

# 工业互联网平台与企业供应链网络地位\*

史晓洁<sup>1,2</sup> 李 洋<sup>1,2</sup>

(1. 中国海洋大学管理学院, 山东 青岛 266100;  
2. 中国企业营运资金管理研究中心, 山东 青岛 266100)



**内容提要:**随着全球价值链分工持续深化,复杂供应链网络使嵌入其中的企业深受国际经济形势波动的影响。如何有效优化企业供应链网络结构,成为增强产业链供应链稳定性的关键。本文以工业互联网平台应用和普及作为典型事件,基于2012—2021年中国上市公司微观数据,实证检验工业互联网平台对企业供应链网络地位的影响,并探究其中机制。研究发现:工业互联网平台能够显著提升企业供应链网络地位,且以供应链关系数量和影响力赋能为双重作用机制。调节效应检验结果表明,工业互联网平台的上述影响效果在传统供应链关系较难建立的条件下更为突出,包括地方市场化程度低、企业供应链关系黏性大及信息披露质量低。进一步地,工业互联网平台提高企业供应链网络地位能使其表现出更高的风险承担水平。本文研究结论不仅创新性地拓展了工业互联网平台的微观经济效应研究,而且为我国提高产业链供应链韧性和安全水平提供了政策启示。

**关键词:**工业互联网平台 供应链关系 网络地位 风险承担水平

**中图分类号:**F425 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2025)02—0160—24

## 一、引言

随着现代社会分工体系日益精细深化,不同企业通过购买和销售原材料、零配件以及服务等产生多重贸易关联,它们不再置身双边供应链条,而是嵌入共同构成的供应链网络。全球贸易的密切往来使供应链网络日趋多元化和复杂化(Cox等,2001)<sup>[1]</sup>,企业受益于其生产效率增益的同时,越发频繁地受到自然灾害、地缘政治以及贸易争端的波及和威胁(Carvalho等,2021)<sup>[2]</sup>。据麦肯锡全球研究院发布的《全球价值链的风险、韧性和再平衡》报告,汽车、航空航天以及电子信息技术等行业平均3.7年发生一次延续一个月或以上的供应链中断事件,而一次长期中断预计使企业在十年内损失42%的净利润。由于社会网络是信息和资源流通的载体(Burt,1992)<sup>[3]</sup>,企业借助供应链网络中心位置的信息和资源优势及时响应市场变化,成为应对外界冲击的重要途径。党的二十大报告强调“着力提升产业链供应链韧性和安全水平”,企业是产业链供应链的微观主体,其供应链网络布局是增强产业链供应链稳定性的重中之重。因此,在全球价值链分工协作深化带来的机遇和国际经济环境动荡引致的不确定性并存的背景下,探究企业如何跻身更高的供应链网络位置,以提升风险承受能力,已成为亟待解决的现实问题。

收稿日期:2024-01-17

\* 基金项目:国家社会科学基金青年项目“‘链长制’赋能‘专精特新’企业要素配置的机制及效果评价研究”(24CGL035);山东省自然科学基金项目“国内大循环格局下资本市场信息机制的优化路径研究”(ZR2023QG031);中国博士后科学基金面上项目“非金融企业杠杆率阈值设定与动态预警体系构建研究”(2023M743318)。

作者简介:史晓洁,女,博士后,研究领域为产业互联与智能资本配置,电子邮箱:shixiaojie121@126.com;李洋,男,博士研究生,研究领域为公司金融与信息经济,电子邮箱:liyng5034@stu.ouc.edu.cn。通讯作者:李洋。

然而,企业趋向供应链网络中心位置的过程中,面临如何有效吸引与建立供应链关系的难题。市场上发生的每笔交易都有交易成本横亘其中,企业通常难以广泛搜寻潜在交易对象,更无法准确掌握其产品质量、商业信誉等软信息(Williamson, 1985)<sup>[4]</sup>。在传统贸易市场上,为降低信息摩擦成本,企业需依赖完善的市场体制、熟人社会网络以及主动信息披露行为等拓展新商业关系(陈运森等, 2023<sup>[5]</sup>;王钟阳和唐松, 2024<sup>[6]</sup>;李刚等, 2024<sup>[7]</sup>)。工业互联网平台作为推动数据赋能全产业链协同转型的重要依托,可能会成为影响供应链关系的新方式。在工业互联网平台上,用户企业<sup>①</sup>的劳动、物料、设备信息以数据要素的形式集聚,平台基于算法处理结果,快速精准地帮助供需信息匹配的个体建立关系联结(权锡鉴等, 2020)<sup>[8]</sup>,这种供应链资源配置方式有利于促成陌生企业间高效、灵活的供应链关系(Pardo等, 2022<sup>[9]</sup>;刘诚和夏杰长, 2023<sup>[10]</sup>)。鉴于企业拥有的供应链关系数量及影响力可直接决定其供应链网络地位,因此,本文基于供应链关系角度,考察工业互联网平台对企业供应链网络地位的影响。在供应链关系数量赋能方面,工业互联网平台网络外部性所汇聚的非冗余关系资源可呈指数倍地扩大企业的潜在合作伙伴基数(Rohlf, 1974)<sup>[11]</sup>;在供应链关系影响力赋能方面,企业加入工业互联网平台会通过传递积极信号和提高信息透明度来吸引高质量合作伙伴(郭玥, 2018<sup>[12]</sup>;杨志强等, 2020<sup>[13]</sup>)。

既往工业互联网平台相关文献重点探讨其技术特性(Boyes等, 2018)<sup>[14]</sup>和商业模式特点(Leminen等, 2020<sup>[15]</sup>;Kazantsev等, 2023<sup>[16]</sup>),并运用跨越边界理论(Benitez等, 2023)<sup>[17]</sup>、价值共创理论(马永开等, 2020)<sup>[18]</sup>和双边市场理论(朱国军等, 2020)<sup>[19]</sup>等归纳赋能机理。同时,亦有文献考察工业互联网平台对服务化转型、数字化转型、研发创新等企业经济行为的影响(赵慧娟等, 2022<sup>[20]</sup>;尚洪涛和宋岸玲, 2023<sup>[21]</sup>;Liu等, 2024<sup>[22]</sup>)。但是,这些研究对工业互联网平台的供应链网络地位赋能效果及其机制有所忽略。尽管已有少数研究指出工业互联网平台可依托数字生态系统对供应链资源进行统筹协调配置(权锡鉴等, 2020<sup>[8]</sup>;Pardo等, 2022<sup>[9]</sup>;刘诚和夏杰长, 2023<sup>[10]</sup>),但仍不乏学者担忧工业互联网平台所依赖的物联网技术会破坏供应链关系,原因是企业应用物联网技术后,客户可能出于设备运行状况被实时监控的信息泄露风险而降低合作意愿(Falkenreck和Wagner, 2017<sup>[23]</sup>;Paiola和Gebauer, 2020<sup>[24]</sup>)。所以,我国大力建设的工业互联网平台能否以及如何提升企业供应链网络地位,在理论和实践层面均具有一定的研究意义。

自中共中央国务院 2015 年发布《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》,提出发展基于互联网的协同制造新模式以来,中国工业互联网建设在以“十四五”规划为代表的顶层政策推动下发展迅速。根据《中国工业互联网产业经济发展报告(2024年)》,中国具有一定行业和区域影响力的工业互联网平台数量超过 340 家,工业互联网在带动第二产业发展的同时,正在加速向第一产业和第三产业渗透,已覆盖国民经济 49 个大类。在此基础上,本文使用 2012—2021 年中国 A 股上市公司数据,计算上市公司在客户网络和供应商网络中的 PageRank 中心度,并利用我国工业互联网平台推广作为外部冲击构建准自然实验,基于双重差分模型评估工业互联网平台对企业供应链网络地位的赋能效应及其影响机制。进一步地,本文探究在地方市场化程度低、企业供应链关系黏性大以及信息披露质量低这些不利于建立传统供应链关系的条件下,工业互联网平台能否发挥更强的供应链网络地位赋能效果。最后,本文考察工业互联网平台用户企业获得供应链网络地位赋能后的风险承担表现。

本文可能的研究贡献主要体现在以下三个方面:第一,丰富了工业互联网平台微观经济效应的研究。既有工业互联网平台相关文献主要集中在商业模式和赋能机理的探讨(马永开等, 2020<sup>[18]</sup>;Leminen等, 2020<sup>[15]</sup>;Kazantsev等, 2023<sup>[16]</sup>;Benitez等, 2023<sup>[17]</sup>),立足于用户企业视角的实

<sup>①</sup> 用户企业,指在工业互联网平台上注册为用户的企业,既包括需要物料或服务的需求方,也包括提供商品或解决方案的供应方。

证检验较为匮乏。本文基于微观企业数据考察工业互联网平台对企业供应链网络地位的影响,有助于弥补工业互联网平台大样本实证研究相对缺失的现状。第二,拓展影响企业供应链网络结构的机制路径研究。现存文献从融资能力、经营绩效和商业关系等角度广泛讨论企业嵌入供应链网络中心位置的经济后果(宋华和卢强,2017<sup>[25]</sup>;史金艳等,2019<sup>[26]</sup>;包群和但佳丽,2021<sup>[27]</sup>),但鲜见文献探讨企业如何向网络中心位置靠近。本文研究结论表明,工业互联网平台通过提高企业供应链关系数量和影响力,赋予其更高的供应链网络地位,这一发现丰富了供应链网络影响机制领域的文献。第三,揭示新一代信息技术赋能供应链的相对优势。《中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定》指出,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。但因物联网技术会颠覆链上企业合作方式,既往研究尚未就其对供应链关系的影响利弊得出一致性结论(Falkenreck 和 Wagner,2017<sup>[23]</sup>;Paiola 和 Gebauer,2020<sup>[24]</sup>;权锡鉴等,2020<sup>[8]</sup>)。本文发现,相对于衍生供应链关系的传统渠道,工业互联网平台借助物联网技术可使供应链关系在一定程度上摆脱区域市场化环境、关系黏性成本等传统因素的束缚。这可为未来供应链关系研究带来启示作用,亦有益于明晰工业互联网平台的供应链应用价值。

## 二、制度背景

工业互联网(the industrial internet of things, IIoT)指物联网(the internet of things, IoT)技术在工业设备中的应用,这一概念始兴于2012年由美国通用电气公司掀起的工业互联网革命,旨在建立将人、数据和机器连接起来的开放、全球化网络。随后,德国、中国、日本等国家陆续将其纳入“工业4.0”“中国制造2025”“社会5.0”等发展战略规划。

聚焦至中国,最早有关工业互联网的政策文件可以追溯至2015年《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》,该文件首次提出要研究工业互联网网络架构体系,发展以互联网为基础的协同制造新模式。同样地,围绕推进互联网与制造业融合的发展目标,2017年《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》,这是我国首个规范和指导工业互联网发展的政策文件。据此,各个省份开始大力推进工业互联网的试点示范与应用推广工作,2018年起省级政府工作报告提及工业互联网的频次突增,并且在数字经济相关词频<sup>①</sup>中的占比也自此保持较高水平,如图1所示。

