

高职教材

电路基础

涂用军 李力 黄军辉 周金玲 编著

华南理工大学出版社

电 路 基 础

涂用军 李力 黄军辉 周金玲 编著

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书从高职教育实际出发,内容安排由浅入深,通俗易懂,突出应用。主要内容有电路的基本概念、电路的等效变换、电路的系统分析及重要定理、电路的过渡过程分析、正弦交流电路的分析计算、互感现象分析、变压器的原理及使用、三相交流电路分析,以及安全用电知识等。

本书具有较强的可读性。可作为高职院校计算机类、电子类、电气类、自动化类专业的教材,也可供有关工程技术人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础/涂用军,李力,黄军辉,周金玲编著. —广州:华南理工大学出版社, 2001.9

ISBN 7-5623-1730-5

I. 电… II. ①涂…②李…③黄…④周… III. 电路理论-高等学校:技术学校-教材 IV. TN13

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第051080号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学17号楼,邮编510640)

发行电话:020-87113487 87111048(传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn <http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑:黄丹丹

印刷者:中山市新华印刷厂印装

开本:787×1092 1/16 印张:16.625 字数:415千

版次:2001年9月第1版第1次印刷

印数:1~3000册

定价:26.00元

版权所有 盗版必究

前 言

本书是根据原国家教委组织制定的“电路基础”课程教学的基本要求，在总结近几年高职教学与教改实践经验的基础上，由从事计算机类、电气类、电子类专业课程教学的老师编写的。

在教材编写中，我们注意了两点。一是本书以计算机专业的教学要求为主，适当涵盖相近电类专业如电子类、电气类、自动化类的教学要求。二是讲清概念、立足实用。本书论述时强调基本概念、基本原理，强调处理问题的方法与思路。从应用的角度，尽量简化定量分析，讲清有什么用以及怎么用。

书中备有大量的例题和思考题，并附有较详细的解答，便于读者掌握基本内容，培养分析问题和解决问题的能力。

本书从分析问题的思路、叙述的语言，到例题、习题的选择和设计，都从高职学生的实际出发，力求突出高职特点，特别注重基础知识和基本概念的“量”和“度”的关系。在注重实用性的同时，加强了可读性和诱读性，为学习后续课程打下坚实的基础。书中带*号的内容可根据实际情况选用。

本书由广东省高等职业教育研究会计算机学科组组长、广东省科技干部学院计算机与电子工程系主任刘贵全副教授担任主审。由广东省科技干部学院涂用军（第6、7章）、李力（第1、2章）、广东省农工商管理干部学院黄军辉（第5、8章）、广东省成人科大周金玲（第3、4章）编写。

由于编者水平有限，书中如有缺点和错误，恳切希望读者指正。

编者

2001年4月

目 录

1	电路的基本概念	(1)
1.1	实际电路和电路模型	(1)
1.2	电路的基本物理量	(2)
1.3	无源元件	(10)
1.4	有源元件	(16)
1.5	电气设备的额定值和电路的工作状态	(27)
1.6	基尔霍夫定律	(29)
	小结	(33)
	习题一	(34)
2	电路的等效	(39)
2.1	电路等效的一般概念	(39)
2.2	电阻的联接与等效变换	(40)
2.3	电源的联接与等效变换	(54)
	小结	(63)
	习题二	(63)
3	电路的系统分析方法	(66)
3.1	支路电流法	(66)
* 3.2	网孔电流法	(70)
3.3	节点电压法	(76)
	小结	(83)
	习题三	(84)
4	电路分析的重要定理	(88)
4.1	叠加定理	(88)
* 4.2	替代定理	(93)
4.3	戴维南定理与诺顿定理	(95)
* 4.4	最大功率传输定理	(102)
* 4.5	互易定理	(104)

小结	(106)
习题四	(107)
5 电路的过渡过程——线性动态电路分析	(111)
5.1 动态电路的过渡过程及产生的原因	(111)
5.2 电路初始值与稳态值的计算	(116)
5.3 RC 一阶电路的暂态过程	(120)
5.4 RL 一阶电路的动态过程分析	(126)
5.5 一阶电路的完全响应	(131)
5.6 过渡过程应用举例	(135)
* 5.7 RLC 二阶电路的过渡过程	(138)
小结	(141)
习题五	(143)
6 正弦交流电路	(147)
6.1 概述	(147)
6.2 正弦交流电的基本概念	(148)
6.3 复数及其运算	(156)
6.4 正弦交流电的表示法	(158)
6.5 纯电阻电路	(162)
6.6 纯电感电路	(165)
6.7 纯电容电路	(169)
6.8 正弦稳态电路的分析	(173)
6.9 阻抗的串联和并联	(180)
6.10 正弦交流电路的功率及功率因数的提高	(184)
6.11 谐振电路	(189)
小结	(198)
习题六	(199)
7 互感与理想变压器	(202)
7.1 互感现象	(202)
* 7.2 互感线圈的同名端和连接	(204)
7.3 变压器的构造	(209)
7.4 变压器的工作原理	(210)
7.5 变压器的功率和效率	(213)
7.6 常用变压器	(214)
7.7 变压器的额定值和检验	(215)
小结	(216)

