



职业技能培训专用教材

温暖工程推荐用书

项目总监：李岩伶

初级电工

职业教育研究中心 编著

适用于

- 农村劳动力转移就业培训
- 农村实用人才培养
- 就业、再就业岗前培训
- 新农村建设“农家书屋”配书



华文出版社

职业技能培训专用教材
温暖工程推荐用书

初 级 电 工

职业教育研究中心 编著

华文出版社

图书在版编目(CIP)数据

初级电工 / 职业教育研究中心编著. —北京: 华文出版社,
2007. 8

职业技能培训专用教材. 温暖工程推荐用书

ISBN 978-7-5075-2191-7

I. 初… II. 职… 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(2007)第 118500 号

华文出版社出版

(邮编 100055 北京市宣武区广安门外大街 305 号 8 区 2 号楼)

网址实名: 华文出版社

电子信箱: hwcs@263.net

电话: 010—58336261 58336270

新华书店经销

济南石茂印务有限公司印刷

880 × 1230 32 开 4.5 印张 121 千字

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

*

定价: 8.00 元

前 言

党的十六大对我国新世纪新阶段全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化建设作出了战略部署。认真落实党的十六大精神,必须坚定不移地推进农业和农村经济结构战略性调整,千方百计增加农民收入。其中关键是要加快农村劳动力转移的步伐,推动城镇化进程。为了配合此项工作的开展,为农村富余劳动力进城务工做好准备,我社按照城镇职业岗位对劳动力素质的实际需求,编写了这套《职业技能培训专用教材》,这套教材以中青年农民为对象,以相应职业(工种)的国家职业标准和岗位要求为依据,突出针对性、实用性,注重技能操作并力求图文并茂,通俗易懂。本教材具体特色如下:

1. **内容基础,适合短期培训。**教材中主要讲述与本职业(工种)相关的必备知识和技能,适合短期培训,能在较短的时间内,让受培训者熟悉本职业(工种)的基本工作,掌握基本的操作技能。

2. **注重实际操作,内容实用。**本套教材以培养实际操作技能为主,针对读者的特征,尽量避免复杂的理论知识,从而提高本套教材的实用性。

3. **层次清晰,语言通俗,图文并茂,易于掌握。**本套教材通过图文相结合的方式,按照国家规范,一步步介绍操作步骤,层次清晰,语言通俗,便于受培训者理解和掌握。

本书第一章介绍了电工的基础知识,包括电和磁的基础知识,以及电路中基本元器件的说明;第二章主要讲解的是电工常用工具的使用及注意事项,同时还包括多种电工测量仪表的使用说明;第三章主要介绍常用控制电器、保护电器、变压器、电动机等电气设备的功能和使用;第四章主要是关于照明电路中各种电光源、灯具、配线、电

器安装及检修等知识的讲解;第五章介绍的是电工用图的相关内容,同时给出两种比较有代表性的电气控制电路图配合讲解;第六章介绍的是电工的一些基本操作技能,包括导线的连接、焊接与拆焊工艺、架杆与登高等内容,最后还介绍了用电过程中的安全常识。

本教材主要是针对农村劳动力转移培训、农村实用人才培养以及就业、再就业岗前培训而编写的,也可作为新农村建设“农家书屋”的配书。希望本教材能给各地职业技能培训部门和进城务工的农民朋友以实实在在的帮助。

由于时间仓促、编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请职业学校、培训机构和读者对教材中存在的不足之处提出宝贵意见和建议。

编 者

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 电和磁的基础知识	1
第二节 电路中的基本元器件	10
第二章 电工工具及测量知识	19
第一节 电工工具	19
第二节 电工测量的一般知识	29
第三节 电工测量仪表	31
第三章 常用电器设备	41
第一节 控制电器和保护电器	41
第二节 变压器	50
第三节 三相异步电动机	55
第四章 电器照明	67
第一节 常用照明电光源及其电路	67
第二节 瓷绝缘子、瓷夹、木板槽配线	74
第三节 照明灯具及安装	77
第四节 照明电器的安装	84
第五节 照明电器的检修	89
第五章 电工用图	96
第一节 电工用图常识	96
第二节 识读电工用图的基本方法和步骤	102
第三节 识图举例	104
第六章 电工基本操作与安全用电	110
第一节 电工基本操作技能	110
第二节 安全用电常识	131

