

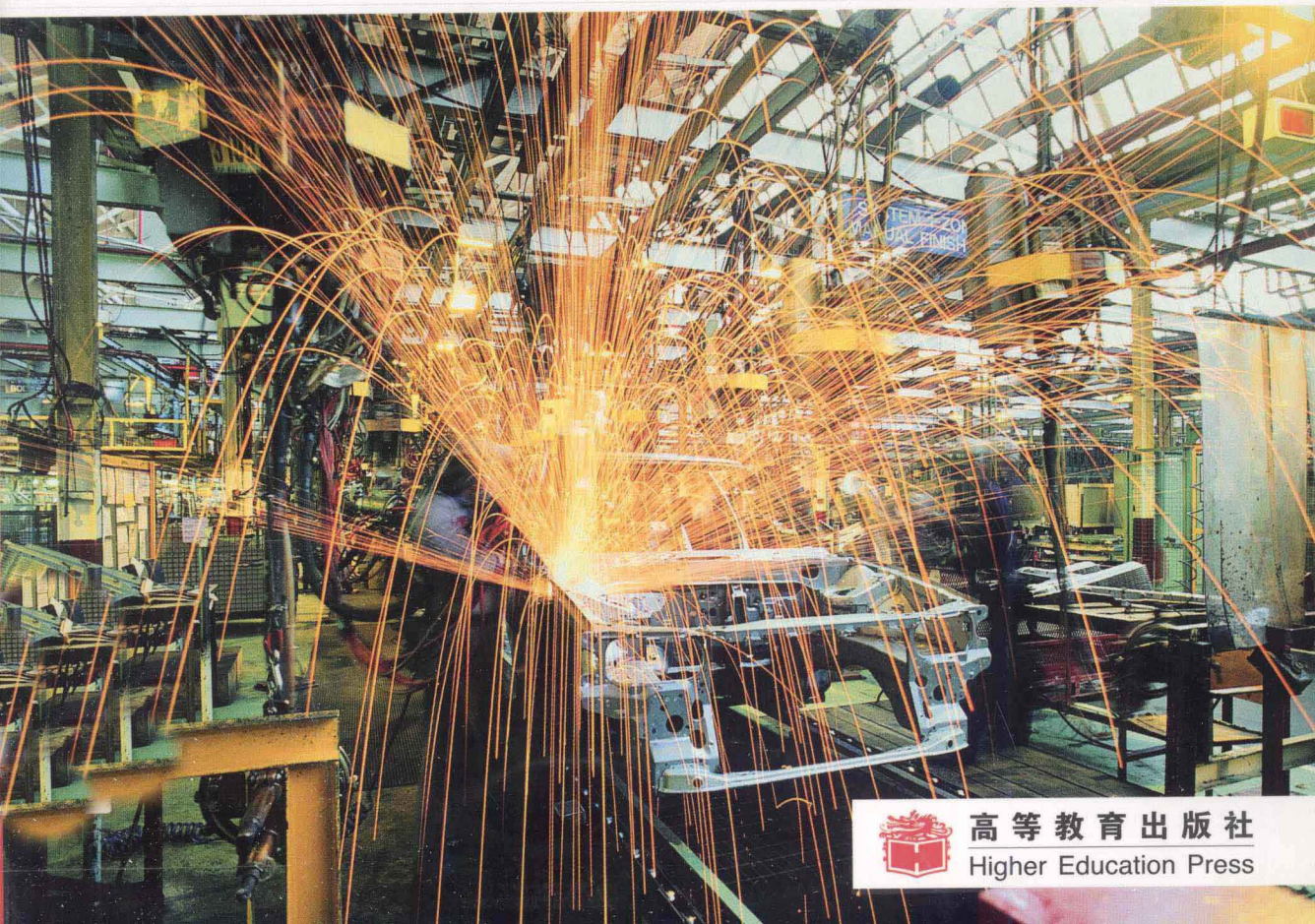


中等职业学校教材

“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列

焊接技能训练 (中级工)

王若愚 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

中等职业学校教材

“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列

焊接技能训练

(中级工)

王若愚 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部颁布的中等职业学校《焊接专业教学指导方案》的要求，并参照《焊工国家职业标准》和《中华人民共和国职业技能鉴定规范——电焊工》对中级焊工的技能要求编写的，每个单元都安排了实训课题，以期达到技能训练与技能考核鉴定规范相结合的目的。

全书内容包括焊条电弧焊、CO₂ 气体保护焊、手工钨极氩弧焊和埋弧自动焊四个单元。全书着重焊接操作技能的传授和动手能力的培养，内容丰富翔实，深入浅出，操作性和实用性强。

本书为中等职业学校焊接专业教材，也可作为焊工技能培训和中级焊工职业技能鉴定的教材。

图书在版编目(CIP)数据

焊接技能训练：中级工/王若愚主编. —北京：高等教育出版社，2009.9

ISBN 978 - 7 - 04 - 025995 - 7

I. 焊… II. 王… III. 焊接 - 专业学校 - 教材 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 135207 号

策划编辑 陈大力 责任编辑 王素霞 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉
版式设计 张岚 责任校对 殷然 责任印制 尤静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400 - 810 - 0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京铭成印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2009 年 9 月第 1 版
印 张	12.5	印 次	2009 年 9 月第 1 次印刷
字 数	300 000	定 价	18.20 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 25995 - 00

