



21世纪全国高职高专电子电工类规划教材

电工电子技术

DIANGONG DIANZI JISHU

■ 免费赠送课件

张琳 彭仁明 主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子电工类规划教材

电工电子技术

主 编 张 琳 彭仁明

副主编 李英辉 汤承江 金东琦

参 编 张 宇 许光君

高 杉 曲昀卿

田 云 郝光华



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是全国高职高专规划教材,依据教育部最新制定的“高职高专教育电工电子技术课程教学基本要求”编写而成。主要内容包括:直流电路、正弦交流电路、磁路与变压器、三相异步电动机、继电接触器控制系统、常用半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器基础、直流稳压电源、门电路及组合逻辑电路、触发器及时序逻辑电路、555 电路及其应用、D/A 和 A/D 转换,共计 13 章。每章后有小结、习题,书末附有部分习题答案,便于自学。本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校非电类专业的教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术/张琳,彭仁明主编. —北京:北京大学出版社,2008.2

(21 世纪全国高职高专电子电工类规划教材)

ISBN 978-7-301-13062-9

I. 电… II. ①张… ②彭… III. ①电工技术—高等学校:技术学校—教材②电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 192179 号

书 名: 电工电子技术

著作责任者: 张 琳 彭仁明 主编

责任编辑: 傅 莉

标准书号: ISBN 978-7-301-13062-9/TM · 0018

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 世界知识印刷厂

经 销 者: 新华书店

787 毫米×980 毫米 16 开本 19 印张 372 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书是全国高职高专规划教材,是依据教育部最新制定的“高职高专教育电工电子技术课程教学基本要求”,并结合机电类各专业系列课程的建设实际编写的。

编写时既考虑到使学生获得必要的电工电子技术基础概念、基本理论,也充分考虑到专科生的实际情况,本书的编写思路是:

1. 力图做到:内容精炼,保证基础;叙述简明,加强应用;充分考虑工科非电专业的知识结构,使教材内容具有科学性、实用性和可读性,以满足当前教学的需求。

2. 讲授内容与习题融为一体。每节后面设置思考题,每章习题中设置填空、判断、选择以及应用题,以期帮助学生总结内容,拓宽思路,提高分析问题和解决问题的能力。

3. 强调课程体系的针对性,根据高职高专的培养规格,理论上以为后续课打基础为度,注重应用能力的培养。

全书共13章,主要内容包括:直流电路、交流电路、磁路与变压器、三相异步电动机、继电器接触器控制系统、常用半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器、直流稳压电源、逻辑门电路及组合逻辑电路、触发器及时序逻辑电路、555电路及其应用、D/A和A/D转换器。书末附有部分习题答案。考虑到不同层次的需要,本书带“※”部分可作为选学内容。

本书由辽宁省交通高等专科学校张琳、四川绵阳职业技术学院彭仁明任主编,并由张琳负责全书的统稿和定稿;由李英辉、汤承江、金东琦任副主编。本书编写情况分工如下:第1章和附录A、B由黑龙江农业职业技术学院汤承江负责编写;第2章由石家庄职业技术学院李英辉负责编写;第3章由保定职业技术学院郝光华、石家庄职业技术学院曲昀卿负责编写;第4章由黑龙江农业经济职业学院金东琦、田云负责编写;第5章由辽宁省交通高等专科学校许光君负责编写;第6、7、8章由辽宁省交通高等专科学校张琳负责编写;第9章由辽宁省交通高等专科学校张宇、高杉负责编写;第10、11、12、13章由四川绵阳职业技术学院彭仁明负责编写。

