



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

国家工科电工电子教学基地教材

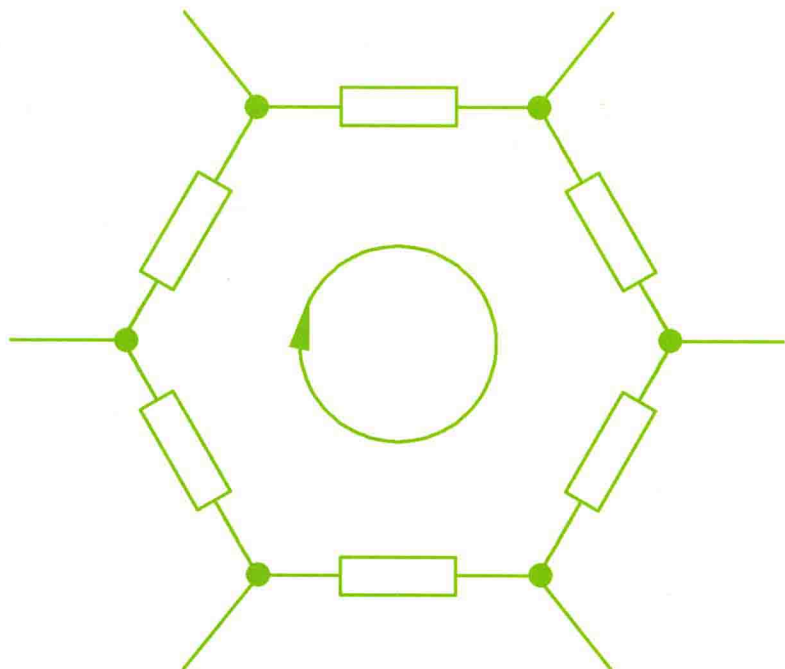
电工电子基础

Study Guide to Circuit Principle

电路原理 学习指导

王璐 李树才 李承 编著

Wang Lu Li Shucai Li Cheng



清华大学出版社





教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

Study Guide to Circuit Principle

电路原理学习指导

王璐 李树才 李承 编著

Wang Lu Li Shucai Li Cheng

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是与李承、徐安静主编的《电路原理与电机控制》配套的参考书,涵盖了其中上篇电路原理的主要内容。全书共分9章,包括电路的基本概念与基本定律、电路中的等效问题、电路的一般分析方法、线性电路的基本定理、电路的暂态过程分析、正弦稳态电路分析、三相电路、非正弦周期电流电路、二端口网络。每章均给出了对应章节习题的详细解答,提供了解题思路,并指出了应注意的问题。此外,附录中还收录了近几年华中科技大学研究生入学考试试题及机械大类电路理论课程期末考试试题,并给出了答案以供参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电路原理学习指导/王璐,李树才,李承编著. —北京:清华大学出版社,2017

(高等学校电子信息类专业系列教材)

ISBN 978-7-302-45459-5

I. ①电… II. ①王… ②李… ③李… 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(2016)第 274723 号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:李建庄

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:9

字 数:218千字

版 次:2017年2月第1版

印 次:2017年2月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:19.90元

产品编号:069638-01

高等学校电子信息类专业系列教材

顾问委员会

谈振辉	上海交通大学 (教指委高级顾问)	郁道银	天津大学 (教指委高级顾问)
廖延彪	清华大学 (特约高级顾问)	胡广书	清华大学 (特约高级顾问)
华成英	清华大学 (国家级教学名师)	于洪珍	中国矿业大学 (国家级教学名师)
彭启琮	电子科技大学 (国家级教学名师)	孙肖子	西安电子科技大学 (国家级教学名师)
邹逢兴	国防科学技术大学 (国家级教学名师)	严国萍	华中科技大学 (国家级教学名师)

