_s$ i 由 u_s 和外电路共同确定	 $p_{in} = ui = u_s i$	(1) $u_s = 0$ 时, 对外电路而言, 电压源相当于短路。 (2) $p_{out} > 0$, 为电源状态; $p_{out} < 0$, 为负载状态
			 $p_{out} = ui = u_s i$	
理想 电流源		 $i = i_s$ u 由 i_s 和外电路共同确定	 $p_{in} = ui = ui_s$	(1) $i_s = 0$ 时, 对外电路而言, 电流源相当于断路。 (2) $p_{out} > 0$, 为电源状态; $p_{out} < 0$ 为负载状态
			 $p_{out} = ui = ui_s$	
理想 受控源	 CCVS (r 是常数)	 $u_2 = r i_1$ i_1 、 i_2 由外电路确定	$p_{out} = u_2 i_2$ $p_{out} > 0$, 为电源状态; $p_{out} < 0$, 为负载状态	$i_1 = 0$ 时, 对外电路而言, 受控源相当于短路
	 VCVS (α 是常数)	 $u_2 = \alpha u_1$ u_1 、 i_2 由外电路确定	$p_{out} = u_2 i_2$	$u_1 = 0$ 时, 对外电路而言, 受控源相当于短路
	 VCCS (g 是常数)	 $i_2 = g u_1$ u_1 、 u_2 由外电路确定	$p_{out} = u_2 i_2$	$u_1 = 0$ 时, 对外电路而言, 受控源相当于断路
	 CCCS (β 是常数)	 $i_2 = \beta i_1$ i_1 、 u_2 由外电路确定	$p_{out} = u_2 i_2$	$i_1 = 0$ 时, 对外电路而言, 受控源相当于断路

1.3.5 基尔霍夫定律

1. 基尔霍夫电流定律 (KCL)

对于电路中的任一节点, 在任一瞬间, 流出节点的支路电流之和等于流入该节点的支路电流之和。数学表达式为

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

规定若流出节点的电流前面取“+”号, 则流入节点的电流前面取“-”号; 反之亦然。

基尔霍夫电流定律对汇集于某一节点的各支路电流给出了线性约束, 且只与电路结构有关, 与构成电路的元件性质无关。对于具有 n 个节点的电路, KCL 方程只有 $n-1$ 个是独立的。KCL 也可以推广应用于包围部分电路的闭合面。

2. 基尔霍夫电压定律 (KVL)

对于电路中的任一回路, 在任一瞬间, 沿回路绕行方向, 回路中各段电压的代数和恒等于零。数学表达式为

$$\sum u_k = 0 \quad (1-2)$$

规定当电压参考方向与绕行方向一致时, 该电压前面取“+”号; 当电压参考方向与绕行方向相反时, 该电压前面取“-”号。

KVL 对回路中各段电压作出了线性约束。对于平面电路, 独立的 KVL 方程数等于网孔数。KVL 可推广应用于任意假想回路。

1.3.6 电位及其计算

电位也是衡量电场力对电荷做功能力的物理量。电路中某一点的电位就等于该点与参考点之间的电压。电路计算中, 可任意选定某一节点作为参考点, 并在电路图中用符号“⊥”表示, 令参考点电位等于零。只要计算该点到参考点之间的电压即可。一般选参考点为电位的参考“-”极性, 计算点为电位的参考“+”极性。若计算结果大于零, 说明该点电位比参考点电位高, 若计算结果小于零, 则说明该点电位比参考点电位低。

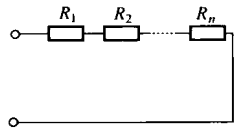
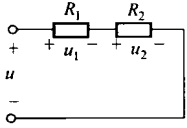
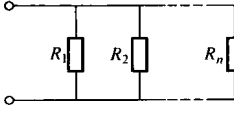
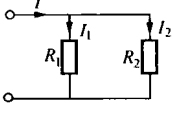
同一电路, 选取不同参考点, 同一点电位将不同, 但任两点之间的电压相同, 即电位是相对的, 电压是绝对的。

