

推土机机架方盒焊接变形工艺探讨

李德明 韦嘉伟 杨红刚 王彩凤

【摘要】本文首先介绍了目前推土机主机架方盒普遍采用的结构，随后从制造工艺现状方面进行分析，找出影响机架方盒焊接质量的工艺技术难点，并通过优化工艺和大量的工艺试验，最终找到能有效控制机架方盒焊接变形并提升产品焊接质量的工艺措施。

1. 概述

推土机隶属铲运工程机械，在工程机械中有着举足轻重的地位。它广泛适应于水利工程、铁路、公路施工，尤其在恶劣的工况条件下，有着其他机械无可替代的作用，并与其他工程机械的有效组合能最大限度地发挥机械效率。主机架、台车架和铲刀三大结构件是推土机的主要受力构件，均采取板材焊接结构，其中主机架承担着动力单元、传动单元、行走单元和整个上车系统的安装支撑作用，可见其关键性，主要由后桥箱、机架方盒和平衡梁架等三部分构成（见图1）。

2. 结构分析

目前国内外常规推土机机架均采取箱形结构，该箱形结构与普通箱形结构不同。普通的箱形结构通常采用四块钢板搭接为角接接头，同时为增加刚性，中间加横向或竖向的肋板而成格箱状，但在推土机的箱形结构中，往往受尺寸限制不能加内肋板。经研究率先采取“凸”型钢结构取消垫板，焊缝一律采用对接接头，结构如图2所示，由上下凸字型钢和左右侧板组成，其断面形状似方盒故称为机架方盒，具有结构简单、组对方便的优点。

此外，推土机的框架结构中采用“凸”型钢结构，是我公司产品的一大特点，采用“凸”型钢能起到在不加大腹板厚度的前提下增加刚性，从而控制设备自身重量。在型钢上直接钻孔、攻螺纹安装发动机、前机罩、底护板等部件，不仅工艺性好又减少了部分焊接用螺母及丝座，同时“凸”型钢适合钢厂大批量轧制，价格比同规格板材几乎相差无几，无需再进行板材的加工，在提升产品质量的同时，也降低了整机成本，是新材料、新工艺在我公司应用的成功案例。

3. 制造工艺现状

（1）工艺现状 机架方盒工艺流程较简单，一般为工装组对→焊接→修磨焊补→校形→（涂装）→划线→机械加工→总对→总焊。焊接工序采取半自动双丝焊设备，焊接效率较高，但随着机型大型化发展，焊接质量无法保证，容易出现两个方面的质量问题：①四条主焊缝焊接质量达不到图样设计的精级焊缝要求。②焊接变形无法控制，设计要求扭曲、弯曲均≤2.0mm，但实际焊后扭曲达到6~8mm，弯曲达到4~6mm，采取压力机等手段也很难校形且容易压型为死弯。

