

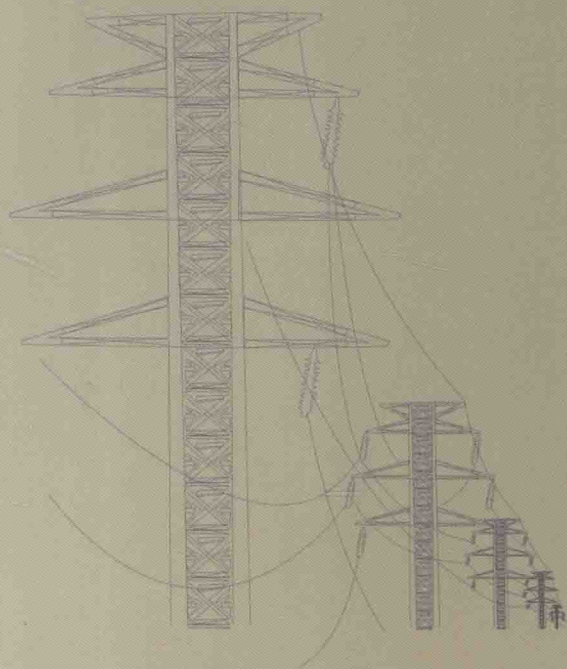
全国高职高专机电专业系列规划教材

电工基础

——项目教程

主 编 刘海霞 李锁牢
副主编 刘 芬 刘爱萍

DIANGONG
JICHU



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

全国高职高专机电专业系列规划教材

电工基础

——项目教程

主 编	刘海霞	李锁牢
副主编	刘 芬	刘爱萍
编 者	胡雪萍	张娟荣

北京邮电大学出版社
· 北 京 ·

内 容 简 介

本书共分六个项目。项目分别为直流电路的安装、测试与分析;正弦交流电路的安装、测试与分析;变压器使用与维护;低压电器的认识和电动机的测试与装配;基本电气控制线路的装接;安全用电技术。与项目链接的主要知识内容包括直流电路、交流电路、磁路与变压器、电机和低压电器、基本电气控制线路、安全用电等。另外每个项目都配有精选的例题、思考题和习题。

本书是参照教育部“高等院校基础课程教学大纲”的有关要求而编写的。全书从基于工作过程项目教学法的角度出发,加强了技能和实践环节。本书可作为高职高专院校、职业大学电类专业的教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工基础:项目教程/刘海霞,李锁牢主编. --北京:北京邮电大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-5635-2351-1

I. ①电… II. ①刘…②李… III. ①电工学—教材 IV. ①TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 157598 号

书 名: 电工基础——项目教程

主 编: 刘海霞 李锁牢

责任编辑: 陈岚岚

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 19.5

字 数: 483 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2351-1

定 价: 35.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

本书是参照教育部“高等院校基础课程教学大纲”的基本要求,结合编者多年的教学实践,为进一步提高学生的综合素质与自主创新能力编写而成的。在内容取材及安排上,从基于工作过程项目教学法角度出发,吸取了各校教学改革、教材建设等方面的经验,以“必需”和“够用”为前提,讲清概念,强化技能和实践环节,力图体现以应用为目的的高等职业教育的特点,可作为高职高专院校、职业大学电类专业的教材,或供工程技术人员参考。

本书共分六个项目。项目分别为直流电路的安装、测试与分析;正弦交流电路的安装、测试与分析;变压器使用与维护;低压电器的认识和电动机的测试与装配;基本电气控制线路的装接;安全用电技术。与项目链接的主要知识内容包括直流电路、交流电路、磁路与变压器、电机和低压电器、基本电气控制线路、安全用电等。另配有精选的例题、思考题和习题。

本教材的主要特点如下。

1. 为满足培养高素质技能型人才的培养目标,本书以项目和任务划分各知识点,采用理论知识和实践技能合二为一的知识体系。

2. 体现时代特征,更新教材内容。本教材注意教材的实用性,尽量删掉老化和在实际工作中几乎不用的知识点,多介绍电气、控制方面的新知识、新方法,使学生学到更多和岗位要求相适应的知识和技能,进一步激发学生的学习热情。

3. 根据电工基础课程的教学特点,将要讲授的知识链接于学生完成的任务之中,学生在实践、实训、实验任务完成过程中将知识分解为具体的项目,为学生提供了由表及里、逐层深入、逐步求精的学习途径,便于由浅入深、循序渐进地学好知识和技能。

