



圣才考研网

www.100exam.com

☑ 扫一扫 送本书 **手机版**

☑ 摇一摇 找学友互动学习

☑ 播一播 看名师直播答疑



国内外经典教材辅导系列·理工类

# 邱关源 《电路》

(第5版)

## 笔记和课后习题 (含考研真题) 详解

主编：圣才考研网  
www.100exam.com

**买一  
送四**

 **240元大礼包**

**送1** 3D电子书 (价值30元)

**送2** 3D题库【名校考研真题+课后习题+章节题库+模拟试题】  
(价值80元)

**送3** 手机版【电子书/题库】(价值110元)

**送4** 圣才学习卡 (价值20元)

详情登录：圣才考研网 (www.100exam.com) 首页的【购书大礼包】，  
刮开本书所贴防伪标的密码享受购书大礼包增值服务。

特别提醒：本书提供名师考前直播答疑，手机电脑均可观看，**扫一扫**  
本书右上角二维码下载电子书学习。

本书提供  
名师考前  
直播答疑

中国石化出版社

HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

教·育·出·版·中·心

圣才考研网  
www.100exam.com

网络课程·题库·光盘·图书  
购书送大礼包

密码

国内外经典教材辅导系列·理工类

邱关源《电路》  
(第5版)

笔记和课后习题(含考研真题)详解

主编：圣才考研网

[www.100exam.com](http://www.100exam.com)

中国石化出版社

## 内 容 提 要

国内外经典教材辅导系列是一套全面解析当前国内外各大院校权威教科书的辅导资料。本书是邱关源《电路》(第5版)的学习辅导书。本书基本遵循第5版的章目编排,共分18章,每章由三部分组成:第一部分为复习笔记,总结本章的重难点内容;第二部分是课(章)后习题详解,对第5版的所有习题都进行了详细的分析和解答;第三部分为名校考研真题详解,精选近年考研真题,并提供了详细的解答。

圣才考研网(www.100exam.com)提供邱关源《电路》网授精讲班【教材精讲+考研真题串讲】、3D电子书、3D题库(详细介绍参见本书书前彩页)。随书赠送大礼包大礼包增值服务【30元3D电子书+80元3D题库+110元手机版电子书/题库+20元圣才学习卡】。扫一扫本书封面的二维码,可免费下载本书手机版;摇一摇本书手机版,可找到所有学习本书的学友,交友学习两不误;本书提供名师考前直播答疑,手机电脑均可观看,直播答疑在考前推出(具体时间见网站公告)。

### 图书在版编目(CIP)数据

邱关源《电路》(第5版)笔记和课后习题(含考研真题)详解/圣才考研网主编. —北京:中国石化出版社,2015.8

(国内外经典教材辅导系列)  
ISBN 978-7-5114-3587-3

I. ①邱… II. ①圣… III. ①电路-研究生-入学考试-自学参考资料 IV. ①TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第198956号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

#### 中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街58号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

保定华泰印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

787×1092毫米16开本21.25印张4彩页533千字

2015年11月第1版 2015年11月第1次印刷

定价:45.00元

# 《国内外经典教材辅导系列·理工类》

## 编 委 会

主编：圣才考研网(www.100exam.com)

编委：肖 娟 娄旭海 肖 萌 段瑞权 赵芳微  
涂幸运 李如玉 谢盼盼 陈敬龙 侯蒙雨  
张宝霞 倪彦辉 黄前海 万军辉 李昌付

# 序 言

我国各大院校一般都把国内外通用的权威教科书作为本科生和研究生学习专业课程的参考教材,这些教材甚至被很多考试(特别是硕士和博士入学考试)和培训项目作为指定参考书。为了帮助读者更好地学习专业课,我们有针对性地编著了一套与国内外教材配套的复习资料,并提供配套的名师讲堂、3D电子书和3D题库。

邱关源主编的《电路》是我国高校采用较多的电路权威教材之一。作为该教材的配套辅导书,本书具有以下几个方面的特点:

1. 整理名校笔记,浓缩内容精华。本书每章的复习笔记均对本章的重难点进行了整理,并参考了国内名校名师讲授该教材的课堂笔记。因此,本书的内容几乎浓缩了该教材的所有知识精华。

2. 解析课后习题,提供详尽答案。本书参考大量电路相关资料对邱关源《电路》的课后习题进行了详细的分析和解答,并对相关重要知识点进行了延伸和归纳。

3. 精选考研真题,巩固重难点知识。为了强化对重要知识点的理解,本书精选了部分名校近几年的电路考研真题,这些高校大部分以该教材作为考研参考书目。所选考研真题基本涵盖了各个章节的考点和难点,特别注重联系实际,凸显当前热点,同时精选了大量现实案例并进行了分析。

购买本书享受大礼包增值服务,登录圣才考研网([www.100exam.com](http://www.100exam.com)),刮开所购图书封面防伪标的密码,即可享受大礼包增值服务:①本书3D电子书(价值30元);②3D题库【名校考研真题+课后习题+章节题库+模拟试题】(价值80元);③手机版【电子书/题库】(价值110元);④圣才学习卡(价值20元),可在圣才学习网旗下所有网站进行消费。扫一扫本书封面的二维码,可免费下载本书手机版;摇一摇本书手机版,可找到所有学习本书的学友,交友学习两不误;本书提供名师考前直播答疑,手机电脑均可观看,直播答疑在考前推出(具体时间见网站公告)

与本书相配套,圣才考研网提供邱关源《电路》网授精讲班【教材精讲+考研真题串讲】、3D电子书、3D题库(免费下载,送手机版)(详细介绍参见本书书前彩页)。

要深深牢记:考研不同一般考试,概念题(名词解释)要当作简答题来回答,简答题要当作论述题来解答,而论述题的答案要像是论文,多答不扣分。有的论述题的答案简直就是一份优秀的论文(其实很多考研真题就是选自一篇专题论文,完全需要当作论文来回答)!