习题七	(217)
8 三相交流电与安全用电	(218)
8.1 三相交流电路概述	(218)
8.2 三相交流电源	(219)
* 8.3 三相电路负载的连接	(224)
* 8.4 三相电路的功率	(229)
8.5 安全用电常识	(231)
小结	(239)
习题八	(240)
附 练习题答案	(242)

1 电路的基本概念

本章从建立电路模型、认识电路的基本物理量出发,重点讨论欧姆定律、基尔霍夫定律。

1.1 实际电路和电路模型

一般实际电路(如电视机、电子计算机)都是由电阻器、电感线圈、电容器、电源、半导体管、集成电路等电路的元器件组成的。图 1.1-1(a)所表示的是一种最简单的实际照明电路。当开关闭合时,电流通过灯泡使其发光。它由三部分组成:①提供电能的能源,简称电源,它的作用是将其他形式的能量转换为电能(图中干电池电源是将化学能转换为电能);②用电的器件,称为负载,它将电源供给的电能转换为其他形式的能量(图中灯泡将电能转换为光和热能);③连接电源与负载传输电能的金属导线,称为导线。图中开关是起控制作用的。

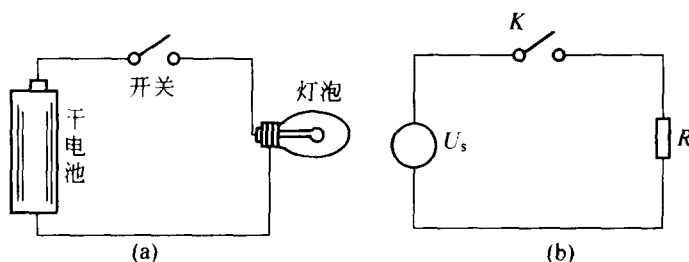


图 1.1-1 手电筒电路及其电路模型

在分析实际电路时,人们往往将实际的元、器件理想化,抓住其主要特征,忽略其他次要因素,这样就近似地表征了实际电路的性能。图 1.1-1(b)就是图(a)的电路模型。譬如,电阻器、灯泡、电炉等,它们主要是消耗电能,这样我们可用一个具有两个端钮的理想电阻来反映消耗电能的特征,当电流通过它时,在它内部进行着把电能转换为其他形式能量的过程。理想电阻的模型符号如图 1.1-2(a)所示。类似地,各种实际电容器主要是贮存电能的,用一个理想的二端电容来反映贮存电能的特征,其模型符号如图 1.1-2(b)所示。用一个理想二端电感来反映贮存磁能的特征,其模型符号如图 1.1-2(c)所示。将实际电路理想化后用一些理想电路元件等效替代各实际电路元件,由此而产生的电路称为电路模型。

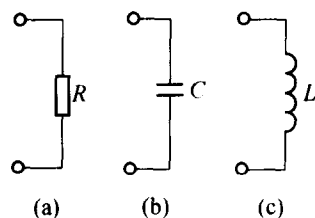


图 1.1-2 理想电阻、电容、电感元件模型

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

电荷的定向运动,形成传导电流。我们知道,一段金属导体内含有大量的带负电荷的自由电子,通常情况下,这些自由电子在其内部作无规则的热运动,不形成传导电流。如果在导体的两端连接上电源,那么带负电荷的自由电子就要逆电场方向运动,这样,金属导体内就有电荷作规则的定向运动,于是就形成了传导电流。习惯上规定以正电荷移动的方向,即负电荷(电子)移动的相反方向为电流的正方向(实际方向)。对于比较复杂的直流电路,往往事先不能确定电流的实际方向;对于交流电,其电流的实际方向是随时间交变的,也无法用一个箭标来表示其实际方向。为分析方便,总是任意选择一个方向作为电流的假定方向(也称参考方向),在电路用箭标表示。注意,电流的假定方向是人为任意规定的,在分析和计算电路时,假定方向一旦选定,就不再更改。而假定方向有可能与实际方向一致,也可能与实际方向相反,因此电流用代数量表示。若计算出电流的结果为正值,则表示电流的实际方向和所选的电流假定方向一致;若计算出的电流为负值,则电流的实际方向和所选的电流假定方向相反。必须指出,若不标出电流的假定方向(参考方向),则电流的正负是毫无意义的。因而在分析和计算电路时,首先必须标出电流的假定方向。