4. 强化工程技术应用能力的培养,如在各项目中包含各种电路元件的检测;各种电工仪表的使用和改装、校验;导线的连接和导线绝缘层的恢复技术;各种照明电路的安装与故障排除方法;各种电器的拆装;各种控制电路的装接;触电的急救方法等都是在学习原理的基础上重点学习了具体实施方法。

5. 力求文字深入浅出,通俗易懂,版面设计图文并茂。

本书由刘海霞、李锁牢担任主编,负责全书的大纲拟订以及统稿工作。其中,项目一由刘海霞编写,项目二由刘芬编写,项目三由胡雪萍和刘海霞共同编写,项目四由张娟荣和李锁牢共同编写,项目五由李锁牢编写,项目六由刘爱萍编写。

由于时间和编者的水平有限,书中难免有不足和欠妥之处,敬请广大读者批评和指正。

主 编

目 录

项目一 直流电路的安装、测试与分析	1
一、学习目标	1
二、工作任务单	1
三、任务一：建立电路模型	1
知识链接一：电路的组成和作用	1
知识链接二：电路的基本物理量	3
知识链接三：电路的 3 种状态和电气设备的额定值	7
任务实施：电路基本参数的测量	11
四、任务二：识别、检测电路元件	14
知识链接：电阻、电容、电感电路元器件的特性	14
任务实施：电阻、电容、电感电路元器件的识别和检测	18
五、任务三：直流电路分析	26
知识链接一：基尔霍夫定律	26
知识链接二：简单电阻电路的计算	30
知识链接三：电源等效变换方法	39
知识链接四：支路电流分析法	44
知识链接五：戴维南定理及其等效变换	46
任务实施一：分析复杂直流电路，并进行实验操作	49
任务实施二：电流表、电压表量程扩大改装并校验	52
知识拓展：电工测量误差的基本知识	54
项目一小结	60
习题	62
项目二 正弦交流电路的安装、测试与分析	67
一、学习目标	67
二、工作任务单	67
三、任务一：电工基本操作	67
知识链接一：常用电工工具的名称及作用	67
知识链接二：导线连接工艺要求	71

知识链接三:导线的选择	75
任务实施:导线的连接与绝缘层的恢复	76
四、任务二:家庭照明电路的安装与维护	78
知识链接一:正弦交流电的特征及其表示方法	78
知识链接二:单一参数正弦交流电路	84
知识链接三:RLC 串联电路和RLC 并联电路	89
知识链接四:正弦交流电路中的功率及功率因数的提高	92
知识链接五:三相电源、三相负载的联接	96
知识链接六:三相功率	102
知识链接七:照明电路的符号、原理图和接线图	105
知识链接八:室内配线的基本要求和工序	107
任务实施一:1 只单联开关控制 1 盏白炽灯电路的安装与故障排除	108
任务实施二:2 只单刀双掷开关控制 1 盏白炽灯电路的安装与故障排除	109
任务实施三:电感式镇流器日光灯电路的安装、测试与故障排除	111
任务实施四:家庭简单照明电路的安装与故障排除	113
知识拓展一:电路谐振及其应用	115
知识拓展二:正弦交流电路的分析方法	119
五、任务三:小型配电板(箱)安装与测试	124
知识链接一:配电装置安装的基本知识	124
知识链接二:兆欧表、功率表和电度表的使用方法	127
任务实施:小型配电板(箱)的安装	134
项目二小结	136
习题	139
项目三 变压器使用与维护	141
一、学习目标	141
二、工作任务单	141
三、任务一:电磁铁分析	141
知识链接一:磁场及其基本物理量	141
知识链接二:磁场对电流的作用及其应用	143
知识链接三:电磁感应现象	146
知识链接四:自感与互感	147
知识链接五:磁路欧姆定律	150
知识链接六:交、直流电磁铁	151
知识拓展:电磁式与电动式仪表的结构与简单工作原理	154
任务实施:交、直流电磁铁性能分析	156
四、任务二:变压器测试与分析	158
知识链接一:单相变压器的结构和工作原理	158
知识链接二:变压器的运行特性	160
任务实施:小型单相变压器测试	165