国务院《关于大力发展职业教育的决定》的精神推动着我国职业教育事业蓬勃发展。为提高职业教育教学质量，教育部启动了新一轮职业教育教学改革活动。高等教育出版社始终站在更新观念及职业教育教学改革的前列，打造优质教学资源，研发精品教学资源，增强服务意识，提高服务本领，支持职业教育事业的发展。

在教育部新一轮职业教育教学改革的进程中，焊接专业技能型紧缺人才的培养培训日益受到关注。高等教育出版社本着服务于职业教育事业发展，服务于职业学校教师教学，服务于职业学校学生学习的指导思想，推出了本套满足中等职业学校焊接专业教学实际需要的专业课改革成果系列教材。

本系列教材是由多年从事中等职业教育焊接专业教学工作的一线骨干教师和学科带头人并邀请相关企业人员参与，通过社会调研，对劳动力市场人才进行需求分析，进行课题研究，研发专业人才培养方案，制定核心课程标准。本系列教材在新一轮教学改革成果的基础上，根据教育部颁发的《焊接专业教学指导方案》，参照《焊工国家职业标准》、有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准，并在征询相关企业人员的意见后编写而成。其主要特点为：

1. 打破了原有的“以学科为中心”的课程体系，课程设置、教学内容与企业技术发展同步，贯彻了以就业为导向，突出职业岗位能力培养为主的职业教育思想。
2. 在使用时有较强的可操作性。专业基础理论削枝强干，够用为度，兼顾发展；技能训练课程内容实行“项目化”，项目根据学生掌握专门技术的认知规律设置课题。
3. 课程体系与教学内容突出职业能力培养，固化课程改革成果，渗透素质教育，强化职业道德，注重安全、环保意识的培养。
4. 引领教学方法和手段改革潮流，适宜在“行动导向”教学原则下采用“项目教学法”、“任务引领(驱动)教学法”、“工作过程系统化教学法”、“理实一体化教学法”。
5. 以最新的国家标准编写，融入了新知识、新技术、新工艺和新方法。语言表述平实，通俗易懂，便于学生自学。

伴随着教育部新一轮职业教育教学改革不断深化，焊接专业教学资源会更加丰富，我们将陆续研发焊接专业的多媒体教学资源，全方位满足焊接专业技能型紧缺人才培养培训的教学需求。本套教材在推广使用中，将根据反馈的信息和教学需求的变化进行修订与完善。

前言

PREFACE

本书内容包括焊条电弧焊、CO₂ 气体保护焊、手工钨极氩弧焊和埋弧自动焊四部分。本书突破了以往教材的编写模式，立足于培养实用型人才为目标，采取融“教、学、练”为一体的教学模式。

本书体现了“以能力培养为核心，以实践教学为主，理论与实践相结合”的教学新思路，突出实践教学的主导地位。本书不同于理论教材，重点在于焊接操作技能的传授和动手能力的培养。每个单元技能训练课题的设计力求具有针对性、典型性和实用性。课题安排遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂的循序渐进的教学规律。本书实训课题内容丰富，以便各学校根据教学要求选取不同的实训课题。

本书第二、三单元的部分实训课题由河北省定州市技工学校金焊把焊工快训部王立宗编写，其余部分由四川机电职业技术学院王若愚编写并担任主编。

本书由清华大学李家枢教授审稿，他对书稿提出了许多宝贵的修改意见和建议，提高了书稿质量。编者参考和借鉴了国内出版的有关教材和相关资料。在此一并表示衷心感谢！

将焊工技能训练与职业技能鉴定规范相结合是本书的特色。在推广使用中希望能得到使用者的反馈意见，以便不断改进与完善。由于时间仓促，编者水平有限，不足之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见和建议。

本书采用出版物短信防伪系统，用封底下方的防伪码，按照本书最后一页“郑重声明”下方的使用说明进行操作，可查询图书真伪并有机会赢得大奖。登录 <http://sv.hep.com.cn>，可获得图书相关信息及教学资源。

编者
2009 年 6 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

传 真：(010)82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

短信防伪说明：

本图书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

反盗版短信举报：编辑短信“JB，图书名称，出版社，购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话：(010)58582300/58582301