本书配套课件由石家庄职业技术学院李英辉、曲昀卿制作,如有需要,请与北京大学出版社联系。

由于编者水平有限,统稿时间仓促,书中不妥和错误之处恳请读者给予批评指正,以便修订,使之成为日臻完善的高职高专教材。

编 者

2008年1月

目 录

第 1 章 直流电路.....	1
1.1 电路的概念.....	1
1.1.1 电路组成及其作用.....	1
1.1.2 电路模型.....	2
1.2 电路的主要物理量.....	3
1.2.1 电流.....	3
1.2.2 电压与电动势.....	4
1.2.3 电位.....	5
1.2.4 电能和电功率.....	6
1.3 电路的基本元件及其特性.....	7
1.3.1 常用无源元件.....	7
1.3.2 电压源和电流源.....	9
1.4 基尔霍夫定律.....	11
1.4.1 基尔霍夫电流定律.....	11
1.4.2 基尔霍夫电压定律.....	12
1.5 电路的基本分析方法.....	14
1.5.1 电压源、电流源等效变换.....	14
1.5.2 支路电流法.....	16
1.5.3 叠加定理.....	18
1.5.4 戴维宁定理.....	18
习题.....	20
第 2 章 正弦交流电路.....	24
2.1 正弦交流电的表示方法.....	24
2.1.1 正弦交流电的瞬时值表示法.....	24
2.1.2 正弦交流电的相量表示法.....	27
2.2 单一参数的交流电路.....	29
2.2.1 电阻电路.....	29
2.2.2 电感电路.....	31
2.2.3 电容电路.....	33

2.3 电阻、电感、电容元件串联电路.....	35
2.3.1 电压三角形.....	35
2.3.2 阻抗三角形.....	36
2.3.3 功率三角形.....	37
2.3.4 功率因数的提高.....	39
2.4 阻抗的串联与并联.....	41
2.4.1 阻抗的串联.....	41
2.4.2 阻抗的并联.....	42
2.5 电路中的谐振.....	43
2.5.1 串联谐振.....	44
2.5.2 并联谐振.....	45
2.6 三相交流电路.....	46
2.6.1 三相电源及其连接形式.....	46
2.6.2 三相负载的连接形式.....	49
2.6.3 三相电路的功率.....	53
习题.....	54
第3章 磁路与变压器.....	57
3.1 磁路的基本知识.....	57
3.2 交流铁芯线圈电路.....	59
3.3 变压器.....	61
3.3.1 变压器的结构.....	61
3.3.2 变压器的工作原理.....	63
3.3.3 变压器的额定值和运行特性.....	67
3.4 常用变压器.....	69
习题.....	75
第4章 三相异步电动机.....	78
4.1 三相异步电动机的结构及转动原理.....	78
4.1.1 三相异步电动机的结构.....	78
4.1.2 三相异步电动机的工作原理.....	79
*4.2 三相异步电动机的电磁转矩与机械特性.....	83
4.2.1 三相异步电动机的电磁转矩.....	83
4.2.2 三相异步电动机的机械特性.....	85
4.3 三相异步电动机的控制.....	88
4.3.1 电动机的启动控制.....	88
4.3.2 电动机的制动控制.....	91

4.3.3 电动机的调速控制	92
4.4 三相异步电动机的铭牌数据	94
习题	96
第5章 继电器接触器控制系统	99
5.1 常用控制电器	99
5.1.1 刀开关	99
5.1.2 组合开关	100
5.1.3 按钮	100
5.1.4 熔断器	101
5.1.5 自动空气开关	102
5.1.6 交流接触器	103
5.1.7 继电器	103
5.2 笼型异步电动机的直接启动控制线路	105
5.2.1 点动控制	105
5.2.2 起、停控制 (自锁控制)	106
5.3 笼型异步电动机的正反转控制	107
5.4 行程控制	110
5.4.1 行程开关	110
5.4.2 自动往复行程控制	110
5.5 时间控制	111
5.5.1 时间继电器	112
5.5.2 笼型异步电动机的 Y- Δ 换接启动控制	113
5.6 速度控制	114
5.6.1 速度继电器	114
5.6.2 笼型异步电动机反接制动控制电路	115
5.7 联锁控制	116
5.7.1 按顺序启动	116
5.7.2 按顺序停止	117
5.8 电气原理的阅读	118
习题	121
第6章 常用半导体器件	126
6.1 二极管	126
6.1.1 半导体概述	126
6.1.2 PN 结及其单向导电性	127

