

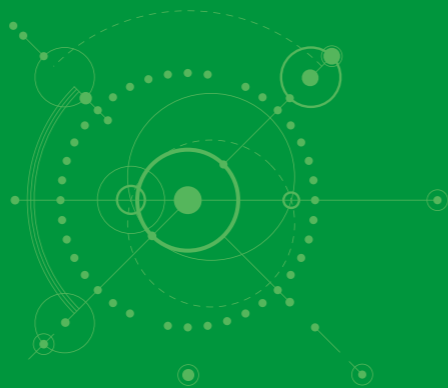
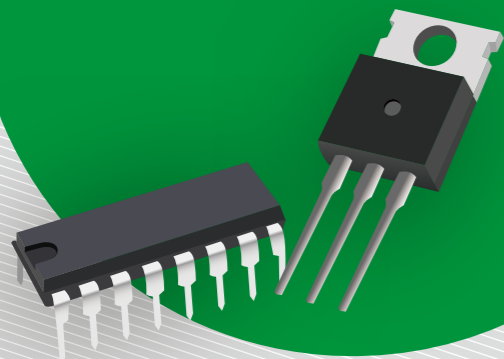
巍巍交大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



策划编辑 张云鹏
责任编辑 胡思佳
封面设计 黄燕美

电工与电子 技术基础

DIANGONG YU DIANZI
JISHU JICHU



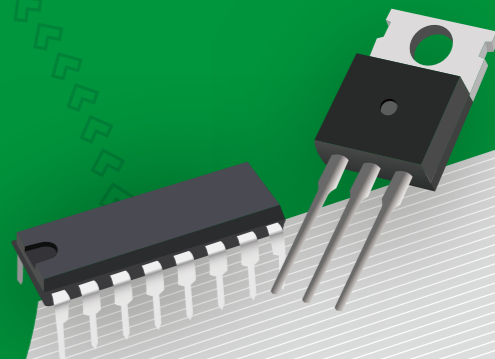
“十四五”职业教育国家规划教材

电工与电子 技术基础

主编 黄媛媛

电工与电子技术基础

主编 黄媛媛



上海交通大学出版社

X-B

免费提供

精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com



扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-25651-5



9 787313 256515 >

定价: 43.00元



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



“十四五”职业教育国家规划教材

电工与电子 技术基础

主编 黄媛媛

主审 郭欣



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是“十四五”职业教育国家规划教材。本书除实训项目外分为10个项目,内容包括安全用电常识、认识直流电路、认识交流电路、磁的基本知识与技能、电动机及常用低压电器、三相异步电动机的基本控制电路、认识常用半导体器件、模拟电路基础、数字电路基础和现代控制技术。

本书可作为中等职业教育装备制造大类各专业的教材,也可供相关企业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术基础 / 黄媛媛主编. — 上海:上海交通大学出版社,2021.11(2023.8重印)

ISBN 978-7-313-25651-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 225392 号

电工与电子技术基础

DIANGONG YU DIANZI JISHU JICHU

主 编:黄媛媛

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:三河市骏杰印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:305 千字

版 次:2021 年 11 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-25651-5

定 价:43.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:14.75

印 次:2023 年 8 月第 3 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0316-3662258



前言

Preface

“电工与电子技术基础”是中等职业学校面向非电类专业,为满足农林类、资源环境类、能源类、土建水利类、加工制造类、石油化工类、轻纺食品类、交通运输类等相关专业对于电工、电子技术的基础知识和基本技能的需求,为学生后续专业课程的学习及今后职业生涯发展与终身学习奠定基础的一门专业基础课程。本书是在吸收和借鉴课程改革成果,响应《职业教育提质培优行动计划(2020—2023年)》中有关“三教”改革的号召,落实立德树人的根本任务,结合中等职业教育教学的实际,在原有教材经验的基础上编写而成的。

本书编写的基本思路是:坚持“够用、实用”原则,面向实际应用,突出职业能力培养,以就业为导向,以促进学生终身学习为目标,满足中等职业教育的培养目标和教育教学改革的需要。

本书紧密结合中等职业教育的特点,注重能力的培养,所涉及内容尽可能与现实生活及应用实例相结合,为学生学习专业知识打下基础。本书在编写过程中,始终坚持以服务为宗旨,以就业为导向,打破“章、节”编写模式,建立以“项目为引导,任务为驱动”的编写体系;紧紧围绕学生关键能力的培养组织内容,在确保理论知识够用、实用的基础上力求编出特色、编出质量,并注意强化以下基本内容:

(1)内容与中等职业学校学生的知识、能力结构相适应,以“必需、够用”为度,尽量减少理论论证,以掌握概念、突出应用、培养技能为教学重点。

(2)考虑到学生能力的培养和学习基础,尽量举例说明问题,并与实际应用紧密结合,在此基础上进行理论说明。

(3)努力落实立德树人的根本任务,将理论教学、技能锻炼与职业素养的养成相结合,找好“三全育人”的突破点。

(4)具有应用性和时代性,介绍新技术、新材料和新工艺。

(5)版面简洁清晰,知识讲解、操作步骤力求图文并茂,直观地呈现教学内容,有利于学生自主学习。



(6)重点项目内容配有在线资源,学生可通过扫描二维码观看相关微课、视频等,延伸教材功能,丰富学生学习手段。

本书内容涵盖了电工、电子技术相关的基础知识和基本技能,共10个教学项目,33个教学任务,7个实训项目,其中项目二任务五、项目三任务三、项目五任务三和项目十为选修内容,可根据专业需求安排学时。本课程基本必修总学时数应保证不少于72学时。

具体学时安排如下:

课程内容	理论学时	实践学时	合计
项目一 安全用电常识	4	4	8
项目二 认识直流电路	8+2(选修)	0	8+2(选修)
项目三 认识交流电路	6+2(选修)	4	10+2(选修)
项目四 磁的基本知识与技能	8	2	10
项目五 电动机及常用低压电器	6+2(选修)	2	8+2(选修)
项目六 三相异步电动机的基本控制电路	4	4	8
项目七 认识常用半导体器件	4	2	6
项目八 模拟电路基础	6	2	8
项目九 数字电路基础	4	2	6
项目十 现代控制技术	6(选修)	0	6(选修)
合计	50+12(选修)	22	72+12(选修)

本书由天津市第一商业学校黄媛媛任主编,天津市第一商业学校王煜参与编写。具体编写分工如下:黄媛媛编写项目一至项目六、实训项目一至实训项目六,王煜编写项目七至项目十、实训项目七。本书由河北工业大学郭欣教授主审。在此感谢郭欣教授对本书的辛勤付出,并感谢天津市第一商业学校机电技术系教研组老师们给予的大力支持。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请读者予以批评指正。

编者



Contents

项目一	安全用电常识	1
	任务一 认识电及电源	2
	一、电能的产生	2
	二、电能的输送及分配	3
	三、低压配电系统	3
	任务二 安全用电常识	5
	一、触电及触电带来的危害	5
	二、触电的种类及形式	6
	三、触电预防及防护措施	7
	四、电气设备的防雷和防火	10
	五、触电急救及触电急救技术	11
	任务三 常用电工工具的使用	13
	一、常用电工工具	13
	二、烙铁钎焊工具	17
	任务四 认识常用电工仪表	19
	一、常用电工仪表简介	19
	二、电流表	20
	三、电压表	20
	四、万用表	21
项目二	认识直流电路	26
	任务一 认识电路及电路的基本物理量	27
	一、电路及电路图	27
	二、电路的基本物理量	29
	任务二 电阻元件和欧姆定律	36
	一、电阻	36
	二、电阻元件	37
	三、欧姆定律	40
	四、负载获得最大功率的条件	42
	任务三 电阻元件的串、并联电路	44



一、串联电路	44
二、并联电路	45
任务四 电容器	47
一、电容器的结构	47
二、电容器的种类及符号	48
三、电容量	48
四、电容器的参数及参数标注方法	49
五、电容器的充放电及质量判别	50
* 任务五 复杂电路计算——基尔霍夫定律	52
一、复杂电路的基本概念	52
二、基尔霍夫定律	53
项目三 认识交流电路	59
任务一 认识单相正弦交流电	60
一、交流电的类型	60
二、交流电的解析表达式及波形图	61
三、表征交流电的物理量	62
四、交流电的相量图表示法	65
任务二 认识单相正弦交流电路	66
一、纯电阻交流电路	66
二、纯电感交流电路	68
三、纯电容交流电路	70
* 任务三 认识 RL 串联电路	73
一、 RL 串联电路	74
二、 RL 串联电路的阻抗	74
三、电路的功率	75
四、功率因数	75
任务四 认识三相正弦交流电及三相交流电路	79
一、三相正弦交流电	79
二、三相正弦交流电源	80
三、三相交流负载	81
四、三相电路的功率	82

项目四 磁的基本知识与技能	87
任务一 磁场基本知识	88
一、磁体与磁极	88
二、磁场	88
三、电流产生的磁场及磁场方向的判别	89
四、磁场的基本物理量	90
任务二 电磁力及电磁感应现象	93
一、电磁力	93



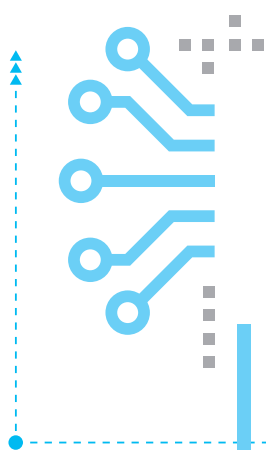
	二、磁场对通电直导体的作用	94
	三、磁场对通电线圈的作用	94
	四、电磁感应	95
	五、楞次定律与电磁感应定律	96
	任务三 自感现象和电感与电感器	99
	一、自感现象	99
	二、电感与电感器	100
	任务四 互感现象和变压器	101
	一、互感现象	101
	二、变压器	102
项目五	电动机及常用低压电器	108
	任务一 认识三相交流异步电动机	109
	一、三相异步电动机的基本结构	109
	二、三相异步电动机的工作原理	111
	三、三相异步电动机的型号和技术数据	113
	任务二 认识单相异步电动机	116
	一、分相起动式单相异步电动机	116
	二、罩极起动式单相异步电动机	117
	* 任务三 认识直流电动机	119
	一、直流电动机的基本结构	119
	二、直流电动机的转动原理	119
	三、直流电动机的分类	120
	四、直流电动机的调速	121
	任务四 认识常用低压电器	122
	一、组合开关	123
	二、低压断路器	123
	三、熔断器	124
	四、接触器	125
	五、热继电器	127
	六、按钮开关	128
	七、行程开关	129
	八、时间继电器	129
项目六	三相异步电动机的基本控制电路	133
	任务一 三相异步电动机的正转运行控制电路	134
	一、手动正转电动机控制电路	134
	二、三相异步电动机的点动控制	135
	三、三相异步电动机的接触器自锁控制	136
	任务二 三相异步电动机的正反转运行控制电路	138
	一、接触器联锁正反转控制电路	138
	二、按钮和接触器双重联锁的正反转控制电路	139