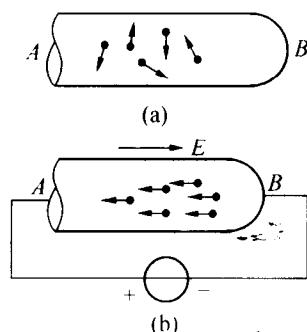


图 1.2-1 电流形成示意图

【例 1.2.1】在图 1.2-2 中,电流的参考方向已标出,且 $I = -2\text{A}$,指出电流的实际方向。

【解】因 $I = -2\text{A}$,其中“-”号表示电流的正方向与实际方向相反,所以电流的实际方向由 a 点指向 b 点。

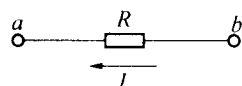


图 1.2-2

电流,虽然人们看不见摸不着它,但可通过电流的各种效应(譬如磁效应、热效应)来感觉它的客观存在,这是人们所熟知的常识。所以,电流是客观存在的物理现象。电路中电流有各种不同类型,如图 1.2-3 所示。图(a) i_1 表示不随时间变化的直流电流,图(b) i_2 表示随时间按正弦规律变化的正弦电流,图(c) i_3 和图(d) i_4 分别是矩形电流和三角形电流。另外还有非周期变化的脉冲电流、指数电流等。为了从数量上来衡量电流的大小,引入电流强度这一物理量。电流强度简称电流,用 I 或 i 表示。用 I 表示恒定不变的电流,用 i 表示随时间变化的电流。单位时间内通过导体横截面的电荷量定义为电流强度,如图 1.2-4 所示。

如果电流是随时间而变化的,在极短的时间 dt 内通过导体横截面的电量为 dq ,则电流强度用小写字母表示为:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1.2-1)$$

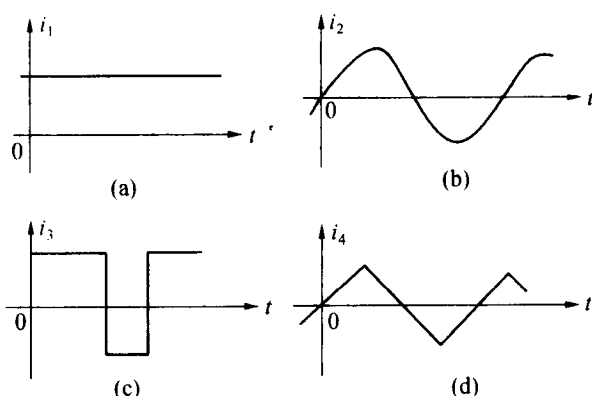


图 1.2-3 各种类型的电流

如果电流的大小和方向都不随时间变化,则称为恒定电流,简称直流。直流的电流强度则用大写字母表示。即

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1.2-2)$$

在国际单位制(SI)中,电流的单位为安培,简称安(A)。在大型电力变压器中的电流可达几百到上千安培。而晶体管等电子电路中的电流往往仅千分之几安培。对于很小的电流可以用毫安(mA)或微安(μ A)作单位,它们的关系是:

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

如 220V、25W 电烙铁,通过它的电流为 0.11 安。对于人体来说,当有 10 毫安的电流通过心脏时就有生命危险。

在直流电路中,测量电流要根据电流的实际方向将电流表串联接入待测支路里,如图 1.2-5 所示,两个直流电流表两旁所标“+”与“-”是电流表的极性。

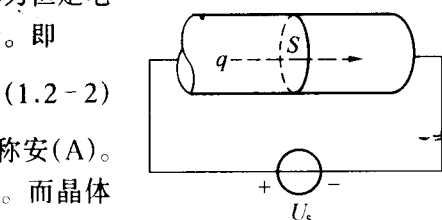


图 1.2-4 电流强度定义说明图

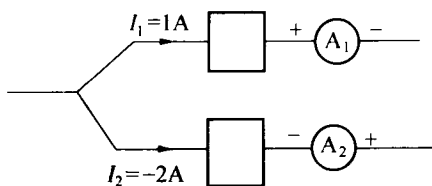


图 1.2-5 直流电流测量电路

1.2.2 电压

为了衡量电场力做功的大小,引入电压这个物理量。从电场力做功概念定义,电压就是将单位正电荷从电路中一点移至电路中另一点电场力做功的大小。如图 1.2-6 所示。电压类似于我们生活中常说的水压。电压用 U 或 u 表示。其定义为: a 、 b 两点间的电压 u_{ab} 在数值上等于把单位正电荷从 a 点移到 b 点时,电场力所做的功。用公式表示为:

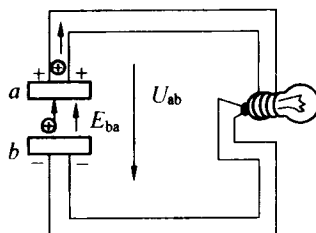


图 1.2-6 电压定义说明图

$$u_{ab} = \frac{d\omega}{dq} \quad (1.2-3)$$

式中, dq 是被移动的正电荷的电量, 单位为库仑(C); $d\omega$ 是电场力将正电荷从 a 点移至 b 点所做的功, 单位为焦耳(J)。 u_{ab} 是随时间变化的量, 规定用小写字母表示。

直流电路中两点间电压的大小不随时间变化, 它表示在电场力作用下, 在同样时间间隔内有相同的电量 Q 流过导体。规定 a 、 b 两点间的直流电压用大写字母表示。

$$U_{ab} = \frac{W}{Q} \quad (1.2-4)$$

在国际单位制中, 电压的单位是伏特(V), 简称伏。1V 电压相当于移动 1C 正电荷电场力所做的功为 1J。电压又称电位差, 它总与电路中的两个点有关。在电路中, 电位的物理意义是将单位正电荷沿电路所约束的路径移至参考点(习惯选电路中某点)电场力所做功的大小。电位的单位也是伏特(V)。

电压和能量的关系十分密切。在图 1.2-7(a)中, 若正电荷从 a 点移至 b 点是失去能量, 则 a 点是高电位, 是正极, 标“+”号; b 点是低电位, 是负极, 标“-”号; u_{ab} 是电压降, 其值为正。若正电荷从 a 点移至 b 点是得到能量, 则 a 点是低电位, 是负极, 标“-”号; b 点是高电位, 是正极, 标“+”号; 这时 u_{ab} 是电压升, 其值为负。这好比重物从高处落向低处时重力做功的道理一样。

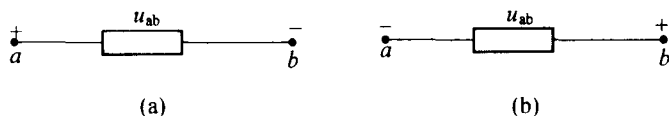


图 1.2-7 电压和能量的关系

例如, 2 库仑正电荷由 $a \rightarrow b$ 时失去 10 J 能量, 则 $a \rightarrow b$ 有一个电压降 u_{ab} , 由电压的定义, 得:

$$u_{ab} = \frac{10(\text{J})}{2(\text{C})} = 5(\text{V})$$

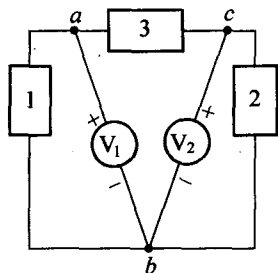
如果 2 库仑正电荷由 $a \rightarrow b$ 时得到 10J 能量, 则 $a \rightarrow b$ 为电压升, 故

$$u_{ab} = -5\text{V}$$

若正电荷通过元件时失去能量, 则该元件是吸收(或消耗)能量的元件。所谓吸收能量, 是指该元件把电能转换成其他形式的能量, 如热能或光能等。若正电荷通过元件时得到能量, 则该元件是产生(或提供或释放)能量的元件, 这是指该元件能将其他形式的能量(如化学能或机械能等)转换成电能, 赋给电荷以能量。电源就是一种能够产生能量的元件。

在电路中, 规定电位真正降低的方向为电压的实际方向。但在复杂的电路里, 元器件两端电压的实际方向是不易判别的, 或在交流电路里, 两点间电压的实际方向是经常改变的, 这给实际电路问题的分析计算带来困难, 所以也常常对电路中两点间电压给出假定方向(参考方向), 在电路用“+”、“-”号标出, 或用带下脚标的字母表示, 如电压 U_{ab} 。同电流一样, 两点间电压数值的正与负, 在假定参考方向的条件才是有意义的。

