

普通高等教育“十二五”规划教材



DIANLU ( SHANGCE ) XUEXI ZHIDAOSHU

# 电路(上册)学习指导书

朱玉冉 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



DIANLU ( SHANGCE ) XUEXI ZHIDAOSHU

# 电路(上册)学习指导书

主 编 朱玉冉

副主编 孟 尚 段辉娟

编 写 周芬萍 王培峰

主 审 赵玲玲



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书为《电路(上册)》的配套辅导教材,是为了帮助学生更好地学习电路理论知识和分析方法而编写的。全书按照知识点的相关性将每章分为几个课题,每个课题均包括“内容提要”“典型例题”和“自测题”三部分,总结课堂学习要点,并以典型例题抛砖引玉,以自测题举一反三。例题和自测题部分选自近年不同高等院校的“电路”课程硕士研究生入学考试试题。在每章章末配有精选习题,并在书末安排了附录,包括三份模拟试题、答案以及部分自测题答案,供学生自我检测。

本书是编者多年“电路”课程教学实践的总结,内容简明扼要,针对性强,注意开拓解题思路。可供学习“电路”课程的本、专科学生自学、复习时使用,也可供报考电气工程、自动化、电子信息等类专业硕士研究生的人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电路.上册,学习指导书/朱玉冉主编.—北京:中国电力出版社,2015.6

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-6781-4

I. ①电… II. ①朱… III. ①电路—高等学校—教学参考资料  
IV. ①TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第097816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.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2015年6月第一版 2015年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 10.5印张 248千字

定价 20.00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

## 电类基础课教材编写小组

组 长 王培峰

成 员 马献果 王计花 王冀超 吕文哲

曲国明 朱玉冉 任文霞 刘红伟

刘 磊 安兵菊 许 海 孙玉杰

李翠英 宋利军 张凤凌 张会莉

张成怀 张 敏 岳永哲 孟 尚

周芬萍 赵玲玲 段辉娟 高观望

高 妙 焦 阳 蔡明伟

(以姓氏笔画为序)

# 序

电工、电子技术为计算机、电子、通信、电气、自动化、测控等众多应用技术的理论基础,同时涉及机械、材料、化工、环境工程、生物工程等众多相关学科。对于这样一个庞大的体系,不可能在学校将所有的知识都教给学生。以应用技术型本科学生为主体的大学教育,必须对学科体系进行必要的梳理。本系列教材就是试图搭建一个电类基础知识体系平台。

2013年1月,教育部为加快发展现代职业教育,建设现代职业教育体系,部署了应用技术大学改革试点战略研究项目,成立了“应用技术大学(学院)联盟”,其目的是探索“产学研一体、教学做合一”的应用型人才培养模式,促进地方本科高校转型发展。河北科技大学作为河北省首批加入“应用技术大学(学院)联盟”的高校,对电类专业基础课进行了试点改革,并根据教育部高等学校教学指导委员会制定的“专业规划和基本要求、学科发展和人才培养目标”,编写了本套教材。本套教材特色如下:

(1)教材的编写以教育部高等学校教学指导委员会制定的“专业规划和基本要求”为依据,以培养服务于地方经济的应用型人才为目标,系统整合教学改革成果,使教材体系趋于完善,教材结构完整,内容准确,理论阐述严谨。

(2)教材的知识体系和内容结构具有较强的逻辑性,利于培养学生的科学思维能力;根据教学内容、学时、教学大纲的要求,优化知识结构,既加强理论基础,也强化实践内容;理论阐述、实验内容和习题的选取都紧密联系实际,培养学生分析问题和解决问题的能力。