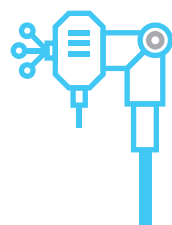
项目七	认识常用半导体器件	142
	任务一 二极管基本知识	143
	一、半导体与 PN 结	143
	二、二极管的结构及其符号	144
	三、二极管的伏安特性	144
	四、常用二极管介绍	145
	五、二极管的主要参数及型号	147
	任务二 三极管基本知识	149
	一、三极管的结构及符号	149
	二、三极管的放大作用	150
	三、三极管的特性曲线	150
	四、三极管的主要参数及型号	152
项目八	模拟电路基础	156
	任务一 整流电路	157
	一、单相半波整流电路	157
	二、单相桥式整流电路	158
	任务二 滤波电路	161
	一、电容滤波电路	161
	二、电感滤波电路	162
	三、复式滤波电路	162
	任务三 基本放大电路	163
	一、共发射极放大电路的基本组成	163
	二、静态工作点	164
	三、共发射极放大电路的工作原理	165
	四、共发射极放大电路的直流通路与交流通路	166
	五、放大电路的主要性能指标	167
项目九	数字电路基础	172
	任务一 数字电路基础知识	173
	一、模拟信号和数字信号	173
	二、数字电路的特点	174
	三、数制	174
	任务二 逻辑门电路	176
	一、与逻辑与与门	177
	二、或逻辑与或门	178
	三、非逻辑与非门	180
	四、复合逻辑门	181
	五、逻辑函数及其表示方法	182
项目十	现代控制技术	185
	* 任务一 认识可编程控制器	186



一、可编程控制器简介	186
二、PLC 的硬件构成	187
三、PLC 的编程语言	189
四、PLC 的电源线、接地线、通信线的连接	190
五、PLC 的分类及性能指标	191
六、PLC 编程举例	192
* 任务二 认识变频器	194
一、变频器简介	194
二、变频器应用举例	196
* 任务三 认识传感器	197
一、传感器简介	197
二、传感器的分类	198
三、传感器的组成	199
四、传感器应用举例	199
电工与电子技术基础实训项目	204
实训项目一 常用电工工具的使用及导线的连接训练	204
实训项目二 万用表的使用训练	207
实训项目三 白炽灯照明电路的安装训练	210
实训项目四 荧光灯照明电路的安装	213
实训项目五 三相异步电动机自锁正转 控制电路的安装	215
实训项目六 三相异步电动机正反转控制电路的安装	219
实训项目七 单相桥式整流滤波电路的安装、调试	222
参考文献	226



项目



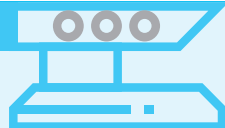
安全用电常识

知识目标

- ④ 认识电及电源,了解电的产生及输电和配电的相关知识;
- ④ 掌握安全用电的基本常识,了解预防触电的安全措施;
- ④ 熟悉各种电工工具和常用电工仪表的使用。

技能目标

- ④ 掌握安全用电措施,具备防雷、防火、防电的常识,保证安全用电;
- ④ 能够正确使用电工工具和电工仪表,会用万用表测量电压、电阻;
- ④ 掌握触电急救技术。





人们在生产和生活中,经常接触到电气设备,如果不小心触及带电体,或者触及电气设备的绝缘破损部分,就容易发生触电事故。为了保证人身安全,避免触电事故的发生,必须掌握安全用电常识,了解电源供电方式,掌握预防触电的安全措施。

通过本项目内容的学习,了解电能的产生、输送和分配,熟悉供配电系统,掌握电工常用工具的正确使用方法,掌握安全用电常识及预防触电的安全措施。了解电,不怕电,安全用电。

任务一

认识电及电源

一、电能的产生

电能属于二次能源,由发电厂的发电机将其他形式的能转换为电能。发电厂的发电方式按照所利用一次能源的种类可分为水力发电、火力发电、风力发电、核能发电、太阳能发电等。世界各国建造最多的是水力发电厂、火力发电厂(见图 1-1)及核能发电厂。



图 1-1 火力发电厂

如今,我国大力发展绿色能源建设,太阳能发电厂(见图 1-2)和风力发电厂(见图 1-3)如雨后春笋般建立起来。发展绿色能源是贯彻我国新发展理念,保护环境,避免污染,促进人与自然和谐发展的必由之路。



图 1-2 太阳能发电厂

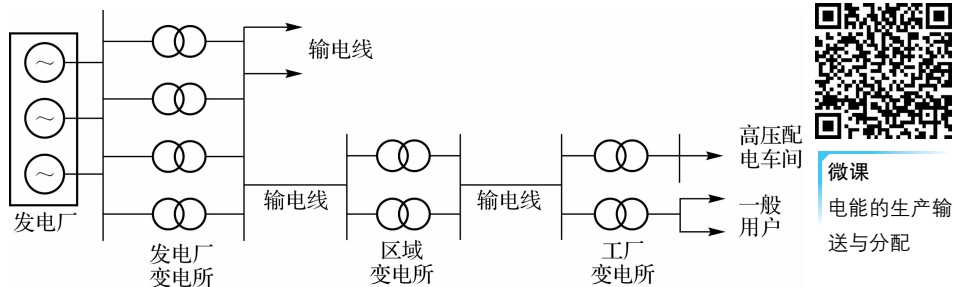


图 1-3 风力发电厂



二、电能的输送及分配

发电、输电和配电系统简图如图 1-4 所示。由发电厂产生的电能经过发电厂的变电所进行升压后,将电能通过不同的输电线路输送到不同的工业企业和城市。工业企业和城市内设有区域变电所,电能到达区域变电所经过变压器进行降压后,再次通过输电线路分配给各个车间及其他用户,通过配电箱(配电板)将电能分配给各用电设备。这就构成了发电、输电和配电的完整供配电系统,如图 1-5 所示。



微课

电能的生产输送与分配

图 1-4 发电、输电和配电系统简图



图 1-5 变压器、输电线、变配电所和配电箱

三、低压配电系统

1. 低压配电系统的电源

我国低压配电系统提供的电源有 380 V 和 220 V 两种电压等级,动力负载(如电动机)一般是对称的三相负载,接入 380 V 电压;照明、家用电器等单相负载,通常接入 220 V 电压。