获取信息及资源：

登录<http://sv.hep.com.cn>，可获得图书相关信息及资源。

目 CONTENTS 录

第一单元 焊条电弧焊	1	二、设备的安装调试	71
第一节 焊条的检验及工艺性能		三、焊接设备的维护及故障排除	73
试验	1	第三节 CO₂ 气体保护焊基本操	
一、焊条的检验	1	作技术	75
二、焊条的工艺性能试验	2	一、操作前准备	75
第二节 焊接设备的维护与故障		二、焊前检查	75
排除	4	三、焊枪操作的基本要领	76
一、焊接变压器的维护及故障排除	4	四、基本操作技术	80
二、硅整流焊机的维护及故障排除	5	第四节 实训课题	83
三、逆变焊机的维护及故障排除	6	课题一 T 形接头平角焊	83
第三节 实训课题	6	课题二 T 形接头立角焊	89
课题一 V 形坡口板对接立焊	6	课题三 板对接平焊	91
课题二 V 形坡口板对接横焊	15	课题四 板对接立焊	97
课题三 小径管水平固定焊	20	课题五 板对接横焊	101
课题四 小径管垂直固定焊	27	课题六 小径管水平转动焊	103
课题五 大径管水平固定焊	30	课题七 小径管水平固定焊	108
课题六 大径管垂直固定焊	36	课题八 小径管垂直固定焊	109
课题七 骑座式管板垂直固定平焊	39	课题九 大径管水平转动焊	111
课题八 骑座式管板水平固定焊	47	课题十 大径管水平固定焊	116
课题九 插入式管板垂直固定平焊	52	课题十一 大径管垂直固定焊	117
课题十 插入式管板水平固定焊	58	第三单元 手工钨极氩弧焊	120
第二单元 CO₂ 气体保护焊	62	第一节 钨极氩弧焊基本知识	120
第一节 CO₂ 气体保护焊基本知识	62	一、钨极氩弧焊的基本原理及特点	120
一、CO ₂ 气体保护焊的特点	62	二、焊接材料	121
二、焊接材料	63	三、焊接工艺参数及其对焊接质	
三、焊接参数及选择	64	量的影响	122
四、常见缺陷的产生原因及防止措施	65	四、常见缺陷的产生原因及防止	
五、CO ₂ 气体保护焊的危害与安全		措施	127
操作规程	69	五、钨极氩弧焊的危害与安全操	
第二节 CO₂ 气体保护焊设备的		作规程	128
使用及维护	70	第二节 钨极氩弧焊设备的使用	
一、设备的组成	70	与维护	130

一、设备的组成	130	第二节 埋弧焊的焊接材料	164
二、设备的安装	132	一、焊丝	164
三、钨极氩弧焊设备的维护和故障排除	133	二、焊剂	164
第三节 钨极氩弧焊基本操作	134	三、焊剂与焊丝的选配	166
一、焊前准备	134	第三节 埋弧自动焊机的维护保养及故障排除	166
二、焊枪握法及焊枪的运动	135	一、埋弧自动焊机的维护保养	166
三、焊接方向	136	二、埋弧自动焊机的常见故障及排除方法	167
四、基本操作技术	136	第四节 埋弧焊常见缺陷及防止方法	168
五、焊接操作要点	139	第五节 埋弧自动焊技术	170
第四节 实训课题	140	一、焊前准备	170
课题一 V形坡口板对接平焊	140	二、对接焊缝	171
课题二 V形坡口板对接立焊	146	三、角焊缝	177
课题三 V形坡口板对接横焊	149	第六节 实训课题	178
课题四 小径管水平转动焊	152	课题一 埋弧焊基本操作训练	178
课题五 小径管水平固定焊	158	课题二 I形坡口对接平焊	181
课题六 小径管垂直固定焊	160	课题三 V形坡口对接平焊	185
第四单元 埋弧自动焊	163	参考文献	189
第一节 埋弧焊的特点及应用	163		
一、埋弧焊的特点	163		
二、埋弧焊的应用	164		

第一单元

焊条电弧焊

第一节 焊条的检验及工艺性能试验

一、焊条的检验

为确保焊接质量，新购进的焊条应进行下列检验。

1. 外观检验

焊条表面应细腻光滑，无影响焊接质量的裂纹、气泡、杂质及药皮剥落等缺陷，药皮应无偏心，焊芯无锈蚀，引弧端有倒角，夹持端牌号标志清晰。

2. 药皮强度检验

将受检焊条置于水平位置，然后使它自由落到水平光滑的钢板上，受检焊条只允许两端药皮脱落。受检焊条下落高度根据焊条直径而定，当焊条直径 ≥ 4 mm 时，下落高度为 1 m；当焊条直径 < 4 mm 时，下落高度为 0.5 m。

3. 工艺性检验

用待验焊条进行焊接试验，若引弧容易，电弧燃烧稳定、飞溅小，药皮熔化均匀，焊缝成形好，不产生气孔、裂纹、夹渣和咬边等缺陷，脱渣容易，则焊条的工艺性好。

4. 理化检验

焊接重要产品用的焊条，检验时应焊正式工艺试验板，除进行外观检验外，还要对试板进行 X 光探伤，取样做金相试验、化学分析及力学性能试验，所有项目都合格时，焊条才合格。

当焊工对所使用焊条的质量发生怀疑时，可用下述方法鉴别焊条质量。

(1) 将几根焊条放在手掌上滚动，若焊条互相碰撞时发出清脆的金属声，则焊条药皮干燥可用；若发出低沉的沙沙声，则焊条药皮已受潮不能用。

(2) 将焊条在焊接回路中短路数秒钟，若焊条表面出汗、出现颗粒状斑点，则焊条已受潮不能用。

(3) 焊芯上有锈痕，则焊条已受潮不能用。

(4) 将厚药皮焊条缓慢弯成 120° 角，若药皮大块脱落或药皮表面无裂纹，则是受潮焊条。干燥的焊条在缓慢弯曲时，有小的脆裂声，继续弯至 120° 时，药皮受拉面会出现小裂纹。

