

高端装备制造业供应链协同数字化转型路径研究与实践

周思敏, 李振山

上海电气上重铸锻有限公司 上海

【摘要】 高端装备制造业作为国家战略性新兴产业, 其供应链体现出环节复杂、多主体协同要求较高、定制化程度强的特点, 产业核心竞争力直接与供应链协同能力相关联。在全球产业链重构以及数字技术持续迭代的双重促进下, 协同数字化转型成为突破行业供应链瓶颈的重要路径。本文依照高端装备制造业供应链协同的核心要求, 对转型过程中存在的核心难题进行分析, 有针对性地给出契合的转型途径, 其目的是为行业构建高效、快速响应、韧性强的协同数字化供应链体系提供理论借鉴, 带动高端装备制造业迈向高质量发展。

【关键词】 高端装备制造业; 供应链协同; 数字化转型; 路径优化

【收稿日期】 2025 年 12 月 18 日

【出刊日期】 2026 年 1 月 8 日

【DOI】 10.12208/j.jer.20260016

Research on the digital transformation path of supply chain collaboration in the high-end equipment manufacturing industry

Simin Zhou, Zhenshan Li

Shanghai Electric Shangzhong Casting & Forging Co., Ltd., Shanghai

【Abstract】 As a national strategic industry, the high-end equipment manufacturing industry features complex supply chain links, high requirements for multi-agent collaboration, and a high degree of customization. Consequently, the industry's core competitiveness is directly correlated with its supply chain collaboration capabilities. Driven by the dual forces of global industrial chain restructuring and the continuous iteration of digital technologies, collaborative digital transformation has become a crucial path to overcoming supply chain bottlenecks in the sector. Based on the core requirements of supply chain collaboration in high-end equipment manufacturing, this paper analyzes the key challenges during the transformation process and proposes targeted approaches. The aim is to provide theoretical references for the industry to build an efficient, responsive, and resilient collaborative digital supply chain system, thereby facilitating the high-quality development of the high-end equipment manufacturing industry.

【Keywords】 High-end equipment manufacturing; Supply chain collaboration; Digital transformation; Path optimization

引言

高端装备制造业囊括航空航天、核能、海洋工程、大科学装置等关键领域, 是衡量国家工业与科技实力的主要标志。受市场需求个性化、技术迭代增速等因素的驱动, 传统供应链模式面临着响应迟缓、资源配置效率低下的问题, 难以匹配发展需求。数字化技术能打破信息方面的壁垒, 实现供应链全环节协同优化, 但行业数字化转型并非仅仅是技术简单叠加, 而是组织架构、协同机制等多层面的系统综合变革。面临大量深层次的挑战, 本文探索与行业特性相符的转型路径, 为实践工作提供指导^[1]。

1 高端装备制造业供应链协同实施数字化转型的核心问题

1.1 数据孤岛突出, 协同基础薄弱

一是上下游企业数字化水平参差不齐, 部分中小微企业仍采用传统线下记录方式, 缺乏标准化的数据采集及传输能力; 二是该领域内尚无统一的数据标准和接口规范, 不同企业的 ERP、PLM、MES 等系统彼此独立运行, 设计数据、工艺数据、生产数据、物流数据、质量数据、财务数据、供应链数据在不同主体间无法顺利贯通。这种数据孤岛造成供应链协同陷入“信息不对称”的困局, 需求预测、订单响应、库存调度等环节缺乏精确数据支撑, 协同实施效率低下, 甚至出现生产脱节、交付滞后等情况。再者, 数据安全与信任机制缺位, 企业担心核心数据泄露, 不愿开放数据共享权限, 进一步加剧了协同阻碍。

1.2 协同机制滞后, 组织适配不足

从组织体系层面看, 核心企业与上下游供应商、服务商之间多呈现松散合作关系, 未搭建常态化协同决策机构, 需求变更、设计变更等信息传递层级较多, 效率低下, 难以快速响应市场变化节奏; 从流程维度来看, 供应链各环节流程固化, 研发、设计、工艺、采购、生产、物流、运维等环节未实现深度协同, 设计阶段未能充分考量供应商生产能力, 生产阶段与物流环节衔接不畅, 导致协同成本居高不下。同时, 企业内部组织架构大多采用职能型, 各部门之间协同受阻, 采购、工艺、生产、质量、财务、研发等部门缺少统一协同, 难以凝聚转型合力, 适配供应链协同数字化的组织体系尚未形成^[2]。

