

职业学校机电类专业新形态创新示范教材



电工技术基础与技能

主 编 ◎ 李卫华 鲍芳芳 杨文华

副主编 ◎ 肖玉冰 谭 敏 胡小舟 罗 贤

参 编 ◎ 李本华 郑 燕 邹长华 张春荣 李绪林 付 欢



● 江苏凤凰教育出版社 ● 凤凰职教

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础与技能 / 李卫华, 鲍芳芳, 杨文华主
编. —南京: 江苏凤凰教育出版社, 2025. 1. (2025. 7 重印)
—ISBN 978-7-5743-1507-5
I. TM
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025ML1838 号

书 名 电工技术基础与技能

主 编 李卫华 鲍芳芳 杨文华
责任编辑 汪立亮
出版发行 江苏凤凰教育出版社
地 址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009
出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司
网 址 <http://www.fhmooc.com>
照 排 南京普胜印刷技术有限公司
印 刷 天津市蓟县宏图印务有限公司
厂 址 天津市蓟州区经济开发区福山大道 3 号, 邮编: 301900
电 话 022-29140509
开 本 890 毫米×1 240 毫米 1/16
印 张 18.75
版次印次 2025 年 1 月第 1 版 2025 年 7 月第 2 次印刷
标准书号 ISBN 978-7-5743-1507-5
定 价 59.80 元
批发电话 025-83677909
盗版举报 025-83658893

如发现质量问题, 请联系我们。

【内容质量】电话: 025-83658873 邮箱: sunyi@ppm.cn

【印装质量】电话: 025-83677905

Contents

目录

单元一

电工常识

任务一	认识电工岗位	002
	一、电工职业技能基本要求	002
	二、电工安全操作规程	003
任务二	安全用电常识	005
	一、人体触电的类型及原因	005
	二、触电的处理与急救	006
	三、电气火灾的防范及扑救	008
	四、家庭安全用电常识	009
	五、雷电危害与防雷措施	009
任务三	认识电工实训室	013
	一、认识电工实训室	013
	二、电工实训室操作规程	014

单元二

电路基本知识

任务一	电 路	017
	一、电路及电路图	018
	二、识别常用电池	020
任务二	直流电流	022
	一、认识直流电流	023
	二、测量直流电流	024

任务三	电压和电位	027
一、	认识电压与电位	028
二、	测量电压与电位	029
任务四	电 阻	033
一、	识别常用电阻器	034
二、	电阻与电阻定律	038
三、	测量电阻	040
实训 1:	数字万用表的使用	045

单元三

简单直流电路

任务一	部分电路欧姆定律	051
一、	部分电路欧姆定律	052
二、	线性电阻和非线性电阻	053
任务二	电能与电功率	054
一、	电能	055
二、	电功率	055
三、	焦耳定律	056
任务三	电阻串联电路	059
一、	串联电路的总电阻	060
二、	串联电路中的电压分配	060
三、	串联电路中的功率分配	061
任务四	电阻并联电路	063
一、	并联电路的总电阻	064
二、	并联电路中的电流分配	064
三、	并联电路中的功率分配	065
任务五	电阻混联电路	067
一、	根据电流流向画出等效电路	067
二、	根据等电位法画出等效电路	068
任务六	闭合电路欧姆定律	070
一、	电源的电动势	070
二、	闭合电路欧姆定律	071
三、	电源的输出功率	074

单元四

复杂直流电路

任务一	基尔霍夫定律	080
一、	复杂直流电路的概念	080
二、	基尔霍夫定律	082
三、	支路电流法	085
任务二	叠加定理	088
一、	叠加定理	089
二、	叠加定理的典型应用	091
任务三	戴维宁定理	094
一、	戴维宁定理	095
二、	戴维宁定理的应用	096
任务四	电压源与电流源的等效变换	100
一、	电压源与电流源	100
二、	电压源与电流源的等效变换	102

单元五

磁场与电磁感应

任务一	磁 场	109
一、	磁场和电流的磁效应	109
二、	描述磁场的物理量	111
三、	磁场对通电导线的作用力	113
任务二	磁 路	116
一、	磁路	116
* 二、	磁路欧姆定律和全电流定律	116
任务三	* 磁化现象	118
任务四	电磁感应	120
一、	电磁感应现象	120
二、	电磁感应定律	122
任务五	互 感	124
实训 2:	识别和判断同名端	128

单元六

电容器与电感器

任务一	电容器与电容	132
一、	识别常用电容器	133
二、	电容器及其型号	134
三、	电容	136
任务二	电容的串并联电路	139
一、	电容的串联及其应用	139
二、	电容的并联及其应用	140
三、	电容器的电场能量	142
任务三	电容器的充放电现象	143
一、	电容的充电过程	144
二、	电容的放电过程	144
	实训 3:检测大容量电容器	144
任务四	电感器与电感	148
一、	自感现象	148
二、	电感器的识别和选用	150

单元七

单相正弦交流电

任务一	认识正弦交流电	157
一、	交流电的产生	157
二、	正弦交流电三要素	159
三、	交流电的表示方法	162
任务二	纯电阻、纯电感、纯电容交流电路	166
一、	纯电阻电路	167
二、	纯电感电路	169
三、	纯电容电路	170
任务三	RL、RC、RLC 串联电路	174
一、	RL、RC 串联电路	175
二、	RLC 串联电路	176

任务四	RLC 并联电路	182
一、RLC 并联电路		182
二、电感线圈与电容器的并联谐振电路		184
任务五	交流电路的功率	187
一、RLC 串联电路的功率		187
二、交流电路的功率因数		189

单元八

三相正弦交流电与变压器

任务一	三相正弦交流电源	195
一、三相正弦交流电的产生		195
二、三相正弦交流电源的联结		196
任务二	三相负载的联结	199
一、三相负载的星形联结		199
二、三相负载的三角形联结		202
三、三相负载的功率		204
实训 4:三相负载的星形联结		208
任务三	*变压器	210
一、变压器的用途和分类		211
二、变压器的基本构造		211
三、变压器的工作原理		211
四、自耦变压器		214

单元九

照明电路

任务一	常用电工工具和仪表	219
一、常用电工工具的使用		219
二、常用电工仪表的使用		224
任务二	照明电路的安装与维修	231
一、单控灯照明电路的安装		231
实训 5:单控灯照明电路的安装		235
二、双控灯照明电路的安装		238
实训 6:双控灯照明电路的安装		240

三、日光灯照明电路的安装	242
实训 7:日光灯照明电路的安装	243
四、LED 照明灯的组装	245
实训 8:组装 LED 照明灯	247
五、照明电路的检修	249
实训 9:照明电路故障检修	253

单元十

三相异步电动机控制线路

任务一	常用低压电器	258
一、熔断器		259
二、开关电器		260
三、主令电器		262
四、接触器		264
五、热继电器		267
六、时间继电器		268
实训 10:识别与检测常用低压电器		270
任务二	电气原理图、电器布置图和电气接线图	273
一、电气原理图		274
二、电器布置图		275
三、电气接线图		275
任务三	点动控制线路的安装与调试	277
一、点动控制线路		277
二、点动控制线路安装步骤和方法		278
三、检查线路		279
四、通电试车		279
实训 11:点动控制线路的安装与调试		279
任务四	连续运转控制线路的安装与调试	282
一、连续运转控制线路		282
二、按原理图接线		283
三、检查线路		283
四、通电试车		284
五、电气设备常见故障诊断及故障排除		284
实训 12:连续运转控制线路安装与调试		285
参考文献		290

单元一

电工常识

电能的应用非常广泛，我们的生活、工作、学习离不开电能，可以说，我们生活在电的世界中。国家的基本建设、工农业生产、通信、国防、科研……每时每刻都需要大量的电力，电能是科学技术发展、国民经济飞跃的主要动力。电能的生产和使用的规模，已经成为社会发展的重要标志。

随着电工电子技术的发展，电工作为专业技术人员能够服务的范围越来越广。建设科技强国和制造大国离不开电能的使用，对电工的专业知识及技能的要求也不断提高，只有科学掌握安全用电常识，减少电气火灾和人员触电事故的发生，才能促进企业安全生产、资源合理利用与社会和谐发展。

学习目标

知识目标

1. 了解电气设备安装与维修职业岗位的基本要求，能说出其基本要求。
2. 掌握安全用电操作规范，遵守安全用电的规定。
3. 熟悉人体触电的类型及常见原因。
4. 掌握电气火灾的防范及扑救常识。

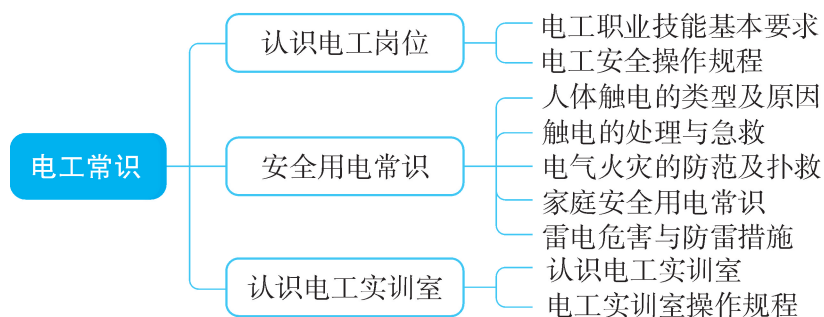
技能目标

1. 掌握触电现场的紧急处理措施。
2. 会保护人身与设备安全，防止发生触电事故。

素养目标

1. 逐步树立安全用电与规范操作的职业意识。
2. 养成节约能源、保护环境的良好习惯。

知识导图





案例导入

在一个建筑工地，操作工王某发现潜水泵启动后漏电，保护器立刻跳闸，便要求电工把潜水泵电源线不经漏电保护器直接接上电源。起初电工不肯，但经王某的多次要求，只好照办。潜水泵再次启动后，王某拿一根钢筋欲挑起潜水泵检查是否沉入泥里？当王某挑起潜水泵时，即刻触电倒地。请同学们对这起事故进行分析，说说自己的看法。

