

九章
丛书

高校经典教材同步辅导丛书
配套高教版·邱关源主编

教你用更多的自信面对未来！

电路

(第五版)

同步辅导及习题全解

主 编 李 昭

一书两用
同步辅导+考研复习

习题超全解

名师一线经验大汇集，解题步骤超详细，方法技巧最实用

新版



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高校经典教材同步辅导丛书

电路（第五版）同步辅导 及习题全解

主 编 李 昭



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是与高等教育出版社出版、邱关源主编、罗先觉修订的《电路》(第五版)一书配套的同步辅导及习题全解辅导书。

《电路》(第五版)共有18章,分别介绍电路模型和电路定律、电阻电路的等效变换、电阻电路的一般分析、电路定理、含有运算放大器的电阻电路、储能元件、一阶电路和二阶电路的时域分析、相量法、正弦稳态电路的分析、含有耦合电感的电路、电路的频率响应、三相电路、非正弦周期电流电路和信号的频谱、线性动态电路的复频域分析、电路方程的矩阵形式、二端口网络、非线性电路、均匀传输线。本书按教材内容安排全书结构,各章均包括本章知识结构图、本章知识重难点与考点、本章知识点归纳、历年考研真题、本章教材习题解答五部分内容。全书按教材内容,针对各章节习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题,内容详尽,简明易懂。

本书可作为高等院校学生学习《电路》(第五版)课程的辅导教材,也可作为考研人员复习备考的辅导用书,同时可作为教师备课命题的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

《电路》(第五版)同步辅导及习题全解 / 李昭主编

—北京:中国水利水电出版社,2015.1

(高校经典教材同步辅导丛书)

ISBN 7-5170-2787-4

www.lib.ahu.edu.cn

I. ①电… II. ①李… 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(2014)第308689号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:张玉玲 加工编辑:鲁林林 封面设计:李 佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书
作 者	电路(第五版)同步辅导及习题全解
出版发行	主 编 李 昭 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京正合鼎业印刷技术有限公司
规 格	170mm×227mm 16开本 23.5印张 550千字
版 次	2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷
印 数	0001—7000册
定 价	26.80元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

邱关源主编、罗先觉修订的《电路》(第五版)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了与此教材配套的《电路(第五版)同步辅导及习题全解》。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。

本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。考虑《电路》(第五版)这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

1. 本章知识结构图。每章的知识网络图系统全面地涵盖了本章的知识点,使学生能一目了然地浏览本章内容的框架结构。

2. 本章知识重难点与考点。每章前面均对本章的知识要点进行了整理。综合众多参考资料,归纳了本章几乎所有的考点,便于读者学习与复习。

3. 本章知识点归纳。对每章知识点做了简要概括,梳理了各知识点之间的脉络联系,突出各章主要定理及重要公式,使读者在学习过程中目标明确,有的放矢。

4. 历年考研真题。精选历年研究生入学考试中具有代表性的试题,并进行了详细解答,以开拓读者的解题思路,使其能更好地掌握本课程的基本内容和解题方法。

5. 本章教材习题解答。教材中课后习题丰富、层次多样,许多基础性问题从多个角度帮助学生理解基本概念和基本理论,促使其掌握基本解题方法。我们对教材的课后习题给出了详细的解答。

由于时间较仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请各位同行和读者给予批评、指正。

编者
2015年1月

目录

contents

前言

第一章 电路模型和电路定律	1
本章知识结构图	1
本章知识重难点与考点	1
本章知识点归纳	2
历年考研真题	6
本章教材习题解答	8
第二章 电阻电路的等效变换	15
本章知识结构图	15
本章知识重难点与考点	16
本章知识点归纳	16
历年考研真题	22
本章教材习题解答	24
第三章 电阻电路的一般分析	33
本章知识结构图	33
本章知识重难点与考点	33
本章知识点归纳	34
历年考研真题	38
本章教材习题解答	40
第四章 电路定理	50
本章知识结构图	50
本章知识重难点与考点	50
本章知识点归纳	51
历年考研真题	57
本章教材习题解答	60
第五章 含有运算放大器的电阻电路	75
本章知识结构图	75
本章知识重难点与考点	75

