



职业技能培训系列教材

ZHIYE JINENG PEIXUN XILIE JIAOCAI

电工

基本技能

李智俊 主编



中国林业出版社



职业技能培训系列教材

电工基本技能

李智俊 主编

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工基本技能/李智俊主编. —北京:中国林业出版社,
2009. 6

(职业技能培训系列教材)

ISBN 978-7-5038-5615-0

I. 电… II. 李… 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(2009)第 098243 号

出版:中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

编者咨询 E-mail:bjbwy@163.com 电话:010-67061986

发行:新华书店北京发行所

印刷:北京市昌平百善印刷厂

印次:2009年9月第1版第1次

开本:880mm×1230mm 1/32

印张:5.75

字数:160千字

印数:8250

定价:10.00元

前 言

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。职业技能短期培训,能够在短期内使受培训者掌握一门技能,达到上岗要求,顺利实现就业。为了提高各行各业劳动者的知识与技能水平,增强其就业的能力,我们特意组织了全国各地一批长期在一线从事职业培训教学、富有经验的知名老师编写了这套职业技能培训教材。

本套教材是为了适应开展职业技能短期培训的需要、促进短期培训向规范化发展而编写的。该套教材以相应职业(工种)的国家职业标准和岗位要求为依据,根据上岗前职业培训的特点和功能,以基本概念和原理为主,突出针对性和实用性,理论联系实际,使读者一读就懂,一学就会。

这套教材适合于各级各类职业学校、职业培训机构在开展职业技能短期培训时使用。由于时间仓促和编写者的水平有限,书中错漏之处敬请读者批评指正,在此深表感谢。

编 者

2009 年 6 月

目 录

第一单元 电工基本知识	(1)
模块一 电路的基本概念	(1)
模块二 电路的基本定律	(5)
模块三 电阻的串联和并联电路	(6)
模块四 正弦交流电的概念	(7)
模块五 变配电系统简介	(9)
第二单元 电工常用工量具的使用	(14)
模块一 常用电工工具的使用	(14)
模块二 常用电工测量仪表的使用	(29)
第三单元 电工材料的选择与导线的连接	(37)
模块一 电工材料的选择和使用	(37)
模块二 导线的连接和绝缘层的恢复	(54)
第四单元 电工安全操作	(63)
模块一 触电与急救	(63)
模块二 电工安全操作知识	(71)
模块三 接地和接零装置的安装	(79)



第五单元 室内布线与低压配电装置的安装 (87)

模块一 常见的室内配线 (87)

模块二 进户装置及配电板的安装 (106)

模块三 照明线路的安装与检修 (115)

第六单元 室外线路的施工 (126)

模块一 低压架空线路的安装 (126)

模块二 电缆线路的布线 (159)

第一单元 电工基本知识

模块一 电路的基本概念

1. 电路

电路是电流的路径。它主要由电源、负载以及连接导线和中间环节(开关、仪表等)组成。电源是提供电能的装置,负载是消耗电能的用电器。如图 1-1 所示。

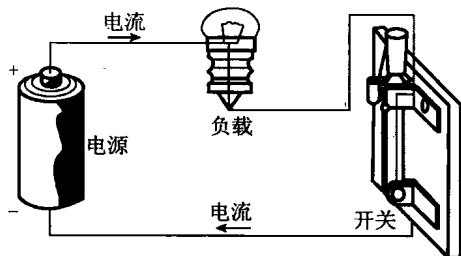


图 1-1 电路的基本结构

2. 电流

电荷的定向移动形成电流。电路中具有两种微小带电粒子,一种带正电荷,另一种带负电荷,当受其他条件影响时,在电路中就会移动,而形成电流。

电流是有方向的,规定正电荷的移动方向为电流的方向。

电流的大小用电流强度表示,规定用符号 I 表示。单位是安培(A)、毫安(mA)、微安(μA)。

$$1 \text{ 安} = 10^3 \text{ 毫安} = 10^6 \text{ 微安}$$

3. 电压

电压是电荷在电路中移动的能力,它是电路中任意两点之间的电位之差。如图 1-2 所示,电场力 $F_{\text{电}}$ 将正电荷 Q 从 A 点移动到 B 点所作的功 W_{AB} ,那么,与 Q 的比值,就叫做电压。

