推土机主机架焊接自动化的应用

山推工程机械股份有限公司 （山东济宁 272073） 张 民 吴 月 王彩凤

【摘要】通过介绍主机架结构特点、焊接现状以及组焊一体式变位机的应用，阐述了采用机器人焊接在焊接质量、生产效率、安全生产、柔性化管理等方面所具有的突出优势。

主机架作为推土机关键核心部件之一，其组对精度、焊接质量、加工精度、外观质量等都是高标准、严要求，尤其是对焊接质量的要求，机架方盒与后桥箱相连接的焊缝要达到一级焊缝，这就对人员的操作技能、设备性能、设备稳定性等方面提出了较高要求。

焊接机器人作为实现焊接自动化生产的有效途径，不仅具有焊接质量好、焊接质量稳定效率高、降低工人劳动强度等方面的突出优势，而且还能有效地实现柔性化生产，便于管理和组织生产。因此，焊接机器人在山推已大量使用，后桥箱、台车方盒部件都已成功采用机器人焊接，主机架的机器人焊接也逐步趋于成熟。

1. 主机架结构特点

主机架主要由后桥箱、机架方盒、平衡梁架、连接板等组成（见图1），属于典型的箱体与长方盒相焊接的框架类结构，焊缝数量不多，但分布于整个工件的六个面，整体焊缝质量要求较高，尤其是机架方盒与后桥箱小腿处的连接焊缝，要达到Ⅰ级焊缝；当然，后桥箱、机架方盒零件的焊接质量要求也比较高，针对后桥箱还要确保不漏油，每台都必须进行气密性试验。

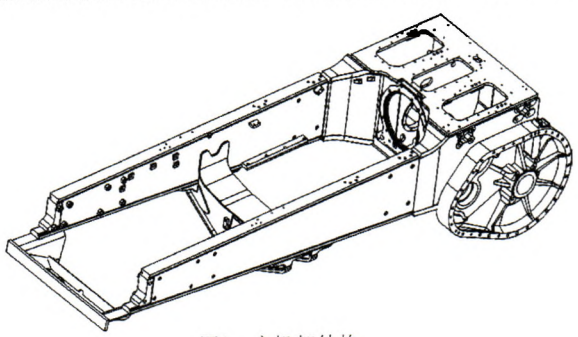


图1 主机架结构

2. 山推焊接技术应用现状

山推在推土机方面的制造工艺水平达到国内领先，在焊接技术应用上也大量推广自动化焊接方式，如采用焊接机器人、双丝自动焊、双枪焊接专机、通用式焊接变位机及组焊一体式焊接专机等。

目前，推土机主机架由于其自身结构特点限制，一直采用落地式人工翻转焊接（见图2），即主机架组对点固后吊装到地面，利用行车翻转工件，采用人工完成各处焊缝的焊接工作。

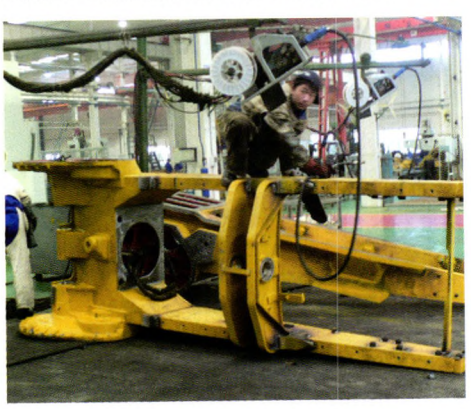


图2 人工焊接

推土机主机架较后桥箱、台车架等结构件焊缝

数量相对较少，但分布于整个工件的六个面，要完成所有焊缝的焊接并保证焊接质量需不断翻转工件，即360°翻转。翻转时常采用人与行车配合作业，存有安全隐患，焊接姿势多种多样；翻转过程中会造成对工件加工面的磕碰损伤、尺寸精度的影响以及车间地面的损坏，同时翻转要不断更换吊装点与吊装方式（见图3），工人劳动强度大、生产效率低、焊接质量不稳定。

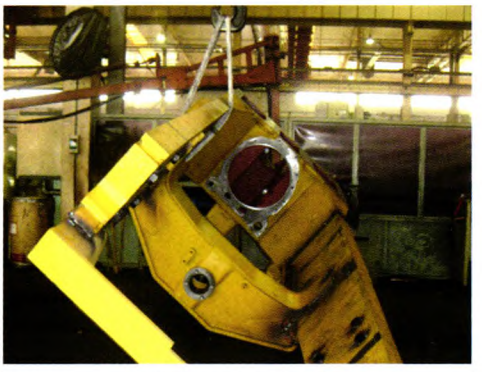


图3　行车翻转工件

主机架上机架方盒与后桥箱小腿连接处焊缝为Ⅰ级焊缝，要求每件都要探伤，探伤不合格件必须进行焊缝的修复工作，用碳弧气刨清楚需要修复的焊缝（见图4），再用砂轮清理干净，然后进行焊缝的修复，直到该焊缝再次探伤合格为止。在焊缝修复过程中，碳弧气刨机刨除焊缝时热输入能量集中，加上再次焊接，对主机架组对尺寸影响较大，经常会出现机架方盒相对机架中心不重合。为满足主机架组对精度、装配等要求，这种中心不重合现象必须消除，目前没有专用的矫形设备，唯一且有效的工艺手段就是火焰矫形法。在矫形过程中，方法掌握、温度控制不当会造成工件新的更大变形，因此，火焰矫正要有丰富的实践经验。



