



DIAN LU

QUANCHENG XUEXI ZHIDAO YU XITI JINGJIE

# 电路

适合高教五版

## 全程学习指导与习题精解

主 编◎石会 林颖 黄颖 吴元亮

基础知识归纳

课后习题解析

重点难点提示

考试真题检测

南京出版社



DIAN LU

QUANCHENG XUEXI ZHIDAO YU XITI JINGJIE

# 电路

适合高教五版

## 全程学习指导与习题精解

主 编◎石会林 颖 黄颖 吴元亮

基础知识归纳

课后习题解析

重点难点提示

考试真题检测



南京出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

电路全程学习指导与习题精解/石会主编. —南京:  
南京出版社, 2012. 9  
(炫风丛书)  
ISBN 978-7-5533-0065-8  
I. ①电… II. ①石… III. ①电路理论—高等学校—  
教学参考资料 IV. ①TM13  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 209432 号

## 编 委 (以汉语拼音首字母顺序排列)

蔡春光 陈 平 陈兴春 丁 伟 韩伟伟  
何 敏 胡 俊 廖启新 林启露 卢 月  
罗 珊 马丽梅 缪 蓉 石 会 孙 峥  
吴元亮 肖红军 周晶玲 周 林 朱 明

书 名: 电路全程学习指导与习题精解

作 者: 石 会 林 颖 黄 颖 吴元亮

出版发行: 南京出版社

社址: 南京市成贤街 43 号 3 号楼

邮编: 210018

网址: <http://www.njcs.com>

电子信箱: njcs1988@163.com

联系电话: 025-83283871、83283864(营销) 025-83283883(编务)

出 版 人: 朱同芳

责任编辑: 张 龙

装帧设计: 周 勇

责任印制: 陈南柯

特约编辑: 李 香

排 版: 南京新洲印刷有限公司

印 刷: 南京新洲印刷有限公司

开 本: 718×1005 毫米 1/16

印 张: 19.5

字 数: 670 千字

版 次: 2012 年 9 月第 1 版

印 次: 2012 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5533-0065-8

定 价: 29.00 元

营销分类: 教育

## 序

随着我国经济体制和教育体制改革的不断深入,高等教育进入了持续快速发展的轨道。从1999年我国实施高校扩招计划至今,高等教育已基本实现了由精英化向大众化的转变。根据教育部的统计,2012年我国普通高校毕业生人数达到680万人,比上年增加20万,而10年前的2002年我国高校毕业生人数仅为135万人。目前高校的在读学生数已高达1300多万人。然而,伴随而来的是每年有相当数量的大学生退学的情况。国内的一项研究表明,退学大学生中32.2%是因为学业成绩达不到学校规定的要求。出现这样的现象,原因是多方面的:一是大学专业课程多,每个学生每学期都要面对10门左右内容各不相同的课程;二是每节课的信息量大,知识点多,学习要求高;三是高中和大学老师的教学方法差别很大,学生按以前的惯例学习,普遍感到比较吃力。再加上大学教材的内容翔实而繁复,缺少对知识点的简明讲解和系统梳理,更缺乏对考点的梯度训练和全真考查。

另外,现代社会对高层次人才的需求更加迫切,每年毕业几百万大学生的现状也推高了人才市场的用人标准。大学本科教育的“集体贬值”,引爆了新一轮的考研热。有数据显示,2012年全国研究生入学考试吸引了165.6万名考生参加,比2011年增加14.5万人,再创历史新高。由于考研人数急剧增加,考研竞争愈加激烈,凡是有志于此的大学生越发要取得更加优异的成绩,以确保在考研竞争中掌握主动权。

为了帮助莘莘学子,全面把握教材内容,有效提高学习成绩,我们联手相关高校的专家教授,精心组织出版了这套高校热门专业经典教材学习辅导丛书。这套书涉及的学科有数学、物理、化学、生物以及力学、材料、电子技术、电气工程等,基本上覆盖了高校热门专业的全部基础学科和主干课程。丛书注重对教材知识点的梳理,注重对课后习题的讲解,注重对考点训练的设计,力图帮助读者拓展知识,发散思维,点拨思路,触类旁通,有效提高学习效率,着力减轻学业负担,全面强化应试能力。既为专业课程学习提供同步辅导,又为考研复习提供实际帮助。

为广大读者提供优质服务是我们出版人的职责所在。如果本丛书的出版能得到广大读者的认可,那将是我们莫大的荣幸。

## 内容简介

本书是本科生学习电路的辅导材料,可与邱关源著,罗先觉修订的《电路》(第五版)配套使用,也可作为硕士研究生入学考试的复习参考资料,旨在帮助学生更好地掌握电路课程所涉及的基本概念、基本电路和基本分析方法。

本书每章内容均分为基本教学要求、知识点归纳、重点与难点、习题全解和经典例题与全真考题详解五个部分。其中,“基本教学要求”总结该章内容的学习要求;“知识点归纳”罗列该章主要知识点,建立整体概念;“重点与难点”指出本章学习的重点和难点,以便帮助读者抓住要旨;“习题全解”对该章习题作了全面解析,力图从解题思路、解题方法和解题步骤等方面予以指导,以期提高读者的解题能力与效率;“经典例题与全真考题详解”精选有代表性、测试价值高的题目,以检验学习效果,提高应试水平。

