

# 机器人焊接工作站在汽车起重机 卷扬箱焊接中的应用

杜望, 张晓旭

(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角度出发,分析了汽车起重机卷扬箱的结构特点和可达性,明确了焊接工装设计思路。从系统集成角度出发,介绍了双工位机器人焊接工作站的系统配置,特别阐述了焊接机器人的功能配置和机器人周边设备的功能配置以及结构特点,焊接系统的功能配置和环保装置的功能。根据机器人工作站在实际生产中的使用效果分析,说明机器人焊接工作站作为一种柔性的制造装备,可以提高卷扬箱的焊接质量和生产效率,减轻工人劳动强度,同时符合不同型号的卷扬箱进行混线自动化生产的要求。

**关键词:**机器人焊接工作站;双工位;汽车起重机;卷扬箱

**中图分类号:**TG409 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-2303(2009)05-00183-03

## Application of welding robot work station for winding housing of truck crane

DU Wang, ZHANG Xiao-xu

(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 winding housing for truck crane and clarify the approach of fixture design. From the perspective of system integration, introduce the system configuration of welding robot system with two work stations, 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 winding housing, releasing labor intensity and meeting the requirement of mixed-model automatic production.

**Key words:** robot welding station; two stations; truck crane; winding housing

## 0 前言

卷扬箱是汽车起重机的重要结构件,工件结构复杂,焊接量大,对焊缝的质量要求高。起吊质量从8~500 t的各种起重机都有该结构件,其重量、外形尺寸和结构形式都有较大的差别,因此要求相应的焊接设备必须具备较好的柔性。为了提高焊接质量,提高生产效率,减轻工人劳动强度,兼顾各种产品,采用双工位机器人焊接工作站是较好的解决方案。

## 1 操作描述

机器人系统分两个焊接工位。在第一工位焊接过

程中,操作人员进入第二工位变位机的工作区域对另一个工件进行装卸或补充焊接;在第二工位焊接过程中,操作人员进入第一工位变位机的工作区域对另一个工件进行装卸或补充焊接。双工位的优势在于工件的装卸和人工补焊不占用生产时间,提高了生产效率。

## 2 工件描述

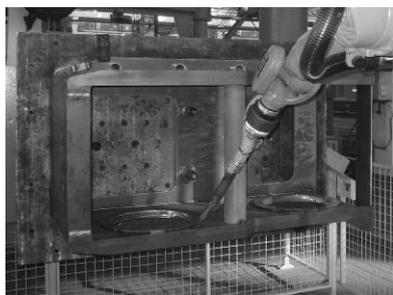
(1)工件描述及分析。

卷扬箱为长方体中空框架结构,是汽车起重机结构件中的重要工件。卷扬箱的焊接主要为角焊缝和开单边V型坡口的焊缝,基本形式为直线加圆弧曲线,除底面没有焊缝之外,内外侧各面上均有焊缝。由于卷扬箱内部格子间空间狭窄,圆弧曲线焊缝的可达性问题较为突出,如图1所示。

收稿日期:2009-05-06

作者简介:杜望(1977—),男,四川眉山人,硕士,主要从事机器人柔性焊接系统主体方案设计工作。





a 机器人模拟卷扬箱焊接轨迹



b 机器人实际焊接卷扬箱

图 1 模拟实际焊接卷扬箱情况

(2)工件数据。各型号卷扬箱尺寸和质量相差较大,对变位机的适应性和夹具的通用性要求很高。卷扬箱长度 1 300~2 100 mm,宽度 700~1 600 mm,高度 500~900 mm,质量范围 500~1 000 kg。

(3)焊接工装。为了使工件能够快速准确的定位装夹,在卷扬箱底侧增加了用于定位的工艺孔,作为解决应用机器人焊接定位和压紧的手段。焊接工装由在变位机回转支撑上安装的工装通用基板、特殊设计的定位销及压板自由组合而成。通用基板上均布镙栓孔,配合特殊设计的定位销及压板使用,无论什么型号的卷扬箱,都可以利用基板上的定位销及压板将工件定位、压紧。对于不同工件型号的装夹,只需改变定位销和压板在通用基板上的位置,所有型号的卷扬箱都可在 3~5 min 内完成装,方便高效。

### 3 系统描述

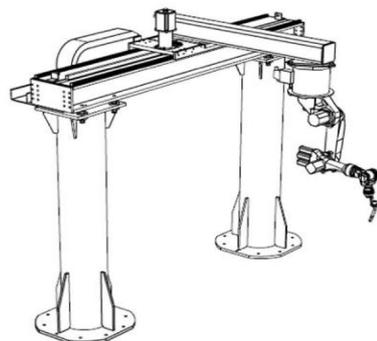
(1)6 轴焊接机器人。

采用德国 KUKA KR16 焊接机器人,第 6 轴最大负载 16 kg,机器人工作半径 1 611 mm,重复定位精度±0.1 mm。该机器人具备焊接中厚板复杂结构所必须的功能,如:精确的直线、圆弧、曲线插补和点到点的运动功能;接触寻位功能→通过带有电压的焊丝触碰工件,找到正确的焊缝起始点、结束点或焊缝中间任意点;电弧跟踪功能→在焊接过程中实时修正焊接轨迹,补偿工件由于装配或焊接变形而产生的偏差;多种横摆形式→多种及用户自定义摆

