

中等职业学校规划教材

焊接技术

陈保国 主编



化学工业出版社

中等职业学校规划教材

焊接技术

陈保国 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书参照《中华人民共和国职业技能鉴定规范——电焊工》中对初、中级工的技能要求安排技能训练内容,突出专业技能的训练,使技能训练与职业技能鉴定相结合。全书主要介绍了焊条电弧焊、埋弧自动焊、等离子弧切割技术、二氧化碳气体保护焊、氩弧焊、气焊与气割、金属材料焊接等。

本书是中等职业学校教材,也可供焊工培训和其他技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊接技术/陈保国主编. —北京:化学工业出版社,
2007.1
中等职业学校规划教材
ISBN 978-7-5025-9911-9
I. 焊… II. 陈… III. 焊接-专业学校-教材 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 005613 号

责任编辑:高钰 韩庆利

责任校对:徐贞珍

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京市振南印刷有限责任公司

装订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张11 $\frac{1}{4}$ 字数283千字 2007年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书突出专业技能的训练，并参照《中华人民共和国职业技能鉴定规范——电焊工》中对初、中级工的技能要求安排技能训练内容，使技能训练与职业技能考核鉴定相结合。

本书在编写过程中始终贯彻以培养能力为主的指导思想，遵循专业理论为专业技能服务的基本原则，根据职业教育的特点，适当降低理论深度，强化技能训练，既注重基本技能的训练，更注重专业技能的训练，技能训练力求具有针对性、典型性和实用性，以便达到增强学生的就业能力，适应人才市场需求的日的。

全书内容主要包括焊条电弧焊、埋弧自动焊与等离子弧切割技术、二氧化碳气体保护焊及氩弧焊、气焊与气割、金属材料焊接七个部分。在结构体系上，本书采用大模块小项目的教学方式，按焊接方法列模块，以不同的焊接技能训练为小项目，有目的地把理论知识贯穿于各个小项目教学训练中，内容由浅入深，技能实训由易到难。

本书由陈保国副教授担任主编、杨海明担任副主编、史维琴高级工程师担任主审。在编写过程中得到了单位领导的大力支持，并得到姜泽东、杭明峰、陆锡春的大力帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，缺乏经验，不足之处恳切希望使用本书的广大师生、同仁提出宝贵意见和建议。

编者

2007 年 1 月

目 录

模块一 绪论	1
项目一 焊接绪论	1
一、焊接概述	1
二、焊接结构生产工艺简述	2
复习题	3
项目二 焊工安全生产知识	3
一、佩戴个人防护用具的意义	4
二、个人防护用具的使用	4
复习题	5
项目三 安全用电	6
一、电流对人体的危害	6
二、焊接操作时的安全用电措施	7
复习题	7
项目四 防火、防爆的安全措施	8
一、焊割现场发生火灾、爆炸的可能性	8
二、防火、防爆的安全措施	8
复习题	9
项目五 特殊环境焊接作业的安全措施	9
一、登高作业时的焊接	9
二、容器内的焊接	10
三、焊补燃料容器	10
四、露天或野外作业时	10
复习题	10
模块二 焊条电弧焊	11
项目一 焊条电弧焊引弧	11
一、电弧的实质	11
二、焊接电弧	11
三、焊条电弧焊引弧	12
复习题	13
项目二 焊条电弧焊平敷运条	13
一、影响电弧燃烧稳定性的因素	13
二、平敷焊运条	14
复习题	17
项目三 平敷焊焊道的起头、连接和收尾	17
一、焊接电弧的构造	17

