

汽车电工电子技术

主编 张旭红

湖南师范大学出版社

汽车电工电子技术

主 编 张旭红

湖南师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电工电子技术 / 张旭红主编. -- 长沙: 湖南师范大学出版社, 2018.4

ISBN 978-7-5648-3157-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 028884 号

汽车电工电子技术

◇主编 张旭红

◇责任编辑: 王 旺 廖小刚

◇责任校对: 郝纪晓

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址 / 长沙市岳麓山 邮编 / 410081

电话 / 0731-88873071 88873070 传真 / 0731-88872636

网址 / <http://press.hunnu.edu.cn>

◇印刷: 廊坊市广阳区九洲印刷厂

◇开本: 787mm × 1092mm 1/16

◇印张: 17.5

◇字数: 332 千字

◇版次: 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

◇书号: ISBN 978-7-5648-3157-8

◇定价: 75.00 元

前言

PREFACE



本书按照“厚基础、宽口径”的指导思想,其任务是使学生具备高素质技能型人才所必需的电工电子基本知识和基本技能。同时,为学生学习后续课程、适应职业岗位变化打下一定的基础。本书在内容结构和知识安排上都采用一些新颖的方法,从而使本书具有如下特色:

(1)面向职教。本书的作者均来自教学一线,有多年的专业教学经验,因此能根据高等教育的培养目标,结合目前高等学校的教学实际编写。编写过程中始终坚持“以学生为出发点,以职业标准为依据,以职业能力为核心”的理念。

(2)面向岗位。本书对传统学科型教材进行了整合,基本知识点、能力点的选取以职业岗位能力为基本依据,坚持“理论知识以够用为度”“技能训练面向岗位需求”的原则。本书列举了大量的电路实例,使学生将电工电子基础知识与专业知识紧密结合起来,以培养学生分析专业问题和解决实际问题的能力。

(3)面向教学。本书在叙述上力求语言简练,通俗易懂,呈现形式上图文并茂,特色鲜明,结构上根据职业工作需求,采用项目导向、任务驱动的新模式,内容上科学规划,淡化学科体系,删繁就简,突出理论和实践的结合,由浅入深,环环相扣,学生易学,教师易教。

(4)面向未来。随着集成控制技术、计算机技术和网络技术的发展,电子技术已明显向集成化、智能化和网络化方向发展。本书专门安排了相关内容,以满足学生了解信息化为核心的新型汽车专业未来发展趋势的需求。

本书在编写、定稿和审稿过程中得到许多老师的帮助和大力支持,并参考了大量的著作和文献资料,编者在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

目录 CONTENTS



★ 第1章 直流电路

- 1.1 电路的基本知识 001
- 1.2 电路的基本物理量 002
- 1.3 电路的基本定律 006
- 1.4 支路电流法 008
- 1.5 戴维南定理 009
- 1.6 车用直流电源——蓄电池 011
- 本章小结 015
- 本章习题 016

★ 第2章 正弦交流电路

- 2.1 正弦交流电的基本知识 020
- 2.2 正弦量的相量表示法 024
- 2.3 交流电路中的基本元件 025
- 2.4 单相正弦交流电路 031
- 2.5 RLC 串联电路 036
- 2.6 三相正弦交流电路 040
- 本章小结 047
- 本章习题 049

★ 第3章 磁路与变压器

- 3.1 磁路的概述 052
- 3.2 交流铁芯线圈电路 055
- 3.3 变压器 060
- 3.4 特殊变压器 064
- 3.5 变压器在汽车上的典型应用 067
- 本章小结 069
- 本章习题 069

★ 第4章 电动机

- 4.1 三相异步电动机的基本知识 071
- 4.2 三相异步电动机的机械特性 076
- 4.3 三相异步电动机的运行 078
- 4.4 直流电动机 082
- 本章小结 085
- 本章习题 086

★ 第5章 常用电动机控制电路

- 5.1 常用低压电器 089
- 5.2 三相异步电动机的典型控制 098
- 本章小结 105
- 本章习题 105

★ 第6章 安全用电

- 6.1 安全用电 110
- 6.2 触电急救 113
- 6.3 电气火灾的防护及急救常识 115
- 本章小结 116
- 本章习题 117

★ 第7章 常用半导体器件

- 7.1 半导体的基本知识 118
- 7.2 PN 结与二极管 121
- 7.3 特殊二极管 125
- 7.4 半导体三极管 126
- 7.5 晶闸管 131
- 本章小结 133
- 本章习题 134



