

高等学校实训教材

焊接实训指导

主编
许小平
陈长江



*Hanjie Shixun
Zhida*

武汉理工大学出版社

高等学校实训教材

焊接实训指导

主 编	许小平
	陈长江
副主编	曾 平
主 审	熊 绪

武汉理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊接实训指导/许小平编著. —武汉:武汉理工大学出版社, 2003. 4
ISBN 7-5629-1918-6

I. 焊…

Ⅱ. 许…

Ⅲ. 焊接-技术培训-自学参考资料

Ⅳ. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 033202 号

出版者:武汉理工大学出版社(武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

印刷者:武汉理工大印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:10.5

字 数:250 千字

版 次:2003 年 4 月第 1 版

印 次:2003 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1—4000 册

定 价:18.00 元

前 言

船舶工业教育是为造船行业培养中高级技术人才的一个十分重要的教育层次,它对船舶工业的发展有着直接的影响。目前教学改革正在深化、发展,为了适应形势的需要,在认真、全面地总结教改试点经验的基础上,从我国国情出发,借鉴国内外职业教育的有益经验,我们编写了这本教材。在编审过程中,始终坚持贯彻了紧密联系船舶工业企业生产实际的原则,教材内容包括安全文明生产、工艺纪律、操作方法、加工步骤、质量检验和考核实例,以操作技能训练为主,以基本功训练为重点,强调了基本操作技能训练的通用性、规范性,注意了与船舶工艺学理论内容的区别及考核实例的典型性、实用性。在编排和形式上,层次清楚,重点突出,图文并茂,形象直观,文字简明,通俗易懂,严格贯彻了最新国家标准和法定计量单位。

在内容组织上,本书根据培训大纲要求,结合生产实际,吸取模块教学特点,分设不同的培训课题。每一个课题又分解为不同的作业,每个作业再细分出若干训练内容,并设置了一些综合练习或题目,以便组织培训和学生自学。

操作技能是通过反复练习而形成的,它是掌握技能的重要条件。练习是一种有组织、有计划、有目的的学习,是渐进的过程,而不是单纯的重复。所以,要使学生掌握正确的练习方法,达到培训目标,应由有经验的指导者通过讲解练习方法和演示来指导学生进行练习。学生还要学好规定的技术理论课程,才能尽快地真正掌握这些基本操作技能,并运用到生产实践中去。

本书由许小平、陈长江副教授任主编,曾平任副主编。其中第一、二、三、八章及考核实例由许小平编写,第五、六、七章由陈长江编写,第四、九章由曾平编写,熊承刚也参与了编写工作。本书由武汉船舶职业技术学院熊绪副教授主审。

本书的编审得到了武汉船舶职业技术学院附厂、教务处、船舶工程系的大力支持,在此,向这些单位的领导及老师致以深切的谢意。

《焊接实训指导》编写组

二〇〇三年一月

目 录

第一章 焊接入门指导	(1)
一、常用的焊接方法	(1)
二、常用焊接设备简介	(1)
三、常用焊接设备的使用	(4)
第二章 手工电弧焊操作技能	(5)
作业一 平敷焊操作技能	(5)
作业二 对接焊操作技能	(9)
作业三 角焊操作技能	(12)
作业四 立焊操作技能	(18)
第三章 气割与气焊	(24)
一、气割设备、工具及安全操作技术	(24)
作业一 手工气割的基本操作技能	(28)
二、气焊设备、工具及安全操作技术	(34)
作业二 气焊的基本操作技能	(35)
三、薄板的气焊	(37)
第四章 碳弧气刨	(39)
作业一 碳弧气刨设备、工具及材料的使用	(39)
作业二 碳弧气刨操作技能	(42)
第五章 埋弧自动焊	(49)
作业一 埋弧自动焊设备及焊前准备	(49)
作业二 埋弧自动焊操作技能	(58)
作业三 对接环缝焊接	(65)
第六章 CO ₂ 气体保护电弧焊	(68)
作业一 CO ₂ 气体保护焊的基础知识	(68)
作业二 CO ₂ 气体保护焊操作技能	(76)
第七章 手工钨极氩弧焊	(85)
作业一 手工钨极氩弧焊的基本知识	(85)
作业二 手工钨极氩弧焊操作技能	(89)

第八章 电阻焊	(94)
作业一 电阻焊机的分类及主要技术要求	(94)
作业二 电阻焊机的主电源	(99)
作业三 电阻焊机的电极	(106)
作业四 点焊、缝焊、焊接工艺	(115)
第九章 焊接质量及检验	(133)
作业一 焊接缺陷	(133)
作业二 焊接检验	(139)
考核实例	(145)

