



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

焊条电弧焊实训 第二版

◎ 赵玉奇 主编



化学工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

焊条电弧焊实训

第二版

主 编 赵玉奇
责任主审 崔占全
审 稿 付瑞东 张静洪



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材根据教育部颁布的中等职业学校《焊条电弧焊实训教学大纲》，参照国家电焊工《工人技术等级标准》（初级）和《职业技能鉴定规范》（考核大纲）而编写，适合中等职业教育各类学校焊接、机械和空调制冷等专业使用。

本教材的主要内容包括：绪论、焊条电弧焊安全技术与劳动保护、焊条电弧焊设备及应用、焊条、焊条电弧焊工艺知识、焊条电弧焊操作技术、气割、碳弧气刨共计 8 章。根据焊接实训的特点，在不同章节后共计安排 24 个有针对性的实训课题，并且附有相应的评分标准，以便实训教学与考核。

本教材按照职业学校实训教学的主要目的和实训教学的基本原则，注重理论与实践相结合，实训与职业技能训练及鉴定相结合。根据焊接操作技术的内在序列和认知规律，从设备器械的识别、选择、调节、使用入手，到工艺参数的选择、焊接技术的学习、训练，使技能技巧形成的整个过程从简单到复杂，由具体到综合，逐步深化，从而实现全面素质与综合职业能力的培养。

图书在版编目（CIP）数据

焊条电弧焊实训/赵玉奇主编. —2 版. —北京：化学工业出版社，2009.8

中等职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-122-06222-2

I. 焊… II. 赵… III. 焊条-电弧焊-专业学校-教材
IV. TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 110130 号

责任编辑：高 钰

装帧设计：刘丽华

责任校对：顾淑云

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 装：三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 203 千字 2009 年 8 月北京第 2 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：16.00 元

版权所有 违者必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

第二版前言

本教材是根据教育部中等职业学校焊接专业《焊条电弧焊实训教学大纲》，在国家规划教材《焊条电弧焊实训》第一版的基础上，吸收学校在使用过程中提出的改进意见基础上修订而成。

在修订过程中，充分吸纳近年来职业教育“以服务为宗旨、以就业为导向”，“任务引领、行动导向、项目教学”等改革的理论与实践优秀成果。继承保持了第一版“理论与实践一体化、教学与职业技能鉴定结合、项目与生产实践结合、过程训练与过程评价相结合”的特点。教材在结构上融教学做评于一体，融入职业道德培养，安全意识教育，能有效提高学生综合素质与综合职业能力。课程的结构为不同的学校实施灵活的教学安排提供了条件。

在修订过程中，重点修订以下内容：

- ① 对焊接设备、焊条、单面焊双面成形等进行了充实完善。
- ② 结合焊接专业技术进步，标准的调整进行了相关内容的更新。
- ③ 对第一版中存在的问题，进行了修改。

参加本书编写工作的有：庞春虎（第一章、第四章、第六章）、刘洪（第五章）、赵玉奇（绪论、第二章、第三章、第七章），并由赵玉奇担任主编。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定，由燕山大学付瑞东副教授、秦皇岛煤矿机械厂高级工程师张静洪、淮南工学院宋克俭副教授担任主审，化工出版社、中国化工职业教育教学指导委员会机械专业委员会对全书编写提供了支持与指导，特此感谢。

鉴于编者水平有限，书中缺点与不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者
2009 年 5 月

第一版前言

本教材是根据教育部 2000 年 8 月颁布的中等职业学校《焊条电弧焊实训教学大纲》（焊接专业 120 学时）的规定，同时参照国家电焊工《技术工人等级标准》（初级）和《职业技能鉴定规范》（考核大纲）而编写，适合中等职业教育学校焊接专业（3 年制）使用。