圣才考研网([www.100exam.com](http://www.100exam.com))是圣才学习网旗下的考研考博专业网站,提供考研公共课和全国500所院校考研考博专业课辅导【一对一辅导、网授精讲班等】、3D电子书、3D题库(免费下载,免费升级)、全套资料(历年真题及答案、笔记讲义等)、国内外经典教材名师讲堂、考研教辅图书等。

考研辅导: [www.100exam.com](http://www.100exam.com)(圣才考研网)

官方总站: [www.100xuexi.com](http://www.100xuexi.com)(圣才学习网)

圣才学习网编辑部

# 目 录

第1章 电路模型和电路定律 .....	( 1 )
1.1 复习笔记 .....	( 1 )
1.2 课后习题详解 .....	( 5 )
1.3 名校考研真题详解 .....	( 14 )
第2章 电阻电路的等效变换 .....	( 17 )
2.1 复习笔记 .....	( 17 )
2.2 课后习题详解 .....	( 21 )
2.3 名校考研真题详解 .....	( 33 )
第3章 电阻电路的一般分析 .....	( 36 )
3.1 复习笔记 .....	( 36 )
3.2 课后习题详解 .....	( 38 )
3.3 名校考研真题详解 .....	( 54 )
第4章 电路定理 .....	( 59 )
4.1 复习笔记 .....	( 59 )
4.2 课后习题详解 .....	( 61 )
4.3 名校考研真题详解 .....	( 78 )
第5章 含有运算放大器的电阻电路 .....	( 84 )
5.1 复习笔记 .....	( 84 )
5.2 课后习题详解 .....	( 86 )
5.3 名校考研真题详解 .....	( 91 )
第6章 储能元件 .....	( 95 )
6.1 复习笔记 .....	( 95 )
6.2 课后习题详解 .....	( 98 )
6.3 名校考研真题详解 .....	( 101 )
第7章 一阶电路和二阶电路的时域分析 .....	( 103 )
7.1 复习笔记 .....	( 103 )
7.2 课后习题详解 .....	( 108 )
7.3 名校考研真题详解 .....	( 133 )
第8章 相量法 .....	( 140 )
8.1 复习笔记 .....	( 140 )
8.2 课后习题详解 .....	( 142 )
8.3 名校考研真题详解 .....	( 149 )
第9章 正弦稳态电路的分析 .....	( 153 )

9.1	复习笔记	(153)
9.2	课后习题详解	(154)
9.3	名校考研真题详解	(170)
<b>第10章</b>	<b>含有耦合电感的电路</b>	(176)
10.1	复习笔记	(176)
10.2	课后习题详解	(179)
10.3	名校考研真题详解	(190)
<b>第11章</b>	<b>电路的频率响应</b>	(194)
11.1	复习笔记	(194)
11.2	课后习题详解	(196)
11.3	名校考研真题详解	(206)
<b>第12章</b>	<b>三相电路</b>	(210)
12.1	复习笔记	(210)
12.2	课后习题详解	(212)
12.3	名校考研真题详解	(222)
<b>第13章</b>	<b>非正弦周期电流电路和信号的频谱</b>	(227)
13.1	复习笔记	(227)
13.2	课后习题详解	(229)
13.3	名校考研真题详解	(237)
<b>第14章</b>	<b>线性动态电路的复频域分析</b>	(243)
14.1	复习笔记	(243)
14.2	课后习题详解	(245)
14.3	名校考研真题详解	(270)
<b>第15章</b>	<b>电路方程的矩阵形式</b>	(277)
15.1	复习笔记	(277)
15.2	课后习题详解	(279)
15.3	名校考研真题详解	(290)
<b>第16章</b>	<b>二端口网络</b>	(295)
16.1	复习笔记	(295)
16.2	课后习题详解	(298)
16.3	名校考研真题详解	(308)
<b>第17章</b>	<b>非线性电路</b>	(314)
17.1	复习笔记	(314)
17.2	课后习题详解	(316)
17.3	名校考研真题详解	(321)
<b>第18章</b>	<b>均匀传输线</b>	(325)
18.1	复习笔记	(325)
18.2	课后习题详解	(326)
18.3	名校考研真题详解	(330)

# 第 1 章 电路模型和电路定律

## 1.1 复习笔记

电路是指将电气设备和电器元件根据功能要求按一定方式连接起来而构成的集合体。而把实际的电路经过理想化、抽象后和集总假设后而得到的电路为电路模型或理想化电路称为电路模型。

