

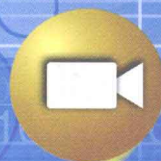
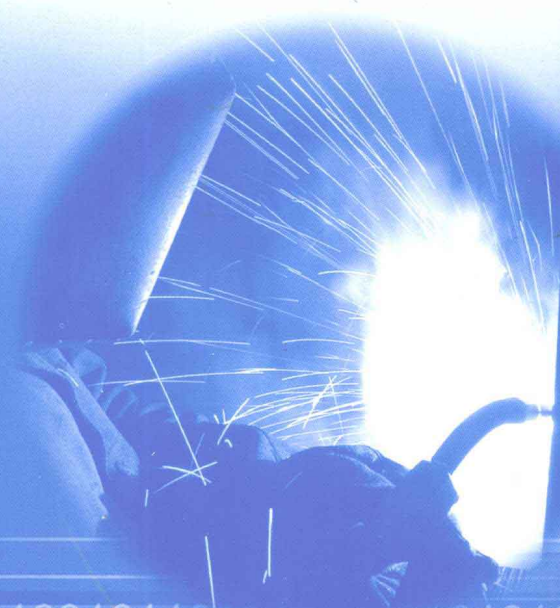


中等职业教育课程改革规划新教材
机械工业职业教育专家委员会审定

金属加工与实训

——焊工实训

沈 辉 何安平 主编



配视频

“金属加工与实训——焊工实训”是中等职业学校机械类及工程技术类相关专业的一门基础操作技能课程。为适应中职教育的发展并加强学生动手能力的培养,本书将焊接技能实训项目进行了优选和整合,并以初、中级焊工国家职业标准为依据进行编写。

本书共分七个模块,系统地讲述了焊工安全文明生产知识及操作规程、焊接常用工具和量具的使用、焊条电弧焊、气焊与气割、CO₂气体保护焊、手工钨极氩弧焊等基本知识及操作技能。教学方式以学生实际操作为主线,按照“知识讲解→教师演示→学生实操训练→教师巡回指导和评价”几个环节进行。

本书侧重基本操作技术的传授和动手能力的培养;突出焊接操作技能的训练;培训学生了解焊工的基本操作知识,正确使用常用工具,培养其遵守安全操作规程、安全文明生产的良好习惯,以及使其具有严谨的工作作风和良好的职业道德。

本书内容丰富翔实、深入浅出、图文并茂、实用性强,适用于中等职业学校机械类及工程技术类专业学生学习,也可供从事焊工培训和自学人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

金属加工与实训. 焊工实训/沈辉,何安平主编. —北京:机械工业出版社,2011.12

中等职业教育课程改革规划新教材

ISBN 978-7-111-36846-5

I. ①金… II. ①沈…②何… III. ①金属加工-中等专业学校-教材
②焊接-中等专业学校-教材 IV. ①TG

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第264451号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:齐志刚 责任编辑:齐志刚 王亚明

版式设计:霍永明 责任校对:姜婷

封面设计:姚毅 责任印制:李妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2012年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.25印张·314千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36846-5

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前言

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》的要求，确保新一轮中等职业教育教学改革顺利进行，全面提高教育教学质量，教育部新制订了中等职业学校德育课、文化基础课等必修课程和部分大类专业基础课教学大纲。本书是根据教育部于2009年发布的《中等职业学校金属加工与实训教学大纲》编写，同时兼顾职业技能鉴定的需求，参考了相关工种国家职业标准中对焊工知识的要求。

本书以国家初、中级焊工职业标准中的实际操作内容为主要标准，主要介绍了焊工安全知识、焊接常用工具和量具的使用、焊条电弧焊、气焊与气割、CO₂气体保护焊、手工钨极氩弧焊等焊接方法使用的设备、工具、焊接参数、操作要领、注意事项等。本书着重基本操作技术的传授和动手能力的培养，结合实际考核项目的要求进行操作技能训练，突出焊工基本操作技能的训练，以培养读者在实践中分析和解决问题的能力。本书遵从中等职业学校学生的认知规律，力求教学内容让学生“乐学”和“能学”，并结合“任务驱动”式教学方法，重新构建专业知识体系，把教学内容分解到精心设计的一系列任务中，通过让学生自己完成任务来学习知识、掌握技能。这种方法对于培养学生分析问题、解决问题的能力，激发和维持学生学习的积极性等有着独特的优势。在结构安排和表达方式上，本书强调由浅入深、循序渐进、师生互动和学生自主学习，通过大量的案例和图文并茂的表达方式，使学生真正达到在做中学、在学中做，非常适合中职学生的学习。为与国际接轨，体现教材的先进性，本教材采用了最新国家标准和国家实施的国际单位制。

本书在编写过程中，始终坚持以学生为导向，以企业用人标准为依据，在专业知识的安排上，紧密联系培养目标的特征，坚持够用、实用的原则，摒弃偏难、偏旧的理论知识，同时进一步加强技能训练的力度，特别是加强基础技能和核心技能的训练。在最后一个模块中设计了一个综合性的训练。