(5) 焊接时药皮成块脱落,产生大量水蒸气或有爆裂现象,则说明焊条已受潮。

已受潮的焊条,若药皮脱落,则应报废。若酸性焊条受潮不严重,或焊芯上有轻微锈痕,焊接时基本上能保证质量,烘干后可以再用,但不能用来焊接重要结构。若碱性焊条焊芯上有锈痕,则不能使用。

二、焊条的工艺性能试验

焊条的工艺性能是指焊条在使用时的操作性能,它是评定焊条质量的重要指标。焊条的工艺性能包括:焊接电弧的稳定性、焊缝成形、焊条的再引弧性能、脱渣性、各种位置焊接的适应性、飞溅程度、焊条的熔化速度、药皮发红程度以及焊条发尘量等。

1. 焊接电弧的稳定性

焊接电弧是否稳定直接影响焊接质量和焊接过程能否连续顺利地进行。焊接电弧的稳定性(简称稳弧性)与很多因素有关,如焊接电源的特性(包括电源种类、空载电压以及电源的动特性等)、焊接工艺参数以及焊条药皮组成成分等。

在生产中评定焊接电弧稳定性的方法有以下三种:

(1) 在焊接过程中用肉眼观察焊条熔化情况。稳弧性好的焊条,电弧燃烧平稳、柔和,没有噪声,不灭弧,熔滴细小,以“雾状”向熔池中喷射,操作者有轻松的感觉;而稳弧性差的焊条,电弧燃烧时发出“劈劈啪啪”的噪声,电弧摇摇晃晃,飞溅大,易断弧。

(2) 在一定的焊接工艺及电源条件下,测量电弧拉断时的弧长。其方法为:将焊条垂直装夹在支架下,在焊条下放一钢板,间隙为 2.5 mm,用石墨片引弧,焊条熔化到一定弧长后即自行断弧。断弧后轻轻敲除熔渣,去除焊条端头的套筒,测量焊条顶部与焊条末端的距离,该距离为断弧长度。每种焊条测量三次,取平均值。此法简单准确,且具有一定的可比性,应用较多。

(3) 在一定的焊接工艺及电源条件下,测量焊接过程中电弧的熄灭喘息次数。其测定方法为:用同一焊机,采用较低的空载电压,固定一名焊工,采用同一规范在钢板上焊完整根焊条。在施焊过程中,观察并记录灭弧喘息次数。

2. 焊缝成形

良好的焊缝成形应该是焊缝表面光滑,焊缝两边整齐,波纹细密美观,焊缝几何形状正确(焊缝向母材圆滑过渡、无咬边、余高适中)。焊缝表面成形不仅反映了表面美观问题,成形不良的焊缝内部往往存在夹渣、未焊透、气孔及裂纹等缺陷,影响焊接接头的力学性能。

影响焊缝表面成形除操作因素外,还主要决定于焊条药皮熔点、比重、熔渣凝固温度、高温时熔渣的粘度、表面张力及电弧吹力等物理性能。

焊缝成形的评定应按焊条所规定的焊接位置进行。一般都在平焊位置施焊,焊后除去焊渣,观察焊缝成形情况。

3. 焊条的再引弧性能

焊条的再引弧性能是指在一定的焊接工艺和电源条件下,整根焊条熔化到 $1/2$ 长度时,收弧并间隔一定时间再引弧的难易程度。测定方法为:收弧后约 3 s,在试验钢板的另一处,以焊条熔化端和钢板轻轻接触,不做敲击动作,不得破坏药皮套筒,观察再引弧情况。

进行再引弧性能试验时,一般每种焊条测三次,有两次以上可以引燃者,则认为再引弧性

能合格。试验中，焊接电流一般采用焊条说明书中建议的中等电流值。

4. 脱渣性

脱渣性是指焊后熔渣从焊缝表面清除的难易程度。如果脱渣困难，则会显著降低生产率，多层焊时影响更大，此外还易造成夹渣等缺陷，因此脱渣性是评定焊条工艺性能的又一重要指标。

影响脱渣性的因素有熔渣的膨胀系数、氧化性、疏松度和表面张力等，其中熔渣的膨胀系数是影响脱渣性的主要因素。焊缝与熔渣的膨胀系数之差越大，脱渣越容易。由于不同类型焊条的熔渣物理性能不同，所以它们的脱渣性有一定的差异。此外，脱渣性也与焊接位置和接头形式有关。

生产中常在平板或坡口上施焊或用实际工作的接头形式施焊，以观察焊条的脱渣性。

5. 各种位置焊接的适应性

通常认为能适应平焊、立焊、横焊、仰焊和平角焊这五种位置焊接的焊条称为“全位置”焊条。由于不同类型焊条的电弧吹力及熔渣物理性能(熔点、粘度和表面张力)不同，所以在各种位置上焊接的适应性也不同。每种牌号焊条所适用的焊接位置，通常在焊条说明书中特别加以注明。除某些特殊焊条外，几乎所有焊条都能进行平焊。