(3)课程体系整体设计,各课程知识点合理划分,前后衔接,避免各课程内容之间交叉重复,使学生能够在规定的课时数内,掌握必要的知识和技术。

(4)以主教材为核心,配套学习指导、实验指导书、多媒体课件,提供全面的教学解决方案,实现多角度、多层面的人才培养模式。

本套教材由王培峰任编写小组组长。主要包括《电路》(上、下册,王培峰主编)《模拟电子技术基础》(张凤凌主编)《数字电子技术基础》(高观望主编)《电路与电子技术基础》(马献果等编)《电路学习指导书》(上册,朱玉冉主编;下册,孟尚主编)《模拟电子技术学习指导书》(张会莉主编)《数字电子技术课程学习辅导书》(任文霞主编)《电路与电子技术学习指导书》(马献果等编)《电路实验教程》(李翠英主编)《电子技术实验与课程设计》(安兵菊主编)《电工与电子技术实验教程》(刘红伟等编)等。

提高教学质量,深化教学改革,始终是高等学校的工作重点,需要所有关心高等教育事业人士的热心支持。为此谨向所有参与本系列教材建设的同仁致以衷心的感谢!

本套教材可能会存在一些不当之处,欢迎广大读者提出批评和建议,以促进教材的进一步完善。

电类基础课教材编写小组

2014年10月

# 前 言

本书是为了满足高等学校“电路”课程学习需要而编写的辅导教材,内容符合教育部制定的“电路”课程教学大纲。

在编写过程中,编者打破了原来辅导教材以每章内容为基础的编写方法,按照上课时每节课所涉及的知识,将每章内容分为几个课题。每个课题又包括三部分:

- (1) 内容提要:讲述每个课题的重点内容;
- (2) 典型例题:详细分析并求解典型例题;
- (3) 自测题:便于学生自我检测。

同时,对每一章的例题和习题进行精选,尽可能选择相关的近年部分硕士研究生入学考试初试试题和在编者教学过程中学生难以理解或者经常出错的题目。这样,在保证学生学好课内知识的同时,扩展了视野,为以后继续深造打下基础。附录部分给出了部分自测题答案和三套样题,供复习参考。

本书可作为高等学校电类专业本科(或专科)学生电路课程的自学指导和教师的习题辅导材料,也可作为硕士研究生入学考试的复习参考书,还可作为其他相关专业技术人员学习参考用书。

本书由朱玉冉主编并负责统稿,朱玉冉编写第一、六章,王培峰编写第三章,孟尚编写第四章,段辉娟编写第二章,周芬萍编写第五章。

本书承蒙赵玲玲老师精心审阅,提出了宝贵意见,谨致以衷心的感谢。编写本书时,查阅和参考了众多文献资料,获得教益和启发,也得到许多老师的帮助,在此一并表示感谢。

鉴于编者水平有限,书中难免有错误或不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2015年4月

## 目 录

序	
前言	
第一章 电路模型和电路基本定律	1
课题一 电路的基本概念	1
课题二 电路定律	5
第二章 电阻电路的等效变换	21
课题一 等效变换的概念	21
课题二 单一类型元件组合的等效	23
课题三 不同类型元件组合的等效	28
课题四 输入电阻	34
第三章 电阻电路的一般分析	38
课题一 电路的图、基尔霍夫定律的独立方程数、支路电流法	38
课题二 回路电流法(网孔电流法)	42
课题三 节点电压法	46
第四章 电路定理	53
课题一 叠加定理	53
课题二 戴维南定理和诺顿定理	57
课题三 最大功率传输定理	63
课题四 特勒根定理和互易定理	66
第五章 相量法	72
课题一 复数及正弦量的基本概念	72
课题二 相量法基础	76
课题三 电路定律的相量形式	79
第六章 正弦稳态电路的分析	94
课题一 阻抗和导纳	94
课题二 正弦稳态电路的分析	103
课题三 正弦稳态电路的功率	111
课题四 正弦稳态电路的谐振	122
附录	139
附录 A 样卷一	139
附录 B 样卷二	141
附录 C 样卷三	144
附录 D 样卷一答案	147
附录 E 样卷二答案	147