本书由沈辉、何安平主编，编写人员及分工如下：模块一和模块三的任务八至任务十一由沈辉编写，模块三中的任务一至任务七、任务十二由谷廷宝编写，模块二和模块六由杨秀丽、王清晋编写，模块四和模块五由张祥敏、何安平编写，模块七由王静编写。此外，有多年实践经验，多次在省、市举办的焊接大赛中获个人奖，指导参赛学生也多次获得金奖的陈春宝和王晓光也参与编写了本书部分内容。

编写过程中，编者参阅了许多国内外出版的有关培训教材和资料，得到了各有关职业院校教师和工厂一线培训专家的有益指导，在此一并表示衷心感谢！

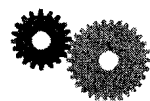
由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

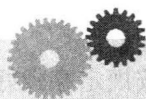
目 录

前言

模块一 焊工安全文明生产知识及操作规程	1
任务一 焊接与切割安全文明生产知识	1
任务二 焊工安全操作规程	7
模块二 焊接常用工具和量具的使用	14
任务一 焊接常用工具的使用	14
任务二 焊接常用量具的使用	18
模块三 焊条电弧焊	22
任务一 焊接设备的使用与调节	22
任务二 平敷焊	28
任务三 碳弧气刨	36
任务四 I形坡口对接平焊	43
任务五 T形接头平角焊	48
任务六 T形接头立角焊	53
任务七 水平固定管板焊接	58
任务八 单面焊双面成形板对接平焊（酸性焊条）	65
任务九 单面焊双面成形板对接平焊（碱性焊条）	72
任务十 单面焊双面成形板对接立焊（酸性焊条）	78
任务十一 单面焊双面成形板对接立焊（碱性焊条）	84
任务十二 管子对接焊	89
模块四 气焊与气割	98
任务一 气焊与气割设备、工具的使用与调节	98
任务二 平敷气焊	106
任务三 管子对接水平转动气焊	110
任务四 气割	114
模块五 CO₂ 气体保护焊	121
任务一 CO ₂ 气体保护焊设备、工具的使用及焊接参数的调节	121
任务二 平敷焊	130
任务三 板对接平角焊	135
任务四 板对接立角焊	140



模块六 手工钨极氩弧焊	145
任务一 手工钨极氩弧焊设备、工具的使用与调节	145
任务二 平敷焊	153
任务三 小直径薄壁管的对接水平固定焊	158
任务四 管子对接垂直固定焊	163
模块七 综合训练	167
任务一 备料	167
任务二 预组装	171
任务三 焊接	175
任务四 焊缝外观检验	185
参考文献	188



焊工安全文明生产知识 及操作规程

任务一 焊接与切割安全文明生产知识

学习目标

本任务介绍各种焊接与切割安全方面的知识，增强学生安全意识。

知识学习

焊接是指通过加热或加压，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。在各种金属加工工艺方法中，焊接属于永久性连接加工，在机械制造中占有重要地位。其中，金属焊接在各行业中应用广泛，尤其在机械、化工、石油、建筑、造船业等工业领域中更是不可或缺。

一、焊接与切割中的危险和有害因素

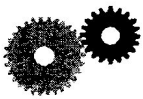
焊接与切割技术是广泛应用于现代工业化生产过程中的一项加工工艺。目前，应用最普遍的焊接方法是气焊和电焊。由于在焊接作业操作过程中操作者本人、他人和周围设施的安全可能会受到重大危害，因此国家将此类作业列入特种作业的范畴，将焊接与切割作业人员列为特种作业人员。

1. 火灾与爆炸

在气焊、气割作业中，通常使用乙炔、液化石油气、氧气等作为主要能源，这些物品属易燃易爆危险物品；同时又使用各种压力容器，如氧气瓶、乙炔瓶和液化石油气瓶。在焊割作业过程中，无论电焊还是气焊，由于采用明火作业，都会产生炽热的金属火星。在一些特殊的焊接作业中，如在容器和管道的焊接作业中，若未采取置换、冲洗、吹除等消除残留物的措施；对焊接作业现场、周围没有进行检查，消除易燃物品；在电弧焊焊接作业时电源线路短路，过载运行，导线接触不良、松脱等，都很容易构成火灾、爆炸的条件，从而导致相应伤亡事故的发生。

2. 灼烫

焊接过程中，大量的金属熔渣四处飞溅，是造成烧伤和烫伤事故的主要热源。若焊工



没有按规定穿戴好工作服和劳动防护用品，很容易造成灼烫事故。

3. 触电

触电是发生在焊条电弧焊作业中的主要事故。在焊接过程中，当手或身体的某部位接触到焊钳的带电部分，在接线或调节电焊设备时身体碰到接线柱、极板，或在登高焊接时触及或靠近高压电网等都会发生直接接触电事故。

4. 高处坠落

由于焊接作业操作的特殊性，当从事高空焊接作业时（登高超过 2m，即为高空作业），若违反高空作业安全操作规程或没有穿戴好个人防护用品等，就容易发生高处坠落伤亡事故。

5. 机械伤害

在焊接过程中，由于经常要移动和翻转笨重的焊件，或者躺卧在金属结构、机械设备下面进行仰位焊操作，或者在虽停止运转但未切断电源的机器里面进行焊接，这些工件、运动的机械等都容易导致压、挤、砸等机械伤害事故。

