

河南省机关事业单位
技术工人考核培训 教材

电工技术

河南省机关事业单位技术工人
考核培训教材编委会



中国人事出版社

河南省机关事业单位
技术工人考核培训 教材

电工技术

河南省机关事业单位技术工人
考核培训教材编委会

中国人事出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工技术 / 《河南省机关事业单位技术工人考核培训教材》编委会组织编写. - 北京: 中国人事出版社, 2006. 5

河南省机关事业单位技术工人考核培训教材

ISBN 7 - 80189 - 512 - 6

I. 电… II. 河… 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 (2006) 第 052944 号

中国人事出版社出版

(邮编 100101 北京市朝阳区育慧里 5 号)

新华书店经销

河南省郑州市运通印刷有限公司印刷

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

开本: 850mm × 1168mm 1/32 印张: 12.375

字数: 321.552 千字 印数: 1 000 册

定价: 25.00 元

**河南省机关事业单位技术工人
考核培训教材《电工技术》编写委员会**

主 任：王 平

副主任：陈根明

委 员： 胡绍敏	闫英鸾	李保华
刘永银	关磊落	李宏武
郭中森	黄国强	朱立奎
胡国全	何 伟	刘 睿
沈怀勇	师 帅	

主 编：王志平

副主编：李存永

编 者： 王志平	李存永	张 勇
张少利		

编写说明

为了加强机关事业单位技术工人考核培训工作,进一步提高技术工人的理论水平和业务素质,结合机关事业单位技术工人特点和岗位要求,我们受编委会委托,组织编写了《电工技术》一书。

本书内容既包括应知的理论知识,还包括应会的操作技能指导,同时列出了工种岗位等级规范,晋升等级的技术工人,可根据列出的工种岗位相应等级规范学习本教材内容。为指导技术工人培训学习,保证培训效果,编者在教材内容上作了精心安排,每章前编写了内容要点、学习目标,在每章内容结束后,还附有一定数量的复习题。

本书的编写人员有:王志平、李存永、张勇、张少利。在编写过程中,编委会的有关领导对该书编者提出了具体要求,要求编写人员务必做到内容准确,不存在政策性、技术性的错误;务必做到认真审核,杜绝错误现象的发生。另外,编写过程中参阅借鉴了一些有关著作和研究成果,受到了有关部门和同志们给予的大力支持和帮助,在此一并表示衷心感谢!

编写机关事业单位技术工人考核培训教材,由于任务重,加之编者自身水平有限,书中难免有疏漏、错误和不足之处,敬请专家、从事培训考核工作的同志及使用本书的同志不吝赐教,提出宝贵意见,以便日后进一步完善。

编 者

二〇〇六年四月

目 录

第一部分 专业知识

第一章 电路基础	(1)
第一节 电路的基本概念	(1)
第二节 直流电路	(11)
第三节 电容器和电感器	(30)
第四节 单相交流电路	(49)
第五节 三相交流电路	(77)
第二章 电子技术知识	(88)
第一节 半导体器件	(88)
第二节 三极管基本放大电路	(100)
第三节 负反馈放大电路	(108)
第四节 模拟集成电路	(116)
第五节 直流稳压电源	(121)
第六节 数字电路基础	(128)
第七节 数字集成门电路	(140)
第八节 数字集成触发器电路	(143)
第九节 计数器和显示器电路	(147)
第三章 常用电工仪表及工具	(156)
第一节 常用电工仪表	(156)
第二节 常用电工工具	(179)
第四章 常用低压电器设备	(186)

第一节	变压器	(186)
第二节	单相异步电动机	(193)
第三节	三相异步电动机	(198)
第五章	照明装置与配电	(217)
第一节	常用照明电光源	(217)
第二节	常用照明装置及附件	(223)
第三节	照明配电线路	(226)
第六章	高压变配电与低压供电	(238)
第一节	高、低压供配电系统	(238)
第二节	低压进户装置	(241)
第三节	低压供电线路	(243)
第七章	安全用电知识	(247)
第一节	安全用电	(247)
第二节	保护接地和保护接零	(259)
第三节	避雷保护	(264)

第二部分 专业技能

第八章	电工电子技术应用技能	(269)
第一节	电子元器件的测量	(269)
第二节	半导体元器件的测量	(277)
第三节	直流稳压电源组装	(281)
第九章	常用电工仪表及工具使用技能	(285)
第一节	常用电工仪表的使用	(285)
第二节	常用电工工具的使用	(316)
第十章	常用低压电器设备维护技能	(319)
第一节	变压器的维护	(319)
第二节	单相异步电动机的维护	(328)

