

初级职业技术教育培训教材

农村电工

初级职业技术教育培训教材编审委员会主编



上海科学技术出版社

初级职业技术教育培训教材

农 村 电 工

初级职业技术教育培训教材编审委员会主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是初级职业技术教育培训教材之一。本书较系统地介绍了农村电工所必须具备的基本知识,内容包括电工基础知识、农村配电系统、农村常用电动机、常用电工工具及测量仪表、常用半导体器件以及安全用电知识。

本书图文并茂,简明实用,对农村电工经常遇到的一些问题进行了通俗易懂的阐述,是一本面向农村,能解决农村实际问题的电工书。

本书除了农村电工、乡镇企业电工以外,还可作为初级职业和军地两用人材的培训教材。

初级职业技术教育培训教材

农 村 电 工

初级职业技术教育培训教材编审委员会主编

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所经销 江苏溧水印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张9.375字数180,000

1993年1月第1版 1993年1月第1次印刷

ISBN7-5323-3035-4/TM·69

印数 1—6,800 定价: 3.20元

(沪)新登字108号

初级职业技术教育培训教材编审委员会

主 任 沈锡灿

副主任 姜耀中 徐福生 王荣华 魏延堂 杨基昌

彭连富 范钦荣 李新立 李瑞祥 周 禹

委 员 陈家芳 谢锦莲 龚 刚 贺季海 严 威

徐荣生 周仁才 李彬伟 李 远 李春明

钱华飞 张德烈 施聘贤 韩强忠

本书编写者 汪耀良 李彬伟

本书审阅者 汪耀楣

前 言

从根本上说,科技的进步,经济的腾飞,民族的振兴,乃至整个社会的进步,都取决于劳动者素质的提高和大量合格人才的培养。进一步加强职业技术教育,培养大批合格的技术工人,迅速提高劳动者素质,努力发展生产力,已成为国家经济建设的当务之急。

为了适应经济建设发展的需要,方便大批初级技术工人的培训,1988年由上海市劳动局、上海市农机局、上海市经委教育处、上海市成人教委办公室等有关单位和部门的同志组成教材编审委员会,组织编写了第一批教材,有《机械工人基础知识》、《车工基础知识》等二十二种。第二批教材,有《电动机修理》等二十三种。前两批教材发行以来,受到了广大读者的欢迎和好评。随着职业技术教育形势不断深入发展的需要,编委会决定继续编写出版第三批初级职业技术培训教材,计有:《焊工》、《钣金工》、《制冷工》、《安装电工》、《农村电工》、《机械识图》、《机械识图习题集》、《录象机修理》、《空调器修理》、《微波炉修理》、《电梯安装与维修》、《家具制作》、《塑料成型技术》、《锁的结构与修理》、《粮油商品经营基础知识》等十五种。

这套教材是本着改革的精神,贯彻落实先培训后就业,先培训后上岗的原则,以部颁初级技术等级标准为依据,并考虑了上岗必须具备的技术基础要求进行编写的。在内容上遵循理论联系实际的原则,力求由浅入深、讲究实用,着眼于打基

基础，适用于工矿企业和劳动就业训练中心培养具有初中文化程度的技术工人，也适用于乡镇企业工人和军地两用人才的短期培训。

由于组织编写初级职业技术教育培训教材经验不多，加上撰写时间仓促，书中难免有错漏之处，敬请使用者提出批评和改进意见。

初级职业技术教育培训教材编审委员会

1992 年 1 月

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 直流电路	1
一、物质的原子结构和电量单位	1
二、导体、绝缘体和半导体	2
三、电流、电压和电动势	2
四、电路及其组成	4
五、导体的电阻	4
六、欧姆定律	6
七、电阻的串联、并联和混联	7
八、电功、电功率和电流的热效应	10
第二节 交流电路	12
一、交流电的基本概念	12
二、简单交流电路	16
三、三相交流电路	24
第三节 磁与电磁	30
一、磁的基本知识	30
二、电流的磁场	32
三、磁场对电流的作用	33
四、电磁感应	33
第二章 农村配电系统	
第一节 架空配电线路	38
一、架空配电线路的电压等级及供电方式	38
二、架空线路的基本结构	38
三、架空线路的几个基本概念	46