知识拓展:三相变压器简介	167
项目三小结	168
习题	168
项目四 低压电器的认识和电动机的测试与装配	170
一、学习目标	170
二、工作任务单	170
三、任务一:认识并拆装常用低压电器	170
知识链接:常用低压电器的结构及工作原理	170
任务实施:CJT1-10 型交流接触器的拆装	181
四、任务二:认识并拆装电动机	183
知识链接一:三相异步电动机	183
知识链接二:单相异步电动机的结构和工作原理	191
任务实施一:三相异步电动机的拆装	193
任务实施二:吊扇的拆装	197
项目四小结	199
习题	200
项目五 基本电气控制线路的装接	204
一、学习目标	204
二、工作任务单	204
三、任务一:三相异步电动机基本控制线路的装接	205
知识链接一:电气控制识图基本知识	205
知识链接二:基本控制线路的装接步骤和工艺要求	208
知识链接三:三相异步电动机的启停控制	210
知识链接四:电气控制系统的保护环节	213
知识链接五:三相异步电动机的正、反转控制	215
知识链接六:三相异步电动机的行程控制	218
任务实施一:三相电动机手动启动控制线路的装接	219
任务实施二:三相电动机点动控制线路的装接	224
任务实施三:三相电动机连续控制线路的装接	228
任务实施四:三相电动机点动与连续复合控制线路的装接	232
任务实施五:三相电动机双重互锁续控制线路的装接	236
任务实施六:三相电动机自动往返行程控制线路的装接	240
四、任务二:三相异步电动机其他典型控制线路的装接	243
知识链接一:降压启动方式及原理	243
知识链接二:顺序控制电路	251
知识链接三:多地控制电路	253
任务实施一:三相电动机串电阻降压启动控制电路装接	254
任务实施二:三相电动机 Y- Δ 转换降压启动控制电路装接	256

任务实施三:顺序控制电路装接	260
任务实施四:三相电动机多地控制电路装接	263
五、任务拓展:制动控制电路装接	266
知识链接:制动控制电路	266
任务实施:制动控制电路装接	270
项目五小结	273
习题	274
项目六 安全用电技术	277
一、学习目标	277
二、工作任务单	277
三、任务一:安全用电技术措施	277
知识链接一:触电的种类和方式	277
知识链接二:触电的常见原因	279
知识链接三:供电与配电知识	280
知识链接四:安全操作规程	282
知识拓展一:防雷的技术	284
知识拓展二:防静电的技术	287
任务实施一:电动机保护接地和保护接零安装	288
任务实施二:漏电保护器的安装	292
四、任务二:触电急救	295
知识链接:触电急救的要点	295
任务实施一:口对口人工呼吸方法	298
任务实施二:人工胸外挤压法	298
项目六小结	299
习题	300
附录 常用低压电器的图形、文字符号	301
参考文献	302

项目一 直流电路的安装、测试与分析

在实际应用中,电流总是按照一定的路径(电路)传输和运行。电流按其性质不同分为直流电和交流电,相应的电路分为直流电路和交流电路,下面首先进入直流电路的世界。

一、学习目标

1. 知识目标

① 了解电路、电路的基本组成及各部分的作用,建立简单电路模型;理解电路的基本物理量及其3种状态,掌握其计算方法。

② 了解电阻、电容、电感等电路元器件的外观、分类、应用和特性。

③ 掌握欧姆定律、基尔霍夫定律等电路基本定律;熟练掌握简单电阻电路的串并联计算;掌握支路电流分析法;理解并掌握电源等效变换、戴维南定理及其等效变换。

2. 技能目标

① 会使用电工仪表特别是万用表测量电路基本参数。

② 会识别、检测常用的电路元件。

③ 会分析复杂直流电路,并进行实验操作。

二、工作任务单

序号	任务名称
1	建立电路模型
2	识别、检测电路元件
3	直流电路分析

三、任务一：建立电路模型



知识链接一：电路的组成和作用

(一) 实际电路及其作用

在日常的生产生活中广泛应用着各种各样的电路,它们都是将实际器件按一定方式连接起来,以形成电流的通路。实际电路的种类很多,不同电路的形式和结构也各不相同。但

简单电路一般都是由电源、负载、连接导线、控制和保护装置等 4 个部分按照一定方式连接起来的闭合回路。实际应用中电路是多种多样的,但就其功能来说可概括为两个方面。其一,是进行能量的传输、分配与转换,如电力系统中的输电电路。其二,是实现信息的传递与处理,如收音机、电视机电路。如图 1-1 所示为日常生活中用的手电筒电路,它也由 4 部分组成。

