



25mmEH36钢板FCB法焊接研究

金涛

【摘要】 针对散货船型中涉及到25mmEH36钢板拼板焊接，进行了FCB法——焊剂铜衬垫多丝单面埋弧焊的焊接工艺认可试验的研究，力求提高造船效率并降低劳动强度。通过对焊接参数及操作方法的控制，使焊件获得了良好的性能。

关键词： EH36钢板；FCB法焊接；效率

1. 概述

FCB法是一种单面焊双面成形的高效埋弧焊，目前在国内外普遍应用于船舶的拼板焊接。该工艺的应用加快了造船节奏、确保了焊接质量，为企业创造出明显的经济价值。本公司之前所能焊接的最大厚度为20mm，但在后续建造的船型中涉及到25mmEH36钢板的对接焊缝，如果FCB法技术能突破20mm这个厚度限制的话，将会对提高生产节奏和降低综合成本起到重要作用。

2. FCB法焊接

(1) FCB法的原理 FCB法的原理是在铜板上敷设一层厚度均匀的衬垫焊剂(热固化焊剂)，用压缩空气通入软管，把敷好焊剂的铜垫板升起，并以一定的压力紧贴钢板背面接缝处，正面进行多丝埋弧焊焊接，通过电弧熔化钢板坡口根部，借助焊剂和铜衬垫的作用获得单面焊双面成形的

焊缝(见图1)。由于焊剂和钢板接缝反面直接接触，使焊缝反面成形良好。焊剂下的铜衬垫既不与熔融金属接触，又有良好的导热性，它可以有效控制焊缝反面的余高，并且允许使用较大的焊接电流进行焊接，因此FCB法已成为大型船舶拼板焊接中的主要焊接工艺之一。

(2) FCB法技术难点 FCB法焊接的主要技术难点是随着钢

材厚度的增加，在焊接过程中需要的热输入量就比较大，因此造成焊缝中的合金元素在焊接过程中容易烧损，同时焊缝及热影响区晶粒易粗大，最终导致焊缝的综合力学性能降低。另外，随着板厚的增加，更难控制的是焊缝表面成形，极易出现焊缝表面成形不良(如正面焊缝余高过大、背面焊缝凹陷或偏低等)、咬边、区域偏析等现象。因此，在进行FCB法焊接工艺评定时，焊接接头的力学性能冲击吸收能量很难达到规范要求。表1为常用钢板焊接工艺评定冲击试验的温度要求。

3. 焊接试验

(1) 焊接材料的选择 焊接材料的选用需考虑多方面的因素，根据母材的化学成分和

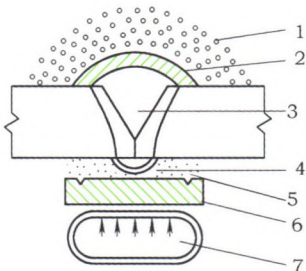


图1 FCB法的原理

1.焊剂 2、4.焊渣 3.焊缝金属 5.衬垫焊剂
6.铜衬垫 7.压缩空气

表1 常用钢板焊接工艺评定冲击试验的温度要求

试验材料等级	A、AH32、 AH36、AH40	B、D、DH32、 DH36	E、EH32、 EH36、EH40
冲击试验温度/℃	20	0	-20

性能的不同,焊丝中合金成分的要求以及焊丝焊剂的匹配等方面的问题都应考虑。目前公司引进的FCB法焊接流水线是芬兰PEMA公司制造的设备,工艺性能和操作性能相对还比较稳定,通过对国内外焊丝的各项性能指标的分类对比及综合评价,最终选择国内某焊材厂家的FCB—1W焊丝,作为首选焊丝参与25mmEH36钢板的焊接工艺评定。FCB法是三丝埋弧焊(见图2),焊丝的直径依次为4.8mm、4.8mm、6.4mm,同时选用了与之相匹配的焊剂:表面焊剂FCB—1、底层焊剂FCB—1R。