6.1.3	二极管的结构与类型	128
6.1.4	二极管的伏安特性和主要参数	129
6.1.5	二极管的应用	130
6.1.6	特殊二极管	133
6.2	三极管	137
6.2.1	三极管的结构和分类	137
6.2.2	电流分配与放大原理	138
6.2.3	三极管的伏安特性及主要参数	140
	习题	143
第7章	基本放大电路	149
7.1	共射极基本放大电路	149
7.1.1	电路的组成及各元件的作用	149
7.1.2	放大电路的分析	151
7.1.3	放大电路的改进	160
7.2	射极输出器	164
7.3	多级放大电路	167
7.3.1	电路结构与耦合方式	167
7.3.2	多级放大电路的电路分析	168
	习题	170
第8章	集成运算放大器基础	176
8.1	集成运放简介	176
8.1.1	集成运放的基本结构	176
8.1.2	集成运放的主要参数	178
8.2	放大电路中的负反馈	179
8.2.1	反馈的基本概念	179
8.2.2	反馈的形式	179
8.2.3	负反馈的组态与判别	181
8.2.4	反馈放大电路的基本关系式	183
8.2.5	负反馈对放大电路性能的影响	184
8.3	理想集成运放的分析方法	187
8.3.1	理想集成运放及其传输特性	187
8.3.2	集成运放的线性应用	189
8.3.3	集成运放的非线性应用	198
8.4	集成运放使用中的问题	202
	习题	205

第9章 直流稳压电源	210
9.1 整流与滤波电路	211
9.1.1 单相桥式整流电路	211
9.1.2 滤波电路	213
9.2 稳压电路	216
9.2.1 稳压二极管稳压电路	217
9.2.2 串联型稳压电路	217
9.2.3 三端集成稳压器	218
*9.3 晶闸管及整流电路	222
9.3.1 晶闸管	222
9.3.2 单相半波可控整流电路	225
习题	229
第10章 门电路及组合逻辑电路	233
10.1 数字电路基础	233
10.1.1 模拟信号和数字信号	233
10.1.2 数制与码制	234
10.1.3 逻辑代数中的基本运算	236
10.2 组合逻辑电路的分析与设计	242
10.2.1 组合逻辑电路的分析	242
10.2.2 组合逻辑电路的设计	243
10.3 编码器	245
10.3.1 二—十进制编码器	245
10.3.2 优先编码器	246
10.4 译码器和数字显示器	247
10.4.1 二—十进制译码器	248
10.4.2 显示译码器	249
习题	250
第11章 触发器及时序逻辑电路	253
11.1 触发器	253
11.1.1 基本RS触发器	253
11.1.2 同步RS触发器	255
11.1.3 JK触发器	258
11.1.4 D触发器	259
11.1.5 触发器的应用举例	260
11.2 寄存器	261

11.2.1 数码寄存器.....	262
11.2.2 移位寄存器.....	262
11.3 计数器.....	263
11.3.1 二进制加法计数器.....	263
11.3.2 同步十进制加法计数器.....	265
习题.....	266
*第 12 章 555 电路及其应用.....	270
12.1 555 电路的工作原理.....	270
12.1.1 电路组成.....	270
12.1.2 工作原理.....	271
12.2 555 电路的应用实例.....	272
12.2.1 构成施密特触发器.....	272
12.2.2 构成单稳态触发器.....	273
12.2.3 构成多谐振荡器.....	274
习题.....	274
第 13 章 D/A 和 A/D 转换.....	277
13.1 D/A 转换器.....	277
13.1.1 D/A 转换器的基本原理.....	277
13.1.2 倒 T 形电阻网络 D/A 转换器.....	278
13.1.3 D/A 转换器的主要技术指标.....	279
13.2 A/D 转换器.....	279
13.2.1 A/D 转换器的基本过程.....	279
13.2.2 A/D 转换器的工作原理.....	280
13.2.3 A/D 转换器的主要技术指标.....	281
习题.....	282
附录 A 中国半导体器件型号命名方法.....	285
附录 B 美国、日本生产的半导体器件 型号命名方法.....	286
部分习题答案.....	287
参考文献.....	294

