



面向“十二五”机电类专业高职高专国家规划教材

电工技术基础

李 娅 主编

华永平 主审

DIANGONGJISHUJICHU



凤凰职业教育

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

面向“十二五”机电类专业高职高专国家规划教材

电工技术基础

李 姬 主 编
华永平 主 审

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础 / 李娅等主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2010. 8
面向“十二五”机电类专业高职高专国家规划教材
ISBN 978-7-5345-7442-9

I. ①电… II. ①李… III. ①电工技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 129105 号

电工技术基础

主 编 李 娅
主 审 华永平
责任编辑 汪立亮
特约编辑 郑海龙
责任校对 郝慧华
责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 南京大众新科技印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15
字 数 340 000
版 次 2010 年 8 月第 1 版
印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-7442-9
定 价 32.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内容简介

本教材围绕从事机电类专业职业工种必需的电工技术基本知识、基本方法和基本技能,将理论知识与技能训练紧密结合,体现了学做合一的教学过程。本教材共包括 7 个单元:认识电路与元件、直流电路分析与测试、交流电路分析与测试、一般照明电路安装与维修、变压器分析与测试、电机设备的安装与维修、电气运行与控制。

本教材可作为高等职业学院、五年制高职学校、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机电类专业的技术基础课程的教材,也可以作为非电类专业的公共基础课程的教学用书。

为了便于教师授课和学生检测学习成果,本教材配有电子课件和练习与思考答案。

前 言

本教材是根据高职高专机电类专业的培养目标,以学生的就业为导向,以本专业具备的岗位职业能力为依据,在深入开展项目化课程改革的基础上,积极探索理实一体化课程教学模式,编写而成的理论实践一体化教学用书。

本书具有以下一些特点:

- 在内容编排上,突出“实用、够用”的原则。围绕从事机电类专业职业工种必需的电工技术基本知识、基本方法和基本技能,以典型电路分析、电工仪器仪表使用、常用电气设备基本操作等为载体,编排了认识电路与元件、直流电路分析与测试、交流电路分析与测试、一般照明电路安装与维修、变压器分析与测试、电机设备的安装与维修、电气运行与控制等7个单元。

- 在内容实施上,贯穿了“工学结合、学做合一”的活动安排,将理论知识与技能训练紧密结合。每个学习任务都按照知识点、实训指导、实训操作、练习与思考的过程展开,通过学中做,做中学,使学生达到知识目标和技能目标。

- 在内容叙述上,简洁易懂,通过实物图片展示电路元件和电气设备,更加形象直观,易于理解和学习。

本书由江苏城市职业学院李娅主编,许昌职业技术学院宁云伟及海南大学机电工程学院王忠任副主编。教材具体编写任务如下:李娅编写第一、第三单元;宁云伟编写第二单元;王忠编写第四单元;云南国防职业技术学院罗琼编写第五单元;江苏城市职业学院龚伟编写第六单元;江苏城市职业学院范俊编写第七单元。全书由南京信息职业技术学院华永平教授主审,对书稿进行了全面、认真的审阅,提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。本书在编写过程中,参阅了多种同类教材和资料,在此谨向这些编著者致以诚挚的谢意。

由于编写时间仓促,也限于编者水平、实际经验有限,教材中难免存在错误和不足之处,恳请读者予以指正。

编者

2010年6月

目 录

第一单元 认识电路与元件	001
模块一 电路的基本概念	001
【知识点 1】 电路的组成及作用	001
【知识点 2】 电路的基本物理量	002
【知识点 3】 电路的基本状态	008
【技能实训一】 直流电流、电压与电位的测量	009
思考与练习	014
模块二 电路元件的识别与检测	016
【知识点 1】 电阻器的识别与检测	016
【技能实训二】 电阻元件的识别与检测	023
【知识点 2】 电容器的识别与检测	025
【技能实训三】 电容元件的识别与检测	029
【知识点 3】 电感线圈的识别与检测	029
【技能实训四】 电感元件的识别与检测	032
思考与练习	033

