



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工电子技术及应用

(机电技术应用专业)

第二版

主编 杜德昌 许传清



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工电子技术及应用

(机电技术应用专业)

第二版

主编 杜德昌 许传清

高等教育出版社

内容提要

本书根据教育部颁发的《中等职业学校机电技术应用专业教学指导方案》中的《电工电子技术及应用教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准，在国家规划教材《电工电子技术及应用》的基础上修订而成。修订后的教材结合目前中等职业学校的实际，贯彻了以服务为宗旨，以就业为导向的指导思想。

本书共分十章，主要内容包括：直流电路、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路、变压器、电动机、常用低压电器及其控制电路、模拟电路、数字电路、直流稳压电源、电力电子技术等。

本教材配套的《电工电子技术及应用学习指导与练习》、《电工电子技术及应用技能训练》两本辅助用书同时修订并出版。利用本书后所附学习卡/防伪标，登录 <http://sve.hep.com.cn> 中等职业教育教学资源网，可获得网络课程、电子教案、电子演示文稿及动画等网上教学资源。

本书可作为中等职业学校机电技术应用专业及相关专业学生的教学用书，也可作为岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术及应用/杜德昌,许传清主编. —2版.

北京:高等教育出版社,2007.3

机电技术应用专业

ISBN 978-7-04-021034-7

I. 电… II. ①杜…②许… III. ①电工技术—专业学校—教材②电子技术—专业学校—教材 IV. TM TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第021842号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 张春英 封面设计 于涛 责任绘图 尹文军
版式设计 马静如 责任校对 王雨 责任印制 宋克学

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京人卫印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2002年7月第1版
印 张	13.75		2007年3月第2版
字 数	330 000	印 次	2007年3月第1次印刷
		定 价	17.20元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21034-00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,可供各学校在选用教材时进行比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

第1版前言

本书是根据教育部2001年颁发的《中等职业学校机电技术应用专业教学指导方案》中主干课程《电工电子技术及应用教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育国家规划教材。

全书共分十五章，包括电路、电机与变压器、电子技术和电力电子等四大部分。主要内容包括：电路的基本概念和基本定律、直流电路分析、单相正弦交流电路、三相交流电路、变压器、电动机及其控制、控制电机、常用半导体器件、放大电路、直流电源、数字电路基础、组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、脉冲信号的产生与整形、电力电子技术等。通过对本书的学习，使学生具备机电技术应用专业的高素质劳动者和中初级专门人才所必需的电工电子技术基本知识与基本技能，初步具有解决实际问题的能力，为学习专业知识和专业技能打下基础。

本书在编写过程中依据中等职业教育的培养目标，围绕机电技术应用行业的特点，紧扣教学大纲的内容和要求，注意吸收当前电工电子技术领域中的新知识、新技术、新工艺、新方法，例如增加了脉冲变压器、控制电机等内容，力求教材内容与时俱进。

由于本课程的实践性较强，在选取教材内容时，从岗位的实际需要出发，本着干什么学什么，最大限度地体现学以致用原则。对基础知识和基本理论以必需、够用、实用为度，在讲清基础知识、基本理论、元器件结构和工作原理的基础上，重点介绍在实际生产中的应用。全书共安排了16个技能训练，旨在进一步强化学生的实际操作能力，满足学生参加电工电子技术等级考核的需要。

为了提高学生对计算机、网络技术和虚拟技术的应用能力，在模拟电子技术实训中，本书采用了 Electronics Workbench 仿真软件实施教学，供有条件的学校选用。

本书每章后都有复习思考题和习题。

考虑到目前中等职业学校学生的实际，以及学校实行分层次教学和学分制的需要，尽量降低知识难度，对一些教学要求较高的教学内容打“*”，以供实行弹性学制教学或教学条件较好的学校选用。

