



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

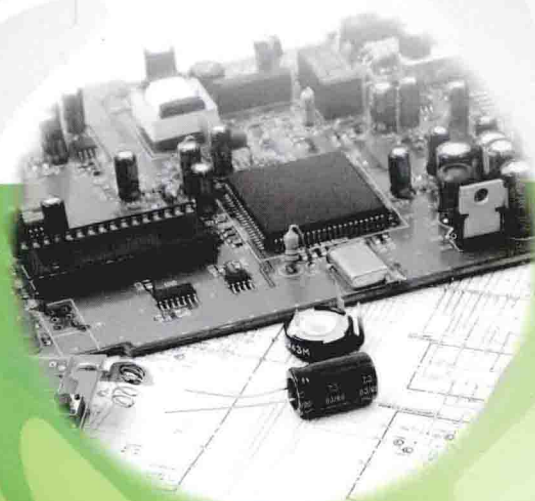


普通高等教育“十二五”计算机类规划教材

电路与电子技术基础

学习指导与实验教程

© 李心广 等编著



第2版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十二五”计算机类规划教材

电路与电子技术基础 学习指导与实验教程

第2版

李心广 王金矿 张 晶 漆建军 编著

赖声礼 主审



机械工业出版社

本书是“普通高等教育‘十二五’计算机类规划教材”《电路与电子技术基础第2版》(ISBN 978-7-111-38848-7)的配套教材。

本书共分两部分:第一部分为电路与电子技术基础学习指导,共分16章,每章包含教学目的、教学要求及重点难点指导。第二部分为实验教程,分实验内容与实验相关的附录内容。

本书可作为高等学校计算机类、自动控制及电子技术应用等专业的本科生、专科生学习《电路与电子技术基础第2版》(ISBN 978-7-111-38848-7)的配套实验教材与辅导教材;也可作为其他电气信息类专业的参考教材;还可供从事相关专业的工程技术人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路与电子技术基础学习指导与实验教程/李心广等编著. —2版. —北京:机械工业出版社, 2014. 10

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

普通高等教育“十二五”计算机类规划教材

ISBN 978-7-111-48218-5

I. ①电… II. ①李…②王…③张 III. ①电路理论—高等学校—教学参考资料
②电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM13②TN01

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第233226号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘丽敏 责任编辑:刘丽敏 王 康

版式设计:霍永明 责任校对:张 征

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

唐山丰电印务有限公司印刷

2015年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张·393千字

标准书号:ISBN 978-7-111-48218-5

定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

《电路与电子技术基础学习指导与实验教程》于2010年1月由机械工业出版社出版,作为一本主要面向高等学校计算机类、自动控制及电子技术应用等专业的本科生、专科生《电路与电子技术基础》的配套教材,得到了全国各兄弟院校的支持。经过近5年的教学实践及总结,第2版主教材于2012年9月出版,在听取选用教材的老师意见后,编写组讨论决定对该配套教材进行修订改版。该套教材作为省级精品课程教学改革配套教材,在内容选材与编排上配合了该课程及教学内容的改革。

本次修订内容总体结构不变,全书分为两部分,第一部分为学习指导,分为3篇共16章,每章包含教学目的、教学要求及重点难点指导。第二部分为实验教程,分为实验内容和与实验相关的附录内容。

在本次修订中增加了一章“功率放大电路与直流稳压电源”,本章内容非常实用,而且学生在参加全国大学生电子设计竞赛中也要用到这方面的知识。增加的这部分内容,各学校可根据课时情况进行选用。

本次修订工作由李心广主持进行,李心广负责整体修订思路的提出及第10章的编写与全书的检查工作,王金矿负责电路分析、数字电路部分的审稿工作。漆建军负责实验教程与附录部分的修改工作。张晶负责全书的校对工作,华南理工大学赖声礼教授主持全书的审稿工作,在此一并表示感谢。