★ 第 8 章 信号放大电路

- 8.1 放大电路的组成和工作原理 136
- 8.2 放大电路的静态分析 138
- 8.3 放大电路的动态分析 140
- 8.4 集成运算放大器简介 145
- 8.5 放大电路中的负反馈 148
- 8.6 集成运算放大器的应用 152
- 8.7 放大电路在汽车电子电路中的应用
..... 156
- 本章小结 159
- 本章习题 160

★ 第 9 章 直流稳压电源

- 9.1 直流稳压电源基本知识 162
- 9.2 单相整流电路 163
- 9.3 滤波电路 166
- 9.4 稳压电路 170
- 本章小结 172
- 本章习题 173

★ 第 10 章 组合逻辑电路

- 10.1 数制与码制 175
- 10.2 基本逻辑运算 178
- 10.3 集成逻辑门电路 183
- 10.4 组合逻辑电路 184
- 10.5 译码器和数字显示电路 190
- 本章小结 194
- 本章习题 195

★ 第 11 章 时序逻辑电路

- 11.1 触发器 197
- 11.2 计数器 203
- 11.3 555 集成定时器 207
- 本章小结 212
- 本章习题 212

★ 第 12 章 转换电路

- 12.1 D/A 转换器 215
- 12.2 A/D 转换器 217
- 本章小结 222
- 本章习题 222

★ 第 13 章 汽车电子控制

- 13.1 汽车电子技术的发展背景 223
- 13.2 汽车电子控制系统的组成 226
- 13.3 ECU 的功能与组成 228
- 13.4 汽车电子控制技术的应用 231
- 本章小结 235
- 本章习题 235

★ 第 14 章 技能实训指导

- 14.1 指针式万用表使用 238
- 14.2 验证基尔霍夫定律 240
- 14.3 日光灯的安装调试 242
- 14.4 三相交流电路的测试 244
- 14.5 三相异步电动机的测试 247
- 14.6 三相异步电动机点动与长动控制
..... 249
- 14.7 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制
..... 251
- 14.8 二极管、三极管的识别与检测 253
- 14.9 示波器的使用 256
- 14.10 整流滤波电路 258
- 14.11 单管交流放大电路 260
- 14.12 译码显示电路测试 263
- 14.13 时序逻辑电路逻辑功能测试 265
- 14.14 555 定时器的应用 267

部分习题参考答案 269

参考文献 274

学习要求

1. 理解电路的组成和作用。
2. 熟悉电路基本物理量的含义。
3. 理解电路基本定律, 会利用基尔霍夫定律解决复杂电路问题。

1.1 电路的基本知识

1.1.1 电路的组成

电路, 简单地说就是电流流通的路径。它是由若干电气设备或元件按照一定方式用导线联结而成的, 通常由电源、负载和中间环节三个部分组成。

电源是将其他形式的能量转换为电能的装置, 如发电机、干电池、蓄电池等将各种非电能(如热能、化学能、机械能、水能、原子能等)转换成电能。

负载是消耗电能的设备, 它将电能转换成非电形态的能量并消耗掉。例如, 电动机、照明灯、电炉等, 它们可将电能转换成机械能、光能和热能。

中间环节包括变压器、连接导线、控制开关和保护装置等, 主要起控制、保护和测量等作用。

日常生活中使用的手电筒电路如图 1-1(a) 所示, 干电池是电源, 电灯泡是负载, 筒体(包括开关)是中间环节。在电路理论中, 通常用电路原理图来表示实际电路。在电路原理图中, 各种电器元件都不需要画出原有的形状, 而是采用统一规定的图形符号来表示。图 1-1(b) 就是手电筒的电路原理图。

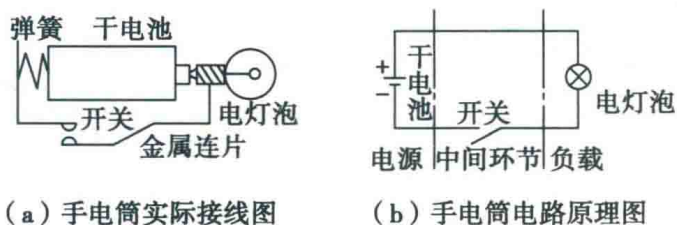


图 1-1 手电筒电路



1.1.2 电路的作用

电路种类繁多,从基本功能上可以分为以下两类。

一类是电力电路,其主要作用是电能的传输和转换。如把发电厂发电机组产生的电能,通过变压器、输电线路送到千家万户的电力系统。

另一类是信号电路,其主要作用是信号的传递和处理。如各种物理量的测量电路,放大电路,声音、图像或文字处理电路。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

