



普通高等教育“十二五”规划教材·卓越汽车工程师系列

汽车

张大鹏 张宪 主编

电工电子基础 (第3版)



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材·卓越汽车

汽车电工电子基础

(第3版)

主编 张大鹏 张 宪
主审 石 勇 付少波



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是以教育部颁布的“高等学校工科电工电子技术（电工学）课程教学基本要求”为依据修订编写的，其内容按3个方面来讲述：第一，电路基础部分。重点介绍电路的基本概念和分析方法，包括电路模型，基本定律，电位计算；直流、交流电路的分析方法等。第二，模拟电子技术部分。包括半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器的应用、直流稳压电源、晶闸管及可控整流电路等。第三，数字电子技术部分。包括数字电路基础、逻辑门电路与组合逻辑电路、时序逻辑电路和集成555定时器、数/模和模/数转换器等。

本书可作为高等院校工科非电类专业的教材或教学参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

汽车电工电子基础 / 张大鹏，张宪主编. —3版. —北京：北京理工大学出版社，2012. 11

ISBN 978 - 7 - 5640 - 6893 - 6

I. ①汽… II. ①张…②张… III. ①汽车 - 电工②汽车 - 电子技术
IV. ①U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 241675 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 20

字 数 / 464 千字

版 次 / 2012 年 11 月第 3 版 2012 年 11 月第 1 次印刷 责任编辑 / 陈莉华

印 数 / 1 ~ 3000 册 责任校对 / 周瑞红

定 价 / 38.00 元 责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题，本社负责调换

《汽车电工电子基础（第3版）》编委会

主 编	张大鹏	张 宪		
副主编	王凤忠	谭允恩	李良洪	张 磊
编 委	郭丽莉	王立研	桂明华	张 亮
	李志勇	赵建辉	付兰芳	刘卜源
	沈 虹	俞 妍	李纪红	陈 影
主 审	石 勇	付少波		

第3版前言



△ 汽车电工电子基础（第3版）

本书是以教育部颁布的“高等学校工科电工电子技术（电工学）课程教学基本要求”为依据编写的，可作为高等院校工科非电类专业的教材或教学参考用书。

本书是在第2版的基础上修订的。参考学时为70学时左右。对于少学时专业采用本书时，可根据实际情况删减部分内容。

《汽车电工电子基础》是汽车相关专业的一门重要技术基础课程。本书总结了我们多年的教学实践经验，贯彻“少而精”的教学原则；注意取材的先进性和实用性，力求概念叙述清楚；内容深入浅出，适当更新；做到重点突出，理论联系实际。本书的特点是着重电路的定性分析，强调基本概念，重视基本理论的应用和基本技能的训练。

在内容安排上，贯彻从实际出发，由浅入深、由特殊到一般、从感性上升到理性等原则。本书按3个方面来讲述：第一，电路基础部分。重点介绍电路的基本概念和分析方法，包括电路模型，基本定律，电位计算；直流、交流电路的分析方法等。第二，模拟电子技术部分。包括半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器的应用、直流稳压电源、晶闸管及可控整流电路等。第三，数字电子技术部分。包括数字电路基础、逻辑门电路与组合逻辑电路、时序逻辑电路和集成555定时器、数/模和模/数转换器等。以上内容是汽车相关专业了解有关电工电子基础及应用的主体内容。

第3版《汽车电工电子基础》应广大读者的需求，在各章习题中增加了填空题和选择题。目的是帮助学生理解教材的相关基本概念和基本知识，并能适应对考试中类似题目的理解和掌握。根据需要，删减了非正弦周期电路、场效应管放大电路和安全用电等章节。本书有与之配套的《汽车电工电子基础学习指导与习题选解》辅助教材，以帮助初学者提高分析问题、解决问题的能力。