编审委员会

主任	吕志伟	哈尔滨工业大学		
副主任	刘旭	浙江大学	王志军	北京大学
	隆克平	北京科技大学	葛宝臻	天津大学
	秦石乔	国防科学技术大学	何伟明	哈尔滨工业大学
	刘向东	浙江大学		
委员	王志华	清华大学	宋梅	北京邮电大学
	韩焱	中北大学	张雪英	太原理工大学
	殷福亮	大连理工大学	赵晓晖	吉林大学
	张朝柱	哈尔滨工程大学	刘兴钊	上海交通大学
	洪伟	东南大学	陈鹤鸣	南京邮电大学
	杨明武	合肥工业大学	袁东风	山东大学
	王忠勇	郑州大学	程文青	华中科技大学
	曾云	湖南大学	李思敏	桂林电子科技大学
	陈前斌	重庆邮电大学	张怀武	电子科技大学
	谢泉	贵州大学	卞树檀	第二炮兵工程大学
	吴瑛	解放军信息工程大学	刘纯亮	西安交通大学
	金伟其	北京理工大学	毕卫红	燕山大学
	胡秀珍	内蒙古工业大学	付跃刚	长春理工大学
	贾宏志	上海理工大学	顾济华	苏州大学
	李振华	南京理工大学	韩正甫	中国科学技术大学
	李晖	福建师范大学	何兴道	南昌航空大学
	何平安	武汉大学	张新亮	华中科技大学
	郭永彩	重庆大学	曹益平	四川大学
	刘缠牢	西安工业大学	李儒新	中科院上海光学精密机械研究所
	赵尚弘	空军工程大学	董友梅	京东方科技集团
	蒋晓瑜	装甲兵工程学院	蔡毅	中国兵器科学研究院
	仲顺安	北京理工大学	冯其波	北京交通大学
	黄翊东	清华大学	张有光	北京航空航天大学
	李勇朝	西安电子科技大学	江毅	北京理工大学
	章毓晋	清华大学	张伟刚	南开大学
	刘铁根	天津大学	宋峰	南开大学
	王艳芬	中国矿业大学	靳伟	香港理工大学
	苑立波	哈尔滨工程大学		
丛书责任编辑	盛东亮	清华大学出版社		

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统设备的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》

(教高【2012】4号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于2014年5月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

“电路原理”是国内很多工科院校机电大类专业本科生的必修专业基础课。由于课时的限制,很多初学者在课堂上对一些重要的基本原理理解还不够深刻,对分析方法的掌握还不够熟练,需要在课堂以外做适当的习题巩固课堂所学内容,加深对基本原理的理解和熟练运用各种分析方法。为了满足同学们在这方面的需求,我们编写了本书,希望能对同学们“电路原理”课程的学习有所助益。该书还可供机电大类专业教师在“电路原理”课程教学中使用,也可作为研究生入学考试复习用书。

在内容分配方面,该习题集分为正文和附录两部分。正文部分给出了由李承、徐安静主编的教材《电路原理与电机控制》对应章节习题的详细解答;附录包含 A、B 两部分,附录 A 收录了华中科技大学 2011—2013 年电路理论硕士入学考试试题并提供了参考答案,附录 B 收录了华中科技大学近年机电大类专业电路理论期末考试试题,同时也给出了参考答案。

在知识体系方面,本书包含了电路的基本概念与基本定律、电路中的等效问题、电路的一般分析方法、线性电路的基本定理、电路的暂态过程分析、正弦稳态电路分析、三相电路、非正弦周期电流电路、二端口网络,基本涵盖了机电大类涉及的电路基础知识,知识体系较为完备。