第1章 直流电路

教学目标

- ▶ 了解电路组成、作用及电路的基本物理量;
- ▶ 理解电阻元件、电感元件、电容元件的特点及电压和电流的关系;
- ▶ 熟练掌握电压和电流的参考方向和关联参考方向的概念,欧姆定律、基尔霍夫定律、支路电流法、叠加原理、电压源电流源等效互换、戴维宁定理及其应用;
- ▶ 学会运用各种电路分析方法解决实际电路问题。

电路是电工电子技术的基础,学好直流电路,特别是掌握常用的电路分析方法,为学习电工技术、电子技术打下坚实基础。

1.1 电路的概念

1.1.1 电路组成及其作用

电路是电流流通的路径,是为实现某种功能而将若干电气设备和元器件按一定方式连接起来的整体。但无论哪种电路均由电源(或信号源)、负载和中间环节这三个最基本的部分组成,如图 1-1 所示。

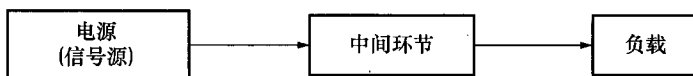


图 1-1 电路的组成

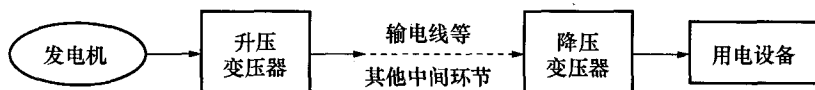
电源是提供电能的设备,如发电机、电池、信号源等。

负载是指用电设备,如电灯、电动机、洗衣机、电冰箱等。

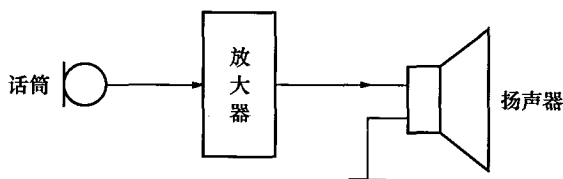
中间环节的作用是把电源和负载连接起来,通常是一些导线、开关、接触器、保护装置等。

电路的种类繁多,但从电路的功能来说,其作用分为两个方面:其一是实现电能的传输和转换(如电力工程,它包括发电、输电、配电、电力拖动、电热、电气照明,以及交直流电之间的整流和逆变等等);其二是进行信号的传递与处理(如信息工程,它包括语言、

文字、音乐、图像的广播和接收、生产过程中的自动调节、各种输入数据的数值处理、信号的存储等等)。其典型应用场合如图 1-2 所示。



(a) 电力系统电路



(b) 扩音机电路

图 1-2 电路的作用典型应用

1.1.2 电路模型

用于构成电路的电工、电子元器件或设备统称为实际电路元件，简称实际元件。实际元件的物理性质，从能量转换的角度看，有电能的产生、电能的消耗以及电场能量和磁场能量的储存。用来表征上述物理性质的理想电路元件分别称为恒压源 U_S 、恒流源 I_S 、电阻元件 R 、电容元件 C 和电感元件 L 。图 1-3 是它们的电路模型图形符号。

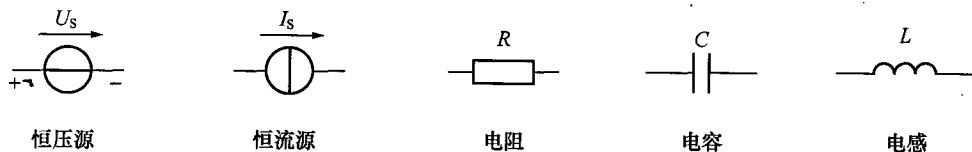


图 1-3 电路的基本模型——理想电路元件

实际电气器件在一定条件下都可用理想元件来代替。由理想元件代替实际电气器件组成的电路叫电路模型。

本书研究的电路都是实际电路的电路模型。某些实际器件可用一个理想电路元件代替，而还有些实际器件需用几个理想电路元件的组合来代替。如图 1-4 是手电筒的实际电路及其电路模型的示意图。

