

马鞍形端面、立面热丝 TIG 堆焊机

李汉红

(唐山开元机器人系统有限公司, 河北 唐山 063020)

摘要:核电站核岛主设备压力容器出口、入口法兰内壁及端面(马鞍形)不锈钢堆焊一直以来采用手工焊接,焊接强度大,焊缝效率低,焊缝质量不易控制。基于此问题开发了马鞍形端面、立面热丝 TIG 堆焊机,通过多轴控制系统与变位机等周边装置配合,实现了工件参数化输入,自动生成焊接程序,实施自动焊接的转变,解决了生产中的实际问题。

关键词:马鞍面堆焊;多轴控制系统;参数化录入;自动焊接

中图分类号: TG439.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2303(2010)08-0090-03

Facade hot wire TIG welding machine for saddle-shaped face

LI Han-hong

(Tangshan Kaiyuan Robot System Co., Ltd., Tangshan 063020, China)

Abstract: Nuclear power plant equipment, pressure vessels of nuclear island main export, import flange wall and the end face (saddle) stainless steel reactor have been using hand-soldering, high welding strength, inefficient and hard to control the quality. Based on this problem we develop a saddle-shaped face, facade hot wire TIG welding machine, through the cooperation of multi-axis control system and positioner to achieve the parameters input of workpiece, and the automatic generation of welding procedures, to realize the transformation automatic welding and solve practical problems in production.

Key words: saddle-shaped face bead weld; multi-axis control system; parameters of input; automatic welding

0 前言

按照国家积极发展核电的方针,我国将进一步加大第二代核电项目的自主化力度和设备国产化率,实现自主设计、自主制造、自主建设和自主运营的战略目标。红沿河项目一期工程四台百万千瓦级核发电机组设备综合国产化率将达到75%,核岛设备的国产化率将不低于85%。这就对核电部件的制造厂提出了严格的要求,一方面要消化国外技术,储备核电制造人才;另一方面还要提高自身的装备水平。在此形势下,一批适用于实际生产需要的特种焊接设备应运而生,在实际生产中发挥了关键作用。

核电站核岛主设备压力容器出口、入口法兰内壁及端面(马鞍形)不锈钢堆焊是制造过程中的主要工序之一。原来主要采用手工 TIG 焊接,工人焊接强度高,焊接效率低,焊接质量因人而异,不容易控

制。为此开发了马鞍形端面、立面热丝 TIG 堆焊机,目前已应用到实际生产中。

1 设备概述

该焊接设备应用于 600 MW 级、1 000 MW 级和第三代核电站核岛主设备压力容器出口/入口法兰内壁及端面(马鞍形)不锈钢堆焊。成套设备由一套热丝 TIG 焊接系统和周边变位装置组成,通过集中控制系统协调控制。具体功能有:(1)可实现端面端部堆焊、马鞍端内外角边缘堆焊;(2)外侧立面马鞍堆焊(可数字控制侧面马鞍型焊接轨迹,横向堆焊,钨极方向 AVC 跟踪);(3)内侧立面马鞍堆焊(底部控制焊接线速度恒定连续焊接,上部马鞍型高出部分采用断续变长度自动堆焊);(4)具有恒线速度控制或根据焊道宽度变化修正焊接速度功能,实现不同宽度焊接轨迹厚度变化最小;(5)焊接轨迹可根据焊道不同位置宽度对轨迹进行修正,保证最边缘焊道与边缘距离小于 2 mm;(6)根据轨迹的宽度变化,在小范围

收稿日期:2010-01-11

作者简介:李汉红(1969—),男,天津人,工程师,学士,主要从事技术引入、消化、合作和开发的技术管理工作。

内实时自动调节焊接电流、送丝速度等焊接参数。

2 工件参数

最大外径 $\phi 1\,600\text{ mm}$, 最大长度 $1\,300\text{ mm}$, 最大质量 10 t , 内壁最小直径 $\phi 600\text{ mm}$, 内壁最大堆焊高度 600 mm , 外壁最大堆焊高度 150 mm 。焊接工件如图 1 所示。