电流是由带电粒子有规则的定向移动而形成的,其大小等于单位时间内通过导体横截面的电荷量,即

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

大小或方向随时间变化的电流称交流电流,用小写字母 i 表示;不随时间变化的电流称直流电流,用大写字母 I 表示。

习惯上规定正电荷移动的方向或负电荷运动的反方向为电流的实际方向。

在复杂电路的分析中,一段电路电流的实际方向很难预先判断出来,在电路中就无法标明电流的实际方向。为了便于分析和计算电路,人为地引入了电流参考方向的概念。所谓参考方向就是任意选定一个方向作为电流的方向,这个方向就称为电流的参考方向,有时又称为电流的正方向。电流的参考方向一般用实线箭头表示。

图 1-2 所示为某电路的一部分,其中长方框表示一个二端元件,流过这个元件的电流为 i ,其实际方向可能是从 A 到 B ,也可能是从 B 到 A 。在该图中用实线箭头表示电流参考方向,它不一定与电流的实际方向一致。如果电流 i 的实际方向是由 A 到 B ,如图 1-2(a)中虚线箭头所示,与参考方向一致,则电流为正值,即 $i > 0$;在图 1-2(b)中,电流的参考方向由 B 到 A ,电流的实际方向是由 A 到 B ,两者不一致,故电流为负值,即 $i < 0$ 。这样,在指定电流参考方向的情况下,电流值的正和负就可以反映出电流的实际方向。

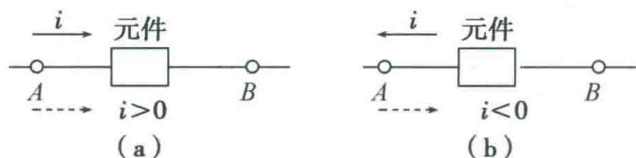


图 1-2 电流的参考方向与实际方向的关系



1.2.2 电压与电动势

电荷在电路中移动,必然受到电场力的作用,也就是说,电场力对电荷做了功。为了衡量其做功的能力,引入“电压”这一物理量,并定义:电路中 a 、 b 两点间的电压,在数值上等于电场力把单位正电荷从电路中 a 点移动到 b 点所做的功,用 U_{ab} 表示,即

$$U_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq} \quad (1-2)$$

电压的实际方向规定为由高电位端指向低电位端,即指向电位降低的方向。

与电流一样,在较为复杂的电路中,往往无法事先确定电压的实际方向(或者极性)。因此,在电路图上所标出的也都是电压的参考方向。若电压的参考方向与实际方向一致,则其值为正;若电压的参考方向与实际方向相反,则其值为负。这样,在指定电压参考方向的情况下,电压值的正和负就可以反映出电压的实际方向,如图1-3所示。

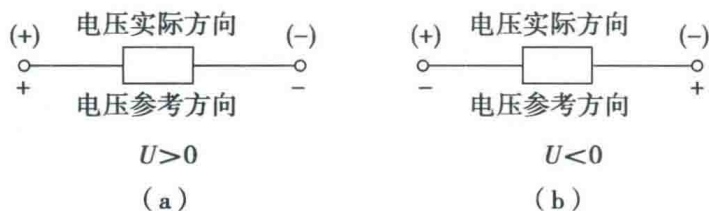


图 1-3 电压的参考方向与实际方向的关系

电动势是用来表示电源力移动单位正电荷做功本领的物理量,在图1-4中,电源的电动势 E ,在数值上等于电源力把正电荷 q 从负极 b (低电位)经由电源内部移到电源的正极 a (高电位)所做的功 W_{ab} ,即

$$E = \frac{W_{ab}}{q} \quad (1-3)$$

由式(1-2)和式(1-3)可知:

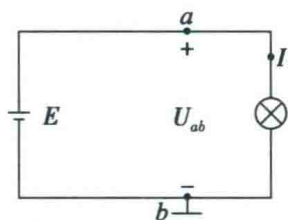
$$U_{ab} = E \quad (1-4)$$

电压也称为两点间的电位差,即

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-5)$$

电源电动势的实际方向规定为在电源内部由低电位端指向高电位端,即电位升高的方向。

对于同一个元件或同一段电路上的电压和电流的参考方向的假定,原则上是任意的,但为了方便起见,习惯上常将电压和电流的参考方向设定为一致,称为关联参考方向,如图1-5所示。

