

# 平台赋能中小企业数字化转型的路径研究

陈 檬, 余维新

南京邮电大学管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年4月23日; 录用日期: 2025年5月9日; 发布日期: 2025年6月10日

## 摘 要

在数字化浪潮席卷下, 中小制造企业面临着巨大的转型压力。本研究基于“知识社区”创新生态系统理论, 选取海尔中德滚筒互联工厂、青岛某中央空调工厂、郑州海尔热水器互联工厂以及上海某高端洗涤工厂四个典型案例, 深入剖析平台赋能中小制造企业数字化转型的路径。研究发现, 平台通过促进知识生产、加速知识弥散、推动知识应用以及优化创新生态系统耦合, 为中小制造企业数字化转型提供了有力支撑。本研究为中小制造企业数字化转型提供了理论依据和实践指导, 有助于推动制造业的高质量发展。

## 关键词

平台赋能, 数字化转型, 知识社区, 创新生态系统

# Research on the Path of Platform Empowerment for the Digital Transformation of Small and Medium-Sized Enterprises

Meng Chen, Weixin Yu

School of Management, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Received: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2025; accepted: May 9<sup>th</sup>, 2025; published: Jun. 10<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Under the wave of digitalization, small and medium-sized manufacturing enterprises are facing huge pressure for transformation. Based on the theory of “knowledge community” innovation ecosystem, this study selects four typical cases: Haier’s Sino-German drum interconnection factory, a central air-conditioning factory in Qingdao, a Haier water heater interconnection factory in Zhengzhou, and a

high-end washing factory in Shanghai, and deeply analyzes the path of digital transformation of small and medium-sized manufacturing enterprises empowered by the platform. The research finds that the platform provides strong support for the digital transformation of small and medium-sized manufacturing enterprises by promoting knowledge production, accelerating knowledge diffusion, promoting knowledge application, and optimizing the coupling of innovation ecosystems. This study provides a theoretical basis and practical guidance for the digital transformation of small and medium-sized manufacturing enterprises, which is helpful to promote the high-quality development of the manufacturing industry.

## Keywords

Platform Enablement, Digital Transformation, Knowledge Community, Innovation Ecosystem

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

在当今时代,数字化转型已成为制造业发展的核心驱动力,重塑着全球制造业的竞争格局。随着大数据、人工智能、物联网等新兴技术的蓬勃发展,制造业正经历着深刻变革,数字化转型能够极大提升生产效率、优化产品质量、创新商业模式,进而增强企业的核心竞争力[1]。中小制造企业作为制造业的关键组成部分,在稳定经济增长、创造就业岗位等方面具有不可替代的作用。然而,与大型企业相比,中小制造企业由于数字能力不足、技术积累薄弱、人才储备不足等因素,在数字化转型的道路上面临着重重困难[2]。这些困境严重制约了中小制造企业的发展,使其在市场竞争中处于不利地位。

平台作为数字化时代涌现的新型组织形式,凭借其强大的资源整合、信息共享与协同创新能力,为中小制造企业数字化转型带来了新的契机[3]。平台能够汇聚产业链上下游的各类资源,为中小制造企业提供技术、资金、人才等关键要素的支持,有效降低企业数字化转型的成本与风险[4][5]。“知识社区”创新生态系统理论聚焦于知识的生产、传播、应用以及各主体间的协同创新,为深入理解平台赋能中小制造企业数字化转型提供了独特且有力的视角。将该理论应用于相关研究,有助于挖掘平台赋能的内在机制与具体路径,为中小制造企业数字化转型提供坚实的理论依据和切实可行的实践指导,对推动制造业的可持续发展意义重大。

现有研究虽已关注到平台在中小制造企业数字化转型中的重要作用,但仍存在一定的局限性。一方面,研究多集中于宏观层面的探讨,对于平台如何在微观层面促进中小制造企业知识的生产、传播和应用,以及如何构建创新生态系统推动数字化转型,缺乏深入研究[6]。另一方面,目前尚未形成系统的理论框架来全面剖析平台赋能的内在机制和路径。基于此,本研究选取海尔中德滚筒互联工厂、青岛某中央空调工厂、郑州海尔热水器互联工厂以及上海某高端洗涤工厂作为典型案例,运用“知识社区”创新生态系统理论,深入剖析平台赋能中小制造企业数字化转型的路径,旨在填补现有研究的空白,为中小制造企业数字化转型提供更具深度和广度的理论支持与实践参考。

