

电工基础知识

(试用)



就业训练机械类统编教材

电工基础知识

(试 用)

劳动人事出版社

电 工 基 础 知 识

(试 用)

劳动人事部培训就业局组织编写

责任编辑 张文梁

劳动人事出版社出版

(北京市和平里中街12号)

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 3.375印张 77千字

1987年11月北京第1版 1988年2月北京第1次印刷

ISBN 7-5045-0101-8/TM·003 统一书号: 15238·280

印数: 55 000 定价: 0.74元

本书是由劳动人事部培训就业局组织编写，供就业训练机械类各工种使用的统编教材。

本套教材包括：《机械识图》、《机械基础》、《金属工艺基础》、《电工基础知识》四门基础课教材（机械类各工种均用）及《车工工艺》、《钳工工艺》两门专业课教材，学制一年。

本书内容包括：直流电路、电磁基本知识、交流电路、变压器、交流异步电动机、常用的低压电器、简单的机床控制线路及安全用电常识。

本教材也可作为职业学校、在职培训及自学用书。

本书由马宗彪、魏威编写，马宗彪主编，王玺彦审稿。

前 言

根据“先培训、后就业”的原则，全面开展就业训练工作，是贯彻“在国家统筹规划和指导下，实行劳动部门介绍就业、自愿组织起来就业和自谋职业相结合”的就业方针和提高职工素质的一项重要措施。为解决就业训练所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，我局于今年七月委托部分省、市劳动人事部门（劳动服务公司），分别组织编写适合初中毕业以上文化程度青年使用的、分半年与一年两种学制的教材。

第一批组织编写的就业训练教材有：烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业营业、理发、公共交通客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械加工、纺织、丝织、幼儿保教、财会等十六个专业及职业道德、就业指导、法律常识三门公用教材。其他专业的就业训练教材，将分期分批地组织编写。这套教材，培训其他人员亦可使用。

这次组织编写的教材，是按照党和国家有关的教育方针政策，本着改革的精神进行的，力求把需要就业的人员培养成为有良好职业道德有一定专业知识和生产技能的劳动者，突出操作技能的培训，以加强动手能力和处理实际问题的能力。

就业训练工作是一项新工作，参加编写这套教材的有关同志克服了重重困难，完成了教材的编写任务，对于他们的辛勤劳动表示由衷的感谢。由于编写时间仓促和缺乏经验，这套教材尚有许多不足之处，请各地有关同志在使用过程中，注意听取、汇集各方面的反映与意见，并及时告诉我们，以便再版时

补充、修订，使其日趋完善。

劳动人事部培训就业局

一九八六年八月

目 录

绪 论	1
第一章 直流电路	3
§ 1-1 电学的基本物理量	3
§ 1-2 电 路	8
§ 1-3 欧姆定律	9
§ 1-4 电阻的串联、并联电路	12
习 题	16
第二章 电磁的基本知识	18
§ 2-1 磁的基本知识	18
§ 2-2 电流的磁场	21
§ 2-3 电磁感应	25
§ 2-4 自感、互感	30
习 题	32
第三章 正弦交流电路	34
§ 3-1 正弦交流电的产生	34
§ 3-2 正弦交流电的三要素	36
§ 3-3 正弦交流电的表示法	41
§ 3-4 单相交流电路	42
§ 3-5 三相交流电路	47
习 题	52
第四章 变压器与三相异步电动机	54

§ 4-1	变压器概述	54
§ 4-2	变压器的结构和工作原理	55
§ 4-3	三相异步电动机的用途和结构	61
§ 4-4	三相异步电动机的转动原理	62
§ 4-5	三相异步电动机的使用	67
§ 4-6	单相异步电动机	72
习 题		74
第五章 简单机床电路		76
§ 5-1	常用低压电器	76
§ 5-2	机床的几种控制线路	83
习 题		93
第六章 安全用电		94
§ 6-1	触 电	94
§ 6-2	安全用电措施	96
§ 6-3	安全用电注意事项	98
习 题		99

绪 论

电能具有易于转换、便于输送和控制等优点。因此，电能应用得极其广泛。在工业上，各种生产机械几乎都是由电力来驱动的；在农业上，排灌设备、粮食和饲料加工设备是以电力作为主要动力的；在国防上，电能被广泛地应用于导弹、雷达控制系统中。在现代的日常生活中，人们使用的电灯、电话、电视机、电风扇、电冰箱等也都离不开电。所以电能在国家经济建设和人民物质、文化生活中占着极其重要的地位。电能的应用对我国四个现代化的实现起着巨大的作用。可以说，电气化的程度已经成为衡量一个国家是否先进的重要标志。