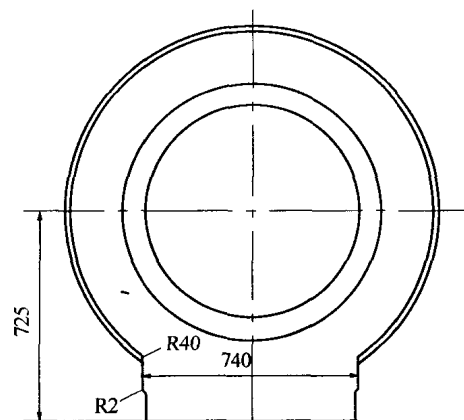


图 1 焊接工件

工件焊前准备:(1)工件外壁下沿焊接压紧工艺板;(2)工件外壁预先制作相贯线相对位置基准线。

3 设备构成

马鞍形端面、立面热丝 TIG 堆焊机主要由焊接电源、冷却水箱、控制系统、焊机头、焊枪及热丝系统、高度跟踪系统、变位机、机头进退机构等组成。设备实物如图 2 所示。

3.1 变位机

变位机由工作台、回转驱动机构、升降连接臂、

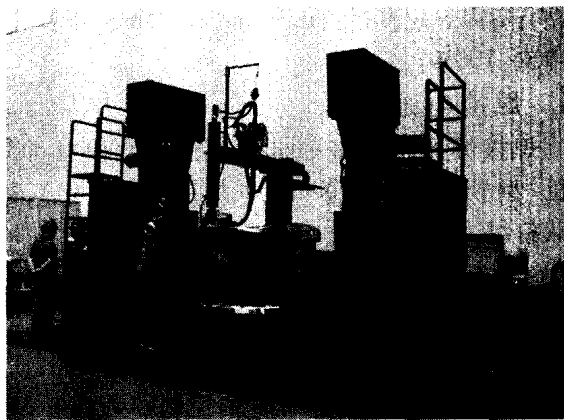


图 2 设备实物图

倾斜驱动机构、导电装置等组成,主要完成工件的回转和小角度的倾斜变位运动,在多轴控制系统的协调控制下,使工件的堆焊面始终处于水平状态。

3.2 焊机头

焊机头由焊枪调整机构、高度跟踪装置、径向移动装置、机头进退机构、机头垂直进给机构组成。

(1)焊枪调整机构:调整机构可完成焊枪、送丝枪 x, y 三方向的直线调整及两个方向的角度调整,满足焊接时焊枪实际位置的需要。

(2)高度跟踪装置:由弧长控制器和执行滑座组成,根据弧压的变化来改变焊枪距工件的距离,使钨极与工件距离保持恒定,跟踪精度 $\pm 0.1\text{ V}$ 。

(3)径向移动装置:直线导轨+滚珠丝杆结构,由交流伺服电机通过精密减速机驱动,作为四轴联动的一轴,参与马鞍面的轨迹合成。送丝机安装在横移装置上。

(4)机头进退机构:由交流伺服电机通过直线导轨+滚珠丝杆驱动横臂进退,横臂前端安装垂直进给机构和焊机头,焊接作业时可将焊机头送达焊接位置,焊接结束退回原位,以利于吊放工件。

(5)机头垂直进给机构:直线导轨+滚珠丝杆结构,由交流伺服电机通过精密减速机驱动,作为四轴联动的一轴,参与马鞍面或相贯线的轨迹合成。

(6)焊枪钨极尖与热丝送丝导电嘴间的相对位置可水平、上下调整 $\pm 5\text{ mm}$ 。

(7)焊枪可做 180° 手动调整,适应内、外、端面及边角位置焊接。

3.3 热丝加热电源

型号:IV-660(日立);额定输入电压:AC380 V $\pm 10\%$, 三相, 50 Hz;焊丝加热电源:平均值最大 165 A;焊丝送给速度:最大 7 m/min;熔敷效率:60~100 g/min



(平焊);适用焊丝直径: $\phi 0.9\text{ mm}$ 、 $\phi 1.2\text{ mm}$ 、 $\phi 1.6\text{ mm}$;使用率:100%。

3.4 焊接电源

焊接波形控制多种电弧功能交直流脉冲 TIG 焊机。型号 YC-500WX4, 最大焊接电流 500 A, 额定负载持续率 60%。

3.5 冷却水循环装置

唐山松下产, 型号: YX-09KGC1。

3.6 电气控制系统

控制系统以美国进口多轴控制器为核心, 对变位机倾斜回转、工作台旋转、机头横向进枪、机头垂直进枪进行一体控制, 实现四轴联动, 完成管管相贯面(马鞍面)的行走轨迹合成或独立控制, 轨迹各点速度恒定可调。控制系统具有焊接过程中粘钨极时自动停止的保护功能, 防止损坏焊枪及其他机构。控制系统配置触摸屏操作界面, 可实现焊接工件的参数录入和显示, 工作时只需录入支管的直径、壁厚、母管的内孔直径、焊接速度、每道焊接宽度、外壁堆焊高度、内壁堆焊高度、斜度参数等参数, 即可自动生成焊接程序, 如图 3 所示。

