

教育部 规划 教材

中等职业学校电工专业(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

# 电工基本操作技能训练



全国中等职业学校电工专业教材编写组 编

杜德昌 主编

高等教育出版社



教育部规划教材  
中等职业学校电工专业  
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

# 电工基本操作技能训练

全国中等职业学校电工专业教材编写组 编  
杜德昌 主编

高等教育出版社

(京)112号

## 内 容 简 介

本书是教育部职业技术教育司组织编写的全国中等职业学校电工专业教材,是教育部规划教材。

本书的主要内容有:安全用电、电工基本操作、常用电工仪表的使用与维修、常用电工器材的选择与使用、三相异步电动机的维修、电力拖动基本控制和机床控制线路的安装与维修、10kV以下配电线路的架设、室内配线与电气照明、电子线路的安装与调试、可编程控制器(PC机)的使用等。每部分内容包括若干个训练课题,每个课题分解为若干个训练项目。本书根据行业部门与劳动部门最新颁发的有关电工中级技术工人等级标准,紧扣职业技能鉴定规范中级电工考核大纲的技能要求,结合中等职业学校教学特点编写,并综合了电工专业新技术的发展方向,适当增添了一些必要的內容。全书力求文字叙述简要,训练步骤清晰,训练方法易行。

本书可作为中等职业学校电工专业的技能训练教材,也可以作行业部门中级技术工人的岗位培训教材,以及再就业或自学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工基本操作技能训练/杜德昌主编. - 北京:高等教育出版社,1999.6

ISBN 7-04-007158-4

I.电… II.杜… III.电工技术-技术学校-教材 IV.TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 39602 号

---

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 中国青年出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 1999年6月第1版

印 张 17.25

印 次 1999年6月第1次印刷

字 数 420 000

定 价 18.40 元

---

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

# 出版说明

1989年12月,原国家教委职业技术教育司在江苏常州组织召开了有17个省市及原能源部中国电力企业联合会代表参加的中等职业学校电工专业教材会议,拟定了为编写教材用的中等职业学校电工专业教学计划,审定了该专业11门课程的教材编写提纲,并编写了专业课教材,1992年由高等教育出版社出版发行,至今已印刷10多次,受到师生好评。随着劳动部门与行业部门对本专业中级技术工人等级考核标准的颁发,以及中等职业教育发展的需要,从1997年起,原国家教委职业技术教育司对这套教材重新组织了编写,并列入中等职业学校电工专业教育部规划教材系列。

本套教材以三年制中等职业学校学生为主要读者对象,培养目标为中级技术工人。本系列教材侧重低压电器维修与安装,以部颁最新中级工人技术等级标准(原电力工业部、劳动部关于“电力工人技术等级标准”,原劳动部、机械工业部关于电工“国家职业技能鉴定规范”)为依据编排专业课与工艺实习课,坚持学以致用,注意拓宽学生的基础知识,突出职业技能训练,以适应中等职业学校的就业需要。为了适应各地区、各学校不同要求,课程设置采用“积木式”结构,分为文化课、专业基础课和工艺实习课三个层次。本次编写的教材主要有:《电工应用识图》、《电工仪表与测量》、《电机与变压器》、《电动机与变压器维修》、《工厂电气控制设备》、《低压电气设备运行与维修》、《电力内外线施工》、《变配电设备运行与维护》(原名《工厂供电》)、《电工基本操作技能训练》。

本套教材的特点是专业课设置以专业基础课与工艺实习课为两条主线,二者相辅相成。例如:《电机与变压器》与《电动机与变压器维修》、《工厂电气控制设备》与《低压电气设备运行与维修》,既紧密配合,又有一定的系统性与独立性。这样,为突出技能训练与教学改革提供了条件。

参加本系列教材组织与审定工作的有:北京、江苏、南京、天津、河北、辽宁、沈阳、大连、西安、黑龙江、山东、江西、湖南、武汉、河南、重庆、成都等省市教育部门派出的教师、教学研究人员及专家。江苏省教育委员会对本专业教学计划的制定给予了具体帮助,在此谨向他们表示谢忱。

本系列教材亦可供行业部门岗位培训及自学人员使用。

高等教育出版社

1998年6月

# 前 言

本书是根据劳动部门与行业部门颁发的电工《职业技能鉴定规范(考核大纲)》和《工人技术等级标准》编写的,供中等职业学校电工类专业使用,是教育部规划教材。

本书是配合中等职业学校电工专业各课程进行操作实习的一本自成体系的技能训练教材,也可作本专业各课程学习结束后,为参加劳动部门技能鉴定,而进行的综合实习操作能力训练的课程教材。全书主要训练单元包括:安全用电、电工基本操作工艺、常用电工仪表的使用与维修、常用电工器材的选择与使用、三相异步电动机的维修、电力拖动基本控制和机床控制线路的安装与维修、10kV 以下配电线路的架设、室内配线与电气照明、电子线路的安装与调试、可编程序控制器(PC机)的使用等。每一训练单元分解为若干个训练课题,每个训练课题包括目的要求、知识要点、设备材料和技能训练4部分。其中,目的要求主要是针对本训练课题提出的要求,一般以了解、学会、掌握、熟练掌握等分成不同的层次要求;知识要点主要是介绍与本训练课题相关的理论知识要点,便于学生加深对训练内容的理解;设备材料是指完成本训练课题所必需的、最基本的一些设备和材料;技能训练则把本课题的内容分解为若干个训练项目,每一个技能训练项目又分解为若干个训练步骤,完成一项独立的操作训练内容。每一单元结束后有复习巩固题。