第二单元 直流电路分析与测试	034
模块一 简单直流电路的分析	034
【知识点1】 欧姆定律	034
【技能实训一】 电阻元件伏安特性测试	038
【知识点2】 简单电阻电路的分析	039
【知识点3】 电压源和电流源	046
【技能实训二】 电压源与电流源外特性测试	049
思考与练习	052
模块二 复杂直流电路的分析	054
【知识点1】 基尔霍夫定律	054
【技能实训三】 直流电路基尔霍夫定律的验证	058
【知识点2】 节点电压法	060
【知识点3】 戴维南定理	062
【知识点4】 负载获得最大功率的条件	063
【技能实训四】 戴维南等效定理的验证	065
思考与练习	067
第三单元 交流电路分析与测试	070
模块一 正弦交流电的基本概念	070
【知识点1】 正弦交流电的基本概念	070
【技能实训一】 测量交流电的幅值和频率	077
思考与练习	081
模块二 单相正弦交流电路分析	082
【知识点1】 纯电阻电路	083
【知识点2】 纯电感电路	085
【知识点3】 纯电容电路	088
【知识点4】 RLC 串联电路和并联电路	091
【知识点5】 电路谐振及其应用	099
【技能实训二】 交流电路等值参数的测量	104
思考与练习	106
第四单元 一般照明电路安装与维修	109
模块一 安全用电基本知识	109
【知识点1】 电流对人体的伤害	109
【知识点2】 常见的几种触电方式	111

【知识点 3】 触电急救常识	113
【知识点 4】 防止电气事故的安全措施	113
思考与练习	115
模块二 电工基本操作工艺	116
【知识点 1】 常用电工工具	116
【知识点 2】 导线连接工艺	120
【技能实训一】 常用导线的连接工艺	126
思考与练习	127
模块三 常用照明电路的安装	128
【知识点 1】 白炽灯照明电路的安装工艺	128
【知识点 2】 白炽灯照明电路的常见故障分析	133
【技能实训二】 二控一白炽灯照明电路的安装	133
【知识点 3】 日光灯照明电路的安装工艺	136
【知识点 4】 日光灯照明电路的常见故障分析	138
【技能实训三】 单管日光灯照明电路的安装	139
思考与练习	141
 第五单元 变压器分析与测试	142
【知识点 1】 互感的基本概念	142
【知识点 2】 变压器的结构和工作原理	145
【知识点 3】 变压器的运行	148
【技能实训】 小型变压器的测试	150
【知识点 4】 几种常用变压器介绍	153
思考与练习	155
 第六单元 电机设备的安装与维修	157
模块一 三相电路的基本知识	157
【知识点 1】 三相电源的基本知识	157
【知识点 2】 三相负载的连接	159
【知识点 3】 三相电路的功率	165
【技能实训一】 三相电路中电压、电流及功率的测量	168
思考与练习	169
模块二 认识常用低压电器	170
【知识点 1】 低压电器的基础知识	170
【知识点 2】 低压开关电器	171

【知识点 3】	低压熔断器	173
【知识点 4】	接触器	174
【知识点 5】	继电器	176
【知识点 6】	主令电器	180
【技能实训二】	交流接触器的拆装	182
模块三	认识三相电动机	184
【知识点 1】	三相异步电动机	184
【技能实训三】	三相异步电动机的拆装与维护	191
【知识拓展】	单相异步电动机	194
思考与练习		195
第七单元	电气运行与控制	197
模块一	成套电器设备安装与维护	197
【知识点 1】	电气识图常识	197
【知识点 2】	线路安装工艺	203
【知识点 3】	电气控制线路故障分析与检查方法	208
模块二	三相异步电动机运行与控制	211
【知识点 1】	三相异步电动机的运行与控制	212
【知识点 2】	三相异步电动机点动与连续运行控制电路	216
【技能实训一】	三相异步电动机点动控制电路的安装与维护	218
【技能实训二】	三相异步电动机连续运行控制电路的安装与维护	220
【知识点 3】	三相异步电动机正反转控制电路	222
【技能实训三】	三相异步电动机正反转控制电路的安装与维护	223
【知识点 4】	三相异步电动机星形-三角形降压启动控制电路	225
【技能实训四】	三相异步电动机星形-三角形降压启动控制电路的安装与 维护	226
附录	常用电气图形符号和文字符号	229