本教材的主体部分为焊条电弧焊的“安全技术-设备与工具-焊条-焊接工艺-操作技术”五个部分。安全技术与劳动保护简要介绍焊条电弧焊的安全技术与劳动保护常识，旨在配合安全教育，使学生树立“安全第一、预防为主”的意识，养成科学文明生产的职业习惯。设备与工具、焊条、焊接工艺三章对焊条电弧焊生产过程中基本知识与技能进行学习与训练，学会正确的选择和使用焊接设备、焊条、焊接工艺参数，为理论知识向综合应用能力的转化打下一定的基础。操作技术一章针对焊条电弧焊的基本操作技术，平焊、立焊的技术要领，进行具体的指导与训练，是形成技能技巧的关键环节。另外根据电焊工《工人技术等级标准》，对气割、碳弧气刨知识与技能的要求，考虑到气割、碳弧气刨在工程中的广泛应用，兼顾各中等职业学校焊接实训的条件，实训安排的可行性与现实性，在教材编写过程中增加了“气割”与“碳弧气刨”两章内容，以便各校选用。

本教材在编写过程中，根据中等职业教育焊接专业的培养目标，努力实现实训教学“形成技能技巧，发展应用能力，提高思想品德，结合生产实践”的功能。为贯彻“结合生产，科学规范，直观生动，循序渐进，安全文明”的实训教学原则，在教材的结构上，使理论与实践相结合，教师讲授、示范与学生训练相结合，实训与《工人技术等级标准》、《职业技能鉴定规范》相结合。全书共设置 24 个实训课题，实训课题以技能技巧的形成为核心，制定科学的技术操作规范和具体的操作步骤。为了增强实训的目的性和考核的透明度，实训课题后均附有相应的评分标准，评分标准既重视实训结果的考核又重视对实训过程的考核。在实训过程中，根据焊接操作技术内在序列和学生认识过程的规律，从设备器械的识别、选择、安装、调节、使用入手，到工艺参数的选择、焊接技术的学习、训练，使技能技巧形成的整个过程从简单到复杂，由具体到综合，逐步深化，使学生的技能技巧扎扎实实。增加图表，有利于实训直观生动。在教学内容的深浅，详略程度上，紧扣教学大纲，理论降低难度，够用为度，技能技巧适当加强。

本书在编写过程中虽然努力吸取焊接专业教学改革及职业技能鉴定方面成功的经验和有益做法，注意考虑实训教学特点，但是由于作者理论水平和实践能力有限，教材中仍难免存在某些缺点和错误，恳切地希望同志们在教学的过程中发现问题，及时提出批评和指正。

参加本书编写工作的有：刘洪（第五章）、庞春虎（第一章、第四章、第六章）、赵玉奇（绪论、第二章、第三章、第七章），并由赵玉奇担任主编。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定，由燕山大学付瑞东副教授、秦皇岛煤矿机械厂高级工程师张静洪审稿、宋克俭担任主审，崔占全担任责任主审。

作者

2002 年 2 月

目 录

绪论	1
一、焊条电弧焊的焊接过程与特点	1
二、对焊接技术工人的基本要求	2
三、本课程的性质和任务	2
四、本课程的教学目标	2
五、本课程的学习方法	3
第一章 电弧焊安全技术与劳动保护	4
第一节 电弧焊安全技术	4
一、电弧焊安全用电	4
二、特殊环境安全技术	5
三、焊接作业的防火防爆措施	7
第二节 焊接劳动卫生与防护	7
一、电弧焊接有害因素	7
二、电弧焊接劳动保护措施	8
第二章 焊条电弧焊设备及应用	10
第一节 焊条电弧焊设备	10
一、对弧焊电源的基本要求	10
二、弧焊电源型号的编制与主要技术参数	11
三、常用焊条电弧焊设备	13
四、电弧焊设备的正确使用	17
五、弧焊电源的故障、产生原因及消除方法	18
第二节 焊条电弧焊常用工具、量具	19
一、焊条电弧焊常用工具	19
二、焊工常用量具	21
第三节 弧焊设备的安装	23
一、弧焊电源室内、外安装的一般要求	23
二、弧焊变压器的安装	23
三、弧焊整流器的安装	25
实训课题一 弧焊设备的正确安装	26
实训课题二 弧焊设备焊接电流的调节	27
第三章 焊条	28
第一节 焊条的组成与分类	28