在写作风格方面,作者力求突出重点,以利于同学们掌握主干知识,同时对部分题目又给出了多种解法,以此来拓展同学们的思维。

由于时间仓促,加上编者水平有限,错误与疏漏之处在所难免,还恳请读者原谅并提出宝贵意见。

编 著

2017 年 1 月于华中科技大学

目录

CONTENTS

第 1 章	电路的基本概念与基本定律	1
第 2 章	电路中的等效问题	8
第 3 章	电路的一般分析方法	20
第 4 章	线性电路的基本定理	33
第 5 章	电路的暂态过程分析	48
第 6 章	正弦稳态电路分析	59
第 7 章	三相电路	81
第 8 章	非正弦周期电流电路	96
第 9 章	二端口网络	102
附录 A	华中科技大学电路理论(814)硕士入学考试试题	117
A.1	华中科技大学 2011 年电路理论(814)硕士入学考试试题	117
A.2	华中科技大学 2012 年电路理论(814)硕士入学考试试题	119
A.3	华中科技大学 2013 年电路理论(814)硕士入学考试试题	122
A.4	华中科技大学 2011 年电路理论(814)硕士入学考试试题参考答案	125
A.5	华中科技大学 2012 年电路理论(814)硕士入学考试试题参考答案	125
A.6	华中科技大学 2013 年电路理论(814)硕士入学考试试题参考答案	126
附录 B	华中科技大学电路理论期末考试试题	128
B.1	华中科技大学电路理论期末考试试题一	128
B.2	华中科技大学电路理论期末考试试题二	130
B.3	华中科技大学电路理论期末考试试题一参考答案	133
B.4	华中科技大学电路理论期末考试试题二参考答案	134

1.1 按如图 1.1 所示电路中选定的参考方向,写出电压 U 与电流 I 的关系式。

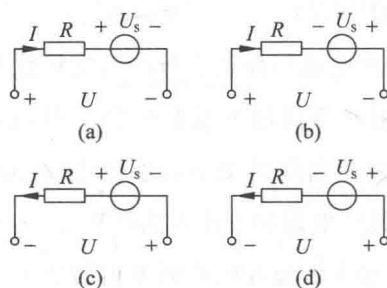


图 1.1 习题 1.1 的图

解 阻抗型元件电压与电流取关联参考方向时,欧姆定律为正常形式 $U=ZI$; 取非关联参考方向时,欧姆定律为 $U=-ZI$ 。端口电压参考方向与电压源电压参考方向一致时取正号,不一致时取负号,按此规律并应用基尔霍夫电压定律,可得

(a) $U=IR+U_s$; (b) $U=IR-U_s$; (c) $U=IR-U_s$; (d) $U=IR+U_s$

1.2 如图 1.2 所示电路中,哪个元件产生电功率,哪个元件吸收电功率? 并计算各元件吸收的功率。

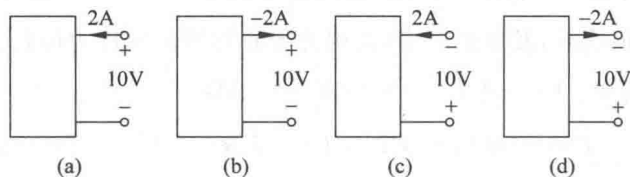


图 1.2 习题 1.2 的图

解 电压-电流统一采用关联方向来计算元件吸收的功率 $P=UI$, 结果为正则表明元件吸收功率, 为负载; 结果为负则表明元件吸收负功率, 即产生功率为电源。

(a) 该图中电压-电流为关联参考方向, $P=UI=10 \times 2\text{W}=20\text{W}$, 该元件吸收功

率 20W。

(b) 该图中电压-电流为非关联参考方向,可改变电流或电压参考方向,使电压-电流为关联参考方向,若改变电流参考方向,此时电流值变为 2A, $P=UI=10\times 2\text{W}=20\text{W}$,该元件吸收功率 20W。

(c) 该图中电压-电流为非关联参考方向,同(b);可改变电压或电流参考方向,使电压-电流为关联参考方向,以改变电压参考方向为例,此时,电压值变为 -10V , $P=UI=-10\times 2\text{W}=-20\text{W}$,该元件吸收功率为 -20W ,即作为电源产生功率 20W。

(d) 该图中电压-电流为关联参考方向, $P=UI=10\times (-2)\text{W}=-20\text{W}$,吸收功率为 -20W ,所以同(c),它是作为电源产生 20W 功率。

1.3 在如图 1.3(a)所示电路中,已知非线性电阻的伏安特性曲线如图 1.3(b)实线所示,试求非线性电阻的工作点 $Q(U, I)$ 。

解 非线性电阻的工作点由电路拓扑及自身的伏安特性共同决定,对图 1.3(a)应用基尔霍夫电压定律知,非线性电阻必须满足关系 $U=10-2I$,如图 1.3(b)中的虚斜线所示。所以,非线性电阻的工作点为两条曲线的交点。由图 1.3(b)可知, $U=5\text{V}$,所以电流 $I=(10-5)/2\text{mA}=2.5\text{mA}$,即非线性电阻的工作点为 $(5\text{V}, 2.5\text{mA})$ 。

