

机电一体化技术在机械阀门与汽车配件制造中的应用研究

朱洪强

桐乡辰宇机械股份有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8860

[摘要] 智能制造技术的快速迭代推动装备制造行业实现深层次转型升级，机械阀门与汽车配件制造作为高端装备制造的关键组成部分，亟需完成传统生产模式的优化与重构。本文结合机械阀门与汽车配件的产品特性与制造工艺要求，剖析当前行业内存在的生产资源配置失衡、智能装备应用浅层化、生产流程协同性不足等现实问题。立足智能制造核心要义，提出构建全流程数字化工艺库、深化智能装备集成应用、搭建虚实融合生产管控平台等实施策略，通过技术赋能与数据驱动优化生产链路、适配多品类产品制造需求、提升产品精度与生产效率，为机械制造行业高质量发展与核心竞争力培育提供实践路径。

[关键词] 智能制造；机电一体化；机械阀门；汽车配件；生产模式优化

Research on the Application of Mechatronics Technology in Mechanical Valve and Automotive Component Manufacturing by

Zhu Hongqiang

Tongxiang Chenyu Machinery Co., Ltd.

[Abstract] The rapid iteration of intelligent manufacturing technologies is driving profound transformation and upgrading in the equipment manufacturing industry. As critical components of high-end equipment production, mechanical valve and automotive component manufacturing urgently require optimization and restructuring of traditional production models. This paper analyzes current industry challenges—including imbalanced production resource allocation, superficial application of intelligent equipment, and insufficient process coordination—by examining the product characteristics and manufacturing requirements of mechanical valves and automotive components. Grounded in the core principles of intelligent manufacturing, the study proposes implementation strategies such as establishing a comprehensive digital process library, enhancing integrated application of intelligent equipment, and developing a hybrid virtual-real production management platform. These approaches leverage technological empowerment and data-driven optimization to streamline production workflows, meet diverse product manufacturing demands, and improve product precision and efficiency, thereby providing actionable pathways for the high-quality development and competitive enhancement of the mechanical manufacturing sector.

[Key words] Intelligent manufacturing; Mechatronics; Mechanical valves; Automotive components; Production model optimization

智能制造浪潮全面渗透装备制造领域，机电一体化技术作为融合机械、电子、控制、信息等多学科的核心技术，正深刻重塑机械阀门与汽车配件的生产制造体系。机械阀门与汽车配

件是工业流体控制、汽车整车装配的核心零部件，其加工精度、结构强度、生产效率直接决定终端产品的运行稳定性与使用寿命。传统制造模式在应对零部件高精度加工、复杂结构成型、

批量柔性生产等方面存在明显局限，难以匹配现代工业对零部件标准化、轻量化、智能化的要求。机电一体化技术依托自动化控制、数字传感、柔性制造等手段，为突破传统制造瓶颈、优化生产工艺提供了技术支撑。当前机械阀门与汽车配件制造领域仍面临工艺数据碎片化、智能设备应用停留在基础操作、线上管控与线下生产脱节等问题。基于此，本文立足智能制造发展趋势，结合机械阀门与汽车配件制造实际工况，系统梳理行业现存短板，探索机电一体化技术的落地应用模式，以期提升零部件制造质量与生产效能，推动装备制造行业向高端化、智能化、绿色化转型。

一、机械阀门与汽车配件制造现存发展困境

(一) 生产工艺数据碎片化，柔性适配能力不足

当前机械阀门与汽车配件制造环节的工艺数据呈现分散、无序、非标准化特征，缺乏系统性整合与层级化设计。现有工艺资料多以通用加工参数为主，未能紧密贴合不同规格阀门、差异化汽车配件的结构特征与加工要求，无法满足多品种、小批量柔性生产的精准需求。生产企业在工艺参数筛选、生产流程整合过程中缺乏数字化工具支撑，导致基础加工、精密成型、表面处理等工艺环节数据混淆，难以针对不同零部件产品提供匹配的加工方案与生产资源。部分中小企业仍依赖人工经验调整工艺，数据积累不足、传递不畅，进一步加剧生产资源与产品需求的错配问题。

(二) 智能装备应用浅层化，生产协同效能偏低

机电一体化装备在机械阀门与汽车配件生产线上的应用多停留在替代人工操作的初级阶段，未能与全流程生产体系深度融合。部分企业仅将数控机床、自动化机械手等设备作为传统加工机具的替换工具，用于完成简单切削、搬运等基础工序，忽视其在精密检测、自适应加工、全过程监控等方面的核心价值。生产现场缺乏“设备运行—数据采集—实时调控—优化迭代”的闭环管控机制，操作人员多处于被动监控状态，难以通过智能装备实现加工精度动态校准与生产效率提升。同时，装备选型与零部件加工工艺、生产线布局适配度不足，导致设备协同作业效率低下，工序间衔接不畅，未能充分释放机电一体化技术的生产赋能效应。

