工业互联网平台、虚拟集聚和制造业转型升级

左梦柯，王法涛

（河北经贸大学经济学院，石家庄 050061）

摘要：基于2015—2023年中国A股制造业上市公司的数据，对工业互联网平台、虚拟集聚与制造业转型升级三者间的内在联系进行了实证检验。构建了相应的理论模型，提出工业互联网平台可通过整合与优化资源配置、提升生产与决策效率、促进商业模式创新三条路径推动制造业转型升级的理论假设。进一步通过机制检验发现，虚拟集聚在工业互联网平台促进制造业转型升级的过程中具有显著的部分中介作用，即平台不仅直接推动转型，还通过促进企业间的虚拟集聚间接发挥作用。实证结果表明，工业互联网平台对制造业转型升级具有显著正向影响，且虚拟集聚在这一关系中扮演关键中介角色。研究发现工业互联网平台的促进效应随时间递减，至第三年已不显著，表明其影响具有明确的中期时效边界。通过研究，从理论上深化了对三者作用机制的理解，并为政策制定提供了依据，即重点加强工业互联网平台建设、优化虚拟集聚环境、促进企业间协同创新，从而有效推动制造业转型升级与高质量发展。

关键词：工业互联网平台；制造业转型升级；虚拟集聚

中图分类号：F424.3 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)08－0092－07

数字经济时代，产业集聚虚拟化趋势日益显著。广大中小企业以工业互联网平台为载体，构建起资源共享、优势互补的集群化发展生态。党的二十届三中全会强调，加快新一代信息技术全方位全链条普及应用，发展工业互联网，打造具有国际竞争力的数字产业集群，推动制造业向高端化、智能化、绿色化方向发展，为推进中国式现代化提供坚实的产业支撑。在此背景下，厘清工业互联网平台推动传统产业转型升级的机制，具有重要的理论与现实意义。

工业互联网平台作为新一代信息技术与制造业深度融合的典型形态，通过构建多层级数据采集、分析与智能决策体系，为制造业数字化转型提供关键支撑。其技术架构涵盖设备层、网络层、平台层和应用层的四维协同体系[1]，基于物联网、边缘计算和云计算等技术，实现制造资源全要素、全链条的泛在互联与弹性配置，不仅为突破传统路径依赖提供了技术通道，也推动制造强国与网络强国战略的深度融合。

虚拟集聚是制造业企业基于工业互联网平台形成的新型产业组织形态，其核心在于通过数据要素的实时交互与智能协同，打破地理空间限制，实现资源在虚拟空间中的优化配置[2]。它既是“互联网＋”时代产业组织的新形态，也是中国制造业转型升级的重要路径[3]。

现有相关研究主要围绕两方面展开：在工业互联网驱动制造业转型升级方面，学者们从多维度揭示了其作用机制：王一晨[1]提出了资源配置优化、生产流程完善、运营管理升级及商业模式创新四维路径；蔡呈伟和戚聿东[4]则构建了数字化转型、产业链平台化与产品服务化三层次赋能模型，旨在破解生产效率低下与产业链断点等难题；吕明元和程秋阳[5]论证了技术融合中数据贯通与生态重构的核心价值；郭瑞兵和赵军[6]通过异质性研究发现了非线性门槛效应，揭示了中西部地区的后发优势；钞小静等[7]实证量化了全要素生产率提升效应，并分解出资源再配置、创新协同与决策优化三大传导渠道。这些研究奠定了坚实的理论基础，但多数聚焦于直接效应，对其中介路径的探讨尚存空白。

在虚拟集聚及其产业效应方面，研究关注工业互联网的平台联结功能：王如玉等[3]提出其能通过重构生产要素配置以形成虚拟产业集群，从

收稿日期：2025-12-05

基金项目：河北省科技厅科学项目(24457642D)；河北省文化和旅游厅项目(HB24-YB097)