第一单元 认识电路与元件



知识目标

- 1. 了解电路的基本组成,建立电路模型的概念。
- 2. 理解电路基本物理量的含义。
- 3. 熟悉电阻元件、电容元件、电感元件的基本特性及其主要参数。
- 4. 熟悉电路基本状态的特点及电气设备额定值的意义。



技能目标

- 1. 熟悉电路连接的基本原则和安全规程,培养良好的职业素养和规范的操作习惯。
- 2. 会识读电路图,并能根据电路图正确进行实验电路接线。
- 3. 会正确使用电流表、电压表和万用表测量直流电路中电流和电压。
- 4. 认识常用电路元件,会正确使用万用表对电路元件进行检测。

模块一 电路的基本概念

序号	学 习 任 务	学 习 目 标
1	电 路 的 基 本 概念	了解电路的基本组成,建立电路模型的概念
		理解电流、电压、电位、电动势、电功率的含义及其特性;理解参考方向的概念
		熟悉电路三种基本状态的特点及电气设备额定值的意义
2	电 流 表、电 压 表 的 认 识 与 使用	熟悉直流电流表、直流电压表和万用表的用途,并会正确使用
		会按照电路连接的基本原则进行实验电路的连接
		会测量直流电路中的电流及电压、电位

【知识点 1】 电路的组成及作用

一、电路的组成及作用

电在现代生活、工农业生产、科研和国防等许多方面有着十分广泛的应用。从技术领域来看,电的应用主要包括两大类:一类是用来实现电能的传输和转换。如电力系统中的输

电电路,发电机将热能、水能、核能转化为电能,经变压器、输电线传输、分配给负载(如电灯、电动机、电炉等),负载再将电能转换成光能、热能、机械能等其他形式的能量。另一类是实现信息的传递和处理。如电话通信、计算机间信息的交流、收音机、电视机电路等。尽管电路的种类很多,不同电路的形式和结构也各不相同,但它们一般都是由电源、电阻器、电容器、线圈等部件和晶体管等器件按一定方式连接起来,以形成电流的通路。例如,日常生活中使用的手电筒电路就是一个最简单的电路,如图 1-1(a)所示,它由干电池、灯泡、开关、手电筒壳(充当连接导体)组成。

电路的另一名称也叫做电网络,通常它们是相互通用的,但网络具有“复杂”的意思。

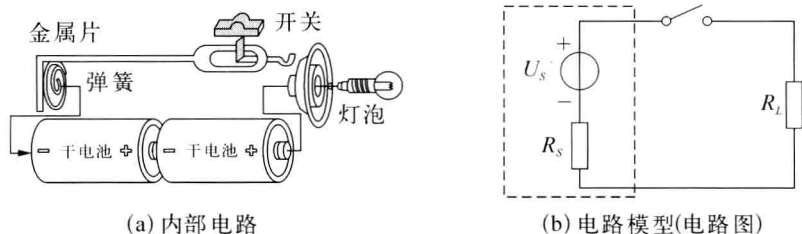


图 1-1 手电筒电路

二、电路模型

组成实际电路的电气设备及电器元件种类很多(如发电机、变压器、电动机、电池、电阻器、电感器和电容器等),它们在工作时的电磁性质比较复杂。例如,电炉的电阻丝是一个绕成稀疏状的线圈,它除了具有一定的电阻外,当电流通过线圈时还会产生磁场,因而还兼有电感的性质,这就给电路分析带来一定困难。为了使问题得以简化,便于探讨电路的普遍规律,在分析电路时,对实际的电路元件,一般忽略其次要性质,而用一个能足以表征其主要性能的理想电路元件来替代。例如,当略去电炉的电阻丝的电磁特性,就可以将它抽象为一个理想“电阻元件”。又如,干电池、发电机等可用“电压源”这样一个理想元件表示。用于储存磁场能量和电场能量的电气设备可用“电感元件”和“电容元件”来表示等。

