



# 职业技能短期培训教材

劳动和社会保障部职业技能鉴定中心推荐书目  
全国职业培训推荐教材

WEIXIUDIANGONG

# 维修电工

# 基本技能

范宇 编著

ZHIYEJINENGDUANQIPEIXUNJIAOCAI



## ■ 适用于：

- ▲ 农村劳动力转移(阳光工程)培训
- ▲ 就业与再就业岗前培训
- ▲ 新农村建设“农家书屋”配书
- ▲ 在职人员培训

成都时代出版社

职业技能短期培训教材

# 维修电工基本技能

范宇 编著

成都时代出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

维修电工基本技能 / 范宇编著. —成都: 成都时代出版社, 2007.5

职业技能短期培训

ISBN 978-7-80705-427-6

I. 维... II. 范... III. 电工—维修—技术培训—教材  
IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 064833 号

责任编辑: 徐万涛

封面设计: 康宁

责任校对: 黄芸

维修电工基本技能

范宇 编著

---

成都时代出版社出版发行

(成都市庆云南路 19 号 邮政编码: 610017)

新华书店经销

成都火炬印务有限责任公司印刷

850×1168mm

32 开

7.375 印张

197 千字

2007 年 5 月第 1 版

2007 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—5 000 册

ISBN 978-7-80705-427-6

定价: 15.00 元

---

电话: (028) 86619530 (综合类) (028) 86613762 (棋牌类) (028) 86615250 (发行部)

四川省版权局举报电话: (028) 86636481

# 前 言

目前，我国职业教育已初步形成了“在国务院领导下分级管理，地方为主、政府统筹、社会参与”的职业教育管理新体制。

“十一五”期间，中央财政划拨专项资金用于发展职业教育。为认真贯彻落实全国职业教育工作会议精神，更好地服务于职业教育这项国家工程，我社积极组织各行各业职业教育专家、一线职业高手，根据职业教育“突出技能教育，重实践、多动手、强训练，真正培养学员动手能力”的教学特点，编写了该套教材。

该套教材遵循“买得起、看得懂、操作得来”的基本要求，包含引导性培训和职业技能培训两个方面。在引导性培训方面，主要包括基本权益保护、法律知识、城市生活常识、寻找就业岗位的技巧、职业道德教育等方面的教材，目的在于提高培训对象遵守法律法规和依法维护自身权益的意识，树立新的就业观念；在职业技能培训方面，教材根据国家职业标准和不同行业、不同工种、不同岗位对从业人员基本技能和技术操作规程的要求安排内容，以提高学员的岗位工作能力，增强学员的就业竞争力为目的。

该套教材的出版，为规范职业技能培训、更好地实施“阳光工程”以及进行“农家书屋”的建设都有重要的作用。

## 内 容 提 要

本书是维修电工基本技能的短期培训教材，主要包括：维修电工的基本知识，常用电工工具、电工仪表的使用，室内电气线路的安装与维修，电动机及其安装、运行维护与检修，典型机床电气线路维修，电子电路安装与调试等。

本书结构清晰，每个章节都能形成相对独立的模块。编写过程中，力求做到图文并茂、通俗易懂，便于读者掌握维修电工的基本操作技能。

本书适合于职业技能短期培训使用。通过培训，初学者或具有一定基础的人员可以达到上岗的技能要求。

本书由范宇编写，在成书过程中，查阅和参考了大量有关书籍和资料，得到了许多教益和启发，特向参考书籍的作者致以诚挚的谢意。

# 目 录

<b>第 1 章 维修电工的基本知识</b> .....	1
1.1 入门知识 .....	1
1.2 电工基础知识 .....	2
1.3 工厂供电知识 .....	8
1.4 维修电工基本安全知识 .....	11
<b>第 2 章 常用电工工具、电工仪表的使用</b> .....	18
2.1 电工常用工具的使用 .....	18
2.2 常用电工仪表的使用 .....	26
附：操作练习考核评分参考标准 .....	36
2.3 其他电工工具 .....	37
附：操作练习考核评分参考标准 .....	50
<b>第 3 章 室内电气线路的安装与维修</b> .....	52
3.1 室内配线基本知识 .....	52
3.2 低压绝缘导线的使用和连接 .....	64
附：操作练习考核评分参考标准 .....	79
3.3 照明电路安装与检修 .....	80
附：操作练习考核评分参考标准 .....	94
3.4 低压配电板的安装与检修 .....	95
附：操作练习考核评分参考标准 .....	112
<b>第 4 章 电动机及其安装、运行维护与检修</b> .....	114
4.1 交流电动机及其控制 .....	114