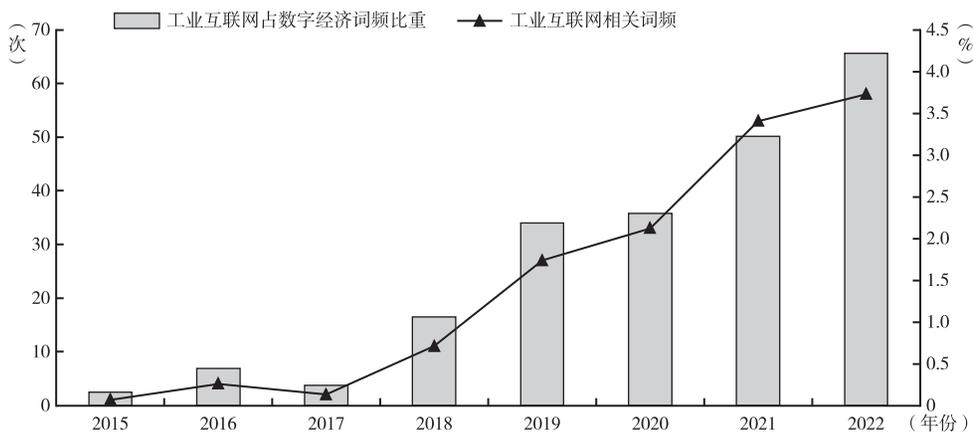


图1 中国省级政府工作报告工业互联网词频统计

资料来源:作者整理

<sup>①</sup> 数字经济关键词:智能制造、智能化、智慧化、智慧城市、上云、云平台、大数据、数据服务、数据治理、工业互联网、区块链、机器人、5G、数字化、数字经济等。

受国际贸易摩擦、新冠肺炎疫情的冲击,传统供应链网络暴露出脆弱度高、公平性差、灵活度低的弊端(王永贵和高佳,2020)<sup>[28]</sup>。2020年,工业互联网首次与“数据供应链”“数字化产业链”等概念共同出现在国家发展改革委和中央网信办印发的《关于推进“上云用数赋智”行动培育新经济发展实施方案》的通知,彰显了我国运用工业互联网平台构建产业链上下游融合发展的现代化产业体系的决心。次年,“十四五”规划进一步强调“上云用数赋智”行动的重要性,并明确指出要在重点行业和区域建设若干国际水准的工业互联网平台和数字化转型促进中心,旨在推动数据赋能全产业链协同转型。2022年,工业和信息化部等十一部门联合印发《关于开展“携手行动”促进大中小企业融通创新(2022—2025年)的通知》,强调要增强工业互联网支撑作用,实现促进产业链制造能力的集成整合和在线共享的目标。由此可见,工业互联网平台势必催生供应链联结及协作方式变革,亟需从供应链关系视角考察工业互联网平台的赋能效果。

### 三、文献回顾与假设提出

#### 1. 文献回顾

工业互联网平台是将生产要素数据化,并实现资源连接和资源配置的 B2B (business-to-business) 平台。根据中国工业互联网产业联盟给出的定义,工业互联网平台是面向制造业数字化、网络化、智能化需求,构建基于海量数据采集、汇聚、分析的服务体系,支撑制造资源泛在连接、弹性供给、高效配置的工业云平台。已有研究主要集中在理论层面,包括三个方面:一是工业互联网平台的技术特性,主要指采用信息物理系统(Cyber-physical System)、边缘计算平台等使企业资产智能化的特性,以及使不同主体在工业环境中实时、智能地访问和交换过程、产品和服务信息的互联化特性(Boyes等,2018)<sup>[14]</sup>。二是工业互联网平台的商业模式,包括运营方式的分类性探索(Leminen等,2020)<sup>[15]</sup>、平台生态系统的本质性归纳(Kazantsev等,2023)<sup>[16]</sup>和价值创造模型的尝试性提炼(魏津瑜和李翔,2020)<sup>[29]</sup>。三是工业互联网平台的赋能机理,比如,运用边界跨越理论,剖析工业互联网平台如何协调组织内外进行信息处理、任务合作和知识转化(Benitez等,2023)<sup>[17]</sup>;基于经济生态系统的价值共创理论,绘制工业互联网平台价值共创方式的演进过程(马永开等,2020)<sup>[18]</sup>;从双边市场理论出发,分析工业互联网平台企业和用户企业相互驱动的利益关系(朱国军等,2020)<sup>[19]</sup>。

另有少部分文献在微观层面对工业互联网平台的经济效应进行实证分析。既有研究表明,工业互联网平台对企业较为明显的影响体现在战略决策上。一方面,制造企业搭建工业互联网平台不仅可以提升自身的市场感知能力和资源管理能力,从而对其服务化转型战略产生积极影响(Liu等,2024)<sup>[22]</sup>,而且能够改变它与第三方服务商的竞合关系,更多地采取合作竞争战略吸引后者入驻平台(pei等,2023)<sup>[30]</sup>。另一方面,国家扶持工业互联网发展的产业政策能增加外部投资者对企业的资金投入,进而促进其数字化转型(尚洪涛和宋岸玲,2023)<sup>[21]</sup>。除激发战略转型外,工业互联网平台对企业研发创新也有激励作用。企业嵌入工业互联网平台有助于打破“数据孤岛”,获取更多外部资源和关系,提升创新力度和创新柔性(赵慧娟等,2022)<sup>[20]</sup>。然而,鲜见文献检验工业互联网平台对企业供应链网络的影响。较为相关的文献包括两支:一支文献认为,工业互联网平台会重塑商业网络,并指出这将挑战传统关系营销理论的适用性,包括行动者-资源-行为(actors-resources-activities, ARA)模型和承诺信任理论(commitment-trust theory)(Falkenreck和Wagner, 2017<sup>[23]</sup>;Pardo等,2022<sup>[9]</sup>),但并未提供实证数据支持。另一支文献聚焦工业互联网平台的核心技术——物联网技术带来的供应链关系变化,且得出截然相反的结论。其中,部分学者认为,物联网技术为供应链上下游创造实时数据共享的机会,双方互动频率的增加有利于建立和维持稳定的合作关系(Kannan, 2017)<sup>[31]</sup>;另有学者指出,尽管供应商可利用物联网技术向客户提供全生命周期服

务,但后者可能因设备运行数据被监控的安全性考量而降低合作意愿(Paiola和Gebauer,2020)<sup>[24]</sup>。

综上所述,现有关于工业互联网平台的研究主要集中在内涵和机理分析,而针对其微观经济效应的探讨仍显不足,尤其是考察工业互联网平台的供应链关系赋能效果的文献较为匮乏。虽有文献认为工业互联网平台及其核心技术可能改变供应链关系,但由于缺乏基于用户企业视角的实证检验,尚未达成对这些变化利弊的共识。基于此,本文尝试运用大样本数据考察工业互联网平台对用户企业供应链网络地位的影响,为厘清两者之间颇具争议的关系提供实证依据。

## 2. 研究假设

网络节点的重要性由相邻节点数量与质量决定(Page等,1999)<sup>[32]</sup>。这意味着,在供应链网络中,地位更高的企业通常拥有多个高影响力的合作伙伴(包群和但佳丽,2021)<sup>[27]</sup>。因此,本文主要从供应链关系数量和影响力两个维度,分析工业互联网平台对企业供应链网络地位的作用。

工业互联网平台可以增加企业的合作伙伴数量,提高其供应链网络地位,即供应链关系数量赋能效应。企业开拓新供应链关系的前提是准确获取潜在交易对象的合作意愿、产品质量、商业信誉等信息。在传统供应链网络中,为降低信息搜寻和识别成本,企业往往依赖现有合作伙伴的社会关系结识新伙伴,导致供应链网络高度集中(包群和但佳丽,2021)<sup>[27]</sup>。工业互联网平台是具有网络外部性的经济生态系统(马永开等,2020<sup>[18]</sup>;Benitez等,2023<sup>[17]</sup>),可为企业拓展供应链网络提供新途径。根据网络外部性理论,工业互联网平台用户企业彼此交换信息,创造的价值随用户企业数量的增加而攀升(Rohlf,1974)<sup>[11]</sup>,而用户效用的提高会吸引更多企业加入工业互联网平台,最终以工业互联网平台为载体形成庞大社会网络。由于个体拥有的关系资源取决于可有效利用的联系网络规模(Bourdieu,1984)<sup>[33]</sup>,工业互联网平台为企业搭建的社会网络能够为企业提供更多的非冗余供应链关系。可以推测,相较于传统渠道,工业互联网平台会千百倍地放大企业的潜在合作伙伴基数,从而提高它们的供应链网络地位。

工业互联网平台可以帮助企业匹配到高质量合作伙伴,提高其供应链网络地位,即供应链关系影响力赋能效应。具体表现为,一是企业加入工业互联网平台能向市场传递积极信号,吸引具有影响力的供应链合作对象。根据信号传递理论,对外公开诸如股利政策变动、创新政策支持之类的事件,可以向市场释放有关未来发展前景的信号(Spence,1978)<sup>[34]</sup>。企业加入工业互联网平台的信号传递作用主要体现在,向外部利益相关者传递出响应政策导向的积极信号,增强高质量企业与之产生经营联系的信心。工业互联网是我国以新一代信息技术的普及应用推动经济高质量发展的重要依托,《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》《工业互联网发展行动计划(2018—2020年)》等一系列政策文件,均强调要推进工业互联网建设。已有研究发现,作为经济调控的重要工具,相关政策的实施是一种强有力的指向性信号,外部利益相关者会认为受到政策扶持的企业风险不确定性偏低,其结果是关系资源以政策为导向重置和集聚(郭玥,2018)<sup>[12]</sup>。所以,工业互联网平台的信号传递作用可以帮助企业打破合作隔阂,获得优质供应链资源。二是企业加入工业互联网平台更容易满足高影响力合作伙伴的信息披露要求,获取供应链竞争优势。工业互联网平台具有信息透明化作用,可避免企业因无法向外部利益相关者披露足够信息而失去良好的交易机会。从工业互联网平台的运转过程看,它借助物联网技术将用户企业的人、机、物等生产要素数据化,通过集成生产、销售、服务等环节的实时数据,使供需双方实现产品全生命周期的数据共享和协同制造(权锡鉴等,2020)<sup>[8]</sup>。这种互动式信息披露方式具有信息交流双向化、披露频率密集化的特点(Miller和Skinner,2015)<sup>[35]</sup>,有利于提高供应链合作伙伴对企业的信任度和满意度(张新民等,2021)<sup>[36]</sup>,促进供应链合作(杨志强等,2020)<sup>[13]</sup>。因此,工业互联网平台的信息透明化作用有利于企业争取优质供应链资源。

综上所述,本文认为,工业互联网平台主要通过供应链关系数量和影响力两大赋能机制,助力企业

趋近供应链网络核心位置。因此,本文提出如下假设:

H<sub>1</sub>:工业互联网平台可以提高企业的供应链网络地位。

进一步地,工业互联网平台的赋能效果取决于地区、供应链和用户企业三个层面的异质性特征。第一,当地方市场化水平较低时,工业互联网平台对企业供应链网络地位的提升作用更加明显。实体企业搭建供应链网络难易程度是交易成本的直观体现(Coase, 1960)<sup>[37]</sup>,而不健全的市场制度环境会导致交易成本攀升,原因是当地政府和社会组织无法为企业履行契约和甄别信息提供有效支持(赵云辉等, 2019)<sup>[38]</sup>。工业互联网平台能够通过网络效应和信息共享弥补劣势市场环境的不可置信承诺和信息不对称问题。从网络效应角度看,工业互联网平台的网络外部性驱动用户企业以平台企业为中心集聚成社会网络,由于社会网络中行动者的声誉具有抵押作用(翟学伟, 2014)<sup>[39]</sup>,企业为避免付出高昂的声誉成本,将严格履行交易契约。从信息共享角度看,工业互联网平台运用物联网技术采集工人操作、设备运行以及工厂生产等信息,生成“人一机一物”全面互联的可视化数据流(权锡鉴等, 2020)<sup>[8]</sup>,使得供应链上下游可以贯穿产品全生命周期地实时共享生产经营信息。现有研究表明,这种基于业务数据频繁互通的信息共享行为会加深合作伙伴间的关系承诺,有效化解信息不对称引致的信任构建问题(叶飞和薛运普, 2011)<sup>[40]</sup>。因此,在市场化进程滞后的地区,工业互联网平台能够弥补正式和非正式制度在维系市场秩序方面的缺陷,为企业拓展供应链关系发挥更大作用。

