

制造业数智化转型的实践路径及策略研究

李强

巢湖学院工商管理学院, 安徽 合肥 238024

DOI:10.61369/ER.2025010015

摘 要 : 现阶段制造业在数智化转型过程中, 正面临着“如何转、何时转、转什么、由谁来转”等一系列发展困境, 本文围绕制造业数智化转型的问题, 首先对制造业数智化转型的发展瓶颈进行了深入的分析; 其次针对制造业如何实现数智化转型价值的问题, 本文构建了制造业数智化转型的五维度四层次能力分析模型, 最后给出了制造业数智化转型路径以及数智化转型的策略及建议, 通过本研究可为我国制造业数智化转型企业提供借鉴和指导意义。

关 键 词 : 制造业数智化转型; 转型发展瓶颈; 五维度能力分析模型; 转型实现路径

Research on the Practical Path and Strategy of Digital Transformation in Manufacturing Industry

Li Qiang

College of Business and Management, Chaohu University, Hefei, Anhui 238024

Abstract : At present, the manufacturing industry is facing a series of development challenges in the process of digital transformation, such as "how to transform, when to transform, what to transform, and who to transform". This article focuses on the issue of digital transformation in the manufacturing industry and first conducts an in-depth analysis of the development bottlenecks of digital transformation in the manufacturing industry; Secondly, regarding the issue of how to realize the value of digital transformation in the manufacturing industry, this article constructs a five dimensional and four level capability analysis model for digital transformation in the manufacturing industry. Finally, the path of digital transformation in the manufacturing industry and the strategies and suggestions for digital transformation are provided. Through this study, it can provide reference and guidance for Chinese manufacturing enterprises undergoing digital transformation.

Keywords : digitalization transformation of manufacturing industry; bottleneck of transformation and development; five dimensional capability analysis model; transformation implementation path

引言

2024年12月的中央经济工作会议上明确指出要广泛运用数智技术, 重点推进制造业转型升级、提质增效、突破瓶颈、解决制造业高技能人才短缺问题以及提升供应链的韧性和安全水平, 确保制造业高质量发展, 为中国式现代化建设持续注入动力。加快推动制造业数智化转型是推动制造业高质量发展的核心, 也是努力发展新质生产力实现经济高质量发展的重要途径。通过数智化转型改造后的制造企业, 生产和组织管理效率更高效, 能够更好的提升生产效率以及节约生产成本, 为制造业创造更多价值和社会效益。制造业是国家经济的支柱产业, 对经济发展至关重要。现阶段, 制造型企业在数智化转型过程中, 正面临高技能人才缺少、数据资产缺少、智能设备运维效率低、生产运营管理成本高、产品质量不稳定等发展瓶颈与挑战。为此, 本研究从制造业数智化转型的发展瓶颈、实现路径以及策略建议展开, 来推动我国制造业的高质量发展。

基金项目:

安徽省教育厅重点项目(2024AH052873)

合肥市哲学社科规划项目(HFSKYY202436)

校级科研基金项目(KYQD-2023032)

作者简介: 李强(1979.08-), 男, 汉族, 江苏南京人, 学历: 博士, 二级院校: 工商管理学院, 职称: 讲师 研究方向: 智能制造运维管理与灰色系统理论运用。

