

工业互联网与制造业企业全要素生产率*

钞小静^{1,2} 周文慧¹ 刘亚颖¹

(1. 西北大学经济管理学院, 陕西 西安 710127;

2. 西北大学中国西部经济发展研究院, 陕西 西安 710127)



内容摘要:作为数字经济与实体经济深度融合的关键底座,工业互联网对制造业企业全要素生产率提升具有重要影响。本文基于工业互联网协同共享、全面互联和跨界融合的特征属性,阐释了工业互联网影响企业全要素生产率的作用机制,并利用2013—2022年中国制造业上市公司数据,以工业互联网试点示范项目为准自然实验,采用多期DID方法评估了工业互联网对制造业企业全要素生产率的影响。研究发现:工业互联网能够显著提升制造业企业的全要素生产率,并且该结论在经过平行趋势检验和排除小样本估计偏误等多种稳健性检验之后依然成立。机制分析表明,工业互联网能够通过促进资源整合、提高供应链效率和加速数字化转型三个作用渠道提升制造业企业的全要素生产率。异质性分析表明,在非国有企业、网络基础设施较好的地区以及资本技术密集型行业中,工业互联网对制造业企业全要素生产率的提升具有更加明显的促进作用。本文的研究为加速工业互联网发展、促进数字经济与实体经济深度融合提供了经验支撑与政策启示。

关键词:工业互联网 企业全要素生产率 资源整合 供应链效率 数字化转型

中图分类号:F064.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2024)07—0005—15

一、引言

党的二十大报告明确提出,要“坚持把发展经济的着力点放在实体经济上”,“加快发展数字经济,促进数字经济和实体经济深度融合”。实体经济是我国经济发展和在国际经济竞争中赢得主动的根基,而数字经济是新质生产力的代表性质态,促进数字经济与实体经济深度融合有助于打造我国数字经济新优势和抢占未来发展制高点(钞小静,2022)^[1]。当前,依托数字经济的新质生产力正越来越多地体现在工业互联网、大数据、人工智能等前沿技术领域,工业互联网成为促进数字经济与实体经济深度融合、加速形成新质生产力的战略抓手(洪银兴和任保平,2023)^[2]。

2017年6月,中国航天科工集团推出了我国首个工业互联网开放平台INDICS(Industrial intelligent cloud system),标志着我国工业互联网建设开始了自主探索。2022年10月,我国颁布实施《工业互联网平台企业应用水平与绩效评价》,标志着我国工业互联网平台的规模化建设拉开序幕。根据《中国互联网发展报告2022》,截至2021年底,我国工业互联网核心产业规模达到10749亿元,形成了较为完备的工业互联网产业体系。伴随着我国工业互联网从无到有、由大变强,其内涵与应用边界也不断延伸。与传统互联网不同的是,传统互联网的主要连接对象是人,技术门槛

收稿日期:2023-01-05

* 基金项目:国家社会科学基金一般项目“数字经济推动经济高质量发展的机制及路径研究”(21BJL002);教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“西部地区数字经济与实体经济的融合路径与政策研究”(22JJD790063)。

作者简介:钞小静,女,教授,博士生导师,研究领域是数字经济与高质量发展,电子邮箱:chaoxiaojing1234@163.com;周文慧,女,博士研究生,研究领域是数字经济与制造业高质量发展,电子邮箱:xbdxzh@163.com;刘亚颖,女,研究助理,研究领域是数字经济与企业高质量发展,电子邮箱:liuyaying0509@163.com。通讯作者:周文慧。

较低,应用场景较为简单,发展模式更具普适性。而工业互联网能够通过人、机、物的全面互联,构建全要素、产业链和价值链全面连接的新型工业制造体系(任保平,2021)^[3],具有协同共享、全面互联、跨界融合等特征属性。与此同时,数字经济时代,经济高质量发展要求提质增效,不断推进效率变革,提升资源要素的投入产出效率(魏敏和李书昊,2018)^[4]。工业互联网以更加灵活高效的方式培育新业态、释放新动能,赋能经济发展,实现更高效率(高柏和朱兰,2020)^[5]。

已有研究发现,以新一代通信技术为核心的工业互联网对于制造业企业价值创造能力的提升具有积极作用(卢福财和陈慧,2023)^[6],不仅能够通过数据开发、应用和共享实现制造业企业全要素生产率的增长,而且能够通过技术渗透,利用信息技术替代传统技术实现全要素生产率提升(唐国锋和李丹,2020^[7];李治国和王杰,2021^[8])。从现有文献来看,一方面,大量研究表明,互联网技术的蓬勃发展对于全要素生产率具有显著的正向影响,特别是在新型数字技术的广泛运用下,制造业整体的全要素生产率都有了显著的提升(肖利平,2018^[9];黄群慧等,2019^[10]);另一方面,目前关于工业互联网的研究,大多基于定性视角对工业互联网的概念内涵和赋能机理进行阐释(陈武等,2022^[11];武常歧等,2022^[12])。此外,也有少量研究利用文本分析的方法提供了工业互联网的经验证据(卢福财和陈慧,2023)^[6]。综上,在数据方法层面如何准确定位工业互联网企业以及工业互联网影响企业全要素生产率的内在机理的相关研究较少,这也为本文的研究提供了良好的研究契机。

与已有文献相比,本文主要的边际贡献在于:第一,本文基于工业互联网协同共享、全面互联、跨界融合的属性特征,丰富和拓展了工业互联网影响企业全要素生产率的研究框架,从促进资源整合、提高供应链效率和加速数字化转型三个渠道,系统剖析了工业互联网对制造业企业全要素生产率提升的影响机理。第二,在工业互联网企业识别方面,本文利用工业和信息化部办公厅公布的工业互联网试点示范项目名单作为识别中国工业互联网企业的判断依据,并根据企业名称将其与制造业上市企业数据进行精准匹配,最终获取工业互联网制造业上市公司数据库。第三,本文通过运用多种识别策略,对工业互联网影响制造业企业全要素生产率提升的影响机制与异质性效应进行量化分析,这不仅有助于为进一步发挥工业互联网平台建设的红利效应提供经验证据,还为实现制造业转型升级、加快数字经济与实体经济融合发展、建设制造强国提供了决策参考。

二、理论分析与研究假设

工业互联网以网络为基础、平台为中枢、数据为要素、安全为保障,更加侧重平台的技术转型,通过连接、转换、协同实现效率提升,是数字经济发展所依托的重要载体和基础设施(马永开等,2020)^[13]。工业互联网作为新一轮技术经济范式变迁下的产物,利用物联网、大数据、云计算等新一代信息技术对实体经济的发展模式、组织结构和资源利用方式进行重构,从而引发制造业生产效率变革(李燕,2019)^[14]。工业互联网是实现设备联网、产品联网、人员联网等全面互联的多种异构网络的集中组网(黄群慧等,2019)^[10],成为信息和资源的“汇聚池”和资源整合的“匹配器”(陈晓东和杨晓霞,2021)^[15]。同时,工业互联网依托平台技术转型,运用新一代信息技术实现了跨行业、跨领域的融合应用,为微观企业提供了不同应用场景下的数字化转型方案。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出要深入实施制造业强国战略,制造业作为实体经济的主力军,提升制造业全要素生产率是推动建设制造强国的关键环节。因此,本文基于工业互联网的协同共享、全面互联、跨界融合的特征属性,分别从促进资源整合、提高供应链效率以及加速数字化转型三个作用渠道梳理工业互联网对制造业企业全要素生产率的理论机制。