图 1-4 电动势 E 、电压 U 和电流 I 的关系图 1-5 u 与 i 参考方向相关联

1.2.3 电位

为了分析电路方便,常指定电路中任意一点为参考点。我们定义:电场力把单位正电荷从电路中某点移到参考点所做的功称为该点的电位,用大写字母 V 表示。电路中某点的电位即为该点与参考点之间的电压。

为了确定电路中各点的电位,必须在电路中选择—个参考点。分析如下:

(1) 参考点的电位为零。在图 1-6(a)中, $V_O = 0$ 。

(2) 其他各点的电位为该点与参考点之间的电位差。在图 1-6(a)中 A 、 B 两点的电位分别为

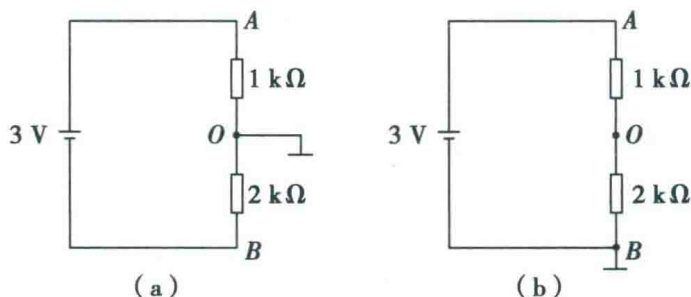


图 1-6 电位的计算示例

$$V_A = V_A - V_O = U_{AO} = 1\text{V}$$

$$V_B = V_B - V_O = U_{BO} = -2\text{V}$$

(3) 参考点选取不同,电路中各点的电位也不同,但任意两点间的电位差(电压)不变。如选取 B 点为参考点,如图 1-6(b)所示,则 $V_B = 0$ 。

$$V_A = V_A - V_B = U_{AB} = 3\text{V}$$

但 A 、 B 两点间的电压不变,仍然为 $U_{AB} = 3\text{V}$ 。

由以上分析可知:电压是绝对的,电位是相对的。

(4) 在研究同一电路系统时,只能选取—个电位参考点。电位概念的引入,给电路分析带来了方便,因此,在电子线路中往往不再画出电源,而改用电位标出。图 1-7 是电路的一般画法与电子线路的习惯画法示例。