一、相关研究综述

近年来,制造业数智化转型已成为学术界的研究热点。陈瑾等^[1]运用案例分析法对制造业数字化转型的机理和升级路径展开了深入的研究,陈楠^[2]和孙晓华等^[3]认为制造业数字化转型可以提高产品质量以及生产管理效率;方健^[4]研究了企业数字化转型有助于与经济社会深度融合,可调节宏观经济环境;罗序斌等^[5]从数字化、网络化、智能化和绿色化“四化”并进视角,构建中国制造业转型升级的评价指标体系,李晓华^[6]认为制造业数字化转型可以带动产业链、生产要素以及产品的融合发展,张虎等^[7]研究了数字化转型可以促进产业链的关联性,李春发等^[8]认为数字化转型可以助推制造业全球价值链地位的攀升和生态系统的构建,同时有助于制造业的效益增长^[9],以及对劳动成本、生产成本、生产运营和管理成本的管控起到一定促进作用^[10]。杨汝岱^[11]认为数字化转型会提高制造业的生产效率,王才^[12]研究了制造业数字化转型对企业创新绩效的作用机制与影响;徐怀宁等^[13]研究了数字化转型有助于提升企业自身的竞争力,可推动企业可持续发展,贺正楚等^[14]对制造业发展过程中所遇到的问题以及如何实现“中国制造2025”进行了深入的分析,李廉水等^[15]从制造业发展的阶段、内涵、机理展开了深入的研究,郭爱美^[16]运用多个统计指标对中国制造业数字化密度的行业差异性展开了深入分析,解决了我国制造业内部数字化结构发展不平衡的问题;周济^[17]指出了目前我国制造业在转型升级过程中存在的突出问题,提出要以提质增效为中心,以培养高技能的经营管理人才为根本;刘泽双等^[18]构建了制造业技能人才胜任特征模型,林毅夫^[19]研究了高技能人才可以加快制造业的产业升级,祁怀锦等^[20]认为高技能人才可有助于降低生产运维成本。

通过梳理既有相关文献可以发现学术界在该领域开展了大量重要的研究探索。这为本研究开展提供了丰富的支撑和经验。但是,现有的文献从数智化转型的发展困境、运营效率等问题的研究不多。本研究将在现有基础上,通过对制造业数智化转型的发展瓶颈、实现路径以及策略建议展开研究,助推我国制造业数智化转型的高质量发展。

二、制造业数智化转型发展瓶颈分析

在制造业数智化转型过程中遇到运营效率低、产品质量不稳定、生产成本过高、智能设备稳定性差等转型发展困境,是制造业数智化转型较为突出的运营管理问题,直接阻碍制造业的高质量发展。

(1) 生产运营管理效率低:各管理系统之间运行流程繁琐、转型之初相关业务流程之间的灵活性较高,可操作性强,一旦引入制造管理系统、排产系统、订单系统后,其所有在系统上运行的业务环节必须严格遵照系统流程执行,系统维护和使用人员的熟练度和接受度等都会影响到生产运营效率,也会阻碍和制约制造业的高质量发展。

(2) 生产成本低:制造业数智化转型非一撮而就的过程,是

需要不断跟随企业转型发展不同阶段,进行持续改进和优化,前期投入转型资金,引进智能化生产设备、智能化管理信息系统、产品质量管理系统、智能设备后期运行与维护、智能预测与决策管理、人力资源管理系统、仓储管理系统等,短期内无法给企业创造一定的经济效益,会给企业带来一定经营压力,导致生产成本居高不下。

(3) 智能设备稳定性差:在制造业数智化转型过程中,企业导入智能生产设备是转型的一种最便捷的方法,通常对于智能设备而言,设备停机哪怕只有短短的几分钟,即意味着造成产能的浪费和损失,现阶段,智能设备的故障率较高、故障宕机时间较长、故障停机次数多,严重影响了企业生产运作效率,故对设备运行的稳定性提出了更高的要求,确保智能设备的满负荷稼动,减少停机保养、维护以及更换零部件时间,同时降低设备的故障率,已达到设备产能最大化利用、最小故障次数、最低维护成本的目的。

(4) 产品质量差:智能生产设备的稳定性同时也直接关乎产品的质量,尤其在当今的智能制造业,设备的自动化程度较高,一旦设备突发异常,如设备故障或设备出现品质变异等,会对产品的质量造成批量性的不良,甚至会造成产品直接报废的风险,会给制造企业造成巨大的经济损失。故在制造业数智化转型过程中,产品质量的稳定性差也是困扰制造型企业数智化转型发展过程中,需要面对和解决的主要瓶颈之一。

三、制造业数智化转型的实现路径

(一) 制造业数智化转型的五维度四层次能力分析模型

制造型企业的数智化转型可以通过五维度四层次的能力分析模型来展开,即业务模式维度、技术手段维度、推进动力维度、组织形式维度、思维意识维度,找到适合自身企业发展的数智化转型路径,实现自身企业数智化转型的价值目标,其五维度四层次能力分析模型如图1。

