



不锈钢轨道车辆侧墙激光焊快速装夹装置开发

王洪潇 王春生 何广忠 刘立国

【摘要】 由于电阻点焊不锈钢轨道车辆车体存在点焊压痕明显、密封性差、焊接效率低等问题，采用部分熔透激光搭焊工艺替代电阻点焊工艺进行不锈钢车体制造，解决点焊车体存在的相关问题。激光搭焊工艺要求工件间密贴，自动化程度高，为此开发不锈钢轨道车辆侧墙激光焊快速装夹装置，针对激光焊接特性及焊接设备特点，进行了机器人数值模拟仿真设计与实施，保证组对侧墙及窗口的长、宽、对角线等尺寸符合公差要求，控制侧墙整体的变形量。

关键词： 不锈钢轨道车辆；激光焊；快速装夹

1. 概述

由于电阻点焊不锈钢轨道车辆车体存在点焊压痕明显、密封性差、焊接效率低等问题，目前国内外轨道交通行业制造商正致力于激光焊工艺替代电阻点焊工艺进行不锈钢车体制造，解决点焊车体存在的相关问题。

不锈钢材料的热物理性质决定了不锈钢车体不适于电弧熔化焊接，焊接变形大和焊缝应力腐蚀开裂是不锈钢电弧焊的主要问题。不锈钢车设计者考虑到不锈钢薄板适于搭接方式，并达到了预期的使用要求。不锈钢车体侧墙主要采用骨架加蒙皮的结构，骨架与蒙皮之间采用搭接焊。由于侧墙外板不涂装，点焊压痕影响美观效果，采用激光焊技术提高了车体强度及外观美观程度。

根据激光焊的实际特点和工艺设备的具体情况以及试验分析具

体数据，激光焊接的侧墙钢结构主要采用了“夹心式”结构。此结构主要包括了侧墙外板、波纹板、结构强度件等搭接形式。由于激光焊接技术对焊件的精度以及焊件间的间隙要求较高，故对焊接时使用的工装夹具须具备非常高的精度才能保证焊接质量。

焊接工装的设计是一门经验性、理论性很强的综合性技术，设计时要确定生产纲领、使用环境，熟悉产品结构，了解部件成形及公差特点，掌握焊接工艺方法，达到保证和提高产品质量，提高生产效率，改善劳动条件，降低成本的目的。

传统的电阻点焊不锈钢侧墙工装采用铜台铺装、点焊电极压紧焊接的方式，为刚性专用工装，随着市场经济的发展和国际市场的开拓，原有的传统刚性工装已不能适应铁路车辆的制造需

求。需针对激光焊接特性及焊接设备特点，开发激光焊不锈钢侧墙快速装夹工装，确保激光搭焊焊件间无间隙，同时保证组对侧墙及窗口的长、宽、对角线等尺寸符合公差要求，控制侧墙整体的变形量。

2. 快速装夹装置技术要求

(1) 激光焊不锈钢车体结构特点 激光焊接的侧墙钢结构主要采用了“夹心式”结构。此结构主要包括了侧墙外板、波纹板、结构强度件及结构功能件等零部件。外墙板与波纹板、波纹板与立柱补强结构件的焊接均采用部分熔透激光叠焊工艺，要求焊接时工件间密贴。

(2) 激光焊设备特点 激光焊设备Trudisk4002盘式固体激光器，额定功率4kW；光束质量8mm*mrad，激光束波长1.06μm，焊接时采用滚轮压紧，



激光焊接头形式及焊缝断面如图1所示。焊接时需要工装将波纹板、立柱两端进行压紧、定位。

(3) 快速装夹装置设计要求 快速装夹装置胎位金属表面加工的最后工序应为数控铣加工, 表面粗糙度值 $\leq 3.2\mu\text{m}$, 在压力100kg下不得有变形和位移。整体平整度 $\leq 0.2\text{mm}$, 波纹板定位装置精度尺寸 $\leq 0.5\text{mm}$, 窗框整体平面度精度要求 $\leq 0.2\text{mm}$ 。

(4) 快速装夹装置设计特点 外墙板铺装在工作台上层, 采用真空吸盘模式吸附外板, 保证外板与工作台面密贴。

波纹板及侧墙立柱、窗框等定位装置应不阻碍激光设备焊接及设备自身携带压轮工作。波纹板与外墙板、立柱与波纹板的夹紧利用气动及液压元件执行, 压紧装置应保证将料件紧密压紧, 同时料件压力下无明显变形量, 气动元件设置在侧墙周边以及窗框周边, 电液伺服技术控制压紧力。同时所有压紧模式不能影响设备本身采用的滚轮压紧模式。