本书是全国教育科学规划“九五”教育部重点课题《面向21世纪职业高中课程与专业教材体系改革的研究与实验》的实验教材之一。全书以基本操作技能训练为主,着重强调了技能训练的通用性和规范性,力求紧密结合生产实际。每一个训练课题一般不涉及到器件的结构、工作原理等理论知识,只介绍操作使用、检修、维护、故障排除、选择、安装等。在文字的表述上力求深入浅出、简明扼要、通俗易懂,并尽可能多的采用插图的形式,以求直观形象。

鉴于本书的内容较多,涉及的面较广,总教学课时确定为100学时,各单元的课时分配建议如下表(“\*”号为选学内容)。

单 元	单 元 内 容	课 时	备 注
一	安全用电	4	
二	电工基本操作工艺	14	
三	常用电工仪表的使用与维护	8	
四	常用电工器材的选择与使用	10	
五	三相异步电动机的维修	16	
六	电力拖动基本控制和机床控制线路的安装与维修	12	
七	10kV 以下配电线路的架设	12	
八	室内配线与电气照明	8	
九	电子线路的安装与调试	12	
* 十	可编程序控制器(PC机)的使用	4	(选学)
合计		100	

受编写组的委托,本书由山东省教学研究室组织山东省济南、潍坊、淄博等市的职教教研室、职业学校的教研员、专业技能教师讨论编写,由杜德昌主编,参加编写的有徐月明、孙云财、段全续、王锡乾、刘建华、卢世萍。陈成瑞、宋志伟两位老师参与了本书编写提纲的讨论。全书承蒙宋健雄老师审阅,在此谨表示诚挚的感谢。

编写专业技能训练教材对我们来说是初次尝试,编写经验不足,教材中定有许多不足之处,诚望广大读者提出宝贵意见,以便进一步修改完善。

编者

一九九八年六月

# 目 录

<b>第一单元 安全用电</b> .....	1	2.4.3 印刷线路板上电子元件的焊接 训练 .....	37
课题 1.1 电工安全操作规程 .....	1	2.4.4 印刷线路板上电子元件的排序及 整形 .....	38
课题 1.2 预防触电及触电急救 .....	3	2.4.5 电子分离元件的焊接 .....	40
1.2.1 预防触电 .....	4	2.4.6 集成电路的焊接 .....	41
1.2.2 触电急救方法 .....	5	课题 2.5 钳工基本操作 .....	42
课题 1.3 防雷保护 .....	6	2.5.1 平面划线 .....	42
1.3.1 防雷装置的安装 .....	7	2.5.2 金属切削 .....	43
1.3.2 接地装置的安装 .....	9	2.5.3 金属锉削 .....	46
课题 1.4 电气火灾的扑救 .....	10	2.5.4 锯削 .....	50
复习巩固题 .....	11	2.5.5 钻孔 .....	51
<b>第二单元 电工基本操作工艺</b> .....	12	2.5.6 攻丝 .....	53
课题 2.1 通用电工工具的使用与 维护 .....	12	2.5.7 套丝 .....	54
2.1.1 螺丝刀的合理使用与维护 .....	12	课题 2.6 电工识图 .....	55
2.1.2 钢丝钳的合理使用与维护 .....	13	2.6.1 识读 CA6140 车床电气控制线 路图 .....	56
2.1.3 活络扳手的合理使用与维护 .....	14	2.6.2 识读照明电路图 .....	57
2.1.4 电工刀的合理使用与维护 .....	14	复习巩固题 .....	58
课题 2.2 常用电工防护用具的使用与 维护 .....	14	<b>第三单元 常用电工仪表的使用与     维护</b> .....	60
2.2.1 高压绝缘棒的使用与存放 .....	15	课题 3.1 电工仪表的使用常识 .....	60
2.2.2 高压验电器的使用与试验 .....	15	课题 3.2 电流表和电压表的使用 .....	63
2.2.3 试电笔的合理使用与维护 .....	16	3.2.1 直流电流表、电压表的使用 .....	64
2.2.4 绝缘防护用具的使用与维护 .....	17	3.2.2 交流电流表、电压表的使用 .....	66
2.2.5 综合技能训练 .....	18	课题 3.3 电阻测量仪表的使用 .....	67
课题 2.3 导线线头的加工工艺 .....	18	3.3.1 伏安法测量电阻 .....	67
2.3.1 电磁线绝缘层的去除 .....	19	3.3.2 单臂电桥测量法 .....	68
2.3.2 电力线绝缘层的去除 .....	19	3.3.3 双臂电桥测量法 .....	69
2.3.3 电磁线线头的连接 .....	21	3.3.4 兆欧表的选择 .....	70
2.3.4 铜芯电力线线头的连接 .....	22	3.3.5 兆欧表的使用与维护 .....	70
2.3.5 铝芯电力线线头的连接 .....	26	课题 3.4 万用表的使用 .....	71
2.3.6 线头与接线桩的连接 .....	28	3.4.1 万用表的使用 .....	72
2.3.7 导线的封端连接 .....	32	3.4.2 用万用表测量直流电阻 .....	73
2.3.8 导线绝缘层的修复 .....	33	课题 3.5 电度表的选择与安装 .....	74
课题 2.4 电工焊接工艺 .....	34	3.5.1 电度表的选择 .....	74
2.4.1 电烙铁的选用及维护 .....	34		
2.4.2 电烙铁的拆装与维修 .....	36		

