


中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书



(电子信息类)

电工技术基础与技能 学习辅导与练习

主编 陈雅萍



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

电工技术基础与技能学习辅导与练习

Diangong Jishu Jichu yu Jineng Xuexi Fudao yu Lianxi

(电子信息类)

主编 陈雅萍



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础与技能学习辅导与练习：电子信息类
/ 陈雅萍主编. — 北京：高等教育出版社，2010.7
ISBN 978-7-04-026942-0

I. ①电… II. ①陈… III. ①电工技术—专业学校—
教学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130434号

策划编辑 陆明 责任编辑 王莉莉 封面设计 张楠
责任绘图 黄建英 版式设计 张岚 责任校对 金辉
责任印制 尤静

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市南方印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 9.5
字 数 220 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landrace.com>
<http://www.landrace.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010年7月第1版
印 次 2010年7月第1次印刷
定 价 23.20元(含光盘)

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 26942-00

内容提要

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材《电工技术基础与技能》(电子信息类)的配套教学用书,依据教育部 2009 年颁布的“中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲”,并参照相关的国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范编写而成,供学生配合主教材使用。

本书按主教材的对应章节顺序编写,主要内容包括:课程导入、电路的基础知识与基本测量、直流电路、电容器、磁与电磁感应、正弦交流电、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路、变压器和瞬态过程。每章包括知识建构、学法指导、要点提示、典题解析、同步训练和综合测试。

学习指导部分归纳本章的主要知识、定律、定理等,并介绍如何应用及应用中的注意事项;题解示例部分通过典型例题介绍解题的分析方法和解题步骤,力求举一反三;自测题部分是配合章节内容的巩固练习和综合练习。

本书配套有助学光盘,光盘中主要包含学习目标、仪器仪表、实验实训、本章小结和综合测试等数字化教学资源。通过计算机多媒体技术,将抽象的理论知识形象、生动地表现出来,便于学生利用这些资源进行课后学习。利用书后所附学习卡,按照本书最后一页“郑重声明”下方学习卡使用说明,登录高等教育出版社“<http://sve.hep.com.cn>”4A 网络教学平台,可获得网上教学资源。

本书可作为中等职业学校电子信息类等电类相关专业学生的学习辅导书,也可作为岗位培训辅导用书。

前 言

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材《电工技术基础与技能》(电子信息类)的配套教学用书,依据教育部2009年颁布的“中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲”编写。

本书的内容与教材相呼应,共分10章,即课程导入、电路的基础知识与基本测量、直流电路、电容器、磁与电磁感应、正弦交流电、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路、变压器和瞬态过程。每章的内容均包括:知识建构、学法指导、要点提示、典题解析、同步训练和综合测试六部分。知识建构:将每章的知识与技能交织成知识网,帮助学生形成结构化、有序化、系统化的知识结构;学法指导:重在引导学生掌握学习相关知识与技能的思路、方式与方法;要点提示:简述每章的基本内容与要点,让学生从结构与细节上对所学内容有所了解,加深对知识的理解;典题解析:对典型例题进行分析,提供规范的解题步骤,重在分析解题方法,阐明解题思路,帮助学生提高分析问题、解决问题的能力;同步训练:有针对性地设计与教学内容相对应的习题,以及时巩固知识与技能;综合测试:供学生检查学习效果。

本书编写的最大特点是与教材同步,贴近中职教学实际,具有很强的针对性,能够极大地方便教师的教和学生的学。

本书由陈雅萍编写,魏丽娜、张燕峰、求灵兴、陈维娜参与了本书部分内容的编写工作。全书由宁波市职成教教研室蔡慈明老师审稿,他提出了许多宝贵意见和修改建议,在此深表谢意。

本书采用出版物短信防伪系统,用封底下方的防伪码,按照本书最后一页“郑重声明”下方的使用说明进行操作可查询图书真伪并赢取大奖。本书同时附有学习卡,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,登录<http://sve.hep.com.cn>,可上网学习,下载资源。

由于编者水平有限,书中难免存在不足或缺陷之处,恳请读者批评指正,读者反馈邮箱:zz_dzyj@pub.cn。

编 者
2010年4月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010)82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

短信防伪说明：

本书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

反盗版短信举报：编辑短信“JB,图书名称,出版社,购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话：(010)58582300/58582301

学习卡账号使用说明：

本书所附防伪标兼有学习卡功能，登录“中等职业教育教学资源网(<http://sv.hep.com.cn>)”或“中等职业教育教学在线(<http://sve.hep.com.cn>)”，可了解中职教学动态、教材信息等；按如下方法注册后，可进行网上学习并下载教学资源：