6. 职业有害因素造成的危害

- 1) 焊接过程中会产生大量的金属粉尘，在无防护的情况下，长期吸入会导致焊工患尘肺。
- 2) 焊接弧光包括紫外线、红外线，在无防护的情况下，可能会损伤视觉器官，导致电光性眼炎、白内障和视网膜灼伤。
- 3) 强的可见光会导致电焊晃眼。若长时间受到强的弧照射，会使眼睛疼痛，视线模糊。
- 4) 高频电磁场、放射性物质、噪声对人体的生理机能都会造成一定的损害。

二、预防触电的安全知识

1. 电流对人体的危害

电流对人体的危害取决于人体通过电流的大小和通电时间的长短。由欧姆定律可知，影响电流的因素之一是电阻。人体的电阻与下述因素有关。

- 1) 人体内的电流通路，如图 1-1 所示。

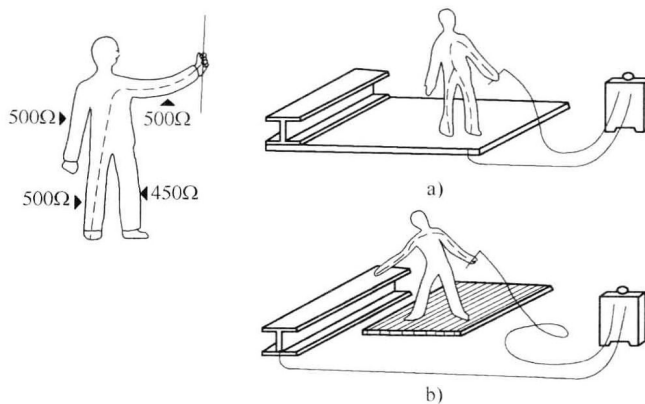


图 1-1 人体内的电流通路
a) 纵向通过电流时 b) 横向通过电流时



2) 皮肤状态, 如干燥的或潮湿的, 未受伤的或受伤的皮肤。

3) 电压的大小以及频率。

焊接电路中的电阻值见表 1-1。

表 1-1 焊接电路中的电阻值

电路中的分电阻	绝缘良好的保护装置/ Ω	绝缘不好的保护装置/ Ω
焊接电缆的电阻	0.1	0.1
电焊手套的电阻	10000	50
包括表面电阻在内的人体电阻	3000	1000
劳保鞋电阻	10000	50
总电阻	23000.1	1100.1

如果电路电压为 42V, 通过人体戴电焊手套和穿劳保鞋的脚形成闭合回路, 则就有电流流过人体, 所流过电流的大小可由电压 U 和电阻 R 之比求出。

使用绝缘良好的保护装置时, 通过人体的电流 I 为

$$I = \frac{U}{R} = \frac{42V}{23000\Omega} = 0.0018A = 1.8mA$$

使用绝缘不好的保护装置时, 通过人体的电流 I 为

$$I = \frac{U}{R} = \frac{42V}{1100\Omega} = 0.0382A = 38.2mA$$

电流 (频率 50Hz 时) 对人体生理作用的影响见表 1-2。

表 1-2 电流 (频率为 50Hz 时) 对人体生理作用的影响

范 围	电 流	作 用	
1	0 ~ 25mA	约 5mA 起	强烈地发麻, 肌肉抽搐
2	25 ~ 80mA	约 15mA 起	强烈地痉挛; 当人体持续地通过电流时, 呼吸受到阻碍, 直到丧失知觉
3	80mA ~ 5A		心肌不规则颤动
4	> 5A		心脏停止跳动, 身体处于高温燃烧

依据电流对人体生理作用的影响和人体的电阻值, 由欧姆定律可计算得到安全电压值。我国规定安全电压值为 36V, 但在潮湿的环境中会降至 12V。

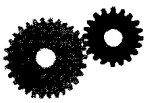
2. 造成触电事故的主要原因

触电是电弧焊的主要危险之一, 造成触电事故的主要原因如下。

1) 在更换焊条、电极和焊接操作中, 手或身体某部位接触到焊条、焊钳或焊枪的带电部位, 而脚或身体其他部位对地和金属结构无绝缘防护。在金属容器、管道、锅炉、船舱内或金属结构上焊接, 身体大量出汗, 在阴雨天、潮湿地点焊接, 尤其容易发生这种事故。

2) 在接线、调节焊接电流和移动焊接设备时, 手或身体某部位碰触到接线柱、极板带电体而触电。

3) 焊接电源设备的罩壳漏电, 人体碰触罩壳而触电。



4) 焊接设备接地错误从而引发事故。例如,焊接设备的相线与零线错接,使焊接设备的外壳带电,人体触碰壳体而触电。

5) 电弧焊操作过程中,人体触及绝缘破损的电缆、破裂的遥控盒等。

6) 利用厂房的金属结构、管道、轨道、天车吊钩或其他金属物体搭接作为焊接回路而发生触电事故。

3. 焊接触电的防护措施

电焊工在操作时应按照以下安全用电规程操作。

1) 焊接工作前,应先检查弧焊电源、设备和工具是否安全,如弧焊电源外壳是否接地、各接线点接触得是否良好、焊接电缆的绝缘有无损坏等。

2) 改变弧焊电源接头、更换焊件时需要改接二次回路、转移工作地点、更换熔丝等时,必须切断电源后进行。推拉刀开关时,必须戴绝缘手套,同时头部偏斜,防止电弧火花灼伤脸部。