## 2. 相关理论基础

### 2.1. 创新生态系统理论

创新生态系统理论是解释多元主体协同创新的重要框架,其核心在于将创新视为由多主体、多层次、

多要素动态交互形成的复杂网络系统[7]。在平台赋能中小企业数字化转型方面, 该理论主要体现在以下方面: 其一, 多元主体协同。创新生态系统强调政府、企业、高校、科研机构及消费者等主体的共生关系, 例如, 政府通过政策支持营造创新环境, 平台作为中介连接中小企业与外部资源, 高校提供技术知识, 消费者需求驱动创新方向, 形成“四重螺旋”协同模型。其二, 动态网络效应。创新生态系统具有开放性和自适应性, 通过知识流、技术流和资本流的非线性交互实现动态平衡。平台作为数字基础设施, 能够整合产业链上下游资源, 构建虚实结合的创新网络, 加速隐性知识(如经验、技能)的显性化与扩散。其三, 分形创新与演化路径。系统中的创新活动呈现分形特征, 即局部创新(如单个企业数字化转型)与整体系统(如产业生态)通过协同竞争实现共同演进。平台通过标准化工具(如 SaaS 服务)降低中小企业创新门槛, 推动规模化与个性化创新的兼容。理论应用启示表明, 在中小企业数字化转型中, 平台需依托创新生态系统理论, 构建“政策支持-资源整合-主体协作-技术赋能”的联动机制, 推动从单一技术应用到系统性生态重构的跃迁。

## 2.2. “知识社区”理论

“知识社区”理论构建了“知识生产-弥散-应用-生态耦合”的完整逻辑链条, 其核心价值在于通过多元主体协同打破知识壁垒, 形成创新生态的良性循环[8]。首先, 在知识生产方面, 存在三种模式的融合。模式 1 是学科驱动, 基础研究通过高校与科研机构将技术原理输送给中小企业, 如 AI 算法的应用; 模式 2 是应用导向, 平台与企业联合针对具体场景开发解决方案, 实现跨学科知识整合, 比如在供应链管理中运用相关技术; 模式 3 是生态协同, 平台搭建开放式创新社区, 促进中小企业、技术服务商、用户共同创造知识, 从而形成异质性知识增长。其次, 知识弥散通过“科学与社会”“科学从业者”“物质世界与社会世界”的交互, 构建线上线下融合的知识传播网络, 中间组织(如平台)扮演“知识翻译者”角色, 降低中小企业技术吸收门槛。接着, 知识应用形成市场化闭环, 知识社区借助规模经济降低边际成本, 借助范围经济拓展场景创新, 在全球化竞争中推动知识价值的转化。最后, 通过集群网络构建、主体模式转变、共同进化机制, 推动局部创新与系统演进的协同, 形成“分形创新”效应。

## 3. 研究设计

### 3.1. 案例选择

本研究着重探讨平台在制造业智能化升级中的赋能方式及实际成效, 选取卡奥斯 COSMOPlat 为多家制造企业赋能的实例进行分析, 深入考察平台如何助力企业达成智能化转型。案例研究法可深入探究复杂现象背后的潜在机制, 挖掘事物发展的内在逻辑, 构建契合实际的理论框架, 特别适合回答“如何实现”“怎样实现”等问题[9]。多案例研究通过对多个既相互关联又存在差异的案例进行横向与纵向的对比分析, 从不同视角审视研究问题, 能够更加全面、深入地揭示研究对象的内在本质与规律, 进而提升研究结论的可信度与普适性。

本文选取海尔中德滚筒互联工厂、青岛某中央空调工厂、郑州海尔热水器互联工厂以及上海某高端洗涤工厂作为研究案例, 具体原因如下:

第一, 基于案例的典型性与代表性, 海尔中德滚筒互联工厂作为大规模、智能化、柔性化生产的滚筒洗衣机智造基地, 借助 5G + MEC 技术实现全连接生产, 在技术创新、商业价值和发展潜力方面表现卓越, 其成功经验对于探索制造业智能化升级中的 5G 应用路径具有重要借鉴意义。青岛某中央空调工厂聚焦厂区安全管控, 利用视觉检测技术实现多场景智能预警, 为制造业在安全生产智能化管理领域提供了典型范例。郑州海尔热水器互联工厂有效解决了传统工厂交通、信号以及安全等难题, 通过 5G + UWB 技术实现精益管理、资产云管控和安全防护, 在提升生产管理效率和安全防护等级方面成果显著,

