

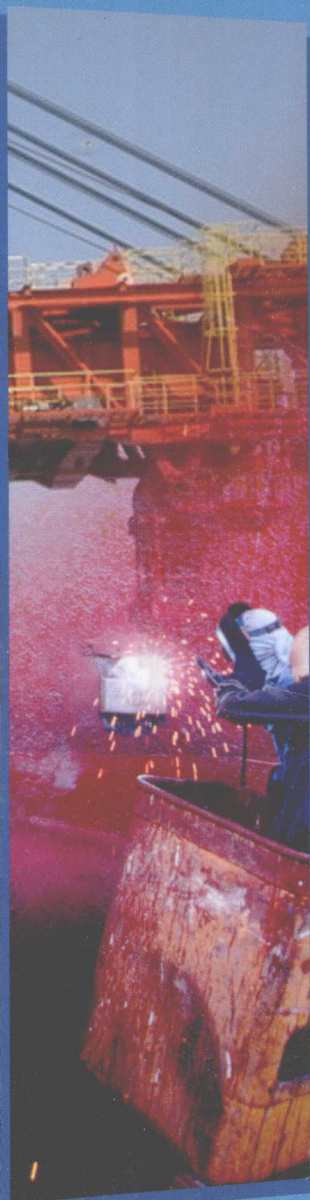


内河船舶建造系列丛书

船舶焊接

CHUANBO HANJIE

赵洪江 主编



人民交通出版社
China Communications Press



内河船舶建造系列丛书

船舶焊接

CHUANBO HANJIE



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书共分为六章,其中第一章至第五章讲述了在船舶焊接中具有广泛应用的手工电弧焊、埋弧自动焊、CO₂ 焊、TIG 焊和 MIG 焊工艺的基本原理、基本操作、焊接参数的选择和制定以及相对应的焊接安全要求等;第六章根据内河船舶入级和建造规范对船体焊接质量检验的内容进行了介绍。

本书可作为从事船体焊接、船舶建造施工、检验、监造等方面工作人员的参考。

图书在版编目(CIP)数据

船舶焊接 / 赵洪江主编. —北京: 人民交通出版社, 2011. 1

(内河船舶建造系列丛书)

ISBN 978-7-114-08691-5

I. ①船… II. ①赵… III. ①内河船—造船—焊接工
艺 IV. ①U671.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 187341 号

书 名: 内河船舶建造系列丛书
船舶焊接

著 作 者: 赵洪江

责任编辑: 赵瑞琴

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 4.75

字 数: 96 千

版 次: 2011 年 1 月 第 1 版

印 次: 2011 年 1 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08691-5

印 数: 0001 ~ 4000 册

定 价: 20.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

内河船舶建造系列丛书

编委会

主 任 马庆生

执行主任 贾玉康

副主任 杨永祥

委 员 马庆生 杨永祥 赵洪江 赵 虹 林宏强

周 宏 陈 刚 施裕斌 贾玉康

编写人员名单

《船体制图》	杨永祥
《船体结构》	林宏强
《船舶建造工艺》	赵 虹
《船舶焊接》	赵洪江
《船舶设备》	周 宏
《船舶动力装置》	施裕斌
《船舶电气》	陈 刚
《内河船舶检验》	贾玉康
《船舶工程管理》	马庆生

序 言

XUYAN

内河船舶的制造经历木船、水泥船到钢质船的发展,单船吨位由几吨、几十吨、发展到几百吨到几千吨,甚至已经超过万吨。但是在生产管理、经营管理、技术管理、质量管理、制造工艺水平和工艺装备等方面仍不能适应内河船舶制造业快速发展的需要,迫切需要技术和智力上的支持。作为船舶建造质量的源头监督管理部门泰州市船舶检验局,在实施船舶检验的过程中,以服务内河造船业发展为己任,对提高内河船舶建造质量,提升内河船厂竞争力进行了积极有益的探索,主动联合江苏科技大学,抽调资深验船师组成联合工作组,对目前江苏省内河船舶生产企业的生产管理、经营管理、技术管理、质量管理、工艺水平和工艺装备等方面进行调查分析,结合国家相关的法律、法规、政策、规范等要求,组织编写了“内河船舶建造系列丛书”,用来指导和规范内河船舶的修造和管理。