解放前，我国电力工业十分落后，电子工业处于空白。解放后，我国的电力、电子工业飞速发展。目前，我国已经建成装机容量为122.5万千瓦的刘家峡大型水电站；正在兴建世界上最大的水电建设工程——长江三峡水利枢纽；自行设计的第一座30万千瓦核电站也正在兴建中。我国现有的发电量是建国初期的近百倍。在电机制造方面，我国能制造30万千瓦的水轮发电机和双水内冷汽轮发电机，基本上形成了电机制造工业体系。在电子工业方面，目前我国能成批生产黑白和彩色电视机、各种录音机和微型计算机；研制成功每秒运算1亿次的大型电子计算机；成功地发射了同步通信卫星。总之，我国的电力、电子工业前景广阔，大有可为。中国人民有志气、有能力在电力、电子工业上赶上和超过世界先进水平。

电工基础知识课程的任务是使学生获得必要的电工基本知识；了解一般机械工业常用电器的简单结构和工作原理；获得正确使用电器设备和安全用电的基本知识。

在学习本课程的过程中应注意：

1. 理解各物理量的意义，熟记它们的符号和单位。
2. 熟记各基本定律内容，掌握有关量间的相互关系。
3. 弄清公式中各符号的意义和单位，注意公式的使用条件。
4. 熟记安全用电常识。

第一章 直 流 电 路

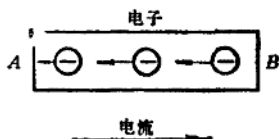
§ 1-1 电学的基本物理量

一、电 量

自然界的一切物质都是由分子组成的，分子又是由原子组成的，而原子是由一个带正电荷的原子核和一定数量带负电荷的电子组成的。在通常情况下，原子核所带的正电荷数等于核外电子所带的负电荷数，原子对外不显示电性，叫做电中性。但是，由于某种原因，可使某种物体上的电子转移到另外一种物体上去。失去电子的物体带上正电荷，获得多余电子的物体带上负电荷。物体失去或获得电子的数量越多，则物体所带的正、负电荷的数量也越多。

电量是表示带电体所带电荷数量多少的一个物理量，用字母 Q 或 q 表示。它的单位是库伦，用字母 C 表示。根据实验测量，一个电子所带的负电量约为 1.6×10^{-19} 库伦。人们把电子的电量叫做基本电荷。1 库伦相当于 6.25×10^{18} 个基本电荷的

电量或电子的电量。



二、电 流

电荷的定向移动形成电流。

人们把正电荷定向移动的方向规定为电流的方向。金属导体中的电流是自由电子定向移动的结果，电流方向与电子流的方向恰好相反，如图 1-1 所示。

电流不但有方向，而且还有强弱。用电流强度来衡量导体中的电流强弱。所谓电流强度就是指在一秒钟内通过导体截面的电量。电流强度可用下式表示：

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-1)$$

式中： I ——电流强度，安培；

Q ——在 t 秒内通过导体截面的电量，库伦；

t ——时间，秒。

为了方便，人们常把电流强度叫做电流。电流的单位为安培，简称安。电流的单位还有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μ A)。它们之间的关系是：

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

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

$$1 \text{ 微安}(\mu\text{A}) = 10^{-6} \text{ 安(A)}$$

三、电 压

为了弄清电荷在导体中能够定向移动而形成电流的原因，让我们对照图1-2a水流的形成来理解这个问题。

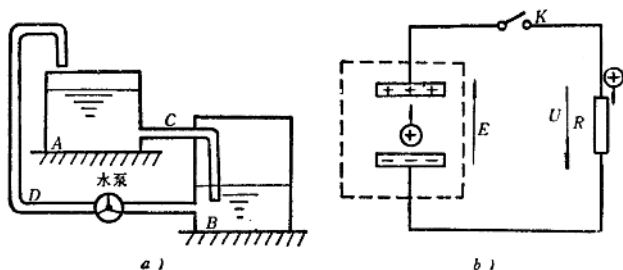


图1-2 水流和电流的形成

a) 水流的形成 b) 电流的形成

从图中可以看到，水由A槽经C管向B槽流去。水之所以能发生定向移动，是由于A槽水位高，B槽水位低所致。A、B槽之间的水位差即水压是使水发生定向移动形成水流的原因。与此相似，当图1-2b中的开关K合上后，电路里就有电流。这是因为电源的正极电位高，负极电位低，两个极间电位差即电压使正电荷从正极出发，经过R移向负极形成电流。所以，电压是自由电荷发生定向移动形成电流的原因。

电压用字母 U 表示，单位为伏特，简称伏，用字母V表示。电压的单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)等。它们之间的关系是：

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

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

四、电动势、电源

在图1-2a中，为使水在C管中持续不断地流动，必须用水泵把B槽中的水不断地泵入A槽，以维持两槽间的固定水位差，也就是要保证C管两端有固定的水压。在图1-2b中，电源与水泵的作用相似，它把正电荷由电源的负极搬到正极，以维持正、负极间的电位差，即电路有一定的电压使正电荷在电路中持续不断地流动。