本书在文字表述上力求简明扼要、通俗易懂；尽可能多的采用插图，以求直观形象，图文并茂，让学生容易理解和接受。

本教材适用于3年制机电技术应用及相关专业，也可作为职业岗位培训教材。总教学时数为180学时，各部分内容的课时分配建议如下：

教学内容	课时分配建议		
	理论教学	实践教学	合计
第一章 电路的基本概念和基本定律	12	2	14
第二章 直流电路分析	8	2	10

续表

教 学 内 容	课时分配建议		
	理论教学	实践教学	合计
第三章 单相正弦交流电路	18	2	20
第四章 三相交流电路	6	2	8
第五章 变压器	6	2	8
第六章 电动机及其控制	14	4	18
第七章 控制电机	6		6
第八章 常用半导体器件	8	2	10
第九章 放大电路	12	6	18
第十章 直流电源	4		4
第十一章 数字电路基础	8	2	10
第十二章 组合逻辑电路	6	2	8
第十三章 触发器和时序逻辑电路	6	2	8
第十四章 脉冲信号的产生与整形	4	2	6
第十五章 电力电子技术	14	2	16
机 动			16
合 计	132	32	180

本书由山东省教学研究室杜德昌和南京工业职业技术学院许传清担任主编,各部门编写分工如下:第一、二章由许传清编写;第三、四章由杜德昌编写;第五、六、七、十五章由南京工业职业技术学院李金钟编写;第八章由济南市第九职业中专陈成瑞编写;第九、十章由山东省电子工业学校王云英编写;第十一、十二、十三、十四章由南京工业职业技术学院何焕山编写;由许传清统稿。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由北京科技大学罗圣国教授担任责任主审,北京科技大学杨志坚教授、北京科技大学陈力教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2002年4月

第2版前言

本教材根据教育部颁发的《中等职业学校机电技术应用专业教学指导方案》中主干课程《电工电子技术及应用教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准，在已经出版使用的国家规划教材《电工电子技术及应用》的基础上修订而成。

修订后的教材贯彻以学生为主体，以就业为导向，以培养学生职业技能为目标的职业教育理念，采用任务驱动方式组织教学内容。主要内容包括：直流电路、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路、变压器、电动机、常用低压电器及其控制电路、模拟电路、数字电路、直流稳压电源、电力电子技术等共十章。

本教材结合目前中等职业学校的实际，注意吸收当前电工电子技术领域中的新知识、新技术、新工艺、新方法，层次性强，突出模块化特点。编写时力求深入浅出、简明扼要、通俗易懂、图文并茂。

与本教材配套的《电工电子技术及应用学习指导与练习》、《电工电子技术及应用技能训练》两本辅助用书同期修订出版，是学习本教材的必备用书。

本教材参考学时为140，具体安排建议如下：

章次	教学内容	参考学时		
		理论教学	实训教学	小计
第一章	直流电路	14	4	18
第二章	单相正弦交流电路	16	4	20
第三章	三相正弦交流电路	6	2	8
第四章	变压器	8	2	10
第五章	电动机	12	4	16
第六章	常用低压电器及其控制电路	12	4	16
第七章	模拟电路	14	4	18
第八章	数字电路	14	4	18
第九章	直流稳压电源	4	2	6
第十章	电力电子技术	8	2	10
合计		108	32	140

本修订版教材由山东省教学研究室杜德昌主编，参加修订编写的有威海第二职业中专何小青、高唐职业中专柳春利、淄博信息工程学校李涛、济南第九职业中专鹿学俊、淄博工业学校崔金华、山东省轻工工程学校王传艳、费县职业中专刘泽忠、莱州高级职业学校贾春兰、潍坊工业学校

宋健宏。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由湖南铁道职业技术学院赵承荻主审。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者
2006年8月