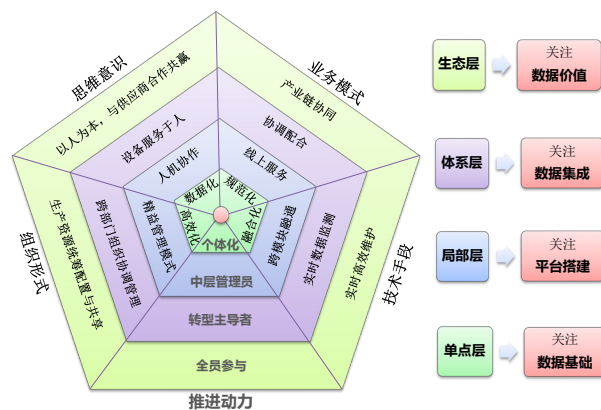


图1 制造业数智化转型五维度四层次能力分析模型

业务模式维度注重推进各个业务的规范化运作,利用数智化手段开展线上服务功能,加强各部门之间的协调配合机制。技术手段维度加强关键生产环节的数据融合,注重跨功能模块和业务流程之间的融合与打通,解决数据碎片化,实现数据的共享与运

用。推进动力维度主要注重调动企业中每个员工的个人能动性以及积极主动性，发挥企业中层管理人员的带动价值，让每个员工都成为数据价值的创造者和使用者。组织形式维度注重加强各个生产关键环节和流程之间的高效运转，减少因转型权责不清的灰色管理地带，达到提质降本增效的目的。思维意识维度重点培养全员的数据意识，发挥数据资源在数智化转型的关键核心的基础作用，利用物联网等技术，对制造型企业内的设备资源进行联网处理，实现人机协作、远程操控、提升智能设备的运行效率，降低运维成本，培养全员树立智能设备服务于人的思维意识。

单点层的目标是实现制造型企业的关键业务环节的数智化，关注的焦点在于通过数智化工具和智能设备的购入；局部层借助数智化的技术手段，将之前局限于某个生产工艺设备、单个生产制造管理系统或某个产品质量的监测环节的数据进行系统集成与打通管理，消除各个单独管理系统之间的信息孤岛，真正实现跨业务模块之前的融合与打通；体系层关注焦点在于数据的集成，实现全方面生产资源要素的连接与整合，推动生产资源的集成、共享、共用；生态层关注焦点在于数据价值，打通企业内部、供应链、上下游产业链的信息链、价值链，实现制造型企业之间的互联互通、深度协作、广度经营、柔性生产、弹性供给、高效管理，开辟多种新型合作路径和商业模式，建立价值观一致的产业生态群。

（二）制造业数智化转型的实现路径

制造业数智化转型在生产、运营、管理等诸多关键环节发挥了重要作用。以终为始，制造型企业首先要非常了解自身业务或管理的瓶颈所在，有针对性地引入数智技术对企业展开转型升级和产线改造。通过对数智化转型的发展瓶颈等问题的分析，推进转型实现的路径可以从以下几个方向展开：

（1）重点推动智能制造业发展，带动制造业数智化转型

以智能制造为重点抓手推动制造业数智化转型升级，具体可以通过以下几个方面来实现：首先从企业的IT信息部门入手，优先推动生产层面的数智化，对制造业的数智化技术进行软硬件的改造升级；其次加强制造业信息技术的基础设施建设，来强化和推进智能管理决策系统、加快推进和发掘智能制造的新运营和管理模式，积极打通智能制造的产品研发、生产加工、供应链管理、销售管理、服务管理等全流程数据链环节，推动制造型企业朝着大规模个性化定制的新方向发展，同时政府层面可加强政策导向性，多培育一批数智化工程技术企业，来服务和指导制造型企业的转型升级需求。

