



XGC15000底节臂焊接变形预防及控制

李新群 聂忠辉

【摘要】履带起重机XGC15000底节臂因采用高强钢，且整体尺寸较大，焊后变形严重，采用火焰调形和机械矫正具有很大的局限性，严重影响了底节臂的承重和装配质量。本文通过分析底节臂焊接变形的原因，采用优化拼焊工艺流程、设计改进、规范焊接参数和顺序，精准反变形和刚性固定等方法，提高了焊后底节臂尺寸合格率。此项改进成果，满足了图样设计的尺寸精度要求和桁架臂装配调试的互换性，具有较好的经济实用价值。

关键词：焊接变形；拼焊工艺流程；焊接参数；反变形；刚性固定

1. 概述

履带式起重机是具备带载行走的全能式起重机，主要应用于石油、化工、核电等建设领域（见图1）。大吨位履带起重机中核心结构件——桁架臂，以铰点销轴连接作为整车承载部件，然而桁架臂在生产过程中会产生严重的焊接变形。

2. 问题描述

焊接变形大体上分为：纵向

收缩变形、横向收缩变形、角变形、弯曲变形、扭曲变形、波浪变形等。经分析，其XGC15000底节臂（结构见图2）焊接时主要的变形为4个铰点连接孔的横截面上高度尺寸横向收缩变形、宽度尺寸横向收缩变形和腹杆焊接的收缩变形。

现分析如下：

XGC15000底节臂图样设计铰点高度尺寸为 (2800 ± 0.2)

mm，宽度尺寸为 (3200 ± 0.5) mm，生产工艺安排高度尺寸由机加工序保证，宽度尺寸由铆焊工序保证。实际因焊接变形，焊后铰点高度和宽度尺寸范围分别是2800（0/-5）mm与3200（0/-5）mm，高度尺寸误差将造成机加工序后铰点孔偏心，有效厚度不一致，使承载能力降低；而宽度尺寸误差会造成装配调试困难。XGC15000大吨位底节臂，由于采用高强钢（力学性能见表1）且桁架臂的整体尺寸较大，采用火焰调形和机械矫正具有很大的局限性，因此底节臂焊后调形很困难。焊接变形较小时，采用火焰加热的方式进行矫正，焊接变形较大时，将直腹杆一端割开或更换直腹杆，重新拼焊。返工返修费时费力，也降低了焊缝和母材的强度，影响了底节臂的外观和内在质量，因此焊接变形



图1 实物

严重影响了整车性能。

3. 焊接变形原因分析

(1) 零部件直腹杆尺寸精度误差 收集底节臂变形数据时利用分布图方法发现数值跳动较大, 排查发现直腹杆尺寸设计为自由公差, 相贯线割距移动复位精度为 $\pm 0.2\text{mm}/2000\text{mm}$, 相贯线切割后实际尺寸在 $1\sim 3\text{mm}$ 之间, 严重影响了铆工的拼点精度。

(2) 工艺流程不合理 底节臂是整体拼焊, 接头焊缝和直腹杆焊缝在同一工序中完成, 且焊缝位置较近, 热量集中。接头焊缝会产生收缩等焊接变形, 直腹杆焊缝会产生纵向和横向收缩变形。每条焊缝都发生小量变形, 积累起来就会产生较大变形, 造成尺寸偏差, 不容易控制。

(3) 定位焊不规范 主旋杆与接头拼点时, 定位焊不规范, 未能点固, 造成了焊后角变形。

(4) 焊接参数不合理 焊接操作指导书要求焊接电流 $260\sim 280\text{A}$ 、电弧电压 $26\sim 28\text{V}$, 高强度钢焊接参数偏大, 造成了焊接热输入量过大, 焊接应力和焊接变形也较大。

(5) 焊接顺序不明确 焊接操作指导书中焊接顺序不明确, 焊工接收工件后根据自身操作方便性直接焊接, 局部热量集中造成了焊接应力较大, 焊接变形量也较大。

(6) 未采用反变形及合理的刚性固定 XGC15000试制阶段, 在拼点过程中未预留反变形量, 也未设置合理的刚性固定。焊接时也未采取任何措施直接焊

接, 造成焊接收缩变形和角变形均较严重。

4. 焊接变形预防控制方法与措施

规范合理的焊接参数和顺序, 减少热输入, 采用反变形和刚性固定法, 敲击焊缝减应力, 以及焊后热处理等。通过实际查找XGC15000底节臂变形的原因, 确定从以下七个方向进行变形的预防控制, 具体措施如下。

(1) 确保直腹杆精度 针对直腹杆尺寸精度, 经设计部、工艺部等相关生产单元共同商讨决定直腹杆尺寸精度控制在 $0\sim -1\text{mm}$ 内。

(2) 优化生产工艺流程 根据底节臂结构形式优化生产工艺流程如下: ①将接头与主弦管拼成组件, 即接头组件 (见图3)。②接头组件焊接。③将接头组件与腹管拼成组件, 即单扇组件1 (见图4)。④将主弦管与腹管拼成组件, 即单扇组件2