对直流电压的测量,是根据电压的实际方向,将直流电压表并联接入电路,使直流电压表的正极接所测电压的实际高电位端,负极接所测电压的实际低电位端。譬如,理论计算得 $u_{ab} = 5V$, $u_{bc} = -3V$,要测量这两个电压,电压表应如图 1.2-8 所示那样接入电路,图中 V_1 、 V_2 为电压表,两旁的“+”、“-”标号分别为直流电压表的正、负极性端。



1.2.3 电功率

电路的主要作用可以分为两大类:其一就是电能的传输和转换,如发电、供电系统,电力拖动,电气照明等;其二为传递和处理信号,如各种电信号的产生、放大、整形、数字信号的运算、存储等。所以我们要研究电路元件在单位时间内吸收或释放的电功率,即电功率。或者说,电能对时间的变化率即为电功率。在电工学中,电功率简称功率,用 p 或 P 表示。

$$p = \frac{dw}{dt}$$

其中, w 是能量,单位为焦耳(J); t 是时间,单位为秒(s); p 是功率,单位为瓦特(W)。

在电路中,功率可以用电压、电流来表示,即:

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = u \cdot i \quad (1.2-5)$$

其中电压单位为伏特,电流单位为安培,功率单位为瓦特,即

$$1W = 1VA$$

在直流情况下

$$P = UI \quad (1.2-6)$$

电路中,我们研究的是功率与电路中电压、电流之间的关系。根据前面所述,分析电路时,电压和电流都要假设参考方向,而且可任意假定,互不相关。但是,为了分析方便,常常采用关联的参考方向,即把元件上的电压参考方向和电流参考方向取为一致,也就是电流从电压“+”号端钮流入,如图 1.2-9(a)所示。在采用关联参考方向下,电路图上只标出两个中任意一个的参考方向即可,另一个参考方向可省略不标。如图 1.2-9(b)、(c)所示。

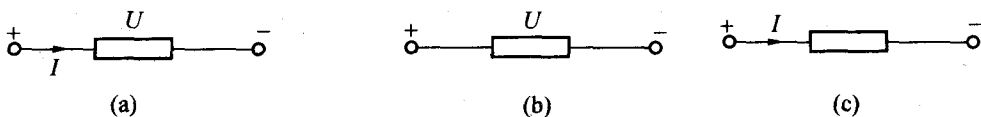


图 1.2-9 关联参考方向的各种表示方法

前面已经提到,当正电荷由元件(或一段电路)从高电位到低电位,说明电场力做了功,表示电能损耗,该元件就是吸收能量的元件;若正电荷从低电位到高电位,则得到能量,该元件就是产生能量的元件。单位时间内所吸收或产生的能量就是该元件所吸收或产生的功率。因而,在电压、电流为关联的参考方向下,由式(1.2-5)算得的功率 $p > 0$ 时,元件为吸

收功率; $p < 0$ 时, 则为产生功率。

当电压、电流为非关联参考方向时, 则计算功率的公式应为

$$p = -ui \quad (1.2-7)$$

或

$$P = -UI$$

按(1.2-7)式算得的功率仍然是:

$$p(\text{或 } P) > 0 \quad \text{为吸收功率}$$

$$p(\text{或 } P) < 0 \quad \text{为产生功率}$$

【例 1.2.2】 计算图 1.2-10(a)、(b)、(c)、(d) 电路中各元件的功率, 指出该元件是吸收功率还是产生功率。

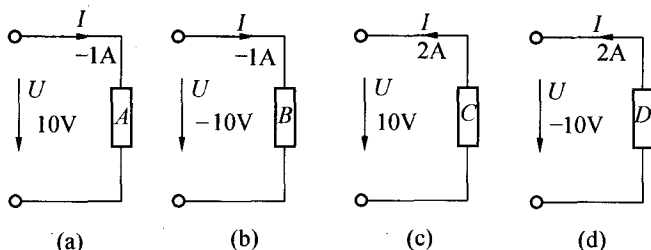


图 1.2-10

【解】 (a) 图中, 电压与电流是关联方向, 所以

$$P = UI = (10) \times (-1) = -10(\text{W}) < 0, \text{故 } A \text{ 是产生功率, 为电源。}$$

(b) 图中, 电压与电流是关联方向, 所以

$$P = UI = (-10) \times (-1) = 10(\text{W}) > 0, \text{故 } B \text{ 是吸收功率, 为负载。}$$