作者简介：左梦柯(2000—)，女，河北石家庄人，硕士研究生，研究方向为平台经济与数字化转型；通信作者王法涛(1980—)，男，山东德州人，博士，副教授，研究方向为平台经济与数字化转型。

而突破地理边界限制;李爱国等[8]发现其构建的开放式创新生态系统有助于提升区域创新效率;王林辉等[9]则验证了智能技术对虚拟集聚效率的强化作用。关于虚拟集聚的经济后果,陈小勇[10]证实其能提升行业生产率并强化规模经济;陈斌和何思思[11]从数字经济视角指出其对技术创新的正向溢出效应;田泽等[12]进一步将研究拓展至绿色高质量发展维度。

尽管现有研究已厘清工业互联网的技术赋能效应与虚拟集聚的产业价值,但二者间的中介传导路径尚未充分揭示。具体表现为:①多数文献孤立探讨工业互联网或虚拟集聚的单向影响,缺乏"技术平台-组织形态-产业升级"的链式作用分析;②对虚拟集聚的中介效应缺乏理论建模与实证检验;③现有机制解释多基于静态视角,未考虑技术迭代与组织演化的动态匹配过程。通过构建"工业互联网-虚拟集聚-制造业升级"的理论框架,利用中介效应模型与基础回归方法,揭示虚拟集聚在技术扩散中的传导机制及其非线性特征,从而弥补现有研究对影响路径分析的不足,为数字经济时代的产业政策设计提供新的理论依据。

1 理论机制和研究假说

1.1 工业互联网平台与制造业转型升级

1.1.1 促进资源整合,优化资源配置

在数字经济背景下,工业互联网平台凭借其资源整合与优化配置能力,成为推动制造业转型升级的重要驱动力。平台通过降低信息不对称和交易风险,依托开放、平等、协作、共享的互联网特性,实现资源整合重构与动态共享,构建价值共创的新型生产模式,有效加速制造业向高质量发展转型[13,15]。工业互联网平台以网络化方式连接分散资源,促进信息共享与业务协同,优化资源配置效率。这一变革不仅推动知识信息资源的获取与整合,打破"信息孤岛"与"流通屏障"[13,16],还通过资源重组形成更具共享性、灵活性与精准性的价值共创模式,使整体创造价值远超零散资源之和[7]。此外,工业互联网平台运用数据网络等技术手段配置资源,将数据作为关键生产要素纳入分配体系,显著提升资源配置效率与全要素生产率,加快制造业转型升级[5,17]。对制造企业而言,数据资源是提升资源配置能力的基础,工业互联网通过数字化平台实现数据互联互通,推动生产分工更专业、体系更完善、模式更成熟,从而全面提升资源配置能力,持续促进制造业转型升级。

1.1.2 优化生产制造流程,提升运营管理决策

工业互联网平台作为新一代信息技术的融合载体,其核心价值在于推动生产制造流程优化与运营管理决策增效,支撑现代制造体系构建,引领制造业整体转型升级。首先,平台通过数据分析与实时监控,对产品管理、工艺参数、流程设计、物料设备、质量与成本等关键环节实施智能化改造,构建数据驱动的制造新范式[1],提升车间智能化水平。基于关键指标监测与预警,平台可快速识别并规避运行风险[4];同时借助数字孪生技术,以现场数据在虚拟空间仿真优化生产过程[18],实现排产调度、人员配置与物料管控的精准管理,有效优化制造全流程。其次,平台在自动化设备与信息管理系统间建立连接桥梁,依托大数据与云计算打通信息壁垒,实现数据自由流通与集中管控,保障生产、运营与供应链数据的无缝对接。该机制显著提升了企业资源调配与多环节协同能力,提高产业链上下游协作效率,推动供应链高效协同,进而大幅提升运营管理决策效率[7]。此外,平台通过网络化、智能化的控制方式,促进数据共享、知识复用、业务协同与系统整合,支撑科学管理决策落地。通过上述系统措施,工业互联网平台不仅优化了生产流程,也提高了运营管理效率,为制造业转型升级持续赋能。

