

阀门行业智能制造的现状与发展趋势

张心宇

哈电集团哈尔滨电站阀门有限公司，黑龙江 哈尔滨 150001

DOI: 10.61369/SSSD.2025040015

摘 要： 阀门行业作为装备制造业的重要组成部分之一，与国民经济与各行各业的发展息息相关，同时，也是国家综合实力的集中体现。智能制造作为《中国制造2025》战略的核心内容，正引领阀门行业不断向智能化、高端化的方向迈进。然而，阀门产业作为传统制造业之一，其发展之路并不顺畅，尤其是在智能制造时代，阀门行业的发展面临着重重机遇和挑战。基于此，本文深入剖析当前阀门行业智能制造现状，探究阀门行业智能制造的发展趋势，在此基础上，积极探索阀门行业智能制造的可行性路径，以期助力阀门行业在智能制造的浪潮中成功完成智能化转型升级，为阀门行业的可持续发展贡献绵薄之力。

关 键 词： 阀门行业；智能制造；现状；发展趋势；发展路径

The Current Situation and Development Trends of Intelligent Manufacturing in the Valve Industry

Zhang Xinyu

Harbin Electric Group Harbin Power Station Valve Co., Ltd., Harbin, Heilongjiang 150001

Abstract： The valve industry, as one of the important components of the equipment manufacturing industry, is closely related to the development of the national economy and various industries. At the same time, it is also a concentrated manifestation of the country's comprehensive strength. Intelligent manufacturing, as the core content of the "Made in China 2025" strategy, is leading the valve industry to continuously move towards intelligence and high-endization. However, as one of the traditional manufacturing industries, the development path of the valve industry is not smooth. Especially in the era of intelligent manufacturing, the development of the valve industry faces numerous opportunities and challenges. Based on this, this paper deeply analyzes the current situation of intelligent manufacturing in the valve industry, explores the development trends of intelligent manufacturing in the valve industry, and on this basis, actively explores the feasible paths for intelligent manufacturing in the valve industry, in order to help the valve industry successfully complete the intelligent transformation and upgrading in the wave of intelligent manufacturing and contribute a little to the sustainable development of the valve industry.

Keywords： valve industry; intelligent manufacturing; current situation; development trends; development path

引言

阀门行业作为电力、建筑、石油化工等重要领域的支柱型行业，与工业生产的安全性、稳定性密切相关。随着智能制造时代的来临，阀门行业必须沿着智能制造之路发展，这已然成为提升行业竞争力，满足市场多元化需求的必经之路。截至目前，尽管部分阀门企业在自动化生产、智能管控以及产品智能化升级等方面取得了突出成果，但是，从宏观视角出发，阀门行业整体仍旧面临着一系列挑战与问题，这对阀门行业的智能化转型升级尤为不利。由此看来，本文聚焦于研究阀门行业智能制造的现状与发展趋势具有重要的现实意义。

一、阀门行业智能制造的现状

基于智能制造的内涵本质分析，阀门行业智能制造发展应经历五个时期，分别为全员参与的5S管理体系构建及其持续改进完善、精益制造管理、数据驱动的预测性建模分析、基于预测结果的资源效能决策优化、构建与实体镜像对称建模的“信息—物理”系统。以上阶段层层递进、相辅相成，缺一不可。研究表

明，在阀门行业发展日益成熟的背景下，越来越多阀门企业在提升自身形象方面投入了大量资金和资源，与此同时，也格外重视生产质量与效率的提升。经过广泛的实地调研，现如今，大部分阀门企业正处于第二时期，只有少部分企业已经成功完成信息化体系建设，它们正处于第三时期—数据驱动的预测性建模分析时期^[1-2]。

以设计系统视角切入，阀门行业现行的数字化设计系统共分

为四种，分别为CAD、CAE、CAPP、CAM。接近70%的阀门企业尽管引入了其中的部分系统，但是，这些系统具有显著的分散性，系统与系统之间的数据信息交流即时性欠缺，继而可能引发“孤岛”现象，无法将各个系统的作用充分发挥出来^[3]。相较而言，只有20%的阀门企业成功实现了系统集成，但是，此集成大多局限于软件层面，鲜少涉猎其他方面的集成。除了上述企业之外，还存在60%左右的阀门企业，它们主要推崇“二维设计为主，三维设计为辅”的设计理念，难以真正实现数据源的统一管理。这意味着企业的底层数据库缺乏规范性。还有一部分企业已经成功实现由纸质流程向电子流程的转型升级，让“无纸化”成为可能，但是，仍旧存在线上管理与线下管理脱节的问题^[4-5]。总而言之，至今，很少有企业成功搭建起产品全生命周期统一管理平台。纵观当前阀门行业整体发展现状，如果以工业4.0作为评判标准，阀门行业的整体水平可能处于工业2.5阶段。在阀门行业发展的过程中，各个阶段存在着一系列问题亟待解决。未来，阀门行业的发展仍面临着艰巨的挑战。