1.3.7 电阻的串、并联及其等效变换

1. 电阻的串、并联等效化简

电阻串、并联等效化简及分压(分流)公式如表 1-3 所示。

表 1-3 电阻串、并联等效化简及分压(分流)公式

连接方式	电路图	等效电阻	分压(分流)公式	备注
串联		$R_{eq} = \sum_{k=1}^n R_k$	 $\left. \begin{aligned} U_1 &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} U \\ U_2 &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} U \end{aligned} \right\}$	参考方向对分压公式中正负号有影响
并联		$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$	 $\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \\ I_2 &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} I \end{aligned} \right\}$	参考方向对分流公式中正负号有影响

2. 电阻的星形与三角形等效变换
电阻的星形与三角形连接及其等效变换如表 1-4 所示。

表 1-4 电阻的星形与三角形连接及其等效变换

连接方式	电路图	等效变换	备注
星形连接		将星形连接等效变换为三角形连接时： $\begin{cases} R_{ab} = R_a + R_b + \frac{R_a R_b}{R_c} \\ R_{bc} = R_b + R_c + \frac{R_b R_c}{R_a} \\ R_{ca} = R_c + R_a + \frac{R_c R_a}{R_b} \end{cases}$	$R_a = R_b = R_c = R_Y$ 时， $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = R_{\Delta} = 3R_Y$
三角形连接		将三角形连接等效变换为星形连接时： $\begin{cases} R_a = \frac{R_{ab} R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}} \\ R_b = \frac{R_{ab} R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}} \\ R_c = \frac{R_{bc} R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}} \end{cases}$	$R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = R_{\Delta}$ 时， $R_a = R_b = R_c = R_Y = \frac{1}{3}R_{\Delta}$