附：操作练习考核评分参考标准	142
4.2 电动机的选择与安装	143
附：操作练习考核评分参考标准	157
4.3 电动机的运行维护与检修	158
<b>第5章 典型机床电气线路维修</b>	<b>182</b>
5.1 机床电路维修安全要求	182
5.2 C620 机床电气线路	187
附：操作练习考核评分参考标准	191
<b>第6章 电子电路安装与调试</b>	<b>192</b>
6.1 电子技术基本操作	192
附：操作练习考核评分参考标准	222
6.2 简单电子电路的安装和调试	223
附：操作练习考核评分参考标准	225
<b>参考文献</b>	<b>227</b>

# 第 1 章 维修电工的基本知识

## 1.1 入门知识

### 1.1.1 维修电工在工业生产中的重要作用

在工业生产中，广泛使用的各种生产机械和生产设备主要以电力作为原动力。电力系统的自动控制方式有两种：一种是继电器-接触器所组成的断续控制系统；另一种是连续控制元件组成的连续控制系统。目前这两种控制方式的应用都很普遍。此外，生产和生活也都用电力照明。如果这些系统发生故障，不仅会使生产机械和生产设备停止运行，还会造成设备损坏甚至人身伤害。因此，维修电工的重要职责，就是保证这些自动化的电力拖动系统和照明系统正常运行，这对提高劳动生产率和安全生产都具有重大作用。

### 1.1.2 维修电工的主要任务

维修电工的工作范围很广，如照明线路和照明装置的安装，动力线路和各种类型电动机的安装，各类生产机械的电气控制线路的安装等都需要维修电工参加。又如各种电气线路、电气设备、各类电机在使用过程中出现损坏、产生故障或长期使用自然老化而影响使用等，也都需要维修电工进行日常的保养、检查与维修。

根据现代设备管理的要求，维修电工除按照预防为主，修理为辅的原则来降低故障的发生率以外，还需要进行改善性的修理



工作，就是针对设备的多故障（重复故障）部位，采取根治的办法，进行必要的改进是减少工厂电气设备系统故障的有效办法，这也是维修电工的重要任务。随着生产过程的自动化，一些电子设备的安装和调试任务也是由维修电工完成。

要完成这些任务，维修电工除必须有相当广泛和一定程度的技术知识，更重要的是应掌握好维修电工的各项操作技能。它包括与电工操作有关的钳工基本操作，电焊基本操作，各类电气线路的安装与维修，照明和动力装置的安装与维修，常用电机的安装、保养和检修，生产机械的电气控制线路的安装与检修，简单电子设备的安装和检修及电气测量技术等。

## 1.2 电工基础知识

### 1.2.1 名词解释

电压——单位正电荷由高电位移向低电位时，电场力所作的功称为电压，用符号  $U$  表示，单位为  $V$ 。

电流——每秒钟流过导体横截面的电量，称为电流强度，简称电流，用符号  $I$  表示，单位为  $A$ 。

电动势——电源推动电荷流动的力称为电源电动势，用  $E$  表示，单位为  $V$ 。

感抗——当交流电流通过有电感的电路时，电感阻碍电流流过的作用称为感抗，用符号  $X_L$  表示，单位为  $\Omega$ 。

容抗——当交流电流流过具有电容的电路时，受到的阻碍作用，称为容抗。用符号  $X_C$  表示，单位为  $\Omega$ 。

阻抗——当交流电流通过电感、电容、电阻的串联电路时，所受到的阻碍作用称为阻抗，用  $Z$  来表示，单位为  $\Omega$ 。

频率——交流电每秒变化的次数叫频率，用  $f$  表示，单位为  $Hz$ 。

周期——交流电变化一个周波所需的时间叫周期，用  $T$  表示，单位  $s$ 。

直流——方向和量值不随时间变化的电流。

正弦交流——方向和量值随时间作正弦周期性变化，且一周期内平均值为零的电流。

三相交流电——三个频率相同，相位角相差  $120^\circ$  的交流电流叫做三相交流电。

三相四线制——在低压电网中，由于有单相负荷或由于接零保护的需要，将变压器中性点引出，形成四根线供电方式称为三相四线制。

视在功率——交流电路中的电压和电流的乘积，叫视在功率。用  $S$  表示，单位为  $VA$ 。

有功功率——电路中电阻负荷消耗的能量或转变为机械、声、光等其他形式的能量的功率，叫有功功率，用  $P$  表示，单位为  $W$ 。

无功功率——交流电在电路中由于电容或电感负荷的存在，有一部分功率在电源和负荷之间进行交换，而不被负荷消耗掉，这部分功率叫无功功率。用  $Q$  表示，单位为  $var$ 。

