



铝合金地铁柔性化平顶组焊工装改进

王亚婷 曹兴华 王强

【摘要】 本文介绍了某公司现有平顶组焊工装的多功能、柔性化特点，同时也对该工装预制反变形时人为因素偏大等不足进行了改进优化和现场验证，最终通过对比分析工装改进前后的试验数据，使工装改进后平顶高度、宽度尺寸均得到了优化，改进效果良好。

关键词： 铝合金地铁；平顶；工装改进

1. 概述

为提高新项目执行的可靠性、高效性、精益性，在充分考虑和归纳平台项目共性特征基础上，提出了现有柔性化、多功能平顶工装结构。该工装显著提高了工装的通用性，节约高额的新制工装费用，缩短新项目工装准备的周期，节省工装空间占位，缩短多项目并线生产过程中的项目生产工装切换时间，保证了工

装的准确可靠性。但使用中发现，该工装存在焊前预变形需依靠人为手工调节及焊接过程中缺少稳定下压装置等不足，经过一系列工装改进优化以及现场反复验证表明，优化后产品质量稳定性和操作便捷性进一步提升，证明工装改进效果良好。

2. 现有柔性化、多功能平顶工装结构分析

铝合金地铁平顶组焊工装全

貌如图1所示，360°可旋转横梁如图2所示，正反装快速可拆卸定位块如图3所示。

框架式工装基座将整套工装定位于地面上，保证工装的稳固性、安全性。360°可旋转横梁横跨于两侧立柱之上，实现不同项目之间、正反装之间的快速切换。360°旋转横梁的四面定位块基座可随时更换不同的仿形定位块，实现不同结构平顶定位的

接头热影响区(HAZ)强度降低的重要影响因素之一。

(2) 通过对铝合金焊缝接头的打磨和焊接分析可知，焊缝接头处焊缝坡口的打磨不当，将导致各种缺陷的产生。因此而规范焊缝接头局部的打磨方式和焊接顺序，在一定程度上可减少或消除焊缝应力集中及可能导致的焊缝质量问题，大大提高了焊缝的强度。

参考文献：

- [1] 于百川,程石来,滕华新.阻碍铝合金车体焊接工艺提升的问题探讨[J].热加工工艺,2014,43(13):210-212.
- [2] 揭敏,杨挺青.X型焊缝接头焊接缺陷处的应力集中[J].机械,2001,28(1).
- [3] 田新莉,等.高速动车组车体焊缝打磨方法研究[J].金属加工(热加工),2012,12.

- [4] 徐坚,李秀玲.T形角焊缝接头的坡口角度研究[J].热加工工艺,2010,39(17):162-164.
- [5] 刘仁培,董祖珏,潘永明.6082和ZL101铝合金低熔共晶测试与分析[J].焊接学报,2005,26(10):27-31.

作者简介：田玉吉等，青岛四方庞巴迪铁路运输设备有限公司。

MW 20170504

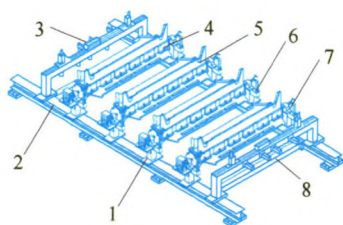


图1 工装全貌

- 1.立柱 2.工装座 3.气缸拉紧装置
4.定位块基座 5.可拆卸定位块 6.360°可
旋转横梁 7.压紧装置 8.端头定位挡块

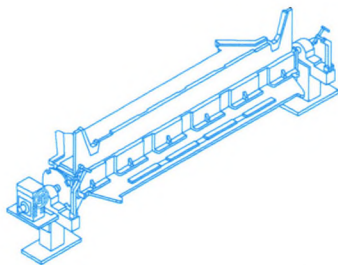


图2 360° 旋转横梁

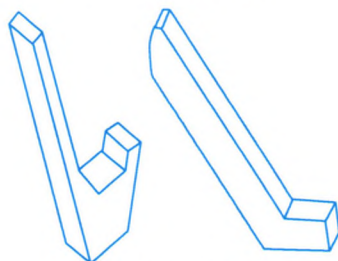


图3 正反装快速拆卸定位块

快速切换。端头定位挡块方便平顶板与边梁的组装且保证整体对角方。工装两端头处设有气缸保压拉紧装置，用于保证平顶板组装后无间隙，便于焊接。两侧手动压头用于压紧平顶边梁，控制焊接变形量。

基于上述分析，本工装可实现多个项目平顶焊接，体现工装柔性化功能；同时，在一套工装上可实现平顶板及平顶板与平顶边梁正反面自动焊焊接，体现工装的多功能用途。

3. 现有平顶工装不足之处

某项目平顶板与平顶边梁由正反面4道搭接焊缝焊接而成，

具体如图4所示，焊接顺序为①②→③④。根据现场工艺验证，平顶焊后③④道焊缝变形量较①②更大，平顶焊后边梁位置均呈向外倾斜趋势，故组焊前需对平顶边梁向内预制反变形。



图4 平顶组焊断面示意

目前工装胎模未设置反变形量，现场操作是采用顶紧丝杠定位后，使用反变形丝杠将平顶边梁向内旋转，预制反变形，具体如图5所示。但此种方法人为因素影响较大，稳定性差，且耗时较长，效率较低。同时，该套工装在焊接过程中缺少稳定下压装置，仅靠端头施加F钳进行下压，平顶焊后易出现扭曲变形，主要体现在平顶四个角的焊后高度相差较大，现场需要对尺寸超