1.4 例 题 分 析

【例 1-1】 求图 1-2 (a) 所示电路中的电压 U 。

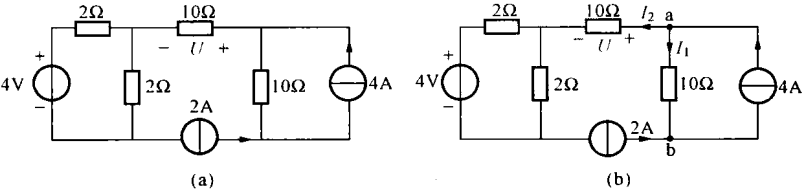


图 1-2 [例 1-1] 的图

解：选相关电流参考方向如图 1-2 (b) 所示。

方法 1：对节点 b、a 列 KCL 方程可得

$$I_1 = 4 - 2 = 2(\text{A})$$

$$I_2 = 4 - I_1 = 2(\text{A})$$

所以

$$U = 10I_2 = 20(\text{V})$$

方法 2：做广义闭合面包围 a、b 节点右侧并联电路，由推广的 KCL 可直接求得 $I_2 = 2\text{A}$ 。

由欧姆定律得

$$U = 10I_2 = 20(\text{V})$$

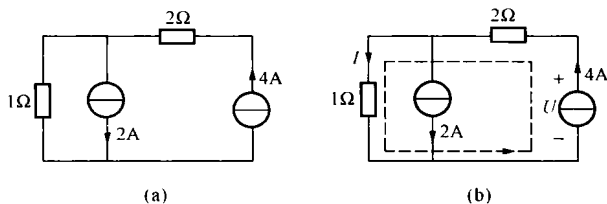


图 1-3 [例 1-2] 的图

4A 电流源提供的功率

$$P = UI = 10 \times 4 = 40(\text{W})$$

【例 1-3】 电路如图 1-4 (a) 所示, 求受控电压源提供的功率。

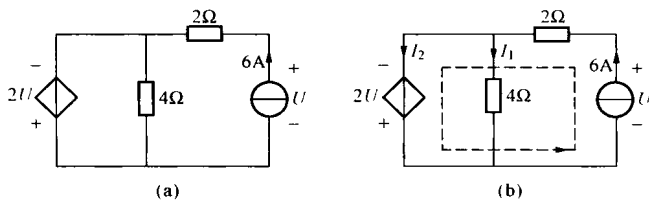


图 1-4 [例 1-3] 的图

解: 选相关电流参考方向如图 1-4 (b) 所示, 列 KVL 方程

$$-U + 2 \times 6 - 2U = 0$$

解得

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

由欧姆定律得

$$I_1 = -\frac{2U}{4} = -2(\text{A})$$

由 KCL 得

$$I_2 = 6 - I_1 = 8(\text{A})$$

所以受控源提供的功率

$$P = 2UI_2 = 2 \times 4 \times 8 = 64(\text{W})$$

【例 1-4】 如图 1-5 (a) 所示二端网络, 求 (1) ab 端断开时的端口电压 U ; (2) ab 端短接时的端口电流 I 。

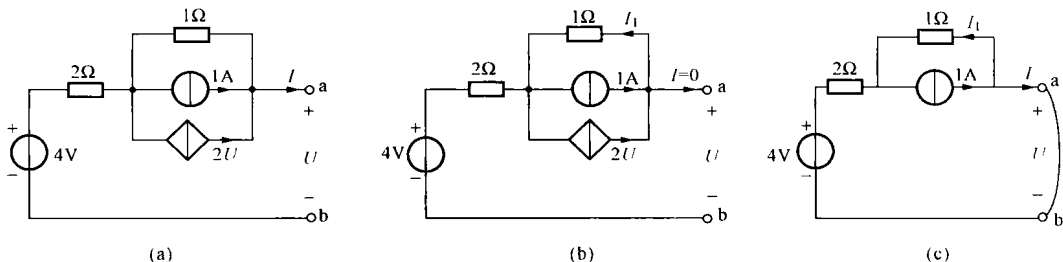


图 1-5 [例 1-4] 的电路图

解: (1) ab 端断开时, $I = 0$ 。

选相关电流参考方向如图 1-5 (b) 所示, 列 KCL、KVL 方程

$$I_1 - 1 - 2U = 0 \quad (1)$$

$$2I - 1 \times I_1 + U = 4 \quad (2)$$

联立方程 (1) (2) 解得

$$U = -5\text{V}$$

(2) ab 端短接时, $U = 0$, 受控电流源电流等于零, 相当于断路, 等效电路如图 1-5 (c) 所示。列 KCL、KVL 方程

$$I_1 + I = 1 \quad (3)$$

$$2I - 1 \times I_1 = 4 \quad (4)$$

联立方程 (3) (4) 解得

$$I = \frac{5}{3}\text{A}$$

【例 1-5】 如图 1-6 (a) 所示二端网络, 求电压 U 。

解: 本题可利用电阻串、并联化简电路的方法先求出电压源提供的电流, 再利用分流公式或分压公式及 KVL 求电压 U , 相关电流参考方向如图 1-6 (b) 所示。