第二,工业互联网平台的供应链网络地位赋能效果会随供应链关系黏性的增大而增强。企业调整供应链关系以接近网络核心位置需付出黏性成本。供应链关系黏性反映企业对旧客户和供应商的依赖度,企业与供应链上下游的合作关系越持久,放弃现有供应链关系所需承担的沉没成本和转换成本越高(包群等, 2023)<sup>[41]</sup>。根据交易成本理论,供应链关系黏性可能与两个因素有关。一是资产专用性。为强化合作伙伴信任以保持交易关系,企业通常需投资难以转作其他用途的设备资产,这种关系专用性资产易伴随特定交易关系终止而失去价值(Williamson, 1985)<sup>[4]</sup>。工业互联网平台能够缓解资产专用性引致的供应链关系锁定效应。具体而言,一方面,关系专用性投资较高的企业可利用工业互联网平台提供的海量市场匹配信息寻找可替代交易对象,降低被单一合作伙伴套牢的风险(曹春方和龚曼宁, 2025)<sup>[42]</sup>;另一方面,根据工业和信息化部、国家标准化管理委员会联合发布的《工业互联网综合标准化体系建设指南》,工业互联网平台按照统一标准规范工业设备接口协议,提高设备向不同主体提供服务的兼容性,这可以增强企业的议价能力,避免受制于单一客户。因此,当企业的关系专用性投资较高时,工业互联网平台破解关系锁定效应,提高企业供应链网络地位的效果将更加明显。二是交易频率。在传统供应链网络中,买卖双方进行多次重复交易有利于加强关系承诺与积累合作经验,而更换合作伙伴则可能因交易不确定性增加违约风险和摩擦成本(Williamson, 1985)<sup>[4]</sup>。所以,企业通常依赖较高的交易频率维持稳定的供应链关系,实现契约之外的非正式治理效应。然而,这种长期稳定的供应链关系属于“强连接”,其结构封闭性容易导致企业获取的信息和资源同质化(Granovetter, 1973)<sup>[43]</sup>。对于受其约束的企业,工业互联网平台集聚多元主体构建“弱连接”网络,能够为它们提供更多的异质性信息与创新资源(权锡鉴等, 2020)<sup>[8]</sup>。更重要的是,工业互联网平台借助物联网和数字孪生技术实现研发生产全流程的透明化与数字化,使合作基础薄弱的企业也可通过实时数据共享降低违约风险和摩擦成本,进而减少企业维持长久供应链关系的必要性。因此,在企业长期保持固定业务往来导致信息渠道狭窄的情况下,工业互联网平台的供应链关系赋能将产生更大的边际效果,从而更明显地提升其供应链网络地位。

第三,企业自身信息披露质量越低,越能体现出工业互联网平台的供应链网络地位赋能效果。供应链关系的本质是企业的外部契约关系,作为外部利益相关者,贸易伙伴与企业之间不可避免

地会因信息不对称产生委托代理问题(Coase, 1960)<sup>[37]</sup>。为提升供应链信息透明度,企业普遍采用社交媒体、电子通信等方式传递结构化数据(如财务绩效、订单记录)。但是,对于具有情境嵌入性的软信息(如市场前景、技术知识),其传递效率受制于量化难度而无法通过传统渠道有效扩散(Liberti和Petersen, 2019)<sup>[44]</sup>。工业互联网平台为企业打造与供应链上下游实时共享生产运营信息的数据通道,能够替代其他信息披露行为的信息透明化作用(Falkenreck和Wagner, 2017)<sup>[23]</sup>。具体而言,首先,工业互联网平台可以收集和分析软信息,扩充供应链信息传递载量。工业互联网平台基于物联网技术实时捕获企业的人、机、物及生产状态信息,并将这些多源异构信息转换成可以观测和存储的数据,这会降低供应链上下游彼此获取、分享和核验软信息的委托代理成本(刘诚和夏杰长, 2023)<sup>[10]</sup>。其次,工业互联网平台可以打破供应链信息共享壁垒,有效化解“数据孤岛”现象。企业ERP、SCM等系统的数据格式和通信协议互不兼容,导致供应链上下游生成的软信息无法跨组织流通,形成“数据孤岛”。为解决该问题,我国已基本建成工业互联网标识解析体系。根据2017年《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》,这一体系可以利用标识实现全球供应链系统和企业生产系统间精准对接,以及跨企业、跨地区、跨行业的产品全生命周期管理,促进信息资源集成共享。综上,工业互联网平台通过有效集成软信息并促进其跨组织流通,提高供应链信息透明度。根据信息经济学流派的观点,信息透明是保证契约签订方互信的关键因素(Costello, 2013)<sup>[45]</sup>,企业披露软信息有助于优化供应链网络结构(李刚等, 2024)<sup>[7]</sup>。因此,工业互联网平台能够替代传统信息披露方式,对难以充分披露信息的企业产生更明显的供应链网络地位赋能效果。

因此,本文提出如下假设:

H<sub>2</sub>:对于市场化程度低的地区以及供应链关系黏性大、信息披露质量低的企业,工业互联网平台的供应链网络地位提升效应更大。

## 四、研究设计

### 1. 样本选取与数据来源

本文借助Python对2015年之后的我国A股上市公司年度报告,以“工业互联网”“工业物联网”“Industrial Internet”“IIoT”等作为关键词,进行文本分析。考虑到工业互联网平台企业作为主动赋能者,其行为异于被赋能的用户企业,本文剔除了该类样本。在此基础上,通过人工分辨企业是仅提及相关政策、形势,抑或实质性地加入工业互联网平台,进行手工筛选。最终,本文获得了1531家工业互联网平台用户企业作为处理组,以样本期间未加入工业互联网平台的企业作为对照组。

本文以2012—2021年中国非金融类A股上市公司为初始研究样本,并进行以下处理:(1)剔除ST及当年上市的公司样本;(2)剔除存在缺失数据的样本;(3)依据证监会发布的《上市公司行业分类指引》(2012年修订)对样本进行行业分类,考虑到房地产行业的特殊性,剔除房地产行业上市公司样本。为降低极端值对研究结论可能造成的影响,本文对所有连续变量在1%和99%分位进行缩尾处理。本文数据主要源于CSMAR数据库和CNRDS数据库,专利数据来源于国家知识产权局。

### 2. 模型设定与变量定义

在国家政策的推动下,中国工业互联网平台通常由行业龙头企业主导搭建。对于广大受众企业而言,符合准自然实验性质。考虑到企业加入工业互联网平台的时间节点不同,本文借鉴Beck等(2010)<sup>[46]</sup>的研究,构建多期双重差分模型对研究假设H<sub>1</sub>进行检验:

$$PageRank_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \times IIoT_{i,t} + \sum Controls + \theta_j + \sigma_p + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中,核心解释变量  $IIoT_{i,t}$  是组别虚拟变量与年份虚拟变量的交互项,用于识别样本企业  $i$  在  $t$  年是否加入工业互联网平台。加入工业互联网平台的样本设为处理组,对处理组样本加入工业互联网平台当年及以后年度赋值为 1,其余年度赋值为 0;未加入工业互联网平台的样本设为对照组,赋值为 0。 $IIoT_{i,t}$  的系数  $\beta_1$  是本文关注的重点,如果该系数显著为正,表明工业互联网平台能够提高企业的供应链网络地位,研究假设  $H_1$  得到支持。另外,  $\theta_j$ 、 $\sigma_p$  和  $\mu_i$  分别是行业、省份和年份虚拟变量,用以缓解遗漏变量造成的偏误,  $\varepsilon_{i,t}$  是干扰项。

被解释变量为  $PageRank_{i,t}$ ,代表企业占据的供应链网络地位。 $PageRank$  测度受谷歌搜索引擎标识网页重要性的算法启发,基本思想是由网页链接其他网页的数量和质量衡量该网页的价值,每个网页的  $PageRank$  值取决于它的入链网页,而网页本身也会将自己的  $PageRank$  值分配给它的出链网页。简言之,一个网页被链接的次数越多,且指向该网页的其他网页拥有越多外部链接,则该网页越重要。当延伸至供应链网络,可以认为,与某个企业建立直接合作关系的邻近企业越多,且邻近企业拥有的合作伙伴越多,则该企业对供应链网络的影响力越高,它在所嵌入的供应链网络中的地位也就越高,即供应链网络中心性越高(Page 等,1999<sup>[32]</sup>;包群和但佳丽,2021<sup>[27]</sup>)。

需说明的是,网络中心性和结构洞均是度量节点网络位置的常见指标。工业互联网平台赋予用户企业的供应链关系部分来自于平台企业的客户—供应商关系,结构洞主要由平台企业占据。所以,企业的结构洞丰富度并非本文的关注重点。关于网络中心性,已有研究通常用程度中心度(Degree)进行测度(史金艳等,2019)<sup>[26]</sup>,但程度中心度只取决于与企业直接发生交易关系的合作伙伴数目,且所有节点的计算权重相同。Choi 和 Hong(2002)<sup>[47]</sup>指出,供应链网络不仅包括直接合作伙伴间的联系,还包括与直接合作伙伴的客户和供应商建立的间接联系。与此同时,考虑到嵌入不同供应链网络位置的节点能够提供的资源和信息有所差异,本文采用  $PageRank$  指标衡量企业所处的供应链网络中心性,该指标按照每个链入和链出节点的位置重要性计算目标节点的网络地位,而链入节点和链出节点的重要性取决于与它们发生关联的节点。因此,运用该指标量化企业的供应链网络影响力,具有兼顾直接关系和间接关系的优势(包群和但佳丽,2021)<sup>[27]</sup>。

根据中国证券监督管理委员会发布的《公开发行证券的公司信息披露内容与格式准则第 2 号——年度报告的内容与格式》,客户和供应商关系不属于强制性披露信息。为尽可能避免数据缺失造成的统计偏误,本文分别基于我国上市公司披露的客户名称和供应商名称,刻画客户关系网络和供应商关系网络,并且只保留前五大客户销售额和前五大供应商采购额占比超过 90% 的样本。同时,这种按资源流动方向描绘两张供应链网络的做法,也可较为直观地对比工业互联网平台对客户关系和供应商关系赋能的差异性。

按照  $PageRank$  的算法逻辑,本文参考 Page 等(1999)<sup>[32]</sup> 的研究,分别运用式(2)和式(3)计算企业在客户关系网络和供应商关系网络中的  $PageRank$  值。对于客户关系网络,以  $PageRank_{C_{i,t}}$  和  $PageRank_{C_{j,t}}$  代表  $t$  年企业  $i$  和客户企业  $j$  的  $PageRank$  值,  $V_i$  为企业  $i$  的客户企业集合,  $O_j$  为企业  $j$  的供应商数,  $PageRank_{C_{j,t}}/O_j$  表示  $t$  年度企业  $j$  分配给每个供应商的影响力。对于供应商关系网络,以  $PageRank_{P_{i,t}}$  和  $PageRank_{P_{h,t}}$  代表  $t$  年企业  $i$  和供应商企业  $h$  的  $PageRank$  值,  $W_i$  为企业  $i$  的供应商企业集合,  $Q_h$  为企业  $h$  的客户数,  $PageRank_{P_{h,t}}/Q_h$  表示  $t$  年度企业  $h$  分配给每个客户的影响力。 $\lambda$  代表阻尼系数(通常取值为 0.85),  $M$  和  $N$  分别代表嵌入客户关系网络和供应商关系网络的企业总数,  $(1 - \lambda)/M$  和  $(1 - \lambda)/N$  一般用于调整特殊情况下的地位偏差。

$$PageRank_{C_{i,t}} = \lambda \times \sum_{j \in V_i} \frac{PageRank_{C_{j,t}}}{O_j} + \frac{1 - \lambda}{M} \quad (2)$$

$$PageRank_{P_{i,t}} = \lambda \times \sum_{h \in W_i} \frac{PageRank_{P_{h,t}}}{Q_h} + \frac{1 - \lambda}{N} \quad (3)$$

