

教 育 部 规 划 教 材

中等职业学校电工、电气运行与控制专业（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

（第二版）



杜德昌 主编

 高等教育出版社

教育部规划教材

内容简介

中等职业学校电工、电气运行与控制专业  
(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

(第二版)

杜德昌 主编

中国标准出版社 (CIP) 数据

ISBN 978-7-04-023478-3

I. 电... II. 杜... III. 电工技术—教材—1. 电... IV. TM

中国标准出版社 (CIP) 数据 (2008) 第 036870 号

责任编辑 杜德昌 封面设计 杜德昌 版式设计 杜德昌 校对 杜德昌 印刷 杜德昌 发行 杜德昌 经销 杜德昌

地址 北京 邮编 100000  
电话 010-2881000 010-2881118  
网址 www.cip.com.cn  
电子邮箱 cipc@vip.sina.com

地址 北京 邮编 100000  
电话 010-2881000  
网址 www.cip.com.cn  
电子邮箱 cipc@vip.sina.com

2008年2月第1版  
2008年2月第1次印刷  
32开 18.75cm×12.45cm  
18.75cm×12.45cm

2008年2月第1版  
2008年2月第1次印刷  
32开 18.75cm×12.45cm  
18.75cm×12.45cm

高等教育出版社

编辑 杜德昌 校对 杜德昌  
53478-00

## 内容简介

本书参照教育部颁布的中等职业学校相关专业教学指导方案,以及有关的职业资格标准或行业职业技能鉴定标准,结合近几年中等职业教育的实际发展情况,贯彻落实“以服务为宗旨,以就业为导向,以能力为本位”的职业教育办学指导思想,在原中等职业教育教育部规划教材《电工基本操作技能训练》基础上修订而成。

本书从职业(岗位)分析入手,参照行业部门与劳动部门颁发的有关维修电工中级技术工人等级标准编写,本书的主要内容有:安全用电与电器节能、电工基本操作工艺、常用电工仪表的使用与维护、常用低压电器的选择和使用、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、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(PLC)的使用。

本书紧密联系中等职业学校教学的实际情况,注重教材的实用性,且反映了当前电工电子技术领域中的新知识、新技术、新工艺、新方法。

本书配套电工基本操作技能训练多媒体课件,课件对教材内容进行立体化补充,主要包括各个课题相关知识点的操作实录、操作训练、知识扩展等内容。课件兼有助教与助学功能,有丰富的动画、仿真资源,可用于教师课堂上的教学演示;也设计了学生互动模块,兼顾学生自己操作练习。

本书可作为中等职业学校电工电子专业的技能训练教材,也可作为行业部门中级技术工人的岗位培训教材,或作为社会人员参加维修电工初、中级工鉴定考核取证的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

电工基本操作技能训练/杜德昌主编.—2版.—北京:  
高等教育出版社,2008.5

ISBN 978-7-04-023428-2

I. 电… II. 杜… III. 电工技术—专业学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 036870 号

策划编辑 韦晓阳 责任编辑 许海平 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静  
版式设计 张 岚 责任校对 朱惠芳 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  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 北京东光印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 18.75  
字 数 460 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1999 年 7 月第 1 版  
2008 年 5 月第 2 版  
印 次 2008 年 5 月第 1 次印刷  
定 价 29.20 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 23428-00

## 第二版前言

《电工基本操作技能训练》(第一版)自1999年出版以来,因其较好地体现了职业教育的应用性与实践性,受到中等职业学校一线教师的好评。鉴于近年来,我国职业教育形势发生了较大的变化,中等职业教育培养目标与教学模式与以前相比有很大不同,再加上电工电子技术本身不断更新,使得教材部分内容需要更新。为此,由高等教育出版社组织,对该教材进行了修订,以适应新的职业教育教学改革方向,使教材更加贴近教学的实际要求。

本书在修订过程中,注意从职业(岗位)分析入手,根据行业部门与劳动部门颁发的有关维修电工中级技术工人等级标准,结合当前电工电子技术领域中的新知识、新技术、新工艺、新方法组织教学内容。本次修订的主要内容和特点如下:

一是坚持以就业为导向,以学生为本位,以培养学生的动手操作技能为根本。教材从电工电子类专业的职业(岗位)分析入手,以目前中等职业学校学生的实际学习水平为教学的起点,遵循中等职业学校学生的认知规律,由易到难,并结合维修电工技能考核的要求设置教学内容和知识体系。

二是对原教材内容删繁就简,去陈推新。在保持原教材基本内容的基础上,删除了一些陈旧的知识,吸收补充了当前电工电子技术领域中的新知识。例如,对第一版教材“常用电工器材的选择和使用”中的低压电器的工作原理等一些复杂的原理性、理论性的知识进行了删简;在安全用电中增加了电器节能、在电工仪表中增加了数字式仪表等新知识;在“机床控制线路”部分,删除了C620机床的电路分析,代之为CA6140车床和TK6140数控车床的典型控制线路分析;在“可编程控制器(PLC)的使用”中改为介绍三菱FX系列PLC等。

三是理论与实践相结合。力求紧密结合生产实际选取训练课题,在技能训练内容的编排上力求深入浅出、简明扼要、注重实用性和操作性。根据电工电子类中等职业学校毕业生就业去向的调查和学校教学的实际,删除了原教材中的第七单元“10kV以下配电线路的施工”中的登杆训练;架空配电线路路径、材料的选择;低压架空配电线路的施工;架空接户线、进户线的安装等室外配线的内容,把重点放在了室内配线的安装上。在附录中增加了维修电工的国家职业资格标准,供参加考级的学生参考。

考虑到学习和考工的需要,修改后本书的总学时数略有增加,为106学时,学时分配建议如下表所示:

单 元	教 学 内 容	教 学 课 时
1	安全用电与电器节能	6
2	电工基本操作工艺	18
3	常用电工仪表的使用与维护	8

续表

单 元	教 学 内 容	教 学 课 时
4	常用低压电器的选择和使用	16
5	三相异步电动机的维修	12
6	电力拖动基本控制和机床控制线路	14
7	室内配线与电气照明	10
8	电子线路的安装与调试	12
9	可编程序控制器(PLC)的使用	10
合计		106

本书配套电工基本操作技能训练多媒体课件,对教材内容进行立体化补充,主要包括各个课题相关知识点的操作实录、操作训练、知识扩展等内容。课件充分利用计算机多媒体动画技术、仿真技术、虚拟现实技术等,三维动画可展示器件的外形全貌与内部结构;媒体映像技术可实现电路原理图与实物图的相互对照;计算机仿真与判断可模拟仪器、仪表的实际使用以及实验实训的操作步骤,可对线路进行虚拟连接、故障判断与检测。课件兼有助教与助学功能,有丰富的动画、仿真资源,可用于教师课堂上的教学演示;也设计了学生互动模块,兼顾学生自己操作练习。课件由房少军、毕春娜、邵佑诚、李波主编。

本书由杜德昌主编,参加编写的有崔金华、王传艳、段全续、何伟、常彬、于斌等。参加本书编写提纲讨论的还有陈成瑞、郭雪皎、何小青、李涛、贾春兰、鹿学俊、于光明等。此次修订,由赵承荻审阅全书,审者为本书质量的进一步提高,提出了宝贵意见,在此谨表示诚挚的谢意。

由于编写时间仓促,经验不足,教材中难免存在疏漏之处,诚望广大读者提出宝贵意见。

编 者

二〇〇八年一月

册 数	内 容	单 元
0	电工基本操作技能训练	1
1	电工基本操作技能训练	2
2	电工基本操作技能训练	3

# 第一版前言

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,10 kV 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,并尽可能多地采用插图的形式,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
1	安全用电	4	
2	电工基本操作工艺	14	
3	常用电工仪表的使用与维护	8	
4	常用电工器材的选择与使用	10	
5	三相异步电动机的维修	16	
6	电力拖动基本控制和机床控制线路的安装与维修	12	
7	10 kV 以下配电线路的架设	12	
8	室内配线与电气照明	8	