第一章 焊接入门指导

在金属加工工艺领域中,焊接是一种年轻但发展非常迅速的加工方法,目前已发展成为一门独立的学科,并在能源、交通、建筑,特别是在机械制造部门中得到了广泛的应用。随着经济的发展与科学技术的进步,焊接技术将发挥越来越大的作用。

一、常用的焊接方法

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、压焊和钎焊三大类。其中熔焊应用最广泛,常用的熔焊有手工电弧焊、埋弧焊、气体保护电弧焊、电渣焊和气焊等,特点与应用范围详见表 1-1。

表 1-1 常用熔焊方法

常用熔焊方法		特点与应用范围
手工电弧焊		设备简单,使用灵活方便,适用于焊接短小及各种空间位置的焊缝,但生产效率较低,劳动强度较大
埋弧焊		生产效率高,焊接质量好,节省焊接材料和电能,焊接变形小,改善了劳动条件
气体保护电弧焊	氩弧焊	焊接质量好,热影响区窄,焊接变形小,易实现机械化、自动化。氩弧焊主要用于焊接不锈钢、铝、镁、钛等有色金属和锅炉、压力容器中的重要部件
	CO ₂ 焊	CO ₂ 焊主要用于变形较大的薄板及低碳钢和低合金钢的焊接
电渣焊		工艺方法简单,适用于大断面和变断面工件的焊接。但焊后热影响区较大,对重要的焊件要进行焊后热处理
气焊		设备简单,不需要电源,操作方便,但生产效率较低,焊件变形大,适用于焊接较薄的焊件

焊缝按不同分类方法可分为下列几种形式:

- (1)按焊缝空间位置分。可分为平焊缝、立焊缝、横焊缝及仰焊缝四种形式,如图 1-1 所示。
- (2)按焊缝结合形式分。可分为对接焊缝、角接焊缝两种,如图 1-2 所示。
- (3)按焊缝断续情况分。可分为连续焊缝和断续焊缝两种。断续焊缝又分为交错式和并列式两种,如图 1-3 所示。

二、常用焊接设备简介

1. 焊接设备的种类及特点 常用的手工电弧焊设备有弧焊变压器、弧焊发电机、弧焊整流器三类。

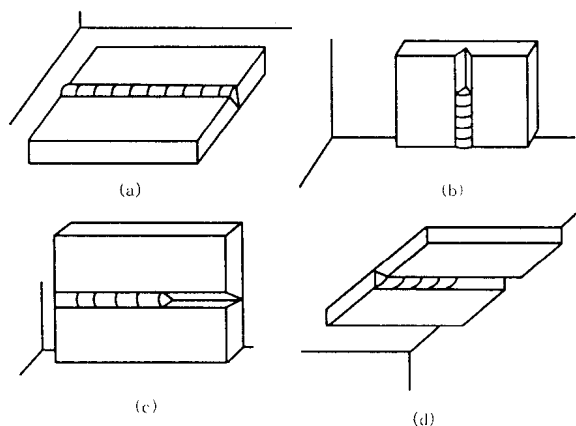


图 1-1 各种空间位置的焊缝

(a)平焊缝；(b)立焊缝；(c)横焊缝；(d)仰焊缝

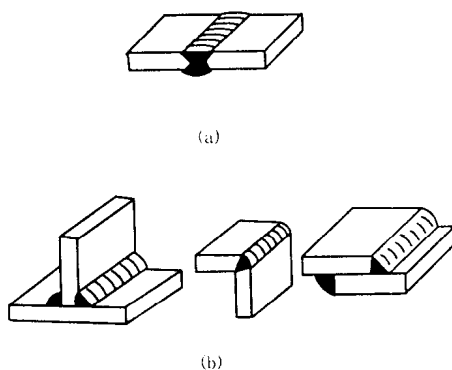


图 1-2 各种结合形式的焊缝

(a)对接焊缝；(b)角接焊缝

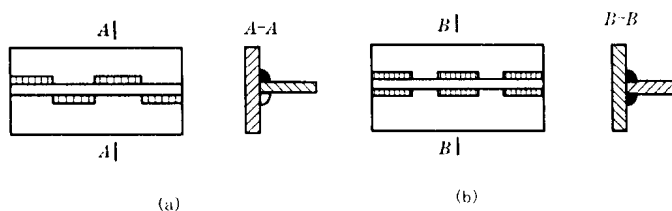


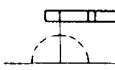
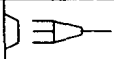
图 1-3 断续焊缝