我国低压配电系统应用较多的是三相四线制和三相五线制配电系统,如图 1-6 和图 1-7 所示。L1、L2、L3 为相线,N 为零线,PE 为保护地线,PEN 为保护零线(将零线和保护地线合二为一)。相线与相线之间的电压为线电压(380 V),相线与零线之间的电压为相电压(220 V)。

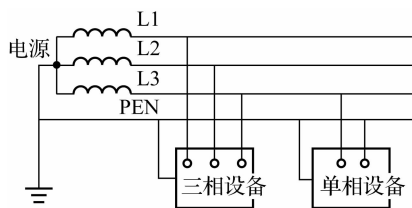


图 1-6 三相四线制配电系统

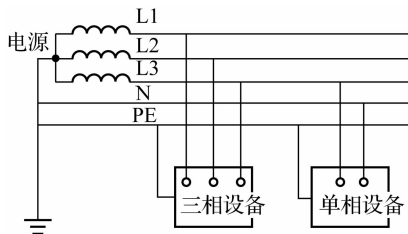


图 1-7 三相五线制配电系统



微课

低压供配电系统



电源设备的额定电压一般比用电设备的额定电压高 5%，以补偿部分线路电压降。例如，用电设备的额定电压为 380 V，而电源变压器的额定输出电压为 400 V。我国交流电力网的额定频率为 50 Hz，频率偏差不应超过 ± 0.2 Hz。

2. 低压配电线路

从工厂变电所或配电箱到用电设备的线路属于低压配电线路。低压配电线路的连接方式主要有放射式、树干式和混合式，图 1-8 所示为放射式和树干式，图 1-9 所示为混合式。当负载点比较分散且各负载点又具有比较集中的负载时，采用放射式配电线路。放射式配电线路可靠性高，当一条线路损坏或需要维修时，不影响其他线路的正常用电，但放射式配电线路铺设费用较高。当负载比较均匀地分布在一条线上时，采用树干式配电线路。树干式配电线路可靠性较低，一旦干线损坏或需要修理，就会影响连在同一干线上的其他负载的正常用电。混合式配电线路是一部分线路采用放射式，一部分线路采用树干式的配电方式，这种配电方式既节省了线路，又保证了部分线路的可靠性。例如，在工厂的车间中，通常采用混合式配电方式，即把各个动力配电线路及照明的配电线路一一分开，这样可以避免因局部事故而影响整个车间的正常工作。

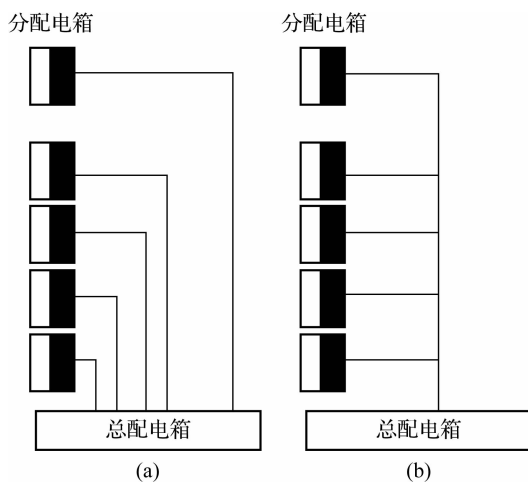


图 1-8 放射式和树干式配电线路

(a)放射式；(b)树干式

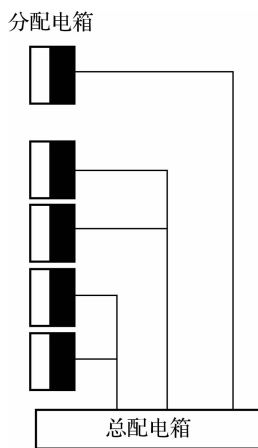


图 1-9 混合式配电线路

● 练一练

通过网络查找或实地调查(如在老师带领下观察实训室的配电箱),说明某一地方的供电方式及低压配电线路的连接方式。



职业素养与提升

我国发电技术居于世界前列，从 2011 年起，我国一直是世界发电量第一大国，2020 年我国全年发电量为 7.42 万亿千瓦时(度)，用电量为 7.51 万亿千瓦时。

图 1-10 所示为长江三峡五级船闸。长江三峡水电站是我国发电量和规模最大的水

力发电站,每年可以稳定输出1 000 亿度电。图中五级船闸上下水位落差可达113 m,相当于35层楼的高度,气势雄伟,堪称中国水利工程的伟大建设之一。

改革开放使中国经济腾飞,中国经济、文化、科技都得到了飞速发展。今天的中国已受世界瞩目,从高速度发展阶段步入了高质量发展阶段。习近平总书记提出了“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念,提出了“绿水青山就是金山银山”的理念,这一理念的提出坚定了我国生态文明建设与生态文明发展的信心。

改革开放使中国经济腾飞,中国经济、文化、科技都得到了飞速发展。今天的中国已受世界所瞩目,我们从昨日的高速度发展步入了高质量发展阶段。中国贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念,坚持“绿水青山就是金山银山”的理念,越来越重视环保和新能源的开发,其中光伏发电、风力发电等新能源发电得到持续增长,再加上特高压输电技术的应用,我国电网朝着绿色、高效、安全、智能等方向不断发展,为经济发展和人民的美好生活保驾护航。

党的二十大报告指出:中国式现代化是人与自然和谐共生的现代化。人与自然是生命共同体,无止境地向自然索取甚至破坏自然必然会遭到大自然的报复。我们坚持可持续发展,坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,像保护眼睛一样保护自然和生态环境,坚定不移走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路,实现中华民族永续发展。