一、焊条的组成	28
二、焊条的类型、代号及用途	29
三、焊条型号的编制	29
第二节 常用焊条焊接性能及选用原则	32
一、酸性焊条和碱性焊条	32
二、焊条的选用原则	33
第三节 焊条的使用与保管	34
一、焊条的正确使用	34
二、焊条的贮存与保管	35
实训课题三 根据工作条件选择焊条型号	35
实训课题四 焊条的正确使用	35
 第四章 焊条电弧焊工艺知识	37
第一节 焊接接头与焊接位置	37
一、焊接接头	37
二、焊接位置	37
三、坡口及坡口选择	38
四、焊缝符号	40
第二节 焊接工艺参数选择	42
一、焊条直径选择	42
二、焊接电流选择	42
三、电弧电压选择	43
四、焊接速度选择	44
五、焊接层数选择	44
六、焊接工艺细则卡	45
第三节 常见焊接缺陷	46
实训课题五 简单焊接识图	48
实训课题六 根据工作条件填写焊接工艺细则卡	49
实训课题七 焊接缺陷的识别	51
 第五章 焊条电弧焊基本操作技术	52
第一节 平敷焊基本操作技术	52
一、平敷焊的特点	52
二、基本操作姿势	52
三、基本操作方法	53
四、示范	57
实训课题八 平敷焊技能训练	57
第二节 平焊操作技术	60
一、平焊特点	60
二、平焊操作要点	60

三、I形坡口平对接双面焊技术	61
实训课题九 6mm 钢板 I 形坡口平对接双面焊	62
四、V形坡口平对接双面焊技术	64
实训课题十 10mm 钢板 V 形坡口平对接双面焊	66
五、X形坡口平对接焊焊接技术	68
实训课题十一 16mm 钢板 X 形坡口平对接双面焊	69
六、薄板平对接焊焊接技术	71
实训课题十二 3mm 钢板平对接焊	73
七、单面焊双面成形焊接技术	75
实训课题十三 V 形坡口单面焊双面成形焊接	78
八、平角焊焊接技术	80
实训课题十四 平角焊	83
第三节 立焊	84
一、立焊的特点	84
二、立焊操作的基本姿势	85
三、立焊操作的一般要求	85
四、薄板立对接单面焊焊接技术	86
实训课题十五 6mm 钢板不开坡口立对接单面焊	87
五、V形坡口立对接双面焊焊接技术	90
实训课题十六 V 形坡口立对接双面焊	92
六、立角焊焊接技术	93
实训课题十七 立角焊	95
 第六章 气割	 98
第一节 气割的基本原理	98
一、氧气切割的过程	98
二、氧气切割的条件	98
三、常用材料的气割	99
第二节 气割设备与工具	99
一、氧气瓶	99
二、溶解乙炔瓶	101
三、减压器	102
四、割炬	102
五、回火防止器	105
六、胶管及其他辅助工具	105
第三节 气割工艺	106
一、气割工艺参数	106
二、气割顺序的确定	107
三、常见气割缺陷及防止办法	107
第四节 手工气割的操作技术	108

一、气割前的准备·····	108
二、气割操作技术·····	108
三、气割安全注意事项·····	109
实训课题十八 钢板沿直线割口的气割·····	110
实训课题十九 管子的气割·····	112
实训课题二十 法兰的气割·····	113
实训课题二十一 焊件坡口的气割·····	115
实训课题二十二 薄钢板的气割·····	116
第七章 碳弧气刨·····	118
第一节 碳弧气刨概述·····	118
一、工作原理·····	118
二、应用范围·····	118
三、特点·····	118
第二节 碳弧气刨设备·····	118
一、电源·····	118
二、气刨枪·····	119
三、碳棒·····	119
四、附属设备·····	119
第三节 碳弧气刨工艺·····	120
一、工艺参数及其影响·····	120
二、碳弧气刨的缺陷与识别·····	121
第四节 碳弧气刨的操作技术·····	122
一、准备工作·····	122
二、引弧·····	123
三、气刨过程·····	123
四、收弧·····	124
五、清渣·····	124
实训课题二十三 钢板的手工碳弧气刨·····	125
实训课题二十四 清根与清除焊接缺陷·····	126
参考文献·····	127