编者

第1版前言

随着科学技术的不断发展,各学科都会将本领域最新技术发展成果增加到教学体系之中。近年来计算机技术的飞速发展,必然导致与之相关学科教学内容做较大幅度的调整;考虑到以加强学生自主学习、提高学生创新能力为目的的素质教育,必然要减少课堂教学。为此,在教材编写时,必须适应当前的教学需要。本书的主教材就是为适应这一形势发展趋势所作的一个大胆尝试。即,将弱电类(诸如计算机、自动控制及理工电气信息等)专业的三门核心基础课程“电路分析基础”、“模拟电子技术基础”、“数字电子技术基础”有机地合并为一门课程——“电路与电子技术基础”。配套教学改革的教材《电路与电子技术基础》已于2008年列入“普通高等教育‘十一五’计算机类规划教材”由机械工业出版社正式出版。

《电路与电子技术基础》课程是一门实践性很强的课程,学生可通过看书、听讲、做作业及实验各教学环节掌握各个教学内容。为了方便学习,我们编写了《电路与电子技术基础 学习指导与实验教程》。

本教材分为两部分,第一部分为学习指导,分为三篇共15章,每章包含教学目的,教学内容,重点、难点指导及习题选解。第二部分为实验教程,包括9个实验和两个与实验相关的附录。

学习指导部分的三篇内容如下:

第一篇为电路分析基础。分为5章,分别是第1章 电路的基本概念及基本定律、第2章 电阻电路的一般分析方法、第3章 电路分析的几个定理、第4章 动态电路分析方法、第5章 正弦稳态电路分析。

第二篇为模拟电子技术基础。分为4章,分别是第6章 半导体器件的基本特性、第7章 晶体管基本放大电路、第8章 负反馈放大器、第9章 集成运算放大器基础。

第三篇为数字逻辑电路基础。分为6章,分别是第10章 数制、编码与逻辑代数、第11章 集成逻辑门电路、第12章 组合逻辑电路分析与设计、第13章 触发器、第14章 时序逻辑电路分析与设计、第15章 脉冲波形的产生与整形。

实验教程部分的内容为:实验教学内容、附录A 几种常用仪器的使用方法、附录B 电路元器件的特性和规格及附录C 常用集成电路引脚图。

本书可作为高等学校计算机科学与技术、软件工程、网络工程等计算机类专业、自动控制专业以及其他相关专业本科生、专科生的辅助教材,也可供从事相关专业的工程技术人员和科研人员参考。

参与本书编写的人员及分工如下:王金矿(学习指导部分的第1~5章、15章);



张晶(学习指导部分的第11~14章,实验教程);李心广(学习指导部分的第6~10章,附录)。由李心广、张晶、王金矿通读全稿,对文字、图表进行校正,并集体讨论决定最终内容的取舍。由李心广负责全书的修改、统稿及定稿,由张晶、王金矿负责全书版式的检查。在编写过程中,漆建军老师帮助整理了部分图形资料,华南理工大学赖声礼教授主持全书的审稿工作,在此一并表示感谢。

电子技术日新月异,教学改革任重道远,鉴于编者的能力与水平有限,书中的疏漏和不足在所难免,恳请同行及读者批评指正,以便再版时修正。

编者联系邮箱: lxggu@163.com。

编者

2009年11月

目 录

第2版前言

第1版前言

第1部分 电路与电子技术基础学习指导

第1篇 电路分析基础	3	6.1 教学目标	62
第1章 电路的基本概念及基本定律	3	6.2 教学内容	62
1.1 教学目标	3	6.3 重点、难点指导	62
1.2 教学内容	3	6.4 习题选解	67
1.3 重点、难点指导	3	第7章 晶体管基本放大电路	72
1.4 习题选解	6	7.1 教学目标	72
第2章 电阻电路的一般分析方法	12	7.2 教学内容	72
2.1 教学目标	12	7.3 重点、难点指导	72
2.2 教学内容	12	7.4 习题选解	77
2.3 重点、难点指导	12	第8章 负反馈放大器	88
2.4 习题选解	14	8.1 教学目标	88
第3章 电路分析的几个定理	28	8.2 教学内容	88
3.1 教学目标	28	8.3 重点、难点指导	88
3.2 教学内容	28	8.4 习题选解	90
3.3 重点、难点指导	28	第9章 集成运算放大器基础	95
3.4 习题选解	30	9.1 教学目标	95
第4章 动态电路分析方法	39	9.2 教学内容	95
4.1 教学目标	39	9.3 重点、难点指导	95
4.2 教学内容	39	9.4 习题选解	99
4.3 重点、难点指导	39	第10章 功率放大电路与直流稳压电源	106
4.4 习题选解	40	10.1 教学目标	106
第5章 正弦稳态电路分析	48	10.2 教学内容	106
5.1 教学目标	48	10.3 重点、难点指导	106
5.2 教学内容	48	10.4 习题选解	109
5.3 重点、难点指导	48	第3篇 数字逻辑电路基础	119
5.4 习题选解	50	第11章 数制、编码与逻辑代数	119
第2篇 模拟电子技术基础	62	11.1 教学目标	119
第6章 半导体器件的基本特性	62	11.2 教学内容	119



