



汽车门槛焊接总成机器人 工作站规划

徐永吉

【摘要】以汽车结构上门槛焊接总成（左右件）为参考部件，综合考虑产品结构、年生产纲领、设备成本、客户需求等因素，结合焊接工艺、机械加工、电气原理等知识领域，合理规划焊接机器人工作站，满足一定的自动化程度和实际产能要求。根据实际项目经验，提出焊接工作站规划时应注意的相关问题。

关键词：门槛；生产纲领；机器人；工作站

1. 概述

随着近年来汽车发展态势良好，量大质优是企业追逐目标，也是企业赖以生存的根本之一。同时工业4.0发展革新，也带动汽车生产向智能化、自动化跃进，焊接机器人因其重复精度高、执行动作稳定等优点，在汽车制造行业应用越来越广泛。

汽车焊接机器人工作站规划在零部件生产线中起关键作用，涉及到基建、水路、电路、气路、非标机械设计、智能控制系统等领域，工作站规划优秀等级直接决定后期量产的产品质量、节拍、物流转运、安全等方面。

文中介绍某汽车车型门槛焊接总成的焊接机器人工作站规划，该部件使用电阻点焊，牵涉螺母凸焊不再详细介绍。通过对点焊机器人特点介绍、部件焊装工艺分析、部件焊接工作站布局及焊接工作站规划注意问题进行

阐述。

2. 门槛焊装工艺分析

(1) 产品背景 该车型属于市场占有率很高的一款家庭轿车，文中对该车型的门槛焊接总成左右件进行生产规划，除人工上下料外，实现焊接自动化，自动化率达到100%，产品如图1所示。

(2) 焊接工作站规划 焊接线体工作站主要参考部件年度生产纲领、自动化程度、部件复杂程度、焊点信息（数量、位置），以及设备成本等综合因素，在保证焊接工艺和质量良好的前提下，对工作站进行有效规划。

第一，生产节拍：通过车型年度生产纲领，表述生产节拍。规划要求年生产量为30万台，全年工作天数为250天，每天两班，每班工作10h，设备开动率0.85，单个产品生产节拍 $T=251s/件$ ，JPH约为每小时60件。

第二，焊点信息：该部件焊点数量25个，均为两层板焊点，通过门槛数模图看出，该部件结构复杂程度适中，焊点分布均匀，间距设计符合常规设计要求，通过三维仿真模拟焊点位置，焊接过程焊钳不会干涉工件，满足基本焊接工艺要求。左右件焊点数量一致，位置对称，夹具设计可对称设计。



图1 门槛焊接总成

第三，设备成本：门槛件在焊接过程中考虑焊点全自动化焊接，即使用点焊机器人完成所有焊点焊接，而夹具上的上料、下料通过人工完成，物流转运通过人机实现。

要求通过焊接工作站能清晰看到单班产量数字屏幕，便于统计日产量，同时满足机器人工作时间最大化、动作连贯协调化。

3. 焊接工作站规划

(1) 焊接工作站方案 根据产品背景、焊接工作站规划依据等信息，合理布局各个夹具和产品输出。焊接工作站主要包含焊接机器人、夹具、外围设备、电气设备等硬件及软件设施，待设计、制造完成后，进行后期安装、调试，完成产品焊接。

第一，点焊机器人：市场占有率较大工业机器人主要有ABB、KUKA、FANUC、Yaskawa等，其中点焊机器人作为工业机器人一种，也是汽车行业应用最广泛的焊接机器人。考虑到机器人工作灵活度、后期新产品项目导入，选用6轴自由度机器人，重复定位精度 ± 0.05 mm，每个轴均采用交流伺服电动机驱动，最大负载为180 kg，如图2所示。规划时按照圆周直径5m旋转的工作范围作参考。机器人点焊系统由点焊机器人系统（操作机和机器人控制器）、系统控制器、触摸屏、焊接控制器、焊枪单元（焊枪和变压器）及点焊辅助设备（净化电源、压缩空气单元、冷却水单元、电极修磨机）构成，其系统控制器组成如图3所示。通过PLC信号对接，实现控制转台转动和自动修

电极帽。

点焊机器人在汽车行业应用，有效地提高了汽车焊装的产量和质量，具有柔性焊接的特点，内部控制系统能实现一机多焊功能。为保证生产节拍和产品质量，从工时角度考虑上下料、机器人空程、焊接时间、按钮启动、工件转运，单个零件的25个焊点需大致均分至两台焊接机器人，完成焊接。

第二，焊接夹具：为了保证每个单件上料时定位准确、单工位焊接完成后及再次分总成上料方便，夹具设计需满足上述要求，对型面定位和主副定位孔要在规定误差范围内，同时也要满足夹紧、支撑作用。考虑整个夹

