

汽车装焊车间数字化应用提升安全和管理水平的研究

郭东栋 牛振 韩承倬 马千里

北京奔驰汽车有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i11.7442

[摘要] 随着工业 4.0 时代的到来, 数字化技术在汽车制造领域得到了广泛应用。本文旨在探讨汽车装焊车间数字化应用如何提升安全和管理水平。在了解装焊车间的生产情况的基础上, 本文结合数字化提出了一系列数字化解决方案, 从传感器与物联网技术、机器人自动化焊接技术、新一代信息技术、一体化压铸技术、数字化质量检测及智能化物流等层面展开探讨, 这些技术的应用不仅提高了生产效率, 还显著增强了车间的安全性, 提高了产品质量的稳定性, 以期望为汽车行业数字化发展提供一定的参考。

[关键词] 汽车制造; 装焊车间; 数字化应用; 安全; 质量管理

Research on the digital application of automobile assembly and welding workshop to improve the safety and quality management level

Guo Dongdong Niu Zhen Han Chengzhuo Ma Qianli

Beijing Benz Automobile Co., Ltd.

[Abstract] With the advent of the industry 4.0 era, digital technology has been widely used in the field of automobile manufacturing. This paper aims to discuss how to improve the level of safety and quality management by the digital application in automobile assembly and welding workshop. On the basis of understanding the production situation of welding workshop, this paper puts forward a series of digital combination with digital solutions, from the sensor and Internet of things technology, robot automation welding technology, a new generation of information technology, integration of die casting technology, digital quality detection and intelligent logistics level discussed, the application of these technologies not only improve the production efficiency, also significantly enhance the safety of the workshop, improve the stability of the product quality, to hope for the automotive industry digital development to provide certain reference.

[Key words] automobile manufacturing; assembly and welding workshop; digital application; safety; quality management

随着中国汽车产业电动化趋势的迅猛发展, 大量汽车企业正稳步迈向全面电动化的进程, 并不断巩固其在平台、人才和产品三大领域的基础, 为在电动化新时代的竞争中占据领先地位提供坚实支撑。在数字化转型方面, 近年来积极推进相关变革, 促使机器设备具备自我分析和学习的能力, 并能生成相应的解决方案, 从而为高质量的生产制造注入新的动力。基于此, 汽车制造企业正加速推进以数据为核心的数字化转型, 进一步利用人工智能技术提升机器的决策能力, 增强人机协作的紧密度。例如, 某高端整车企业已构建了一个集数字化技术和能力于一体的智能数据管理平台, 该平台能够支持生产数字化、管

理数字化以及数据驱动的各类业务升级需求。通过引入高端乘用车生产运营 360 (M0360) 体系, 该企业实现了从研发、制造、质量控制、物流、技术维护、采购、财务到销售服务等各个环节的智能管理, 确保了生产质量并提升了生产运营的效率。同时, 该企业致力于深度挖掘数据的价值, 推动数据资产化, 高效且精确地进行数据的采集、存储、分析和处理, 构建以场景为驱动的数据模型, 释放数据在智能制造中的潜力。不仅在数据管理方式上进行了创新, 该企业在推进数字化转型战略实施的过程中, 也取得了多项技术突破。自主研发的“基于机器视觉技术的 Windy 智能监控系统”融合了数据、算法和计算能力,

进一步为高质量、高效率的生产提供了数字化保障。此外，针对人工智能大模型开启行业新范式的发展趋势，积极探索将人工智能大模型与机器人紧密结合，以推动智能生产的新变革。