如上所述,在一定条件下,用抽象的理想元件及其组合近似地替代实际电路元件,便构成了与实际电路相对应的电路模型。以后我们所分析的对象都是指电路模型,电路图就是用元件图形符号表示的电路模型。例如,在图 1-1(a)所示手电筒电路中,我们用电阻元件 R_L 作为灯泡的模型,而干电池的模型则由电压源元件 U_S 和电阻元件 R_S (反映电池的内阻)串联组成。这样手电筒电路的电路模型即电路图就如图 1-1(b)所示。

各种电气元件都可以用图形符号或文字符号来表示,附录 A 列出了我国国家标准中的一些电气元件图形符号。

【知识点 2】 电路的基本物理量

表示电路的基本物理量主要有电流、电压、电位、电动势和功率。

一、电流

1. 电流的大小和单位

从物理知识中我们知道,电荷的定向运动形成电流。我们把每单位时间内通过导体横截面的电量定义为电流强度,用以衡量电流的大小。电流强度也简称为电流,即

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

当电流大小和方向都随时间作周期性变化,称为交变电流,简称为交流(AC),用小写字母 i 表示;若电流的大小和方向不随时间变化,则这种电流称为恒定电流或直流电流简称直流(DC),用大写字母 I 表示。

这样,电流这一名词不但表示一种物理现象,而且也代表一个物理量。在国际单位制(SI制)中,电流的基本单位是安培(简称安),符号为 A。电流常用的单位还有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μA)等,它们之间的换算关系为:

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

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

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

2. 电流的方向

电流不但有大小,而且有方向。习惯上把正电荷定向运动的方向规定为电流的方向。电流的方向是客观存在的,但具体分析电路时,电流的实际方向往往难以在电路图中标出。例如,当电路中电流为交流时,就不能用一个固定的箭头来表示其实际方向。为了解决这一问题,引入了参考方向这一概念。

① 参考方向是任意假设的方向。

② 参考方向一经选定,电流就成为一个代数量,有正、负之分。通常我们规定:如电流为正值,则表明电流的实际方向与参考方向一致;若电流为负值,则表明电流的实际方向与参考方向相反。

③ 在分析计算电路时,必须标出电流参考方向,否则电流的正、负值没有意义。

【例 1-1】 如图 1-2 所示,图中方框表示一个两端元件。方框中可以是一个电阻元件或是一个电源,也可以是多个元件的组合或是一段电路。 a 、 b 是元件的两个引出端钮。我们将具有两个引出端的元件,称为二端元件。

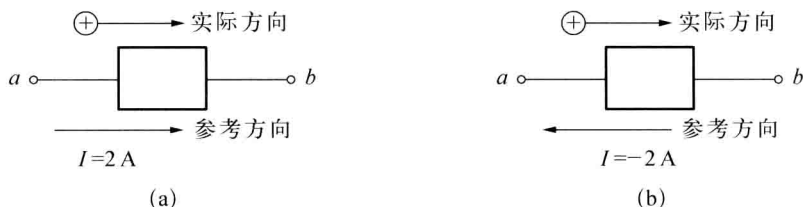


图 1-2 例 1-1

由图(a)可见,两端元件电流的实际方向与参考方向一致,则电流 $I = 2\text{ A}$, 由图(b)可见,二端元件电流的实际方向与参考方向相反,则电流 $I = -2\text{ A}$ 。

二、电位与电压

1. 电位的大小和单位

从物理知识中我们知道,带电体的周围存在着电场,电场对处在场内的电荷也有力的作用。当电场力使电荷移动时,我们就说电场力对电荷做了功。我们把在电场力作用下,单位正电荷从某点移动到参考点所做的功定义为电位。