代表了制造业在智能管控方面的创新实践。上海某高端洗涤工厂针对原材料管理、仓储物流等问题进行全面优化,大幅提升生产稳定性和智能化程度,其经验在制造业仓储物流智能化升级方面具有典型性。

第二,基于案例资料可获取性,这些企业均在行业内具有较高知名度,其智能化升级过程受到广泛关注。相关信息不仅可从企业官方渠道获取,如企业官网发布的新闻动态、项目成果展示,还能在行业媒体报道、专业研究报告中找到丰富资料,满足三角验证的要求,为深入研究提供充足的数据支撑。

第三,基于理论与案例的适配性,上述四家工厂在卡奥斯 COSMOPlat 的赋能下,分别在不同领域突破智能化升级的瓶颈。从生产制造环节的 5G 应用,到安全管理、精益生产以及仓储物流优化,它们在应对智能化转型挑战过程中的实践,与本研究探索平台赋能制造业智能化升级路径的目标高度契合,能够为研究提供丰富的实践素材与理论验证依据。

### 3.2. 案例数据收集与分析

本文通过多渠道收集卡奥斯 COSMOPlat 及四家互联工厂的二手数据,案例数据主要来自卡奥斯 COSMOPlat 以及海尔中德滚筒互联工厂、青岛某中央空调工厂、郑州海尔热水器互联工厂、上海某高端洗涤工厂的官网、企业公开报告、新闻等。在数据分析阶段,运用描述性分析、对比分析、趋势分析和因果分析等方法,深入剖析企业概况、产品服务、智能制造水平等方面。描述性分析涵盖企业概况、产品布局与智能制造水平,如中德滚筒互联工厂产能优势显著,上海高端洗涤工厂智能检测系统提升产品质量;对比分析从生产效率、产品质量等维度横向比较各工厂差异,纵向剖析不同时期发展趋势;趋势分析聚焦技术创新方向与市场需求演变;因果分析则揭示研发投入与市场竞争力、原材料供应与生产效率等关键因素间的关联。

## 4. 基于知识社区理论的赋能路径分析

### 4.1. 基于知识生产逻辑的赋能路径

卡奥斯 COSMOPlat 通过模式 2 (应用导向)与模式 3 (生态协同)的融合,推动知识生产从“单一学科供给”转向“场景化协同创造”,各案例在技术领域和合作主体上呈现差异化特征。

以海尔中德滚筒互联工厂为例,2021 年 1 月,卡奥斯 COSMOPlat 联合海尔集团 IT 平台、中国移动、华为等共建“5G 边缘计算联合创新基地”。这一合作基于 5G 在工业场景应用的实际需求,跨领域整合通信技术、信息技术、制造业技术等多方面知识,打破了传统知识生产的学科和组织界限,体现了知识生产模式 2 的跨学科整合特性,同时,众多资源方携手构建起从创新化到商业化融合的跨界创新生态,形成了多层次、多形态的知识创新系统,符合知识生产模式 3 的特点。

在青岛某中央空调工厂案例中,卡奥斯 COSMOPlat 与工厂内部团队紧密合作,聚焦视频分析技术、传感器感应处理技术在安全管理中的应用。安防知识、工业自动化知识、信息技术等不同领域的知识在此相互交融,共同为解决实际问题发力,生动诠释了知识生产模式 2 的跨学科性。

在郑州海尔热水器互联工厂的项目里,卡奥斯 COSMOPlat 旗下海尔工业智能研究院、海尔集团 IT 平台、工厂自身以及中国移动等各方主体紧密协作,在 5G + UWB 技术应用、生产设备管控、车辆管理等方面积极分享知识、协同创新,精准契合三重螺旋和四重螺旋理论中多主体互动的逻辑。通信企业提供技术支持,工厂贡献生产场景需求和实践经验,科研机构输出前沿技术研究成果,多方携手共同推动知识创新,成功实现了对现场生产的精益、资产、安全等方面的智能管控。上海某高端洗涤工厂在解决原材料管理、仓储物流等问题时,卡奥斯 COSMOPlat 与工厂各部门以及相关技术供应商展开合作。在定制化载具设计和电控防错系统开发过程中,技术供应商提供专业技术知识,工厂提出实际需求和应用场景,卡奥斯 COSMOPlat 凭借资源整合能力,将各方资源和知识有机融合,有力地促进了知识生产和创