第三节	三相异步电动机的维护	(332)
第十一章	低压供电与照明配电技能	(345)
第一节	日光灯及配电线路的安装	(345)
第二节	低压架空线路的安装	(352)
第三节	槽板、线卡的敷设	(357)
第十二章	安全用电技能	(361)
第一节	触电救护操作技能	(361)
第二节	电器设备接地装置的制作	(364)
第三节	避雷器的安装	(366)
附录一:	机关事业单位电工岗位职责	(369)
附录二:	机关事业单位电工岗位等级标准	(372)
参考文献		(384)
后 记		(385)

第一部分 专业知识

第一章 电路基础

内容要点:

本章主要介绍了电路的基本概念、直流电路、电容器和电感器、单相交流电和三相交流电等电工技术相关内容的的基本知识和理论,为后续的内容和工作打下一定的基础。

学习目标:

通过对本章相关内容的学习,使大家基本掌握电路的基本概念、直流电路基本定律、电容器和电感器、单相交流电和三相交流电等的基本知识和理论,能够熟练的对直流电路、单相交流电路和三相交流电路等进行分析 and 运用。

第一节 电路的基本概念

一、电路

1. 电路的组成

由电源、负载、导线及控制和保护装置按照一定的方式组成的闭合回路,叫做电路。

在电路中提供电能的装置(即将其他形式的能量转变为电能的装置)叫做电源。常见的电源有干电池、蓄电池、光电池、发电机等。

把电能转变为其他形式能量的装置称为负载,也常被称为用电器,如电灯、电铃、电动机、电炉等利用电能工作的设备。

连接电源与负载的金属线称为导线,它把电源产生的电能输送到负载,常用铜、铝等材料制成。

控制和保护装置是用来控制电路的通断,保护电路的安全,使电路能够正常工作的器件,如开关、熔断器、继电器等。

2. 电路的状态

电路的状态有如下几种:

(1) 通路(有载)状态

电源与负载接通,产生电流,并向负载输出电功率的状态。

(2) 开路(断路)状态

电路断开,电路中没有电流通过。通常有两种情况:一是电源开路状态,即电源与负载断开,未构成闭合回路。二是部分电路开路状态。

(3) 短路(捷路)状态

从广义上说,电路中任何一部分被电阻等于零的导线直接连通起来,使该部分二端电压降为零,这种现象就叫短路。电源被短路是指电源两端直接用导线连通。电源被短路后,回路中将形成极大的电流,可能将电源立即烧毁。所以,这是一种严重的事故状态,应该尽量避免。但是,并非所有的短路状态都是错误的,有时在调试电子设备的过程中,将电路某一部分短路,这是为了使与调试过程无关的部分没有电流通过而采取的一种方法。

3. 电路图

在设计、安装或修理各种设备和用电器时,需要考虑实际电路的连接图,由于实际的元器件和设备画起来很复杂,所以常用一些符号来代替。我们将电路中的实际元器件用规定的图形符号表示出来的电路连接图,称为电路图,其图形符号要遵守国家标准。几种常见的标准图形符号,如表 1-1 所示。

表 1—1

元件名称	符号	元件名称	符号
电池		带磁芯的电感	
理想电压源		电容	
理想电流源		可变电容	
电阻		开关	
滑动变阻器		熔丝	
可变电阻		接地	
电灯		电流表	
电感		电压表	

二、电流

电荷的定向移动形成电流。例如,金属导体中自由电子的定向移动,电解液中正、负离子沿着相反方向的移动,阴极射线管中的电子流等,都形成电流。

要形成电流,首先,要有能自由移动的电荷——自由电荷。但只有自由电荷还不能形成电流,例如,导体中有大量的自由电荷,他们不断地做无规则的热运动,朝任何方向运动的几率都一样。在这种情况下,对导体的任何一个截面来说,在任何一段时间内从截面两侧穿过截面的自由电荷数都相等,从宏观上看,没有电荷的定向移动,因而也没有电流。

其次,要把导体放进电场内。导体中的自由电荷在电场力的作用下做定向移动,形成电流。

由于电荷有两种,一种是正电荷,另一种是负电荷,电荷的定向运动也就有两种,习惯上规定:正电荷定向运动的方向为电流的实际方向。在金属导体中电流的实际方向与自由电子定向移动的