例如,选择电场中某点(o 点)为参考点,将正电荷从另一点(a 点)移动到 o 点的电位为

$$U_a = \frac{W_{ao}}{Q} \quad (1-2)$$

式中, U_a 表示 a 点的电位, W_{ao} 表示电场力将正电荷从 a 点移动到 o 点做的功, Q 表示由 a 点移动到 o 点的电荷量。

电路中各点电位都是针对参考点而言的。参考点选择不同,电位的值也不同。通常规定参考点的电位为零,称为零电位点,因而低于参考点的电位是负电位,高于参考点电位是正电位。电场力移动单位正电荷所做的功越多,表明正电荷所处的点的电位越高,反之电位越低。这就是电位高低的含义。

如果功的单位为焦耳(J),电荷的单位为库仑(C),则电位的基本单位就是伏特(简称伏),符号为 V。除伏特外,常用单位还有千伏(KV)、毫伏(mV)、微伏(μV),它们之间的换算关系为:

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

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

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

2. 电压的大小和单位

水从高处流向低处,是因为有水位差。同样,电荷能够在导体中运动是因为存在电位差,即电压。我们把电场中任意两点之间的电位差定义为该两点之间的电压。例如,电场中 a 、 b 两点之间的电压表示为

$$U_{ab} = U_a - U_b \quad (1-3)$$

电压的单位与电位相同。在国际单位制中电压的基本单位也是伏特。

由电压与电位之间的关系可知:

当 $U_{ab} = U_a - U_b > 0$ 时,则表示 a 点电位高于 b 点电位;

当 $U_{ab} = U_a - U_b < 0$ 时,则表示 a 点电位低于 b 点电位;

当 $U_{ab} = U_a - U_b = 0$ 时,则表示 a 、 b 两点电位相等。

如果电压大小和方向都随时间作周期性变化,称为交流电压,用小写字母 u 表示;若电压的大小和方向不随时间变化,则称为恒定电压或直流电压,用大写字母 U 表示。

3. 电压的方向

电压和电流一样,不但有大小,而且有方向。电压的实际方向习惯上规定为电位降低(从高电位到低电位)的方向。由于电路中电压的实际方向往往不能预先确定,因此,同样需要为其假设参考方向。电压参考方向的表示方法可以用箭头表示,箭头指向表明电压方向从高电位指向低电位。或者用“+、-”极性表示,“+”表示高电位端,“-”表示低电位端。如图1-3所示。也可以用双下标表示,例如 u_{ab} 表示电压的参考方向是由 a 指向 b 。

电压参考方向一经选定,电压就成为一个代数量。如电压为正值,则表明电压的实际方向与参考方向一致;若电压为负值,则表明电压的实际方向与参考方向相反。在电路的分析计算中,必须标出电压参考方向,否则电压的正、负没有意义。

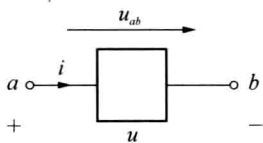
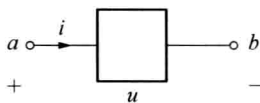
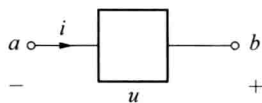


图 1-3 电压方向的表示方法



(a) 关联参考方向



(b) 非关联参考方向

图 1-4 电压和电流的关联和非关联参考方向

综上所述,在分析电路时,既要为通过元件的电流假设参考方向,也要为元件两端的电压假设参考极性,它们可以分别独立地假定,但是为了方便起见,常采用将电流参考方向假定与电压“+”极到“-”极的参考方向一致。假定电压 u 的参考方向由 a 端(+)指向 b 端(-),电流 i 的参考方向也由 a 流向 b ,即电压参考方向与电流参考方向一致,称为关联参考方向,如图1-4(a)所示。若电压参考方向与电流参考方向相反,假定电压 u 的参考方向由 b 端(+)指向 a 端(-),电流 i 的参考方向由 a 流向 b ,则电流与电压为非关联参考方向,如图1-4(b)所示。

为了分析方便,对于同一元件通常假定其电压和电流为关联参考方向。

【例 1-2】 在图1-5中,设 $U_{ac} = 4\text{ V}$, $U_{ab} = 3\text{ V}$,试分别以 a 点和 c 点为参考点,求 b 点电位和 b 、 c 两点之间的电压。