今天的中国更加美丽,天更蓝、山更绿、水更清。我们要珍惜今天的美好生活,共同爱护环境,保卫我们的家园,让生态文明建设永续发展,实现人与自然和谐共生的中国式现代化。



图 1-10 长江三峡五级船闸

任务二

安全用电常识

安全用电是指在使用电气设备过程中防止电气事故的发生以及保障设备和人身的安全。电气事故一般分为自然事故和人为事故。自然事故是指非人为原因引起的事故,如设备绝缘老化引起漏电、雷击产生的破坏等。人为事故是指因违反安全操作规程而引起的设备损坏甚至人员伤亡等。通过本任务的学习,了解触电带来的危害,掌握触电发生的类型,掌握防止触电的措施及触电急救技术。

一、触电及触电带来的危害

触电是人体意外接触电气设备或线路的带电部分而造成的人身伤亡事故。

人体触电时,通过人体的电流会导致人的生理机能失常或破坏,如烧伤、肌肉抽搐、呼吸困难、心脏骤停,甚至危及生命。触电的危害程度与通过人体电流的大小、持续时间的长短、



电流通过人体的途径以及电源的频率等因素有关,其中最关键的是流过人体电流的大小。不是只要人体通过电流就会对人体造成伤害,通常情况下,30 mA 以下的电流不会对人体造成伤害,而电流达到 100 mA 及以上时即可立即致命。电流对人体的影响如表 1-1 所示。

表 1-1 电流对人体的影响

电流/mA	人的感觉程度
1~30	有麻、刺、痛的感觉,能摆脱电源
30~50	麻痹、痉挛、刺痛,血压升高,呼吸困难,如果不能及时摆脱将有致命危险
50~100	呼吸困难,心脏停跳,有致命危险
100 以上	致死

二、触电的种类及形式

1. 触电的种类

根据人体受到伤害的程度不同,触电可分为电伤和电击两种。

(1)电伤。电伤是电流流经人体的局部,对人体外部造成局部伤害。常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等。

(2)电击。电击是电流流经人体内部,对人体的内脏器官造成伤害。电击可引起肌肉疼痛、发麻、抽搐,严重的会引起心室颤动或呼吸停止,甚至会因心脏、呼吸系统及神经系统的致命伤害而造成人员死亡。触电死亡事故绝大部分是电击造成的。

实践证明,常见的 50~60 Hz 的工频电流的危险性最大,高频电流的危害性较小。人体通过 1 mA 的工频电流时会有麻木的感觉,通过 50 mA 的工频电流时,中枢神经系统会遭受损害,从而使心脏停止跳动而死亡。一般情况下,人们触及 36 V 及以下的电压,通过人体的电流不超过 30 mA,不会产生危险,故把 36 V 及以下的电压称为安全电压。

2. 触电的形式

按照人体触及带电体的方式和电流通过人体的途径,触电的形式大致有 3 种,即单相触电、两相触电和跨步电压触电。

(1)单相触电。单相触电是指人体的一部分接触带电体,另一部分又与大地或零线相接,电流从带电体流经人体到大地形成回路。单相触电示意图如图 1-11 所示,它是常见的触电形式。

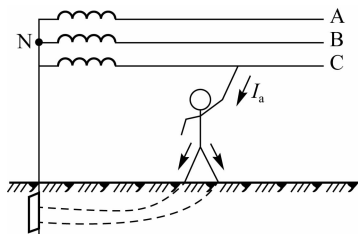


图 1-11 单相触电示意图

在触碰电气设备线路时,若不采取防护措施,一旦线路或设备的绝缘壳损坏漏电,将引起间接的单相触电;若站在地上,误接触带电体的裸露金属部分,将造成直接的单相触电。



微课
触电知识

(2)两相触电。人体的不同部位同时触及两相带电体,电流从一相通过人体流入另一相导体,构成一个闭合回路的触电形式称为两相触电。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都将比单相触电时高,因而危险性更大。两相触电示意图如图 1-12 所示。

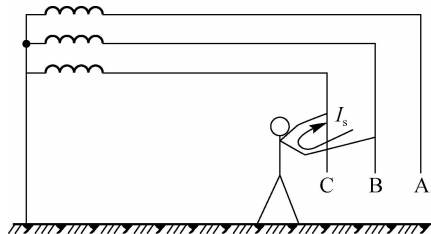


图 1-12 两相触电示意图

(3)跨步电压触电。跨步电压触电是指电气设备或线路发生接地故障时,接地电流通过接地体向大地流散,在地面上形成同心圆的不同电位分布。距接地体或接地点越近,地面电位越高;距接地体或接地点越远,地面电位越低。人在接地点周围行走,两脚之间产生电位差,从而引起触电。跨步电压触电示意图如图 1-13 所示。跨步电压与跨步距离有关,人的跨步距离一般按 0.8 m 考虑。

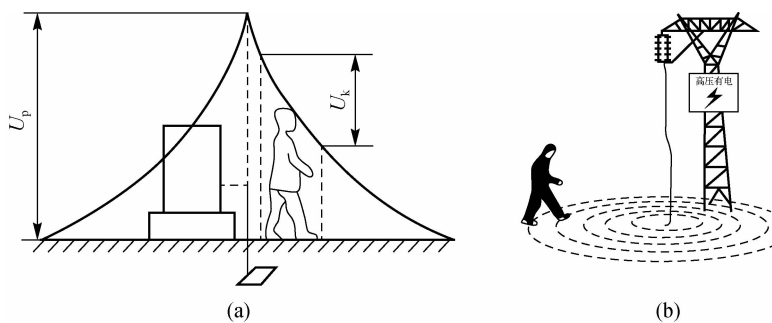


图 1-13 跨步电压触电示意图

小提示

遇到雷雨天气,当发现周围有带电体或带电线接触地面时,为了避免发生跨步电压触电,应两腿并拢或单腿蹦跳离开接地体。通常低压 4 m 以外或高压 8 m 以外为安全区域,不会有电荷分布。