目录

contents

本章知识点归纳	76
历年考研真题	79
本章教材习题解答	80

第六章 储能元件

84

本章知识结构图	84
本章知识重难点与考点	84
本章知识点归纳	85
历年考研真题	87
本章教材习题解答	89

第七章 一阶电路和二阶电路的时域分析

94

本章知识结构图	94
本章知识重难点与考点	94
本章知识点归纳	95
历年考研真题	102
本章教材习题解答	104

第八章 相量法

127

本章知识结构图	127
本章知识重难点与考点	127
本章知识点归纳	128
历年考研真题	130
本章教材习题解答	132

第九章 正弦稳态电路的分析

139

本章知识结构图	139
本章知识重难点与考点	139
本章知识点归纳	140
历年考研真题	144
本章教材习题解答	147

第十章 含有耦合电感的电路	162
本章知识结构图	162
本章知识重难点与考点	162
本章知识点归纳	163
历年考研真题	169
本章教材习题解答	173
第十一章 电路的频率响应	185
本章知识结构图	185
本章知识重难点与考点	185
本章知识点归纳	186
历年考研真题	195
本章教材习题解答	198
第十二章 三相电路	209
本章知识结构图	209
本章知识重难点与考点	209
本章知识点归纳	210
历年考研真题	218
本章教材习题解答	222
第十三章 非正弦周期电流电路和信号的频谱	235
本章知识结构图	235
本章知识重难点与考点	235
本章知识点归纳	236
历年考研真题	243
本章教材习题解答	246
第十四章 线性动态电路的复频域分析	254
本章知识结构图	254
本章知识重难点与考点	254
本章知识点归纳	255

目录

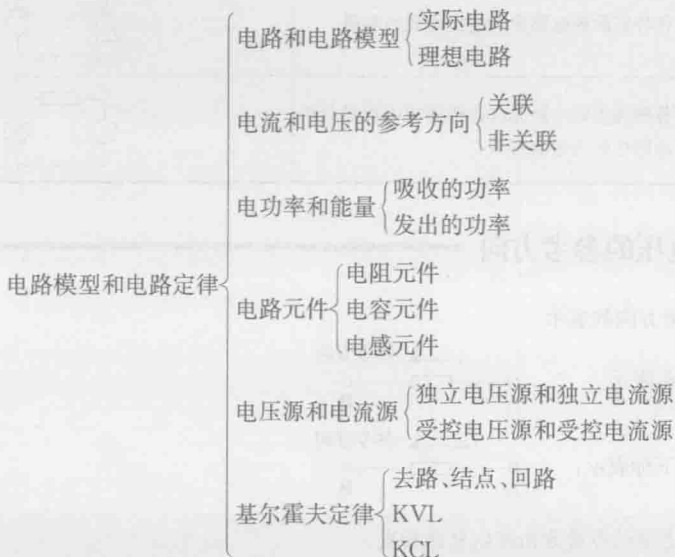
contents

历年考研真题	262
本章教材习题解答	266
第十五章 电路方程的矩阵形式	298
本章知识结构图	298
本章知识重难点与考点	298
本章知识点归纳	299
历年考研真题	305
本章教材习题解答	309
第十六章 二端口网络	320
本章知识结构图	320
本章知识重难点与考点	320
本章知识点归纳	321
历年考研真题	327
本章教材习题解答	329
第十七章 非线性电路	342
本章知识结构图	342
本章知识重难点与考点	342
本章知识点归纳	343
历年考研真题	347
本章教材习题解答	349
第十八章 均匀传输线	357
本章知识结构图	357
本章知识重难点与考点	357
本章知识点归纳	358
历年考研真题	362
本章教材习题解答	364

第一章

电路模型和电路定律

本章知识结构图



本章知识重难点与考点

1. 知识重难点

- ① 理解电压、电流的参考方向与实际方向的关系,电压与电流的关联参考方向的概念。
- ② 掌握功率的计算、功率的吸收与发出。

③ 掌握电阻、电容、电感、独立电源和受控电源的定义及伏安关系。

④ 掌握基尔霍夫定律:KCL 和 KVL。

2. 知识考点

① 电压电流的参考方向设定。

② 电功率的计算及其性质与参考方向之间的关系。

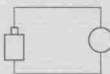
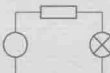
③ 电压源电流源的外特性。