1. 促进资源整合

数字经济时代,工业互联网不仅可以实现数据信息的利用与传输,降低信息沟通成本,更进一步地,通过发挥开放、共享、平等、去中心化等网络优势,能够实现对现有资源和新资源进行整合重

构(王晓蕾等,2022^[16];O'Reilly和Tushman,2013^[17]),从而动态共享内外部资源来推动形成价值共创的生产模式,实现制造业企业全要素生产率的提升(马永开等,2020^[13];刘艳霞,2022^[18])。具体来讲,基于平台理论,工业互联网平台通过整合零散资源以网络连接的方式彼此衔接,从而实现信息系统的资源共享和协同工作,其要义在于将分散的资源整合在一起,通过全新的组织方式来达到理想的资源配置状态,从而提升制造业企业全要素生产率(李海舰等,2014)^[19]。一方面,工业互联网使得知识和信息资源在生产活动中更易获取,更迅速地转换、整合和应用,有效实现各类资源的集聚与整合,实现供需对接(阳镇等,2022)^[20],突破产业生态之间的“数据孤岛”和“流通屏障”,激励资源共享模式的建立,促进制造业资源优化配置和全要素生产率的提升(李英杰和韩平,2021)^[21];另一方面,工业互联网通过将资源进行重组配置,形成具有柔性化、共享化和精准化的价值共创生产模式,产生的共创价值远远超过各个零散资源创造价值的总和。这种资源整合效应有利于实现生产要素的合理调配和精准匹配,进而促进制造业企业全要素生产率的提升。数字经济时代,工业互联网的互联互通性形成了高效的信息共享平台,逐步取代了传统的资源对接渠道,通过网络化协作的方式促进资源的整合,优化资源配置(李天宇和王晓娟,2021)^[22],创造出新的经济增长和价值增值空间,实现制造业企业全要素生产率的提升。因此,本文提出如下假设:

H₁:工业互联网能够促进要素资源的集聚与整合,优化资源配置,从而推动制造业企业全要素生产率的提升。

2. 提高供应链效率

从工业互联网的全面互联特征属性来看,工业互联网能够实时关联供应链上下游的企业主体,并形成动态网络型组织结构促进企业间的协同运作,推动制造业企业全要素生产率的不断提升。工业互联网能够通过促进企业之间的互动,形成不依赖于地理空间的虚拟集聚(王如玉等,2018)^[23],尤其是处在供应链上游的企业通过网络关联及时获取下游企业需求并转化为生产标的,高效的供应链合作效率所创造的效益可以被不断派生、放大,从而推动制造业企业全要素生产率实现快速增长(张倩肖和段义学,2023)^[24]。具体来讲,基于供应链集成理论,供应链各个节点企业能够结合自身优势参与“链”上集成活动,形成“强强联合、优势互补”的集成效应。而工业互联网将工业自动化设备与企业信息化管理系统联动起来,通过大数据采集、云端分析,打破了链条上各企业间的信息壁垒,提高上中下游企业的生产协作效率,实现供应链各环节的有效连接与协同(盛磊和杨白冰,2020^[25];钞小静,2023^[26])。一方面,工业互联网凭借其全面互联的属性,通过赋能供应链前后端协同,缩短产品生产和流通中的时间成本,提高企业生产到销售的供应链传递效率,从而推动制造业企业全要素生产率的提升(Prajogo和Olhager,2012)^[27];另一方面,工业互联网具有“联结”“联动”和“联体”的驱动力模式(马永开等,2020)^[13],随着工业互联网平台的建设,上下游企业之间的空间关联也逐渐深化,制造业企业会利用其承载的海量信息,结合上下游关联企业的供需情况,及时对低效环节加以改进,不断提升供应链运转效率,从而实现制造业企业全要素生产率的提升(李琦等,2021)^[28]。工业互联网不仅加强了制造业企业上下游之间的关联程度,同时能够优化企业供应链条上的低效生产环节,最终实现企业全要素生产率的提升和制造业转型升级(蔡呈伟和戚聿东,2021)^[29]。因此,本文提出如下假设:

H₂:工业互联网能够通过促进上下游关联企业的互联互通,提高供应链效率,从而推动制造业企业全要素生产率提升。

3. 加速数字化转型

目前,我国已经成为具有相对完整体系的制造业大国,然而,随着我国传统要素成本优势的逐渐衰减,粗放式发展模式难以为继,推动制造业数字化转型是经济发展的必然要求。工业互联网作为工业数字化转型的重要基础设施,在工业企业数字化、智能化转型中具有不可替代的作用(吕文

晶等,2019)^[30]。工业互联网利用物联网、大数据、云计算等新一代信息技术对生产全过程、产品与设备全周期、全产业链进行数字化升级(程俊杰,2023)^[31],通过技术支撑和平台搭建显著推动制造业企业上云用数赋智,成为制造业企业数字化转型的重要推动力量(陈武等,2022)^[11],通过对企业进行智能化改造,帮助企业真正实现提质、降本、增效,推动企业全要素生产率的提升(涂心语和严晓玲,2022)^[32]。一方面,工业互联网通过持续深化数字技术对制造业体系的赋能,使传统工业生态与互联网生态逐步走向跨界融合,制造业企业立足行业优势和上下游配套资源,通过建设跨行业、跨领域以及特定行业工业互联网平台,推动信息技术(IT)和运营技术(OT)向制造业融合渗透,促进企业数字化转型;另一方面,工业互联网利用数字技术串联起企业内部生产流程各节点,实现企业生产流程数据化和生产经验程序化,可大幅降低企业研发、设计、材料、人力等运营成本,进而提高企业全要素生产率(蔡呈伟和戚聿东,2021)^[29]。例如,三一重工集团通过搭建“根云”工业互联网平台,将近万台生产设备、十几万种物料进行实时互联,实现智能化生产和转型。海尔COSMO平台作为全球引领的工业互联网平台,致力于为全球企业提供面向场景的数字化转型解决方案,推动企业生产方式、管理模式的数字化变革,大幅提高了企业全要素生产率。因此,本文提出如下假设:

H₃:工业互联网能够通过技术赋能加速制造业企业数字化转型,从而推动制造业企业全要素生产率提升。

三、研究设计

1.模型设定

本文样本研究时间为2013—2022年,为了检验工业互联网对制造业企业全要素生产率的影响,首先,本文将工业互联网企业试点项目作为一项准自然实验,其中,以工业互联网制造业企业试点为实验组,其他制造业企业作为对照组。其次,由于工业互联网试点政策并非一次性完成,第一批工业互联网试点企业2017年确定,而后每年均有工业互联网企业纳入试点,可以发现,工业互联网试点政策是多时点、阶段性推进的,因此,本文采用渐进DID方法,此模型可以描述个体的处理时间点不完全一致的情况。最后,本文直接将处理组虚拟变量和处理时间虚拟变量的交乘项(*Treat*×*Post*,本文以*Ind_Int*替代)纳入回归模型。其中,系数β₁的大小和显著性就是本文关注的重点。该系数反映了工业互联网试点企业确定后对企业全要素生产率的影响,具体回归模型如下:

$$TFP_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 Ind_Int_{ijt} + \gamma Z + \varphi_i + \lambda_t + \eta_j + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