一、电工职业技能基本要求

为适应经济增长、科技进步和社会发展的新形势，规范从业者的职业行为，立足培养精益求精的工匠精神，人力资源和社会保障部组织有关专家，制定了《电工国家职业技能标准》。对电工从业人员的职业活动内容进行规范细致的描述，对各级从业者的理论知识和技能操作水平进行了明确规定，如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 电工职业技能的基本内容与基本要求

分类	基本内容	基本要求
一、职业道德	1. 职业道德基本知识	具有良好的职业道德和职业素养
	2. 职业守则	(1) 遵纪守法,爱岗敬业; (2) 精益求精,勇于创新; (3) 爱护设备,安全操作; (4) 遵守规程,执行工艺; (5) 保护环境,文明生产
二、基本知识与技能	1. 电工技术基础知识	(1) 直流电路基本知识; (2) 电磁基本知识; (3) 交流电路基本知识; (4) 电工读图基本知识; (5) 电力变压器的识别与分类; (6) 常用电机的识别与分类; (7) 常用低压电器的识别与分类



续表

分类	基本内容	基本要求
二、基本知识 与技能	2. 电子技术基础知识	(1) 常用电子元器件的图形符号和文字符号; (2) 二极管的基本知识; (3) 三极管的基本知识; (4) 整流、滤波、稳压电路基本应用
	3. 常用电工工具、量具使用	(1) 常用电工工具及其使用; (2) 常用电工量具及其使用
	4. 常用电工仪器、仪表使用	(1) 电工测量基础知识; (2) 常用电工仪表及其使用; (3) 常用电工仪器及其使用
	5. 常用电工材料选型	(1) 常用导电材料的分类及其应用; (2) 常用绝缘材料的分类及其应用; (3) 常用磁性材料的分类及其应用
	6. 安全用电	(1) 电工安全基本知识; (2) 电工安全用具; (3) 触电急救知识; (4) 电气消防、接地、防雷等基本知识; (5) 安全距离、安全色和安全标志等国家标准规定; (6) 电气安全装置及电气安全操作规程
	7. 其他相关知识	(1) 供电和用电基本知识; (2) 钳工画线、钻孔等基础知识; (3) 质量管理知识; (4) 环境保护知识; (5) 现场文明生产知识
	8. 相关法律法规	(1) 《中华人民共和国劳动合同法》的相关知识; (2) 《中华人民共和国电力法》的相关知识; (3) 《中华人民共和国安全生产法》的相关知识

二、电工安全操作规程

为了保证人身和设备安全,国家按照安全技术要求颁发了一系列的规定和规程。由于各种规程专业性较强,内容较多,不能一一枚举,下面介绍电工安全操作规程的主要内容:

(1) 电气操作人员应思想集中,电气线路在未经测电笔确定无电前,应一律视为“有电”,不可用手触摸,不可绝对相信绝缘体,应认为有电操作。

(2) 工作前应详细检查所用工具是否安全可靠,穿戴好必需的防护用品,以防工作时发生意外。

(3) 维修线路要采取必要的措施,在开关把手上或线路上悬挂“有人工作、禁止合闸”的警告牌,防止他人中途送电。

(4) 使用测电笔时要注意测试电压范围,禁止超出范围使用,电工人员一般使用的电笔,仅限电压在五百伏以下使用。

(5) 工作中所有拆除的电线要处理好,带电线头包好,以防发生触电。



(6) 所用导线及保险丝,其容量大小必须合乎规定标准,选择开关时必须大于所控制设备的总容量。

(7) 工作完毕后,必须拆除临时地线,并检查是否有工具等物品遗忘在施工现场。

(8) 发生火灾时,应立即切断电源,用四氯化碳粉质灭火器或黄沙扑救,严禁用水扑救。

(9) 检修完工后,送电前必须认真检查,看是否合乎要求,与有关人员联系好后方能送电。

(10) 工作结束后,必须全部工作人员撤离工作地段,拆除警告牌,所有材料、工具、仪表等随之撤离,原有防护装置随即安装好。

实践应用

课后上网搜索人社部门 2022 年颁布的《电工国家职业技能标准》,了解本标准对五级/初级工、四级/中级工的技能要求和相关知识要求。

学后测评

1-1

一、判断题

1. 电工在操作过程中必须遵守《电工安全操作规程》。()
2. 电气线路在未经测电笔确定无电前,应一律视为“有电”。()
3. 选择开关时必须大于所控制设备的总容量。()
4. 工作中所有拆除的电线要处理好,带电线头包好,以防发生触电。()

二、问答题

电工的职业守则包括哪些内容?



案例导入

据报道,在浙江绍兴鲁迅先生故居,一名失去双臂的青年靠为游客书写扇面为生,他就是号称“无臂才子”的书法家丁某华。10岁那年,他在变压器旁玩耍,因触电失去了双臂,从此他的人生充满磨难。在家人的鼓励下,他用脚夹笔、用嘴衔笔苦练书法二十余年,挥毫泼墨成为“中国无臂第一扇”。他的作品多次在国内外大赛中获奖,还被鲁迅博物馆等单位收藏。他先后被评为中国书法艺术研究院院士、中国书法家协会会员……他用自强不息的精神为自己缔造了不平凡的人生。

从这个案例中我们可以看到触电的危害,失去双臂带来的苦难是常人难以想象的,因此要远离高压设备,注意安全用电,防止人身触电。

一、人体触电的类型及原因

(一) 触电的类型

人体因触碰带电体或与带电体之间产生闪击放电而受到电伤害的现象,称作触电。触电对人体的伤害可分为电伤和电击两类,电伤是电流对人体外部的伤害,而电击是电流通过人体对人体内部器官的伤害。电击的伤害程度与通过人体电流的频率、大小、途径及人体的健康状况有关。

当频率为 50 Hz 到 100 Hz 时,电流对人体的伤害最大。当通过人体的工频电流超过 50 mA,且通电时间超过 1 s 时,就可能对人造成生命危险。一般人体电阻在 800 欧到几万欧之间,为了确保人的生命安全,我国规定 36 V 以下的电压为安全电压。

(二) 触电形式

1. 单相触电

如图 1-2-1 所示,单相触电是一种常见的触电形式。人体的某一部分接触带电体的同时,另一部分又与大地或中性线相接,电流从带电体流经人体到大地(或中性线)形成回路。我国供电系统大部分是三相四线制,单相对地电压 220 V,若触及是很危险的。

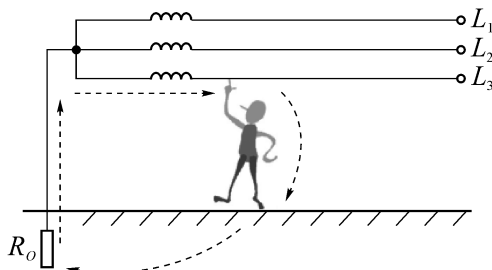


图 1-2-1 单相触电

2. 两相触电

如图 1-2-2 所示,两相触电指人体的不同部分同时接触两相电源时造成的触电,对于这种情况,无论电网中性点是否接地,人体所承受的线电压(380 V)将比单相触电时高,危险更大。

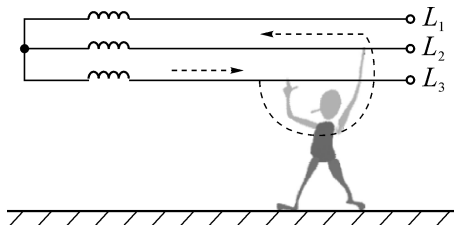


图 1-2-2 两相触电

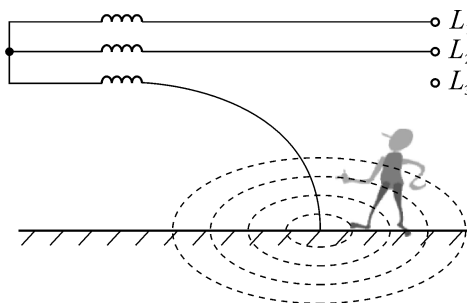


图 1-2-3 跨步触电

3. 跨步电压触电

如图 1-2-3 所示,若架空电力线(特别是高压线)断落于地面时,电流通过导线接地点流入大地,以导线触地点为中心,构成电位分布区域。越接近中心,地面电位就越高。电位分布区域一般在 15~20 米的半径范围内。当人畜跨进这个区域,两脚之间出现的电位差称为跨步电压。电流从接触高电位的脚流进,从接触低电位的脚流出,从而形成触电。此时人应该将双脚并在一起或用单脚着地跳出危险区。

(三) 触电事故产生的原因

- (1) 缺乏用电常识,触及带电的导线。
- (2) 没有遵守操作规程,人体直接与带电体部分接触。
- (3) 由于用电设备管理不当,绝缘损坏,发生漏电,人体碰触漏电设备外壳。
- (4) 高压线路落地,造成跨步电压引起对人体的伤害。
- (5) 检修中,安全组织措施和安全技术措施不完善,接线错误,造成触电事故。
- (6) 其他偶然因素,如人体遭受雷击等。

二、触电的处理与急救

当人体触电后,人体会遭到严重的损伤。当人体通过的电流达到 100 mA 以上时,人的心脏会立刻停止跳动,呼吸系统会立刻停止工作,出现昏迷不醒的状态。若触电事故发生后 12 分钟内未对触电者实施任何急救措施,其生还概率几乎为零。若采取了有效的急救措施,会大幅度提高触电者得救的概率。

