

An Exploration of Digital Transformation in the Materials Industry: A Case Study of Guangzhou

Zhizhou Jia Yijun Xia Chaoyu Guo Fulong Xu

China Industrial Control Systems Cyber Emergency Response Team, Beijing, 100040, China

Abstract

Guangzhou's material industry, in a critical phase of transitioning between old and new growth drivers, is leveraging digital transformation as a strategic catalyst to accelerate green development, enhance comprehensive efficiency, and foster innovation capabilities. Based on field research and diagnostic analyses of digital transformation practices across 55 materials enterprises in Guangzhou, this study examines the distinct transformation demands of traditional and new materials enterprises. It identifies key challenges in transformation strategies, digitalization, networking, intelligence, and green development, highlighting critical issues such as the lack of efficient R&D tools, high operational costs, and over-reliance on manual quality control during the digital transition. Targeted recommendations are proposed to address these barriers, providing actionable insights for materials enterprises undergoing digital transformation and local governments aiming to promote high-quality development in the industry.

Keywords

Digital Transformation, Materials Industry, High-Quality Development

材料行业数字化转型探究——以广州市为例

贾智州 夏宜君 郭晁煜 徐福龙

国家工业信息安全发展研究中心, 中国·北京 100040

摘要

处于新旧动能转换关键时期的广州市材料行业, 正以数字化转型为抓手加速绿色化发展、提升综合效益、培育创新能力。本文基于对广州市55家材料企业的数字化转型的实地调研诊断, 分析传统材料、新材料企业转型需求特点, 从转型战略、数字化、网络化、智能化、绿色化等方面分析材料行业转型面临的痛点难点, 总结材料行业数字化转型过程中缺少高效研发工具、运营成本高、质量管控依赖人力等共性突出问题, 提出对策建议。为材料企业数字化转型, 为地方政府把握转型特点、创造转型机遇、推动行业转型提供参考。

关键词

数字化转型; 材料行业; 高质量发展

1 引言

原材料工业是国民经济的基础性产业, 我国原材料工业数字化转型不断走向纵深, 虽然部分行业龙头企业达到国际领先水平, 但仍面对数字化转型认识不够、数字化转型基础差异大、数字技术融合应用不深入等问题。王国栋等^[1]以钢铁行业为对象, 针对材料生产过程中的不确定性, 提出以数字孪生为核心, 攻克关键共性技术, 形成面向未来发展趋势的数字化创新。虽然指出了以数字化转型推动材料产业

创新与科技创新融合的路径, 但无法破解当前广大中小企业数字转型初期面临的不敢转、不会转等问题。熊姝涵等^[2]通过案例研究分析了材料化工行业数字化转型的现状及挑战, 给出了转型路径, 但缺少对转型关键期把握转型特点、创造转型机遇、推动行业转型的分析。

广东省是材料工业大省, 近年来随着市场环境变化、价格波动和生产、运营、人力成本压力不断加码, 叠加生态环境等政策压力, 传统材料企业面临着巨大的转移外迁风险。为推动材料工业高质量发展, 《广州市工业和信息化发展“十四五”规划》将传统石化产业延展为绿色石化和新材料产业, 积极以数字化转型推动行业转型升级, 提供了良好的观测窗口。本文基于对广州市55家材料企业的数字化转型实地调研诊断, 分析传统材料、新材料企业在以数字化转型推动高质量发展过程中呈现的需求特点和面临的转型难点等, 为更好制定政策推动材料工业高质量发展提供参考。

【作者简介】贾智州, (1990-), 男, 中国山西定襄人, 博士, 从事数字化转型、工业互联网、数字经济研究。

【通讯简介】郭晁煜, (1991-), 男, 中国河南安阳人、研究生, 从事工业互联网、数据资源开发利用、制造业数字化转型等领域研究。

2 整体情况

2.1 样本构成与整体现状

对广州市 55 家材料企业数字化转型现场调研和诊断分析显示,广州市材料行业整体处于数字化转型的 L2 级阶段。其中,29.1%的企业处于 L1 级,36.4%的企业处于 L2 级,32.7%的企业处于 L3 级,1.8%的企业处于 L4 级,暂无 L5 级的企业。

在样本构成方面,从细分行业看,样本企业覆盖 4 个细分行业,化学原料和化学制品制造业占比 65.5%、有色金属冶炼及压延加工业占比 20.0%、非金属矿物制品业占比 12.7%、黑色金属冶炼及压延加工业占比 1.8%。从企业规模看,大型企业占 10.9%,中型企业占 27.3%,小型企业占 61.8%。营收情况方面,营收 10 亿元以上企业占比 21.8%,营收 4-10 亿元的企业占比 30.9%,营收 1-4 亿元的企业占比 32.7%,营收低于 1 亿元的企业占比 14.5%。

