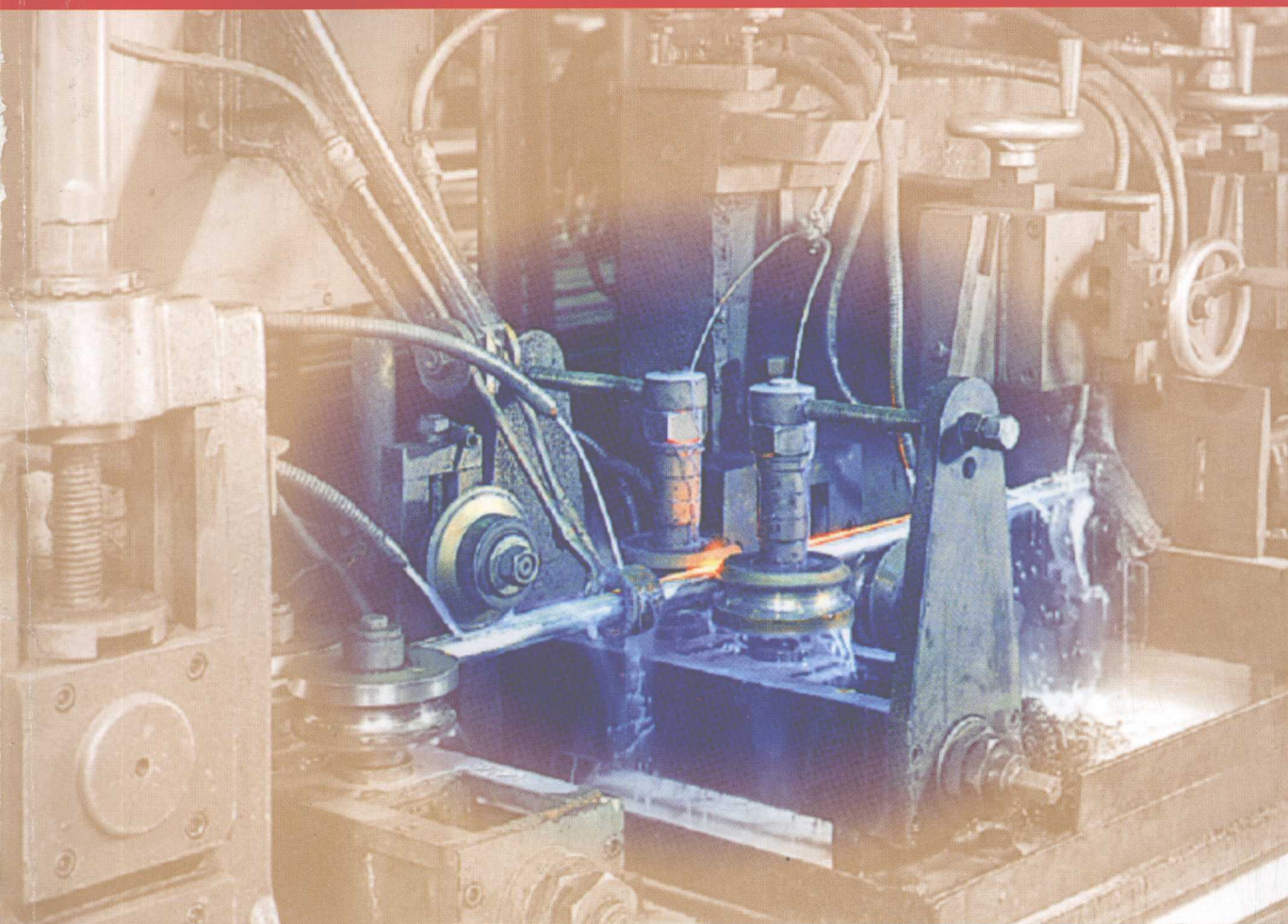


教育部规划教材
中等职业学校机械专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

焊工工艺与技能训练

李荣雪 主编



高等教育出版社

内容简介

教育部规划教材

中等职业学校机械专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

焊工工艺与技能训练

李荣雪 主编

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第028802号

责任编辑：李荣雪 封面设计：李荣雪 版式设计：李荣雪 插图设计：李荣雪 印刷：李荣雪 装订：李荣雪 纸张：李荣雪 颜色：李荣雪 规格：李荣雪 重量：李荣雪 价格：李荣雪

010-28281118	销售热线	010-28281000	总机	010-28281000	地址	北京市西城区德胜门内大街4号	高等教育出版社
800-810-0298	商务电话	100130	邮政编码	100130	地址	北京市西城区德胜门内大街4号	高等教育出版社
http://www.hep.edu.cn	网址	http://www.hep.com.cn	网址	http://www.hep.com.cn	地址	北京市西城区德胜门内大街4号	高等教育出版社
http://www.jiaojiao.com.cn	网上订购	http://www.jiaojiao.com.cn	网上订购	http://www.jiaojiao.com.cn	地址	北京市西城区德胜门内大街4号	高等教育出版社
http://www.widedu.com	网络销售	http://www.widedu.com	网络销售	http://www.widedu.com	地址	北京市西城区德胜门内大街4号	高等教育出版社
2008年6月第1版	次	2008年6月第1次印刷	印	11.20元	定价	11.20元	定价
787×1092 1/16	本	8.25	张	120 000	字数	120 000	字数

