

# TANDEM 双丝焊在造船拼板 焊接中的应用

魏占静<sup>1</sup>,周大胜<sup>1</sup>,李少农<sup>1</sup>,虞小棣<sup>2</sup>

(1.珠海市金宝热融焊接技术有限公司,广东 珠海 519000;2.江苏熔盛重工集团有限公司,江苏 226000)

**摘要:**介绍了 TANDEM 双丝焊在造船拼板焊接中的原理、应用、工艺。结果表明,TANDEM 焊接工艺对组对时预留间隙、母材种类的适应性较强,热输入低,变形小,减少焊后处理成本,焊接效率高、焊接速度快。TANDEM 焊接工艺是船厂拼板焊接比较理想的焊接工艺。

**关键词:**TANDEM;双丝焊;拼板;MAG

**中图分类号:**U671.83 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-2303(2007)06-0045-03

## Application of TANDEM twin wire welding in the welding of panel in shipbuilding

WEI Zhan-jing<sup>1</sup>,ZHOU Da-sheng<sup>1</sup>,LI Shao-nong<sup>1</sup>,YU Xiao-di<sup>2</sup>

(1.Zhuhai Jinbao Welding Technology Co.,Ltd.,Zhuhai 519000,China;2.Jiangsu Rongsheng Heavy Industry Group Co.,Ltd.,Jinasu 226000,China)

**Abstract:** This paper introduces the principle,application and technology of TANDEM twin wire welding in the welding of shipbuilding panel.The result shows that TANDEM welding technology reserves gaps for group and hour,has strong adaptability of base material type,low heat input,little distortion,high welding efficiency,fast welding speed and reduces the cost of post weld.The TANDEM welding is an ideal technology for the welding of panel in shipyard.

**Key words:** TANDEM;twin wires welding;panel;MAG



魏占静

魏占静(1966—),工学硕士,MBA,高级工程师,珠海市金宝热融焊接技术有限公司总经理。主要从事 TANDEM 双丝焊研究和应用推广工作,发表论文 10 余篇。

1988~1989 年在清华大学研究生院焊接专业学习硕士研究生学位课程;1996~1999 年在机械工业部哈尔滨焊接研究所工作,高级工程师,从事焊接技术、工艺研究开发;2002 年任珠海市金宝热融焊接技术有限公司总经理,从事德国 CLOOS 焊接设备在中国的推广、应用、自动化设备开发。

专长:铝合金焊接;不锈钢焊接;双丝焊;脉冲 MIG/MAG 焊;电弧钎焊。

## 0 前言

随着我国船舶事业的不断发展,造船产量在大幅度增长,加之船厂建造的船型在不断增多,造船用钢的趋势也逐渐发生了改变:低合金高强钢的需求将大幅度增加,造船用钢板的规格增大等,这些都给自动化拼板增加一定的难度。首先,由于船舶

的大型化、专业化使得低合金高强钢的需求大幅增加。由于普通造船用钢强度低,在建造大型船舶时必须增加板厚。这样不仅增大了制造过程中加工焊接的难度和成本,又增加了船舶的自重,减少载重量;其次,船舶大型化引发了船板使用规格大型化的趋势,预计最大的船用钢板规格将达到 22.5 m×



2007 IFWT  
Shanghai China

船舶焊接国际论坛大会主讲报告

4.5 m×40 mm。低合金高强钢和中厚板高效焊接的问题也将是每一个船厂焊接部门必须面临的课题。

近年来国内的造船企业相继引进了多条平面分段流水线,在船厂的生产中发挥了较大的作用。平面分段流水线主要用于钢板平面组装阶段的船体平行中体外板、双层底板、顶板、甲板隔壁等的拼板对接焊,以及相应结构的焊接。但是由于种种原因,从目前国内的几大船厂引进的平面流水线来看,成功的几乎很少。首先,焊接材料必须依靠进口,由于一般引进的设备都是大型高效装备,因此采用的都是大线能量高速焊接等技术工艺。国内虽然有部分焊材可以代替进口用于引进设备使用,但对韧性指标要求高或是特殊场合的焊材仍以进口为主;其次,由于一般引进的设备都是大线能量技术工艺,这就对高强钢的焊接不太适应,热输入大,易产生变形和组织性能等问题;国内许多船厂引进的平面分段流水线中 FCB 单面焊拼板焊接工位由于坡口留根、间隙一致性差等问题导致焊缝反面成形不均匀,有时甚至不成形,增加返修工作量。对厚度大于等于 35 mm 的钢板焊接接头的某些性能不能较好地满足要求,导致在一些情况下流水线流不起来或流得不畅。