目前尚无科学的评定焊条各种位置焊接适应性的测试方法和手段，只能依靠焊工的感觉，即按焊条的熔化情况、电弧稳定性、熔渣流动性、脱渣性、飞溅以及焊缝成形等结果来判定。

6. 飞溅程度

飞溅是在熔焊过程中液体金属颗粒向周围飞散的现象。飞溅太多会影响焊接过程的稳定性，增加金属的损失等。

影响飞溅程度的因素很多，熔渣粘度增大、焊接电流过大、药皮中水分过多、电弧过长以及焊条偏心等都能引起飞溅的增加。此外，在用直流电源时极性选择不当飞溅也会增大，如低氢钠型焊条焊接时正接比反接飞溅大；交流焊比直流焊时飞溅大；熔滴过渡形态、电弧的稳定性对飞溅也有很大影响。

各类焊条飞溅大小往往用飞溅率来衡量，飞溅大的焊条，其飞溅率一般也高。常用的钛型、钛钙型焊条，焊接时其熔滴主要以细颗粒形式过渡，电弧稳定，且在套筒的定向气流作用下有利于减少飞溅，所以它们的飞溅率小。低氢型焊条由于熔滴主要以较大颗粒的短路形式过渡，电弧稳定性差，所以焊条飞溅较大，在采用较大的电流和较长的电弧焊接时，飞溅更为明显。

焊条飞溅性的试验方法：将 250 mm × 50 mm × 20 mm 的 Q235A 钢试板垂直放在厚 5 mm 的纯铜板上，并用 1 mm 厚纯铜皮围成高 300 mm 的椭圆形屏蔽，以便收集飞溅物。由一名焊工按一定的焊接参数在钢板的侧面进行平堆焊，焊完整根焊条。焊前称出焊条的质量，焊后收集飞溅物(铁珠和焊渣)称出质量，再称出剩余焊条质量，代入下式计算飞溅率(要求焊 3 根焊条，取平均值)。

$$\text{飞溅率} = \frac{\text{飞溅物质量}}{\text{焊接前焊条质量} - \text{剩余焊条质量}} \times 100\%$$

注意事项：

(1) 通常试板尺寸为 250 mm × 50 mm × 20 mm。对熔敷效率在 110% 以上的焊条，其试板

的尺寸应为 300 mm × 50 mm × 25 mm。

(2) 使用同一焊机, 由同一名焊工采用同一操作方法施焊。对交直流两用焊条, 应采用交流电源进行试验。

(3) 焊接电流应选用焊条说明书中建议的上限电流值。

(4) 焊条和试板称重应精确到 $\pm 1\text{ g}$, 飞溅物精确到 $\pm 0.01\text{ g}$ 。

(5) 焊条剩余长度一般不大于 70 mm。

7. 焊条的熔化速度

影响焊条熔化速度的因素主要有焊条药皮的组成及厚度、电弧电压、焊接电流、焊芯成分及直径等。其中焊条药皮的组成对焊条的熔化速度影响最明显。焊条的熔化速度可用其熔化系数来表示。在药皮中加入较多的铁粉, 一方面可以提高焊条的熔化速度, 另一方面由于药皮导电、导热性的提高, 在焊接时允许使用较大的电流, 使焊条的熔化速度进一步提高, 工艺性能亦能得到改善。

8. 药皮发红程度

药皮发红是指焊条焊到后半段时, 由于药皮温升过高而导致发红、开裂或脱落的现象。这将使药皮失去保护作用, 引起焊条工艺性能恶化, 严重影响焊接质量。这个问题在不锈钢焊条的应用中显得更为突出。

9. 焊条发尘量

在电弧高温作用下, 焊条端部、熔滴和熔池表面的液体金属及熔渣迅速蒸发, 产生的蒸气排出电弧区外即迅速被氧化或冷却, 变成细小颗粒飘浮于空气中, 而形成焊接烟尘。

焊接烟尘污染环境并影响焊工健康。为了改善焊接工作环境的卫生状况, 许多国家先后制定了工业卫生的有关标准。1974 年美国规定焊接烟尘最高容许浓度为 5 mg/m^3 , 随后日本、瑞典等国也采用了这个标准。我国在现行的国家标准 GB 9448—88《焊接与切割安全》中规定, 锰及其化合物(换算成 MnO_2)的最高容许浓度为 0.2 mg/m^3 , 氟化氢及其他氟化物(换算成氟)最高容许浓度为 1 mg/m^3 , 其他粉尘最高容许浓度为 10 mg/m^3 。

第二节 焊接设备的维护与故障排除

一、焊接变压器的维护及故障排除

当焊接变压器出现故障时, 应立即切断电源及时检修。焊接变压器常见故障及排除方法见表 1-1。

表 1-1 焊接变压器常见故障及排除方法

故障特征	可能产生的原因	排除方法
焊机过热	1. 焊机过载; 2. 变压器绕组短路; 3. 铁心螺杆绝缘损坏	1. 减小焊接电流; 2. 消除短路; 3. 恢复绝缘

续表

故障特征	可能产生的原因	排除方法
焊接过程中电流忽大忽小	1. 焊接电缆与焊件接触不良； 2. 可动铁心随焊机振动而移动	1. 使电缆与焊件可靠接触； 2. 防止铁心移动
可动铁心在焊接过程中发出强烈的“嗡嗡”声	1. 可动铁心的制动螺钉或弹簧太松； 2. 铁心活动部分的移动机构损坏	1. 紧固螺钉，调整弹簧拉力； 2. 检查修理移动机构
焊机外壳带电	1. 一次绕组或二次绕组碰壳； 2. 电源线与罩壳碰接； 3. 焊接电缆误碰外壳； 4. 未接地或接地不良	1. 检查并消除碰壳； 2. 消除碰壳现象； 3. 消除碰壳现象； 4. 接妥地线
焊接电流过小	1. 焊接电缆过长，降压太大； 2. 焊接电缆卷成盘形，电感太大； 3. 电缆接线柱与焊件接触不良	1. 减小电缆长度或加大直径； 2. 将电缆放开，不使它成盘状； 3. 使接触处接触良好