(1) 在网站首页选择相关的专业课程网，点击后进入。

(2) 在专业课程网页面上“我的学习中心”中，使用个人邮箱注册账号，并完成注册验证。

注册成功后，邮箱地址即为登录账号。

学生：登录后点击“学生充值”，用本书封底上的防伪明码和密码进行充值，可获得一定时间的相应课程学习权限与积分，可上网学习、下载资源和提问等。

中职教师：通过收集10个防伪明码和密码，登录后点击“申请教师”→“升级成为中职课程教师”，填写相关信息，升级成为教师会员，可获得授课教案、教学演示文稿、教学素材等相关教学资源。

使用本学习卡账号如有任何问题，请发邮件至：“4a_admin_zz@pub.hep.cn”。

目 录

第 1 章	课程导入	1	第 5 章	磁与电磁感应	49
	知识建构	1		知识建构	49
	学法指导	1		学法指导	49
	要点提示	1		要点提示	50
	典题解析	3		典题解析	53
	同步训练	4		同步训练	53
	综合测试	5		综合测试	63
第 2 章	电路的基础知识与基本测量	7	第 6 章	正弦交流电	66
	知识建构	7		知识建构	66
	学法指导	7		学法指导	66
	要点提示	8		要点提示	67
	典题解析	12		典题解析	69
	同步训练	13		同步训练	70
	综合测试	18		综合测试	74
第 3 章	直流电路	21	第 7 章	单相正弦交流电路	77
	知识建构	21		知识建构	77
	学法指导	21		学法指导	78
	要点提示	22		要点提示	78
	典题解析	25		典题解析	82
	同步训练	27		同步训练	83
	综合测试	35		综合测试	91
第 4 章	电容器	39	第 8 章	三相正弦交流电路	94
	知识建构	39		知识建构	94
	学法指导	39		学法指导	94
	要点提示	40		要点提示	95
	典题解析	42		典题解析	97
	同步训练	43		同步训练	98
	综合测试	46		综合测试	103

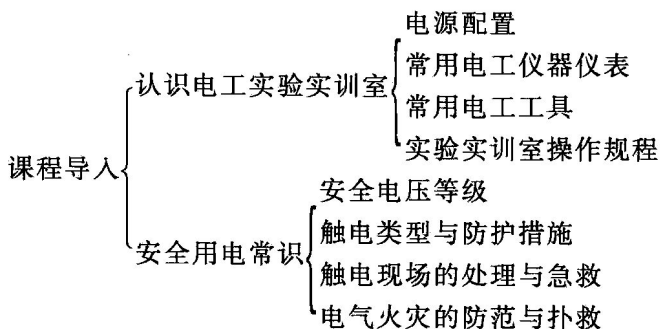
第9章 变压器	106	知识建构	112
知识建构	106	学法指导	112
学法指导	106	要点提示	112
要点提示	106	典题解析	113
典题解析	107	同步训练	114
同步训练	108	综合测试	116
综合测试	109		
* 第10章 瞬态过程	112	参考答案	119

课程导入

第 1 章

本章通过现场观察和讲解,认识和了解电工实验实训室、电源配置及安全用电的相关知识。让学生树立安全用电与规范操作的职业意识,对本课程形成初步认识。

知识建构



学法指导

本章的学习主要是两大方面,即认识电工实验实训室和安全用电常识。可通过对现场实物及教材中相关图片的观察,了解常用电工实验实训室中的电源配置、常用电工仪器仪表及常用电工工具,明确实验实训室安全操作规程;可结合案例分析或多媒体动画,了解安全电压等级、触电类型与防护措施、触电现场的处理与急救、电气火灾的防范与扑救等相关知识与操作方法。