此外,为保证结果的稳健性,本文在企业特征层面,控制企业规模(*Size*)、企业年龄(*Age*);在企业财务层面,控制资产收益率(*ROA*)、成长能力(*Growth*)、资产负债率(*Lev*)、经营现金流量比(*Cflow*)、现金持有量(*Cash*);在企业治理层面,控制第一大股东持股比例(*Sholder*)、前三名高管薪酬(*Msalary*)、独立董事占比(*Idratio*);在企业所有权层面,将企业产权性质(*SOE*)设定为虚拟变量进行控制。

主要变量定义如表1所示。

表1 变量定义

变量类型	变量符号	变量名称	定义
被解释变量	<i>PageRank_C</i>	客户关系网络地位	反映企业的客户关系网络中心性,按PageRank算法计算
	<i>PageRank_P</i>	供应商关系网络地位	反映企业的供应商关系网络中心性,按PageRank算法计算
解释变量	<i>Hlot</i>	加入工业互联网平台	虚拟变量。若企业当年已加入工业互联网平台,则取1;反之,取0
控制变量	<i>Size</i>	企业规模	总资产的自然对数
	<i>Age</i>	企业年龄	(企业成立年数+1)的自然对数
	<i>ROA</i>	资产收益率	净利润/总资产
	<i>Growth</i>	成长能力	(当期营业收入-上期营业收入)/上期营业收入
	<i>Lev</i>	资产负债率	总负债/总资产
	<i>Cflow</i>	经营现金流量比	经营活动产生的现金流量净额/总资产
	<i>Cash</i>	现金持有量	(货币资金+交易性金融资产)/总资产
	<i>Sholder</i>	第一大股东持股比例	第一大股东持股所占比例
	<i>Msalary</i>	前三名高管薪酬	前三名高管薪酬总额的自然对数
	<i>Idratio</i>	独立董事占比	独立董事人数与董事会人数之比的自然对数
<i>SOE</i>	产权性质	虚拟变量。国有企业取值为1,否则为0	
机制变量	<i>Cuscon</i>	供应链数量 客户集中度赫芬达尔指数	(前五大客户销售比例平方和+1)的自然对数
	<i>Purcon</i>	供应链数量 供应商集中度赫芬达尔指数	(前五大供应商采购比例平方和+1)的自然对数
	<i>LENA</i>	供应链质量 客户产品市场竞争力	参考Peress(2010) <sup>[48]</sup> ,采用勒纳指数衡量,[(营业收入-营业成本-销售费用-管理费用)/营业收入+1]的自然对数
	<i>Patent</i>	供应链质量 供应商专利质量	$1 - \text{专利分布赫芬达尔指数} = 1 - \sum \frac{P_{i,k,t}}{P_{i,t}}$ 。其中, $P_{i,k,t}$ 是企业 <i>i</i> 第 <i>t</i> 年申请的 <i>k</i> 类IPC号专利数量; $P_{i,t}$ 是企业 <i>i</i> 第 <i>t</i> 年申请的所有专利数量
调节变量	<i>Market</i>	地方市场化程度	王小鲁等(2021) <sup>[49]</sup> 报告的我国31省份市场化指数。若高于年度中位数,取1;否则,取0
	<i>Relainvest</i>	供应链关系黏性 关系专用性投资程度	参考Banerjee等(2008) <sup>[50]</sup> ,按企业是否属于耐用品行业进行划分。若属于耐用品行业,取1;否则,取0
	<i>Partnership_C</i>	供应链关系黏性 交易频率	客户合作年限。若高于行业一年度中位数,取1;否则,取0
	<i>Partnership_P</i>		供应商合作年限。若高于行业一年度中位数,取1;否则,取0
	<i>KV</i>	信息披露质量	市场交易量对收益率的影响系数。具体地,对模型 $\ln \left  \frac{\Delta P_t}{P_{t-1}} \right  = \alpha + \beta (Vol_t - Vol_0) + \mu_t$ , 评估系数 $\beta$ 。其中, $P_t$ 是 <i>t</i> 日收盘价; $Vol_t$ 和 $Vol_0$ 分别是 <i>t</i> 日和年度平均交易量

## 五、实证检验与分析

### 1. 描述性统计

表 2 列示了本文所涉及的主要变量的描述性统计结果。在研究样本中,客户关系网络地位 (*PageRank\_C*) 均值是 2.52, 标准差是 0.94; 供应商关系网络地位 (*PageRank\_P*) 的均值是 2.95, 标准差是 0.44, 两者均基本满足正态分布。企业规模 (*Size*)、企业年龄 (*Age*)、资产收益率 (*ROA*) 等控制变量的分布与现有文献基本一致 (杨志强等, 2020)<sup>[13]</sup>, 一定程度上反映出样本数据的可靠性。

表 2 主要变量的描述性统计

变量符号	样本量	平均值	标准差	最小值	中位数	最大值
<i>PageRank_C</i> <sup>①</sup>	5057	2.52	0.94	1.29	2.51	4.41
<i>PageRank_P</i>	3325	2.95	0.44	2.41	2.86	4.42
<i>IIoT</i>	5057	0.03	0.18	0	0	1
<i>Size</i>	5057	22.43	1.47	16.12	22.24	28.64
<i>Age</i>	5057	2.36	0.82	0	2.71	3.43
<i>ROA</i>	5057	0.03	0.06	-0.27	0.03	0.20
<i>Growth</i>	5057	0.13	0.38	-0.56	0.07	2.37
<i>Lev</i>	5057	0.47	0.21	0.06	0.48	0.90
<i>Cflow</i>	5057	0.05	0.07	-0.15	0.05	0.24
<i>Cash</i>	5057	0.17	0.12	0.01	0.14	0.62
<i>Sholder</i>	5057	0.37	0.16	0.09	0.34	0.77
<i>Msalary</i>	5057	14.28	0.72	11.21	14.26	18.20
<i>Idratio</i>	5057	-1.00	0.13	-1.10	-1.10	-0.56
<i>SOE</i>	5057	0.51	0.50	0	1	1
<i>Cuscon</i>	4930	1.05	0.85	0	0.9	2.74
<i>Purcon</i>	4254	1.61	0.82	0.69	1.45	18.35
<i>LENA</i> <sup>②</sup>	2431	0.09	0.06	-0.09	0.08	0.29
<i>Patent</i> <sup>③</sup>	4256	0.16	0.09	0	0.14	0.66
<i>Market</i>	5057	0.64	0.48	0	1	1
<i>Relainvest</i>	5057	0.32	0.47	0	0	1
<i>Partnership_C</i>	5057	0.83	0.38	0	1	1
<i>Partnership_P</i>	5057	0.90	0.30	0	1	1
<i>KV</i>	4855	0.49	0.50	0	0	1

### 2. 基本回归结果

表 3 列示了工业互联网平台对企业供应链网络地位的影响。其中,第(1)~(3)列是客户关系网

① 为便于统计,本文中客户关系网络地位(*PageRank\_C*)和供应商关系网络地位(*PageRank\_P*)取值均按扩大  $10^4$  倍处理。

② 由于无法获取中小企业数据, *LENA* 变量仅统计关联客户为 A 股上市公司或新三板挂牌企业的样本, 并采用均值填充法处理缺失值。

③ *Patent* 变量涉及的专利数据来源于国家知识产权局, 包含关联供应商为上市公司和非上市公司的样本, 并对未从国家知识产权局获取到专利信息的企业专利数量计为 0。

络地位的回归结果,第(4)~(6)列是供应商关系网络地位的回归结果。可以看出,工业互联网平台的赋能对企业的客户关系网络中心性和供应商关系网络中心性均具有显著的提升效应。无论是否控制其他因素,代表企业是否加入工业互联网平台的虚拟变量 *IIoT* 的回归系数至少在 5% 的水平上显著为正。经济意义方面,根据第(2)列和第(5)增加控制变量后的回归结果,相较于未加入工业互联网平台的企业,工业互联网平台用户企业的客户关系网络中心性要高出 0.108 个单位,相当于在均值的基础上提升 4.29% (0.108/2.52); 工业互联网平台用户企业的供应商关系网络中心性要高出 0.055 个单位,相当于在均值的基础上提升 1.86% (0.055/2.95)。上述回归结果表明,工业互联网平台能够显著提高企业的供应链网络地位,支持本文提出的研究假设  $H_1$ 。

考虑到企业加入工业互联网平台具有一定的主观性,为缓解可能存在的反向因果问题,第(3)列和第(6)列对解释变量做滞后一期处理。同样地,客户关系网络地位和供应商关系网络地位的 *IIoT* 回归系数至少在 5% 的水平上显著为正,这有助于排除企业因供应链关系变化而加入工业互联网平台的可能性,也表明工业互联网平台对企业供应链网络的优化效果存在时间持续性。

表 3 工业互联网平台与企业供应链网络地位

变量	PageRank_C			PageRank_P		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>IIoT</i>	0.150*** (5.97)	0.108*** (4.78)		0.078*** (2.85)	0.055** (2.13)	
<i>L.IIoT</i>			0.136*** (4.49)			0.077** (2.36)
<i>Size</i>		0.060*** (16.89)	0.061*** (17.08)		0.047*** (7.92)	0.047*** (8.01)
<i>Age</i>		-0.012*** (-3.48)	-0.013*** (-3.67)		-0.003 (-0.69)	-0.004 (-0.78)
<i>ROA</i>		0.036 (0.73)	0.034 (0.71)		-0.083 (-1.16)	-0.085 (-1.19)
<i>Growth</i>		-0.009 (-1.56)	-0.009 (-1.57)		-0.008 (-1.13)	-0.008 (-1.09)
<i>Lev</i>		0.025 (1.56)	0.023 (1.45)		-0.048* (-1.80)	-0.049* (-1.83)
<i>Cflow</i>		0.171*** (4.54)	0.177*** (4.72)		0.088* (1.70)	0.092* (1.76)
<i>Cash</i>		-0.007 (-0.34)	-0.008 (-0.40)		-0.008 (-0.23)	-0.009 (-0.24)
<i>Sholder</i>		-0.050*** (-2.65)	-0.052*** (-2.75)		0.003 (0.12)	0.002 (0.08)
<i>Msalary</i>		0.014*** (2.71)	0.013** (2.53)		-0.002 (-0.25)	-0.002 (-0.32)
<i>Idratio</i>		0.101*** (4.83)	0.099*** (4.78)		0.036 (1.32)	0.035 (1.28)
<i>SOE</i>		0.006 (1.01)	0.007 (1.21)		0.005 (0.50)	0.005 (0.59)

续表 3

变量	PageRank_C			PageRank_P		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
常数项	0.137*** (84.01)	-0.004 (-0.52)	-0.004 (-0.54)	0.248*** (106.43)	0.155*** (13.15)	0.155*** (13.16)
行业/省份/年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本数	5057	5057	5057	3325	3325	3325
调整 R <sup>2</sup>	0.955	0.963	0.963	0.792	0.807	0.807

注:括号号为异方差稳健t统计量;\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著,下同

### 3. 机制检验

(1) 供应链关系数量赋能效应。参照 Dan 等(2016)<sup>[51]</sup>的做法,本文采用取自然对数的客户集中度赫芬达尔指数(*Cuscon*)和供应商集中度赫芬达尔指数(*Purcon*)衡量企业供应链关系数量,即高度集中的客户和供应商关系分布意味着企业可依赖的供应链资源数量较少。表4第(1)和(2)列是工业互联网平台影响企业供应链关系数量的回归结果。其中,对于客户关系数量,第(1)列 *IIoT* 系数在5%的水平上显著为负。相较于对照组,处理组样本的客户集中度下降12.75%( $e^{0.120}-1$ ),这表明,工业互联网平台可以降低企业对大客户的依赖度,丰富它们的客户关系数量。对于供应商关系数量,第(2)列 *IIoT* 系数在10%的水平上显著为负,同样表明工业互联网平台能赋予企业获得更多供应商关系。可见,工业互联网平台通过提升企业的供应链关系数量,促使其趋向更核心的供应链网络位置。