本书由解放军理工大学石会、林颖、黄颖、吴元亮编写,全书由石会统稿。

# 目 录

## 第一章 电路模型和电路定律

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1.1 基本教学要求 .....      | 1  |
| 1.2 知识点归纳 .....       | 1  |
| 1.3 重点与难点 .....       | 1  |
| 1.4 习题全解 .....        | 2  |
| 1.5 经典例题与全真考题详解 ..... | 15 |

## 第二章 电阻电路的等效变换

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 2.1 基本教学要求 .....      | 17 |
| 2.2 知识点归纳 .....       | 17 |
| 2.3 重点与难点 .....       | 17 |
| 2.4 习题全解 .....        | 18 |
| 2.5 经典例题与全真考题详解 ..... | 35 |

## 第三章 电阻电路的一般分析

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 3.1 基本教学要求 .....      | 37 |
| 3.2 知识点归纳 .....       | 37 |
| 3.3 重点与难点 .....       | 37 |
| 3.4 习题全解 .....        | 37 |
| 3.5 经典例题与全真考题详解 ..... | 55 |

## 第四章 电路定理

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 4.1 基本教学要求 .....      | 57 |
| 4.2 知识点归纳 .....       | 57 |
| 4.3 重点与难点 .....       | 57 |
| 4.4 习题全解 .....        | 58 |
| 4.5 经典例题与全真考题详解 ..... | 80 |

## 第五章 含有运算放大器的电阻电路

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 5.1 基本教学要求 .....      | 84 |
| 5.2 知识点归纳 .....       | 84 |
| 5.3 重点与难点 .....       | 84 |
| 5.4 习题全解 .....        | 84 |
| 5.5 经典例题与全真考题详解 ..... | 88 |

## 第六章 储能元件

|                 |    |
|-----------------|----|
| 6.1 基本教学要求      | 91 |
| 6.2 知识点归纳       | 91 |
| 6.3 重点与难点       | 91 |
| 6.4 习题全解        | 91 |
| 6.5 经典例题与全真考题详解 | 96 |

## 第七章 一阶电路和二阶电路的时域分析

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 7.1 基本教学要求      | 98  |
| 7.2 知识点归纳       | 98  |
| 7.3 重点与难点       | 98  |
| 7.4 习题全解        | 99  |
| 7.5 经典例题与全真考题详解 | 126 |

## 第八章 相量法

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 8.1 基本教学要求      | 129 |
| 8.2 知识点归纳       | 129 |
| 8.3 重点与难点       | 129 |
| 8.4 习题全解        | 129 |
| 8.5 经典例题与全真考题详解 | 136 |

## 第九章 正弦稳态电路的分析

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 9.1 基本教学要求      | 138 |
| 9.2 知识点归纳       | 138 |
| 9.3 重点与难点       | 138 |
| 9.4 习题全解        | 139 |
| 9.5 经典例题与全真考题详解 | 156 |

## 第十章 含有耦合电感的电路

|                  |     |
|------------------|-----|
| 10.1 基本教学要求      | 159 |
| 10.2 知识点归纳       | 159 |
| 10.3 重点与难点       | 159 |
| 10.4 习题全解        | 160 |
| 10.5 经典例题与全真考题详解 | 179 |

## 第十一章 电路的频率响应

|             |     |
|-------------|-----|
| 11.1 基本教学要求 | 182 |
| 11.2 知识点归纳  | 182 |
| 11.3 重点与难点  | 182 |
| 11.4 习题全解   | 183 |



|                  |     |
|------------------|-----|
| 11.5 经典例题与全真考题详解 | 198 |
|------------------|-----|

## 第十二章 三相电路

|                  |     |
|------------------|-----|
| 12.1 基本教学要求      | 200 |
| 12.2 知识点归纳       | 200 |
| 12.3 重点与难点       | 200 |
| 12.4 习题全解        | 201 |
| 12.5 经典例题与全真考题详解 | 212 |

## 第十三章 非正弦周期电流电路和信号的频谱

|                  |     |
|------------------|-----|
| 13.1 基本教学要求      | 215 |
| 13.2 知识点归纳       | 215 |
| 13.3 重点与难点       | 215 |
| 13.4 习题全解        | 215 |
| 13.5 经典例题与全真考题详解 | 222 |

## 第十四章 线性动态电路的复频域分析

|                  |     |
|------------------|-----|
| 14.1 基本教学要求      | 224 |
| 14.2 知识点归纳       | 224 |
| 14.3 重点与难点       | 224 |
| 14.4 习题全解        | 225 |
| 14.5 经典例题与全真考题详解 | 254 |

## 第十五章 电路方程的矩阵形式

|                  |     |
|------------------|-----|
| 15.1 基本教学要求      | 256 |
| 15.2 知识点归纳       | 256 |
| 15.3 重点与难点       | 256 |
| 15.4 习题全解        | 257 |
| 15.5 经典例题与全真考题详解 | 267 |

