

智能制造与工业大数据融合下企业运营模式升级

杨明

襄阳宇清传动科技有限公司, 湖北 襄阳 441058

DOI:10.61369/ERA.2026060035

摘 要： 智能制造与工业大数据深度融合，正全面重塑制造业企业运营体系。工业大数据为企业提供全流程数据支撑，实现各环节精准感知与智能分析；智能制造依托数据完成自主决策、动态优化与闭环执行。二者协同打破信息孤岛，推动运营从经验驱动转向数据驱动，生产转向柔性定制，管理趋于扁平高效，供应链实现生态协同，服务升级为全生命周期主动运维。同时也面临数据标准不一、系统集成困难、复合型人才不足等问题。企业应完善数据治理、推进技术兼容、分步实施转型，以数据赋能运营升级，提升核心竞争力，实现高质量发展。

关 键 词： 智能制造；工业大数据；企业运营模式；数字化转型；数据驱动决策

Upgrading Corporate Operational Models through the Integration of Intelligent Manufacturing and Industrial Big Data

Yang Ming

Xiangyang Yuqing Transmission Technology Co., Ltd., Xiangyang, Hubei 441058

Abstract： The deep integration of intelligent manufacturing and industrial big data is comprehensively transforming the operational frameworks of manufacturing enterprises. Industrial big data provides end-to-end data support, enabling precise monitoring and intelligent analysis across all processes; intelligent manufacturing leverages data for autonomous decision-making, dynamic optimization, and closed-loop execution. Their synergy eliminates information silos, shifting operations from experience-driven to data-driven models, enabling flexible customization, streamlined management, ecosystem-coordinated supply chains, and service upgrades to proactive lifecycle maintenance. However, challenges persist, including inconsistent data standards, system integration difficulties, and a shortage of interdisciplinary talent. Enterprises should enhance data governance, ensure technical compatibility, and implement phased transformation strategies to empower operational upgrades through data, thereby strengthening core competitiveness and achieving high-quality development.

Keywords： intelligent manufacturing; industrial big data; enterprise operation model; digital transformation; data-driven decision making

引言

随着工业4.0推进与新一代信息技术发展，全球制造业正加速向智能制造转型。工业大数据作为智能制造的核心要素，贯穿研发、生产、供应链与服务全生命周期，与智能制造深度融合，可有效破解传统运营中信息孤岛、决策滞后、流程割裂等问题。当前我国制造业处于转型升级关键阶段，面临产能过剩、创新能力不足、运营成本偏高等压力，推动二者融合、重构运营模式，已成为提升企业核心竞争力、培育新质生产力的重要路径^[1]。本文围绕智能制造与工业大数据融合机理及实践路径，探讨企业运营模式升级的关键举措，为制造业数字化转型提供参考。

一、智能制造与工业大数据融合的理论基础与价值内涵

（一）核心概念界定

智能制造依托新一代信息技术，覆盖设计、生产、管理与服

务全流程，具备自感知、自决策、自适应等特征，以信息物理系统（CPS）实现虚实融合，推动生产向智能、柔性、精益化发展。工业大数据是工业全生命周期产生的海量多源异构数据，包含设备、工艺、物料、市场及用户等信息，具有强实时性、低价值密度特点。其与通用大数据的核心区别在于深度贴合工业场

景,需结合工艺机理与专业知识进行价值挖掘,为生产运营与科学决策提供数据支撑^[2]。

(二) 融合的内在逻辑与技术架构

智能制造与工业大数据以数据为纽带实现深度协同,而非简单技术叠加。工业大数据为智能制造提供决策依据,智能制造为数据采集、分析提供场景与硬件支撑,形成“采集—分析—决策—反馈—优化”的闭环生态。其技术架构分为五层:感知层通过传感器、机器视觉采集现场数据;传输层依托 5G、工业以太网实现高速传输;存储层采用时序数据库、数据湖实现海量存储;分析层运用数字孪生、机器学习挖掘数据价值;应用层将成果落地于生产管控、供应链优化等实际场景^[3]。

(三) 融合对企业运营的核心价值

借助全面实时的大数据分析,企业决策模式更加科学,能够从事后总结转向事前预判与事中动态调控,显著提升决策的精准度与响应效率。通过数据驱动生产排程、工艺优化与智能运维,生产过程更加高效顺畅,有效减少资源浪费与设备停机,实现降本增效。数据可视化贯穿运营全流程,推动管理从粗放走向精细,精准把控生产、成本、质量各环节;依托用户及产品数据,可定制研发、提供个性化服务,延伸价值链、提升客户粘性。同时数据互联互通破除内外信息壁垒,实现产供销协同一体化,强化企业运营韧性与产业链抗风险能力^[4]。