④ 基尔霍夫定律的内容及灵活应用。

本章知识点归纳

电路与电路模型

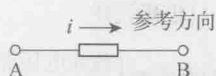
1. 实际电路与理想电路

名称	定义	举例
实际电路	把各种实际的电路元件连接而成的电路	
理想电路	把各种理想的电路元件连接而成的电路(理想电路也称为电路模型)	

电流和电压的参考方向

1. 电流参考方向的表示

① 用箭头表示:



② 用双下标表示:

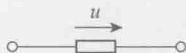


知识点播:① 电流的参考方向可以任意指定。

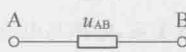
② 指定参考方向的用意是把电流看成代数数量。在指定的电流参考方向下,电流值的正和负就可以反映出电流的实际方向。

2. 电压的参考方向

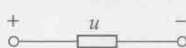
① 用箭头表示:



② 用双下标表示:



③ 用正负极性表示:



知识点播:① 电路中电位参考点可任意选择。

② 参考点一经选定,电路中各点的电位值就是唯一的。

③ 当选择不同的电位参考点时,电路中各点电位值将改变,但任意两点间电压保持不变。

3. 关联参考方向

如果指定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,即两者采用相同的参考方向,称为关联参考方向,如图 1.1(a) 所示;当两者不一致时,称为非关联参考方向,如图 1.1(b) 所示。

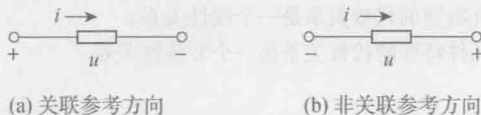


图 1.1

知识点播:电流、电压的参考方向可任意指定。在指定的电压、电流参考方向下,电压、电流值的正负可反映电压、电流的实际方向。

电功率和能量

1. 电功率的计算

方向	电路图	公式
电功率(关联方向)		$p_{\text{吸}} = ui$ $p_{\text{发}} = -ui$
电功率(非关联方向)		$p_{\text{吸}} = -ui$ $p_{\text{发}} = ui$

知识点播:对一完整的电路,发出的功率 = 消耗的功率,满足功率平衡。

2. 能量

能量也是代数量,它和功率之间是微分的关系,即

$$p = \frac{dW}{dt}, W = \int_{t_0}^t p(\xi) d\xi$$

需注意能量和功率的单位不同,不要混淆。

知识点播:一个元件若发出功率 100W,也可以认为它吸收功率 -100W。

电路元件

1. 端子特性

元件两个端子的电路物理量之间的代数函数关系称为元件的端子特性(亦称元件特性)。

知识点播:需先确定各个元件在给定的参考方向下的电压、电流数值,然后根据参考方向的关联特性判断功率的性质。

2. 线性元件和非线性元件

线性元件:表征元件特性的代数关系是一个线性关系。

非线性元件:表征元件特性的代数关系是一个非线性关系。

电路元件

1. 电阻元件及其伏安特性

① 定义:元件两端的电压 u , 电流 i 之比值, $R = \frac{u}{i}$ 。

② 伏安特性:线性电阻元件的伏安特性是通过原点的一条直线,如图 1.2 所示。

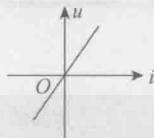


图 1.2

2. 功率和能量

① 关联参考方向,电阻吸收功率为 $p = ui = i^2 R = \frac{u^2}{R}$ 。

非关联参考方向,电阻发出功率为 $p = ui = (-Ri)i = -i^2 R = u \left(\frac{-u}{R} \right) = -\frac{u^2}{R}$ 。

② 电阻元件在任何时刻总是消耗功率的,从 t_0 到 t 电阻消耗的能量 $W_R = \int_{t_0}^t p d\xi = \int_{t_0}^t ui d\xi$

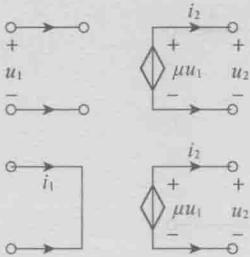
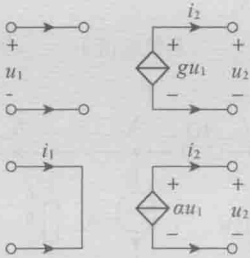
电压源和电流源