方向相反,在电解液中电流的方向与正离子定向移动的方向相同,与负离子定向移动的方向相反。

描述带电粒子定向运动强弱的物理量叫电流强度,简称为电流,通常用 I 表示。这时“电流”有了两重含义。它既表示一种物理现象,又表示物理量。

电流的大小等于单位时间内通过导体横截面的电荷量。如果在时间 t 内通过导体横截面的电荷量为 q ,那么,电流

$$I = \frac{q}{t}$$

在国际单位制中,时间的单位是 s (秒),电荷量的单位是 C (库),电流的单位是 A (安)。常用的电流单位还有 mA (毫安), μA (微安)等。

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

电流的大小和方向都不随时间而改变的电流叫恒定电流,简称为直流。

三、电阻器及电阻

1. 电阻器

电阻器是对电路中电流起阻碍作用,且消耗电能的器件。它是电子、电器设备中常用的一种基本元器件,在各种电路中阻碍(不是阻止)电流的通过,起到降低电压、分配电压、稳定和调节电流的作用,为其他元器件提供了必要的工作条件。

导体中的电流是自由电荷定向移动形成的。由于自由电荷在定向运动中相互频繁碰撞,产生摩擦,这种摩擦对电荷的定向运动起阻碍作用。描述导体或电阻器中对电流阻碍作用大小的量叫做电阻,通常用 R 表示。在国际单位制中, R 的单位为欧姆(Ω)。任何导体都有电阻,只是电阻的大小不同而已。

2. 电阻定律

导体电阻不仅和导体的材料有关,还和导体的形状、尺寸有关。经实验证明,在一定的温度下,一定材料制成的均匀导体的电阻 R 与它的长度 l 成正比,与它的截面积 S 成反比。这个实验规律叫做电阻定律。公式表示为

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

式中,比例系数 ρ 叫做导体的电阻率,单位是 $\Omega \cdot \text{m}$ (欧·米)。 ρ 与导体的几何形状无关,只与导体材料的性质和导体所处的条件,如温度等有关。国际电位制中, R 、 l 、 S 的单位分别是 Ω (欧)、 m (米)和 m^2 (平方米)。在一定温度下,对同一种材料, ρ 是常数。

不同的物质有不同的电阻率,电阻率的大小反映了各种材料导电性能的好坏,电阻率越大,表示导电性能越差。通常将电阻率小于 $10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 的材料称为导体,如金属;电阻率大于 $10^7 \Omega \cdot \text{m}$ 的材料称为绝缘体,如石英、塑料等;而电阻率的大小介于导体和绝缘体之间的材料,称为半导体,如锗、硅等。导线的电阻要尽可能地小,各种导线都用铜、铝等电阻率小的纯金属制成。而为了安全,电工用具上都安装有橡胶、木头等电阻率很大的绝缘体制作的把套。

一般金属导体中,自由电子数目几乎不随温度变化,而带电粒子的碰撞次数却随升高而增多,因此温度升高时,其电阻增大。升高 1°C 时,一般金属导体电阻的增加量约为千分之三至千分之六。所以,温度变化小时,金属导体电阻可认为是不变的。但当温度变化大时,电阻的变化就不可忽视,例如,40W 白炽灯的灯丝电阻在不发光时约 100Ω ,发光时,灯丝达 2000°C 以上,这时的电阻超过 $1\text{k}\Omega$,即超过原来的 10 倍。

四、电源及电动势

1. 电压及电位

电荷在电场力作用下定向移动形成电流,在这个过程中,电场力推动电荷定向运动要做功。为了表示电场力对电荷做功的本领,我们引入了“电压”这个物理量。

电压的定义为: A、B 两点间的电压在数值上等于把单位正电荷从 A 点移到 B 点, 电场力所做的功。设电场力将电量为 Q 的正电荷从 A 点移动到 B 点, 所做的功为 W 则用公式表示为:

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

电压总是对两点之间而言, 所以用双下标表示, 前一个下标代表起点(正电荷运动的起点), 后一个下标代表终点。

在电路中任选一点为参考点(设该点电位为零), 某一点的电位就是该点到参考点的电压。通常用 V 表示, 如 V_A 表示 A 点对参考点的电位。高于参考点的电位, 其值为正; 低于参考点的电位, 其值为负。电路中各点的电位不同, 高电位端通常用“+”表示, 低电位端通常用“-”表示。

电压的实际方向是从高电位指向低电位, 即电位降的方向。用虚线箭头表示。也常用极性表示, 虚线“+”表示高电位端, 虚线“-”表示低电位端。电压的参考方向也是根据研究问题的需要任意假定的, 通常用实线箭头表示, 参考极性用实线的“+”、“-”表示。如图 1-1 所示。



