

单电源双细丝埋弧焊拼板变形试验研究及分析

刘博　陈华　吴磊磊　张海航　马金平

【摘要】极地船上建薄板拼板通常采用传统单丝埋弧焊进行焊接，在焊接薄板过程中，容易出现比较严重的焊接角变形、焊接收缩变形。单电源双细丝埋弧焊是一种新型焊接方法，主要适用于薄板的焊接。通过单电源双细丝埋弧焊与传统单丝埋弧焊焊接薄板的对比试验，研究与分析试验结果，从而证明单电源双细丝埋弧焊在控制薄板拼板焊接变形要优于传统单丝埋弧焊。

1. 概述

单电源双细丝埋弧焊是一种采用单电源供电，两根焊丝（焊丝直径为1.2~3.0mm）同熔池的埋弧焊，单电源双细丝埋弧焊具有高焊接速度、低热输入、较小的收缩变形及熔深大等特点，适用于薄板的焊接。

在极地船建造过程中，薄板的焊接一直都是难点，采用传统的单丝埋弧焊进行焊接，焊接后会出现波浪变形，需要耗费大量的人工进行火调。若是采用药芯焊丝CO_2焊来进行薄板的拼板焊接，焊接效率会大大降低，而单电源双细丝埋弧焊是一种新型的焊接方法，主要适用于薄板的焊接。通过与单丝埋弧焊角变形试验、收缩变形试验对比，为极地船上建薄板实际焊接工艺设计和变形控制提供依据。

2. 角变形试验及结果分析

（1）焊前准备　在生产现场选用3块试板拼接成丁字形焊缝，而后用两种方法以相同的焊接顺序分别进行焊接，试板材质为A级钢，试板的尺寸为1 000mm×2 000mm×8mm，1 000mm×4 000mm×8mm，试板焊接坡口、试板装配及焊接顺序分别如图1、图2所示。

（2）焊接参数　单丝埋弧焊采用的焊丝直径为3.2mm，牌号为CHW—S3；单电源双细丝埋弧焊采用两根直径为1.6mm的焊丝，焊丝牌号为MCJH10Mn2，两种焊接方法的焊接参数如表1所示。

（3）变形测量点　试验过程以全站仪对拼板变形情况进行测量。在拼板四条边上随机选取23个测量点（见图3），分别对两对拼板正面焊前、焊后及反面

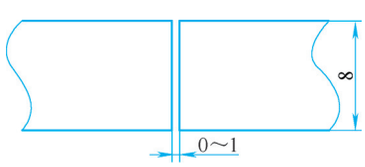


图1　焊接坡口

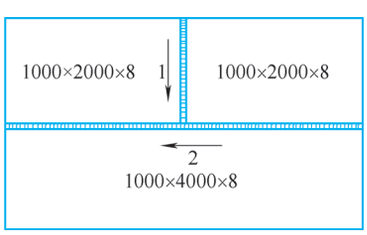


图2　焊接装配及焊接顺序

表1　焊接参数

焊接方法	焊接面	焊接顺序	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min^{-1}	热输入/kJ·cm^{-1}	熔深/mm
单丝埋弧焊	正	1	480~520	34	60	18.36~18.7	4.6
		2	540~550	34	57	19.3~19.6	5.0
单电源双细丝埋弧焊	正	1	640~650	34	101	12.9~13.1	4.4
		2	650~660	34	96	13.8~14.0	4.9

