

焊接机器人在汽车起重机制造中的应用

吕金波

【摘要】结构件焊接是汽车起重机制造过程中的关键环节，传统的焊接质量需要依赖焊工技能和经验来保证，随着焊接机器人的问世和推广已经改变这一现象。本文重点介绍焊接机器人替代传统手工焊接所依赖的关键技术以及焊接机器人在起重机中厚板结构件焊接中的应用。

关键词：焊接机器人；中厚板焊接；工程机械

1. 概述

结构件焊接是汽车起重机制造过程中的关键环节，也是工作量最大、用工人数最多的一道工序，其焊接工艺以熔化极气体保护焊为主，母材板厚在8~12mm之间。随着焊接机器人的应用和普及，极大提升了结构件焊接质量，显著降低焊工的劳动强度。自从2008年以来，中厚板焊接机器人在各大汽车起重机制造厂得到了爆发式的推广和应用。

以我公司为例，自2008年至今，仅焊接机器人的投入已超亿元，覆盖了整个起重机吊臂、转台、车架、支腿等所有关键受力结构件的焊接。

2. 焊接机器人的关键技术

（1）多轴联动控制技术　焊接机器人本体通过6轴联动完美还原了人的手臂动作，以适应各种焊接姿态。但要实现复杂结构件的水平或船型位置焊接，仅能模拟人的动作还不够，还需要机器人的控制系统与变位机旋转轴之间实现通信联动，将工件变位至合适的姿态进行焊接，如此一来，经过集成扩展后的焊接机器人也被称之为焊接工作站。例如，我公司用于大吨位车架箱体内部焊缝焊接的工作站为双机械手、19轴联动，可同时替代两名焊工焊接，通过程序控制，实现同步、对称焊，既可保证焊接质量、降低焊接变形，又显著提升效率。

（2）焊前自动寻位赋值　焊前自动寻位赋值是机器人替代人进行焊接的关键支撑性技术，由于板材来料和结构件组对存在一定的误差，导致每次焊接时的起焊点存在偏差，焊前自动寻位赋值功能的实现很好的解决了这一问题。

如图1所示，每次焊接之前机器人携带焊枪在*X*/*Y*/*Z*三个方向、分别沿向量CD1~CD5在一定范围（一般为100mm以内）逐渐靠近直至接触母材，机器人记录下此时的坐标值并赋给程序的起始点，以此保证焊接起点准确性。

（3）电弧跟踪及防碰撞功能　焊接机器人在找到起始点以后，焊接过程的准确性和一致性则需要电弧跟踪及防碰撞功能的保障。电弧跟踪是通过焊接过程中焊丝的干伸长来判断焊道是否偏离并修订，其原理为干伸长变

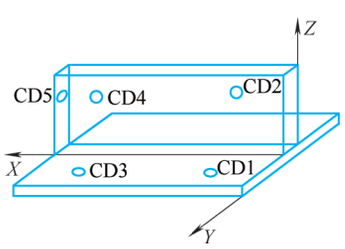


图1　焊前自动寻位示意

化时，焊丝上通过的电流会相应变化，机器人控制系统通过捕捉电流变化来判断焊枪的位置是否偏离。而防碰撞功能则相当于为机器人又增加了一道防护，防碰撞机构位于焊枪和机器人第六轴末端，当焊枪误碰撞工件，焊枪角度变化至一定数值时，触发防碰撞弹簧开关，机器人控制系统识别信号后，发出急停指令，防止机器人手臂损坏。

3. 焊接机器人的实际应用

经过近七八年的持续投入，我公司已实现关键结构件、关键焊缝机器人焊接覆盖率100%，并且均以机群形式布置。图2为起重机车架自动化焊接车间，车架箱体内部焊缝、外部座圈焊缝等全部机器人焊接，整垮车间无手工焊接。

（1）起重机车架的自动化焊接　起重机车架为封闭箱体结构，箱体总长度7~10m，板厚8~10mm，以角焊缝为主。为控制箱体焊接变形，采用双机器人联动，沿车架箱体长度方向、由中间向两端、同步对称焊接。图3为车架箱体内部焊缝焊接工作站，机器人总联动轴数达19轴，相比原来人工焊接，在提升效率和质量的同时，使焊接变形量显著降低，取消了焊后校形工序。



图2　起重机车架机器人焊接车间



图3　双机器人车架焊接工作站

（2）起重机转台的自动化焊接　起重机转台相比车架结构复杂，对接焊缝、角焊缝并存，且板厚8~30mm不等。尤其底板焊接需要设置反变形量，抵抗焊接变形，保证平面度及每个工件焊后变形量的一致性。图4为起重机转台结构件的焊接工作站，11轴联动焊接，焊接工况较为复杂，存在焊接过程中机器人与外部轴实时联动的高难度要求。

由于板较厚，焊接参数相比手工焊接要大，附表为焊接机器人焊接参数。

焊接机器人焊接参数

焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·s-1	热输入/ kJ·cm^{-1}
260~320	28~34	0.67	11.5

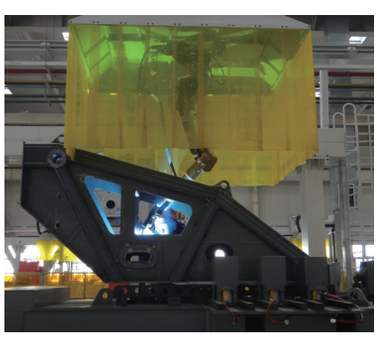


图4　起重机转台焊接工作站



图5　支腿焊接工作站

（3）起重机支腿的自动化焊接　起重机支腿结构为起重机工作状态下最直接的受力部件，在对起重机吊装事故的原因分析中，支腿失稳为主要因素之一，相应的支腿结构上的主焊缝均为A类关键焊缝，列入焊后必检项次。图5为支腿结构件焊接工作站，9轴联动焊接，可实现支腿内外部焊缝全部自动化焊接。

图6为支腿箱体内部自动焊的焊缝，焊脚为10mm带坡口焊缝，分机器人打底、盖面两次焊接完成，焊后探伤检测合格率达100%。

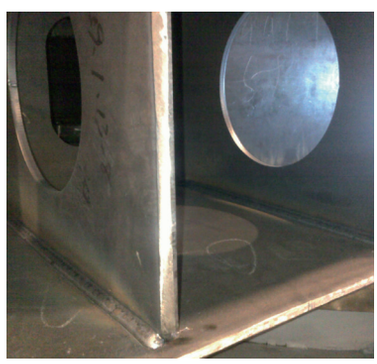


图6　支腿箱体内部自动焊焊缝

4. 展望

机器人的问世打破了传统制造业以人员密集型为主的模式，在搬运、焊接、组装等领域已经普遍应用。随着人力成本的不断提升，机器人将逐渐成为各行各业技术改造的重点。

作者简介：吕金波，徐工集团徐州重型机械有限公司。

MW 20160923