## 第十六章 二端口网络

|                  |     |
|------------------|-----|
| 16.1 基本教学要求      | 269 |
| 16.2 知识点归纳       | 269 |
| 16.3 重点与难点       | 269 |
| 16.4 习题全解        | 270 |
| 16.5 经典例题与全真考题详解 | 281 |

## 第十七章 非线性电路

|             |     |
|-------------|-----|
| 17.1 基本教学要求 | 284 |
|-------------|-----|



|      |             |     |
|------|-------------|-----|
| 17.2 | 知识点归纳       | 284 |
| 17.3 | 重点与难点       | 284 |
| 17.4 | 习题全解        | 284 |
| 17.5 | 经典例题与全真考题详解 | 292 |

## 第十八章 均匀传输线

|      |             |     |
|------|-------------|-----|
| 18.1 | 基本教学要求      | 294 |
| 18.2 | 知识点归纳       | 294 |
| 18.3 | 重点与难点       | 294 |
| 18.4 | 习题全解        | 294 |
| 18.5 | 经典例题与全真考题详解 | 297 |

## 附录 A 磁路和铁心线圈

|     |       |     |
|-----|-------|-----|
| A.1 | 知识点归纳 | 299 |
| A.2 | 习题全解  | 300 |

# 第一章

## 电路模型和电路定律

### 1.1 基本教学要求

1. 理解电路模型、电路元件的基本概念和电路的基本变量。
2. 掌握电压和电流的参考方向、电压和电流的实际方向与参考方向的联系和差别、电压和电流的关联参考方向和非关联参考方向。
3. 掌握功率的计算、能正确判断元件是吸收功率或是发出功率。
4. 熟练掌握和应用电阻元件、独立电源(电压源和电流源)和受控源及其伏安特性。
5. 熟练掌握基尔霍夫电压定律 KVL 和基尔霍夫电流定律 KCL。

### 1.2 知识点归纳

|               |            |                                              |
|---------------|------------|----------------------------------------------|
| 电路模型和<br>电路定律 | 电路和电路模型    | ☆ 理想电路元件构成的电路模型                              |
|               | 电流和电压的参考方向 | ☆ 实际方向与参考方向<br>☆ 关联参考方向<br>☆ 非关联参考方向         |
|               | 电功率和能量     | ☆ 吸收功率和发出功率                                  |
|               | 电路元件       | ☆ 线性元件和非线性元件<br>☆ 二端、三端、四端元件<br>☆ 时不变元件和时变元件 |
|               | 电阻元件       | ☆ 欧姆定律与伏安特性                                  |
|               | 电压源和电流源    | ☆ 恒定电压源(直流电压源)及其伏安特性<br>☆ 恒定电流源(直流电流源)及其伏安特性 |
|               | 受控电源       | ☆ VCVS<br>☆ VCCS<br>☆ CCVS<br>☆ CCCS         |
|               | 基尔霍夫定律     | ☆ 基尔霍夫电压定律 KVL<br>☆ 基尔霍夫电流定律 KCL             |

### 1.3 重点与难点

1. 重点
  - (1) 电流和电压的参考方向。
  - (2) 电阻元件、独立电源和受控电源的电压、电流关系。
  - (3) 基尔霍夫定律。

## 2. 难点

- (1) 正确判断元件是吸收功率还是发出功率。
- (2) 理解独立电源和受控电源的联系与差别。
- (3) 运用基尔霍夫定律分析和计算电路。

## 1.4 习题全解

【1-1】说明题 1-1 图(a)、(b)中:

- (1)  $u$ 、 $i$  的参考方向是否关联?
- (2)  $ui$  乘积表示什么功率?
- (3) 如果在图(a)中  $u > 0$ 、 $i < 0$ ，图(b)中  $u > 0$ 、 $i > 0$ ，元件实际发出还是吸收功率?

【分析】

1. 流过元件的电流的参考方向是从标以电压正极性的一端指向负极性的一端，即两者的参考方向一致，则电流和电压的参考方向是关联参考方向；否则称为非关联参考方向。

2. 当元件电压和电流的参考方向为关联参考方向时，“ $p=ui$ ”表示元件吸收功率；当  $p$  为正值时，表示该元件确实吸收功率。

3. 当元件电压和电流的参考方向为非关联参考方向时，“ $p=ui$ ”表示元件发出功率；当  $p$  为正值时，表示该元件确实发出功率。

【解】

(1) 由分析可知，题 1-1 图(a)中的  $u$ 、 $i$  是关联参考方向；题 1-1 图(b)中的  $u$ 、 $i$  是非关联参考方向。

(2) 由分析可知，题 1-1 图(a)中的  $u$ 、 $i$  乘积表示元件吸收功率；题 1-1 图(b)中的  $u$ 、 $i$  乘积表示元件发出功率。

(3) 题 1-1 图(a)中的  $p=ui < 0$ ，表示元件实际是发出功率；题 1-1 图(b)中的  $p=ui > 0$ ，表示元件实际是发出功率。

【1-2】在题 1-2 图(a)与(b)中，试问对于  $N_A$  与  $N_B$ ， $u$ 、 $i$  的参考方向是否关联？此时乘积  $ui$  对  $N_A$  与  $N_B$  分别意味着什么功率？