目 录

第一章 直流电路	1	三、电路的功率	27
第一节 电路	1	第四节 纯电容电路	29
一、电路的基本结构	1	一、电容器与电容	29
二、电路中的基本物理量	2	二、电流与电压的关系	30
第二节 电阻元件	5	三、电路的功率	30
一、电阻	5	第五节 RLC 串联电路	33
二、欧姆定律	6	一、电压与电流的关系	33
第三节 电阻的连接	8	二、串联谐振	35
一、电阻的串联	8	三、电路的功率	36
二、电阻的并联	9	第六节 功率因数及其提高	38
三、电阻的混联(等效)	9	一、功率因数	38
第四节 基尔霍夫定律	11	二、功率因数的提高	38
一、基尔霍夫电流定律	11	本章小结	40
二、基尔霍夫电压定律	12	复习思考题	40
三、支路电流法	13	第三章 三相正弦交流电路	42
第五节 戴维宁定理	14	第一节 三相交流电概述	42
一、二端网络	14	一、三相交流电源	42
二、戴维宁定理的内容	14	二、三相对称电动势的表示法	42
三、开路电压和等效电阻的计算	14	第二节 三相电源的连接	44
第六节 叠加定理	15	一、三相电源的星形(Y)联结	44
一、叠加定理的内容	15	二、三相电源的三角形(Δ)联结	45
二、叠加定理解题的一般步骤	15	第三节 三相负载的连接	46
本章小结	16	一、三相负载的星形(Y)联结	46
复习思考题	17	二、三相负载的三角形(Δ)联结	49
第二章 单相正弦交流电路	19	第四节 三相交流电路的功率	50
第一节 正弦交流电	19	一、有功功率	50
一、正弦交流电的基本概念	19	二、无功功率和视在功率	50
二、正弦交流电的表示方法	22	第五节 安全用电	52
第二节 纯电阻电路	24	一、电流对人体的作用	52
一、电流与电压的关系	24	二、触电的种类和形式	52
二、电路的功率	25	三、安全措施	54
第三节 纯电感电路	26	本章小结	55
一、电感线圈与电感	26	复习思考题	55
二、电流与电压的关系	26	第四章 变压器	57

第一节 电磁基础知识	57	* 第五节 控制电机	96
一、磁场及其物理量	57	一、伺服电机	96
二、磁场对电流的作用力	58	二、测速发电机	97
三、电磁感应	59	三、步进电动机	97
第二节 单相变压器	62	本章小结	98
一、变压器的基本结构	62	复习思考题	99
二、变压器的基本工作原理	62	第六章 常用低压电器及其控制电路	100
三、变压器的同名端及其测定	64	第一节 常用低压电器	100
四、单相变压器的运行特性	65	一、低压开关	100
第三节 三相变压器和特殊变		二、主令电器	102
压器	66	三、熔断器	103
一、三相变压器	66	四、交流接触器	104
二、特殊变压器	68	五、继电器	105
本章小结	70	第二节 三相异步电动机单向运转	
复习思考题	70	控制电路	108
第五章 电动机	72	一、电动机点动控制电路	108
第一节 三相异步电动机	72	二、电动机连续控制电路	108
一、三相异步电动机的用途、分类与		三、电动机点动与连续混合控制	
结构	72	电路	110
二、三相异步电动机的工作原理	76	第三节 三相异步电动机的正、反	
三、三相异步电动机的运行特性	78	转控制电路	110
第二节 三相异步电动机的控制	80	一、接触器联锁正、反转控制电路	111
一、三相异步电动机的起动	80	二、按钮、接触器双重联锁正、反转控	
二、三相异步电动机的调速	82	制电路	112
三、三相异步电动机的反转与电气		第四节 三相异步电动机的降压起	
制动	83	动控制电路	113
四、三相异步电动机的使用及典型		一、Y- Δ 降压起动控制电路	113
故障处理	84	二、自耦变压器降压起动控制电路	115
第三节 单相异步电动机	84	* 第五节 PLC 简介	115
一、单相异步电动机的结构	85	一、PLC 概述	116
二、单相异步电动机的起动	85	二、PLC 的基本结构	116
三、单相异步电动机的反转与调速	88	三、PLC 的基本工作原理及常用编程	
四、单相异步电动机的使用及典型		语言	117
故障处理	89	* 第六节 传感器简介	119
第四节 直流电动机	90	一、传感器的组成	119
一、直流电动机的用途、分类与结构	90	二、传感器的分类	119
二、直流电动机的基本工作原理	91	三、常用传感器简介	119
三、直流电动机工作特性及应用	92	四、传感器的选用	120
四、直流电动机的起动、调速、反转		本章小结	122
和制动	93	复习思考题	122
五、直流电动机的使用及维护	95		