功率因数——又称力率，在交流电路中有功功率与视在功率的比值，叫功率因数，用  $\cos\varphi$  表示。

设备利用率——设备利用率是指用电设备实际负担，即平均负荷与额定负荷之比。

$$\text{设备利用率} = \frac{\text{平均负荷}}{\text{额定负荷}} \times 100\%$$

负荷率——平均负荷与最大负荷的比，公式表示为：

$$\text{负荷率} = \frac{\text{平均负荷}}{\text{最大负荷}} \times 100\%$$

电量——衡量电能的单位，分有功电量、无功电量。1kW 的负荷 1 小时消耗的有功电量为 1kWh，或称为 1 度。

## 1.2.2 常用计算公式

### 1. 欧姆定律

(1) 部分直流电路的欧姆定律 (见图 1-1)

$$I = \frac{U}{R}; \quad U = IR; \quad R = \frac{U}{I}$$

(2) 全电路欧姆定律 (见图 1-2)

在闭合直流电路中, 电流的大小与电源电动势成正比, 与全部电路中的电阻总和成反比。关系式如下:

$$I = \frac{E}{r + R}$$

式中  $E$  —— 电源电动势, 单位为 V;

$I$  —— 电路中的电流, 单位为 A;

$r$  —— 电源内阻, 单位为  $\Omega$ ;

$R$  —— 电路中的电阻, 单位为  $\Omega$ 。

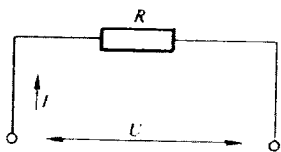


图 1-1 部分电流电路图

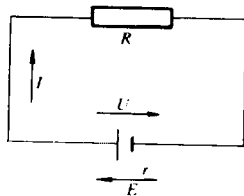


图 1-2 全电路欧姆定律的电路

(3) 交流电路的欧姆定律

$$I = \frac{U}{Z}$$

式中  $I$  —— 电流, 单位为 A;

$U$  —— 电压, 单位为 V;

$Z$  —— 阻抗, 单位为  $\Omega$ 。

## 2. 电路中电阻值的计算

电阻值的计算应根据电阻在电路中的接法,采用不同的方法,详见表 1-1。

表 1-1 不同接法的电阻计算

电阻的连接方式	等值参数计算	电路中的电压	电路中的电流
串联	总电阻等于各电阻之和 $R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	总电压等于各段电压之和, $U_t = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	各支路电流均和总电流相等 $I_t = I_1 = I_2 = \dots = I_n$
并联	总电阻的倒数等于各电阻倒数之和 $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$	各电阻两端电压相等,并等于外加电压 $U_t = U_1 = U_2 = \dots = U_n$	总电流等于各支路电流之和 $I_t = I_1 + I_2 + \dots + I_n$

## 3. 电路中电容量的计算

电容量的计算公式为:

$$C = \frac{Q}{U}$$

式中  $Q$ ——进入电容器的电荷量,单位为 C;

$U$ ——电容器两端的电压,单位为 V;

$C$ ——电容器的容量,单位为 F。

电容量的计算应根据电容在电路中的接法,采用不同的方法,详见表 1-2。

表 1-2 不同接法的电容量计算

连接方式	计算公式
串联	$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$ 若 $n$ 个电容量相等的电容 $C_0$ 串联时,则 $C_t = \frac{C_0}{n}$
并联	$C_t = C_1 + C_2 + \dots + C_n$ 若 $n$ 个电容量相等的电容 $C_0$ 并联时,则 $C_t = nC_0$

#### 4. 交流电路中阻抗的计算

交流电路中电感、电容、电阻不同组合串联时的计算见表 1-3。

表 1-3 交流电路中电阻、电容、电感串联的阻抗计算

电路连接	计算公式
电阻、电感串联	$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $X_L$ 感抗 ( $\Omega$ ), $X_L = 2\pi fL$ ; $L$ —电感 (H), $f$ 频率 (Hz)
电阻、电容串联	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $X_C$ 容抗 ( $\Omega$ ), $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ ; $C$ —电容 (F)
电阻、电感、电容并联	$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ $X$ 电抗 ( $\Omega$ ), $X = X_L - X_C$

#### 5. 三相交流电路中负荷的连接

相、线电压、电流之间的关系见表 1-4。

表 1-4 线电压、线电流与相电压、相电流的关系

连接方式	线电压与相电压关系式	线电流与相电流的关系式
星形连接	$U_l = \sqrt{3}U_{ph}$	$I_l = I_{ph}$
三角形连接	$U_l = U_{ph}$	$I_l = \sqrt{3}I_{ph}$