“内河船舶建造系列丛书”的编写,凝聚了泰州市船舶检验局领导、验船师和江苏科技大学相关老师的智慧和能力。它侧重于生产过程的工艺,并兼顾过程管理和检验的方法,能够使现有的内河船舶生产企业的相关从业人员,在内河船舶建造实践过程中得到帮助和启发,从而保证内河船舶制造水平的不断提高。

“内河船舶建造系列丛书”的编写,得到了江苏省船舶检验局、江苏省国防科工办等上级部门领导的认可和大力支持,同时也得到了有关船舶制造业专家的全力帮助和指导。“内河船舶建造系列丛书”的完成,经过了船舶制造业相关专家的评审,得到了进一步的完善。相信“内河船舶建造系列丛书”的出版必将为内河船舶制造和生产管理水平的提高,起到良好的作用。

江苏省船舶工业协会会长



前言

QIANYAN

根据目前内河船舶修造企业在内河船舶制造过程中缺乏相应的生产组织、制造工艺、质量控制、经营管理的指导书籍的现状,泰州市船舶检验局联合江苏科技大学组织在内河造船领域具有丰富理论和实践经验的专家教授、高级工程师、高级验船师编写了“内河船舶建造系列丛书”。

本丛书在经过充分调查研究的基础上编写而成,我们多次召开船厂管理、技术人员座谈会,广泛听取相关人员的意见。力求教材内容具有较强的针对性和适用性。全书采用了最新颁布规范、标准、法规等,以内河船舶建造的基本知识为基础,理论与实践相结合为原则。

本丛书共九册,包括《船体制图》、《船体结构》、《船舶建造工艺》、《船舶焊接》、《船舶设备》、《船舶动力装置》、《船舶电气》、《船舶工程管理》、《内河船舶检验》。全书文字简洁、内容齐全、叙述精练、通俗易懂、便于自学,可作为内河船舶建造、管理人员的培训教材,同时可供从事内河船舶建造行业有关人员参考。

《船体制图》由杨永祥编写、《船体结构》由林宏强编写、《船舶建造工艺》由赵虹编写、《船舶焊接》由赵洪江编写、《船舶设备》由周宏编写、《船舶动力装置》由施裕斌编写、《船舶电气》由陈刚编写、《内河船舶检验》由贾玉康编写、《船舶工程管理》由马庆生编写。

编写过程中受到众多专家的帮助和指导,对本书的编写提出很好的建议和修改意见,在此一并表示诚挚的谢意。

本书的编写,尽管我们做了很大的努力并力求创新,限于编者的水平和精力,不当之处在所难免,诚望读者不吝指正。

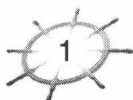
《内河船舶建造系列丛书》编委会

2011年1月

目 录

MULU

第一章 手工电弧焊焊接工艺	1
第一节 手工电弧焊基本知识	1
第二节 手工电弧焊工艺参数	3
第三节 手工电弧焊基本操作技术	5
第四节 焊接缺陷及处理方法	8
第五节 手工电弧焊的安全要求	13
第二章 CO ₂ 气体保护焊工艺	14
第一节 CO ₂ 气体保护焊的基本知识	14
第二节 CO ₂ 气体保护焊的主要设备	15
第三节 CO ₂ 气体保护焊的操作技能	17
第四节 CO ₂ 气体保护焊的质量控制	22
第五节 CO ₂ 气体保护焊的安全要求	23
第三章 埋弧焊工艺	25
第一节 埋弧焊的基本知识	25
第二节 埋弧焊的设备和材料	26
第三节 埋弧自动焊工艺及操作	30
第四节 埋弧焊主要缺陷及防止	33
第五节 埋弧焊的安全要求	36
第四章 钨极氩弧焊(TIG 焊)工艺	37
第一节 钨极氩弧焊的基本知识	37
第二节 钨极氩弧焊的设备和材料	38
第三节 钨极氩弧焊工艺及操作	39
第四节 钨极氩弧焊的安全要求	44
第五章 熔化极氩弧焊(MIG 焊)工艺	46
第一节 熔化极氩弧焊的基本知识	46
第二节 熔化极氩弧焊的设备和材料	47
第三节 熔化极氩弧焊的熔滴过渡	48
第四节 熔化极氩弧焊的焊接参数	49
第五节 熔化极氩弧焊的其他方法	50