(a)交错式；(b)并列式

弧焊变压器具有结构简单,经济耐用,维修简便等特点。弧焊发电机具有焊接电弧稳定,焊接操作性能(引弧再引弧容易等)较好等特点。弧焊整流器除具有弧焊发电机的特点外,还具有噪声小、空载耗电少、维护容易等特点。

2. 焊机铭牌 焊机铭牌要根据国家标准(GB8118-8)的规定格式,独立组成,见表 1-2,并牢固地安装在焊机的明显位置上。其上共有 20 个项目,划分成上、中、下三部分。

表 1-2 焊机铭牌

制造厂和品名							
			标准				
型式			号码				
焊接			80A/23V~350A/34V				
	1~50Hz		X	%	60%	100%	
	V ₀ 62~66V		I ₂	A	350A	270A	
			V ₂	V	34V	31V	
输入							
1~50Hz		220V		I ₁	A	91A	68A
n/min		380V		I ₁	A	53A	40A
I ₁		V ₁		I ₁	A	A	A

铭牌上的主要符号和参数表示如下意义：

- (1)该焊机是手工弧焊变压器，具有下降外特性。
- (2)空载电压 V_0 为 62~66V。
- (3)负载持续率 X 为 60%时，允许最大焊接电流 I_2 为 350A，工作电压 V_2 为 34V； X 为 100%时，最大焊接电流 I_2 为 270A， V_2 为 31V。
- (4)电流调节范围为 80~350A。
- (5)输入回路采用插座式连接方式。
- (6)焊机应接入 50Hz，380V 或 220V 的网路。

目前大多数焊机铭牌还未按新国标表示，表 1-3 为 BX3-300 型焊机铭牌，上面列有该台电焊机的主要参数：初级电压、初级电流、功率、相数、次级空载电压、工作电压、额定焊接电流、焊接电流调节范围和负载持续率等。

表 1-3 BX3-300 型焊机铭牌参数

初级电压	380V		初级空载电压		(75/60)V		
相数	1		频率		50Hz		
电流调节范围	40~400A		额定负载持续率		60%		
负载持续率 (%)	100	容 量 (kV · A)	15.9	初级电流 (A)	41.8	次级电流 (A)	232
	60		20.5		54		300
	35		27.8		72		408

铭牌上这些参数表示如下意义：

- (1)焊机应接入单相 380V 网路。

(2)焊机容量为 $20.5\text{kV} \cdot \text{A}$ 。

(3)焊机的次级空载电压有 75V 和 60V 两档。

(4)电流调节范围为 $40\sim 400\text{A}$ 。

(5)负载持续率为 60% 时,即为额定负载持续率,其初级电流为 54A ,焊接电流为 300A (即为额定电流),这时容量为 $20.5\text{kV} \cdot \text{A}$ 。

负载持续率为 100% 时,焊接电流为 232A ,初级电流为 41.8A ,这时容量为 $15.9\text{kV} \cdot \text{A}$ 。

负载持续率为 35% 时,焊接电流可增到 408A ,初级电流为 72A ,这时焊机的容量为 $27.8\text{kV} \cdot \text{A}$ 。

(6)电源频率为 50Hz 。

焊机铭牌上列出不同负载持续率时使用的焊接电流,使用时都不得超过其规定范围。

三、常用焊接设备的使用

1. 焊接回路 焊接电源向工件输出焊接的导电回路称为焊接回路。

焊接回路中的电弧电压可用电压表测量,焊接电流可用电流表测量,电流表应串在焊接回路中,电压表应与焊接回路并联,如图 1-4 所示。

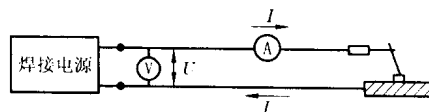


图 1-4 焊接回路中电压表、
电流表的连接

2. 焊接的启动及停止 弧焊变压器启动前,要注意焊钳与焊件不得接触,以防止短路。在合闸启动时面部切勿正对开关,以防意外事故。弧焊整流器启动时应同时开动焊机内的冷却风扇。

当焊接工作结束或临时离开工作场地时,必须及时切断电源。

3. 焊机的使用规则 正确使用焊机是延长焊机寿命,保证正常工作和焊接质量的重要环节。其使用规则是:

(1)严格按照焊机铭牌上标明的技术参数使用焊机,不得超载使用。

(2)焊机工作时,不允许有长时间短路。特别应该注意,在没有切断电流又不进行焊接的情况下,要防止焊钳与工件接触,以免造成短路现象。

(3)工作中要注意检查焊机温度是否正常。如果焊机过热($t > 60^{\circ}\text{C}$),则应等焊机温度降低后,再进行焊接。而当运转不久即发生过热现象时,应立即停车,检查维修。

(4)焊机应放置在干燥通风的地方使用。加强焊机的维护保养。

(5)使用前,应检查焊机各处的接线是否正确,导线各接头应牢固可靠,外壳应有可靠的接地,闸箱的保险丝或熔片是否完好,焊机内部是否有异物,一切正常后,方可合闸使用。

第二章 手工电弧焊操作技能

作业一 平敷焊操作技能

要点:包括引弧、运条、焊道连接、收尾等操作技能。

训练一 平敷焊的焊前准备

(一)焊机、焊条、焊体和辅助工具

焊前,焊工必须穿戴好劳动防护用品,包括工作帽、工作服、护脚和焊工手套;选用合适的护目玻璃色号;牢记焊工操作时应遵循的安全操作规程,在作业中贯彻始终。

1. 焊机 焊机由电工接好电源线和接地线,并用测电笔测量机壳的带电情况,然后由焊工本人接好焊机的输出焊接电缆线。连接焊件的电缆线可固定在一块方钢上,见图 2-1,便于使用中移动。

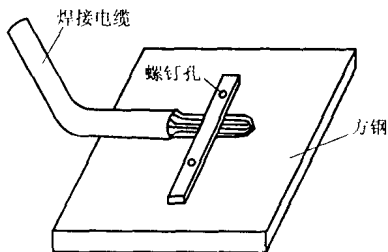


图 2-1 固定焊接电缆的方钢

2. 焊条 酸、碱性焊条具有不同的焊接工艺性能,焊工都应掌握。本作业选用 E4303(酸性焊条)和 E5015(碱性焊条)两种型号的焊条,直径分别为 2.5~5mm。焊条使用前应放在焊条烘箱内按规定的温度和时间进行烘干。在正式焊接前,应对焊条进行现场检验,检验合格后即可进行试焊。

3. 焊件 本作业采用 Q235-A 低碳钢板,厚 6~8mm,长×宽为 300mm×150mm。钢板表面用角向磨光机打磨至露出金属光泽,再用划针在钢板表面角间隔 30mm 划一条直线,并打上样冲眼作为标记。

4. 辅助工具和量具的准备 焊工操作作业区附近应备好錾子、清渣锤、焊缝万能量规、钢丝刷等辅助工具和量具。

(二)选择焊接工艺参数

焊接时,为了保证焊接质量而选定的诸物理量(例如焊接电流、电弧电压、焊接速度和线能量等)的总称,叫做焊接工艺参数。

采用手工电弧焊时主要的焊接工艺参数是焊条直径、焊接电流、电弧电压和焊接速度。焊接时,焊接工艺参数可以有一定范围的波动,正确选择适当的焊接工艺参数是保证焊缝质量的重要措施。

1. 焊条直径 采用平敷焊时,焊条直径决定于焊接厚度,见表 2-1,即焊件越厚,选择的焊条直径越粗。但是,在操作培训时,可以用较细直径的焊条在较厚钢板上进行平敷焊。

2. 焊接电流 焊接电流是最重要的焊接工艺参数。焊接电流过小,会造成电弧燃烧不稳定,产生夹渣;焊接电流过大,会使焊条发热、药皮发红脱落,焊缝产生咬边,甚至将焊

表 2-1 焊条直径与焊件厚度的关系(mm)

焊件厚度	3	4~5	6~8	>8
焊条直径	2.5~3.2	3.2~4	4~5	5

件烧穿。采用平敷焊时,焊接电流值决定于焊条直径,见表 2-2。

表 2-2 焊接电流与焊条直径(低碳钢)的关系

焊条直径(mm)	2.5	3.2	4.0	5.0
焊接电流(A)	60~80	100~130	160~210	200~270

3. 电弧电压 采用弧焊时,电弧电压值主要决定于电弧长度。电弧长,则电压高;电弧短,则电压低。弧长增加时,电弧飘动不稳,飞溅大,保护效果差,恶化焊缝表面的成形,特别是采用 E5015 焊条焊接时,还容易在焊缝中产生气孔,所以应采用短弧焊。手工电弧焊由于是手工操作,弧长难以稳定,所以电弧电压并不是焊前所能选定的一个焊接工艺参数。