高等教育出版社

00-44623 号 00-44623 号

内容简介

本书为中等职业学校机械类非焊接专业学生的焊接操作技能训练教材,是根据国家技能鉴定规范的要求和特种作业焊工类作业人员的安全技术和专业技术水平编写的。

全书共包括 12 个项目,依次讲述了焊接安全技术与防护、焊条电弧焊引弧技能训练、焊条电弧焊运条技能训练、焊缝接头及平敷焊技能训练、平敷堆焊操作技能训练、平板对接焊接操作技能训练、平板对接单面焊双面成形操作技能训练、平板水平角焊缝焊接操作技能训练、低碳钢薄板对接气焊技能训练、低碳钢中厚板气割技能训练、埋弧焊平板对接技能训练和手工钨极氩弧焊基本操作技能训练等。全书内容采用项目式编排,以技能训练和基本知识为重点,理论联系实际,通俗易懂,适合机械类非焊接专业学生焊工取证的理论学习和技能训练。

图书在版编目(CIP)数据

焊工工艺与技能训练/李荣雪主编. —北京:高等教育出版社, 2008. 6

ISBN 978-7-04-023466-4

I. 焊… II. 李… III. 焊接工艺-专业学校-教材
IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 058805 号

策划编辑 陈大力 责任编辑 陈大力 封面设计 李卫青 责任绘图 尹 莉
版式设计 张 岚 责任校对 姜国萍 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市鑫霸印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 8.25
字 数 190 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008 年 6 月第 1 版
印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷
定 价 11.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 23466-00

前言

本书是根据《焊工国家职业标准》对初级焊工的理论知识和实际操作技能要求编写的,可供中等职业学校机电类非焊接专业学生作为初级焊工技能训练实训教材使用。

根据焊工岗位要求和学生特点,本书以学生接受能力为基础,在取材上力求做到必需、够用、适用;在形式上尽量以图、表、照片等代替文字,以加深学生的直观印象,做到简明易懂;在内容编排上以技能训练为主线,重要知识点作为知识拓展模块在每个实训项目后讲述。建议在使用本教材时不限于本书编排顺序,而是根据内容需要进行选择与调整。

在编写过程中,本书参考了中等职业学校同类教材、部分工具书和最新国家标准。

由于编者水平所限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2008年3月

二、防火与防爆	7	二、平板对接两面焊操作技能训练	62
三、个人安全防护	10	三、知识拓展模块:焊条电弧焊	63
复习思考题	11	一、焊接参数	63
项目2 焊条电弧焊引弧技能训练	13	复习思考题	66
一、焊条电弧焊的引弧	13	项目7 平板对接单面焊双面成形操作技能训练	67
二、引弧方法	13	一、训练项目要求	67
三、引弧技能训练	14	二、训练目的	67
四、知识拓展模块:焊条电弧焊的特点及安全操作规程	16	三、训练条件	67
复习思考题	18	四、操作步骤	68
项目3 焊条电弧焊运条技能训练	19	五、平板对接焊缝质量检验	70
一、焊条的运动	19	项目及标准	70
二、运条方法	19	六、知识拓展模块:焊条电弧焊	71
三、模拟运条技能训练	21	复习思考题	78
四、知识拓展模块:焊条	21	项目8 平板水平角焊缝焊接操作技能训练	79
复习思考题	30	一、角焊缝	79
项目4 焊缝接头及平敷焊技能训练	31	二、平板T形接头角焊缝	80
一、焊缝的起头	31	操作技能训练	80
二、焊缝的连接	31	项目9 低碳钢薄板对接气焊技能训练	82
三、焊缝的收尾	32	一、气焊的特点及应用	82
四、焊缝接头及平敷焊技能训练	33	二、气体火焰	82
五、知识拓展模块:焊接工艺	33	三、气焊薄板对接平焊技能训练	83
基础知识	33		
复习思考题	47		