1.4 图 1.4 所示电路中,求电压源和电流源发出的功率。

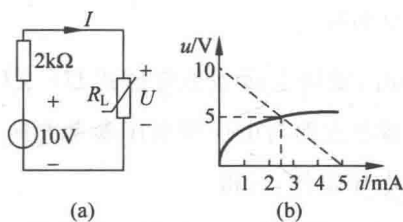


图 1.3 习题 1.3 的图

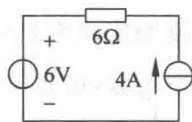


图 1.4 习题 1.4 的图

解 取电压与电流为关联参考方向,则发出的功率 $P=-UI$,结果为正值时发出正功率,元件为电源;为负值时,发出负功率(实则为吸收功率),元件为负载。

电压源发出的功率: $P=-UI=-6\times 4\text{W}=-24\text{W}$ 。

电阻发出的功率: $P=-UI=-(RI)\cdot I=-I^2R=-4^2\times 6\text{W}=-96\text{W}$ 。

对于电流源先求其端电压,根据 KVL,电流源两端电压 $U=[-6+(-6\times 4)]\text{V}=-30\text{V}$ 。电流源发出的功率 $P=-UI=-(-30\times 4)\text{W}=120\text{W}$ 。或者利用功率平衡式,电压源与电阻吸收的功率即为电流源发出的功率,也可求得电流源发出的功率为 120W。

1.5 在图 1.5 所示电路中, I_1 与 I_2 是否相等,为什么?

解 不相等。图 1.5(a)、(b)两电路拓扑结构完全相同,同为电桥电路,如果电桥平衡,即

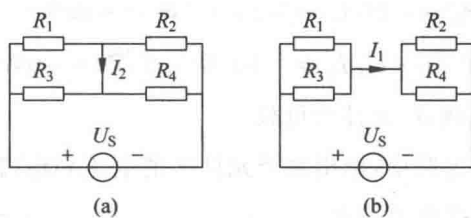


图 1.5 习题 1.5 的图

$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

则 $I_2 = 0$, 而 I_1 是流过电源的电流, 只要 U_S 不为零, I_1 就不为零。下面给出一般性证明。如图 1.6 所示, 由于两电路拓扑结构完全相同 ($R_1 // R_3 + R_2 // R_4$, 而且针对电阻, “//”表示并联关系, “+”表示串联关系, 在后边的题目中也会沿用此记法), 所以流过图 1.6(a)、(b) 对应电阻的电流也相同。针对图 1.6(a)、(b) 的 a、c 两节点列写 KCL 方程有

$$I_2 = I_{R_1} - I_{R_2}$$

$$I_1 = I_{R_1} + I_{R_3}$$

当 U_S 为正时, I_{R_2}, I_{R_3} 都为正值, 所以, $I_1 > I_2$ 。

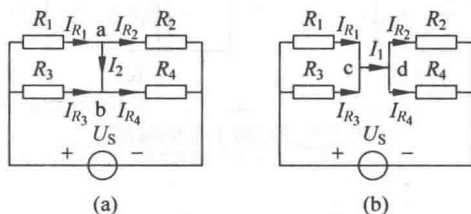


图 1.6 习题 1.5 的解图

1.6 在图 1.7 所示电路中, A、B、C 分别代表三个理想元件。按已选定参考方向, 已知 $I_1 = -2\text{A}$, $I_2 = 3\text{A}$, $U = 10\text{V}$ 。试计算各元件的电功率, 并判断各元件在电路中的作用, 哪个为负载, 哪个为电源?