续表

单 元	单 元 内 容	课 时	备 注
9	电子线路的安装与调试	12	
* 10	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

书 名	抽 册	书 号 元 单	元 单
伊田全案	4		1
电工学(第2版)丁中	41		2
气焊与钎焊(第2版)丁中	8		3
钳工(第2版)丁中	10		4
维修钳工(第2版)丁中	10		5
汽车维修(第2版)丁中	12		6
汽车维修(第2版)丁中	12		7
汽车维修(第2版)丁中	8		8

# 目 录

<b>第1单元 安全用电与电器节能</b> .....	1
<b>课题1.1 电工安全操作规程</b> .....	1
<b>课题1.2 预防触电及触电急救</b> .....	3
1.2.1 预防触电 .....	4
1.2.2 触电急救方法 .....	6
<b>课题1.3 防雷保护</b> .....	7
1.3.1 防雷装置的安装 .....	7
1.3.2 接地装置的安装 .....	9
<b>课题1.4 电气火灾的扑救</b> .....	10
<b>课题1.5 节约用电</b> .....	11
1.5.1 家庭节约用电常识 .....	12
1.5.2 节能灯的正确使用 .....	12
<b>练习题</b> .....	12
<b>第2单元 电工基本操作工艺</b> .....	14
<b>课题2.1 常用电工工具的使用</b> .....	14
与 <b>维护</b> .....	14
2.1.1 螺丝刀的合理使用与维护 .....	14
2.1.2 钢丝钳的合理使用与维护 .....	15
2.1.3 活络扳手的合理使用与维护 .....	16
2.1.4 电工刀的合理使用与维护 .....	17
<b>课题2.2 常用电工防护用具的</b> .....	17
使用与 <b>维护</b> .....	17
2.2.1 高压绝缘棒的使用与存放 .....	17
2.2.2 高压验电器的使用与试验 .....	18
2.2.3 试电笔的合理使用与维护 .....	19
2.2.4 绝缘防护用具的使用与维护 .....	20
<b>课题2.3 电工材料的选择</b> .....	21
2.3.1 裸电线和裸导体制品的选择 .....	23
与 <b>使用</b> .....	23
2.3.2 电磁线的选择与使用 .....	25
2.3.3 电气设备用电线电缆的选择 .....	26
及 <b>使用</b> .....	26
2.3.4 特种导电材料的选择及使用 .....	28
2.3.5 导电材料选用实例 .....	29
2.3.6 绝缘材料的选择与使用 .....	30
<b>课题2.4 导线线头加工工艺</b> .....	32
2.4.1 电磁线绝缘层的去除 .....	33
2.4.2 电力线绝缘层的去除 .....	33
2.4.3 电磁线圈线头的连接 .....	35
2.4.4 铜芯电力线线头的连接 .....	36
2.4.5 铝芯电力线线头的连接 .....	40
2.4.6 线头与接线桩的连接 .....	41
2.4.7 导线的封端连接 .....	45
2.4.8 导线绝缘层的修复 .....	46
<b>课题2.5 电缆敷设与连接</b> .....	47
2.5.1 直埋电缆的敷设 .....	47
2.5.2 电缆沟内敷设 .....	49
2.5.3 油浸纸绝缘电缆做环氧树脂 .....	51
中间接头的 <b>连接</b> .....	51
2.5.4 户内环氧树脂预制外壳式电 .....	53
缆终端头的 <b>制作</b> .....	53
2.5.5 塑料橡皮电缆的连接 .....	54
2.5.6 预制外壳式环氧树脂电缆终 .....	56
端头的 <b>制作训练</b> .....	56
<b>课题2.6 电工焊接工艺</b> .....	57
2.6.1 电烙铁的选用及维护 .....	57
2.6.2 电烙铁的拆装与维修 .....	59
2.6.3 印制电路板上电子元件的 .....	60
焊接 <b>训练</b> .....	60
2.6.4 印制电路板上电子元件的 .....	62
排序及 <b>整形</b> .....	62
2.6.5 电子分立元件的焊接 .....	63
2.6.6 集成电路的焊接 .....	64
<b>课题2.7 钳工基本操作</b> .....	65