附录 F 样卷三答案 .....	147
附录 G 部分自测题答案 .....	148
参考文献 .....	156



## 第一章 电路模型和电路基本定律

**重点:** 电压与电流参考方向的理解与设定, 电阻、电容、电感、独立源、受控源等电路元件的约束方程(VCR), 基尔霍夫电流定律、电压定律的具体运用, 电功率的计算及性质判断等。

**难点:** 功率吸收与发出的判断, 元件的伏安特性关系式与电压、电流参考方向之间的关系, 受控源在电路中的处理方法, 电压源与电流源的外特性。

**要求:** 熟练掌握电路的基本变量, 电压、电流的参考方向, 电路元件及其伏安特性方程, 电压源、电流源及受控源, 电功率、电能量, 基尔霍夫电流定律(KCL)、基尔霍夫电压定律(KVL)等基本概念与定律。

### 课题一 电路的基本概念



#### 内容提要

##### 1 电路模型

简单地讲, 电路是电流通过的路径。实际电路通常由各种电路实体部件(如电源、电阻器、电感线圈、电容器、变压器、仪表、二极管、晶体管等)组成。每一种电路实体部件具有各自不同的电磁特性和功能, 按照人们的需要, 把相关电路实体部件按一定方式进行组合, 就构成了一个个电路。

实际电路的电磁过程是相当复杂的, 难以对其进行有效的分析计算。在电路理论中, 为了方便实际电路的分析和计算, 在工程实际允许的条件下, 对实际电路进行模型化处理, 即忽略次要因素, 抓住足以反映其功能的主要电磁特性, 抽象出实际电路元器件的“电路模型”。通常电路分析都是针对电路模型进行的。

##### 2 电路分析中的基本变量及参考方向

电压  $u$  和电流  $i$  是电路分析的基本变量。功率和能量在电路分析中也是十分重要的物理量。在直流电路中, 电压、电流、功率分别用大写字母  $U$ 、 $I$ 、 $P$  表示。

在分析复杂电路时, 一般难于判断出电流(电压)的实际方向, 而列方程、进行定量计算时需要电流(电压)设定一个约定的方向; 对于交流电路, 电流(电压)的方向随时间改变, 无法用一个固定的方向表示, 因此引入电流(电压)的“参考方向”。

参考方向是人为假设的电流(电压)方向。按参考方向计算, 计算结果若为正值, 表示实际方向与参考方向相同; 若为负值, 表示实际方向与参考方向相反。

如果电流的参考方向和电压的参考方向相同, 称为关联参考方向; 当两者不一致时, 称为非关联参考方向(注: 若判断电压、电流参考方向关联或非关联, 一定要指明针对哪一个

元件或哪部分电路而言)。

### 3 电功率和能量

一个元件、一部分电路或一个端口网络的电功率都可以表示为  $p=ui$ 。

当  $u$ 、 $i$  取关联参考方向时,  $p=ui$  表示该元件吸收的功率; 当  $u$ 、 $i$  取非关联参考方向时,  $p=ui$  表示该元件发出的功率。

电能量定义式为

$$W = \int_{-\infty}^t p(\xi) d\xi = \int_{-\infty}^t u(\xi) i(\xi) d\xi$$



#### 典型例题

【例 1-1】 说明图 1-1 (a)、(b) 中,

(1)  $u$ 、 $i$  的参考方向是否关联?

(2)  $u$ 、 $i$  的乘积表示什么功率?

(3) 如果在图 1-1 (a) 中  $u>0$ ,  $i<0$ ; 图 1-1 (b) 中  $u<0$ ,  $i>0$ , 元件实际发出还是吸收功率?

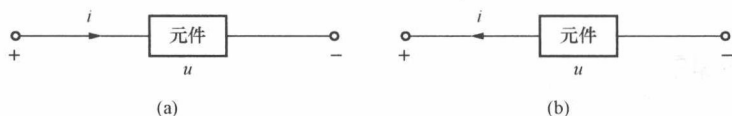


图 1-1 [例 1-1] 图

解 (1) 图 1-1 (a) 中  $u$ 、 $i$  的参考方向是关联的, 图 1-1 (b) 中  $u$ 、 $i$  的参考方向为非关联。

(2) 图 1-1 (a) 中的  $u$ 、 $i$  乘积表示元件吸收的功率, 图 1-1 (b) 中的  $u$ 、 $i$  乘积表示元件发出的功率。

(3) 图 1-1 (a) 中,  $u>0$ ,  $i<0$ , 则  $p=ui<0$ , 表示元件吸收负功率, 实际发出功率; 图 1-1 (b) 中,  $u<0$ ,  $i>0$ , 则  $p=ui<0$ , 表示元件发出负功率, 实际吸收功率。

