

机器人焊接工作在推土机后桥箱焊接中的应用

孟国强¹, 杜望²

(1.山推工程机械股份有限公司, 山东 济宁 272023; 2.昆山华恒焊接股份有限公司, 江苏 昆山 215301)

摘要:从机器人柔性焊接系统设计的角度出发,分析了推土机后桥箱的结构特点和可达性,明确了焊接工装设计思路。从系统集成的角度出发,介绍了机器人焊接工作站的系统配置,特别说明了焊接机器人的功能配置,机器人周边设备的功能配置和结构特点,焊接系统的功能配置。根据机器人工作站在实际生产中的使用效果,说明机器人焊接工作站作为一种柔性的制造装备,可以提高后桥箱的焊接质量和生产效率,减轻工人劳动强度,同时适合不同型号的后桥箱进行混线自动化生产。

关键词:机器人焊接工作站;推土机;后桥箱

中图分类号: TG409

文献标识码: B

文章编号: 1001-2303(2009)05-00186-03

Application of welding robot work station for real axel housing of bulldozer

MENG Guo-qiang¹, DU Wang²

(1.Shantui Construction Machinery Co., Ltd., Ji'ning 272023, China; 2.Kunshan Huaheng Welding Equipment Co., Ltd., Kunshan 215301, China)

Abstract: From the perspective of flexible welding robot system design, analyze the structure feature and welding accessibility of rear axel housing for bulldozer and clarify the approach of fixture design. From the perspective of system integration, introduce the system configuration of welding robot system, especially present the function and features of the welding robot, the robot peripheral equipment, the welding system and the environmental device. Based on the analysis of performance of the welding robot work station in practical production, it is verified that the welding robot work station, as flexible manufacturing equipment, has been improving the welding quality and productivity of the rear axel housing, releasing labor intensity and meeting the requirement of mixed-model automatic production.

Key words: robot welding station; bulldozer; rear axel housing

0 前言

推土机是山推工程机械股份有限公司的主导产品。后桥箱是推土机的主要大型结构件之一,工件结构复杂,焊接量大,对焊缝质量要求高。此外,由于推土机型号的不同,后桥箱具有SD13、SD16、SD22、SD32、SD42多种型号,在工件质量、外形尺寸和结构形式都有较大的差别,相应的焊接设备必须具备较好的柔性。为了提高焊接质量和生产效率,减轻工人劳动强度,兼顾多种型号,采用机器人焊接工作站是较好的解决方案。

收稿日期: 2009-05-06

作者简介: 孟国强(1974—), 山东定陶人, 学士, 工程师, 主要从事焊接工艺及设备的设计和开发工作。

1 工件描述

1.1 工件描述及分析

后桥箱工件是典型的中厚板结构件,铸钢件上的环缝组焊工作首先通过专机完成;然后铸钢件位于两侧,通过中厚板进行连接,形成长方体中空框架;框架中间等分加入两块筋板,形成了格子间,如图1所示。后桥箱除了两侧没有焊缝之外,外侧各面上均有焊缝,大部分为直线焊缝,有少量曲线焊缝;外侧焊缝形式主要为角焊缝和开单边V型坡口焊缝,焊接量大,需多层多道焊。内侧焊缝形式主要为角焊缝,有直线焊缝和曲线焊缝,焊接量不大;但由于内部格子间空间狭窄,可达性问题较为突出。



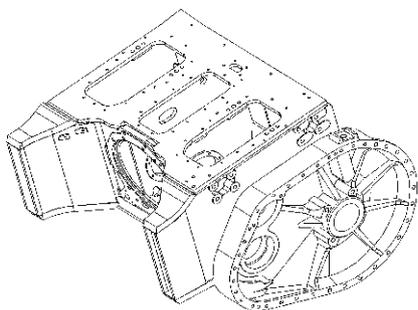


图1 后桥箱三维模型

1.2 工件数据

各机型后桥箱尺寸和质量相差较大,最大机型的SD42后桥箱外型尺寸可达到1 535 mm×1 280 mm×1 480 mm,质量超过2.5 t;而小机型的SD13后桥箱外型尺寸只有1 150 mm×785 mm×976 mm,质量不到800 kg,这对变位机的适应性和夹具的通用性要求较高。

2 系统描述

2.1 6轴焊接机器人

采用德国REIS RV20-16焊接机器人,第6轴最大负载16 kg,机器人工作半径 $R=1\ 600$ mm,重复定位精度 ± 0.05 mm。该机器人具备焊接中厚板复杂结构所必须具有的功能:

(1)精确的直线、圆弧、曲线插补和点到点的运动功能。

(2)接触寻位功能。通过带有电压的焊丝/喷嘴触碰工件,找到正确的焊缝起始点、结束点或焊缝中间任意点。

(3)电弧跟踪功能。在焊接过程中实时修正焊接轨迹,补偿工件因装配或焊接变形产生的偏差。

(4)多层多道焊功能。对于多层多道焊接,只示教打底轨迹,机器人控制系统根据焊接规范和具体焊缝形式自动生成盖面程序。

(5)轨迹重现功能。打底时通过电弧跟踪获得的实际焊缝轨迹,可以在生成多层多道焊盖面轨迹时得到调用。

(6)TCP自动校正功能。一段时间自动运行后机器人自动校正TCP。

(7)多种横摆形式。多种及用户自定义摆动形式,摆动幅度及频率可调。

(8)坡口尺寸偏差修正。通过接触寻位,获取坡口变化量,可根据坡口宽度自动调整焊接电流、电压、速度和摆幅等参数。

(9)在线优化功能。供工艺人员在设备调试时在

线修改焊接参数。

(10)程序复制功能。在多套工作站同时交货调试时,编制好的焊接程序可从一个工作站复制到另一个工作站中,缩短编程调试时间,使多套工作站迅速进入正常生产。

2.2 5 t L型变位机

基于上述分析,为确保焊接质量和焊缝成形,后桥箱在焊接过程中必须进行多次变位,保证在船型焊位置或平角焊位置进行施焊,因此选用L型两轴变位机对工件实施变位,后桥箱两侧的铸钢件由于带有定位通孔,且定位孔内圆粗镗完成,在应用机器人焊接时是较好的定位和压紧部位。

变位机上附带的通用工装适用于SD22、SD32、SD42型号后桥箱;对于较小的SD13和SD16工件的装夹,只需要改变定位销和压板的位置即可实现。

5 t L型变位机为负载5 t的单轴机器人变位机和负载12 t的单轴机器人变位机组合而成,可实现工件轴向和径向的回转,实现绝大部分焊缝的船型位置焊接,如图2所示。伺服电机(德国baumuller)驱动减速机,通过独有的齿轮无间隙传动技术,齿轮在转动过程中始终与回转支撑啮合,驱动变位器转盘旋转,无论正向和反向回转均可保证变位机的转动精度。由于变位机驱动采用与机器人驱动同一系列的交流伺服电机,同时受机器人控制器控制,因此机器人本体运动和变位机运动可联合进行轨迹插补。

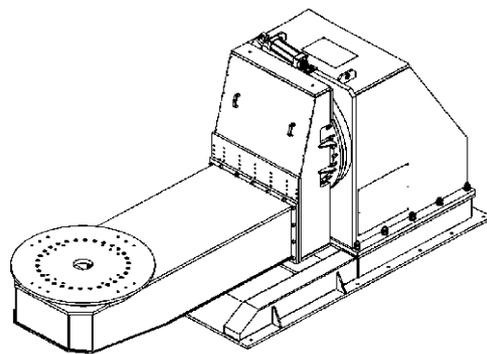


图2 5 t L型变位机轴测图

大回转技术参数:最大旋转速度 $8^\circ/\text{s}$;旋转范围 $\pm 185^\circ$;重复定位精度 ± 1.5 弧度分。

小回转技术参数:最大旋转速度 $17^\circ/\text{s}$;最大输出扭矩 $10\ 000\ \text{N}\cdot\text{m}$;旋转范围 $\pm 185^\circ$;最大回转半径 $2\ 198\ \text{mm}$;重复定位精度 ± 1.5 弧度分。