二、阀门行业智能制造的发展趋势

（一）持续推进技术创新

技术创新作为阀门行业智能制造的核心驱动力，与阀门行业的智能化转型升级密切相关。由于阀门的应用领域广泛，很多时候会遇到高温、高压、强腐蚀等极端工况，因而，新材料的研发与应用成为阀门行业迈向智能制造之路的重中之重。近年来，一系列新型环保材料与高性能合金等不断涌现出来，比如陶瓷基复合材料等，其的应用能让阀门更好地适应各种各样的复杂与极端环境，提升阀门的耐磨性与耐腐蚀性，继而延长阀门的使用寿命。研究表明，电磁驱动、电动驱动、电气驱动等一系列驱动技术的应用有助于大幅度增强阀门的精准性和高效性，在降低能耗的同时还能显著提升响应速度^[6]。针对传感技术，为了实时监测阀门的性能参数并将参数控制在最佳范围内，企业应加大力度研发精度更高的传感器；针对控制算法，依托先进的人工智能与大数据分析技术，阀门的智能化属性更强，同时，能自动生成诸如自适应控制、预测性维护等一系列复杂且智能的控制策略，从而增强阀门性能，提升其与系统整体的匹配度^[7]。

（二）促进产品智能化升级

阀门产品的智能化升级已然成为工业生产自动化与智能化的重要一环。随着阀门应用领域的不断扩大，智能阀门的优势日益凸显，其逐步向电力、给排水、石油化工等行业渗透。未来，智能阀门可能会朝着小型化、模块化、集成化的方向不断发展。首先，小型化要求阀门设计应注重紧凑性，这样，能增强阀门对空间狭小场景的适用性，为阀门的安装与维护提供更多便捷。其次，模块化设计能切实满足用户的个性化应用需求。用户可以根据实际需求快速更换或者升级特定部件，从而让系统更灵活，同时，降低维护成本。最后，集成化设计要求智能阀门应整合诸如自动诊断、自动校准、故障预测等一系列功能，以此来提升阀门

的智能性，助推智能阀门实现长远发展^[8]。以智能阀门在城市给排水系统中的应用为例，上海xx区智慧水务项目依赖智能阀门实现了对城市水务系统的精准调控与资源优化。具体做法为，该区域在主干管道内安装了大约200台装有压力传感器与LoRa无线通信模块的智能电动调节阀，借助物联网平台，实时搜集管网压力数据。基于数字孪生技术的大力支持，通过搭建水力模型，系统可以动态调整阀门开度，以此来提高城市供水系统的稳定性^[9]。

（三）积极响应绿色制造号召

随着全球环保意识的逐步增强，节能减排、绿色环保成为阀门行业智能制造发展的一大重要趋势。绿色环保的智能阀门将显著提升其市场竞争力，为阀门行业的可持续发展奠定坚实的基础。对于阀门制造企业而言，其应将绿色制造理念贯穿于产品设计、产品生产、产品运营等方方面面。首先，针对产品设计，企业应自主研发或引进环保型材料与节能工艺，以此来提高资源的利用率，切实降低阀门产品对环境造成的消极影响。智能、绿色型阀门通常具有高密封性、寿命长、泄漏率低等显著优势。其次，针对产品生产，企业可以依托先进的数据加工技术并积极采用先进的铸造工艺，减少能源消耗，提高产品的生产效率。最后，阀门企业应注重产品回收并对其进行再制造，这样，便能实现产品的高效循环利用，减轻废弃产品对环境造成的压力与负担^[10-11]。

三、阀门行业智能制造的可行性路径

（一）积极打造数字化工厂

随着制造业竞争的日益加剧，阀门产品的种类、结构等不断向多样化、复杂化的方向发展。阀门产品生产应及时完成数字化转型。研究表明，打造数字化工厂，是推动阀门行业智能制造数字化转型的有效途径。数字化工厂，作为以数字模型为运作核心的新型生产模式，需要以产品全生命周期的各类数据为基础，在此基础上，借助计算机模拟环境，将产品加工过程生动、形象地呈现出来，通过对产品生产全流程的仿真、分析、验证与优化，切实将数字化管理的范畴延伸至阀门产品的整个生命周期。由上可知，数字化工厂作为现代制造技术与计算机虚拟现实技术深度融合的现代化产物，其能有效突破传统生产模式的局限，有利于加速制造业变革，助推阀门行业智能制造步伐的稳步推进^[12]。数字化工厂最显著的优势就是几乎能覆盖阀门产品智能制造的全过程，包括产品分析、布局、工艺、验证、优化、生产管理等诸多环节。上海奇众建成阀门行业首条黑灯产线，不仅实现了产品全流程的自动化升级，而且还将人工智能技术与阀门制造紧密融合起来，同时，采用真空消失模铸造技术，革新了低碳工艺，有效降低了阀门成本，提升了材料利用率。