第一章 电工基础知识

第一节 电和磁的基础知识

一、电路的基础知识

1. 电路的组成

在我们的日常生活当中最常用到的能源就是电能,例如电灯、电视机、洗衣机等,都是经常用到的家用电器,它们的工作都是靠电来维持。那么电这种能量是怎么使电器工作的呢?要解决这个问题我们首先来了解一下电路的组成。

电路主要由三部分组成:电源、负载和中间环节。像水流通的路径叫水路一样,电流通的路径叫电路。如图 1-1 所示为电路组成的电路图和原理图。其中电池是电源,灯泡是负载(用电器),开关和联接导线是中间环节。

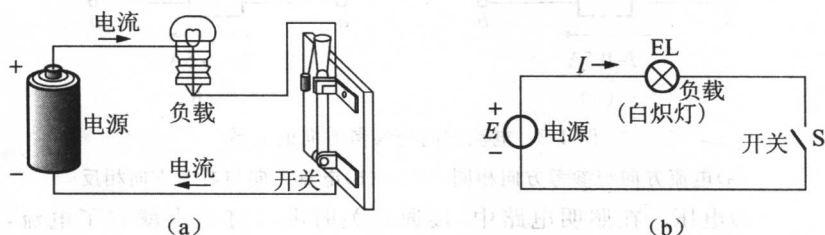


图 1-1 电路的组成

(a) 实际电路图

(b) 电路原理图

(1)电源。电源是把其他形式的能量转换为电能的设备。常用的提供电能的设备有电池、发电机等。

(2)负载。负载就是消耗电能的设备,它的作用就是把电能转换

初级电工

成其他形式的能量。常见的负载有电灯、电炉、电动机等。

(3)中间环节。中间环节是联接电源和负载的部分,常见的有联接导线、开关、保护设备。它起传输、控制和分配电能的作用。

2. 电路的基本物理量与额定值

电路的基本物理量有电流、电压、电动势和电功率等。下面简单介绍这些知识。

(1)电流。电荷由规则的定向运动形成电流。通俗地说就是电的流动。衡量电流大小的物理量叫电流强度,简称电流,用字母 I 表示,单位是安培(A)。常用的单位还有毫安(mA)和微安(μA),它们之间的换算关系为:

$$1\text{A}=10^3\text{mA}=10^6\mu\text{A}$$

电流是一个有方向的物理量,只给出大小是不够的。我们规定正电荷流动的方向是电流方向。为计算与说明方便,我们预先假设电流的方向称为参考方向。参考电流的方向和实际电流的方向可能相同也可能相反。相同时电流为正($I>0$),相反时电流为负($I<0$)。如图 1-2 所示。

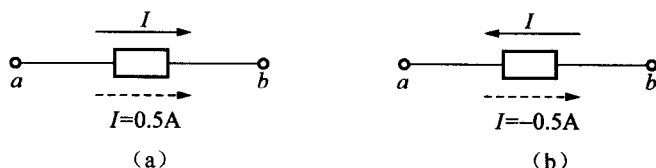


图 1-2 电流方向与参考方向的关系

(a) 电流方向与参考方向相同

(b) 电流方向与参考方向相反

(2)电压。在照明电路中,接通开关时电灯灯丝中就有了电流,关闭后灯丝中就没有电流了,那么,导体中形成持续电流的条件是什么呢?是电压。大家知道,河水总是从高处往低处流。因此要形成水流具有一定的水位差叫水压,与此相似,电路里要形成电流就要有电压。

电压用字母 U 表示,单位是伏特(V)。其他常用的单位还有千伏

(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V)。它们之间的换算关系为:

$$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V} \quad 1 \text{ V} = 10^3 \text{ mV} = 10^6 \mu\text{V}$$

(3)电动势。电动势表示电源把其他形式的能量转换成电能的能力,是电源特有的物理量。它的方向和电压方向相反,是由电源的负极指向电源的正极。举一个日常生活中的例子,手电筒如果没电了就会比较暗,而换新电池就会亮得多。主要原因是新、旧电池的电动势不同。

电动势用字母 E 表示,单位为 V 。

(4)电功率。简单说来,电功率就是单位时间内产生或接受电能的多少。灯泡、电烙铁、电炉等用电器上都标有额定电压值和额定功率值,例如,电灯泡上标有“220V、60W”,这就表明这个灯泡在 220V 的电压下工作时,功率是 60W。

电功率用字母 P 表示,单位是瓦特(W),其他常用的单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW)。它们之间的换算关系是:

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W} = 10^6 \text{ mW}$$

电功率等于电压与电流的乘积,公式为: $P=UI$ 。



小提示:

耗电量=功率×用电时间,即耗电量= $P \times T$ 。耗电量的单位是度,我们通常所说的 1 度电是指 1000W 的功率使用 1 小时所消耗的用电量。

(5)额定值。电器设备在正常工作时对电流、电压和功率具有一定限额,称为额定值。额定值的表示方法很多,可以利用铭牌标出,例如,电动机、电冰箱、电视机的铭牌等;也可以直接标在该产品上,例如,电灯泡、电阻等,如灯泡标有 220V、40W,表明该灯泡在 220 V 额定电压作用下,消耗的额定功率为 40 W。



在使用中实际值等于额定值时,电器设备的工作状态称为额定状态;如果实际值超过额定值,就可能引起电器设备的损坏或缩短使用寿命,即发生了过载情况。为了保证电器设备长期安全可靠地工作,尽量使设备在额定值下工作。

3. 电路的工作状态

电路在不同的工作条件下,会处于不同的状态,并具有不同的特点。电路的工作状态有三种:通路、断路和短路。

(1)通路。当电路中开关闭合时,电源与负载(用电器)接通,负载中有电流流过,处于这种工作状态时称为通路。电路正常工作时就处于通路状态。通路状态如图 1-3(a)所示。

(2)断路。当电路中开关打开或某处断开时,电路处于断路状态。这时负载中没有电流流过,此时电路不工作。断路状态如图 1-3(b)所示。

(3)短路。当电源正负极联接在一起时,电路处于短路状态。短路状态如图 1-3(c)所示。

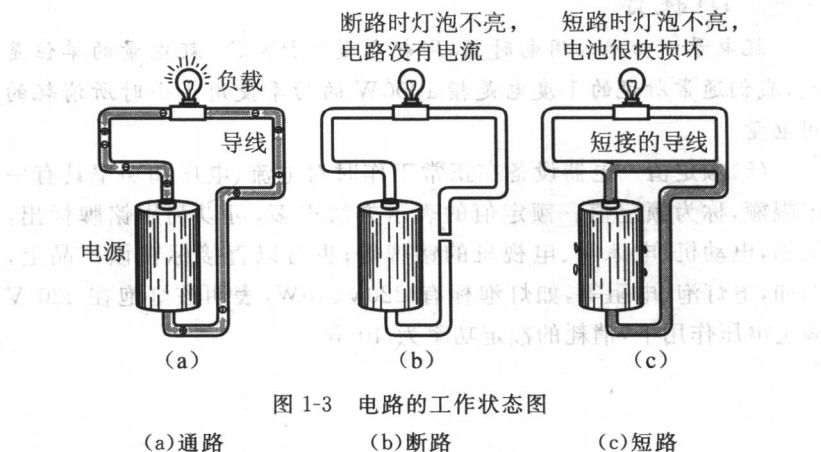


图 1-3 电路的工作状态图

短路通常是严重的事故,负载上没有电流、电压,电路也不工作,但电路中会有很大的电流产生,会烧毁用电器或造成危险,甚至引起火灾,应尽量避免发生。



小提示:

为了防止事故,通常在电路中接入熔断器或断路器,以便在发生短路时能迅速切断故障电路。

二、电路的基本定律

1. 欧姆定律

我们都有这样的经历,普通电灯接在 220V 电源上能正常发光,电压低了就显得昏暗,表明通过灯泡的电流变小。可见通过灯泡的电流与加在灯泡两端的电压有关系,接在同一个电源上的两个灯泡电阻小的灯泡较亮。这说明电阻、电压、电流三者有一定关系。欧姆定律就说明了这一关系。它是电路最基本的定律之一。它指出了电压、电阻、电流三者之间的关系。

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

欧姆定律的另外两种表达式为:

$$U = IR \quad \text{或} \quad R = \frac{U}{I}$$

根据上面的公式可知,当知道了电流、电压、电阻三个量中任意两个量之后,就能求出第三个量。

例 1:一盏 40W 的电灯,点亮时电阻为 2000Ω ,接在 220V 电源上,通过灯泡的电流是多少?