11.3 重点、难点指导	119	14.2 教学内容	156
11.4 习题选解	124	14.3 重点、难点指导	156
第12章 集成逻辑门电路	130	14.4 习题选解	159
12.1 教学目标	130	第15章 时序逻辑电路	
12.2 教学内容	130	分析与设计	164
12.3 重点、难点指导	130	15.1 教学目标	164
12.4 习题选解	135	15.2 教学内容	164
第13章 组合逻辑电路分析与		15.3 重点、难点指导	164
设计	137	15.4 习题选解	166
13.1 教学目标	137	第16章 脉冲波形的产生与整形 ..	176
13.2 教学内容	137	16.1 教学目标	176
13.3 重点、难点指导	137	16.2 教学内容	176
13.4 习题选解	144	16.3 重点、难点指导	176
第14章 触发器	156	16.4 习题选解	177
14.1 教学目标	156		

第2部分 电路与电子技术基础实验教程

实验1 常用仪器仪表使用练习	189	A.3 Fluke-15B(17B)型	
实验2 戴维南定理验证	192	数字万用表	223
实验3 基本放大电路	194	A.4 EE1641B 型函数信号发生器/	
实验4 运算放大器的应用	198	计数器	225
实验5 门电路逻辑功能及测试	201	A.5 交流毫伏表	227
实验6 组合逻辑电路	205	A.6 DF1701S 系列可调式直流稳压	
实验7 时序电路测试及研究	209	稳流电源	229
实验8 原理图输入设计全加器	211	A.7 TPE-EEZH 电路电子综合	
实验9 VHDL 文本输入法设计一位		实验箱	232
二进制全加器	216	附录B 电路元器件的特性和规格	235
附录	219	B.1 电阻器	235
附录A 几种常用仪器的		B.2 电容器	238
使用方法	219	B.3 电感器	240
A.1 GOS-620 型双踪示波器	219	B.4 半导体二极管和晶体管	241
A.2 MODEL MF500 指针式		B.5 国产半导体集成电路	242
万用表	221	附录C 常用集成电路引脚图	248
		参考文献	252

第 1 部分 电路与电子技术 基础学习指导

本部分分为电路分析基础、模拟电子技术基础及数字逻辑电路基础 3 篇，共 16 章。分章按教学目标，教学内容，重点、难点指导及习题选解 4 个方面进行介绍。

第1篇 电路分析基础

本篇介绍电路分析的基本概念、基本理论、基本方法和基本定律，这些是电路分析的基础。通过本篇的学习，使同学们掌握分析电路的基本知识与方法，为今后学习和工作打下基础。

第1章 电路的基本概念及基本定律

1.1 教学目标

本章教学目标是让学生掌握电路分析的一些基础知识——基本概念和基本定律。在基本概念中要明确：如何将实际电路转化为电路模型？电路分析中的基本变量有哪些？掌握电路分析的基本定律——基尔霍夫定律和欧姆定律，为学习后面各章打下基础。

1.2 教学内容

1. 电路模型。
2. 电路分析的基本变量。
3. 基尔霍夫电压定律(KVL)、基尔霍夫电流定律(KCL)和欧姆定律。
4. 电路元件。

1.3 重点、难点指导

1.3.1 电路模型

电路模型就是把实际电路器件构成的电路进行抽象得出来的模型，俗称电路图。对实际电路进行模型化处理的前提是：假设电路中的基本电磁现象可以分别研究，并且相应的电磁过程都集中在各理想元件内部进行，即所谓电路理论的集中化假设。集中参数元件的主要特点是：元件外形尺寸相对于其正常工作频率所对应的波长而言小很多。