（2）加大数字平台建设以及数字基础设施建设力度

依托工业互联网资源，转型企业可直接租用工业云计算平台，无需企业自身在建机房买设备，降低了中小制造业的数智化转型的门槛以及转型的资金压力。构建新型工业智能操作系统，实现数智分析与预测、智能管理决策，首先要加大力度推动自主可控的数智化平台建设，推进工业互联平台在智能制造、新能源汽车、新工艺新材料等重点“卡脖子”行业领域的落地推广与应用。其次要推动关键资源以及数智化技术工具的共享共用，全局规划并构建起“数智化的平台共同体”，携手共同参与开发建设

的一种共享、共用的数智化平台资源。最后从全产品生命周期的视角出发，借助数智技术平台收集相关数据，重点优先对产品的生产加工侧进行结构性的数智化转型。

（3）推动生态产业园区发展，强化产业链的集聚效率

带动产业群的发展，保障稳健、安全的产业链。首先提升产业园区的数智化基础设施建设；围绕制造业的转型发展要求，重点推动产业集群、产业园区的数智化转型，优先重点建设一批具有代表性、示范性、引领性的数智化园区；与政府、企业、高校及科研团队等充分交流研讨，深入分析和了解园区内制造型代表企业在转型过程的困境和共性需求情况，推动紧密深度合作，加大针对共性需求技术的研究与投入力度，同时也培育一批虚拟化的数智产业集群，助推制造业数智化转型。

（4）加强政府、企业、高校紧密合作，培育数字化专业人才

高校重点加强信息技术的基础研究工作，加快建设一批优势学科和特色专业，尤其在云计算、大数据技术、人形智能机器人、无障碍互联感知技术、智能制造、柔性制造、敏捷制造等数智化信息技术的重要研究领域。积极发挥平台优势，将全国数智化人才以及智能管理信息平台等资源进行有效整合，在与高校科研团队开展紧密合作的同时，积极引导和利用制造型企业自身研发部门的应用实践资源优势，鼓励其主动参与到制造业数智化转型的领域研究，共同突破核心技术领域的技术攻关，共同培养一批具有实践经验的数智化专业的复合型人才，可以为转型需求的企业提供数智化的人才保障与支撑，并可有效缓解制造业转型的人力成本压力。

四、制造业数智化转型的策略及建议

总体上看，推动制造业数智化转型须加快：

（1）着力解决数字创新人才紧缺问题：要明确数智人才培养标准，在充分考虑企业对人才能力需求，推动数智专业技术人才与各传统行业的融合；深化校企与政企合作，积极发挥行业协会、培训机构等第三方服务机构的作用，促进政府层面和企业层面的人才培育体系的建成。同时积极筹建校企实训基地、构建信息系统实践操作技能实验室、开设相应的特色课程培训、加强优势学科和专业的建设等方式，鼓励科研院所和高校根据制造型企业转型的综合型人才需求，为其培养一批即精通信息技术能力又具备一定的企业实践管理经验的人才，来解决制造业数智化转型创新人才紧缺的问题。

（2）加强制造业数智化转型的配套政策支持：强化制造业数智化转型的政策支持，主要包括加大地方财政以及税收等资源的帮扶力度，推动银行等金融机构积极主动为数智化转型的需求企业提供转型升级所需的贴息贷款等融资服务，全力助推制造业数智化转型升级，为大中小型制造企业营造良好的营商环境，积极引导政府的财政资金对制造业数智化转型的资金投入，减少企业转型压力，适当探索成立制造业数智化发展基金，政策等惠企的有效举措，确保政策落地见效。

（3）加快部署新一代数字信息的基础设施建设：加快5G布

局与商用步伐，统筹规划网络布局、基站建设，重点前沿信息科技领域，主要包括5G商用以及“大智移云物链元”等信息技术的深度融合发展。支持重点新兴前沿产业领域，积极开展工业互联网网络的改造，加强网络的承载能力，提升服务意识和水平，为制造业数智化转型创造示范带头和引领效应。鼓励数字网络运营服务商为制造业数智化转型的企业，提供网络专线服务、优化网络接入流程，适当为转型企业提供优惠政策降低运营收费标准。

（4）改善制造业数智化转型发展环境：加强中小型制造企业引进人工智能机器人等转型需求的自动化智能装备，来提升制造业数智化水平；同时也积极鼓励制造业与政府或其他信息服务平台展开深入合作，来提升制造业数智化的运营管理水平，重点对头部领军企业或智能制造型企业加大政策导向型的扶持力度，来带动和改善整体转型的发展环境，积极推动智能制造、敏捷制造、柔性制造朝着大规模的个性化定制的方向发展，创造制造业

