

基于装载机用夹钳焊接工艺浅析

王新学　杨光

【摘要】装载机用夹钳主要由上钳和下钳配合组成，由于其上下钳体多采用夹齿型设计，上下钳体又多为细长型辊圆中薄板配合，因此焊接过程因焊接变形极易造成后续配位偏差。本文以大吨位夹木钳为研究对象，重点分析导致夹钳焊接变形的潜在因素，通过铆焊工装定位、控制焊接顺序，并通过机器人焊接提升焊接质量等方法，有效控制夹钳在焊接过程失效因子，从而实现夹钳焊接变形的有效控制。

关键词：装载机；夹钳；焊接变形

1. 概述

装载机用夹木钳（见图1）因其搭配装载机高效、快速使用性能，并借助于自身快速装卸木材，实现木材的快速搬运、转移运输等，极大程度减轻了劳动强度及工费成本，因此广泛应用于农林等行业。然而，由于其固有的上下夹齿型结构形式，且焊接形式多为弧型位置焊接，所以在制造过程中经常出现焊接易变形、扭曲，且在使用过程出现焊缝开裂、工作配合一致性差等问题，影响产品质量。因此，为有效提升夹木钳整机质量，提高客户的满意度，必须有效控制其焊接质量，实现焊接变形的有效控制。

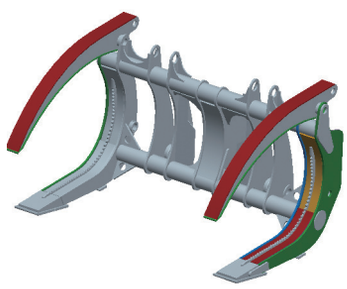
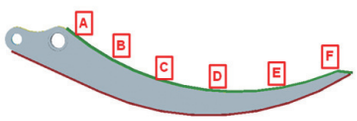


图1　夹木钳三维图

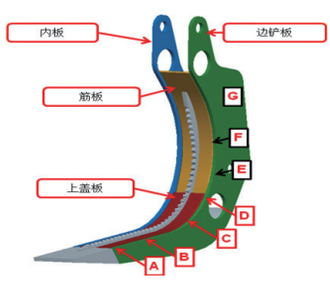
2. 焊接变形分析

（1）单板件类机加工误差对焊接变形的影响　装载机用夹木钳涉及单板件主要为爪型和辊圆型结构形式，在单板件加工时，由于加工精度偏差，常常会造成后续铆焊闪缝、错位等问题。如图2a所示，夹钳上弯板与侧板拼点时，由于F处为拐点位置，加工此处时，如先折弯再滚圆，滚圆时滚至根部时会与折弯段干涉；如先滚圆再折弯，因折弯线在圆弧段，在折弯时无法保证折弯角度及折弯线尺寸。在实际加工过程中，滚圆机滚圆至工件根部时，会有15mm左右的部分为切线段，无法加工成圆弧，因此常常存在拼点时闪缝现象。如图3所示，部分圆弧段配合时闪缝，闪缝尺寸在1~3mm之间，进而导致后续的焊接局部变形问题。

（2）铆焊无工装定位对焊接影响　由于夹木钳采用细爪型设计，不同于如前后车架等结构件多以中厚板焊接方式，上下钳体



（a）上钳体配合示意



（b）下钳体配合示意

图2　夹钳拼点示意



图3　侧板与弯板闪缝

配合精度较高，且焊接位置分布较细长，容易在拐点位置产生应力集中，因此在前期铆焊时，如果未配置工装定位以保证其铆焊尺寸精度要求，在焊接时产品尺寸一致性差，不利于机器人焊接寻位，且造成焊接不均匀、偏焊等缺陷，后续引起焊接变形、扭曲现象。