题 1-2 图

【分析】见题 1-1 分析。

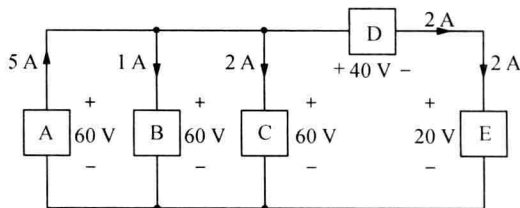
【解】

(1) 题 1-2 图(a)中， $N_A$ ： $u$ 、 $i$  是非关联参考方向，乘积“ $ui$ ”表示  $N_A$  发出功率； $N_B$ ： $u$ 、 $i$  是关联参考方向，乘积“ $ui$ ”表示  $N_B$  吸收功率。

(2) 题 1-2 图(b)中， $N_A$ ： $u$ 、 $i$  是关联参考方向，乘积“ $ui$ ”表示  $N_A$  吸收功率； $N_B$ ： $u$ 、 $i$  是非关联参考方向，乘积“ $ui$ ”表示  $N_B$  发出功率。

【1-3】求解电路以后，校核所得结果的方法之一是核对电路中所有元件的功率平衡，即一部分元件发出的总功率应等于其他元件吸收的总功率。试校核题 1-3 图中电路所得解答是否正确。

【分析】只有元件 A 的参考方向是非关联的，元件 B、C、D 和 E 的参考方向都是关联的，即对元件 A 意味着发出功率，记为  $P_A$ ，对元件 B、C、D 和 E 意味着吸收功率，分别记为  $P_B$ 、 $P_C$ 、 $P_D$ 、 $P_E$ ，



题 1-3 图

当  $P_A = P_B + P_C + P_D + P_E$  时,即满足功率平衡。

【解】  $P_A = 60 \text{ V} \times 5 \text{ A} = 300 \text{ W}$ ,发出功率。

$P_B = 60 \text{ V} \times 1 \text{ A} = 60 \text{ W}$ ,吸收功率。

$P_C = 60 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 120 \text{ W}$ ,吸收功率。

$P_D = 40 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 80 \text{ W}$ ,吸收功率。

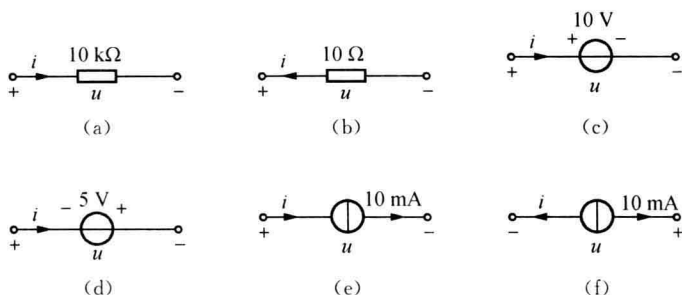
$P_E = 20 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 40 \text{ W}$ ,吸收功率。

元件 B、C、D 和 E 总吸收功率为:

$$P_B + P_C + P_D + P_E = (60 + 120 + 80 + 40) \text{ W} = 300 \text{ W} = P_A$$

因此电路中元件总吸收功率等于元件 A 的发出功率,即满足功率平衡。

【1-4】 在指定的电压  $u$  和电流  $i$  的参考方向下,写出题 1-4 图所示各元件的  $u$  和  $i$  的约束方程(即 VCR)。



题 1-4 图

【分析】 见题 1-1 分析。

理想电压源又称为直流电压源,即电压源的电压为恒定值,与流过的电流大小无关;理想电流源也称为直流电流源,电流源的电流为恒定值,其端电压由外电路决定。

【解】

(1) 题 1-4 图(a)中,电阻元件,  $u, i$  是关联参考方向。

$$\text{因此, } u = Ri = 10^4 i$$

(2) 题 1-4 图(b)中,电阻元件,  $u, i$  是非关联参考方向。

$$\text{因此, } u = -Ri = -10i$$

(3) 题 1-4 图(c)中,理想电压源,  $u, i$  是关联参考方向。

$$\text{因此, } u = 10 \text{ V}$$

(4) 题 1-4 图(d)中,理想电压源,  $u, i$  是关联参考方向,且理想电压源的实际方向和参考方向相反。

$$\text{因此, } u = -5 \text{ V}$$

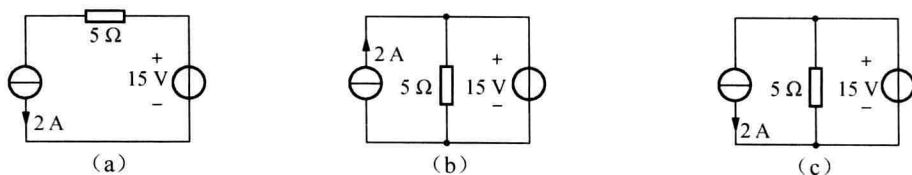
(5) 题 1-4 图(e)中,理想电流源,  $u, i$  是关联参考方向。