二、融合背景下企业运营模式的升级路径

(一) 生产运营模式:从刚性生产到柔性智能生产

传统规模化生产模式十分依赖固化的生产流程,调整过程繁琐且花费巨大,不易灵敏捕捉并及时回应千变万化的市场需求,易造成资源闲置浪费和市场响应滞后之类的问题,在智能制造和工业大数据深度融合的趋势情形下,企业生产模式正加快向柔性化、智能化方向变革,核心目标是搭建覆盖生产全流程的自主调度和动态优化机制,对生产组织逻辑进行重塑。在开展生产计划制定的阶段,凭借工业大数据综合分析的能力,认真分析市场需求走向、订单动态情况和物料库存情形,基于此生成更符合实际生产状况的计划方案,这种模式破除了传统生产排程的刚性限制,大幅提高了多品种、小批量生产任务的适配程度,使企业可灵活改变生产的节奏,及时对市场波动作出反应,加大经营的灵活力度^[5]。生产执行端依托设备联网与全维度实时数据采集,实现生产全流程可视透明化。系统实时监测设备状态与工艺参数,异常自动预警、动态调参,实现过程实时管控与在线质控,降低品质波动风险。设备运维由传统定期检修升级为数据驱动的预测性维护,通过深度分析设备工况及运维数据,精准预判故障隐患、科学规划维保,减少非计划停机,保障生产连续稳定高效运行^[6]。

(二) 管理运营模式:从层级管控到数据驱动的扁平化管理

传统企业一般运用金字塔式的层级管控模式,这种纵向传递的管理架构造成信息传递链条过长,容易造成信息衰减和沟通的隔阂,部门彼此数据不流通、业务不配合,最终造成决策反应慢、管理效率不高,于智能制造与工业大数据深度融合的背景之

中,企业管理运营模式正逐渐过渡到数据驱动的扁平化管理,其要点是打破内部信息的孤岛,搭建实时化、协同化的管理运转机制。在组织架构的层面上,企业搭建起统一的工业大数据平台和数据中台,全方位整合生产、销售、财务、人力资源等多方面运营数据,做到数据标准相同、资源互用,有力缩减中间管理环节,拉近决策层跟一线执行层的距离,使生产、采购、财务等部门能够基于同源数据开展高效的合作^[7]。在管理决策层面,依托数据可视化平台实时呈现生产进度、成本消耗、库存及客户反馈等核心指标,助力管理者动态掌握经营全貌,快速识别运营风险与管理短板,提升决策时效与科学性。成本管控上,通过全流程数据深度剖析,清晰追溯成本构成,精准定位物料损耗、能源浪费、流程冗余等低效节点,制定专项优化方案,推动企业由传统粗放管理转向精细化、智能化管控,全面提质降本增效。

(三) 供应链运营模式:从线性协同到生态化智能协同

传统供应链一般采用“供应商—制造商—经销商—客户”的线性经营样式,各环节信息沟通不畅、协同的程度不高,面对市场波动时一般响应不及时,整体抵抗风险的能力不高,在智能制造和工业大数据深度融合的驱动当中,供应链运营模式慢慢从传统线性协同转变成生态化智能协同形式,主要方向是打通全链条的数据壁垒,达成资源智能安排与高效联合。在协同管理相关方面,企业借助工业大数据去搭建一体化协同平台,整合上下游企业跟客户的相关数据,做到需求预判、采购安排、生产组织和物流配送的统一配合联动,凭借数据分析及时找出潜在风险并灵活改变供应策略,保障供应链正常运行。在库存管理方面,通过对市场需求、生产节奏、物流周期等多类数据的综合分析,科学规划库存规模与补货时机,在保障生产连续性的同时减少库存积压,实现精益化库存管控。在物流配送方面,利用大数据优化配送路线与调度方案,结合实时路况与订单分布合理配置物流资源,同时运用物联网技术全程追踪货物状态,提升物流过程透明度与交付可靠性^[7]。

(四) 服务运营模式:从被动服务到主动式全生命周期服务

传统制造企业长期以产品生产为核心,服务环节局限于产品售出后的维修保障,服务形式单一、附加值较低,难以满足客户多元化、深层次的需求。在智能制造与工业大数据深度融合的背景下,企业服务运营模式逐步从被动响应式服务,升级为主动式全生命周期服务,核心是依托产品全生命周期产生的各类数据,延伸服务价值链,实现从“单纯卖产品”向“卖产品+增值服务”的转型突破。在产品研发阶段,企业通过整合分析客户需求、竞品情况及现有产品使用反馈等相关数据,精准把握市场需求趋势,针对性开展定制化产品研发与快速迭代优化,让产品更贴合客户实际使用需求^[8]。在售后服务环节,借助大数据与物联网技术,实时采集产品运行状态数据,主动预判产品可能出现的故障隐患,提前介入提供维修、保养等服务,同时结合客户使用习惯提供个性化指导,打破传统“客户报修、企业响应”的被动模式。在增值服务层面,企业依托工业大数据挖掘能力,不断拓展服务边界,为客户提供设备租赁、数据咨询、工艺优化、远程监控等多元化服务,丰富服务内容、提升服务价值,不仅能增强