二、焊道起头、连接和收尾	18
复习题	20
项目四 板件平对接 I 形坡口 (不开坡口) 焊	20
一、焊接电源的极性问题	20
二、不开坡口平对接焊	21
复习题	22
项目五 T 形接头船形焊	22
一、电弧偏吹的防止	22
二、船形位的焊接	23
复习题	24
项目六 平角焊	24
一、焊缝形状和尺寸	24
二、焊条电弧焊常见的缺陷及产生原因	25
三、平角焊的焊接	27
复习题	28
项目七 多层多道平角焊	28
一、焊接接头的形式及焊缝的形式	29
二、焊条电弧焊用装配夹具	29
三、多道多层平角焊的焊接	30
复习题	31
项目八 V 形坡口平对接打底焊、填充及盖面焊	31
一、坡口的形式	31
二、V 形坡口打底层的焊接	33
三、填充层和盖面层的焊接	35
复习题	36
项目九 大径管水平转动焊	36
一、焊接工艺参数	36
二、管件的焊接	38
复习题	39
项目十 管板插入式俯位焊	39
一、焊条的组成及作用	39
二、酸性焊条与碱性焊条	41
三、插入式管板的焊接	41
复习题	42
项目十一 骑座式管板俯位焊	42
一、焊条的分类及焊条型号的编制法	43
二、骑座式管板焊接	44
三、焊条的储存和保管	46
复习题	46
项目十二 立角焊	46

一、焊接热循环	47
二、焊接热影响区	47
三、立角焊的操作	49
复习题	50
项目十三 I形坡口立对接焊	50
一、焊条(或焊丝)金属的熔化	50
二、I形坡口立对接焊	52
复习题	53
项目十四 板件立对接V形坡口打底焊	53
一、熔滴过渡的作用力	53
二、板件立对接V形坡口打底焊	54
复习题	56
项目十五 板件立对接V形坡口填充和盖面焊	56
一、焊缝中气孔的种类及形成原因	56
二、立对接填充焊	57
三、盖面层的焊接	57
复习题	58
项目十六 中厚板V形坡口立对接焊质量控制与标准	58
一、影响焊缝中形成气孔的因素	58
二、防止产生气孔的方法	60
三、板对接立焊的质量要求与评分标准	60
复习题	61
项目十七 I形坡口横对接焊	61
一、焊接残余变形的分类及产生原因	61
二、I形坡口横对接焊	64
复习题	65
项目十八 中厚板V形坡口横对接打底焊	65
一、控制焊接残余变形的措施	65
二、V形坡口横对接打底焊	68
复习题	71
项目十九 中厚板V形坡口横对接填充及盖面焊	71
一、焊接检验简介	71
二、横对接填充焊	72
三、横对接盖面焊	72
复习题	73
项目二十 中厚板V形坡口横对接焊质量控制与标准	73
一、线能量	73
二、板对接横焊的质量要求与评分标准	74
复习题	75
项目二十一 大直径管对接垂直固定焊	75

一、焊接非破坏性检验	75
二、大直径管对接垂直固定焊	78
复习题	79
项目二十二 管板（骑座式）水平固定焊	79
一、焊接破坏性检验	80
二、管板（骑座式）水平固定焊	80
复习题	82
模块三 气焊、气割技术	83
项目一 设备的使用及火焰的调节	83
一、氧气瓶的使用	83
二、乙炔瓶的使用	84
三、减压器的使用	85
四、气焊（割）火焰的性质及调节	86
复习题	86
项目二 钢板的手工气割	87
一、割炬及气割的辅助工具	87
二、气割原理	88
三、手工气割钢板	89
四、气割切口表面质量的标志	90
复习题	90
项目三 半自动切割开坡口	91
一、气割工艺参数	91
二、机械化气割	92
三、半自动气割开坡口	93
四、气割常见缺陷产生的原因及防止方法	94
五、先进切割技术简介	94
复习题	95
项目四 平敷气焊	95
一、气焊材料	95
二、焊炬	98
三、回火及回火保险器	98
四、手工平敷气焊	99
复习题	101
项目五 薄板平对接气焊	101
一、气焊的接头形式和焊前准备	101
二、气焊工艺参数	101
三、薄板平对接气焊	103
复习题	104
模块四 二氧化碳气体保护焊	105
项目一 二氧化碳平敷焊	105