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$



电压也是有方向的。规定电压的方向是从高电位点指向低电位点。如图 1-2 由 A 指向 B。

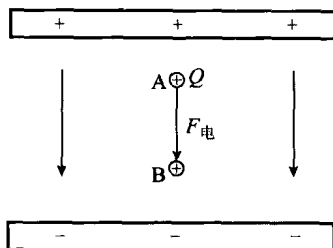


图1-2 电场力对电荷做功示意图

电压用符号 U 表示。是衡量电路内部电场力做功能力强弱的一个表征量。单位是伏特，简称伏(V)，常用单位有千伏(kV)，毫伏(mV)。

$$1 \text{ 伏} = 10^{-3} \text{ 千伏} = 10^3 \text{ 毫伏}$$

4. 电能

在电路中，由于导体两端存在电压，在导体内部建立了电场，在电场力的作用下移动电荷，电场力对电荷做了功，消耗了电能。它以电流通过导体(用电器)做功的形式表现。电荷是电路中能量的载体。就像公共汽车运送旅客一样，把电能运送到各个导体(用电器)，导体(用电器)把电能转化为其他形式的能量。

电能的单位是焦耳，简称焦(J)，用符号 W 表示。常用单位有千瓦时(俗称度)，用 kWh 表示。

$$1 \text{ 度} = 1000 \times 60 \times 60 \text{ 焦} = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦}$$

5. 电阻

电流通过导体时，导体对电流的阻碍作用就叫做电阻，用文字符号 R 表示，图形符号如图 1-3 所示。

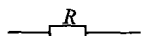


图 1-3 电阻元件的图形符号

单位是欧姆，简称欧(Ω)。常用单位有千欧(k Ω)、兆欧(M Ω)。

$$1 \text{ 欧} = 10^{-3} \text{ 千欧} = 10^{-6} \text{ 兆欧}$$

常用电阻的外形图如图 1-4 所示。

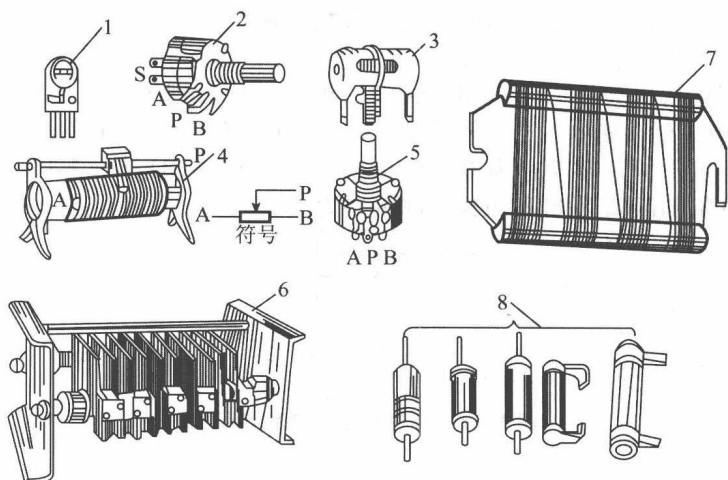


图 1-4 常用电阻器外形图

- 1—微调硬膜电位器 2—线绕电位器(带开关) 3—线绕电位器
4—滑线式变阻器 5—硬膜电位器 6—实心电阻器(带散热器)
7—线绕电阻器(带散热器) 8—硬质电阻器和薄膜电阻器

电阻的主要参数是电阻值。电阻器标称值的识别,有直标法和色标法两种。

1)直标法。在电阻上用阿拉伯数字和符号直接表示出电阻值的大小来,如 390 表示 390Ω ;2k 表示 $2k\Omega$ 。

2)色标法。在电阻上用色环表示。紧靠电阻元件一端的色环为第一环,而另一端则为最后一环。色环表示的意义见下表 1-1。

表 1-1 色标符号规定

颜色	有效数字	乘数	允许偏差(%)
银色		10^{-2}	± 10
金色		10^{-1}	± 5
黑色	0	10^0	
棕色	1	10^1	± 1
红色	2	10^2	± 2
橙色	3	10^3	
黄色	4	10^4	
绿色	5	10^4	± 0.5
蓝色	6	10^6	± 0.25
紫色	7	10^7	± 0.1
灰色	8	10^8	
白色	9	10^9	$+50/-20$
无色			± 20



利用色环标记表示电阻主要参数有两位有效数字和三位有效数字两种方法。图 1-5 所示为二位有效数字示例,若电阻上的色环颜色依次为绿(5)、蓝(6)、红(2)、银($\pm 5\%$),则该电阻的阻值为 5600Ω ,允许偏差为 $\pm 5\%$;图 1-6 所示为三位有效数字色标示例,若电阻上的色环颜色为橙(3)、橙(3)、红(2)、红(2)、棕($\pm 1\%$),则该电阻的阻值为 33200Ω ,允许偏差为 $\pm 1\%$ 。