触电急救方法如下：

1. 解脱电源

人在触电后可能由于失去知觉,或电流超过人能摆脱的电流而不能挣脱电源。此时抢救者若离电源较近,首先应立即切断电源,在保证自身安全的情况下帮助触电者脱离电源,否则应用木棒或竹竿等绝缘物使触电者脱离电源,不能用手直接去拉触电者,如图 1-2-4 所示。

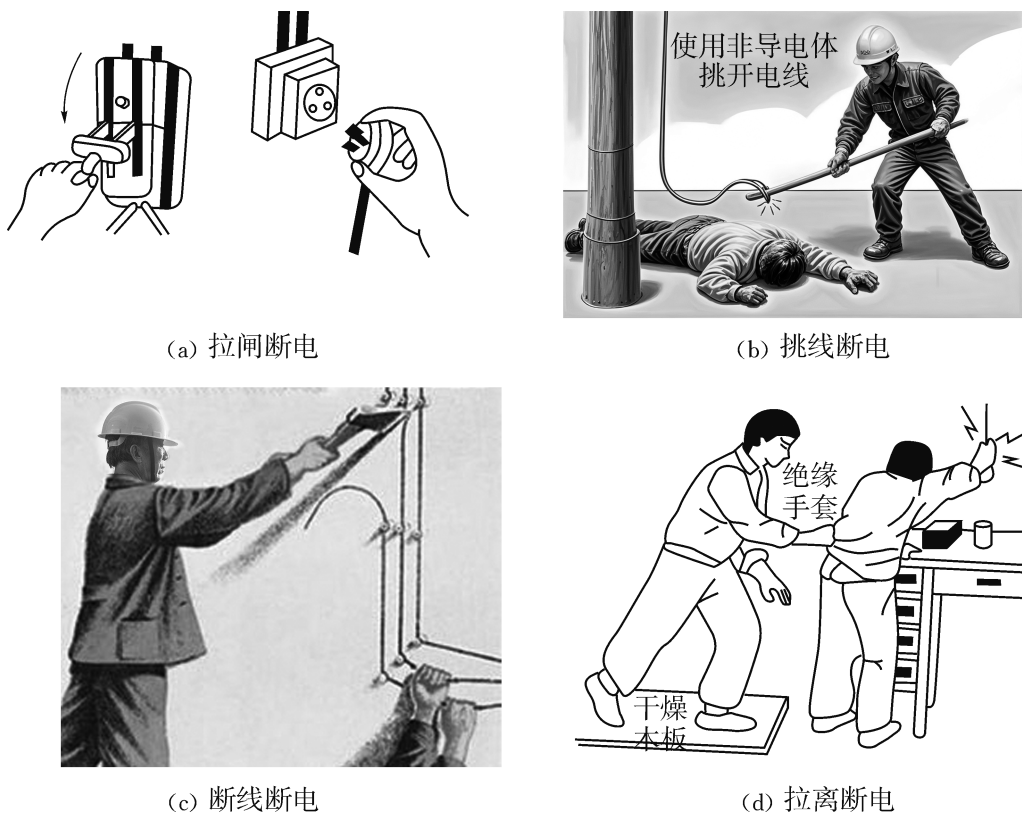


图 1-2-4 使触电者脱离电源

2. 人工呼吸

当触电者有心跳而无呼吸时,应采用人工呼吸,措施如下: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,排气应让口腔畅;吹 2 秒来停 3 秒,5 秒一次最恰当。

3. 胸外挤压

(1) 当触电者有呼吸而无心跳时,应采用胸外挤压,措施如下:当胸放掌不鲁莽,中指应该对凹膛;掌根用力向下压,压下一寸至半寸;压力轻重要适当,过分用力会压伤;快速按压要回弹,模拟心跳速率佳。胸外按压频率为每分钟 100 到 120 次,这就意味着每秒钟需要 1.5~2 次按压。

(2) 当触电者既无呼吸也无心跳时,可采用人工呼吸和胸外挤压同时进行的方法进行急救。应口对口吹气两次(约五秒内完成),再作胸外挤压十五次(约十秒内完成),以后交替进行。

(3) 在进行触电急救时要同时呼救,拨打 120 急救电话尽快抢救。施行人工呼吸和胸外挤压必须坚持不懈,直到触电者苏醒或医护人员前来救治为止。

人工呼吸和胸外挤压示意图如图 1-2-5 所示。

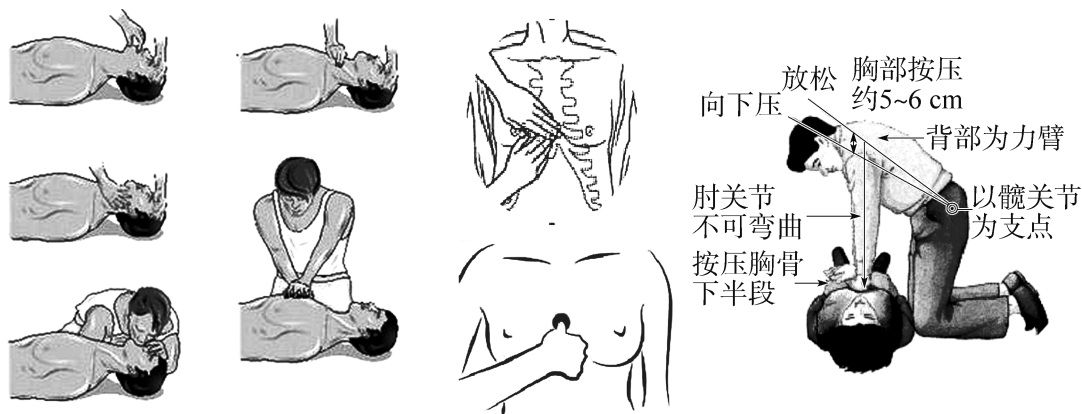


图 1-2-5 人工呼吸和胸外挤压示意图

案例导入

据报道:2014年1月11日1时10分许,某社区“××客栈”经营者卧室内使用五面卤素取暖器不当,引燃可燃物发生火灾。造成59980.66平方米的房屋烧损,直接损失达8983.93万元,所幸没有人员伤亡。由此可见电气火灾的危害性之大,必须加强防范。

三、电气火灾的防范及扑救

1. 电气火灾的主要原因

电气火灾是指由电气原因引发燃烧而造成的灾害。短路、过载、漏电等电气事故都有可能引发火灾。设备自身缺陷、施工安装不当、电气接触不良、雷击静电引起的高温、电弧和电火花是导致电气火灾的直接原因。周围存放易燃易爆物是导致电气火灾的环境因素。

2. 电气火灾的防范措施

电气火灾的危害性很大,一旦发生,会造成财产损失,甚至人员伤亡。因此,对电气火灾一定要贯彻“预防为主、消防结合”的原则,防患于未然,必须采取以下措施:

- (1) 防止电气线路或设备过载运行,在线路中采取必要的过载保护措施;
- (2) 定期检查电气设备的绝缘状况,并对其运行状态进行监察,特别是大型电气设备要注意其温升;
- (3) 对于绝缘已破损、老化及输电导线绝缘性能较差的电气设备要及时更换和维修,绝对禁止带故障运行;
- (4) 使用电热器具及照明设备时,要特别注意环境条件及通风散热,不能采用可燃、易燃材料做灯罩;
- (5) 在电气设备及照明灯具周围不得存放易燃物品。

3. 电气火灾的扑救

电气设备引发火灾时,应沉着冷静,不要惊慌,立即拨打119火警电话向公安消防部门

求助,不可延误时机。同时根据现场情况采取适当的处理措施:

- (1) 首先应迅速设法切断电源,防止救火过程导致人身触电事故。
- (2) 切断电源的地点要选择适当,拉闸时最好使用绝缘工具操作。
- (3) 如需切断电线时,应在不同部位剪断不同相线;剪断空中电线时,剪断位置最好选在电源方向支持物附近;对已落下来的电线要设置警戒区域。
- (4) 带电灭火应该采用二氧化碳、四氯化碳、二氟一氯一溴一甲烷(简称 2111)或干粉灭火剂。带电灭火人员应与带电体保持安全距离。
- (5) 充油电气设备着火时应立即切断电源再灭火。备有事故储油池的,必要时设法将油放入池内。地面上的油火不能用水喷射,因为油火漂浮水面会蔓延火情,只能用干砂来灭地面上的油火。
- (6) 为了及时扑救电气火灾,现场应备有常用的消防器材和带电灭火器材。

四、家庭安全用电常识

电能是一种方便的能源,电能的广泛应用有力地推动了人类社会的发展,创造了巨大的财富,改善了人类的生活,形成了人类近代史上第二次技术革命。但是,如果在生产和生活中不注意安全用电,也会带来灾害。例如,触电可造成人身伤亡,设备漏电产生的电火花可能酿成火灾、爆炸等事故。

那么家庭日常生活用电应该注意哪些事项呢?

