

上海市建筑施工特种作业培训教材



建筑焊割

作业人员安全技术

上海市城乡建设和管理委员会人才服务考核评价中心 编



上海科学技术出版社

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

上海市建筑施工特种作业培训教材

建筑焊割作业人员安全技术

上海市城乡建设和管理委员会人才服务考核评价中心 编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑焊割作业人员安全技术 / 上海市城乡建设和管理委员会人才服务考核评价中心编. —上海: 上海科学技术出版社, 2016. 10

上海市建筑施工特种作业培训教材

ISBN 978-7-5478-3267-7

I. ①建… II. ①上… III. ①建筑安装—金属材料—焊接—安全技术—技术培训—教材②建筑安装—金属材料—切割—安全技术—技术培训—教材 IV. ①TU758.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 230096 号

建筑焊割作业人员安全技术

上海市城乡建设和管理委员会人才服务考核评价中心 编

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co

印刷

开本 889×1194 1/32 印张 9

字数 215 千字

2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-3267-7/TG·94

定价: 22.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题, 请向工厂联系调换

内容提要

本书为建筑施工特种作业人员安全技术培训教材,教材编写是以《建筑施工特种作业人员管理规定》(建质〔2008〕75号)文件《建筑焊割作业安全技术考核大纲》及《建筑焊割作业安全操作技能考核标准》为依据,并结合建筑施工现场的实际。书中详细介绍了电工基础知识,金属材料及热处理基础知识,建筑焊割基础知识,常用电弧焊安全操作技术,气焊与热切割安全操作技术,建筑焊割作业现场安全用电,建筑焊割现场作业及防火技术,建筑焊割常见事故原因分析、预防及事故案例。本教材针对焊割工的特点,本着科学、实用、适用的原则,内容深入浅出,语言通俗易懂,形式图文并茂,以新的安全技术培训理念和绿色、环保、安全为培训目标,是建筑施工特种作业人员进行安全技术培训的专用教材,也是指导建筑焊割工从事施工安全作业的用书。

上海市建筑施工特种作业培训教材

编写组

组 长

阮 洪

副组长

高圣源 林 立

主 编

陈海军

主 审

童天福

编写组成员

陈海军 张振云 肖公海

张建军 朱荣昕 史 旻

张赞赞

为开展上海市建筑施工特种作业人员的培训需要,贯彻建筑施工特种作业人员管理规定,依据《建筑焊割作业安全操作技能考核标准》和《建筑焊割作业安全技术考核大纲》,编写了上海市建筑施工特种作业《建筑焊割作业人员安全技术》培训教材。本书结合新颁布的安全生产法、新规范、新标准进行编写,对建筑焊割工必须掌握的安全技术知识和相关技能进行了全面梳理,旨在进一步规范建筑施工特种作业人员安全施工,帮助广大建筑施工特种作业人员更好地理解和掌握建筑安全技术理论和实际操作安全技能,切实提高建筑施工特种作业人员的安全技术水平和自我保护能力、事故隐患识别能力和应急排故能力,提升建筑焊割作业人员的职业水平。

全书共分八章,主要包括电工基础知识,金属材料及热处理基础知识,建筑焊割基础知识,常用电弧焊安全操作技术,气焊与热切割安全操作技术,建筑焊割作业现场安全用电,建筑焊割现场作业及防火技术,建筑焊割常见事故原因分析、预防及事故案例。本书针对建筑焊割工职业安全作业的特点,本着科学、实用、适用的原则,内容深入浅出,语言通俗易懂,形式图文并茂。

本教材由上海市城乡建设和管理委员会人才服务考核评价中心组织专家进行编写,由高级工程师、电焊工高级技师陈海军担任主编,高级工程师童天福担任主审。在编写过程中,得到了上海安装工程职业技术培训中心的大力支持和帮助,在此表示感谢!