2.7.1	平面划线	66	3.5.3	电度表的接线与读数	102
2.7.2	金属凿削	67	3.5.4	单相电子式预付费电度表 的使用	103
2.7.3	金属锉削	69	3.5.5	动手操作	105
2.7.4	锯削	70	课题 3.6	功率表的使用	106
2.7.5	钻孔	72	3.6.1	功率表的正确接线	107
2.7.6	攻丝	73	3.6.2	功率表量程的选择与读数	108
课题 2.8	电工识图	74	3.6.3	测量操作实例	108
2.8.1	识读 CA6140 车床电气控制 线路图	75	练习题		109
2.8.2	识读照明电路图	76	<b>第 4 单元</b>	<b>常用低压电器的选择和 使用</b>	112
练习题		77	课题 4.1	熔断器	112
<b>第 3 单元</b>	<b>常用电工仪表的使用与 维护</b>	80	4.1.1	认识熔断器	113
课题 3.1	电工仪表的使用常识	80	4.1.2	螺旋式熔断器的使用和维护	114
3.1.1	电工仪表的分类与测量方法	80	4.1.3	管式熔断器的使用和维护	115
3.1.2	电工仪表的选择与使用	83	4.1.4	圆筒帽形熔断器的使用和维护	116
课题 3.2	电流表和电压表的使用	83	4.1.5	熔断器的选择	116
3.2.1	直流电流表、电压表的使用	84	4.1.6	熔断器安装、使用时的注意 事项	117
3.2.2	交流电流表、电压表的使用	86	4.1.7	熔断器常见故障及处理方法	118
3.2.3	钳形电流表的使用	87	4.1.8	检修实例	118
3.2.4	测量操作实例	87	课题 4.2	低压断路器	118
课题 3.3	电阻测量仪表的使用	88	4.2.1	认识常用低压断路器	119
3.3.1	伏安法测量电阻	89	4.2.2	低压断路器的选择	120
3.3.2	单臂电桥测量法	89	4.2.3	低压断路器的安装、检查与 维修	121
3.3.3	双臂电桥测量法	90	4.2.4	断路器触点检修实例	121
3.3.4	兆欧表的选择	91	课题 4.3	接触器	122
3.3.5	兆欧表的使用与维护	92	4.3.1	交流接触器	122
3.3.6	测量操作实例	93	4.3.2	直流接触器	124
课题 3.4	万用表的使用	94	4.3.3	接触器的选择	125
3.4.1	用 MF47 型模拟万用表测量交、 直流电压和直流电流	96	4.3.4	接触器的安装	126
3.4.2	用 MF47 型模拟万用表测量 直流电阻	97	4.3.5	交流接触器的维护与检修	127
3.4.3	DT831 型数字万用表的使用	97	4.3.6	交流接触器动触点的检修	128
3.4.4	测量操作实例	98	课题 4.4	热继电器	129
课题 3.5	电度表的选择与安装	100	4.4.1	认识热继电器	129
3.5.1	电度表的选择	101	4.4.2	热继电器的选择	131
3.5.2	电度表的安装	101	4.4.3	热继电器的安装、调试与维护	131

