

职业技能培训教材 岗位培训教材

焊工工艺

HANGONG GONGYI HANGONG GONGYI HANGONG GONGYI HANGONG GONGYI HANGONG GONGYI



焊工工艺



中国劳动社会保障出版社

HANGONG GONGYI

职业技能培训教材
岗位培训教材

焊工工艺

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工工艺/姜兵田主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007

职业技能培训教材 岗位培训教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 5990 - 6

I. 焊… II. 姜… III. 焊接工艺 - 技术培训 - 教材 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 083498 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.75 印张 214 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

定价: 15.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211

发行部电话: 010 - 64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 - 64954652

前 言

《中华人民共和国劳动法》规定：“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训。”国家对相应的职业制定《国家职业标准》，实行职业技能培训。

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。在社会主义市场经济条件下，劳动者竞争上岗、以贡献定报酬，这种新型的劳动、分配制度，正成为千千万万劳动者努力提高职业技能的动力。

实施职业技能培训，教材建设是重要的一环。为适应职业技能培训的迫切需要，推动职业培训教学改革，提高培训质量，中国劳动社会保障出版社会同劳动和社会保障部有关司局，组织有关专家、技术人员和职业培训教学人员编写了职业技能培训系列教材。

职业技能培训教材贯彻“求知重能”的原则，在保证知识连贯性的基础上，着眼于技能操作，力求内容浓缩、精炼，突出教材的针对性、典型性、实用性。

职业技能培训教材供各级培训机构的学员参加培训、考核使用，亦可作为就业培训、再就业培训、企业培训、劳动预备制培训用书，对于各类职业技术学校师生、相关行业技术人员也有较高的参考价值。

百年大计，质量第一。编写职业技能培训教材是一项艰巨的探索性工作，不足之处在所难免，恳切欢迎各使用单位和读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部教材办公室

内 容 简 介

本书是全国就业训练统编教材，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。

本书内容包括焊工基本知识、手工电弧焊、气焊与气割、其他焊接方法、碳弧气刨、焊接质量和常用金属材料的焊接特点、焊接工艺实践等。

本书在全国就业训练机械类统编教材的基础上改编而成，原书由张云麒、孙延清、高季明编写，张云麒主编；顾钰熹、高清宝、梅漫雪审稿，顾钰熹主审。

本书由姜兵田主编，李捷主审。

目 录

第一章 概述.....	(1)
§ 1—1 焊工工作内容.....	(1)
§ 1—2 焊工安全技术.....	(3)
第二章 焊工基本知识.....	(13)
§ 2—1 常用金属材料.....	(13)
§ 2—2 常用焊接材料.....	(32)
§ 2—3 钢的热处理.....	(57)
第三章 手工电弧焊.....	(61)
§ 3—1 手工电弧焊概述及基本操作.....	(61)
§ 3—2 焊接电弧及弧焊电源.....	(67)
§ 3—3 焊接接头和焊缝形式.....	(97)
§ 3—4 手工电弧焊的基本操作.....	(132)
§ 3—5 焊条电弧焊单面焊双面成型技术.....	(148)
§ 3—6 提高手工电弧焊生产率的途径.....	(155)
第四章 气焊与气割.....	(159)
§ 4—1 气焊概述及基本操作.....	(159)
§ 4—2 氧—乙炔焊设备.....	(167)
§ 4—3 气焊技术及工艺.....	(179)

§ 4—4 气割技术及工艺·····	(185)
§ 4—5 其他切割方法简介·····	(196)
第五章 其他焊接方法·····	(199)
§ 5—1 二氧化碳气体保护电弧焊·····	(199)
§ 5—2 手工钨极氩弧焊·····	(205)
§ 5—3 自动埋弧焊·····	(208)
§ 5—4 其他焊接方法简介·····	(215)
第六章 碳弧气刨·····	(223)
§ 6—1 碳弧气刨简介·····	(223)
§ 6—2 碳弧气刨的设备及材料·····	(224)
§ 6—3 碳弧气刨工艺·····	(225)
第七章 焊接质量和常用金属材料的焊接特点·····	(232)
§ 7—1 焊接应力及变形·····	(232)
§ 7—2 焊接缺陷及焊接检验·····	(237)
§ 7—3 常用金属材料的焊接特点·····	(241)
第八章 焊接工艺实践·····	(251)
§ 8—1 工艺实践一·····	(251)
§ 8—2 工艺实践二·····	(255)
§ 8—3 工艺实践三·····	(263)
§ 8—4 工艺实践四·····	(269)