目 录

绪论	1	项目 5 平敷堆焊操作技能训练	48
一、焊接的实质与焊接方法的分类	1	一、平焊工艺特点	48
二、焊接在国民经济建设中的地位 and 作用	2	二、平敷堆焊操作技能训练	48
三、焊接与特种作业	2	三、知识拓展模块：焊接电弧与弧焊电源	49
复习思考题	3	复习思考题	60
项目 1 焊接安全技术与防护	4	项目 6 平板对接焊接操作技能训练	61
一、安全用电常识	4	一、定位焊缝与正式焊缝	61
二、防火与防爆	7	二、平板对接两面焊操作技能训练	62
三、个人安全防护	10	三、知识拓展模块：焊条电弧焊焊接参数	63
复习思考题	11	复习思考题	66
项目 2 焊条电弧焊引弧技能训练	13	项目 7 平板对接单面焊双面成形操作技能训练	67
一、焊条电弧焊的引弧	13	一、训练项目要求	67
二、引弧方法	13	二、训练目的	67
三、引弧技能训练	14	三、训练条件	67
四、知识拓展模块：焊条电弧焊的特点及安全操作规程	16	四、操作步骤	68
复习思考题	18	五、平板对接焊缝质量检验项目及标准	70
项目 3 焊条电弧焊运条技能训练	19	六、知识拓展模块：焊接缺陷	71
一、焊条的运动	19	复习思考题	78
二、运条方法	19	项目 8 平板水平角焊缝焊接操作技能训练	79
三、模拟运条技能训练	21	一、角焊缝	79
四、知识拓展模块：焊条	21	二、平板 T 形接头角焊缝操作技能训练	80
复习思考题	30	项目 9 低碳钢薄板对接气焊技能训练	82
项目 4 焊缝接头及平敷焊技能训练	31	一、气焊的特点及应用	82
一、焊缝的起头	31	二、气体火焰	82
二、焊缝的连接	31	三、气焊薄板对接平焊技能训练	83
三、焊缝的收尾	32		
四、焊缝接头及平敷焊技能训练	33		
五、知识拓展模块：焊接工艺基础知识	33		
复习思考题	47		

四、知识拓展模块：气焊焊接材料	84
复习思考题	86
项目 10 低碳钢中厚板气	
割技能训练	87
一、气割的特点及应用	87
二、10 mm 厚低碳钢板气割技	
能训练	88
三、知识拓展模块：气焊与气	
割设备	89
复习思考题	94
项目 11 埋弧焊平板对接技能训练	95
一、埋弧焊的特点及应用	95
二、埋弧焊的设备	96
三、焊接材料	96
四、埋弧焊工艺	100
五、埋弧焊安全操作规程	101
六、平板对接平焊技能训练	102

复习思考题	103
项目 12 手工钨极氩弧焊基本操作	
技能训练	104
一、钨极氩弧焊的特点及应用	104
二、钨极氩弧焊机与焊接材料	104
三、钨极氩弧焊工艺	105
四、手工钨极氩弧焊基本	
操作技能训练	108
五、钨极氩弧焊安全操作规程	109
复习思考题	109
附录	110
附录 A 焊接与切割作业人员实际操作	
考试试题(焊条电弧焊、气焊、	
气割)	110
附录 B 初级焊工模拟试题	112
参考文献	122

绪论

在现代工业和生活中，金属材料是不可缺少的重要材料。车辆、船舶、压力容器、航空和航天器材以及许多日常生活用品等，都是由金属材料制成的。这些金属制品在制造过程中，需要把各种各样加工好的零件按设计要求连接起来。通常连接零件的方法有两种：一是可拆卸连接，如螺栓连接、键连接等，不必损坏零件就可以拆卸，这类连接又称临时性连接；二是不可拆连接，如焊接、铆接等，必须损毁零件才能拆卸，因此又称为永久性连接。由于焊接技术的迅速发展，自 19 世纪以来，焊接已取代了铆接而成为永久性连接的主要工艺手段。

一、焊接的实质与焊接方法的分类

国家标准 GB/T 3375—1994《焊接术语》中将焊接的定义为：焊接就是通过加热或加压，或两者并用，并且用或不用填充材料，使工件达到结合的一种方法。

1. 焊接的实质

从本质上讲，焊接必须使两个分离的工件达到原子间的结合，为此，需要外加很大的能量。因此在焊接过程中，必须对需要结合的部位通过加热到熔化状态，或者通过加压，或者通过加热到塑性状态后再进行加压，使之达到原子间的结合，从而实现焊接。

焊接不仅可以使金属材料形成永久性连接，而且可以使某些非金属材料、金属和非金属材料之间达到永久性连接的目的，如塑料焊接、陶瓷焊接、金属和陶瓷焊接等，但在工业生产中应用最多的是金属焊接。

2. 焊接方法的分类

按照金属在焊接时所处的状态及工艺特点，可以把焊接方法分为以下三大类：熔焊、压焊和钎焊。

(1) 熔焊

熔焊又称熔化焊，是指将待焊处的母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法。在加热条件下，金属原子之间的动能增加，活动能力增强，可以促进原子间的相互扩散，当加热至熔化状态形成液态熔池时，原子间可以充分扩散和紧密接触，因此，当冷却凝固后就可以形成牢固的焊接接头。熔焊是金属焊接中最主要的一种焊接方法，常用的有焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护焊、气焊和电渣焊等。