1.3.2 电路分析的基本变量

电路分析中的基本变量为电流、电压和功率，其中



$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$u(t) = \frac{dw(t)}{dq(t)}$$

$$p(t) = \frac{dw(t)}{dt} = u(t)i(t)$$

在应用这些变量分析电路问题时，一定要注意以下3个问题：

(1) 在电路图中所用到的电流或电压，一定要先设定参考方向，这是求解电路的前提，否则所得结果的正、负值没有意义。

(2) 一定要搞清楚某支路上电流和电压方向是关联还是非关联参考方向，否则无法列出方程。如图1-1所示，对于网络 N_2 而言， u 和 i 方向是关联的；而对于网络 N_1 而言， u 和 i 方向是非关联的。

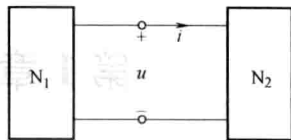


图1-1 参考方向示例

(3) 在计算元件(或网络)的功率时，若 u 和 i 方向关联，则功率

$$p = ui$$

若 u 和 i 方向非关联，则功率应写为

$$p = -ui$$

若 $p > 0$ ，则说明该元件(或网络)吸收功率；若 $p < 0$ ，则说明该元件(或网络)产生功率。

1.3.3 基尔霍夫电压定律、基尔霍夫电流定律和欧姆定律

分析集中参数的基本定律是基尔霍夫电压定律(KVL)、基尔霍夫电流定律(KCL)和欧姆定律。

(1) KVL是电路的各回路中必须满足的电压约束关系，与回路中各支路的性质无关。KVL是能量守恒的体现。

(2) KCL是电路中各支路在节点(或封闭面)处必须满足的电流约束关系，与支路(元件)的性质无关。KCL是电荷守恒的体现。

(3) KVL和KCL不但适用于线性电路，也适用于非线性电路；既适用于时不变电路，也适用于时变电路。

(4) 欧姆定律仅适用于线性电阻，不管线性电阻上电压、电流如何变化，都必须服从欧姆定律。

在应用KVL、KCL和欧姆定律分析电路时，必须先假设所关心的各支路电流、电压的参考方向，否则无法正确地列出有关方程。

1.3.4 电路元件

1. 基本元件 R 、 L 、 C 的特性

基本元件 R 、 L 、 C 分别是实际电阻器、电感器和电容器的理想元件模型。

(1) 基本元件的电压电流关系(VCR)

电阻元件

$$u(t) = Ri(t)$$

即在线性电阻上,电压和电流成正比,比例系数为 R , R 称为线性电阻的阻值。

电容元件

$$i(t) = C \frac{du}{dt}$$

即 $i(t)$ 与电容两端的电压变化率成正比,比例系数 C 称为线性电容的电容量。

电感元件

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

即 $u(t)$ 与流过电感中的电流变化率成正比,比例系数 L 称为线性电感的电感量。

(2) 电容元件和电感元件为记忆元件,而电阻为无记忆元件。这是因为

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

$$i_L(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u(\tau) d\tau = i_L(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t u(\tau) d\tau \quad (t \geq t_0)$$

即在电容上, $t < t_0$ 时的电流作用都由 $u_C(t_0)$ 来记忆;在电感上, $t < t_0$ 时的电压作用都由 $i_L(t_0)$ 来记忆。

若在 $t=0$ 时,电容上电流为有限值,电感上电压为有限值,则分别有

$$u_C(0_-) = u_C(0_+)$$

$$i_L(0_-) = i_L(0_+)$$

这反映了电容电压的连续性和电感电流的连续性。

(3) 由于电容元件和电感元件的 VCR 为微分和积分关系,故电容对于直流相当于开路,电感对于直流相当于短路。而对变化的电压和电流,通过微、积分关系可进行各种波形变换。

2. 电源元件

在电路分析中,所遇到的电源元件分为独立电源和受控电源两类。

(1) 理想电压源和理想电流源是实际电源不考虑内部能量消耗时的电路模型。电压源的输出电压与负载无关;电流源输出电流与负载无关。电压源的支路电流必须通过外电路决定;电流源的端电压必须通过外电路决定。