- (1) 使用电熨斗、电吹风、电炊具等家用电器时,人不要离开。使用大功率电器时,要注意线路的承受能力,不可超负荷用电。安装、修理电气线路或电器用具要找电工,不要私自乱拉乱接电线。每户应装设漏电保护器,参数要与电气设备相匹配。
- (2) 晒衣铁架要与电力线保持安全距离,不要将晒衣杆搁在电线上,不要在输电线下放风筝或钓鱼。
- (3) 用电器与周围物品之间要有足够的散热空间,要远离带电体,特别是脱落在地的导线,电气火灾发生时不能用水灭火,应使用专用灭火器。
- (4) 搬动电器前要切断电源,拔掉电源插头,不要随意将三脚插头用两极插头代替,切不可将三脚插头的相线(俗称火线)与接地线接错。
- (5) 严禁私设电网捕鱼、防盗、狩猎、捕鼠等,不用湿手摸或湿布擦灯具、开关等电器用具。

五、雷电危害与防雷措施

(一) 雷电的危害

地面附近的雷云,电场强度高达 $5\sim 300\text{ kV/m}$,电位高达数十到数十万千伏,放电电流为数十到数百千安,而放电时间只有 $0.000\ 15\sim 0.001\text{ s}$ 。可见雷电的电场特别强,电压特别高,电流特别大,在极短的时间释放出巨大能量,其破坏作用无疑是相当严重的。雷电的危害大致有以下四个方面:

1. 电磁性质的破坏

发生雷击时,可产生高达数百万伏的高压冲击波,还可在导线或金属物体上感应出几万乃至几十万伏的特高压,这种特高压足以破坏电气设备和导线的绝缘而使其烧毁,或在



金属物体的间隙及连接松动处形成火花放电,引起爆炸,或者形成雷电侵入波侵入室内危及人、畜或设备安全。

2. 热性质的破坏

强大的雷电流在极短的作用时间内,转换成强大的热能,足以使金属熔化、飞溅、树木烧焦。如果击中易燃品或房屋,还将引起火灾。

3. 机械性破坏

当雷电击中树木、电杆等物体时,被击物缝隙中的气体,受高热急剧膨胀,其中的水分又因受热而急剧蒸发,产生大量气体,造成被击物的破坏和爆炸。

此外,由于电流变化极大,同性电荷之间强大的静电斥力、同方向电流之间的电磁吸力也有很强的破坏作用,雷击时产生的冲击气浪也将对附近的物体造成破坏。

(二) 防雷常识

(1) 为了避免避雷针上雷电的高电压通过接地体传到输电线路而引入室内,避雷针接地体与输电线路接地体在地下至少应相距 10 m。

(2) 为防止感应雷和雷电侵入波沿架空线进入室内,应将进户线最后一根支撑物上的绝缘子铁脚可靠接地,在进户线最后一根电杆上的中性线应加重复接地。

(3) 雷雨时在野外不要穿湿衣服;雨伞不要举得过高,特别是有金属柄的雨伞;若有几个人一路时,要相距几米远分散避雷,不得手拉手聚在一起。

(4) 躲避雷雨应选择有屏障作用的建筑或物体,如金属箱体、汽车、电车、混凝土房屋等。不能站在孤立在大树、电杆、烟囱和高墙下,不要乘坐敞篷车或骑自行车,因这些物体容易受直击雷轰击。

(5) 雷雨时不要停留在易受雷击的地方,如山顶、湖泊、河边、沼泽地、游泳池等;在野外遇到雷雨时,应蹲在低洼处或躲在避雷针保护范围内。

(6) 雷雨时,在室内应关好门窗,以防球形雷飘入。不要站在门窗前或阳台上;也不要停留在有烟囱的灶前。应离开电力线、电话线、水管、煤气管、暖气管、天线,馈线 1.5 m 以外;不要洗澡、洗头,应离开厨房、浴室等潮湿的场所。

(7) 雷雨时,不要使家用电器,应将电器的电源插头拔下,以免雷电沿电源线侵入电器内部损伤绝缘,击毁电器,甚至使人触电。

(8) 对未装避雷针装置的天线,应抛出户外或干脆与地线短接。

(9) 如果有人遭到雷击,切不可惊慌失措,应迅速而冷静地处理;受雷击者即使不省人事,心跳、呼吸都已停止,也不一定是死亡,应不失时机地进行人工呼吸和胸外心脏按压,并尽快送医院救治。

| 实践应用 |

“120”和“119”的使用方法



| 学后测评 |

1-2

一、选择题

1. 关于触电，下列说法中正确的是 ()
A. 只要有电流流过人体，就会发生触电
B. 只要人体不接触带电体，就一定不会发生触电
C. 只要人体接触到火线，就会发生触电
D. 触电是指一定强度电流流过人体，并引起了伤害
2. 在日常生活中符合安全用电常识的做法是 ()
A. 用湿抹布擦电灯泡
B. 有金属外壳的家用电器，金属外壳不接地
C. 发生火灾时，首先切断电源
D. 保险丝烧断后，可用铜丝代替保险丝接上
3. 电流流经人体的_____、中枢神经和呼吸系统是最危险的。 ()
A. 手臂 B. 头部 C. 大脑 D. 腿脚
4. 下列做法中，哪个符合安全用电原则 ()
A. 在有绝缘皮的电线上晾衣服
B. 居民小院突然断电，利用这个机会在家检修电路
C. 不能用湿布擦灯头
D. 用铜丝代替保险丝
5. 带电灭火不宜采用 ()



- A. 干砂 B. 1211 灭火器 C. 干粉灭火器 D. 水
6. _____ 是触电事故中最危险的一种。 ()
- A. 电烙印 B. 皮肤金属化 C. 电灼伤 D. 电击

二、判断题

1. 三脚插头不能随意用两脚插头替代使用。 ()
2. 不得用湿手插拔电源插头。 ()
3. 不得带电移动家用电器。 ()
4. 可以用医用胶布替代绝缘胶带使用。 ()
5. 两相触电比单相触电更危险。 ()
6. 触电急救时,任何药物都不能代替人工呼吸和胸外按压。 ()
7. 救护触电者脱离电源的过程,救护者应双手操作,使其快速脱离电源。 ()
8. 有经验的电工,停电后不需要再用验电笔测试便可进行检修。 ()
9. 胸部按压的正确位置在人体胸部左侧,即心脏处。 ()
10. 电器未使用或停电时需要拔掉插头,可以预防电器火灾。 ()

三、填空题

1. 触电对人体的伤害可分为 _____ 和 _____ 两类。
2. 触电形式有 _____、_____、_____ 三种。

四、问答题

1. 电气火灾的主要原因有哪些?

2. 电气火灾的防范措施有哪些?

3. 如何进行电气火灾的扑救?

任务三 认识电工实训室

一、认识电工实训室

实训室是进行理实一体化教学、提高学生实践技能的教学实习场所。尽管各校的电工实训室配置不同,但其基本功能大同小异。现以某校电工实训室为例,介绍电工实训台的电源配置,如图 1-3-1 所示。

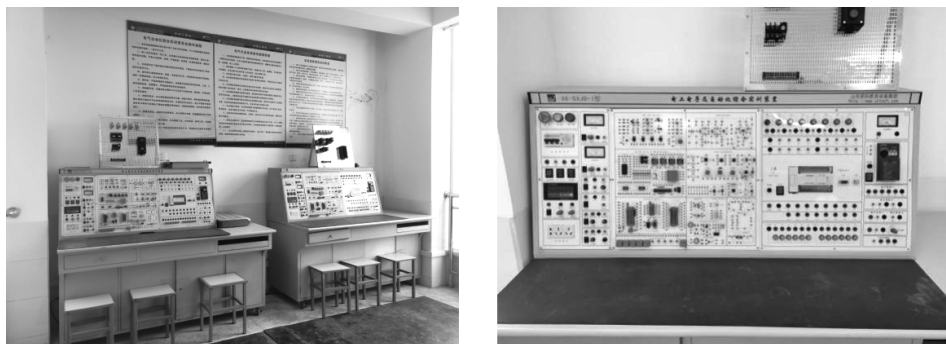


图 1-3-1 电工实训室

实训室中大多是三相电源供电,实训台提供的交流电源,多为三相四线制电源。三相四线制是三根相线(L_1 、 L_2 、 L_3),一根中性线(N),图 1-3-2 所示为三相四线制控制面板。同时电工实训台还可以提供单相交流电、低压交流电、低压直流电等。

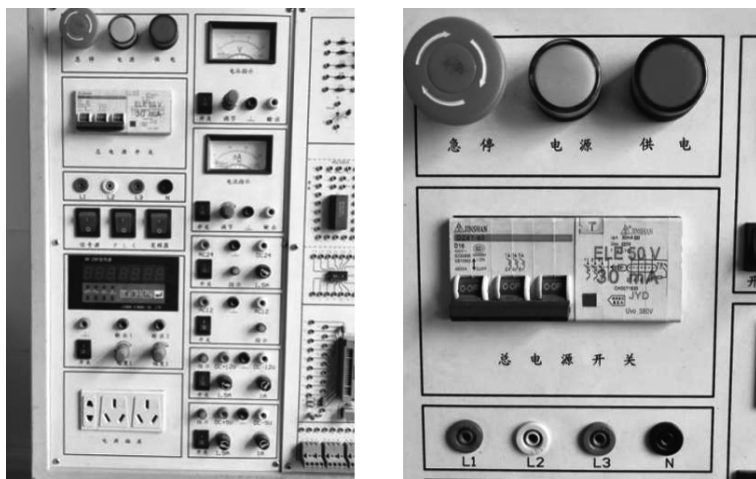


图 1-3-2 电工实训台电源



电路需要供电时,应将电源总开关(实训台应使用带漏电保护的低压断路器)上推闭合,实验后应下拉关闭电源总开关。注意图 1-3-2 左上角所示的第一个红色蘑菇形急停按钮,可以在紧急情况下直接按下,以避免机械事故或人身事故。电工实训室除了实训台,还应配备电工工具、电工仪表、照明电路板、常用低压电器等,以供实训时选用。

二、电工实训室操作规程

电工实训室配备电工实训台、电工工具、电工仪表等器材,规范操作、确保安全是技能实训的基本要求。因此,进入实训场所必须遵守实训室操作规程,养成良好的行为习惯。以下为某校电工实训室的操作规程:

- (1) 实验实训场所要保持安静,不得打闹喧哗;
- (2) 实验实训场所要保持清洁,不得乱抛杂物;
- (3) 进入实验实训场所,未经许可不得随便摆弄实训器材;
- (4) 实验实训开始前,应明确操作要求、操作顺序及所用设备的性能;
- (5) 实验实训开始前,应对照有关要求检查各种器材的数量和质量;
- (6) 实验实训过程中,必须服从老师安排,注意操作安全;
- (7) 实验实训过程中,不得触摸带电电路,养成随手断电的习惯;
- (8) 实验实训结束后,清点器材归还原处,经老师检查后方可离开。

单元小结

1. 电能的应用非常广泛,电能可直接应用、转化间接应用、远距离传输应用,也可储存携带移动应用。为了用电安全,应了解电工安全操作规程和安全用电常识。

2. 触电对人体的伤害可分为电伤和电击两类。电击的伤害程度与通过人体电流的频率、大小、途径及人体的健康状况有关。我国规定 36 V 以下的电压为安全电压。

3. 触电的形式有单相触电、两相触电、跨步电压触电。两相触电比单相触电更危险。

4. 当人体触电后,应立即切断电源。当触电者有心跳而无呼吸时,应采用人工呼吸的措施;当触电者有呼吸而无心跳时,应采用胸外挤压的措施;当触电者既无呼吸也无心跳时,应采用人工呼吸和胸外挤压同时进行的方法进行急救;同时拨打 120 急救电话。

5. 电气火灾的危害性很大,发现火灾,应立即拨打 119 火警电话,同时切断电源,防止救火过程导致人身触电事故。带电灭火应采用二氧化碳、四氯化碳、二氟一氯一溴一甲烷(简称 2111)、二氧二溴甲烷或干粉灭火剂等,不能用水、泡沫灭火器来灭火。

智慧探索

什么是 7S 管理?

在学校电工实训室的墙上,张贴有 7S 管理的宣传标语和图片,那什么是 7S 管理呢?

7S 管理是环境与行为建设的管理文化,它能有效解决工作场所凌乱、无序的问题,有效提升个人行动能力与素质,有效改善文件、资料、档案的管理,有效提升工作效率和团队业绩,使工序简洁化、人性化和标准化。

7S 管理有七个具体的要求:整理、整顿、清扫、素养、清洁、安全和节约,因日语的罗马拼音均以“S”开头,所以称为 7S。

整理 SEIRI	整顿 SEITON	清扫 SEISO	素养 SHITSUKE	清洁 SEIKETSU	安全 SAFETY	节约 SAVE
腾出更大的空间,把物品区分要和不要,不要的坚决丢弃。	提高工作效率,把整理好的物品明确的规划、定位并加以标识。	扫走旧观念,扫出新天地,经常清洁,保持干净明亮的环境。	塑造人的品质,建立管理根基,养成自觉遵守纪律的习惯。	拥有清爽明亮的工作环境,维持成果,使其规范化、标准化。	清除一切安全隐患,采取系统的措施保证人员、场地、物品等安全。	勤俭节约,珍惜资源,减少企业的人力、成本,空间,时间,库存,物料消耗等因素。
						

单元二

电路基本知识

在日常生活和生产中都会用到各种电路，电路是电流流通的路径，按电流性质不同分成直流电路和交流电路。电路的作用是传递和分配电能，并使电能和其他形式的能量相互转换。通过连接最简单的直流电路，掌握电路的基本概念和计算，会初步使用电工测量仪表，为分析直流电路的相关规律做好铺垫。

学习目标

知识目标

1. 理解电路的组成要素及其作用。
2. 能识别常用电池，知道其特点和实际应用。
3. 理解电流的概念、分类及参考方向的含义。
4. 理解电压、电位和电位参考点及参考方向的含义。
5. 掌握测量电压和电位的方法。
6. 了解常用电阻器，理解电阻的概念及其单位的意义；理解电阻定律。
7. 会简单表述电阻与温度的关系及其应用，了解超导现象，能表述其意义。
8. 了解常用导电材料、绝缘材料，知道其用途。

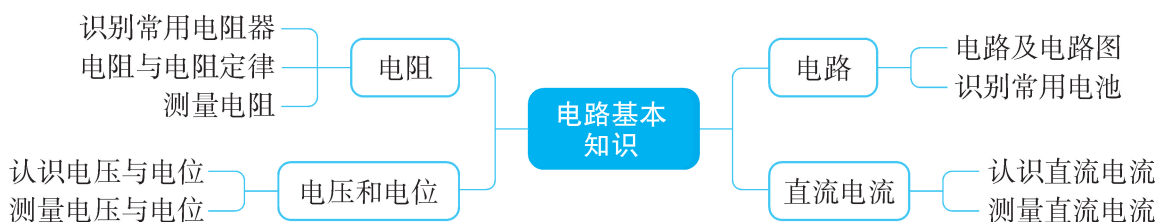
技能目标

1. 会识读和绘制简单电路图。
2. 会进行电流的计算，会应用参考方向解决电路中的实际问题。
3. 掌握测量电流的方法，能使用直流电流表测量电流大小并判别其方向。
4. 会进行电压的计算，会应用参考方向解决电路中的实际问题。
5. 能使用直流电压表进行电压和电位的测量。
6. 会应用电阻定律来解决问题；能识别电阻器外形，知道其标称值。
7. 会使用数字万用表测量电流、电压、电位与电阻。

素养目标

1. 在实践中养成知行合一、规范有序的行为习惯。
2. 养成爱岗敬业的品质，树立成为“大国工匠”的理想目标。

知识导图



任务一 电 路

实践探究

夏季天气炎热,人们会使用一种便携式小风扇来降温,它外观小巧,携带方便,使用简单,内部是一个简单的直流电路。

扫描二维码观察便携式小风扇电路及实验操作。



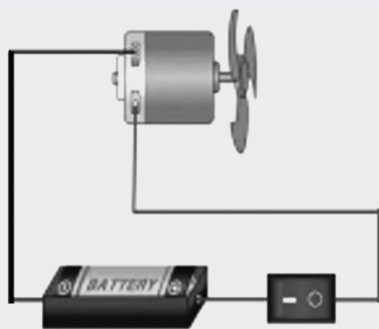
小风扇电路及实验

实验步骤

1. 将实验台上的干电池装到小风扇的电源盒内,如图 2-1-1 所示,注意风扇开关应在断开状态。
2. 闭合风扇开关,观察风扇转动情况;断开风扇开关,观察风扇转动情况。



便携式小风扇外形



便携式小风扇内部电路

图 2-1-1 便携式小风扇

实验现象

1. 闭合风扇开关,风扇转动,说明有电流通过风扇电机,该状态被称为闭路状态或通路状态。

2. 断开风扇开关,风扇不转动,说明没有电流通过风扇电机,该状态被称为断路状态或开路状态。

实验结论



电路一般有三种状态:

1. 通路:电路各部分组成一个闭合回路的状态,即电源开关闭合时的状态,此时有电流流过电路;
2. 开路(断路):电路断开的状态,电路中没有电流流过;
3. 短路:电源的两端被导线直接相接的状态。短路时电源中的电流很大,会损坏电源和导线,甚至会导致火灾等事故的发生,所以应绝对避免。

一、电路及电路图

(一) 电路的组成

通过观察小风扇电路可以知道,该电路是由电池、风扇电机、导线和开关等组成的一个完整回路。下面分析完整电路的各个组成部分:

- (1) 电源。供应电能的装置叫作电源。常见的直流电源有干电池、蓄电池和直流发电机等。
- (2) 用电器。用电器是把电能转变成其他形式能量的装置,也称为电源的负载。如电灯、电动机、电视机等。
- (3) 导线。导线是连接电源与用电器的金属线,要具有良好的导电能力,如铜、铝等材料,主要作用是把电源产生的电能输送到用电器。

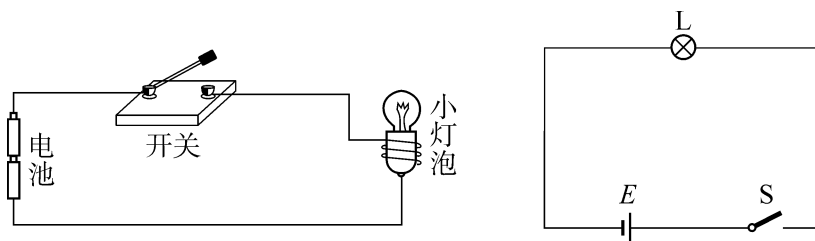
(4) 开关。改变电路状态的装置,它的作用是控制用电器与电源的接通或断开。

结论:电路就是由电源、用电器、导线和开关等组成的一个闭合回路。

(二) 电路符号及电路图

在设计、安装或修理各种用电设备的电路时,要识读表示电路连接情况的图样,这种用规定的电工符号表示电路连接情况的图称为电路图。

如图 2-1-2(a)是灯泡、开关和电源实物连接图,图 2-1-2(b)所示为简单的电路图,其中 $\bigcirc$ 为灯泡, $\text{---}| \text{---}$ 为电源, $\text{---}/ \text{---}$ 为开关。



(a) 灯泡电路实际接线图

(b) 简单电路图

图 2-1-2

电路的图形符号可查阅电工国家标准手册,一般常用的标准图形符号如表 2-1-1 所示。

表 2-1-1 常用电工图形符号和文字符号

元件名称	图形符号	文字符号	元件名称	图形符号	文字符号
固定电阻		R	可调电阻		R
电容		C	可调电容		C
无铁芯电感		L	铁芯电感		L
电池		E	开关		S
电压表		V	电流表		A
电压源		U_s	电流源		I_s
接地		GND	灯泡		L
保险丝		FU	二极管		VD
交流电动机		M	直流电动机		M
相连接的交叉导线		/	不相连接的交叉导线		/