一、气体保护电弧焊概述.....	105
二、二氧化碳气体保护焊.....	106
三、二氧化碳焊平敷焊.....	107
复习题.....	108
项目二 二氧化碳平对接焊.....	108
一、二氧化碳焊的焊接材料.....	108
二、板件平对接 V 形坡口二氧化碳焊	109
复习题.....	111
项目三 二氧化碳平角焊.....	111
一、二氧化碳气体保护焊工艺参数.....	111
二、T 形接头二氧化碳焊.....	112
复习题.....	113
项目四 二氧化碳横对接焊.....	113
一、二氧化碳焊的冶金特点.....	113
二、板件横对接二氧化碳焊.....	115
复习题.....	116
项目五 大径管对接垂直固定二氧化碳焊.....	116
一、二氧化碳焊的熔滴过渡.....	116
二、大径管对接垂直固定二氧化碳焊.....	118
复习题.....	119
项目六 二氧化碳焊管板焊接.....	120
一、二氧化碳焊的飞溅问题.....	120
二、插入式管板焊接技术.....	120
三、骑座式管板焊接技术.....	122
复习题.....	123
模块五 氩弧焊技术	124
项目一 氩弧焊平敷焊.....	124
一、氩弧焊概述.....	124
二、钨极氩弧焊的焊接材料和电极材料.....	125
三、手工钨极氩弧焊平敷焊.....	126
复习题.....	127
项目二 薄板平对接钨极氩弧焊.....	128
一、钨极氩弧焊工艺.....	128
二、薄板平对接钨极氩弧焊.....	129
三、熔化极氩弧焊简介.....	130
项目三 平对接 V 形坡口钨极氩弧焊	131
一、钨极氩弧焊设备.....	131
二、平对接 V 形坡口钨极氩弧焊	132
复习题.....	133
模块六 埋弧自动焊技术与等离子切割技术	134

项目一 板件对接 I 形坡口埋弧自动焊	134
一、埋弧焊的工作原理	134
二、埋弧焊的特点及应用范围	134
三、埋弧自动焊焊接材料	135
四、带垫板的 I 形坡口对接埋弧焊	136
复习题	137
项目二 厚板对接 U 形坡口埋弧焊	137
一、埋弧焊焊前准备要求	137
二、自动焊接工艺参数的选择	138
三、埋弧焊设备简介	140
四、厚板 U 形坡口对接埋弧焊	140
复习题	141
项目三 等离子切割	141
一、等离子弧的产生原理、特点及类型	141
二、等离子弧的电源、电极及工作气体	142
三、等离子弧切割	142
四、等离子弧切割不锈钢	142
复习题	143
模块七 常用金属材料的焊接	144
项目一 钢的焊接性	144
一、钢的分类	144
二、焊接性概念	144
三、影响焊接性的因素	145
四、焊接性的间接判断法	145
五、焊接性的直接试验法	146
复习题	147
项目二 碳素钢的焊接	147
一、低碳钢的焊接	147
二、中碳钢的焊接	148
复习题	149
项目三 普通低合金结构钢的焊接	149
一、普通低合金结构钢简介	149
二、普通低合金结构钢的焊接性	149
三、焊接材料的选择	150
四、几种常用普通低合金结构钢的焊接工艺要点	150
复习题	152
项目四 铬钼耐热钢的焊接	152
一、珠光体耐热钢的特性	152
二、珠光体耐热钢的焊接性	153
三、珠光体耐热钢焊接工艺	153

复习题.....	154
项目五 不锈钢的焊接.....	154
一、不锈钢简介.....	154
二、铬镍奥氏体不锈钢的焊接.....	155
三、不锈钢复合钢板的焊接.....	157
复习题.....	159
项目六 铸铁焊补.....	159
一、铸铁简介.....	159
二、灰铸铁的焊接性.....	160
三、灰铸铁的焊补.....	161
复习题.....	162
项目七 铝及铝合金的焊接.....	162
一、铝及铝合金简介.....	162
二、铝及铝合金的焊接性.....	163
三、铝及铝合金焊接.....	164
四、铸造铝合金的焊补.....	166
复习题.....	166
项目八 铜及铜合金的焊接.....	166
一、铜及铜合金简介.....	166
二、铜及铜合金的焊接性.....	167
三、紫铜的焊接.....	168
四、黄铜的焊接.....	169
五、青铜的焊补.....	170
复习题.....	171
附录	172
附录 A 碳钢和低合金钢焊条型号划分	172
附录 B 常用碳钢焊条牌号与型号对照	172
附录 C 常用低合金钢焊条牌号与型号对照	173
附录 D 常用不锈钢焊条牌号与型号对照	174
附录 E 常用其他焊条牌号与型号对照	175
附录 F 电焊机型号代表字母及序号	175
参考文献	177