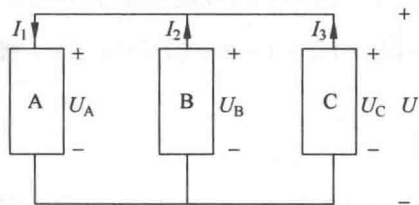


图 1.7 习题 1.6 的图

解 由于三个理想元件并联, 所以 $U_A = U_B = U_C = U = 10\text{V}$; 根据基尔霍夫电流定律 (KCL) 可得 $I_3 = I_1 - I_2 = (-2 - 3)\text{A} = -5\text{A}$ 。下面计算各理想元件吸收的功率:

$$P_A = U_A I_1 = 10 \times (-2)\text{W} = -20\text{W}$$

$$P_B = -U_B I_2 = -10 \times 3 \text{ W} = -30 \text{ W}$$

$$P_C = -U_C I_3 = -10 \times (-5) \text{ W} = 50 \text{ W}$$

所以, A 元件和 B 元件为电源, C 元件为负载。

1.7 在如图 1.8 所示电路中, 标出每个元件上的电压和电流参考方向, 并计算各元件上的电压、电流以及元件所吸收的功率。

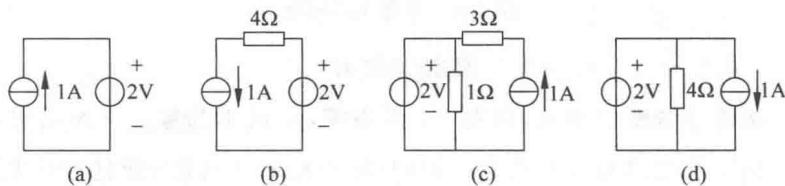


图 1.8 习题 1.7 的图

解 图 1.8(a)、(b)、(c)、(d) 中各元件电压-电流参考方向如图 1.9 所示。

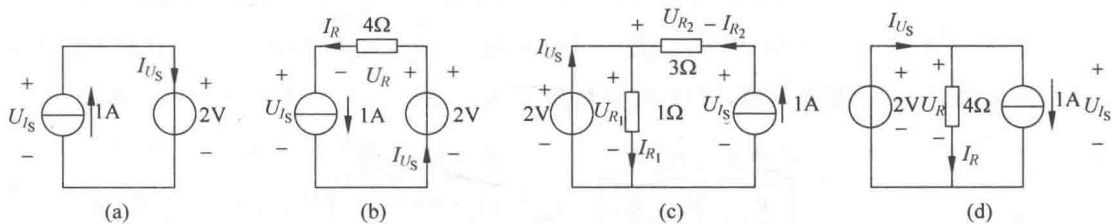


图 1.9 习题 1.7 的解图

在图 1.9(a) 中:

电流源: $I_S = 1 \text{ A}$, $U_{I_S} = 2 \text{ V}$, 吸收功率 $P_{I_S} = -U_{I_S} I_S = -2 \times 1 \text{ W} = -2 \text{ W}$ 。

电压源: $I_{U_S} = 1 \text{ A}$, $U_S = 2 \text{ V}$, 吸收功率 $P_{U_S} = U_S I_{U_S} = 2 \times 1 \text{ W} = 2 \text{ W}$ 。

在图 1.9(b) 中:

电压源: $I_{U_S} = 1 \text{ A}$, $U_S = 2 \text{ V}$, 吸收功率 $P_{U_S} = -U_S I_{U_S} = -2 \times 1 \text{ W} = -2 \text{ W}$ 。

电阻: $I_R = 1 \text{ A}$, $U_R = R I_R = 4 \times 1 \text{ V} = 4 \text{ V}$, 吸收功率 $P_R = U_R I_R = 4 \times 1 \text{ W} = 4 \text{ W}$ 。

电流源: $I_S = 1 \text{ A}$, $U_{I_S} = -U_R + U_S = (-4 + 2) \text{ V} = -2 \text{ V}$, 吸收功率 $P_{I_S} = U_{I_S} I_S = -2 \times 1 \text{ W} = -2 \text{ W}$ 。

在图 1.9(c) 中:

3Ω 电阻: $I_{R_2} = 1 \text{ A}$, $U_{R_2} = -3 I_{R_2} = -3 \times 1 \text{ V} = -3 \text{ V}$, 吸收功率 $P_{R_2} = -U_{R_2} I_{U_S} = -(-3) \times 1 \text{ W} = 3 \text{ W}$ 。