名称	电路	定义	电压—电流关系
理想电压源		用来产生电压的电源	$u(t) = u_s(t)$ $i(t)$ 由外电路确定
理想电流源		用来产生电流的电源	$i(t) = i_s(t)$ $u(t)$ 由外电路确定

知识点播:电压源不允许短路,电流源不允许开路。

受控电源

受控源:电压或电流的大小和方向受电路中其他地方的电压(电流)控制的电源。

名称	电路	定义	电压—电流关系
受控电压源		一个支路的电压受另一个支路的电压 u_1 或电流 i_1 控制	$u_2 = \mu u_1$ 或 $u_2 = r i_1$ i_2 由外电路确定
受控电流源		一个支路的电流受另一个支路的电压 u_1 或电流 i_1 控制	$i_2 = g u_1$ 或 $i_2 = \alpha i_1$ $u_2 =$ 不定值

基尔霍夫定律

名称	定义	公式
KCL	在集总电路中,任何时刻,对任一结点,所有流出结点的支路电流的代数和恒等于零。	$\sum i = 0$
KVL	在集总电路中,任何时刻,沿任一回路,所有支路电压的代数和恒等于零。	$\sum u = 0$

知识点播: KCL 在支路电流之间施加线性约束关系; KVL 则对支路电压施加线性约束关系。这两个定律仅与元件的相互连接有关,而与元件的性质无关。

例1 (华南理工大学) 电路如图 1.3 所示, 其 VCR(电压电流关系) 表达式是_____。

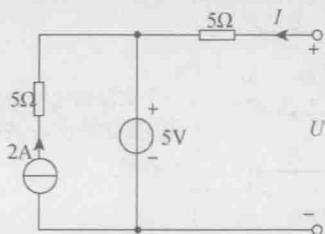


图 1.3

解题过程 根据 VCR 方程及 KVL 方程可得 $U = 5I + 5$ 。

例2 (大连理工大学) 如图 1.4 所示电路, 求 $I_1 =$ _____; 若使电流 $I_3 = 0$, 则 $R =$ _____; 若 $R = 6\ \Omega$, 则 3 V 电压源供出功率 $P_{3V} =$ _____。

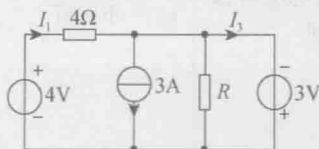


图 1.4

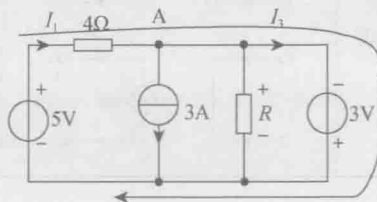


图 1.5

解题提示 灵活应用 KCL 和 KVL。

解题过程 要求电流 I_1 , 选用最简单的方法。因为电流源, 电阻 R 、3 V 电压源并联, 则三个元件两端电压均为 3 V。因此在本题中 4 Ω 电阻两端的电压不受电流源和 R 的影响, 即 I_1 在以下求解过程中不变。首先规定各个支路电流和电压的参考方向, 选择结点和回路, 如图 1.5 所示。

选择回路 1 列写 KVL 方程, 可得

$$4I_1 - 3 - 5 = 0$$

所以 $I_1 = 2\text{ A}$

(2) 若 $I_3 = 0$, 则选择结点 A 列写 KCL 方程

$$I_1 = 3 + I_R$$

所以 $I_R = -1\text{ A}$, R 两端电压 $U_R = -3\text{ V}$

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{-3}{-1}\ \Omega = 3\ \Omega$$

(3) 要想求解 3 V 电压源的功率, 首先要求解电流 I_3 , 因为电流与电压参考方向非关联, 因此电源为发出功率。当 $R = 6\ \Omega$ 时 $I_R = \frac{U_R}{R} = -0.5\text{ A}$, 则针对结点 A 列写 KCL 方程可得: $I_1 = 3 + I_R + I_3$, 则 $I_3 = -0.5\text{ A}$ 。 $P_{3V} = U_R I_3 = 3 \times (-0.5)\text{ W} = -1.5\text{ W}$ (实