第六章 船体焊接质量检验 54

第一节 焊缝的焊前检验 54

第二节 焊缝的焊接规格和表面质量检验 56

第三节 焊缝内部质量检验 62

参考文献 65

第一章 手工电弧焊焊接工艺

第一节 手工电弧焊基本知识

手工电弧焊是船厂焊接操作中非常重要的一种焊接方式,所使用的设备简单、操作方便灵活,适应在各种条件下的焊接,特别适合于形状复杂的船体结构的焊接。虽然各种自动化的焊接方式在船厂生产中越来越普遍被采用,但手工电弧焊在船厂焊接操作中仍是不可或缺的。

一 手工电弧焊基本原理

手工电弧焊是利用电能,将焊件接头处加热至熔化状态,并添加填充金属(焊条)完成焊接的方法。

手工电弧焊的组成部分有:作为电源的电焊机、焊接电缆、电焊钳、电焊条,产生热能的电弧,需被连接的工件以及观察电弧和熔池情况的面罩等,如图 1-1 所示。

二 焊接电源种类和极性的选择

焊接采用的电源有交流和直流两大类,一般根据焊条的性质进行选择。通常,酸性焊条可同时采用交、直流两种电源,一般优先选用交流弧焊机。碱性焊条由于电弧稳定性差,所以必须使用直流弧焊机;对于药皮中含有较多稳弧剂的焊条,亦可使用交流弧焊机,但此时电源的空载电压应较高些。

采用直流电源时,焊件与电源输出端正、负极的接法,叫极性。焊件接电源正极,焊条接电源负极的接线法叫正接,也称正极性。焊件接电源负极,焊条接电源正极的接线法叫反接,也称反接法。

极性的选择原则是:

(1)碱性焊条常采用反接。因为碱性焊条正接时,电弧燃烧不稳定,飞溅严重,噪声大。使用反接时,电弧燃烧稳定,飞溅很小,而且声音较平静均匀。酸性焊条如使用直流电源时通常采用正接。

(2)焊接厚钢板时应采用正接,而焊接薄板、铸铁、有色金属时,应采用反接。因为阳极部分的温度高于阴极部分,所以用正接可以得到较大的熔深。

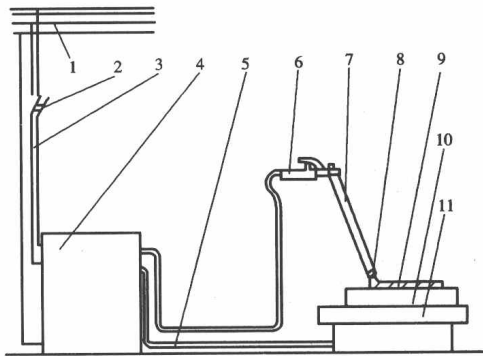


图 1-1 手工电弧焊组成示意图

1-电网;2-开关;3-电源线;4-电焊机;5-焊接电缆;
6-电焊钳;7-电焊条;8-电弧;9-焊缝;10-工件;
11-工作台





采用交流电源时,不存在正接和反接的接线法。

三 焊条

1. 焊条的组成

焊条由焊芯和药皮组成。焊芯是经过特殊冶炼的金属丝。药皮是压涂在焊芯表面的涂料层。焊条直径(通常指焊芯直径)有 2mm、2.5mm、3.2mm 或 3mm、4mm、5mm、5.8mm 及 6mm 等几种。常用的是 3.2mm、4mm、5mm 三种。

2. 焊条的分类

船舶焊接通常使用的是结构钢焊条,按焊条药皮熔化后的熔渣特性焊条可分为酸性焊条和碱性焊条。其牌号编制的具体规定为:第一个汉语拼音大写字母“J”或汉字“结”表示结构钢焊条;“J”后面的两位数表示焊缝金属抗拉强度等级;“J”后面的第三位数字表示药皮类型和电源种类。表 1-1 给出一些常用焊条的有关特性。

常用焊条的有关特性

表 1-1

焊条分类	J421	J422	J423	J424	J425	J426	J427
	钛型	钛钙型	钛铁矿型	氧化铁型	纤维素型	低氧型	低氧型
熔渣特性	酸性	酸性	酸性	酸性	碱性	碱性	碱性
电弧稳定性	柔和、稳定	稳定	稳定	稳定	稳定	较差、交、直	较差、直流
飞溅	少	少	中	中	多	较多	较多
焊缝外观	纹细、美	美	美	稍粗	粗	稍粗	稍粗