实践应用

1. 查询电工手册,利用图形符号,在虚线框内画出图 2-1-1 中小风扇的电路图。小风扇是直流电机上加一个扇叶,直流电机的图形符号是 $\textcircled{M}$ 。



便携式小风扇电路图

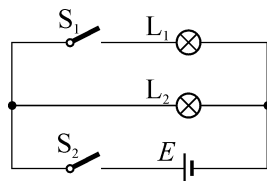


图 2-1-3

2. 根据电路图 2-1-3 所示,在实验台上将现有的电源、白炽灯、开关和导线连接一个完整电路,观察灯泡是否点亮,接线是否正确,将电路连接状态填入表 2-1-2,并完成实验评价表 2-1-3。

表 2-1-2 电路连接状态

开关状态	L_1 灯	L_2 灯	是否正确
S_1 、 S_2 均断开			
S_1 闭合、 S_2 断开			
S_1 断开、 S_2 闭合			

应用实例

可再生的太阳能如何利用？

太阳能因其清洁、安全、便利、高效和可再生等特点,已成为世界各国普遍关注和重点发展的新兴能源。光伏发电就是利用太阳能电池将太阳光直接转化为电能的发电系统,它一般由太阳能电池组、太阳能控制器、蓄电池(组)、逆变器组成,如图2-1-5所示。太阳能电池板将太阳辐射的能量转换为电能,太阳能控制器控制整个系统的工作状态,蓄电池在有光照时将太阳能电池板所发出的电能储存起来,到需要的时候再释放出来。逆变器用来将太阳能发电系统所发出的直流电能转换成交流电能,为各种电器供电。

因为各国对环境的保护和对再生清洁能源的巨大需求,所以太阳能电池越来越成为人类未来生活生产中一个重要的清洁能源。

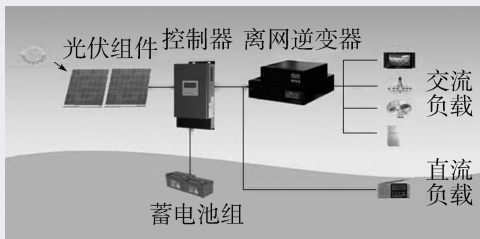


图 2-1-5 光伏发电结构

学后测评

2-1

一、选择题

- 电路中有_____是电路闭合的特征。 ()
A. 电压 B. 电流 C. 电阻 D. 电动势
- 电路如图2-1-6所示,说法错误的是 ()
A. 电路图中包含了电源、开关、用电器和导线等电路组成部分
B. 图中LED是发光元件,在电路中是负载
C. 电阻 R 在这个电路中不是用电器
D. 图中开关 S 起接通、断开电源和用电器作用
- 关于日常使用的干电池说法错误的是 ()
A. 使用时需要识别区分正、负极
B. 要根据电压选择使用电池
C. 不同型号的干电池,提供电能是相同的
D. 要根据使用场合,选择适合的电池外形尺寸

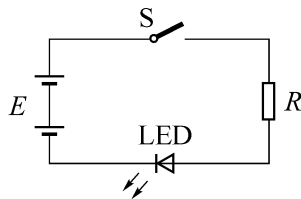


图 2-1-6

二、判断题

- 绘制电路原理图,要反映电路的元件实物形状。 ()
- 电路在开路时,电流是零,开路电压也是零。 ()
- 光电池是将化学能直接转化成电能的一种电池。 ()
- 在电流通过电动起重机的过程中,主要是将机械能转化为电能。 ()
- 手电筒电路中,发光的灯泡是负载,灯泡的阻值越大,负载越大。 ()

三、填空题

- 电路是由_____、_____、_____、_____组成的闭合回路。

2. 在下表中写出符号代表的元件名称。

序号	元件符号	元件名称
(1)		
(2)		
(3)		
(4)		

四、问答题

1. 电路通常有哪三种状态？各有什么特点？

2. 日常生活中,在你的周围哪些装置是电源？哪些装置是用电器？请说明它们的能量转换情况。

任务二 直流电流

案例导入

在影视作品中常常会看到“大江东去”的场景,河水流动沿着一定的方向形成了水流,电路中电流是怎么形成的呢？

扫描二维码了解电流的形成和测量。



电流的形成



图 2-2-1 流动的河水

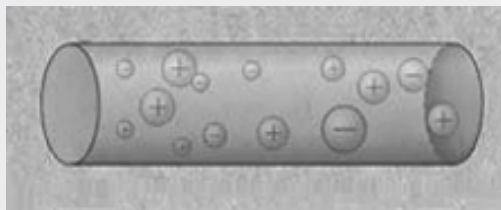


图 2-2-2 电荷的移动

一、认识直流电流

（一）电流的形成

导体内部有大量可自由移动的带电粒子,被称为自由电荷,金属导体内部的自由电荷是自由电子,电解液内部的自由电荷是正、负离子。

当自由电荷按一定方向移动就形成了电流。在电路中如果在导体两端保持一定的电压(电位差),这时导体内部存在着电场,自由电荷在电场中受到电场力的作用做定向移动,从而形成了电流,如图 2-2-3 所示。所以要形成电流,首先要有可自由移动的电荷,其次导体两端要有一定的电压。

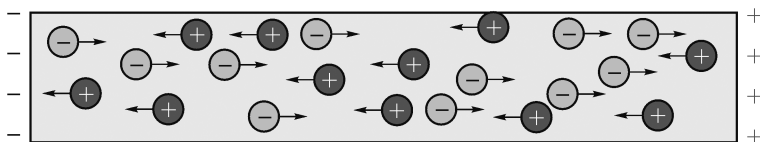


图 2-2-3 电荷在电场中的移动

（二）电流的大小

电流的大小用电流强度 I 来表示。电流强度是指在单位时间内通过导体横截面的电荷量。

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2-1)$$

式中, I 为电流,单位是安培(A); Q 为电荷量,单位是库仑(C); t 为时间,单位是秒(s)。在 1 秒内通过导体横截面的电荷为 1 库仑时,其电流为 1 安(A)。

在国际单位制中,电流的单位是安培(A),此外常用的还有毫安(mA)、微安(μ A)等。它们的关系为:

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

经典例题

【例题 2-1】5 秒钟内通过导体横截面的电量为 0.05 库仑,求电流大小,折合成多少 mA?

【问题解析】根据电流的计算公式,已知时间和电荷大小,可直接算出电流。

【解题过程】

$$\text{解: } I = \frac{Q}{t} = \frac{0.05}{5} \text{ A} = 0.01 \text{ A} = 10 \text{ mA}$$

（三）电流的方向

规定正电荷定向移动的方向为电流方向,常用带箭头的直线表示。虽然电流的方向是客观存在的,但具体分析电路时,往往很难判断某段电路中电流的实际方向,为解决这一问题,引入电流参考方向的概念。在分析电路前,可以任意假设一个电流的参考方向,如图 2-2-4 所示。如果电流的设定参考方向与实际方向相同,则电流为正值,如果电流的设定参考方向与实际方向相反,则电流为负值。



图 2-2-4 电流的参考方向

通常根据电流方向是否随时间改变而将电流分成直流电流和交流电流,如图 2-2-5 所示。如果电流的方向不随时间变化,这样的电流称为直流电流。如果电流的大小和方向都不随时间变化,则称为稳恒电流。一般所说的直流电流,通常指的是稳恒电流。如果电流的方向随时间作周期性变化,则称为交流电流。

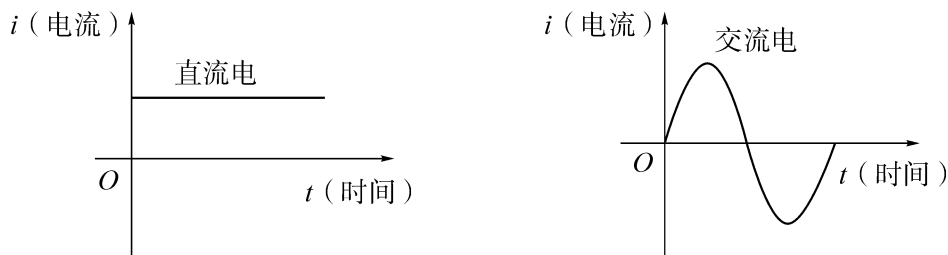


图 2-2-5 直流电流与交流电流波形

应用实例

电流的热效应

在日常生活中,用电器有一些热现象,如电水壶能将水烧开,电视机使用一定时间后会发热,这种电流通过导体会产生热的现象称为电流的热效应。热效应是电流通过导体时,由于自由电子的碰撞,电能不断地转变为热能的客观现象。

在生产和生活中,很多用电器都是根据电流的热效应制成的,如家庭中常见的电饭煲、电水壶、电熨斗等,工厂中常见的电炉、电烘箱等。但是电流的热效应也有不利的方面:如导线发热加速绝缘材料老化;电动机、变压器发热容易烧坏设备;电路短路会造成电气设备烧毁,甚至引起火灾,必须采取一定的保护措施,加以防范。电灯泡上“220 V 40 W”或电阻器上“100 Ω 1 W”的标志,就是为保证电气设备能长期安全工作的额定值。

二、测量直流电流

生活中需要使用各种测量仪器,如测体温的温度计,称重的电子秤,测血压的血压计等。如果要测量直流电路中的电流,需要什么仪器仪表来测量呢? 本节从认识直流电流表开始来学习直流电流的测量方法。