（二）建设数字化研发管理平台

数字化设计与制造将为阀门行业全面实现智能制造提供强大的技术支持。通常情况下，数字化设计与制造涵盖数字化设计、数字化制造、数字化研发、数字化全生命周期四个方面^[13]。对于

阀门企业而言，其数字化设计的核心应着眼于产品的全生命周期管理，通过构建产品三维数据集模型 MBD，实现产品研发、工艺、制造、装配、检验等不同环节的无缝对接，确保信息无障碍流通，提高数据的精确度与唯一性。阀门企业可以将零件机加工工艺作为重要切入点，基于三维模型运用 MBD 技术，全面覆盖从产品设计到产品制造再到产品服务的全生命周期，确保各个阶段的信息能被精准纳入以 MBD 模型为核心的技术数据包，同时，提升 MBD 模型对上游与下游环节的协同能力，直至不断向生产现场延伸^[14]。数字化研发管理平台的建设，不仅能进一步提升各环节的协作效率，而且还能确保管理的安全性与时性，在无形中推动阀门行业不断向制造智能之路迈进。

四、结束语

综上所述，智能制造作为制造业在数字化时代转型升级的一大重要趋势，应得到阀门企业的重点关注。尽管当前阀门行业的智能制造现状不尽如人意，但是，未来，阀门行业应持续推进技术创新、促进产品智能化升级并积极响应绿色制造号召，与此同时，还应积极打造数字化工厂并建设数字化研发管理平台，通过以上举措，充分发挥智能制造对阀门企业生产与管理的赋能作用，促进传统产品不断向智能化、精细化方向迈进，拓宽阀门行业的发展之路，为我国制造业全面实现智能化、高质量发展提供坚实的支撑与保障。

参考文献

- [1] 徐洪海. 阀门行业智能制造发展趋势 [C]//2018 年第六届中国国际阀门论坛论文集. 2018:1-3.
- [2] 陈林. 智能制造—阀门制造商的实践与思考 [C]//2018 年第六届中国国际阀门论坛论文集. 2018:11-17.
- [3] 梁桂华. 企业实施智能制造与信息化管理研究—以西派阀门有限公司为例 [J]. 企业改革与管理, 2022(9):47-49.
- [4] 陈林. 智能制造下阀门产品的数字化设计 [C]// 第七届全国阀门与管道学术会议论文集. 2019:165-169.
- [5] 许亚岚. 高端阀门智能制造铸就中国梦—访大通互惠集团董事长蔡天志 [J]. 经济, 2017(24):102-103.
- [6] 何武, 曹宜军, 栗鹏. 阀门行业智能制造的现状与趋势 [J]. 自动化与仪器仪表, 2023(6):1-3,9.
- [7] 徐伟峰. 埃美柯阀门车间智能制造系统改造方法研究 [D]. 浙江: 宁波大学, 2016.
- [8] 吴宇豪, 朱华. 应用于离散型制造业智能车间的制造执行系统 (MES) 研究与工程应用——以阀门工厂为例 [J]. 科技创新与应用, 2019(31):24-27,31.
- [9] 邵曙, 潘益茅, 吕志翼, 等. 智能阀门设计与控制方法研究 [J]. 计算机测量与控制, 2022,30(05):87-91.
- [10] 任飞, 郑楠, 冉洪宣. 大数据在不锈钢阀门制造业的应用 [J]. 五金科技, 2025,53(2):50-53.
- [11] 周忠云, 何武, 郝娇山, 等. 阀门智能化设计研究 [J]. 阀门, 2025(3):260-264.
- [12] 柳曦, 夏鹏, 夏阳. 数字阀门定位器关键技术综述及中国制造思考 [J]. 自动化仪表, 2022,43(10):1-7.
- [13] 孔令舟. 5G 通信技术在阀门制造行业的数字化应用探索 [J]. 江苏通信, 2022,38(6):29-33.
- [14] 李树勋, 刘太雨, 李成, 等. 智能设计在阀门设计中的应用研究 [C]// 第二届中国国际流体机械产业高峰论坛论文集. 2019:161-170.