1.3 技术融合不深, 应用场景单一

一是现阶段高端装备制造业供应链数字化技术应用方面, 技术与业务场景融合不够深入, 部分企业盲目采用物联网、人工智能、数字孪生等技术, 却未结合供应链协同核心需求开展场景应用, 导致数字化技术无法充分发挥实效; 二是数字孪生技术存在将应用场景局限于单一生产环节的模拟仿真, 未延伸至供应链全链路, 难以实现“设计+工艺+生产+物流+运维”的虚实协同; 三是人工智能技术未充分融入协同排产、风险预警等复杂场景; 四是技术应用面临“碎片化”难题, 各环节技术应用彼此孤立, 未形成全链路技术协同体系, 难以发挥数字化技术的集成效应^[3]。

1.4 供应链韧性不足, 风险协同管控缺失

高端装备制造业供应链对关键零部件与核心原材料依赖度高, 且具备全球化布局特性, 易受地缘政治、市场波动、自然灾害等外部因素影响。一是风险识别能力薄弱, 未通过数字化途径构建全面的风险监测网络, 难以提前预判供应商财务状况、产能波动、原材料价格变化等风险因素; 二是风险应对机制僵化, 核心企业与供应商之间未搭建风险共担、利益共享的协同机制, 遭遇供应中断、需求突变等突发情况时, 难以快速协同各方制定应对方案, 供应链恢复能力较弱; 三是供应链网络结构僵化, 缺乏动态优化能力, 关键节点可替代方案不足, 进一步削弱了供应链的抗冲击能力^[4]。

1.5 人才体系短缺, 转型支撑乏力

供应链协同数字化转型需要既掌握高端装备制造行业特性, 又具备数字化技术能力及协同管理能力的复合型人才, 当前行业面临严重人才短缺, 难以满足转型需求。从人才结构来看, 现有人才多聚焦于传统制造技术或单一数字化技术, 缺乏能整合行业知识、数字化

技术与协同管理的跨界人才; 从人才培养维度来看, 高校与企业人才培养体系未能完全契合, 高校课程设置难以跟上行业转型需求, 企业内部培训以提升单一技能为重点, 缺乏复合型人才培养机制; 从人才留存来看, 高端复合型人才竞争激烈, 部分企业由于激励机制不完善、转型氛围淡薄, 难以留住核心人才, 进一步扩大了人才缺口。人才匮乏导致企业转型缺乏专业支撑, 技术应用、机制设计、流程优化等工作无法高效推进。

2 高端装备制造业供应链协同数字化转型的相应路径

2.1 构建统一数据体系, 夯实协同基础

聚焦于数据孤岛问题, 要从标准制定、平台搭建、安全保障三方面着手构建统一数据体系。首先, 创建行业通用的数据标准与接口规范, 以设计、工艺、生产、物流、质量等核心环节为重点, 明确数据采集的范畴、格式和传输规范, 实现跨企业、跨系统的数据贯通; 核心企业要牵头联合行业协会、上下游企业, 加快数据标准的实施步伐, 带动中小企业完成数据标准化转变^[5]。其次, 搭建完整链路协同数据中台, 收拢上下游企业的核心数据, 达成数据的集中管控、即时共享与精确赋能, 支持需求预测、协同排产、库存优化等场景实现智能决策。最后, 完善数据安全与信任相关机制, 采用区块链、加密技术等举措保障数据传输和存储的安全性, 明确数据共享的边界与权责分配, 采用数据脱敏、授权访问等方式打消企业数据共享的顾虑, 打造可靠的数据协同环境。

2.2 优化协同机制, 重构组织体系

为符合协同数字化的期望, 需从机制设计与组织重构两方面突破协同瓶颈。就协同机制层面而言, 建立动态的协同决策机制, 核心企业与上下游关键合作伙伴共同组建协同决策委员会, 实现需求变更、设计变更、风险应对等事宜的迅速协商与决策; 建设全流程的协同配合机制, 打通研发、工艺、采购、生产、质量、财务、物流等环节间的协同流程, 推动供应商在设计环节早期介入, 实现设计方案与生产能力的精确匹配。同时设立订单全生命周期的跟踪机制, 保障各环节衔接无碍。就组织体系层面而言, 核心企业应引导内部组织架构从职能型向协同型转型, 设立跨部门的供应链协同数字化专项小组, 协调统筹各部门转型升级工作; 与上下游企业建立深度协同的组织体系, 采用股权合作、战略联盟等形式加强合作关系, 做到组织层面的协同契合, 构建“利益均沾、风险同担”的协同共同体^[6]。