(3)焊接参数及焊接顺序对焊接变形的影响　在夹木钳的焊接过程中，由于不同于常规产品，在未确定电流和电压参数的前提下，如果选择电流和电压参数过大，焊接时会导致焊件局部因电弧作用产生热应力，使焊件局部被加热，焊缝与母材形成较大的温度梯度，根据热胀冷缩原理，温度高的区域伸长量大受阻形成压应力，温度低的区域伸长量小，抵抗高温区的伸长，形成拉应力，产生焊接变形。另外，在对焊接顺序的要求上，以往仅仅在焊接工艺上规定对于铰接架的焊接要采用对称焊法，以减小焊接应力集中。但在实际操作中，操作者为提高焊接进度，仅凭借个人经验和操作习惯进行焊接，也会导致夹木钳焊接变形趋势呈现不规律性。

3. 焊接变形的预防与控制

(1)改进工艺性审查，提升拼点质量　为减少前期因单板件加工精度偏差而造成的拼点闪缝等问题，笔者从图样设计源头出发，通过将图2所示的上弯板拐点根部由圆弧改为切线段，实现收尾段的平滑过渡，避免了辊圆后还需折弯处理，难以保证精度要求的现象。同时，为提高单板件的配合要求，更改侧板与上板、下板的连接形式，加大上、下板的下料宽度，由114mm改为154mm，由搭接形式改为对接。钳体更改前后对比如图4所示。

由搭接改为对接形式有三点好处：①在定位焊时抵消下料的加工误差及侧板的平面度误差对定位焊加工的影响，不必过分追求单件加工精度，降低成本。②增大对接尺寸，有利于焊高保证，避免机器人焊接时出现咬边的情况。③增大对接尺寸，在机器人寻位时可以使用电弧跟踪，从而提高编程效率及焊接质量。

(2)制作工装定位，提高焊接一致性　为保证铆焊时的尺寸定位一致性，同时提高焊接效率和质量，笔者设计铆焊定位工装和机器人焊接定位工装。如图5所示，在铆焊时对钳体进行工装定位，通过增加顶紧螺栓，保证顶紧力垂直于上、下板，顶紧时不会出现卷圆板发生上下位移的情况；与此同时，通过增加高低定位，保证两侧板间开档尺寸及两卷圆板相对两侧板的高低尺寸。在焊接过程中，设计工装夹具，采用焊接机器人通焊，减少了人为因素造成的焊接缺陷，进而提高焊接效率和焊接质量。

(3)优化焊接顺序　为进一步优化工艺细节，减少焊接变形，笔者采用焊接仿真软件进行焊接模拟，优化焊接参数。同时

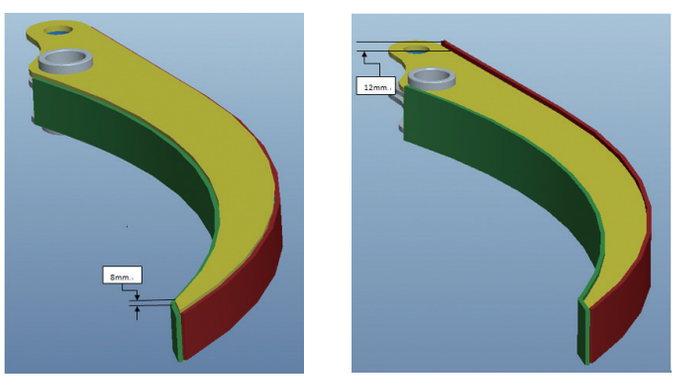


图4　钳体更改前后对比

(下转第40页)