绪 论

一、焊条电弧焊的焊接过程与特点

焊条电弧焊是用手工操纵焊条进行焊接的电弧焊方法（简称手弧焊）。

（一）焊条电弧焊焊接过程

焊条电弧焊由弧焊电源、焊接电缆、焊钳、焊条、焊件、电弧构成焊接回路，如图 0-1 所示。在弧焊电源提供合适的焊接电流和电弧电压条件下，采用接触短路引弧法引燃电弧，迅速提起焊条并保持一定的距离，使电弧稳定地燃烧。在电弧的高温作用下，焊条和焊件局部被加热到熔化状态，焊条端部熔化后的熔滴和焊件被熔化的母材金属熔合在一起形成熔池。随着电弧的移动，熔池也随之移动，熔池中的液态金属逐步冷却结晶后便形成焊缝，从而将两个焊件连成一个完整的整体。

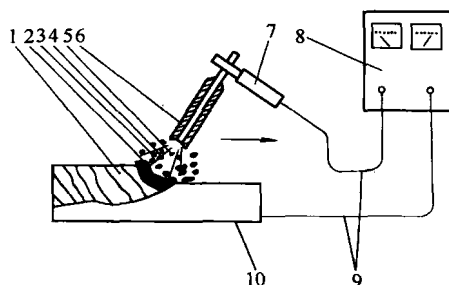


图 0-1 焊条电弧焊的焊接回路

1—焊缝；2—熔池；3—保护气体；4—电弧；
5—熔滴；6—焊条；7—焊钳；8—弧焊设备；
9—焊接电缆；10—焊件

在焊条电弧焊的焊接过程中，焊条的焊芯熔化后以熔滴的形式向熔池过渡，同时焊条的外部药皮产生一定量的气体和液态熔渣。其气体充满在电弧和熔池的周围，隔绝空气，可以保护熔滴和熔池液态金属；其液态的熔渣密度比熔池的液态金属密度小，熔渣浮在熔池液态金属之上也起到保护熔池的作用。当液态熔渣凝固后以渣壳覆盖在焊缝金属表面，可防止高温的焊缝金属被氧化、减慢焊缝的冷却速度。

在焊接过程中，液态金属与液态熔渣和气体之间进行脱氧、去硫、去磷、去氢和掺合金元素等复杂的焊接冶金反应，从而使焊缝金属获得合适的化学成分和组织。

（二）焊条电弧焊的特点

焊条电弧焊是一种发展较早的电弧焊方法，目前仍然是应用最广泛的一种焊接方法。有以下特点。

1. 设备简单、维护方便、成本低

焊条电弧焊使用弧焊设备及一些简单工具，焊工使用、安装方便，操作简单；设备结构简单，便于现场维护、保养和维修；设备轻，便于移动；投资少，成本低。

2. 工艺灵活、适应性强

焊条电弧焊适用于碳素钢、合金钢、不锈钢、铸铁、铜及其合金、铝及其合金、镍及其合金的焊接；利用电缆可以延伸较远距离的焊接；适用于不同位置、接头形式、焊件厚度、单件产品或批量产品以及复杂结构焊接部位的焊接。对一些不规则的焊缝、短焊缝、仰焊缝、高空和狭窄位置的焊缝，不易实现机械化焊接的焊缝，焊条电弧焊显得工艺更灵活、适应性更强。但焊条电弧焊不宜于 1.5mm 以下的薄板焊接。

3. 对焊件的装配要求较低，易于分散应力和控制变形

由于焊条电弧焊过程由手工操纵,焊接时焊工可根据焊接处的变化适时调整电弧位置和运条手势,修正焊接工艺参数,以保证跟踪焊缝和焊透。因此,对接头的装配精度比机械化焊接方法要求低。