具的长度和宽度，从人机工程上考虑夹具整体高度。

第三，外围和电气设备：在保证设备良好运转的前提下，规划时还应考虑操作安全性、车间占地面积等因素，如光栅、安全门、信号控制、水电气管路排布等。

(2) 门槛件焊接工作站布局 该门槛焊接总成为左右件，按照上文生产节拍和焊点分析，每个工件需要两个夹具、两台机器人焊接，考虑整体生产节拍和后期产品爬坡，在两工件共使用四台机器人的基础上，再增加一台机器人作为辅助，可使JPH达到每小时60辆。焊接工作站布局如图4所示。

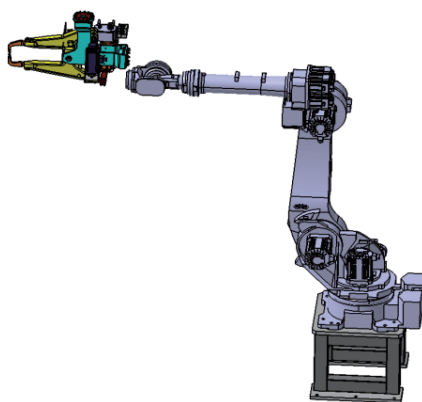


图2 点焊机器人

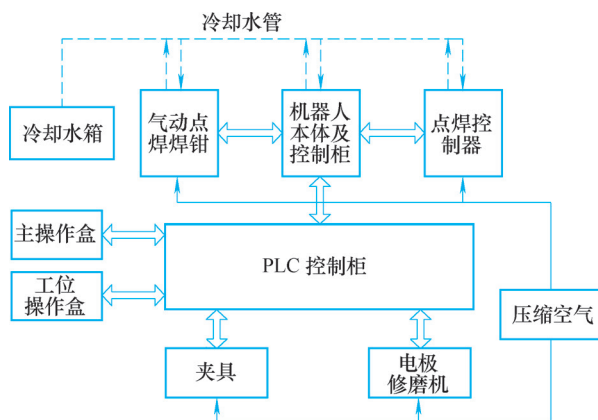


图3 机器人点焊控制系统

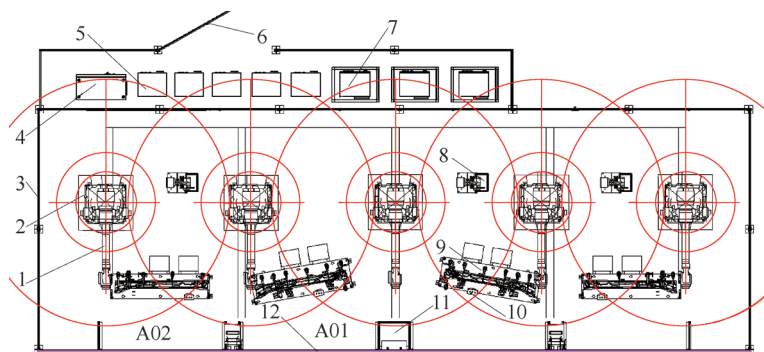


图4 门槛焊接工作站平面布局

- 1.机器人本体和焊钳系统 2.机器人底座 3.围栏 4.PLC控制器 5.机器人电气柜 6.安全门
7.修磨控制器 8.修磨机 9.夹具平台 10.夹具动作控制按钮 11.屏幕显示器 12.卷帘门

机器人多工位的配合焊接，增大最后程序调试工作难度，需要机器人焊接动作的连贯性和协调性，该布局可以使机器人在焊接的同时，装夹与焊接不冲突，实现机器人最短间歇焊接，使设备利用率最大化。

左侧两个夹具，从中间向左分别为A01、A02工位，A01工位负责零件初定位，A02工位负责补焊和新上件点焊，通过焊点（25个）分配至三个机器人，完成整个焊接工艺流程。

（3）三维仿真设计 在整个焊接工作站完成初步规划后，对整个工作站进行仿真模拟，确认焊点分配，防止出现焊钳与夹具之间出现干涉，防止焊钳运动过程中出现两两之间干涉。通过

仿真软件分析，按照正常焊点分配，避免上述情况发生，如图5所示。

针对门槛左件，ROBOT1（左3）分配焊点5个，ROBOT2（左2）分配焊点10个，ROBOT3（左1）分配焊点10个。门槛右件焊点分配同左件，满足生产节拍要求。

（4）焊接工作站操作顺序 机器人工作站的工作顺序如下：首先接通机器人变压器、点焊控制器、系统控制箱、机器人控制箱各部分电源，再开起冷却水阀、气阀开关，要保证调出示教编程器内的主程序，将触摸屏上的选择开关旋至“遥控”档，然后就可以通过各个工位上的操作盒对工作站系统做重复