1Ω 电阻: $I_{R_1} = U_S / R_1 = 2 / 1 \text{ A} = 2 \text{ A}$, $U_{R_1} = 2 \text{ V}$, 吸收功率 $P_{R_1} = U_{R_1} I_{R_1} = 2 \times 2 \text{ W} = 4 \text{ W}$ 。

电压源: $I_{U_S} = I_{R_1} - I_{R_2} = (2 - 1) \text{ A} = 1 \text{ A}$, $U_S = 2 \text{ V}$, 吸收功率 $P_{U_S} = -U_S I_{U_S} = -2 \times 1 \text{ W} = -2 \text{ W}$ 。

电流源: $I_S = 1\text{A}$, $U_{I_S} = -U_{R_2} + U_S = [-(-3) + 2]\text{V} = 5\text{V}$, 吸收功率 $P_{I_S} = -U_{I_S} I_S = -5 \times 1\text{W} = -5\text{W}$ 。

在图 1.9(d)中:

电阻: $I_R = U_S / R = 2 / 4\text{A} = 0.5\text{A}$, $U_R = 2\text{V}$, 吸收功率 $P_R = U_R I_R = 2 \times 0.5\text{W} = 1\text{W}$ 。

电压源: $I_{U_S} = I_R + I_S = (0.5 + 1)\text{A} = 1.5\text{A}$, $U_S = 2\text{V}$, 吸收功率 $P_{U_S} = -U_S I_{U_S} = -2 \times 1.5\text{W} = -3\text{W}$ 。

电流源: $I_S = 1\text{A}$, $U_{I_S} = U_S = 2\text{V}$, 吸收功率 $P_{I_S} = U_{I_S} I_S = 2 \times 1\text{W} = 2\text{W}$ 。

1.8 求如图 1.10 所示电路中的电流 I 。

解 如图 1.11 所示, 可将虚线所围区域看成一个广义节点, 然后列写 KCL 方程, 即 $-3 + 5 + I = 0$, 求得 $I = -2\text{A}$ 。当然, 分别列写三个节点的 KCL 方程, 同样可得解。

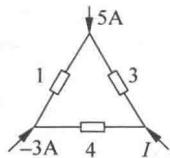


图 1.10 习题 1.8 的图

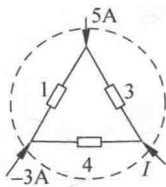


图 1.11 习题 1.8 的解图

1.9 求如图 1.12 所示电路中的 U_{ab} 。

解 方法一: 根据单回路电路电流处处相等有

$$\frac{50 - U_{ab}}{4} = \frac{U_{ab} - 20}{2}$$

解得: $U_{ab} = 30\text{V}$ 。

方法二: 如图 1.13 所示, 先求回路电流

$$I = \frac{50 - 20}{4 + 2}\text{A} = 5\text{A}$$

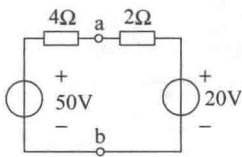


图 1.12 习题 1.9 的图

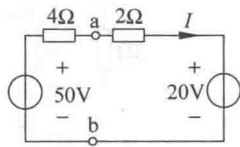


图 1.13 习题 1.9 的解图

根据 KVL, 有

$$U_{ab} = 2I + 20 = (2 \times 5 + 20)\text{V} = 30\text{V}$$

1.10 在如图 1.14 所示电路中, $I=0$, 求电阻 R 。

解 方法一: 各支路电流如图 1.15 所示, 因为 1Ω 支路电流为零, 所以, 根据 KCL 可知流经 4Ω 电阻支路的电流与流经电阻 R 的电流相同, 流经 6Ω 电阻的电流与流经 8Ω 电阻的电流相同。