### 一、电压和电流的参考方向

在电路分析中，电流和电压都是标量，因此，有必要指定电流和电压的参考方向。

#### (1) 电流的参考方向

电流的参考方向可以任意指定。分析电路时，若参考方向与实际方向一致，则  $i > 0$ ，如图 1-1(a) 所示；反之  $i < 0$ ，如图 1-1(b) 所示。

表示方法：一般用箭头表示，也可以用双下标表示，如  $i_{AB}$ 。

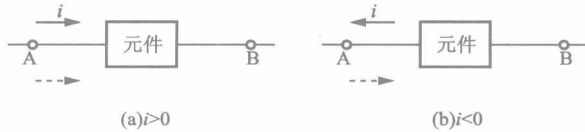


图 1-1 电流的参考方向

#### (2) 电压的参考方向

电压的参考方向也可以任意指定。分析电路时，若参考方向与实际方向一致，则  $u > 0$ ，如图 1-2(a) 所示；反之  $u < 0$ ，如图 1-2(b) 所示。

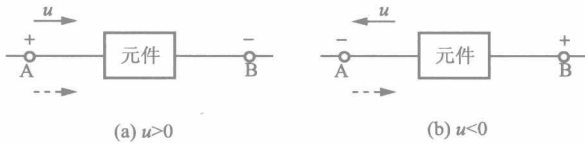


图 1-2 电压的参考方向

#### (3) 关联参考方向

对于一个元件或支路来说：如果指定元件的电流的参考方向是从电压参考极性的“+”指向“-”，即两者的参考方向一致，则把电流和电压的这种参考方向称为关联参考方向；反之称为非关联参考方向。如图 1-3 所示，对 A 而言， $u$  和  $i$  为非关联方向；对 B 而言， $u$  和  $i$  为关联方向。

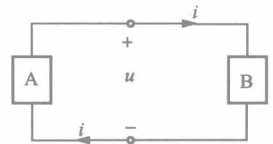


图 1-3 关联参考方向的定义

### 二、电功率和能量

1. 功率：
$$p = \frac{dW}{dt} = ui$$

其中，电路元件功率的计算公式如表 1-1 所示。功率的性质：

①在关联参考方向下，若  $p = ui > 0$ ，则元件实际吸收功率；若  $p = ui < 0$ ，则元件实际发




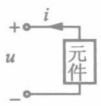
出功率。

②在非关联参考方向下,若  $p = ui > 0$ , 则元件实际发出功率;若  $p = ui < 0$ , 则元件实际吸收功率。

功率守恒:  $\sum P = 0$  ( $\sum P_{\text{吸}} = \sum P_{\text{发}}$ )

2. 电能:  $W(t) = \int_{t_0}^t P(\xi) d\xi = \int_{t_0}^t u(\xi) i(\xi) d\xi$

表 1-1 电路元件功率的计算公式

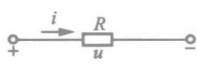
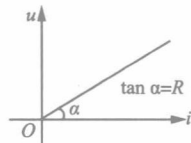
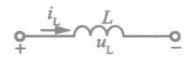
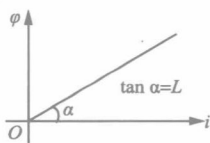
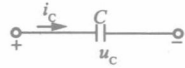
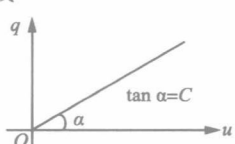
参考方向	电路	吸收的功率	发出的功率
关联方向		$P_{\text{吸}} = ui$	$P_{\text{发}} = -ui$
非关联方向		$P_{\text{吸}} = -ui$	$P_{\text{发}} = ui$

### 三、电路元件、电阻元件、电压源和电流源、受控电源

电阻元件、电源元件和受控电源元件是常用的电路元件。电路元件可分为无源元件及有源元件两大类。

1. 无源元件及其伏安特性如表 1-2 所示。

表 1-2 无源元件及其伏安特性

线性电路元件	定义	伏安特性
<p>电阻</p> 	<p><math>u</math> 和 <math>i</math> 的关系为 <math>u-i</math> 上的一条直线</p> 	<p><math>u = Ri</math> (欧姆定律)</p> <p><math>i = \frac{u}{R}</math></p>
<p>电感</p> 	<p>磁链和电流关系为 <math>\varphi-i</math> 平面上的一条直线</p> 	<p><math>u_L = L \frac{di_L}{dt}</math></p> <p><math>i_L = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\xi) d\xi</math></p>
<p>电容</p> 	<p>电荷和电压关系为 <math>q-u</math> 平面上的一条直线</p> 	<p><math>i_C = C \frac{du_C}{dt}</math></p> <p><math>u_C = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i_C(\xi) d\xi</math></p>

功率和能量比较:

(1) 电阻元件

$$P = ui = Ri^2 = u^2/R \geq 0 \text{ (关联参考方向)}$$

$$W = \int_{t_0}^t Ri^2(\xi) d\xi; \text{ 电阻是耗能元件。}$$

(2) 电容元件

$$P = ui = Cu \frac{du}{dt} \text{ (} u, i \text{ 取关联参考方向)}; \text{ 吸收功率, 电容是无源元件。}$$

$$\begin{aligned} W_C &= \int_{-\infty}^t u(\xi) i(\xi) d\xi = \int_{-\infty}^t Cu(\xi) \frac{du(\xi)}{d\xi} d\xi \\ &= C \int_{u(-\infty)}^{u(t)} u(\xi) du(\xi) = \frac{1}{2}Cu^2(t) - \frac{1}{2}Cu^2(-\infty); \text{ 电容是储能元件。} \end{aligned}$$