(2) 供应链关系影响力赋能效应。供应链下游客户和上游供应商的影响力决定因素存异,分别在较大程度上取决于产品市场竞争力和供应货品质量(陶锋等,2023)<sup>[52]</sup>。本文参考 Peress (2010)<sup>[48]</sup>的研究,使用勒纳指数(*LENA*)衡量客户的市场影响力,该数值越大,说明其市场势力越强。同时,参考陶锋等(2023)<sup>[52]</sup>,以专利质量(*Patent*)作为供应商影响力的代理变量,该指标采用企业专利知识宽度量化专利涉及知识的复杂性和多样性,可以反映供应商货品的业内认可度。表4第(3)和(4)列是工业互联网平台对企业供应链关系影响力的回归结果。其中,在客户影响力方面,第(3)列 *IIoT* 的系数在5%的水平上显著为正,说明工业互联网平台用户企业的客户市场势力明显高于一般水平。在供应商影响力方面,第(4)列 *IIoT* 的系数在10%的水平上显著为正,相比对照组,处理组的供应商专利质量高出0.015个单位,提升幅度约为9.38%(0.015/0.16)。因此,工业互联网平台能够帮助企业匹配到更具影响力的合作伙伴,从而提升其供应链网络地位。

表 4 机制检验:供应链关系数量和供应链关系影响力

变量	<i>Cuscon</i>	<i>Purcon</i>	<i>LENA</i>	<i>Patent</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>IIoT</i>	-0.120** (-2.00)	-0.091* (-1.66)	0.015** (2.19)	0.015* (1.88)
<i>Size</i>	-0.111*** (-9.70)	-0.108*** (-9.66)	0.003** (2.08)	-0.003** (-2.25)
<i>Age</i>	0.049*** (2.89)	0.097*** (4.51)	-0.004* (-1.92)	0.001 (0.32)
<i>ROA</i>	-0.537** (-2.23)	-0.589** (-2.66)	-0.022 (-0.75)	0.035 (1.35)

续表 4

变量	<i>Cuscon</i>	<i>Purcon</i>	<i>LENA</i>	<i>Patent</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Growth</i>	0.072** (2.27)	0.112*** (3.21)	0.002 (0.49)	0.001 (0.21)
<i>Lev</i>	-0.111 (-1.49)	-0.369*** (-4.37)	-0.008 (-0.91)	-0.008 (-0.88)
<i>Cflow</i>	-0.351* (-1.89)	0.154 (0.69)	-0.050** (-2.33)	-0.027 (-1.26)
<i>Cash</i>	-0.314*** (-2.98)	0.030 (0.20)	0.042*** (3.37)	0.0005 (0.04)
<i>Sholder</i>	0.066 (0.81)	0.126 (1.49)	-0.024** (-2.43)	0.012 (1.27)
<i>Msalary</i>	-0.080*** (-4.27)	-0.089*** (-4.94)	-0.004* (-1.84)	0.001 (0.29)
<i>Idratio</i>	-0.085 (-0.99)	0.205* (1.75)	-0.020* (-1.82)	-0.049*** (-5.08)
<i>SOE</i>	-0.047* (-1.74)	-0.006 (-0.20)	0.007** (2.22)	0.006* (1.68)
常数项	4.308*** (14.82)	5.110*** (19.01)	0.049 (1.32)	0.072** (2.13)
行业/省份/年份固定效应	是	是	是	是
样本数	4930	4254	2431	4256
调整 R <sup>2</sup>	0.216	0.146	0.123	0.151

#### 4. 稳健性检验

(1) 平行趋势检验。平行趋势假定是采用双重差分法识别因果效应需满足的必要前提假设,即在不受政策干预的情况下,处理组与对照组应具有一致的时间变化趋势。为了检验加入工业互联网平台前,用户企业是否与其他企业具有非显著差异性的供应链网络地位,本文参考 Beck 等 (2010)<sup>[46]</sup>的做法,引入企业加入工业互联网平台前后各期的虚拟变量,设定模型(4),进行平行趋势检验。

$$PageRank_{i,t} = \beta_0 + \sum_{n=-4, n \neq 0}^3 \beta_n \times IIoT_{i,t}^{n=-k} + \sum Controls + \theta_j + \sigma_p + \mu_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

其中,  $IIoT_{i,t}$  为企业  $t$  年是否加入工业互联网平台的虚拟变量,  $k$  为初始加入年份。  $n$  代表加入工业互联网平台前后的期限,当  $n < 0$  时,表示加入前  $n$  期;当  $n = 0$  时,表示当期;当  $n > 0$  时,表示加入后  $n$  期。考虑到在较长样本期间内,存在其他影响事件的可能性较高,本文将样本范围限制为  $-4 \sim 3$  期,并以冲击发生的前一期作为基期。

图 2a 和图 2b 展示模型(4)各虚拟变量系数的变化趋势(置信区间为 95%)。可以看出,加入工业互联网平台之前,95%的置信区间不包含 0,说明工业互联网平台用户企业与其他企业的供应链网络地位并无明显差异,满足平行趋势假设。此外,企业加入工业互联网平台后,客户关系网络和供应商关系网络的  $IIoT$  估计系数均出现显著为正的情况,表明处理组相较于对照组更趋近供应链网络中心位置,但这一处理效应随时间的推移而减弱,说明工业互联网平台的赋能效果存在动态效应。

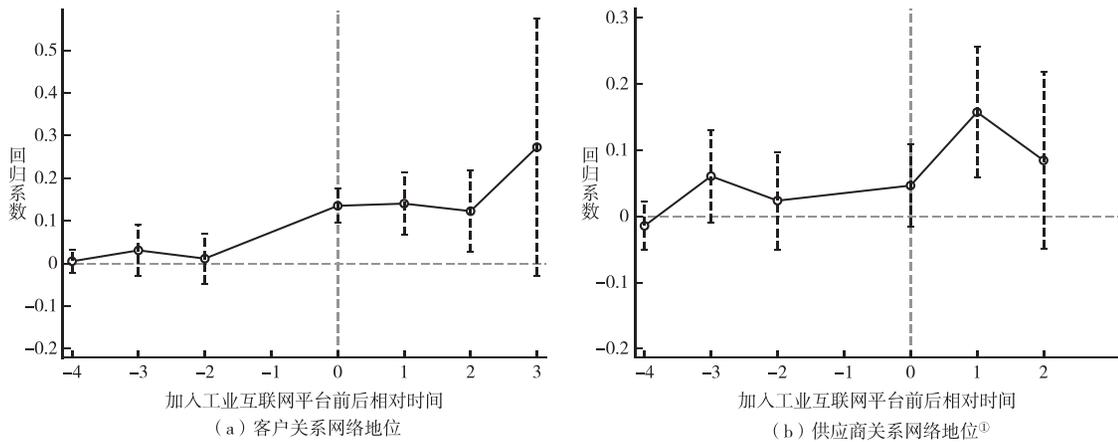


图2 平行趋势检验

(2)倾向得分匹配。对互联网持开放态度的企业应更倾向加入工业互联网平台(Falkenreck 和 Wagner, 2017)<sup>[23]</sup>,基准回归结果可能存在自选择偏误。考虑到高新技术企业通常擅长运用科学技术进行革新,本文以此设计协变量,如果样本被认定为高新技术企业(*Htech*),则取值为1;否则,该变量取值为0。同时,协同基准回归的部分控制变量估算企业加入工业互联网平台的概率。具体而言,本文运用 Blundell 和 Costa(2000)<sup>[53]</sup>研究中的逐年匹配法,根据 logit 回归估计的倾向得分,为处理组匹配对照组样本。由于本文处理组样本数量较少,故遵循 1:5 最近邻匹配的原则,为处理组匹配出特征变量值近似的对照组样本 492 个。匹配后,客户关系网络的参与者平均处理效应 ATT 为 1.066,供应商关系网络的参与者平均处理效应 ATT 为 0.505,且均在 1% 的水平上通过显著性检验,初步说明工业互联网平台对企业的供应链网络地位有明显的提升作用。根据平衡性检验结果,匹配后各协变量的标准偏差大幅降低,绝对值小于 10%,且 t 检验结果均不显著,这表明匹配后得到的样本满足平衡性假设。

在满足随机试验假设的前提下,本文采用倾向得分匹配后的处理组和对照组样本,重新进行双重差分回归。表 5 的第(1)~(3)列和第(4)~(6)列分别是客户关系网络和供应商网络的倾向得分匹配回归结果。可以看出,无论是否控制其他变量,反映企业是否加入工业互联网平台的变量 *IIoT* 系数均至少在 10% 的水平上显著为正,这与表 3 所示的基本回归结果一致。并且,表 5 第(3)列和第(6)列控制高新技术企业虚拟变量(*Htech*)后,*IIoT* 回归系数显著性保持不变,说明本文控制变量的选取较为合适。

表 5 倾向得分匹配-双重差分(PSM-DID)回归结果

变量	<i>PageRank_C</i>			<i>PageRank_P</i>		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>IIoT</i>	0.082*** (2.70)	0.085*** (3.19)	0.086*** (3.20)	0.068** (2.05)	0.055* (1.67)	0.056* (1.70)
<i>Htech</i>			-0.016 (-0.90)			-0.036* (-1.74)
<i>Size</i>		0.072*** (7.84)	0.072*** (7.84)		0.052*** (3.95)	0.053*** (3.99)

① 本文统计区间内,加入工业互联网平台满3年且可测度供应商网络地位的样本数量少,故无法生成冲击后第3期回归系数。

续表 5

变量	PageRank_C			PageRank_P		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Age</i>		0.007 (0.62)	0.007 (0.64)		-0.008 (-0.52)	-0.007 (-0.44)
<i>ROA</i>		0.435*** (2.63)	0.439*** (2.67)		-0.039 (-0.17)	-0.021 (-0.09)
<i>Growth</i>		-0.039 (-1.27)	-0.038 (-1.22)		0.006 (0.23)	0.004 (0.14)
<i>Lev</i>		0.073 (1.33)	0.075 (1.37)		-0.112 (-1.19)	-0.109 (-1.17)
<i>Cflow</i>		0.485*** (3.62)	0.465*** (3.47)		0.306* (1.75)	0.311* (1.79)
<i>Cash</i>		-0.068 (-0.94)	-0.068 (-0.93)		-0.033 (-0.35)	-0.032 (-0.34)
<i>Sholder</i>		0.006 (0.09)	0.003 (0.05)		0.257** (2.53)	0.247** (2.46)
<i>Msalary</i>		0.027* (1.95)	0.028** (2.02)		0.016 (0.90)	0.015 (0.86)
<i>Idratio</i>		0.120** (1.98)	0.120** (1.99)		0.145 (1.50)	0.142 (1.48)
<i>SOE</i>		0.000 (0.02)	0.002 (0.07)		-0.016 (-0.55)	-0.019 (-0.67)
常数项	1.434*** (23.85)	-0.597** (-2.60)	-0.611** (-2.65)	2.683*** (26.23)	1.341*** (4.11)	1.334*** (4.14)
行业/省份/年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本数	899	899	899	567	567	567
调整 R <sup>2</sup>	0.930	0.945	0.945	0.749	0.780	0.780

(3)安慰剂检验。为避免遗漏变量干扰,本文借鉴 Cantoni 等(2017)<sup>[54]</sup>的方法,通过从研究样本中随机抽取工业互联网平台用户企业,对基准回归结果进行反事实的安慰剂检验。在前文模型(1)中,估计系数 $\hat{\beta}$ 的表达式如下:

$$\hat{\beta} = \beta + \gamma \times \frac{\text{cov}(IloT_{i,t}, \varepsilon_{i,t}|z)}{\text{var}(IloT_{i,t}, \varepsilon_{i,t}|z)} \quad (5)$$