压焊是指在焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热），以完成焊接的方法。压焊有两种方式：一是将被焊金属接触部位加热到塑性状态或局部熔化状态，然后施加一定的压力，以使金属原子间相互结合形成牢固的焊接接头，如电阻焊、摩擦焊、锻焊和气压焊等；二是不进行加热，仅在被焊金属的接触面上施加足够的压力，借助于压力所形成的塑性变形，使原子间相互靠近而形成牢固接头，这种压焊方法有冷压焊、爆炸焊等。

(3) 钎焊

钎焊是采用比母材熔点低的金属材料作钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点，低于母材熔化温度，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法。钎焊包括硬钎焊（使用硬钎料，钎料熔点高于 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）和软钎焊（使用软钎料，钎料熔点低于 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。常用的钎焊方法有电烙铁钎焊、火焰钎焊等。

二、焊接在国民经济建设中的地位和作用

焊接是一种先进而高效的金属加工工艺，与铆接相比，具有节约金属材料、减轻结构重量、简化加工与装配工艺、接头密封性好、易实现机械化和自动化生产、生产率高和质量稳定等优点，因此焊接的重要性和优越性显得越来越突出。

世界上主要工业国家每年生产的焊接结构约占钢产量的 45% 左右，证明焊接在整个制造业中占据了重要地位。可以说，一个国家焊接技术的水平往往也是国家工业和科学技术现代化水平的一个标志。

目前世界上已有 50 余种焊接工艺方法应用于工业生产。由于许多工业产品向着高参数（如高温、高压、高寿命等）、大型化及高效率生产的方向发展，焊接结构越来越复杂，焊接工作量也越来越大，因而对焊接质量、焊接技术现代化和提高焊接生产效率的要求也越来越高。如一辆小轿车有 5 000 ~ 12 000 个焊点，一架飞机的焊点多达 20 ~ 30 万个；而一艘 30 万吨油轮上的焊缝长达 1 000 km。由此可见，如果没有高效、先进的焊接方法和焊接工艺，这些将是难以实现的。为了进一步提高焊接质量和生产率，各国除了改进传统的焊接工艺、采用高效率的焊接方法外，正努力提高焊接自动化水平，并探索及采用新能源的焊接方法。随着科学技术的不断发展及计算机技术的普遍应用，各国正在大力发展计算机技术和机器人在焊接生产中的应用。

随着国民经济的发展，焊接技术已广泛而大量地应用在机械、车辆、化工、造船、电站、石油、冶金、桥梁、电子及国防等行业中。近年来，焊接技术在宇宙航行、海洋开发、核动力装置等尖端科学技术中也发挥着重要的作用。

三、焊接与特种作业

1. 特种作业 国家标准 GB/T 5306—1985《特种作业人员安全技术考核管理规则》及 1999 年公布的“中华人民共和国国家经济贸易委员会 13 号令”规定特种作业是指容易发生人员伤亡事故，对操

2. 焊接与切割属于特种作业的原因

3. 焊工职业守则

- 1) 遵守法律、法规和有关规定。
- 2) 爱岗敬业，忠于职守，自觉认真履行各项职责。
- 3) 工作认真负责，严于律己，吃苦耐劳。
- 4) 刻苦学习，钻研业务，努力提高思想和科学文化素质。
- 5) 谦虚谨慎，团结协作，互相配合。
- 6) 严格执行工艺文件，重视安全，保证质量。
- 7) 坚持文明生产。



复习思考题

1. 什么是焊接?
2. 焊接方法分为哪三大类?
3. 什么是特种作业?为何焊接属于特种作业?

5-1 表示触电时对人体造成伤害。大触电伤害的致命性，大触电伤害对人体造成伤害。

1

项目1 焊接安全技术与防护

一、安全用电常识

焊工在焊接过程中有触电的危险，因此必须具备安全用电常识。

1. 电流对人体的伤害

电流对人体的伤害有三种形式：即电击、电伤和电磁场生理伤害，见表1-1。

表1-1 电流对人体的伤害形式

伤害形式	概念
电击	电流通过人体内部，破坏心脏、肺部及神经系统等器官的正常工作，其电流引起心室颤动，是电击致死的主要原因，通常称为触电
电伤	电流的热效应、化学效应及机械效应对人体外部的伤害，主要是烧伤和烫伤
电磁场生理伤害	在高频电磁场作用下，使人出现头晕、乏力、记忆力衰退、失眠多梦等神经系统的症状

2. 影响电击严重程度的因素

(1) 流经人体的电流强度

流经人体的电流强度越大，致命的危害性就越大。电流强度对人体的影响见表1-2。

表1-2 电流强度对人体的影响

电流种类	概念	电流强度值
感知电流	能使人感觉到的最小电流	工频交流 0.7 ~ 1 mA 直流 5 mA
摆脱电流	人体触电后能够自行摆脱的最大电流	工频交流 10 ~ 16 mA 直流为 30 mA
致命电流	在较短时间内能危及生命的电流	50 mA
安全电流	在线路中没有防止触电保护装置的条件 下，人体允许通过的电流	30 mA