【解题指导与点评】 本题的考点是电压、电流参考方向的关联与否及吸收与发出功率的判断。电流的参考方向与元件两端电压降落的方向一致, 称电压和电流的参考方向关联, 否则称为非关联。当元件的  $u$ 、 $i$  取关联参考方向时,  $p=ui$  表示元件吸收的功率; 当元件的  $u$ 、 $i$  取非关联参考方向时,  $p=ui$  表示元件发出的功率。但实际功率是吸收还是发出, 还得看  $ui$  结果的正负。

【例 1-2】 在图 1-2 所示各元件中, 已知元件 A 吸收 66W 功率, 元件 B 发出 25W 功率, 元件 C 吸收 -68W 功率, 求  $i_A$ 、 $u_B$  和  $i_C$ 。

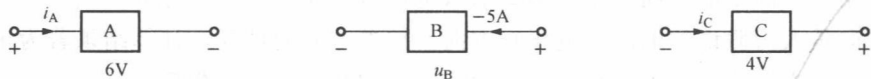


图 1-2 [例 1-2] 图

解 根据题意, 对元件 A, 电压 (6V) 和电流  $i_A$  取的是关联参考方向, 因此元件 A 吸收的功率为

$$P_A = 6i_A = 66 \text{ W}$$

因此

$$i_A = \frac{66}{6} = 11 \text{ A}$$

对元件 B, 电流 (-5A) 和电压  $u_B$  取的是关联参考方向, 因此元件 B 发出的功率为

$$P_B = -(-5)u_B = 25 \text{ W}$$

所以

$$u_B = \frac{25}{5} = 5 \text{ V}$$

对元件 C, 电压 (4V) 和电流  $i_C$  取的是非关联参考方向, 因此元件 C 吸收的功率为

$$P_C = -4i_C = -68 \text{ W}$$

所以

$$i_C = \frac{-68}{-4} = 17 \text{ A}$$

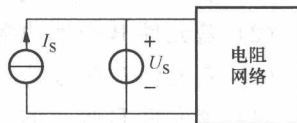
【解题指导与点评】 本题的考点是在已知电压、电流参考方向及有关吸收与发出功率的条件下, 求解元件的电压或电流。当元件的电压  $u$  和电流  $i$  取关联参考方向时,  $ui$  表示元件吸收的功率,  $-ui$  表示元件发出的功率; 当元件的  $u$ 、 $i$  取非关联参考方向时,  $ui$  表示元件发出的功率,  $-ui$  表示元件吸收的功率。

## 自测题

### 一、选择题

1. 在题图 1-1 所示的电路中, 若电压源  $U_S = 10 \text{ V}$ , 电流源  $I_S = 1 \text{ A}$ , 则 ( )。

- A. 电压源与电流源都发出功率
- B. 电压源与电流源都吸收功率
- C. 电压源发出功率, 电流源不一定
- D. 电流源发出功率, 电压源不一定



题图 1-1

2. 关于理想电路元件, 描述正确的是 ( )。

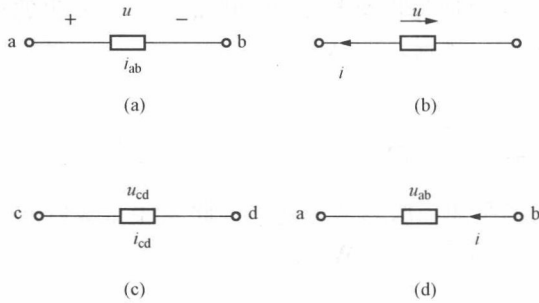
- A. 理想电路元件是一种实际存在的元件
- B. 理想电路元件可以具有多种电磁性质
- C. 只有理想电路元件不能构成电路模型
- D.  $u = Ri$  ( $R$  为常数) 表示一个理想电路元件