注:  $U_l$ 、 $U_{ph}$ 、 $I_l$  和  $I_{ph}$  分别为线电压、相电压、线电流和相电流。

#### 6. 单相交流电路中的功率和功率因数的计算

单相交流电路中的功率和功率因数的计算见表 1-5。

表 1-5 单相交流电路中功率和功率因数的计算公式

项目	公式	单位
有功功率	$P = UI \cos \varphi = S \cos \varphi$	W
无功功率	$Q = UI \sin \varphi = S \sin \varphi$	Var
视在功率	$S = UI$	VA
功率因数	$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{UI}$	

## 7. 三相交流电路中的功率计算

三相交流电路中的功率计算见表 1-6~表 1-10。

表 1-6 三相交流电路中的功率计算

形式	项目	公式	单位	说明
对称 三相 电路 的 功 率	有功功率	$P = 3U_{ph}I_{ph} \cos \varphi = \sqrt{3}U_l I_l \cos \varphi$	W	$U_{ph}$ - 相电压 $I_{ph}$ - 相电流 $U_l$ - 线电压 $I_l$ - 线电流 $\varphi$ - 相电压与相电流的 相角
	无功功率	$Q = 3U_{ph}I_{ph} \sin \varphi = \sqrt{3}U_l I_l \sin \varphi$	Var	
	视在功率	$S = 3S_{ph} = 3U_{ph}I_{ph} = \sqrt{3}U_l I_l$	VA	
	功率因数	$\cos \varphi = \frac{P}{S}$		

表 1-7 电热和白炽灯电流计算公式

供电相数	功率 P(W)	每相电流 I(A)	计算公式
单相	1000	4.5	$I = \frac{P}{220}$
三相	1000	1.5	$I = \frac{P}{1.73 \times 380}$

表 1-8 荧光灯电流计算公式

供电相数	功率 P(W)	每相电流 I(A)	计算公式
单相	1000	9	$I = \frac{P}{220 \times 0.5(\text{功率因数})}$
三相	1000	3	$I = \frac{P}{1.73 \times 380 \times 0.5(\text{功率因数})}$

表 1-9 电动机电流计算公式

分类	功率 P(kW)	每相电流 I(A)	备注	计算公式
单相电动机	1	8	$\cos \varphi$ 以 0.75 计算, $\eta$ 以 0.75 计算	$I = \frac{P \times 1000}{220 \times \cos \varphi \times \eta}$
三相电动机	1	2	$\cos \varphi$ 以 0.85 计算, $\eta$ 以 0.85 计算	$I = \frac{P \times 1000}{1.73 \times 380 \times \cos \varphi \times \eta}$

注: 1. 计算公式中, 如无  $\cos \varphi$ 、 $\eta$  的数据时, 单相电动机的  $\cos \varphi$  和  $\eta$  都可以 0.75 计算; 三相电动机的  $\cos \varphi$  和  $\eta$  可以 0.85 计算。

2. 1 马力=0.735kW。

表 1-10 电焊机电流计算公式

电焊机输入电压 $U$ (V)	计算公式	每千伏每相电流 $I$ (A)
220	电流 $I(A) = \frac{\text{功率}S(\text{kVA}) \times 1000}{220}$	4.5
380	电流 $I(A) = \frac{\text{功率}S(\text{kVA}) \times 1000}{380}$	2.7