(c) 图中, 电压与电流的正方向相反, 为非关联方向, 所以

$$P = -UI = -(10) \times (2) = -20(\text{W}) < 0, \text{故 } C \text{ 是产生功率, 为电源。}$$

(d) 图中, 电压与电流正方向相反, 所以

$$P = -UI = -(-10) \times (2) = 20(\text{W}) > 0, \text{故 } D \text{ 是吸收功率, 作负载。}$$

1.2.5 电位的计算

在电路分析中, 特别是在电子电路中, 经常要应用“电位”这个物理量。那么“电位”是什么呢? 在电路中任选一个节点作为参考点, 计算或测量其他各节点对参考点的电压降, 所得结果, 称为该节点的电位。A 节点的电位用 V_a 表示。在电路图中, 参考点用符号“ $\perp$ ”表示。例如在图 1.2-11 所示的电路中, 选 d 节点为参考点, 则各节点电位为

$$V_a = U_{ad}$$

$$V_b = U_{bd}$$

$$V_c = U_{cd}$$

$$V_d = U_{dd} = 0$$

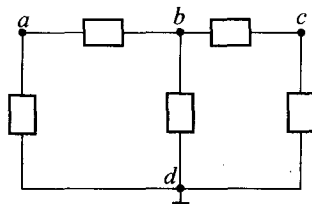


图 1.2-11 电位的计算

以上各节点的电位就是各节点对参考点的电压降, 它

们的数值相当于把电压表的“-”号端固定地接在 d 节点上, 依此把“+”号端和 a 、 b 、 c 、 d 各节点相接而测得的读数, 若电压表反向偏转则数值为负。

由于参考点 d 的电位为零, 故参考点又叫做“零电位点”。参考点可以任意选定, 一旦选定, 各个节点的电位的计算或测量都要以该参考点为准。如果换一个参考点, 则各点电位的数值也要发生变化。在工程上常选大地作为参考点, 即认为大地电位为零。在电子电路中常选一条特定的公共线作为参考点, 这条公共线是很多元件的汇集处且和机壳相联, 这条线也叫“地线”, 虽然并不真与大地相联。在电路图中, 只有选定参考点以后, 谈论某点的电位才有意义。

下面用例题来说明电位的计算。

【例 1.2.3】 电路如图 1.2-12 所示, 分别选定 a 、 b 、 c 为参考点, 求各节点电位。

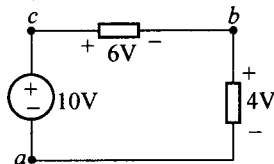


图 1.2-12

【解】 当选 a 点为参考点时:

$$V_a = 0$$

$$V_b = U_{ba} = 4V \text{ (或 } V_b = U_{ba} = U_{bc} + U_{ca} = -6V + 10V = 4V \text{)}$$

$$V_c = U_{ca} = 10V \text{ (或 } V_c = U_{cb} + U_{ba} = 6V + 4V = 10V \text{)}$$

当选 b 点为参考点时:

$$V_a = U_{ab} = -4V, V_b = 0, V_c = U_{cb} = 6V$$

当选 c 点为参考点时:

$$V_a = U_{ac} = -10V, V_b = -6V, V_c = 0$$

由此可见, 电路中参考点选择不同, 则各节点电位数值也不同, 且电位的计算和所选的路径无关。

在前面我们已提到过两点间的电压就是两点的电位差, 总是和电路中的两个点有关, 这意味着两点之间的电压都可用这两点的电位之差来表示。例如, 图 1.2-12 中 b 、 c 两点之间的电压 U_{bc} 可以表示为

$$U_{bc} = V_b - V_c$$

例 1.2.3 计算结果表明, 不论如何选择参考点, 电路中 b 、 c 两点之间的电压都不会改变, U_{bc} 总是等于 $-6V$, 这说明电路中任意两点之间的电压不因参考点选择不同而异。

