

• 农村劳动力转移技能培训丛书 •

电工 初级技能

DIANGONG CHUJI JINENG

孙克军 主编



金盾出版社

农村劳动力转移技能培训丛书

电工初级技能

孙克军 主编

金盾出版社

内 容 提 要

- 全书共分8章,内容包括电工基础知识,常用电工工具与电工仪表,常用低压电器,电气工程图识图基本知识,变压器和互感器的安装、运行与维护,电动机的安装、运行及故障处理,室内配电线路与电气照明,接地装置与防雷保护等。

本书可作为初级电工培训教材,也可供具有初中文化水平的电工及有关技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工初级技能/孙克军主编. —北京:金盾出版社,2009.4

(农村劳动力转移技能培训丛书)

ISBN 978-7-5082-5374-9

I. 电… II. 孙… III. 电工技术—技术培训—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 141935 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京金盾印刷厂

正文印刷:北京四环科技印刷厂

装订:海波装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:7.75 字数:230千字

2009年4月第1版第1次印刷

印数:1~10000册 定价:15.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

编写说明

改革开放以来,农村经济建设得到了长足的发展。近几年,我国政府又提出了一系列构建和谐社会和建设社会主义新农村的政策措施,使农村的城市化进程进一步加快,近两亿农民从农业岗位向城镇转移。城镇岗位吸收农民工就业,面临农村剩余劳动力数量大和转岗农民素质低两大难题,提高农民工素质迫在眉睫。鉴于此,政府于2006年在全国启动了“农村劳动力技能就业计划”,计划要求在五年内对4000万农村劳动者进行非农技能培训,年均培训800万人。

为了响应国家做好服务“三农”工作的号召,全面提高农村人口的综合素质和职业技能,满足亿万农村劳动力转岗就业的需求,我们在深入调查研究的基础上,精心策划组织编写了《农村劳动力转移技能培训丛书》。本套丛书具有以下特点:

1. 以就业为导向。把国家经济建设对人才的需求与农村进城务工人员上岗就业联系起来,为国家经济建设提供强有力的智力支持和人才保证,是我们编写这套丛书的出发点和落脚点。以就业为导向的实质是以市场需求为导向,市场需要什么人才,我们就为什么人才传授知识和技能。为此,我们在认真分析研究的基础上,首批推出了涉及机械、建筑、汽车及摩托车、电工、电子等国家支柱产业中24个热门岗位的培训教材,以解决这些岗位

人才培养的需要。

2. 以技能培训为核心。在内容设置上,本套丛书以满足就业人员上岗需要为基本目标,以《国家职业标准》中相应工种对初级工的要求为依据,以职业活动为主线,以职业技能为核心,从现阶段我国青壮年农民的整体素质和实际需要出发,突出基本操作技能和操作规范的传授。通过培训使务工人员获得上岗必备的素质,尽快地适应岗位需要,并为提高操作技术打下基础。

3. 内容实用,通俗易懂。本套丛书延续金盾版图书“一看就懂,一用就灵”和“多讲怎么做,少讲为什么”的一贯风格。文字叙述简明扼要,传授知识图文并茂、形象直观。既可供各级各类培训机构作短期培训教材使用,也可供有一定文化水平的读者自学。

金盾出版社是全国服务“三农”的优秀出版社,从建社之初,就以“服务三农”为已任。在以往的岁月里,广大农民兄弟怀揣金盾图书,发展种植、养殖,走上了致富的康庄大道。同样,我们也相信,在新的历史条件下,广大农民兄弟仍然会怀揣金盾图书,昂首挺胸走出大山,走出田野,在务工的道路上再创辉煌。

金盾出版社

前 言

随着我国城市化进程的加快,越来越多的农民从农业岗位转向城市务工,电工是目前国内从业人员较多的工种,工作领域十分广泛。我们以电工《国家职业标准》为依据,编写了《电工初级技能》一书。本书在编写过程中,从当前初级电工的实际情况出发,面向生产实际,搜索、查阅了大量有关资料,以基础知识和操作技能为重点,讲述了电工基础知识和电气工程图识图基本知识,介绍了常用电工工具和电工仪表的使用方法和注意事项,同时还介绍了常用变压器、电动机、室内配电线路、电气照明、接地装置与防雷保护等的安装、运行与维护。全书内容深入浅出、通俗易懂,并且具有实用的特点。