其中, $z$ 代表所有控制变量和固定效应; $\gamma$ 代表非观测因素的影响,如果该值为0,说明不可观测因素未影响估计结果,即 $\hat{\beta}$ 是无偏的。间接进行验证的方法是用理论上不会影响供应链网络地位的变量代替 $IloT_{i,t}$ ,使 $\beta = 0$ ,如果此时估计的 $\hat{\beta}$ 也为零,则能反推 $\gamma = 0$ 。为了验证这一点,本文随机生成伪处理组,并重复进行500次回归,根据500组回归结果绘制估计系数 $\hat{\beta}$ 的核密度图,如图3所示。可以看出, $\hat{\beta}$ 在零附近呈正态分布,满足反推条件,说明未观测的随机因素不会对估计结果造成影响。此外,图中右侧虚线代表基准回归系数,对比可知,500次蒙特卡洛模拟得到的估计系数

几乎均小于使用真实数据得到的估计系数,表明工业互联网平台对企业供应链网络地位的提升效果较为稳健。

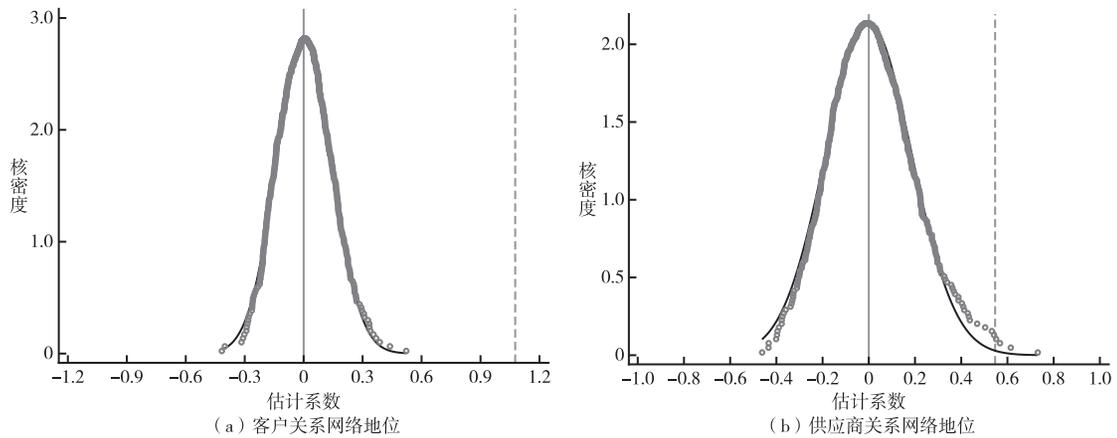


图3 安慰剂模拟(基于500次模拟)

(4)缩小样本范围。根据《中国工业互联网产业经济发展报告(2024年)》的数据,中国工业互联网平台的赋能对象范围已由第二产业拓展至全产业,覆盖国民经济49个大类,所以,本文基准回归样本并未按行业设限(除金融业和房地产业)。然而,工业互联网平台通常由制造业龙头企业搭建,其发展初期的主要目标是推动传统制造业向智能制造转型。因此,有必要区分工业与其他产业样本,以明晰工业互联网平台对工业企业的供应链网络结构赋能结果是否存异。表6的工业企业样本回归结果显示,工业互联网平台能够显著提升工业企业的客户和供应商关系网络地位,这与表3的结果一致,支持研究假设H<sub>1</sub>。

表6 工业企业样本的回归结果

变量	PageRank_C		PageRank_P	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>IIoT</i>	0.164*** (5.58)	0.127*** (4.85)	0.102*** (2.99)	0.078** (2.42)
<i>Size</i>		0.064*** (13.59)		0.057*** (7.62)
<i>Age</i>		-0.008* (-1.89)		-0.000 (-0.05)
<i>ROA</i>		-0.060 (-0.87)		-0.179* (-1.70)
<i>Growth</i>		0.001 (0.08)		-0.009 (-0.85)
<i>Lev</i>		-0.004 (-0.16)		-0.095*** (-2.61)
<i>Cflow</i>		0.190*** (3.58)		0.156** (2.11)
<i>Cash</i>		0.014 (0.51)		-0.004 (-0.09)

续表 6

变量	PageRank_C		PageRank_P	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Sholder</i>		-0.025 (-1.04)		-0.006 (-0.16)
<i>Msalary</i>		0.021*** (3.34)		-0.007 (-0.80)
<i>Idratio</i>		0.102*** (3.92)		0.024 (0.65)
<i>SOE</i>		0.013* (1.76)		0.017 (1.50)
常数项	1.451*** (42.29)	-0.264** (-2.57)	2.668*** (55.91)	1.475*** (9.45)
行业/省份/年份固定效应	是	是	是	是
样本数	3510	3510	2324	2324
调整 R <sup>2</sup>	0.950	0.959	0.761	0.782

## 六、进一步分析

### 1. 异质性检验

第一,地方市场化水平。本文采用王小鲁等(2021)<sup>[49]</sup>测算的市场化指数衡量我国31个省份的市场化水平(*Market*)。若企业所在省市的市场化指数大于全国年度中位数,则*Market*取值为1;反之,取0。根据表7第(1)列和第(5)列以*Market*为调节变量的回归结果,交互项*IloT*×*Market*的估计系数均显著为负,这表明,在市场化进程较为滞后的地区,工业互联网平台能够更明显提升企业的供应链网络地位。

第二,供应链关系黏性。本文采用关系专用性投资程度(*Relainvest*)和交易频率(*Partnership*)衡量企业的关系黏性成本。首先,关于关系专用性投资程度(*Relainvest*),借鉴Banerjee等(2008)<sup>[50]</sup>的做法,以企业是否属于耐用品行业作为判断依据。对于耐用品行业样本,包括电子设备制造行业、金属与非金属行业以及机械、设备和仪表行业,*Relainvest*取值为1;对于其他非耐用品行业样本,则取值为0。结合表7第(2)列和第(6)列的回归结果可知,交互项*IloT*×*Relainvest*的估计系数显著为正,这说明对于投入较多关系专用性资产的企业,工业互联网平台的供应链网络地位赋能效果更加明显。其次,关于交易频率(*Partnership*),本文分别以客户合作年限(*Partnership\_C*)和供应商合作年限(*Partnership\_P*)的行业一年度中位数作为划分依据,将大于中位数的子样本*Partnership*赋值为1;否则,赋值为0。由表7第(3)列和第(7)列的回归结果可知,交互项*IloT*×*Partnership*的估计系数显著为正,意味着企业与客户(或供应商)合作年限越长,工业互联网平台对其供应链网络地位的提升效果越明显。因此,上述回归结果进一步佐证了工业互联网平台的客户—供应商关系赋能优势,即工业互联网平台能够打破关系黏性成本对企业拓展供应链关系的桎梏,提升它们的供应链网络地位。

第三,信息披露质量。借鉴杨志强等(2020)<sup>[13]</sup>的方法,本文使用交易量对收益率的影响系数(KV指数)衡量信息披露质量。由于KV指数越低,代表信息披露质量越高,本文将低于行业一年度中位数的样本KV指数设为1;反之,则为0。表7第(4)列和第(8)列是检验KV指数调节效应的

回归结果,对于客户关系网络地位,交互项  $IIoT \times KV$  的系数显著为负,而对于供应商关系网络地位该交互项系数不显著。这一回归结果意味着,在提升客户关系网络地位方面,工业互联网平台对企业的传统信息披露行为具有替代效应,而在供应商关系网络地位方面,该替代效应不明显。尽管如此,回归结果仍能说明,对于难以开展信息披露行为的企业,工业互联网平台能够赋予其更大的供应链网络地位提升效果。

整体而言,对于市场化程度低的地区以及供应链关系黏性大、信息披露质量低的企业,工业互联网平台与供应链网络地位的正向关系更为凸显,研究假设  $H_2$  得以证实。

表 7 调节效应检验结果

变量	PageRank_C				PageRank_P			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>IIoT</i>	0.109*** (4.84)	0.033 (1.16)	-0.040 (-1.20)	0.146*** (4.65)	0.056** (2.14)	-0.010 (-0.44)	-0.007 (-0.24)	0.050 (1.22)
<i>IIoT</i> × <i>Market</i>	-0.256*** (-8.15)				-0.087*** (-2.62)			
<i>IIoT</i> × <i>Relainvest</i>		0.115*** (2.60)				0.139** (2.50)		
<i>IIoT</i> × <i>Partnership</i>			0.160*** (4.02)				0.078** (1.99)	
<i>IIoT</i> × <i>KV</i>				-0.097** (-2.31)				-0.0004 (-0.01)
<i>Market</i>	0.054** (2.05)				-0.053 (-1.16)			
<i>Relainvest</i>		0.071** (2.42)				-0.014 (-0.41)		
<i>Partnership</i>			0.048*** (8.08)				0.015* (1.74)	
<i>KV</i>				-0.012** (-2.38)				-0.017** (-2.43)
<i>Size</i>	0.060*** (16.84)	0.062*** (17.38)	0.059*** (16.23)	0.060*** (16.44)	0.047*** (7.93)	0.049*** (8.12)	0.046*** (7.78)	0.048*** (8.35)
<i>Age</i>	-0.012*** (-3.37)	-0.014*** (-4.04)	-0.019*** (-5.32)	-0.016*** (-3.79)	-0.004 (-0.78)	-0.004 (-0.77)	-0.005 (-0.91)	-0.004 (-0.62)
<i>ROA</i>	0.036 (0.74)	0.039 (0.77)	0.032 (0.65)	0.027 (0.54)	-0.085 (-1.18)	-0.095 (-1.26)	-0.085 (-1.17)	-0.065 (-0.95)
<i>Growth</i>	-0.009 (-1.54)	-0.009 (-1.54)	-0.004 (-0.72)	-0.012* (-1.93)	-0.008 (-1.16)	-0.006 (-0.85)	-0.007 (-0.96)	-0.013* (-1.79)
<i>Lev</i>	0.025 (1.55)	0.022 (1.36)	0.034** (2.06)	0.027 (1.63)	-0.048* (-1.78)	-0.045* (-1.65)	-0.045* (-1.68)	-0.055** (-2.05)
<i>Cflow</i>	0.170*** (4.52)	0.152*** (3.86)	0.158*** (4.22)	0.176*** (4.51)	0.088* (1.69)	0.100* (1.78)	0.084 (1.61)	0.096* (1.81)
<i>Cash</i>	-0.007 (-0.32)	-0.002 (-0.09)	0.0001 (0.01)	-0.007 (-0.32)	-0.007 (-0.19)	-0.003 (-0.07)	-0.007 (-0.20)	-0.028 (-0.79)

续表 7

变量	PageRank_C				PageRank_P			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Sholder</i>	-0.050*** (-2.62)	-0.045** (-2.37)	-0.052*** (-2.76)	-0.054*** (-2.77)	0.003 (0.10)	0.001 (0.04)	0.003 (0.10)	0.007 (0.24)
<i>Msalary</i>	0.014*** (2.75)	0.011** (2.29)	0.013*** (2.62)	0.013** (2.57)	-0.002 (-0.23)	-0.003 (-0.43)	-0.002 (-0.33)	-0.003 (-0.44)
<i>Idratio</i>	0.101*** (4.82)	0.095*** (4.54)	0.103*** (4.96)	0.102*** (4.71)	0.038 (1.38)	0.037 (1.27)	0.036 (1.31)	0.038 (1.34)
<i>SOE</i>	0.006 (1.05)	0.010 (1.64)	0.006 (0.98)	0.009 (1.39)	0.005 (0.50)	0.005 (0.58)	0.005 (0.50)	0.004 (0.38)
常数项	-0.096 (-1.13)	-0.045 (-0.53)	-0.019 (-0.25)	-0.022 (-0.26)	1.601*** (12.90)	1.517*** (11.22)	1.555*** (13.19)	1.557*** (13.00)
行业/省份/年份 固定效应 <sup>①</sup>	是	是	是	是	是	是	是	是
样本数	5057	5057	5057	4855	3325	3325	3325	3202
调整 R <sup>2</sup>	0.963	0.963	0.963	0.963	0.807	0.803	0.807	0.807