三、触电预防及防护措施

触电事故是突发性事故,在很短的时间内造成极为严重的后果,必须引起注意,防止触电事故的发生。为了防患于未然,需要做好触电防护工作。下面介绍常用的触电防护措施。

1. 绝缘措施

绝缘是指为防止人体触及带电体,把带电体用绝缘物封闭起来。陶瓷、玻璃、云母、橡胶、木材、胶木、塑料和矿物油等都是常用的绝缘材料。应当注意,很多绝缘材料受潮或是在



强电场作用下遭到破坏后会丧失绝缘性能。另外,超负荷使用绝缘材料也会造成绝缘损坏。绝缘措施如使用带绝缘层的导线。

2. 屏护措施

屏护措施即采用护栏(见图 1-14)、护罩、护盖等把带电体同外界隔离开来,如电器的绝缘外壳、变压器的遮拦等。



图 1-14 电气护栏

3. 间距

间距就是保证与带电体保持必要的安全距离。例如,距离 1 kV 电气设备的垂直距离不少于 2.5 m,水平距离不少于 1 m。安全间距的大小与电压的高低、设备的类型及安装方式等因素有关。

4. 安全标志

在有触电危险之处,必须设有明显的安全标志,以引起警惕,防止触电事故发生,如图 1-15 所示。



图 1-15 安全标志

安全标志由安全色、边框、以图像为主要特征的图形符号或文字等构成,用于表达特定的安全信息。为了使人们迅速发现和分辨安全标志,国家标准规定了传递安全信息的颜色为红、蓝、黄、绿、黑五种,其中红色表示停止和消防,蓝色表示必须遵守规定、强制执行,黄色表示注意和警告,绿色表示安全、通过允许和工作,黑色用于安全标志的文字、图形符号和警告标志的几何边框。

5. 保护接地

为了防止电气设备外露的不带电导体意外带电造成的危险,将电气设备(如电机、变压器等)的金属外壳用电阻很小的导线与深埋在地下的接地体紧密连接起来的保护方式称为保护接地。此连接方式适用于中性点不接地的低压系统中。

图 1-16 所示为电动机的保护接地电路。当人触碰到因绝缘损坏电源相线与金属外壳短路连接的电动机时,该相电流将分为两路入地,大部分电流通过接地电阻(接地体的电阻值一般小于 $4\ \Omega$,远小于人体电阻)入地,流过人体的电流极其微小,可避免触电事故的发生。



6. 保护接零

将电气设备的金属外壳接到零线(中性线)上的保护方式称为保护接零,此方式适用于中性点接地的低压系统。注意保护接零方式的零线上不允许接开关或熔断器等装置,以防零线断路而失去保护作用。图 1-17 所示为电动机的保护接零电路。

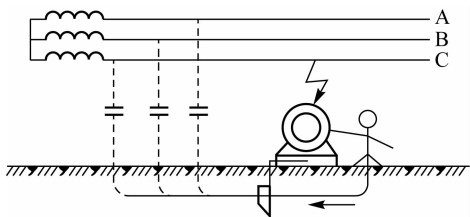


图 1-16 电动机的保护接地电路

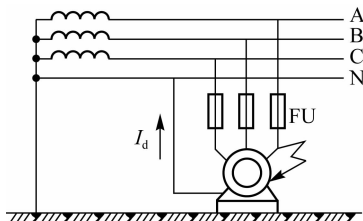


图 1-17 电动机的保护接零电路



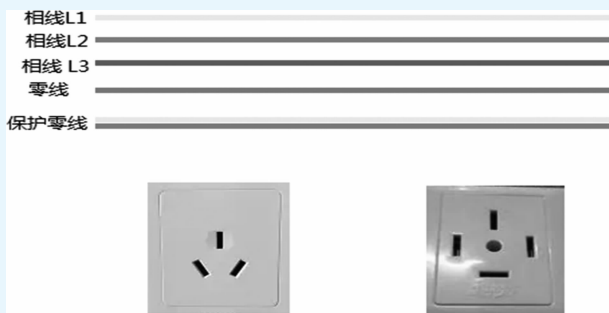
微课
保护接地和保护接零

小提示

必须指出,在同一变压器供电的系统中,不允许一部分设备使用保护接地,而另一部分设备使用保护接零,应该选用相同的保护措施。因为一旦保护接地的设备发生漏电现象,则零线的对地电压将升高到电源相电压的一半以上,实行保护接零的所有设备,因设备的外壳等金属部分与零线相连接将呈现较高的对地电压,从而危及操作人员的安全。

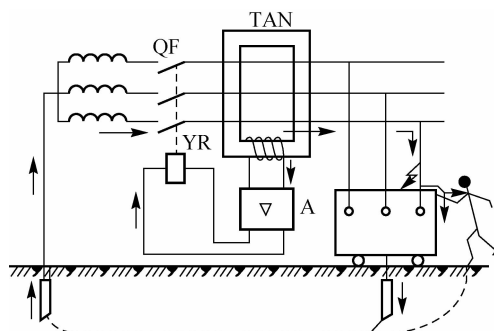
练一练

绘制单相插座和三相插座的接线图。



7. 漏电保护装置

为了保证在故障情况下人身和设备的安全,应尽量装设漏电保护装置。当设备及线路漏电时,漏电保护装置的检测机构检测到漏电电流,促使执行机构动作,自动切断电源,起到保护作用。图 1-18 所示为目前通用的电流动作型漏电保护开关的工作原理图。当设备正常运行时,主电路电流的相量和为零,零序互感器(TAN)的铁心无磁通,其二次侧无电压输出;当设备发生漏电或单相接地故障时,由于主电路电流的相量和不再为零,零序互感器的铁心有磁通产生,其二次侧有电压输出,经放大器(A)判断、放大后,输入脱扣器(YR),令断路器(QF)动作(QF 的主触头断开,俗称跳闸),从而切断故障电路,避免人员发生触电事故。