4. 焊接速度 指单位时间内完成的焊缝长度。对于手工电弧焊来说,即焊条向前移动的速度,它直接影响焊缝的几何尺寸。焊接速度慢,焊成的焊道宽而高;反之,焊接速度快,焊成的焊道窄而矮。采用手工电弧焊时,焊接速度由焊工的手操纵,所以也不是焊前所能选定的一个焊接工艺参数。据实测,手工电弧焊时合适的焊接速度为140~160mm/min。

因此,焊工在进行平敷焊练习时,应根据所选用的焊件厚度,选择对应直径的焊条,再根据焊条的直径选择相应的焊接电流,而电弧电压和焊接速度则无法预先进行准确的选择,应在练习过程中摸索掌握其合适的值。

训练二 平敷焊的操作技术

(一)平敷焊的操作特点

操作时,焊工左手持面罩,右手拿焊钳,焊钳上夹持焊条,见图 2-2,各种焊接姿势见图 2-3。在焊条与焊件间产生电弧后利用电弧的高温(约 6000~8000K)熔化焊条金属和母材金属,熔化的两部分金属熔合在一起成为熔池。焊条移动后,熔池冷却成为焊缝,通过焊缝将两块分离的母材牢固结合在一起,实现焊接。

平敷焊是将焊件置于水平位置,在焊件上堆敷焊道的操作方法,这是手工电弧焊的一种最基本的操作方法。通过练习,焊工应该熟练地掌握手工电弧焊操作中各种基本动作和选择相应的焊接工艺参数,熟练各种常用焊机及辅助工具的使用方法,为以后的各种手工电弧焊操作技能培训打下坚实的基础。

(二)引弧

采用手工电弧焊时,引燃焊接电弧的过程,叫做引弧。引弧时,首先把焊条端部与焊件轻轻接触,然后很快将焊条提起,这时电弧就在焊条末端与焊件之间建立起来。常用的引弧方法有划擦引弧法和直击引弧法两种,见图 2-4。

划擦引弧法是先将焊条末端对准焊件,然后像划火柴似的将焊条在焊件表面轻轻划擦一下,引燃电弧,再迅速将焊条提升到使弧长保持 2~4mm 高度的位置,并使之稳定燃烧。这种引弧方式的优点是电弧容易引燃,操作简便,引弧效率高。缺点是容易损坏焊件



图 2-2 手工电弧焊操作图

的表面,造成焊件表面划伤的痕迹,在焊接正式产品时应该少用。

直击引弧法是将焊条末端垂直地在焊件起焊处轻微碰击,然后迅速将焊条提起,电弧引燃后,立即使焊条末端与焊件保持 $2\sim 4\text{mm}$,使电弧稳定燃烧。这种引弧方法的优点是会使焊件表面造成划伤缺陷,又不受焊件表面的大小及焊件形状的限制,所以是正式生产时采用的主要引弧方法。缺点是引弧成功率低,焊条与焊件往往要碰击几次才能使电弧引燃和稳定燃烧,操作不易掌握。

(三)运条

运条是整个焊接过程中最重要的环节,它会直接影响到焊缝的外表成形,是衡量焊工操作技术水平的重要标志之一。

运条的基本方法有直线形、直线往返形、锯齿形、月牙形、三角形和圆圈形等,见图 2-5。

运条分三个基本动作:沿焊条中心向熔池送进、沿焊接方向移动和横向摆动。焊条向熔池方向送进的目的是随着焊条的熔化来维持弧长不变。焊条下送速度应与焊条的熔化速度相适应。如果下送速度太慢,会使电弧逐渐拉长,直到断弧;如果下送速度太快,会使电弧逐渐缩短,直至焊条与熔池发生接触短路,同样导致电弧熄灭。焊条沿焊接方向移动,随着焊条的不断熔化,逐渐形成一条焊道。若焊条移动速度太慢,则焊道会过高,过宽,外形不整齐,焊接薄板时会产生烧穿现象;若焊条的移动速度太快,则焊条和焊件会熔化不均,焊道较窄。焊条移动时,应与前进方向成 $70^\circ\sim 80^\circ$ 的夹角,以使熔化金属和熔渣推向后方;否则如果熔渣流向电弧的前方,则会造成夹渣等缺陷。

