

纺机制造企业数智赋能发展构想

张大柱 张 建

经纬纺织机械股份有限公司 北京 大兴 102600

摘 要：我国纺机制造产业规模稳居全球首位，但行业整体数智化转型滞后，存在数据孤岛、核心技术受制于人、中小企业转型乏力等诸多问题。本文结合纺机制造多品种、小批量、定制化的行业特征，剖析产业数智赋能现状与资金、人才、生态等制约因素，构建全业务链条数智赋能体系与产业链协同发展格局，明确分阶段实施路径及多维保障措施，为纺机制造企业提质增效、实现智能化转型升级提供实操参考。

关键词：纺机制造企业；数智赋能；发展构想

引言：数字经济与制造业深度融合，成为装备制造业转型升级的核心驱动力。纺机制造作为纺织产业链的核心支撑，具备工艺复杂、定制化强、离散生产的行业特点，传统生产管理模式已难以适配行业高质量发展需求。当前行业数智化转型梯度差异显著，中小企业转型困境突出，产业整体智能化水平偏低。基于此，本文立足行业发展实际，系统性探究纺机制造企业数智赋能发展路径，助力产业突破发展瓶颈、完成智造升级。

1 纺机制造企业数智赋能发展现状与核心问题

1.1 纺机制造行业发展基本特征

（1）行业属性：纺机制造属于典型的多品种、小批量装备制造业，产品定制化程度高，生产组织以离散型为主，工艺路线复杂，涉及铸造、机加工、热处理、装配等多道工序，且与纺织产业链上下游联动紧密，整机交付需满足客户个性化工艺需求。（2）发展现状：我国纺机制造产能占全球比重超过三分之一，规模居世界首位，但行业集中度较低，中小型企业占绝大多数。市场竞争以价格竞争逐步向技术性能与服务竞争转变。传统生产经营模式以订单驱动为主，计划排产依赖经验，生产过程透明度不足，整体仍处于从“制造”向“智造”转型的起步阶段。

1.2 纺机企业数智赋能发展现状

（1）基础数字化现状：多数企业已完成 CAD/CAM 等基础软件部署，部分头部企业引入 ERP、MES 系统，设备层面以数控机床和自动化产线改造为主，但设备联网率不足 40%，数据采集以产量、设备开关机等浅层指标为主，底层数据孤岛问题突出。（2）智能化应用现状：头部企业已在智能排产、数字孪生研发、远程运维等领域开展探索，研发周期缩短约 20%，设备故障预测

准确率提升至 85% 以上。中小企业多停留在单点应用阶段，整体智能化覆盖率偏低^[1]。（3）行业赋能现状：行业标杆企业已建成数智化示范工厂，形成可复制方案，但中小企业在资金、技术、人才等方面基础薄弱，数智转型梯度差异明显，行业整体数智化水平参差不齐。

1.3 数智赋能发展现存核心问题

（1）技术层面：PLC、工业机器人控制器等核心数智部件依赖进口，国产数智解决方案适配纺机行业特殊工艺场景能力不足，软件系统与生产设备间协议不互通，软硬件融合度低。（2）生产层面：设计、工艺、制造各环节数据流程割裂，BOM 数据传递准确率低，柔性换产能力薄弱，难以响应小批量定制需求，智能制造在中小企业覆盖率不足 15%。（3）管理层面：企业缺乏统一数据治理架构，数据标准不统一，管理层对数字化认知仍停留在工具层面，跨部门信息协同效率低下，难以支撑数智决策。

1.4 数智赋能发展制约因素

（1）资金制约：单条产线数智化改造成本在 200 万—500 万元，中小企业年利润难以覆盖投入，且回报周期普遍在 3—5 年以上，投资意愿不足。（2）人才制约：同时掌握纺机工艺与大数据、AI 技术的复合型人才极度稀缺，企业现有技术人员数字化技能培训覆盖率不足 30%，人才引进难度大。（3）生态制约：行业缺乏统一数智化标准体系，设备接口、数据格式、通信协议互不兼容，产业链上下游协同数智化生态尚未形成，制约整体效能释放。

2 纺机制造企业数智赋能发展总体构想与体系构建

2.1 数智赋能发展总体思路与原则

(1) 总体思路:以数字化为基础、智能化为核心、产业协同为目标,围绕纺机产品全生命周期,推动研发设计、生产制造、运营管理、售后服务全链条数智升级,构建数据驱动、虚实融合、协同高效的数智化发展新格局。(2) 发展原则:立足实际、循序渐进,尊重行业差异与企业基础,分阶段推进、分层次实施;技术赋能、提质增效,以数智技术破解生产与管理痛点;统筹协同、生态共建,强化企业内部协同与产业链外部联动;安全可控、长效发展,统筹发展与安全,确保数智化体系自主可控、持续演进。