## 2. 进一步讨论：工业互联网平台与企业风险承担

每一个嵌入供应链网络的企业都与其他节点存在直接或间接关联, 它们的风险承担水平关系着整个供应链网络的稳定性。工业互联网平台赋予企业更高的供应链网络地位提升后, 企业可能出于自身利益进行两种截然相反的风险承担行为选择: 一方面, 企业的风险承担行为具有信息和资源依赖性, 而供应链网络中心位置能产生更多的信息和资源 (Burt, 1992)<sup>[3]</sup>, 根据动态能力理论, 这会驱使企业去尝试新业务机会来实现竞争优势的持续性 (Augier 和 Teece, 2009)<sup>[55]</sup>, 表现为对收益不确定性的容忍度提高。但另一方面, 供应链关系是上下游企业进行利益博弈的结果, 占据供应链网络中心位置后, 企业可能会利用市场话语权向上下游转移风险。为了检验工业互联网平台用户企业在获得供应链网络地位的提升后, 究竟倾向于选择风险承担行为还是风险规避行为, 有必要进一步探究工业互联网平台对企业风险承担水平的影响。

本文借鉴 John 等 (2008)<sup>[56]</sup> 的研究, 以盈利波动性作为企业风险承担水平的测度指标。首先, 为了剔除行业异质性和经济周期带来的计量噪音干扰, 本文按照式 (6) 将息税折旧摊销前利润 (*EBITDA*) 与年末总资产 (*Assest*) 的比值减去当年行业平均值, 得到调整后的息税折旧摊销前利润 (*Adj\_EBITDA*)。之后, 参考 Faccio 等 (2016)<sup>[57]</sup> 的做法, 利用年份滚动法, 以我国上市公司高管 3 年任期 *N* 为一个观测时段, 采用式 (7) 计算企业在每一个观测时段内调整的息税折旧摊销前利润的标准差, 以此衡量企业的风险承担水平 (*RiskTake*)。

$$Adj\_EBITDA_{i,n} = \frac{EBITDA_{i,n}}{Assest_{i,n}} - \frac{1}{X_n} \sum_{k=1}^X \frac{EBITDA_{k,n}}{Assest_{k,n}} \quad (6)$$

$$RiskTake_i = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N \left( Adj\_EBITDA_{i,n} - \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N Adj\_EBITDA_{i,n} \right)^2} \quad |N=3 \quad (7)$$

表 8 列示了工业互联网平台影响企业风险承担水平的回归结果。无论是否控制其他变量, *IoT*

<sup>①</sup> 由于行业层面的关系专用性投资变量与行业固定效应存在多重共线性, 表 7 第 (2) 列和第 (6) 列控制随时间而变的行业固定效应。

及其滞后项的估计系数都显著为正。这表明,工业互联网平台通过提升企业供应链网络地位,提高它们的风险承担水平。原因可能在于,工业互联网平台对企业供应链网络地位的赋能有利于拓展信息和资源的获取渠道,使企业有意识与能力接触更多市场机会,从而表现出对收益不确定性更高的容忍度。

表 8 工业互联网平台与企业风险承担

变量	<i>RiskTake</i>		
	(1)	(2)	(3)
<i>IIoT</i>	0.010** (2.22)	0.019*** (4.05)	
<i>L.IIoT</i>			0.023*** (3.61)
<i>Size</i>		-0.014*** (-7.77)	-0.014*** (-7.74)
<i>Age</i>		0.019*** (6.42)	0.019*** (6.42)
<i>ROA</i>		-0.144*** (-3.24)	-0.144*** (-3.25)
<i>Growth</i>		0.002 (0.46)	0.002 (0.47)
<i>Lev</i>		0.036*** (3.11)	0.036*** (3.09)
<i>Cflow</i>		0.055** (2.02)	0.056** (2.05)
<i>Cash</i>		0.019 (1.21)	0.019 (1.22)
<i>Sholder</i>		0.005 (0.49)	0.004 (0.44)
<i>Msalary</i>		0.007*** (3.07)	0.007*** (3.01)
<i>Idratio</i>		0.025*** (2.63)	0.024*** (2.61)
<i>SOE</i>		-0.012*** (-3.56)	-0.012*** (-3.51)
常数项	0.039*** (3.71)	0.226*** (6.31)	0.225*** (6.30)
行业/省份/年份固定效应	是	是	是
样本数	4265	4265	4265
调整 R <sup>2</sup>	0.341	0.383	0.382

## 七、结论与启示

### 1. 研究结论

面对价值链分工不断深化和经济不确定性持续加剧,工业互联网平台能否以及如何影响企业供应链网络地位是一个亟待深入研究的问题。已有文献主要聚焦工业互联网平台的商业模式,但微观经济效应研究较为匮乏,尤其是关于它对供应链关系的影响尚存争议。工业互联网平台能否优化企业供应链网络结构,既关乎实体经济稳定发展,也关乎工业互联网的产业链供应链应用成效。本文使用上市公司在客户网络和供应商网络中的 *PageRank* 值衡量其供应链网络地位,构建多期双重差分回归模型实证检验工业互联网平台对企业供应链网络地位的影响。研究发现,工业互联网平台可以促进企业趋向客户关系网络和供应商关系网络中心位置,其中的作用机制是提高其供应链关系数量和影响力。调节效应检验结果表明,工业互联网平台的供应链网络地位赋能效果在传统供应链关系拓展难度大的情况下更加明显,包括地方市场化进程滞后、供应链关系黏性高和信息披露质量低。进一步地,企业在获取供应链网络地位赋能后,对自身收益波动的容忍度提高,表现出更强的风险承担能力。上述结论提供了工业互联网平台正向影响企业供应链关系的支持证据,填补了工业互联网平台微观经济效应研究相对缺失的不足。

### 2. 政策建议与启示

本文的研究结论主要有以下两个层面的政策建议与启示:

政府层面,工业互联网平台的兴起有助于实体经济的稳定发展,它为企业供应链管理带来全新契机,并提高它们的风险承受力,因此,政府应加强政策引导,促进企业建设和运用工业互联网平台。一方面,要充分发挥供应链关键节点的带动作用,以供应链作为释放工业互联网赋能效应的基本单元,打造具有竞争力的数字产业集群。工业互联网平台的赋能效果之一是帮助企业布局更具竞争优势的供应链网络。供应链网络本身具有信息传递功能,使得该赋能效果能够迅速沿供应链关系传播并被放大,通过良性市场竞争,构成全供应链、全产业链“上云”的良性循环。因此,政府应注重发挥产业链链主、国有企业等关键节点的“上云”带头作用,吸引、带动和协调上下游企业一致行动,从而形成工业互联网平台生态圈。另一方面,尽量避免“一刀切”式政策干预市场,要结合企业异质性出台更具针对性的引导政策,达到有的放矢、因地制宜的工业互联网推广政策效果。对于不同特征的企业,工业互联网平台的赋能效应存异,例如,对于具有地方市场化进程滞后、供应链关系黏性大等特点的企业,工业互联网平台的供应链网络地位提升效果更明显。政府应注意识别工业互联网平台的差异性赋能效果,着力优先调动更易受益企业的积极性。在利用“鲶鱼效应”降低实体企业“不敢上云”“不愿上云”等顾虑的同时,破除我国地区发展不均衡、资源流通不畅等痼疾。

企业层面,应重视工业互联网平台对供应链网络结构的改善作用,在借助平台赋能扭转自身弱势的同时,注重防范经营风险。一方面,企业需要主动适应并引领数字情境下供应链管理模式的创新,以应对“互联网+”时代的变革和机遇。全球经济趋势的持续不确定性对供应链网络韧性发出挑战,如何获取可替代性供应链资源以保持供应链网络动态性和敏捷性,成为时代给予企业的考验。不同于传统供应链关系的建立和维系方式,工业互联网平台集聚大量跨行业、跨区域的供需企业信息,并提供上下游实时共享运营信息的数据通道,有利于企业占据更具资源优势的供应链网络中心位置。所以,企业应以工业互联网平台的新业态、新模式为突破口,推动供应链网络转型升级。另一方面,企业要积极研判自身特性,借力工业互联网平台的优势来弥补自身“短板”。通常情况下,低市场化水平、高关系黏性和低信息披露质量是制约企业发展供应链关系的重要因素,但开放、共享的工业互联网平台能够帮助企业突破这些限制,拓展供应链网络。这启示供应链话语权较弱的企业更应注重强化数字化思维,尝试利用工业互联网平台服务业务关系,进而在明

晰自身风险承受限度的前提下,挖掘风险下蕴含的经济增长机会。

### 3. 研究不足与展望

囿于数据可得性,本文根据上市公司披露的前五大客户和供应商信息测度其供应链网络地位,可能存在遗漏部分供应链关系的问题。对此,尽管本文仅保留前五大客户销售额和前五大供应商采购额占比超过 90% 的样本,但仍无法保证样本供应链关系完整性。为提高评估效果,未来研究可以结合实地访谈、问卷调查等方法,充实上市公司供应链数据,描绘更为完善的供应链网络图谱。

### 参考文献

- [1] Cox, A., J. Sanderson, and G. Watson. Supply Chains and Power Regimes: Toward An Analytic Framework for Managing Extended Networks of Buyer and Supplier Relationships[J]. *Journal of Supply Chain Management*, 2001, 37, (2): 28.
- [2] Carvalho, V. M., M. Nirei, and Y. U. Saito, et al. Supply Chain Disruptions: Evidence from the Great East Japan Earthquake[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2021, 136, (2): 1255-1321.
- [3] Burt, R. S. Structural Holes: The Social Structure of Competition[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1992.
- [4] Williamson, O. E. The Economic Institution of Capitalism[M]. New York: New York Free Press, 1985.
- [5] 陈运森, 韩慧云, 陈德球. 区域一体化战略、社会网络与商业信用——基于京津冀一体化的证据[J]. *天津: 管理科学学报*, 2023, (3): 69-92.
- [6] 王钟阳, 唐松. 司法程序效能提升与供应链配置: “繁简分流”改革的证据[J]. *北京: 世界经济*, 2024, (9): 122-151.
- [7] 李刚, 杨晓艺, 王唯可, 肖土盛. 供应商企业社会责任信息披露与客户稳定性[J]. *北京: 中央财经大学学报*, 2024, (4): 78-91.
- [8] 权锡鉴, 史晓洁, 宋晓滨, 王苑琢, 王竹泉. 资本配置结构优化的企业混合所有制: 工业互联网平台的赋能机理与本质[J]. *北京: 会计研究*, 2020, (12): 99-112.
- [9] Pardo, C., R. Wei, and B. S. Ivens. Integrating the Business Networks and Internet of Things Perspectives: A System of Systems (SoS) Approach for Industrial Markets[J]. *Industrial Marketing Management*, 2022, 104: 258-275.
- [10] 刘诚, 夏杰长. 线上市场、数字平台与资源配置效率: 价格机制与数据机制的作用[J]. *北京: 中国工业经济*, 2023, (7): 84-102.
- [11] Rohlfs, J. A Theory of Interdependent Demand for a Communication Service[J]. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 1974, 5, (1): 16-37.
- [12] 郭玥. 政府创新补助的信号传递机制与企业创新[J]. *北京: 中国工业经济*, 2018, (9): 98-116.
- [13] 杨志强, 唐松, 李增泉. 资本市场信息披露、关系型合约与供需长鞭效应——基于供应链信息外溢的经验证据[J]. *北京: 管理世界*, 2020, (7): 89-105, 217-218.
- [14] Boyes, H., B. Hallaq, and J. Cunningham, et al. The Industrial Internet of Things (IIoT): An Analysis Framework[J]. *Computers in Industry*, 2018, 101: 1-12.
- [15] Leminen, S., M. Rajahonka, and R. Wendelin, et al. Industrial Internet of Things Business Models in the Machine-to-Machine Context[J]. *Industrial Marketing Management*, 2020, 84: 298-311.
- [16] Kazantsev, N., N. Islam, and J. Zwiigelaar, et al. Data Sharing for Business Model Innovation in Platform Ecosystems: From Private Data to Public Good[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2023, 192, 122515.
- [17] Benitez, G. B., A. Ghezzi and A. G. Frank. When Technologies Become Industry 4.0 Platforms: Defining the Role of Digital Technologies Through a Boundary-Spanning Perspective[J]. *International Journal of Production Economics*, 2023, 260, 108858.
- [18] 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.
- [19] 朱国军, 王修齐, 孙军. 工业互联网平台企业成长演化机理——交互赋能视域下双案例研究[J]. *武汉: 科技进步与对策*, 2020, (24): 108-115.
- [20] 赵慧娟, 陈洪洋, 姜盼松, 杨皎平. 平台生态嵌入、数据赋能对中小制造企业创新柔性的影响——基于资源编排视角[J]. *上海: 研究与发展管理*, 2022, (5): 1-15.
- [21] 尚洪涛, 宋岸玲. 工业互联网产业政策促进了企业数字化转型吗[J]. *北京: 科学学研究*, 2023, (11): 1991-2003, 2072.
- [22] Liu, Y., Z. J. Zhang, and S. Jasimuddin, et al. Exploring Servitization and Digital Transformation of Manufacturing Enterprises: Evidence from an Industrial Internet Platform in China[J]. *International Journal of Production Research*, 2024, 62, (8): 2812-2831.
- [23] Falkenreck, C., and R. Wagner. The Internet of Things—Chance and Challenge in Industrial Business Relationships[J]. *Industrial Marketing Management*, 2017, 66, (10): 181-195.