3) 焊工工作时,必须穿戴防护工作服、绝缘鞋和绝缘手套。绝缘鞋、绝缘手套必须保持干燥、绝缘可靠。在潮湿环境工作时,焊工应用绝缘橡胶衬垫确保焊工与焊件绝缘。

4) 焊钳应有可靠的绝缘;中断工作时,焊钳要放在安全的地方,以防止焊钳与焊件接触发生短路而烧坏弧焊电源。焊接电缆应尽量采用整根,避免中接头,有接头时应保证连接可靠、接头绝缘可靠。

5) 在金属容器内或狭小的工作场地施焊时,必须采取专门的防护措施,以保证焊工身体与带电体绝缘;要有良好的通风和照明,不允许采用无绝缘外壳的自制简易焊钳;焊接工作时,应有人监护,随时注意焊工的安全动态,遇险时应及时抢救。

6) 在光线较暗的环境中工作时,必须用手提工作行灯。一般环境下,手提工作行灯电压不超过36V;在潮湿、金属容器等危险环境下工作时,手提工作行灯电压应不超过12V。

7) 焊接设备的安装、检查和修理必须由电工完成。设备在使用中发生故障时,应立即切断电源,通知维修部门修理,焊工不得自行修理。

4. 触电抢救措施

(1) 切断电源 遇到有人触电时,不得赤手去拉触,应先迅速切断电源。如果远离开关,救护人可用干燥的手套、木棒等绝缘物拉开触电者或者挑开电线,千万不可用潮湿的物体或金属件作为防护工具,以防自己触电。

(2) 人工抢救 切断电源后,如果触电者呈昏迷状态,应立即使触电者平卧,进行人工呼吸,并迅速送往医院抢救。

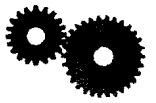
三、预防焊接弧光辐射和电热伤害的安全知识

1. 焊接弧光辐射和电热伤害对人体的危害

电弧火焰甚至熔池都会发出可见和不可见的射线,其辐射的强度取决于输入的功率、电弧尺寸、电弧温度和温度的分布。对人体有害的焊接弧光辐射有红外线、紫外线和强烈的可见光,如图1-2所示。

1) 红外线对人眼产生的长时间辐射作用,会损害眼睛中的水晶体,从而产生浑浊或灰色的白内障。

2) 可见光线可致炫目并降低视力。焊接电弧可见光的亮度比人所能承受的亮度大一



万倍。被照射后眼睛疼痛，看不清东西，通常叫电焊“打眼”。从远处看电焊弧光时禁止直视，特别是引弧时。不戴防护面罩禁止从近处观看电焊弧光。

3) 紫外线主要造成对皮肤和眼睛的伤害。眼睛受到紫外线的照射后能引起电光性眼炎，表现为眼睛疼痛、有砂粒感、流泪、怕风、头疼头晕、发烧等症状；皮肤受到紫外线照射会发红、触痛、变黑、脱皮。紫外线对纤维织物有破坏和褪色作用。