要点提示

一、认识电工实验实训室

1. 交、直流符号

电源通常有直流和交流两大类,直流用字母“DC”或符号“—”表示;交流用字母“AC”或符号“~”表示。

2. 常用电工实验实训室电源配置

(1) 双组可调直流稳压电源。可输出电压在 0 ~ 24 V 之间,电流在 0 ~ 2 A 之间的直流电压。

(2) 3 ~ 24 V 多挡低压交流输出。可输出 3 V、6 V、9 V、12 V、15 V、18 V、24 V 等多挡位的交流电,频率为 50 Hz。

(3) 单相交流电源输出。可输出 220 V、50 Hz 的交流电。

(4) 三相交流电源输出。三相交流电源除了能提供三相交流电以外,还可以提供两种电压,线电压(380 V、50 Hz)和相电压(220 V、50 Hz)。

(5) 直流 5 V TTL 电源。可输出电压为 5 V、最大电流为 0.5 A 的直流电源,是 TTL 集成电路的专用电源。

另外,还有 0 ~ 240 V、2 A 可调交流电源,电子技术中经常用到的脉冲信号源、正弦波信号源、方波信号源、三角波信号源等。

3. 常用电工仪器仪表

常用电工仪器仪表有电流表、电压表、万用表、示波器、毫伏表、频率计、兆欧表、钳形电流表、信号发生器、单相调压器等。

4. 常用电工工具

常用电工工具有老虎钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、螺丝刀、镊子、电工刀、试电笔等。

5. 电工实验实训室操作规程

每一位进入电工实验实训室的学员,都应严格遵守电工实验实训室的各项操作规程,学会安全操作,文明操作。具体要求如下:

(1) 实验实训前必须做好准备工作,按规定的时间进入实验实训室,到达指定的工位,未经同意,不得私自调换。

(2) 不得穿拖鞋进入实验实训室,不得携带食物进入实验实训室,不得让无关人员进入实验实训室,不得在室内喧哗、打闹、随意走动,不得乱摸乱动有关电气设备。

(3) 任何电气设备内部未经验明无电时,一律视为有电,不准用手触及,任何接、拆线都必须切断电源后方可进行。

(4) 实训前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好,如发现不安全情况,应立即报告老师,以便及时采取措施;电气设备安装检修后,须经检验后方可使用。

(5) 实践操作时,思想要高度集中,操作内容必须符合教学内容,不准做任何与实验实训无关的事。

(6) 要爱护实验实训工具、仪器仪表、电气设备和公共财物。

(7) 凡因违反操作规程或擅自用其他仪器设备造成损坏者,由事出人作出书面检查,视情节轻重进行赔偿,并给予批评或处分。

(8) 保持实验实训室整洁,每次实验实训后要清理工作场所,做好设备清洁和日常维护工作。经老师同意后方可离开。

二、安全用电常识

1. 电流对人体的伤害

当通过人体的电流超过 50 mA 时,便会引起心力衰竭、血液循环终止、大脑缺氧而导致死亡。

2. 安全电压等级

规定 36 V 及以下电压为安全电压。

3. 触电类型与防护措施

(1) 触电类型。常见的触电类型有单相触电、两相触电和跨步电压触电。

(2) 防范措施。常见的触电防范措施主要有正确安装用电设备、安装漏电保护装置、电气设备的保护接地和电气设备的保护接零等。

4. 触电现场的处理与急救

当发现有人触电,必须用最快的方法使触电者脱离电源。脱离电源的具体方法可用“拉”、“切”、“挑”、“拽”、“垫”五字来概括。然后根据触电者的具体情况,进行相应的现场救护。当触电者出现心脏停搏、无呼吸等假死现象时,可采用胸外心脏挤压法和口对口人工呼吸法进行救护。

(1) 胸外心脏挤压法。适用于有呼吸但无心跳的触电者。救护方法的口诀是:病人仰卧硬地上,松开领口解衣裳。当胸放掌不鲁莽,中指应该对凹膛。掌根用力向下按,压下一寸至半寸。压力轻重要适当,过分用力会压伤。慢慢压下突然放,一秒一次最恰当。

(2) 口对口人工呼吸法。适用于有心跳但无呼吸的触电者。救护方法的口诀是:病人仰卧平地上,鼻孔朝天颈后仰。首先清理口鼻腔,然后松扣解衣裳。捏鼻吹气要适量,排气应让口鼻畅。吹二秒来停三秒,五秒一次最恰当。

(3) 当触电者既无呼吸又无心跳时,可以同时采用口对口人工呼吸法和胸外心脏挤压法进行。应先口对口(鼻)吹气两次(约 5 s 内完成),再作胸外挤压 15 次(约 10 s 内完成),以后交替进行。

5. 电气火灾的防范与扑救

(1) 防范。在制造和安装电气设备、电气线路时,应减少易燃物,选用具有一定阻燃能力的材料。一定要按防火要求设计和选用电气产品,严格按照额定值规定条件使用电气产品,按防火要求提高电气安装和维修水平,主要从减少明火、降低温度、减少易燃物三个方面入手,另外还要配备灭火器具。

(2) 扑救。电气火灾一旦发生,首先要切断电源,进行扑救,并及时报警。带电灭火时,切忌用水和泡沫灭火剂,应使用干黄砂、二氧化碳、1211(二氟一氯一溴甲烷)、四氯化碳或干粉等灭火器。

典题解析

【例 1】 请问如何从电工实验实训台上获取 6 V 直流电和 9 V 交流电?