TAN—零序互感器；A—放大器；QF—主回路断路器(内含脱扣器 YR)。

图 1-18 电流动作型漏电保护开关的工作原理图

8. 采用安全电压

采用安全电压是适用于小型电气设备或小容量电气线路的安全措施。在安全电压下通过人体的电流不会造成触电事故的发生。我国规定安全电压等级为 42 V、36 V、24 V、12 V 和 6 V。应根据操作场地和使用环境等进行安全电压的选择,通常将 24 V 及以下的电压称为安全特低电压,多用于潮湿、危险场合的电源电压。

四、电气设备的防雷和防火

1. 电气设备的防雷

雷电是一种大气中带有大量电荷的雷云放电现象,对电气设备和建筑物有很大的危害。雷电的高电压、大电流将毁坏电气设备及线路,造成大面积、长时间停电,引起火灾和爆炸,造成人身触电伤亡等事故。由于雷电具有极大的破坏力,因此重要设施,如电力系统(控制室、机房、变配电站、高压线路等)、使用和储存危险品的建筑物(燃料库、火药库等)、重要建筑物(如机场、车站、古建筑等)等都必须采取防护措施。

防护雷电的主要措施有安装避雷针、避雷线、避雷网、避雷带,如图 1-19 所示。这些装置由接闪器、引下线和接地装置组成。接闪器承受直接雷击,巨大的雷电流通过阻值很小的引下线和接地装置流入大地,使被保护设施免受雷击。

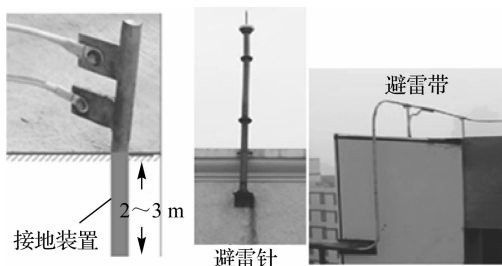


图 1-19 接地装置、避雷针和避雷带

2. 电气火灾预防

生产设备或作业场所应配置必要的消防设施,如灭火器等,如图 1-20 所示。现场消防设施不能移作他用,现场消防设施周围不得堆放杂物和其他设备。防火重点部位和场所应

按有关规定装设火灾自动报警装置或固定灭火装置。防火重点部位禁止吸烟,并应有明显标志。作业间断或结束时,应清理和检查现场,消除火险隐患。



图 1-20 灭火器及使用方法

小提示

对于电气火灾,应选用二氧化碳灭火器或干粉灭火器进行灭火,不可选用常见的泡沫灭火器进行灭火,因为泡沫灭火器的灭火剂是水溶液,若带电灭火,容易发生触电事故。

五、触电急救及触电急救技术

1. 触电急救

在用电过程中,一旦发生触电事故,应采用安全有效的方法,使触电者迅速脱离电源,并组织现场急救。救助时,救护人员既要救人,也要注意保护自身安全,防止自身触电。以下为现场急救的一些方法。

(1)使触电者迅速脱离电源。救护人员设法使触电者迅速脱离电源的方法包括拉开电源开关或刀闸,拔除电源插头,使用绝缘工具和干燥的木棒、木板、绳索等不导电物质解脱触电者。如果电流通过触电者入地,并且触电者紧握电线,可设法将干木板塞到触电者身下,使之与地面隔离,也可用干木柄斧子或有绝缘柄的钳子等将电线切断。

(2)对触电者进行救护。将触电人员脱离电源后,一方面打电话给医务人员,让医务人员前来进行救护;另一方面抓紧时间对触电者进行救护。

救护前先对触电人员进行观察,如果触电人员神志清醒,应使其就地平躺,暂时不要站立或走动;如果触电人员神志不清,应使其就地仰面躺下,且确保呼吸道通畅,在 5 s 内呼叫触电者或轻拍其肩部,以判定触电者是否丧失意识,禁止摇动触电者头部;如果触电者丧失意识,应在 10 s 内用看、听、试的方法,判定触电者的呼吸、心跳情况,如看触电者的胸部、腹部有无起伏动作,用耳贴近触电者的口鼻处,听有无呼气声音,试测口鼻有无呼气的气流,再用两手指轻试一侧喉结旁凹陷处的颈动脉有无搏动。

对触电者实施救护的方法是心肺复苏法,心肺复苏法包括口对口(鼻)人工呼吸法和胸外心脏按压法。

注意:在医务人员未接替抢救前,现场抢救人员不得放弃现场抢救。

2. 触电急救技术

(1)口对口(鼻)人工呼吸法。当触电者有心脏跳动但呼吸停止时,应采用口对口(鼻)人工呼吸法。



视频

安全用电及触电急救



①口对口人工呼吸法。如图 1-21 所示,首先清理触电者的口鼻等通道,将触电者口鼻朝上,头向后仰。将触电者口张开,抢救者深吸一口气,然后张大口将触电者的口全包住,接着做捏鼻动作,快而深地向触电者口内吹气,并观察其胸廓有无上抬下陷活动。一次吹完后,脱离触电者的口部,捏鼻翼的手同时松开,慢慢抬头再吸一口新鲜空气,准备下次口对口吹气。口对口呼吸频率为成人每分钟 16~20 次,大约每 5 s 吹一口气。