### 二、填空题

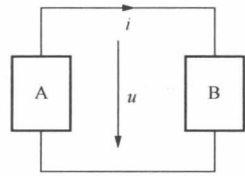
1. 任何一个完整的电路都必须由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三个基本部分组成。
2. 在电路分析计算中, 必须先指定电流与电压的\_\_\_\_\_, 电压的参考方向与电流的参考方向可以独立地\_\_\_\_\_。
3. 若电流的计算值为负, 则说明其实际方向与参考方向\_\_\_\_\_。

4. 题图 1-2 所示各段电路中, 题图 1-2 (a) 中电流、电压的参考方向是\_\_\_\_\_参考方向 (填关联或非关联, 下同); 题图 1-2 (b) 中的电流、电压的参考方向是\_\_\_\_\_参考方向; 题图 1-2 (c) 中电流、电压的参考方向是\_\_\_\_\_参考方向; 题图 1-2 (d) 中电流、电压的参考方向是\_\_\_\_\_参考方向。

5. 题图 1-3 所示电路中,  $u$  和  $i$  对元件 A 而言是\_\_\_\_\_参考方向; 对元件 B 而言是\_\_\_\_\_参考方向。(填“关联”或“非关联”)



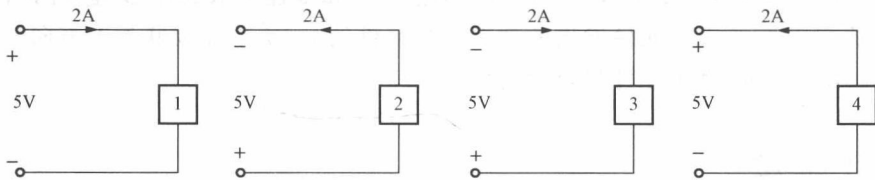
题图 1-2



题图 1-3

### 三、计算题

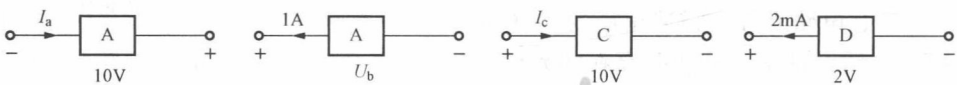
1. 根据题图 1-4 所示参考方向, 判断各元件是吸收还是发出功率, 其功率各为多少?



题图 1-4

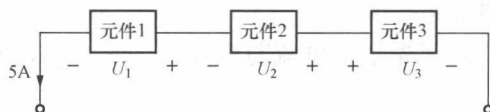
2. 各元件的条件如题图 1-5 所示。

- (1) 若元件 A 吸收功率为  $10\text{W}$ , 求  $I_a$ 。
- (2) 若元件 B 产生功率为  $(-10\text{W})$ , 求  $U_b$ 。
- (3) 若元件 C 吸收功率为  $(-10\text{W})$ , 求  $I_c$ 。
- (4) 求元件 D 吸收的功率。



题图 1-5

3. 题图 1-6 所示电路中, 已知各元件发出的功率分别为  $P_1 = -250\text{W}$ 、 $P_2 = 125\text{W}$ 、 $P_3 = -100\text{W}$ , 求各元件上的电压  $U_1$ 、 $U_2$  及  $U_3$ 。



题图 1-6

## 课题二 电路定律



## 内容提要

## 1 电路元件的 VCR 方程

电路中每个元件两端的电压与其电流必须满足的关系称为元件的约束关系或电压、电流关系,简称 VCR (Voltage and Current Relation) 方程。VCR 方程是元件约束,又称局部约束。本章主要介绍表 1-1 中的几种元件。

表 1-1 各元件的电压、电流关系 (VCR)