注：工频交流 5mA 即能引起人体痉挛。

流经人体的电流取决于外加电压和人体电阻。一般情况下,人体电阻为 $1\,000 \sim 5\,000\ \Omega$;但在皮肤出汗,身体带有导电性粉尘,加大与带电体的接触面积和压力等情况下,人体电阻会降低到 $500 \sim 650\ \Omega$,故通过人体电流的大小通常是不可能事先计算出来的,因此,为确定安全条件,通常不按安全电流考虑而是用安全电压表示。

(2) 安全电压

安全电压是指在一定的环境条件下,为防止触电事故而采取由特定电源供电的电压。它可以将触电时通过人体的电流限制在较小的范围内,从而在一定程度上保证人体安全,其数值与工作环境有关。

比较干燥而触电危险较大的环境,安全电压规定为 36 V , $U = 30 \times 10^{-3}\text{ A} \times (1\,000 \sim 1\,500)\ \Omega = 30 \sim 45\text{ V}$,取 36 V ;潮湿而触电危险较大的环境,我国规定安全电压为 12 V , $U = 30 \times 10^{-3}\text{ A} \times 650\ \Omega = 19.5\text{ V}$,取 12 V ;水下或其他由于触电会导致二次事故的环境,我国遵照国际电工标准会议规定安全电压为 2.5 V 以下, $U = 0.5 \times 10^{-3}\text{ A} \times (500 \sim 650)\ \Omega = 2.5 \sim 3.25\text{ V}$,取 2.5 V 以下。

(3) 电流通过人体的持续时间

电流通过人体的持续时间越长,死亡的危险性越大。

(4) 电流通过人体的途径

人体触电后,电流通过人体的途径,一般认为从手到脚的途径最危险,因为沿这条途径,电流经心脏、肺部及中枢神经系统等重要器官。其次是从手到手的途径。再次就是从脚到脚的途径。后者因痉挛而摔倒,易导致二次事故。

(5) 电流的频率

频率为 50 Hz 的工频交流对人体是最危险的,通过人体的工频交流超过 50 mA ,对人就有致命的危险;而 $2\,000\text{ Hz}$ 以上的高频交流电对人体的影响较小。

(6) 人体的健康状况等

患有心脏病、神经系统疾病和结核病等疾病的人,受电击造成的伤害程度比其他人更为严重。

3. 电焊中的触电事故及预防措施

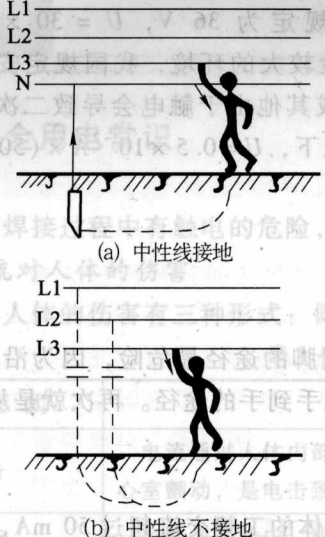
国产焊接电源一般采用电压 $220\text{ V}/380\text{ V}$ 、频率 50 Hz 的工频交流电供电,焊接操作中存在着诸多不安全因素,如人体接触到焊接电源与电力网络连接的线路部分(如焊机的插座、开关或破损的电源线等)就很难摆脱;焊机的空载电压超过安全电压;焊机、电缆漏电;焊工在更换焊条、清理工件、调节电流等情况下,通常是带电进行的。因此,如果焊工缺乏安全意识或者不懂得安全防范技术,很容易发生触电事故。

(1) 触电方式

触电是指人体接触带电体,电流流经人体,造成死亡或伤害的现象。一般皮肤接触带电体的面积越大,时间越长,人体的电阻就越小,因而危险性就越大。

根据人能触及的电压,触电方式主要有单相触电、两相触电和跨步电压触电,见表1-3。

表 1-3 人体触电方式

触电方式	单相触电	两相触电	跨步电压触电
概念	当人站在地上或其他导体上, 人体其他部位接触到三相电源中的任一根火线, 电流从导线经过人体流入大地或导体而造成的触电事故	当人体同时接触到两根火线或者电器设备两个不同相的带电部位时, 电流由一根火线经过人体到另一根火线而造成的触电事故	当高压电接地时, 电流流入地下造成人体两脚之间有一定电压, 也会造成触电事故
触及电压	220 V 危险性大	380 V 危险性很大	超过安全电压有危险
示意图	 (a) 中性线接地 (b) 中性线不接地	 两相触电	无示意图