由于时间紧,书中难免存在欠妥之处,希望读者在使用本教材时提出宝贵意见和改进建议,以便进一步修正、完善。

上海市城乡建设和管理委员会人才服务考核评价中心

2016年7月

第一章 电工基础知识	001
第一节 电的基本概念	001
第二节 电路	004
第二章 金属材料及热处理基础知识	010
第一节 金属晶体结构的基本知识	010
第二节 钢的热处理及钢焊接后的性能变化	018
第三节 金属材料的性能	022
第四节 常用金属材料的基本知识及焊接特点	028
第三章 建筑焊割基础知识	043
第一节 金属焊接与热切割概述	043
第二节 建筑焊割作业人员的职责	047
第三节 建筑焊割现场作业的重要性	052
第四章 常用电弧焊安全操作技术	054
第一节 焊条电弧焊	054
第二节 氩弧焊	076
第三节 二氧化碳气体保护焊	095
第四节 埋弧焊	119
第五节 其他金属焊接	146
第五章 气焊与热切割安全操作技术	160
第一节 气焊与气割的概述	160

第二节	气焊与气割设备、工具及安全操作技术	169
第三节	其他热切割的简介	188
第六章	建筑焊割作业现场安全用电	194
第一节	电流对人体的影响	195
第二节	建筑焊割触电事故产生的原因和防范措施	204
第三节	触电急救	207
第四节	建筑焊割作业发生火灾及爆炸事故的 原因和防范措施	219
第七章	建筑焊割现场作业及防火技术	223
第一节	焊割现场安全作业的基本知识	223
第二节	禁火区的动火管理	229
第三节	建筑焊割作业常用的灭火器材及使用方法	231
第四节	焊割作业事故的紧急处理方法	235
第八章	建筑焊割常见事故原因分析、预防及事故案例	237
第一节	建筑焊割现场常见事故原因分析、预防	237
第二节	事故案例	240
附录一	中华人民共和国国家标准《焊接与切割安全》 (GB 9448—1999)	246
附录二	建设工程施工安全技术操作规程(建筑焊割作业)	269
附录三	建筑焊割作业安全技术考核大纲	273
附录四	建筑焊割作业安全操作技能考核标准	276
附录五	建筑焊割作业人员常用国家、行业和地方 相关标准规范名称	280

第一章

电工基础知识

第一节 电的基本概念

一、电与用电的重要性

电气安全的任务是在生产电能的同时,做好电能传递、转换和使用的安全工作,消除一切不安全的因素,防止事故发生,是造就一个和谐繁荣社会的基本保障。

在国民经济高速发展的今天,电能作为二次能源,无论在工农业生产、国防、科研、文化教育、通信,还是我们日常生活都离不开用电,因此,用电的广泛性与安全性显得尤其重要。随着电能的开发和应用给人类的生产和生活带来了巨大的变革。通过电能的转换实现了云数据、机器人等应用,大大促进了科技的发展和社会的进步。

001

按电的性质可分为直流电与交流电,按供电的特性又分为高压电与低压电。

二、电路与电的物理量

(一) 电路的组成

简单地说,电路就是为电流流通提供的路径。它一般由电源、负载、控制与保护电器、连接导线等组成。简单的直流电路如图 1-1

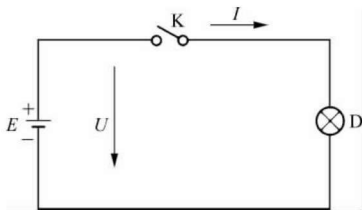


图 1-1 简单的直流电路

所示。

1. 电源

电源是一种将非电能转换成电能的装置。如常用的干电池、蓄电池是将化学能转换成电能。我们在生活中所用的电也是如此,是将水的落差、煤的燃烧、风力、核能等通过一定的形式推动发电机组运行产生的电。

2. 负载

负载是将电能转换为其他形式能量的装置。如照明灯、电炉和电动机是将电能分别转换为光能、热能和机械能。在电路中负载是取用及消耗电能的装置,也就是用电设备。图中的图形符号为照明灯,文字符号用 D 表示。

3. 控制与保护电器

控制电器是控制用电设备,使其达到预定工作状态的电器,如各种接触器、继电器和照明开关等,用以在电路中接通和断开电路,起着控制、分配和保护电能的作用。图中的图形符号为照明开关,文字符号用 K 表示。