 二、硅整流焊机的维护及故障排除

硅整流焊机常见故障及排除方法见表 1-2。应特别注意，当硅整流元件损坏时，必须待故障排除后才能更换新元件。

表 1-2 硅整流焊机常见故障及排除方法

故障特征	可能产生的原因	排除方法
焊机空载电压太低	1. 网路电压过低； 2. 变压器一次绕组匝间短路； 3. 磁力启动器接触不良	1. 调整电压至额定值； 2. 消除短路现象； 3. 使接触良好
焊接电流调节失灵	1. 控制绕组匝间短路； 2. 焊接电流控制器接触不良； 3. 控制整流元件击穿	1. 消除短路现象； 2. 使电流控制器接触良好； 3. 更换元件
焊接电流不稳定	1. 主回路交流接触器抖动； 2. 风压开关抖动； 3. 控制绕组接触不良	1. 消除抖动； 2. 消除抖动； 3. 使其接触良好
风扇电动机不转	1. 熔断丝烧断； 2. 电动机绕组断线； 3. 按钮开关触头接触不良	1. 更换熔断丝； 2. 修复或更换电动机； 3. 修复或更换按钮开关
焊接过程中焊接电压突然降低	1. 主回路全部或部分产生短路； 2. 整流元件击穿； 3. 控制回路断路	1. 修复线路； 2. 更换元件，检查保护线路； 3. 检修控制回路

续表

故障特征	可能产生的原因	排除方法
焊机外壳带电	1. 电源线误碰罩壳; 2. 变压器、电抗器、风扇及控制线路元件等碰罩壳; 3. 未接地线或接地不良	1. 检查并消除碰壳现象; 2. 消除碰壳现象; 3. 接妥地线

三、逆变焊机的维护及故障排除

使用逆变焊机前应仔细阅读说明书,明确焊机各开关、旋钮的功能及使用方法。焊机在使用一定时间以后,在断电的情况下可用高压空气清除机内的灰尘、油污,以保证焊机的正常工作及延长焊机的使用寿命。焊机在空载时,机内只有轻微的风机工作声,过流、过热、过压、欠压指示灯都不亮,只有电源指示灯亮,大电流引燃电弧后,偶尔有一些小的高频响声属正常现象。当焊机连续工作机内过热时,焊机内的保护系统将强迫其停止工作,当温度降到适宜工作的温度时焊机会自动恢复工作。如果过、欠压指示灯亮,说明电网供电不正常,焊机不会工作。待检查供电正常后,再开机工作。当过流灯亮时焊机不会工作,关机 5 min 后再开机,如果过流指示灯还亮,说明焊机内部发生故障,需排除,应及时联系维修。焊机内部故障未排除之前,不允许再次通电或盲目乱动。

注意:焊机内部有 600 V 以上高电压,为确保安全,严禁随意打开机壳,检修工作应由经技术培训认可的专人进行,并作好安全防护,以防发生人身事故。

第三节 实训课题

课题一 V 形坡口板对接立焊

板对接立焊时,由于熔渣的熔点低,流动性好,液态金属和熔渣易分离,造成部分熔池脱离熔渣的保护,运条方法不当时,易产生气孔。因此,立焊时,要控制好焊条角度,采用短弧焊。

一、焊前准备

(1) 试件材料 试件材料可选用 Q235、20g、16Mn 钢板。建议采用 16Mn,因 16Mn 应用较广,价格较低。这种钢材覆盖面较广,根据《锅炉压力容器焊工考试规则》规定,16Mn 划归为第二类钢材,用这类钢材做试板,考试合格后,允许施焊第一、第二类钢材。

(2) 试件尺寸 焊工技术等级考试和锅炉压力容器考试要求单面焊双面成形,选用厚度为 12 mm 的钢板,其尺寸为 300 mm × 120 mm × 12 mm,60° 的 V 形坡口,坡口形式如图 1-1 所示。

(3) 试件加工 试板可用剪板机或氧-乙炔火焰切割下料,然后用刨床或铣床加工坡口。加工坡口时不留钝边,装配时,用锉刀或角向磨光机打磨出钝边。焊工培训中可用半自动气割开坡口,稍加打磨即可使用。

(4) 焊条的选择与烘干 16Mn、20g 钢板，选用直径为 3.2 mm 的低氢型碱性焊条 E5015，焊前进行 350 ~ 400 ℃ 烘干，并保温 1 ~ 2 h；Q235 钢板，选用直径为 3.2 mm 的酸性焊条 E4303，焊前进行 100 ~ 150 ℃ 烘干，保温 1 ~ 2 h。