在本书中我们既强调了基本理论、基本知识和基本技能，也注意到了知识面的拓宽和更新，力求处理好以下几个关系：

(1) 电路基本理论与电子技术的关系。除了深入理解书中介绍的基本概念与设备原理

以及一般电路的分析方法外，还必须掌握电子技术的相关理论，深化和扩展对课程内容的理解。

（2）传统内容和知识更新的关系。利用分立元件电路讲述基本概念和原理，做到少而精，重点介绍集成电路的特点和应用。

（3）器件与电路的关系。对于器件主要介绍其外部特性及使用方法，不必过分地追究其内部机理。重点在于电路工作原理的分析和应用实践。

（4）模拟电路与数字电路的关系。适度删减模拟电路的内容，突出重点，奠定基础；增大数字电路的比重，以适应实际工作的需要。

（5）理论学习与素质培养的关系。在加强“三基”的同时，注意素质的培养，尤其是例题、习题的选择中，增加了实用的填空题与选择题，以提高分析问题、解决问题的能力。

在此，对所有为本书进行审阅并提出宝贵意见以及在编写、出版过程中给予热情帮助和支持的同志们，一并表示衷心的感谢。本书中参考了大量有关教材和文献资料，对相关作者表示诚挚的感谢。

由于编者的学识有限，加之时间仓促，书中必然存在一些缺点和错误，恳切希望使用本书的读者给予批评、指正。

编 者



汽车电工电子基础 (第3版)

► 第一章 电路的基本概念与基本定律	1
第一节 电路的基本物理量及其正方向	1
第二节 电路的组成和作用	4
第三节 电路的基本定律	5
第四节 电路的三种工作状态	10
* 第五节 电路中电位的计算	13
习题一	15
► 第二章 电路的分析方法	20
第一节 电阻的串联与并联	20
第二节 电压源与电流源及其等效变换	23
第三节 支路电流法	28
* 第四节 节点电压法	30
第五节 叠加原理	32
第六节 戴维宁定理与诺顿定理	35
习题二	39
► 第三章 交流电路	49
第一节 交流电的基本概念	49
第二节 正弦量的相量表示法	52
第三节 无源元件	57
第四节 纯电阻交流电路	60

第五节	纯电感交流电路	62
第六节	纯电容交流电路	65
第七节	RLC 串联电路	67
* 第八节	阻抗的串联与并联	73
第九节	功率因数的提高	77
* 第十节	电路中的谐振	78
习题三		84
► 第四章	三相交流电路	92
第一节	三相交流电源	92
第二节	对称负载的三相交流电路	94
第三节	不对称负载的三相交流电路	97
第四节	三相交流电路的功率	99
习题四		101
► 第五章	半导体器件	106
第一节	半导体基本知识	106
第二节	半导体二极管	109
第三节	稳压管	111
第四节	半导体三极管	112
习题五		117
► 第六章	基本放大电路	122
第一节	三极管放大电路的组成及工作原理	122
第二节	放大电路的静态分析	124
第三节	放大电路的动态分析	125
第四节	静态工作点的稳定	131
第五节	射极输出器	133
第六节	多级放大电路	136
* 第七节	功率放大电路	139
第八节	集成运算放大器	141
* 第九节	负反馈放大器	144
习题六		148
► 第七章	集成运算放大器的应用	154
第一节	基本运算电路	154

第二节	测量放大器	159
* 第三节	信号处理电路	160
第四节	正弦波振荡器	165
习题七		168
► 第八章	直流稳压电源	174
第一节	整流电路	174
第二节	滤波电路	178
第三节	稳压管稳压电路	181
第四节	串联型晶体管稳压电路	182
第五节	集成稳压电源	183
习题八		185
► 第九章	晶闸管及可控整流电路	190
第一节	晶闸管	190
第二节	可控整流电路	193
第三节	单结晶体管触发电路	197
习题九		201
► 第十章	数字电路基础	204
第一节	概述	204
第二节	逻辑代数的基本运算	205
* 第三节	逻辑代数的基本运算规则和定律	207
第四节	逻辑函数的表示方法	208
* 第五节	逻辑函数的代数化简法	209
* 第六节	逻辑函数的卡诺图化简法	211
习题十		214
► 第十一章	逻辑门电路与组合逻辑电路	216
第一节	分立元件门电路	216
* 第二节	集成门电路	219
第三节	组合逻辑电路的分析和设计方法	222
* 第四节	加法器	225
* 第五节	编码器	227
* 第六节	译码器	230
习题十一		234