第七章 模拟电路	123	二、半加器和全加器	163
第一节 二极管	123	三、译码器	165
一、半导体的基础知识	123	第四节 数码显示器	168
二、二极管的结构及单向导电性	124	一、荧光数码管	168
三、二极管的伏安特性曲线	125	二、半导体数码管	168
四、常用二极管的参数、分类及型号	126	三、液晶显示器	169
第二节 晶体管	126	第五节 触发器	169
一、晶体管的结构	126	一、触发器简介	170
二、晶体管的电流放大作用	127	二、触发器应用举例	173
三、晶体管的伏安特性曲线	128	第六节 集成时序逻辑电路	174
四、晶体管的主要参数、分类及型号	130	一、集成计数器	174
第三节 单级放大电路	132	二、集成移位寄存器 74194	176
一、基本共射放大电路	132	本章小结	177
二、分压式偏置放大电路	136	复习思考题	177
三、射极输出器	138	第九章 直流稳压电源	180
第四节 多级放大电路	139	第一节 整流电路	180
一、阻容耦合	140	一、单相半波整流	181
二、变压器耦合	141	二、单相桥式整流	182
三、直接耦合	141	第二节 滤波电路	183
第五节 放大电路中的负反馈	143	一、电容滤波	183
一、反馈的基本概念	143	二、电感滤波	184
二、负反馈的类型及判断	143	三、复式滤波	184
三、负反馈的应用举例	144	第三节 稳压电路	185
四、负反馈对放大电路性能的影响	145	一、并联型稳压电路	185
第六节 集成运算放大器	146	二、串联型稳压电路	186
一、集成运算放大器的结构	146	三、集成稳压器	187
二、集成运放的电路组成	147	本章小结	187
三、理想集成运放	147	复习思考题	188
四、集成运放的线性应用	148	第十章 电力电子技术	189
本章小结	148	第一节 晶闸管	189
复习思考题	149	一、晶闸管的结构	190
第八章 数字电路	152	二、晶闸管的工作原理	190
第一节 数字电路概述	152	三、晶闸管的伏安特性	191
一、数字电路的特点	152	四、晶闸管的型号及主要参数	192
二、数制和码制	154	第二节 单相可控整流电路	193
第二节 逻辑门电路	155	一、电阻性负载的单相半波可控整流	193
一、基本逻辑门电路	156	电路	193
二、复合逻辑门电路	159	二、电感性负载的单相半波可控整流	194
第三节 组合逻辑电路	161	电路	194
一、逻辑代数	162	三、单相桥式全控整流电路	195

第三节 晶闸管触发电路	196	一、新型电力电子器件	199
一、对晶闸管触发电路的要求	196	二、电力电子技术的应用	201
二、单结晶体管触发电路	197	本章小结	202
* 第四节 电力电子技术的发展与		复习思考题	203
应用	199	参考文献	204

第一章 直流电路

学习完本章之后,你将能够:

- 了解电路的基本组成及各部分的作用;
- 理解电动势、电位、电功率的概念;
- 掌握电压、电流的概念;理解电压、电流的参考方向;
- 了解电阻的外形、标识和计算方法;
- 掌握电阻串联、并联电路的特点和应用;
- 了解电阻混联电路的分析方法,能化简混联电路;
- 掌握基尔霍夫定律的内容、表达式及应用;
- 掌握支路电流法的内容和应用;
- 了解戴维宁定理和叠加定理的内容和应用。

第一节 电 路

【任务】了解电路的组成、电路图和电路的状态;掌握电路中基本物理量的概念、表达式及参考方向。

【分析】电路及电路图是电工电子技术最基本的知识,电路中的物理量主要包括电流、电压、电动势、电位、电功及电功率等,这些内容广泛地渗透在后面各章节中。

一、电路的基本结构

1. 电路的组成和功能

电流通过的路径称为电路。电路一般由电源、负载、连接导线和控制装置四个部分组成。电源是提供电能的设备,它能把其他形式的能转换为电能,例如电池、发电机等;负载是取用电能的设备,例如白炽灯、电炉、电动机等,它们把电能转换为其他形式的能量;连接导线的作用是传输电能;控制装置的作用则是接通或断开电路,或保护电路不被损坏等,例如开关和熔断器。