4. 连接导线

导线是用铜、铝等良导体制成,在电路中将电源、负载及控制电器等连接成一个整体,构成电路,起着传输电能的作用。

在实际的照明电路中,为了防止电路由于短路、过载、漏电等引起事故,还应装设熔断器、漏电保护器等保护电器。

(二) 电路的有关物理量

1. 电场

电荷周围空间存在着一种特殊物质,它不能被人的感官所直接感知,但是它却可以通过引入其周围电荷受到作用力现象而被间接发现。我们把带电体周围具有一定同性相斥、异性相吸的空间叫作电场。电场中的每一点都具有一定的电位。正电荷在电场的作用下,从高电位向低电位移动,所做的功就是电场中两点电位

之差。通常,我们把地球的电位当作零,作为电位的参数位置,其他各点与此参考点之间电位差定义为该点的电位值。

2. 电流

电荷有规则向一定方向的移动就形成电流。我们规定电流的方向是从高电位向低电位移动的,也就是把正电荷移动的方向定为电流的方向。电流的符号为 I , 电流的单位是“安”, 即 A。

3. 电压(电位差)

静电物或电路中任意两点间的电位差叫电压。其数值等于单位正电荷在电场力的作用下, 从一个点移到另一个点所用的功。电压的方向规定为高电位点指向低电位点, 与外电路中的电流方向一致。例如电灯泡电压是 220 V, 也就是说电源加在灯丝两端的电压(有效值)是 220 V。电压用符号 U 表示, 基本单位是“伏”, 即 V, 常用单位还有 kV、mV、 μ V 等。

4. (电源)电动势

前面已经知道, 电源是将非电能转换成电能的装置, 而衡量电源能量转换本领大小的物理量称为电源的电动势。电动势是指电源力将单位正电荷从电源的负极推向正极所做的功。电动势用符号 E 表示, 单位也为 V。

5. 电阻

通常将具有良好导电性能的物体称为导体, 将导电性能差的物体称为绝缘体, 导体对电流的阻碍作用叫作电阻, 它是反映导体对电流起阻碍作用大小的物理量。不同的材料对电流的阻碍作用大小不同, 通常把截面积 1 mm^2 、长度 1 m 的某种导体的电阻值叫电阻率; 电阻率越小, 这种材料对电流的阻碍作用就越小, 各种金属导体中, 银的电阻率最小, 其次是铜, 所以银是导电性能最好的金属, 但银是贵金属, 价格较贵, 因此工业上常用铜来做导线; 导体的电阻除了跟导体的材料有关以外, 还跟导体的横截面的大小和长度有关, 横截面积越大, 电阻越小, 导体越长, 电阻越大。导体电阻的计算公式为

$$R = \rho L / S$$

式中 ρ ——电阻率；
 S ——横截面积；
 L ——长度；
 R ——电阻。

电阻的符号为 R ，单位是“欧”，用字母 Ω 表示，常用单位还有 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 等。换算的等式为

$$1\text{ k}\Omega = 1\,000\ \Omega$$

$$1\text{ M}\Omega = 1\,000\,000\ \Omega = 10^6\ \Omega$$

在国际单位制中，当电路两端的电压为 1 V ，通过的电流为 1 A 时，则该段电路的电阻为 $1\ \Omega$ 。

第二节 电 路

电流的方向不随时间的改变的电简称为“直流电”；若大小和方向都不随时间改变的电，我们称“恒直流电”。由此可以知道，大小方向都随时间改变的电我们叫它“交流电”；我们平时所用的电是按正弦函数运行的电，我们就叫它为“正弦交流电”；我们现在使用的 220 V 交流电，就是有效值为 220 V 的“正弦交流电”，俗称“交流电”。

一、直流电路

（一）欧姆定律

欧姆定律是电路的基本定律之一，它表达了电路中 I 、 U 及 R 等基本物理量之间关系的定律。

在如图 1-2 所示的一段无源支路中，流过电阻中的电流与电

阻两端的电压成正比,与电阻的阻值成反比,这就是一段无源支路的欧姆定律,即

$$I = U/R$$

式中 I ——流过电阻的电流(A);

