

汽车座椅骨架弧焊工艺优化研究

——以北美通用L232项目为例

田 凯

上海继峰座椅有限公司 上海 201108

摘 要：在汽车制造的关键环节中，北美通用L232座椅骨架弧焊项目备受瞩目。原焊接工艺弊病丛生，薄板焊接合格率低、设备校准困难、生产效率难以达标，严重掣肘项目推进。本文以此为切入点，深入剖析引入Fronius tps400i+Yaskawa自动弧焊站系统后的变革。在设备形式上，创新地将双机H型转变为双机转台形式，大幅削减人力投入；精心校准焊机、精准调整焊接参数、巧妙更换导电嘴，全方位提升焊接品质与效率，为汽车座椅骨架弧焊工艺开拓新路径，积累珍贵经验财富。

关键词：北美通用L232；座椅骨架弧焊；工艺优化；焊接合格率

引言

在汽车制造这一复杂且精密的领域中，座椅骨架的焊接质量与生产效率犹如整车生产的基石，起着举足轻重的作用。北美通用L232项目更是对生产提出了严苛的标准，每年需在245天内达成14.9万辆份后排座椅骨架的峰值产能，并且在焊接节拍上要求精确控制在CT为119.2S，同时对焊接合格率也设定了极高的门槛。然而，原有的自动焊接站在焊接薄板时，一次下线合格率仅50%，超过0.8mm的焊接合格率也仅75%，且为满足产能竟需投资3套设备，这在成本控制和生产效率上都存在巨大的缺陷。面对如此困境，项目团队毅然决然地开启了弧焊工艺优化的艰难探索之旅，力求突破技术瓶颈，实现高效优质的生产目标。

1 北美通用 L232 项目概况

项目发包单位为北美通用，于墨西哥蒙特雷落地实施。客户要求每年245天实现14.9万辆份后排座椅骨架的峰值产能，且每件骨架的生产节拍CT需控制在119.2S。在原有的自动焊接站配置（Fanuc+Lincoln R450焊机）下，焊接0.8mm薄板时一次下线合格率仅50%，超过0.8mm的焊接合格率为75%，并且为满足产能需投资3套设备，成本高昂。为改善这一状况，项目引入Froniustps400i+Yaskawa自动弧焊站系统配置，并致力于开发适配座椅骨架的高效焊接工艺。

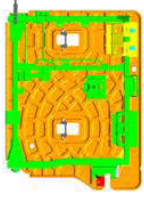
2 弧焊工艺概述

2.1 弧焊原理与方法

作者简介：田凯，男，1989年9月出生，汉族，河北石家庄人，毕业于石家庄铁道大学金属材料工程专业，获得工学学士学位，焊接工程师，研究方向：热加工

弧焊作为一种重要的金属连接方法，在汽车制造领域应用广泛，尤其是汽车座椅骨架这类对焊接质量和强度有较高要求的部件生产中扮演着关键角色。

表1 上汽通用L232项目信息表

项目信息		
客户信息	北美通用汽车	
投产车型	L232	
投产时间	2023.04	
产量信息	149000辆/Year	
生命周期	7年	
产品信息	2nd Row	
	60靠背	40靠背
		

弧焊主要利用电弧产生的热量熔化焊条或焊丝，使焊件连接部位的金属融合形成牢固接头。其原理基于电弧放电现象，在电极与焊件之间施加电压，当距离适当时，空气被击穿形成导电通道，电流通过产生高温电弧。在汽车座椅骨架焊接中，常见的弧焊方法包括熔化极气体保护焊（MIG/MAG）和非熔化极气体保护焊（TIG）等。

MIG/MAG焊以可熔化的焊丝作为电极，并由气体对焊接区域进行保护，防止空气侵入产生气孔等缺陷。其特点是焊接效率高、熔深较大，适用于多种金属材料焊接，在座椅骨架焊接中常用于连接较厚的金属部件或对强度要求较高的部位。TIG焊则采用钨极作为电极，不熔

化,焊接过程依靠焊丝或焊件自身熔化形成焊缝,焊接质量高、焊缝美观,但焊接速度相对较慢,常用于对接精度和外观要求苛刻的精细部位或薄板焊接。

2.2 弧焊工艺参数影响

弧焊工艺参数对焊接质量和效率至关重要。焊接电流决定了电弧能量和焊丝熔化速度,电流过大易导致烧穿、咬边等缺陷,过小则可能造成未焊透;电弧电压影响电弧长度和熔滴过渡形式,需与焊接电流合理匹配;焊接速度控制着焊缝成型和热输入量,速度过快会使焊缝成型不良、熔合不充分,过慢则增加热影响区宽度,影响材料性能。此外,焊丝直径、保护气体种类及流量等参数也需根据焊件材质、厚度和焊接位置等因素精确调整。