新, 充分彰显了多主体在知识生产中的协同作用。

案例表明, 平台赋能的知识生产并非单一模式主导, 而是根据企业痛点动态组合模式 2 与模式 3: 技术复杂度高、跨领域协作需求强的场景(如 5G 应用)更依赖模式 3 的生态协同; 而聚焦特定职能优化的场景(如安全管理)则以模式 2 的问题导向整合为主。

#### 4.2. 基于知识弥散逻辑的赋能路径

针对中小企业知识吸收能力弱的痛点, 卡奥斯 COSMOPlat 通过构建“技术中介 + 场景适配”的弥散体系, 在不同案例中呈现差异化的知识传播路径。

在海尔中德滚筒互联工厂, 5G 先进制造全连接场景化解决方案的推广促使 5G 技术、机器视觉、人工智能等相关知识在工厂内部迅速传播, 员工通过参与项目和培训掌握新知识, 加速了知识应用和创新, 同时, 企业对提升生产效率和竞争力的追求推动知识在部门间快速流动, 市场部门获取的客户需求知识能及时传递至研发和生产部门, 推动产品创新和生产优化, 实现知识快速弥散。

卡奥斯 COSMOPlat 在知识弥散的三重路向中发挥了显著作用。平台将先进工业互联网理念引入工厂, 推动企业变革, 促进科学与社会交流; 技术团队与工厂技术人员密切沟通, 加速新技术应用, 体现科学从业者间交流; 工厂生产设备与管理系统互联互通, 如上海某高端洗涤工厂通过设备运行状况实时 3D 显示系统实现生产与管理高效协同, 提升知识弥散效果, 展现物质世界与社会世界实体间交流。

在知识弥散主体的协同关系方面, 卡奥斯 COSMOPlat 作为中间组织, 帮助不同背景员工理解应用知识。在海尔中德滚筒互联工厂组织培训交流活动, 促进知识传播共享, 加速隐性知识流动, 催化知识异质性质增长, 同时协助青岛某中央空调工厂与外部供应商、科研机构建立联系, 促进安全管理技术知识交流, 提升安全管理水平。

平台作为“知识翻译者”的核心价值在于根据企业数字化基础动态调整弥散策略: 数字化程度较高的企业(如海尔中德工厂)侧重虚拟网络赋能; 传统制造企业(如青岛中央空调工厂)依赖线下中介的知识转化, 最终实现“技术复杂度”与“企业吸收能力”的匹配。

#### 4.3. 基于知识应用逻辑的赋能路径

卡奥斯 COSMOPlat 助力各工厂实现规模经济和范围经济, 并提升全球竞争力。在规模经济应用方面, 海尔中德滚筒互联工厂借助 5G 先进制造全连接场景化解决方案, 提高生产效率, 降低生产成本。新员工培训上岗时间缩短 40%, 误操作率降低 70%, 资源配置效率提高, 推动扩大生产规模。郑州海尔热水器互联工厂通过优化现场路径路线和资产云管控, 提高生产效率, 降低成本, 提升资源利用效率, 促进规模经济。在范围经济应用方面, 海尔中德滚筒互联工厂的解决方案拓展至其他家电产品生产, 上海某高端洗涤工厂的技术应用于其他制造业仓储管理, 企业通过整合优化技术, 拓展业务范围, 实现范围经济。在全球竞争应用方面, 海尔中德滚筒互联工厂荣获“年度数字化转型项目”, 其经验技术可帮助企业在全球市场占据优势。青岛某中央空调工厂通过打造样板工厂标杆, 提升知名度和影响力, 拓展技术和知识至其他工业领域, 增强全球市场竞争力。

#### 4.4. 基于创新生态系统耦合逻辑的赋能路径

各案例在创新生态构建上呈现“集群网络 - 主体模式 - 演化路径”的递进关系, 体现分形创新特征。在集群与网络构建方面, “5G 边缘计算联合创新基地”汇聚多方资源, 形成地理空间和部门集群。各方知识技术融合构建知识集群, 通过网络共享流动, 促进创新。郑州海尔热水器互联工厂在 5G + UWB 技术应用中, 形成合作网络, 各方互动互补, 推动技术创新, 提升管理水平和防护能力, 增强创新生态系

统活力。在主体运行模式方面, 海尔中德滚筒互联工厂采用非线性创新模式, 不同主体协同创新。上海某高端洗涤工厂通过整体规划、分步实施、单点赋能, 实现生产模式转变, 不同创新主体协同合作, 提高创新效率。在运行逻辑方面, 卡奥斯 COSMOPlat 促进创新生态系统的共同进化、共同专业化、竞合和分形。青岛某中央空调工厂在项目中优化技术和管理方法, 在市场竞争中竞合提升竞争力, 创新生态系统分形特征促进知识生产、弥散和应用, 推动企业数字化转型。