四、架空线路的运行维修	47
第二节 配电变压器	49
一、变压器及其用途	49
二、变压器的分类和基本结构	50
三、变压器的工作原理	52
四、变压器的铭牌	55
五、配电变压器的容量选择、安装位置和安装方式	57
六、变压器的接地	62
七、变压器的运行	63
第三节 进户装置	66
一、用电申请	66
二、380/220 伏系统供电相数	67
三、低压接户线与进户线	67
第四节 配电装置	70
一、配电装置的用途和分类	70
二、常用的高压电器	70
三、低压配电电器	72
第五节 低压绝缘导线的布线	87
一、绝缘导线的种类及选择	87
二、绝缘导线的连接	89
三、布线施工	92
第六节 常用照明电路	102
一、白炽灯照明线路	102
二、荧光灯照明线路	107
三、碘钨灯照明线路	111
四、高压水银荧光灯照明线路	112
五、照明线路的常见故障	114
第七节 小型变压器	115
一、小型变压器的简单计算	115

二、小型变压器的绕制	117
第八节 应急发电装置	122
一、异步发电机的工作原理	122
二、电容器的选择	123
三、保持异步发电机电压稳定的方法	126
四、异步发电机剩磁的消失和恢复	127
第三章 农村常用电动机	130
第一节 农村常用电动机的结构与原理	130
一、农村常用电动机的结构	130
二、三相异步电动机的工作原理	134
第二节 电动机的铭牌与接线	139
一、电动机的铭牌	139
二、三相异步电动机的接线	141
第三节 电动机的安装	141
一、安装地点的选择	142
二、基础的形式和做法	142
三、电动机及其电气附属装置的安装	143
四、电动机几种传动方式的校正	144
第四节 电动机的起动与控制	146
一、三相鼠笼式异步电动机的起动	146
二、阅读控制线路图的有关知识	147
三、三相鼠笼式异步电动机的直接起动控制	152
四、三相异步电动机的降压起动控制	161
第五节 电动机的监视与维护	168
一、电动机起动前的检查	168
二、电动机起动时的监视	169
三、电动机在运行中的监视与维护	169
第六节 电动机的检修	171
一、三相异步电动机的常见故障现象及原因	171

二、分析判断故障的方法	173
三、电动机的定期检查	174
四、电动机的大修	174
五、电动机的拆卸和装配	176
第七节 常用单相异步电动机的接线	182
一、分相异步电动机	182
二、罩极式异步电动机	183
第四章 常用电工用具及测量仪表	185
第一节 电笔、电钻、电烙铁	185
一、电笔	185
二、电钻	186
三、电烙铁	187
第二节 磁电式测量仪表(兆欧表、万用表)	189
一、磁电式测量仪表的结构和原理	189
二、兆欧表	191
三、万用表	193
第三节 电磁式测量仪表	196
一、电磁式测量仪表的结构和原理	196
二、电流表	198
三、电压表	199
四、钳型表	200
第四节 电功率的测量(功率表)	201
一、电动式功率表的结构和原理	201
二、电功率的测量方法	203
第五节 电能的测量(电能表)	204
一、电能表的结构和原理	204
二、电能的测量方法	206
第五章 常用半导体器件	209
第一节 半导体的基本知识	209

一、半导体的概念	209
二、N型和P型半导体	211
第二节 半导体二极管	212
一、PN结构成半导体二极管	212
二、二极管的特性和参数	214
三、二极管的测量	216
四、整流电路	217
五、滤波电路	221
第三节 半导体三极管	224
一、半导体三极管的基本结构和型号	224
二、晶体管的电流放大作用	226
三、晶体管的输入特性与输出特性	228
四、晶体管的主要参数	231
五、晶体管的检测	232
六、晶体三极管的放大电路	234
七、晶体三极管开关电路	236
第四节 晶闸管	237
一、晶闸管的结构	237
二、晶闸管的工作原理	238
三、晶闸管的伏安特性和参数	240
四、用万用表判别晶闸管三个极	242
五、双向晶闸管简单介绍	242
第六章 安全用电	246
第一节 概述	246
第二节 常见的触电形式和原因	247
一、常见的触电形式	247
二、发生触电的原因	248
第三节 安全用电的措施	249
第四节 触电的预防和急救	250

