ICS 47.020.01
CCS U 06

T/CANSI

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 111—2023

双电源双丝埋弧焊工艺

Series submerged arc welding procedure with double power sources

2023-12-01 发布　　2023-12-01 实施

中国船舶工业行业协会 发布

目　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 工艺准备 1
4.1 图样和技术文件 1
4.2 人员 1
4.3 焊接材料 2
4.4 设备及工具 2
5 工艺要求 2
5.1 装配精度 2
5.2 坡口形式和要求 2
5.3 焊缝质量 2
5.4 焊接接头变形 3
6 工艺过程 3
6.1 工艺流程 3
6.2 坡口加工 3
6.3 打磨 3
6.4 装配 3
6.5 拼板焊接 3
7 检验 4
7.1 检验项目 4
7.2 装配精度 4
7.3 焊缝质量 4
7.4 焊接接头变形 4
8 焊后返修 5
9 安全事项 5
9.1 装配安全 5
9.2 焊接安全 5
附录 A（规范性）双丝埋弧自动焊坡口形状与要求 6
附录 B（规范性）双丝埋弧自动焊接参数要求 8

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：广船国际有限公司、中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院。

本文件主要起草人：刘博、马金军、江泽新、许杨溢、包奎、程阳。

双电源双丝埋弧焊工艺

1 范围

本文件规定了双电源双丝埋弧焊（简称双丝埋弧焊）在拼板焊接过程中的工艺准备、工艺要求、工艺过程、检验、焊后返修及安全事项。

本文件适用于屈服强度不大于355 MPa结构用钢的平直焊缝的双电源双丝埋弧焊。

2 规范性引用文件

下列文件的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5293—2018 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实芯焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求

GB/T 34000 中国造船质量标准

CB/T 3558—2011 船舶钢焊缝射线检测工艺和质量分级

CB/T 3559—2011 船舶钢焊缝超声波检测工艺和质量分级

CB 3910 船舶焊接与切割安全

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双电源双丝埋弧焊 series submerged arc welding procedure with two double power sources

每个焊丝由单独的电源及送丝机构送进，通常将前置焊丝接直流电源或交流电源，尾丝接交流电源，双丝焊丝排列方式为前后串联式，两根焊丝形成一个熔池，从而达到高效焊接的自动化焊接方法。

4 工艺准备

4.1 图样和技术文件

焊接前应准备下列图样和技术文件：

a) 生产设计图纸；

b) 焊接工艺规程（WPS）。

4.2 人员

焊工应经过培训并考试合格，经船级社认可，取得合格证书后，持证上岗。从事定位焊缝焊接作业的人员应持有相应的定位焊工上岗证书。

4.3 焊接材料

4.3.1 焊接材料应采用船级社认可的焊接材料，其型号、规格见表 1。

表 1 焊接材料规格及适用的钢材牌号

焊丝型号	船级社等级	适用钢材牌号
GB/T 5293—2018 S49A 5 AB-SU41	3YT、3YM 或以上	A、B、D、E、AH32、AH36、DH32、DH36、EH32、EH36 或同等强度的钢材