4) 常见的产生电弧灼伤的情况有两种：一是焊接时电弧灼伤手或身体；二是在焊机带负荷情况下操作焊机开关，致使电弧灼伤手或脸。

5) 焊接时也容易发生热体烫伤的现象。热体烫伤主要是熔化的金属飞溅、焊条头或炽热的焊件与身体接触等原因造成的。

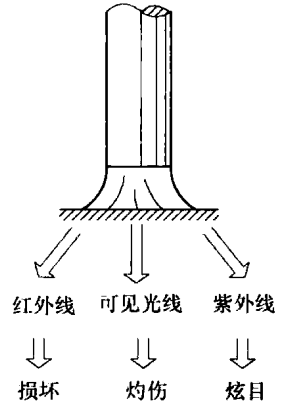


图 1-2 电弧辐射的伤害

2. 防止焊接弧光辐射和电热伤害的措施

1) 电焊作业时，焊工应按照劳动部门颁发的有关规定使用劳保用品，穿戴符合要求的工作服、鞋帽、手套、鞋盖等，以防止电弧辐射和熔渣飞溅烫伤。

2) 焊工进行焊接作业时，必须使用镶有吸收式滤光镜片的面罩。滤光镜片应根据电流进行选择。使用的手持式或者头盔式保护面罩应轻便、不易燃、不导电、不导热、不漏光。

3) 为了保护焊接工地其他工作人员的眼睛，一般在小件焊接的固定场所安装防护屏。在工地焊接时，电焊工在引弧时应提醒周围人注意避开弧光，以免弧光伤眼。

4) 夜间工作时，应有良好的照明，不然光线亮度反复变化容易引起焊工眼睛疲劳。

5) 当引起电光性眼炎时可到医院就医，也可用奶汁（人乳或牛奶）滴眼，每隔 1 ~ 2min 滴一次，4 ~ 5 次即可。

3. 高频电磁场的防护

高频电磁场会引起头晕、头痛、疲乏无力、记忆力减退、心悸、胸闷和消瘦等症状。为了减少高频电磁场对焊工的有害影响，使用的焊接电缆应采用屏蔽线。

四、预防烟尘中毒的安全知识

1. 烟尘的来源及其危害

电弧焊时产生的烟和粉尘是焊条和母材金属熔融时所产生的蒸气在空气中迅速冷凝和氧化形成的。烟的颗粒直径往往小于 $\phi 0.1\mu\text{m}$ ， $\phi 0.1 \sim \phi 10\mu\text{m}$ 的颗粒称之为粉尘。焊条药皮中各种成分的蒸发和氧化也是焊接烟尘的主要来源，如图 1-3 所示。

金属烟尘是焊接中一种有害的因素，尤其在焊条电弧焊中。烟尘的主要成分是 Fe、Si、Mn 等，其中主要的有毒物质是 Mn。焊接烟尘是造成焊工矽肺的直接

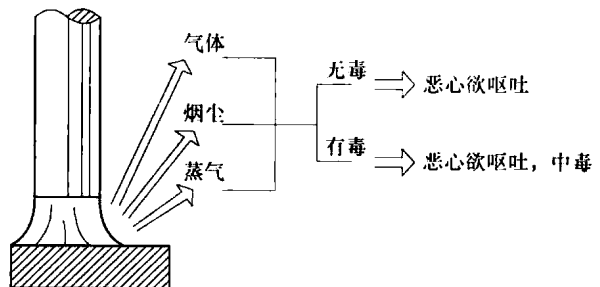
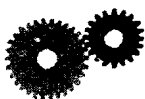


图 1-3 电弧焊所产生的有害物质



原因，焊接矽肺多在10年甚至15~20年发病，主要症状为气短、咳嗽、胸闷、胸痛。锰及其化合物主要作用于末梢神经系统和中枢神经系统，轻微中毒表现为头晕，失眠，舌、眼睑和手指细微震颤。中毒进一步发展，身体会出现转弯、下蹲困难，甚至走路失去平衡。

2. 防护措施

排除烟尘和有害气体通常采取通风技术措施，必要时可戴静电口罩或氯化布口罩。当条件恶劣、通风不良情况下，必须采用通风头罩、送风口罩等防护设备。

1) 采取车间整体通风和焊接工位局部通风的方法排除金属烟尘和有害气体。

2) 在容器内部焊接时，要安装抽风机，随时更换内部空气。

3) 改进焊接工艺，减少有毒气体的产生；尽量采用埋弧焊代替焊条电弧焊；采用单面焊双面成形代替双面焊，以减少在容器内部施焊的机会，减轻焊接职业危害。

4) 加强焊接作业安全卫生管理。

为了防止有害物质对焊工的危害，必须设有足够的自然通风或通风排气装置，通风及排气种类的应用见表1-3，焊工工位设施如图1-4所示。

表1-3 通风及排气种类的应用

通风及排气的种类	应用
自然通风	空间足够大时
可移动的抽气机	工作空间较小时
带有可动抽气管的抽气设备	用于焊接位置固定、焊接有涂层的构件时
牢固安装的抽气装置，如通风橱或抽气台	焊接洁净的焊件、小工作空间时
压缩空气或新鲜空气面罩	在通风不足时

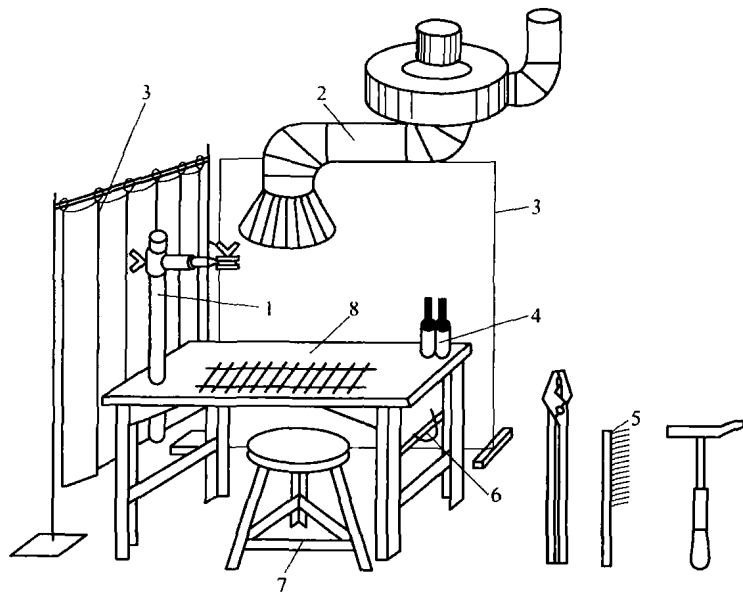


图1-4 焊工工位设施

1—夹具（用于装夹焊件） 2—抽气机（用于排除气体、烟尘、蒸气） 3—防护墙和防护幕（用于防止辐射，防护墙涂刷不反光的颜色） 4—焊条盒 5—工具（如锻工钳、钢丝刷、侧面切刀、清理用的冲子、敲渣用锤子、喷管）
6—挂焊、割炬和焊接电缆线的钩子 7—凳子 8—焊接工作台（用于放置焊件）