## 1 TANDEM 双丝焊接系统简介

为了提高我国工业企业的焊接生产效率和焊接技术水平,珠海市金宝热融焊接技术有限公司从世界著名的德国克鲁斯(CLOOS)公司引进了 TANDEM 双丝高速高效焊接技术。成功解决了一些需要高速焊接的用户的需求,在过去十年中已经有超过 150 套的 TANDEM 焊接系统在国内交付使用,受到了广大用户的一致好评。

该技术将两根焊丝按一定角度放在一个特别设计的焊枪里,两根焊丝分别由各自的电源供电,所有的参数都可以彼此独立,这样可以最佳地控制电弧。与其他双丝焊技术相比,不仅可以提高熔敷速度,大大提高焊接效率,而且改善了焊缝质量,减少了飞溅物。

德国 CLOOS 公司 TANDEM 焊接系统原理如图 1 所示。

## 2 船厂分段拼板技术要求

(1)一次焊透 20~40 mm 厚的钢板,单面焊双面成型,反面成型美观,焊缝能满足船检的要求。

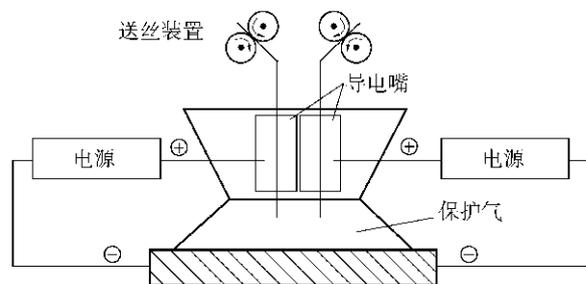


图 1 TANDEM 焊接系统原理

- (2)厚度低于 16 mm(含 16 mm)的不用开坡口。
- (3)焊接速度:厚 20 mm 的 1 m/min 以上,厚 16 mm 的 1.2~1.5 m/min。
- (4)能同样适用低合金高强钢的高速焊接。
- (5)焊接变形控制要求焊后不需要校正。
- (6)能用铜衬垫或陶瓷衬垫。
- (7)组对时间精度允许有 2 mm 的误差。

## 3 TANDEM 双丝焊拼板系统的构成

(1)机台总成:含主门架、爬梯、横向滑移机构等。主门架采用固定形式,长 21 m,适用 21 m 及以下不同规格的板材,焊接小车在门架横梁上运行,焊接距离长。

(2)焊接总成:包括焊接小车、立体、上下升降机构、左右调整机构、焊枪夹持机构等。

a. 焊接小车:采用双边变频驱动形式,驱动功率 1.5 kW,焊接速度 300~3 000 mm/min。

b. 焊枪上下升降装置:焊枪拖板在精密丝杆的传动下,通过直线导轨副上下运动,驱动功率 0.75 kW,移动距离 500 mm,速度 250 mm/min。

c. 焊枪左右横移装置:焊枪在焊臂的带动下手动左右移动,通过直线导轨副导向,移动距离为 500 mm。

(3)焊接系统:含两套 TANDEM 双丝焊机(四台)、四台送丝机、两把 TANDEM 双丝焊枪及焊枪电缆、联接电缆等。

(4)跟踪系统:含激光跟踪系统、电动十字滑架。采用十字滑架结构方式,非接触传感工件对接处,根据采集到的焊缝变化信号,由 X-Y 滑块执行焊炬精确地随动,精度 $\pm 0.25$  mm。

(5)焊烟除尘器:含德国产焊烟回收系统 1 套。

(6)导弧总成:含焊枪角度调整机构、焊枪间距调整机构。

(7)能源传送总成:含 15 000 mm 长坦克链及辊

道等。辊筒直径 245 mm×16 mm。

(8)控制总成:含控制箱、操作箱、电缆线等。控制系统采用集中控制,可储存焊接工艺参数,根据不同工艺参数可随时调用,数字显示。

(9)钢板固定装置:含电磁铁等。每个电磁铁直径为  $\varphi$  250 mm,吸力为 2 t。横向电磁铁间距 925 mm,纵向 965 mm。在每个电磁铁中间设置一个托轮,利于钢板的输送。