其中,*Ind_Int_{ijt}*为核心解释变量,表示位于城市*j*的制造业企业*i*在第*t*期是否成为工业互联网试点企业的虚拟变量,其中,工业互联网制造业试点企业确定之前为0,工业互联网试点企业确定之后为1。*TFP_{ijt}*为被解释变量,表示位于城市*j*的制造业企业*i*在第*t*期的全要素生产率,*Z*为控制变量的集合,选取的控制变量包括两方面内容:一是企业层面控制变量,主要有:企业规模(*Size*)、企业年龄(*Age*)、总资产净利润率(*ROA*)、净资产收益率(*ROE*)、企业资产负债率(*Lev*)、赫芬达尔指数(*HHI*);二是城市层面控制变量,主要有:经济发展水平(*Pgdp*)、产业结构水平(*Indu*)和人口密度(*Pop*)。φ_{*i*}为企业固定效应,λ_{*t*}为时间固定效应,η_{*j*}为城市固定效应,ε_{*ijt*}为随机误差项。

2.变量说明

(1)被解释变量:企业全要素生产率(*TFP*)。现有研究中衡量企业全要素生产率的方法主要有DEA-Malmquist法、OP法、LP法和ACF法,由于DEA-Malmquist法主要用于宏观层面的TFP测算,不适用于微观企业层面的TFP测算。LP法是采用中间投入品作为全要素生产率的代理变量,由于中间投入品变化较小,可以较为准确地反映企业全要素生产率的变化(陈中飞和江康奇,2021)^[33],因此,本文主要采用LP法测度企业全要素生产率。而OP法和ACF法作为后续稳健性检验中所采用的方法。

(2)核心解释变量:工业互联网企业试点(*Ind_Lat*)。工业互联网试点示范项目是工业和信息

化部按照《国务院关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》要求,推进工业互联网新型基础设施建设和融合创新应用的重要举措,旨在树立标杆样板,鼓励先行先试。经企业自主申报、地方推荐、专家评审、现场核查、网上公示等环节,2017—2022年先后共有六批工业互联网试点示范项目。本文手工整理了2017—2022年工信部发布的工业互联网试点示范项目名单,并通过手工搜索各项目申报单位所在地等信息,对工业互联网试点示范项目名单与上市公司数据进行了匹配。本文将工业互联网试点制造业企业设为虚拟变量,以工业互联网制造业企业试点时间点为基准,某一企业作为工业互联网制造业企业试点之前取值为0,作为工业互联网制造业企业试点之后取值为1。

(3)控制变量。本文借鉴陈中飞和江康奇(2021)^[33]、赵宸宇等(2021)^[34]的相关研究,考虑到企业规模的大小、企业年龄的大小以及企业经营状况的优劣会直接影响到企业全要素生产率的高低,因此,本文在企业层面分别控制了企业规模(*Size*),以企业总资产取对数来衡量;企业年龄(*Age*),以当年年份减企业成立年份加1取对数来衡量;总资产净利润率(*ROA*),以企业净利润除以企业总资产来衡量;净资产收益率(*ROE*),以净利润除以净资产来衡量;企业资产负债率(*Lev*),以企业总负债除以企业总资产来衡量;竞争程度(*HHI*),以赫芬达尔指数来衡量。在城市层面,本文选取的控制变量主要有:经济发展水平(*Pgdp*),以地区人均国内生产总值取对数来衡量;产业结构水平(*Indu*),以城市第三产业生产总值除以第二产业生产总值来衡量;人口密度(*Pop*),使用年末户籍人口数与地级市建成区面积的比值来衡量。

3. 数据说明

需要说明的是,由于采用DID模型需观察到试点项目设立前后的政策变化效果,而本文数据截至2022年,无法观测到2022年成为工业互联网试点示范项目之后效果,因此,本文的实验组并未包含2022年新确定的工业互联网试点项目企业;同时,本文剔除了服务业企业数据和数据缺失较为严重无法计算全要素生产率的制造业企业,最终匹配得到了68家工业互联网试点企业数据。其中,企业层面的控制变量数据主要来源于国泰安数据库(CSMAR),城市层面的控制变量数据主要来源于EPS数据库、《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》以及《中国城市统计年鉴》。此外,对于少量缺失值,利用插值法进行填补。本文主要变量的描述性统计如表1所示。

表1 主要变量描述性统计

变量符号	变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
<i>TFP</i>	企业全要素生产率	15606	7.5517	2.1687	0.0193	23.4332
<i>Ind_Int</i>	工业互联网试点企业	15606	0.0185	0.1346	0	1
<i>Size</i>	企业规模	15606	22.1861	1.2274	17.3882	27.5470
<i>Age</i>	企业年龄	15606	2.9595	0.3050	1.1985	4.0254
<i>ROA</i>	总资产净利润率	15606	0.0391	0.0956	-1.8154	1.2016
<i>ROE</i>	净资产收益率	15606	0.0418	0.5293	-20.9917	24.2646
<i>Lev</i>	企业资产负债率	15606	0.4249	0.2662	0.0080	11.3862
<i>HHI</i>	竞争程度	15606	0.1889	0.2294	0.0215	1
<i>Pgdp</i>	经济发展水平	15606	10.1904	4.1903	0.8332	21.8118
<i>Indu</i>	产业结构水平	15606	1.5245	0.9652	0.1476	5.3498
<i>Pop</i>	人口密度	15606	0.7414	0.1516	0.1088	0.9981

四、实证检验

1. 基准回归

表2列示了工业互联网企业试点政策对制造业企业全要素生产率的影响效应。其中,第(1)列

仅加入了核心解释变量,回归结果说明,工业互联网企业试点项目的实施能够显著促进制造业企业全要素生产率的提升。第(4)列在第(1)列的基础上分别加入了企业层面和地区层面的控制变量,并同时控制了企业、时间和地区固定效应,回归结果显示,工业互联网企业试点政策对制造业企业全要素生产率的影响系数为0.5710,核心解释变量的估计系数在1%的水平下显著为正,表明工业互联网企业试点项目的推进有助于提升企业全要素生产率。

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>
<i>Ind_Int</i>	2.5447*** (0.1274)	0.6507*** (0.2016)	0.5755*** (0.2004)	0.5710*** (0.2017)
<i>Size</i>			0.4047*** (0.0543)	0.4031*** (0.0548)
<i>Age</i>			0.2200 (0.4312)	0.2102 (0.4359)
<i>ROA</i>			4.1790*** (0.3581)	4.1745*** (0.3601)
<i>ROE</i>			-0.0100 (0.0351)	-0.0100 (0.0352)
<i>Lev</i>			0.5000*** (0.1420)	0.5019*** (0.1424)
<i>HHI</i>			-0.1122** (0.0530)	-0.1140** (0.0533)
<i>Pgdp</i>				0.0080 (0.0162)
<i>Indu</i>				-0.0987 (0.1031)
<i>Pop</i>				0.2735 (0.2358)
常数项	7.5048*** (0.0173)	7.5410*** (0.0037)	-2.4425 (1.6548)	-2.5116 (1.6724)
时间固定效应	否	是	是	是
企业固定效应	否	是	是	是
城市固定效应	否	否	否	是
观测值	15606	15598	15598	15598
R ²	0.0249	0.5946	0.6184	0.6185