2.2 转型需求特点

找到企业在转型过程中主、客观需求特点,精准分析转型现状,是以政策推动市场化解决数字化转型痛点难点的关键。调研发现,广州市材料行业企业数字化转型需求呈现两类特点。

一是传统材料与新材料转型需求各不相同。传统材料企业自动化程度高,数字化价值尚待挖掘。钢铁、有色金属、建材等行业诊断显示,企业生产制造的自动化程度较高,由于传统产业正在面临产能过剩和结构调整,新增产能较少,产品市场扩展能力有限,企业对“提升和扩展”的风险疑虑较大,对数字化转型改造意愿不高。新材料企业随产能扩张,对数字化需求相对旺盛。新材料企业受市场环境的影响较大,产能扩张期的企业在新投产项目中应用数字化、网络化、智能化及绿色化相关技术产品和服务的意愿较强烈,更愿意在未来发展中抢先布局。

二是不同数字化转型基础的企业需求差异大。其一,“补课型”需求水平较低。“补课型”企业是指数字化基础较薄弱、需求主要集中在人工变数字的企业。目前,数字化基础类产品已经相对成熟,“补课型”企业一旦下定决心开展数字化,往往能快速选型和匹配,达到数字化转型“及格线”。但同时发现,自动化程度高、但数字化水平低的企业数量较多,大多数企业尚未发掘出数据价值,对数字化的第一步需求不强烈。其二,“优化型”企业评估周期长,改造意愿模糊。“优化型”企业是已经有了 ERP、MES 等 1-3 个信息系统,目前也在企业中应用较成熟,但尚未开展进一步的数据集成和创新的企业。“优化型”企业对新旧系统适配兼容性考虑更多、对数字化价值的不确定性顾虑也更大。大多数企业在经济下行压力下,对探索数据新价值持审慎态度,对数字化转型项目推进的评估周期要更长。其三,“强化型”企业以发展驱动,关注落地实效。“强化型”企业指在行业领域有一定影响力,希望通过数字化转型来强化自身核心竞争力,

提升品牌价值的企业。“强化型”企业对数字化转型持开放态度,将数字化转型和企业发展相结合,更加关注项目落地后的实际效果。

3 数字化转型现状分析

按照广州市制造业企业“四化”水平评估方法从转型战略、数字化、网络化、智能化、绿色化五个维度对广州市材料行业的数字化转型现状进行分析。

3.1 转型战略

转型战略维度体现了开展数字化转型的管理保障能力,决定了企业顶层战略层面与数字化转型政策的一致性,以及企业发展与产业趋势的适配性,从转型战略、人才引进、资金投入、管理机制等方面进行评价。

广州市材料行业五成以上企业正在制定或正在实施数字化战略,呈现两方面特点。一是新材料企业比传统材料企业更认可数字化转型发展理念,生物科技、电子材料、汽车材料等新材料企业对转型的同度要高于金属、建材等传统企业。二是转型集中在业务层面,在管理层面渗透较浅,多数企业尚未建立数字化转型人才引进、能力培训及考核制度。

3.2 数字化

数字化维度是实现转型升级的数据基础,决定了企业数据要素汇聚、应用、治理能力,从数据采集交互、数据集成功能、数据智能分析、数据治理等方面进行评价。

广州市材料行业在数字化维度呈现三方面特点。一是数字化场景能力较强。在财务、生产、采购、销售的覆盖率超过 70%,在研发、仓储、行政管理的覆盖率近五成;七成以上企业能够应用历史数据和简单的分析工具进行日常分析和决策,但跨部门、跨场景的数据分析应用较少。二是传统材料企业生产环节数字化成本大于收益。传统材料行业自动化基础较好,数据采集主要呈现出有基础无需求的情况。在转型意愿较浅的企业中,“哑”设备较多,改造收益难以覆盖改造成本。三是新材料数据基础较扎实。新材料行业更愿意在扩建产线、投入新厂时探索新技术,设备数字化率相对更高,数据开发应用的场景更丰富,在数据自动分析和深度应用环节需求旺盛;但应用大数据、人工智能等先进算法开展数据深度分析应用的企业不足一成。

3.3 网络化

网络化是企业与产业链上下游协同发展的关键因素,包括企业内部各环节、各部门协同能力,以及企业与企业之间、企业与平台之间协作能力,是建设现代化产业体系的基础,从网络环境、产业链协同、物资采购、仓储配送、销售管理、网络安全保障等方面进行评价。

广州市材料行业在网络化维度呈现两方面特点。一是传统材料行业更关注仓储物流,新材料行业关注销售管理。广州市材料行业 ERP 覆盖率超过 90%,超过 85%的企业对出入库、盘点和安全库存等进行合规管理;传统材料和新材

料行业对生产环节外的关注侧重点不同,新材料企业在销售管理方面的数据应用更为丰富;而传统材料企业更关注采购和运输环节。二是产业链上下游协同应用不足一成。供应链管理系统覆盖企业内部供应链全部场景的不足 30%,仓储管理系统与制造执行系统集成不足 27%。