在所有的焊接结构中,因受热循环的影响,都存在着焊接残余应力和变形。外形复杂的焊缝、长焊缝和大工件更为突出。采用焊条电弧焊,可以通过工艺调整,如跳焊、逆向分段焊、对称焊等方法来减少变形和改善应力分布。

4. 劳动强度高、生产效率低

焊条电弧焊采用的焊条长度有限,不能连续焊接,所以生产效率低。由于采用手工制作,工人的劳动条件差,劳动强度大。而且每根焊条都要丢弃一个焊条头,浪费一些焊接材料。

5. 焊接质量对焊工的依赖性强

焊条电弧焊的焊接质量尽管与焊条、设备及工艺参数有密切关系,但在很大程度上取决于焊工的技术水平与经验。

焊条电弧焊的最大缺点是工效低和焊接质量不稳定。克服工效低的途径,除对平、直、长焊缝尽量采用自动焊外,要做到工艺上的合理化(如坡口形式、坡口角度、间隙大小、电流强弱、焊条直径)和推广高效焊法。对于焊接质量不稳定性,主要通过焊工培训、焊工考试和严格贯彻焊接技术规程来解决。

二、对焊接技术工人的基本要求

焊接操作是专业性很强的技术性工作,焊接人员必须接受正规培训,取得劳动部门颁发的特殊工种安全操作证——焊工安全操作证(俗称红卡),方准独立作业。而且持证人员需每3年进行一次复训教育。而对压力容器制造焊工,要求更高,必须取得“压力容器焊工许可证”方能上岗施焊,对施焊焊缝,还应打上焊工对应的焊工号,从而对焊接质量负责。

由于焊接工作的重要性和特殊性,企业必须建立焊工考核制度,它是评价焊工工作业绩的重要依据。

国家《工人技术等级标准》将焊工的技术等级划分为初级、中级、高级、技师、高级技师五档,并对各技术等级提出明确的知识要求和能力要求。该标准是衡量从业者资格、技术等级和操作技术熟练程度的尺度,也是各级焊接技术工人必须遵循的准绳和应达到的基本业务规格。我国正逐步推行职业技能鉴定和职业资格证书制度。实行就业准入,为社会提供了一个尊重知识、尊重技术、尊重人才的良好氛围。职业技能鉴定是提高劳动者素质,增强劳动者就业能力的有效措施。为企业合理使用劳动力以及劳动者自主择业提供了依据和凭证。同时,竞争上岗,以能力、以贡献定报酬的新型劳动、分配制度,也必将成为千百万劳动者努力提高职业技能的动力。

三、本课程的性质和任务

本课程为中等职业学校焊接专业的一门专业主干课程。主要任务是使学生了解焊条电弧焊的特点、焊条电弧焊的使用范围及操作方法,并掌握焊接工艺参数的选用原则,为今后从事焊接专业工作打下基础。

四、本课程的教学目标

本课程以焊条电弧焊生产过程中的装备、焊接材料、焊接工艺、操作技术为研究对象。通过本实训的学习与实践,在理论与实践能力上达到初级电焊工的相关技术等级标准。

（一）知识的教学目标

- ① 了解焊条电弧焊的特点及应用范围，理解焊条电弧焊的操作要领。
- ② 掌握焊条电弧焊焊接设备的使用方法及焊接工艺参数的选用和使用原则。
- ③ 了解焊条电弧焊焊条的分类及常用焊条的焊接性能。
- ④ 了解焊条电弧焊焊接设备的维护和保养知识及安全用电常识。

（二）能力培养目标

- ① 能正确地使用焊条电弧焊设备和相关的工具和量具。
- ② 掌握常用电弧焊电源的启闭，调节焊接电流和电源极性的方法。
- ③ 掌握焊条电弧焊平焊和立焊的操作技术。
- ④ 能识别焊条牌号，熟悉酸性焊条、碱性焊条的焊接性能，能正确选用和使用焊接工艺参数。