1.1.3 促进商业模式创新

工业互联网平台推动了金融、物流、农业等领域与制造业的融合创新,促进了原有产品体系和服务方式的演进转变。例如,海尔的卡奥斯 COSMOPlat 平台,在金融领域实现了用户需求与智能制造的深度融合,让用户能够参与到产品设计、生产、物流等全流程中,推动产业数字金融的创新发展,实现秒级分析和决策,增强信用体系。在农业领域,农信互联的"猪联网 4.0"通过数据集成管理、智能猪场和智慧交易等服务,利用"猪小智"技术提供智能监控和饲喂,收集和追溯数据,为猪场的运营管理决策提供技术支持,引领智慧养猪新生态。以上两个例子展示了工业互联网平台如何推动金融和农业领域产品体系和服务方式的演进转变,这些都是商业模式创新的体现。

综上所述,工业互联网平台通过整合资源并优化资源配置、优化生产制造流程并提高运营管理决策效率、促进商业模式创新,为制造业的转型升级提供了强有力的支持。据此,提出以下研究假设。

H1:工业互联网平台的发展显著促进制造业转型升级。

1.2　制造业虚拟集聚的中介作用

工业互联网平台一方面直接推动制造业的数字化、网络化与智能化发展，另一方面则通过制造业虚拟集聚的中介作用，间接促进其转型升级。

工业互联网平台作为工业资源汇聚与共享的载体，通过连接设备、系统与生产流程数据，催生了众包众创、协同制造、智能服务等新业态[1]，直接推动制造业转型升级。作为工业级操作系统，平台融合云计算、大数据、物联网与人工智能等先进技术，提升制造智能化水平，优化资源配置与生产流程，持续推动商业模式创新。虚拟集聚作为关键中介，依托工业互联网平台推动企业在虚拟空间高效集聚，实现线上线下有机融合[10]。该形态打破地理限制，降低中小企业参与门槛，提升信息透明度，显著降低交易成本[13]。通过引导供应链企业“上云上平台”，平台进一步消除信息隔阂，增强上下游生产协作能力，实现供应链高效协同[7]。相较于传统地理集聚，虚拟集聚具有更强外部性[8]。工业互联网平台借助该机制，进一步优化资源配置效率，提升产业链协同水平与供应链运行效能[7]，进而提高制造业全要素生产率。

综上，工业互联网平台对制造业转型升级具有双重驱动作用：既直接推动转型进程，又通过虚拟集聚的中介效应间接促进发展，为制造业高质量发展提供新路径与新动力。据此，提出以下研究假设。

H2：制造业虚拟集聚在工业互联网平台推动制造业转型升级的机制中发挥部分中介作用。

2　研究设计

2.1　模型构建

为检验假说，建立如下面板固定效应模型。

$$MITU_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 IIP_{it} + \sum \alpha Controls_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)考察工业互联网平台(IIP)对制造业转型升级(MTU)的影响。其中，Controls 为控制变量，μ_i、θ_t分别为个体与时间固定效应。若 α_1显著为正，说明 IIP 对 MTU 具有促进作用。

在此基础上，构建中介效应模型如式(2)和式(3)所示。式(2)检验 IIP 对虚拟集聚(VA)的作用，β_1显著为正表示促进，显著为负。式(3)进一步检验 VA 的中介作用，若 β_1与 γ_2均显著，且 γ_1不显著，则为完全中介；若 γ_1显著，则为部分中介。

$$VC_{it} = \beta_0 + \beta_1 IIP_{it} + \sum \beta Controls_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$MITU_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 IIP_{it} + \gamma_2 VC_{it} + \sum \gamma Controls_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

2.2　变量设定

2.2.1　被解释变量

制造业转型升级(MTU)。使用 LP 法测算的全要素生产率衡量制造业转型升级程度。

2.2.2　核心解释变量

工业互联网平台发展水平(IIP)。参考卢福财和陈慧[19]、胡元林等[20]的做法，采用文本分析法，通过统计制造业 A 股上市公司年报中工业互联网关键词的频率，以构建其发展水平指标。具体关键词如表 1 所示。