(2) 坡口准备 选用V形坡口,根部预留6mm钝边,无间隙,坡口角度为45°。

此次焊接工艺评定的板厚为25mm,由于焊接的热输入较大,所以焊缝终端处存在着较大的横向拉伸应力,在接缝的首尾端极易产生纵向裂纹,这种裂纹称为终端裂纹。为防止终端裂纹的产生,对接缝两端的引弧板和引出板需要作特殊的焊接加工,如图3所示。引弧板和引出板的厚度与工件相同,尺寸为250mm×200mm,和工件连接的一侧开30°坡口,装配焊接时需要将坡口填满,使引弧板和引出板与工件牢固连接,同时在工件接缝两端的坡口内,填充多层拘束焊缝,每层焊缝由下向上相应递减50mm呈阶梯状,这样焊接的横向拉应力就难以使焊缝产生纵向裂纹。

(3) 焊剂的敷设 利用焊剂铺设自动小车均匀地将焊剂敷

设在铜衬垫上,焊剂敷设厚度为5mm,宽度为100~120mm。底层焊剂要随用随取,防止受潮,开启后的焊剂使用期不能超过一天。

(4) 焊丝的位置、伸出长度及间距 焊剂铜衬垫单面埋弧焊FCB法采用的三丝进行单面焊接,焊丝的位置要求:前丝 L 向前倾斜15°,中丝 T_1 垂直,后丝 T_2 向后倾斜5°,后丝后倾是为了获得较大的熔宽,使焊缝正面成形良好。

三根焊丝的伸出长度分别为:前丝35mm、中丝45mm、后丝55mm;另外三丝间的间距分别是前丝与中丝之间的距离为35mm、中丝与后丝间的距离为120mm(见图4)。

(5) 焊接参数 针对25mmEH36钢板,前丝采用小直径焊丝、大的焊接电流和低的电

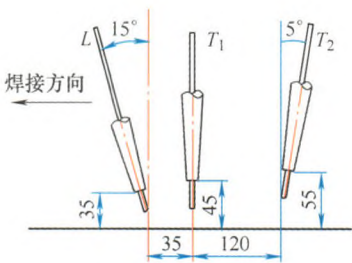


图4 焊丝的位置

弧电压,以确保根部焊透和焊缝反面成形良好;后丝采用大直径焊丝、较小的焊接电流和较高的电弧电压,以获得比较宽的熔宽和较好的表面成形。具体的焊接参数如表2所示。

(6) 试验结果 外观及NDT检测:焊接试验结束后,由相关船级社对焊缝外形进行检验,检验结果均符合相应的船级社规范;再经NDT检测(RT、MT等探伤),检测结果也符合相应的船级社规范,焊接试板内部没有发现任何缺陷。

力学性能试验:力学性能试验是对焊接结构件的性能进行实验评定,检验焊接结构件是否符合设计的技术要求,包括拉伸试验、弯曲试验、冲击试验、硬度试验和宏观金相等。本次试验项目和数量如表3所示。

经过力学性能试验,各项技术指标均满足设计的要求,特别是冲击试验(冲击温度为-20℃)。由于FCB法采用较大的焊接热输入,以确保焊件的根部完全熔透,但较大的焊接热输入会造成焊缝中合金元素的烧损,

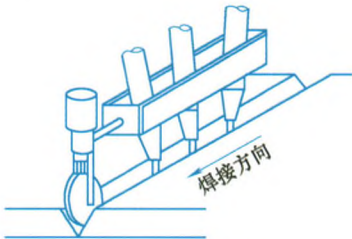


图2 三丝埋弧焊

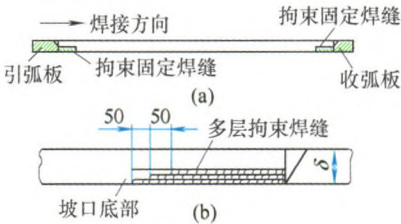


图 3

表2 焊接参数

焊丝位置	焊丝直径/mm	极性	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min ⁻¹
前丝	4.8	AC	1 500~1 650	32~35	330~380
中丝	4.8	AC	1 200~1 350	35~39	330~380
后丝	6.4	AC	1 000~1 150	40~44	330~380