(2) 焊接操作时造成触电事故的原因

焊接操作中发生的触电事故有两种情况即直接接触触电事故和间接触电事故。

1) 直接接触触电 直接接触及焊接设备正常运行时的带电部位或靠近高压电网和电器设备所造成的触电事故。焊接操作中发生直接接触触电事故的原因有:

① 在更换焊条、电极和焊接过程中, 焊工的手或身体接触到焊条、焊钳或焊枪的带电部分, 而脚或身体其他部位与地或工件间无绝缘防护; 当焊工在金属容器、管道、锅炉、船舱或金属结构内部施工, 或当人体大量出汗, 或在阴雨潮湿地方进行焊接作业时, 特别容易发生这类触电事故。

② 在接线、调节焊接电流或移动焊接设备时, 易发生触电事故。

③ 在登高焊接时, 碰上低压线路或靠近高压电源线易引起触电事故等。

2) 间接触电事故包括:

① 焊接设备的绝缘烧损, 振动或机械损伤使绝缘损坏部位碰到机壳, 而人体碰到机壳时会引起触电。

② 焊机的火线和零线接错, 使外壳带电。

③ 焊接操作时人体碰上了绝缘破损的电缆、破损的胶木闸盒的带电部分等。

④ 由于利用厂房内的金属结构、管道、轨道、暖气设施、天车吊钩或其他金属物体等搭

接起来作为焊接回路而发生触电事故。

3) 防止触电事故的措施包括:

① 焊工必须穿胶鞋, 带皮手套。目前我国使用的劳保用鞋、皮手套, 偶然接触 220 V 或 380 V 电压时, 不会造成严重后果。

② 焊工在切断、闭合或接触带电物体时, 必须单手进行。因为双手操作开关或接触带电物体时, 如发生触电, 会通过人体心脏形成回路, 造成触电者迅速死亡。

③ 绝对禁止在电焊机开动的情况下接地线及手把线。

④ 焊接电缆外皮烧损超过两处, 应更换或经检验后再用。

⑤ 在容器内部施焊时, 照明电压应采用 12 V; 登高作业不准将电缆线缠在焊工身上或搭在背上。

二、防火与防爆

1. 燃烧、火灾与防火

(1) 燃烧 是指可燃物质与助燃物质在着火源的导燃下相互作用, 并产生光和热的一种剧烈氧化反应。燃烧必须在可燃物质、助燃物质和着火源三个基本条件(燃烧三要素)同时具备、相互作用下才能发生, 见表 1-4。燃烧的种类见表 1-5。

表 1-4 燃烧条件

燃 烧 条 件	定 义	物 质 名 称
可燃物质	能与空气、氧气和其他氧化剂发生剧烈反应的物质	木材、煤炭、塑料、衣物、纸张、可燃气体、可燃液体等
助燃物质	能与可燃物质发生化学反应并引起燃烧的物质	空气、氧气和其他氧化剂
着火源	具有一定温度和热量的能源, 也指能引起可燃物质着火的能源	火焰、电火花、炽热物体等

表 1-5 燃烧的种类

燃烧的种类	定 义	危 害
闪燃	可燃液体的温度不高时, 液面上少量可燃蒸气与空气混合后, 遇到火源而发生一闪即灭的现象(延续时间不超过 5 s)。 闪点: 发生闪燃的最低温度。液化石油气闪点 -20 ℃, 煤油 28 ~ 45 ℃	闪燃是可燃液体发生着火的前奏, 是火灾危险的警告。闪点越低, 发生火灾的危险性越大
着火	可燃物质与火源接触发生燃烧, 并在火源移去后仍保持燃烧的现象称为着火。 燃点(着火点): 可燃物质发生着火的最低温度。纸张燃点 130 ℃, 木材 295 ℃	引起火灾的直接原因。燃点越低, 发生火灾的危险性越大

表 1-3 人体触电方式。触电电击电流而回对数式 续表

燃烧的种类	定 义	危 害
自燃	可燃物质受热升温，无需明火作用就能自行燃烧的现象称为自燃。	受热自燃：可燃物质受热温度升高至自燃点而发生。是引起火灾事故的重要原因之一
	自燃点：可燃物质发生自燃的最低温度	本身自燃：可燃物质由于本身的化学反应、物理或生物作用等产生热量使温度升高至自燃点而发生。无需外来热源，低温或常温下即可发生，火灾危险性更大

(2) 火灾

在生产过程中，凡是超出有效范围的燃烧统称为火灾。

在消防部门有火灾和火警之分，其相同点是超出有效范围的燃烧；不同点是火灾指已造成人员和财产损失，否则为火警。

(3) 防火技术

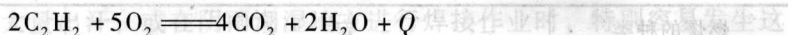
根据燃烧原理及条件，防止燃烧三个条件同时存在或避免它们互相作用是防火技术的基本理论，主要包括两个方面：一是防止燃烧基本条件的产生；二是避免基本条件的同时存在或相互作用。