根据电焊工《工人技术等级标准》对气割、碳弧气刨知识技能的要求，考虑到气割、碳弧气刨在工程中的广泛应用，兼顾各职业学校设备台套数量及便于组织实习教学的需要，本书增加了气割和碳弧气刨两章。对有条件的学校，可在实训中适当安排，全面提高学生的能力与素质。

五、本课程的学习方法

本教材为指导学生焊接实训的指导书，学习中应掌握以下方法。

- ① 注意知识的实际应用，特别是注意用本教材以及先修课程中的基本知识解决实习中遇到的问题。
- ② 正确处理理论与实践的关系，自觉用焊接理论指导焊接生产实践，用焊接实训检验焊接理论，丰富焊接实践经验，为进一步学习理论，提高技能建立基础。
- ③ 积极参加生产实践，并按照中华人民共和国电焊工《工人技术等级标准》（初级）、《职业技能鉴定规范》严格要求，做到仔细观察，积极思考，勇于实践动手，勤学苦练，练好基本功和基本技能，争做专业思想牢固、作风扎实，技术过硬、技艺精湛的能工巧匠。
- ④ 在实训过程中，要贯彻“安全第一、预防为主”的指导思想，按照安全技术操作规程科学、文明生产。

第一章 电弧焊安全技术与劳动保护

第一节 电弧焊安全技术

焊工焊接操作时经常要与易燃易爆的介质（如气体或液体）接触，会与焊接过程中产生的一些有害气体和烟尘以及弧光辐射、热源高温等直接接触，与压力容器、压力管道接触，还会与弧焊电源等用电机具相接触。GB 5306—85《特种作业人员安全技术考核管理规则》明确规定：“金属的焊接作业是属于对操作者本人、他人和周围设施的安全有重大危害因素的特种作业，对从事作业的人员，必须进行安全教育和安全技术培训，经考核合格取得操作证者，方准独立作业。”焊接操作的安全技术应贯彻“安全第一、预防为主”的方针，焊工应遵守安全操作规程，并进行有效的劳动保护。

一、电弧焊安全用电

1. 发生触电的原因

实践证明，通过人体的电流超过 0.05A 时，就会有生命危险。如当 0.1A 的电流通过人体时，仅要 1s 就会发生触电死亡事故。在人体出汗、潮湿的情况下，其电阻值可由 50000Ω 骤降至 800Ω，根据欧姆定律，40V 的电压形成的电流足以对人体造成伤害。我国一般焊接设备所用的电源电压为 220V 或 380V，弧焊电源的空载电压一般也在 60V 以上。因此焊工操作时首先应该注意防止触电。

焊接触电事故常在下列情况下发生。

① 手和身体某部碰到裸露的接线头、接线柱、极板、导线及破皮或绝缘失效的电线、电缆而触电。

② 在更换焊条时，手或身体某部接触焊钳带电部分，而脚和其他部位对地面或金属结构之间绝缘不好。如在金属容器、管道、锅炉内或在金属结构潮湿的地方焊接时，最容易发生触电事故。

③ 焊接变压器的一次绕组和二次绕组之间的绝缘损坏时，手或身体部位碰到二次线路的裸导体而触电。

④ 电焊设备的外壳漏电，人体碰触外壳而触电。

⑤ 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搭接作为焊接回路而发生触电事故。

⑥ 防护用品有缺陷或违反安全操作规程发生触电事故。

⑦ 在危险环境中作业。电焊工作业的危险环境一般指潮湿；有导电粉尘；被焊件直接与泥、砖、湿木板、钢筋混凝土、金属或其他导电材料铺设的地面接触；焊工身体能够同时在一方面接触接地导体，另一方面接触电器设备的金属外壳。

2. 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、更换焊件需要改接二次回路、转移工作地点、更换保险丝等时,必须切断电源后进行。推拉闸刀开关时,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、手套须保持干燥、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,防止焊钳与焊件短路而烧坏弧焊电源。焊接电缆应尽量采用整根,避免中间接头。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工作场地施焊时,必须采取专门的防护措施,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,遇险时及时抢救。