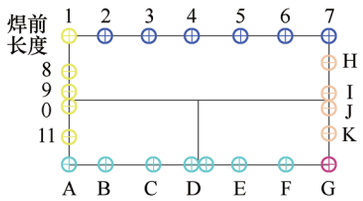


图3 拼板边缘测量点

焊前、焊后进行测量。每块拼板得到4组数据，通过数据比较分析变形的大小。

（4）测量数据 正面焊后各条边各个点的*Z*值（数据偏差波动）变化趋势分别如图4~图7所示。

3. 角变形结果分析

由表1可知，单电源双细丝埋弧焊比单丝埋弧焊热输入小时，仍然保持基本相同的熔深。

根据图4~图7的变形数据偏差波动情况，1~7点单电源双细丝埋弧焊正面焊后数据偏差波动值为7.8，单丝埋弧焊正面焊后数据偏差波动值为8.2；1~A点单电源双细丝埋弧焊正面焊后数据偏差波动值为3.1，单丝埋弧焊正面焊后数据偏差波动值为5.6；7~G点单电源双细丝埋弧焊正面焊后数据偏差波动值为8.8，单丝埋弧焊正面焊后数据偏差波动值为31.3；A~G点单电源双细丝埋弧焊正面焊后数据偏差波动值为1.7，单丝埋弧焊正面焊后数据偏差波动值为14.6。

综上所述，单电源双细丝埋弧焊在相同的熔深情况下所引起的角变形要小于单丝埋弧焊。

4.收缩变形试验及结果分析

（1）焊前准备 在试验室选取4块板材进行拼接，然后用两种方法分别进行焊接。使用

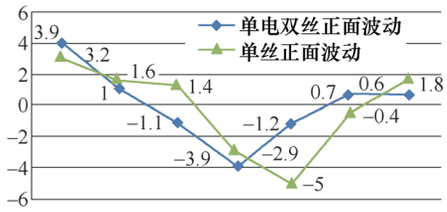


图4 1~7点的*Z*值变化趋势

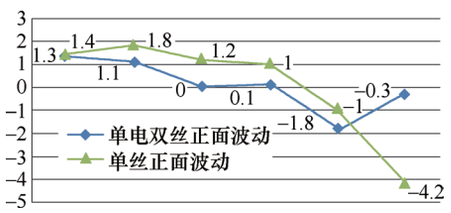


图5 1~A点的*Z*值变化趋势

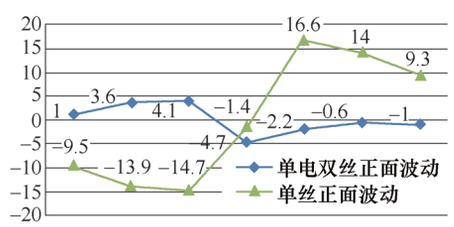


图6 7~G点的*Z*值变化趋势

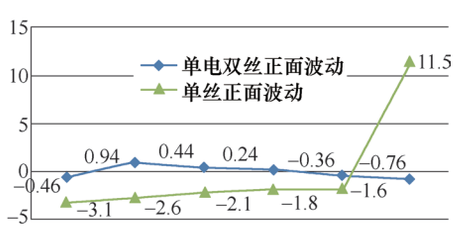


图7 A~G点的*Z*值变化趋势

的试板材质为A级钢，规格为1 000mm×200mm×8mm，其试板焊接坡口如图1所示，试板拼接形式如图8所示。

（2）焊接参数 单丝埋弧焊采用的焊丝直径为3.2mm，焊丝牌号为CHW—S3；单电源双细丝埋弧焊采用两根直径为1.6mm的焊丝，焊丝牌号为MCJH10Mn2，两种焊接方法的焊接参数如表2所示。

（3）变形测量点 试验选

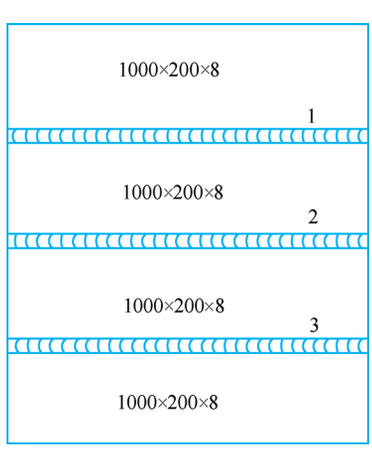


图8 拼板形式

表2　焊接参数

焊接设备	焊接面	焊缝	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min^{-1}	热输入/kJ·cm^{-1}
单丝埋弧焊	正面	1	550~560	33~34	63.3	17.2~18.0
		2	540~550	34~35	63.3	17.4~18.2
		3	530~540	34~35	63.3	17.0~17.9
	反面	1	560~570	34~35	63.3	18.0~18.9
		2	560~570	37~38	63.3	19.3~20.3
		3	560~570	37~38	63.3	19.6~20.5
单电源双细丝埋弧焊	正面	1	580~590	30~31	100	10.4~10.9
		2	500~610	27.4~31	100	8.2~11.3
		3	630~570	29~30	100	10.9~10.2
	反面	1	790~800	28~33	100	13.2~15.8
		2	790~800	33~34	100	15.6~16.3
		3	790~800	33~34	120	13.0~13.6