(见图5)。⑤将单扇组件1、单扇组件2及相关接头、腹管拼点成底节臂整体结构 (见图6)。

⑥拼点卷扬、液压、电器等安装小件, 即底节臂结构。

(3) 规范定位焊 定位焊是否规范对接头和主旋杆拼焊时影响较大, 随意的定位焊会造成角变形和焊缝根部缺陷。根据结构件的拼焊位置将定位焊规范 (见图7)。若结构件的拼焊位置较好, 则可采用4点对称的定位焊法, 能够有效控制焊接变形。

(4) 焊接热输入控制 焊接过程中, 焊接电流和电压的数值决定了热输入的大小, 通常情况下, 焊接热输入越大, 焊接周围区域受热范围必然增大, 热胀冷缩效应越明显, 焊接变形量也越大。因此, 控制焊接变形量可以采取减小焊接热输入量的办法。底节臂原焊接参数为: 焊接电流为 $260\sim 280\text{A}$, 电弧电压为 $26\sim 28\text{V}$, 根据相关的高强度钢焊接

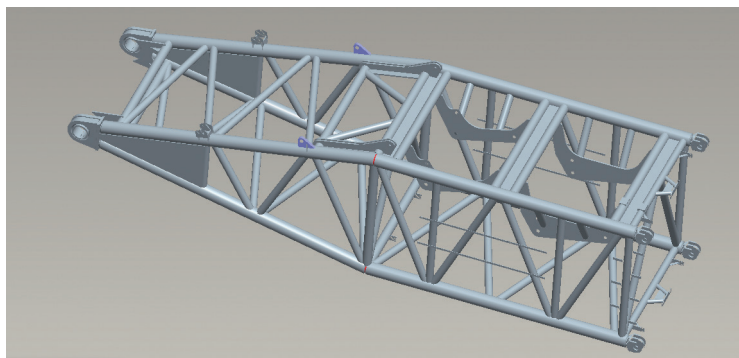


图2 XGC15000底节臂结构

表1 20Mn与Q890力学性能

20Mn	抗拉强度/ MPa	屈服极限/ MPa	伸长率 (%)	冲击吸收能量/J
	785	590	10	47
Q890	960	890	14	纵45 横30



工艺并结合焊接参数试验制定了新的焊接参数,如表2所示。

(5) 细化焊接顺序 对于焊接量大、易变形的结构件,可采用多层多道焊的焊接工艺方法。底节臂焊接处多、焊接量大、焊接位置多变,采用多层多道焊接工艺,能够有效减少焊接应力。针对不明确的焊接顺序,查阅高强钢焊接工艺和相关焊接顺序的文献,了解分段焊、对称焊、跳焊、交替焊等焊接顺序及具体应用,依据具体结构选择对称焊和交替焊两种焊接顺序,从而有效控制焊接变形。

(6) 精准反变形 直腹杆与主弦杆焊接时,由于液态焊缝冷却凝固收缩,残余应力使得接头组件沿焊缝一侧发生变形。针对该现象,采取反方向的变形,待焊接完成后整体即可恢复到设想的状态。

在不采取任何防变形措施下,当焊缝冷却至室温后,上下两接头组件向内收缩约1mm左右的变形量,左右两接头组件向内收缩约2mm的变形量。通过精准反变形在拼焊过程中将上下两接头组件向外放1mm的预收缩量,左右两接头组件向外放2mm的预收缩量,经现场实际试验效果较显著。

(7) 刚性固定控制焊接变形 虽然刚性固定控制焊接变形是结构件拼焊过程中常采取的方式方法,但是针对大截面或超大截面空间桁架结构该方式收效并不是很大。就其原因通过分析可知,多数刚性固定控制均为工人自发行为,而位置及方式没有科学依据,刚性固定后结构件尚处