运条的这两个动作不能机械地分开,而应融合在一起,才能焊出外形美观的焊缝。

(四)焊道的连接

焊接长焊道时,由于受焊条长度的限制,一根焊条不能焊完整条焊道。为了保证焊道



图 2-3 手工电弧焊的各种焊接姿势

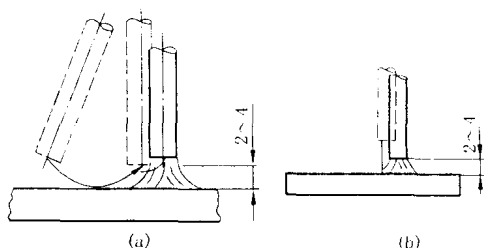


图 2-4 引弧方法

(a)划擦引弧法;(b)直击引弧法

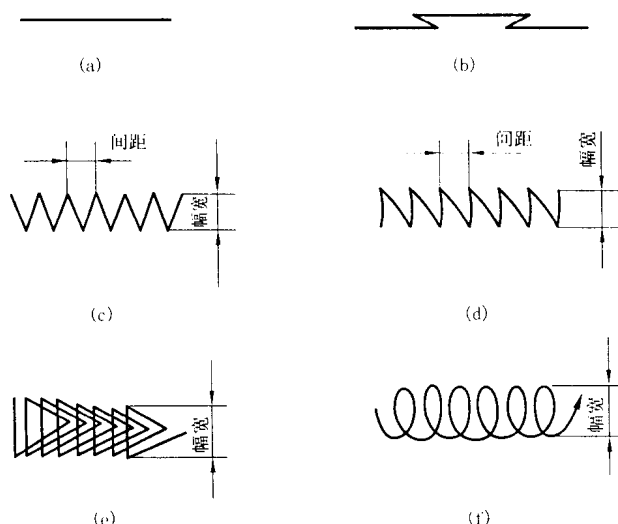


图 2-5 基本运条方法

(a) 直线形; (b) 直线往返形; (c) 锯齿形;

(d) 月牙形; (e) 三角形; (f) 圆圈形

的连续性,要求每根焊条所焊的焊道相连接,此连接处就称为焊道的接头。

由于接头处往往会产生夹渣、气孔等缺陷,因此接头的质量对于整个焊道来说,显得非常重要,也是焊工练习的重点。

焊道的连接有四种方式,见图 2-6。

第一种连接方式用得最多。连接的方法是在先焊焊道焊尾前面约 10mm 处引弧,弧长比正常焊接稍长些,然后将电弧移到原弧坑的 2/3 处,填满弧坑后,即可进入正常焊接,图 2-7 为从先焊焊道末尾处接头的方法。如果电弧后移太多,则可能造成接头过高;后移太少,将造成接头脱节,弧坑填不满。

第二种连接方式要求先焊焊道的起头处要略低些,连接时在先焊焊道的起头略前处引弧,并稍微拉长电弧,将电弧引向先焊焊道的起头处,并覆盖其端头,待起头处焊道焊平后向先焊焊道相反的方向移动,图 2-8 为从先焊焊道端头处接头的方式。

第三种连接方式是后焊焊道从接头的另一端引弧,焊到前焊道的结尾处,焊接速度略慢些,以填满焊道的焊坑,然后以较快的焊接速度再略向前,熄弧,图 2-9 为焊道接头的熄弧。

第四种连接方式是后焊焊道结尾与先焊的焊道起头相连接,再利用结尾时的高温复熔化先焊焊道的起头处,将焊道焊平后快速结尾。

(五) 焊道的收尾

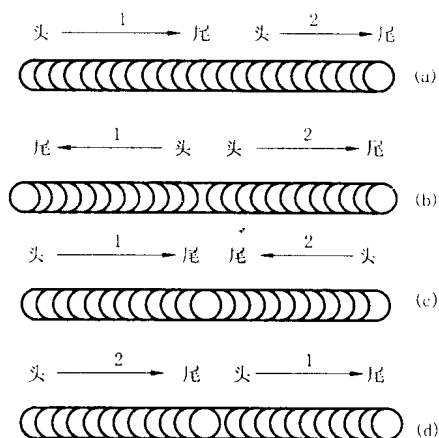


图 2-6 焊道的连接方式

1—先焊焊道; 2—后焊焊道

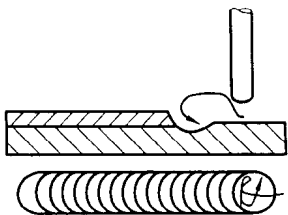


图 2-7 从先焊焊道末尾处接头的方法

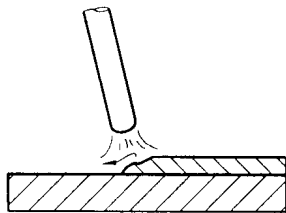


图 2-8 从先焊焊道端头处接头的方式

焊道的收尾是指一根焊条焊完后如何熄弧。焊接过程中由于电弧的吹力,熔池呈凹坑状,并且低于已凝固的焊道。因此,如果收尾时立即拉断电弧,则会产生一个低于焊道表面甚至低于焊件平面的弧坑,过深的弧坑要求焊道收尾动作不仅是熄弧,还要填满弧坑。