(5) 试板焊前清理 为防止焊接过程中出现气孔，必须重视试板焊前的清理工作，采用碱性焊条，更应加强清理，清理方法不限，但最好使用角向磨光机打磨，效率较高，效果较好。清理区为试板坡口面及靠近坡口上、下两侧 10 ~ 20 mm 范围，将铁锈、油脂、污物打磨干净，直到露出金属光泽为止，打磨范围如图 1 - 2 所示。

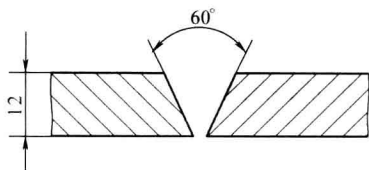


图 1 - 1 坡口形式

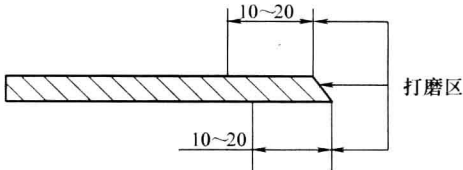


图 1 - 2 焊前打磨区

- (6) 钝边加工 用锉刀或角向磨光机加工钝边，钝边厚度为 1 ~ 1.5 mm。
- (7) 焊机 碱性焊条 E5015 用直流焊机 (ZX7 - 315 或 ZX7 - 400) 反接施焊；酸性焊条 E4303 用交流焊机和直流焊机均可。
- (8) 辅助工具 烘干箱、锉刀、角向磨光机、清渣锤、钢丝刷、面罩、焊钳等。

二、操作说明

1. 装配与定位焊

试板装配定位所用的焊条与正式焊接时相同，定位焊缝在试板两端，定位焊要牢固，防止焊接过程中产生过大的变形，使间隙缩小，造成根部无法焊透，甚至产生终端定位焊缝开裂或错边，使焊接无法进行。定位时，始焊端可少焊些，焊缝长 8 ~ 10 mm，终焊端可多焊些，焊缝长 10 ~ 12 mm，定位焊焊缝厚度一般小于 5 mm，定位焊的位置和要求如图 1 - 3 所示。

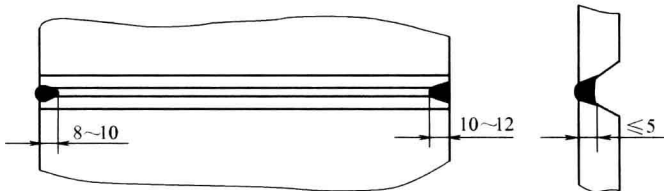


图 1 - 3 定位焊的位置和要求

焊接过程中因焊缝的横向收缩变形会造成焊缝终端端间隙缩小，因此装配时要采用不等间隙的装配，终焊端通常比始焊端大 0.8 ~ 1.5 mm。装配时，通常放入不同直径的焊条头来调整装配间隙，装配时要防止错边。板对接立焊试板装配尺寸见表 1 - 3。

表 1 - 3 板对接立焊试板装配尺寸

钝边厚度/mm	装配间隙/mm	反变形/(°)	错 边 量
1 ~ 1.5	始焊端 3.2 终焊端 4.5	3 ~ 4	≤ 1

为保证试件焊后没有角变形，试件装配后，应预置反变形，获得反变形的的方法如图 1-4 所示。12 mm 板 V 形坡口对接立焊反变形 θ 为 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。

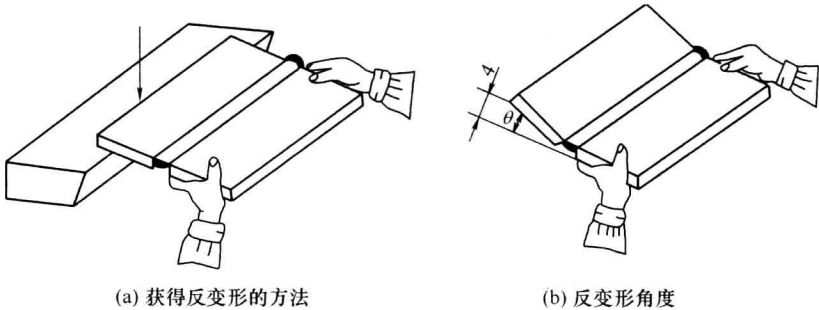


图 1-4 试板预置反变形

2. 焊道分布及焊接工艺参数

12 mm 板 V 形坡口对接立焊焊道分布为四层，每层一道，如图 1-5 所示。焊接工艺参数及操作方法见表 1-4。

表 1-4 焊接工艺参数及操作方法

焊 接 层 次	焊 条 类 型	焊条直径	操 作 方 法	起弧电流/A	推力电流/A	焊接电流/A
打底层	E4303	φ3.2	断弧焊	0	2 ~ 3	115 ~ 125
	E5015		断弧焊	1 ~ 2	2 ~ 3	110 ~ 115
			连弧焊	3 ~ 4	3 ~ 4	80 ~ 85
填充层 (第 2、3 层)	E4303 或 E5015		断弧焊或连弧焊	3 ~ 4	3 ~ 4	110 ~ 125
盖面层	E4303 或 E5015		连弧焊	3 ~ 4	3 ~ 4	105 ~ 110