模块一 绪 论

项目一 焊接绪论

一、焊接概述

焊接技术自 19 世纪发明“金属极电弧焊、气焊和气割技术”以来，距今已有一百多年的历史。随着现代工业和科学技术不断进步的同时，焊接技术也得到了迅速的发展。

回顾我国建国五十多年来焊接的发展历程，其经历了“从无到有，从小到大”的发展过程，我国焊接行业正在进入比较成熟的阶段。焊接技术在制造业中作为关键的加工工艺，一般被安排在制造流程的后期或最终阶段，因而对产品质量具有决定性作用。焊接技术在锅炉、压力容器、发电设备、核设施、石油化工、管道、冶金、矿山、铁路、汽车、造船、港口设施、航空航天、建筑、农业机械、水利设施、工程机械、机器制造、医疗器械、精密仪器 and 电子等行业中广泛应用。因此，焊接技术被视为一种关键的制造技术。

自进入 21 世纪以来，焊接已经进入了一个崭新的发展阶段。当今世界的许多最新科研成果、前沿技术和高新技术，诸如计算机、微电子、数字控制、信息处理、工业机器人、激光技术等，已经被广泛应用于焊接领域。在我国乃至人类发展史上留下辉煌篇章的三峡水利工程、西气东输工程以及“神舟”号载人飞船，哪个没有采用焊接结构？

焊接与传统的连接方法，例如螺栓连接、铆钉连接等，主要的不同是：传统的连接方法是临时的连接，即不必毁坏零件就可以拆卸，如螺栓连接等，而焊接是永久性的连接，其拆卸只有毁坏零件后才能实现，见图 1-1。

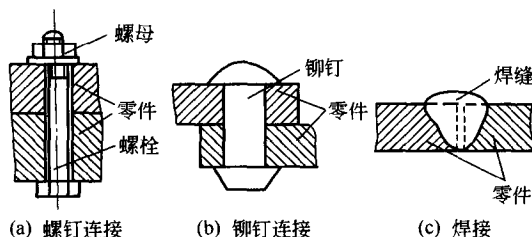


图 1-1 零件连接方式

焊接与螺栓、铆钉、铸造等连接方法相比具有以下优点：可以节省大量金属材料；减轻结构的重量；简化了加工与装配工序；焊接结构生产不需钻孔，不需模型，划线的工作量少，劳动生产率高；焊接结构的致密性好；强度高并改善了劳动条件等。

焊接不仅可以使金属材料永久地连接起来，也可以使非金属材料达到永久连接的目的，如玻璃焊接、塑料焊接等。

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，使工件达到原子结合的一种加工方法。

由此可知，焊接与其他的连接方法不同，通过焊接后的连接材料不仅在宏观上建立了永久性联系，而且在微观上建立了组织之间的内在联系。因此，就必须使分离的金属原子间产生足够的结合力，才能建立组织之间的内在联系，形成牢固的接头。这对液体来说是很容易的，而对固体来说则比较困难，需要外部给予很大的能量，使金属接触表面达到原子间的距离。为此，金属焊接时必须采用加热、加压或者两者并用的方法。

按照焊接过程中金属所处的状态不同，可以把焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三种类型。

熔焊是在焊接过程中，将待焊处的母材加热至熔化状态，不加压完成焊接的方法。在加热的条件下，增强了金属的原子功能，促进原子间的相互扩散，当被焊金属加热至熔化状态形成液态熔池时，原子之间可以充分扩散和紧密接触，因此冷却凝固后，即可形成牢固的焊接接头。常见的气焊、电弧焊、电渣焊、气体保护电弧焊等都属于熔焊的方法。

压焊是在焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热），以完成焊接的方法。这类焊接有两种形式：一是将被焊金属接触部分加热至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，如锻焊、接触焊、摩擦焊等就是这种类型的压焊方法；二是不进行加热，仅在被焊金属的接触面上施加足够大的压力，借助于压力所引起的塑性变形，使原子间相互接近而获得牢固的挤压接头，这种压焊的方法有冷压焊、锻焊、爆炸焊等。

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。常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊等。