操作。例如，A01工位由人工上件，按A01工位夹具上操作盒的“辅助”按钮和“夹紧”（双手操作保证人员安全），则气动夹具夹紧工件，退出卷帘门后，按外围设备上总操作盒，按A01的“启动”按钮，机器人根据已经编好的运动程序，开始A01工位焊接。同时A02工位人工上件，按A01工位夹具上操作盒的“辅助”按钮和“夹紧”，退出卷帘门后，按外围设备上总操作盒，按A02的“启动”按钮，工位准备焊接工作预约成功。当机器人焊完A01工位的焊接任务后，自动旋转至A02工位焊接，至焊接完成，同时在焊接A02的时候，人工可开始A01工位上件操作。

多个机器人协调工作，需要靠PLC控制系统完成，PLC与机器人外部输入、输出端口的通信，由PLC编写的逻辑信号经DeviceNet传给机器人外部输入端，编写的机器人梯形图将信号转为机器人专用输入信号，机器人的专用输入信号和控制输入信号经梯形图转换传给PLC控制系统，信号之间来回接收和传递，使系统更稳定，焊接重复精度更高。

4. 焊接工作站规划注意事项

焊接工作站规划牵涉到机械加工、焊接工艺、电气原理、建筑等相关领域知识比较多，在满足机器人运动和操作的同时，也应考虑人机工程、各元器配置等问题。

关于机器人位置：要考虑机器人与夹具的距离、机器人与修磨器的距离、机器人与夹具的距

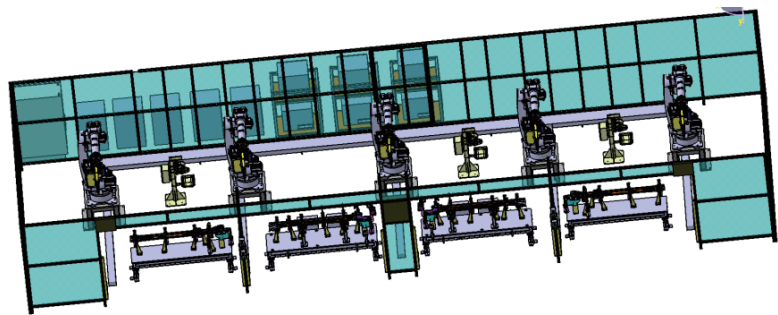


图5 门槛焊接工作站三维图



SUS301L不锈钢激光焊接 对接接头性能研究

罗亚坤 火巧英 孟宪伟

【摘要】 本文选用材料为轨道客车车体中用量较大的SUS301L不锈钢，通过对SUS301L三种不同调质状态下母材和激光焊接对接接头的组织和力学性能的对比分析，为今后此种不锈钢在轨道车辆车体设计中的使用提供有力的依据。

关键词： SUS301L不锈钢；调质状态；激光焊对接

1. 概述

不锈钢轨道客车以其车体轻、能耗低、耐腐蚀、安全性好、使用寿命长及综合成本低等优势成为轨道车辆的首选。本文选用材料为轨道客车车体中用量较大的SUS301L不锈钢。

SUS301L奥氏体不锈钢以其良好的塑性变形能力、耐蚀性和韧性以及优良的高、低温力学性能，目前已经成为轨道车辆普遍采用的材料。面对目前不锈钢车体生产工艺过程中存在的各种问题，不锈钢激光焊接技术的应用将成

为发展趋势。因此对SUS301L奥氏体不锈钢母材以及激光焊接头的组织与力学性能的了解也越来越重要。

2. 母材力学性能

(1) 母材组织与性能
SUS301L不锈钢有LT、DLT、

离、机器人与外围设备的距离、机器人安装高度等问题。

关于夹具设计与布置：要考虑夹具长宽高尺寸、夹具上下件便捷性、夹具与夹具工位间距、夹具与外围设备的距离等问题。

关于焊点分配：通过焊接工件时序图，做出简单的上件、启动、焊接、停止、下件等时序，保证满足生产节拍。

经验表明，机器人与工件或者其他设备之间的安全余量：机器人各轴距离限位位置留有10%以上的余量，机器人与其他设备不干涉时的至少具有30mm以上

的安全余量。

对于后期产能会出现爬坡的车型，要注意预留生产工位，如增加焊接机器人、增加焊接夹具等，以满足后期产能。

5. 结语

通过对文中门槛焊接工作站规划，并进行三维仿真，其完全满足实际生产。在工作站规划时，结合产品生产纲领、工艺要求、产品结构特点等条件，利用相关知识领域，合理布局焊接工作站，为实际生产提供有效技术支持。同时，在后期实际投产时，也应不断完善焊接机器人运

动轨迹，优化焊接工作站，以使工作站达到最优化程度。

参考文献：

- [1] 林尚杨，陈善本.焊接机器人及其应用[M].北京：机械工业出版社，2000.
- [2] 郑宏良.车身焊装生产线机器人布局设计[J].科技创新导报，2014（31）：8-9.

作者简介：徐永吉，上海屹丰汽车模具制造有限公司。

MW 20170721