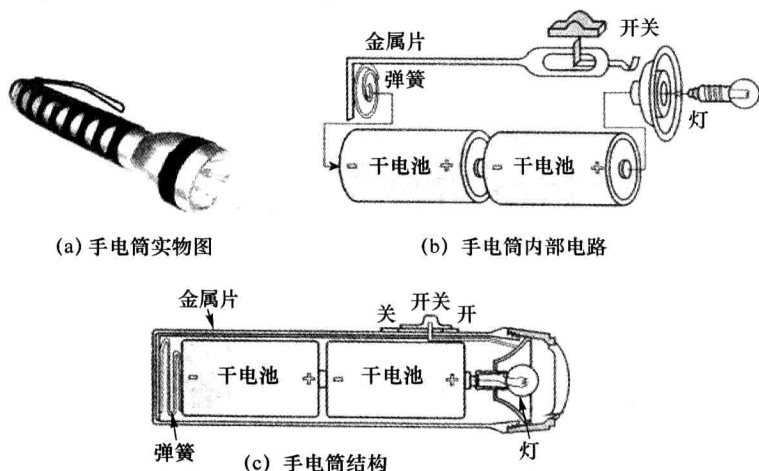


图 1-1 手电筒外形与实际电路

1. 电源:干电池

电源是电路中电能的提供者,是将其他形式的能量转化为电能的装置,图 1-1 中的干电池将化学能转化为电能。含有交流电源的电路叫交流电路,含有直流电源的电路叫直流电路。常见的直流电源有干电池、蓄电池、直流发电机等。

2. 负载:灯泡

负载即用电装置,它将电源供给的电能转换为其他形式的能量,图 1-1 中的灯泡将电能转换为光能和热能。

3. 控制和保护装置:开关

控制和保护装置用来控制电路的通断,保证电路正常工作。

4. 连接导体或导线:金属外壳

连接导体是连接电路、输送和分配电能的。

(二) 电路模型

图 1-1 的电路在分析器件的接法和原理时是很有用的,但要用它对电路进行定量分析和计算时,则非常困难。所以通常用一些简单但却能够表征电路主要电磁性能的理想元件来代替实际部件。这样一个实际电路就可以由多个理想元件的组合来模拟,这样的电路称为电路模型。

建立电路模型的意义十分重要。实际电气设备和器件的种类繁多,但理想电路元件只有有限的几种,因此建立电路模型可以使电路的分析大大简化。同时值得注意的是电路模型反映了电路的主要性能,而忽略了它的次要性能,因而电路模型只是实际电路的近似,二

者不能等同。

关于实际部件的模型概念还需要强调说明几点。

(1) 理想电路元件是具有某种确定的电磁性能的元件,是一种理想的模型,实际中并不存在,但其在电路理论分析与研究中充当着重要角色。

(2) 不同的实际电路部件,只要具有相同的主要电磁性能,在一定条件下可用同一模型表示。例如,只表示消耗电能的理想电阻元件 R (电灯、电阻炉、电烙铁等);只表示存储磁场能量的理想电感元件 L (各种电感线圈),只表示存储电场能量的理想电容元件 C (各种类型的电容器)。这 3 种最基本的理想元件可以代表种类繁多的各种负载。

(3) 同一个实际电路部件在不同的应用条件下,它的模型也可以有不同的形式。如实际电感器应用在低频电路里,可以用理想电感元件 L 代替;应用在较高频率电路中,可以用理想电感元件 L 与理想电阻元件 R 串联代替;应用在更高频率电路中,则可以用理想电感元件 L 与理想电阻元件 R 串联后,再与理想电容元件 C 并联代替。

将实际电路中各个部件用其模型符号来表示,这样画出的图称为实际电路的电路模型图,也称为电路原理图。如图 1-2 所示就是图 1-1 实际电路的电路原理图。各种电气元件都可以用图形符号或文字符号来表示,根据国标规定,部分常用的电气元件符号见表 1-1。如何建立一个实际电路的模型是较复杂的问题,本书主要分析研究已经建立起来的电路模型。