本书由孙克军主编,第一、四章由孙克军编写,第三章由闫和平编写,第二、八章由孙丽君编写,第五、六章由王忠杰编写,第七章由杨春刚编写。编者对关心本书出版,热心提出建议和提供资料的单位和个人表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 电工常用计算公式及基本定律	1
一、电磁感应定律	1
二、直流电路常用计算公式	2
三、交流电路常用计算公式	6
第二节 电力系统	12
一、电力系统的组成.....	12
二、配电线路.....	13
三、变电所.....	14
第三节 安全用电	15
一、触电的形式.....	16
二、安全电流和安全电压.....	18
三、防触电安全措施.....	19
四、触电急救.....	20
第二章 常用电工工具与电工仪表	23
第一节 常用电工工具的使用与维护	23
一、电工刀.....	23
二、旋具.....	23
三、钢丝钳.....	24
四、尖嘴钳.....	25
五、活扳手.....	26
六、电钻.....	26
七、冲击钻.....	28
八、电锤.....	29
九、电烙铁.....	30

十、验电笔·····	31
第二节 电工仪表与测量·····	33
一、电工仪表的分类和面板符号·····	33
二、常用电工仪表的使用和维修·····	37
第三章 常用低压电器 ·····	59
第一节 低压电器的分类和用途·····	59
一、低压电器的分类和用途·····	59
二、低压电器的型号含义·····	60
第二节 负荷开关·····	63
一、开启式负荷开关·····	63
二、封闭式负荷开关·····	66
三、负荷开关的常见故障及其排除方法·····	68
第三节 熔断器·····	69
一、瓷插式熔断器·····	70
二、螺旋式熔断器·····	71
三、熔断器的选用及实例·····	72
四、熔断器的常见故障及其排除方法·····	73
第四节 接触器·····	74
一、交流接触器·····	75
二、直流接触器·····	77
三、接触器的选用及实例·····	77
四、接触器的常见故障及其排除方法·····	79
第五节 继电器·····	81
一、中间继电器·····	82
二、时间继电器·····	84
三、热继电器·····	87
四、继电器的选用及实例·····	87
五、继电器的常见故障及其排除方法·····	92
第六节 主令电器·····	95
一、控制按钮·····	96
二、行程开关·····	98
第七节 起动器·····	100

一、起动器的种类和特点	100
二、起动器的选用	100
三、起动器的常见故障及其排除方法	101
第八节 漏电保护电器	102
一、漏电保护器的分类	103
二、漏电保护器的结构与工作原理	104
三、漏电保护器的安装与使用	108
第四章 电气工程图识图基本知识	113
第一节 阅读电气工程图的基本知识	113
一、图纸的幅面	113
二、标题栏	113
三、比例	114
四、字体	114
五、图线	115
六、方位	115
七、安装标高	115
八、定位轴线	115
九、图幅分区	116
十、详图	117
第二节 常用电气图形符号和文字符号	117
一、常用电气图形符号	117
二、常用电气文字符号	121
三、常用辅助文字符号	121
四、广播音响系统常用图形符号	122
五、电话通信系统常用图形符号	122
六、楼宇设备自动化系统常用图形符号	123
七、综合布线系统常用图形符号	123
八、火灾自动报警系统常用图形符号	124
九、常用照明灯具代号	125
十、照明灯具安装方式的文字代号	125
十一、导线敷设方式的标注	125
十二、线路敷设部位的标注	126