$$\text{因此, } i = 10 \text{ mA}$$

(6) 题 1-4 图(f)中,理想电流源,  $u, i$  是关联参考方向,且理想电流源的实际方向和参考方向相反。

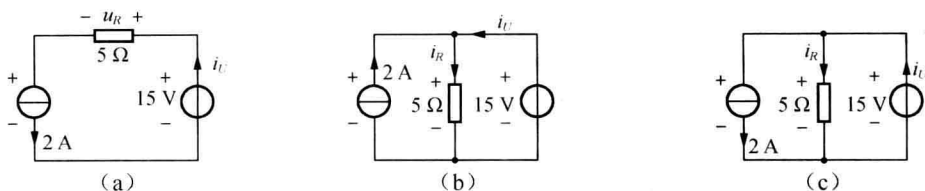
$$\text{因此, } i = -10 \text{ mA}$$

【1-5】 试求题 1-5 图中各电路电压源、电流源及电阻的功率(须说明是吸收还是发出)。



题 1-5 图

【分析】 见题 1-1 分析。



图解 1-5

【解】

(1) 如图解 1-5(a)所示。

电压源中的  $u$ 、 $i_U$  是非关联参考方向。

因此,电压源发出功率  $P_{\text{发}} = (15 \times 2) \text{ W} = 30 \text{ W}$

电流源中的  $u$ 、 $i_U$  是关联参考方向。

因此,电流源吸收功率  $P_{\text{吸}} = [(15 - 2 \times 5) \times 2] \text{ W} = 10 \text{ W}$

电阻中的  $u$ 、 $i_U$  是关联参考方向。

因此,电阻吸收功率  $P_{\text{吸}} = R i_U^2 = (5 \times 2^2) \text{ W} = 20 \text{ W}$

(2) 如图解 1-5(b)所示。

电压源中的  $u$ 、 $i_U$  是非关联参考方向。

因此,电压源发出功率  $P_{\text{发}} = i_U \times 15 = (i_R - 2) \times 15$

$$= \left[ \left( \frac{15}{5} - 2 \right) \times 15 \right] \text{ W} \\ = (1 \times 15) \text{ W} = 15 \text{ W}$$

电流源中的  $u$ 、 $i$  是非关联参考方向。

因此,电流源发出功率  $P_{\text{发}} = (2 \times 15) \text{ W} = 30 \text{ W}$

电阻中的  $u$ 、 $i_R$  是关联参考方向。

因此,电阻吸收功率  $P_{\text{吸}} = \frac{u^2}{R} = \left( \frac{15^2}{5} \right) \text{ W} = 45 \text{ W}$

(3) 如图解 1-5(c)所示。

电压源中的  $u$ 、 $i_U$  是非关联参考方向。

因此,电压源发出功率  $P_{\text{发}} = i_U \times 15 = (i_R + 2) \times 15$

$$= \left[ \left( \frac{15}{5} + 2 \right) \times 15 \right] \text{ W} \\ = (5 \times 15) \text{ W} = 75 \text{ W}$$

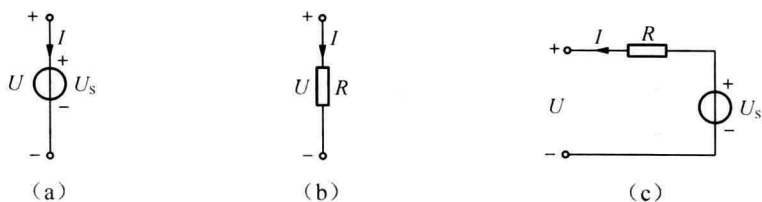
电流源中的  $u$ 、 $i$  是关联参考方向。

因此,电流源吸收功率  $P_{\text{吸}} = (2 \times 15) \text{ W} = 30 \text{ W}$

电阻中的  $u$ 、 $i_R$  是关联参考方向。

因此,电阻吸收功率  $P_{\text{吸}} = \frac{u^2}{R} = \left( \frac{15^2}{5} \right) \text{ W} = 45 \text{ W}$

【1-6】 以电压  $U$  为纵轴,电流  $I$  为横轴,取适当的电压、电流标尺,在同一坐标上:画出以下元件及支路的电压、电流关系(仅画第一象限)。



题 1-6 图

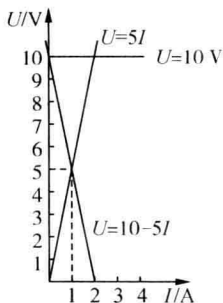
- (1)  $U_S = 10\text{ V}$  的电压源, 如题 1-6 图(a)所示;  
 (2)  $R = 5\ \Omega$  线性电阻, 如题 1-6 图(b)所示;  
 (3)  $U_S$ 、 $R$  的串联组合, 如题 1-6 图(c)所示。

**【解】**

(1) 理想电压源即直流电压源, 直流电压源的电压为恒定值, 即  $U = U_S = 10\text{ V}$ , 其伏安特性是一条不通过原点且与电流轴平行的直线, 如图解 1-6 所示。