3.5.2	电度表的安装	74	5.1.2	异步电动机的装配	111
3.5.3	电度表的接线与读数	76	5.1.3	拆装训练	112
课题 3.6	功率表的使用	77	课题 5.2	三相异步电动机定子绕组首尾端的判别	113
3.6.1	功率表量程的选择	78	5.2.1	用万用表判别三相异步电动机定子绕组的首尾端	113
3.6.2	功率表的正确接线	78	5.2.2	用灯泡检查法判别	114
3.6.3	功率表的读数	80	课题 5.3	定子绕组的拆除与安装	115
复习巩固题		80	5.3.1	拆除定子绕组	116
<b>第四单元 常用电工器材的选择和使用</b>		82	5.3.2	线圈的绕制	118
课题 4.1	导电材料的选择	82	5.3.3	定子绕组的布线	119
4.1.1	导电材料选用实例	88	5.3.4	定子绕组的接线连接	121
课题 4.2	绝缘材料	89	5.3.5	定子绕组的耐压试验与浸漆	122
课题 4.3	熔断器	93	课题 5.4	电动机的整体检查与试运转	124
4.3.1	RC1A 瓷插式熔断器的使用和维护	93	5.4.1	电动机的整体检查	125
4.3.2	螺旋式熔断器的使用和维护	94	5.4.2	电动机的试运转	126
4.3.3	管式熔断器的使用和维护	94	复习巩固题		126
4.3.4	熔断器的选用	96	<b>第六单元 电力拖动基本控制和机床控制线路的安装与维修</b>		128
4.3.5	熔断器的检修实例	96	课题 6.1	电动机点动、单向连续运转及热过载保护单向运转线路的安装接线	128
课题 4.4	低压断路器	97	6.1.1	电动机点动控制线路的安装接线	129
4.4.1	自动空气开关的选用	97	6.1.2	电动机单向运转及点动控制线路的安装接线	129
4.4.2	自动空气开关的安装与维修	98	6.1.3	电动机热过载保护单向运转控制线路	131
4.4.3	空气开关触头的检修实例	98	课题 6.2	双重联锁可逆控制线路安装接线	132
课题 4.5	交流接触器	99	6.2.1	双重联锁可逆控制线路安装	132
4.5.1	交流接触器的选用	99	6.2.2	自动往返行程控制线路	135
4.5.2	交流接触器的安装	100	课题 6.3	星—三角形起动控制线路安装接线	136
4.5.3	交流接触器的维护与检修	101	6.3.1	星—三角形起动按钮转换控制电路接线	137
4.5.4	交流接触器动触头的检修	102	6.3.2	星—三角形降压起动时间继电器控制电路接线	139
课题 4.6	热继电器	103	课题 6.4	绕线式异步电动机起动控制线路的安装接线	141
4.6.1	热继电器的选择	103	6.4.1	绕线式异步电动机的起动及调速	
4.6.2	热继电器的安装与检修	104			
4.6.3	热继电器误动作故障检修	104			
课题 4.7	时间继电器	105			
4.7.1	JS7-A 空气阻尼式时间继电器的使用	105			
4.7.2	JS7-A 时间继电器的检修	106			
4.7.3	JS7-2A 时间继电器的检修	106			
复习巩固题		107			
<b>第五单元 三相异步电动机的维修</b>		108			
课题 5.1	三相异步电动机的拆卸与装配	108			
5.1.1	异步电动机的拆卸	108			