注:括号内数值为企业层面的聚类稳健标准误;***、**、*分别表示在1%、5%与10%的统计水平上显著,下同

2. 稳健性检验

为了增加基准回归结果的可信度,采用渐进 DID 模型时,需满足平行趋势假设和安慰剂检验,同时,本文还采用了其他稳健性方法,例如,PSM-DID 方法、替换变量、排除其他干扰政策的影响以及排除小样本估计偏差等多种稳健性检验方法。

(1)平行趋势检验。使用渐进双重差分法的一个重要前提是工业互联网试点制造业企业(实验组)与非工业互联网试点制造业企业(控制组)在政策实施之前的企业全要素生产率必须遵循大体一致的发展趋势,否则将无法识别外生政策产生的实际效果。因此,本文进行平行趋势检验,具体公式如下:

$$TFP_{ijt} = \beta_0 + \sum_{k=-4, k \neq -1}^4 \beta_k I_{ijt}^k + \gamma Z + \varphi_i + \lambda_t + \eta_j + \varepsilon_{ijt} \quad (2)$$

其中, I_{ijt}^k 为哑变量, k 表示年份 t 与企业成为工业互联网企业的年份之差, k 的取值在 $-4 \sim 4$ 之间, 本文以 $k=-1$ 为基准组。其余变量说明相同。

从图1中也可以看出, 在试点政策实施之前企业全要素生产率的回归系数并不显著, 而试点政策实施之后, 工业互联网对企业全要素生产率的回归系数开始呈显著上升趋势, 这说明本文模型设定满足平行趋势假设。

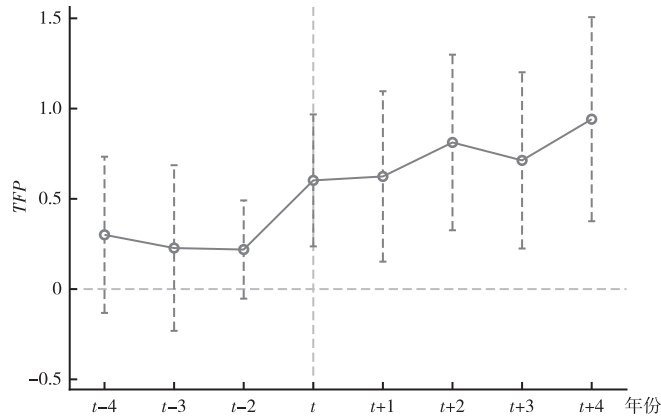


图1 平行趋势检验结果

(2)安慰剂检验。尽管基准模型中已加入多个控制变量和企业、时间、地区固定效应, 但仍有一些外界偶然随机因素也可能导致企业全要素生产率产生差异, 从而干扰政策效果评估。因此, 本文进行了安慰剂检验。具体做法是, 采用随机分配工业互联网试点企业的方法, 将该过程重复500次, 绘制出估计系数分布图。图2显示了由该方法所得到的系数核密度图和P值图, 随机处理后的系数和P值均分布在零值附近, 同时, 实际政策的冲击估计系数(以垂直虚线表示)距离零值较远。综上, 表明在模型设定中并不存在严重的遗漏变量问题, 本文的核心结论是稳健的。

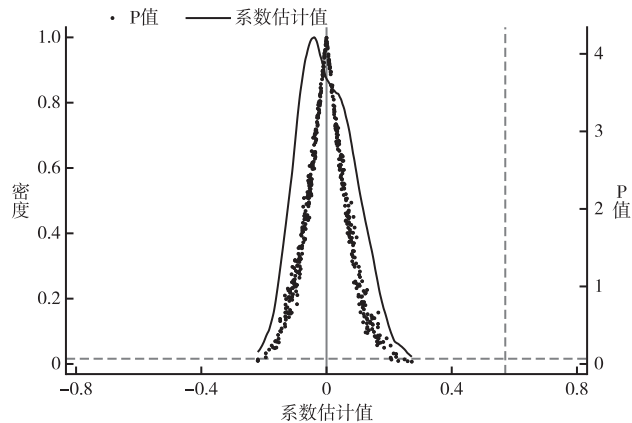


图2 安慰剂检验结果

(3)利用PSM-DID方法修正样本自选择问题。由于成为工业互联网试点企业的前提是企业自主申报, 因而可能会产生样本自选择问题。本文利用PSM的方法, 按照1:1近邻匹配又放回抽样的方法, 对处理组进行逐年匹配, 从非工业互联网试点企业样本中筛选出各方面与工业互联网试点企业相似的企业进行匹配, 进而解决样本自选择问题, 匹配变量选自本文的所有控制变量。根据匹配前后的处理组与控制组P值得分的核密度图(如图3和图4所示), 可以发现, 匹配后的控制组企业能更好地作为工业互联网试点企业的反事实结果进行回归分析。因此, 在上述匹配样本基础上, 本文以工业互联网试点企业作为处理组, 以匹配后的非工业互联网试点企业作为对照组, 并进

一步构建 PSM-DID 模型对政策效应进行再估计,回归结果见表 3 的第(1)列,基于 PSM 方法匹配后新样本的回归结果显示,工业互联网(*Ind_Int*)的回归系数显著为正,表明基准回归结果保持稳健。

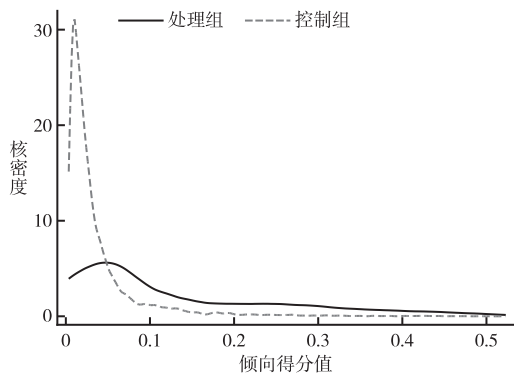


图 3 匹配前 P 值得分核密度图

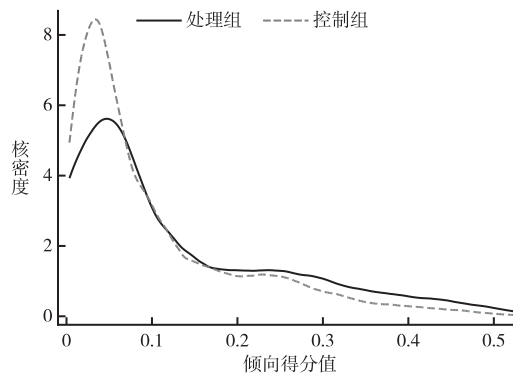


图 4 匹配后 P 值得分核密度图

(4) 替换变量。一是替换被解释变量。为了保证基准回归的稳健性,本文也采用 ACF 法和 OP 法测算了企业全要素生产率作为被解释变量的替换变量,回归结果如表 3 的第(2)和第(3)列所示,可以发现,在对被解释变量的衡量方法进行替换之后,核心解释变量的系数仍显著为正。二是替换核心解释变量。本文借鉴卢福财和陈慧(2023)^[6]的研究,借助大数据爬虫技术搜集企业年报中关于工业互联网相关关键词,构造包含工业互联网、物联网、区块链等关键词在内的工业互联网特征词图谱,通过测算关键词的词频数来表征制造业企业工业互联网化程度。回归结果如表 3 的第(4)列所示,本文核心结论依然保持稳健。