客户粘性，更能培育新的盈利增长点，推动企业从制造型向服务型、价值型企业转型。

三、融合发展面临的挑战与优化策略

（一）主要挑战

数据治理体系不完善，工业大数据来源广泛、类型繁杂且缺乏统一标准，企业在数据采集、清洗、存储等环节缺乏规范，导致数据质量参差不齐，限制价值挖掘，同时数据安全与隐私保护机制不健全，存在数据泄露、滥用风险。技术适配与集成难度较大，各类智能制造设备和系统来自不同厂商，接口与数据格式不兼容，增加了数据集成难度，且部分企业老旧设备数字化改造成本高、难度大，技术适配性不足。专业复合型人才短缺，融合发展需要既懂工业机理、生产工艺，又精通大数据、人工智能技术的人才，人才缺口制约了融合落地进度^[9]。此外，转型成本与风险较高，设备改造、系统搭建、人才培养等需大量资金投入，给中小企业带来较大资金压力，且转型中还存在技术选型失误、业务流程重构受阻等风险。

（二）优化策略

以多维度系统搭建优化策略，全方位保障融合落地并发挥成效，在数据治理层面来讲，应牵头制定覆盖数据采集、清洗、存储、应用全流程的统一的工业数据标准，明确各环节技术规范以及管理要求，同时建立起全链路数据质量监控和动态评估机制，一直提高数据的完整程度、精准度与及时性；同时搭建多方位的数据安全防护体系，一并运用数据加密、访问权限分级、隐私计算等技术，形成数据全生命周期安全防护的闭环，有力防范数据泄露、滥用等风险。在技术协同相关事务里，优先引进标准化、开放性的智能制造设备和系统，对接口协议与数据格式加以统一，降低跨系统集成造成的成本；采用边缘计算和云端协同以融合的架构，利用边缘节点达成老旧设备数据的采集和初步处理，云端达成数据整合以及深度分析，有力克服老旧设备数字化改造成本高、难度大的障碍，做到新旧系统的无缝衔接和协同作业。在人才建设方面，企业深度推进校企协同育人，联合高校及职业院校开设智能制造、工业大数据、人工智能等新兴交叉专业，搭

建理论与实践深度融合的培养模式，定向培育输送复合型技术人才。同时常态化开展内部跨专业技能实训，赋能在岗员工提升专业技术与综合业务能力；并面向海内外引育高端领军人才，打造专业化技术骨干队伍，为产业融合创新发展筑牢人才与智力根基。在转型推进层面，企业需结合自身规模、技术基础与业务特点，制定分阶段、分步骤的转型规划，优先在核心生产环节开展试点应用，积累经验后逐步向全流程、全产业链拓展；充分依托政府产业扶持政策、行业公共服务平台等资源，降低转型资金压力与技术门槛；引入专业第三方机构提供全流程技术咨询、方案设计、项目实施与效果评估服务，精准规避技术选型失误、业务流程重构受阻等转型风险，保障智能制造与工业大数据融合平稳、高效落地，助力企业实现运营模式的全方位升级^[10]。

四、结语

智能制造与工业大数据的深度融合，是制造业企业突破传统运营瓶颈、实现高质量发展的必由之路。二者融合推动企业运营模式从经验驱动转向数据驱动，从单点优化转向全链路协同，从被动响应转向主动预判，在生产、管理、供应链、服务等维度实现全方位升级。当前融合发展虽面临数据治理、技术适配、人才短缺等挑战，但随着技术成熟与政策支持，制造业数字化转型步伐将不断加快。未来，企业需立足自身实际，以数据为核心、技术为支撑、业务为导向，稳步推进二者融合，优化运营模式、提升核心竞争力，在全球制造业变革中占据主动。

参考文献

[1] 徐明. 基于人工智能的制造业数字化转型路径 [J]. 智能制造, 2024, 31 (3): 10-18.

[2] Ming Luo. A digital twin-based big data virtual and real fusion learning reference framework supported by industrial internet towards smart manufacturing [J]. Journal of Manufacturing Systems, 2025, 75: 123-135.

[3] 侯卫锋, 古绍武, 张志铭, 等. 工业大模型赋能的新型流程工业智能工厂核心工业软件体系 [J]. 中国科学: 信息科学, 2025, 55 (7): 1783-1800.

[4] 大数据驱动的离散制造车间生产过程智能管控方法研究 [J]. 机械工程学报, 2025, 61 (22): 189-201.

[5] 彭国超. 工业人工智能: 智能制造的中枢大脑 [M]. 科学出版社, 2024.

[6] 孙新波, 李祎祯, 张明超. 智能制造企业数字化赋能供应链敏捷性实现机理的案例研究 [J]. 管理学报, 2023, 20 (8): 1116-1127.

[7] 制造业数字化转型实施指南解读 [EB/OL]. (2024-12-26)[2026-03-30].

[8] 熊先青, 张美, 岳心怡, 等. 大数据技术在家居智能制造中的应用研究进展 [J]. 世界林业研究, 2023, 36(2): 74-81.

[9] Practice path and effect analysis of the digital transformation of discrete manufacturing enterprises [J]. ACM Transactions on Management Information Systems, 2025, 16 (2): 1-18.

[10] 智能制造高质量发展视域下工业数字化转型典型案例剖析 [J]. 智能制造, 2025, 32 (6): 45-52.