接线 .....	141	7.4.2 进户线的安装 .....	176
课题 6.5 电动机的制动控制电路的安装		课题 7.5 电缆敷设 .....	177
接线 .....	143	7.5.1 直埋电缆的敷设 .....	178
6.5.1 单向起动机机械制动控制电路的安装		7.5.2 电缆沟内敷设 .....	179
接线 .....	143	课题 7.6 电缆连接 .....	182
6.5.2 单向起动机反接制动控制电路的安装		7.6.1 油浸纸绝缘电缆做环氧树脂中间	
接线 .....	145	接头的连接 .....	182
6.5.3 半波整流单向起动能耗制动控制线		7.6.2 户内环氧树脂预制外壳式电缆终端	
路的安装接线 .....	146	头的制作 .....	184
课题 6.6 C620 车床电气控制线路及故障		7.6.3 塑料橡皮电缆的连接 .....	185
排除 .....	148	7.6.4 预制外壳式环氧树脂电缆终端头的	
6.6.1 C620 车床电气部分基本操作		制作训练 .....	187
技术 .....	149	复习巩固题 .....	188
6.6.2 C620 车床电路故障分析 .....	149	<b>第八单元 室内配线与电气照明</b> .....	191
6.6.3 电路故障判断及排除训练 .....	151	课题 8.1 室内配线 .....	191
6.6.4 综合故障的分析、判断及排除 .....	151	8.1.1 护套线配线 .....	191
复习巩固题 .....	151	8.1.2 瓷夹板与绝缘子配线 .....	192
<b>第七单元 10kV 以下配电线路的</b>		8.1.3 护线管配线 .....	196
<b>施工</b> .....	154	课题 8.2 配电箱的制作与安装 .....	199
课题 7.1 登杆训练 .....	154	8.2.1 配电箱的制作 .....	200
7.1.1 踏板登杆训练 .....	155	8.2.2 配电箱的安装 .....	202
7.1.2 踏板下杆训练 .....	156	8.2.3 配电箱盘面安装训练 .....	203
7.1.3 脚扣上下杆训练 .....	156	课题 8.3 电气照明线路的安装 .....	203
课题 7.2 架空配电线路路径、材料的		8.3.1 白炽灯线路的安装 .....	204
选择 .....	157	8.3.2 日光灯的组装 .....	205
7.2.1 架空配电线路路径的选择、杆位的		课题 8.4 照明线路常见故障检修 .....	206
测定 .....	157	8.4.1 白炽灯线路常见故障分析及检修	
7.2.2 电杆的选择 .....	158	方法 .....	207
7.2.3 横担的选择 .....	159	8.4.2 日光灯线路常见故障分析及检修	
7.2.4 金具的选择 .....	160	方法 .....	208
7.2.5 导线及其排列方式的选择 .....	161	复习巩固题 .....	211
7.2.6 绝缘子的选择 .....	162	<b>第九单元 电子线路的安装与调试</b> .....	213
课题 7.3 低压架空配电线路的施工 .....	162	课题 9.1 电感器、电容器的测试 .....	213
7.3.1 电杆的安装 .....	163	9.1.1 电感器的测试 .....	214
7.3.2 拉线的制作与安装 .....	166	9.1.2 用万用电桥测电感 .....	215
7.3.3 横担的组装 .....	168	9.1.3 电容器的识别与简易测量 .....	215
7.3.4 导线的架设 .....	169	9.1.4 用万用电桥测电容 .....	216
7.3.5 杆上导线的绑扎接线 .....	170	课题 9.2 晶体管的测试 .....	216
7.3.6 配电线路的工程验收 .....	173	9.2.1 晶体二极管的测试 .....	217
课题 7.4 架空接户线、进户线的安装 .....	173	9.2.2 晶体三板管的测试 .....	218
7.4.1 接户线的安装 .....	173	课题 9.3 晶闸管、单结管的测试 .....	219

9.3.1 晶闸管的识别与简易测试 .....	220	课题 10.1 PC 机的使用和操作 .....	240
9.3.2 单结晶体管的管脚识别 .....	221	10.1.1 编程器的使用 .....	242
课题 9.4 晶体管直流电源的安装 .....	222	课题 10.2 开关量的输入及输出 .....	243
9.4.1 桥式整流电路的安装 .....	223	10.2.1 起动线路 .....	245
9.4.2 稳压二极管稳压电路的安装 .....	225	10.2.2 起动 - 停止 - 自保线路 .....	245
9.4.3 观察整流滤波、稳压电路的波形 .....	227	10.2.3 前进 - 后退线路 .....	246
9.4.4 比较放大电路的认识 .....	229	课题 10.3 定时器的应用 .....	246
9.4.5 串联型稳压电源的安装 .....	231	10.3.1 设计双重延时断开电路 .....	247
课题 9.5 晶闸管可控整流电源的安装 .....	232	10.3.2 设计双重延时接通电路 .....	247
9.5.1 晶闸管调压电源的安装 .....	233	课题 10.4 计数器的应用 .....	248
9.5.2 调光台灯电路的观察 .....	235	10.4.1 直接计数 .....	249
课题 9.6 双向晶闸管交流调压电路的 安装 .....	235	10.4.2 两个计数器组合使用 .....	249
9.6.1 双向晶闸管的简易测试 .....	237	复习巩固题 .....	249
9.6.2 双向晶闸管调光灯的安装 .....	238	<b>附录 1 中华人民共和国工人技术等级 标准 .....</b>	<b>251</b>
复习巩固题 .....	238	<b>附录 2 中华人民共和国职业技能鉴定 规范 .....</b>	<b>256</b>
<b>第十单元 可编程序控制器(PC机)的 使用 .....</b>	<b>240</b>		