► 第十二章 时序逻辑电路和集成 555 定时器	239
第一节 触发器	239
第二节 寄存器	245
第三节 计数器	248
第四节 集成 555 定时器	257
习题十二	262
► 第十三章 数/模和模/数转换器	269
第一节 数/模转换器 (DAC)	269
第二节 模/数转换器 (ADC)	273
习题十三	277
► 部分习题参考答案	280
► 附录一 半导体器件型号命名法	297
► 附录二 常用半导体器件的主要性能指标	298
► 附录三 半导体集成电路的型号命名及引脚识别	301
► 附录四 常用半导体集成电路的主要性能指标	303
► 参考文献	307

1

第一章

△ 汽车电工电子基础 (第3版)

电路的基本概念与基本定律

本章从电路的基本物理量及其单位出发,着重讨论电路的基本定律、基本知识、电路的工作状态、电位的计算以及电压和电流的正方向等。直流电路中介绍的这些内容都是分析与计算电路的基础,原则上也适用于正弦交流电路及其他各种线性电路。

第一节 电路的基本物理量及其正方向

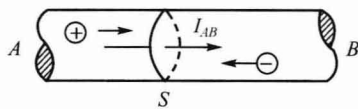
一、电流

电荷在电场作用下作有规则的定向运动,称为电流。

在金属导体内的电流是由于导体的内部自由电子在电场力的作用下有规则地运动而形成的。电流在数值上等于单位时间内通过某一导体横截面的电荷量。如果电流用 I 表示,电荷量用 q 表示,时间用 t 表示,则得

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-1)$$

式中, q 为时间 t 内通过导体横截面 S 的电荷量。如图 1-1 所示。



对于随时间变化的电流来说,则电流为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-2) \quad \text{图 1-1 金属导体中的电流方向}$$

式 (1-2) 表示电流是随时间而变化的,是时间的函数,称为变化电流,用小写字母 i 表示。当电流的大小和方向都不随时间变化时,称为直流电流,用大写字母 I 表示。

在国际单位制 (SI) 中,电流的单位为安 (培),用大写字母 A 表示。当 1 s 内通过导体横截面的电荷量为 1 C (库仑) 时,则电流为 1 A。在电力系统中,遇到的电流为几安、几十安甚至更大;而在电子技术中经常遇到较小的电流,是以毫安 (mA) 或微安 (μA) 为单位来计算的。它们之间的关系是

$$1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A}$$

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \text{ } \mu\text{A} = 10^{-3} \text{ mA} = 10^{-6} \text{ A}$$

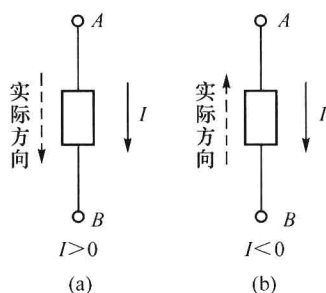


图 1-2 电流的正方向

通常规定正电荷运动的方向或负电荷运动的相反方向为电流的实际方向。但是在分析电路的时候,有时电流的实际方向难于事先确定,特别是在交流电路中,电流的实际方向随时间不断地反复改变,在电路图上也无法用一个箭头来表示它的实际方向。为此,为了分析电路方便,我们可任意选定某一方向作为电流的正方向,或称为参考方向。当电流的正方向与其实实际方向一致时,则电流为正值,如图 1-2 (a) 所示;当电流的正方向与其实实际方向相反时,则电流为负值,如图 1-2 (b) 所示。因此,在正方向选定之后,电流值的正与负,就决定了电流的实际方向。

本书中电路图上所标的电流方向都是正方向(参考方向)。

另外,电流的正方向除用带箭头的直线表示外,还可用双下标表示。如图 1-1 所示,图中 I_{AB} 即表示电流的正方向是由 A 指向 B。若选定正方向为由 B 指向 A,则为 I_{BA} ,两者相差一个负号,即 $I_{AB} = -I_{BA}$ 。

综上所述,电流的正方向是电路中一个非常重要的概念,在学习中应注意以下几点:

(1) 电流的实际方向是客观存在的,而其正方向是根据计算的需要任意选取的,正方向一经选定后,在电路分析和计算过程中就必须以此为依据,不能随意改动。

(2) 同一电流,若正方向选择不同,其数值相等而符号相反。因此,电流值的正负只有在选定正方向下才有意义。

(3) 电路中的基本公式和结论,都是在一定的正方向下得出来的。应用时必须注意正方向的选择。

(4) 电流是具有大小和流动方向的代数量,是标量,不是矢量。电流流动方向与矢量中的方向不同,它并不决定电流这一物理量的作用效果。

二、电压和电动势

1. 电压

在导体内电荷的定向运动形成电流,它是在电场力的作用下实现的。为了衡量电场力对电荷做功的能力,引入电压这一物理量。如图 1-3 所示电路中, A、B 两点间的电压 U_{AB} 在数值上等于电场力把单位正电荷从 A 点移到 B 点所做的功。在电场内两点间的电压也常称为两点间的电位差,即电压

$$U_{AB} = V_A - V_B \quad (1-3)$$

式中, V_A 为 A 点的电位; V_B 为 B 点的电位。物理学中电位称为电势,表示电场中某一点能量性质的物理量,它是相对参考点而言的。电场中某点 A 的电位,在数值上等于电场力把单位正电荷从该点沿任意路径移到参考点所做的功。可见,电场中某点的电位就是该点到参考点间的电压。

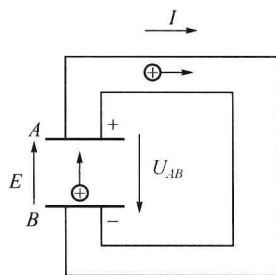


图 1-3 电荷的运动回路

正电荷在电场力推动下, 从高电位向低电位移动。则图 1-3 中 A 点称为高电位, 用“+”号表示。而 B 点称为低电位, 用“-”号表示。电压的方向是从高电位端指向低电位端, 即为电位降低的方向。和电流一样, 在电路图上所标的电压的方向也都是正方向。也用箭头或双下标表示, 还可用“+”“-”表示。在直流电路中, 当电压的实际方向已知时, 为了简便, 常以电压的实际方向作为正方向。

在国际单位制 (SI) 中, 电压的单位为伏特, 简写为伏, 用字母 V 表示。在测量中也可用千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV) 表示, 它们之间的关系是

$$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 10^3 \text{ mV} = 10^6 \mu V$$

2. 电动势

为了维持 AB 两点间的电压恒定, 则必须使 B 端增加的正电荷经过另一路径流向 A 端, 否则 AB 间电压将降低。但由于电场力的作用, 电极 B 端上的正电荷不能逆电场而上到达 A 端。因此, 必须有一种力能克服电场力而使 B 端的正电荷移向 A 端。电源就能产生这种力, 称为电源力。电源力将单位正电荷从电源负极端 B 经过电源内部移至正极端 A , 克服电场力所做的功称为电源的电动势, 用字母 E 表示。

按照电动势的定义, 其单位也是伏特。必须注意, 电动势的实际方向由负极指向正极, 如图 1-3 所示。因此, 电动势的实际方向与电压的实际方向相反。

电动势与电压是两个不同的概念。它们既可以用正负极之间的电动势表示, 也可以用其间的电压表示, 但要注意两者之间的区别。在图 1-3 中, 电动势 E 与电压 U_{AB} 表示同一电源; 即 $E = U_{AB}$ 。在以后的叙述中, 常常用一个与电源的电动势大小相等、方向相反的电压等效表示电动势对外电路的作用效果。

三、功和功率

如果在电场中某两点 A 和 B 之间的电压为 U , 当电荷 q 受到电场力的作用, 在时间 t 内从 A 点移到 B 点, 那么电场力做的功为

$$W = Uq \quad (1-4)$$

$$\text{即} \quad W = UIt \quad (1-5)$$

电场做功的结果是消耗了电能。单位时间内消耗的电能称为电功率 (或称功率)

$$P = \frac{W}{t} = UI \quad (1-6)$$

在国际单位制 (SI) 中, 功率的单位是瓦特, 简称瓦, 用 W 表示。如果电压的单位为伏 (V), 电流的单位为安 (A), 则功率的单位为瓦 (W)。

工程上, 较大的功率常用千瓦 (kW) 和兆瓦 (MW) 作单位, 较小的功率也用毫瓦 (mW) 和微瓦 (μW) 表示。它们之间的换算关系为

$$1 \text{ MW} = 10^3 \text{ kW} = 10^6 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 10^3 \text{ mW} = 10^6 \mu W$$