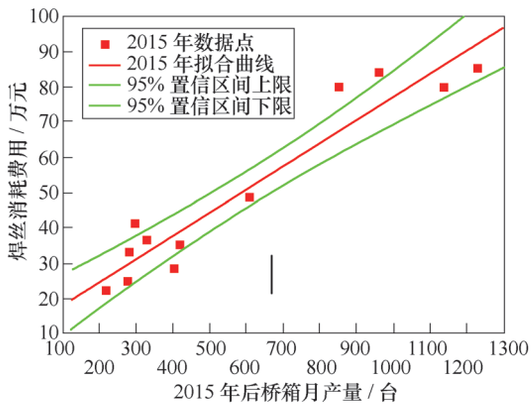


图5　产量与焊丝费用的线性回归

表3　2016年焊丝预测与实际值的比较

月份	产量/台	焊丝用量预测值/t	焊丝实际用量/t	差值/t
2月	708	60.23	59.24	< 1
3月	956	77.14	76.89	< 1
4月	1002	80.27	80.98	< 1
5月	658	56.83	57.78	< 1
6月	568	50.69	50.53	< 1
7月	456	43.06	43.75	< 1

量与焊丝用量的近似方程，并计算出可信度为95%的预测区间。

（4）利用预测方程对2016年的焊丝用量进行估计，并与实际用量作比较，二者吻合较好，验证了该方程的可靠性。

（5）本文最后对其他类辅料，用同样的方法拟合出了相应的预测方程，对实际生产具有一定的指导意义。

参考文献：

[1] 林成森.数值分析[M].北京：科学出版社，2007

作者简介：张勇，等，山推股份工程机械有限公司。

MW 20170821

（上接第37页）

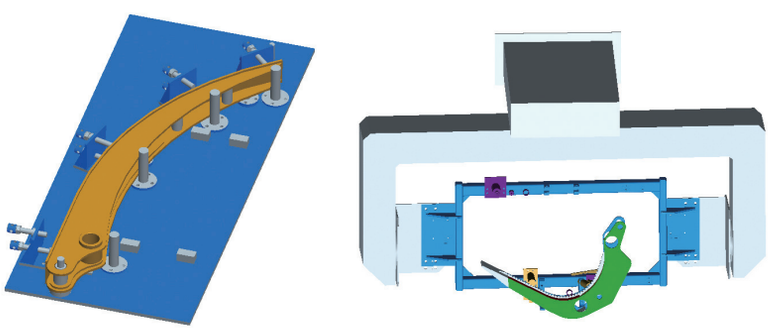


图5　铆焊和通焊用工装

根据夹钳结构形式，优化焊接顺序。图6为夹钳优化后的焊接顺序，采用同向对称焊的方式，给定焊接顺序及焊接方向，减少焊接后边铲板与内板间开档尺寸的变化，进一步减少焊接变形。

4. 结语

装载机用夹钳作为变形机具，在焊接过程中经常会遇到焊接扭曲变形、焊接一致性差等问题。本文通过对夹钳结构形式和加工工艺进行分析，确定引起焊接变形的潜在失效因素。通过夹钳结构形式优化、焊接用工装定位以及焊接顺序优化等方法，对焊接变形加以控制。经过上述方法应用改进后，对现有夹钳焊接过程进行验证，目前夹钳的焊接变形得到有效控制，进一步提升了产品焊接质量。

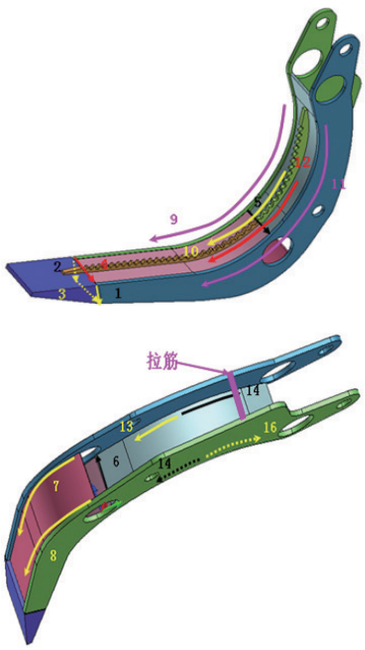


图6　夹钳优化后焊接顺序示意

作者简介：王新学等，徐工铲运机械事业部。

MW 20170824