- [24] Paiola, M., and H. Gebauer. Internet of Things Technologies, Digital Servitization and Business Model Innovation in BtoB Manufacturing Firms[J]. *Industrial Marketing Management*, 2020, 89: 245–264.
- [25] 宋华, 卢强. 什么样的中小企业能够从供应链金融中获益? ——基于网络和能力的视角[J]. *北京: 管理世界*, 2017, (6): 104–121.
- [26] 史金艳, 杨健亨, 李延喜, 张启望. 牵一发而动全身: 供应网络位置、经营风险与公司绩效[J]. *北京: 中国工业经济*, 2019, (9): 136–154.
- [27] 包群, 但佳丽. 网络地位、共享商业关系与大客户占比[J]. *北京: 经济研究*, 2021, (10): 189–205.
- [28] 王永贵, 高佳. 新冠疫情冲击、经济韧性与中国高质量发展[J]. *北京: 经济管理*, 2020, (5): 5–17.
- [29] 魏津瑜, 李翔. 基于工业互联网平台的装备制造企业价值共创机理研究[J]. *呼和浩特: 科学管理研究*, 2020, (1): 106–112.
- [30] Pei, J., P. Yan, and S. Kumar. No Permanent Friend or Enemy: Impacts of the IIoT-Based Platform in the Maintenance Service Market[J]. *Management Science*, 2023, 69, (11): 6800–6817.
- [31] Kannan, P.K. Digital Marketing: A Framework, Review, and Research Agenda[J]. *International Journal of Research in Marketing*, 2017, 34, (1): 22–45.
- [32] Page, L., S. Brin, and R. Motwani, et al. The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web[R]. Technical Report, 1999.
- [33] Bourdieu, P. *Distinction: A Social Critique of the Judgement of Taste*[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1984.
- [34] Spence, M. *Job Market Signaling*[M]. New York: Uncertainty in Economics. Academic Press, 1978.
- [35] Miller, G.S., and D.J. Skinner. The Evolving Disclosure Landscape: How Changes in Technology, the Media, and Capital Markets are Affecting Disclosure[J]. *Journal of Accounting Research*, 2015, 53, (2): 221–239.
- [36] 张新民, 金琰, 刘思义, 韩洪灵. 互动式信息披露与融资环境优化[J]. *北京: 中国软科学*, 2021, (12): 101–113.
- [37] Coase, R.H. The Problem of Social Cost[J]. *The Journal of Law and Economics*, 1960, (3): 1–44.
- [38] 赵云辉, 张哲, 冯泰文, 陶克涛. 大数据发展、制度环境与政府治理效率[J]. *北京: 管理世界*, 2019, (11): 119–132.
- [39] 翟学伟. 信任的本质及其文化[J]. *上海: 社会*, 2014, (1): 1–26.
- [40] 叶飞, 薛运普. 供应链伙伴间信息共享对运营绩效的间接作用机理研究——以关系资本为中间变量[J]. *北京: 中国管理科学*, 2011, (6): 112–125.
- [41] 包群, 但佳丽, 王云廷. 国内贸易网络、地理距离与供应商本地化[J]. *北京: 经济研究*, 2023, (6): 102–118.
- [42] 曹春方, 龚曼宁. 标准定则市场兴——技术标准对专利交易的促进作用研究[J]. *北京: 管理世界*, 2025, (1): 51–66, 113, 67.
- [43] Granovetter, M.S. The Strength of Weak Ties[J]. *American Journal of Sociology*, 1973, 78, (6): 1360–1380.
- [44] Liberti, J.M., and M.A. Petersen. Information: Hard and Soft[J]. *Review of Corporate Finance Studies*, 2019, 8, (1): 1–41.
- [45] Costello, A.M. Mitigating Incentive Conflicts in Inter-Firm Relationships: Evidence from Long-Term Supply Contracts[J]. *Journal of Accounting and Economics*, 2013, 56, (1): 19–39.
- [46] Beck, T., R. Levine, and A. Levkov. Big Bad Banks? The Winners and Losers from Bank Deregulation in the United States[J]. *The Journal of Finance*, 2010, 65, (5): 1637–1667.
- [47] Choi, T. Y., and Y. Hong. Unveiling the Structure of Supply Networks: Case Studies in Honda, Acura, and Daimler Chrysler[J]. *Journal of Operations Management*, 2002, 20, (5): 469–493.
- [48] Peress, J. Product Market Competition, Insider Trading, and Stock Market Efficiency[J]. *Journal of Finance*, 2010, 65, (1): 1–43.
- [49] 王小鲁, 胡李鹏, 樊纲. 中国分省份市场化指数报告(2021)[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2021.
- [50] Banerjee, S., S. Dasgupta, and Y. Kim. Buyer-Supplier Relationships and the Stakeholder Theory of Capital Structure[J]. *The Journal of Finance*, 2008, 63: 2507–2552.
- [51] Dan, D., J.S. Judd, and M. Serfling, et al. Customer Concentration Risk and the Cost of Equity Capital[J]. *Journal of Accounting and Economics*, 2016, 61, (1): 23–48.
- [52] 陶锋, 王欣然, 徐扬, 朱盼. 数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率[J]. *北京: 中国工业经济*, 2023, (5): 118–136.
- [53] Blundell, R., and M. Costa Dias. Evaluation Methods for Non-Experimental Data[J]. *Fiscal Studies*, 2000, 21, (4): 427–468.
- [54] Cantoni, D., Y. Chen, and D.Y. Yang, et al. Curriculum and Ideology[J]. *Journal of Political Economy*, 2017, 125, (2): 338–392.
- [55] Augier, M., and D.J. Teece. Dynamic Capabilities and the Role of Managers in Business Strategy and Economic Performance[J]. *Organization Science*, 2009, 20, (2): 410–421.
- [56] John, K., L. Litov, and B. Yeung. Corporate Governance and Risk-Taking[J]. *Journal of Finance*, 2008, 63, (4): 1679–1728.
- [57] Faccio, M., M.T. Marchica, and R. Mura. CEO Gender, Corporate Risk-Taking, and the Efficiency of Capital Allocation[J]. *Journal of Corporate Finance*, 2016, 39: 193–207.

## Industrial Internet of Things Platform and Enterprise Supply Chain Network Position

SHI Xiao-jie<sup>1,2</sup>, LI Yang<sup>1,2</sup>

(1.Management School, Ocean University of China, Qingdao, Shandong, 266100, China;

2.China Business Working Capital Management Research Center, Qingdao, Shandong, 266100, China)

**Abstract:** As the division of labor in global value chains deepens, the intricate and intertwined nature of complex supply chain networks makes embedded firms highly susceptible to international economic fluctuations. Optimizing the structure of supply chain networks has become crucial to enhancing the stability of industrial and supply chains. However, firms face challenges in attracting and establishing supply chain relationships when aiming for network centrality. As a key component of China's "14th Five-Year Plan" to empower the entire industrial chain through data, industrial internet of things (IIoT) platforms may offer a new way to change supply chain relationships. On one hand, IIoT platforms can aggregate supply and demand information and, based on algorithmic processing results, quickly and accurately match firms with potential partners, thereby facilitating efficient and flexible supply chain relationships. On the other hand, the IoT technologies relied upon by IIoT platforms could potentially disrupt supply chain relationships due to concerns about real-time monitoring and data leakage, reducing cooperation willingness of customers. Therefore, whether and how IIoT platforms can improve firms' central positions within the supply chain networks holds significant theoretical and practical research value.

This study uses the adoption of IIoT platforms as a typical event, employing a difference-in-difference model with microdata from Chinese listed enterprises between 2012 and 2021 to empirically test whether firms can leverage IIoT platforms to enhance their supply chain network centrality and explore the underlying mechanisms. The findings show that after joining IIoT platforms, firms experience a significant improvement in their supply chain network centrality, driven by the dual mechanisms of increased supply chain relationships and their enhanced impact. Moderation tests indicate that this empowering effect is more pronounced under conditions where traditional supply chain relationships are difficult to establish, such as low local marketization, high relationship stickiness, and poor information disclosure. Furthermore, firms that improve their network centrality via IIoT platforms demonstrate greater risk-taking capacity.

The contributions of this study lie in three main aspects. First, it adds empirical evidence regarding the microeconomic effects of IIoT platforms. Existing literature primarily focuses on business models and the empowerment mechanisms of IIoT platforms, with limited empirical research from the perspective of user firms. This paper addresses this gap by examining how IIoT platforms affect firms' supply chain network centrality, thus contributing to the relative scarcity of large-sample empirical research in this area. Second, it expands research on the mechanisms influencing supply chain network structures. While existing studies discuss the economic consequences of supply chain network centrality, few explore how firms can move toward the center. This paper finds that IIoT platforms improve firms' positions by increasing both the number and impact of their supply chain relationships, enriching the literature on the mechanisms of supply chain network centrality. Third, it explores the relative advantages of new-generation information technologies in empowering supply chain relationships. The "Resolution of the Central Committee of the Communist Party of China on Further Deepening Reform Comprehensively to Advance Chinese Modernization" emphasizes the development of IIoT platforms and the full-chain application of new-generation information technologies. However, due to the disruptive nature of IoT technology on collaboration ways among firms, existing research has not reached a consensus on its benefits and drawbacks for supply chain relationships. This paper finds that, unlike traditional channels for establishing supply chain relationships, IIoT platforms can mitigate constraints such as regional market environments and relationship stickiness. This insight can inform future research on supply chain relationships and clarify the supply chain application value of IIoT platforms.

**Key Words:** industrial internet of things platforms; supply chain relationships; network centrality; risk-taking levels

**JEL Classification:** D04, L00, L14

**DOI:** 10.19616/j.cnki.bmj.2025.02.009

(责任编辑:张任之)