4.3.2 焊剂烘干应按表 2 要求或制造商推荐的温度和时间进行烘焙和保温。若焊剂暴露在空气中超过 4 h，则应返回烘箱内保温后再使用。

表 2 焊剂烘干要求

焊剂型号	烘焙温度 ℃	烘焙时间 h	保温温度 ℃
GB/T 5293—2018 S49A 5 AB	350～400	1～2	100～150

4.4 设备及工具

4.4.1 焊接前应准备直尺、角度尺等工具，用于测量焊丝角度、焊丝间距、焊丝干伸长等。

4.4.2 焊接前，应确保焊机完好。包括检查行走小车，送丝装置，控制系统及指示仪表工作正常；导电嘴与焊丝接触紧密；并调整焊丝校直和焊丝干伸长。

4.4.3 自动焊机各种仪表显示正确，并应定期进行检修。

4.4.4 需计量的工具和仪表均应检定并在合格期内。

5 工艺要求

5.1 装配精度

板材装配精度见表3。

表 3 板材装配精度

序号	项目	允许偏差
1	板厚差	≤0.1t
2	装配间隙	0 mm～2 mm
注：t 为板厚，单位为毫米（mm）。		

5.2 坡口形式和要求

双丝埋弧焊坡口形状和要求按附录A。

5.3 焊缝质量

5.3.1 焊缝外形尺寸和外观质量应符合 GB/T 34000 要求。

5.3.2 焊缝内部质量应符合 CB/T 3558—2011 或 CB/T 3559—2011 质量等级 II 级以上的要求。

5.4 焊接接头变形

焊接接头变形应符合GB/T 34000的要求。

6 工艺过程

6.1 工艺流程

焊接工艺流程见图1。

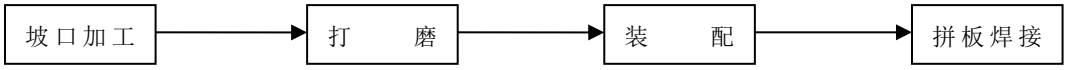


图 1 焊接工艺流程

6.2 坡口加工

钢板可采用火焰、等离子、机械方式进行坡口加工。

6.3 打磨

在正反面接缝坡口内及两侧20 mm内打磨清除铁锈、油污、割渣等。

6.4 装配

6.4.1 板材应平整，错边量应不超过最小板厚的 0.1 倍，装配间隙为 0 mm ～1 mm，对于间隙在 1 mm～2 mm 的板缝，宜用 CO_2 气体保护焊填焊板缝，并打磨平整。

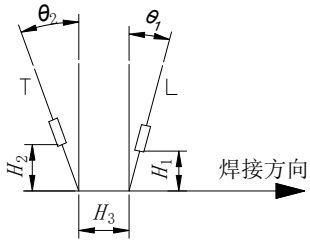
6.4.2 装配定位焊条或焊丝应与母材材质相匹配。定位焊高度，不开坡口的对接焊缝，焊缝高度应不超过 2 mm；开坡口的对接缝，应不超过 5 mm。一般强度钢定位焊长度应不少于 30 mm，高强度钢应不少于 50 mm。定位焊后应进行打磨，且不应存在气孔、夹渣、裂缝、焊穿等缺陷。

6.4.3 焊件装配结束后，在焊缝始端和末端应装好引弧板、熄弧板，其尺寸应不小于 200 mm×200 mm，引弧板、熄弧板的厚度宜与母材相同,允许偏差在±2 mm 范围内。

6.5 拼板焊接

6.5.1 调节焊枪角度及焊丝间距，并与导向红外线或指针同时对准板缝中心。焊丝的布置可按图 2 的间距及角度进行，如设备厂家有推荐值，可按厂家推荐要求设置。

单位为毫米



标引符号说明：

L——前丝；

T——后丝；

θ_1——前丝角度；

θ_2——后丝角度；

H_1——前丝干伸长；

H_2——后丝干伸长；

H_3——前后丝间距。

图 2　焊枪角度及焊丝间距设置

6.5.2　焊接时应在引弧板、熄弧板相距正式接头至少 150 mm 处进行引弧、熄弧。如在焊接过程中，遇到中间熄弧、焊穿等情况，应清除缺陷并修整焊缝，然后后退 30 mm 在完好的焊缝上引弧继续焊接。

6.5.3　多层多道埋弧焊时，每道焊缝的熔渣应清理干净；对于无引熄弧板的对接缝，每层焊道的起始端或终端应相互错开 30 mm～50 mm。

6.5.4　双丝埋弧焊接工艺参数按附录 B。

7　检验

7.1　检验项目

检验项目如下：

a)　装配精度；

b)　焊缝质量；

c)　焊接接头变形。

7.2　装配精度

用钢直尺检查板材拼板装配间隙，确保装配间隙满足要求后在进行焊接。

7.3　焊缝质量

7.3.1　采用目视检查焊缝表面质量，采用焊缝卡尺测量焊缝外观尺寸，检测时，应有良好的照明。

7.3.2　焊缝内部质量检验应按设计比例要求进行超声检测或射线检测，检测方法及质量等级要求按照 CB/T 3558—2011 或 CB/T 3559—2011 的规定。