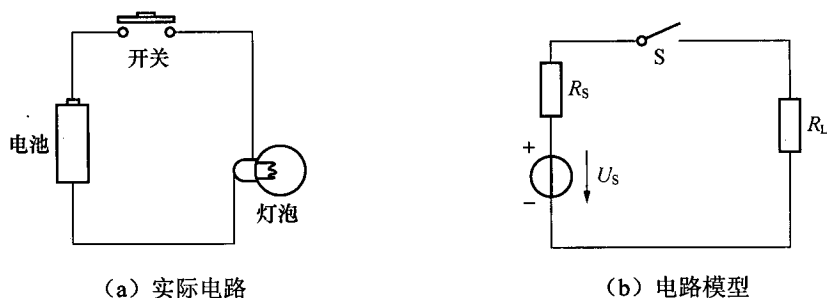


图 1-4 手电筒的实际电路及其电路模型

可见电路模型就是实际电路的科学抽象。采用电路模型来分析电路，不仅计算过程大为简化，而且能更清晰地反映电路的物理实质。

【思考题】

1. 什么是电路？一个完整的电路包括哪几部分？各部分的作用是什么？
2. 基本的理想电路元件有几个？各用什么符号表示？
3. 电路中引入电路模型的意义何在？

1.2 电路的主要物理量

电路的特性是由电流、电压和电功率等物理量来描述的。电路分析的基本任务就是根据电路的结构和已知参数，求电路的电流、电压和电功率。

1.2.1 电流

带电粒子（电子、离子）定向移动形成电流，通常把正电荷移动的方向定义为电流的实际方向。电流的大小用电流强度来表示，电流强度也简称电流，用 i 表示。定义为单位时间内通过导体横截面的电荷量，即 $i = \frac{dq}{dt}$ 。

在国际单位制（SI）中，时间 t 的单位是秒（s），电荷 q 的单位是库仑（C），电流 i 的单位为安培（A）。

大小和方向不随时间变化（ $\frac{dq}{dt} = \text{常数}$ ）的电流称为恒定电流，简称直流（DC），用大写字母 I 来表示。量值和方向作周期性变化且平均值为零的时变电流称为交流电流，简称

交流 (AC), 用小写字母 i 来表示。

习惯上, 规定正电荷移动的方向或负电荷移动的反方向为电流的方向 (实际方向)。在分析复杂电路时往往不能预先确定某段电路上电流的实际方向。为了便于分析电路, 电路中引出了参考方向的概念。参考方向是人为任意设定的, 图 1-5 (a) 电路中箭头所示方向就是电流的参考方向。参考方向也称正方向, 除了用箭头标示外, 还可以用双下标标示, 如图 1-5 (b) 所示。



图 1-5 电流参考方向

按参考方向求解得出的电流值有两种可能。得正值, 说明设定的参考方向与实际方向一致; 若为负值, 则表明参考方向与实际方向相反。

1.2.2 电压与电动势

在电路中, 电场力把单位正电荷由 a 点移到 b 点所做的功, 定义为 a 、 b 两点之间的电压, 用 u_{ab} 表示。即 $u_{ab} = \frac{dW}{dq}$ 。

在国际单位制 (SI) 中, 功 W 的单位是焦耳 (J), 电压 u 的单位为伏特 (V)。

大小和方向不随时间变化的电压称为恒定电压, 也称直流电压, 用大写字母 U 来表示。大小和方向随时间变化的电压称为时变电压, 一般用小写字母 u 来表示。

电压的参考方向与电流的参考方向类似, 当计算的结果为正值 ($U > 0$), 说明电压的实际方向和参考方向一致; 结果为负值 ($U < 0$), 说明电压的实际方向和参考方向相反。

电压的参考方向常用 “+” 和 “-” 表示, 如图 1-6 (a) 所示, 或用双下标表示, 如图 1-6 (b) 所示。



图 1-6 电压参考方向

由于参考方向是人为设定的, 因此在电路分析时, 我们可以设定元件的电压和电流参考方向一致, 这样假定的参考方向为关联参考方向, 如图 1-7 (a) 所示; 也可以设定