（2）工艺难点分析 目前普

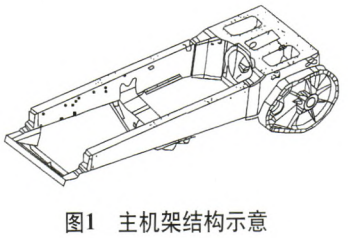


图1 主机架结构示意

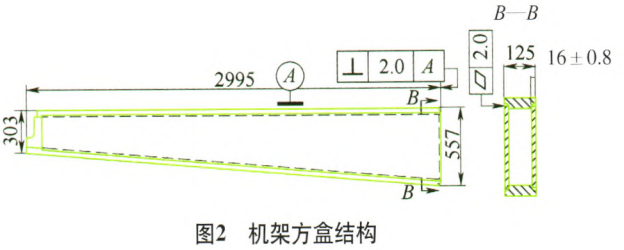


图2 机架方盒结构

遍采取CO_2气保焊接，由于方盒为工作主要受力件，结构拼焊焊缝比较大且重要，自制双丝半自动焊设备陈旧，焊枪无摆幅，无法满足大焊缝要求，导致焊缝两侧未熔合和内部焊缝存在气孔等焊接缺陷。另外采取ϕ1.6mm焊丝单遍成形焊接热输入量较大，且方盒尺寸较大，焊接变形无法控制，容易产生挠曲、扭曲、弯曲变形，导致主机架总对时与后桥焊缝出现错边等组对问题，无法保证主焊缝质量且易出现装配干涉的质量问题。为了保证性能要求，只能采取加大焊接进行圆滑过渡方式解决，方盒上安装发动机的平面只能采取留出加工余量，再进行必要的机械加工工艺来保证平面尺寸和精度要求，或按照扭曲≤4.0mm的工艺要求特别采用。

4. 工艺优化探讨

针对上述机架方盒制造过程中的工艺难点问题，我们对SD16-SD42推土机机架方盒结构和变形进行深入研究，并结合长方盒类结构焊接变形控制原理进行分析，找出焊接质量和焊接变形的关键要因，并通过优化工艺措施来实现。

（1）板材预处理　焊接过程中随着电弧热量输入导致板材内应力重新分布，最终达到内部应力平衡稳定，采取有效方法降低板材残余内应力可减少或消除焊接内应力值以及焊接时应力再平衡的影响，多遍校形和板材时效均可以去除部分内应力。结合工艺实际，同时采取振动时效设备和校平机正反六遍矫形进行消除残余应力工艺试验，探索有效控制焊接变形的工艺方案。

（2）优化焊接　针对双丝焊焊枪无摆幅，无法满足施焊较大焊缝的问题，经研究把大机型机架方盒调整至台车方盒双机械手焊接机器人作业单元进行焊接试验，并根据其焊缝结构调整机器人夹具和焊接参数，具体实现过程如下：首先对工装组对的机架方盒以发动机安装凸字型钢面为基准进行多批次测量，找到方盒组对的两侧宽度尺寸规律，大尺寸的侧面为*A*面，小尺寸的侧面为*B*面，并实施先焊*A*面，促使两侧收缩后尺寸相同，避免出现梯形方盒结构，然后按*ABBAAB*的焊接顺序，从大端进行施焊约束，具体焊接参数如附表所示。

5. 工艺总结

通过板材焊前内应力的预处理和机架方盒焊接工艺的优化，进行了50台套的焊后变形数据整理，使焊接变形得到有效的控制，其中校形后弯曲≤2mm合格率达到98%，扭曲按工艺要求≤4.0mm合格率也达到了88%以上，并通过100%焊缝UT探伤质量控制，焊缝质量合格率达到98%以上。

总之采取上述新工艺措施，机架方盒的关键焊缝和尺寸精度达到设计使用的质量要求，并优化了工艺流程，无需再进行机械加工处理，既提升了产品质量，也降低了生产返修成本；另外，多层多道焊接热量的递进输入对焊接变形量的控制起到了关键的作用，外观质量进一步提升，并在SD42以上大机型推土机方盒焊接中进行了推广使用，效果较好。

焊接参数

焊道	电弧电压 /V	焊接电流 /A	气体流量 /cm·min^{-1}	焊接速度 /cm·min^{-1}	焊枪摆幅 /mm
1	38.5	390	25	40	3
	37.5	395	25	38	3
2	39.5	395	30	26	5
	40.5	410	30	23	5
3	40.5	400	30	21	7
	41	415	30	19	7

参考文献：

[1]孟国强,翟浩.焊接技术在山推结构件中的应用[J].金属加工(热加工)，2010（22）：14-19.

[2]焊接手册(第三版).第三卷/中国机械工业学会焊接学会编.北京：机械工业出版社，2007.10.

[3]侯建伟,武亚鹏.振动时效在推土机后桥箱焊接过程中的应用[J].金属加工(热加工)，2011(20)：59-60.

作者简介：李德明等，山推工程机械股份有限公司推土机事业部技术部；其中李德明，主要研究方向为工程机械制造技术。

MW 20140813