功的单位是焦耳, 用 J 表示 ($1 J = 1 W \cdot s$)。

电功有时也用千瓦时 ($kW \cdot h$) 作为单位, 1 千瓦时俗称 1 度电。

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

我们常说用了多少“度”电, 就是指消耗了多少千瓦时的电能。

例 1.1 一只 60 W、220 V 的白炽灯泡, 按每月 30 天, 每天以 4 小时计算。一个月要消耗多少千瓦时电能?

解 根据式 (1-5) 和式 (1-6) 可知

$$W = Pt = 60 \times 4 \times 30 = 7\,200 \text{ W} \cdot \text{h} = 7.2 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

必须指出 在电工技术里, 负载的大小是指用电设备吸收或消耗功率的大小, 消耗功率大的称为负载大, 消耗功率小的称为负载小。

第二节 电路的组成和作用

一、电路的组成

某些电气设备或器件按一定方式连接起来, 构成电流的通路, 称为电路。最简单的电路是如图 1-4 所示的手电筒电路, 它由下列三部分组成: 电源、中间环节、负载。

1. 电源

电源是一种将非电能转换成电能的装置。常用的电源有干电池、蓄电池和发电机等, 它们分别将化学能和机械能转换成电能。电源的符号如图 1-5 所示。图 1-5 (a) 表示干电池或蓄电池符号, 图 1-5 (b) 表示干电池组或蓄电池组的符号。在电路分析中, 电源设备一般用图 1-5 (c) 所示的电压源表示, 图中 R_S 表示电压源的内阻。

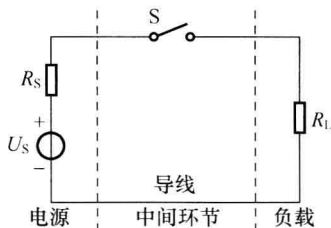


图 1-4 手电筒电路模型

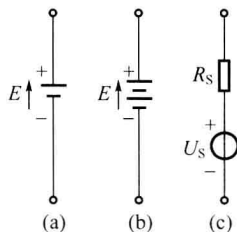


图 1-5 电源符号

(a) 干电池、蓄电池符号; (b) 干电池、
蓄电池组符号; (c) 电源符号

2. 中间环节

中间环节起传输、分配和控制电能的作用。最简单的中间环节就是开关和导线。一般连接导线的电阻很小, 所以电路分析中常把连接导线的电阻视为零。中间环节一般还有保护和测量设备。对于一个实际电路来说, 中间环节可能是相当复杂的, 它可能是由各种元器件或设备组成的网络系统。

3. 负载

负载是取用电能的设备, 其作用是将电能转换成其他形式的能量 (如机械能、光能、热能)。常见的负载有电灯、电动机、电炉、扬声器等。

综上所述, 电源、中间环节和负载是组成一个完整电路的三个最基本的部分。

二、电路的作用

电路的组成形式和功能虽然是多种多样的,但总的来说,它的作用主要有以下两点。

1. 实现电能的传输和转换

在电力系统中,发电机组把热能、水能、原子能转换成电能,通过变压器、输电线路输送和分配到用户,用户则根据实际需要又把电能转换成机械能、光能和热能等。

2. 传递和处理电信号

通过电路元件,可以将信号源施加的信号变换或加工成所需的输出信号。如放大电路的作用是把微弱的输入信号放大成为满足工作需要的强的输出信号。

无论电能的传输、分配和转换,还是信号的传递和处理,其中电源或信号源的电压(电流)都称为激励,它驱动电路工作。在激励作用下,电路某一元件上的电压或通过元件的电流称为响应。激励表示电源供给电路的能量,响应表示在电路某一元件上能量的应用。所谓电路分析,就是在已知电路结构和元件参数的情况下,讨论电路的激励和响应之间的关系。