目前的焊接方法很多,常用的焊接方法分类如图 1-2 所示。

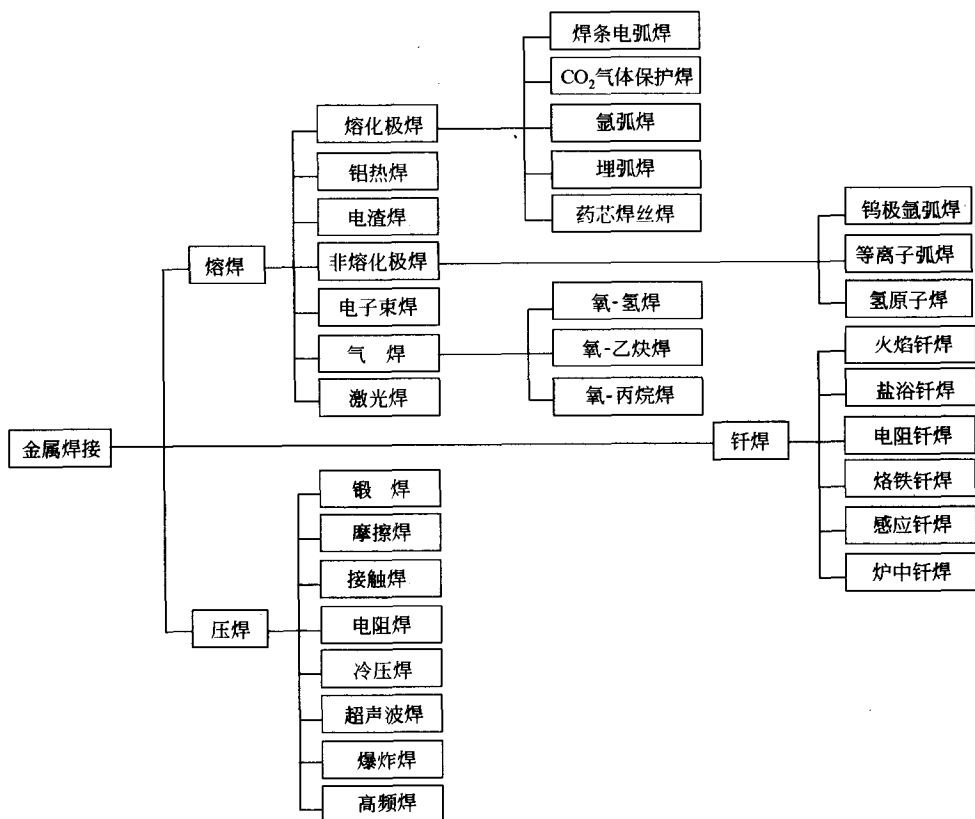


图 1-2 焊接方法的分类

二、焊接结构生产工艺简述

汽车、火车和海轮等的外壳和骨架就是一些钢板和型钢焊接起来的。图 1-3 所示的油罐

车罐体是一个典型的焊接结构件。焊接是罐体生产的关键工序,通过焊接才能把钢板制成符合设计要求的油罐车罐体。生产工序简图如图1-4所示。

生产工序主要分为两个阶段,成形加工以前的工序属于备料阶段,后面的工序属于装焊阶段。在备料阶段中,要把罐体所需要的板材首先在矫直机上矫平,按照图样所要求的尺寸在钢板上划线,在剪床上或采用氧气切割的方法下料,然后进行成形加工。在装焊阶段中,要进行部件装焊、分段装焊和总体装焊工作。