2. 电路的状态

电路的状态一般有三种:

通路(闭路):电路各部分连接成闭合电路,电路中有电流通过。

开路(断路):电路断开,电路中没有电流通过。

短路(捷路):当电源两端用导线直接相连时,电路中的电流不再经过负载,只经过连接导线

直接流回电源,这种状态称为短路。短路时电流很大,有可能损坏电源和电气设备等,应尽量避免。为此,电路中一般要安装熔断器。

3. 电路图

在设计、安装或修理各种设备及用电器的实际电路时,常要使用表示电路连接情况的图。用规定的图形符号表示电路连接情况的图称为电路图,如图 1-1 所示。

几种常见的标准图形符号如图 1-2 所示。

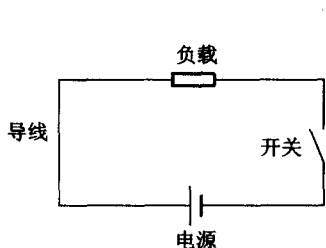


图 1-1 电路图

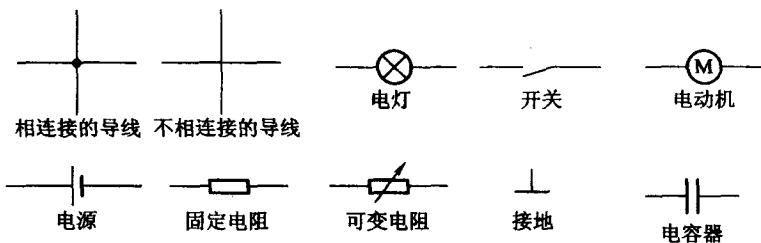


图 1-2 常见图形符号

? 想一想 你能用本节介绍的几种标准图形符号设计一个简单照明电路的电路图吗?

二、电路中的基本物理量

1. 电流

1) 电流的形成

带电质点有规则的运动形成电流。在不同的导电材料中,带电质点也不同。在金属导体中,能够自由运动的是带负电的电子;在电离了的气体或电解液中,正、负离子分别向着两个相反的方向运动形成电流。正、负两种电荷的运动都能形成电流,电流的方向通常规定为正电荷运动的方向。

电流的大小可定义为单位时间内通过导体横截面积的电荷量,记为

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

在国际单位制(简称 SI)中, I 是电流,基本单位是安[培],符号为 A。实际应用中还用到毫安、微安等较小单位, $1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA} = 10^6 \text{ }\mu\text{A}$; q 为电荷量,单位是库仑,用 C 表示; t 是时间,单位是秒,用 s 表示。

2) 电流的参考方向

对于较复杂的电路,电流的实际方向一般很难确定,为此引入参考方向的概念。参考方向是一种假定的方向,可以任意指定。在电路图中,参考方向用实线箭头表示。参考方向不一定是电流的实际方向。实际方向必须根据计算结果判断:若得数为正,说明参考方向和实际方向一致;若得数为负,则说明参考方向和实际方向相反。如图 1-3 所示电路中,假设流过电阻

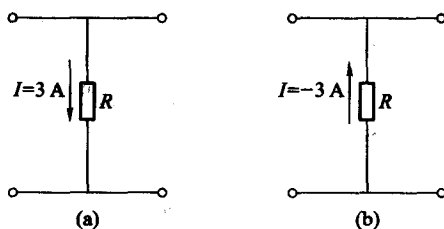


图 1-3 电流的参考方向

的电流实际方向是从上向下,为了表达这个事实,既可以像图 1-3(a)那样标注参考方向,并写出 $I = 3 \text{ A}$;也可以像图 1-3(b)那样标注参考方向,但应写明 $I = -3 \text{ A}$ 。也就是说电流值的正负是在选择了参考方向以后才有意义。对电路进行分析计算时,必须在电路图中标明电流的参考方向。今后如无特别说明,电路图中标出的电流方向都是指参考方向。