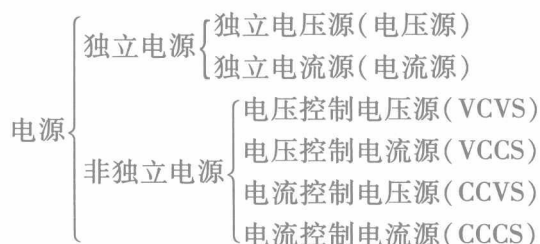
(3) 电感元件

$$P = ui = Li \frac{di}{dt} \text{ (关联)}; \text{ 吸收功率, 无源元件。}$$

$$W_L = L \int_{i(t_1)}^{i(t_2)} idi = \frac{1}{2}Li^2(t_2) - \frac{1}{2}Li^2(t_1) = W_L(t_2) - W_L(t_1); \text{ 储能元件。}$$

2. 有源元件

(1) 电源的分类



(2) 独立电源

独立电源属于有源元件, 是二端元件, 在电路中起激励作用。电压源的电压与电流源的电流由电源本身决定, 与电源外的其它电路无关。

①理想电压源

理想电压源的符号如图 1-4(a) 所示。其特点是其两端电压总能保持一定或一定的时间函数, 且电压值大小由电压源本身决定, 与流过它的电流值无关, 如图 1-4(b) 所示。

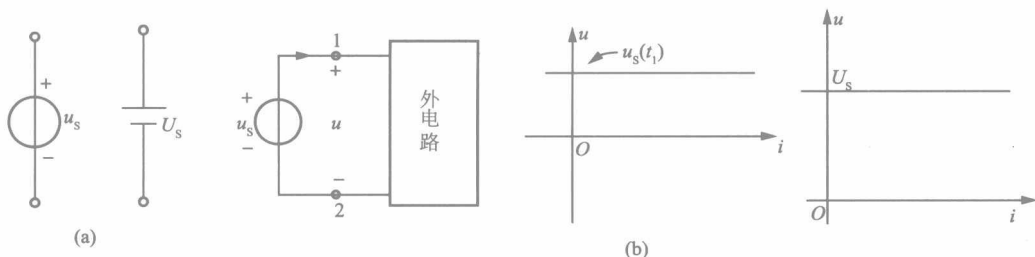


图 1-4

说明: a. 电压源为一种理想模型; b. 与电压源并联的元件, 其端电压为电压源的值; c. 电压源的功率从理论上来说可以为无穷大。

②理想电流源

理想电流源的符号如图 1-5(a) 所示。其特点是输出电流总能保持一定或一定的时间函数，且电流值大小由电流源本身决定，与外部电路及它的两端电压值无关，如图 1-5(b) 所示。

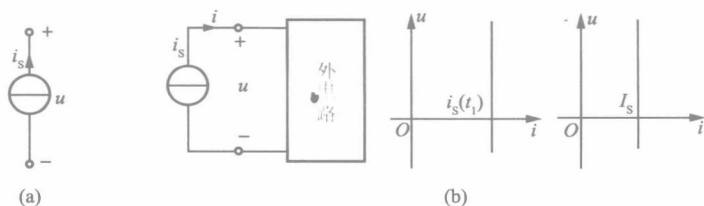


图 1-5

说明：a. 电流源为一种理想模型；b. 与电流源串联的元件，流过其的电流为电流源的值。

### (3) 受控源

受控源即非独立电源，它的电压(电流)受同一电路中其它支路的电压或电流所控制，分为如下四种类型：

#### ① 电压控制型电压源 (VCVS)

VCVS 如图 1-6 所示，输出电压  $u_2 = \mu u_1$ 。

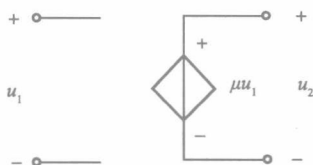


图 1-6

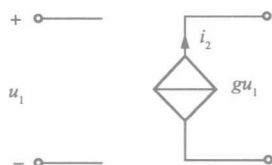


图 1-7

#### ② 电压控制型电流源 (VCCS)

VCCS 如图 1-7 所示，输出电流  $i_2 = g u_1$ 。

#### ③ 电流控制型电压源 (CCVS)

CCVS 如图 1-8 所示，输出电压  $u_2 = r i_1$ 。

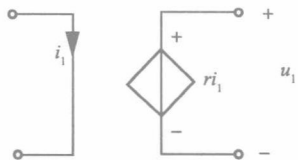


图 1-8

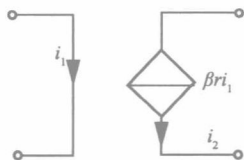


图 1-9

#### ④ 电流控制型电流源 (CCCS)

CCCS 如图 1-9 所示，输出电流  $i_2 = \beta i_1$ 。

功率： $P(t) = u_1(t) i_1(t) + u_2(t) i_2(t) = u_2(t) i_2(t)$ ，这说明受控源的功率是通过受控支路来计算的。