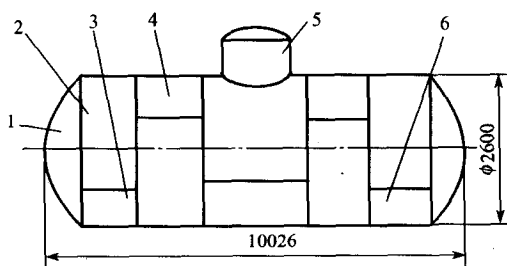


图 1-3 油罐车罐体结构

1—端板；2—环缝；3—纵缝；
4—上板；5—空气包；6—底板

部件装焊是将切割或成形加工完的构件,装焊成部件。部件比较简单,常用两个或两个以上的构件装成独立的组合体。如罐体的上板有多块钢板,可先将钢板焊接成部件。

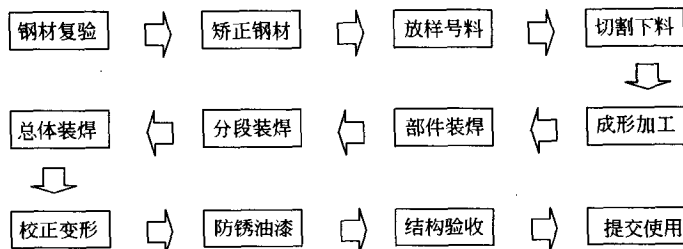


图 1-4 油罐车罐体的生产工序简图

分段装焊是把各个部件组合装焊成分段部件,它的尺寸较大,构造也较为复杂,如罐体的上板和底板是由几个部件组焊而成的。

总体装焊是将分段组合装焊成整体结构,如罐体是由端板、上板、空气包、底板四个部件装焊而成的。

在结构生产过程中要考虑选用最佳加工工艺和焊接方法,选用合理的焊接顺序和检测手段,使焊接生产具有合理性、先进性,以保证产品质量。

复 习 题

1. 名词解释:焊接、熔焊、压焊、钎焊。
2. 焊接与螺栓、铆钉、铸造等连接方法相比具有哪些优点?
3. 金属焊接时为什么必须加热、加压或者两者并用?

项目二 焊工安全生产知识

焊工在工作时要与电、可燃及易爆气体、易燃液体、压力容器等接触;在焊接过程中还会产生一些有害烟尘和气体、弧光辐射和热辐射、噪声、放射线和高频电磁场等,工作的环境有可能是设备内部、高空和野外作业等。由于这许多不安全因素的存在,如果焊工在焊割作业时不遵守安全操作规程,就有可能发生触电、灼伤、火灾、爆炸、中毒和高空坠落等事故,以及产生尘肺、慢性中毒、电光眼炎、皮炎、听力及神经系统损伤等职业危害。这些危害一旦发生,不仅会严重损害焊工的健康,而且会使人民的生命和财产遭受巨大损失。

因此根据《中华人民共和国安全生产法》规定焊工属于特种作业人员，要严格执行特种作业人员持证上岗制度。并且焊工在焊割生产过程中，必须坚持和贯彻“安全第一，预防为主”的方针，增强安全卫生防护技术措施，遵守国家的安全卫生防护法规和标准，确保生产劳动者的身体健康。具体要求是焊工应做到十不焊割。

① 焊工没有操作证又没有正式焊工在场进行技术指导时，不能进行焊、割作业。

② 凡属一、二、三级动火范围的焊、割，未办理动火审批手续，不得擅自进行焊、割作业。

③ 焊工不了解焊、割现场周围情况，不能盲目焊、割。

④ 焊工不了解焊、割件内部是否安全时，未彻底清洗，不能焊、割。

⑤ 盛装过可燃气体和有毒物质的各种容器，未经清洗，不能焊、割。

⑥ 用可燃材料作保温、冷却、隔音、隔热的部位，火星能飞溅到的地方，在未经采取切实可行的安全措施之前，不能焊、割。

⑦ 有电流和压力的导管、设备、器具等，在未断电、卸压前，不能焊、割。

⑧ 焊、割部位附近堆有易爆物品，在未彻底清理或未采取有效措施之前，不能焊、割。

⑨ 与外单位相接触的部位，在没有弄清外单位是否有影响；或明知存在危险性而又未采取切实可行的安全措施之前，不能焊、割。

⑩ 焊、割场所与附近其他工种，互相有抵触时不能焊、割。

一、佩戴个人防护用具的意义

因为在焊割过程中会产生焊割烟尘和有害气体，强烈的弧光辐射，高频电磁场、放射性物质和噪声等，这些有害因素对人体的呼吸系统、皮肤、眼睛及神经系统都有不良的影响。因此在焊割过程中必须按规定佩戴好个人防护用品，所谓个人防护用品就是指为保护工人在劳动过程中安全和健康所需要的，必不可少的个人预防性用品，以防止上述各种有害因素对焊工的伤害。并且焊工必须熟悉自己工作的条件和环境，了解相关的医学知识，从而避免或减少自己职业的危害。