3 原焊接工艺及问题分析

3.1 设备与工艺现状

在汽车座椅骨架焊接的设备与工艺现状方面,原有的焊接站采用的是Fanuc+Lincoln R450焊机配置。当面对0.8mm薄板的焊接任务时,其焊接一次下线合格率仅仅只有50%,这意味着有大量的产品需要进行返工或报废处理,严重影响了生产效率和成本控制。而对于超过0.8mm的板材焊接,合格率虽有所提升达到75%,但仍未达到理想状态。在产能满足的问题上,由于现有设备的焊接效率较低,为了实现每年245天14.9万辆份后排座椅骨架的峰值产能要求,不得不投资3套设备。这不仅占用了大量的资金,还增加了设备的维护成本、场地占用成本等,使得整体生产成本大幅增加,给企业的生产运营带来了较大的压力,迫切需要对设备与工艺进行优化改进。

3.2 问题分析与归纳

3.2.1 设备效率方面

原设备布局存在严重缺陷,其设计不合理致使每台设备需要安排较多的上线操作人员。这不仅造成了人力成本的大幅攀升,使企业在人力资源方面的支出超出预期,而且众多人员在设备操作过程中容易产生协调不畅等问题,严重束缚了生产效率的提升,无法满足日益增长的生产任务需求,成为企业生产流程中的一大瓶颈。

3.2.2 设备校准问题

在设备集成的过程中发现,不同焊机的软件版本存在显著差异。这种不一致性直接导致了设备无法进行有效的校准操作。由于无法校准,焊机在工作时无法精准地控制焊接参数,如电流、电压等,使得焊接过程变得不稳定。焊接过程中可能会出现电弧不稳定、焊接熔深不一致,甚至自动弧焊站无法启动等情况,严重影响了焊接接头的质量,降低了产品的整体可靠性,给生产带

来极大的困扰。

3.2.3 焊接质量与节拍

薄板焊接的合格率处于较低水平,这主要是因为原焊接工艺在针对薄板焊接时,无法有效地控制焊接热量的输入和熔池的形成。同时,整体的焊接节拍过慢,无法与生产计划相匹配。较慢的焊接节拍导致单位时间内的产量难以提升,严重阻碍了产能的增长,无法按时满足客户对产品数量的需求,也增加了生产成本,削弱了企业在市场中的竞争力。

3.2.4 批量生产缺陷

在批量生产阶段,出现了焊缝起弧偏移轨迹的严重问题。这是由于在批量生产过程中,设备的一些细微参数变化或者外部环境因素的影响未得到有效控制。焊缝起弧偏移使得焊接接头的位置和质量变得不稳定,可能导致焊接接头强度不足、出现焊接缺陷等情况,大大增加了产品的次品率,降低了产品的质量稳定性,严重影响了企业的声誉和经济效益。

4 弧焊工艺优化措施

4.1 设备形式优化

在汽车座椅骨架弧焊工艺优化中,设备形式优化是关键环节。原双机H型设备布局下,夹具台于机器人两侧,操作空间受限,人员协作不便,致使每台设备需2人操作,人力成本高且效率低下。经深入研究,将其改为双机转台形式,把夹具台固定在机器人一侧,夹具借助回转台进出焊接区(如图1)。此改进极大地改善了操作流程与空间利用。操作人员可更便捷地装卸夹具、监控焊接过程,减少了不必要的动作与等待时间。在实际生产中,相同夹具数量配置下,成功实现上线人数降至1人/台,人工工时降低50%,显著提升了生产效率,降低了人力成本,为后续生产环节的高效运行奠定了坚实基础,增强了企业在成本控制与生产效率方面的竞争力。

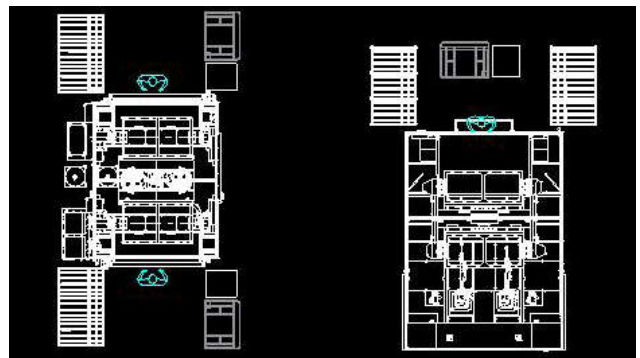


图1 设备形式优化前后对比

4.2 焊机校准处理

焊机校准问题严重影响焊接稳定性。由于焊机出厂

时软件版本参差不齐,设备集成后无法正常校准,致使焊接参数难以精准控制。为解决此问题,技术团队开展了细致的刷机工作。首先,对焊机系统进行全面检测与分析,确定不同版本软件间的差异点与不兼容之处。然后,依据焊机型号与技术规范,获取适配的统一软件版本,并严格按照刷机流程操作,确保程序稳定更新。刷机过程中,密切监控各项参数变化,防止出现异常。完成刷机后,再次进行全面校准测试,调整相关参数。经此番处理,成功统一了程序版本号,焊机功能恢复正常,焊接过程中的电流、电压等参数得以稳定控制,有效保障了焊接质量的稳定性与一致性,提升了产品的焊接可靠性。