扫描二维码观看直流电流表测量电流。



指针式万用表测电流

（一）认识直流电流表

图 2-2-6 所示是一个常用的直流电流表,它由表盘、指针、调零旋钮、正负极接线柱组成。直流电流表是测量直流电流的仪表,它有安培表、毫安表和微安表之分。电流表的符号用 A 表示。电流表的内阻一般都很小,通常可以忽略不计。

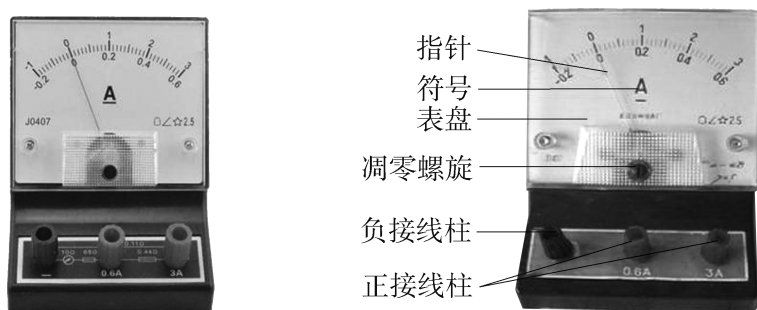


图 2-2-6 直流电流表外形与结构

（二）直流电流表使用方法

(1) 机械校零。使用前要检查直流电流表的指针是否指零,若不指零,则用螺丝刀调节图 2-2-6 中电流表的调零旋钮,使直流电流表的指针指零。

(2) 选用量程。直流电流表选用的量程应大于被测电流,如果不知道电流大小,可以从大量程转换到小量程去测试,直到读数比较合适为止。

(3) 直流电流表的连接。直流电流表测量电流时要串联在电路中,如图 2-2-7 所示按照电流参照方向从“+”接线柱入,从“-”接线柱出,如果正偏,说明实际方向与参考方向相同,如果指针反偏说明实际方向与测量方向相反,将两个接线柱对调进行测量。

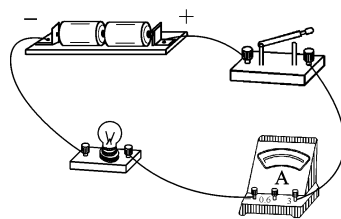


图 2-2-7 直流电流表的连接

(4) 读取数值。读取数值是一般遵循“三看”原则。一看量程,电流表的测量范围。二看分度值,表盘的一小格代表多少。三看指针位置,指针的位置包含了多少个分度值。读取数值时要看清表针停留位置(一定从正面观察),待电表指针稳定后再读数。

实践应用

测量直流电流

实验步骤

1. 按图 2-2-8 连接电路,其中电源电压为 6 V, $R_1=200\ \Omega$, $R_2=300\ \Omega$ 。
2. 开关 S 断开时,用直流电流表测电源中电流大小。开关 S 闭合时,再次测量。
3. 开关 S 闭合时,用直流电流表测电阻 R_1 、 R_2 中电流大小。

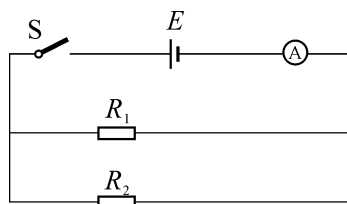


图 2-2-8 直流电流表测量电流

实验现象



测试电源中的电流:直流电流表的合适量程为_____,电源中的电流方向为_____,大小为_____。

测试电阻 R_1 中的电流:直流电流表的合适量程为_____, R_1 中的电流方向为_____,大小为_____。

测试电阻 R_2 中的电流:直流电流表的合适量程为_____, R_2 中的电流方向为_____,大小为_____。

实验结论



1. 开关的闭合与断开决定着电路中电流的有无,所以测电流时要闭合开关。
2. 测量直流电流时电流表要串联在电路中,电流的方向与参考方向有关。
3. 测量数据应准确,需选择合适的量程。
4. 若不能估计电路中直流电流的大小,首先选择最大直流电流表的量程,然后根据电流表指针的偏转角度慢慢减小量程,直至合适为止。
5. 在测量中若电流表指针反偏,将正负接线柱调换方向再进行测量。
6. 通过三种电流的测量值可以看出_____电流是_____电流与_____电流之和。



学后测评

2-2

一、选择题

1. 关于稳恒直流电流,其不随时间变化的是 ()
A. 方向 B. 大小 C. 方向和大小 D. 电流强度
2. 实际生活中,以下表述符合事实的可能是 ()
A. 空调器的工作电流是 5 A 至 10 A 之间
B. 电子手表的工作电流是 5 A~10 A
C. 手机的工作电流是 5 A~10 A
D. 1 A=10 000 mA
3. 电流单位换算正确的是 ()
A. 1 A=100 mA B. 1 μ A=0.001 A
C. 1 mA=1 000 μ A D. 1 A=100 μ A

二、判断题

1. 在电流通过电动起重机的过程中,主要是将机械能转化为电能。 ()
2. 经计算得到某一支路的电流为负值时,表示该电流的实际方向与参考方向相反。 ()

3. 在一段电路中,没有电压就没有电流,没有电流也就没有电压。 ()

三、填空题

1. 300 毫安(mA)=_____安培(A)=_____微安(μ A)。

2. 干电池产生的电流是_____电流,实验室插座里的电流是_____电流。(直流/交流)

四、计算题

1. 某电路横截面上 10 分钟内通过的电荷为 3 库仑(C),那么这段电路的电流等于多少毫安(mA)?

2. 有一根导线上的电流为 500 mA,求每小时通过该导体的电荷量为多少库仑?



案例导入

生活中常常会看到大自然中河水流动有一定的方向,俗话说“水往低处流”,水流总是从地势高的地方往地势低的地方流淌,说明要形成持续水流就要存在一定的水位差。同样,要形成持续的电流,在导体的两端也必须维持一定的电压。本节探讨电压与电位的概念与特点。

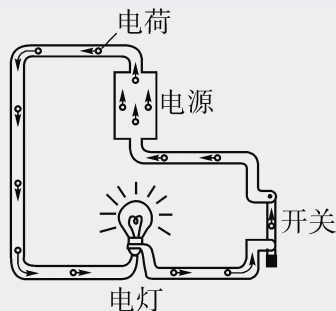


图 2-3-1 电压与电位模型

一、认识电压与电位

(一) 电压的概念

水位落差可以让水流动,电池中也存在电位差,其正极的电位高于负极的电位。电池电位差产生的电场力,使电荷在电路中从电池正极、导线和用电器定向流动到电池的负极,从而形成了电流。将电场力对单位正电荷所做的功称为电压,电压是产生电流的必要条件之一。

电压的符号:大写 U 表示直流电压,小写 u 表示交流电压。在国际单位制中,电压的单位是伏特(V),此外还有兆伏(MV)、千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)等。它们之间的关系为:

$$1 \text{ MV} = 10^3 \text{ kV} = 10^6 \text{ V}$$

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

(二) 电位的概念

正如每座山峰都有一个海拔高度,电路中各点也都有一个电位。计算山峰的海拔高度是以海平面为起点的,称为参考点。同样,电路中的电位也要有一个参考点,称为零电位点。某点的电位就是该点相对于零电位点的电压。图 2-3-2 中 A 点的电位一般用 V_A 表示。电位相对于不同的零电位点,其数值也不相同,可见,电位具有相对性。

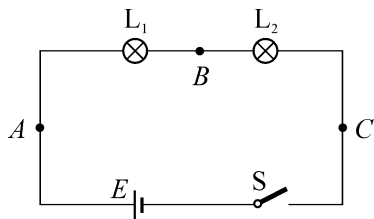


图 2-3-2 简单电路

图中 U_{AB} 为 A、B 两点间的电压,则

$$U_{AB} = V_A - V_B \quad (2-2)$$

其中, V_A 为 A 点的电位, V_B 表示 B 点的电位。

若 A 点的电位 V_A 比 B 点的电位 V_B 高,则 U_{AB} 为正值;若 A 点的电位 V_A 比 B 点的电位 V_B 低,则 U_{AB} 为负值。

注意:因零电位点位置选取不同,任一点的电位可能不同,但任意两点间的电压却是不变的,可见,电压是绝对的。

(三) 电压的方向

电压不但有大小也有方向,一般在电路中会标出电压的方向,规定电压的方向由高电位点指向低电位点。具体分析电路时,往往很难判断某段电路中电压的实际方向,为解决这一问题,引入了电压参考方向的概念。先任意假设一个电压的参考方向,如图 2-3-3 所示。如果电压的设定参考方向与实际方向相同,则电压为正值,如果电压的设定参考方向与实际方向相反,则电压为负值。

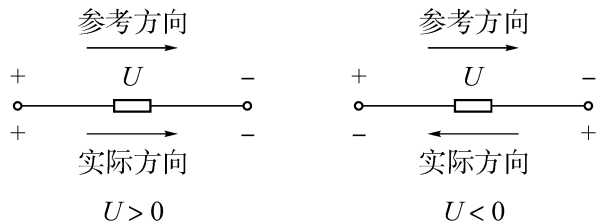


图 2-3-3 电压的方向

经典例题

【例题 2-2】如图 2-3-4 所示,分别取 d 、 b 为参考点,电路中各点的电位,并求出 U_{ac} 。

【问题解析】某点的电位是从该点出发沿一定的路径绕行到参考点,在该路径上所有元件电压降的代数和。某两点 a 、 c 之间的电压 U_{ac} 等于 a 点的电位 V_a 与 c 点的电位 V_c 之差;也等于从 a 点经过一定的路径绕行到 c 点,该路径上所有元件电压降的代数和。