电源是利用非电力把正电荷由负极搬到正极的。它在电路中将其它形式能转换成电能。电动势就是衡量这种能量转换本领的物理量。电动势用字母 E 表示，它的单位也是伏。

电动势只存在于电源内部，人们规定电动势的方向在电源内部由负极指向正极。

五、电阻

导体对电流的阻碍作用称为电阻，用字母 R 或 r 表示。电阻的单位为欧姆，简称欧，用字母 Ω 表示。电阻的单位还有千

欧(kΩ)、兆欧(MΩ)。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 千欧 (k}\Omega\text{)} = 10^3 \text{ 欧 (}\Omega\text{)}$$

$$1 \text{ 兆欧 (M}\Omega\text{)} = 10^6 \text{ 欧 (}\Omega\text{)}$$

金属导体的电阻与导体的材料、几何尺寸以及温度等因素有关。对于一根材质均匀、长度为 L 、截面积为 S 的导体而言，其电阻大小可用下式表示：

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-2)$$

式中： R ——导体电阻，欧；

L ——导体长度，米；

S ——导体截面积，毫米²；

ρ ——电阻率， $\frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$ 。

电阻率是与材料性质有关的物理量。它是长为1米，截面积为1毫米²导体的电阻值。表1-1所列为常用材料的电阻率，其中铜的电阻率为 $0.0175 \frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$ ，就是指长为1米，截面积为1毫米²的铜线的电阻是0.0175欧。

铜和铝的电阻率较小，是应用极为广泛的导电材料。在我国铝的藏量丰富，价格低廉，因此常用铝线作输电线和电动机、变压器的绕组。

六、电功、电功率

电流通过用电器时，用电器则将电能转换成其它形式的能，如热能、光能和机械能等。我们把电能转换成其它形式的能叫做电流做功，简称电功，用字母 W 表示。电流通过用电器所作的功与用电器的端电压、通过的电流和通过电流的时间成正比：

表1-1 常用材料的电阻率

欧·毫米²/米

材 料 名 称	20 ℃ 电 阻 率
银	0.0165
铜	0.0175
青 铜	0.021~0.4
黄 铜	0.07~0.08
铝	0.029
钢	0.13~0.25
康 铜	0.4~0.51
锰 铜	0.42
铂	0.106

$$W = U I t \quad (1-3)$$

如果公式1-3中电压单位为伏，电流单位为安，时间单位为秒，则电功单位就是焦耳，用字母J表示。

在单位时间内电流通过用电器所作的功称为电功率，用字母P表示：

$$P = \frac{W}{t} \quad (1-4)$$

将公式1-3代入公式1-4得：

$$P = U I \quad (1-5)$$

如果公式1-5中电压单位为伏，电流单位为安，则电功率单位就是瓦特，简称瓦，用字母W表示。在实际工作中，常用的电功率单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW)等。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 千瓦(kW)} = 10^3 \text{ 瓦(W)}$$

$$1 \text{ 毫瓦(mW)} = 10^{-3} \text{ 瓦(W)}$$

§ 1-2 电 路

一、电路的组成和作用

电流所流过的路径称为电路。它是由电源、负载、开关和连接导线等四个基本部分组成的，如图1-3所示。

电源是把非电能转换成电能并对外提供电能的装置。常见的电源有干电池、蓄电池和发电机等。

负载是电路中用电器的总称。它将电能转换成其它形式能。如电灯把电能转换成光能，电烙铁把电能转换成热能，电动机把电能转换成机械能。

开关属于控制电器，用于控制电路的接通或断开。

连接导线将电源和负载连接起来，担负传输和分配电能的任务。

电路分内电路和外电路。内电路是指电源内部的电路，其电流方向是从负极到正极。外电路是指电源外部的电路，其电流方向是从正极到负极。

二、电路图

在设计、安装或维修各种实际电路时，经常要画出表示电

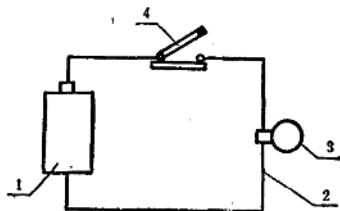


图1-3 电路的组成

1—电源 2—导线 3—灯泡 4—开关

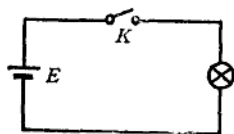
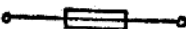
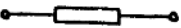


图1-4 电路图

路连接情况的图。如果画图1-3所示的实物电路连接图，虽然直观，但很麻烦。所以很少画实物图，而是画电路图。所谓电路图就是用国家规定的电工符号来表示电路的连接情况。表1-2所列是几种常用的电工符号。图1-4是图1-3的电路图。

表1-2 电路图中几种常用的电工符号

名 称	符 号	名 称	符 号
电 池		电 流 表	
导 线		电 压 表	
开 关		保 险 丝	
电 阻		电 容	
电 灯		接 地	

三、电路的三种状态

通路是指电路处处接通。通路也称为闭合电路，简称闭合。只有在通路的情况下，电路才有正常的工作电流。

开路是指电路中某处断开，没有形成通路的电路。开路也称为断路，此时电路中没有电流。

短路是指电源或负载的两端被导线连接在一起。此时电源提供的电流要比通路时的电流高出许多倍。一般不允许短路。

§ 1-3 欧 姆 定 律

一、一段电阻电路的欧姆定律