(2) 线性电阻元件的伏安特性曲线是通过原点的一条线, 直线的斜率与电阻  $R$  的大小有关, 即  $U = 5I$ , 如图解 1-6 所示。

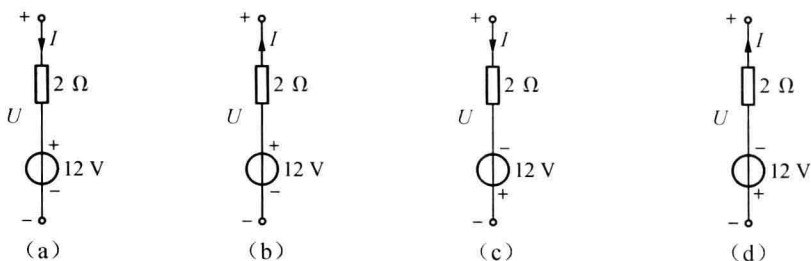
(3) 支路电压  $U$  和电流  $I$  之间的关系即伏安特性为:  $U = 10 - 5I$ , 如图解 1-6 所示。



图解 1-6

**【1-7】** 题 1-7 图中各元件的电流  $I$  均为  $2\text{ A}$ 。

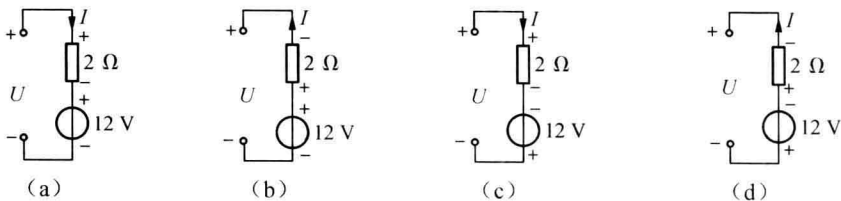
- (1) 求各图中支路电压;  
 (2) 求各图中电源、电阻及支路的功率, 并讨论功率平衡关系。



题 1-7 图

**【解】**

(1) 由基尔霍夫电压定律 KVL 可得支路电压和电阻、电压源之间的关系, 参见图解 1-7 所示。



图解 1-7

- (a): 图解 1-7(a) 中,  $U = (2 \times 2 + 12)\text{ V} = 16\text{ V}$   
 (b): 图解 1-7(b) 中,  $U = (12 - 2 \times 2)\text{ V} = 8\text{ V}$   
 (c): 图解 1-7(c) 中,  $U = (2 \times 2 - 12)\text{ V} = -8\text{ V}$   
 (d): 图解 1-7(d) 中,  $U = [2 \times (-2) - 12]\text{ V} = -16\text{ V}$

(2) 在图解 1-7 中, 电阻的电压和电流均为关联参考方向, 即电阻总为吸收功率, 且吸收功率  $P_{2\ \Omega\text{吸}} = RI^2 = (2 \times 2^2)\text{ W} = 8\text{ W}$ 。

(a): 如图解 1-7(a)。

电压源的电压和电流为关联参考方向, 电压源吸收功率

$$P_{12\text{ V吸}} = (12 \times 2)\text{ W} = 24\text{ W}$$

支路的电压和电流为关联参考方向, 支路吸收功率

$$P_{\text{支吸}} = (2 \times 16)\text{ W} = 32\text{ W}$$

$$P_{\text{支吸}} = P_{12\text{ V吸}} + P_{2\ \Omega\text{吸}}$$

电阻消耗功率  $8\text{ W}$ , 电压源吸收功率  $24\text{ W}$ , 而整个支路吸收功率  $32\text{ W}$ , 因此该支路是一条用电支路。

(b);如图解 1-7(b)。

电压源的电压和电流为非关联参考方向,电压源发出功率

$$P_{12\text{V发}} = (12 \times 2) \text{ W} = 24 \text{ W}$$

支路的电压和电流为非关联参考方向,支路发出功率

$$P_{\text{支发}} = (2 \times 8) \text{ W} = 16 \text{ W}$$

$$P_{\text{支发}} = P_{12\text{V发}} - P_{2\Omega\text{吸}}$$

电阻消耗功率 8 W,电压源发出功率 24 W,而整个支路发出功率 16 W,因此该支路是一条放电支路。

(c);如图解 1-7(c)。

电压源的电压和电流为非关联参考方向,电压源发出功率

$$P_{12\text{V发}} = (12 \times 2) \text{ W} = 24 \text{ W}$$

支路的电压和电流为关联参考方向,支路吸收功率

$$P_{\text{支吸}} = [2 \times (-8)] \text{ W} = -16 \text{ W}, \text{实际上支路是发出功率 } 16 \text{ W}, \text{即}$$