第三节 绘制电气工程图的一般原则	126
一、连接线的表示法	126
二、项目的表示法	128
三、电路的简化画法	129
四、绘制电气工程图应遵循的原则	130
五、绘制电气原理图的有关规定	134
第四节 阅读电气工程图的方法步骤	135
一、电气原理图的阅读步骤	135
二、建筑电气工程图的特点与阅读	136
第五节 电气工程图实例	137
一、照明及动力工程图	137
二、建筑弱电工程图	143
第五章 变压器和互感器的安装、运行与维护	148
第一节 变压器	148
一、变压器的工作原理	148
二、变压器的主要技术参数	148
三、变压器的安装	149
四、变压器的运行与维护	153
第二节 互感器	155
一、电流互感器	155
二、电压互感器	158
第六章 电动机的安装、运行及故障处理	161
第一节 电动机的安装	161
一、电动机安装地点的选择	161
二、电动机的机座安装	161
三、电动机的校正	162
第二节 电动机的运行与维护	164
一、电动机的额定值及接法	164
二、异步电动机起动前的准备和检查	166
三、电动机起动时的注意事项	168
四、电动机运行中的监视和维护	168
五、异步电动机的定期维修	169

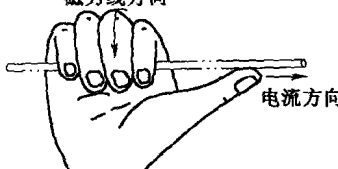
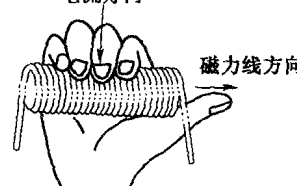
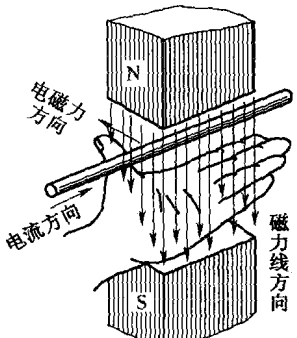
第三节 异步电动机的常见故障及其排除方法	171
一、三相异步电动机的常见故障及其排除方法	172
二、分相式单相异步电动机的常见故障及其排除方法	175
三、罩极式单相异步电动机的常见故障及其排除方法	177
第七章 室内配电线路与电气照明	179
第一节 导线的剖削及连接	179
一、导线连接的基本要求	179
二、导线的剖削	179
三、导线的连接	183
第二节 室内配线	193
一、瓷夹板配线	193
二、槽板配线	196
三、塑料护套配线	198
四、线管配线	200
第三节 照明装置的安装和维修	202
一、白炽灯	202
二、荧光灯	206
三、高压汞灯	211
四、卤钨灯	213
五、开关、插座及插头	214
第八章 接地装置与防雷保护	220
第一节 接地装置	220
一、接地或接零	220
二、接地装置的安装	222
三、接地装置的维护	226
第二节 防雷保护	228
一、雷电的危害	228
二、避雷装置的分类及作用	229
三、避雷装置的安装	231
四、避雷装置的维护	233

第一章 电工基础知识

第一节 电工常用计算公式及基本定律

一、电磁感应定律(见表 1-1)

表 1-1 电磁感应定律

名称	定义	内容	备注
直线导体右手螺旋定则	当电流流过直线导体时,导体的周围会产生磁场。直线导体右手螺旋定则是确定通电直线导体产生的磁场方向的规则	<p>磁力线方向</p> 	用右手握住导线,使拇指指向电流方向,则其余四指所指的方向就是磁力线(磁场)的方向
螺旋线圈右手螺旋定则	当电流流过螺旋线圈时,线圈内会产生磁场。螺旋线圈右手定则是确定通电螺旋线圈内部产生的磁场方向的规则	<p>电流方向</p> 	用右手握住线圈,使四指指向电流方向,则拇指所指的方向就是磁力线(磁场)的方向
左手定则	左手定则又称电动机左手定则。它是确定载流导体在磁场中受力时,磁场方向、电流方向和载流导体受力方向三者之间关系的规则		平伸左手掌,使拇指与其他四指垂直,将掌心对着磁场的北极(N极),即让磁力线从手心垂直穿过,使四指指向电流的方向,那么拇指所指的方向就是导体所受电磁力的方向