(2) 实际电源可以根据外特性用电压源串联内阻形式或电流源并联内阻形式两种模型表示。实际电源模型在保证外特性相同的情况下可以进行相互转换。

(3) 受控源是四端元件模型。如变压器,特别是在模拟电路中的某些电子器件(晶体管、场效应晶体管等)所发生的电气过程,可用受控源模型来表征。4种线性受控源可分别表示为

$$\text{电压控制电压源 (VCVS): } u_{su} = \mu u$$

$$\text{电压控制电流源 (VCCS): } i_{su} = g u$$

$$\text{电流控制电压源 (CCVS): } u_{si} = \gamma i$$

$$\text{电流控制电流源 (CCCS): } i_{si} = \beta i$$

式中, μ 、 g 、 γ 、 β 均为常数; u 或 i 为电路中某支路的电压或电流,为控制量。

若为非线性受控源, 即被控量是控制量的非线性函数, 则可表示为

$$u_{su} = f(u)$$

$$i_{su} = f(u)$$

$$u_{si} = f(i)$$

$$i_{si} = f(i)$$

1.4 习题选解

1-1 导线中的电流为 10A, 20s 内有多少电子通过导线的某一横截面?

分析: 根据电流强度的定义 $i = \frac{dq}{dt}$ 可以求出导线中通过的电荷数。

解: 已知 $I = 10A$, $\Delta t = 20s$

所以

$$\Delta q = i \cdot \Delta t = 10 \times 20C = 200C$$

又因为

$$e = 1.6 \times 10^{-19}C$$

所以, 电子数为

$$n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{200C}{1.6 \times 10^{-19}C} = 1.25 \times 10^{21} (\text{个})$$

即在 20s 内有 1.25×10^{21} 个电子通过导线某一截面。

1-2 某电流表的量程为 10mA, 当某电阻两端的电压为 8V 时, 通过的电流为 2mA, 如果给这个电阻两端加上 50V 的电压, 能否用这个电流表测量通过这个电阻的电流?

分析: 判断该电流表是否可以测量流过电阻中的电流, 看流过电阻中的电流是否超出电流表的最大量程。

解: 根据电阻两端压降和流过电阻中的电流, 由欧姆定理可以确定电阻的值为

$$R = \frac{U}{I} = \frac{8}{2 \times 10^{-3}} \Omega = 4k\Omega$$

如果给电阻上加 50V 的电压, 流过电阻的电流为

$$I = \frac{U}{R} = \frac{50}{4 \times 10^3} A = 12.5mA$$

电流表的量程为 10mA, 也就是允许通过的最大电流为 10mA, 显然不能使用该电流表测量通过该电阻的电流。

1-3 图 1-2 所示电路由 5 个元件组成。其中 $u_1 = 9V$ 、 $u_2 = 5V$ 、 $u_3 = -4V$ 、 $u_4 = 6V$ 、 $u_5 = 10V$ 、 $i_1 = 1A$ 、 $i_2 = 2A$ 、 $i_3 = -1A$ 。试求:

(1) 各元件消耗的功率。

(2) 全电路消耗功率为多少? 说明什么规律?

分析: 在电路元件为关联参考方向前提下, 求解电路元件的功率。

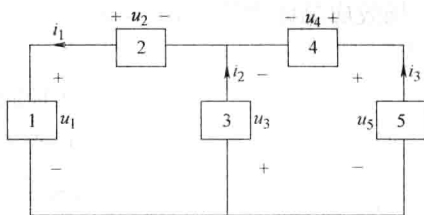


图 1-2 习题 1-3 电路

$$p = ui$$

当 $p > 0$ 为吸收功率，否则为释放功率。

对于图 1-2 中的电路元件，若不是关联参考方向，可在电压项或电流项前加一负号使其成为关联参考方向。

解：(1) 根据图 1-2 所示电路电流、电压的关联参考方向，有

$$p_1 = u_1 i_1 = 9 \times 1 \text{ W} = 9 \text{ W}$$

$$p_2 = u_2 (-i_1) = 5 \times (-1) \text{ W} = -5 \text{ W}$$

$$p_3 = u_3 i_2 = (-4) \times 2 \text{ W} = -8 \text{ W}$$

$$p_4 = u_4 i_3 = 6 \times (-1) \text{ W} = -6 \text{ W}$$

$$p_5 = u_5 (-i_3) = 10 \times 1 \text{ W} = 10 \text{ W}$$

(2) 全电路消耗的功率为

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 = 0$$

该结果表明，在电路中的元件产生功率，有的元件消耗功率，但整个电路的功率守恒。

1-4 标有 $10\text{k}\Omega$ (称为标称值)、 $1/4\text{W}$ (额定功率) 的金属膜电阻，若使用在直流电路中，试问其工作电流和电压不能超过多大数值？