元件名称	电路符号	伏安特性
电阻元件		$u = Ri$
电容元件		$i = C \frac{du}{dt}$
电感元件		$u = L \frac{di}{dt}$
电压源		$u = u_S$ 与 $i$ 无关
电流源		$i = i_S$ 与 $u$ 无关
受控源		控制端可以是电压源 $u_i$ 或电流 $i_i$ , 同样受控端也可以是电压 $u_S$ 或电流 $i_S$

注 表中受控源中电压控制电压源 (VCVS):  $u_S = \mu u_i$ ; 电压控制电流源 (VCCS):  $i_S = g u_i$ ; 电流控制电压源 (CCVS):  $u_S = r i_i$ ; 电流控制电流源 (CCCS):  $i_S = \beta i_i$ 。

## 2 基尔霍夫定律

电路中各支路电流、支路电压在连接关系上满足的约束关系,也称为整体约束或拓扑约束,可由基尔霍夫定律体现。

(1) 基尔霍夫电流定律 (KCL)。在集总参数电路中,任意时刻,流出(或流入)任意节点电流的代数和恒等于零。电流数值前面的“+”“−”是根据电流是流出节点还是流入节点判断的。若规定流出节点的电流前面取“+”,流入节点的电流前面取“−”,则基尔霍夫电流定律用数学表达式表示为

$$\sum i = 0$$

(2) 基尔霍夫电压定律 (KVL)。在集总参数电路中,任何时刻,沿任一回路,所有支路电压的代数和恒等于零。指定回路的绕行方向,支路电压的参考方向与回路的绕行方向一致者,该电压前面取“+”号;支路电压的参考方向与回路的绕行方向相反者,该电压前面取“-”号。用数学表达式表示为

$$\sum u = 0$$

### 3 电路分析计算的步骤

- (1) 对电路中的电压、电流进行初步的定性分析。
- (2) 选定电压、电流的参考方向。
- (3) 根据元件的特性列出 VCR 方程,根据电路结构列出必要的 KCL、KVL 方程。
- (4) 进行具体的分析计算。



### 典型例题

**【例 1-3】** 在指定的电压  $u$  和电流  $i$  参考方向下,写出图 1-3 所示各元件  $u$  和  $i$  的约束方程。

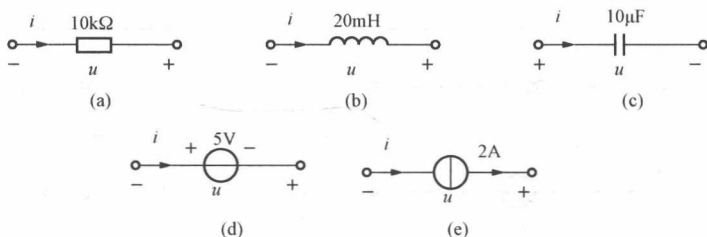


图 1-3 [例 1-3] 图

**解** 图 1-3 (a) 中电阻元件  $u$  和  $i$  的约束方程为

$$u = -Ri = -10 \times 10^3 i$$

图 1-3 (b) 中电感元件  $u$  和  $i$  的约束方程为

$$u = -20 \times 10^{-3} \frac{di}{dt}$$

图 1-3 (c) 中电容元件  $u$  和  $i$  的约束方程为

$$i = 10 \times 10^{-6} \frac{du}{dt} = 10^{-5} \frac{du}{dt}$$

图 1-3 (d) 中理想电压源的约束方程为

$$u = -5V$$

图 1-3 (e) 中理想电流源的约束方程为

$$i = 2A$$

**【解题指导与点评】** 元件的约束方程与电压、电流的参考方向有关。对于电阻、电感及电容等元件,一般电压、电流的参考方向选为关联。在关联情况下,其 VCR 方程中的系

数为正；反之，若电压、电流的参考方向非关联，其 VCR 方程中的系数前须加负号。当电压源的端口电压  $u$  的参考方向与  $u_s$  的一致时， $u = u_s$ ；反之  $u = -u_s$ 。当电流源的端子电流  $i$  的参考方向与  $i_s$  的一致时， $i = i_s$ ；反之  $i = -i_s$ 。