二、个人防护用具的使用

(1) 防护面罩及头盔 一般涂料焊条电弧焊等熔化极电弧焊，在焊接时都有高温的熔融金属飞溅物，它会烫伤人体面部及颈部，防护面罩及头盔可以避免强烈的电弧光伤害和飞溅物对人体的烫伤，同时又可以通过滤光镜片保护眼睛。最常用的有手持式面罩、头戴式面罩、送风面罩和头盔、安全帽面罩等。面罩必须具有轻便、耐热、不导电、不导热、不漏光等特点。

(2) 焊接防护镜片 焊接弧光的主要成分是紫外线、可见光和红外线。它们是波长不同的电磁波。

红外线的危害主要是对肌体的热作用，会强烈地灼伤眼睛，引起闪光，长期受红外线照射会引起“水晶体内障”眼疾，视力减退，严重的会使人失明。

紫外线会使眼睛角膜发炎，称为电光性眼炎，先是两眼流泪继而有异物感、刺痛等。

强烈的可见光会使眼睛发花，甚至疼痛，长时间照射会引起视力减弱。

防护镜片能适当地透过可见光，使操作人员既能观察熔池，又能将紫外线和红外线减弱到允许值以下。

(3) 防护目镜 防护目镜包括黑玻璃和白玻璃两层，焊工在气焊或气割过程中必须佩戴，它除与防护镜片有相同滤光要求外，还应满足不能因镜框受热造成镜片脱落、接触人体

面部的部分不能有锐角、接触皮肤的部分不能用有毒材料制作三个要求。

(4) 防尘口罩及防毒面具 焊条电弧焊时产生的有害因素主要是烟尘, 其次是有毒气体。

焊条电弧焊接时, 焊条药皮, 焊芯和被焊金属在电弧高温下熔化、蒸发和氧化, 产生大量金属氧化物及其烟尘, 其中主要成分是氧化铁、氧化硅和氧化锰等, 其中锰的毒性较大。长期接触可能容易患肺尘埃沉着病、锰中毒和金属热等职业病。

锰中毒症状是表现为疲劳、乏力、头痛、头晕、失眠、记忆力衰退及神经功能紊乱。

铁、硅粉尘虽然毒性不大, 可是当尘粒极细在 $5\mu\text{m}$ 以下并长期接触可能会形成电焊肺尘埃沉着病(铁尘肺)。肺尘埃沉着病症状表现为气短、咳嗽、咯痰、胸闷和胸痛, 少数为乏力、食欲减退及神经衰弱等。

金属热症状是发烧、恶心、食欲不振和口有金属味等。

焊条电弧焊时, 采用碱性焊条会产生氟化氢气体, 焊工若长期过量吸入氟化物, 会对眼、鼻、呼吸道黏膜产生刺激, 引起流泪、咳嗽、气急、胸疼等, 严重时会引起氟骨症。

因此焊工在焊接切割作业过程中, 当采用整体或局部通风不能使烟尘浓度降低到卫生标准以下时, 特别是在容器内或狭小的工作场所焊接时, 必须戴好合适的防尘口罩、专用面罩或防毒面具, 以减少烟尘和有毒气体等对人体的危害。

(5) 安全帽 在高层交叉作业现场, 为了预防高空和外界飞来物的危害, 焊工还应戴安全帽。

(6) 防护服 焊条电弧焊时所产生的有害因素主要是弧光辐射和热辐射, 焊接用防护工作服, 主要起隔热、反射和吸收等屏蔽作用, 以保护人体免受焊接热辐射和飞溅物的伤害。而弧光中的紫外线会造成皮肤的灼伤, 甚至脱皮, 作用强烈时会伴随全身症状, 如头痛头晕、易疲劳、发烧、失眠等, 此外紫外线辐射会破坏棉织品纤维, 减低使用寿命。故最好穿戴白色帆布工作服, 以防止弧光灼伤皮肤。