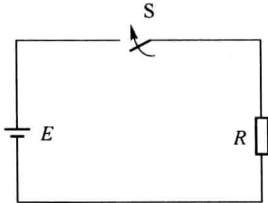


图 1-2 手电筒电路原理

表 1-1 常用电气元件符号

元件名称	符 号	元件名称	符 号
固定电阻		电容	
可调电阻		可调电容	
电池		无铁心电感	
开关		有铁心电感	
电流表		相连接的交叉导线	
电压表		不连接的交叉导线	
电压源		接地	
电流源		保险丝	



知识链接二：电路的基本物理量

电路中的物理量有电流、电压、电位、电功率、电能等,它们的符号及单位列于表 1-2 中。

表 1-2 电路中主要物理量的符号及单位

量的名称	符号	单位名称	单位符号
电流	I	安(培)	A
电压	U	伏(特)	V
电位	φ	伏(特)	V
电功率	P	瓦(特)	W
电能量	W	焦(耳)或度	J 或 kW·h

(一) 电流

在电源中电场力的作用下,带电粒子有规则的定向运动就形成了电流,习惯上规定正电荷运动的方向为电流的方向。表示电流强弱的量叫电流强度,在大小上等于单位时间内通过导体横截面的电荷量,设在 dt 时间内通过导体横截面的电荷为 dq ,则通过该截面的电流为

$$i=\frac{dq}{dt} \tag{1-1}$$

在一般情况下电流是随时间而变化的,称为交流电流。如果电流不随时间而变,即 $dq/dt=\text{常量}$,则这种电流就称为直流电流,用大写字母 I 表示,它所通过的路径就是直流电路。在直流电路中,式(1-1)可写成:

$$I=\frac{Q}{t} \tag{1-2}$$

式中, Q 是在时间 t 内通过导体截面的电荷量。

电流的单位是 A(安培)。1 A=1 C/1 s= $\frac{1 \text{ 库}}{1 \text{ 秒}}$ 。除安培外,常用的电流单位还有 kA(千安)、mA(毫安)和 μA (微安)。1 kA=10³ A,1 A=10³ mA,1 A=10⁶ μA 。

对于简单电路,电流实际方向根据电源极性很容易判断,可以直接标出,但在电路分析中,实际电路往往比较复杂,某一段电路中电流实际流动方向在分析计算前很难判断出来,因此很难在电路中标明电流的实际方向。由于这些原因,引入了电流“参考方向”的概念。

在计算前先任意选定某一个方向作为电流的参考方向,根据参考方向进行电路的相关计算,如果计算结果电流为正值($I>0$),则电流的参考方向与它的实际方向一致;如果电流为负值($I<0$),则电流的参考方向与它的实际方向相反,如图 1-3 所示。

因此,在指定的电流参考方向下,电流值的正和负,就可以反映出电流的实际方向。

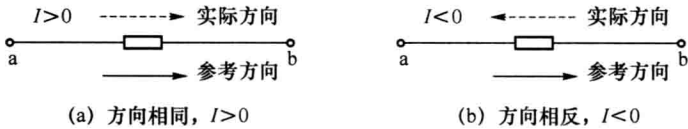


图 1-3 电流参考方向与它的实际方向间的关系

电流的参考方向是任意指定的,在电路中一般用箭头表示。也有用双下标表示的,如 I_{ab} ,其参考方向是由 a 指向 b 。

(二) 电压

在如图 1-4 所示电源的两个极板 a 和 b 上分别带有正、负电荷,这两个极板间就存在一个电场,其方向是由 a 指向 b。当用导线和负载将电源的正负极连接成为一个闭合电路时,正电荷在电场力的作用下由正极 a 经导线和负载流向负极 b(实际上是自由电子由负极经负载流向正极),从而形成电流。电压是衡量电场力做功能力的物理量。我们定义:a 点至 b 点间的电压 U_{ab} 在数值上等于电场力把单位正电荷由 a 点经外电路移到 b 点所做的功。

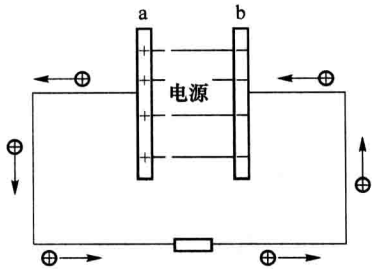


图 1-4 电场力对电荷做功

当电荷的单位为 C(库仑),功的单位为 J(焦耳)时,电压的单位为 V(伏特),即 $1\text{ V}=\frac{1\text{ J}}{1\text{ C}}$ 。在工程中还可使用 kV(千伏)、mV(毫伏)和 μV (微伏)为计量单位。它们之间的换算关系是