际吸收功率)。

例 3 (江苏大学) 已知图 1.6 所示支路, 若 $U_{AB} = 5 \text{ V}$, $I_1 = -10 \text{ mA}$, 则该支路功率为 ()。

- A. 吸收 50 W B. 发出 50 W C. 吸收 50 mW D. 发出 50 mW

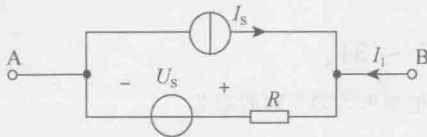


图 1.6

解题过程 由电路图可知电流和电压参考方向相反, 因此该支路应该发出功率, 其发出功率 $P = UI = -50 \text{ mW}$, 因此该支路实际应该吸收 50 mW 的功率。

答案为 C。

例 4 (清华大学) 电路如图 1.7(a) 所示, 求输入电阻 R_0 。

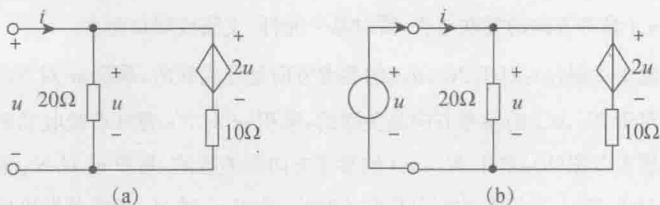


图 1.7

解题过程

$$i = \frac{u}{20} + \frac{u - 2u}{10} = -\frac{u}{20}$$

故得 $R_0 = \frac{u}{i} = -20 \Omega$

方法点击: 用外施电压源求解, 如图 1.7(b) 所示。

例 5 (湖南大学) 试应用 KCL、KVL 计算图中的电流 I 。

解题过程 ① 设电流 I_1 如图 1.8 所示, 由广义节点 A (图中虚线) 列写 KCL。

$-6 - 12 - I_1 = 0$ (变量前的负号是由参考方向决定的)
得: $I_1 = -18 \text{ A}$ (变量 I_1 本身为负)

② 对由电阻构成的回路列写 KVL。

注: 将电阻支路的电流用已给支路电流表示出来。

设 I_2, I_3 如图 1.8 所示, 那么

$$I_2 = 12 + I \quad (\text{KCL})$$

$$I_3 = I - I_1 + 18 \quad (\text{KCL})$$

$$\text{KVL 方程: } 18I_1 + 12I_2 + 6I_3 = 0$$

$$\text{得: } I = -7 \text{ A}$$

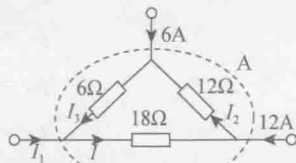


图 1.8

方法点击: 在应用 KCL、KVL 时, 要注意两套符号, 其表达中变量所取正、负号取决于参考方向的选择, 而变量本身可正可负。

本章教材习题解答

注:原题目见教材 P25 ~ 31。

1.1 解题要点 电压和电流的参考方向关联的定义。

解题过程 (1) (a) 图中 u, i 的参考方向是关联的; 题 1-1 图(b) 中 u, i 的参考方向是非关联的。

(2) 题 1-1 图(a) 图中的 ui 表示元件吸收的功率; 题 1-1 图(b) 图中的 ui 表示元件发出的功率。

(3) 题 1-1 图(a) 图中, 若 $u > 0, i < 0$, 则 $p = ui < 0$, 表示元件吸收了负功率, 实际发出功率; 题 1-1 图(b) 中, 当 $u > 0, i > 0$, 则 $p = ui > 0$, 表示元件实际吸收功率。

1.2 解题要点 u, i 参考方向的关联与否, 需对某一元件、支路或端口而言。

解题过程 题 1-2 图(a): 对于 N_A, u, i 的参考方向是非关联的, 乘积 ui 对 N_A 意味着发出功率。

对于 N_B, u, i 的参考方向是关联的, 乘积 ui 对 N_B 意味着吸收功率。

题 1-2 图(b): 对于 N_A, u, i 的参考方向是关联的, 乘积 ui 对 N_A 意味着吸收功率。

对于 N_B, u, i 的参考方向是非关联的, 乘积 ui 对 N_B 意味着发出功率。

1.3 解题要点 功率平衡: $p_E = \sum p_i$, 其中 p_E 为电源输出功率, $\sum p_i$ 为所有回路元件上消耗的功率之和。元件消耗功率的有效值: $p = ui$ 。

