

侧梁横梁机器人焊接系统随行梁托架结构设计

陈云虎 贺春 孙坤豪
(株洲中车特种装备科技有限公司 湖南 株洲 412000)

摘要: 针对传统的侧梁、横梁焊接,都是手工完成定位调整、夹紧及焊接,现场工人的工作强度大,效率低。本文设计了一种可上下移动的托架,与变位机相连,用于转向架侧梁和横梁焊缝的焊接,可实现工装快换,使工装实现随行化,配合机器人自动焊接以提高效率、减小工人工作强度。其结构主要由头尾架连接盘、零点快换装置、移动座、机械锁紧防坠落安全保护装置和升降机构等组成。经过试验证明,该托架满足侧梁、横梁自动焊接产线的需求,随行工装更换方便,结构稳定可靠。

关键词: 零点快换装置; 升降机构; 防坠落; 自动

0 引言

目前各大制造业企业都在转型升级,制造装备在向着自动化、柔性化方向发展,即目前用于机车转向架的焊接都在向系列化、通用化、操作简便、装夹可靠的方向发展,以响应国家的智能制造。目前,转向架各侧梁横梁的焊接均已实现机器人自动焊接。为了配合随行梁焊接工装夹具的通用化和自动化,设计了一种带定位夹紧及升降功能的托架,作为智能立库和侧梁横梁机器人自动焊接之间的一个桥梁。

1 总体结构说明

每套设备由 2 个独立的托架、可更换随行梁和工装夹具等组成,并由 1 套电气控制系统控制。

两个独立的托架分别安装在变位机的左右两端,随行梁放置于左右托架上,利用零点快换装置将其夹紧。随行梁分为侧梁横梁随行梁和构架随行梁。整个随行梁主要由型材焊接而成,上表面为 T 型槽结构,用于安装工装夹具。工装夹具主要对产品的 X、Y 和 Z 方向进行定位和夹紧。对于整个生产线需要适用于不同车型构架的侧梁、横梁以及附件的焊接。工装夹具可进行更换与产品适配,同时可以更换整个随行梁及梁上的工装夹具,托架适用于多种随行梁,满足产品多样化焊接。

2 托架的主要结构

托架主要由头尾架连接盘、零点快换装置、移动座、机械锁紧防坠落安全保护装置和升降机构等组成。托架具体结构如图 1 所示。

头尾架连接盘是连接变位机的关键部件,同时也是承载整个随行工装及产品的结构。整体采用高强度钢焊接而成,结构合理。具有足够的强度和刚度,能长期、安全、稳定地运行。在头

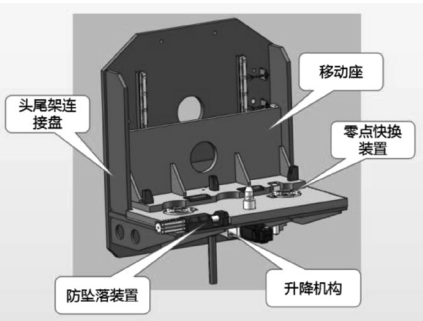


图 1 托架结构示意图

尾架连接盘上安装了有导轨,用于完成移动座的升降动作。在一侧还装有感应开关,用于感应移动的初始位置和末位,以及在初始位置和末位均安装有机机械限位装置,用于在传感器失效时的安全限位。

零点快换装置,主要用于对可更换随行梁的夹紧,零点快换由夹持模块、定位销和电磁换向阀等组成。其主体部分安装在头尾架连接盘上,夹持定位销安装在随行梁上。零点快换装置采用气压驱动,机械锁紧的方式,实现随行梁的自动快速更换,具有定位、锁紧、到位检测功能。零点快换装置的安全要求:只有当每一个夹持模块在锁紧状态时,焊接机器人可以动作;只有每一个夹持模块在松开状态时,焊接机器人工作站才可以上下料,随行梁落位后需有位置检测,确认随行梁已落到位后夹持模块才能锁紧。零点快换装置具有自锁功能,并只允许在上下料时,系统才可以打开零点快换装置,确保安全可靠。零点快换装置的电气控制方式采用西门子 PLC 控制,PLC 输入端采用单点单输入,即 1 个检测信号对应 1 个 PLC 输入点。

移动座是承载随行梁的关键结构。整体采用高强度钢焊接而成,结构合理。具有足够的强度和刚度,能长期、安全、稳定的运行。主要由座体、随行梁导向装置和随行梁检测传感器等组成。在移动座背面安装有与头尾架连接盘导轨配套的滑块,用于移动座的上升和下降。

机械锁紧防坠落安全保护装置是整个托架的安全结构,与随行梁连接,在系统出现故障时依然能稳定随行梁。当随行梁落至指定位置时,机械锁紧防坠落安全保护装置的活动插销伸进随行梁上的销孔,防止其在变位机翻转时坠落。

升降机构是整个托架的动力系统,升降机构采用交流伺服电机驱动,伺服驱动器控制,伺服电机带绝对值编码器,确保变位机两端升降同步。升降机采用 SW2.5 系列,单个承载 2.5t,升降行程需要大于 150mm。可实现移动座的上升和下降,在任意位置可停,满足随行梁自动更换的需求。