解:

(1) 6 V 直流电的获取

可以从 DC 0 ~ 24 V 可调直流稳压电源中获取。其操作步骤如下:

① 打开实验实训台操作面板电源开关。

② 调节可调直流稳压电源的“电压调节”旋钮,观察“电压显示”表,直到输出电压为 6 V。

(2) 9 V 交流电的获取

可以从 AC 3 ~ 24 V 多挡低压交流输出中获取。其操作步骤如下:

① 打开实验实训台操作面板电源开关。

② 调节多挡低压交流输出的“转换开关”旋钮,使其转到“9 V 挡”的位置。

评析:

6 V 直流电和 9 V 交流电的获取关键是要分清交、直流。另外,还应注意直流电有正、负极之分,一般红接线柱输出为正极,黑接线柱输出为负极,但交流电没有正、负极之分。

【例 2】 2009 年 8 月 2 日凌晨,浙江省诸暨市某街道一家灯具厂发生火灾,一消防兵在扑火中,被一根脱落的电线击中左手腕,不幸献出了年轻的生命。试分析事故原因。

解:

消防兵在扑火中被一根脱落的电线击中左手腕,造成了单相触电事故。发生火灾的厂房未安装漏电保护装置、内部电路铺设混乱、发生火灾时未及时切断总电源、存在用铜线代替熔丝等情况是造成事故的主要原因。

评析:

发生火灾时,为防止脱落的电线击中救火人员,应想办法先切断总电源。另外,为防止触电事故的发生,应正确安装用电设备、安装漏电保护装置、电气设备的保护接地和电气设备的保护接零等。

同步训练

1.1 认识电工实验实训室

一、填空题

1. 电源通常有直流和交流两大类,直流用字母“_____”或符号“_____”表示;交流用字母“_____”或符号“_____”表示。

2. 电工实验实训台上的单相交流电源可输出电压值为_____ V,频率为_____ Hz 的交流电压。

3. 电工实验实训台上的三相交流电源除了能提供三相交流电以外,还可提供两种电压,即_____和_____。

4. 实训前必须检查_____、_____和_____是否完好,如发现不安全情况,应立即报告老师,以便及时采取措施。

二、简答题

1. 请叙述从电工实验实训台上获取双 12 V 直流电源的方法和工作过程。

2. 常用电工仪器仪表和常用电工工具有哪些?

1.2 安全用电常识

一、填空题

1. 电气设备安装检修后,需经_____后方可使用。
2. 人体触电时,决定人体伤害程度的主要因素是_____。
3. 在金属架或潮湿场地工作,安全电压等级还要降低,应采用_____ V 或_____ V。
4. 当人体的某一部分碰到相线或绝缘性能不好的电气设备外壳时,电流由相线经人体流入大地导致的触电现象称为_____。
5. 两相触电时,作用于人体上的电压为_____。
6. 漏电保护装置的主要作用是当电路中的电流超过一定值时,能快速_____,确保人身安全。
7. 对临时装设的电气设备也必须将金属外壳_____。
8. 脱离电源的具体方法可用_____,_____,_____,_____,_____五字来概括。

二、简答题

1. 请写出“胸外心脏挤压法”的具体操作过程。
2. 请写出“口对口人工呼吸法”的具体操作过程。

综合测试

一、填空题(每空 2 分,共 30 分)

1. 电工实验实训室中通常有多组电源配置,一般分为_____和_____两大类。
2. 三相交流电源能够提供的线电压大小为_____ V,相电压大小为_____ V。线电压是每两根_____线之间的电压,相电压是任一_____线与_____线之间的电压。
3. 任何电气设备内部未经验明无电时,一律视为_____,不准用手触及,任何接、拆线都必须_____电源后方可进行。
4. 通常人体的电阻为_____ Ω 至几万欧不等。当皮肤出汗,有导电液或导电尘埃时,人体电阻将_____。
5. _____法适用于有呼吸但无心跳的触电者,_____法适用于有心跳但无呼吸的触电者。
6. 电气火灾一旦发生,首先要_____电源,进行扑救,并及时_____。

二、选择题(每题 4 分,共 40 分)