U ——电阻两端的电压(V);

R ——电阻的阻值(Ω)。

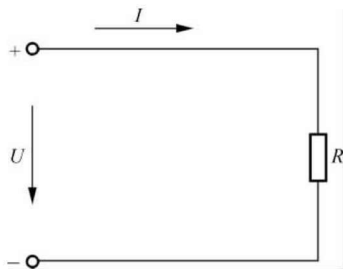


图 1-2 无源支路电路

根据公式变换可得 $U = IR$ 或 $R = U/I$ 。

例 1-1 设人体的电阻为 $1\text{ k}\Omega$,如触及电压为 220 V 时,求流过人体的电流为多少?

解: 已知人体电阻 $R_B = 1\text{ k}\Omega$, $U = 220\text{ V}$, $I = U/R_B = 220/(1 \times 10^3) = 0.22\text{ A}$ 。

(二) 电阻的串联、并联和混联

1. 电阻的串联

在电路中,几个电阻的首尾依次相连,中间没有分支的连接方法称为串联,如图 1-3 所示。

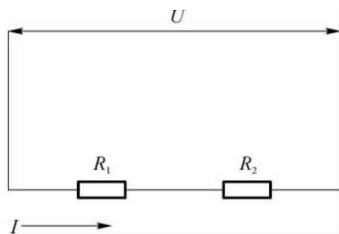


图 1-3 电阻串联电路

电阻串联电路的特点是:

(1) 流过各电阻的电流相同,都等于 I ,即

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n$$

(2) 总电压等于各电阻上电压之和,即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots + U_n$$

(3) 总电阻(等效电阻)等于各电阻之和,即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

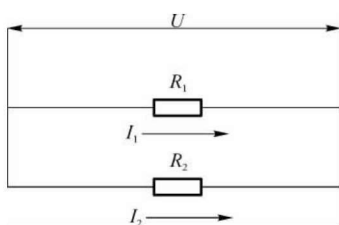


图 1-4 电阻并联电路

2. 电阻的并联

在电路中,将几个电阻的两端接在电路的相同两节点上,这种连接方法称为并联,如图 1-4 所示。

电阻并联电路的特点是:

(1) 各电阻两端为同一电压,都等于 U ,即

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \cdots = U_n$$

(2) 总电流等于各电阻中电流之和,即

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n$$

(3) 总电阻(等效电阻)的倒数等于各电阻的倒数之和,即

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \cdots + 1/R_n$$

3. 电阻的混联

在一个电路中,既有电阻串联又有电阻并联的连接方法称为混联。

对混联电路的分析计算一般分以下步骤:

- (1) 用电阻串、并联特点把电路化简,求出总电阻。
- (2) 用欧姆定律求出电路的总电流。
- (3) 然后根据总电流求出各支路电流和电压等。

(三) 电功与电功率

电流通过电路时,电路内发生的能量转换,电流都要做功,这种电流所做的功称为电功。电灯发亮、电热丝发热、电动机旋转等都要用电,也就是将电能转变成光能、热能、动能等;这就是利用电流来做功,电流所做的功用“焦”(J)做单位,做功多少用下式表示:

$$W = IU_t = I^2 R t$$

式中 W ——电功(J);

I ——电流(A);

U ——电压(V);

R ——电阻(Ω);

t ——时间(s)。

电功的基本单位为“焦”(J),即 $W \cdot s$ (瓦·秒),实用单位为 $kW \cdot h$ (千瓦·时),俗称“度”。通常所说的 1 度电,就是功率为 1 kW 的电气设备在额定状态下使用 1 h 所消耗的电能。

电功率是指能量的转换率或单位时间内电流通过某一电器元件所做的功,称为电功率,用符号 P 表示,单位为 W。即负载取用的电功率 P 的公式为

$$P = W/t = IU = I^2 R$$

电功率的单位是“瓦”,用符号 W 表示,1 000 W 叫作 1 千瓦,写作 1 kW。

电功率的另一单位是“马力”,1 kW=1.36 马力,1 kW 用电设备工作,电流所做的功(或者说消耗的电能)就是 1 kW·h 的电。

例 1-2 一台 125 W 的电冰箱平均每天开机时间为 8 h,求 1 个月(30 d)的耗电量为多少?