2.2.3　中介变量

制造业虚拟集聚水平(VA)。参考张青等[2]的做法，基于确定的虚拟集聚关键词，使用 Python 统计其在上市公司年报中的词频，并构建多维度指标以综合评价其发展水平。具体用于识别虚拟集聚特征的关键词选择如表 2 所示。

2.2.4　控制变量

控制变量包括企业的资产负债率(Lev)、股权集中度(Top1)、总资产净利润率(ROA)、创新投入(R&D)、营业收入增长率(Growth)和企业年龄(FirmAge)。这些指标分别反映了企业的负债水平、决策能力、盈利能力、创新能力、企业成长性和经营水平，企业的这些特质和企业的转型升级有着密切的关系。主要变量说明如表 3 所示。

2.3　数据来源

工业互联网的概念最早在 2012 年形成，2015 年以前，传统制造企业对互联网的应用较少。2015 年，《国务院关于积极推进“互联网＋”行动的指导意见》提出“加快推动云计算、物联网、智能工业机器

表 1　工业互联网平台关键词

项目	关键词
工业互联 6 平台(IIP)	工业互联网、产业互联网、互联网＋物联网、区块链、数字工业、工业云、云服务、云平台、云计算、数字化、网络化、智能化、智能制造、先进制造、协同制造、机器人、自动化、人工智能、大数据分析、5G、IPv6、互联网、移动互联网、移动互联、工业 4.0、信息化、信息技术、信息通信技术、CPS、数字孪生、边缘计算、智能传感、云端协同、TSN、SDN、CAX、ERP、MES、SCM

表 2　制造业企业虚拟集聚关键词

项目	分类	关键词
制造业虚拟集聚(VA)	研发层面	在线研发协同、在线设计协同、协同设计、设计共享、协同研发、研发共享、虚拟研发网络、研发联盟、合作研发网络、合作创新网络、虚拟创新网络、数字化技术交流、数字化知识交流、知识共享、技术共享、分布式研发、分布式设计、分布式创新、互动研发、互动创新
	制造层面	在线协同制造、网络协同制造、远程协作、虚拟工厂、分布式制造、智能协同制造、制造资源数字化、数字化制造资源、制造资源共享、离散制造
	营销层面	互联网营销、互联网销售、智能营销、电子商务、B2B、数字营销、线上线下、线上到线下、线上和线下、O2O、物流跟踪、智能仓储、智能物流、数字化供应链

表 3　主要变量及其说明

变量类别	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	制造业转型升级	MTU	采用 LP 方法测算的全要素生产率
解释变量	工业互联网平台发展水平	IIP	基于文本分析法统计制造业上市公司年报中与工业互联网平台相关的关键词词频
中介变量	制造业虚拟集聚水平	VA	基于文本分析法统计制造业上市公司年报中与虚拟集聚相关的关键词词频
控制变量	资产负债率	Lev	总负债/总资产
	股权集中度	Top1	期末第一大股东持股总数与流通股股数之比
	总资产净利润率	ROA	净利润/总资产
	创新投入	R&D	期末无形资产净额/总资产
	营业收入增长率	Growth	本年营业收入/上一年营业收入－1
	企业年龄	FirmAge	ln(当年年份－公司成立年份＋1)

人、增材制造等技术在生产过程中的应用”,标志着中国工业互联网的发展开始起步[2]。因此,选取2015—2023 年制造业 A 股上市公司的观测值为研究样本。数据来源包括两个部分:企业年报文本数据通过 Python 编程语言从巨潮资讯网自动抓取,财务及经营数据则来源于国泰安金融数据库(CSMAR)。在数据处理环节剔除了金融机构以及被特别处理(ST)和退市的上市公司,保留关键变量完整且连续五年有效的观测值,并对连续变量进行 1%和 99%分位数缩尾处理。