解: 以 a 点为参考点,即 $U_a = 0$

$$\because U_{ab} = U_a - U_b$$

$$\therefore U_b = U_a - U_{ab} = -3\text{ V}$$

$$\because U_{ac} = U_a - U_c$$

$$\therefore U_c = U_a - U_{ac} = -4\text{ V}$$

$$U_{bc} = U_b - U_c = -3 - (-4) = 1\text{ V}$$

以 c 点为参考点,即 $U_c = 0$

$$\because U_{ac} = U_a - U_c$$

$$\therefore U_a = U_{ac} + U_c = 4\text{ V}$$

$$\because U_{ab} = U_a - U_b$$

$$\therefore U_b = U_a - U_{ab} = 4 - 3 = 1\text{ V}$$

$$U_{bc} = U_b - U_c = 1\text{ V}$$

由上面计算可见,参考点变了,电位的值也变了。但不管参考点如何变化,两点之间的

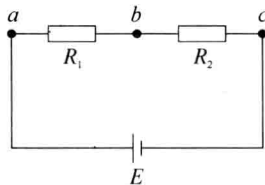


图 1-5 例 1-2

电压是不改变的,通常把这一性质称为电位的相对性和电压的绝对性。

在工程技术中,通常选择大地、电气设备的外壳(将外壳接地)为参考点,用接地符号“⊥”表示。一般在电子线路中常选择元件的交汇处,通常也是电源的一个极作为参考点。

三、电源的电动势

1. 电动势的大小

电源是将非电能转换为电能的装置。衡量电源转换本领大小的物理量称为电源的电动势。

每个电源都有两个电极,电位高的极为正极,电位低的极为负极。为了使电路中能维持一定的电流,电源内部必须有一种电源力(在电池中为化学力;在发电机中为电磁力等),能持续不断地将正电荷从电源的负极(低电位端)移到电源的正极(高电位端),以保持两电极具有一定的电位差。电源中电源力移送电荷的过程就是电源将其他形式能量转换为电能的过程。

我们把在电源力作用下,单位正电荷从电源负极经电源内部移到正极所做的功,称为该电源的电动势,用字母 e 表示,即

$$e = \frac{dw}{dq} \quad (1-4)$$

当电源电动势大小和方向都随时间作周期性变化,称为交流电源,用小写字母 e 表示;若电源电动势的大小和方向不随时间变化,则称为直流电源,用大写字母 E 表示。

电动势的单位与电压相同,基本单位也是伏特(V)。

2. 电动势的方向

电源电动势不仅有大小而且有方向。电动势的实际方向习惯上规定为电源力将正电荷从低电位移到高电位的方向,即电位升高的方向。由此可知,电动势与电压的实际方向相反。与电流相似,在电路分析计算中同样可以假设电动势的参考方向。

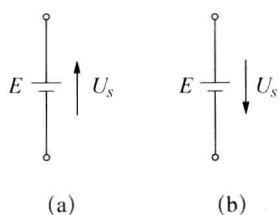


图 1-6 电源电动势与端电压的方向

图 1-6 所示为电池的图形符号。电池符号长线段表示电动势 E 的正极(高电位端),短线段表示电动势 E 的负极(低电位端)。

U_S 为电池的端电压。对于一个实际电源来说,若没有电流流过,则内部没有电能消耗,此时,其电动势 E 和端电压 U_S 在数值必定相等。当电动势 E 参考方向与端电压 U_S 参考方向相反时,如图 1-6(a)所示,则有