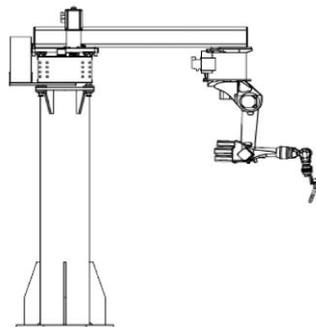
动形式,摆动幅度及频率可调;坡口尺寸偏差修正→通过接触寻位,获取坡口变化量,可根据坡口宽度自动调整焊接电流、电压、速度和摆幅等参数;在线优化功能→工艺人员在设备调试时可在线修改焊接参数;程序复制功能→在多套工作站同时交互调试时,编制好的焊接程序可从一个工作站复制到另一个工作站中,极大地缩短编程调试时间,使多套工作站可以迅速投入正常生产。

(2)单轴机器人龙门架。

适合双工位布局。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,而且有内部格子间焊缝需要焊接,因此机器人需要配合单轴  $x$  龙门架解决焊缝可达性及两个工位间的位移问题。单轴龙门架为机器人外部轴,可自由编程,适用于机器人悬挂安装,如图 2 所示。



a 单轴机器人龙门架轴测图



b 单轴机器人龙门架侧视图

图 2 单轴机器人龙门架

伺服电机(德国 Siemens)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,使齿轮在转动过程中始终与齿条啮合,驱动溜板在直线导轨上滑行。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。

在龙门架一端设有楼梯和操作维护平台。如配

专题讨论——西气东输二线焊接技术

合二级送丝机构,焊丝桶可放置于地面之上。

溜板的直线滑轨副连接到中心润滑系统,润滑油直接泵入滑轨副,保证了直线滑轨的精度和寿命。

高度集成的系统连线总成包含机器人的动力电缆及信号电缆、外部轴的动力电缆及信号电缆,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连线总成转接,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有极大的工作范围和系统柔性,即使是大型复杂工件上可达性不好的空间焊缝,也可胜任。系统的水平运动最大速度  $v=60$  m/min,行程  $x=7\ 000$  mm,重复定位精度为  $\pm 0.1$  mm。

### (3)2.5 t L型变位机。

基于以上的工件分析,为了确保焊接质量和焊缝成形,卷扬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,

2.5 t L型变位机为负载5 t的单轴机器人变位机和负载为2.5 t的单轴机器人变位机组合而成,可以实现工件轴向和径向的回转,因而可以实现绝大部分焊缝船型位置焊接(见图3)。伺服电机(德国 Siemens)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和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以联合进行轨迹插补。

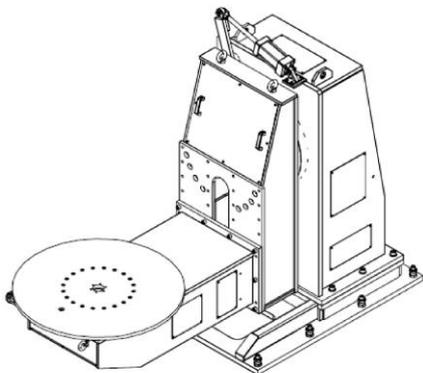


图3 2.5 t L型变位机轴测图

大回转技术参数:最大旋转速度  $16^\circ/\text{s}$ ;旋转范围  $\pm 185^\circ$ ;重复定位精度  $\pm 1.5$  弧度分。

小回转技术参数:最大旋转速度  $42^\circ/\text{s}$ ;最大输出扭矩  $4\ 300$  Nm;旋转范围  $\pm 185^\circ$ ;最大回转半径

$1\ 300$  mm;重复定位精度  $\pm 1.5$  弧度分;变位机最大负载  $2\ 500$  kg;变位机最大偏心距  $172$  mm。

### (4)焊接系统。

a. 采用奥地利 FRONIUS 全数字化 TPS 5000 MIG 焊接电源,含水箱、VR 1500 机器人送丝机、机器人总线接口。

b. 采用德国 TBi 定制  $80$  W 机器人水冷焊枪。为了解决卷扬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  $400$  mm,如图4所示。



图4 带有吸烟装置的水冷机器人焊枪

c. 机器人枪夹,含防碰撞装置 KS-1(德国 TBi)。

d. 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,带喷硅油装置及剪丝装置,保证喷嘴内壁清洁及一致的干伸长。

e. 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。

### (5)上海蒂恒 DHS2-1 焊烟处理系统。

适用于大量焊烟和粉尘场合,吸风口集成在焊枪上,随焊随吸,如图4所示。可调整合适真空度,既能达到良好的吸烟尘效果,又不会影响焊缝保护。

## 4 结论

目前有两套机器人焊接工作站系统已经投入使用,只需要上下工件和按动按钮就可以自动完成工件的焊接;工作可靠性高,焊缝成形质量稳定,经机器人焊接后的工件,只需要简单的补焊和修磨就可以转到下一道工序的加工;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  $45\%$  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,需要生产不同机型的卷扬箱只需要更改定位销和压板在通用基板上的位置,调出所需程序即可。机器人焊接工作站的应用可以确保产品焊接质量,提高了生产效率,改善了工人劳动条件,降低了劳动强度,给用户带了切实的效益。