# 第一单元 安全用电

电工安全操作的各项规定是每一名电工所必须遵守的规章制度,它规定了对电工的最基本的要求;电工生产岗位责任制规范了电工的工作范围,是确保电工工艺得以贯彻执行的重要条件。本单元介绍了电工安全操作规程、预防触电及触电急救的措施、防雷保护以及电气火灾的扑救等。

## 课题 1.1 电工安全操作规程

### ● 目的要求

熟练掌握电工安全操作的各项规定,了解电工生产岗位责任制,学会文明生产。

### ● 知识要点

1. 电工安全操作技术方面的有关规定

(1) 工作前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。

(2) 任何电气设备内部未经验明无电时,一律应视为有电,不准用手触及。

(3) 不准在运行中拆卸修理电气设备。检修时必须停车,切断电源,并验明无电后,方可取下熔丝(体),挂上“禁止合闸,有人工作”的警示牌。

(4) 在总配电盘及母线上进行工作时,在验明无电后应接临时接地线,装拆接地线都必须由值班电工进行。

(5) 临时工作中断后或每班开始工作前,都必须重新检查电源确已断开,并验明无电。

(6) 由专门检修人员修理电气设备时,值班电工要负责进行登记,完工后要作好交待,共同检查,然后方可送电。

(7) 必须在低压配电设备上带电工作时,要经领导批准,并要有专人监护。

(8) 工作时要带安全帽,穿长袖衣服,带绝缘手套,使用绝缘的工具,并站在绝缘物上进行操作。邻相带电部分和接地金属部分应用绝缘板隔开。带电工作时,严禁使用锉刀、钢尺等金属工具进行工作。

(9) 禁止带负载操作动力配电箱中的刀开关。

(10) 电气设备的金属外壳必须接地(接零),接地线要符合标准,不准断开带电设备的外壳接地线。

(11) 拆除电气设备或线路后,对可能继续供电的线头必须立即用绝缘布包好。

(12) 安装灯头时,开关必须接在相线上,灯头(座)螺纹端必须接在零线上。

(13) 对临时装设的电气设备,必须将金属外壳接地。严禁将电动工具的外壳接地线和工作零线接在一起插入插座。必须使用两线带地或三线插座时,可以将外壳接地线单独接到干线的

零线上,以防接触不良引起外壳带电。

(14) 动力配电盘、配电箱、开关、变压器等各种电气设备附近,不准堆放各种易燃、易爆、潮湿和其他影响操作的物件。

(15) 熔断器的容量要与设备和线路安装容量相适应。

(16) 使用梯子时,梯子与地面之间的角度以 60 度左右为宜,在水泥地面上使用梯子时,要有防滑措施。

(17) 使用喷灯时,油量不得超过容器容积的 3/4,打气要适当,不得使用漏油、漏气的喷灯,不准在易燃、易爆物品的附近将喷灯点燃。

(18) 使用一类电动工具时,要戴绝缘手套,并站在绝缘垫上。

(19) 用橡胶软电缆接移动设备时,专供保护接零的芯线中不许有工作电流通过。

(20) 当电气设备发生火灾时,要立刻切断电源,然后使用“1211”灭火器或二氧化碳灭火器灭火,严禁用水或泡沫灭火器灭火。

## 2. 安全检查的有关规定

(1) 为了防止触电事故的发生,应定期检查电工工具及防护用品,如:绝缘鞋、绝缘手套等其绝缘性能是否良好,是否在有效期内,如有问题,应立即更换。

(2) 在安装或维修电气设备前,要清扫工作场地和工作台,防止灰尘等杂物侵入而造成故障。

(3) 在维修操作时,应及时悬挂安全牌,应严格遵守停电操作的规定,做好防止突然送电的各项安全措施。检查维修线路时,首先应拉下闸刀开关,然后再用验电笔测量刀开关下端头,确认无电后,应立即悬挂“禁止合闸,线路有人工作”的警示牌,然后才能进行操作检查。

(4) 在高压电气设备或线路上工作时,必须要有保证电工安全工作的制度,如:工作票制度、操作票制度、工作许可制度、工作监护制度、工作间断、转移和终结制度等。

## 3. 文明生产方面的有关规定

文明生产对保障电气设备及人身的安全至关重要,因而每一位电工都应学会文明生产。文明生产主要包括以下内容:

(1) 对工作要认真负责,对机器设备、工具、原材料等要极为珍惜,具有较高的道德风尚和高度的主人翁责任感。

(2) 要熟练掌握电工基本操作技能,熟悉本岗位工作的规章制度和安全技术知识。

(3) 具有较强的组织纪律观念,服从领导的统一指挥。

(4) 工作现场应经常保持整齐清洁,环境布置合乎要求,工具摆放合理整齐。

(5) 电工工具、电工仪表及电工器材的使用应符合规程的要求。

(6) 工作要有计划、有节奏地进行,在对重要的电气设备进行维修工作或登高作业时,施工前后均应清点工具及零件,以免遗漏在设备内。

(7) 要不断学习,提高科学文化和业务水平,除了应熟练地掌握本职工作技能外,还应熟悉本岗位生产过程中的各项规章制度和安全技术知识。

## 课题 1.2 预防触电及触电急救

### ● 目的要求

了解触电的原因以及触电造成的危害,掌握触电的种类和防止触电的措施,掌握触电急救的方法。

### ● 知识要点

带电的物体如果没有仪表测试,从外表上不能看出它是否带电。但如果不慎触及它,由于人体本身就是导体,则会有电流流经人体,造成触电事故。

防止触电事故,一是要严格地按电工操作规程进行操作,二是要对可能发生漏电的电气设备定期进行保护接地和保护接零。保护接地是将电气设备的金属外壳通过导线与接地体做良好的连接;保护接零是指将电气设备的金属外壳用导线与电网的零线连接起来。

#### 1. 触电的原因及其危害

##### (1) 发生触电事故的主要原因

- ① 电气设备的安装过于简陋,不符合安全要求。
- ② 电气设备老化,有缺陷或破损严重,维修维护不及时。
- ③ 作业时没有严格遵守电工安全操作规程或粗心大意。
- ④ 缺乏安全用电常识。

(2) 触电对人体的伤害主要是电击和电伤,电击是触电者直接接触了设备的带电部分,电流通过了人的身体,当电流达到了一定数值后,就会将人击倒;电伤是指触电后皮肤的局部创伤,由于电流的热效应、化学效应、机械效应以及在电流的作用下,使熔化和蒸发的金属微粒侵袭人体皮肤而遭受灼伤。

(3) 一般当人体通过的交流电流(频率为 50Hz)超过 10mA 时,直流电流超过 50mA 时,就可能危及生命。同时,人体接触的电压越高,通过人体的电流越大,时间越长,造成的伤害也就越严重。

#### 2. 触电的种类

常见的触电类型有单相触电、两相触电、跨步电压触电。

(1) 单相触电 单相触电是指人体的一部分触及一根相线,或者接触到漏电的电气设备的外壳,而另一部分触及到大地(或中线)时,电流从相线经人体流到大地(或中线)形成回路,此时人体承受的电压为相电压(220V),如图 1-1 所示。单相触电常见于家庭用电,因为家用电器,如电灯、电视机、电风扇、洗衣机等,使用的都是单相交流电。

(2) 两相触电 两相触电是指人的两个部位同时触及两根带电的不同相的相线,电流流经人体形成回路,称之为两相触电。此时,加在人体上的电压是线电压(380V),如图 1-2 所示。两相触电后果比单相触电更为严重,两相触电常见于电工电杆上带电作业时发生的触电事故。

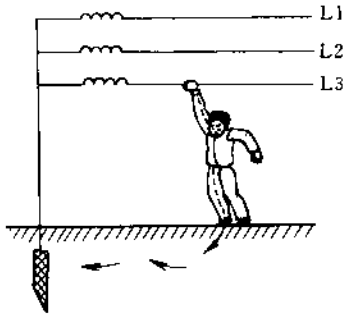


图 1-1 单相触电

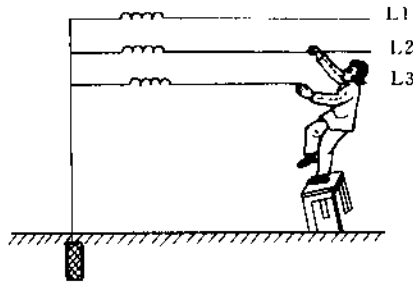


图 1-2 两相触电

(3) 跨步电压触电 当架空电力线路的一根带电导线断落在地上时,电流就会经落地点流入地中,并向周围扩散。导线的落地点电位很高,距离落地点越远,电位越低,在落地点 20m 以外,地面的电位近似等于零。当人走近落地点附近时,两脚踩在不同的电位上,两脚之间就会有电位差,此电位差称之为跨步电压。当人体受到跨步电压的作用时,电流就会从一脚经胯部流到另一脚下形成回路,造成跨步触电,如图 1-3 所示。



图 1-3 跨步电压触电

## ● 技能训练

### 1.2.1 预防触电

在电气工程中保护接地和保护接零是最常见的预防触电的措施。

#### 1. 保护接地

(1) 电气设备的任何部分与土壤间做良好的电气连接叫做接地。

(2) 保护接地的接线方法如图 1-4 所示。在电气设备的外壳上,用导线与地面的接地装置连接起来。此时,当人体接触电气设备时,人体与接地装置是并联,由于人体的电阻很大,电流则流经接地装置形成回路,而减轻了人体触电。

(3) 在正常情况下,电机、变压器、以及移动式用电器具等较大功率的电气设备的外壳(或底座)都应接地。

#### 2. 保护接零

(1) 保护接零的接线方法如图 1-5 所示。

(2) 保护接零之所以能够确保人身的安全,是因为:当电气设备发生漏电后,相电压经过机壳到零线形成回路,从而产生短路电流,使电路中保护电器动作,切断电源;由于人体的电阻远远大于短路回路电阻,在未解除故障前,单相短路电流几乎全部通过接零电路。