第一章 概 述

本章学习要点:

1. 了解焊工工作的基本内容;
2. 掌握焊工安全技术。

§ 1—1 焊工工作内容

焊接是制造金属结构和机器零件的重要手段之一。它被广泛地应用于现代工业的各个领域。

焊接是将分离的材料或结构单元,通过加热、加压,或两者并用,以用或不用填充材料使工件达到原子结合的一种加工方法。

一、焊接的基本类型

按焊接过程中的特点和实现焊接的方法,可归纳为3个基本类型,即熔焊、压焊和钎焊。

1. 熔焊

熔焊是指在焊接过程中,将焊件接头加热至熔化状态,不加压力完成焊接的方法。熔焊应用很广泛,如电弧焊和气焊。

2. 压焊

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)完成焊接的方法。采用压焊生产率很高,如电阻焊和摩擦焊属于这一类。

3. 钎焊

钎焊是采用比母材熔点低的金属材料作为钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点但低于母材熔点的温度，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。这种焊接方法应用也很广泛，如锡焊、铜焊及银焊等属于这一类。

焊接零件和焊接结构与铸造、铆接等结构相比，具有减轻结构质量，提高结构刚度、强度和连接效率，缩短生产周期，节省金属材料，降低生产成本以及在设计上灵活性大等优点；但也存在一些缺点，如带来焊接零件、焊接结构的残余应力和变形以及热影响区组织、性能的变化对使用性能和安全可靠性的影响，对于重要零件和结构必须认真地采取措施加以控制和解决。

二、焊接的过程

焊接金属结构和机器零件的生产全过程可分为3个阶段，即准备、施焊和验收阶段。

1. 准备阶段

准备阶段根据焊接任务书开始进行，包括准备焊接材料（焊条、焊剂、气体等），焊接接头的制备及其预加工（弯曲、成形等），焊接设备、工具及辅助机械装备的检查、调试以及结构单元的装配（点固）等。

2. 施焊阶段

施焊阶段是根据工艺文件（图样、工艺卡片、质量标准等）进行的，包括对工件进行焊接、中间（各道工序）质量检查及热处理等。

3. 质检和验收阶段

质检和验收阶段是根据设计要求、施工图样、资料和质量验收标准等进行的，最后将检验合格的产品入库。

在整个生产过程中，要将质量标准始终贯彻在设计、制造中的技术和施工管理等诸方面，充分显示出焊接技术和焊接结构的

特点和优越性。

§ 1—2 焊工安全技术

焊工在焊接与气割工作时需要与电、可燃及易爆的气体、易燃液体、压力容器等接触，这不论是对操作者本人，还是对他人及周围设施的安全都有着很大的威胁。在焊接或气割过程中还会产生一些有害气体、金属蒸气和烟尘，还有电弧光的辐射以及焊接或气割热源的高温等，对人体都会有一定危害。如果焊工不遵守安全操作规程，在一定的条件下就会引起触电、灼伤、中毒、火灾、爆炸等事故。这不仅会给国家造成经济损失，而且直接影响焊工本人及其他工作人员的安全与健康。为此，焊接作业被列为特种作业。

党和政府对焊工的安全健康是非常重视的。焊工工作要有必要的安全防护用品，以保证焊工本身的安全生产。为了进一步贯彻执行安全生产的方针，加强企业生产中安全工作的管理，以保证职工的安全和健康，在国务院的《关于加强企业生产中安全工作的几项规定》以及全国安全生产会议决议中都明确指出：“对于电气、起重、锅炉，受压容器焊接等特殊工种的工人，必须进行专门的安全操作技术训练，经过考试合格后，才能允许现场操作”。要经常对焊工进行安全技术教育和训练，从思想上重视安全生产，明确安全生产的重要性，增强责任感，了解安全生产的规章制度，熟悉生产过程的特点和焊接工艺、设备、工具以及操作方法，这是实现安全生产的有效措施。只有严格执行安全规程和防护措施，才能避免和杜绝事故的发生，这是十分必要又具有重要意义。