**【例 1-4】** 试求图 1-4 所示电路中每个元件的功率。

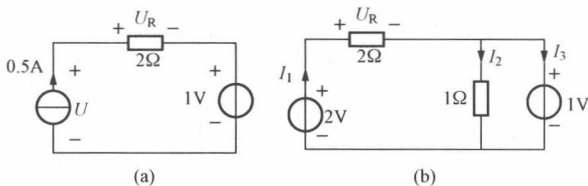


图 1-4 [例 1-4] 图

**解** 图 1-4 (a) 中，由于流经电阻和电压源的电流为 0.5A，所以电阻消耗功率

$$P_R = RI^2 = 2 \times 0.5^2 = 0.5 \text{ W}$$

电压源吸收功率

$$P_{US} = U_S I = 1 \times 0.5 = 0.5 \text{ W}$$

由于电阻电压

$$U_R = RI = 2 \times 0.5 = 1 \text{ V}$$

得电流源端电压

$$U = U_R + U_S = 1 + 1 = 2 \text{ V}$$

电流源发出功率

$$P_{IS} = UI_S = 0.5 \times 2 = 1 \text{ W}$$

图 1-4 (b) 中，2Ω 电阻的电压

$$U_R = 2 - 1 = 1 \text{ V}$$

所以有

$$I_1 = \frac{U_R}{2} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ A}, \quad I_2 = \frac{1}{1} = 1 \text{ A}$$