方法 1: (1) 利用电阻串、并联等效化简电路的方法求电流 I 。

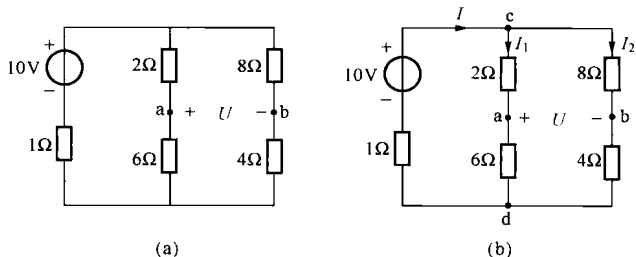


图 1-6 [例 1-5] 的图

$$I = \frac{10}{1 + \frac{(2+6) \times (8+4)}{(2+6) + (8+4)}} = 1.72(\text{A})$$

(2) 利用分流公式求电流 I_1 和 I_2 。

$$I_1 = \frac{8+4}{(2+6) + (8+4)} \times I = 1.032(\text{A})$$

$$I_2 = \frac{2+6}{(2+6) + (8+4)} \times I = 0.688(\text{A})$$

(3) 由 KVL 求电压 U 。

$$U = -2I_1 + 8I_2 = -2 \times 1.032 + 8 \times 0.688 = 3.44(\text{V})$$

方法 2: (1) 利用电阻串、并联等效化简电路的方法求电流 I 。

$$I = \frac{10}{1 + \frac{(2+6) \times (8+4)}{(2+6) + (8+4)}} = 1.72(\text{A})$$

(2) 利用分压公式求电压 U_{ca} 和 U_{cb} 。

$$U_{cd} = 10 - 1 \times 1.72 = 8.28(\text{V})$$

$$U_{ca} = \frac{2}{2+6} \times 8.28 = 2.07(\text{V})$$

$$U_{cb} = \frac{8}{8+4} \times 8.28 = 5.52(\text{V})$$

(3) 由 KVL 求电压 U 。

$$U = U_{ab} = -U_{ca} + U_{cb} = -2.07 + 5.52 = 3.45(\text{V})$$

1.5 习题详解

1-1 计算如图 1-7 所示各元件的功率，并判断元件实际是提供功率还是吸收功率。

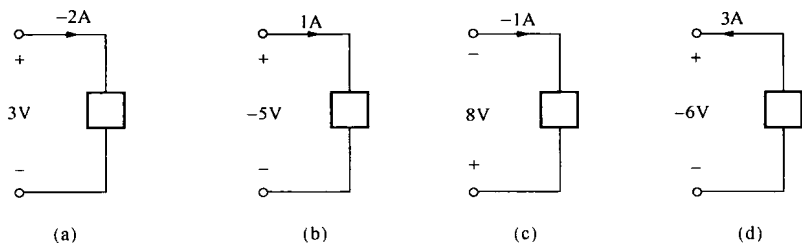


图 1-7 习题 1-1 的图

解：图 1-7 (a) 电压和电流取关联参考方向，其吸收的功率

$$P = UI = 3 \times (-2) = -6(\text{W}) \text{ (元件实际提供 6W 功率)}$$

图 1-7 (b) 电压和电流取关联参考方向，其吸收的功率

$$P = UI = (-5) \times 1 = -5(\text{W}) \text{ (元件实际提供 5W 功率)}$$

图 1-7 (c) 电压和电流取非关联参考方向，其提供的功率

$$P = UI = 8 \times (-1) = -8(\text{W}) \text{ (元件实际吸收 8W 功率)}$$

图 1-7 (d) 电压和电流取非关联参考方向，其提供的功率

$$P = UI = (-6) \times 3 = -18(\text{W}) \text{ (元件实际吸收 18W 功率)}$$

1-2 已知如图 1-8 所示各元件的功率和电压或电流，求未知的电压和电流并说明参考方向与实际方向的关系。

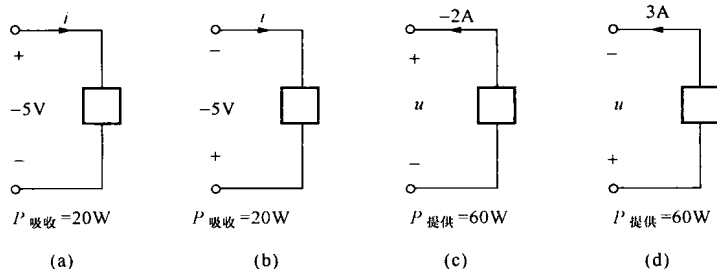


图 1-8 习题 1-2 的图

解：图 1-8 (a) 电压和电流是关联参考方向，其吸收的功率

$$P_{\text{吸收}} = ui = 20\text{W}, i = \frac{P}{u} = \frac{20}{-5} = -4(\text{A})$$