(3) 采用保护接零时,注意事项

- ① 在三相四线制供电系统中,中性线必须有良好的接地。
- ② 零线不能装熔丝和开关,以防止零线断开时造成人身和设备事故。
- ③ 在同一电源上,不允许将一部分电气设备接地,而另一部分电气设备接零。

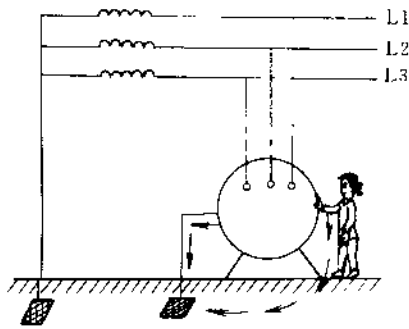


图 1-4 保护接地

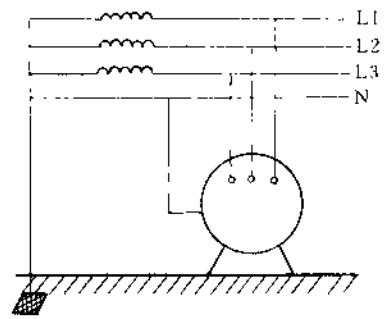


图 1-5 保护接零

④ 在安装单相三孔插座时,正确的接法是将插座上接电源中性线的孔同接地的孔分别用导线并联到中性线上,如图 1-6(a)所示。

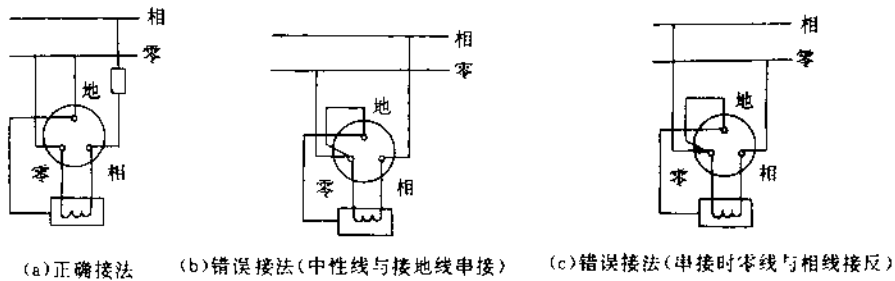


图 1-6 三孔插座的安装

⑤ 三孔插头中的接地端要高于相线和中性线接线端,如图 1-7 所示,这样保证在插入和拔出时,接地端首先接触和最后离开插座。

### 1.2.2 触电急救方法

当发现有入触电后,应立即拉断电源开关或拔掉电源插头。救护人员应及时根据现场条件,采取适当的方法和措施,使触电人员迅速脱离电源,进行积极抢救,抢救的方法主要有人工呼吸法和胸外心脏挤压法。

#### 1. 人工呼吸急救方法

人工呼吸的急救方法很多,其中,口对口呼吸法效果最好,且简单易学,容易掌握。

(1) 将触电者仰卧,打开气道,救护者一只手捏紧触电者的鼻子,另一只手掰开触电者的嘴,救护者直接用嘴或隔一层薄布吹气,每次吹气要以触电者的胸部微微鼓起为宜,时间约为 2 s(秒),如图 1-8 所示。

(2) 吹气停止后,立即将嘴移开,放松捏鼻的手,让触电者自行呼吸,时间约为 3 s。

(3) 每次吹气的速度要均匀,反复多次,直到触电者能够自行呼吸为止。

(4) 如果触电者的嘴不易掰开,可捏紧嘴,向鼻孔吹气。

#### 2. 胸外心脏挤压急救方法

(1) 胸外心脏挤压法适应于触电者心跳停止或不规则的情况,其目的是通过人工操作,有节

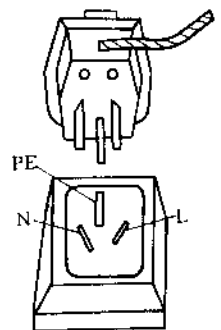


图 1-7 三孔插头

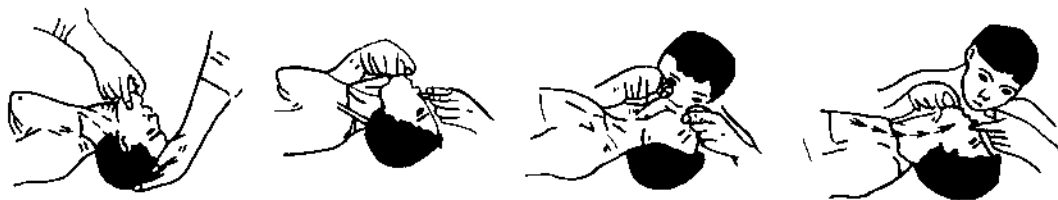


图 1-8 人工呼吸急救方法

律地使心脏收缩,从而达到恢复触电者心跳的目的。

(2) 先让触电者仰卧在硬板或平地上,保持呼吸道畅通,以保证挤压的效果。

(3) 救护者跪在触电者的一侧或骑在其腰部两侧,两手相叠,手掌根部放在心窝稍高一点的地方,掌根用力垂直向下挤压,压出心脏里的血液。对成人压陷 3~4cm,每分钟挤压 60 次为宜;对于儿童,压胸仅用一只手,深度较成人浅,每分钟大约 90 次为宜。