一、防火、防爆、防毒的安全技术

1. 预防火灾和爆炸的安全措施

焊工在焊接、气割的过程中，由于电弧或气体火焰的温度很高，还有大量的金属火花飞溅物，如稍有疏忽大意，就会引起火灾甚至爆炸。因此，焊工在工作时，为了防止火灾和爆炸事故的发生，必须采取下列安全措施：

(1) 焊接或气割前，要认真检查工作场地周围是否有易燃和易爆物品（如棉纱、汽油、煤油、油漆、木屑、乙炔发生器等）。如有易燃、易爆物，应将这些物品搬离焊接、气割工作地点 5 m 以外。

(2) 严禁在有压力的容器和管道上进行焊接和气割工作。

(3) 焊补储存过易燃物的容器（如汽油箱等）时，焊前必须将容器内的介质放净，并用碱水清洗内壁，再用压缩空气吹干，并将所有的孔盖完全打开，确认安全可靠后方能焊接。

(4) 在进入容器内工作时，焊炬、割炬应随焊工同时进出，严禁将焊炬、割炬留在容器内，而焊工擅自离去，以防止混合气体燃烧和爆炸。

(5) 高空作业时，应特别注意下方是否有易燃、易爆物品，防止金属火花飞溅而引起火灾。

(6) 焊完后剩余的焊条头及焊件不得随意乱扔，更不能扔在易燃、易爆物品的附近，要妥善管理，以免发生火灾。

(7) 工作完毕时，应检查工作场地附近是否有引起火灾的隐患，只有确认安全后才可离去。

2. 预防有害气体和烟尘中毒的安全措施

焊工在焊接、气割时，周围的空气被一些有害气体及粉尘所污染。如氧化锰、氧化锌、氟化氢、一氧化碳和金属蒸气等。焊工在长期呼吸这些烟尘和气体后，对身体健康是不利的。因此，应采取下列预防措施：

(1) 焊接车间和场地应有良好的通风。焊接区域的通风是排

出烟尘和有害气体的有效措施。其通风的方法有以下几种：

1) 机械通风。在焊接车间安装数台轴流式风机向外排风，使车间内经常更换新鲜空气。还可以在焊接工位用小型通风机或除尘排烟设备进行送风和排气。

2) 自然通风。正确调节车间的侧窗和天窗，充分利用自然通风。

(2) 在容器内和狭小的地方焊接时，应特别注意通风排气工作。通风时应用压缩空气或小型风机。

(3) 合理组织劳动场地布局，避免多个焊工拥挤在一起操作。

二、焊工现场作业注意事项

焊工除了进行正常的金属结构产品的焊接、气割之外，还要经常进行现场检修、抢修等的焊接和气割工作。由于现场情况不同，具有一定的特殊性和复杂性，如果忽视现场安全作业，将会造成破坏性和危害性更大的事故。因此，在现场作业时，要求焊工必须注意以下事项：

1. 焊工作业前的准备

(1) 弄清情况，加强联系。焊工在作业前必须弄清被焊设备的结构及设备内储存物品的性能，明确检修要求和安全注意事项。对于需要焊割的部位，除了在有关通知——动火证上详细说明外，还应同有关人员在现场交代清楚，防止弄错。特别是在复杂的管道结构中或在边生产边检修的情况下，更应注意。在参加大检修之前，还要细心听取现场指挥人员介绍情况，随时保持联系，了解现场变化情况和其他工种相互配合等事项。

(2) 观察作业场地，加强防范。焊工在明确任务之后，首先应观察作业场地的环境中有无不安全因素。如被焊接或被气割设备处于禁火区，则必须按禁火区的焊接和气割管理规定申请动火证。焊工按动火证上规定的部位、时间动火，不准超越规定的范围和时间。发现问题时应停止操作，研究处理办法。

2. 焊工操作前的检查

(1) 检查被焊、割件的污染物。凡被化学物质或油脂污染的设备都应清洗后再焊割。如果是易燃、易爆或有毒的污染物，更应彻底清洗，并经有关部门检查，填写动火证后，方可焊割作业。

一般常用的检查方法是“一嗅，二看，三测爆”。一嗅：嗅气味，危险物品大都有特殊的气味，在嗅到特殊气味时，应重新清洗。二看：查看清理程度如何，发现未清理干净时，必须重新清理。三测爆：在容器内部抽取试样并用测爆仪测定爆炸极限，大型容器的抽样应从上、中、下容易积聚的部位进行，确认没有危险时方可进行焊割作业。