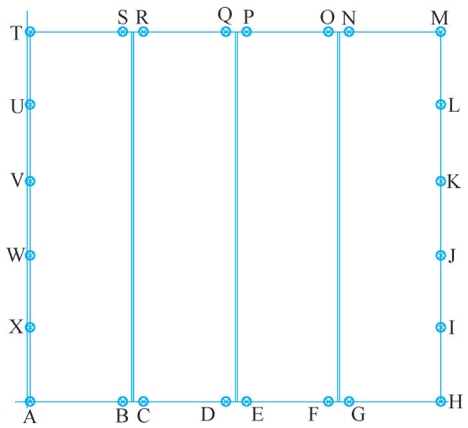


图9　在试板上选取测距点的位置

用定点测距的方式对试板焊接前后收缩变形量进行测定。在完成对试板的装配定位之后，在试板的四条边上选取24个定位点并标号。具体选取点的位置如图9所示。

（4）测量数据　试验在对试板上13组设定点的焊前、焊后测量后得出相应的数据如表3所示。

表3　试板焊接前后测量数据对比　(mm)

焊接方法	测量状态	AH	XI	WJ	VK	UL	TM	平均值
单电源双细丝	正面焊前	783	785	786	782	783	783	783.667
	反面焊后	780	783	782	780	781	782	781.333
	收缩值	-3	-2	-4	-2	-2	-1	-2.3333
单丝埋弧焊	正面焊前	790	785	786	786	787	785	786.5
	反面焊后	786	781	782	781	783	783	782.667
	收缩值	-4	-4	-4	-5	-4	-2	-3.8333
焊接方法	测量状态	AT	BS	DQ	FO	HM		平均值
单电源双细丝	正面焊前	997	998	998	1 000	1 000		998.6
	反面焊后	996	998	997	999	1 000		998
	收缩值	-1	0	-1	-1	0		-0.6
单丝埋弧焊	正面焊前	1 000	1 001	999	1 000	1 000		1 000
	反面焊后	999	1000	998	999	1000		999.2
	收缩值	-1	-1	-1	-1	0		-0.8
焊接方法	测量状态	TH			AM			平均值
单电源双细丝	正面焊前	1 269			1 269			1 269
	反面焊后	1 268			1 268			1 268
	收缩值	-1			-1			-1
单丝埋弧焊	正面焊前	1 272			1 270			1 271
	反面焊后	1 269			1 268			1 268.5
	收缩值	-3			-2			-2.5

5. 收缩变形结果分析

（1）横向收缩对比　单电源双细丝埋弧焊在试板焊缝横向的收缩量平均值为2.33 ，焊缝纵向收缩量平均值为0.6，对角线方向收缩量平均值为1。

（2）纵向收缩对比　单丝埋弧焊在焊缝横向收缩量的平均值为3.83，在焊缝纵向的收缩量的平均值为1，在对角线方向上平均值为2.5。

（3）综合对比　根据以上统计数据可以得出，单电源双丝埋弧焊的横向收缩相对于单丝埋弧焊降低40%，纵向收缩降低25%，对角线降低60%。

6. 结语

通过单电源双细丝埋弧焊与单丝埋弧焊角变形、收缩变形试验对比，得出以下结论：

（1）单丝埋弧焊的角变形要大于单电源双细丝埋弧焊，单电源双细丝埋弧焊收缩变形小于单丝埋弧焊。

（2）单电源双细丝埋弧焊相对于单丝埋弧焊更加能够控制薄板焊接变形。

作者简介：刘博等，广船国际有限公司。

MW 20160318