电位虽然是对某一点而言, 但实际上还是指两点之间的电压降, 不过这第二点是指定其电位为零的参考点。因此, 电位和电压并没有本质上的差别, 它们的计算方法也相同。那么, 在电路中为什么还要引用电位呢? 主要是为了简化电路的计算。以图 1.2-11 所示电路为例, 该电路共有四个节点, 任何两个节点之间都有电压, 总共有 U_{ad} 、 U_{ac} 、 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{bd} 、 U_{cd} 六个电压。如果用电位来讨论, 选择一个参考点, 只要讨论其余三个点的电位就可以了, 这样就大大地减少了讨论对象的数目, 从而简化了电路的分析计算。比如选 d 点为参考点, 只要测量 (或计算) 得到 V_a 、 V_b 、 V_c 三个电位, 其余三个电压即可方便地求得, 因为任意两点之间的电压都可用这两点的电位差来表示, 即

$$U_{ac} = V_a - V_c$$

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

$$U_{bc} = V_b - V_c$$

在以后的学习中,我们将进一步体会到引用电位的好处。

为了方便,电子电路有一种习惯的画法,即:电源不用电池符号表示,而改为标出其极性及其电压数值。如图 1.2-13(a)所示电路可改画为如图 1.2-13(b)所示, a 端标出 $+20\text{V}$,表示 20V 电压源的正极性端接在 a 端,电压源的负极性端则接在参考点 d 上,不再标出。同样, b 端标出 -10V ,表示 10V 电压源的负极端接在 b 端,电压源的正极性端则接在参考点 d 上,也不再标示出来。这种画法简单明了,它告诉我们: a 点电位比参考点高 20V , b 点电位比参考点低 10V ,因而 a 点电位比 b 点电位高 30V ,即

$$U_{ab} = 20 - (-10) = 30(\text{V})$$

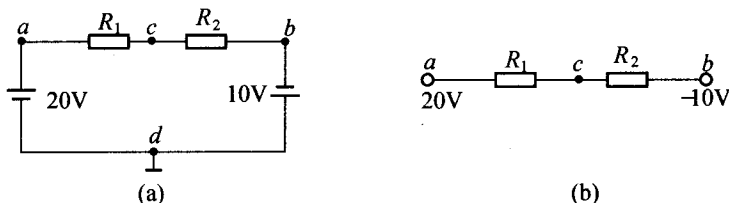


图 1.2-13 电子电路的习惯画法说明

电子电路中常用这种画法,我们应该熟悉它。图 1.2-14 中列举了几个例子,把一般的画法和电子电路中的习惯画法并列,以便比较。

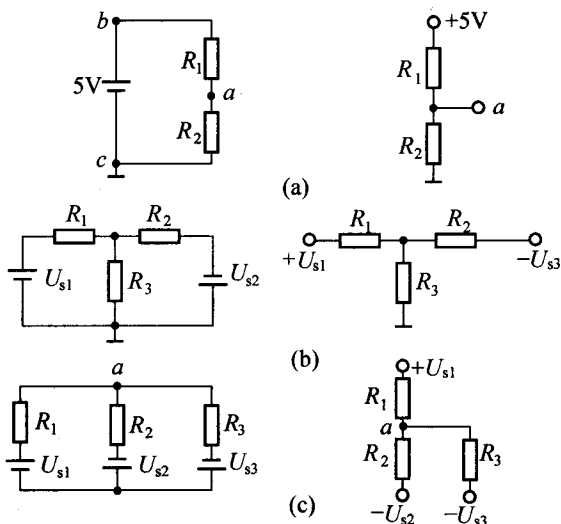


图 1.2-14 电子电路的习惯画法

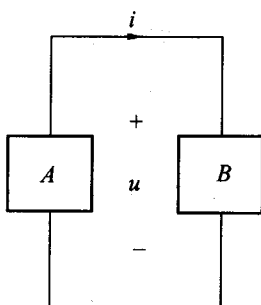
思考与练习

1.2-1 简述对电路中电流、电压设参考方向的意义。

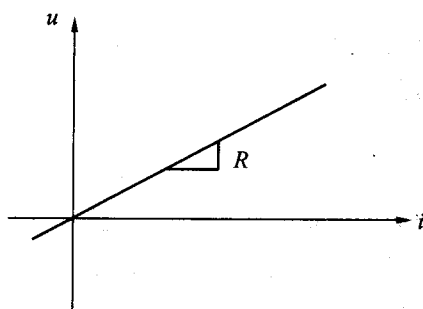
1.2-2 题 1.2-2 图示电路,电压 u 、电流 i 参考方向如图中所标。请回答:对 A 部分电路电压、电流参考方向关联否? 对 B 部分电路呢?

1.2 电路的基本物理量

1.2-3 在 u, i 关联方向下测得电阻的伏安特性曲线如题 1.2-3 图所示, 若在非关联方向下测量其伏安特性曲线, 结果有何不同?



题 1.2-2 图



题 1.2-3 图

1.2-4 有人说“电路中两点之间的电压等于该两点之间的电位差, 因这两点的电位数值随参考点不同而改变, 所以这两点间的电压数值亦随参考点的不同而改变”, 你同意这一观点吗? 为什么?