五、预防火灾与爆炸的安全知识

焊接作业的防火防爆措施如下。

1) 在焊接现场要有必要的防火设备和器材,如消火栓、砂箱、灭火器(四氯化碳灭火器、二氧化碳灭火器、干粉灭火器)。焊接施工现场发生火灾时,应立即切断电源,然后采取灭火措施。

注意在焊接车间不得使用水和泡沫灭火器进行扑救,以预防触电伤害。

2) 禁止在储有易燃、易爆物品的房间或场地进行焊接。在可燃物品附近进行焊接作业时,必须有一定的安全距离,此距离一般应大于10m。

3) 严禁焊接有可燃性液体、可燃性气体及具有压力的容器和带电的设备。

4) 对于存有残余油脂、可燃性液体、可燃性气体的容器,应先用蒸汽吹洗或用热碱水冲洗,然后开盖检查,确实冲洗干净时方能进行焊接。对密封容器不准进行焊接。

5) 在周围空气中含有可燃性气体和可燃粉尘的环境中严禁焊接作业。

任务二 焊工安全操作规程

学习目标

懂得如何正确执行焊工安全操作规程,在焊接作业中能严格按焊工安全操作规程执行。

知识学习

一、焊工安全生产的重要性

焊接过程中发生的爆炸、火灾等事故,不仅危害着焊工及其他有关生产人员的健康和生命,还会使国家财产遭受严重的损失,影响生产的顺利进行。因此,金属焊接(气割)作业属于操作者本人、他人和周围设施的安全有重大危害因素的特种作业,从业人员必须经过专门的安全教育和安全技术培训,并经考核合格取得操作证后,方准独立作业。

因此,每一名焊工都必须懂得本工种的安全操作知识,并在生产全过程中贯彻始终。

二、焊工的个人安全防护

为了防止焊接作业时有害因素对焊工身体健康的不良影响,焊工在操作时必须穿戴好个人劳动防护用品,如图1-5所示。

1. 面罩

面罩的作用是焊接时防止弧光和火花烫伤面部及眼睛,如图1-6所示。焊接操作时,面罩应能遮住焊工的脸面和耳朵,结构应牢靠、无漏光,其上应装有用以遮挡焊接有害光线的护目遮光镜片。

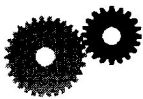


图 1-5 焊工个人劳动防护用品

- 1—焊工工作服 2—围裙 3—皮袖套 4—手套 5—护腿
6—劳保鞋（注意不能使用合成材料） 7—焊工保护盔
8—面罩 9—护目镜

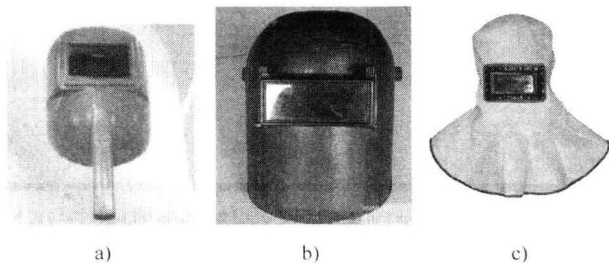


图 1-6 面罩

- a) 手持式 b) 头盔式 c) 全护连肩式

2. 护目遮光镜片

护目遮光镜片如图 1-7 所示，它能防止弧光及有害射线损伤焊工的眼睛，并能使焊工清楚地看到作业位置以进行正常操作。护目遮光镜片可按表 1-4 进行选用。选择护目遮光镜片的色号时，还应考虑焊工的视力，视力好的应选择色号大些和颜色深些的，以保护视力。为使护目遮光镜片不被焊接时的飞溅损坏，可在外边加上无色透明的防护白玻璃。焊工在停止焊接作业后，应戴白光透明眼镜，如图 1-8 所示，白光透明眼镜有过滤紫外线的作用，并能起到遮挡弧光，防止飞溅、熔渣等异物伤害眼睛的作用。

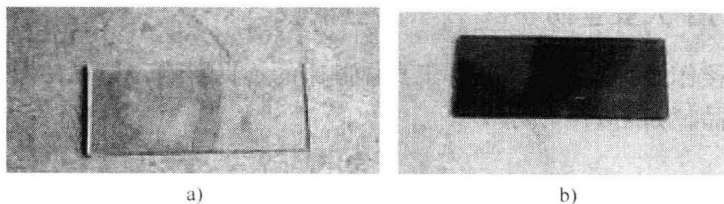


图 1-7 护目遮光镜片

- a) 防护白玻璃 b) 护目遮光镜片

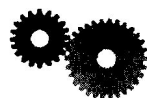


图 1-8 白光透明眼镜

表 1-4 护目遮光镜片的选用

焊接方法	焊条尺寸/mm	电弧电流/A	最低遮光号	推荐遮光号 ^①
焊条电弧焊	<2.5	<60	7	—
	2.5~4	60~160	8	10
	4~6.4	160~250	10	12
	>6.4	250~550	11	14
气体保护电弧焊	—	<60	7	—
		60~160	10	11
		160~250	10	12
		250~500	10	14
钨极气体保护电弧焊	—	<50	8	10
		50~100	8	12
		150~500	10	14
气焊	板厚/mm	<3	—	4 或 5
		3~13		5 或 6
		>13		6 或 8
气割	板厚/mm	<25	—	3 或 4
		25~150		4 或 5
		>150		5 或 6