## 四、基尔霍夫定律

基尔霍夫定律描述了支路电流之间或支路电压之间的约束关系，只与元件的相互连接有关，与元件的性质无关。电流定律(KCL)与电压定律(KVL)如表 1-3 所示。

表 1-3 基尔霍夫定律

名称	时域表达式	适用范围与条件	独立方程个数
KCL	$\sum i(t) = 0$	适用于任意电流函数的任意时刻, 集总参数中的任意节点和封闭曲面	$(n-1)$ 个
KVL	$\sum u(t) = 0$	适用于任意电压函数的任意时刻, 集总参数电路中的任意回路	$b - (n-1)$ 个

注: 列写方程时方程中各项前的正负号(电压: 与绕行方向一致取正号, 反之取负号; 电流: 流出为正, 流入为负); 电压和电流本身数值的正负号。

## 1.2 课后习题详解

1-1 说明图 1-10(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 1-10(a)中  $u > 0$ 、 $i < 0$ , 图 1-10(b)中  $u > 0$ 、 $i > 0$ , 元件实际发出还是吸收功率?



图 1-10

解: (1) 当电流的参考方向与元件两端电压降落方向一致时, 我们称  $u$ 、 $i$  参考方向关联。因此, 图 1-10(a)中  $u$ 、 $i$  的参考方向关联; 图 1-10(b)中  $u$ 、 $i$  的参考方向非关联。

(2) 一个元件或电路在电压电流是关联方向下, 功率是吸收功率; 否则, 为发出功率。因此, 图 1-10(a)中  $ui$  乘积表示元件吸收的功率; 图 1-10(b)中  $ui$  乘积表示元件发出的功率。

(3) 在参考方向下,  $ui > 0$  时, 元件实际吸收功率,  $ui < 0$  时, 元件实际发出功率; 在非参考方向下,  $ui > 0$ , 元件实际发出功率,  $ui < 0$ , 元件实际吸收功率。图 1-10(a)中  $ui < 0$ , 元件实际发出功率; 图 1-10(b)中  $ui > 0$ , 元件实际发出功率。

1-2 在图 1-11(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?

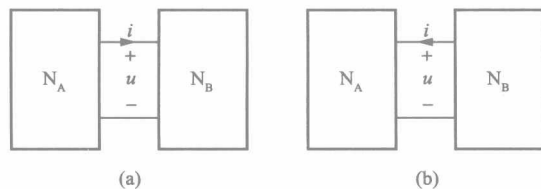


图 1-11

解: 根据关联参考方向、功率吸收和发出的相关概念可得:

图 1-11(a), 对于  $N_A$ ,  $u$ 、 $i$  的参考方向非关联, 乘积  $ui$  对  $N_A$  意味着发出功率; 对于  $N_B$ ,  $u$ 、 $i$  的参考方向关联, 乘积  $ui$  对  $N_B$  意味着吸收功率。

图 1-11(b), 对于  $N_A$ ,  $u$ 、 $i$  的参考方向关联, 乘积  $ui$  对  $N_A$  意味着吸收功率; 对于  $N_B$ ,  $u$ 、 $i$  的参考方向非关联, 乘积  $ui$  对  $N_B$  意味着发出功率。

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。试校核图 1-12 中电路所得解答是否正确。

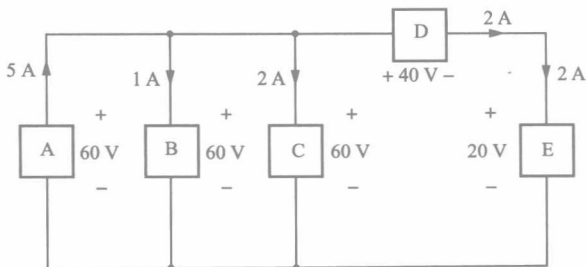


图 1-12

解：A 元件的电压与电流参考方向非关联，功率为发出功率，其他元件的电压与电流方向关联，功率为吸收功率。

总发出功率： $P_A = 60 \times 5 = 300\text{W}$ ；

总吸收功率： $P_B + P_C + P_D + P_E = 60 \times 1 + 60 \times 2 + 40 \times 2 + 20 \times 2 = 300\text{W}$ ；