四 焊接接头型式

船体焊接中常见的接头型式主要有对接接头、T 型接头、角接接头、搭接接头和塞焊接头 5 种,如图 1-2 所示。

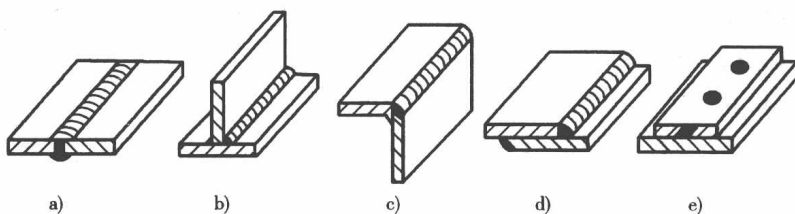


图 1-2 焊接接头型式

a) 对接接头;b) T 型接头;c) 角接接头;d) 搭接接头;e) 塞焊接头

五 焊接坡口型式

坡口就是根据设计或工艺需要,在焊件的待焊部位加工成一定几何形状的沟槽。

常用的坡口形状有 V 形、X 形和 U 形,此外还有双 U 形、单边 V 形、单边 U 形、K 形等型式。图 1-3 给出常见对接焊缝的各种坡口型式。对于 T 型接头,常用的坡口形状有单边 V 形、K 形、双 U 形、J 形等型式。

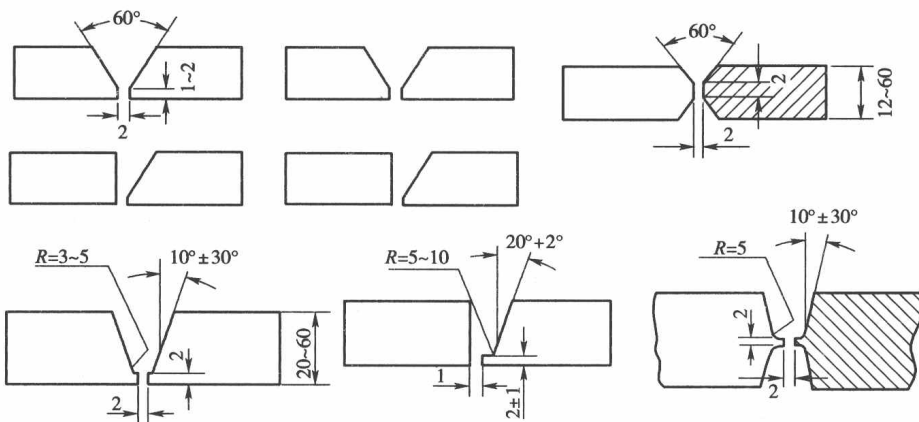


图 1-3 对接焊缝各种坡口型式(尺寸单位:mm)

六 焊缝型式

焊缝按不同的分类方法可以分为下列几种型式:

- (1)按空间位置的不同焊缝可以分为:平焊缝、立焊缝、横焊缝和仰焊缝。
- (2)按结合形式的不同焊缝可以分为:对接焊缝、角焊缝和塞焊缝。

塞焊缝是指将两焊件相叠,其中一块开有圆孔或腰圆孔,然后在孔中焊接所形成的填满该孔的焊缝。

第二节 手工电弧焊工艺参数

手工电弧焊的焊接工艺参数通常包括:焊条、焊接电流、电弧电压、焊接速度等。焊接工艺参数选择得正确与否,直接影响焊缝形状、尺寸、焊接质量和生产效率。

一 焊条的选择

(一) 焊条类型选择

酸性焊条的焊接工艺性较好,对弧长、铁锈不敏感,且焊缝成形好,脱渣性好,广泛用于一般结构的焊接。碱性焊条的焊缝中的力学性能和抗裂性能均比酸性焊条好,可用于合金钢和重要结构的焊接,但这类焊条的工艺性能较差,引弧不够稳定,飞溅较大,不易脱渣,必须采用短弧焊。

下列钢制船舶构件和结构焊接时应采用碱性焊条:

- (1)船体大合拢时的环形焊缝;
- (2)起重桅柱、吊货杆、吊艇架、拖钩架、尾轴架、油船上的系缆桩等以及与其相连接的构件的焊缝;
- (3)主机功率大于或等于 220kW 的基座及其相连接的构件。