1. 兆欧表可以用来测量()。
A. 电流 B. 电压 C. 电阻 D. 频率
2. 当人行走在发生雷电时的大树周围,会发生()。
A. 单相触电 B. 两相触电 C. 跨步电压触电 D. 不能确定

3. 当人体触碰到掉落在地上的某根带电导线时,会发生()。
- A. 单相触电 B. 两相触电 C. 跨步电压触电 D. 不能确定
4. 不属于触电防范措施的是()。
- A. 装设漏电保护装置 B. 安装开关 C. 保护接地 D. 保护接零
5. 当发现有人触电,必须用最快的方法()。
- A. 人工呼吸 B. 胸外心脏挤压法 C. 使触电者脱离电源 D. 打 120
6. 当通过人体的电流超过()时,便会触电死亡。
- A. 30 mA B. 50 mA C. 100 mA D. 150 mA
7. 常见的触电类型有()。
- A. 单相触电 B. 两相触电 C. 跨步电压触电 D. 以上都是
8. 电气设备的金属外壳必须接()。
- A. 地 B. 电源 C. 相线 D. 中性线
9. 带电灭火时,切忌使用()灭火剂。
- A. 二氧化碳 B. 干黄砂 C. 水和泡沫 D. 干粉
10. 关于电工实验实训室操作规程,以下说法不正确的是()。
- A. 电气设备安装检修后,马上可使用
- B. 实训前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好
- C. 不得穿拖鞋进入实验实训室
- D. 任何电气设备内部未经验明无电时,一律视为有电

三、简答题(每题 10 分,共 30 分)

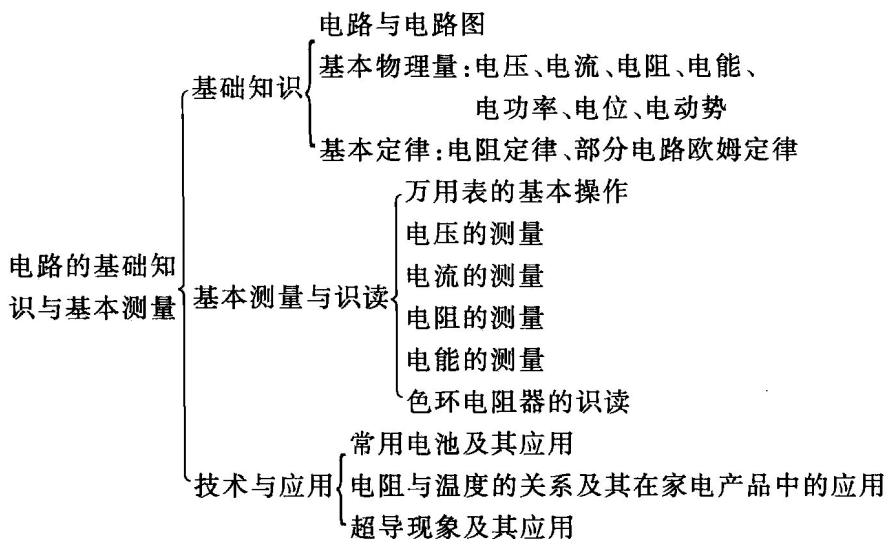
1. 一般的电工实验实训室有哪些电源配置?
2. 当触电者既无呼吸又无心跳时,应采用什么方法进行救护?
3. 进入电工实验实训室后最应该注意的是什么?

电路的基础知识 与基本测量

第 2 章

本章学习电路、电路中的基本物理量、直流电压与电流的测量、电阻的测量、常用电池及其应用、万用表的基本操作等,并为下一章学习直流电路的基本定律、定理等电路分析方法做好准备。

知识建构



学法指导

本章学习可分为三个方面。一是关于电路、电流、电压、电阻、电位、电动势、电能、电功率等基本概念的学习;二是关于电阻器的识读、万用表的基本操作及电流、电压、电阻等基本物理量的正确测量等职业技能训练;三是了解电工相关技术及其应用。在学习过程中,可联系生活实际加深对基本概念的理解和掌握;对于基本物理量的测量与电阻器的识读,应结合三个实训项目,多

动手实践操作,在实践操作的过程中学习、理解和掌握相关的职业知识与技能;对于常用电池及其应用等相关技术,可通过广泛阅读、上网查找等手段学习、了解。特别要提醒的是,对于三个实训项目,应根据要求,针对各项具体操作任务进行认真训练,以便真正达到实训目的,掌握技能。