变位机最大负载 $5\ 000\ \text{kg}$,最大偏心距 $200\ \text{mm}$ 。

2.3 3轴机器人龙门架

由于变位机带动工件进行变位,工件在空间中



有一定的运动范围,且有内部格子间焊缝需要焊接,因此机器人需要配合 3 轴龙门架解决可达性的问题。3 轴龙门架为机器人外部轴,能自由编程,适用

于机器人悬挂安装。该龙门架包括安装在立柱上的 x 方向导轨,在 x 方向导轨上行走的 y 方向导轨,以及在 y 方向导轨上滑动的 z 方向导轨,如图 3 所示。

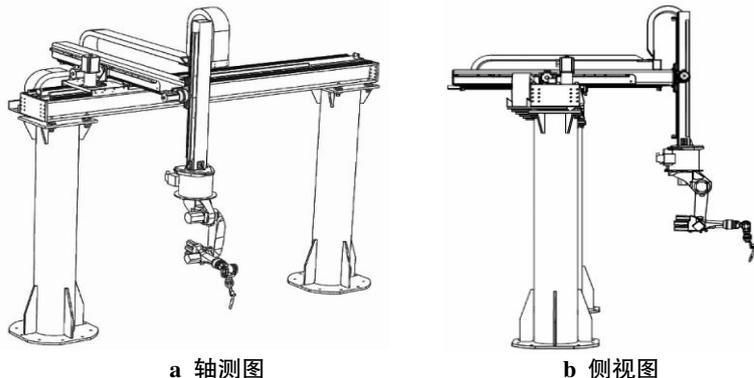


图 3 3 轴机器人龙门架

伺服电机(德国 baumuller)驱动行星轮减速机/RV 减速机,通过独有的齿轮齿条无间隙传动技术,齿轮在转动过程中始终与齿条啮合,驱动溜板/横梁在两组直线导轨上滑行。由于龙门架运动采用的伺服电机、伺服驱动和机器人属于同一系列,同时受机器人控制器控制,因此可以实现龙门架运动和机器人本体运动的联合轨迹插补。

机器人悬挂在 z 方向导轨的末端,焊接电源布置于 x 方向导轨附加溜板上,送丝机通过固定板安装在 z 方向导轨上,在龙门架一端均设有楼梯和操作维护平台。配合二级送丝机构,焊丝桶放置于地上。

$x/y/z$ 方向溜板的直线滑轨副均连接到中心润滑系统,润滑油直接泵入滑轨副,保证直线滑轨的精度和长寿命使用。

高度集成的系统联线总成包含机器人的动力电缆和信号电缆,外部轴的动力电缆和信号电缆,焊接电源的水、电、气管线等。穿入坦克链的部分均采用高柔性电缆。在龙门架一端设有系统联线总成转接,在龙门架安装或运输时只需要拔插若干航空插头,而不需要重新对龙门架进行布线。

6 轴机器人和龙门架配合使用,使得该机器人工作系统工作范围大、系统柔性好,即使大型复杂工件上可达性不好的空间焊缝,也能够轻松胜任。技术参数为: x 方向水平运动最大速度 60 m/min,行程 4 000 mm; y 方向水平运动最大速度 60 m/min,行程 2 000 mm; z 方向垂直运动最大速度 20 m/min,行程 1 500 mm;重复定位精度 ± 0.1 mm。

2.4 焊接系统

(1)德国 EWM PHOENIX521 ForceArc 全数字化焊接电源。负载持续率 420 A, 100%,带专家系统。

含冷却水箱 COOL71U40, PHOENIX DRIVE4 四轮送丝机及机器人接口。

(2)二级送丝机构。由于送丝距离较长,二级送丝机构可确保送丝稳定、可靠,同时防止一级送丝机超额定负载运行。

(3)德国 TBi 定制 80 W 机器人水冷焊枪。为了解决后桥箱格子间内部焊缝的可达性问题,通过三维模拟仿真软件得到机器人焊枪的正确尺寸,焊枪枪颈长度达到 700 mm。

(4)机器人枪夹。含防撞装置 KS-1(德国 TBi)。

(5)自动清枪剪丝、喷硅油装置 RBG2000(德国 TBi)。通过半圆型铣刀定期去除喷嘴内壁的附着物,压缩空气吹净,带喷硅油装置和剪丝装置,保证喷嘴内壁清洁及一致的干伸长。

(6)焊枪平衡支架保证焊枪电缆在机器人运动过程中不缠绕且保持平衡,不影响机器人动作。

3 结论

目前已有 3 套机器人焊接工作站系统投入使用,据工人反映,劳动条件和强度均得到改善,只需要上下工件和按动按钮就即以自动完成工件的焊接;工作可靠性高,焊缝成形质量稳定,机器人焊接后的工件仅需简单的补焊和修磨就可以进行下一道工序的加工;提高劳动生产率,可连续工作,生产效率较传统焊接方法提高 60%以上;明确了产品生产周期,便于安排生产计划;柔性化程度高,若需生产不同机型的后桥箱只需要更换夹具上的螺栓、调出所需程序即可。机器人焊接工作站的应用提高了产品的科技含量,给山推工程机械股份有限公司带来了切实的效益。