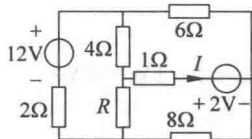


图 1.14 习题 1.10 的图

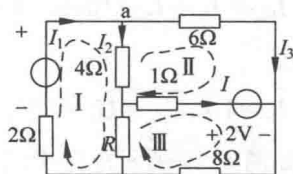


图 1.15 习题 1.10 的解图

节点 a 的 KCL 方程

$$I_1 = I_2 + I_3$$

回路 I 的 KVL 方程

$$I_2 = (4 + R)I_2 + 2I_1$$

回路 II 的 KVL 方程

$$4I_2 = 6I_3 - 2$$

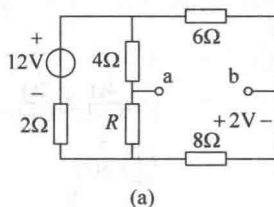
回路 III 的 KVL 方程

$$RI_2 = 8I_3 + 2$$

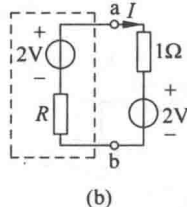
由以上方程联立得

$$R = 14.2\Omega$$

方法二: 由于 $I=0$, 所以 1Ω 电阻及 $2V$ 电压源之外的网络图 1.16(a) 可由图 1.16(b) 虚框中等效网络替代。



(a)



(b)

图 1.16 习题 1.10 的解图

所以 $U_{ab}=2V$, 利用分流、分压公式求 U_{ab} , 即

$$\frac{12}{2 + (4 + R) // (6 + 8)} \times \left(\frac{6 + 8}{(4 + R) + (6 + 8)} \times R - \frac{4 + R}{(4 + R) + (6 + 8)} \times 8 \right) = 2$$

解得: $R=14.2\Omega$ 。

1.11 在如图 1.17 所示电路中, $U_S=4\text{V}$, $I_S=2\text{A}$, $R_1=2\Omega$, $R_2=3\Omega$, 标出各元件上的电压和电流参考方向, 计算各电压和电流的数值以及各元件吸收的功率, 并确定是否满足功率平衡式。

解 各元件电压-电流参考方向如图 1.18 所示。

电阻 R_1 : $U_{R_1}=U_S=4\text{V}$, $I_{R_1}=U_{R_1}/R_1=4/2\text{A}=2\text{A}$, $P_{R_1}=U_{R_1}I_{R_1}=4\times 2\text{W}=8\text{W}$;

电阻 R_2 : $I_{R_2}=I_S=2\text{A}$, $U_{R_2}=R_2I_{R_2}=3\times 2\text{V}=6\text{V}$, $P_{R_2}=U_{R_2}I_{R_2}=6\times 2\text{W}=12\text{W}$;

电流源: $I_S=2\text{A}$, $U_{I_S}=U_S-U_{R_2}=(4-6)\text{V}=-2\text{V}$, $P_{I_S}=U_{I_S}I_S=(-2)\times 2\text{W}=-4\text{W}$;

电压源: $I_{U_S}=I_S+I_{R_1}=(2+2)\text{A}=4\text{A}$, $U_S=4\text{V}$, $P_{U_S}=-U_S I_{U_S}=-4\times 4\text{W}=-16\text{W}$;

总功率: $P_{R_1}+P_{R_2}+P_{I_S}+P_{U_S}=(8+12-4-16)\text{W}=0\text{W}$, 满足功率平衡式。

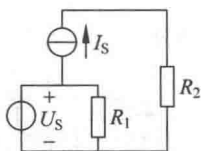


图 1.17 习题 1.11 的图

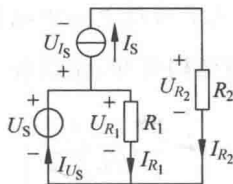


图 1.18 习题 1.11 的解图

2.1 求如图 2.1 所示电路中电流 I 和电压 U 。

解 分析电路结构可知,流经各支路的电流如图 2.2 所示。

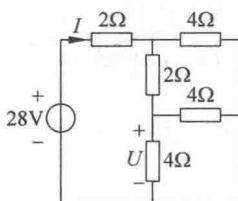


图 2.1 习题 2.1 的图

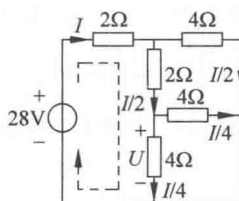


图 2.2 习题 2.1 的解图

左侧回路的 KVL 方程为

$$28 = 2I + 2 \times \frac{I}{2} + 4 \times \frac{I}{4}$$

解得

$$I = 7\text{A}$$

可求得

$$U = 4 \times \frac{I}{4} = 7\text{V}$$

2.2 求如图 2.3 所示电路中的 R_{ab} 。

解 图 2.3 中的两个 c 点由理想导线连接,是等电位点,可沿图 2.4(a)中的虚线对折,使两个 c 点重合,重合后的电路结构如图 2.4(b)所示。再将两组并联的电阻化简,化简后的电路图如图 2.4(c)所示。所以