元件的电压和电流参考方向相反, 这样假定的参考方向为非关联参考方向, 如图 1-7 (b) 所示。

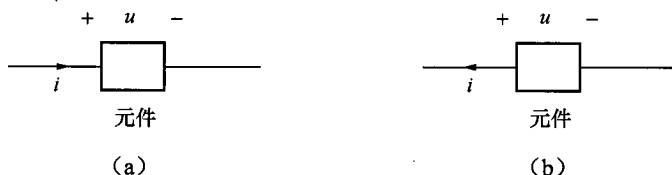


图 1-7 关联和非关联参考方向

必须指出, 电路中的电流或电压在未标明参考方向的前提下, 讨论电流或电压的正、负值是没有意义的。

电动势是反映电源把其他形式的能转换成电能的本领的物理量, 即度量电源内非静电力 (电源力) 做功能力的物理量。在电路中, 电动势常用 E 表示。电动势 E 和电压 U 的单位一样, 都是伏特 (V), 但电压是指在任意一段电路上, 把电荷从电路的一端推向另一端时, 电场力所做的功。而电动势则是电源内部所具有的把电子从正极搬运到负极的本领。对于一个电源来说, 电动势的方向是内电路中从负极到正极, 电压的方向是外电路从正极到负极, 但数值上有 $U=E$, 如图 1-8 所示。

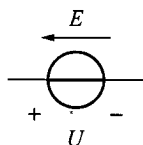


图 1-8 电源电动势与电压的关系

1.2.3 电位

在电路分析和实际工程测量中, 经常用到电位的概念。所谓电位是指在电路中任选一点作为参考点 (参考点的电位为 0), 则任意一点 a 到参考点的电压就称为 a 点的电位, 用符号 V_a 表示。电位的单位和电压一样, 也用伏特 (V) 表示。

电位是一个相对的物理量, 它的大小和极性与所选取的参考点有关。参考点的电位为 0, 故也称为零电位点, 用符号 “ $\perp$ ” 表示, 如图 1-9 (a)。参考点的选取是任意的, 但通常取多个支路的交汇点或接地点。可见参考点的位置不同, 电路中各点的电位也不同。电路中 a 点到 b 点的电压就等于 a 点与 b 点的电位之差, 即:

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

可见, 电压是一个绝对的物理量, 与参考点的选取无关。电子电路中, 为了简化电路图, 常采用电位标注法, 如图 1-9 (b) 所示。

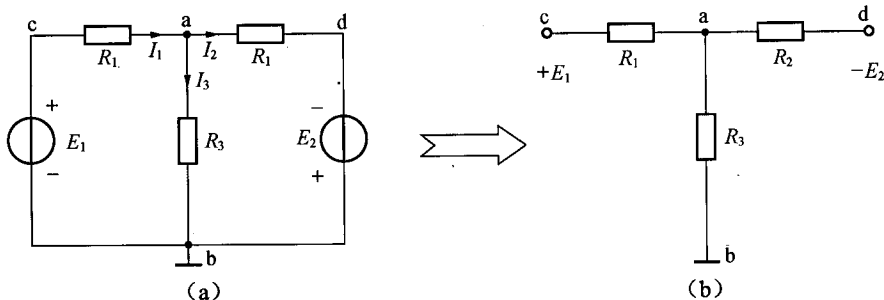


图 1-9 电路的电位表示法

【例 1.1】 如图 1-9(a)所示, $E_1 = 12(\text{V})$, $E_2 = 3(\text{V})$, $R_1 = R_2 = R_3 = 3(\Omega)$, $I_1 = 3(\text{A})$, $I_2 = 2(\text{A})$, $I_3 = 1(\text{A})$, 以 a 点和 b 点为参考点, 分别求 V_a , V_b , V_c , V_d 及 U_{ab} , U_{ad} 和 U_{ca} 。

【解】: (1) 以 b 为参考点, 则 $V_b = 0$ 。

故有 $V_a = I_3 R_3 = 1 \times 3 = 3(\text{V})$, $V_c = E_1 = 12(\text{V})$, $V_d = -E_2 = -3(\text{V})$;

所以 $U_{ab} = V_a - V_b = 3(\text{V})$, $U_{ad} = V_a - V_d = 3 - (-3) = 6(\text{V})$,