(二) 焊条直径的选择

用过粗的焊条焊接,会造成未焊透或焊缝成形不良;用过细的焊条焊接会使生产效率降





低。焊条直径选择与下列因素有关:

1. 焊件厚度

厚度较大的焊件应选用大直径的焊条;反之,薄焊件的焊接,则应选用小直径的焊条,具体数据见表 1-2。

焊条直径的选择

表 1-2

焊件厚度(mm)	2	3	4~5	6~12	>13
焊条直径(mm)	2	3.2	3.2~4	4~5	4~6

2. 焊接位置

在板厚相同的条件下,平焊位置的焊接其选用的焊条直径应比其他位置大一些。立焊、横焊和仰焊应选用较细的焊条,一般不超过 4mm。否则,熔池加大,铁水易流下,焊缝不能很好地成形。

3. 焊接层数

在进行开坡口多层焊时,第一层若选用过大直径的焊条焊接,则焊条不能深入坡口根部,造成根部焊不透现象,而且清根又过深,增加焊接工作量。因此,第一层焊道应选用小直径焊条焊接,以后各层可以根据焊件厚度,选用较大直径的焊条。

4. 接头型式

T 型接头和搭接接头都应选用较大直径的焊条。



焊接电流的选择

焊接电流的大小是影响焊接生产效率和焊接质量的重要因素之一。

选择焊接电流时,应根据焊条类型、焊条直径、焊件厚度、接头型式、焊接位置和层数等因素综合考虑。如果焊接电流过小会造成电弧不稳、未焊透、夹渣以及焊缝成形不良等缺陷。反之,焊接电流过大易产生咬边、焊穿、增大焊件变形和金属飞溅量,也会使接头的组织由于过热而发生变化。所以,焊接时要合理选择焊接电流。

(一) 根据焊条直径选择

手工电弧焊焊接碳钢时,可按下列经验公式来选择:

$$I = (3 \sim 5)d$$

式中: I ——焊接电流,A;

d ——焊条直径,mm。

根据以上公式所求得的焊接电流只是一个大概数值,在实际生产中,焊工一般都凭自己的经验来选择焊接电流。一般可从下述几个方面来判断焊接电流是否合适。

(1)看飞溅。焊接电流过大时,电弧吹力大,可看到较大颗粒的铁水向熔池外飞溅,焊接时爆裂声大;焊接电流过小时,电弧吹力小,熔渣和铁水不易分清。

(2)看焊缝成形。焊接电流过大时,熔深大、焊缝余高小,两侧易产生咬边;焊接电流过小时,焊缝窄且高、熔深浅、两侧与母材金属熔合不好;焊接电流适中时,焊缝两侧与母材金属熔合得很好,呈圆滑过渡。

(3)看焊条熔化状况。焊接电流过大,焊条熔化了大半根时,其余部分均已发红;焊接电

流过小时,电弧燃烧不稳定,焊条容易粘在焊件上。

(二) 根据焊接位置选择

在相同焊条直径的条件下,平焊时焊接电流可大些,其他位置焊接时焊接电流可小些。

(三) 根据焊条类型选择

在相同条件的情况下,碱性焊条使用的焊接电流一般可比酸性焊条小 10% 左右,否则焊缝中易产生气孔。

总之,在保证不焊穿和成形良好的条件下,应尽量采用较大的焊接电流,并适当提高焊接速度,以提高生产率。

三 电弧电压的选择

手工电弧焊的电弧电压主要由电弧长度来决定。电弧长,电弧电压高;电弧短,电弧电压低。

在焊接过程中,电弧不宜过长,否则会影响焊接质量。因此,在焊接时应力求使用短弧焊接。立、仰焊时应比平焊短些,以利于熔滴过渡,防止熔化金属下滴。碱性焊条焊接时电弧的应比酸性焊条短,以利于电弧的稳定和防止气孔。所谓短弧一般认为应是焊条直径的 0.5 ~ 1.0 倍,用计算式表示如下:

$$L_{\text{弧}} = (0.5 \sim 1.0)d$$

式中: $L_{\text{弧}}$ ——电弧长度,mm;