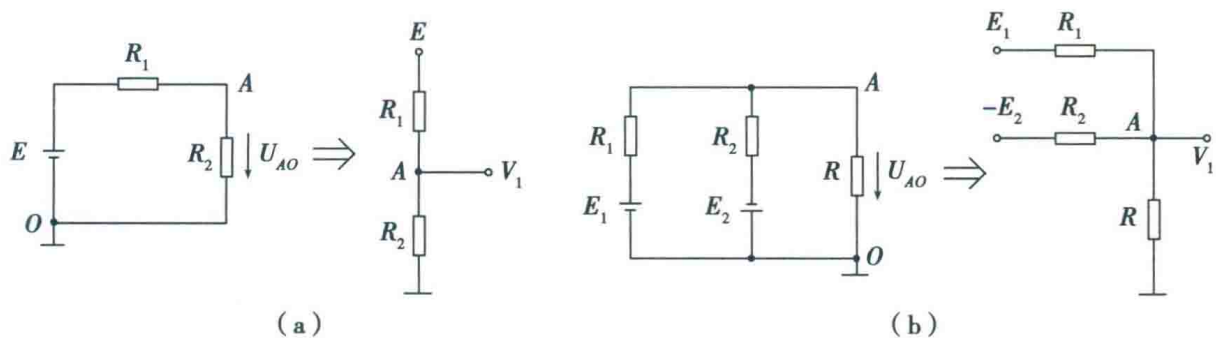


图 1-7 电路的一般画法与电子线路的习惯画法

1.2.4 功率

在直流电路中, a 、 b 两点间的电压为 U , 在 t 时间内电荷 Q 受电场力作用, 从 a 点移动到 b 点, 电场力所做的功为

$$W = UQ = UI t \quad (1-6)$$

若负载为电阻元件, 则在 t 时间内所消耗的电能为

$$W = UI t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \quad (1-7)$$

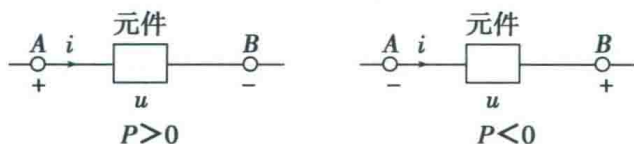
单位时间内消耗的电能为电功率(简称功率), 即

$$P = \frac{W}{t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (1-8)$$

说明: 某一段电路, 在 U 和 I 取关联参考方向时, 功率 $P = UI$; 在 U 和 I 取非关联参考方向时, 功率 $P = -UI$ 。当 $P > 0$ 时, 表明元件吸收功率; 当 $P < 0$ 时, 表明元件释放功率。

如图 1-8(a) 所示, U 和 I 取关联参考方向, 功率 $P = UI$, 若 $P > 0$, 说明这段电路上电压和电流的实际方向是一致的, 元件吸收了功率, 是负载性质。

如图 1-8(b) 所示, U 和 I 取非关联参考方向, 功率 $P = -UI$, 若 $P < 0$, 则这段电路上电压和电流的实际方向不一致, 元件发出功率, 是电源性质。



(a) u 与 i 参考方向相关联 (b) u 与 i 参考方向非相关联

图 1-8 元件的功率



1.3 电路的基本定律

1.3.1 欧姆定律

欧姆定律是电路的基本定律之一,它指流过电阻的电流与加在电阻两端的电压成正比,与电阻成反比。

对于图 1-9(a)的电路,欧姆定律可用下式表示:

$$U = IR \quad (1-9)$$

式(1-9)中, R 为该段电路的电阻值。

由式(1-9)可知,在电压 U 一定的情况下,电阻 R 越大,则电流 I 越小。可见,电阻具有对电流起阻碍作用的性质。欧姆定律表示了线性电阻两端电压和电流的约束关系。因此,欧姆定律的表达式也称为线性电阻元件约束方程。

在图 1-9(b)和图 1-9(c)中,电压和电流的参考方向非关联,欧姆定律可用下式表示:

$$U = -IR \quad (1-10)$$

当元件的电压 U 和电流 I 之间的关系满足欧姆定律时,称为线性器件;当元件的电压 U 和电流 I 之间的关系不满足欧姆定律时,称为非线性器件。

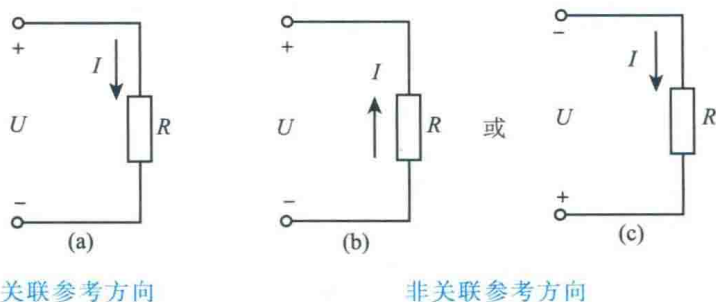


图 1-9 欧姆定律

1.3.2 基尔霍夫定律

1. 电路中几个专用名词

支路:电路中由一个元件或多个元件组成的一条路径,可以流过独立电流时,就称这条路径为一条支路。在图 1-10 所示的电路中,有 $a-c-b$ (由 E_1 和 R_1 的串联组合而成)、 $a-d-b$ (由 E_2 和 R_2 的串联组合而成)、 $a-b$ (由单个元件 R_3 构成)三条支路。

节点:三条或三条以上支路的联结点称为节点。在图 1-10 所示的电路中,有 a 、 b 两个节点。

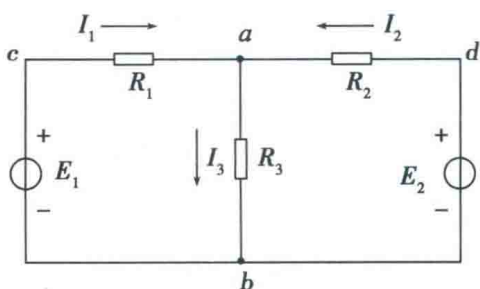


图 1-10 电路举例

回路:由若干条支路所组成的闭合路径称为回路。图 1-10 所示的电路中,有 $a-d-b-c-a$ 、 $a-b-d-a$ 、 $a-b-c-a$ 三个回路。

2. 基尔霍夫第一定律——电流定律(KCL)