图4　碳弧气刨机刨除焊缝

3. 组焊一体式变位机应用

主机架采用落地式翻转人工焊接在焊接质量、尺寸精度、外观质量控制上都不能很好地保证，而且翻转时存有安全隐患。为有效控制焊接变形，减少主机架焊接翻转对尺寸精度的影响，设计开发了组焊一体式变位机（见图5），应用于SD13~SD426大系列机型推土机主机架的360°翻转变位焊。

该变位机可同时完成主机架的组对、焊接工作，采用液压定位、压紧结构，后桥箱采用前端定位，机架方盒采用外侧定位内侧夹紧加上端压紧定位方式，平衡梁架采用孔端定位，定位方便、可靠、精度高，组对尺寸一致性好。焊接时完全取消了行车作业，变位机可进行点动翻转控制，可翻转到任意角度并进行安全制动，满足了焊接时对位置的要求，有效控制了焊接变形。



图5　组焊一体式变位机焊接

主机架采用组焊一体式变位机进行组对和焊接工作，从组对精度、尺寸一致性、组对效率及焊接变形控制等方面都有很好的成效，但也存在一些不足之处：如采用人工焊接，焊接质量不稳定；焊接时要不断翻转变位机，人的活动范围较大，无法完全实现对称施焊；采用液压结构，对液压元件质量要求高，否则易出现漏油，发生安全事故等。

4. 焊接机器人的应用

主机架焊接从落地式翻转人工焊到采用组焊一体式变位机焊接，使组对质量、焊接质量明显提升。但由于采用人工焊接方式，存在质量不稳定现象，因此改用焊接机器人焊接。

（1）主机架机器人焊接　主机架采用机器人焊接前先进行了变位机的通用性装夹方案制定与验证工作，通过改造旧变位机，优化定位方式、装夹方式，实现SD16、SD16L机型主机架通用装夹要求，变位机360°翻转采用PLC控制，焊接时工人操作方便（见图6），容易实现对称焊接，焊接质量明显改善。



图6　变位机焊接

SD16与SD16L机型主机架焊接通用性装夹得到验证后，提出在原变位机基础上增加一套机械手，实现主机架机器人焊接，进一步提高焊接质量，控制焊接变形，减少焊接缺陷，提高主机架焊缝一次探伤合格率。

根据SD16与SD16L主机架结构尺寸及焊缝分布特点，制定了地轨式焊接机器人系统方案，整个系统共9个轴，移动装置带动机械手在行走装置上沿工件长度方向移动，可满足所有焊缝的正常焊接。焊接时变位机与机械手联动，也可进行单独控制。当装夹部分位于升降机构最低位置水平状态时，定位机构与装夹机构共同完成工件的快速装夹。焊接时，装夹机构夹持工件与旋转机构共同在升降机构上上下移动，定位机构保持固定；焊接完成后，工件恢复到装夹状态下落到定位机构上，装夹机构松开工件，将工件调离整个焊接系统。

（2）机器人焊接的优点与不足　采用机器人焊接（见图7）具有以下优点。



图7　主机架焊接机器人

第一，提高焊接质量，保证均一性。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。

第二，改善了工人的劳动条件。工人只需进行装卸工件按动按钮等简单的操作，远离了焊接时的弧光、烟雾和飞溅。

第三，提高劳动生产率。机器人可一天24h连续作业，省去了人工焊工件翻转时占用行车的时间，消除了翻转工件时的安全隐患。

第四，产品周期明确，容易控制产量。机器人的生产节拍是固定的，安排生产计划非常明确。

第五，实现柔性化生产。同类型工件通过改变焊接机器人程序就可以满足焊接要求，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。

焊接机器人有诸多优点的同时也存在一些不足：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。

（3）机器人焊接质量提升的保障　机器人焊接在焊接质量提升、实现柔性化生产上与人工焊相比都有着绝对优势，但它也对工件提出更高的要求，比如工件组对尺寸的一致性、工件的表面质量等，只有具备了机器人焊接基本技术条件，才能充分发挥出机器人的焊接优势。

5. 结语

弧焊机器人系统在山推结构件上已推广应用到了后桥箱、台车方盒及主机架，有龙门式、双工位、双枪结构形式，后桥箱、台车方盒机器人焊接应用已较成熟。实践证明，焊接机器人在提高焊接质量、焊接效率，降低工人劳动强度，消除安全隐患，实现柔性化生产等方面具有突出优势，给山推也带来了切实的效益。

焊接机器人在主机架上的成功应用为下步改善提供了技术依据，如何做到大小机型的通用性装夹而实现机器人焊接成为下步研究的课题。公司通过不断提高焊接自动化应用水平，既提升了产品质量，又提高了产品的技术核心竞争力。**MW**

（20140121）