【解题过程】

解:(1) 取 d 为参考点,则 $U_d = 0 \text{ V}$ 。

图中 $U_{ad} = 5 \text{ V}$, $V_a - V_d = 5 \text{ V}$, $V_a = 5 + V_d = 5 + 0 = 5 \text{ V}$

$U_{ab} = 2 \text{ V}$, $V_b = V_a - 2 = 5 - 2 = 3 \text{ V}$

$U_{dc} = 0 \text{ V}$, $V_c = V_d = 0 \text{ V}$

$U_{ac} = V_a - V_c = 5 - 0 = 5 \text{ V}$

(2) 取 b 为参考点,则 $V_b = 0 \text{ V}$

图中 $U_{ab} = 2 \text{ V}$, $V_a - V_b = 2 \text{ V}$, $V_a = V_b + 2 = 0 + 2 = 2 \text{ V}$

$U_{ad} = 5 \text{ V}$, $V_d = V_a - 5 = 2 - 5 = -3 \text{ V}$

$U_{dc} = 0 \text{ V}$, $V_c = V_d = -3 \text{ V}$

$U_{ac} = V_a - V_c = 2 - (-3) = 5 \text{ V}$

由以上计算可知,电位的大小与参考点的选择有关,电位是相对的。

而电压的大小是绝对的,与参考点的选择无关。

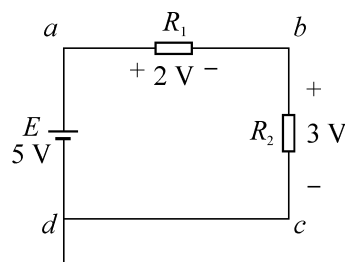


图 2-3-4

二、测量电压与电位

通过前面的学习知道电压是产生电流的必要条件,如果电路中的电源电压出现问题,整个电路将无法正常工作。所以一般要判断电路中的故障首先就测量电压是否正常。在实际操作中一般采用直流电压表测量直流电压与电位,本节从认识直流电压表开始,来学习直流电压的测量方法。



指针式万用表测电压

扫描二维码观看直流电压表测量电压。

(一) 认识直流电压表

图 2-3-5 所示是常用的直流电压表,它由表盘、指针、调零旋钮、正负极接线柱组成。

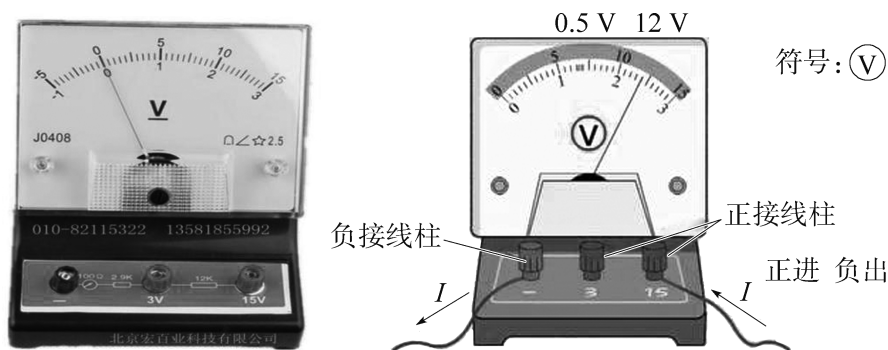


图 2-3-5 直流电压表外形与结构



电压表的内阻一般都很大,接入电路后电压表中所通过的电流一般很小,通常可以忽略不计。一般用符号 $\text{—}\text{V}\text{—}$ 表示。

(二) 直流电压表使用方法

1. 机械校零

使用前要检查直流电压表的指针是否指零,若不指零,用螺丝刀调节调零机构,使指针指零。

2. 选用量程

直流电压表选用的量程应大于被测电压,如果不知电压大小,可以从大量程逐步转换到小量程去测试,直到读数比较合适为止。

3. 电路连接

(1) 测量电压:测量电压时,如图 2-3-6 所示,电压表要与待测电压的灯泡并联。测量图 2-3-7 电路中 AB 两点间的电压 U_{AB} 时,则应将电压表的“+”接线端与电压参照方向的“+”端(A 端)相接,电压表的“-”接线端与电压参照方向的“-”端(B 端)相接,如果指针正偏,说明实际方向与参考方向相同;如果指针反偏说明实际方向与测量方向相反,将两个接线柱对调进行测量。

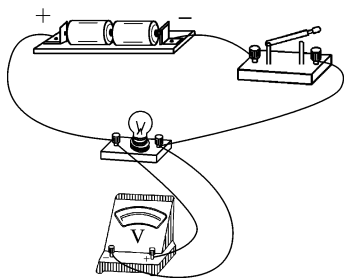


图 2-3-6 直流电压表的连接

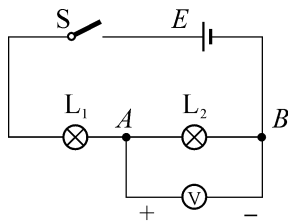


图 2-3-7 直流电压的测量

(2) 测量电位:测量图 2-3-8 电路中 A 点的电位时,合上开关 S 。先确定零电位参考点(如电源接地点 C 点),然后将电压表的“+”接线端与 A 点相接,电压表的“-”接线端与参考点 C 点相接,如果正偏说明 A 点的电位为正值,如果指针反偏说明 A 点的电位为负值,将两个接线柱对调再进行测量。

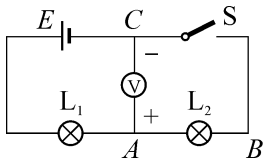


图 2-3-8 直流电位的测量

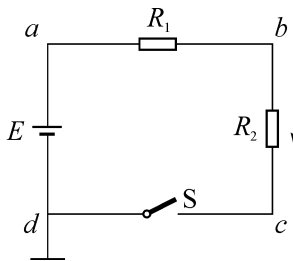


图 2-3-9 测量电路

(3) 读取数值:读取电压表数值一般遵循“三看”原则(同电流表)。

实践应用

测量电压与电位

实验步骤

用直流电压表测量电路的直流电压、直流电位。

图 2-3-9 所示电路中电源电压为 4 V , $R_1=300\ \Omega$, $R_2=100\ \Omega$ 。

- 按图 2-3-9 连接好电路。连接电路时开关 S 应保持断开状态。
- 若以 d 点为零电位点,用电压表分别测量 a 、 b 、 c 、 d 点的电位、 ab 间的电压,记录测量数据,完成表 2-3-1。
- 闭合开关 S,分别以 d 、 b 点为参考点,用电压表分别测量出 a 、 b 、 c 、 d 点的电位、 ab 间的电压。记录测量数据,完成表 2-3-1。

表 2-3-1 测量电路的电位和电压表

开关 S 状态	参考点	V_a	V_b	V_c	V_d	U_{ab}
S 断开	d 点					
S 闭合	d 点					
S 闭合	b 点					

- 开关 S 处于断开和闭合两种状态下,用电压表分别测量 cb 、 cd 、 da 间的电压。记录测量数据,完成表 2-3-2。

表 2-3-2 测量电路中的电压表

开关 S 状态	U_{cb}	U_{cd}	U_{da}
S 断开			
S 闭合			

实验结论

- 电路中测量各点电位时,参考点不同得到的电位_____。
- 电路中测量电压时,参考点不同得到的电压_____。
- 电压与电位之间的关系?
- 电路中电流为 0 时,电压与电位_____ (等于 0/不等于 0)。

学后测评

2-3

一、选择题

1. 如图 2-3-10 电路中, 两点电位 $V_A = 5 \text{ V}$, $V_B = 7 \text{ V}$, 则 U_{AB} 等于 ()

- A. 2 V
- B. -2 V
- C. 12 V
- D. -12 V

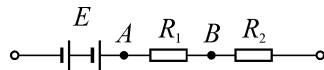


图 2-3-10

2. 关于电位说法不正确的是 ()

- A. 电路两点的电位越高, 则两点间电压越高
- B. 电路中, 两点之间电压就是两点电位之差
- C. 如 AB 两点之间电压为 5 V , $V_A = 0 \text{ V}$, 则 B 点电位为 -5 V
- D. 电路中两点之间电压与零电位点选择无关

3. 关于参考点与电位, 说法不正确的是 ()

- A. 电路中参考点的电位为零
- B. 参考点发生变化, 电路中各点电位也会发生变化
- C. 电路中某点电位发生变化, 可能是参考点选取发生变化
- D. 电路中参考点发生变化时, 其他电位点电位不会变化

二、判断题

1. $V_a = -5 \text{ V}$, 是指 a 点的电位比参考点电位低 5 V 。 ()

2. 任一瞬时从电路中某点出发, 沿回路绕行一周回到出发点, 电位不会发生变化。 ()

3. 标有 1.5 V 的干电池, 电源负极电位为 0 V , 正极电位比负极高 1.5 V 。 ()

三、填空题

1. $30 \text{ kV} = \underline{\hspace{2cm}} (\text{V})$, $5 \text{ mV} = \underline{\hspace{2cm}} (\text{V})$ 。

2. 用电压表测量电压时, 必须将电压表选择合适的 , 然后将电压表 联到电路中, 测量电位时, 要先确定 。

四、计算题

1. 在某一直流电路中, $U_{AB} = 2 \text{ V}$, $U_{AC} = -3 \text{ V}$, $U_{CD} = 4 \text{ V}$, 若 D 点接地, 求 A 、 B 、 C 、 D 各点的电位。

2. 在图 2-3-11 中, (1) 以 B 点为参考点, 求 A 、 C 两点的电位及两点间的电压。
(2) 以 A 点为参考点, 求 A 、 C 两点的电位及两点间的电压。

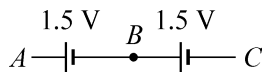


图 2-3-11