2.2 数智赋能发展总体目标

(1) 短期目标(1—2年):完成核心业务环节数字化改造,打通设计、工艺、生产数据流,实现ERP、MES等系统集成应用,关键设备联网率提升至60%以上,奠定基础智能化能力。(2) 中期目标(3—5年):构建智能制造生产体系,实现柔性排产、精益管控与质量追溯,研发周期缩短30%以上,生产效率提升20%以上,产品核心竞争力显著增强。(3) 长期目标(5年以上):建成全链路数智化企业,实现数据资产化、决策智能化、运营平台化,构建产业链数智协同生态,引领行业高质量发展^[2]。

2.3 全业务链条数智赋能体系构建

(1) 研发设计数智化体系:搭建集成化数字研发平台,全面应用三维CAD、CAE仿真分析、PDM产品数据管理,建立纺机产品模块化设计库,实现参数化驱动设计。引入数字孪生技术,开展虚拟装配与性能仿真验证,缩短样机试制周期30%以上,实现设计迭代从物理样机向数字仿真转变。(2) 生产制造数智化体系:推进智能车间与数字工厂建设,部署DNC/MES系统实现设备联网与生产调度。建设柔性加工单元与自动化装配线,关键工序数控化率达到80%。构建质量智能管控平台,实现来料检验、过程控制、成品检测全流程数据采集与SPC分析,建立产品质量正向追溯体系,实现从原材料到成品的全生命周期质量追溯。(3) 运营管理数智化体系:搭建企业级数据中台,整合ERP、SCM、CRM等系统数据,统一数据标准与接口规范。构建经营决策驾驶舱,实现采购成本、库存周转、资金流、销售预测等关键指标可视化呈现。建立计划—执行—反馈闭环管理机制,推动跨部门数据共享与业务协同,运营决策响应效率提升40%以上^[3]。(4) 售后服务数智化体系:构建智能运维服务平台,利用5G+IoT技术实现设备远程数据采集与状态监测。建立故障知识库与智能诊断模型,实现设备故障提前预警与主动维护。基于设备运行数据分

析,为客户提供工艺优化建议、预测性维护、远程运维等增值服务,实现从被动维修向主动服务转型。

2.4 产业链协同数智赋能布局

(1) 上游供应链数智协同:搭建供应链协同平台,打通与核心零部件供应商的订单、库存、质量数据接口,实现需求预测共享与精准采购。建立供应商绩效智能评估体系,推行JIT准时制配送,降低原材料库存成本25%以上,实现供应链精益化运作。(2) 下游客户端数智联动:建立客户需求数字化管理平台,对接纺织企业生产工况与工艺参数,实现产品定制化设计与柔性化排产。构建客户设备运行大数据池,为客户提供产线效率分析、能耗优化建议等数据增值服务,增强客户黏性与服务溢价能力。(3) 行业生态数智共建:积极参与行业数智化标准制定,推动设备互联、数据交换等基础规范统一。联合高校、科研院所与链上企业,搭建行业级工业互联网平台,实现产能共享、技术共研、资源互补,形成互利共赢的数智产业生态。

3 纺机制造企业数智赋能实施路径与保障措施

3.1 分阶段数智赋能实施路径

(1) 基础攻坚阶段:聚焦数字化补课与基础能力建设,完成存量设备智能化改造与联网集成,部署5G专网与工业以太网,实现生产车间网络全覆盖。上线ERP、MES、PLM等核心业务系统,建立统一数据接口标准,打通设计、工艺、制造、质量数据链路,消除信息孤岛,实现核心业务在线化运行与基础数据可视化管控。(2) 深度赋能阶段:以数据驱动为核心,全面推进智能制造场景落地。部署高级计划排程与智能调度系统,实现柔性排产与动态调整;落地数字孪生车间,实现生产状态实时映射与异常自动预警;建设AI辅助研发平台,加速产品迭代创新;构建经营数据分析与智能决策系统,实现成本、质量、交付全要素精益管控,全面提升运营效率与产品竞争力^[4]。(3) 生态升级阶段:构建开放协同的数智产业生态,打通产业链上下游数据通道,实现与供应商、客户、合作伙伴系统互联、业务互通。搭建行业级工业互联网平台,输出数智化解决方案与标准规范,探索产能共享、远程运维、数据增值等新商业模式,打造行业数智化标杆企业,引领产业集群整体转型升级。