4.4.4 热继电器的常见故障及处理方法	132	5.2.4 动手操作	156
4.4.5 热继电器误动作故障检修	133	课题 5.3 三相异步电动机定子绕组的拆除与安装	156
课题 4.5 时间继电器	133	5.3.1 拆除定子绕组	157
4.5.1 认识时间继电器	134	5.3.2 线圈的绕制	159
4.5.2 时间继电器的选择及使用	136	5.3.3 定子绕组的嵌线	161
4.5.3 时间继电器常见故障及处理方法	137	5.3.4 定子绕组的接线	163
4.5.4 JS7-2A 时间继电器的检修	137	5.3.5 定子绕组的浸漆与烘干	164
课题 4.6 中间继电器	138	5.3.6 动手操作	165
4.6.1 认识中间继电器	138	课题 5.4 电动机的整体检查与试运转	168
4.6.2 中间继电器的选择	140	5.4.1 电动机的整体检查	169
4.6.3 中间继电器的安装、常见故障及处理方法	140	5.4.2 电动机的试运转	169
课题 4.7 按钮	140	练习题	170
4.7.1 认识按钮	140	<b>第 6 单元 电力拖动基本控制和机床控制线路</b>	172
4.7.2 按钮的选择	143	课题 6.1 三相异步电动机单向运转线路的安装接线	172
4.7.3 按钮的安装及使用注意事项	143	6.1.1 电动机点动控制线路的安装接线	173
4.7.4 按钮的常见故障及处理方法	144	6.1.2 电动机单向连续运转控制线路的安装接线	175
课题 4.8 行程开关	144	6.1.3 电动机过载保护单向连续运转控制线路的安装接线	176
4.8.1 认识行程开关	145	课题 6.2 双重联锁可逆控制线路的安装接线	178
4.8.2 行程开关的选择、安装与维护	146	6.2.1 双重联锁可逆控制线路的安装接线	179
4.8.3 行程开关常见故障及处理方法	146	6.2.2 自动往返行程控制线路的安装接线	182
练习题	147	课题 6.3 星-三角起动控制线路的安装接线	183
<b>第 5 单元 三相异步电动机的维修</b>	149	6.3.1 星-三角降压起动按钮转换控制线路的安装接线	185
课题 5.1 三相异步电动机的拆卸与装配	149	6.3.2 星-三角降压起动时间继电器控制线路的安装接线	186
5.1.1 三相异步电动机的拆卸	150	课题 6.4 绕线转子三相异步电动机起	188
5.1.2 三相异步电动机的装配	152	动控制线路的安装接线	188
5.1.3 动手操作	153		
课题 5.2 三相异步电动机定子绕组首尾端的判别	154		
5.2.1 用交流法判别三相异步电动机定子绕组的首尾端	155		
5.2.2 用直流法判别三相异步电动机定子绕组的首尾端	155		
5.2.3 用剩磁法判别三相异步电动机定子绕组的首尾端	155		