常用焊道的收尾方法有下列三种:

1. 划圈收尾法 焊条移至焊道终点时,利用手腕动作(臂不动)作圆圈运动,直到填满弧坑后再拉断电弧,见图 2-10。此法适用于厚板焊接,用于薄板则有烧穿的危险。

2. 反复断弧收尾法 焊条移至焊道终点时,在弧坑上需作数次反复熄弧——引弧,直至填满弧坑为止,见图 2-11。此法适用于薄板焊接。但碱性焊条不宜作此法,因为容易在弧坑处产生气孔。

3. 回焊收尾法 焊条移至焊道收尾处即停止,但未熄弧,此时适当改变焊条角度,见图 2-12,即焊条由位置 1 转到位置 2,待填满弧坑后再转到位置 3,然后慢慢拉断电弧。碱性焊条常用此法熄弧。

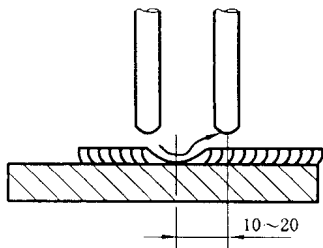


图 2-9 焊道接头熄弧

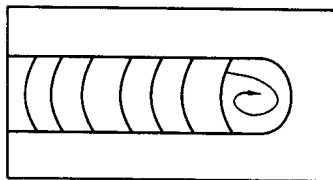


图 2-10 划圈收尾法

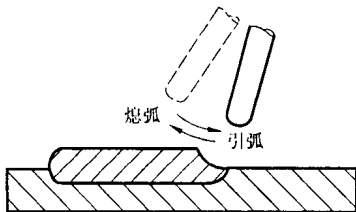


图 2-11 反复断弧收尾法

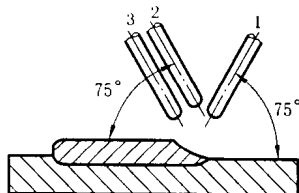


图 2-12 回焊收尾法

作业二 对接焊操作技能

训练一 I 型坡口对接焊的操作技术

(一) 焊接位置及其表示

熔焊时,焊件接触所处的空间位置,叫焊接位置。焊接位置可用焊缝倾角和焊缝转角来表示,见图 2-13。

焊缝轴线与水平面之间的夹角,叫焊缝倾角,见图 2-13(a)。

通过焊缝轴线的垂直面与坡口的 2 等分平面之间的夹角,叫焊缝转角,见图 2-13(b)。

根据焊缝在空间所处的不同的倾角和转角,焊接位置可分为平焊位置、立焊位置、横焊位置和仰焊位置四种。焊缝倾角为 $0^{\circ}\sim5^{\circ}$,焊缝转角为 $0^{\circ}\sim10^{\circ}$ 的焊接位置叫平焊位置,对接平焊是指在平焊位置对接接头的一种操作方法,即为 I 型坡口的对接焊,见图 2-14。

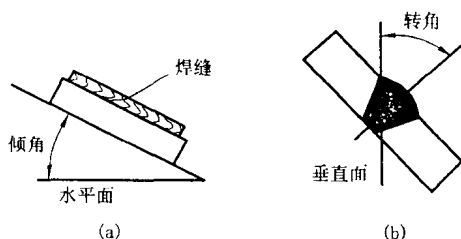


图 2-13 焊接位置的表示
(a)焊缝倾角;(b)焊缝转角

(二)焊前准备

1. 焊机 选用交、直流弧焊机各一台,其参考型号为 BX3-330,ZXG-300。
2. 焊条 选用 E4303 和 E5015 两种型号,直径为 3.2~4mm。焊条按规定要求进行烘干。
3. 焊件 采用 Q235-A 低碳钢板,厚度为 3~6mm,钢板表面及对接面处用角向磨光机打磨至露出金属光泽。
4. 辅助工具和量具 角向磨光机、焊条保温桶、镊子、清渣锤、钢丝刷、焊缝万能量规等。