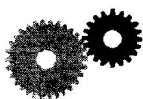
① 根据经验，开始使用太暗的镜片难以看清焊接区，因而建议使用可看清焊接区域的适宜镜片，但遮光号不要低于下限值，在气焊或气割时焊炬产生亮黄光的地方，希望使用滤光镜以吸收操作视野范围内的黄线或紫外线。

3. 工作服

焊工从事焊接作业时，应穿戴特殊的工作服。焊工的工作服一般用白色棉帆布制作，如图 1-9 所示。在全位置焊接时，应配有皮制工作服。在仰焊位焊接时，为防止火花、熔渣从高处溅落到头部和肩上，焊工在颈部应围毛巾，穿着用阻燃材料制作的披肩等，如图 1-10 所示。工作服的上衣应遮住腰部，裤子应遮住鞋面。同时，工作服穿戴时不应潮湿、破损和沾有油污。



图 1-9 白帆布工作服



4. 工作鞋

焊工工作鞋应具有绝缘抗热、耐磨和防滑的性能，鞋底不应有铁钉，并应经耐压5000V的试验合格，如图1-11所示。

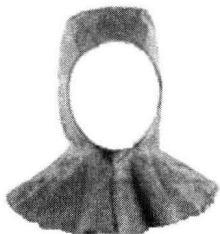


图 1-10 披肩

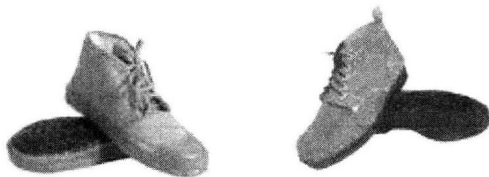


图 1-11 工作鞋

5. 其他劳动保护用品

焊工在操作时，根据需要还应准备以下用品。

(1) 焊工手套 焊工手套应用耐磨、耐热的皮革制成，长度不应小于300mm，应缝制结实、保持干燥，如图1-12、图1-13所示。



图 1-12 绝缘皮手套



图 1-13 正在进行焊接操作

(2) 耳塞 焊工在噪声强烈的场所作业时，可采用隔声耳塞。

(3) 安全带 焊工在登高作业时，应使用结实、牢固的安全带。

(4) 焊工工具 工具袋、保温桶等应完好无损，常用的锤子、清渣铲、钢丝刷等工具应连接牢固。

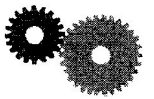
焊接车间也应做好屏蔽、通风及噪声等的有效防护措施，以消除或减少弧光辐射、金属烟尘、噪声等带给焊工的危害。

三、特殊环境下焊接与切割的安全技术

根据工作环境的不同，焊接环境可分为普通环境、危险环境和特殊危险环境三类。

1. 高处作业的安全技术

焊工在距离高度基准面2m及以上有可能坠落的高处进行焊接与切割作业的称为高处（或登高）焊接与切割作业。我国将高处作业列为危险作业，并分为四级：一级高度：2~5m，二级高度：5~15m，三级高度：15~30m，四级高度：大于30m。高处作业人员必须经过安全教育，熟悉现场环境和施工安全要求。患有心脏病、癫痫病、高血压等职业禁忌



病和过度疲劳、视力不佳及酒后人员等，都不允许高处作业。在雨天、雪天、大雾、六级以上大风及冰冻时，禁止室外高处作业。

高处作业存在的主要危险是坠落，而高处焊接与切割作业将高处作业和焊接与切割作业的危险因素叠加起来，增加了危险性。其安全问题主要是防坠落、防触电、防火防爆以及个人防护等。因此，高处焊接与切割作业除应严格遵守一般焊接与切割作业的安全要求外，还必须遵守以下安全措施。

高处作业的安全措施如下。

(1) 防触电 在接近高压线或裸导线时，或距离低压线小于 2.5m 时，必须停电并在电闸上挂上“有人工作，严禁合闸”的警告牌后方准操作。电源开关应设置在监护人近旁，以便有危险能及时抢救。禁止将电缆缠绕在身上操作。

(2) 防止物体打击 高处作业时必须戴好安全帽，焊条、工具等必须装在牢固无孔洞的工具袋内。不允许在空中乱掷物件、焊条头等。

(3) 防坠落 进行高处焊接与切割作业者，衣着要灵便，戴好安全帽，穿胶底鞋，禁止穿硬底鞋和带钉易滑的鞋。要使用标准的防火安全带，不能用耐热性差的尼龙安全带，而且安全带应牢固可靠，长度适宜，如图 1-14 所示。安全网要张挺，不得有缺口。脚手架不得使用不耐腐蚀的木板或铁跳板等。