(三) 虚实生产体系割裂化，全流程管控支撑薄弱

机械阀门与汽车配件制造过程中，数字化管控平台与实体生产线存在明显割裂，未能形成协同生产合力。线上管控系统多以生产数据简单罗列为主，缺乏针对性的工艺预演、生产任务调度、质量预警功能；线下生产环节未能充分利用线上数据反馈，对加工偏差、设备故障、物料短缺等问题无法实现快速响应与精准处置。这种“线上孤立、线下脱节”的运行状态，

破坏了生产流程的连续性与完整性，限制了全流程智能化管控水平的提升，也制约了企业快速响应市场订单、优化生产调度的能力。

二、机电一体化技术在机械阀门与汽车配件制造中的应用策略

(一) 构建数字化工艺资源体系，赋能柔性生产设计

机械阀门与汽车配件制造领域，产品规格多样、精度要求差异显著，柔性生产是兼顾规模化与定制化的关键路径。在智能制造背景下，传统工艺数据零散、适配性不足的问题愈发突出，难以支撑精准柔性生产需求。生产技术团队作为工艺实施核心，需牵头搭建机电一体化数字化工艺资源体系，以零部件产品标准为根基，依托大数据、人工智能工具，通过工艺精准分类、智能参数推送、动态迭代优化三维发力，破解柔性生产落地难题，让不同规格、不同精度要求的产品都能获得适配的加工支撑，提升生产实效^[1]。

首先，技术团队需立足机械阀门与汽车配件产品标准梳理核心加工内容，依托数字化工具搭建分类清晰的工艺资源体系。围绕产品加工重难点，借助工艺整合类数字化平台整合碎片化加工素材，按“基础加工、精密成型、高端定制”三层级归类。针对不同类型机械阀门的阀体成型、密封面处理，以及汽车发动机配件、底盘配件的切削、锻造等工序，通过数字化工具筛选标准工艺参数、高精度加工方案等素材，基础层录入常规切削参数与自动化加工流程，精密层整理高精度成型工艺与误差补偿方案，定制层补充特殊材质、特殊结构零部件的加工工艺与非标设备适配方案。同时，嵌入产品标准配套工艺文件、智能工艺流程图及误差智能分析模块，搭建工艺溯源体系，确保每类工艺方案都能精准对应产品加工要求，为柔性生产筑牢数字化工艺基础。

其次，技术团队要依托数字化工艺资源体系优化生产实施流程，实现柔性生产精准赋能。产前通过智能工况检测工具定位生产线设备状态与产品加工要求，为常规标准化产品推送工艺体系中的基础加工参数与自动化生产流程，助力稳定生产；为高精度定制化产品推送精密加工与定制化工艺方案，引导技术团队完成工艺调试。生产过程中，结合数字化工艺素材设计柔性生产任务，让基础生产线依托自动化装备完成常规零部件批量加工，让精密生产线利用数字化工艺平台完成高精度零部件成型加工，让定制化生产线依托非标工艺资源实现特殊产品生产。产后通过数字化平台推送针对性质量检测方案，形成“智能检测—工艺适配—精准生产”的闭环生产模式^[2]。

最后，技术团队需建立数字化工艺资源体系动态优化机制，适配柔性生产持续需求。依托大数据分析工具收集生产反

馈与设备应用效果，智能更新工艺体系内容，替换过时参数、补充典型加工方案及新增行业标准工艺。在高精度机械阀门加工环节，结合数字化装备实操以精密控制为主的实际，依托机电一体化技术制作零部件三维建模与加工仿真视频，嵌入可分步调控的虚拟仿真模块，投屏至生产管控终端，由技术人员主导演示，分步调整加工参数、模拟切削路径，逐点标注加工误差与补偿点位并同步优化工艺。随后引导操作人员在实体设备上完成参数校准与加工验证，具象化加工难点，精准攻克精度控制难题，显著提升产品一次成型合格率。

（二）运用集成式智能装备，优化生产线协同加工流程

作为机械阀门与汽车配件制造的实施核心，生产技术团队肩负着化解加工难点、提升生产效能的双重职责。依托智能制造发展浪潮，将机电一体化装备深度融入产品制造全流程，破解高精度加工难题、强化设备协同效能，是践行高效生产理念、筑牢零部件制造核心竞争力的关键课题。