由 KCL 得

$$I_3 = I_1 - I_2 = 0.5 - 1 = -0.5 \text{ A}$$

故 2V 电压源、1V 电压源发出功率

$$P_{2V} = 2 \times I_1 = 2 \times 0.5 = 1 \text{ W}$$

$$P_{1V} = 1 \times (-I_3) = 1 \times 0.5 = 0.5 \text{ W}$$

2Ω 电阻、1Ω 电阻消耗功率

$$P_{2\Omega} = 2 \times I_1^2 = 2 \times 0.5^2 = 0.5 \text{ W}$$

$$P_{1\Omega} = 1 \times I_2^2 = 1 \times 1^2 = 1 \text{ W}$$

**【解题指导与点评】** 题中已知各电源的大小和方向，要求电源的功率，关键是要要求在设定的参考方向下各电压源的电流和各电流源的电压，再根据指定的电压和电流的参考方向及所得电压与电流乘积的正负判断该元件吸收还是发出功率。

**【例 1-5】** 试求图 1-5 中各电路的电压  $U$ ，并讨论其功率平衡。

**解** 应用 KCL 先计算电阻电流  $I_R$ ，再根据欧姆定律计算电阻电压，从而得出端电压

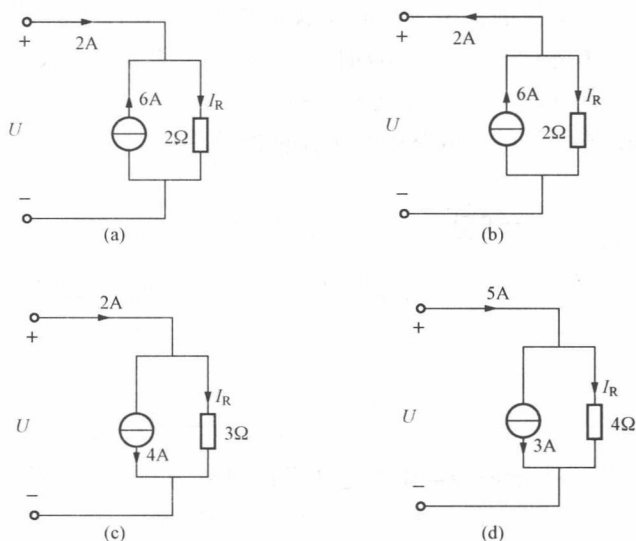


图 1-5 [例 1-5] 图

$U$ , 最后计算功率。

图 1-5 (a) 中

$$I_R = 2 + 6 = 8\text{A}$$

$$U = U_R = 2 \times I_R = 2 \times 8 = 16\text{V}$$

所以输入电路的功率为

$$P = U \times 2 = 16 \times 2 = 32\text{W}$$

电流源发出功率

$$P_1 = U \times 6 = 16 \times 6 = 96\text{W}$$

电阻消耗功率

$$P_R = 2 \times I_R^2 = 2 \times 8^2 = 128\text{W}$$

显然  $P + P_1 = P_R$ , 即输入电路的功率和电源发出的功率都被电阻消耗了。

图 1-5 (b) 中

$$I_R = 6 - 2 = 4\text{A}$$

$$U = U_R = 2 \times I_R = 2 \times 4 = 8\text{V}$$

所以输入电路的功率为

$$P = -U \times 2 = -8 \times 2 = -16\text{W}$$

电流源发出功率

$$P_1 = U \times 6 = 8 \times 6 = 48\text{W}$$

电阻消耗功率

$$P_R = 2 \times I_R^2 = 2 \times 4^2 = 32\text{W}$$

显然, 仍满足

$$P + P_1 = P_R$$

实际上电源发出的功率被电阻消耗了 32W, 还有 16W 输送给了外电路。

图 1-5 (c) 中

$$I_R = 2 - 4 = -2\text{A}$$

$$U = U_R = 3 \times I_R = 3 \times (-2) = -6\text{V}$$

所以输入电路的功率为



电流源发出功率

$$P = U \times 2 = -6 \times 2 = -12 \text{ W}$$

电阻消耗功率

$$P_1 = -4 \times U = -4 \times (-6) = 24 \text{ W}$$

即满足

$$P_R = 3 \times I_R^2 = 3 \times (-2)^2 = 12 \text{ W}$$

图 1-5 (d) 中

$$P + P_1 = P_R$$

$$I_R = 5 - 3 = 2 \text{ A}$$

$$U = 4 \times I_R = 4 \times 2 = 8 \text{ V}$$

各部分功率分别为

$$P = U \times 5 = 8 \times 5 = 40 \text{ W}$$

$$P_1 = U \times (-3) = 8 \times (-3) = -24 \text{ W}$$

$$P_R = 4 \times I_R^2 = 4 \times 2^2 = 16 \text{ W}$$

仍满足

$$P + P_1 = P_R$$

**【解题指导与点评】** 计算各元件的功率，必须先设定元件的电压、电流的参考方向，然后根据所设定的参考方向，利用基尔霍夫定律，列方程求解。校核求解结果是否正确，可以利用功率平衡来检验，若  $\sum P_{\text{发出}} = \sum P_{\text{吸收}}$ ，说明计算结果正确；反之，若  $\sum P_{\text{发出}} \neq \sum P_{\text{吸收}}$ ，说明计算结果有问题。

**【例 1-6】** 图 1-6 (a) 电容中电流  $i$  的波形如图 1-6 (b) 所示，现已知  $u_C(0) = 0$ ，试求  $t = 1\text{s}$ ， $t = 2\text{s}$  和  $t = 4\text{s}$  时的电容电压。

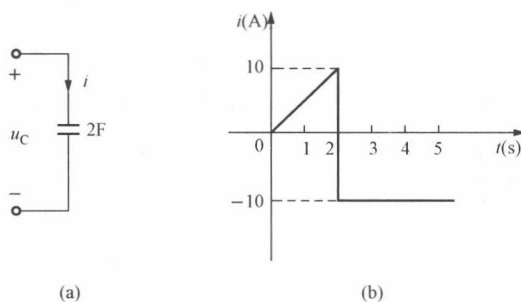


图 1-6 [例 1-6] 图

**解** 已知电容的电流  $i(t)$  求电压  $u_C(t)$  时，有

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

式中， $u_C(t_0)$  为电容电压的初始值。

电容电流  $i(t)$  的函数表示式为

$$i(t) = \begin{cases} 0 & (t \leq 0) \\ 5t & (0 < t \leq 2\text{s}) \\ -10 & (t > 2\text{s}) \end{cases}$$