## 1.3 工厂供电知识

### 1.3.1 电能的生产、输送和分配

#### 1. 电能的生产

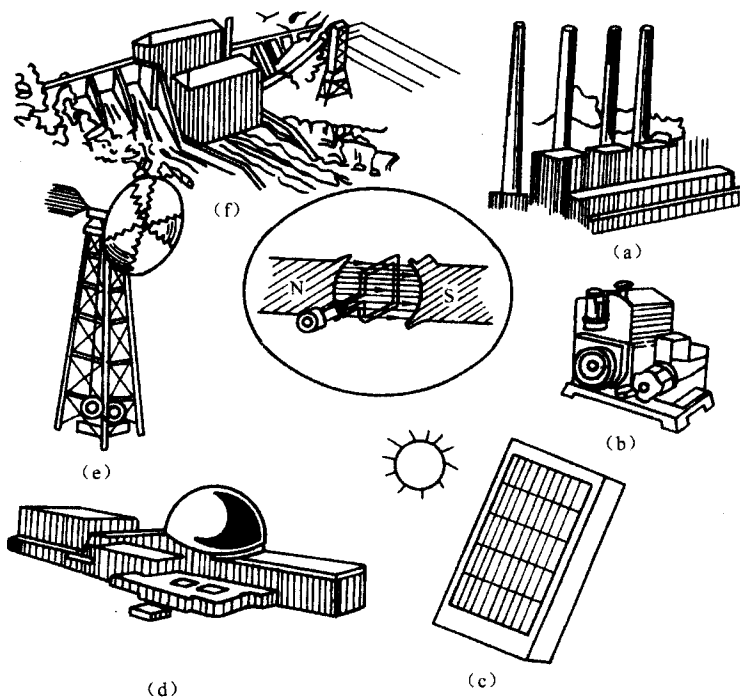
电能是由煤炭、石油、水力、核能、太阳能和风能等一次能源通过转换装置而获得的二次能源，各种发电装置的示意图如图 1-3 所示。目前，世界各国电能的生产主要采用以下三种方式：

(1) 火力发电。它是利用煤炭、石油以及天然气等燃料燃烧后产生的热量来加热水，使之成为高温、高压蒸汽，再用蒸汽推动汽轮机旋转并带动三相交流同步发电机发电。

(2) 水力发电。它是利用水流的势能来发电，即用水流的落差形成的冲力去推动水轮机旋转并带动三相交流同步发电机发电。

(3) 核能发电。它是利用原子核裂变时释放出来的巨大能量来加热水，使之成为高温、高压蒸汽，再用蒸汽推动汽轮机并带动三相交流同步发电机发电。

此外，还可利用太阳能、风力、地热等能源发电。



(a) 火力发电 (b) 柴油机发电 (c) 太阳能发电  
(d) 核能发电 (e) 风能发电 (f) 水力发电

图 1-3 各种发电装置

## 2. 电能的输送与分配

为了安全和降低发电成本，同时也为了减少对城市环境的污染，目前发电站一般都建在远离城市的能源地或水陆运输比较方便的地方。因此，发电站发出的电能要用输电线进行远距离的输送，以供给电能消费场所使用。

目前我国高压输电的电压等级有 110kV, 220kV, 330kV, 500kV 及 1000kV 以上的特高压等。由于发电机本身结构及绝缘材料的限制，不可能直接产生这样高的电压，因此在输电时必须首先通过升压变压器将电压升高。



### 1.3.2 工厂企业供电方式

高压电输送到用电区后，为了保证用电安全并合乎用电设备的电压等级要求，还必须通过各级降压变电站将电压降至合适的电压等级。例如，工厂输电线路，高压为 35kV 或 10kV，低压为 380V 或 220V。整个电能的输送示意图如图 1-4 所示。

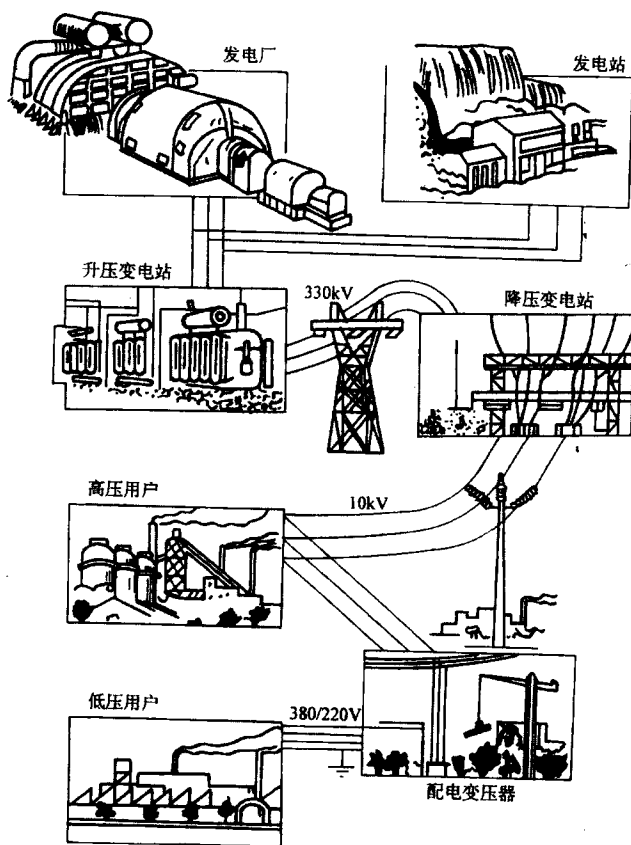


图 1-4 电能的输送