3 托架的工作原理

托架的控制主要分为单机手动和自动模式,可人工手动操作升降机构升降和零点快换装置松开夹紧,也可以与整

个生产线的系统联动，通过信息化系统控制，自动完成升降机构升降和零点快换装置松开夹紧。

手动模式的上升：首先，在操作面板上分别点击零点和防坠开按钮，使得零点快换装置和机械锁紧防坠落安全保护装置全部打开。托架上的传感器检测到零点快换装置和机械锁紧防坠落安全保护装置全部处于打开的状态，此时，在操作面板上输入上升所需行程，当托架的移动座上升至行程位置自动停止。

手动模式的下降：首先，在操作面板上输入下降所需行程，当托架的移动座下降至行程位置自动停止。然后，在操作面板上分别点击零点关和防坠关按钮，使得零点快换装置和机械锁紧防坠落安全保护装置全部关闭。此时，托架上的传感器检测到零点快换装置和机械锁紧防坠落安全保护装置全部处于关闭的状态

与整个产线进行联动的全自动模式：首先，通过手动模式将托架的移动座调至最高位置，然后在操作面板上将旋钮旋转到自动模式。焊接机器人系统发出指令给 RGV 小车进行上料，RGV 小车将随行梁及其上的焊接产品移送到托架位置处。通过移动座上的导向块，将随行梁及其上的产品缓慢落在移动座上。此时，移动座上的物料检测开关检测到随行梁并将此信号反馈给焊接机器人系统。然后，焊接机器人系统发出指令给托架，移动座就开始下降，当下降到指定位置后自动停止。零点快换装置的传感器感应到随行梁已经到位，所有的零点快换装置将随行梁上的夹紧销进行夹紧抱死。同时，机械锁紧防坠落安全保护装置的活动插销伸进随行梁上的销孔，防止其坠落。焊接机器人开始焊接工作。焊接完成后，焊接机器人系统发出指令给托架，使得托架上的零点快换装置和机械锁紧防坠落安全保护装置全部打开。托架上的传感器检测到零点快换装置和机械锁紧防坠落安全保护装置全部处于打开的状态，此时，移动座开始上升，当托架的移动座上升至最高位置后自动停止。焊接机器人系统发出指令给 RGV 小车进行下料工作。

4 托架的主要技术参数

- 托架的主要技术参数为：
- 有效载荷：40kN
 - 升降行程：150mm
 - 机安装孔分布直径：Φ780mm，与变位机连接
 - 升降机载荷：2.5t，共两台
 - 夹持单元下拉力：8kN，带增压功能 28000kN
 - 夹持单元解锁气压：6bar（0.6MPa）

5 关键零部件强度分析

机械锁紧防坠落安全保护装置，是整个托架的安全结构，是整个托架的关键零件之一。主要由活动插销、弹簧、气缸以及安装座组成。当托架检测到随行梁已到指定位置时，活动插销在弹簧的作用下自动弹出，伸进随行梁上的销孔。

5.1 活动插销模型

活动插销整体结构采用 SOLIDWORKS 三维建模，然后将模型导入 ANSYS 中进行计算。活动插销材料采用 42CrMo，热处理采用调质表面发黑，整体结构强度高。

5.2 分析计算

根据托架在实际使用时的工作状态，计算模拟了单个活动插销受载 2t 的工况。用面单元对此模型进行离散，共得到面单元 10291 个，节点 35908 个。

对于所计算的工况而言，其应力必须小于 42CrMo 钢的许用应力。

$$\sigma = \sigma_s / n$$

其中， σ_s -42CrMo 的屈服应力，930MPa。

n - 保险系数，取 5。

由上式可知为 σ 186MPa。

因此，结构安全的判据为其应力水平低于 186MPa。

5.3 活动插销 ANSYS 分析

根据工况分析得出，活动插销的应力应变云图如图 2 所示。



图 2 活动插销应力应变云图

根据图 2 应力应变云图可知，活动插销在 2t 载荷下的最大应力为 70.8MPa。根据计算模型可知，最大应力出现在插销与安装座接触处。

根据图 2 应变云图可知活动插销在 2t 载荷下的最大位移为 0.005mm。根据计算模型可知，最大位移出现在插销中间。

分析结论：

经过此工况的分析，机械锁紧防坠落安全保护装置的活动插销在最大承载的情况下，最大的应力为 70.8MPa 小于材料的安全许用应力 186MPa。综上所述，在整个工作过程中，机械锁紧防坠落安全保护装置是安全的。

6 结语

本托架经过实际使用，其可操作性、稳定性和结构可靠性得到了认可。满足了在机器人自动焊接时，整个工装与变位机的稳定连接。同时，可以配合 RGV 进行随行梁的自动更换，不同的产品对应不同的随行工装，满足多样化产品自动焊接的方式。

参考文献：

[1] 机械设计基础 [M]. 北京：机械工业出版社，隋明阳，2008.
[2] 机械设计手册 [M]. 北京：化学工业出版社，成大先主编，2002.