解题过程 结合电路图可知, 元件 A 的电压、电流为非关联参考方向, 其余元件的电压、电流均为关联参考方向。

$$p_A = 60 \times (-5) = -300\text{W} < 0, \text{发出功率}$$

$$p_B = 60 \times 1 = 60\text{W} > 0, \text{吸收功率}$$

$$p_C = 60 \times 2 = 120\text{W} > 0, \text{吸收功率}$$

$$p_D = 40 \times 2 = 80\text{W} > 0, \text{吸收功率}$$

$$p_E = 20 \times 2 = 40\text{W} > 0, \text{吸收功率}$$

电路吸收总功率

$$p_A = p_B + p_C + p_D + p_E = 60 + 120 + 80 + 40 = 300\text{W}$$

满足功率平衡。

注意电压
电流方向

1.4 解题要点 电阻为线性元件; 电感、电容可由相应公式得到, 要注意各元件的 u 和 i 关联与否。

解题过程 (a) $u = Ri = 10^4 i\text{V}$

u, i 参考方向关联

(b) $u = -Ri = -10i\text{V}$

u, i 参考方向非关联

(c) $u = 10\text{V}$

u, i 参考方向关联

(d) $u = -5\text{V}$

 u, i 参考方向关联

(e) $i = 10 \times 10^{-3}\text{A}$

 u, i 参考方向关联

(f) $i = -10 \times 10^{-3}\text{A}$

 u, i 参考方向关联**1.5 解题要点** 注意各元件 u, i 关联与否。**解题过程**

题 1-5 图(a) 中, 电压消耗功率:

$$P_U = U_S I = 15 \times 2 = 30\text{W}$$

电流源吸收功率:

$$P_I = (15 - 10) \times 2 = 10\text{W}$$

电阻消耗功率:

$$P_R = I^2 R = 2^2 \times 5 = 20\text{W}$$

题 1-5 图(b) 中,

$$I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{U_S}{R} = \frac{15}{5}\text{A} = 3\text{A}, U_S = U_R = U_1, I_U = I_R - I_S = 3\text{A} - 2\text{A} = 1\text{A}$$

电压源发出功率:

$$P_U = 1 \times 15 = 15\text{W}$$

电流源发出功率:

$$P_I = 2 \times 15 = 30\text{W}$$

电阻消耗功率:

$$P_R = 3^2 \times 5 = 45\text{W}$$

题 1-5 图(c) 中,

$$U_S = U_R = U_1 = 15\text{V}, I_S = 2\text{A}, I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{15}{5} = 3\text{A}, I_U = I_S + I_R = 2 + 3 = 5\text{A}$$

电压源发出功率:

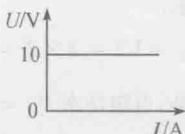
$$P_U = 5 \times 15 = 75\text{W}$$

电流源吸收功率:

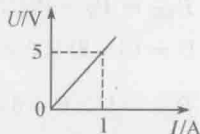
$$P_I = 2 \times 15 = 30\text{W}$$

电阻吸收功率:

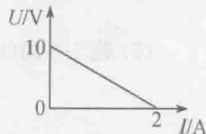
$$P_R = 3^2 \times 5 = 45\text{W}$$

符合功率
平衡关系**1.6 解题要点** 电路元件的伏安特性。**解题过程**(1) 题 1-6 图(a) 中电压源的伏安特性为 $U = 10\text{V}$, 如题解 1.6 图(a) 所示。(2) 题 1-6 图(b) 中电阻的伏安特性为 $U = 5I$, 如题解 1.6 图(b) 所示。(3) 题 1-6 图(c) 中支路的伏安特性为 $U = 10 - 5I$, 如题解 1.6 图(c) 所示。

(a)



(b)



(c)

题解 1.6 图

1.7 解题要点 考查 KVL、各元件 u 和 i 关联与否。**解题过程**

(1) (a) $U_a = 12 + 2I = 16\text{V}$

(b) $U_b = 12 - 2I = 8\text{V}$

(c) $U_c = -12 + 2I = -8\text{V}$

(d) $U_d = -12 - 2I = -16\text{V}$