解: 根据已知可知,消耗的电能为 $W = Pt = 125 \times 10^{-3} \times 8 \times 30 = 30(kW \cdot h)$ 。

负载的用电能力和使用条件,在电器产品上都标有额定功率、额定电压、额定电流等,这是电器产品的额定值,工作时不允许超过此限值,否则会使电气设备缩短使用寿命甚至引起绝缘击穿和烧毁。

二、交流电

(一) 单相交流电

正弦交流电是指它的大小和方向随时间按正弦规律变化的交

流电。它们的大小和方向是随时间做周期性变化的。正弦交流电的波形图如图 1-5 所示。

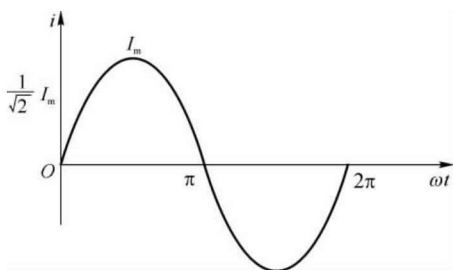


图 1-5 正弦交流电

由波形图可见,正弦交流电是周期性变化的,即经过一段时间后,又重复前面的变化,周而复始往复循环。

1. 周期

交流电循环变化一周所需的时间称为周期,用符号 T 表示,单位为 s 。

2. 频率

在 $1s$ 内交流电变化的周期数称为频率,用符号 f 表示,单位为“赫兹”,用符号 Hz 表示。我国工业用电的标准频率为 $50Hz$,因此把 $50Hz$ 的交流电称为工频交流电。

3. 正弦交流电的瞬时值、最大值和有效值

我们看到的图形是交流电的瞬时值,其最高点就是它的最大值;而在实际应用中,用来表示交流电大小的物理量不是瞬时值,也不是最大值,而是有效值。平时所说的交流电数值,各种交流电工仪表的读数都是有效值。有效值用大写字母 E 、 U 、 I 分别表示电动势、电压、电流。

交流电的有效值定义是:将交流电和直流电分别通过阻值相等的两个电阻,如果在一个周期时间内产生的热量相等,则把这个直流的数值称为交流电的有效值。即把热效应相等的直流电流数值称为交流电流的有效值。

根据有效值的定义,通过数学运算可得,正弦交流电的最大值是有效值的 $\sqrt{2}$ 倍。也就是我们平时说的 220 V 是它的有效值,它的最大值是 311 V。

(二) 三相交流电

在实际应用中,广泛使用的是三相交流电,它是由三个频率相同、幅值相等、相位上互成 120° 的单相正弦交流电组成。通常所说的三相交流电,是三相交流电动势、电压、电流的统称。

我们目前三相交流电大多数采用的 Y 形连接,即三个线圈绕组的一端连在一起并引出来,我们把这根线叫作中心点,中心点引出来的线叫中心线。另三个端就是三相的相线了,这样我们就组成了三相四线交流电了。如图 1-6 所示。当中心线与大地连接,那么这根线就是我们平时称的零线。

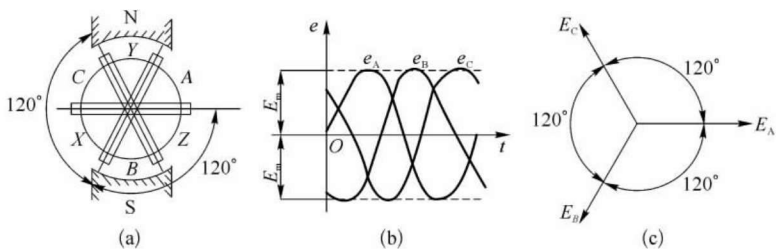


图 1-6 三相交流电

我国低压供电系统是采用星形连接的三相四线制,供电的线电压 $U_l = 380 \text{ V}$,相电压 $U_\phi = 220 \text{ V}$ 。