电流 i 参考方向与实际方向相反。

图 1-8 (b) 电压和电流是非关联参考方向，其吸收的功率

$$P_{\text{吸收}} = -ui = 20\text{W}, i = -\frac{P}{u} = -\frac{20}{-5} = 4(\text{A})$$

电流 i 参考方向与实际方向相同。

图 1-8 (c) 电压和电流是非关联参考方向, 其提供的功率

$$P_{\text{提供}} = ui = 60\text{W}, u = \frac{P}{i} = \frac{60}{-2} = -30(\text{V})$$

电压 u 参考方向与实际方向相反。

图 1-8 (d) 电压和电流是关联参考方向, 其提供的功率

$$P_{\text{提供}} = -ui = 60\text{W}, u = -\frac{P}{i} = -\frac{60}{3} = -20(\text{V})$$

电压 u 参考方向与实际方向相反。

1-3 写出图 1-9 所示各电阻元件的伏安关系表达式。

解: 图 1-9 (a) 电压电流是关联参考方向, 所以

$$u = 1000i$$

图 1-9 (b) 电压电流是非关联参考方向, 所以

$$u = -10i$$

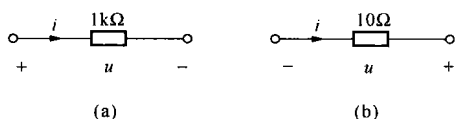


图 1-9 习题 1-3 的图

1-4 如图 1-10 所示各电阻元件, 求未知的电压、电流或电阻值 R 及各电阻消耗的功率 P 。

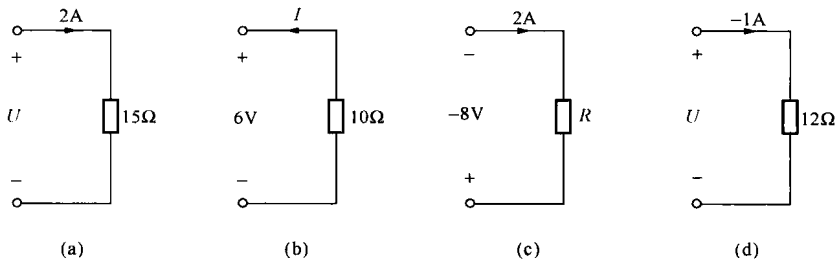


图 1-10 习题 1-4 的图

解: 图 1-10 (a) $U = RI = 15 \times 2 = 30(\text{V})$, $P = UI = 30 \times 2 = 60(\text{W})$

图 1-10 (b) $I = -\frac{U}{R} = -\frac{6}{10} = -0.6(\text{A})$, $P = -UI = -6 \times (-0.6) = 3.6(\text{W})$

图 1-10 (c) $R = -\frac{U}{I} = -\frac{-8}{2} = 4(\Omega)$, $P = -UI = -(-8) \times 2 = 16(\text{W})$

图 1-10 (d) $U = RI = 12 \times (-1) = -12(\text{V})$, $P = UI = (-12) \times (-1) = 12(\text{W})$

可见, 不论电阻元件的电压、电流参考方向如何变化, 其消耗的功率恒大于零。

1-5 如图 1-11 所示为一个理想电压源和一个实际电压源分别带相同负载的电路, 分别求电压源的输出电流 I 、端电压 U 及其提供的功率 P 。

解: 图 1-11 (a) 由 KCL 可知

$$U = 230\text{V}, I = \frac{U}{100} = \frac{230}{100} = 2.3(\text{A})$$

所以电压源提供的功率

$$P = UI = 230 \times 2.3 = 529(\text{W})$$

图 1-12 (b) 由 KVL 可知