解:已知电压 U 和电阻 R ,求电流 I ,可得:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{V}}{2000\Omega} = 0.11(\text{A})$$

即流过灯泡的电流为 0.11A。

2. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律是反映电路中各电流之间的相互关系和各电压之间的相互关系的基本定律,也是电路的基本定律。它分为基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律。在介绍定律之前,先介绍三个名词:支路、节点、回路。

支路:电路中每个分支叫支路。如图 1-4 所示,AF、BE、CD 为支路。

节点:电路中两个以上支路的联接点称为节点。如图 1-4 所示,B、E 为节点。

回路:电路中任一闭合路径称为回路。如图 1-4 所示,ABEFA、BCDEB、ABCDEF 都是回路。

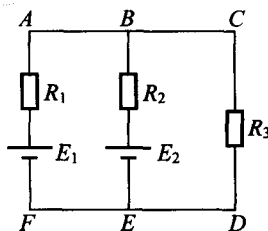


图 1-4 电路图

(1)基尔霍夫电流定律。它是用来确定联接在同一节点上各支路电流之间的关系的定律。它的内容是任一瞬时,流入节点的电流之和等于流出该节点的电流之和。公式为:

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$$

或表述为在任一瞬时,任一节点上电流的和等于零。公式为:

$$\sum I = 0$$

如图 1-5(a)所示,流入节点 A 的电流是 I_1 和 I_2 ,流出节点的电流是 I_3 、 I_4 和 I_5 ,根据节点电流定律得到:

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

或

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

基尔霍夫电流定律不仅适用于电路中的实际节点,也可以推广

到闭合曲面,即流入电路中某一部分的电流恒等于流出的电流,如图 1-5(b)所示的三极管,我们可以把圈内看成是节点,则有:

$$I_b + I_c = I_e$$

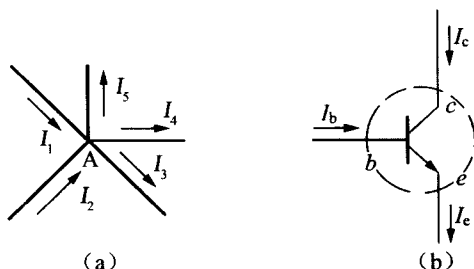


图 1-5 节点电流

(a) 节点电流

(b) NPN 型

(2) 基尔霍夫电压定律。它是用来确定回路中各支路电压关系的定律。它的表述是:在闭合回路中,沿任一回路中各电源电压的代数和恒等于各电阻电压的代数和。如图 1-6 所示中有一个回路 ABCDA。

基尔霍夫电压定律的公式为:

$$\sum E = \sum IR$$

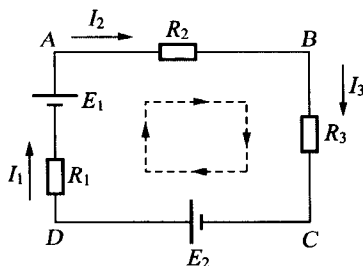


图 1-6 回路电压

应用基尔霍夫电压定律列写回路方程时,有以下几个步骤:

① 回路绕行方向的确定。首先要选定回路的绕行方向,通常选电动势的正方向作为回路的绕行方向。

② 电动势正负号的确定。当遇到电动势时,若电动势方向和与绕行方向一致,则 E 前加正号,反之取负。

③ IR 正负号的确定。电阻中流过电流时,若电流方向与回路绕行方向一致, IR 前加正号,若电流方向与回路绕行方向相反,则 IR 前加负号。

由基尔霍夫电压定律可知,回路电压方程为:

$$E_1 + E_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3$$

三、直流电与交流电

我们日常使用的电源一般分成两种,一种是直流电,另一种是交流电。它们的波形图分别如图 1-7(a)、图 1-7(b)所示。

(1) 直流电。大小和方向都不随时间变化的电流叫做直流电。用字母 I 表示。我们接触的直流电一般都是干电池,如收音机、手电筒和拖拉机用的电池都是干电池。

(2) 交流电。大小和方向都随时间不断变化的电流叫做交流电。我们常见的电灯、电动机等用的电都是交流电。

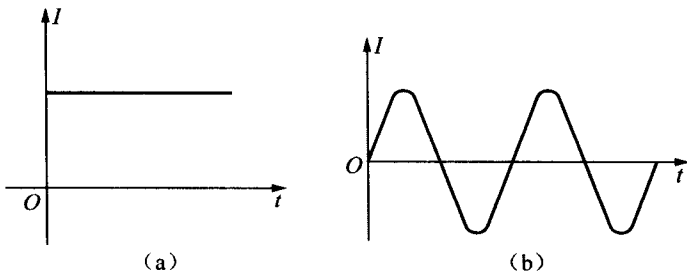


图 1-7 两种电流波形图

(a) 直流电波形图

(b) 交流电波形图

交流电在日常生活中应用较广泛。由电网直接供给用户的就是交流电,交流电有单相、三相两种供电方式。当采用一根火线一根零线供电时为单相 220V 电压,当采用三根火线一根零线(或三根火线)供电时为 380V 电压。家用电源一般是单相交流电,即 220V。