一、汽车装焊车间数字化应用提升安全管理水平

(一) 利用传感器和物联网技术提升车间安全

传感器与物联网技术是汽车装焊车间实现智能制造的基本保障。在智能制造思想的引领下，通过在车间内安装温度、压力、烟雾、有害气体等多种传感器，将传感器与装焊车间生产系统相连，能及时监测车间的环境，发现装焊过程中的安全隐患^[1]。而物联网技术则将装焊车间内的所有传感器连接成一个网络，进而确保车间数据能实时传输，也做到对装焊车间生产的集中监控。为适应传感器技术和互联网应用的需求，某整车企业自主开发了一套基于工业互联网的大数据平台。该平台以数字化为先导，独立研发了基于 MQTT 协议的数据平台 MSB。在此平台上，工业机器人、工艺设备、传感器、控制器等各类数据被收集并上传至企业云。通过运用大数据技术，实现了数据的整合、智能展示、故障预警、智能终端数据支持、供应商云服务以及辅助管理决策等功能。

具体来看，温度传感器可以实时监测焊接区域的温度，防止因温度过高而引发火灾。压力传感器则可以监测气动系统的工作状态，确保设备运行在安全的压力范围内。烟雾和有害气体传感器则可以及时发现焊接过程中产生的烟雾和有害气体，提醒操作人员采取相应的防护措施^[2]。此外，物联网技术还可以与智能监控系统相结合，实现对车间内人员和设备的实时定位和跟踪。通过在车间内安装定位标签和读取设备，可以实时掌握人员和设备的位置，避免发生碰撞和设备故障。同时，智能监控系统还可以通过分析传感器数据，预测设备故障和潜在的安全风险，从而提前采取预防措施。

(二) 引入机器人自动化焊接提高作业安全

随着工业 4.0 的推进，装焊车间的数字化转型成为企业提升竞争力的关键。通过引入先进的信息技术和自动化设备，装焊车间实现了从传统手工操作到智能化生产的转变^[3]。在汽车制造领域，点焊机器人在汽车白车身部件的焊接过程中得到应用，涉及的部件包括底板、侧围以及四门两盖等。弧焊机器人主要应用于车身结构的焊接作业，尤其擅长于底盘结构件的焊接，例如后桥、副车架等部件。汽车生产过程中，引入机器人自动化焊接技术，不仅能提高汽车生产效率，也能提高作业安全性。通过引入机器人进行焊接作业，可以减少人工操作，降低工人暴露在高温、有害气体和强光环境中的时间，从而降低职业病和工伤事故的风险。

机器人焊接系统通常配备有先进的视觉识别技术，能够精确识别焊接位置和路径，确保焊接质量的同时，避免对周围环境和人员造成伤害^[4]。机器人焊接系统可以通过编程设定安全区域，一旦人员或设备进入这些区域，系统会自动停止作业，

确保安全。为了进一步提高作业安全性，将机器人焊接系统与智能监控系统相结合。智能监控系统可以实时监测车间内的作业情况，一旦发现异常情况，如人员靠近危险区域或机器人出现故障，系统会立即发出警报并采取相应措施，如暂停机器人作业或启动紧急停机程序。目前该企业焊装车间的自动化率已达 80%，也是国内率先采用先进连接技术的汽车制造企业，实现了机器人自动校准 Bestfit 安装车门机盖，其精度可达到 0.1 毫米。

(三) 应用新一代信息技术强化数据安全

以智能网联、人工智能、大数据等新一代信息技术为要素的智能制造正成为全球制造业转型升级的重要驱动力^[5]。随着这些技术的不断进步和广泛应用，制造业正经历着前所未有的变革。数据是“金矿”，而如何发挥数据在汽车生产制造中的价值，强化数据安全，也是当前面临的一大难题。某整车企业基于 PAMS 平台，通过集成的数据管理平台实现生产数据的收集、存储与分析，以提高数据的可用性。紧接着，对数据分析提取，找出净化，借助高级数据分析工具及算法，提取生产数据的价值获得有价值的见解，以此优化汽车生产流程，减少浪费，提高生产效率。必须实施对数据的实时监控与应对机制，以便迅速应对生产流程中出现的问题或异常状况。采用基于数据驱动的预测模型，以预测设备可能出现的故障，进而降低设备停机时间及维护成本。