图 1-14 高处作业示意图

2. 燃爆危险性区域作业的安全技术

在燃爆危险性较大的区域内作业时，应按照国家焊接动火制度办理动火许可证，做好安全防护工作。

3. 局限空间作业的安全技术

局限空间一般是指容积小、通风差的空间或平时无人进入工作的封闭空间。在局限空间作业时，主要危险是触电、缺氧、窒息和着火爆炸。因此在局限空间焊接作业时，必须准备好消防器材；在黑暗处或夜间工作时，应有足够的照明；要将距离工作地点 20m 范围内的易燃易爆物品移至安全场所；若操作者进入容器作业，应尽可能保持容器内通风。

4. 水下作业的安全技术

水下焊接与切割是水下工程结构的安装、维修施工中不可缺少的重要工艺手段，如图 1-15 所示。它们常被用于海上救捞、海洋能源、海洋采矿等海洋工程和大型水下设施的施工过程中。

水下焊接与切割作业的特点是：电弧或气体火焰在水下使用，与在大气中焊接或一般的潜水作业相比，具有更大的危险性。水下焊接与切割作业的常见事故有：触电、爆炸、烧伤、烫伤、溺水、砸伤、潜水病或窒息伤亡。

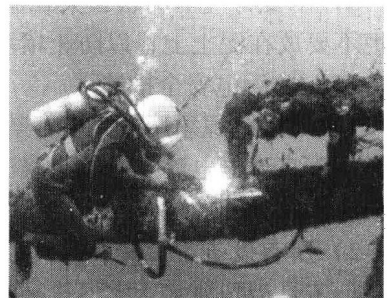
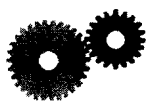


图 1-15 水下焊接



水下焊接与切割的安全措施如下。

(1) 焊前安全措施

1) 调查作业区气象、水深、水温、流速等环境情况。当水面风力小于6级、作业点水流流速小于0.1~0.3m/s时,方可进行作业。

2) 下潜前,在水上应对焊接、切割设备及工具,潜水装具,供气管和电缆,通信联络工具等的绝缘、防水、工艺性能进行检查试验。氧气胶管要用1.5倍工作压力的蒸汽或热水清洗,胶管内外不得黏附油脂。气管与电缆应每隔0.5m捆扎牢固,以免相互绞缠。

3) 操作前,操作人员应对作业地点进行安全处理,移去周围的障碍物。水下焊割时不得悬浮在水中作业,应事先安装操作平台,或在物件上选择安全的操作位置,以避免使自身、潜水装具、供气管和电缆等处于熔渣飞溅或流动范围内。潜水焊割人员与水面支持人员之间要有通信装置,当一切准备工作就绪、取得水面支持人员同意后,焊割人员方可开始作业。

4) 水下焊接与切割工作必须由经过专门培训并持有此类工作许可证的人员进行。

(2) 防火防爆安全措施

1) 对储油罐、油管、气罐和密闭容器等进行水下焊割时,必须遵守燃料容器焊补的安全技术要求。其他物件在焊割前也要彻底检查,并清除内部的易燃易爆物质。

2) 要慎重考虑切割位置和方向,最好先从距离水面最近的部位着手向下切割。这是由于水下切割是利用氧气与氢气或石油气的燃烧火焰进行的,在水下很难调整好它们之间的比例。如果有未完全燃烧的剩余气体逸出水面,遇到阻碍就会在金属构件内积聚形成可燃气体。凡在水下进行立割时,均应从下向上移,以避免火焰经过未燃气体聚集处引起燃爆。

3) 严禁利用油管、船体、缆索和海水作为电焊机回路的导电体。

4) 在水下操作时,如焊工不慎跌倒或气瓶用完更换新瓶时,割炬常因供气压力低于所处的水压力而失去平衡,这时极易发生回火。因此,除了在供气总管处安装回火保险器外,还应在割炬柄与供气管之间安装防爆阀。防爆阀由止回阀与火焰消除器组成:前者可以阻止可燃气体的回流,以免在气管内形成爆炸性混合气;后者能防止火焰流过止回阀时引燃气管中的可燃气。

5) 为防止高温熔滴落进潜水服的折叠处或供气管,烧坏潜水服或供气管,应尽量避免仰焊和仰割。

6) 不要将气割用软管夹在腋下或两腿之间,以防止万一因回火爆炸、损坏潜水服。割炬不要放在泥土上,以防止堵塞,每日工作完用清水冲洗割炬并晾干。

(3) 防触电安全措施

1) 焊接电源须用直流电,禁用交流电。因为在相同电压下通过潜水员身体的交流电电流大于直流电电流。并且与直流电相比,交流电稳弧性差,易造成较大飞溅,从而增加烧损潜水装具的危险。

2) 所有设备、工具要有良好的绝缘和防水性能,绝缘电阻不得小于1MΩ。为了防止设备、工具遭到海水、大气盐雾的腐蚀,其需包敷具有可靠防水性能的绝缘护套,且应有良好的接地。

3) 焊工要穿不透水的潜水服,戴干燥的橡皮手套,用橡皮包裹潜水头盔下颌部的金