(三)装配及定位焊

不开坡口的对接接头分为无垫板和有垫板两种形式,见图 2-15。

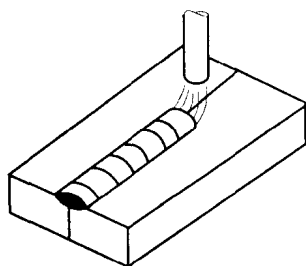


图 2-14 I 型坡口的对接焊

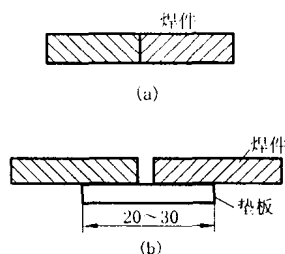


图 2-15 I 型坡口的对接接头
(a)无垫板;(b)有垫板

焊件装配时应保证两板对接处齐平,板厚时应留有一定的间隙,以保证能够焊透,间隙的大小决定于板厚,见表 2-3。

焊件的装配间隙用定位焊缝来保证。定位焊缝是指焊前为装配和固定焊件接头的位置而焊接的短焊缝。定位焊缝的长度和间距与板厚有关,见表 2-4。

表 2-3 I 型坡口对接接头的装配间隙(mm)

项 目	无垫板		有垫板	
焊件厚度	3~3.5	3.5~6	3~4	4~6
装配间隙	0~1	2~2.5	0~2	2~3

表 2-4 定位焊缝的长度与间距(mm)

焊件厚度	定位焊缝尺寸	
	长 度	间 距
3~4	5~10	50~100
4~6	10~15	100~150

(四)焊接操作

焊接方法与平敷焊相同。对于无垫板的对接接头,首先进行正面焊接,根据不同的板厚,选择对应的焊条直径和焊接电流,见表 2-5。当采用较小的装配间隙时,可采用较大的焊接电流;反之,采用较大的装配间隙时,必须采用较小的焊接电流,以避免将焊件烧穿。正面焊缝的熔透深度应达到板厚的 $2/3$,以保证焊件在厚度上全部焊透。如果达不到,可适当增加焊接电流或加大装配间隙。正面焊缝焊完后,将焊件翻转,继续焊接反面焊缝。此时应该将正面焊缝焊接时从间隙中透过来的熔渣清理干净。反面焊缝焊接时的焊接工艺参数见表 2-5。焊条与工件所成角见图 2-16。焊接结束后,焊缝外形尺寸的要求见图 2-17。

表 2-5 I 型坡口对接接头的焊接工艺参数

焊件厚度 (mm)	正面焊缝		反面焊缝	
	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)
3	3.2	90~120	3.2	90~120
4	3.2	100~130	3.2	100~130
	4	140~160	3.2	150~170
5	4	160~180	4	160~190
6	4	180~200	4	200~210

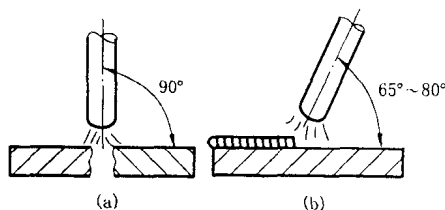


图 2-16 对接焊时焊条的倾角

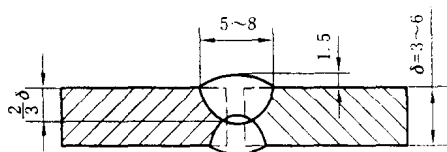


图 2-17 I 型坡口对接焊缝的外形尺寸

厚度为 3mm 的薄板焊件或更薄的焊件,焊接时经常会发生烧穿的现象。此时将焊件一头垫起,使焊缝倾角成 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$,从高往低进行下坡焊,见图 2-18,这样可以提高焊速和减小熔深,防止烧穿,并且焊成的焊缝表面比较光滑平整。但是焊缝倾角也不能太大,否则焊接时熔渣会流向电弧前方,甚至铁水向下漫流,影响焊缝质量。

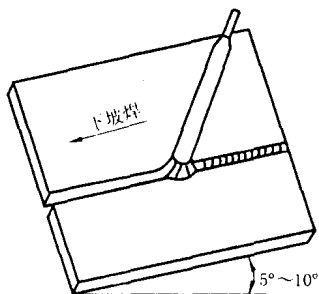


图 2-18 下坡焊操作示意图