(10)衬垫:含陶瓷或琴键式铜衬垫。陶瓷衬垫采用人工装贴,琴键式铜衬垫采用气囊顶升压紧。

#### 4 TANDEM 双丝焊拼板焊接工艺过程

(1)切割好的两块钢板放置在辊道上预先点焊,预留间隙精度控制在 3 mm 以下。

(2)通过同步输送链将钢板拼接焊缝处送至焊缝贴片处,反面贴上陶瓷衬垫,或顶升铜衬垫,保证反面衬垫与焊缝结合严密。

(3)起动高速 TANDEM 双丝气保焊机进行焊接,前后两把 TANDEM 双丝焊枪四丝同时工作。前枪带焊缝激光跟踪系统进行打底,后枪带电弧摆动盖面,一次焊接成型。

(4)去除反面的陶瓷衬垫,手工气保焊清根,完成拼板工序。

(5)将拼接后的钢板输送至纵筋龙骨装配区,在钢板上划出纵筋龙骨位置线,将龙骨装配并点焊,装配后的工件由输送辊道送至纵筋龙骨焊接区进行双面自动焊接。

#### 5 焊接参数

焊接参数如表 1 所示。

#### 6 焊接效果

实际焊接效果如图 2、图 3 所示。

#### 7 结论

(1)TANDEM 焊接工艺能满足船厂提出的拼板焊接的生产要求。

(2)TANDEM 焊接工艺对组对时预留间隙、母材种类的适应性较强。

(3)TANDEM 焊接工艺热输入低、变形小,减少焊后处理成本。

(4)TANDEM 焊接工艺效率高、焊接速度快。

(5)TANDEM 焊接工艺是船厂拼板中比较理想的焊接工艺。

表 1 焊接参数

试件	Q235	焊丝	ER70S $\varphi$ 1.6 mm	
坡口形式	对接焊缝 V 型 20+20		对口间隙 4~5 mm	
焊接气体	80%Ar+20%CO <sub>2</sub>		预热温度 无	
焊道秩序	打底 TANDEM 焊枪		盖面 TANDEM 焊枪	
焊丝	前丝	后丝	前丝	后丝
焊接电流 I/A	260	300	420	380
焊接电流 U/V	28	30	32	31
送丝速度 $v/m \cdot \text{min}^{-1}$	7.0	7.5	10.0	8.5
脉冲频率 $f/\text{Hz}$	200	200	200	200
峰值电压 U/V	32	34	36	35
基值电流 I/A	100/100	100/100	100/100	100/100
脉冲波形	2	2	2	2
脉冲宽度 $t/\text{ms}$	1.90	1.90	2.25	2.25
脉冲模式	U/I	U/I	U/I	U/I
气流流量 $Q/l \cdot \text{min}^{-1}$	25	25	25	25
焊接速度 $v/\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	1 000			
摆动频率 $f/\text{Hz}$			20	
摆动幅度 $b/\text{mm}$			5	
驻留时间 $t/\text{s}$			0.2	
焊缝宽度 $b/\text{mm}$	反面 6~8		正面 21~24	

注:焊机相关参数设置。

(1)TANDEM 脉冲 MAG 焊工艺,控制方式 U/I,材料合金钢,焊丝直径  $\varphi$  1.6 mm,保护气体 80%Ar+20%CO<sub>2</sub>;主电源 Master-alternate,从电源 Slave-mode,相位差 50%;无飞溅起弧 SPAZ;(2)提前送气 0.3 s,滞后送气 0.8 s;(3)预送丝速度 3.5 m/min;(4)起弧。起弧时间 0.5/0.5 s,上升时间 0.3/0.3 s,送丝速度 4.8/4.5,脉冲频率 120/100,基值电流 80/80;(5)收弧。收弧时间 1.0/1.0 s,下降时间 0.3/0.3 s,送丝速度 4.0/3.5,脉冲频率 80/80,基值电流 60/60;(6)回烧 30%。



图 2 20 mm 厚钢板对接正面成型



图 3 20 mm 厚钢板对接反面成型

收稿日期:2007-05-17