$$E = U_S \quad (1-5)$$

当电动势 E 参考方向与端电压 U_S 参考方向相同时,如图 1-6(b)所示,则有

$$E = -U_S \quad (1-6)$$

3. 电动势与电压的区别

电动势与电压的单位都是伏特,但是两者是有区别的。

① 电动势与电压具有不同的物理意义。电动势表示电源力(非电场力)做功的本领;而电压则表示电场力做功的本领。

② 电动势与电压的方向不同。电动势是低电位指向高电位,即电位升的方向;而电压是高电位指向低电位,即电位降的方向。

③ 电动势仅存于电源内部,而电压不仅存在于电源两端,而且也存在于电源外部。

四、电功率与电能

1. 电功率的概念

把电能转换为其他形式的能量时(例如热能、光能),电流都要做功,电流所做的功叫做电功,电功的单位为焦耳(J)。

但电功不能表示电流做功的速率,因为不知道这些功是在多长时间内完成的。因此,我们把电流在单位时间内做的功定义为电功率,简称功率,用字符 P 表示,即

$$P = \frac{d\omega}{dt} \quad (1-7)$$

电功率的单位为瓦特,简称瓦(W)。常用的单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW),它们之间的换算关系为:

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

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

功率的大小反映了电路元件吸收能量或提供能量的速率,因此,功率有正、负之分。当一个元件的功率为正值时,则表示该元件是吸收能量的;当一个元件的功率为负值时,则表示该元件是提供能量的。为此,得到功率计算的两种表达式。

当元件的电流与电压为关联参考方向时,由电压和电流的定义式可得出功率与电压和电流的计算式为

$$p = \frac{d\omega}{dt} = u \frac{dq}{dt} = ui \quad (1-8)$$

或

$$P = UI \text{ (在直流情况下)}$$

当元件的电流与电压为非关联参考方向时,可得到功率的计算式为

$$p = -ui \quad (1-9)$$

或

$$P = -UI \text{ (在直流情况下)}$$

无论电流与电压参考方向关联和非关联,都有:当算得的功率为正值,即 $P > 0$ 时,则元件吸收(或消耗)功率;当算得的功率为负值,即 $P < 0$ 时,则元件发出(提供)功率。

日常生活中,通常所说微波炉 1 000 W、空调 1 500 W、白炽灯 40 W 等数量,都是指的这

些用电器的消耗功率。

【例 1-3】在图 1-7(a)、(b) 中, 若电流均为 2 A , 且均由 a 流向 b , 已知 $u_1 = 1\text{ V}$, $u_2 = -1\text{ V}$, 求该元件吸收或提供功率。



图 1-7 例 1-3

解: 对图 1-7(a) 来说, 电压、电流为关联参考方向, 故

$$p = u_1 i = 1 \times 2 = 2\text{ W}$$

即元件的吸收功率为 2 W 。

对图 1-7(b) 来说, 电压、电流为非关联参考方向, 故

$$p = -u_2 i = -(-1) \times 2 = 2\text{ W}$$

元件的吸收功率也为 2 W 。

2. 电能的概念

电能是指在一定时间 t 内负载消耗的电功率, 用字母 W 表示, 即

$$W = P \cdot t \quad (1-10)$$

在实际工程中, 电能的单位常用千瓦·小时($\text{kW} \cdot \text{h}$), 也叫做“度”。我们经常说的 1 度电就是 1 千瓦·小时。负载消耗的电功的多少, 可以用电度表来衡量。

【知识点 3】 电路的基本状态

电路的基本状态一般有三种: 有载状态、短路状态和开路状态, 如图 1-8 所示。

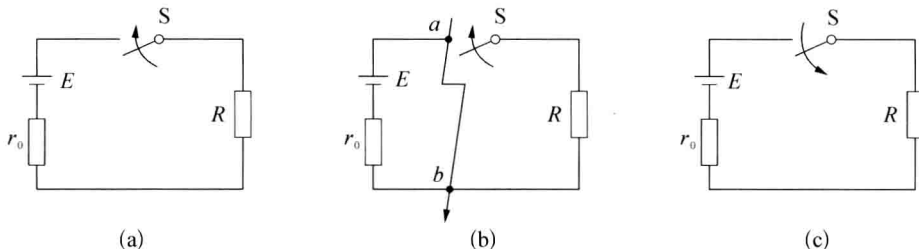


图 1-8 电路的三种状态

一、有载状态

如图 1-8(a) 所示电路, 当开关 S 闭合后, 电源与负载形成闭合回路, 电源处于有载工作状态, 电路中有电流流通。