常用的方法有隔离法、冷却法和窒息法(隔绝空气)等方法。隔离法是将可燃物和火源(火场)隔离开来，使燃烧停止。冷却法是将燃烧物的温度降至着火点(燃点)以下，使燃烧停止。窒息法是消除燃烧条件之一——助燃物，使燃烧停止。

2. 爆炸与防爆

(1) 爆炸

是指物质在瞬间以机械功的形式释放出大量气体和能量的现象。爆炸发生时伴随压力的急剧升高和巨大的响声，其主要特征是压力的急剧升高；瞬间是指爆炸发生在极短时间内，如乙炔瓶内的乙炔与氧混合气发生爆炸时，大约在 0.01 s 时间内完成如下化学反应：



Q 是爆炸时释放出的热量，大约为 621.2 kcal。

爆炸时产生大量二氧化碳、水蒸气等气体，同时释放出大量热量，使瓶内压力升高 10 ~ 13 倍，其爆炸功可使气瓶飞离原地点 20 ~ 30 m。这种克服地心引力将重物移动一段距离即为机械功。

(2) 爆炸分类

爆炸分为物理性爆炸和化学性爆炸。

物理性爆炸：是由物理变化如温度、压力和体积等变化引起的，爆炸前后物质的性质和化学成分均不变。例如，氧气瓶的爆炸属于典型的物理性爆炸，氧气瓶受热升温引起瓶内气体压力升高，当气体压力超过瓶体的抗拉强度时即发生爆炸，造成巨大破坏和伤害。

化学性爆炸：物质在短时间内完成化学反应，形成其他物质，同时产生大量气体和能量，使温度和压力骤然剧增引起爆炸。如乙炔与空气的混合气体爆炸属于化学性爆炸。化学性爆炸必须同时具备以下三个条件：

- 1) 可燃物质(可燃气体、蒸气、粉尘等)的存在。
- 2) 可燃物质与空气或氧气混合并构成爆炸性混合物(浓度在爆炸极限范围内)。
- 3) 火源作用。

(3) 爆炸极限
可燃物质(可燃气体、蒸气、粉尘等)与空气(或氧气)混合，遇到火源能发生爆炸的浓度范围称为爆炸极限或爆炸浓度极限。

可燃性混合物能发生爆炸的最低浓度和最高浓度分别称为爆炸下限和爆炸上限。在低于爆炸下限和高于爆炸上限时都不会发生爆炸。几种可燃气体与空气、氧气混合的爆炸极限见表1-6。

表 1-6 几种可燃气体与空气、氧气混合的爆炸极限

可燃气体种类	可燃气体在混合气中的体积分数/%	
	空气	氧气
乙炔	2.2 ~ 81.0	2.8 ~ 93.0
氢气	3.3 ~ 81.5	4.6 ~ 93.9
一氧化碳	11.4 ~ 77.5	15.5 ~ 93.9
丙烷	2.9 ~ 9.5	3.2 ~ 64
煤油蒸气	1.4 ~ 5.5	—

(4) 防爆原则

爆炸过程的特点：

1) 可燃物质与空气或氧气的相互扩散，均匀混合形成爆炸性混合物，遇到火源时爆炸开始。

2) 爆炸连续反应，范围扩大，威力升级。

3) 完成化学反应，爆炸造成灾害性破坏。

基于上述特点，防爆原则的基本要求应以阻止第一过程出现、限制第二过程发展、防护第三过程危害为原则，做到以下几点：

1) 防止爆炸性混合物的形成。

2) 严格控制着火源。

3) 爆炸开始时及时释放压力。

4) 切断爆炸传播途径。

5) 减小爆炸压力和冲击波对人员、设备及建筑物的损坏。

3. 焊接现场发生爆炸的可能性

1) 焊接直接使用可燃气体的爆炸 例如使用乙炔发生器，在加料、换料(电石含磷过多

或碰撞产生火花)以及操作不当而产生回火时,均会发生爆炸。

2) 可燃气体的爆炸 焊接现场存在可燃气体的,如乙炔、天然气等,与氧气或空气均匀混合达到爆炸浓度限度,遇到电火花等火源便会发生爆炸。

3) 可燃液体或可燃液体蒸气的爆炸 在焊接场地或附近放有可燃液体时,可燃液体或可燃液体的蒸气达到一定浓度,遇到电焊火花即会发生爆炸(例如汽油蒸气与空气混合,其爆炸极限仅为 $0.7\% \sim 6.0\%$)。