7.4　焊接接头变形

用粉线或长卷尺放置在两个骨架之间，采用钢直尺测量两个骨架间距的变形量。

8 焊后返修

8.1.1 焊缝表面咬边、焊瘤等缺陷的返修主要采取打磨、碳弧气刨方法，必要时可以补焊。

8.1.2 焊缝内部缺陷的返修主要采取碳弧气刨、打磨、焊接修补方法，焊接修补采用药芯焊丝 CO_2 气体保护焊或焊条电弧焊进行。

8.1.3 焊穿的部位，应先打磨、贴衬垫焊补正面焊缝，然后用碳弧气刨、打磨清理反面焊缝，再进行修补。

8.1.4 所有修补焊缝应再次按 7.3 进行质量检查，确认修补焊缝无缺陷后则焊缝返修处理结束。

8.1.5 焊缝允许重复修补两次，若同一缺陷还需进行第三次修补时，应由有关技术部门制定严格的修补工艺，方可进行焊缝修补。

9 安全事项

9.1 装配安全

9.1.1 工作人员劳防用品应穿戴整齐。

9.1.2 施工区域应做好孔洞防护，边缘应搭设安全栏杆。

9.1.3 施工区域通风、照明应措施到位。

9.1.4 各类登高工装、脚手架应搭设到位，固定牢固。

9.2 焊接安全

焊接安全防护应按 CB 3910 的规定进行。

附 录 A
（规范性）
双丝埋弧自动焊坡口形状与要求

双丝埋弧自动焊坡口形状与要求见表A.1。

表 A.1 双丝埋弧自动焊坡口形状与要求

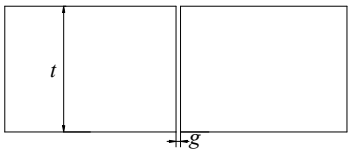
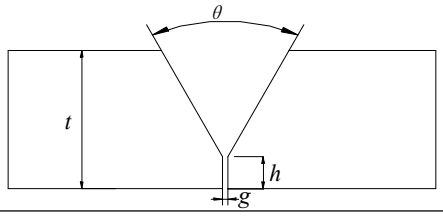
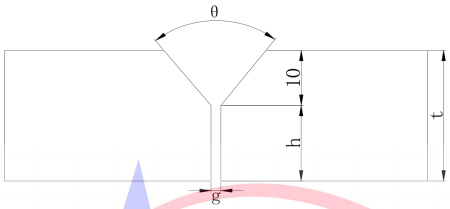
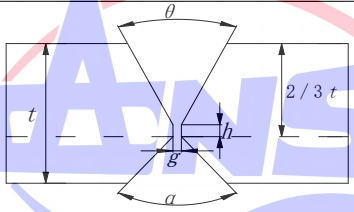
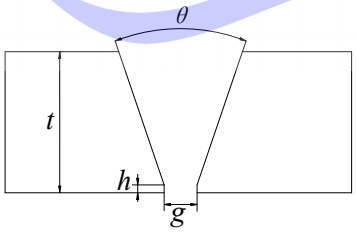
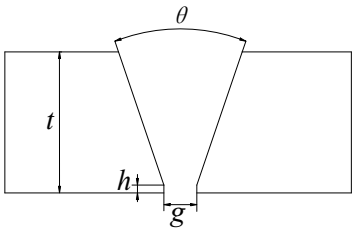
接头种类	板厚（t）mm	坡口代码	坡口形状	坡口角度（°）		装配间隙（g）mm	钝边（h）mm
				θ	α		
等厚	14≤t≤20	I		–		0～2	–
	20＜t≤28	Y1		60^{+5}_{-5}			7^{+1}_{-1}
		Y2					t-10
	t>28	X		60^{+5}_{-5}			4^{+1}_{-1}
	30≤t≤40	V1[a]		40^{+5}_{-5}		6	0~2

表 A.1 双丝埋弧自动焊坡口形状与要求(续)

接头种类	板厚（t）mm	坡口代码	坡口形状	坡口角度（°）		装配间隙（g）mm	钝边（h）mm
				θ	α		
等厚	t>40	V2[a]		35^{+5}_{-5}		8	0~2