## 5. 总结与启示

卡奥斯 COSMOPlat 对各工厂的赋能是一个基于知识社区理论的多维度、系统性过程。在知识生产逻辑上, 卡奥斯 COSMOPlat 通过与多方合作, 融合不同领域知识, 以模式 2 和模式 3 打破学科与组织界限, 实现跨领域知识创新, 各主体紧密协作推动知识创造。在知识弥散逻辑方面, 借助技术构建高效知识传播环境, 利用科学与社会、科学从业者、物质与社会世界的交流, 以及中间组织的桥梁作用, 促进知识快速传播、共享与创新。从知识应用逻辑来看, 卡奥斯 COSMOPlat 助力工厂在规模经济上提升效率、降低成本以扩大规模, 在范围经济中拓展业务, 在全球竞争中凭借技术创新与经验复制增强竞争力。在创新生态系统耦合逻辑层面, 卡奥斯 COSMOPlat 帮助工厂构建集群与网络, 推动主体运行模式向非线性创新转变, 通过共同进化、竞合等方式促进知识的生产、弥散和应用, 实现可持续创新发展。

卡奥斯 COSMOPlat 的赋能路径对各层面主体具有重要启示。企业层面, 中小制造企业应积极与外部平台合作, 像各工厂与卡奥斯 COSMOPlat 合作一样, 借助平台资源整合能力, 引入外部知识和技术, 打破企业内部知识孤岛, 同时, 要重视知识管理, 搭建内部知识共享平台, 促进员工之间的知识交流, 加速知识在企业内的传播和应用, 提升企业整体创新能力。平台层面, 赋能平台需不断强化自身资源整合能力, 聚合更多领域的合作伙伴, 构建丰富的知识创新生态, 并且要根据不同企业的个性化需求, 开发定制化的解决方案, 提高赋能的精准度和有效性, 更好地推动企业数字化转型。行业层面, 行业协会等组织应发挥桥梁作用, 组织企业间的交流活动, 促进成功经验和创新技术的分享, 推动行业标准的制定, 规范行业发展, 营造良好的创新竞争环境, 提升整个行业的数字化水平和国际竞争力。政府层面, 政府应加大对工业互联网平台建设和企业数字化转型的政策支持和资金投入, 如设立专项基金、给予税收优惠等, 同时, 加强数字基础设施建设, 提高网络覆盖率和质量, 为企业数字化转型提供良好的基础条件。

## 基金项目

本文系江苏省社科基金项目《平台赋能江苏中小制造企业数字化创新的路径与机制研究》(项目编号: 21GLC023)以及国家社科一般项目《平台与集群协同赋能中小制造企业数字创新的路径与机制研究》(项目编号: 24BGL010)的阶段性成果。

## 参考文献

- [1] 李春发, 李冬冬, 周驰. 数字经济驱动制造业创新升级的作用机理——基于产业链视角的分析[J]. 南开管理评论, 2020(2): 73-82.
- [2] 田秀娟. 数字技术赋能实体经济创新发展的内生增长理论分析框架[J]. 经济研究, 2022, 38(15): 34-50.
- [3] 陈威如. 依附式升级: 平台生态系统中参与者的数字化创新战略[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(9): 13-20.
- [4] 马永开, 李仕明, 潘景铭. 工业互联网之价值共创模式[J]. 管理世界, 2020, 36(8): 211-222.
- [5] 郑勇华, 孙延明, 尹剑峰. 工业互联网平台数据赋能、吸收能力与制造企业数字化创新[J]. 管理科学学报, 2023, 40(11): 19-31.
- [6] 刘月, 朱秀梅, 翟运开. 工业互联网平台赋能研究: 前沿探析、内在机理与未来展望[J]. 技术经济, 2024, 43(9): 95-108.
- [7] 易加斌, 李霄, 杨小平, 等. 创新生态系统理论视角下的农业数字化转型: 驱动因素、战略框架与实施路径[J].

农业经济问题, 2021(7): 101-116.

- [8] 孙丹, 徐辉. “知识社区”知识生产、弥散与应用的逻辑理路——基于创新生态系统理论视角[J]. 科学管理研究, 2022, 40(5): 22-30.
- [9] Eisenhardt, K.M. and Graebner, M.E. (2007) Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges. *Academy of Management Journal*, **50**, 25-32. <https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>