3. 快速装夹装置设计开发

(1) 侧墙板装夹设计 侧墙板采用真空吸盘方式将外墙板固定, 工装吸盘真空阀由手动开关, 气动打开, 吸盘的具体安装位置和选型将依据波纹板的焊接位置来选择, 胎膜内嵌装外墙板检测传感器, 窗框内侧设计双工件检测传感器, 如图2所示。

(2) 波纹板焊接定位设计 波纹板采用两端型面块夹具固定, 窗框左右侧波纹板暂时设计为长型面块夹具, 外墙板的限位块共用于波纹板的限位, 如图3

所示。

(3) 立柱焊接定位设计 纵向加强立柱采用两端型面块夹具固定, 窗框附近的纵向加强立柱采用加长的一端型面块夹具固定, 型面块夹具带有限位块, 保

证加强板与外墙板对齐, 如图4所示。

4. 快速装夹装置验证

(1) 模拟仿真验证 对激光焊不锈钢车体侧墙快速装夹装置进行机器人数值模拟仿真分析,

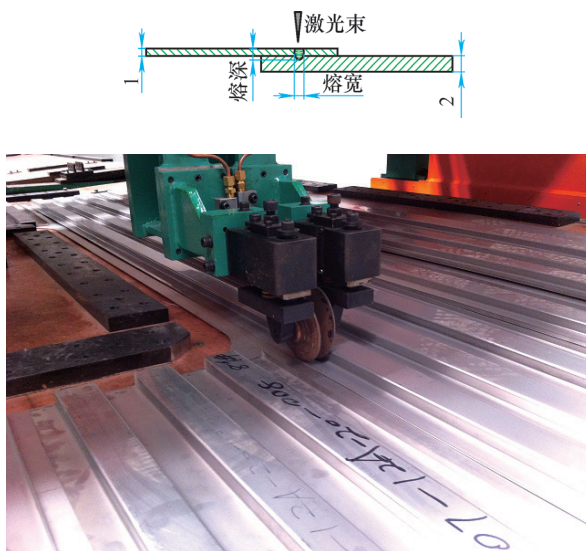


图1 激光搭接焊缝断面及压紧方式

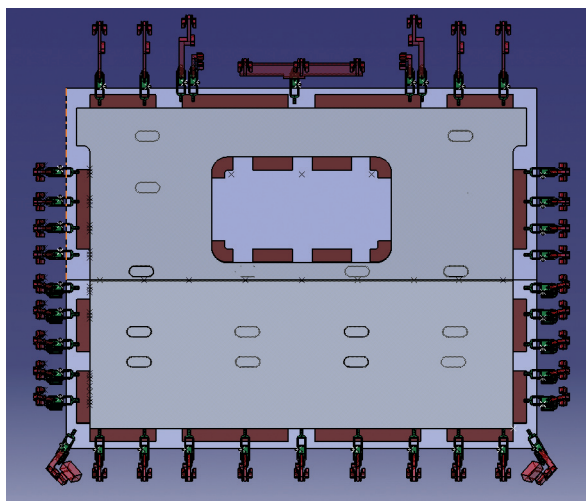


图2 外墙板真空吸盘设计

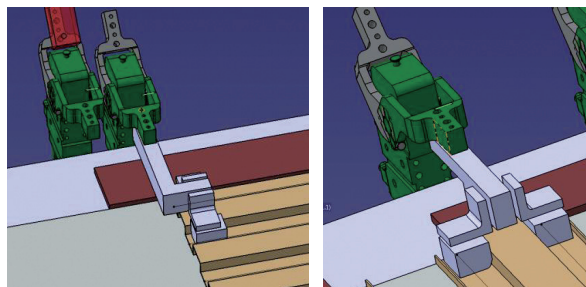


图3 波纹板焊接定位

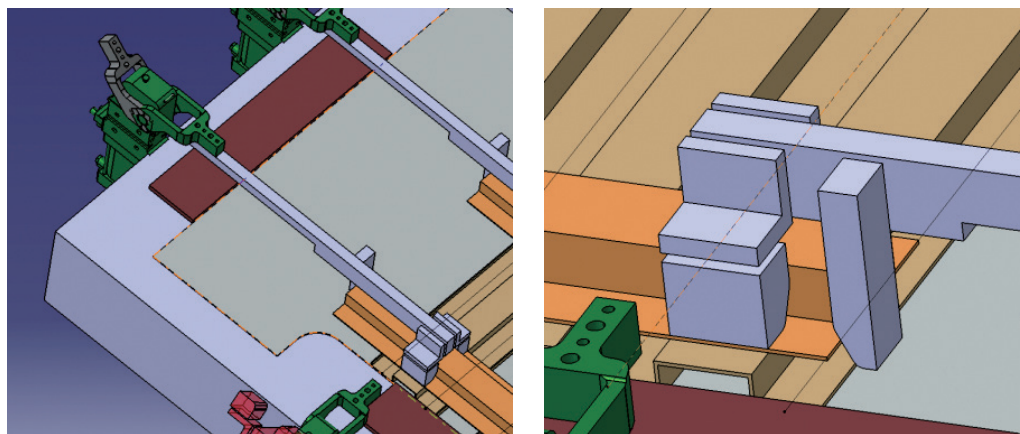


图4 立柱焊接定位

模拟波纹板与外墙板焊接、立柱与波纹板焊接的定位卡紧工装与焊接头及压紧滚轮焊接过程，考察快速装夹装置与激光焊接设备是否存在干涉的位置，如图5所示。

(2) 生产试制验证 对开发侧墙激光焊快速装夹装置进行

侧强激光焊接试制验证（见图6），该装置满足设计要求，实现了侧墙外板、波纹板、立柱的定位、压紧，与激光焊接设备不发生干涉，保证焊接质量，保证组对侧墙及窗口的长、宽、对角线等尺寸符合公差要求，控制侧墙整体的变形量。