d ——焊条直径。

第三节 手工电弧焊基本操作技术

手工焊中,焊缝能否正确成形,是否产生焊接缺陷,在很大程度上取决于焊工的操作技能,如引弧、运条、焊缝的连接等。

一 手工电弧焊的引弧技术

焊接开始时,将焊条末端轻轻接触工件,然后迅速提起,并保持一定距离(3 ~ 4mm)就可以产生电弧,这个过程称为引弧。它一般有两种方法。

(一) 直击法引弧

先将焊条末端对准焊缝,然后将手腕放下,轻微碰一下焊件,便迅速将焊条提起 3 ~ 4mm,即可引燃电弧,如图 1-4 所示。

(二) 划擦法引弧

这种方法与擦火柴有些相似,先将焊条末端对准焊缝,然后将焊条在焊件表面划擦一下,当电弧产生后趁金属还没有开始大量熔化的一瞬间,立即使焊条末端与被焊金属表面的距离维持在 3 ~ 4mm 范围内,如图 1-5 所示。

以上两种方法相比较,划擦法比较容易掌握,但是在狭小工作面上或焊件表面不允许损伤时,就不如直击法好。直击法对初学者较难掌握,一般容易发生电弧熄灭或造成短路现





象,这是由于没有掌握好离开焊件时的速度和保持一定的距离而引起的。如果动作太快而焊条又提得太高,就不能引燃电弧或电弧只燃烧一瞬间就熄灭。相反,动作太慢就可能使焊条与焊件粘在一起,造成焊接回路短路。

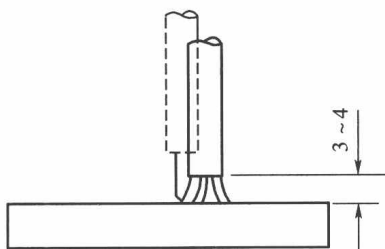


图 1-4 直击法引弧(尺寸单位:mm)

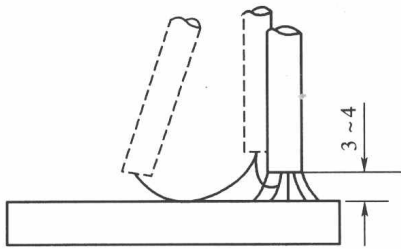


图 1-5 划擦法引弧(尺寸单位:mm)

引弧时,如果焊条和焊件粘在一起时,只要将焊条左右摇动几下,就可脱离焊件,如果这时还不能脱离,就应立即将焊钳放松,使焊接回路断开,待焊条稍冷后再折下。

直击法一般适用于酸性焊条,划擦法一般适用于碱性焊条。

手工电弧焊的运条技术

为保证焊缝质量,正确选用运条方法是十分必要的,尤其是初学者更应注意。在实践中,运条的方法很多,常用的运条方法及应用范围如下:

(一) 直线形运条法

用这种方法焊接时,保持一定的电弧长度,并沿焊接方向作不摆动的前移。由于焊条不作横向摆动,电弧较稳定,所以能获得较大的熔深,但焊缝宽度较小,一般用于 3~5mm 不开坡口的对接平焊、多层焊的第一层和多层多道焊。

(二) 直线往返形运条法

用这种方法焊接时,焊条末端沿焊缝的纵向作来回直线形摆动,如图 1-6 所示。其特点是焊速快、焊缝窄、散热快,适用于薄板和接头间隙较大的多层焊的第一层焊缝的焊接。

(三) 锯齿形运条法

用这种方法焊接时,焊条末端作锯齿形连续摆动并向前移动,在焊缝两边稍停片刻,以防止产生咬边,如图 1-7 所示。焊条作摆动是为了达到必要的焊缝宽度及便于控制熔化金属的流动,以获得较好的焊缝质量。这种方法操作容易,在实际生产中应用较广,运用于较厚钢板平焊及仰焊的对接接头、立焊的对接接头、角接头。

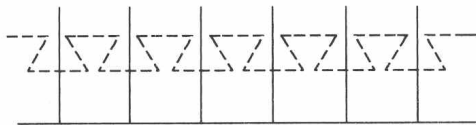


图 1-6 直线往返形运条法



图 1-7 锯齿形运条法

(四) 月牙形运条法

这种方法焊接是焊条末端沿着焊接方向作月牙形的左右摆动,摆动的速度要根据焊缝的位置、接头型式、焊缝宽度和电流大小来决定,如图 1-8 所示。为保证焊缝两侧边缘能熔

透和防止产生咬边现象,必须注意在两侧作片刻停留。这种方法适用的范围和锯齿形运条法相同,但焊缝的余高(增强量)大。

(五) 三角形运条法

这种方法焊接是焊条末端作连续的三角形运动,并不断向前移动,根据适用范围不同可分斜三角形(图 1-9a)和正三角形(图 1-9b)两种运条法。

正三角形运条法只适用于开坡口的立焊和不开坡口的立角焊。其特点是一次能焊成较厚的焊缝截面。斜三角形运条法适用于平、仰位置的角焊和开坡口的横焊。其特点是能够借焊条的运条动作来控制熔化金属,使焊缝成形良好。