续表 1-1

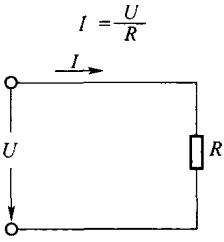
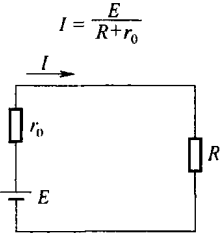
名称	定义	内容	备注
右手定则	右手定则又称发电机右手定则。它是表示磁场方向、导体运动方向和感应电动势方向三者之间关系的规则	<p>感应电动势方向</p> <p>导线切割磁力线的方向</p> <p>磁力线方向</p>	平伸右手掌,使拇指与其他四指垂直,将掌心对着磁场的北极(N极),即让磁力线从手心垂直穿过,使拇指指向导体运动的方向,那么四指的指向就是导体内感应电动势的方向

二、直流电路常用计算公式(见表 1-2)

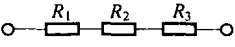
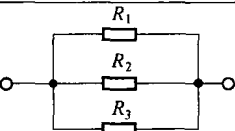
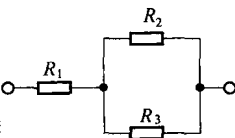
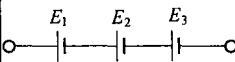
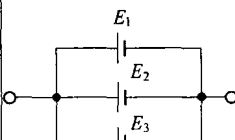
表 1-2 直流电路常用计算公式

名称	定义	公式	备注
电阻	导体能够导电,但同时电流又有阻力作用。这种阻碍电流通过的阻力称为电阻,用英文字母 R 或 r 表示	$R = \rho \frac{l}{A}$	l —导体的长度,单位为米(m) A —导体的横截面积,单位为平方米(m^2) ρ —导体的电阻率,单位为欧·米($\Omega \cdot m$) R —导体的电阻,单位为欧姆,简称欧(Ω)
电导	表征物体传导电流的能力称为电导。电导是电阻的倒数,用英文字母 G 表示	$G = \frac{1}{R}$	R —电阻,单位为欧(Ω) G —电导,单位为西门子,简称西(S)
电流	导体内的自由电子或离子在电场力的作用下有规律的流动称为电流。人们规定正电荷移动的方向为电流的正方向。电流用英文字母 I 表示	$I = \frac{Q}{t}$	Q —电量,单位为库仑,简称库(C) t —时间,单位为秒(s) I —电流,单位为安培,简称安(A)

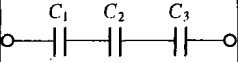
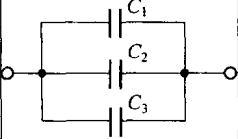
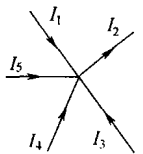
续表 1-2

名称	定义	公式	备注
电压	在静电场或电路中,单位正电荷在电场力作用下从一点移到另一点电场力所做的功称为两点间的电压。电压用英文字母 U 表示。电压的正方向是从高电位到低电位	$U = \frac{W}{Q}$	<p>W—电功,单位为焦耳,简称焦(J)</p> <p>Q—电量,单位为库(C)</p> <p>U—电压,单位为伏特,简称伏(V)</p>
部分电路的欧姆定律	在一段不含电动势只有电阻的电路中,流过电阻的电流大小与加在电阻两端的电压成正比,而与电路中的电阻成反比	$I = \frac{U}{R}$ 	<p>U—电压,单位为伏(V)</p> <p>R—电阻,单位为欧(Ω)</p> <p>I—电流,单位为安(A)</p>
全电路的欧姆定律	在只有一个电源的无分支闭合电路中,电流与电源电动势成正比,与电路的总电阻成反比	$I = \frac{E}{R+r_0}$ 	<p>E—电源电动势,单位为伏(V)</p> <p>R—负载电阻,单位为欧(Ω)</p> <p>r_0—电源的内电阻,单位为欧(Ω)</p> <p>I—电路中电流,单位为安(A)</p>
电功率	一个用电设备在单位时间内所消耗的电功率称为电功率,用英文字母 P 表示	$P = \frac{W}{t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$	<p>W—电能,单位为焦(J)</p> <p>t—时间,单位为秒(s)</p> <p>I—电路中的电流,单位为安(A)</p> <p>R—电路中的电阻,单位为欧(Ω)</p> <p>U—电路两端的电压,单位为伏(V)</p> <p>P—电路的电功率,单位为瓦特,简称瓦(W)</p>