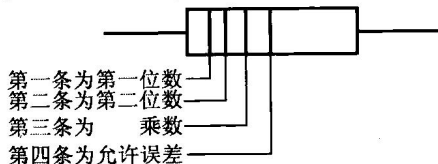


图 1-5 两位有效数字色标示例

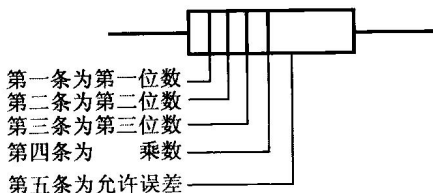


图 1-6 三位有效数字色标示例

6. 电感

电感线圈也叫电感器,是一种储能元件,能把电能转换成磁场能。它的主要参数电感的文字符号用 L 表示,图形符号如图 1-7 所示。

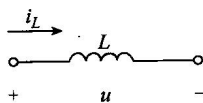


图 1-7 电感的图形符号

单位是亨[利](H)。电感的种类很多,常见的有变压器线圈、继电器线圈、镇流器线圈等,如图 1-8 所示。



图 1-8 电感元件的外形图



7. 电容

任何两个彼此绝缘而又互相靠近的导体都可视为一个电容器。是一种储能元件,可以将电能转换为电场能。电容器的主要参数是电容量,文字符号用 C 表示,图形符号如图 1-9 所示。 U_C 是电容器两端的电压, i 是通过电容器的电流。

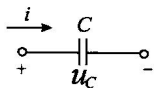


图 1-9 电容的图形符号

电容的单位是法拉,简称法(F),常用的单位有微法(μF)、皮法(pF)、纳法(nF)。

$$1\text{F}=10^6\mu\text{F}=10^9\text{pF}=10^{12}\text{nF}$$

电容器的种类很多,常见的电容器如图 1-10 所示。



图 1-10 电容元件的外形图

模块二 电路的基本定律

一、欧姆定律

1. 内容:通过一段导体的电流 I 与这段导体两端的电压 U 成正比,与这段导体的电阻 R 成反比。即

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

2. 应用

二、基尔霍夫定律

对于较复杂的电路(电路中包含两个或两个以上电源的电路,称为复杂电路),欧姆定律无法满足分析问题的要求时,经常要用到基尔霍夫定律。

1. 基尔霍夫第一定律(也叫电流定律):对于任意一个节点(电路分叉点,或叫做电路的汇集点),流入节点的电流等于流出节点的电流。即

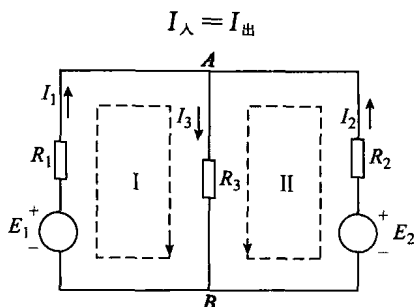


图 1-11

如图 1-11 所示,对于节点 A,总存在

$$I_1 + I_2 = I_3$$

2. 基尔霍夫第二定律(也叫电压定律):对于任意一个回路(一条无分支的闭合电路),在任意时刻总存在电压升值等于电压降值。即

$$U_{\text{升}} = U_{\text{降}}$$

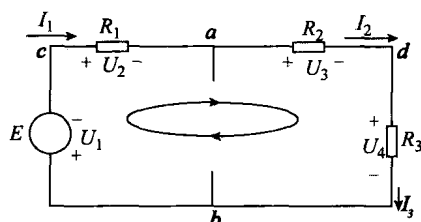


图 1-12

如图 1-12 所示,对于回路 adbca,沿顺时针方向,总存在

$$R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_3 = U_1$$

或

$$U_1 = U_2 + U_3 + U_4$$

模块三 电阻的串联和并联电路

1. 电阻的串联

将两个或两个以上的电阻顺次首尾相连,连结成一条没有分叉的单链子状态的电路,就叫做电阻的串联。如图 1-13 所示

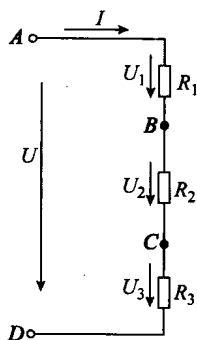


图 1-13 电阻的串联电路

2. 电阻的并联

两个或两个以上的电阻并列连接在两个公共点之间所构成的电路,就叫电阻的并联。如图 1-14 所示。

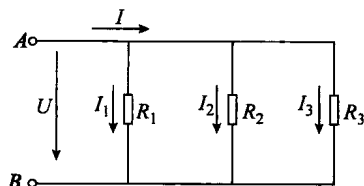


图 1-14 电阻的并联电路

模块四 正弦交流电的概念

正弦交流电是指大小和方向随时间按正弦规律变化的电压、电流和电动势,统称为正弦交流电。如图 1-15 所示为一个正弦交流电流的波形图。表示正弦交流电的主要特征量有:

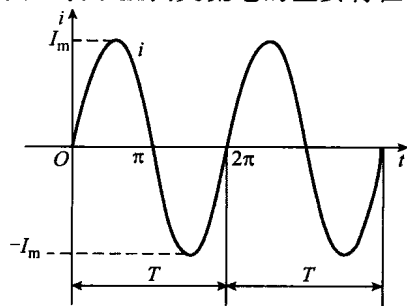


图 1-15 正弦波形图



1. 周期(T)

正弦交流电变化一个完整的循环所需要的时间称为周期,单位是秒(s)。

2. 频率(f)

单位时间内(每秒)完成变化的周期数成为频率,单位是赫兹(Hz)。频率和周期互为倒数,即

$$f = \frac{1}{T}$$

3. 角频率(ω)

单位时间内变化的角度(以弧度为单位)叫做角频率,单位是弧度/秒(rad/s)或1/秒(1/s)。角频率与周期 T 和频率 f 之间的关系为

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

4. 瞬时值

交流电每一瞬时所对应的数值称为瞬时值。瞬时值用小写字母表示,如 i 、 u 等。由于交流电是随时间变化的,所以各不同瞬时的瞬时值一般大小和方向都不相同。

5. 最大值

交流电在一个周期内数值最大的瞬时值成为最大值或幅值。最大值用大写字母表示加下标 m 表示,如 I_m 、 U_m 等。

6. 有效值

规定用来计量交流电大小的物理量,成为交流电的有效值。用大写字母表示,如 U 、 I 等。交流电的最大值和有效值之间的关系为

$$I = I_m \sqrt{2} = 0.707 I_m$$

$$U = U_m \sqrt{2} = 0.707 U_m$$

我们常说的电压 220V,指的就是交流电的有效值是 220V。而它的最大值为 $U_m = \sqrt{2}U = \sqrt{2} \times 220 = 311V$ 。虽说是 220V 的电压,但是最高可达到 311V 电压。一般交流电的大小都用有效值来表示。



模块五 变配电系统简介

发电厂生产的电能,经多级变压,即升压和降压,通过输电线将电能输送到终端用户的整个电路,称为变配电系统。

变配电系统由多级变电站组成,变电站的核心是各种电压等级的电力变压器,并辅以继电保护装置实施对整个供配电系统运行状况的监视、测量和保护。

发电厂直接生产的电能电压等级较低,由于线路中的电压损失较大,不能用来直接输送到用户,需要经过多次变压。首先要进行升压,将电压升高到一定的电压等级,一般要经过 3~4 次升压,进入电网;其次,从电网到用户,根据用户具体使用的电压等级进行降压,一般要经 3~4 次降压,用户才能使用。如图所示 1-16。

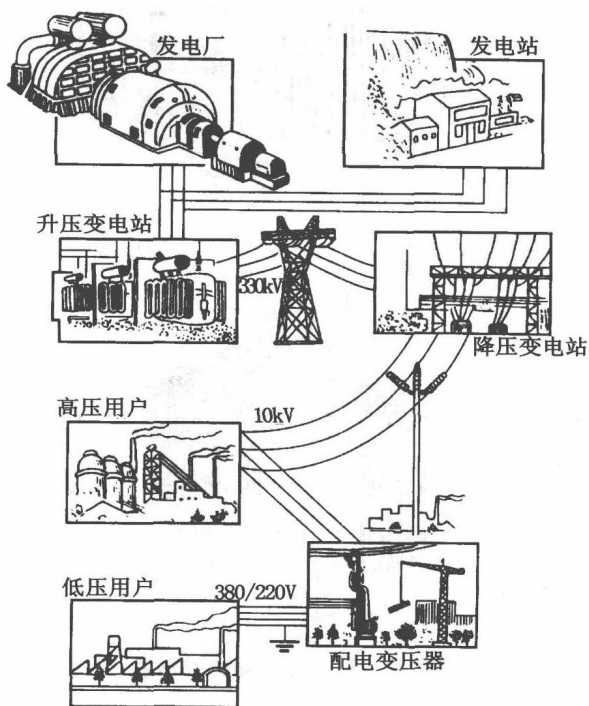


图 1-16 三相电力系统示意图



在升压或降压过程中,都要通过变压器来实现。三相变压器主要是三相电力变压器,而三相电力变压器应用最广的是油浸式电力变压器,它由铁心、绕组和附件三大部分组成。其外形如图 1—17、图 1—18 所示。