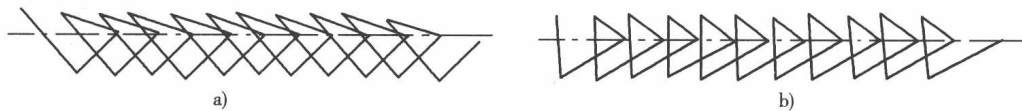


图 1-9 三角形运条法

a) 斜三角形运条法; b) 正三角形运条法

(六) 圆图形运条法

这种方法焊接是焊条末端作连续圆图形运动,并不断向前移动。它可分正圆形(图 1-10a)和斜圆形(图 1-10b)两种方法。



图 1-10 圆图形运条法

a) 正圆形运条法; b) 斜圆形运条法

正圆形运条法适用于焊接较厚焊件开坡口的平焊。斜圆形运条法适用于平、仰位置的角焊和开坡口的横焊,能有利于控制熔化金属的温度,避免下淌,有助于焊缝成形。

手工电弧焊的起头、收尾与连接技术

(一) 焊缝的起头

一般情况下,焊缝起头部分的焊缝会略高些,这是因为焊件在未焊之前温度较低,引弧后这部分金属的温度不能迅速使升高,所以造成焊缝熔深较浅而余高略高。为避免这种情况发生,在引弧后先将电弧稍微拉长些,对焊件进行必要的加热,然后适当缩短电弧进行正常的焊接。

(二) 焊缝的收尾

焊接结束时,如果突然将电弧熄灭,则会形成低于焊件表面的弧坑。正确的收尾方法有以下 3 种:

(1) 划圈收尾法:电弧在焊缝收尾处作圆圈运动,直到弧坑填满再慢慢地拉长电弧后熄弧。此法适用于厚板,酸、碱性焊条都能采用这种收尾方法。

(2) 反复断弧收尾法:在焊缝收尾处,电弧反复熄灭和引燃数次,直至弧坑填满。此法多





用于薄板、多层焊的打底层焊道或大电流焊接。采用碱性焊条不宜用反复断弧收尾法,因为容易产生气孔。

(3)回焊收尾法:电弧在焊缝收尾处停住,同时将焊条朝相反方向回焊一小段后再熄弧。这种方法适用于碱性焊条的焊接。

(三)焊缝的连接

手工电弧焊时,每两根焊条的连接处必须均匀连续地过渡。焊缝的连接一般有4种形式:

(1)头尾法:后焊焊缝的起头与先焊焊缝的结尾相接,如图1-11a)所示。要求先焊的焊缝在熄弧时不应出现明显的弧坑,后焊的焊缝在离弧坑10mm处引弧,用长弧预热片刻(低氢型焊条电弧不可长,否则易产生气孔),然后回到弧坑,并压低电弧,稍作摆动,再向前焊接。这是使用最广的焊缝连接方法。

(2)头头法:后焊焊缝的起头与先焊焊缝的起头相接,如图1-11b)所示。要求先焊焊缝的起始端应略为低些,后焊的焊缝在起焊时必须在前条焊缝始端的稍前处起弧,然后将电弧引向前条焊缝的始端,待焊平后再向焊接方向移动。

(3)尾尾法:后焊焊缝的结尾与先焊焊缝的结尾相接,如图1-11c)所示。这种方法在连接处容易形成根部未焊透等缺陷。为此,后焊的焊缝焊到先焊焊缝收尾处时,焊速应略慢些,当填满前焊缝的弧坑后再以较快的速度向前焊一段后熄弧。

(4)尾头法:后焊焊缝的结尾与先焊焊缝的起头相接,这种方法也叫分段退焊连接,如图1-11d)所示。此方法由于头尾温差较大,所以当后焊的焊缝焊至靠近前焊缝始端时,应改变焊条角度,使焊条指向前焊缝的端头,拉长电弧,待形成熔池后,再压低电弧,往回移动,最后返回原来熔池处收弧。