一、触电预防.....	250
二、触电急救.....	251

第一章 电工基础知识

第一节 直流电路

一、物质的原子结构和电量单位

1. 物质的原子结构

自然界的一切物质都是由分子组成,分子由原子组成,原子由带正电荷的原子核和带负电荷的电子组成,电子在原子核的外面按层分布,并以每秒几十万公里的速度围绕原子核旋转。

不同物质的原子结构是不同的,它们的核外电子数也不一样。例如:铝原子有 13 个电子,见图 1-1 所示;铜原子有 29 个电子;铁原子有 26 个电子等。

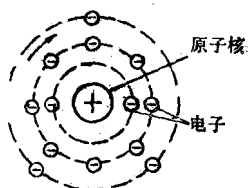


图 1-1 铝原子结构

2. 电量单位

正常情况下原子核所带的正电荷数与核外电子所带的负电荷总数是相等的,所以原子呈电中性。物体不带电。

当一个物体因某种原因使部分原子失去一些电子,物体的正电荷数就会多于负电荷数,这个物体就带正电,而得到电子的物体就带负电。物体带电量的多少是用物体得到或失去多少个电子来度量的。电荷量的单位是“库仑”,简称“库”,用字母 C 表示。1 库仑(C)的电荷量等于 6.24×10^{18} 个电子电量,即 624 亿亿个电子所带电荷量的总和,就是一库仑的电

量。

二、导体、绝缘体和半导体

1. 导体

电荷之间有同性相斥，异性相吸的作用力。带正电的原子核对内层的电子吸引力强，对外层的电子吸引力弱，对最外层电子的吸引力最弱。一些物质最外层的电子比较少，而且容易受外界的影响，摆脱原子核的吸引力的束缚进入其它原子间，作自由移动而成为自由电子。这种具有大量自由电子的物质，称为导体。如铜、铝、铁等金属，其次是各种酸、碱、盐的溶液。另外，大地、石墨、碳、人体等也是良导体。

2. 绝缘体

有些物质原子核对最外层电子的吸引力很强，因此自由电子极少，导电能力很差，这类物质称为绝缘体。如胶木、陶瓷、云母、塑料等。

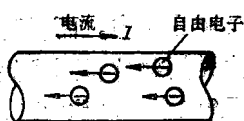
3. 半导体

有些物质的导电性能处于导体与绝缘体之间，称为半导体。如硅、锗、二氧化铜等。而纯净半导体的导电性能近似绝缘体，当纯净半导体掺入极少量的杂质后，它的导电性能就会大大提高，甚至可近似地成为导体。

三、电流、电压和电动势

1. 电流

金属导体中的自由电子受到一定方向的外力(如电场力)



作用时，成群电子会向一定方向有秩序地运动，这就形成了电流。习惯上规定正电荷移动的方向为电流的正方向，这正好与自由电子流动的方向相反，见图 1-2 所示。电流的大小和方向不随时间而变化的电

图 1-2 导体中的电流方向

流,就叫做直流电。

电流不但有方向,还有强弱。例如,装入新电池的手电筒,电珠发光亮,电池用旧了,电珠发光就较暗,这是因为流过电珠的电流的强弱不同。在每秒钟内通过导体的电量越多,导体中的电流就越强;相反,就越弱。通常把单位时间内通过导体横截面的电荷量叫做电流强度,简称电流。电流强度用符号 I 表示。电流强度的单位为“安培”,简称“安”,以字母 A 表示。电流强度的大小用通过导体横截面的电荷量和通电时间的比来度量,即

$$\text{电流强度} \quad I = \frac{Q}{t}$$

式中 I ——电流(安,或 A);