第三节 电路的基本定律

电路中使用的最简单、最普通的电路元件是电阻,电阻是从实际元件中抽象出来的模型,在电路中对电流呈现阻力。电阻元件两端的电压和通过的电流是受欧姆定律约束的。在简单电路分析中,运用欧姆定律即可得到解决,但是在实际工作中,常常会遇到比较复杂的电路,要分析这类电路问题就有赖于基尔霍夫定律和欧姆定律的配合使用。在学习这些基本定律之前,先介绍几个有关的电路名词。

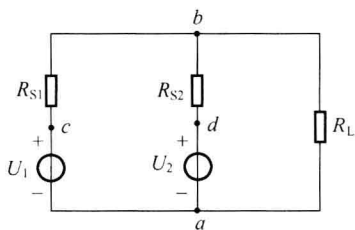


图 1-6 电路图的示例

支路 电路中含有电路元件的每个分支称为支路,一条支路中通过的电流为同一电流。在图 1-6 中有三条支路,如 acb 支路, adb 支路和 R_L 支路。在支路 acb 和支路 adb 中含有电源,这些支路称为有源支路,而电阻 R_L 支路称为无源支路。

节点 在电路中,三条或三条以上支路的连接点称为节点。在图 1-6 中有两个节点 a 和 b 。而 c 和 d 则不被看作节点。

回路 电路中任一闭合路径称为回路。在图 1-6 电路中共有三个回路。即 $acbda$, $adbR_La$, $acbR_La$ 。

网孔 在回路内部不含有支路的回路称为网孔。在图 1-6 电路中 $acbda$ 和 $adbR_La$ 回路都是网孔。

一、欧姆定律

通常流过电阻 R 的电流与电阻两端的电压成正比,与电阻 R 成反比,这就是欧姆定律。它是分析计算电路的基本定律之一。对图 1-7 (a) 所示的电路,当有电流 I 通过电阻时,

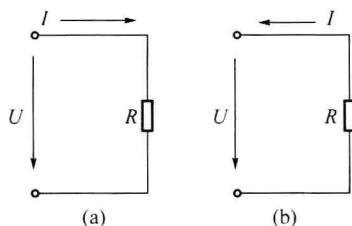


图 1-7 欧姆定律

(a) 参考方向一致; (b) 参考方向不一致

欧姆定律可用下式表示

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-7)$$

或

$$U = IR \quad (1-8)$$

由式 (1-7) 可知, 如果电压一定时, 电阻 R 越小, 则电流 I 越大; 反之, 电阻 R 越大, 电流 I 越小。显然, 电阻在电路中具有对电流起阻碍作用的物理性质。

在国际单位制 (SI) 中, 电阻的单位是欧姆 (Ω)。当电路两端电压为 1 伏 (V), 流过的电流为 1 安 (A) 时, 则这条支路的电阻为 1 欧 (Ω)。在实际工作中还常用到千欧 ($k\Omega$) 或兆欧 ($M\Omega$), 它们之间的关系为

$$1 k\Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 M\Omega = 10^3 k\Omega = 10^6 \Omega$$

应用欧姆定律时注意, 如果流过电阻的电流和电压的正方向不一致时, 如图 1-7 (b) 所示, 则欧姆定律应写为

$$I = -\frac{U}{R} \quad (1-9)$$

或

$$U = -IR$$

在电压电流参考方向一致时, 电阻吸收或消耗的功率为

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R} \quad (1-10)$$

式 (1-10) 只适用计算电阻所消耗的功率, I 和 U 分别为流过该电阻的电流和端电压, 当 R 为正实常数时, 电阻消耗的功率将大于零, 是一个耗能元件, 与假定的参考方向无关。