发展的新模式。

（5）推进数据标准化的制定与落地，优化数据共享共用，推动数据开放流通。积极鼓励企业、高校、政府共同参与制造业型企业的数据标准制定、数据采集、数据存储、数据管理、数据分析、数据可视化、数据应用以及数据治理等体系建设中来，同时强化各类体系的认证和认可等关键环节，使数据在不同行业的制造型企业中，最大化的实现数据的共享、共用、开放与流通等价值，确保相关数据标准能在企业转型过程中的生根落地与实践运用。

（6）构建数据安全保护体系，强化数据资产的保护和运营。明确数据权问题，加强对数据安全的监测力度。对数据的采集、存储、管理、分析、可视化、传输、分享、交换、交易等全流程进行监督和有效执法，加大处罚力度，做到合理合法的使用数据，让数智化的技术真正的为企业转型服务。

参考文献

- [1]陈瑾,李若辉.新时代我国制造业智能化转型机理与升级路径[J].江西师范大学学报(哲学社会科学版),2019,52(06):145-152.
- [2]陈楠,蔡跃洲,马晔风.制造业数字化转型动机、模式与成效——基于典型案例和问卷调查的实证分析[J].改革,2022(06):37-53.
- [3]孙晓华,张竣喏,李佳璇.市场型环境规制与制造企业转型升级的路径选择——来自“排污权交易”的微观证据[J].数量经济技术经济研究,2024,41(01):90-109.
- [4]方健.数字化转型、宏观经济环境差异与股价崩盘风险[J].当代经济管理,2024,46(05):73-83.
- [5]罗序斌,黄亮.中国制造业高质量转型升级水平测度与省际比较——基于“四化”并进视角[J].经济问题,2020(12):43-52.
- [6]李晓华.制造业的数实融合:表现、机制与对策[J].改革与战略,2022,38(05):42-54.
- [7]张虎,高子恒,韩爱华.企业数字化转型赋能产业链关联:理论与经验证据[J].数量经济技术经济研究,2023,40(05):46-67.
- [8]李春发,李冬冬,周驰.数字经济驱动制造业转型升级的作用机理——基于产业链视角的分析[J].商业研究,2020(02):73-82.
- [9]李琦,刘力钢,邵剑兵.数字化转型、供应链集成与企业绩效——企业家精神的调节效应[J].经济管理,2021(10):5-23.
- [10]肖旭,戚聿东.数据要素的价值属性[J].经济与管理研究,2021(07):66-75.
- [11]杨汝岱.中国制造业企业全要素生产率研究[J].经济研究,2015,50(02):61-74.
- [12]王才.数字化转型对企业创新绩效的作用机制研究[J].当代经济管理,2021,43(03):34-42.
- [13]徐怀宁,董必荣.数字化转型如何推动企业可持续发展——基于企业核心竞争力塑造的视角[J].当代经济管理,2023,45(07):44-53.
- [14]贺正楚,潘红玉.德国“工业4.0”与“中国制造2025”[J].长沙理工大学学报(社会科学版),2015,30(03):103-110.
- [15]李廉水,石喜爱,刘军.中国制造业40年:智能化进程与展望[J].中国软科学,2019,(01):1-9+30.
- [16]郭爱美.中国制造业数字化密度的时空分异特征[J].当代经济管理,2023,45(01):67-76.
- [17]周济.智能制造是“中国制造2025”主攻方向[J].企业观察家,2019,(11):54-55.
- [18]刘泽双,丁洁.制造业转型升级背景下技能人才胜任特征模型研究[J].软科学,2020,34(06):136-144.
- [19]林毅夫.新结构经济学的理论基础和发展方向[J].经济评论,2017,(03):4-16.
- [20]祁怀锦,曹修琴,刘艳霞.数字经济对公司治理的影响——基于信息不对称和管理者非理性行为视角[J].改革,2020(04):50-64.