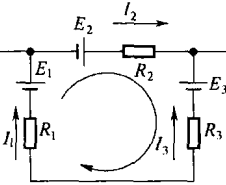
续表 1-2

名称	定义	公式	备注
电阻 串联	—	 $R = R_1 + R_2 + R_3$	
电阻 并联	—	 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	R —总电阻,单位为欧(Ω) R_1, R_2, R_3 —分电阻,单位为欧(Ω)
电阻 混联	—	 $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	
电阻 与温度的 关系	通常金属的电阻都随温度的上升而增大,故电阻温度系数是正值。而有些半导体材料、电解液,当温度升高时,其电阻减小,因此它们的电阻温度系数是负值	$R_2 = R_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$	R_1 —温度为 t_1 时导体的电阻,单位为欧(Ω) R_2 —温度为 t_2 时导体的电阻,单位为欧(Ω) α_1 —以温度 t_1 为基准时导体的电阻温度系数 t_1, t_2 —导体的温度($^{\circ}\text{C}$)
电源 串联	—	 $E = E_1 + E_2 + E_3$	E —总电源电动势,单位为伏(V)
电源 并联	—	 $E = E_1 = E_2 = E_3$	E_1, E_2, E_3 —分电源电动势,单位为伏(V)

续表 1-2

名称	定义	公式	备注
电容	电容是表征电容器在单位电压作用下, 储存电场能量(电荷)能力的一个物理量。其大小只决定于电容器自身的结构。在数值上等于电容器所带的电荷量与其两极之间电位差(电压)的比值。电容用英文字母C表示	$C = \frac{Q}{U}$	Q—电容器所带电量, 单位为库(C) U—电容器两端电压, 单位为伏(V) C—电容器的电容量, 单位为法拉, 简称法(F)
电容串联	—	 $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	C—总电容, 单位为法(F) C ₁ 、C ₂ 、C ₃ —分电容, 单位为法(F)
电容并联	—	 $C = C_1 + C_2 + C_3$	C—总电容, 单位为法(F) C ₁ 、C ₂ 、C ₃ —分电容, 单位为法(F)
基尔霍夫第一定律(节点电流定律)	对于任何节点而言, 流入节点的电流的总和必定等于流出节点的电流的总和或认为: 对于任何节点, 流出和流入该节点的电流代数和恒等于零	$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}} \text{ 或 } \sum I = 0$ 例:  $I_1 + I_3 + I_4 + I_5 = I_2 \text{ 或 } I_1 - I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$	$\sum I_{\text{入}}$ —流入节点电流之和 $\sum I_{\text{出}}$ —流出节点电流之和 $\sum I$ —电流代数和

续表 1-2

名称	定义	公式	备注
基尔霍夫第二定律 (回路电压定律)	对于电路中任何一个闭合回路,回路中的各电阻上电压降的代数和等于各电动势的代数和	$\sum IR = \sum E$ <p>例:</p>  $I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = E_1 + E_2 - E_3$	$\sum IR$ —电阻上电压降的代数和。电流的参考方向与回路绕行方向一致时,该电阻上的电压降取正值,反之取负值 $\sum E$ —电动势代数和。电动势的参考方向与回路绕行方向一致时,该电动势取正值,反之取负值

三、交流电路常用计算公式(见表 1-3)

表 1-3 交流电路常用计算公式

名称	定义	公式	备注
周期	交流电完成一次周期性变化所需的时间称为周期,用英文字母 T 表示	$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$	
频率	单位时间(1秒钟)内交流电变化所完成的循环(或周期)称为频率,用英文字母 f 表示	$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$	T —周期,单位为秒(s) f —频率,单位为赫兹,简称赫(Hz) ω —角频率,单位为弧度/秒(rad/s)
角频率	角频率相当于一种角速度,它表示了交流电每秒变化的弧度数,角频率用希腊字母 ω 表示	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$	