课题 6.5 电动机的制动控制线路的 安装接线·····	191	课题 7.6 漏电保护器的选择与安装···	229
6.5.1 单向起动机机械制动控制线路的 安装接线·····	192	7.6.1 漏电保护器的选择·····	230
6.5.2 单向起动机反接制动控制线路的 安装接线·····	194	7.6.2 漏电保护器的安装·····	231
6.5.3 半波整流单向起动能耗制动控 制线路的安装接线·····	196	练习题·····	232
课题 6.6 CA6140 车床电气控制线 路及故障排除·····	197	<b>第 8 单元 电子线路的安装与调试</b> ·····	234
6.6.1 CA6140 车床电气部分基本操 作技术·····	198	课题 8.1 电感器、电容器的测试·····	234
6.6.2 CA6140 车床电路故障分析 与检修·····	200	8.1.1 电感器的测试·····	235
6.6.3 CA6140 车床电路故障判断 及排除·····	202	8.1.2 用万用电桥测电感·····	236
6.6.4 综合故障的分析、判断及排除···	202	8.1.3 电容器的识别与简易测量·····	237
6.6.5 TK1640 数控车床的典型控制 线路分析·····	203	8.1.4 用万用电桥测电容·····	237
练习题·····	208	课题 8.2 二极管、晶体管的测试·····	238
<b>第 7 单元 室内配线与电气照明</b> ·····	211	8.2.1 二极管的测试·····	239
课题 7.1 室内配线·····	211	8.2.2 晶体管的测试·····	240
7.1.1 护套线配线·····	212	课题 8.3 晶闸管、单结晶体管的 测试·····	241
7.1.2 护线管配线·····	213	8.3.1 晶闸管的识别与简易测试·····	242
课题 7.2 配电箱的选用与安装·····	218	8.3.2 单结晶体管的管脚识别·····	243
7.2.1 配电箱的选用·····	218	课题 8.4 直流稳压电源的安装·····	244
7.2.2 配电箱盘面安装训练·····	221	8.4.1 桥式整流电路的安装·····	245
课题 7.3 电气照明线路的安装·····	222	8.4.2 稳压二极管稳压电路的安装·····	247
7.3.1 白炽灯线路的安装·····	222	8.4.3 观察整流滤波、稳压电路的 波形·····	249
7.3.2 荧光灯线路的安装·····	224	8.4.4 比较放大电路的认识·····	252
课题 7.4 照明线路常见故障检修·····	225	8.4.5 串联型稳压电源的安装·····	253
7.4.1 白炽灯线路常见故障分析及 检修方法·····	225	8.4.6 集成稳压电路的安装·····	255
7.4.2 荧光灯线路常见故障分析及 检修方法·····	226	课题 8.5 晶闸管可控整流电源的 安装·····	256
课题 7.5 常用照明灯具、开关、 插座的选择·····	228	8.5.1 晶闸管调压电源的安装·····	257
7.5.1 照明灯具的选择·····	228	8.5.2 调光台灯电路的观察·····	258
7.5.2 开关和插座的选择·····	229	课题 8.6 双向晶闸管交流调压电 路的安装·····	259
		8.6.1 双向晶闸管的简易测试·····	260
		8.6.2 双向晶闸管调光灯的安装·····	262
		练习题·····	262
		<b>第 9 单元 可编程序控制器 (PLC)</b> 的使用·····	265
		课题 9.1 三菱 FX 系列 PLC 的硬件 和软件·····	265

9.1.1 三菱 FX 系列 PLC 的硬件 .....	266	9.3.1 设计延时断开电路 .....	273
9.1.2 三菱 FX 系列 PLC 的编程 软件—FXGPWIN .....	266	9.3.2 设计双重延时接通电路 .....	273
课题 9.2 开关量输入与输出 .....	269	课题 9.4 计数器的应用 .....	274
9.2.1 认识启动线路 .....	271	9.4.1 直接计数 .....	275
9.2.2 认识自锁控制线路 .....	271	9.4.2 两个计数器组合使用 .....	275
9.2.3 认识前进——后退线路 .....	271	练习题 .....	275
课题 9.3 定时器的应用 .....	272	附录 国家职业标准——维修电工 (摘录) .....	279

# 第 1 单元

## 安全用电与电器节能

### 【单元目标】

#### 技能目标:

熟练掌握电工安全操作的各项规定,学会触电急救的方法;掌握防止雷电破坏的措施,能安装防雷装置;能对电气火灾进行正确的扑救,会正确地进行安全用电和电器节能。

#### 知识目标:

了解维修电工文明生产的操作规程;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;了解雷电产生的原因和造成的危害,了解电气火灾的危害;了解电器节能的方法和途径。

### 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。

#### 【相关知识】

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。

#### 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,完工后要做好交代,

共同检查，然后方可送电。

(7) 必须在低压配电设备上进行带电工作时，要经领导批准，并要有专人监护。

(8) 工作时要戴安全帽，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。相邻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)螺纹端必须接在中性线上。

(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中性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中性线上，以防接触不良引起外壳带电。

(14) 在动力配电盘、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 $60^\circ$ 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、绝缘手套等的绝缘性能是否良好，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，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。



### 【相关知识】

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装置的检查。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中性线连接起来。

#### 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,电流通过人的身体达到一定数值后,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、化学效应和机械效应,在其作用下熔化和蒸发的金属微粒侵袭人体皮肤使人遭受灼伤。