显然，总发出功率和总吸收功率是相等的，所以整个电路功率是平衡的。

1-4 在指定的电压  $u$  和电流  $i$  的参考方向下，写出图 1-13 所示各元件的  $u$  和  $i$  的约束方程（即 VCR）。

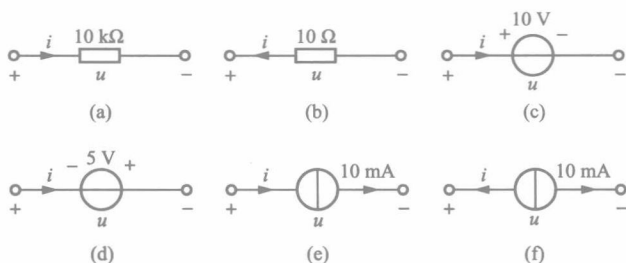


图 1-13

解：图 1-13(a) 是电阻元件， $u$ 、 $i$  参考方向关联，由欧姆定律可得， $u(t) = Ri(t)$   $u = Ri = 10^4 i$

图 1-13(b) 是电阻元件， $u$ 、 $i$  参考方向非关联，

$u(t) = -Ri(t)$   $u = -Ri = -10i$

图 1-13(c)，理想电压源， $u = 10\text{V}$

图 1-13(d)，理想电压源与外接网路无关， $u = -5\text{V}$

图 1-13(e)，理想电流源， $i = 10 \times 10^{-3}\text{A}$

图 1-13(f)，理想电流源， $i = -10 \times 10^{-3}\text{A}$

1-5 试求图 1-14 中各电路中电压源、电流源及电阻的功率（须说明是吸收还是发出）。

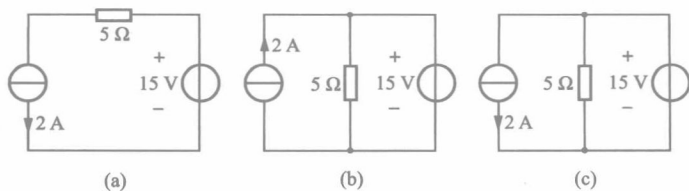


图 1-14

解：(1) 图 1-14(a) 所示

电压源  $u$ 、 $i$  参考方向非关联，发出功率： $P_U = U_S I = 15 \times 2 \text{W} = 30 \text{W}$

电阻元件吸收功率： $P_R = I^2 R = 2^2 \times 5 \text{W} = 20 \text{W}$ ， $U_R = IR = 2 \times 5 \text{V} = 10 \text{V}$

电流源  $u$ 、 $i$  参考方向关联，吸收功率： $P_I = U_I I = (U_S - U_R) I = (15 - 10) \times 2 \text{W} = 10 \text{W}$

(2) 图 1-14(b) 所示

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

电阻元件吸收功率： $P_R = I_R^2 R = 3^2 \times 5 \text{W} = 45 \text{W}$

电流源  $u$ 、 $i$  参考方向非关联，发出功率： $P_I = I_S U_I = 2 \times 15 \text{W} = 30 \text{W}$

电压源  $u$ 、 $i$  参考方向非关联，发出功率： $P_U = I_U U_S = 1 \times 15 \text{W} = 15 \text{W}$

(3) 图 1-14(c) 所示

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

电阻吸收功率： $P_R = I_R^2 R = 3^2 \times 5 \text{W} = 45 \text{W}$

电流源  $u$ 、 $i$  参考方向关联，吸收功率： $P_I = I_S U_I = 2 \times 15 \text{W} = 30 \text{W}$

电压源  $u$ 、 $i$  参考方向非关联，发出功率： $P_U = I_U U_S = 5 \times 15 \text{W} = 75 \text{W}$

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）。

(1)  $U_S = 10 \text{V}$  的电压源，如图 1-15(a) 所示；

(2)  $R = 5 \Omega$  线性电阻，如图 1-15(b) 所示；

(3)  $U_S$ 、 $R$  的串联组合，如图 1-15(c) 所示。

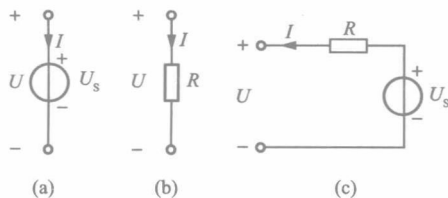


图 1-15

解：(1) 图 1-15(a)，理想电压源的电压恒定，与电流无关： $U = U_S = 10 \text{V}$ ，如图 1-16(a) 所示。

图 1-15(b)，电阻元件，电压、电流满足欧姆定律： $U = IR = 5I$ ，如图 1-16(b) 所示。

图 1-15(c)，根据基尔霍夫电压定理： $U_S = U + U_R = U + IR$ ，即  $U = U_S - IR$ ，如图 1-16(c) 所示。

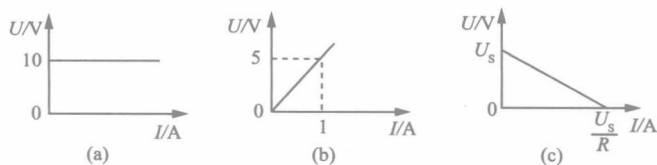


图 1-16

1-7 图 1-17 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。

解：(1) 各图支路电压为：

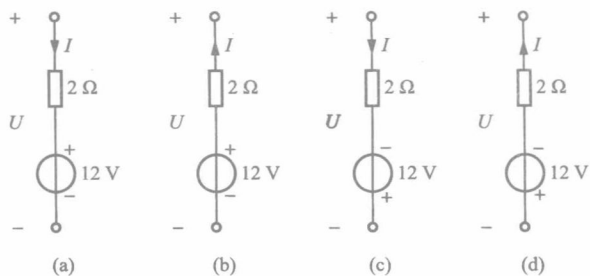


图 1-17

$$U_a = IR + U_s = 2 \times 2 + 12 = 16\text{V}$$

$$U_b = -IR + U_s = -2 \times 2 + 12 = 8\text{V}$$

$$U_c = IR - U_s = 2 \times 2 - 12 = -8\text{V}$$

$$U_d = -IR - U_s = -2 \times 2 - 12 = -16\text{V}$$

(2) ①图 1-17(a), 标准电压源和电阻的  $u$ 、 $i$  参考方向都关联, 都吸收功率:

$$P_R = I^2 R = 2^2 \times 2 = 8\text{W}, P_S = U_S I = 12 \times 2 = 24\text{W}$$

$$\text{支路吸收功率: } P = U_a I = 16 \times 2 = 32\text{W}$$

$P_R + P_S = P$ , 所以功率平衡。

②图 1-17(b), 电阻吸收功率:  $P_R = I^2 R = 8\text{W}$

标准电压源的  $u$ 、 $i$  参考方向非关联:  $P_S = U_S I = 24\text{W}$

$$\text{支路发出功率: } P = U_b I = 16\text{W}$$

功率平衡关系:  $P = P_S - P_R$ 。

③图 1-17(c), 电阻吸收功率:  $P_R = I^2 R = 8\text{W}$

标准电压源  $u$ 、 $i$  参考方向非相关, 发出功率:  $P_S = U_S I = 24\text{W}$

$$\text{支路吸收功率: } P = U_c I = -16\text{W}, \text{即放出功率 } 16\text{W}$$

功率平衡关系:  $P = P_S - P_R$ 。

④图 1-17(d), 标准电压源和电阻的  $u$ 、 $i$  参考方向都关联, 都吸收功率:

$$P_R = I^2 R = 2^2 \times 2 = 8\text{W}, P_S = U_S I = 12 \times 2 = 24\text{W}$$

$$\text{支路发出功率: } P = U_d I = -32\text{W}, \text{即吸收功率 } 32\text{W}。$$

$P_R + P_S = P$ , 所以功率平衡。

1-8 试求图 1-18 中各电路的电压  $U$ , 并分别讨论其功率平衡。

解: (1) 图 1-18(a),  $I_R = 8\text{A}$ ,  $U = U_R = 2 \times I_R = 2 \times 8 = 16\text{V}$

所以输入电路的吸收功率:  $P = U \times I = 32\text{W}$

电流源发出功率:  $P_1 = 6 \times U = 6 \times 16 = 96\text{W}$

电阻吸收功率:  $P_R = 2 \times I_R^2 = 2 \times 8^2 = 128\text{W}$

因为  $P = P_R - P_1$ , 所以功率平衡。

(2) 图 1-18(b),  $I_R = 6 - 2 = 4\text{A}$ ,  $U = U_R = 2 \times I_R =$

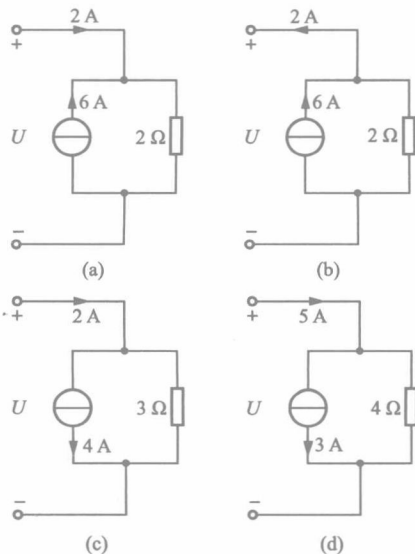


图 1-18

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

所以输入电路的发出功率:  $P = U \times I = 16\text{W}$

电流源发出功率:  $P_1 = 6 \times U = 6 \times 8 = 48\text{W}$

电阻吸收功率:  $P_R = 2 \times I_R^2 = 2 \times 4^2 = 32\text{W}$

因为  $P = P_1 - P_R$ , 所以功率平衡。

(3) 图 1-18(c),  $I_R = 2 - 4 = -2\text{A}$ ,  $U = U_R = 3 \times I_R = 3 \times (-2) = -6\text{V}$ ,

所以输入电路的吸收功率:  $P = U \times I = -12\text{W}$

电流源吸收功率:  $P_1 = 4 \times -6 = -24\text{W}$

电阻吸收功率:  $P_R = 3 \times I_R^2 = 3 \times (-2)^2 = 12\text{W}$

因为  $P = P_1 + P_R$ , 所以功率平衡。

(4) 图 1-18(d),  $I_R = 5 - 3 = 2\text{A}$ ,  $U = U_R = 4 \times I_R = 4 \times 2 = 8\text{V}$

所以输入电路的吸收功率:  $P = U \times I = 40\text{W}$

电流源吸收功率:  $P_1 = 3 \times U = 3 \times 8 = 24\text{W}$

电阻吸收功率:  $P_R = 4 \times I_R^2 = 4 \times (2)^2 = 16\text{W}$

因为  $P = P_1 + P_R$ , 所以功率平衡。

1-9 图 1-19 中各受控源是否可看为电阻? 并求各图 1-19 中 a、b 端钮的等效电阻。

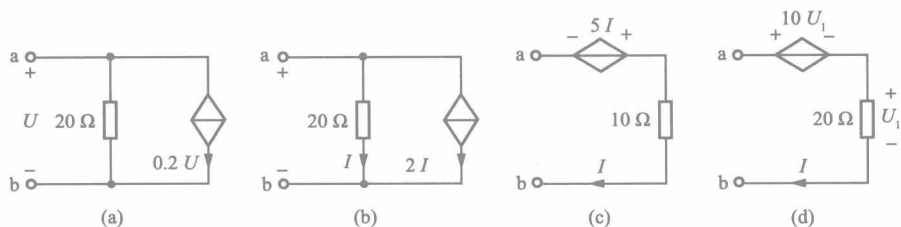


图 1-19

解: (1) 图 1-19(a), 受控源可看作是电阻, 设支路总电流为  $I$ , 则  $U = 20(I - 0.2U)$ , 即  $5U = 20I$ , 所以等效电阻为:

$$R_{ab} = \frac{U}{I} = 4\Omega$$

(2) 图 1-19(b), 受控源可看作电阻,  $U = IR = 20I$ , 支路总电流  $I_{ab} = 3I$ , 所以等效电阻为:

$$R_{ab} = \frac{U_{ab}}{I_{ab}} = \frac{20}{3} = 6.67\Omega$$

(3) 图 1-19(c), 受控源的  $u$ 、 $i$  参考方向是非关联的, 所以其放出功率, 不能看成电阻,  $U_{ab} = -5I + 10I = 5I$ , 支路总电流  $I_{ab} = I$ , 所以等效电阻为:

$$R_{ab} = \frac{U_{ab}}{I_{ab}} = 5\Omega$$

(4) 图 1-19(d), 受控源可以看成电阻,  $U_{ab} = 10U_1 + U_1 = 11U_1 = 11 \times 20I = 220I$ ,  $I_{ab} = I$ , 所以等效电阻为:

$$R_{ab} = \frac{U_{ab}}{I_{ab}} = 220\Omega$$

1-10 电路如图 1-20 所示, 试求:



(1) 图(a)中,  $i_1$  与  $u_{ab}$ ; (2) 图(b)中,  $u_{cb}$ 。

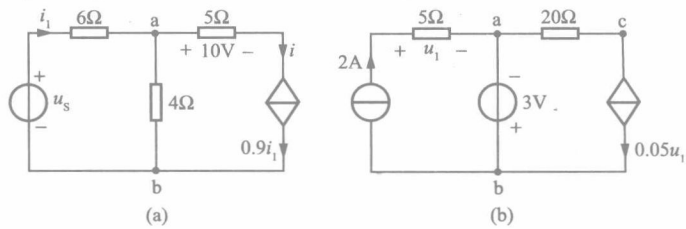


图 1-20

解: (1) 由图 1-20 可得:  $0.9i_1 = 10/5 = 2A$ , 则有:  $i_1 = \frac{2}{0.9} \approx 2.222A$

所以  $u_{ab} = 4 \times i_{ab} = 4 \times (i_1 - 0.9i_1) = 4 \times 0.1 \times \frac{20}{9} \approx 0.889V$ 。

(2) 由图 1-20 可得:  $u_1 = 5 \times 2 = 10V$ , 则有:  $i = 0.05u_1 = 0.5A$

所以  $U_{cb} = U_{ca} + U_{ab} = -13V$ 。

1-11 我国自葛洲坝水电站至上海的高压直流输电线示意图如图 1-21。输电线每根对地耐压为 500kV, 导线容许电流为 1kA。每根导线电阻为  $27\Omega$  (全长 1088km)。试问当首端线间电压  $U_1$  为 1000kV 时, 可传输多少功率到上海? 传输效率是多少?

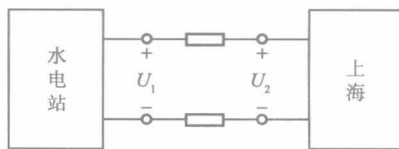


图 1-21

解: 根据题意可知:  $U_2 = U_1 - 2IR = 1000kV - 2 \times 1 \times 27kV = 946kV$

所以传输功率为:  $P = U_2 I = 946kV \times 1kA = 9.46 \times 10^5 kW$

传输效率为:  $\eta = \frac{u_2 I}{u_1 I} = \frac{u_2}{u_1} \times 100\% = \frac{94.6kV}{1000kV} \times 100\% = 94.6\%$ 。

1-12 对图 1-22 所示电路, 若: (1)  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  不定; (2)  $R_1 = R_2 = R_3$ 。在以上两种情况下, 尽可能多地确定各电阻中的未知电流。

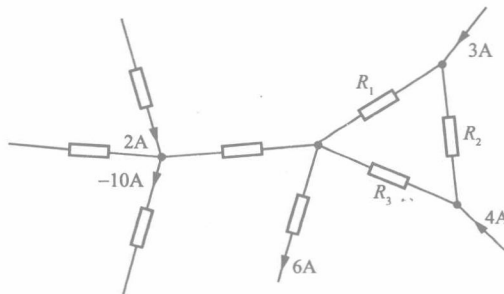


图 1-22

解: 如图 1-23 电流标注所示。

(1) 当  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  不定时, 流过它们的电流也是不定的;  $i_4 = 3 + 4 - 6 = 1A$ ;  $i_5 = i_4 + 2 - (-10) = 13A$ 。

(2) 当  $R_1 = R_2 = R_3$  时,  $i_4 = 3 + 4 - 6 = 1A$ ,  $i_5 = i_4 + 2 - (-10) = 13A$ 。