3. 操作要点

将定位好的工件固定在操作架上，间隙垂直于地面，间隙小的一端在下面，如图 1-6 所示，采用立向上焊接。

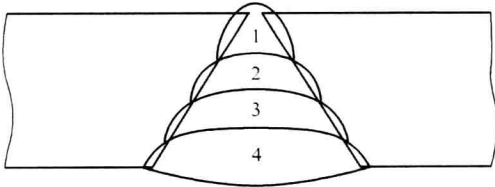


图 1-5 焊道分布

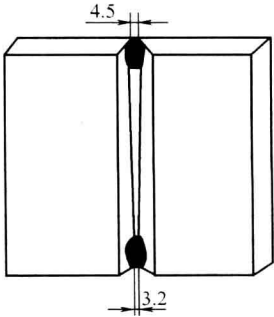


图 1-6 焊接位置示意图

(1) 打底层焊接

打底层焊接工艺参数见表 1-4，焊接时焊条与坡口两侧应垂直，焊条下倾角为 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，如图 1-7 所示。打底层施焊的操作方法分断弧焊和连弧焊，下面分别介绍。

1) 断弧焊打底层

断弧焊又称灭弧焊、熄弧焊，主要是依靠电弧燃烧及熄灭时间长短来控制熔池温度、形状及填充金属的多少，以获得良好的背面成形和内部质量。

① 引弧施焊

先在定位焊缝上引弧，引燃后稍向下拉，从最下部开始预热，弧长为 $3 \sim 4 \text{ mm}$ ，电弧从一坡口面缓慢向另一坡口面运动，不可过快。在这个过程中，开始时电弧应稍长，然后逐渐压低，电弧摆动

2~3 个来回完成预热，当电弧到达定位焊缝前沿时，立即向试件背面压送焊条，击穿定位焊缝与坡口根部的连接处，建立第一熔池，然后迅速灭弧。灭弧时一定要快，要果断，以减小飞溅及防止熔池下淌。电弧熄灭后，焊条立即沿灭弧时的轨迹向回运动，在离熔池几毫米处停留，在面罩下观察熔池，待熔池冷却形成的亮点要消失的瞬间再在熔池前方灭弧一侧引燃电弧，并对准坡口根部中心，向背面压送焊条，当听到击穿坡口根部有“噗”声并形成熔池后立即灭弧，转入有节奏的电弧引燃-击穿-灭弧的正常焊接。电弧引燃、灭弧频率每分钟 40~50 次，击穿坡口根部时，背面应透过 $1/3 \sim 1/2$ 电弧。施焊过程中，保持一定大小的熔孔和合适的熔池温度是保证背面焊道质量的关键，熔孔大小以坡口根部两侧各熔化 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 为宜，如图 1-8 所示；熔池温度以熔池形状扁平为宜，熔池温度过高，熔池大，液体金属及熔渣易下淌，易造成烧穿、气孔、焊瘤等缺陷。在整个施焊过程中，要注意观察熔孔大小和熔池状态的变化，当熔孔尺寸增大，熔池温度太高时，要减少电弧燃烧时间，增加灭弧时间；反之，当熔孔尺寸太小时，要增加燃弧时间，减少灭弧时间。此外，在施焊过程中，应采用短弧施焊，否则易造成熔渣下淌产生气孔及熔池金属下淌产生焊瘤。

② 收弧及接头

打底层焊接的关键是接头，正确接头是保证焊接质量的重要环节。未掌握好接头方法，易产生夹渣、气孔、缩孔和焊道脱节等缺陷。正确的收弧方法是良好接头的重要保证条件。正确的收弧方法是在断弧前将焊条下压，熔孔稍增大后，再将电弧向下拉 10 mm 左右熄弧，这样可防止收弧处产生缩孔，并形成斜坡，为接头打好基础。

焊缝的接头有两种方法，即热接法和冷接法。热接法是在前一根焊条焊完后，迅速更换焊条，前一根焊条熔池还没有完全凝固时，在焊接方向距弧坑 $10 \sim 15 \text{ mm}$ 处坡口面上引

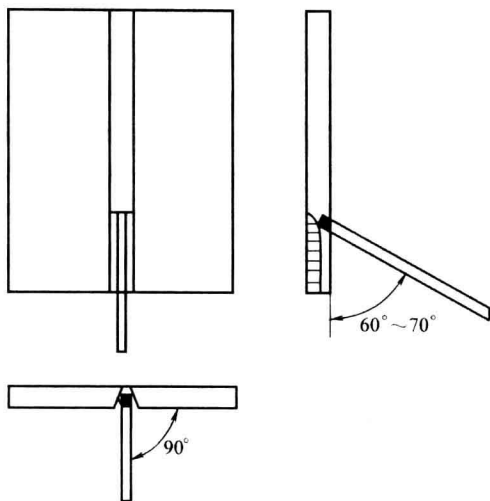


图 1-7 立焊打底层焊条角度

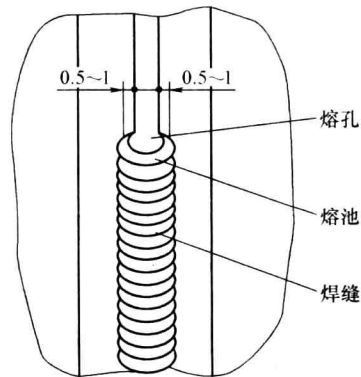


图 1-8 立焊时的熔孔