$$P_{\text{支发}} = 16 \text{ W}$$

$$P_{\text{支发}} = P_{12\text{V发}} - P_{2\Omega\text{吸}}$$

电阻消耗功率 8 W,电压源发出功率 24 W,而整个支路发出功率 16 W,因此该支路是一条放电支路。

(d);如图解 1-7(d)。

电压源的电压和电流为关联参考方向,电压源吸收功率

$$P_{12\text{V吸}} = (12 \times 2) \text{ W} = 24 \text{ W}$$

支路的电压和电流为非关联参考方向,支路发出功率

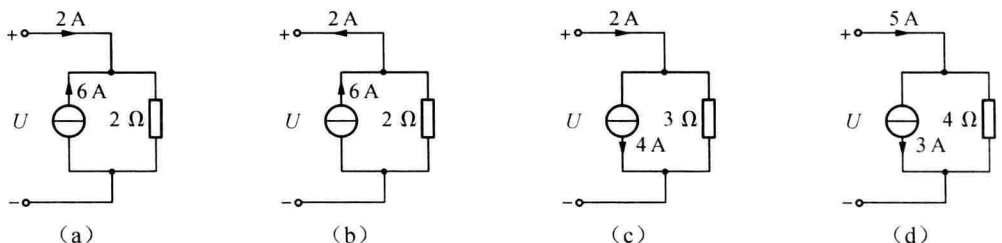
$$P_{\text{支发}} = [2 \times (-16)] \text{ W} = -32 \text{ W}, \text{实际上支路是吸收功率,即}$$

$$P_{\text{支吸}} = 32 \text{ W}$$

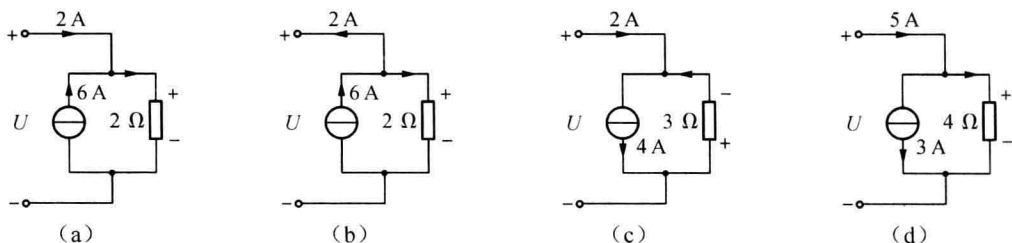
$$P_{\text{支吸}} = P_{12\text{V吸}} + P_{2\Omega\text{吸}}$$

电阻消耗功率 8 W,电压源吸收功率 24 W,而整个支路吸收功率 32 W,因此该支路是一条用电支路。

**【1-8】** 试求题 1-8 图中各电路的电压  $U$ ,并分别讨论其功率平衡。



题 1-8 图



图解 1-8

**【分析】** 电阻的电流和电压方向取为关联参考方向,参见图解 1-8,电阻总为消耗功率。



【解】

(1) 如图解 1-8(a),  $U = [(6+2) \times 2] \text{ V} = 16 \text{ V}$

电阻消耗功率:  $P_{2\Omega\text{吸}} = i^2 R = (8^2 \times 2) \text{ W} = 128 \text{ W}$