(7) 电焊手套、工作鞋及鞋盖 为了防止焊工四肢触电, 灼伤和砸伤, 避免不必要的伤亡事故发生, 要求焊工在任何情况下操作时, 都必须佩戴好符合要求的防护手套、工作鞋及鞋盖。

(8) 安全带 为了防止焊工在登高作业时发生坠落事故, 必须使用符合国家标准耐火、耐热的安全带。焊接切割作业时, 绝对不允许使用尼龙安全带。

(9) 噪声防护用具 当采用碳弧气刨等方法焊接时, 噪声很大。频率越高, 强度越大, 危险越大。长期受噪声影响, 可使听觉迟钝并引起耳聋、耳鸣、头痛、头晕、失眠、神经过敏和幻听等症状。

国家标准规定若噪声超过 85db 时, 应采取隔声、消声、减振和阻尼等控制技术。当采取措施仍不能把噪声降低到允许标准以下时, 操作者应采用个人噪声防护用具, 如耳塞、耳罩或防噪声头盔等。

焊工应定期检查身体, 发现患职业病、中毒和不适宜从事焊接作业的, 应及时调离或调换工作。

复 习 题

1. 什么是个人防护用品? 主要包括哪些? 它们主要各起什么作用?
2. 确保焊工焊割生产的安全, 焊工应做到十不焊割, 其主要内容是什么?

项目三 安全用电

焊工都有触电的危险,必须懂得安全用电常识。

一、电流对人体的危害

电对人体有三种类型的伤害,即电击、电伤和电磁场生理伤害。

电击:电流通过人体内部,破坏心脏、肺部及神经系统的功能叫做电击,通常称为触电。

电伤:电流的热效应、化学效应或机械效应对人体的伤害,包括直接或间接的电焊灼伤和熔化金属的飞溅灼伤等。

电磁场生理伤害:在高频电磁场的作用下,使人头晕、乏力、记忆力衰退、失眠多梦等神经系统的症状。

1. 造成触电的因素

(1) 流经人体的电流强度 电流引起人的心室颤动是电击致死的主要原因,电流越大,引起心室颤动所需的时间越短,致命危险越大。

能引起人感觉到的最小电流为感知电流,工频(交流)电流约1mA,直流约5mA。交流为5mA即能引起轻度痉挛。

人触电后自己能摆脱电源的最大电流称为摆脱电流,交流约10mA,直流约50mA。

在较短时间内危及生命的电流称为致命电流,交流为50mA。在有预防触电的保护装置情况下,人体允许电流一般可按30mA考虑。

(2) 通电时间 电流通过人体时间越长,危险越大,人的心脏每收缩扩张一次,中间约0.1s间歇,这段时间心脏对电流最敏感。若触电时间超过1s,肯定会与心脏最敏感的间隙重合,增加危险。

(3) 电流通过人体的途径 通过人体的心脏、肺部或中枢神经系统的电流越大,危险越大,因此人体从左手到右脚的触电事故最危险。

(4) 电流的频率 现在使用的工频交流电是最危险的频率。

(5) 人的健康状况 人的健康状况不同,对触电的敏感程度不同,凡患有心脏病、肺病和神经系统疾病的人,触电伤害的程度都比较严重,因此不允许有这类疾病的人从事电焊作业。

(6) 电压的高低 电压越高,触电危险越大,一般双相380V比单相220V触电危险更大。

在一般比较干燥的情况下,人体电阻约1000~1500 Ω ,人体允许电流按30mA考虑,则安全电压 $U=30\times10^{-3}\times(1000\sim1500)=30\sim45\text{V}$,我国规定为36V;对于潮湿而触电危险性较大的环境,人体电阻按500~650 Ω 计算,则安全电压 $U=3\times10^{-3}\times(500\sim650)=15\sim19.5\text{V}$,我国规定为12V;对于在水下或其他由于触电会导致严重的二次事故的环境,人体电阻以500~650 Ω 考虑,通过人体的电流应按不引起痉挛的电流5mA考虑,则安全电压 $U=5\times10^{-3}\times(500\sim650)=2.5\sim3.25\text{V}$,我国原来没有规定,国际电工标准会议规定在2.5V以下。

2. 焊接作业时的用电特点

不同的焊接方法对焊接电源的电压、电流等参数的要求不同,我国目前生产的电弧焊机