3　实证分析

3.1　工业互联网平台驱动制造业转型发展的实证研究:基准回归分析

根据表 4 基准回归结果,在控制年份和企业固定效应后[列(1)],工业互联网平台(IIP)系数为 5.185 6,且在 1%的水平上显著。加入控制变量后[列(2)],IIP 系数仍保持显著(4.835 6,$P<0.01$)。结果表明 IIP 对制造业转型升级具有显著促进作用,H1 得证。

3.2　工业互联网平台赋能制造业转型升级的传导机制研究:基于虚拟集聚的中介效应检验

表 5 列(2)和列(3)显示,工业互联网平台(IIP)对虚拟集聚(VA)具有显著正向影响(0.061 3,$P<0.01$),而 VA 对制造业转型升级(MTU)同样在 1%的水平上显著。在控制 VA 后,IIP 对 MTU 仍显著,表明虚拟集聚起部分中介作用,H2 得证。

表 4　工业互联网平台对制造业转型升级的影响

变量	(1)	(2)
	MTU	MTU
IIP	5.185 6***	4.835 6***
	(0.540 7)	(0.479 3)
Lev		0.574 5***
		(0.027 1)
Top1		－0.040 6
		(0.050 1)
ROA		1.881 1***
		(0.049 3)
R&D		－1.284 7***
		(0.130 9)
Growth		0.245 0***
		(0.008 0)
FirmAge		0.682 4***
		(0.076 5)
常数项	8.298 2***	5.970 5***
	(0.004 7)	(0.232 7)
企业/年份固定效应	是	是
观测值	17 392	17 392
调整 R^2	0.883 1	0.908 3

注:***、**、* 分别代表 1%、5%、10%的显著性水平;括号内为标准误。

3.3　稳健性分析

3.3.1　更换被解释变量

采用 OP 法测算的全要素生产率替换 LP 法进行稳健性检验。表 6 结果显示,工业互联网平台仍在 1%水平上显著促进制造业升级。列(2)和列(3)表明,虚拟集聚(VA)的中介效应依然显著,结论稳健。

表 5　虚拟集聚的中介效应检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	MTU	VA	MTU
VA			3.873 7***
			(0.911 8)
IIP	4.835 6***	0.061 3***	4.598 2***
	(0.479 3)	(0.004 3)	(0.482 3)
常数项	5.970 5***	0.002 2	5.962 0***
	(0.232 7)	(0.002 1)	(0.232 5)
控制变量	是	是	是
企业/年份固定效应	是	是	是
观测值	17 392	17 392	17 392
调整 R^2	0.908 3	0.595 0	0.908 4

注：***、**、* 分别代表 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为标准误。

表 6　更换被解释变量的稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	MTU	VA	MTU
VA			2.619 4***
			(0.807 8)
IIP	3.147 2***	0.061 3***	2.986 6***
	(0.424 5)	(0.004 3)	(0.427 3)
常数项	5.003 8***	0.002 2	4.998 0***
	(0.206 1)	(0.002 1)	(0.206 0)
控制变量	是	是	是
企业/年份固定效应	是	是	是
观测值	17 392	17 392	17 392
调整 R^2	0.887 7	0.595 0	0.887 8

注：***、**、* 分别代表 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为标准误。

3.3.2　剔除若干样本

为排除行业特质干扰，剔除与工业互联网天然关联的计算机、通信及其他电子设备制造业企业。表 7 结果显示，结论依然稳健，假设均获验证。

3.3.3　改变中介效应检验方式

采用 Bootstrap 法检验中介效应，该非参数方法不依赖正态分布假设，结果更为稳健。如表 8 所示，直接效应与中介效应均显著，中介效应占比 29.44%，验证了相关假设，结论稳健可信。