4) 可燃粉尘的爆炸 可燃粉尘(例如镁、铝粉尘,纤维素粉尘等)悬浮于空气中,达到爆炸浓度范围,遇火源(例如电焊火花)也会发生爆炸。

5) 密闭容器的爆炸 对密闭容器或在受压的容器上进行焊接时,如不采取适当措施也会产生爆炸。

4. 焊接现场防火、防爆措施

1) 焊接场地禁止放置易燃、易爆物品,场地内应备有消防器材,并应保证足够照明和良好的通风。

2) 焊接场地 10 m 范围内不应贮存油类或其他易燃、易爆物质的贮存器皿或管线、氧气瓶等。

3) 对受压容器、密闭容器、各种油桶和管道及沾有可燃物质的工件进行焊接时,必须事先进行检查,并经过冲洗除掉有毒、有害、易燃、易爆物质,解除容器及管道压力,消除容器密闭状态后,再进行焊接。

4) 在存有易燃、易爆物的车间、场所或煤气管、乙炔管(瓶)附近焊接时,必须取得消防部门的同意。操作时采取严密措施,防止因火星飞溅而引起火灾。

5) 焊工不准在木板上进行焊接操作。

6) 焊工不准在手把或接地线裸露情况下进行焊接,也不准将二次回路线乱接乱搭。

7) 离开施焊现场时,应关闭气源、电源,应将火种熄灭。

8) 在气焊气割时,要使用合格的电石、乙炔发生器及回火防止器,压力表(乙炔表、氧气表)要定期校检,并且要用合格的橡胶软管。

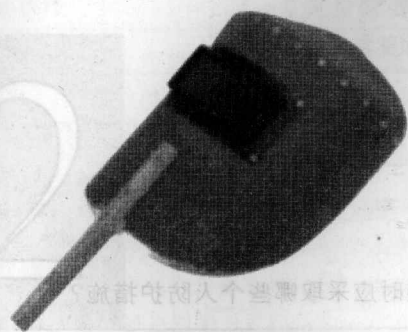
三、个人安全防护

焊接过程中存在诸多有害因素,如有害气体、焊接烟尘、强烈的弧光辐射、高频电磁场及噪声等,这些有害因素对人体的呼吸系统、皮肤、眼睛及神经系统有不良影响,因此焊接时须佩戴个人防护用具,做好安全防护。

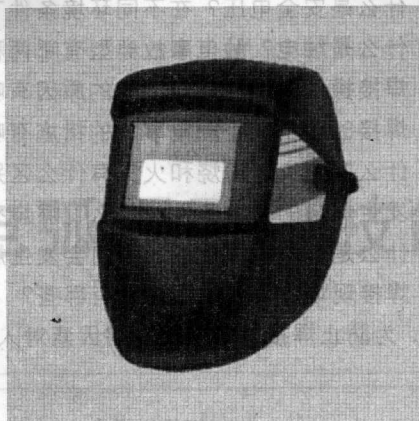
个人防护用具是为保护操作者在焊接过程中安全和健康所需要的、必不可少的个人预防性用品。在各种焊接与切割中,必须按规定佩戴防护用具,以防上述有害因素对人体的危害。一般个人防护用具具有如下几种:

1. 面罩

面罩是防止焊接飞溅、弧光及电弧高温对焊工面目及颈部灼伤的一种防护用具,罩体应遮住焊工的整个面部,不漏光,结构牢固,材料应选用不易燃烧或耐高温且不刺激皮肤的绝缘材料。面罩一般分为手持式和头戴式两种,如图1-1所示。面罩应符合国标GB/T 3609.1的要求。



(a)手持式



(b)头戴式

图 1-1 焊接面罩

2. 护目镜

护目镜的作用是减弱弧光和过滤红外线、紫外线。按亮度深浅分为 6 个型号(7~12 号), 号数越大, 颜色越深。护目镜应符合国标 GB/T 3609.1 的要求, 使用时根据电流的大小及焊工的视力、习惯选用, 合乎遮光要求的护目镜片的选择见表 1-7。

表 1-7 焊接护目镜片选用表

焊接切割种类	焊接电流/A			
	≤ 30	$> 30 \sim 75$	$> 75 \sim 200$	$> 200 \sim 400$
	护目镜片号			
电弧焊	5~6	7~8	8~10	11~12
碳弧气刨			10~11	12~14
焊接辅助工	3~4			

3. 工作服、绝缘鞋及手套

GB/T 15701 规定焊工防护服的要求, GB/T 12624 规定劳动保护手套的要求, GB/T 12015 规定焊工防护鞋的要求等, 焊工在焊接操作时应按 GB/T 11651 规定的劳动防护用品选用原则选择具有耐火和绝缘效果的电焊手套、焊工防护服和焊工防护鞋等。焊工防护服以白色帆布工作服为最佳, 能隔热, 不易燃, 不易反射弧光, 减少弧光辐射和飞溅对人体的烧伤及烫伤; 化纤布料不宜做焊工工作服。焊工防护鞋应要求 5 kV、2 min 耐压试验不击穿。

在焊接操作时, 如不穿戴电焊手套和焊工防护鞋, 则可认为该焊工安全保护不合格, 不允许进行电焊焊接操作。



复习思考题

1. 电流对人体的伤害有哪几种形式?