2. 电压

1) 电压的形成

在通常情况下,导体中电荷的运动是杂乱无章的,因而不能产生电流。要使导体中有电流通过,导体两端必须有电压的作用,正像自来水管中水的定向流动必须有水压的作用一样。水压是由重力或压力产生,电压是由电荷之间的引力或斥力即电场力的作用产生的,所以电压的定义为:单位正电荷从 a 点移动到 b 点电场力所作的功,记为

$$U_{ab} = \frac{W}{q} \quad (1-2)$$

在国际单位制中,电压的基本单位是伏[特],符号为 V;也常用到千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏(μV)等单位, $1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$; $1 \text{ V} = 10^3 \text{ mV} = 10^6 \mu\text{V}$ 。

电压是相对电路中的两点而言的,因而用带双下标的字母 U 表示。若正电荷从 a 点移动到 b 点,则规定电压的实际方向为从 a 到 b,记为 U_{ab} 。在电路图中,电压的方向用“+”和“-”两个符号表示,分别代表正电荷运动的起点和终点,读做正极和负极(因此也称为电压的极性)。

2) 电压的参考方向

与电流一样,对电路进行分析计算时,有时也要任意假设电压的参考方向,并在电路图中标出。同样,电压的参考方向不一定就是它的实际方向,实际方向要根据计算结果判断。今后,如无特别说明,电路图中标电压的方向都是指参考方向。

3. 电动势

每个电源都有一定的把其他形式的能转换成电能的本领,这个本领用电动势来表示。例如常用的 5 号干电池,外壳所标示的 1.5 V 就是指电动势为 1.5 V。在电源内部,电源力(也称为非静电力,如干电池中的化学力,发电机中的电磁力等)将单位正电荷从负极移到正极所作的功称为电源的电动势,记为

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

电动势的单位也是伏(V)。电动势只存在于电源内部,其实际方向与电压的实际方向相反,即由负极指向正极。在它的作用下,电源内部形成由负极到正极的电流,电源的正极能不断地积累大量的正电荷,负极积累大量的负电荷,从而电源两端就产生了电压。如果电源的两端有负载相连,负载中就有电流通过。

4. 电位

电路中的每一点都有一定的电位,就如同空间的每一处都有一定的高度一样。讲高度首先要确定一个计算高度的起点,讲电位也要先指定一个计算电位的起点,这个指定的点称为参考点。参考点是可以任意选定的,通常选大地为参考点。选择的参考点不同,电路中同一点的电位也会随之改变。所以电位是相对的,其值不是唯一的,分析同一电路中各点电位时只能选择一个参考点。

在电路中任选一个参考点,某一点到参考点的电压就称为该点的电位。电位用 V 表示,例

如电路中某点 a 的电位记做 V_a 。电位的单位也是伏(V)。

引入电位的概念后,电路中任意两点之间的电压即为该两点之间的电位差。例如 a、b 之间的电压可记为

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

由式(1-4)可知电路任意两点间的电压是绝对的,其值是唯一的。电压的实际方向也可定义为电位降低的方向,电动势的实际方向则为电位升高的方向。

5. 电能和电功率

1) 电能

导体两端加上电压时,内部就会建立电场,电场力会推动自由电荷定向移动,设导体两端的电压为 U , t 时间内通过导体横截面积的电荷量为 q ,则电场力所作的功为

$$W = qU = IUt \quad (1-5)$$

式中, W 代表电能,国际单位是焦[耳](J),实际中常用千瓦时(kW·h)(曾称度),换算关系为

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

电场力做功的过程实际上是电能转化为其他形式的能的过程,例如电流通过电炉做功,电能转化为热能;电动机中电能转换为机械能等。

2) 电功率

通常用电功率衡量电路转换能量的速率。电功率简称功率,等于单位时间内电路产生或消耗的电能,用 P 表示,记为

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

在国际单位制中,功率的单位是瓦,符号为 W;工程中常用千瓦(kW)和兆瓦(MW)作单位, $1 \text{ MW} = 10^3 \text{ kW} = 10^6 \text{ W}$ 。