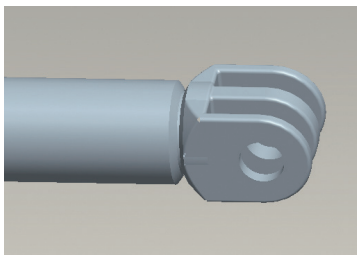


图3 接头组件

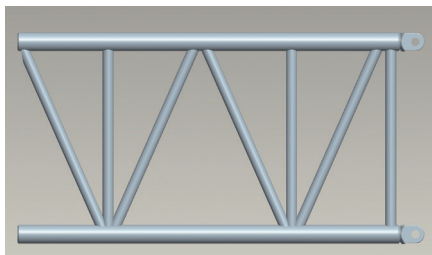


图4 单扇组件1结构

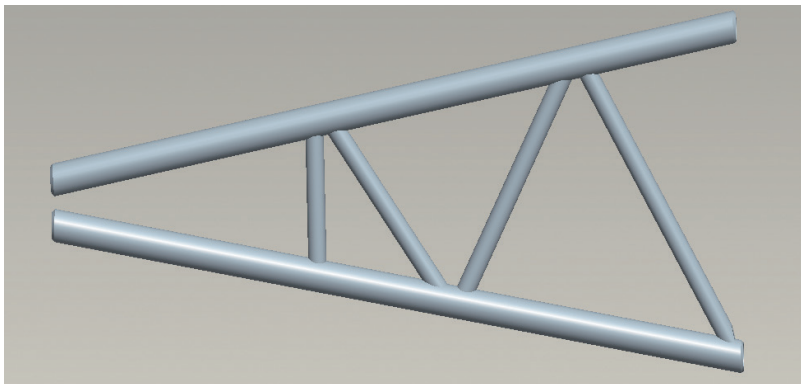


图5 单扇组件2结构

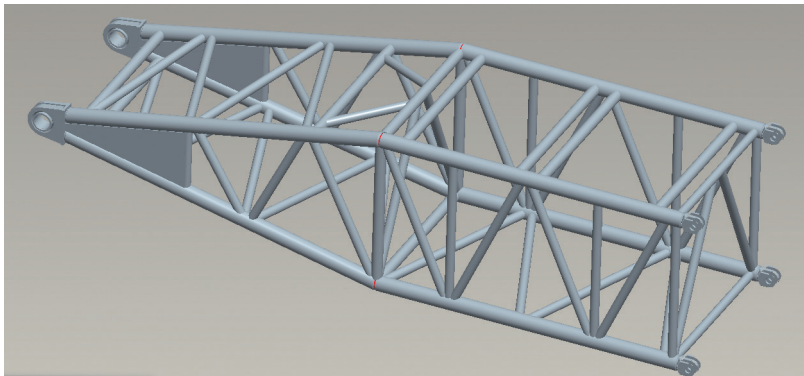


图6 底节臂整体结构

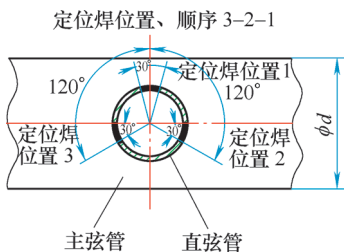


图7 定位焊示意

表2 焊接参数

工艺状态	焊接电流 /A	电弧电压 /V
改进前	260~280	26~28
改进后	220~260	22~26
打底焊	220	22
填充焊	260	260
罩面焊	220~260	22~26

在不稳定结构状态,而且单纯的刚性固定还会导致焊接应力增大。根据以上分析,结合焊接模拟合理的分布刚性固定控制位置、固定方式,合理安排去除刚

性固定件的时间等能够实现有效控制焊接变形。

5. 结语

通过采取多种措施综合使用,XGC15000底节臂焊接变形



应力释放槽在压路机典型零件焊接防变形工艺中的应用

安存胜 聂福全

【摘要】 本文对压力机典型零件焊接变形产生的问题进行分析，通过采用应力释放槽的工艺措施，很好地解决了焊接变形。

关键词： 焊接变形；压力机；应力释放槽

在压路机等工程机械产品中，焊接结构件所占比重约占产品总重量的50%，其中一些关键零部件，如振动轮、转向架叉脚等均属于焊接制造。由于焊接量较大，焊接作业过程中难免产生较大的变形，不利于零部件质量的控制，通过分析我们采用应力释放槽较好地解决了变形问题。下面以两种分别对接焊的主要零件为例，介绍应力释放槽在焊接过程中的应用。

1. 应力释放槽在振动轮焊接中的应用

振动轮结构如图1所示，由轮圈1和辐板2组成。其焊接主要包括轮圈卷圆后的直焊缝、辐板2与轮圈1的内、外环缝，属于典型的圆弧面与圆弧面对接焊由于焊接作业量较大，特别是辐板的焊接位置和变形较难控制，如不采取措施，振动轮的焊接精度很难保证。

(1) 辐板的焊接变形分析

辐板的材料为35mm厚的Q235A钢板。辐板与轮圈组焊时变形主要包括两个方面：一是由于会产生沿轮圈轴向位置方向的收缩变

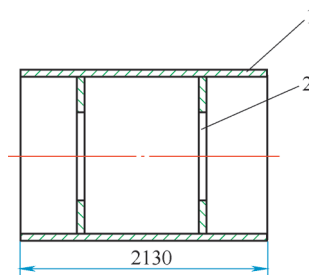


图1 振动轮示意
1.轮圈 2.辐板

得到有效控制。焊后尺寸误差量基本控制在1mm之内，满足了焊接操作指导书规定的要求。XGC15000底节臂采用焊接变形预防及控制方式，既提高了焊接质量，又降低了焊后返修率，节约了生产成本，提升了企业的生产效率。通过总结XGC15000底节臂焊接变形预防及控制，为后续大截面或超大截面空间桁架结

构履带式起重机产品的焊接工艺提供了参考依据。

参考文献：

- [1] 李文韬. 我国焊接生产现状与焊接技术的发展研究 [J]. 无线互联科技, 2014, 11.
- [2] 李占文. 焊接结构变形控制与矫正[M].北京：化学工业出版社, 2008, 6.

[3] 王洪光. 实用焊接工艺手册 [M].北京：化学工业出版社, 2010, 4.

[4] 方洪渊. 焊接结构学[M].北京：机械工业出版社, 2008, 5.

作者简介：李新群等，徐工集团工程机械股份有限公司建设机械分公司。

MW 20160823