Q ——电量(库,或 C);

t ——通电时间(秒,或 s)。

如果在 1 秒钟内通过导体横截面的电荷量是 1 库仑,那么在导体中的电流强度就是 1 安培。

电流的其它单位有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μA),它们之间的换算关系如下:

$$1 \text{ 千安}(kA) = 1000 \text{ 安}(A) = 10^3 \text{ 安}(A)$$

$$1 \text{ 安}(A) = 1000 \text{ 毫安}(mA) = 10^3 \text{ 毫安}(mA)$$

$$1 \text{ 毫安}(mA) = 1000 \text{ 微安}(\mu A) = 10^3 \text{ 微安}(\mu A)$$

例 1-1: 如果 1 分钟内通过导体横截面的电荷量为 180 库,那么导体中电流 I 为多大?

$$\text{解:} \quad I = \frac{Q}{t} = \frac{180}{1 \times 60} = 3 \text{ 安}$$

2. 电压

生活经验告诉我们,水总是由高处流向低处,水位差是形

成水流的原因。与此相似,带正电荷的导体具有高的电位,带负电荷的导体具有低的电位,导体中任意两点间电位之差就称为这两点间的电压。电位差是形成电流的原因,电流由高电位流向低电位。电源能持续供出电流的道理,在于它利用其它形式的能量,持续地在电源两端造成电位差,即形成一定的电压。电压用 U 表示。单位是“伏特”,简称“伏”,用字母 V 表示。电压的其它单位有千伏(kV)、毫伏(mV)等。

$$1 \text{ 千伏(kV)} = 1000 \text{ 伏(V)} = 10^3 \text{ 伏(V)}$$

$$1 \text{ 伏(V)} = 1000 \text{ 毫伏(mV)} = 10^3 \text{ 毫伏(mV)}$$

3. 电动势

各种不同的电源中,产生电位差的原因是不同的。例如,在电池中靠化学作用,发电机中靠电磁感应,还有如利用热量、机械作用等。用来表征电源将其它各种形式的能转化成电能的本领的物理量,称为电动势,用符号 E 表示。它的单位与电压相同。

四、电路及其组成

灯泡、电炉、电动机、电冰箱等都称为用电器,统称为负载。电流所流过的路径称为电路。如果电流是直流电,就称为直流电路。电路一般由电源、负载、连接导线和开关等几个基本部分组成。

其中: 电源——提供电能;

负载——消耗或转换电能(如电炉将电能转换成热能);

开关——通、断电路,起控制电能传输的作用。

图 1-3 所示,是一个最简单的电路。

五、导体的电阻

导体对电流所起的阻碍作用,称为导体的电阻。这是因

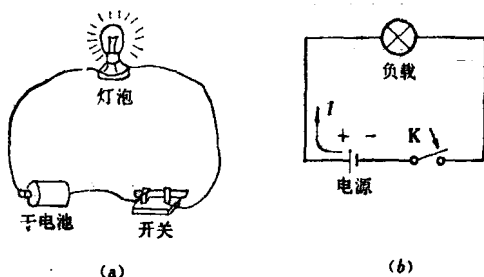


图 1-3 电路
(a) 实物结构图; (b) 电路图

为自由电子在导体中作定向移动时, 与其它的原子和电子发生碰撞的缘故。

电阻用符号 R 表示。单位为“欧姆”, 简称“欧”, 用字母 Ω 表示。其它单位还有千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$)等。

1 兆欧($M\Omega$) = 1000 千欧($k\Omega$) = 10^3 千欧($k\Omega$)

1 千欧($k\Omega$) = 1000 欧(Ω) = 10^3 欧(Ω)

电阻在电路中的图形符号, 见图 1-4 所示。

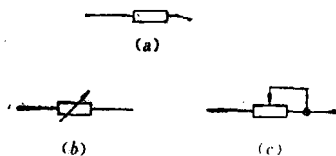


图 1-4 电阻的图形符号
(a) 一般电阻; (b) 变阻器; (c) 滑线变阻器

实验证明, 导体电阻的大小与导体的长度成正比, 与导体的横截面积成反比, 还与导体的材料性质有关。用数学式表示如下:

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