电流源的电压和电流为非关联参考方向, 电流源发出功率

$P_{6\text{A发}} = (16 \times 6) \text{ W} = 96 \text{ W}$

电路的电压和电流为关联参考方向, 电路吸收功率

$P_{\text{电路吸}} = UI = (16 \times 2) \text{ W} = 32 \text{ W}$

$P_{\text{电路吸}} = P_{2\Omega\text{吸}} - P_{6\text{A发}}$

电阻消耗功率 128 W, 电流源发出功率 96 W, 而电路吸收功率 32 W, 因此该电路是一条用电支路。

(2) 如图解 1-8(b),  $U = [(6-2) \times 2] \text{ V} = 8 \text{ V}$

电阻消耗功率:  $P_{2\Omega\text{吸}} = i^2 R = (4^2 \times 2) \text{ W} = 32 \text{ W}$

电流源的电压和电流为非关联参考方向, 电流源发出功率

$P_{6\text{A发}} = (8 \times 6) \text{ W} = 48 \text{ W}$

电路的电压和电流为非关联参考方向, 电路发出功率

$P_{\text{电路发}} = UI = (8 \times 2) \text{ W} = 16 \text{ W}$

$P_{\text{电路发}} = P_{6\text{A发}} - P_{2\Omega\text{吸}}$

电阻消耗功率 32 W, 电流源发出功率 48 W, 而电路发出功率 16 W, 因此该电路是一条放电支路。

(3) 如图解 1-8(c),  $U = [-(4-2) \times 3] \text{ V} = -6 \text{ V}$

电阻消耗功率:  $P_{3\Omega\text{吸}} = i^2 R = (2^2 \times 3) \text{ W} = 12 \text{ W}$

电流源的电压和电流为关联参考方向, 电流源吸收功率

$P_{4\text{A吸}} = [(-6) \times 4] \text{ W} = -24 \text{ W}$

实际上电流源是发出功率:  $P_{4\text{A发}} = 24 \text{ W}$

电路的电压和电流为关联参考方向, 电路吸收功率

$P_{\text{电路吸}} = UI = [(-6) \times 2] \text{ W} = -12 \text{ W}$

实际上电路是发出功率:  $P_{\text{电路发}} = 12 \text{ W}$

$P_{\text{电路发}} = P_{4\text{A发}} - P_{3\Omega\text{吸}}$

电阻消耗功率 12 W, 电流源发出功率 24 W, 而电路发出功率 12 W, 因此该电路是一条放电支路。

(4) 如图解 1-8(d),  $U = [(5-3) \times 4] \text{ V} = 8 \text{ V}$

电阻消耗功率:  $P_{4\Omega\text{吸}} = i^2 R = (2^2 \times 4) \text{ W} = 16 \text{ W}$

电流源的电压和电流为关联参考方向, 电流源吸收功率

$P_{3\text{A吸}} = (8 \times 3) \text{ W} = 24 \text{ W}$

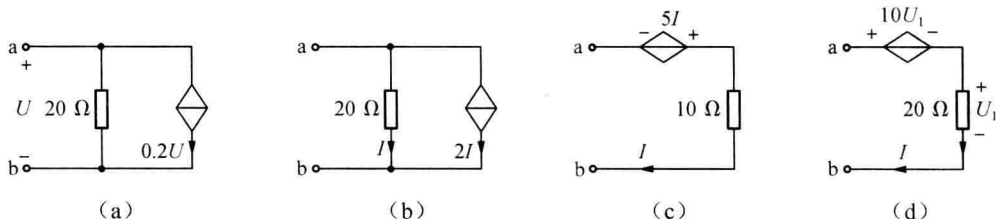
电路的电压和电流为关联参考方向, 电路吸收功率

$P_{\text{电路吸}} = UI = (8 \times 5) \text{ W} = 40 \text{ W}$

$P_{\text{电路吸}} = P_{3\text{A吸}} + P_{4\Omega\text{吸}}$

电阻消耗功率 16 W, 电流源吸收功率 24 W, 而电路吸收功率 40 W, 因此该电路是一条用电支路。

【1-9】 题 1-9 图中各受控源是否可视为电阻? 并求各图中 a、b 端钮的等效电阻。



题 1-9 图

【分析】

1. 受控电源的电压(或电流)的大小受电路中其他地方的电压(或电流)控制, 根据控制量和被控制量是电压  $u$  或电流  $i$ , 受控源可分为以下 4 种类型: 电压控制的受控电压源 (VCVS)、电流控制的受控电

压源(CCVS)、电压控制的受控电流源(VCCS)、电流控制的受控电流源(CCCS)。

2. 受控电流源不是电路中的一个独立激励,只是反映电路中某处的电压或电流受另一处电压或电流的控制关系。

3. 受控源是否能看成电阻,应先求出受控源两端的端电压和流过受控源的电流,若两者间成正比,则该受控源即可看成一个电阻,且两者之间的比值就是受控源的等效电阻。

**【解】**

(1) 如题 1-9 图(a),该受控源是 VCCS。

受控电流源两端的端电压是  $U$ ,流过受控电流源的电流是  $0.2U$ ,且两者方向是关联的,因此受控电流源相当于电阻:

$$R_{VCCS} = \frac{U}{0.2U} = 5 \Omega$$

a、b 端钮的等效电阻  $R_{ab}$  是:

$$R_{ab} = 20 // R_{VCCS} = \left( \frac{20 \times 5}{20 + 5} \right) \Omega = 4 \Omega$$

(2) 如题 1-9 图(b),该受控源是 CCCS。

受控电流源两端的端电压是  $20I$ ,流过受控电流源的电流是  $2I$ ,且两者方向是关联的,因此受控电流源相当于电阻:

$$R_{CCCS} = \frac{20I}{2I} = 10 \Omega$$

a、b 端钮的等效电阻  $R_{ab}$  是:

$$R_{ab} = 20 // R_{CCCS} = \left( \frac{20 \times 10}{20 + 10} \right) \Omega = 6.667 \Omega$$

(3) 如题 1-9 图(c),该受控源是 CCVS。

受控电压源两端的端电压是  $5I$ ,流过受控电压源的电流是  $I$ ,且两者方向是非关联的,因此受控电压源相当于电阻:

$$R_{CCVS} = -\frac{5I}{I} = -5 \Omega$$

a、b 端钮的等效电阻  $R_{ab}$  是:

$$R_{ab} = 10 + R_{CCVS} = [10 + (-5)] \Omega = 5 \Omega$$

(4) 如题 1-9 图(d),该受控源是 VCVS。

受控电压源两端的端电压是  $10U_1$ ,流过受控电压源的电流是  $I = \frac{U_1}{20}$ ,且两者方向是关联的,因此受控电压源相当于电阻:

$$R_{VCVS} = \frac{10U_1}{I} = \frac{10U_1}{\frac{U_1}{20}} = 200 \Omega$$

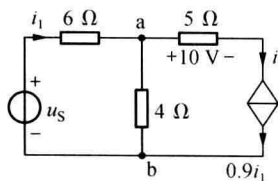
a、b 端钮的等效电阻  $R_{ab}$  是:

$$R_{ab} = 20 + R_{VCVS} = (20 + 200) \Omega = 220 \Omega$$

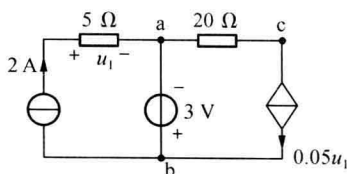
**【1-10】** 电路如题 1-10 图所示,试求:

(1) 图(a)中,  $i_1$  与  $u_{ab}$ ;

(2) 图(b)中,  $u_{cb}$ 。



(a)



(b)

题 1-10 图