小提示:

在实用中,直流电用符号“—”或字母 DC 表示,交流电用符号“~”或字母 AC 表示。

四、磁的基本知识

许多电器设备,如变压器、电机和继电器等都是依靠电和磁的相互作用而工作的。

1. 磁路的基本概念

(1)磁感应强度。表示磁场内某点的磁场强弱和方向的物理量,也可以用垂直通过单位面积 S 的磁力线数目来描述,用 B 表示,单位为特斯拉(T)。

(2)磁通。在磁场中,磁感应强度 B 与垂直于磁场方向的某一截面积 S 的乘积称为磁通 Φ ,即:

$$\Phi = BS$$

Φ 的单位为韦伯(Wb)。磁通也可以用磁力线的多少和疏密程度来描述。

(3)磁导率。磁导率是用来衡量物质导磁能力的物理量,用 μ 来表示。世界上所有的物质按磁导率的大小可以分为磁性材料和非磁性材料两大类。常见的磁性材料有铁、镍、钴及其合金。磁性材料广泛地用于制造变压器、继电器和电机等电器的铁芯。

(4)磁路。磁通和磁感应强度都可以用磁力线来描述。磁力线集中通过的闭合路径称为磁路。如电动机的铁芯和机壳构成磁路,变压器的铁芯在磁场下也会形成磁路。

2. 磁性材料特性、分类及用途

凡是铁磁材料都能被磁化,且去掉外磁场后仍能保持一定的磁性,这个特性叫铁磁材料的剩磁特性。使原来没有磁性的物质具有磁性这一过程叫磁化。

根据特性的不同,磁性材料可以分为三大类:软磁材料、硬磁材料和矩磁材料。每一种都有各自的用途。软磁材料容易磁化也容易去磁,所以经常用于交变磁场中,如电感元件、变压器、电动机、发电机、继电器的铁芯。硬磁材料是不易磁化也不易失磁的材料,所以适宜于做各种永久磁铁,如各种电表、扬声器、耳机、录音机等都用硬磁材料。矩磁材料非常容易磁化,去掉外磁场后仍有很强的磁性,因此这种材料常用来制成磁芯存储单元,广泛用于计算机和控制系统。

第二节 电路中的基本元器件

电路中最常用到的基本元器件有电阻、电感、电容、二极管与三极管。下面我们逐个介绍。

一、电阻元件

1. 电阻元件

电阻元件简称为电阻,用字母 R 表示。反映的是导体对电流的阻碍作用。它的单位有欧姆(Ω)、千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)。它们之间的关系是:

$$1M\Omega = 10^3 k\Omega = 10^6 \Omega$$

表示电阻的常用符号如图 1-8 所示,常见外形图如图 1-9 所示。

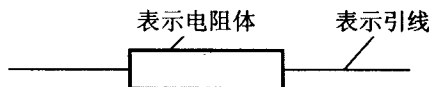


图 1-8 电阻常用符号

电阻的大小与哪些因素有关? 在一定温度下,电阻的大小与导体的横截面积成反比,与导体的长度成正比,还与导体的材料有关。公式为:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中： l —导体的长度(m)；

S —导体的横截面积(mm^2)；

ρ —导体的电阻率。



图 1-9 电阻外形图

电阻率只取决于材料本身。各种物质按电阻率的大小,划分为导体、绝缘体和半导体。导体的电阻率很小,容易导电,如铜、铝、银和铁等金属材料就是常用的导体。

绝缘体的电阻率很大,不容易导电。空气、玻璃、橡胶、塑料、干木材等都是绝缘体。

2. 电阻元件的联接方式

在电路中,电阻的联接形式是多种多样的,其中常用的有电阻的串联和并联。

(1)电阻的串联。将几个电阻按顺序一个接一个地联接起来,使各个电阻通过的电流相等,这种联接方法称为电阻的串联。如图1-10