3.4　内生性分析

为缓解双向因果等内生性问题，采用工具变量法进行估计。选取工业互联网平台发展水平（IIP）的滞后一期（L. IIP）作为工具变量，进行 2SLS 回归。

表 9 第一阶段结果显示，工具变量与 IIP 显著相关。第二阶段中，Kleibergen-Paap rk LM 统计量（170.351）通过识别不足检验，Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量（469.446）远高于临界值，表明工具变量有效。结果显示，在控制内生性后，工业互联网平台对制造业升级仍具有显著促进作用。

表 7　剔除若干样本的稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	MTU	VA	MTU
VA			3.810 8***
			(0.966 1)
IIP	5.397 8***	0.060 2***	5.168 3***
	(0.565 9)	(0.005 1)	(0.568 5)
常数项	5.905 8***	0.002 0	5.898 2***
	(0.249 5)	(0.002 3)	(0.249 4)
控制变量	是	是	是
企业/年份固定效应	是	是	是
观测值	14 843	14 843	14 843
调整 R^2	0.913 9	0.600 8	0.914 0

注：***、**、* 分别代表 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为标准误。

表 8　中介效应 Bootstrap 检验结果

直接效应	中介效应	总效应	中介效应占比(%)
4.680 1***	1.952 3***	6.632 4	29.44
[3.622 0,6.003 6]	[1.642 4,2.311 3]		

注：[ ]内为经过偏差修正的 95%置信区间；***、**、* 分别代表 1%、5%、10%的显著性水平；表中的数值为抽样 1 000 次的结果。

表 9　工业互联网平台对制造业转型升级影响的内生性检验结果

变量	(1)	(2)
L. IIP	0.383 1***	
	(0.017 7)	
IIP		9.789 6***
		(1.729 3)
Kleibergen-Paap rk LM statistic		170.351
		[0.000 0]
Kleibergen-Paap rk Wald F statistic		469.446
		【16.38】
控制变量	是	是
企业/年份固定效应	是	是
观测值	17 392	17 392

注：***、**、* 分别代表 1%、5%、10%的显著性水平；圆括号内为标准误；[ ]内 LM 检验的 P 值；【】内为 Stock-Yogo 10%的临界值。

3.5　进一步分析

为揭示 IIP 效应的动态演化规律，进一步检验了多期滞后效应。如表 10 所示，滞后一至三期系数分别为 4.308 2、2.344 5、0.290 7，随滞后期增加呈递减趋势，到滞后三期影响减弱且不显著。这表明 IIP 的效应存在 1 或 2 年的滞后期，且影响具有中期持续性但非永久性。可能原因是技术效应的早期释放较强，后期需要新的投入维持影响。

表 10　工业互联网平台对制造业转型升级影响的多期滞后效应

变量	(1)	(2)	(3)
	MTU	MTU	MTU
L.IIP	4.308 2*** (0.686 2)		
L2.IIP		2.344 5*** (0.683 9)	
L3.IIP			0.290 7 (0.708 3)
常数项	6.264 4*** (0.573 7)	6.737 3*** (0.686 0)	7.651 8*** (0.801 1)
控制变量	是	是	是
企业/年份固定效应	是	是	是
观测值	15 059	12 938	10 829
调整 R^2	0.918 8	0.927 0	0.939 0

注:***、**、* 分别代表 1%、5%、10%的显著性水平;括号内为标准误。

4　结论和建议

本文以 2015—2023 年中国 A 股制造业上市公司为研究样本,运用面板固定效应模型、中介效应模型等计量方法,系统分析工业互联网平台、虚拟集聚与制造业转型升级三者间的内在作用机制,得出以下研究结论。

(1)工业互联网平台对制造业转型升级具有显著的正向促进作用,其可通过整合优化资源配置、提升生产与决策效率、促进商业模式创新三条路径,直接推动制造业向高端化、智能化、绿色化方向转型,验证了工业互联网平台的技术赋能效应。