基尔霍夫电流定律(Kirchhoff's Current Law, 缩写为 KCL)指出:在任一时刻,通过电路中任一节点的各支路电流的代数和恒等于零。其数学表达式为

$$\sum I = 0 \quad (1-11)$$

式(1-11)中各支路电流的正负号的规定如下:

- (1)首先选定各支路电流的参考方向。
- (2)流进节点电流为正,流出节点电流为负。

在图 1-10 中,对节点 a 有

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

经变形得

$$I_1 + I_2 = I_3$$

可见,基尔霍夫电流定律也可以表述为在任一时刻,流入电路中任一节点的各支路电流的代数和等于流出该节点的各支路电流的代数和,即

$$\sum I_i = \sum I_o \quad (1-12)$$

基尔霍夫电流定律充分体现了电路中电流的连续性和电荷的守恒性。

3. 基尔霍夫第二定律——电压定律(KVL)

基尔霍夫电压定律(Kirchhoff's Voltage Law, 缩写为 KVL)指出:在任一时刻,对电路中的任一闭合回路,沿任意绕行方向一周所有支路电压的代数和等于零,即

$$\sum U = 0 \quad (1-13)$$

各支路电压正负号确定方法如下:

- (1)首先任意规定回路的绕行方向。
- (2)标明各支路电压的参考方向。
- (3)凡支路电压参考方向与回路绕行方向一致者,此电压前面取“+”号;反之,此电压前取“-”号。

在图 1-11 所示的闭合电路中,以 $ABCD$ 绕行方向为回路的绕行方向,应用基尔霍夫电压定律有

$$U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DA} = 0$$

其中 $U_{AB} = I_1 R_1$, $U_{BC} = I_2 R_2$, $U_{CD} = I_3 R_3 + E_3$, $U_{DA} = -I_4 R_4 - E_4$

所以 $U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DA} = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + E_3 - I_4 R_4 - E_4 = 0$

若将电阻电压写在等式的一边,电源电动势写在等式的另一边,则有

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 - I_4 R_4 = -E_3 + E_4$$

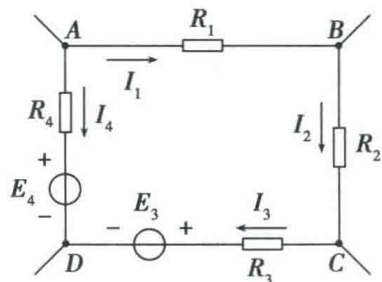


图 1-11 电路举例



即

$$\sum IR = \sum E \quad (1-14)$$

这是基尔霍夫电压定律的另一种表达式。

按式(1-14)列 KVL 方程时,应遵循以下几点规定:

- (1)在图中标明各支路电流的参考方向,并规定各回路绕行方向。
- (2)当支路电流的参考方向与回路绕行方向一致时,电阻电压取“+”号,反之取“-”号。
- (3)当电动势的方向与回路绕行方向一致时,电动势取“+”号,反之取“-”号。

基尔霍夫电压定律充分体现了电路中能量的守恒性和任意一点电位的单值性。

1.4 支路电流法

支路电流法是以支路电流为未知量,应用基尔霍夫电流定律(KCL)和基尔霍夫电压定律(KVL),列出与未知量数目相等的独立方程,然后解出未知的支路电流。

支路电流法的解题步骤如下:

- (1)在电路中标明各支路电流的参考方向,以各支路电流为未知量。
- (2)如果电路中有 n 个节点, b 条支路,按 KCL 列出 $(n-1)$ 个独立节点电流方程。
- (3)选取回路并选定回路的绕行方向,按 KVL 列出 $b-(n-1)$ 个独立的回路电压方程。
- (4)联立求解所列方程组,即可计算出各支路电流。

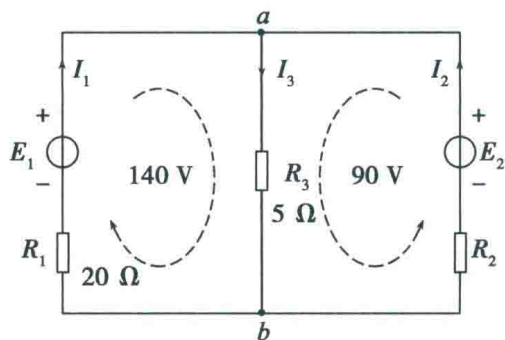


图 1-12 支路电流法

图 1-12 电路中有三条支路,但仅有一个独立节点和两个平面回路。所以只需列出一个电流方程式和两个电压方程式。

$$\text{对节点 } a, \text{ 有} \quad I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad ①$$

$$\text{左边回路的电压方程为} \quad E_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3 \quad ②$$

$$\text{右边回路的电压方程为} \quad E_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3 \quad ③$$