3.4 智能化

智能化是企业释放数据要素价值、放大数字化和网络化成效的关键,从产品设计、柔性制造、计划与调度、设备管理、质量管理、产品服务、产品设计等方面进行评价。

广州市材料行业在智能化方面的特点是质量数据采集应用范围广,智能化不足。原辅料数据、半成品数据、成品数据、产品检测数据的覆盖率超过 60%;但六成左右的企业人工检测产品质量、手工记录,超半数企业未在生产环节使用 MES、SCADA、DCS 等系统,产品质量判别依赖人工经验。

3.5 绿色化

绿色化决定了企业可持续发展能力,体现企业的社会责任,从资源能源管理、设备设施、绿色供应链、绿色产品、污染物监控、绿色绩效等方面进行评价。

广州市材料行业绿色化基础较好,超过九成的企业近三年开展过节能/节水/节材的技术改造、装备升级、工艺优化或管理提升;31%以上的企业应用了太阳能;涉及利用余热余压余冷利用的企业中,七成以上企业开展了相关应用实现节能降耗。

4 数字化转型面临的典型问题

广州市材料工业应聚焦供大于求、环境负荷、成本压力、能源消耗、安全生产等行业现状和痛点,亟须解决“好不好”“强不强”的发展质量问题。

4.1 配方型企业缺少高效研发工具

广州的材料行业中,有六成以上是化学原料和化学制品制造业,其中不少企业以配方研发作为企业核心竞争力,研发投入高。但受到企业体量、数据安全担忧等因素的影响,多通过纸质记录方式保存数据,缺少研发数据的自动采集和高效的研发管理工具,使用信息系统对研发项目、研发数据进行管理的企业不足三成。

4.2 生产运营和产品流通成本高

材料工业企业在设备维护、经营管理等环节为维护正常运转,过去只能依靠隐形程度很高的人工经验,容易造成工人技术水平参差不齐和产品质量波动,企业大都面临设备维护成本高、工业知识隐形程度高、设备停机损失大、排产难度大等痛点。部分原材料对产品的快速流转,甚至对存储、流转过程中的环境要求提出了很高的要求。

4.3 质量控制严格缺乏管控手段

材料行业在配料、加工、质检等环节控制节点繁多、监测困难,对产品质量管控提出较高要求。材料行业生产过程往往包含复杂的物理、化学过程,存在多种突变和不确定因素,对产品质量可靠性带来挑战。

5 对策建议

5.1 以图谱化场景化方式引导供需双方、产业链上下游协同转型

针对制造业企业数字化转型过程中普遍存在的供需话语体系不一致、供给质量不高、转型成本高昂等问题^[3-5],持续推动以场景化、图谱化方式^[1]构建制造业数字化转型路线图。带动供需在“点”上形成各类材料企业小成本、低投入共性解决方案;推动产业链上下游开放数字化要素连接,带动新材料研发需求、生产制造及使用问题等快速精准向上游传导;帮助工业园区、产业集群形成有效工作抓手,加速数据资源的集聚、整合和共享,助力形成更有竞争力的公共产品。

5.2 针对材料行业典型问题加强方案遴选和引领示范

以推动破解材料机理模型黑箱问题为最终目标^[1],持续加强材料行业数据采集和智能化应用,构建“标准建设-场景创新-示范推广”三位一体的发展路径。通过提升网络信息安全、普及商用密码、推广轻量化实验室数据采集和分析工具、加强数据深入开发利用案例推广等,引导企业加强对研发、生产等环节数据的开发利用,以数据价值的挖掘形成正反馈,推动行业数据质量和数据管理能力提升。

5.3 深化产学研用联合机制强化人才培养

进一步充分发挥高校、科研院所、行业协会、生产应用企业等的资源优势,协同开展人才培养工作。牵引精通工业机理、善于应用智能算法开展数据创新应用的优秀人才走进企业,让企业用得起、用得上。

参考文献

- [1] 王国栋,张殿华,孙杰.建设数据驱动的钢铁材料创新基础设施加速钢铁行业的数字化转型[J].冶金自动化,2023,47(01):2-9.
- [2] 熊姝涵,周倩茹.材料化工企业数字化转型研究——智能制造成熟度诊断案例分析[J].数字通信世界,2025,(03):235-237.
- [3] 信息技术发展司.构建重点行业“一图四清单”推动制造业数字化转型走深向实[J].数字化转型,2024,1(01):7-16.
- [4] 王凯,刘暄,李钰嘉,刘洋,宋美琦,王程安.基于场景图谱的石化化工行业数字化转型路径研究[J].信息技术与标准化,2025,(04):21-25.
- [5] 尚舵,李渊源,何慧虹,刘晓舟,宋紫嫣,高宇阳.石化化工行业数字化转型路径研究与探索[J].新型工业化,2023,13(12):27-40.