(2)控制变量的回归结果显示,资产负债率、营业收入增长率、总资产净利润率及企业年龄均对制造业转型升级具有显著正向影响,表明财务杠杆合理、成长性良好、盈利能力较强且经营经验丰富的制造企业,更易借助工业互联网平台实现转型升级;第一大股东持股比例的系数为负但未通过显著性检验,表明股权集中度对制造业转型升级的影响尚不明确;研发投入的系数显著为负,原因可能在于研发投入的回报周期较长,短期内会挤占企业的正常运营资源,对企业绩效产生抑制作用[21],但从长期来看,研发投入对制造业转型升级的正向作用仍值得期待。

(3)制造业虚拟集聚在工业互联网平台推动制造业转型升级的过程中发挥显著的部分中介作用,即工业互联网平台既能够直接赋能制造业转型升级,也可通过促进企业间的虚拟集聚,打破地理空间限制、降低交易成本、提升产业链协同水平,实现对制造业转型升级的间接推动。

(4)工业互联网平台对制造业转型升级的促进效应具有时间递减特征,其影响在应用后 1～2 年仍显著,而在第三年已不显著,表明数字技术的赋能效应存在窗口期,若缺乏持续的技术迭代与投入,工业互联网平台难以对制造业转型升级形成持续赋能。

基于上述研究结论,为充分释放工业互联网平台与虚拟集聚的赋能效应,推动制造业转型升级与高质量发展,本文提出以下政策建议。

(1)加强工业互联网平台建设,夯实制造业数字化转型基础。政府层面加大政策引导与资金投入,加快工业互联网基础设施建设,完善工业互联网技术标准与规范,为工业互联网平台的发展营造良好的政策环境;企业层面主动顺应数字经济发展趋势,积极引入工业互联网相关先进技术,提升企业数据采集、分析与应用能力,推动生产制造全流程的数字化改造,实现与工业互联网平台的深度融合。

(2)优化虚拟集聚发展环境,推动制造业产业组织形态升级。通过出台专项扶持政策、完善数字基础设施等方式,营造有利于制造业虚拟集聚发展的市场环境,引导中小企业“上云上平台”,降低企业参与虚拟集聚的门槛;充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,通过市场竞争激励企业提升自身竞争力,推动企业在虚拟空间实现资源整合、优势互补与协同发展,形成高效的虚拟产业集群。

(3)推动企业间协同创新,提升制造业产业链供应链现代化水平。鼓励制造企业依托工业互联网平台开展跨企业、跨行业的信息共享与技术合作,围绕制造业核心技术与关键环节开展联合攻关,降低企业研发成本,加快技术成果转化;推动产业链上下游企业通过虚拟集聚实现深度协同,优化供应链资源配置,提升产业链供应链的韧性与稳定性,增强制造业行业整体竞争力与可持续发展能力。

(4)注重技术持续迭代,延长工业互联网平台的赋能时效。加大对工业互联网核心技术研发的支持力度,鼓励高校、科研机构与企业开展产学研合作,推动工业互联网技术的持续创新与迭代;企业建立常态化的技术投入机制,根据行业发展趋势与自身发展需求,持续优化工业互联网平台应用模式,不断挖掘数据要素的价值,实现工业互联网平台对制造业转型升级的持续赋能。

参考文献

[1] 王一晨. 运用工业互联网推动中国制造业转型升级[J]. 中州学刊，2019(4)：26-30.

[2] 张青，茹少峰，赵政楠. 虚拟集聚如何影响制造业企业高质量发展？[J]. 经济与管理研究，2024，45(6)：58-75.

[3] 王如玉，梁琦，李广乾. 虚拟集聚：新一代信息技术与实体经济深度融合的空间组织新形态[J]. 管理世界，2018，34(2)：13-21.

[4] 蔡呈伟，戚聿东. 工业互联网对中国制造业的赋能路径研究[J]. 当代经济管理，2021，43(12)：40-48.

[5] 吕明元，程秋阳. 工业互联网平台发展对制造业转型升级的影响：效应与机制[J]. 人文杂志，2022(10)：63-74.