在实际电路中, 如果参考方向一致, 计算所得功率为负值 ($P < 0$), 则表示这段电路 (或元件) 发出功率, 即产生能量。

例 1.2 如图 1-8 所示电路, 试用欧姆定律求 I 或 U 以及电阻吸收的功率。

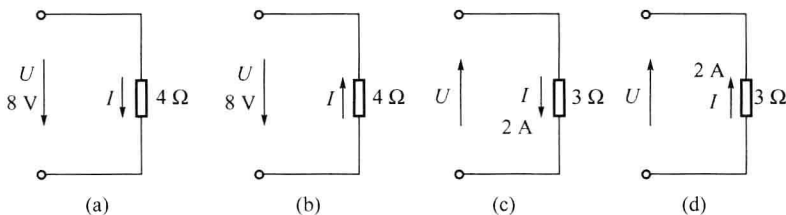


图 1-8 例 1.2 的图

解 由图 1-8 (a) 可知, 电压、电流的参考方向一致, 有

$$I = \frac{U}{R} = \frac{8}{4} = 2 \text{ (A)}$$

$$P = UI = 8 \times 2 = 16 \text{ (W)}$$

由图 1-8 (b) 可知, 电压、电流方向不一致, 即有

$$I = -\frac{U}{R} = -\frac{8}{4} = -2 \text{ (A)}$$

$$P = -UI = -8 \times (-2) = 16 \text{ (W)}$$

由图 1-8 (c) 可知, 电压、电流的参考方向不一致, 即有

$$U = -IR = -2 \times 3 = -6 \text{ (V)}$$

$$P = -UI = -(-6) \times 2 = 12 \text{ (W)}$$

由图 1-8 (d) 可知, 电压、电流的参考方向一致, 有

$$U = IR = 2 \times 3 = 6 \text{ (V)}$$

$$P = UI = 12 \text{ (W)}$$

由式 (1-7) 可知, 电阻元件的电压与电流成正比关系, 通过实验可将测量得到的电压值和电流值绘出一根直线, 如图 1-9 所示。我们称遵循欧姆定律的电阻为线性电阻, 由线性元件组成的电路称为线性电路。图 1-9 所示的直线常称为线性电阻的伏安特性曲线。

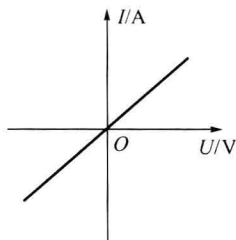


图 1-9 线性电阻的伏安特性曲线

二、基尔霍夫定律

1. 基尔霍夫电流定律 (KCL)

基尔霍夫电流定律是用来确定一个节点上各支路电流之间关系的。由于电流的连续性, 在电路任何点 (包括节点在内) 的截面上, 均不能堆积电荷。因此, 基尔霍夫电流定律的具体内容如下:

在任一瞬间, 流入某节点的电流 $I_{\text{入}}$ 之代数和等于从该节点流出的电流 $I_{\text{出}}$ 之代数和, 即

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}} \quad (1-11)$$

对于图 1-10 所示汽车常用电路来说, 由节点 a 可以得到

$$I_G + I_B = I_L$$

如果我们规定流入节点的电流为正, 而流出节点的电流为负, 这样基尔霍夫电流定律可写成一般表示式

$$\sum I = 0 \quad (1-12)$$

式 (1-12) 说明, 在任一瞬间, 流入或流出节点的电流代数和恒为零。如果规定流入节点的电流为正, 则流出节点的电流就为负。

基尔霍夫电流定律不仅适用于电路中的任一节点, 而且还适用于电路中的任一封闭面。该封闭面称为广义节点, 如图 1-11 所示电路, 封闭面包围的是一个三角形电路, 它有 A 、 B 、 C 三个节点。应用电流定律可列出

$$I_A = I_{AB} - I_{CA}$$

$$I_B = I_{BC} - I_{AB}$$

$$I_C = I_{CA} - I_{BC}$$

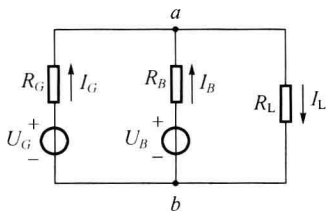


图 1-10 汽车常用电路

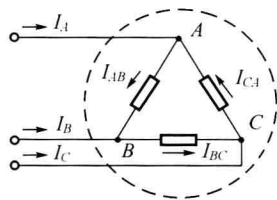


图 1-11 KCL 的推广应用