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

电压的实际方向定义为正电荷在电场中受电场力作用(电场力作正功时)移动的方向。与电流一样,电压也有自己的参考方向,电压的参考方向也是任意指定的。在电路中,电压的参考方向可以用一个箭头来表示,也可以用正(+)、负(-)极性来表示,正极指向负极的方向就是电压的参考方向;还可以用双下标表示,如 U_{AB} 表示 A 和 B 之间的电压的参考方向由 A 指向 B 向(见图 1-5)。同样,在指定的电压参考方向下计算出的电压值的正和负,就可以反映出电压的实际方向。

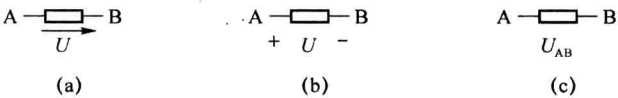


图 1-5 电压的参考方向表示法

“参考方向”在电路分析中起着十分重要的作用。对一段电路或一个元件上电压的参考方向和电流的参考方向可以独立地加以任意指定。如果指定电流从电压“+”极性的一端流入,并从标以“-”极性的另一端流出,即电流的参考方向与电压的参考方向一致,则把电流和电压的这种参考方向称为关联参考方向。

(三) 电位

在电路中任选一点为参考点,则某点到参考点的电压就叫做这一点(相对于参考点)的电位。参考点在电路中电位设为零,又称为零电位点,在电路图中用符号“ $\perp$ ”表示,如图 1-6 所示。电位用符号 φ 表示,A 点电位记做 φ_A 。

如当选择 O 点为参考点时,则

$$\varphi_A=U_{AO} \tag{1-3}$$

如果点 A、点 B 的电位分别为 φ_A 与 φ_B ,则

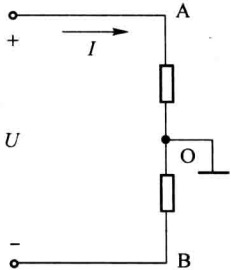


图 1-6 电位示意图

$$U_{AB} = U_{AO} + U_{OB} = U_{AO} - U_{BO} = \varphi_A - \varphi_B \quad (1-4)$$

所以,两点间的电压就是该两点电位之差,电压的实际方向是由高电位点指向低电位点,有时也将电压称为电压降。



注意: 电路中各点的电位值与参考点的选择有关,当所选的参考点变动时,各点的电位值将随之变动,因此,参考点一经选定,在电路分析和计算过程中,不能随意更改;在电路不指定参考点而谈论各点的电位值是没有意义的。习惯上认为参考点自身的电位为零,即 $\varphi_0 = 0$, 所以参考点也叫零电位点。

(四) 电能、电功率

正电荷从电路元件的电压“+”极,经元件移到电压“-”极,是电场力对电荷做功的结果,这时元件吸取能量;相反地,正电荷从电路元件的电压“-”极经元件移到电压“+”极,元件向外释放能量。

对于直流电能量

$$W = UI t \quad (1-5)$$

在实际应用中,电能的另一个常用单位是千瓦时($\text{kW} \cdot \text{h}$),1 千瓦时就是常说的 1 度电。

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J} \quad (1-6)$$

式中, W 为电路所消耗的电能,单位为焦耳(J); U 为电路两端的电压,单位为伏特(V); I 为通过电路的电流,单位为安培(A); t 为所用的时间,单位为秒(s)。

电功率表征电路元件或一段电路中能量变换的速度,其值等于单位时间(秒)内元件所发出或接受的电能,功率的表达式为

$$P = \frac{W}{t} = \frac{UI t}{t} = UI \quad (1-7)$$

式中, P 为电路吸收的功率,单位为瓦特(W)。 P 、 U 、 I 、 t 的单位分别为瓦特(W)、伏特(V)、安培(A)、秒(s),常用的电功率单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW),它们之间的换算关系为

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

在电压和电流为关联参考方向下,电功率(用 P 表示)可用式(1-7)求得;在电压和电流为非关联参考方向下电功率 P 可由式(1-8)求得:

$$P = -UI \quad (1-8)$$

若计算得出 $P > 0$ 表示该部分电路吸收或消耗功率,若计算得出 $P < 0$ 表示该部分电路发出或提供功率。

以上有关功率的讨论同样适用于任何一段电路,而不局限于一个元件。

例 1-1 一空调器正常工作时的功率为 1 214 W,设其每天工作 4 小时,若每月按 30 天计算,试问一个月该空调器耗电多少度?若每度电费 0.80 元,那么使用该空调器一个月应缴电费多少元?