[6] 郭瑞兵，赵军. 工业互联网发展对中国制造业升级影响的门槛效应检验[J]. 统计与决策，2022，38(4)：135-138.

[7] 钞小静，周文慧，刘亚颖. 工业互联网与制造业企业全要素生产率[J]. 经济管理，2024，46(7)：5-19.

[8] 李爱国，陈银忠，杨柏. 工业互联网、生产性服务业虚拟集聚与区域创新[J]. 科学学研究，2024，42(7)：1536-1546.

[9] 王林辉，周慧琳，徐超. 工业智能化、地理空间产业集聚和数字空间虚拟集聚[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版)，2024(6)：1-12.

[10] 陈小勇. 产业集群的虚拟转型[J]. 中国工业经济，2017(12)：78-94.

[11] 陈斌，何思思. 数字经济时代的虚拟集聚与制造业技术创新——来自我国城市群的经验证据[J]. 南方经济，2023(8)：72-92.

[12] 田泽，徐兴武，任阳军. 虚拟集聚能够促进制造业绿色高质量发展吗？[J]. 华东经济管理，2024，38(6)：66-75.

[13] 王晓蕾，杜传忠，刘磊. 工业互联网赋能服务型制造网络的演化逻辑与路径优化研究[J]. 经济学家，2022(10)：108-118.

[14] 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.

[15] 胡海波，周洁，卢海涛. 数字化转型推动制造企业高质量发展：基础、挑战与对策[J]. 企业经济，2022，41(1)：17-23.

[16] 李燕. 工业互联网平台发展的制约因素与推进策略[J]. 改革，2019(10)：35-44.

[17] 张倩肖，段义学. 数字赋能、产业链整合与全要素生产率[J]. 经济管理，2023，45(4)：5-21.

[18] 刘强. 智能制造理论体系架构研究[J]. 中国机械工程，2020，31(1)：24-36.

[19] 卢福财，陈慧. 工业互联网、企业成长性与价值创造[J]. 经济管理，2023，45(1)：5-24.

[20] 胡元林，吴语涵，朱雁春. 工业互联网平台应用对企业绩效的影响研究[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版)，2024，49(3)：309-321.

[21] 李黎，雍会，王磊，等. 数据要素嵌入、双元创新与制造业转型升级[J]. 统计与信息论坛，2024，39(4)：31-45.

Industrial Internet Platform, Virtual Agglomeration and Manufacturing Transformation and Upgrading

ZUO Mengke, WANG Fatao

(School of Economics, Hebei University of Economics and Business, Shijiazhuang 050061, China)

Abstract: Based on data from China's A-share manufacturing listed companies from 2015 to 2023, an empirical examination of the intrinsic relationships among industrial Internet platforms, virtual agglomeration and manufacturing transformation and upgrading was conducted. A theoretical model was constructed, proposing the hypothesis that industrial Internet platforms can drive manufacturing transformation and upgrading through three pathways such as integrating and optimizing resource allocation, improving production and decision-making efficiency, and fostering business model innovation. Further mechanism tests reveal that virtual agglomeration plays a significant partial mediating role in the process through which industrial Internet platforms promote manufacturing transformation and upgrading. In other words, platforms not only directly facilitate transformation but also indirectly contribute by promoting virtual agglomeration among enterprises. The empirical results demonstrate that industrial internet platforms have a significantly positive impact on manufacturing transformation and upgrading, with virtual agglomeration serving as a key intermediary in this relationship. The study finds that the promoting effect of industrial internet platforms diminishes over time and becomes statistically insignificant by the third year, indicating a clear medium-term time limit for its impact. The research contributes to a deeper theoretical understanding of the mechanisms among the three factors and provides a basis for policy formulation, efforts should focus on strengthening the development of industrial Internet platforms, optimizing the environment for virtual agglomeration, and fostering collaborative innovation among enterprises to effectively advance manufacturing transformation, upgrading and high-quality development.

Keywords: industrial internet platform; manufacturing transformation and upgrading; virtual aggregation