5. 结语

(1) 不锈钢侧墙激光焊快速装夹装置满足了激光焊工件密贴、自动化程度高要求。

(2) 该装置满足设计要求，实现了侧墙外板、波纹板、立柱的定位、压紧

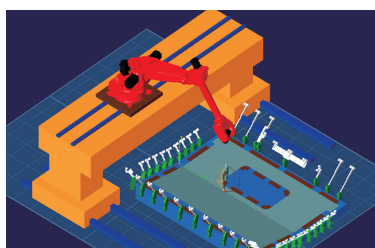
(3) 该装置能实现保证组对侧墙及窗口的长、宽、对角线等尺寸符合公差要求，控制侧墙整体的变形量。

参考文献：

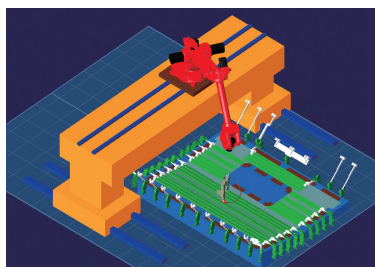
- [1] 米谷弘.车体制造中的新型激光焊接技术[J].国外机车车辆工艺.2008,7(4): 1-4.
- [2] 赵明花.城市轨道交通车辆不锈钢车体的研发[J].城市轨道交通研究, 2007,7(1): 76-80.
- [3] 王洪潇, 等.铁道客车用 SUS301L 不锈钢非熔透型激光搭接焊工艺[J]. 热加工工艺 2009 (19) : 136-139.
- [4] 商亮.激光焊接不锈钢车体侧墙钢结构研发[J]. 山东工业技术, 2015 (12) : 12.
- [5] 马松.工装家居设计的思考[J]. 企业科技与发展, 2014 (1) : 11.
- [6] 梁俊峰.车辆部件专用刚性组焊工装的柔性化改造方案[J]. 轨道交通装备与技术, 2015 (5) : 37-40.

作者简介：王洪潇等，中车长春轨道客车股份有限公司。

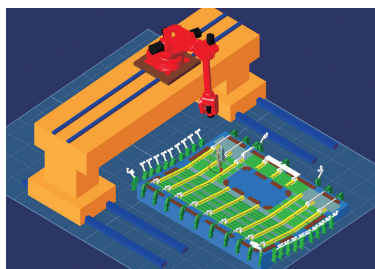
MW 20170208



(a) 侧墙外板吸盘模拟分析



(b) 波纹板焊接定位模拟



(c) 立柱焊接定位模拟

图5 计算机模拟仿真验证分析



图6 生产验证分析