图 1-1

规定: 当电压的参考方向与实际方向相同时, 电压为正值, 即

$U > 0$; 反之, 当电压的实际方向与参考方向相反时, 电压为负值, 即 $U < 0$ 。正像电流需要规定参考方向一样, 电压也需要规定参考方向(或参考极性)。电压的参考方向(或参考极性)是任意选定的。在未标示参考方向的情况下, 电压的正负也是没有意义的。

电流参考方向的选定与电压参考方向的选定是独立无关的。但为了分析电路方便起见, 应尽可能选取关联的参考方向。所谓关联的参考方向是指选定电流的参考方向与电压的参考方向一致, 即选定电流参考方向从标以电压“+”极性的一端流入, 从标以电压“-”极性的另一端流出。如图 1-2(a) 所示。电流与电压的参考方向若选定的相反, 叫非关联参考方向。如图 1-2(b) 所示。



图 1-2

在国际单位制中, 电压的单位是伏特, 简称伏, 国际符号 V。常用单位有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)。

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} = 10^6\text{mV} = 10^9\mu\text{V}$$

2. 电源

电源就是将其他形式能转换为电能的装置。如: 干电池或蓄电池把化学能转换成电能; 光电池把光能转换成电能; 发电机将机械能转换成电能等等。电源正极电位高, 负极电位低, 接通负载后, 在电源外部的电路中, 在电场力的作用下, 电流从正极(高电位)经负载流向负极(低电位); 在电源内部从负极流向正极。

在电源内部, 电流要从负极流向正极, 需要外力(电源力)克服电场力做功, 这个做功的过程就是将其他形式能转换成电能的过程。用来描述外力做功本领的物理量就是电动势, 其大小等于

外力将单位正电荷从负极(低电位)移到正极(高电位)所做的功。用公式表示为

$$E = \frac{W}{Q}$$

式中 W ——外力移动正电荷做的功, 单位是焦耳, 符号为 J ;

Q ——正电荷所带电量, 单位是库仑, 符号为 C ;

E ——电源电动势, 单位是伏特, 符号为 V ;

电动势的实际方向从负极指向正极。

应当注意, 电动势和电压是两个意义完全不同的物理量。电动势只存在与电源内部, 是电源特有的; 电压存在与电源的内、外部。电源电动势和电源电压有区别又有联系, 它们的大小相等, 实际方向相反。

五、欧姆定律

1. 欧姆定律

1827 年德国科学家欧姆通过科学实验总结出: 施加于电阻上的电压与通过的电流成正比。这一规律称之为欧姆定律。欧姆定律是电路的基本定律之一, 反映了电阻的特性即电阻上电压与电流的关系。

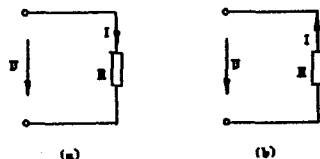


图 1-3

图 1-3 所示一段仅含 R 的电路。根据欧姆定律则有流过电阻 R 的电流 I 与电阻两端的电压 U 大小之间成正比, 在关联参考方向下, 如图 1-4(a), 公式表示为

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

或

$$U = IR$$

在非关联参考方向下,如图 1-4(b),欧姆定律的公式为

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

在国际单位制中, R 的单位为 Ω ; U 的单位为 V ; I 的单位为 A 。

应当注意:欧姆定律只适用于线性电阻(即电阻的大小不随电压、电流的变化而变化)电路;不适用于非线性电阻(即电阻的大小随电压、电流的变化而变化)电路。

2. 伏安特性曲线

如果以电压为横坐标,电流为纵坐标,可画出电阻的 $U-I$ 关系曲线,称为电阻元件的伏安特性曲线,在关联参考方向下,如图 1-4 所示。

线性电阻的伏安特性曲线是直线,直线斜率的倒数表示该电阻器的电阻值。非线性电阻的伏安特性曲线不是直线。通常所说的电阻都是指线性电阻。

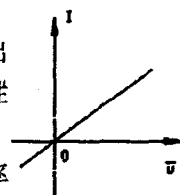


图 1-4

六、电能和电功率

1. 电能

在导体两端加上电压,导体内就建立了电场。电场力在推动自由电子定向移动中要做功。设导体两端的电压为 U ,通过导体横截面的电荷量为 q ,电场力所做的功即电路所消耗的电能 $W = qU$,由于 $q = It$,所以

$$W = UIT$$

在国际单位制中,式中 W 、 U 、 I 、 t 的单位应分别为 J (焦)、 V (伏)、 A (安)、 s (秒)。在实际应用中常以 $kW \cdot h$ (千瓦时,俗称