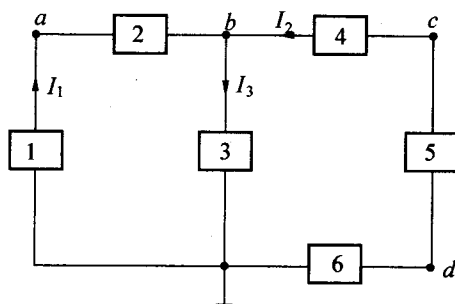
1.2-5 线性电阻的电压电流关系式是线性的, 那么所吸收的功率与电压(或电流)的关系是否也是线性的?

1.2-6 题 1.2-6 图所示直流电路中, 各矩形框图泛指二端元件或二端电路, 已知 $I_1 = 3\text{A}$, $I_2 = -2\text{A}$, $I_3 = 1\text{A}$, 电位 $V_a = 8\text{V}$, $V_b = 6\text{V}$, $V_c = -3\text{V}$, $V_d = -9\text{V}$ 。

(1) 欲验证 I_1, I_2 电流数值是否正确, 直流电流表应如何接入电路? 试标明电流表极性。

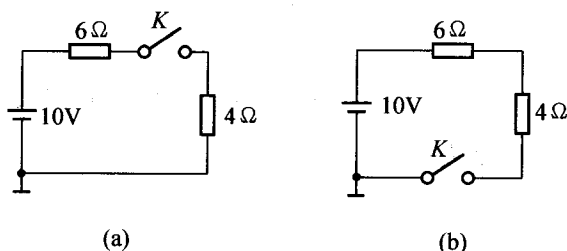
(2) 求电压 U_{ac}, U_{db} ; 要测量这两个电压, 应如何连接电压表? 试标明电压表极性。

(3) 求元件 1、3、5 上所吸收的功率。



题 1.2-6 图

1.2-7 题 1.2-7 图所示电路中的开关 K 打开和闭合时, 电路中各点的电位是否变化? 说明原因。



题 1.2-7 图

1.3 无源元件

常用电路元件有 8 种,即:电阻元件、电感元件、电容元件、电压源、电流源、受控源、耦合电感、理想变压器。各种电路元件都有确切的定义。

1.3.1 电阻

电阻元件是电路基本元件之一。电阻,顾名思义,即对电流呈现阻力的元件,正如江河中的礁石对水流呈现阻力作用一样。电阻元件的符号如图 1.3-1 所示。在物理课中我们熟悉了服从欧姆定律的电阻元件。如果电阻固定,电流 I 与电压 U 成正比。用数学公式表示为:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1.3-1)$$

由此式可知,如果电压固定,则电流的大小与电阻成反比。即将电阻增大到 2 倍、3 倍时,电流却反而减少到原来的 $1/2$ 、 $1/3$ 。

上述关系由德国物理学家欧姆于 1826 年用实验得到证明,取其名字而称为欧姆定律。在电学理论中,这是最重要的公式。

对一个电阻元件来讲,电压、电流、电阻三个量中,只要知道其他两个值,就可以计算出另一个未知量。但初学者必须注意,如图 1.3-2(a)、(b),分别计算电流 I_1 和 I'_1 。

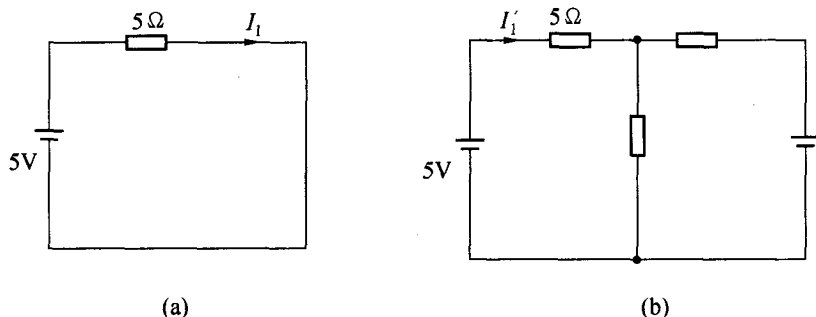


图 1.3-2

在图 1.3-2(a)中, $I_1 = \frac{5}{5} = 1(\text{A})$,但在图 1.3-2(b)中, $I'_1 \neq \frac{5}{5}(\text{A})$ 。

电压、电流、电阻的单位如表 1.1。