

分类号 _____

密级 _____

U D C _____

编号 10486 _____

武汉大学

硕士学位论文

企业数字化转型的信息溢出效应
——基于中国企业供应链的实证研究证据

研究生姓名：郑昊天

学号：2021201050099

指导教师姓名、职称：张芬

专业名称：金融学

研究方向：应用经济学

二〇二四年五月

**The Information Spillover Effect of Enterprise Digital
Transformation
—Evidence from Chinese Empirical Research Based on
Supply Chain**

By Zheng Haotian

May, 2024

摘要

[摘要]：国务院发布《“十四五”数字经济发展规划》，明确指出企业充分发挥数据要素作用、大力推进产业数字化转型的重要性。中国当前实体经济面临严重的供需结构性失衡，且主要矛盾集中于供给侧。针对企业数字化转型能否改善供应链间企业的信息传递效率进而优化供给结构的问题，本文从供应链视角出发，通过对 2012-2019 年沪深两市上市企业进行匹配，定量分析了下游企业数字化转型对供应链间信息溢出效应的影响及作用机制。研究结果表明，供应链中的下游企业数字化转型缓解了供应链中的牛鞭效应，对上游企业产生显著的正向信息溢出效应。此外，数字化技术方向的异质性对供应链信息环境的治理作用也存在明显差异。异质性分析结果发现，当上游企业规模越大、库存周转天数越长、面对的外部环境风险及不确定性越大以及客户集中度越大时，下游企业数字化转型产生的信息溢出效应更加明显。机制检验结果表明，下游企业数字化转型会通过降低上游企业信息搜寻成本和验证成本，改善供应链间信息环境。进一步分析发现，下游企业数字化转型产生的信息溢出效应会影响上游企业的决策行为，促使上游企业采用独特的战略模式，提高上游企业全要素生产率。本文基于下游企业数字化转型，为优化供给结构、缓解产能过剩以及供应链效率低下等问题提供了新的研究视角，也为数据转变为信息并最终作用于企业生产环节提供了实证依据。

[关键词] 数字化转型；信息溢出；牛鞭效应；供应链

ABSTRACT

Abstract: The State Council released the "14th Five-Year Plan" for the development of the digital economy, which clearly points out the importance of enterprises giving full play to the role of data elements and vigorously promoting the digital transformation of industries. China's real economy is currently facing a serious structural imbalance between supply and demand, and the main contradiction is focused on the supply side. To address the question of whether the digital transformation of enterprises can improve the information transfer efficiency of enterprises among supply chains and thus optimize the supply structure, this paper quantitatively analyzes the impact of digital transformation of downstream enterprises on the information spillover effect among supply chains and the mechanism of action from the perspective of supply chains by matching listed enterprises in Shanghai and Shenzhen from 2012 to 2019. The findings show that the digital transformation of downstream enterprises in the supply chain mitigates the bullwhip effect in the supply chain and produces a significant positive information spillover effect on upstream enterprises. In addition, the heterogeneity of digital technology orientation has significant differences on the role of governance of supply chain information environment. The results of heterogeneity analysis found that the information spillover effect from digital transformation of downstream enterprises was more obvious when the upstream enterprises were larger, had longer inventory turnover days, faced greater external environmental risks and uncertainties, and had greater customer concentration. The results of the mechanism test indicate that digital transformation of downstream enterprises will improve the information environment among supply chains by reducing the information search cost and verification cost of upstream enterprises. Further analysis reveals that the information spillover effect generated by digital transformation of downstream enterprises affects the decision-making behavior of upstream enterprises, motivates upstream enterprises to adopt unique strategic models, and improves the total factor productivity of upstream enterprises. Based on the digital transformation of downstream enterprises, this paper provides a new research perspective for optimizing the supply structure, alleviating overcapacity and supply chain inefficiency, and provides an empirical basis for transforming data into information and ultimately acting on the production chain of enterprises.