致使焊缝及热影响区晶粒易粗大，最终导致焊接工艺认可试验中的冲击韧性试验值无法满足力学性能的技术要求。在实际的焊接工艺认可试验过程中，通过对焊接参数的合理控制，既满足较大的焊接热输入确保根部熔透，又使焊缝及热影响区结晶晶粒不至于太过粗大，同时又获得了良好的表面成形。

试验证明，选用合理的焊接参数和焊接顺序，是可以获得品质兼优的焊缝。-20℃冲击韧性试验结果如表4所示。

4. 结语

25mmEH36 FCB法焊接工艺获得认可，标志着公司的平直分段生产流水线更上一个台阶，并且对于船板对接焊缝的生产带来

表3 理化试验项目及数量

评定项目	横向拉伸	低温冲击	侧弯	硬度	宏观
数量(组/个)	2	27	4	1	1

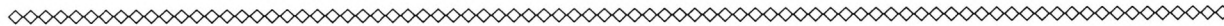
表4 低温冲击韧性试验结果

试样位置		编号	试验温度/℃	冲击值/J			平均值/J
正面焊缝	焊缝中心	C1	-20	168	142	144	151
	熔合线	C2	-20	56	62	47	55
	熔合线+1mm	C3	-20	92	64	65	73
	熔合线+2mm	C4	-20	54	50	32	45
	熔合线+3mm	C5	-20	34	40	60	44
	熔合线+5mm	C6	-20	56	192	154	134
	熔合线+10mm	C7	-20	226	193	238	219
根部焊缝	焊缝中心	C8	-20	160	140	88	129
	熔合线	C9	-20	90	186	82	119

了更大的空间。在实际生产中特别是船体甲板的焊接采用焊剂铜衬垫单面埋弧焊FCB法进行焊接生产，在焊接质量得到有效保证的同时加快了生产节奏，提高了自动焊接的生产比例。

作者简介：金涛，扬帆集团股份有限公司。

MW 20170423



伊萨推出新款Weld CF 70S—3M镀锌钢板专用无镀铜焊丝

2017年4月21日，伊萨推出针对中国市场的新款Weld CF 70S—3M镀锌钢板专用无镀铜焊丝。该新款焊丝拥有较高性价比和卓越性能，能较好地满足国内终端市场用户的应用需求，进一步完善和丰富了伊萨焊丝产品线。

Weld CF 70S—3M 是一种设计专门用于焊接镀锌钢板用气保焊丝。该焊丝通过特殊的合金作用，在弧焊应用中极大限度的减少了气孔生成的几率，从而提高焊缝性能，减少焊后返修。同时该焊丝采用伊萨特色的无镀铜焊丝生产工艺。与传统镀铜实芯焊

丝相比，无镀铜焊丝焊接时具有优越的送丝性能，产生的焊接烟尘量较少，焊后清理工作减少，焊接环境更加清洁，比较适用于对焊接烟尘以及飞溅要求较高的应用场合。此外，Weld CF 70S—3M 可配合伊萨独特的八角桶装焊丝较好地应用于机器人或自动化、半自动化焊接领域，并且可以实现无尽型送丝的高质量以及高效的焊接应用。



Weld CF 70S—3M镀锌钢板专用无镀铜焊丝

新款焊丝在确保用户产品质量的同时，降低其总体制造成本。它拥有极高性价比，严格遵守国际质量标准，参数完全符合EN/ISO和AWS的规范要求，能够完美适用于包括汽车、白色家电、工程机械在内的众多工业生产领域，为企业安全和绿色运营提供强有力保障。

(伊萨)