[a] V1、V2 坡口双丝埋弧焊仅用于填充、盖面。

附 录 B
（规范性）
双丝埋弧自动焊接参数要求

双丝埋弧自动焊接(L:直流+T:交流)参数要求见表B.1。

表 B.1 双丝埋弧自动焊接(L:直流+T:交流)参数要求

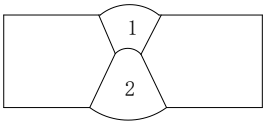
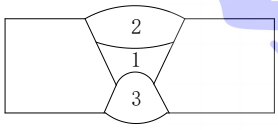
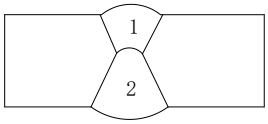
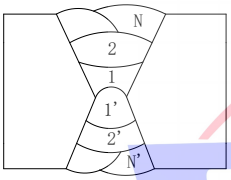
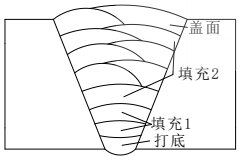
板厚（t）mm	焊道布置		焊丝直径 mm	电极	电流 A	电压 V	焊接速度 m/h
14		1	4.0	L	600～650	35～36	42～43
				T	450～500	42～44	
		2		L	800～850	38～39	
				T	500～550	43～45	
14＜t≤16		1		L	700～750	36～37	
				T	500～550	43～45	
		2		L	900～950	38～39	
				T	500～550	43～45	
16＜t≤18		1		L	750～800	36～37	
				T	500～550	43～45	
		2		L	950～1000	38～39	
				T	500～550	43～45	
18＜t≤20		1		L	800～850	37～38	38～39
				T	500～550	40～43	
		2		L	950～1000	37～38	
				T	500～550	40～43	
20＜t≤28 (Y1 坡口)		1		L	600～650	35～36	33～34
				T	600～650	40～41	
		2		L	800～850	39～40	32～34
				T	700～750	43～44	
		3		L	950～1000	38～39	35～38
				T	500～550	43～44	

表 B.1　双丝埋弧自动焊接(L:直流+T:交流)参数要求（续）

板厚（t） mm	焊道布置		焊丝直径 mm	电极	电流 A	电压 V	焊接速度 m/h
20＜t≤22 (Y2 坡口)		1	4.0	L	800～850	38～40	27～30
				T	650～660	38～41	
		2		L	950～1000	38～40	33～36
				T	650～660	38～41	
22＜t≤24 (Y2 坡口)		1		L	800～850	38～40	27～30
				T	600～650	38～41	
		2		L	1000～1100	38～40	33～36
				T	600～650	38～41	
24＜t≤26 (Y2 坡口)		1		L	800～850	38～40	27～30
				T	600～650	38～41	
		2		L	1100～1150	38～40	33～36
				T	600～650	39～41	
26＜t≤28 (Y2 坡口)		1		L	900～950	38～40	27～30
				T	600～650	37～39	
		2		L	1200～1250	38～40	33～36
				T	600～650	39～41	
t>28		1		L	585～715	31～33	36～40
				T	500～550	33～35	
		2～N		L	700～800	37～41	35～42
				T	500～550	40～43	
		1’		L	700～800	37～41	
				T	500～550	40～43	
		2’ ～N’		L	700～800	37～41	
				T	500～550	40～43	
30≤t≤60 (V1、V2 坡口)		填充 2		L	700～800	32～37	22～33
				T	500～550	34～40	
		盖面		L	700～770	32～37	24～30
				T	500～550	34～40	

对于I、Y型坡口，当正面达不到焊接电流条件时，背面应进行碳刨扣槽，一般深度为5 mm左右，焊接时仍按照板厚所需焊接参数进行。

对于X坡口，背面应进行清根处理后，再进行焊接。

V型坡口打底、填充1焊接方法根据实际情况进行选择，打底和填充1总焊缝厚度应不小于15 mm。

注：不同厚度的板拼接时，背面焊接按厚板的焊接参数进行。