(4) 挤压后,掌根迅速放松,让触电者胸部自动复原,让血液充满心脏。

(5) 心脏挤压有效果时,会摸到颈动脉的搏动,如果挤压时摸不到脉搏,应加大挤压力量,减缓挤压速度,再观察脉搏是否跳动。挤压时要十分注意压胸的位置和用力的大小,以免发生肋骨骨折,如图 1-9 所示。

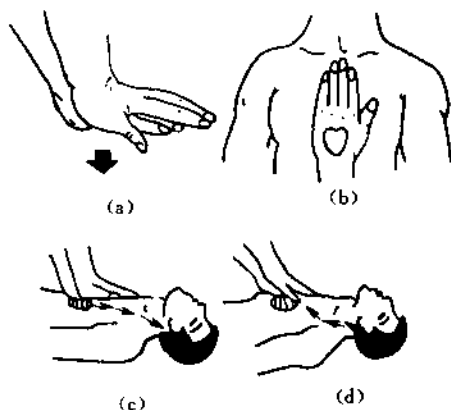


图 1-9 胸外挤压急救方法

### 3. 急救练习

将学生分成两人一组,或在人体模型上,按照触电急救的技术要领进行练习。

## 课题 1.3 防雷保护

### ● 目的要求

了解雷电产生的原因和造成的危害,掌握防止雷电破坏的措施,学会防雷装置的安装。



## ● 知识要点

雷电是一种常见的自然现象,它具有极大的破坏作用,雷电流产生的大量热能会引起火灾,产生的机械破坏作用会造成建筑物的倒塌,破坏电力系统的运行等。

雷电的危害主要是由雷电流引起的,有以下几种:

(1) 直接雷击 大气中带有电荷的雷云对地之间的电压可以高达数亿伏,当雷云与地面的凸出物之间的电场强度达到空气击穿强度时,便通过建筑物、树木、输电线等与大地之间进行放电,称之为直接雷击。雷击时,强大的电流通过物体会产生巨大的热效应,因而引起火灾;可以使内部的水分突然受热蒸发,造成内部压力聚增而发生劈裂现象,引起爆炸燃烧;还可以击穿防患不好的电气设备的绝缘,从而引发更为严重的后果。

防直接雷击的措施是在建筑物的顶端安装避雷针或避雷带(统称为接闪器),使强大的雷电流通过避雷针或避雷带的引下线泄入大地,从而保护建筑物免遭雷击。

(2) 雷电感应 由于建筑物上空雷云电场的感应,建筑物感应出与雷云电荷异性的电荷。当雷云放电后,雷云电场消失了,但建筑物上聚积的大量电荷还不能立即散去,这时建筑物对地便存在相当高的电压,这个电压将造成室内的导线、金属管道和设备之间的放电,击穿绝缘而引发火灾。

防雷电感应的措施是将金属屋面或钢筋混凝土屋面的钢筋,以及将建筑物内部的金属管道、钢窗等用引下线与接地装置连接,这样可以将残留在建筑物上的电荷迅速地引入大地,消除建筑物内部出现的高电位。

(3) 雷电流侵入 架空线路或架空金属管道因雷击或雷电感应都可以形成很高的电压,将沿供电线路或金属管道侵入室内,产生放电破坏作用。特别是在放有易燃易爆气体的车间、工场或仓库里将会引起火灾和爆炸事故。

防雷电流侵入的措施是在进户架空电力线上或进户电缆首端安装阀门型避雷器,将电流引入地下。

## ● 技能训练

### 1.3.1 防雷装置的安装

#### 1. 接闪器

(1) 避雷针和避雷器 避雷针的支持物可以利用混凝土,也可以利用角钢或圆钢焊接而成,设置在被保护的建筑物的顶端突出部位,其材料一般采用直径为 25~40 mm 的镀锌钢管或直径为 16~20 mm 的圆钢制成,长约 2 m,顶端削尖。

单根避雷针对建筑物有一定的保护范围,如图 1-10 所示。在地面上的保护半径为:

$$r = 1.5 \times h$$

式中  $r$ ——地面上的保护半径(m);

$h$ ——避雷针尖端距地面的高度(m)。

避雷针在被保护高度  $h_x$  水平面上的保护半径为:

当  $h_x \geq h/2$  时,  $r_x = (h - h_x) \times p$

当  $h_x < h/2$  时,  $r_x = (1.5h - 2h_x) \times p$