(2) 严防爆炸。

1) 严禁在设备带压的情况下焊接或切割。带压设备在检修前必须先解除压力，并且在焊前将所有的孔盖全部打开。未解除压力的设备严禁进行焊割操作。常压而密封的设备也不允许进行焊割操作。

2) 对于从外面不易检查到的被爆炸物污染了的内部设备零件，在清洗工作无把握的情况下，不准随便进行焊割操作。

3) 防止混合气体和粉尘的爆炸。在焊割操作时，如遇到易燃气体（如乙炔、煤气等）和空气混合物，或遇到可燃粉尘（如铅尘、锌尘）和空气混合物，在一定混合的比例内也会发生爆炸。

(3) 一般检修的安全措施。

1) 拆迁。在有易燃、易爆物品的场所，应尽量将焊割件拆迁到安全地带进行检修。

2) 隔离。把需要检修的设备和其他易燃、易爆的物质及设备隔离开。

3) 置换。若需焊割装有可燃气体的管道和设备时，应先把化学性质不活泼的气体（如氮气、二氧化碳气）或水注入有可燃

气体的设备和管道中，将里面的可燃气体置换出来，以达到驱除设备和管道中可燃气体的目的。

4) 清洗。用热水、蒸汽或酸液、碱液及溶剂清洗设备中的不同污染物。

5) 移去危险物品。将可能引起火灾或爆炸的物品移至安全地点。

6) 敞开设备。卸压通风，开启全部人孔、阀门。

7) 加强通风。在有易燃、易爆气体或有毒气体的室内焊割时，应加强室内通风，并戴好防毒面具。对焊割时可能放出有毒、有害气体和烟尘的场所，要采取局部抽风措施。

8) 备好灭火器材。按要求选取灭火器材以做好准备，并应熟练掌握灭火器材的使用方法及使用范围。

3. 预防触电的安全知识

焊工在手工电弧焊的操作中接触电的机会很多，如果机器设备有故障，防护用品有缺陷或违反安全操作规程等，就可能发生触电事故。

(1) 电流对人体的伤害形式。电流对人体的伤害有以下 3 种形式：

1) 电击。指电流通过人体而破坏人的心脏、肺及神经系统的正常工作。

2) 电伤。指电流的热效应、化学效应或机械效应对人体的伤害。

3) 电磁场生理伤害。指在高频电磁场作用下，使人出现头晕、乏力、记忆力减退、失眠、多梦等症状。

人体因电流而造成的死亡绝大部分是由电击引起的。

当通过人体的电流超过 0.05 A 时，生命就有危险，通过 0.1 A 时只要一秒钟就足以使人丧命。通过人体电流的大小决定于线路中的电压和人体的电阻。一般 40 V 的电压就对人体有危险。人体的电阻除人的自身电阻外，还包括人体所穿的衣服和鞋等的电

阻。干燥的衣服、鞋以及干燥的工作场地，能使人体的电阻增加。

焊接时的触电事故可分为两种情况：一种是触及电焊设备正常运行时的带电体，如接线柱、焊钳口等，或者靠近高压电网所发生的电击，即“直接电击”。另一种是触及意外带电体（正常时不带电，由于绝缘损坏或电器线路发生故障而带电的导体，如漏电的焊机壳、绝缘外皮破损的电缆等）所发生的电击，即“间接电击”。

(2) 焊接时发生直接电击事故的主要原因。

1) 在操作中，手或身体某部位接触到焊条、电极或焊钳的带电部分，而脚或身体的其他部分对地面和金属结构之间无绝缘，特别是在金属容器内、阴雨潮湿的情况或身体大量出汗时，比较容易发生这种电击事故。

2) 在接线或调节电流时，手或身体某部位碰触接线柱、电极板等带电体而触电。

3) 在登高焊接时，触及或靠近高压电网而引起触电事故。

(3) 焊接时发生间接电击事故的主要原因。

1) 焊接设备漏电，人体碰触带电的壳体而触电。造成焊机漏电的原因是长期超负荷运行、受潮、引线或线圈受机械损伤、短路发热、维护不善等，致使绝缘损坏或绝缘材料的性能降低。