分析：在使用一个电阻时，除要注意它的阻值之外，还要注意它的额定功率，否则，在使用中就可能造成电阻温度过高而损坏。

解：因为功率 $P = \frac{U^2}{R} = I^2 R$

工作电流

$$I < \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{0.25}{10000}} \text{ A} = 0.005 \text{ A} = 5 \text{ mA}$$

工作电压

$$U < \sqrt{PR} = \sqrt{0.25 \times 10000} \text{ V} = 50 \text{ V}$$

1-5[⊖] 求如图 1-3 所示电路的 U_{ab} 。

分析：对于此类问题，就是求解从一点沿任何一个路径到达另一点电压降的代数和。在求解的过程中注意：①某一支路无电流，则在该支路的电阻上是无电压降的，但电压源的电压与流过的电流无关；②对于闭合回路，必须先求出各支路电流，以便确定该支路上的电压降。

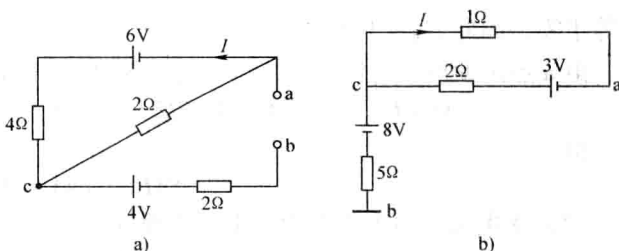


图 1-3 习题 1-5 电路图

⊖ 本书述及的方程在运算过程中，为使运算简洁便于阅读，如对量的单位无标注及特殊说明，此方程均为数值方程，而方程中的物理量均采用 SI 单位，如电压 U (u) 的单位为 V；电流 I (i) 的单位为 A；有功功率 P 的单位为 W；无功功率 Q 的单位为 var；视在功率 S 的单位为 V·A；电阻 R 的单位为 Ω ；电导 G 的单位为 S；电感 L 的单位为 H；电容 C 的单位为 F；时间 t 的单位为 s 等。

解: (1) 图 1-3a 中, 由 a 到 b 的电压降 $U_{ab} = U_{ac} + U_{cb}$, 假定电流方向如图 1-3a 所示, 沿 a—c—a 回路逆时针方向绕行一周, 电压方程式为

$$-6V + 4\Omega \times I + 2VI = 0V$$

即得

$$I = 1A$$

则

$$U_{ac} = 2\Omega \times (-I) = -2V \quad \text{或者} \quad U_{ac} = -6V + 4\Omega \times I = -2V$$

对于 cb 支路, 因为构不成回路, 所以电流为零。故

$$U_{cb} = 4V$$

所以

$$U_{ab} = U_{ac} + U_{cb} = (-2 + 4)V = 2V$$

(2) 图 1-3b 中, 由 a 到 b 的电压降 $U_{ab} = U_{ac} + U_{cb}$, 假定电流方向如图 1-3b 所示, 与图 1-3a 同理, 在回路中列出电压方程为

$$-3V + 1\Omega \times I + 2\Omega \times I = 0V$$

即得

$$I = 1A$$

则

$$U_{ac} = 1\Omega \times (-I) = -1V \quad \text{或者} \quad U_{ac} = -3V + 1\Omega \times I = -1V$$

对于 cb 支路, 因为构不成回路, 所以电流为零。故

$$U_{cb} = 8V$$

所以

$$U_{ab} = U_{ac} + U_{cb} = (-1 + 8)V = 7V$$

1-6 电路如图 1-4 所示, 求:

(1) 电路的基尔霍夫电压定律方程。

(2) 电流。

(3) U_{ab} 及 U_{cd} 。

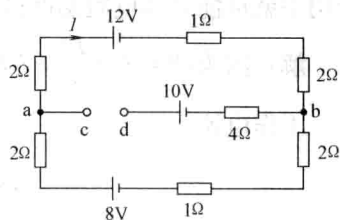


图 1-4 习题 1-6 电路图

解: (1) 假设电流的参考方向如图 1-4 所示, 对于 db 支路, 因为不构成回路, 支路电流等于零, 因此 $U_{db} = 10V$ 。

由 a 点出发按顺时针方向绕行一周的 KVL 电压方程式为

$$2\Omega \times I + 12V + 1\Omega \times I + 2\Omega \times I + 2\Omega \times I + 1\Omega \times I - 8V + 2\Omega \times I = 0$$

得

$$10\Omega \times I + 4V = 0V$$

(2) 求电流。由上面的回路电压方程式得

$$I = -\frac{4}{10}A = -0.4A$$

负号表示电流的实际方向与参考方向相反。

(3) 求 U_{ab} 及 U_{cd} 。

$$\begin{aligned} U_{ab} &= 2\Omega \times I + 12V + 1\Omega \times I + 2\Omega \times I = 5\Omega \times I + 12V \\ &= 5 \times (-0.4)V + 12V = 10V \end{aligned}$$

又

$$U_{ab} = U_{cd} + 10V$$

所以

$$U_{cd} = U_{ab} - 10V = 0V$$

1-7 图 1-5 所示的电路中, 若

(1) R_1 、 R_2 、 R_3 的值未知;

(2) $R_1 = R_2 = R_3 = R$ 。

在以上两种情况下, 尽可能多地确定其他各电阻中的未知电流。

分析: KCL 不仅适用于一个节点, 也适用于一个封闭面。

解: (1) 作封闭面如图 1-5 所示, 对此广义节点列写 KCL 方程, 有

$$i + [2 + 3 + 4 - 6 - (-10)]A = 0A$$

得

$$i = -13A$$

对于节点 a 列写 KCL 方程

$$i + 2A - (-10A) - i' = 0A$$

得

$$i' = -1A$$

当 R_1 、 R_2 、 R_3 的值未知时, 右边的三角形中的三条支路电流无法确定。

(2) 当 $R_1 = R_2 = R_3 = R$ 时, i 和 i' 仍如以上所求。设 R_1 支路的电流为 x , 如图 1-5 所示, 则由 KVL 可知在图 1-5 所示的参考方向下, R_2 支路的电流为 $x - 3$, R_3 支路的电流为 $x - 7$ 。对由 3 个电阻构成的回路按图 1-5 所示的绕行方向列写 KVL 方程, 有

$$Rx + R(x - 7) + R(x - 3) = 0$$

解得

$$x = \frac{10}{3}A$$

则, R_2 和 R_3 支路的电流分别为

$$x - 3A = \frac{10}{3}A - 3A = \frac{1}{3}A, \quad x - 7A = \frac{10}{3}A - 7A = -\frac{11}{3}A$$

1-8 220V、40W 的灯泡显然比 2.5V、0.3A 的小电珠亮得多。求 40W 灯泡额定电流和小电珠的额定功率。我们能不能说瓦数大的灯泡, 它的额定电流也大?

答: 40W 灯泡的额定电流为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{40}{220}A = 0.182A$$

小电珠的额定功率为

$$P = UI = 2.5 \times 0.3W = 0.75W$$

显然小电珠的瓦数为 0.75W, 灯泡的瓦数为 40W, 灯泡的瓦数大于小电珠, 但灯泡的额定电流为 0.182A, 而小电珠的额定电流为 0.3A, 所以不能说瓦数大的灯泡的额定电流一

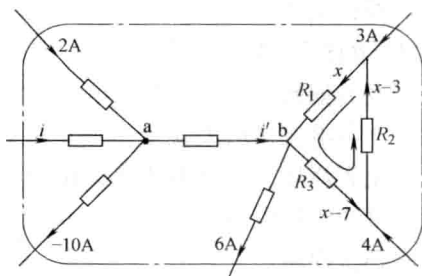


图 1-5 习题 1-7 电路图