2.3 深化技术融合, 拓展场景应用

第一,以核心场景为聚焦点,引导数字孪生技术扩展到供应链的整个生命周期,构筑虚拟供应链镜像,实现设计、工艺、生产、质量、财务、物流、运维各环节的虚实结合与模拟改进,提升协同的精准度。第二,采用人工智能技术构建多维度协同决策的模型架构,应用到需求预测、协同排产、风险预警等复杂场景中,达成供应链协同的智能进阶升级。第三,依靠物联网技术搭建全流程传感网络,实时采集设备运转状态、物料具体方位、环境参数等数据,为协同决策提供实时数据支持;推进技术集成应用强化,打破单一技术应用的藩篱,驱动物联网、人工智能、数字孪生、区块链等技术的融合实施,打造“感知—分析—决策—执行”的闭环协同体系。第四,与科研机构联合开展技术攻关,按照高端装备制造业特性优化数字化、智能化技术方案,提高数字化技术与业务场景的契合度,实现数字化技术集成的价值。

2.4 构建韧性供应链,完善风险协同管控

首先,采用数字化手段提升供应链韧性,搭建全链路风险协同管控体系,构建供应链风险智能监测平台,整合宏观经济、市场波动、供应商状态、原材料价格等多维度风险数据,运用算法模型实现风险因素的提早识别与预警,为风险处置赢得时间。其次,优化供应链网络整体架构,采用数字化手段构建动态供应商考核与管理体系,挖掘潜在替代供应商,建立多渠道供应体系,提升关键节点的替代能力;构建柔性产能与库存的协同机制,与战略供应商共同打造并共享安全库存与柔性产能池,应对需求波动及供应中断的情形。最后,形成风险协同应对机制,核心企业与上下游企业签订风险共担协议,阐明突发情况下资源调度、订单调整、成本分摊等规则内容,依托协同平台实现风险信息即时传送与应对方案迅速实施,增强供应链的抗冲击能力与恢复效率^[7]。

2.5 搭建人才体系,强化转型支撑

搭建“培养—引进—激励”三位一体的复合型人才架构体系。从人才培养角度看,高校与企业开展深度合作,优化课程设置,增设供应链协同管理、数字化技术应用等跨界课程,开办校企联合实训基地,培育适应行业需求的复合型人才;企业内部实施系统性培训,按照不同岗位员工特点制定专属培训方案,提升现有员工的数字化技能及协同管理能力,驱动传统人才向复合型人才转型^[8]。从人才引进角度看,企业应制定精准的人才引进计划,重点招纳具备行业经验、数字化技术能力与协同管理能力的高端跨界人才,同时借助行业平

台、科研机构等途径拓宽人才引进渠道。从人才激励角度看,打造与转型目标相契合的激励机制,将薪酬福利、职业发展与人才的转型贡献相关联,营造良好的转型氛围,提高人才留存率,为供应链协同数字化转型提供稳固的人才支撑。

3 结论

高端装备制造领域供应链协同实施数字化转型,是化解行业协同难题、提高核心竞争力的必然途径,也是牵扯多主体、多维度、多环节的系统性工程。只有聚焦问题导向,构建统一数据平台、优化协同关系、推进数字化技术深度融合、强化风险管控措施、搭建人才梯队,才可实现深度转变。随着数字技术的发展以及行业协同共识的强化,供应链将达成“线性过渡到生态、经验过渡到数据、被动过渡到主动”的转变。核心企业需引导上下游一起打造协同数字化生态,行业协会与政府部门应强化引导支撑,统一数据的标准框架、推动技术创新升级、完备人才选用体系,为行业高质量发展增加前进动力。

参考文献

- [1] 杨娜,王春生.供应链数字化的动态演进机制与协同重构路径研究——基于制造业转型视角[J].中国商论,2025,34(22):114-118.
- [2] 孙忠悦.装备制造业数字化转型面临的挑战及协同治理路径研究[J].商展经济,2025(20):147-150.
- [3] 李澜.数字化转型对高端制造业供应链韧性的影响研究[J].中国储运,2025(9):187-187.
- [4] 张云舒.制造业企业供应链数字化转型研究现状与未来展望[J].电子商务评论,2025,14(10):2172-2176.
- [5] 梁雪,庄雪艳.数字化转型视角下制造业供应链韧性提升策略研究[J].中国电子商务,2026,27(02):9-12.
- [6] 王静.制造业企业数字化转型及多元化发展影响供应链韧性的协同路径及内在机制[J].深圳大学学报(人文社会科学版),2025,42(06):67-77.
- [7] 杜晓梅,孙孝文.数据要素视角下资源编排对制造业供应链动态能力的影响研究[J].重庆三峡学院学报,2025,41(06):25-37.
- [8] 邢昊雯,肖怀云.数字化赋能制造业供应链绿色转型的机理研究[J].物流工程与管理,2025,47(07):81-85.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