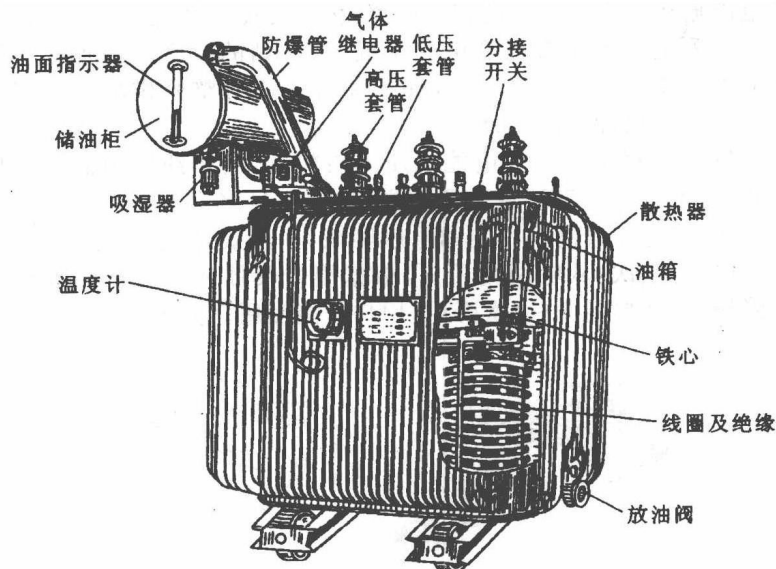


图 1—17 SJ1 系列三相电力变压器

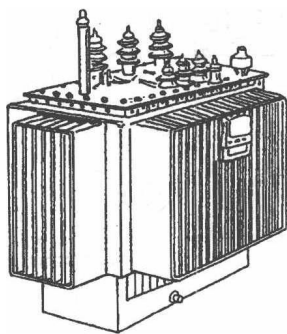


图 1—18 S 系列电力变压器



一、铁心

铁心是三相变压器的磁路部分,与单相变压器一样,它也是由 0.35mm 厚的硅钢片叠压(或卷制)而成,新型电力变压器均采用冷轧晶粒取向硅钢片制作,以降低其损耗。三相电力变压器均采用心式结构,如图 1-19 所示。通常心式结构的铁心采用交叠式的叠装工艺,即把剪成条状的硅钢片用两种不同的排列法交错叠放,每层将接缝错开叠装。交叠式铁心的优点是各层磁路的接缝相互错开,气隙小,故空载电流较小。另外交叠式铁心的夹紧装置简单经济,且可靠性高,因而在国产电力变压器中得到广泛采用。主要不足是铁心及绕组的装配工艺较复杂。

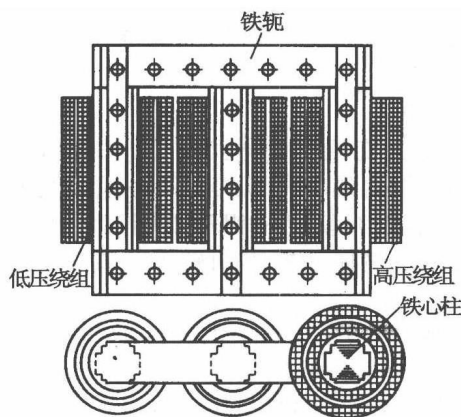


图 1-19 三相心式变压器

铁心叠装好以后,必须将铁心柱及铁轭部分紧固成为一个整体。夹紧螺栓与硅钢片之间必须有可靠的绝缘,否则硅钢片会被夹紧螺栓短路,使涡流增加而引起过热,造成硅钢片和绕组烧坏。目前生产的变压器的铁心柱部分改用环氧无纬玻璃丝带绑扎,而铁轭部分仍采用夹紧螺栓及上、下夹件夹紧,使整台变压器铁心成为一个坚实的整体。

铁心柱的截面形状和大小与变压器的容量有关,单相变压器及小型三相电力变压器采用正方形或长方形截面,如图 1-20(a)所示;在大、中型三相电力变压器中,为了充分利用绕组内圆空间,