要点提示

一、电路与电路图

1. 电流所流过的路径称为电路。电路由电源、负载和中间环节(导线、开关等)三部分组成。
2. 电路通常有通路、断路(开路)、短路三种状态。电路中不允许无故短路,特别不允许电源短路。
3. 用统一规定的符号来表示电路,称为电路原理图,简称为电路图。

二、电路的基本物理量

1. 电流

(1) 形成。电荷有规则的定向移动形成电流。

(2) 方向。规定正电荷移动的方向为电流方向。在分析与计算电路时,有时事先无法确定电路中电流的真实方向。为了计算方便,常常事先假设一个电流方向,称为参考方向,用箭头在电路图中标明。如果计算结果电流为正值,那么电流的真实方向与参考方向一致;如果计算结果电流为负值,那么电流的真实方向与参考方向相反。

(3) 大小。电流的大小等于通过导体横截面的电荷量与通过这些电荷量所用时间的比值,其定义式为 $I = \frac{q}{t}$ 。

2. 电压

(1) 大小。电压是衡量电场力做功本领大小的物理量。A、B 两点间的电压 U_{AB} 在数值上等于电场力把正电荷由 A 点移到 B 点所做的功 W_{AB} 与被移动电荷的电荷量的比值。其定义式为

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}。$$

(2) 方向。规定电压的方向由高电位指向低电位,即电位降低的方向。因此,电压也常被称为电压降。在电路计算时,若事前无法确定电压的真实方向,常事先选定电压的参考方向。如果计算结果电压为正值,那么电压的真实方向与参考方向一致;如果计算结果电压为负值,则电压的真实方向与参考方向相反。

3. 电位

(1) 参考点。要说电路中某点电位的高低,首先要确定一个基准点,这个基准点称为参考点,规定参考点的电位为零。习惯上通常选择大地为参考点,在实际电路中选取公共点或机壳作为参考点。

(2) 电位。电路中某点的电位就是该点与参考点之间的电压,用字母 V 表示。

(3) 电压与电位的关系。电压就是两点间的电位差。在电路中,A、B 两点间的电压等于 A、

B 两点的电位之差,即

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

4. 电源电动势

(1) 大小。电动势的大小等于电源力把正电荷从低电位(负极)移到高电位(正极)反抗电场力所做的功 W 与被移动电荷的电荷量 q 的比值。其定义式为 $E = \frac{W}{q}$ 。常用干电池的电动势一般为 1.5 V,铅酸蓄电池的电动势为 2 V,镍镉、镍氢电池的电动势为 1.2 V,锂离子电池的电动势一般为 3.7 V。

(2) 端电压与电动势的关系。电源两端存在的电压称为电源的端电压,用 U 表示。电源的端电压 U 与电源的电动势 E 之间既有联系,又有区别。① 当电源开路时,电源的端电压 U 在数值上等于电源的电动势 E ,即 $U = E$ 。② 当电源工作时,电源的端电压 U 在数值上小于电源的电动势 E ,即 $U < E$ 。

5. 电阻

(1) 定义。当自由电子在导体中作定向运动时会受到阻碍,表示这种阻碍作用的物理量称为电阻,用字母 R 表示。

(2) 电阻与温度的关系。导体的电阻与温度有关。通常情况下,纯金属的电阻随温度的升高而增大。有的合金如康铜和锰铜的电阻与温度变化的关系不大。而碳和有些半导体的电阻随温度的升高而减小。

6. 电能

(1) 定义。在电场力的作用下,电荷定向运动形成的电流所做的功称为电能。电流做功的过程就是将电能转换成其他形式的能的过程。

(2) 大小。如果加在导体两端的电压为 U ,在时间 t 内通过导体横截面的电荷量为 q ,则电流所做的功即电能 $W = UIt$ 。

对于纯电阻电路,欧姆定律成立,即 $U = IR, I = \frac{U}{R}$,将其代入上式得到

$$W = \frac{U^2}{R} t = I^2 R t$$

(3) 单位。在国际单位制中,电能的单位是焦[耳],简称焦,符号是 J。在实际使用中,电能常用千瓦·时(俗称度)为单位,符号是 kW·h,即 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ 。

7. 电功率

(1) 定义。电功率是描述电流做功快慢的物理量。电流在单位时间内所做的功称为电功率。

(2) 大小。如果在时间 t 内,电流通过导体所做的功为 W ,那么电功率为

$$P = \frac{W}{t}$$

对纯电阻电路,电功率的公式还可以写成

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$$