$U_{ca} = V_c - V_a = 12 - 3 = 9(\text{V})$;

(2) 以 a 为参考点, 则 $V_a = 0$ 。

故有 $V_b = -I_3 R_3 = -(1 \times 3) = -3(\text{V})$, $V_c = I_1 R_1 = 3 \times 3 = 9(\text{V})$,

$V_d = -I_2 R_2 = -(2 \times 3) = -6(\text{V})$

所以 $U_{ab} = V_a - V_b = 0 - (-3) = 3(\text{V})$, $U_{ad} = V_a - V_d = 0 - (-6) = 6(\text{V})$,

$U_{ca} = V_c - V_a = 9 - 0 = 9(\text{V})$ 。

计算表明, 当选取不同的参考点, 电路中的各点电位不同, 但电压相同。

1.2.4 电能和电功率

电流流过电灯会发光, 流过电炉会发热, 可见电路正常工作时, 电路中发生着能量的转换。

元件从 t_0 到 t_1 获得的能量可以用功 W 来衡量, 即: $W = \int_{t_0}^{t_1} UI dt$ 。在国际单位制 (SI) 中, 其单位为焦耳 (J)。

功率是单位时间内元件所吸收 (或产生) 的能量, 即: $P = \frac{dW}{dt} = UI$ 。

在关联参考方向下, $P = UI$; 在非关联参考方向下, $P = -UI$ 。当 $P > 0$ 时, 元件吸收功率, 在电路中消耗能量, 相当于负载; 当 $P < 0$ 时, 元件发出功率, 向外提供能量, 相当于电源。

在国际单位制 (SI) 中, 功率的单位是瓦特 (W)。电能的单位是焦耳 (J)。习惯上还常用“度”来表示电能, 1 度电等于 1 千瓦·时 (kW·h)。

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kW}\cdot\text{h} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

【例 1.2】 在如图 1-10 所示的电路中有三个元件, 已知 $U_1 = 5 \text{ (V)}$, $U_2 = 5 \text{ (V)}$, $U_3 = -5 \text{ (V)}$, $I_1 = 2 \text{ (A)}$, $I_2 = 5 \text{ (A)}$, $I_3 = 3 \text{ (A)}$, 求各元件吸收或发出的功率。

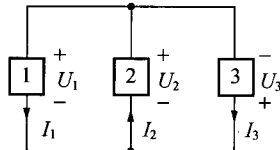


图 1-10 例 1.2 电路图

【解】: 对于元件 1, 因 U_1 、 I_1 是关联参考方向,

则 $P_1 = U_1 I_1 = 5 \times 2 = 10 \text{ (W)}$

即 $P_1 > 0$, 吸收功率, 相当于负载;

对于元件 2, 因 U_2 、 I_2 是非关联参考方向,

则 $P_2 = -U_2 I_2 = -5 \times 5 = -25 \text{ (W)}$

即 $P_2 > 0$, 发出功率, 相当于电源;

对于元件 3, 因 U_3 、 I_3 是非关联参考方向,

则 $P_3 = -U_3 I_3 = -(-5) \times 3 = 15 \text{ (W)}$

即 $P_3 > 0$, 吸收功率, 相当于负载;

可见 $P_2 = P_1 + P_3$, 即发出的功率等于吸收的功率, 功率平衡。

【思考题】

1. 为什么要引入参考方向的概念? 什么是关联参考方向和非关联参考方向?
2. 请叙述电压、电位、电位差的概念与关系。
3. 电路计算时得出功率的值有正有负, 其含义如何?

1.3 电路的基本元件及其特性

基本电路元件包括电阻元件、电容元件、电感元件、电压源及电流源等。根据其伏安特性可分为线性元件和非线性元件两类, 根据其能否对外电路提供电能又分为有源元件和无源元件。

1.3.1 常用无源元件

1. 线性电阻元件

电阻是反映将电能不可逆地转换为其他形式能量性质的理想化元件, 如白炽灯、电炉丝等均可理想化为电阻。在物理课中学过的遵从欧姆定律的电阻, 是一种最常用的线性电