【例题 1-1】 有一 220 V、40 W 的白炽灯,接在 220 V 的供电线路上,求取用的电流。若平均每天使用 5 h(小时),电价是每千瓦时 0.40 元,求每月(以 30 天计)应付的电费。

解 因为

$$P = UI$$

所以

$$I = \frac{P}{U} = \frac{40}{220} \text{ A} \approx 0.18 \text{ A}$$

每月用电时间为

$$5 \times 30 \text{ h} = 150 \text{ h}$$

每月消耗的电能

$$W = Pt = 0.04 \times 150 \text{ kW} \cdot \text{h} = 6 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

每月应付的电费为

$$0.40 \times 6 \text{ 元} = 2.4 \text{ 元}$$



想一想 你能指出电压和电动势的不同之处吗?



阅读材料

额 定 值

用电器的种类很多,在实际工作中,要根据它们在电路中的不同作用和不同技术要求选用合

适的类型。使用时还要注意用电器的额定值。额定值是指用电器长时间工作而不被损坏时的最大数值。为了使电路安全、可靠、经济地运行,任何电气设备的电压、电流和功率都有一定的额定值,若超过这个数值,就会损坏电气设备,或影响它的使用寿命。额定值主要包括额定电压、额定电流和额定功率等,一般都标注在设备的铭牌上。例如白炽灯上标有的“220 V、100 W”,就是指白炽灯的额定电压为 220 V,额定功率为 100 W。各种电气设备都应在额定状态下运行,才是最经济和最安全的。

第二节 电阻元件

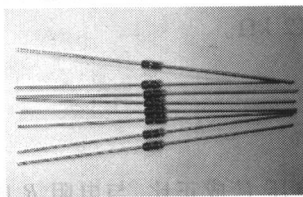
【任务】了解电阻元件的外形,标识;熟练掌握欧姆定律。

【分析】电阻既可以表示元器件也可以表示物理量,它是工程技术中应用最多的器件之一。学习本节知识能够对电阻有一个全面的了解,这对后续课程的学习至关重要。

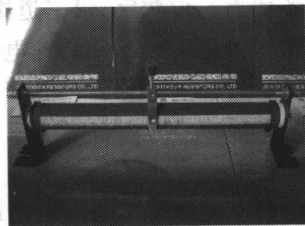
一、电阻

电流通过导体时通常要受到阻力。表示这种阻力的物理量称为电阻,用字母 R 来表示,电阻的国际单位是欧[姆](Ω),常用单位还有千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$), $1 M\Omega = 10^3 k\Omega = 10^6 \Omega$ 。

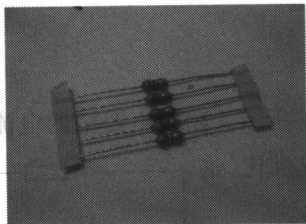
利用导体的这种特性制成各种各样的电阻器,按外形可分为固定式和可变式;按制造材料可分为膜式和金属绕线式;按特性分还有常用的敏感型(热敏、光敏和压敏等)。白炽灯、电炉和电烙铁等器件也可以看做电阻器。常见的电阻器如图 1-4 所示。



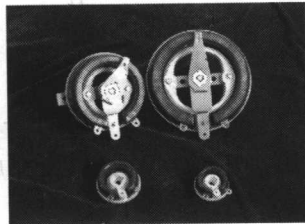
热敏电阻



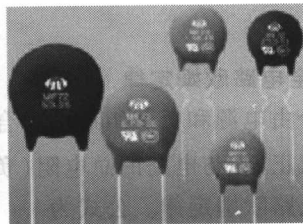
滑动变阻器



色环电阻



可变电阻



压敏电阻

图 1-4 常见电阻器

一般情况下,认为各种电阻器的阻值为常数,与电压或电流无关,称为线性电阻。线性电阻的阻值不仅与导体自身的材料有关,而且与导体的长度成正比,与导体的横截面积成反比,这个