联立①、②、③式可求出各支路电流分别为: $I_1 = 4\text{A}$, $I_2 = 6\text{A}$, $I_3 = 10\text{A}$ 。

【例 1-1】 在图 1-13 所示的电路中,已知 $U_{S1} = 12\text{V}$, $U_{S2} = 12\text{V}$, $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 4\Omega$,求各支路的电流。

解 选择各支路电流的参考方向和回路绕行方向,如图 1-13 所示,列出节点电流和回路电压方程如下:

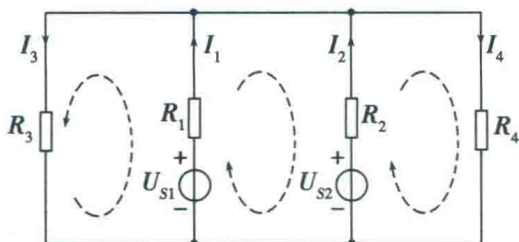


图 1-13 例 1-1 图

$$\begin{aligned}
 \text{上节点方程} & \quad I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0 \\
 \text{左回路方程} & \quad R_1 I_1 + R_3 I_3 - U_{S1} = 0 \\
 \text{中回路方程} & \quad R_1 I_1 - R_2 I_2 - U_{S1} + U_{S2} = 0 \\
 \text{右回路方程} & \quad R_2 I_2 + R_4 I_4 - U_{S2} = 0 \\
 \text{代入已知数据,得} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{cases}
 I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0 \\
 I_1 + 2I_2 - 12 = 0 \\
 I_1 - 2I_2 - 12 + 12 = 0 \\
 2I_2 + 4I_4 - 12 = 0
 \end{cases}$$

解得 $I_1 = 4\text{A}$, $I_2 = 2\text{A}$, $I_3 = 4\text{A}$, $I_4 = 2\text{A}$ 。

支路电流法是求解复杂电路最基本的方法,在需要求解电路中全部支路电流时,可采用此法。但如果只要求出某一条支路电流时,用支路电流法计算就会比较烦琐。

1.5 戴维南定理

1.5.1 二端网络

我们可以把一组元件连接成的电路作为一个整体来看,这个整体就是电路网络。任何电路网络无论是简单还是复杂,只要它有两个引出端与外部电路相连,且从一个端子流入的电流等于从另一端子流出的电流,则称这一电路结构为二端网络。二端网络也称单口网络。如图 1-14 所示的电路中,电路结构 N 为二端网络, I 为端口电流, U 为端口电压。

通常把二端网络分为两类,即无源二端网络和有源二端网络。内部不含电源的二端网络叫作无源二端网络,如图 1-15 所示;内部含有电源的二端网络叫作有源二端网络,如图 1-16 所示。

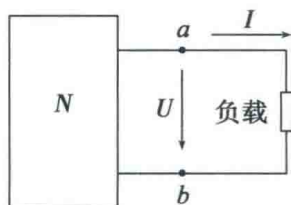


图 1-14 二端网络

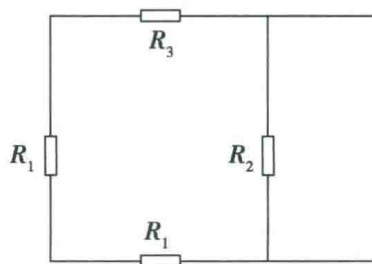


图 1-15 无源二端网络

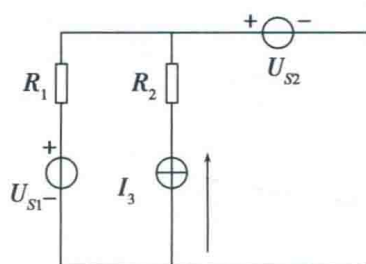


图 1-16 有源二端网络

1.5.2 戴维南定理

在线性电路分析中,当电路结构较为复杂,且仅仅需要计算某条支路的电压和电流,而不必对所有支路进行分析时,就可以利用戴维南定理简化处理,最后利用结构简单的等效电路来解决问题。