2) 焊接变压器的一次绕组与二次绕组之间绝缘破坏，焊接变压器接线错误，将二次绕组接到电网上或将采用 220 V 的电源变压器误接到 380 V 的电源上，而焊工的手或身体某部位接触二次回路的裸导体。

3) 由于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触电。

(4) 预防触电的一般措施。

1) 电焊机外壳必须牢靠接零或接地。焊机的一次接线、修理及检查应由电工进行，而二次接线由焊工进行。

2) 在搬运焊机、检修焊机、更换焊机熔丝、改变极性、改变二次回路的布设时, 必须切断电源后才能进行。

3) 在推拉电源闸刀时, 应戴好干燥的电焊手套。面部应避免开闸刀正面, 以免推拉闸刀时可能产生电弧火花而灼伤脸部。

4) 焊钳应有良好的绝缘性能和隔热性能。工作中断时, 焊钳要放在安全的地方, 防止焊钳与焊件接触。

5) 焊工在工作时, 必须穿好干燥的工作服、手套和绝缘鞋。

6) 焊接电缆的绝缘应完整, 避免电缆被碾压或被电弧、炽热的焊缝金属等烧坏绝缘层。如有破损应立即进行修理或调换。

7) 更换焊条时, 应戴好电焊手套, 身体应避免与焊件接触。

8) 在潮湿的地方焊接时, 应用干燥木板或橡胶片等绝缘物做垫板。

9) 焊工在光线暗的地方或夜间操作时, 所使用的照明灯电压应不大于 36 V。

10) 在金属容器内、金属构架上或其他狭小工作场地焊接时, 不允许使用简易无绝缘外壳的焊钳。而且要设监护人, 随时注意焊工的安全动态, 发现危险征兆时应立即切断电源进行抢救。使用的行灯电压为 12 V。

11) 遇有触电者, 切不可直接用手去拉, 应迅速切断电源。如切断电源后触电者呈昏迷状态, 应立即进行人工呼吸, 并及时送到医院抢救。

12) 焊工应熟悉和掌握有关电的基本知识以及预防触电及触电后急救方法等知识, 严格遵守有关部门的安全规定, 防止发生触电事故。

4. 预防弧光辐射的知识

弧光辐射的危害主要是产生可见光、红外线、紫外线等。过强的可见光耀眼眩目。紫外线会对皮肤和眼睛造成伤害, 皮肤受强烈紫外线照射后可引起弥漫性红斑、出现小水泡、渗出液、浮肿、脱皮、有烧灼感、发痒等。波长较短的紫外线引起的红斑出

现快,消失也快,疼痛较重,作用强烈时会有头痛、疲劳、发烧等症状。紫外线能导致电光性眼炎。红外线对人体的危害主要是引起组织的致热作用,它能使眼睛产生灼伤和灼痛,形成闪光幻觉感。

预防弧光辐射的措施包括:

(1) 焊工操作时,必须使用带有电焊防护玻璃的面罩。面罩应该轻便、外形合适、耐燃、不导电、不导热、不漏光。

(2) 焊工操作前,应穿好工作服,防止弧光灼伤皮肤。

(3) 焊工引弧时应注意周围人员,以免强烈的弧光伤害他人。

(4) 在厂房内和人多的地方进行焊接时,应用屏风和隔板遮光,避免周围人员受弧光伤害。

(5) 进行重力焊或装配定位焊时,要特别注意弧光的伤害,因此,要求焊工、装配工应戴防光眼镜。

5. 焊工登高作业时的安全要求

焊工在离开地面 2 m 以上的地点进行焊割作业时,即属于登高焊割作业。

登高作业除要遵守一般焊割安全技术要求之外,还要注意下列安全措施:

(1) 患有高血压、心脏病、精神病以及不适合登高作业的人员不得登高作业。登高人员须经健康检查。

(2) 恶劣天气(6级以上大风、下雨、下雪和雾天)不得登高作业。

(3) 接近高压电线或裸导线时,距离低压电线小于 2.5 m 时,必须停电方可进行焊割作业,并在电闸上挂“有人工作,严禁合闸”的警告牌。

(4) 高空作业应设有监护人,焊接电源开关设在监护人近旁,监护人应密切注意焊工的动态,遇有危险征兆时立即拉闸,并进行抢救。登高作业时不得使用带有高频振荡器的焊接设备。