解 空调器正常工作时的功率为

$$1\,214 \text{ W} = 1.214 \text{ kW}$$

一个月该空调器耗电

$$W = Pt = 1.214 \times 4 \times 30 = 145.68 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

使用该空调器一个月应缴电费

$$145.68 \times 0.80 \approx 116.54 \text{ 元}$$

例 1-2 试求图 1-7 中元件的功率,并说明是吸收功率还是发出功率。

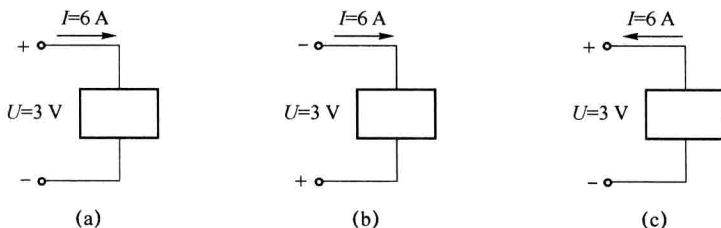


图 1-7 例 1-2 图

解 图 1-7(a)中,电压与电流为关联参考方向, $P = UI = 3 \times 6 = 18 \text{ W}$, $P > 0$,该元件吸收功率;

图 1-7(b)中,电压与电流为非关联参考方向, $P = -UI = -3 \times 6 = -18 \text{ W}$, $P < 0$,该元件发出功率;

图 1-7(c)中,电压与电流为非关联参考方向, $P = -UI = -3 \times 6 = -18 \text{ W}$, $P < 0$,该元件发出功率。

例 1-3 求图 1-8 中各元件的功率。

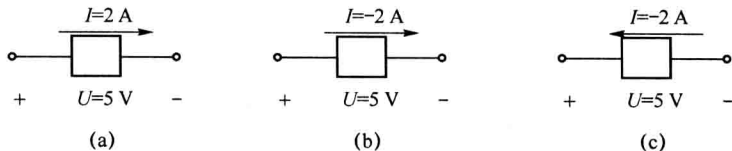


图 1-8 例 1-3 图

解 图 1-8(a)中电压与电流为关联参考方向, $P = UI = 5 \times 2 = 10 \text{ W}$, $P > 0$,吸收功率。

图 1-8(b)中电压与电流为关联参考方向, $P = UI = 5 \times (-2) = -10 \text{ W}$, $P < 0$,发出功率。

图 1-8(c)中电压与电流为非关联参考方向, $P = -UI = -5 \times (-2) = 10 \text{ W}$, $P > 0$,吸收功率。



知识链接三: 电路的3种状态和电气设备的额定值

(一) 电路的工作状态

灯泡是否发光显示了所处电路的工作状态,电炉是否发热也显示了电路的状态,还有一些电路没有明显的标志显示其状态,但是可以通过对电路有关电学量的测量分析判断电路

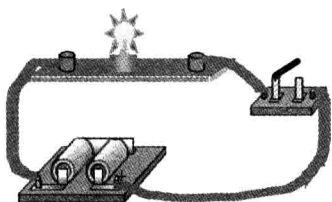


图 1-9 灯泡为什么会发光?

的状态,我们还经常可以在很多用电器上看到诸如“警告”、“WARNING”等标志,禁止电路处于某些状态,这又是什么原因呢?