表 3 稳健性检验回归结果(一)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	PSM-DID 检验结果	替换被解释变量		替换核心解释变量
	<i>TFP</i>	<i>TFP_ACF</i>	<i>TFP_OP</i>	<i>TFP</i>
<i>Ind_Int</i>	0.5783*** (0.2018)	0.2880* (0.1556)	0.7198*** (0.1827)	
<i>HOT</i>				0.0049* (0.0026)
常数项	-3.2132* (1.7193)	-10.7873*** (1.9543)	-9.6092*** (1.9148)	-4.8461** (2.2212)
控制变量	控制	控制	控制	控制
时间/企业/城市固定效应	是	是	是	是
观测值	15257	15598	15598	13897
R ²	0.6186	0.7178	0.6173	0.6241

(5) 控制其他遗漏变量。为了降低模型中存在遗漏变量导致随机扰动项与解释变量相关的可能,考虑到企业全要素生产率与企业市场价值、研发投入占比存在潜在关联,本文将 Tobin Q 值与研发投入占营业收入的比重(*R&D*)作为控制变量再次纳入模型中进行回归,结果如表 4 第(1)、(2)列所示,在纳入其他控制变量后,回归结果依然稳健。

(6) 控制高维固定效应。在基准回归中控制了企业、时间和城市层面的固定效应,同时,考虑到通过增加控制变量的方法来缓解遗漏变量问题依然可能会存在一些不可观测的遗漏变量未被纳入的情况,进而可能影响到回归结果的稳健性,因此,本文在表 2 第(4)列的基础上分别加入了行业固定效应以及“行业×年份”固定效应,回归结果如表 4 的第(3)、(4)所示,在控制高维固定效应之后,本文核心结论保持不变。

表 4 稳健性检验回归结果(二)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>
<i>Ind_Int</i>	0.5576** (0.2176)	0.5675** (0.2201)	0.5832*** (0.2021)	0.6015*** (0.2007)
常数项	-2.7064 (1.8257)	-3.1355 (1.9415)	-2.4081 (1.6578)	-2.0500 (1.6929)
控制变量	控制	控制	控制	控制
时间/企业/城市固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	否	否	是	否
行业×年份固定效应	否	否	否	是
观测值	15067	14455	15598	15595
R ²	0.6142	0.6135	0.6198	0.6314

(7)控制同期其他政策的影响。本文的样本时间区间为2013—2022年,在此期间,中国同时出台了其他试点政策,具有促进经济增长和提升生产效率的作用。例如,“宽带中国”试点政策能够通过促进技术创新和产业结构升级等渠道促进城市全要素生产率的增长(刘传明和马青山,2020)^[35],智慧城市试点建设通过降低企业交易成本提高企业全要素生产率(石大千等,2020)^[36],以及创新型城市建设可以通过技术效应、集聚效应和倒逼效应驱动绿色全要素生产率的提升(聂长飞等,2021)^[37]。因此,企业全要素生产率提升还往往受到其他政策的影响。为了保证结果的稳健性,需要排除其他政策的影响,进而证明工业互联网企业试点对企业全要素生产率提升的有效性。故而,本文在基准回归模型的基础上,依次分别加入了“宽带中国”试点政策(*BIC*)、智慧城市试点政策(*SC*)和创新型城市试点政策(*INNO*)。根据表5的回归结果可以看出,在控制了其他同期政策影响之后,工业互联网试点政策的估计系数仍然显著为正,本文核心结论保持不变。

(8)排除小样本估计偏差。由于本文处理组共68家工业互联网试点企业,在全样本中工业互联网试点企业的样本占比为3.67%,回归结果可能存在小样本估计偏差。因此,有必要进一步考察本文结果是否受小样本估计偏差的影响。首先,本文借鉴刘海建等(2023)^[38]的研究方法,随机从工业互联网企业中挑选60家企业,并将其与对照组进行回归,将上述过程重复了500次,得到500个核心解释变量的估计系数分布图,如图5所示。可以发现,核心解释变量的估计系数集中分布在0.5800附近,这与基准回归结果中核心解释变量的系数0.5710非常接近,说明本文的结果不存在小样本估计偏误的问题。其次,本文借鉴Arkhangelsky等(2021)^[39]的研究方法,采用合成双重差分法(*SDID*)进行稳健性检验,*SDID*不仅具有传统*DID*方法的优点,同时也适用于处理组样本数量较少的情况。基于*SDID*估计量,结果显示,平均处理效应为0.7347,在1%的水平上显著,这表明工业互联网总体上有效促进了制造业企业全要素生产率的提升,基准回归的结论是稳健的,也进一步说明本文结果并不存在小样本估计结果偏差。

表 5 稳健性检验回归结果(三)

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>
<i>Ind_Int</i>	0.5726*** (0.2018)	0.5689*** (0.2018)	0.5713*** (0.2019)
<i>BIC</i>	-0.1195** (0.0603)		
<i>SC</i>		0.1344 (0.0913)	

续表 5

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>
<i>INNO</i>			0.0332 (0.1150)
常数项	-2.4503 (1.6708)	-2.6396 (1.6740)	-2.5409 (1.6802)
控制变量	控制	控制	控制
时间/企业/城市固定效应	是	是	是
观测值	15598	15598	15598
R ²	0.6186	0.6185	0.6185

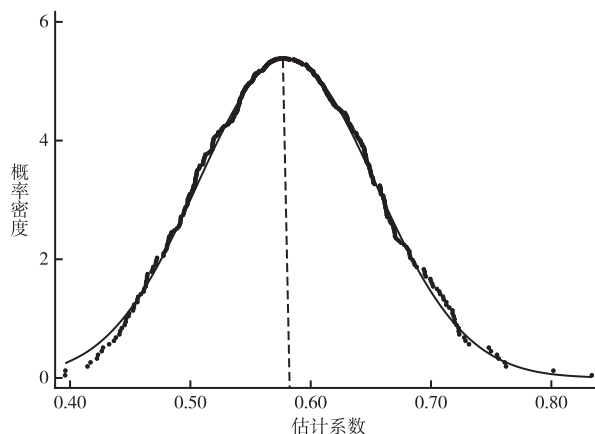


图 5 小样本估计偏差的系数分布

五、拓展性分析

1. 机制检验

根据前文理论分析可知,工业互联网能够通过促进资源整合、提升供应链效率和加速企业数字化转型三个作用渠道促进制造业企业全要素生产率提升,本部分则在此基础上,进一步对工业互联网影响制造业企业全要素生产率的理论机制进行验证。具体机制检验模型设定如下:

$$M_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 Ind_Int_{ijt} + \gamma Z + \varphi_i + \lambda_t + \eta_j + \varepsilon_{ijt} \quad (3)$$

