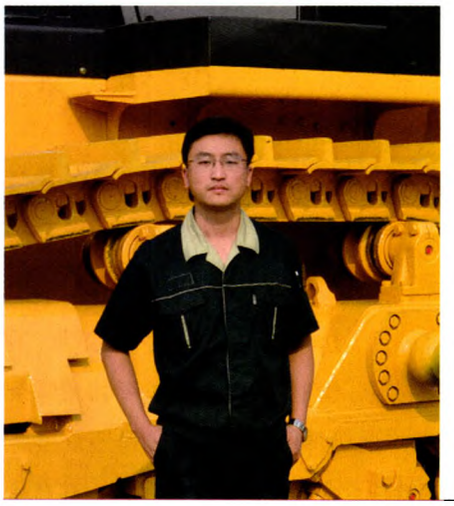


数字化智能装备在山推结构件上的应用

山推工程机械股份有限公司　张民　吴月　王彩凤

随着科学技术突飞猛进的发展，在工程机械行业，产品生产制造过程逐步趋向于精细化管理，产品质量的要求越来越严格，生产自动化程度越来越高，一些数字化智能装备的应用越来越广泛。山推经过多年的积累与发展，数字化智能装备在结构件焊接领域取得了长足的进步，拥有焊接生产样板线、焊接机器人工作站等自动化设备，在产品质量、生产能力等各方面均达到了国内领先水平。本文将介绍近年来数字化智能装备——焊接机器人在山推的生产应用情况。

一、焊接机器人结构原理

焊接机器人是由机械手、控制柜、变位机、焊接设备及弧焊软件等组成的焊接生产单元。机械手是完成焊接动作的主体，一般指6轴机器人本体，它是由伺服电动机带动手臂上各轴的旋转实现各种动作。控制柜配有计算机软件控制系统，它的作用一是通过伺服放大器来控制机器人本体上的伺服电动机，从而实现机械手的协调运动；二是实现起始点寻位、电弧跟踪等软件功能。变位机的作用是安装固定工件并对工件进行精确定位，在焊接过程中能够旋转工件使焊缝达到理想焊接姿态，并且能和机械手实现联动，现在常用变位机的形式主要有L形变位机和头尾架变位机。焊接设备主要有焊接电源、焊枪、送丝装置、水冷装置和焊枪清枪剪丝装置。

二、焊接机器人系统的焊接功能

山推应用机器人焊接的工件一般都是由中厚钢板拼接的结构，在组对时难免会存在误差，焊缝的位置和宽窄一致性不高；在焊接过程中，先焊接的焊缝产生的变形会作用在工件上，使后焊接的焊缝偏离组对时的位置。为了保证焊接质量，要求机器人能够在焊接时自动找正焊缝的起始位置和正确的方向，焊接中厚板的机器人系统都会带有焊接起始点寻位和焊缝跟踪等功能。

1. 焊缝起始点寻位功能

目前山推使用的焊接机器人主要有神钢ARCMAN系列和德国徕斯机器人系统，焊缝起始点寻位方式是接触式传感寻位，它利用加了低电压的焊丝接触工件表面进行三方向传感，以此方法感知实际工件位置，通过程序计算得出实际位置和示教时工件表面位置的偏移量，然后把偏移量加入示教时的焊接位置，找到正确的焊接位置，纠正装夹、组对、焊接产生的焊接位置偏差，达到保证焊接质量的目的。

2. 电弧跟踪功能

起始点的位置确定后，焊接方向的正确性还需要使用电弧跟踪功能保证。电弧跟踪是指在焊接过程中，弧焊机器人系统通过软件对焊接电压电流的变化实时监控，分析计算出电弧长度的变化，从而通过软件调整机器人的姿态纠正焊缝的偏移。目前山推使用的弧焊机器人系统应用焊缝