(3) 一般当人体通过的交流电流(频率为 50 Hz)超过 10 mA,直流电流超过 50 mA 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(更多内容见光盘)

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(或中性线)时, 电流从相线经人体流到大地(或中性线)形成回路。此时人体承受的电压为相电压(220 V), 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。



图 1-1 单相触电

(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线时, 电流流经人体形成回路。此时, 加在人体上的电压是线电压(380 V), 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在电杆上带电作业时发生的触电事故。

(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。导线落地点的电位很高, 距离落地点越远, 电位越低。在落地点 20 m 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。

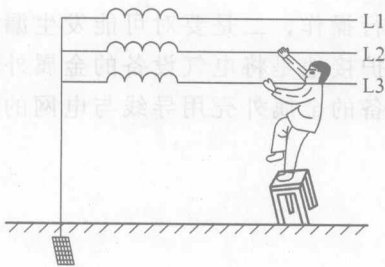


图 1-2 两相触电

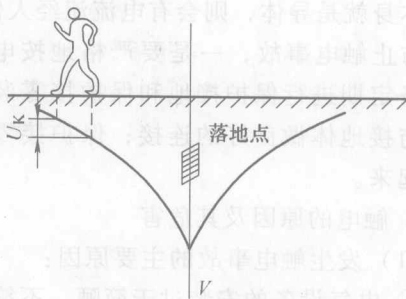


图 1-3 跨步电压触电



### 【技能训练】

#### 1.2.1 预防触电(更多内容见光盘)

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称为接地。

(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。

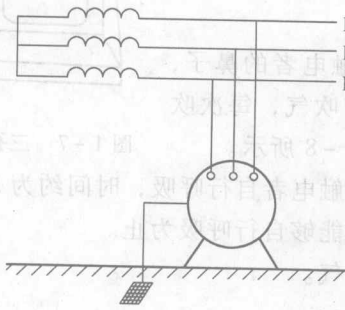


图 1-4 保护接地

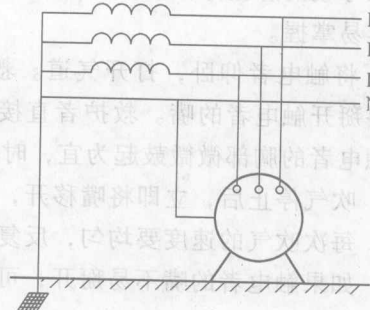
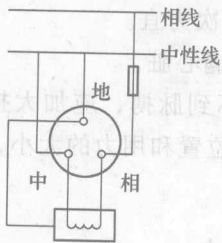


图 1-5 保护接零

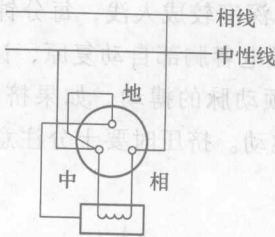
(2) 保护接零之所以能够确保人身的安全是因为：当电气设备发生漏电后，相电压经过机壳到中性线形成回路，从而产生短路电流，使电路中保护电器动作，切断电源；由于人体的电阻远远大于短路回路电阻，在未解除故障前，单相短路电流几乎全部通过接零电路。

(3) 采用保护接零时的注意事项：

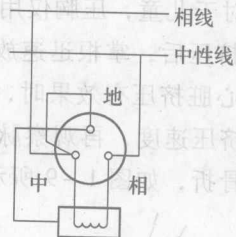
- ① 在三相四线制供电系统中，中性线必须有良好的接地。
- ② 中性线不能装熔丝和开关，以防止中性线断开时造成人身和设备事故。
- ③ 在同一电源上，不允许将一部分电气设备接地，而另一部分电气设备接零。
- ④ 在安装单相三孔插座时，正确的接法是将插座上接电源中性线的孔同接地的孔分别用导线并联到中性线上，如图 1-6(a) 所示。



(a) 正确接法



(b) 错误接法(中性线与接地线串接)



(c) 错误接法(串接时中性线与相线接反)

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。