其中, M_{ijt} 为机制变量,主要包括资源整合程度(*integration*)、供应链效率(*inventory*)、企业数字化转型(*digital*)。其余变量的说明与前文保持一致。

(1)促进资源整合。如前所述,工业互联网能够通过网络互联互通对现有资源和新资源进行整合重构,从而动态共享内外部资源来推动形成价值共创的生产模式,实现制造业企业全要素生产率的提升。为了更好地衡量资源整合效应,本文借鉴董保宝等(2011)^[40]的研究,将资源整合分为资源识取和资源配置两部分,并利用上市公司数据构建资源整合的指标体系,以当年对外投资总额、并购事件的交易金额表示资源识取过程,以上市公司当年关联交易金额、与其他企业合作的金额表示资源配置过程,通过采用纵横向拉开档次法进行测算得到资源整合程度(*integration*),具体回归结果如表 6 第(1)列所示。可以发现,工业互联网(*Ind_Int*)的回归系数为 0.0060,在 1% 的显著性水平上显著为正,这表明工业互联网能够对现有资源和新资源进行整合重构,优化资源配置和使用方式,实现企业全要素生产率的提升,本文的假设 H_1 得以验证。

(2)提升供应链效率。依据前文理论分析,工业互联网能够极大地增加传输和利用的信息规

模,并依靠信息化运营模式提高上下游制造业企业之间的协同合作,提高供应链效率,推动制造业企业全要素生产率的提升。为了度量制造业企业供应链效率,本文借鉴赵玲和黄昊(2022)^[41]的做法,采用存货周转率(*inventory*)作为供应链效率的代理变量,选择这一指标的好处在于能够更好地体现供应链上下游企业间的对话频率和贸易往来,反映供应链柔性 and 响应速度。具体回归结果如表6第(2)列所示。根据回归结果可以发现,工业互联网(*Ind_Int*)的回归系数显著为正,说明工业互联网能够提高制造业企业间的供应链效率,同时也证明了工业互联网的发展存在供应链上下游的联动效应,从而促进制造业企业全要素生产率的提升,假设 H₂ 得以验证。

(3)加速数字化转型。理论分析表明,工业互联网利用新一代信息技术加速制造业企业数字化转型,数字技术在企业层面的应用能够提高企业柔性生产能力,优化投入产出结构(葛和平和吴福象,2021)^[42],对企业生产链条进行智能化、数字化改造升级,从而有效推动企业全要素生产率的提升。为了度量制造业企业数字化转型程度(*digital*),本文参考吴非等(2021)^[43]的方法,利用上市公司年报中有关数字化转型关键词的词频统计来反映制造业企业数字化转型程度。具体回归结果如表6所示第(3)列所示,可以发现,工业互联网(*Ind_Int*)的回归系数正向显著,这表明工业互联网全面互联的网络属性能够加速制造业企业数字化转型,促进企业全要素生产率的提升,假设 H₃ 得以验证。

表6 影响机制检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>integration</i>	<i>inventory</i>	<i>digital</i>
<i>Ind_Int</i>	0.0060*** (0.0021)	0.6122*** (0.1352)	0.4531*** (0.1103)
常数项	0.0508** (0.0205)	7.3669*** (1.9404)	-3.7958*** (0.9062)
控制变量	控制	控制	控制
时间/企业/城市固定效应	是	是	是
观测值	12537	15598	15598
R ²	0.6563	0.7747	0.7633

2. 异质性分析

(1)企业所有制性质。本文从企业的所有制性质角度探讨工业互联网对企业全要素生产率的异质性表现,回归结果如表7第(1)、(2)列所示。实证结果表明,非国有制造业企业工业互联网的回归系数显著为正,表明在非国有企业中,工业互联网企业试点能够显著促进企业全要素生产率的提升;而国有制造业企业的工业互联网平台建设对全要素生产率的提升作用并不显著。可能的原因在于国有企业的组织架构相对冗余,激励机制较为落后,面临的市场竞争压力较小,进而导致整体生产效率较低。相比之下,非国有企业需要自负盈亏,它们更有动力利用工业互联网的技术优势提升企业全要素生产率,最大化企业利益。这也进一步说明,国有企业需加快工业互联网平台建设,充分利用信息技术、数字技术创新企业组织结构和管理运营方式,促进国有企业数字化转型升级,提高企业全要素生产率,真正培养企业核心竞争力和国际竞争力。

(2)网络基础设施。网络基础设施是工业互联网平台建设的重要基础,地区网络基础设施建设水平将影响工业互联网与制造业企业全要素生产之间的关系。根据已有研究(沈坤荣等,2023)^[44],互联网接入端口数可直接体现网络基础设施的水平,因此,本文利用地区互联网接入端口数来衡量地区网络基础设施的发展水平,以互联网接入端口数的中位数作为划分依据进行分样本回归,回归结果见表7的第(3)、(4)列。可以发现,对于处在不同网络基础设施建设水平地区的企业,工业互联网对企业全要素生产率的提升作用确实存在明显区别,在网络基础设施建设较好的样本中,工业互联网对企业全要素生产率的正向影响更加显著,而在网络基础设施建设较差的样本中,回归系数虽为正数,但不显

著。这也进一步表明,加快网络基础设施建设有助于为工业互联网发展建立互联互通的工业网络,在促进制造业企业转型升级的同时能够有效实现企业全要素生产率的提升。

(3)行业要素密集度。从行业要素密集度来看,制造业企业属于的行业类别不同,工业互联网可能对其影响效果也不同。基于此,为了更好地识别工业互联网的影响效果究竟在哪些行业中更为凸显,本文根据企业所在行业的要素密集度,区分劳动密集型和资本技术密集型进行分样本回归。估计结果见表7第(5)、(6)列所示。可以发现,在劳动密集型的行业中,例如,食品、纺织等制造业,工业互联网的回归系数为0.5750,虽然具有一定的促进作用,但这一作用效果并不显著。在资本技术密集型行业中,例如,机械和设备制造业、电子产品等制造业行业等,工业互联网对企业全要素生产率的回归系数在5%的显著性水平下显著为正。其中的主要原因在于,一方面,资本技术密集型的行业在工业互联网平台建设过程中可以提供资金、技术支撑,具有承担“试错成本”的能力,从而工业互联网技术更易提高企业生产率和降低生产成本;另一方面,在资本技术密集型行业中的技术应用门槛较低、技术研发效率较高,而劳动密集型产业长期追求价格竞争和规模扩张,从而造成工业互联网对劳动密集型制造业企业全要素生产率的提升作用不显著。

表7 异质性检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	国有企业	非国有企业	网络基础设施较差	网络基础设施较好	劳动密集型	资本技术密集型
	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>
<i>Ind_Int</i>	0.2065 (0.3256)	0.7727*** (0.2475)	0.3385 (0.3074)	0.7641*** (0.2773)	0.5750 (0.4760)	0.5494** (0.2250)
常数项	-0.8828 (3.8237)	-5.0910*** (1.8948)	2.4391 (2.2916)	-6.6262** (2.9531)	-6.7447** (2.8090)	-1.2293 (2.0066)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间/企业/城市 固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	4101	11497	7839	7618	3580	12009
R ²	0.6277	0.6182	0.6775	0.5828	0.6432	0.6149