在应用大数据平台获取现场设备信息的同时，包括生产参数、ip 地址、主机名等一些重要的信息，很容易被一些非法用户惦记。不法分子利用多种网络攻击手段，包括渗透测试和社会工程学攻击等，以获取访问权限或进行恶意软件感染，进而谋取利益。因此，注意车间生产的信息安全也非常关键。一方面，做好数据分配与风险评估。通过数据加密和访问控制机制，确保只有授权人员才能访问敏感信息。另一方面，加强网络防御措施，部署防火墙、入侵检测系统和防病毒软件，以防止恶意软件和未经授权的访问。此外，定期进行安全审计和漏洞扫描，及时发现并修补系统漏洞，以降低被攻击的风险。同时，增强员工的安全意识也至关重要。组织定期的安全培训，教育员工识别和防范社会工程学攻击，如钓鱼邮件和假冒网站等。通过模拟攻击演练，让员工了解攻击者可能采取的手段，从而提高他们的警觉性和应对能力。

二、汽车装焊车间数字化应用提升质量管理水平的有效策略

(一) 一体化压铸技术提高车身制造质量

一体化压铸技术是近年来颇具热度的技术，其一种创新技术的应用，能够实现大型车身部件的生产，显著降低车身零件数量及连接工艺的复杂性，进而促进车身制造的高度集成化。此外，一体化压铸技术的引入，激励着汽车制造商对车身结构设计及加工流程进行新的思考与探索，特别是在电动汽车领域。由于电动汽车的车身结构较为简洁，中地板和后端在遭受

碰撞时对延展性的要求不如吸能部位那样严格,因此这些部位特别适合采用一体化铸造技术;同样,作为电动汽车关键部件的电池托盘,也适合采用一体化铸造工艺。将一体化压铸技术引入汽车装焊车间,将对车间的布局和设备进行重大调整。传统的装焊车间主要依赖于大量的焊接机器人和夹具,而一体化压铸技术的引入则需要引入大型压铸机和相应的后处理设备。

在生产效率方面,一体化压铸技术的优势显而易见。传统的车身制造过程中,零件的焊接和组装往往耗时较长,而采用一体化压铸技术后,大型车身部件的生产时间大幅缩短^[6]。这不仅提高了生产效率,还降低了生产成本,也能打造更高质量的车身,满足汽车生产的基本需要。

(二) 数字化质量检测系统确保产品一致性

在汽车装焊车间的数字化转型过程中,质量检测是确保产品一致性和可靠性的重要环节。通过引入先进的数字化质量检测系统,可以实现对车身部件的高精度检测,确保每一个焊接点和组装环节都符合严格的质量标准。数字化质量检测系统通常包括高分辨率的视觉检测设备、激光扫描仪和传感器等,能够对车身部件进行三维扫描和分析,快速识别出缺陷和不一致性。这些系统可以与生产管理系统无缝集成,实时传输检测数据,便于追踪和记录每个部件的质量信息。通过大数据分析和机器学习算法,系统能够不断优化检测流程,提高检测效率和准确性。数字化质量检测系统具备自动学习功能,随着检测数据的积累,系统能够自动调整检测参数,适应不同车型和生产批次的变化。在实际应用中,数字化质量检测系统可以与机器人焊接系统相结合,实现闭环控制。一旦检测系统发现某个部件存在质量问题,系统会自动通知机器人进行调整或重新焊接,确保问题在生产过程中得到及时解决,避免缺陷流入下一道工序。通过引入数字化质量检测系统,显著提升了其生产效率和产品质量。在汽车装焊车间内,这些先进的检测设备不仅提高了检测速度,还降低了人为错误的可能性。通过实时数据分析和反馈,生产团队能够迅速响应并解决潜在问题,从而减少了停机时间和生产成本。