如图 1-9 所示,当开关接通时,灯泡发光,表明电路处于导通状态;当开关断开或电线断裂、接头松脱时,灯泡不发光,表明电路处于断开状态。

电路的工作状态一般有 3 种:有载状态、短路状态和开路状态,分别如图 1-10 所示。

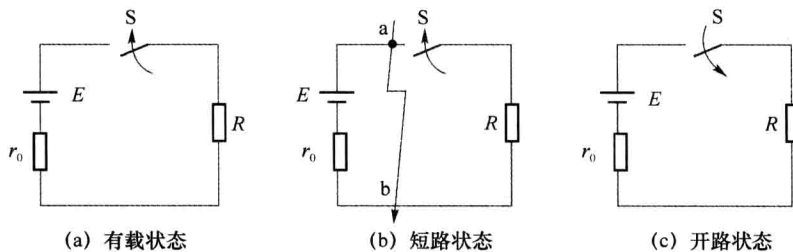


图 1-10 电路的工作状态

1. 有载状态

在图 1-10(a)所示电路中,当开关 S 闭合后电源与负载接成闭合回路,电源处于有载工作状态,电路中有电流流过。

2. 短路状态

在图 1-10(b)所示电路中,当 a、b 两点接通,电源被短路,此时电源的两个极性端直接相连。电源被短路往往会造成严重后果,如导致电源因发热过甚而损坏,或因电流过大而引起电气设备的机械损伤,因而要绝对避免电源被短路。所以在实际工作中,应经常检查电气设备和线路的绝缘情况,以防止发生电压源短路事故。此外,还应在电路中接入熔断器等保护装置,以便在发生短路事故能及时切断电路,达到保护电源及电路元器件的目的。

3. 开路(断路)状态

在图 1-10(c)所示电路中,开关 S 断开或电路中某处断开,被切断的电路中没有电流流过,开路又叫断路。

(二) 电气设备的额定值

1. 额定工作状态

任何电气设备在使用时,若电流过大、温升过高就会导致绝缘的损坏,甚至烧坏设备或元器件。为了保证正常工作,制造厂对产品的电压、电流和功率都规定其使用限额,称为额定值,通常标在产品的铭牌或说明书上,以此作为使用依据。

电源设备的额定值一般包括额定电压 U_N 、额定电流 I_N 和额定容量 S_N 。其中 U_N 和 I_N 是指电源设备安全运行所规定的电压和电流限额;额定容量 $S_N = U_N I_N$,表征了电源最大允许的输出功率,但电源设备工作时不一定总是输出规定的最大允许电流和功率,究竟输出多大还取决于所连接的负载。

负载的额定值一般包括额定电压 U_N 、额定电流 I_N 和额定功率 P_N 。对于电阻性负载,由于这三者与电阻 R 之间具有一定的关系式,所以它的额定值不一定全部标出。

2. 超载、满载、轻载

电气设备工作在额定值情况下的状态称为额定工作状态(又称“满载”)。这时电气设备的使用是最经济合理和安全可靠的,不仅能充分发挥设备的作用,而且能够保证电气设备的设计寿命。若电气设备超过额定值工作,则称为“过载”。由于温度升高需要一定时间,因此电气设备短时过载不会立即损坏。但过载时间较长,就会大大缩短电气设备的使用寿命,甚至会使电气设备损坏。若电气设备低于额定值工作,则称为“欠载”。在严重的欠载下,电气设备就不能正常合理地工作或者不能充分发挥其工作能力。过载和严重欠载都是在实际工作中应避免的。



想一想: 短路会产生什么后果? 实际生产和生活中是如何防止短路的?



拓展与延伸

1. 熔断器

熔断器又称熔丝,通常是由熔点比较低的铅锡合金材料制成的。当通过熔丝的电流超过一定数值(此电流称为额定电流)时,熔丝会因发热过多而很快熔断,从而起到保护电路其他器件的作用。常见的熔断器如图 1-11 所示。



图 1-11 常见的熔断器

2. 电源

广义地讲,能把非电能转换成电能而向用电器供电的装置均称为电源。常用的电源有:干电池、太阳能电池、火力发电机组、水力发电机组、核发电机组等(如图 1-12 所示),常用的直流电源见表 1-3,交流电源见表 1-4。

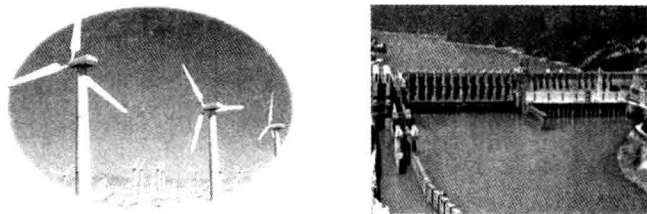


图 1-12 风力、水力发电站