任何一个有源二端线性网络,都可以用一个电动势为 E 的理想电压源和内阻 R_0 串联的电压源来等效代替,如图 1-17(b) 所示。等效电压源的电动势 E 是有源二端网络图 1-17(a) 的开路电压 U_{ab} ,即将负载断开后 a 、 b 两端的电压。内阻 R_0 是将有源二端网络变成(将理想电压源短路,理想电流源开路)无源二端网络中时从 a 、 b 两端向网络看进去的内阻。这就是戴维南定理。

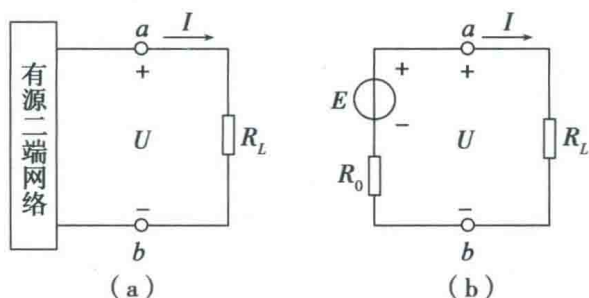


图 1-17 戴维南定理

图 1-17(b) 所示的电路是一个最简单的电路,其中电流可由下式计算

$$I = \frac{E}{R_0 + R_L} \quad (1-15)$$

等效电压源的电动势 E 和内阻 R_0 也可经过测量或计算得出。

用戴维南定理解题步骤如下:

(1) 画出把待求支路从原电路中移去后的有源二端网络。

(2) 求有源二端网络开路电压 U_{ab} 。

(3) 求有源二端网络内部所有独立电源作用为零时(理想电压源短路,理想电流源开路)的等效电阻 R_0 。



(4) 画出戴维南等效电路, 将待求支路接入等效电路, 求出未知量。

【例 1-2】 用戴维南定理计算图 1-18(a) 中的支路电流 I_3 , 已知: $E_1 = 140\text{V}$, $E_2 = 90\text{V}$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 6\Omega$ 。

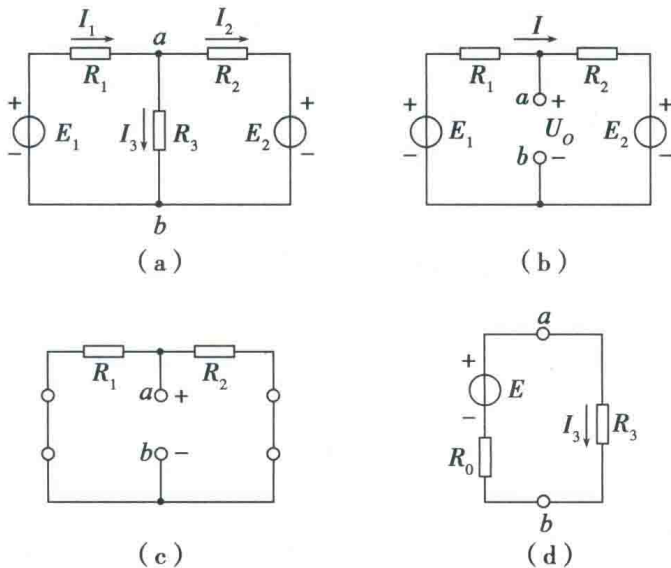


图 1-18 例 1-2 图

解 (1) 先求开路电压 U_{ab} : 将电阻 R_3 从图 1-18(a) 中断开, 见图 1-18(b)。

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{140 - 90}{20 + 5} = 2(\text{A})$$

所以

$$E = U_{ab} = E_1 - R_1 I = 140 - 20 \times 2 = 100(\text{V})$$

或

$$E = U_{ab} = E_2 + R_2 I = 90 + 5 \times 2 = 100(\text{V})$$

(2) 求等效电压源的内阻 R_0 : 由图 1-18(c) 可得

$$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \times 5}{20 + 5} = 4(\Omega)$$

(3) 由图 1-18(d) 戴维南等效电路, 得到求电流 I_3 的表达式:

$$I_3 = \frac{E}{R_0 + R_3} = \frac{100}{4 + 6} = 10(\text{A})$$

1.6 车用直流电源——蓄电池

1.6.1 蓄电池的结构

车用蓄电池是一种直流可逆电池, 工作时可以把电能转变为化学能储存起来, 也可以把