⑥ 在光线较暗的环境工作时,必须用手提工作行灯,一般环境行灯电压不超过 36V,在潮湿、金属容器等危险环境工作时,照明行灯电压不超过 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,应立即切断电源,通知维修部门修理,焊工不得自行修理。

3. 触电抢救措施

① 切断电源。遇到有人触电时,不得赤手去拉触电人,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。

二、特殊环境安全技术

比正常状态下危险性大,容易发生火灾、爆炸、触电、坠落、中毒、窒息等类事故以及各种其他伤害的环境称为特殊环境,它包括易燃、易爆有毒窒息焊接环境、有限空间场所焊接作业环境和高处焊接作业环境等。特殊环境焊接作业既有焊接作业一般环境的特点,又有焊接作业特殊环境的特征。

(一) 电焊工高空作业安全措施

离地 2m (含 2m) 以上的作业称为高空作业。在高空进行焊接作业,比在平地上作业具有更大的危险性,必须遵守下列安全操作规则。

① 在高空焊接作业时,电焊工必须戴上安全帽,要系上带弹簧钩的安全带,并把身体可靠的系在构架上,以防碰伤、坠落。

② 高空焊接作业时,焊工使用的攀登物、脚手架、梯子必须牢固可靠。梯子要有专人扶持,焊工工作时应站稳把牢,谨防失足摔伤。

③ 高空作业时,焊接电缆要紧绑在固定处,严禁绕在身上或搭在背上工作。应使用盔式面罩,不得用盾式面罩代替盔式面罩。辅助工具如钢丝刷、手锤、钎子及焊条等,应放在工具袋里。更换焊条时,焊条头不要随便往下扔。

④ 高空作业的下方,要清除所有的易燃、易爆物品。

⑤ 在高处焊接作业时,不得使用高频引弧器,预防万一触电、失足坠落。高处作业时

应有监护人,密切注意焊工安全动态,电源开关应设在监护人近旁,遇到紧急情况立即断电。

⑥ 遇到雨、雾、雪、阴冷天气和干冷时,应遵照特种规范进行焊接工作。电焊工工作地点应加以防护,免受不良天气的影响。

⑦ 患有高血压、心脏病、癫痫病、恐高症、不稳定性肺结核及酒后工人不宜从事高空焊接作业。

(二) 内有易燃、易爆介质的容器与管道的焊补作业

内有易燃、易爆介质的容器(包括罐、塔等)与管道在使用中经常出现裂缝和蚀孔,在生产过程中要进行抢修。容器与管道的焊补要在高温、高压、易燃、易爆、有毒的情况下进行,稍有疏忽,就会发生爆炸、着火、中毒,造成严重事故。容器与管道焊补作业属于特殊焊接作业,除了遵守焊接作业安全技术要求外,必须采取切实可行的防爆、防火和防中毒安全技术措施。

用于焊补内有易燃、易爆介质的容器与管道的方法有两种:置换法和带压不置换法。

1. 置换焊补的安全技术

置换法就是在焊补前用惰性介质将原有的可燃物彻底排出,使容器内的可燃物含量降到不能形成爆炸性混合物的条件,以保证焊接操作安全。置换法通常采用蒸气蒸煮,接着用置换介质(常用介质有氮气等)吹净容器内部的可燃物质和有毒物质。

为了确保安全,置换焊补必须采取下列安全措施。

(1) 安全隔离

在现场检修时,先要停止燃料容器与管道工作,并与整个生产系统前后环节隔离好。安全隔离的最好办法是在厂区或车间内划定一个安全作业区,将要焊补的设备、管道运到作业区内焊补。作业区必须符合下列防火、防爆要求:

- ① 作业区 10m 范围内无可燃物管道和设备;
- ② 室内作业区要与可燃物生产现场隔离开;
- ③ 正在生产的设备由于正常放空或一旦发生事故时,气体和蒸气不能扩散到安全作业区;
- ④ 要准备足够数量的灭火工具和设备;
- ⑤ 禁止使用各种易燃物质;
- ⑥ 作业区周围要划定界限,悬挂防火安全标志。