作者简介：张民，山推工程机械股份有限公司推土机事业部总经理。

起始点寻位结合电弧跟踪进行推土机后桥箱焊接应用，工作可靠性好，质量稳定。

3. 坡口宽跟踪功能

坡口宽跟踪是指弧焊机器人系统在焊前检测整条焊缝上的多个点，通过软件计算出焊缝坡口的宽度，进而得出整条焊缝的坡口宽度变化情况，在焊接过程中调整机器人焊接摆动幅度和焊接速度，得到余高一致的焊缝，达到提高焊接质量的目的。即在焊缝较宽处增大摆幅，同时降低焊接速度；在焊缝较窄处适当减小摆幅，相应提高焊接速度。目前此功能应用于山推弧焊机器人系统焊接各种产品，焊缝成形较好，质量稳定。

三、焊接机器人系统在山推的生产应用情况

1. 推土机结构件介绍

在山推应用弧焊机器人生产的主要工件有推土机后桥箱、平衡梁、台车方盒、主机架，这些工件的焊缝形式既有长达4m的直焊缝（台车方盒），也有短小密集空间位置复杂的焊缝（后桥箱见图1）；大多数钢板厚度在10~30mm之间，属于中厚板的焊接；焊接方法是熔化极CO_2气体保护焊。

2.焊接机器人系统组成形式

根据推土机结构件产品特点，弧焊机器人系统主要有三种形式：一是单工位、机器人龙门架式移动、L臂型变位机、11轴联动，它主要应用于推土机后桥箱的焊接；二是单工位、机器人移动滑板、头尾架式变位机、8轴联动，主要应用于平衡梁的焊接（见图2）；第三种是前一种的升级，它是双工位，主要应用在台车方盒焊接（见图3）。

3. 焊接机器人柔性化生产

在生产中，通过改变焊接机器人的程序就可以生产不同型号的产品，不必再重新购买新的焊接设备也可以实现批量产品的焊接自动化，充分体现了焊接机器人柔性化生产的优势。实现柔性化生产要求变位机夹具的通用性和焊接程序的完备，更改产品时只需要更换夹具和调出相应程序，焊接机器人就能自动完成工件的焊接生产。有效缩短产品改型换代的周期，减小相应的设备投资的优点。

四、应用焊接机器人系统的意义

1. 有效提高焊缝质量，保证均一性和稳定性

焊接参数如焊接电流、电弧电压、焊接速度及焊丝干伸长度等对焊接结果起决定作用。采用机器人焊接时对于每条焊缝的焊接参数都是恒定的，焊缝质量受人的因素影响较小，降低了对工人操作技术的要求，因此焊接质量是稳定的。而人工焊接时，焊接速度、干伸长等都是变化的，因此很难做到质量的均一性。

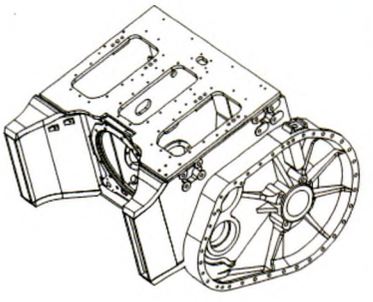


图1　推土机后桥箱示意



图2　平衡梁焊接机器人示意

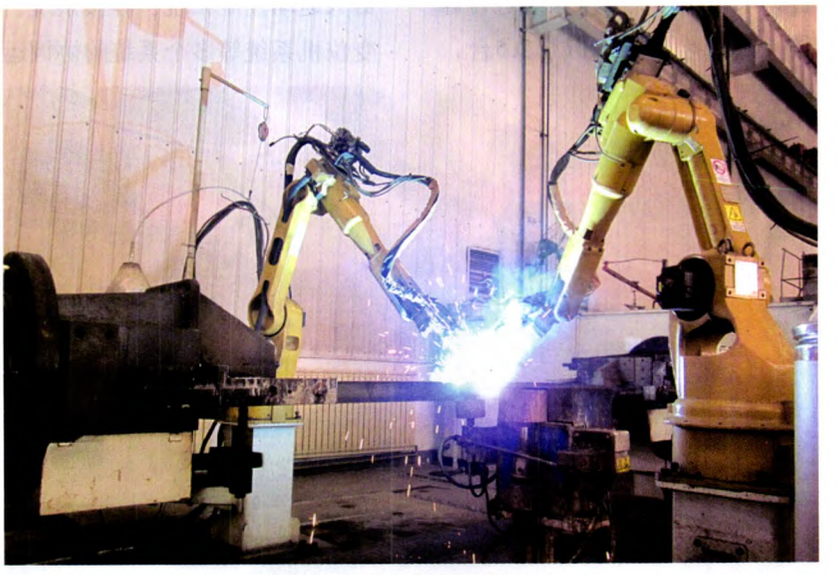


图3　双工位机器人工作站示意

焊接专机对于焊接条件的变化无法感应，无法对焊接条件的变化做出焊接参数的自动调整，弧焊机器人系统具有寻位和跟踪功能，自动根据焊接条件变化修正焊接参数，对焊接过程进行实时控制大大提高了焊接质量。