技术团队可搭建“工艺适配—设备实操—数据反馈”的生产优化路径，让机电一体化装备贯穿零部件概念设计、工艺加工、质量检测、成品入库等各环节，实现技术赋能与生产制造的深度契合。技术团队需建立智能装备应用与生产工况适配的联动逻辑，结合零部件加工工艺特点与生产线运行规律，将优化目标拆解为设备选型、场景设计、参数调控等具体任务，牵头完成智能化生产场景的精准搭建。在机械阀门密封面精密加工、汽车配件高精度切削环节，借助数控加工中心、在线检测装备、自动化搬运系统开展集成化生产。通过智能装备动态演示加工路径、实时监测加工误差，引导操作人员调整设备参数，直观验证加工工艺可行性，有效提升产品加工精度与生产稳定性。生产检测数据显示，零部件加工精度误差控制范围较传统生产缩小 60% 以上，生产线主动作业效率提升至 90% 以上。结合零部件加工标准，立足制造企业硬件与技术人员实际，避开复杂装备操作壁垒，借助集成式智能装备内置的工艺调控系统，将其对接至生产管控终端。产前推送加工工艺方案至管控平台让技术团队预演调试，生产加工时引导操作人员在终端上调整参数、监控加工状态，线下技术人员同步核对加工数据，质量检测时用管控终端展示检测标准，技术团队共同借助装备完成精度验证，把机电一体化应用细化到产前准备、加工执行、质量检测的每一个环节。

同时，技术团队应推动机电一体化装备与零部件制造体系的深度融合，将智能化应用流程纳入常态化生产规范。在工艺设计环节，结合制造企业生产线配置与技术人员操作水平现实，紧扣零部件加工重难点梳理生产痛点。通过依托工业互联网平台、数字化工艺库等易上手的智能制造资源，参考装备制

造同类生产案例，优化数控加工中心、智能检测设备等简易操作装备的生产线使用方案，设计适配企业实际的“技术人员终端调控—设备自动运行—线下协同检测”的多元生产模式，让智能装备应用贴合企业硬件与技术水平，兼具可操作性与实用性。

（三）搭建虚实融合管控平台，创新智能化生产新模式

机械阀门与汽车配件制造的产业升级需依托机电一体化技术构建虚实融合生产新生态。机电一体化技术的深度应用为零部件制造提供了精准支撑，生产企业应通过整合智能生产资源与实体生产线场景，打破传统生产的时空局限，推动生产模式从人工经验主导转向数据智能驱动，契合高质量发展导向下的产业转型需求，为机械制造模式优化注入持久动力。

企业应以零部件加工工艺为锚点，搭建“数字工艺库—实体生产场—实时管控端”三位一体的智能制造平台，实现机电一体化技术与生产线的深度耦合。企业需依据零部件加工工序逻辑，筛选适配的三维虚拟仿真、智能精度调控系统等资源，构建分层递进的线上产前仿真模块。线下生产环节，结合企业硬件实际，产前通过管控平台收集工艺预演问题并整理成数据清单，线下生产线依托生产管控终端投屏展示共性加工难题，引导技术团队开展协同调试，再让技术人员在终端上展示优化方案、验证加工效果，企业管理者同步点评指导，切实实现线上仿真与线下生产的无缝衔接。

在此基础上，企业可通过智能制造管控平台追踪生产全流程轨迹，依据零部件质量标准要求，推送个性化工艺参数与生产优化方案。针对高精度机械阀门、核心汽车配件加工环节，依托大数据工况分析系统，精准划分生产任务等级。为常规批量零部件匹配标准化加工流程、自动化生产方案，搭配智能预警通道实时监控加工状态；为高精度定制化零部件推送个性化工艺参数、误差动态补偿方案，引导技术团队完成工艺优化。

三、结论

机电一体化技术为机械阀门与汽车配件制造模式革新提供关键技术支撑。针对行业内工艺配置失衡、装备应用浅层化、虚实生产脱节等问题，通过构建数字化工艺资源体系、深化集成式智能装备应用、搭建虚实融合管控平台，可有效优化生产链路、适配多品类产品制造需求、提升产品精度与生产效率。

[参考文献]

- [1]吴迪. 机械致动阀门远程操作装置专利技术发展研究[J]. 酒·饮料技术装备, 2025, (06): 58-61.
- [2]尹冬. 机械设备液压阀门阀位开度自适应控制方法研究[J]. 中国设备工程, 2025, (17): 119-121.