六、结论与政策建议

1. 研究结论

数字经济时代,通过工业互联网赋能实体经济,不仅是推动数字经济与实体经济深度融合的重要抓手,也是建设制造强国和网络强国的必然选择。本文深入探究了工业互联网影响制造业企业全要素生产率的理论机制,并以工业互联网试点示范项目作为准自然实验进行了实证分析。研究结果表明:第一,工业互联网显著促进了制造业企业全要素生产率的提升,工业互联网通过依托云计算、大数据、物联网等新一代信息技术实现了跨行业、跨领域的融合应用,使得制造业企业更好地实现“提质增效”。第二,工业互联网能够通过促进资源整合、提升企业供应链效率以及加速企业数字化转型三个作用渠道促进制造业企业全要素生产率的提升。工业互联网协同共享、全面互联、跨界融合的特征属性意味着其能够有效促进要素资源的集聚与整合,加强了制造业企业上下游之间的关联程度,同时为制造业企业数字化转型提供更多场景化方案,提升企业全要素生产率。第三,进一步研究发现,工业互联网对企业全要素生产率的促进作用在非国有企业、网络基础设施建设较好的地区和资本技术密集型行业中更加明显。因此,做好工业互联网的示范先行工作,打造工业互联网平台协同发展体系,以及破解工业互联网“卡脖子”技术难题,对于实现我国数字经济与实体经济的深度融合至关重要。

2. 政策建议

基于上述研究结论,本文提出以下政策建议:

第一,加快推进工业互联网试点项目建设,构建全要素、全产业链和全价值链全面链接的工业互联网平台,为制造业企业网络化、智能化和数字化转型赋能。本文研究结论表明,工业互联网企业试点建设能够有效促进制造业企业全要素生产率的提升。因此,一方面,做好工业互联网试点企业的典型示范与整体推进,坚持示范先行、局部突破,建成一批面向特定行业和领域的工业互联网平台,形成一批可复制、可模仿的工业互联网应用模式;另一方面,要鼓励支持更多企业上平台、用平台,打造一批高质量的工业互联网平台,构建多方共赢的平台生态,切实促进制造业企业提质增效。

第二,打造工业互联网平台协同发展体系,构建全资源、全供应链和全数字技术连接的工业互联网平台。本文研究结论表明,工业互联网能够有效整合资源、打通供应链各环节、加速企业数字化转型,进而促进企业全要素生产率的提升。因此,要加快布局工业互联网基础建设,更好地发挥其协同推动作用,赋能工业互联网企业全要素生产率提升。一方面,以工业互联网平台为依托,通过政策引导和技术支持,建设一批工业互联网优势企业,推进产业链上下游企业实现资源共享与供销衔接,加速企业实现数字化转型,协同推进工业互联网平台企业高效发展;另一方面,积极促进制造业企业智能化转型,拓展“5G+工业互联网”发展新空间,改造工业互联网内外网网络,加快与新一代信息技术的融合应用,打破企业间和产业间的信息壁垒,构建协同共享、全面互联、跨界融合的工业互联网协同发展体系。

第三,加强工业互联网关键核心技术攻关,破解工业互联网“卡脖子”技术难题。根据本文研究结论发现,在资本技术密集型企业中,工业互联网能够更好地推动制造业企业全要素生产率的提升。然而,当前我国工业互联网建设门槛较高、相关核心技术领域和标准化体系方面存在诸多短板,在工业大数据分析、工业应用开发技术等方面存在“卡脖子”技术难题。为了加快培育工业互联网自主创新能力,一方面,可以支持并推进工业互联网技术产品创新工程,实施标准引领和标准推广计划,加快新型关键技术与产品研发,加强工业互联网关键技术攻关,提高科技创新对全要素生产率的贡献,破解“索洛悖论”困境;另一方面,推动资源协同创新,鼓励高校、科研机构和企业等主体多向互动和高效融合,加强工业互联网基础理论研究,提升自主创新水平,形成协同创新合力,推动工业互联网关键核心技术突破。

3. 研究展望

尽管本文从理论层面深入分析了工业互联网影响制造业企业全要素生产率的内在逻辑与作用机制,并以工业互联网试点企业为样本,对上述理论分析进行了微观层面的经验验证。然而,由于我国工业互联网发展仍处于试点示范阶段,当前工业互联网应用大致可分为网络化改造、标识解析、平台集成以及安全集成四大模块。受限于工业互联网不同模块应用的规模数据不可得,无法将工业互联网对制造业企业全要素生产率的影响进行拆分细化。因此,如何进一步从工业互联网不同模块出发,更加细致地剖析工业互联网对企业全要素生产率的作用机制,这也是未来研究中值得深入探讨的方向。

参考文献

- [1] 钞小静. 以数字经济与实体经济深度融合赋能新形势下经济高质量发展[J]. 蚌埠: 财贸研究, 2022, (12): 1-8.
- [2] 洪银兴, 任保平. 数字经济与实体经济深度融合的内涵和途径[J]. 北京: 中国工业经济, 2023, (2): 5-16.
- [3] 任保平. 工业互联网发展的本质与态势分析[J]. 北京: 人民论坛, 2021, (18): 88-91.
- [4] 魏敏, 李书昊. 新时代中国经济高质量发展水平的测度研究[J]. 北京: 数量经济技术经济研究, 2018, (11): 3-20.
- [5] 高柏, 朱兰. 从“世界工厂”到工业互联网强国: 打造智能制造时代的竞争优势[J]. 重庆: 改革, 2020, (6): 30-43.
- [6] 卢福财, 陈慧. 工业互联网、企业成长性与价值创造[J]. 北京: 经济管理, 2023, (1): 5-24.
- [7] 唐国锋, 李丹. 工业互联网背景下制造业服务化价值创造体系重构研究[J]. 长春: 经济纵横, 2020, (8): 61-68.
- [8] 李治国, 王杰. 数字经济发展、数据要素配置与制造业生产率提升[J]. 成都: 经济学家, 2021, (10): 41-50.
- [9] 肖利平. “互联网+”提升了我国装备制造业的全要素生产率吗[J]. 成都: 经济学家, 2018, (12): 38-46.
- [10] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 北京: 中国工业经济, 2019, (8): 5-