3.2 核心环节数智化落地举措

(1) 生产端:全面推进设备联网改造,关键设备加装传感器与数据采集终端,实现设备状态、工艺参数、

产量质量实时监控。部署高级计划排程系统,结合订单优先级与产能负荷实现智能排产。引入机器视觉在线检测,实现加工精度、装配质量的实时判定与自动预警,构建从原材料入库到成品出厂的全流程质量追溯体系,实现生产透明化、管控精细化。(2)研发端:构建基于模型定义的设计体系,推行三维数字化设计与仿真验证,引入 AI 辅助参数优化与拓扑优化技术,实现纺机关键零部件轻量化与性能提升。搭建数字孪生验证平台,在虚拟环境中完成整机装配干涉检查、运动学仿真与工况模拟,减少物理样机试制次数,研发周期缩短 30% 以上,产品一次性成功率大幅提高。(3)管理端:建设企业级大数据分析平台,整合生产、质量、采购、销售、财务等多源数据,构建经营指标体系与预测模型。部署智能决策驾驶舱,实现订单交付率、设备综合效率、库存周转率等核心指标实时监控与异常预警。推行数据驱动的绩效考核与精益改善机制,以数据为依据优化组织流程与资源配置,管理决策响应速度提升 50% 以上^[5]。

3.3 数智赋能人才与技术保障

(1)人才保障:构建分层分类的数字化人才培养体系,面向管理层开展数智战略与数据思维培训,面向技术骨干开展工业大数据、AI 算法等专项技能研修,面向一线员工开展数字化设备操作与系统应用实操训练。建立“内部培养+外部引进”双通道机制,联合高校定向培养纺机+数智复合型人才,设立数字技能岗位晋升通道,确保人才引得进、留得住、用得好。(2)技术保障:深化产学研用协同创新,联合高校院所共建数智技术联合实验室,聚焦纺机行业专用控制系统、工艺优化算法、行业机理模型等关键技术攻关。建立自主技术迭代机制,对引进技术进行消化吸收与再创新,逐步实现核心数智技术自主可控。搭建企业级技术中台,沉淀共性技术能力与服务组件,支撑各业务场景快速开发与迭代升级。(3)创新保障:设立数智转型创新专项基金,每年安排研发预算用于新技术试点应用。建立创新提案一验证一推广机制,鼓励基层员工围绕生产痛点提出改进方案。定期举办数智创新大赛与技术交流活动,对创新成果实施股权激励、专项奖金等多形式奖励,激发全员参与数智创新的积极性与主动性。

3.4 政策、资金与安全保障

(1)政策借力:主动对接国家智能制造试点示范、新一代信息技术与制造业融合发展等专项政策,积极申报高新技术企业、专精特新企业等资质认定。密切关注地方数字经济、首台套装备等扶持政策,争取税收减免、专项补贴等资源支持,降低企业数智转型制度性成本。(2)资金保障:制定 3—5 年数智转型投资规划,合理安排年度预算与滚动投入计划。拓宽融资渠道,综合运用银行贷款、融资租赁、产业基金、政府专项债等多元方式筹措资金。推行“小步快跑、分批投入”策略,优先保障高回报场景落地,以阶段性成效反哺后续投入,实现资金良性循环。(3)安全保障:构建企业级网络与数据安全防护体系,部署工业防火墙、入侵检测、数据加密等安全设备,实施网络分区隔离管理。建立数据分类分级制度,明确核心数据采集、传输、存储、使用全生命周期管控规范。制定数据安全应急预案,定期开展攻防演练与渗透测试,确保数智化系统安全稳定运行,筑牢数智转型安全底线。

结束语

纺机制造企业数智化转型是产业提质增效、迈向高端智造的必然趋势,是破解行业发展痛点、构建产业竞争新优势的关键举措。本文搭建的全链条数智赋能体系、分阶段实施路径及全方位保障机制,可有效破解企业转型难题。未来需持续深耕技术创新、完善产业生态,稳步推进全行业数智化升级,推动纺机制造产业从规模优势向质量、技术、生态综合优势全面转变。

参考文献

- [1] 张殊. 基于工业互联网技术的纺织机械智能化升级与应用 [J]. 前卫, 2023, 25(02): 112-114.
- [2] 沈建明. 数智赋能背景下纺机制造企业转型升级路径研究 [J]. 中国纺织, 2024, 13(01): 65-67.
- [3] 蒋高明, 张慧娟, 陈莉. 智能纺纱控制系统的研发与应用 [J]. 纺织学报, 2022, 43(05): 123-128.
- [4] 刘基宏, 陈南梁. 纺织机械智能制造体系构建与产业赋能研究 [J]. 东华大学学报 (自然科学版), 2023, 49(04): 102-108.
- [5] 王磊. 数字孪生技术在纺机制造数字化转型中的应用探索 [J]. 纺织机械, 2025, 7(04): 36-40.