(三) 智能物流系统优化物料配送

在数字化装焊车间中,智能物流系统是提高生产效率和降低物流成本的关键。通过引入自动化导引车(AGV)、无人搬运车(AMR)和智能仓储系统,可以实现物料的自动化配送和存储管理。智能物流系统能够根据生产计划和实时需求,自动规划最优的物料配送路径,减少物料搬运时间和等待时间,提高生产线的连续性和稳定性。智能物流系统还可以与生产管理系统和质量检测系统进行数据交换,实现物料信息的实时追踪和管理。通过物联网技术,系统能够实时监控物料的状态和位置,确保物料在正确的时间和地点准确配送。智能物流系统通过数据分析,预测物料需求,实现库存的动态管理,减少库存积压和浪费。在实际应用中,智能物流系统可以与机器人焊接

系统和数字化质量检测系统协同工作,形成一个高度集成的智能制造生态系统。通过系统间的无缝对接和数据共享,可以实现生产过程的全面优化,提高生产效率和产品质量,最终提升企业的市场竞争力。装焊车间通过数字化实施,智能物流系统不仅提升了生产效率和降低了物流成本,还为车间的可持续发展提供了有力支持。通过引入先进的传感器技术和机器视觉系统,智能物流系统能够实时监测车间环境和设备状态,及时发现潜在的故障和安全隐患,从而减少设备停机时间,提高设备利用率。智能物流系统还可以根据车间的能源消耗情况,优化能源使用,降低能耗,实现绿色生产。

三、结论

在现代汽车制造过程中,装焊车间作为关键生产环节之一,其安全和质量管理水平直接影响到整车的性能和企业的竞争力。随着新一轮科技革命和产业变革的推进,信息技术与制造技术的融合日益紧密,汽车行业正逐步向机电一体化、智能化、网络化方向发展,并推出了一系列高科技产品。智能制造转型,以智能网联、人工智能、大数据等新一代信息技术为核心,专注于全过程数据采集和全生命周期管理,促进了业务流程的高度协同。这一转型显著提升了生产效率和产品品质,助力汽车制造业在逆境中实现增长。

[参考文献]

- [1] 嵇彬. 焊接车间数字化管控技术研究现状与展望[J]. 石油化工设备技术, 2024, 45(3): 44-51.
 - [2] 刘瑞涛, 阎洪. 智能化焊接车间工艺管理设计及应用[J]. 智能建筑与工程机械, 2020.
 - [3] 刘世强. 基于转向架焊接产线数字化的机器人智能集控关键技术[J]. 专用汽车, 2023(5): 61-63.
 - [4] 李继明. 汽车白车身涂胶设备改进方法[J]. 汽车实用技术, 2023, 48(13): 145-149. DOI: 10.16638/j.cnki.1671-7988.2023.013.028.
 - [5] 蔡新奇, 王学武, 范晔平, 等. 焊接机器人数据采集与管控系统[J]. 焊接, 2022(003): 000. DOI: 10.12073/j.hj.20210907002.
 - [6] 沈建磊. 浅谈“焊接”特殊过程的质量管控[J]. 数字化用户, 2022(47): 170-172.
- 作者简介: 第一作者, 郭东栋, 1982-2-1, 男, 内蒙古蒙古族, 博士; 总经理, 教授级高级工程师; 北京奔驰汽车有限公司, 研究方向: 汽车制造。
- 牛振, 1982-8-26, 男, 山东, 汉, 硕士, 高级经理, 教授级高级工程师, 北京奔驰汽车有限公司, 研究方向: 汽车制造;
- 韩承倬, 1994-3-28, 男, 内蒙古, 蒙古族, 研究生, 北京奔驰汽车有限公司, 研究方向: 汽车制造;
- 马千里, 1987年4月23号, 男, 浙江, 汉族, 研究生, 高级工程师 北京奔驰汽车有限公司, 研究方向: 汽车制造。