4.3 焊接参数调整

焊接参数调整是提升焊接质量与效率的核心步骤。鉴于不同板材厚度(如0.8mm、1.0mm、1.2mm等)、焊接接头形式(搭接、直角等)及焊丝直径(1.2mm)等因素对焊接效果影响显著,技术团队开展大量实验。通过熔深实验,精确测量不同参数组合下的焊缝熔深,确保焊接强度达标。在参数调整过程中,综合考虑焊接速度、送丝速度、焊接电弧修正等多方面因素。例如,对于0.8+0.8mm板材搭接/直角焊接接头,经反复测试确定采用gap bridging焊接模式,送丝速度设为2.5,焊接电弧修正为1,焊接速度13.3等参数。与原Fanuc+Lincoln R450焊机配置(焊接速度在9-11)相比,新参数组合使焊接节拍提升20.9%,同时自动弧焊站的投资由3套将为2套,同时有效减少了焊接缺陷,大幅提升了焊接质量,满足了项目对座椅骨架焊接的严格要求。

4.4 导电嘴更换

针对批量生产焊缝轨迹偏移问题,导电嘴更换成为有效解决措施。原使用的Fronius官方推荐导电嘴(M6-24-1.2,内径1.4mm,长24mm)在实际焊接中暴露出严重缺陷。因其位于喷嘴内测,焊接时干伸长增加,焊丝头热胀冷缩在1.4mm导电嘴内转向,致使焊丝轨迹起始位置变更。为改善此状况,技术团队选用国产非标导电嘴(内径1.25mm,长28mm,超出喷嘴2mm)。新导电嘴内径缩小,减少了焊丝在内部的摆动空间,长度增加且超出喷嘴部分有效降低了干伸长长度,减弱了焊丝热胀冷缩对编程轨迹的影响,同时降低了狭窄空间的编程难

度,提升夹具布局的容错率。在批量生产中应用后,显著提高了焊缝位置的稳定性,降低了产品次品率,保障了焊接质量的一致性与稳定性,确保了座椅骨架批量生产的高效与优质。

5 优化后技术优势

北美通用L232座椅骨架弧焊工艺优化后成效斐然。在成本效益方面,设备布局的革新使人工成本锐减50%,同时大幅削减了设备投资规模,原本为达产能需购置3套设备,如今得以减少至2套,为企业节省了大量资金,有效缓解了成本压力。于质量提升而言,凭借Fronius tps400i焊接CMT技术的出色发挥以及全方位的工艺优化,0.8mm薄板焊接一次下线合格率飙升至85%,中厚板更是高达92%,极大地降低了废品率,有力确保了产品的高品质输出。在效率提高上,焊接节拍提升20.9%,显著加快了生产节奏,使得企业能够高效满足项目的峰值产能需求,大幅增强了在市场中的生产交付能力与综合竞争力,为企业的持续发展注入强大动力。

6 结论

北美通用L232座椅骨架弧焊工艺优化项目通过一系列针对性措施,成功解决了原工艺存在的诸多问题。在降低成本、提升质量与效率方面取得显著成果,为汽车座椅骨架弧焊工艺改进提供了可行的范例,对汽车制造行业类似焊接工艺优化具有重要的参考价值,有助于推动行业焊接技术的发展与进步,在满足企业生产需求同时提升了产品市场竞争力。未来可进一步探索新焊接材料与技术在此类工艺中的应用,持续提升工艺水平。

参考文献

- [1]陈和,唐君才,魏占静,李少农,吴彬彬,耿正.Tri-Arc与Tandem双丝电弧焊接工艺特性的对比[J].电焊机,2021(10)
- [2]冯曰海,周方明,蒋成禹.双弧焊接工艺研究现状及发展[J].焊接,2002(01)
- [3]杨伟国,杨瑞军.弧焊机器人在汽车拖拽架焊接的应用[J].电焊机,2023(11)
- [4]覃南强,周舟.汽车座椅骨架自动焊接系统的设计[J].科技视界,2022(02)
- [5]高鹏飞.汽车座椅焊接机器人系统的设计[J].机器人技术与应用,2024(05)