②口对鼻人工呼吸法。有些情况下,不能进行口对口人工呼吸,如牙关紧闭、口部严重损伤或抢救者不能将触电者口部完全紧密地包住等,这时应采用口对鼻人工呼吸法。抢救者一手按于触电者前额,使其头部后仰,另一手提起触电者下颌,并使其口部闭住,抢救者深吸一口气,然后用口包住触电者的鼻部,用力向触电者鼻孔吹气。

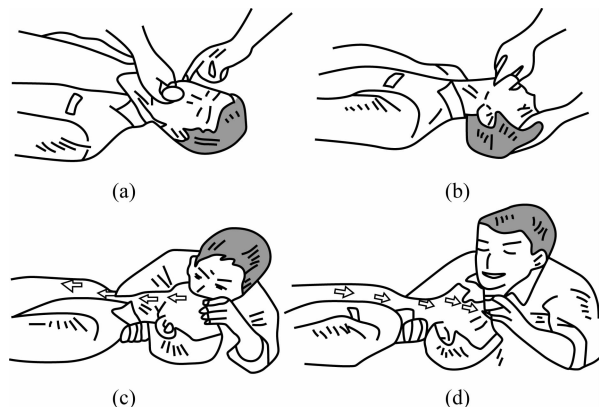


图 1-21 口对口人工呼吸法

(a)清理口腔阻塞;(b)鼻孔朝上头后仰;(c)贴嘴吹胸扩张;(d)放开嘴鼻换气

(2)胸外心脏按压法。当触电者有呼吸但心跳停止时,应采用胸外心脏按压法。

如图 1-22 所示,抢救者迅速将触电者置于仰卧位,平放于地面或硬板上。抢救者置于触电者身体一侧或正前方,左手掌根部紧贴按压区(胸骨正中线的中下 1/3 段交界处),右手掌根部重叠放在左手背上。抢救者双臂应伸直,双肩在触电者胸部正上方,垂直向下用力按压。按压要平稳,有规律,不能间断,不能冲击猛压,下压与放松的时间大致相等。按压次数:成人每分钟 80~100 次,儿童每分钟 100 次左右,婴儿每分钟 120 次左右。按压深度:成人胸骨下陷 4~5 cm,儿童 3 cm,婴儿 2 cm。

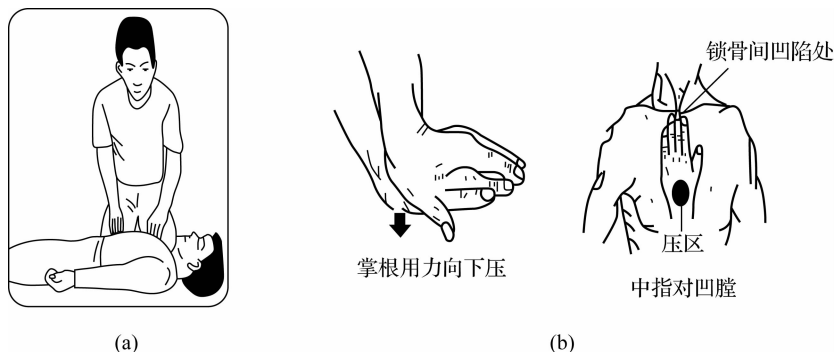


图 1-22 胸外心脏按压法

(a)施救者的位置;(b)两手叠放姿势及按压位置

(3)胸外按压与口对口(鼻)人工呼吸交替进行。当触电者呼吸和心跳均停止时,应胸外按压与口对口(鼻)人工呼吸交替进行抢救。其节奏为:单人抢救时,每按压 15 次后吹气 2 次,反复进行;双人抢救时,每按压 5 次后由另一人吹气 1 次,反复进行。



职业素养与提升

增强安全生产意识是保证人身安全和生产安全的第一要素。我国采用“安全第一,预防为主,综合治理”的安全方针政策。青年学生要接受安全知识教育,树立正确的生命观,增强安全意识,遵守安全操作规程和规定,掌握触电知识及触电急救技术。当他人的生命受到威胁时,采用正确的救助方法,牢记救死扶伤是每个人的光荣使命。

党的二十大报告指出:中国式现代化是物质文明和精神文明相协调的现代化。物质富足、精神富有是社会主义现代化的根本要求。物质贫困不是社会主义,精神贫乏也不是社会主义。我们不断厚植现代化的物质基础,不断夯实人民幸福生活的物质条件,同时大力发展社会主义先进文化,加强理想信念教育,传承中华文明,促进物的全面丰富和人的全面发展。

今天我们的生活富足了,我们的精神更要富足,珍爱生命,保护生命,加强安全知识教育,提升人民的基本素质,做好各项危险防范措施,让生活更美好、社会更和谐、人民更幸福!

任务三

常用电工工具的使用

电工工具是安装电气设备和电气线路的专用工具。电工工具质量不合格、使用方法不得当,都会影响工作质量,降低工作效率,甚至造成人身伤害事故。因此,电工操作人员必须了解常用电工工具的结构、性能,掌握电工工具的正确使用方法。下面简单介绍常用电工工具的结构及使用方法。

一、常用电工工具

1. 低压验电器

低压验电器也称试电笔、测电笔。低压验电器是用于检测低压线路和设备是否带电的工具,有笔式和螺钉旋具式两种,如图 1-23 所示。

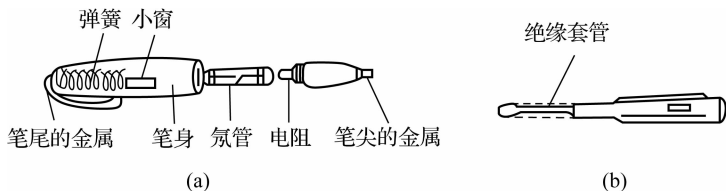


图 1-23 低压验电器的结构类型

(a) 笔式; (b) 螺钉旋具式