$$R_{ab} = 4 + 15 // (3 + 7) = 10\Omega$$

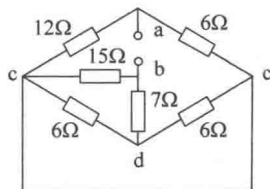


图 2.3 习题 2.2 的图

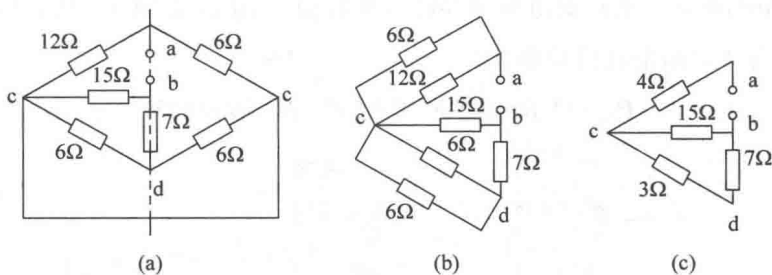


图 2.4 习题 2.2 的解图

2.3 如图 2.5 所示电路中, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\Omega$, 试计算在下列几种情况下的等效电阻 R_{AB} :

- (1) S_1, S_2, S_4 闭合;
- (2) S_1, S_3, S_4 闭合;
- (3) S_2, S_3, S_5 闭合。

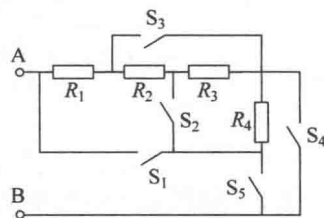
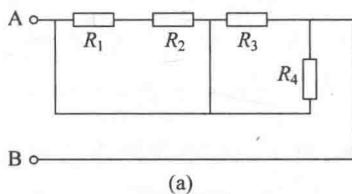
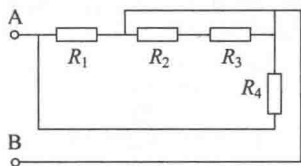


图 2.5 习题 2.3 的图

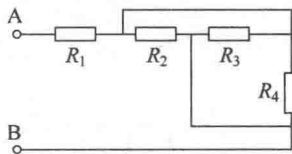
解 (1) S_1, S_2, S_4 闭合时的电路图如图 2.6(a)所示, 此时电阻 R_1, R_2 被短路, 电阻 R_3, R_4 并联, $R_{AB} = R_3 // R_4 = 2 // 2\Omega = 1\Omega$ 。



(a)



(b)



(c)

图 2.6 习题 2.3 的解图

(2) S_1, S_3, S_4 闭合时的电路图如图 2.6(b)所示, 此时 R_2, R_3 被短路, 电阻 R_1, R_4 并联, $R_{AB} = R_1 // R_4 = 2 // 2\Omega = 1\Omega$ 。

(3) S_2, S_3, S_5 闭合时的电路图如图 2.6(c)所示, 此时电阻 R_2, R_3, R_4 并联, 然后再和电阻 R_1 串联, $R_{AB} = R_1 + R_2 // R_3 // R_4 = (2 + 2 // 2 // 2)\Omega = 2.67\Omega$ 。

2.4 求图 2.7 电路中电流源提供的功率。

解 先对电路结构作简化, 简化方法同习题 2.2, 先将等位点

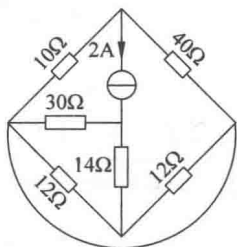


图 2.7 习题 2.4 的图