2. 有效改善工人劳动条件

弧焊机器人系统一次示教完成后，可自动完成同样工件的全部焊接工作，基本上不再需要人工参与调整，工人只需要焊接结束后装卸工件按动按钮等简单的操作，远离了焊接弧光和烟雾、飞溅等，改善了工人的劳动强度（见图4）。使用焊接专机焊接过程中需要人工调整参数，不可能完全自动，工人劳动条件改善有限。

3. 有效提高劳动生产率

机器人没有疲劳，一天可24h连续生产，另外随着高速高效焊接技术的应用，使用机器人焊接，效率提高的更加明显。以SD32推土机后桥箱为例，人工焊接一天（双班生产）可以焊1台，采用弧焊机器人系统进行焊接（双班生产）可以焊2.5台，生产效率提高100%以上，并且还省去了翻转时占用行车的时间，焊接质量更加可靠，并消除了翻动工件时的安全隐患，劳动生产率大幅度提高。



4. 产品周期明确，容易控制产品产量

机器人的生产节拍是固定的，安排生产计划非常明确，弧焊机器人的应用为我们带来了切实的效益。同时，我们也看到使用弧焊机器人系统也存在的一些不足，如一次性投入较大，弧焊机器人系统结构复杂，涉及到机器人运动控制系统、焊接系统、变位机系统等多个系统的协调运作；机器人本体价格昂贵，国内没有具备有规模的生产能力，主要依赖进口；正是由于设备的复杂和精密，这对维修人员提出了很高的要求，有时还需要厂家的协助；同时也对操作设备工人的素质提出了更高的要求，示教编程、故障排除等都需要一定的专业知识，需要经过培训。

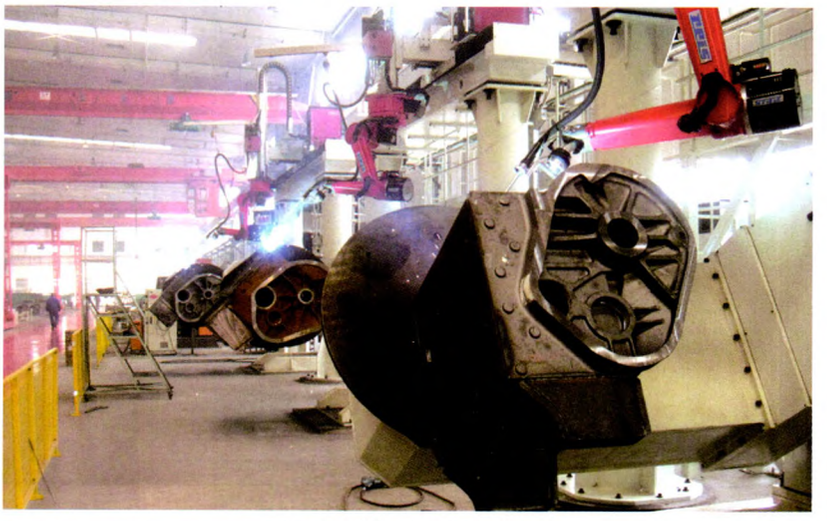


图4　后桥箱机器人工作站示意

五、结语

弧焊机器人系统在山推结构件焊接中成功的应用，提高了产品的生产效率和质量，减轻了工人劳动强度，实现柔性化管理，生产便于控制，给山推带来了切实的效益；同时我们也看到，我们的自动化水平和国外企业还存在很大差距，山推作为推土机生产行业中的排头兵，应该继续推进高科技含量的技术装备的应用，提高生产力，带动推土机生产行业的健康发展；最后，希望我国的机器人本体设计和生产能够发展壮大起来。

MW 20140423