(2) 严格控制容器内可燃物含量

置换时应考虑到置换介质之间的密度关系,当置换介质的密度大时,从容器最低部进气,从最高点向外排放。以着手焊补前 0.5h 取得的样品分析为准,在焊补过程中还要不断取样分析。未经置换处理或虽经处理但未取样分析的可燃容器均不得动手焊补。

(3) 清洗容器的技术要求

注意清洗容器内表面积垢里或外表面的保温材料中吸附和潜存着可燃气体,它们难以被彻底置换。这样在焊补过程中,因受热可燃气体陆续散发出来,导致爆炸着火事故。油类设备、管道的清洗可用火碱水溶液清洗,但应先加水,后放碱。在容器里灌满清水也可保证安全,但要尽量多灌水,以缩小容器内可能形成爆炸性混合物的空间。

(4) 空气分析的监测

焊补过程中还要一直用仪表监视容器内外的气体成分,一旦发现可燃气体含量上升,应立即寻找原因,加以排除,当可燃气体含量上升到接近危险浓度时,要立即停止焊补,再次

清洗到合格。

(5) 严禁焊补未开孔洞的密封容器。

2. 带压不置换焊补的安全技术

带压不置换焊补应严格地控制容器的含氧量，使可燃气体的浓度大大超过爆炸上限，从而不能形成爆炸性混合物。并在正压的条件下，让可燃气体以稳定不变的速度从容器的裂纹处扩散溢出，与周围空气形成一个稳定燃烧系统，点燃气体后，再进行补焊。

为了确保安全，带压不置换焊补燃料容器及管道时，必须采取严格的安全防范措施。

(1) 严格控制容器内含氧量

焊补过程中，要加强气体成分的分析，当发现含氧量超出安全值时，应立即停止焊补。

(2) 正压操作

焊补前和焊补过程中，容器内必须连续保持稳定的正压，这是关键，一旦出现负压，空气进入正在焊补的容器中，必然引起爆炸。正压大小要控制在 $0.02 \sim 0.067 \text{ MPa}$ 之间。此外，应设置水压计，专人看管。

(3) 严格控制工作地点周围可燃气体的含量

必须小于该可燃物爆炸下限的 $1/3$ 或 $1/4$ ，否则不得施焊。

(4) 焊补操作的安全技术要求

① 焊工应避免点燃的火焰，防止烧伤。

② 预先调好焊接工艺参数，焊接电流太大，会在介质的压力作用下，产生更大的熔孔，造成事故。

③ 遇到周围条件发生变化，如系统内压力急剧下降或含氧量超过安全值等，都要立即停止焊补。

④ 焊补过程中，如果发生猛烈喷火时，应立即采取消防措施，但火未熄灭以前不得切断可燃气体来源，不能降低系统压力，以防止容器吸入空气形成爆炸性混合物。

⑤ 焊补前应先弄清楚焊补部位的情况，如形状、大小及补焊范围。

三、焊接作业的防火防爆措施

① 在焊接现场要有必要的防火设备和器材，诸如消火栓、砂箱、灭火器（四氯化碳、二氧化碳、干粉灭火器）。焊接施工现场发生火灾，应立即切断电源，然后采取灭火措施。必须注意，在焊接车间不得使用水和泡沫灭火器进行扑救，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。在可燃性物品附近进行焊接作业时，必须有一定的安全距离，一般距离应大于 10 m 。

③ 严禁焊接有可燃性液体和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、可燃液体、可燃气体的容器，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气体和可燃粉尘的环境严禁焊接作业。

第二节 焊接劳动卫生与防护

一、电弧焊接有害因素

电弧焊接作业中会不可避免产生各种有害因素，主要有：电弧辐射、高频电场、金属和非金属粉尘、有毒气体、金属飞溅、射线和噪声等，这些因素对人体都有相当程度的损害，