- [11]陈武,陈建安,李燕萍.工业互联网平台:内涵、演化与赋能[J].北京:经济管理,2022,(6):1-20.
- [12]武常岐,张昆贤,周欣雨,周梓洵.数字化转型、竞争战略选择与企业高质量发展——基于机器学习与文本分析的证据[J].北京:经济管理,2022,(4):5-22.
- [13]马永开,李仕明,潘景铭.工业互联网之价值共创模式[J].北京:管理世界,2020,(8):211-222.
- [14]李燕.工业互联网平台发展的制约因素与推进策略[J].重庆:改革,2019,(10):35-44.
- [15]陈晓东,杨晓霞.数字经济发展对产业结构升级的影响——基于灰关联熵与耗散结构理论的研究[J].重庆:改革,2021,(3):26-39.
- [16]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].成都:经济学家,2022,(10):108-118.
- [17]O'Reilly, C. A. I., and M. L. Tushman. Organizational Ambidexterity: Past, Present, and Future [J]. *Academy of Management Perspectives*, 2013, (4):324-333.
- [18]刘艳霞.数字经济赋能企业高质量发展——基于企业全要素生产率的经验证据[J].重庆:改革,2022,(9):35-53.
- [19]李海舰,田跃新,李文杰.互联网思维与传统企业再造[J].北京:中国工业经济,2014,(10):135-146.
- [20]阳镇,陈劲,李纪珍.数字经济时代下的全球价值链:趋势、风险与应对[J].成都:经济学家,2022,(2):64-73.
- [21]李英杰,韩平.数字经济下制造业高质量发展的机理和路径[J].北京:宏观经济管理,2021,(5):36-45.
- [22]李天宇,王晓娟.数字经济赋能中国“双循环”战略:内在逻辑与实现路径[J].成都:经济学家,2021,(5):102-109.
- [23]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].北京:管理世界,2018,(2):13-21.
- [24]张倩肖,段义学.数字赋能、产业链整合与全要素生产率[J].北京:经济管理,2023,(4):5-21.
- [25]盛磊,杨白冰.新型基础设施建设的投融资模式与路径探索[J].重庆:改革,2020,(5):49-57.
- [26]钞小静.数字经济赋能中国式产业现代化[J].西安:人文杂志,2023,(1):22-26.
- [27]Prajogo, D., and J. Olhager. Supply Chain Integration and Performance: The Effects of Long-Term Relationships, Information Technology and Sharing, and Logistics Integration [J]. *International Journal of Production Economics*, 2012, 135, (1):514-522.
- [28]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].北京:经济管理,2021,(10):5-23.
- [29]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].石家庄:当代经济管理,2021,(12):40-48.
- [30]吕文晶,陈劲,刘进.工业互联网的智能制造模式与企业平台建设——基于海尔集团的案例研究[J].北京:中国软科学,2019,(7):1-13.
- [31]程俊杰.工业互联网促进产业链现代化:理论逻辑与突破路径[J].南京:现代经济探讨,2023,(1):93-102.
- [32]涂心语,严晓玲.数字化转型、知识溢出与企业全要素生产率——来自制造业上市公司的经验证据[J].南京:产业经济研究,2022,(2):43-56.
- [33]陈中飞,江康奇.数字金融发展与企业全要素生产率[J].北京:经济学动态,2021,(10):82-99.
- [34]赵宸宇,王文春,李雪松.数字化转型如何影响企业全要素生产率[J].北京:财贸经济,2021,(7):114-129.
- [35]刘传明,马青山.网络基础设施建设对全要素生产率增长的影响研究——基于“宽带中国”试点政策的准自然实验[J].北京:中国人口科学,2020,(3):75-88,127-128.
- [36]石大千,李格,刘建江.信息化冲击、交易成本与企业TFP——基于国家智慧城市建设的自然实验[J].北京:财贸经济,2020,(3):117-130.
- [37]聂长飞,卢建新,冯苑,胡兆廉.创新型城市建设对绿色全要素生产率的影响[J].济南:中国人口·资源与环境,2021,(3):117-127.
- [38]刘海建,胡化广,张树山,孙磊.供应链数字化与企业绩效——机制与经验证据[J].北京:经济管理,2023,(5):78-98.
- [39]Arkhangelsky, D., S. Athey, D.A. Hirshberg, et al. Synthetic Difference-in-Differences [J]. *American Economic Review*, 2021, 111, (12): 4088-4118.
- [40]董保宝,葛宝山,王侃.资源整合过程、动态能力与竞争优势:机理与路径[J].北京:管理世界,2011,(3):92-101.
- [41]赵玲,黄昊.企业数字化转型、供应链协同与成本粘性[J].南昌:当代财经,2022,(5):124-136.
- [42]葛和平,吴福象.数字经济赋能经济高质量发展:理论机制与经验证据[J].南京社会科学,2021,(1):24-33.
- [43]吴非,胡慧芷,林慧妍,任晓怡.企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J].北京:管理世界,2021,(7):130-144,10.
- [44]沈坤荣,林剑威,傅元海.网络基础设施建设、信息可得性与企业创新边界[J].北京:中国工业经济,2023,(1):57-75.

Industrial Internet and Total Factor Productivity of Manufacturing Enterprises

CHAO Xiao-jing^{1,2}, ZHOU Wen-hui¹, LIU Ya-ying¹

(1.School of Economics and Management, Northwest University, Xi'an, Shanxi, 710127, China;

2.Western China Economic Development Research Center, Xi'an, Shanxi, 710127, China)

Abstract: Against the complex backdrop of a new round of scientific and technological revolution and industrial change, and sluggish development of the real economy, the construction of the industrial Internet platform has become an important way for traditional manufacturing enterprises to change their development mode and promote the development of the digital economy and the real economy. In 2018, the General Office of the Ministry of Industry and Information Technology selected a number of industrial Internet development pilot demonstration projects to promote the development of the industrial Internet around the four directions of industrial Internet network, logo analysis, platform, and security. The construction of industrial Internet platforms cultivates new business forms and releases new momentum in a more flexible and efficient way, enabling economic development to achieve higher efficiency. Therefore, it is of great theoretical significance and practical value to explore how industrial Internet construction can improve the total factor productivity of manufacturing industry from the micro-level of enterprises.

Industrial Internet is a new type of industrial ecology that deeply integrates new-generation information and communication technologies with the industrial economy. Through the comprehensive interconnection of people, machines and things, it builds a new type of industrial manufacturing system that interconnects all elements, the whole industrial chain and the whole value chain. It has characteristics such as collaborative sharing, comprehensive interconnection and cross-border integration. Based on the characteristics and attributes of industrial Internet, combined with the data of listed manufacturing companies in China from 2013 to 2022, this paper investigates the impact of Industrial Internet on the total factor productivity of manufacturing enterprises and its mechanism. It is found that the construction of industrial Internet in China significantly promotes the improvement of total factor productivity of manufacturing enterprises, and this result is still valid after a variety of robustness testing methods. Mechanism analysis found that industrial Internet can promote the improvement of total factor productivity of manufacturing enterprises through three channels: promoting resource integration, improving supply chain effect and accelerating digital transformation.

Therefore, this paper puts forward the following policy suggestions to further promote the development of industrial Internet: First, accelerate the construction of industrial Internet pilot projects, and build an industrial Internet platform that is fully linked to the whole factor, the whole industrial chain and the whole value chain, so as to empower manufacturing enterprises to network, intelligent and digital transformation. Second, build a coordinated development system for industrial Internet platforms, and build an industrial Internet platform with full resources, full supply chain and full digital technology connection. Third, strengthen the research of key core technologies of the industrial Internet, and crack the technical problems of the construction of the industrial Internet.

Key Words: industrial internet; total factor productivity of enterprises; resource integration; supply chain efficiency; digital transformation

JEL Classification: O14, O32

DOI: 10.19616/j.cnki.bmj.2024.07.001

(责任编辑:刘建丽)