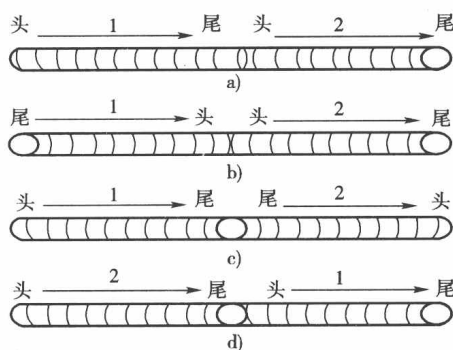


图1-11 焊缝接头的连接形式

a) 头、尾连接; b) 头、头连接; c) 尾、尾连接;
d) 尾、头连接

1-先焊焊缝; 2-后焊焊缝

第四节 焊接缺陷及处理方法

焊接缺陷的类型很多,按其在焊缝中的位置可将缺陷分为内部缺陷和外部缺陷。外部缺陷暴露在焊缝的外表面,如焊缝尺寸不合要求、咬边、弧坑、表面裂纹、表面气孔、焊瘤等;内部缺陷位于焊缝的内部,如未焊透、未熔合、夹渣以及内部气孔、内部裂纹等。

一 焊缝尺寸及形状不合要求

焊缝尺寸及形状高低不平,焊波粗劣,焊缝宽度不一,焊缝余高过高或过低,角焊缝单边及焊脚尺寸过大或过小,均属于焊缝尺寸及形状不合要求,如图1-12所示。这种缺陷不仅使焊缝成形不美观,还影响焊缝与母材的结合强度。

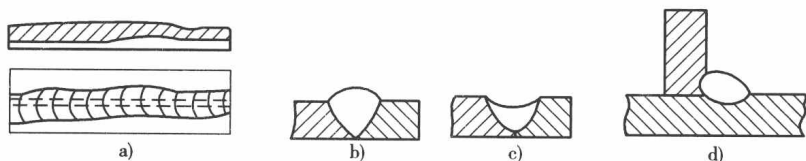


图 1-12 焊缝尺寸及形状不合要求

a) 形状不规则、不均匀; b) 过高; c) 过高过凹; d) 尺寸不等

(一) 产生的原因

- (1) 焊件坡口角度不当或装配间隙不均匀。
- (2) 焊接电流过大或过小。
- (3) 焊条角度及运条方法不当, 运条速度不均匀。

(二) 处理措施

- (1) 选择正确的坡口角度及减小装配间隙。
- (2) 合理选择焊接电流。
- (3) 熟练掌握运条手法及速度并随焊件装配间隙的变化而变化。
- (4) 焊接角焊缝时, 要保持正确的焊条角度, 运条速度及手法。

裂纹

裂纹是危险性最大的缺陷之一。它不仅会减少焊缝的有效截面, 而且裂纹的端部应力高度集中, 极易扩散导致焊件的破坏, 使产品报废甚至造成灾害性事故。

按照裂纹的形成温度范围和原因, 还可分为热裂纹、冷裂纹和再热裂纹。

(一) 热裂纹

焊接过程中, 焊缝和热影响区金属冷却过程中在高温区所产生的焊接裂纹叫热裂纹。防止热裂纹产生的措施主要有:

(1) 严格控制焊接工艺参数。如选用合理的焊缝形状系数, 选择合理的焊接顺序和方向, 尽可能采用小电流和多层多道焊等都有利于减少热裂纹的产生。

(2) 采取预热和缓冷措施。

(二) 冷裂纹

焊接接头冷却到较低温度下时产生的焊接裂纹叫冷裂纹。防止的措施主要有:

(1) 选用低氢型焊条。

(2) 严格遵守焊接材料的保管、烘焙和使用制度, 谨防受潮。

(3) 仔细清理坡口边缘的油污、水分和锈迹, 减少氢的来源。

(4) 选择预热、后热、控制层间温度、焊后热处理等工艺措施以及选择合理的装焊顺序和焊接方向等。

预热是指焊接开始前, 对焊件的全部或局部进行 $80 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 的加热或保温, 使其缓冷的工艺措施。

后热是指焊后立即将焊件加热到 $250 \sim 350^{\circ}\text{C}$, 保温 6h, 然后在空气中冷却的工艺措施。

层间温度是指多层焊时, 在施焊后继焊道之前, 其相邻焊道应保持的最低温度。