差平顶进行火焰调修，影响生产节拍。

4. 平顶工装改进

图6为平顶工装改进示意，首先对平顶工装胎模上设置一定反变形量，同时对斜边调整座及底边调整座根据实际生产情况对胎模倾斜角度进行微调，通过此两项措施，可将工装胎模旋转成合适角度。生产时只需将平顶边梁置于工装胎模上，并通过图7所示下压装置使平顶与工装贴合，复测预组尺寸合格后即可施焊，避免了手工调节尺寸和无稳定下压装置的不足，使生产过程更具可靠性、高效性。

5. 工艺验证

针对改进后的平顶工装，以上述相同项目为例进行现场工艺验证，验证结果如下。

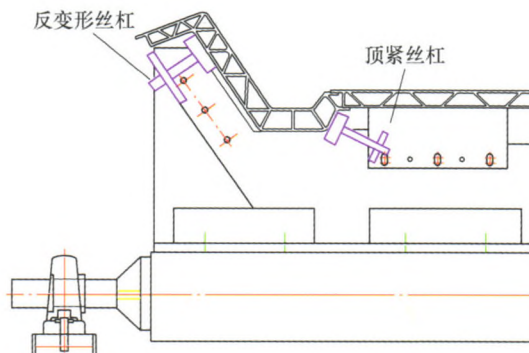


图5 平顶预制反变形示意（改进前）

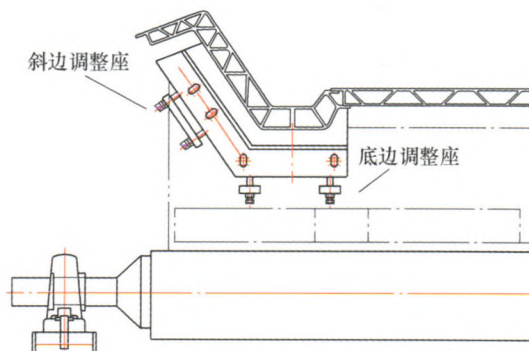


图6 平顶工装改进示意

(1) 平顶高度 平顶高度测量点位置如图8所示。平顶高度尺寸 L_1 (见图9), 工艺标准为166 (-7, -1) mm, 且 $|L_{1max}-L_{1min}| \leq 4$ mm。由表1数据及图10曲线可知, 工装改进前, 平顶四个角高度尺寸相差较大, $|L_{1max}-L_{1min}|$ 为6mm, 超出最大要求4mm的工艺标准; 从单个数据来看, 159mm、165mm虽在公差范围内, 但处于极限值, 容易引起下道工序超差。

工装改进后的平顶高度尺寸均在公差范围内, 且试验段1 $|L_{1max}-L_{1min}|$ 为4mm, 试验段2 $|L_{1max}-L_{1min}|$ 为2mm, 相较工装改进前平顶高度尺寸有较大的改善。

(2) 平顶宽度 平顶宽度尺寸 L_2 (见图9), 工艺标准为2288 (-3, +1) mm, 测量位置为起弧端及收弧端。由表2数据及图11曲线可知, 平顶工装改进前, 平顶起弧端及收弧端宽度尺寸均在公差范围内, 相差为

3.5mm。
平顶工装改进后, 试验段1起弧端及收弧端宽度尺寸相差为2mm, 试验段2起弧端及收弧端宽度尺寸相差为1mm, 相较而言, 工装改进后起弧端及收弧端宽度尺寸更为均匀。

6. 结语
本文通过深入分析现有平顶

工装的优缺点, 对该工装采取了有针对性的改进措施, 如工装胎模上增加反变形量, 引进斜边调整座及底边调整座的角度微调功能, 以及增加平顶稳定下压装置等。经过现场工艺验证及试验数据对比分析, 平顶高度及宽度尺寸均得到了改善, 工装改进效果良好。

表1 改进前后高度尺寸对比 (mm)

测量点	1	2	3	4
改进前高度	162	159	165	163
试验段1高度	160	161	163	164
试验段2高度	161	162	163	163

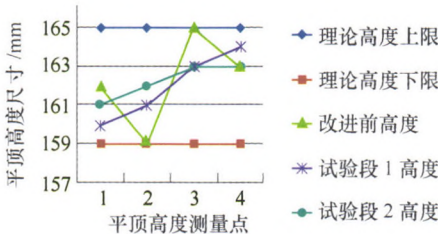


图10 高度尺寸对比曲线

表2 改进前后宽度尺寸对比 (mm)

测量点	起弧端	收弧端
改进前宽度	2285	2288.5
试验段1宽度	2286	2288
试验段2宽度	2286.5	2287.5

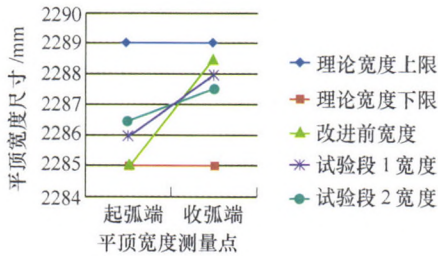


图11 宽度尺寸对比曲线



图7 平顶下压装置

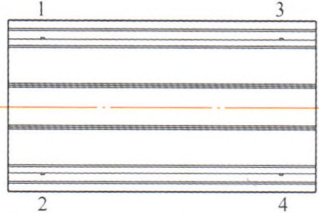


图8 平顶高度测量点

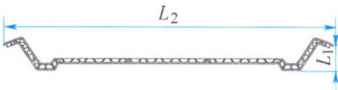


图9 平顶高度及宽度检查示意

参考文献:

[1] 王炎金. 铝合金车体焊接工艺[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
[2] 周万盛, 姚君山. 铝及铝合金

的焊接. 北京: 机械工业出版社, 2006.

作者简介: 王亚婷等, 中车南京浦镇车辆有限公司。

MW 20170504