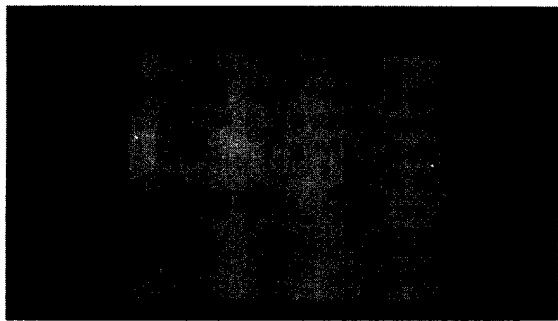


图 3 控制系统的操作界面

热丝电源由电气系统控制, 并与焊接周期同步, 具有 TIG 无电流不送丝、粘钨极或弧压过低时自动停热丝, 以及停止焊接时可提前停止热丝再停止焊

接电弧的功能, 防止粘丝。控制系统还具备故障恢复、断点位置记忆和自动复位功能, 当发生意外情况停机, 排除故障后能够自动恢复到故障前的停止位置, 继续焊接。

4 焊接效果

目前该设备已应用到实际生产, 焊接效率比手工焊接提高了 3 倍以上, 焊缝内在质量通过核电行业相关标准, 焊接外观良好, 受到用户的高度评价, 如图 4 所示。

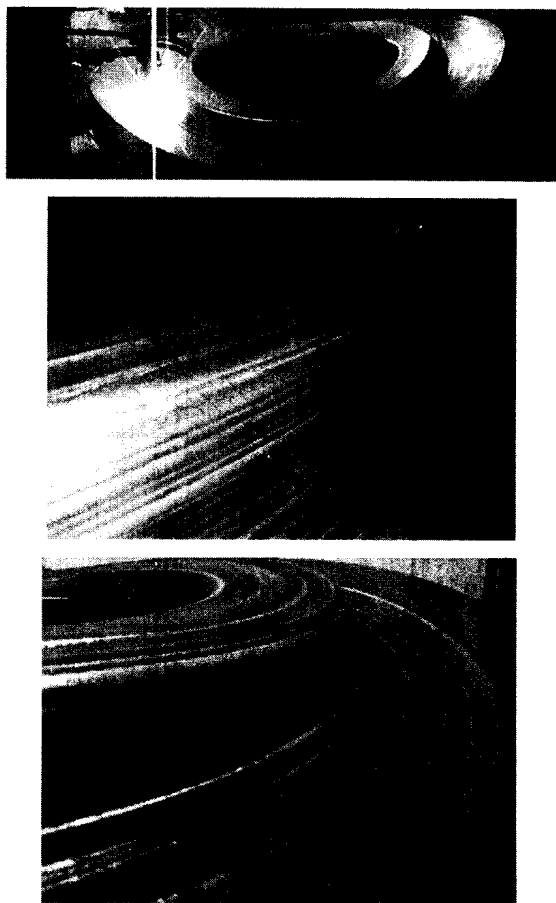


图 4 焊接过程及焊接结果

Page 66 研究, 得出如下结论:

(1) 计算了 P91 母材的碳当量, 为 0.592%, 显示其具有较高的焊接冷裂纹倾向。

(2) 采用 Ws/Ds 焊接方法进行焊接, 焊接过程中宜采用小线能量, 控制层间温度和焊后缓冷, 严格控制焊接热循环。

(3) 焊接接头焊后要进行适当热处理, 保证接头各区尽量得到全部的回火马氏体组织。

(4) 焊接生产时应该在行业的指导下, 统一焊接质量的检测标准。

参考文献:

- [1] DL/T868-2004, 火力发电厂焊接工艺评定规程[S].
- [2] 华能电厂 P91、P92 钢焊接质量检验导则[S].
- [3] 袁魏东, 周友龙. T91 马氏体钢管接头工艺性试验研究[J]. 电焊机, 2008, 38(10): 6-8.
- [4] 张文钺. 焊接冶金学原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [5] JB4708-2000, 焊接工艺评定规程[S].
- [6] 周友龙, 倪志静. 四川电力建设二公司焊接工艺试验研究报告[A]. 2009.
- [7] 吴 军. 电站用 P91 钢的性能及焊接[J]. 中国电力, 2002, 35(10): 40-44.