Keywords: Digital Transformation, Information Spillover, Bullwhip Effect, Supply Chain

目 录

1、引言.....	1
1.1 研究背景及意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 研究内容与方法.....	4
1.2.1 研究内容.....	4
1.2.2 研究方法.....	5
1.3 研究创新点.....	6
2、理论基础、文献回顾与研究假设.....	8
2.1 理论基础.....	8
2.1.1 信息不对称理论.....	8
2.1.2 交易成本理论.....	8
2.2 文献回顾.....	9
2.2.1 企业数字化转型.....	9
2.2.2 信息溢出效应.....	10
2.2.3 供应链管理.....	11
2.3 研究假说.....	11
3、研究设计.....	14
3.1 样本选择及数据来源.....	14
3.2 信息溢出效应经济后果的测度、数字化转型程度测度及其他变量描述.....	14
3.2.1 信息溢出效应的测度.....	14
3.2.2 数字化转型程度.....	16
3.2.3 控制变量.....	16
4、实证结果.....	19
4.1 描述性统计.....	19
4.2 基准回归结果.....	21
4.3 稳健性检验.....	26
4.3.1 排他性检验.....	26
4.3.2 工具变量法检验.....	29
4.3.3 更换度量方式.....	31
4.3.4 双重差分法检验和 Heckman 两阶段检验.....	33
4.4 下游企业数字化转型信息溢出的渠道分析.....	36
4.5 异质性分析.....	39

4.5.1 下游企业数字化转型、信息溢出与上游企业规模	39
4.5.2 下游企业数字化转型、信息溢出与上游企业库存周转天数	40
4.5.3 下游企业数字化转型、信息溢出与上游企业外部环境风险及不确定性	40
4.5.4 下游企业数字化转型、信息溢出与上游企业客户集中度 ..	41
5、进一步分析	45
5.1 下游企业数字化转型对上游企业战略的调节	45
5.2 下游企业数字化转型驱动对上游企业经济后果的进一步分析	47
6、结论与政策建议	51
6.1 研究结论	51
6.2 政策建议	51
参考文献	53

1、引言

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

随着人工智能、互联网、ICT 技术、云计算等以数字技术为核心的领域不断发展，数字经济受到了社会各界的关注。2016 年 9 月，G20 杭州峰会达成了对于数字经济的统一认识，将数字经济定义为以使用数字化知识和信息作为关键生产要素，以现代信息网络作为重要载体，以信息通信技术的有效使用等一系列经济活动推动生产效率提升和经济结构优化的经济形态。中国信通院发布的《中国数字经济发展白皮书（2020）》^①中提到“数字经济是以数字化的知识和信息作为关键生产要素，以数字技术为核心驱动力量，以现代信息网络为重要载体，通过数字技术与实体经济深度融合，不断提高经济社会的数字化、网络化、智能化水平，加速重构经济发展与治理模式的新兴经济形态”。2022 年 1 月，国务院发布《“十四五”数字经济发展规划》^②，从优化升级数字基础设施、充分发挥数据要素作用、大力推进产业数字化转型、加快推动数字产业化、健全完善数字经济治理体系等方面为推动中国数字经济进一步健康发展进行了详细部署。

在企业数字化转型的过程中，数据作为新兴生产要素能否最终转化为实体经济的增长是学术界重点关注的话题。为面对国内外发展环境的复杂变化，党的二十大报告提出要“把实施扩大内需战略同深化供给侧结构性改革有机结合起来”。中国当前经济面临严重的供需结构性失衡问题，刘鹤（2022）指出当前制约中国经济发展的主要矛盾集中于供给侧，需要发挥创新第一动力的作用，积极适应需求结构变化，解决供给侧卡点、堵点、脆弱点的问题。在新一轮的数字革命和产业变革的大趋势下，研究企业数字化转型能否优化供给结构、缓解产能过剩以及供应链效率低下等问题具有重要的实践指导意义以及社会经济价值。

^① 《中国数字经济发展白皮书（2020）》详见

<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202104/P020210424737615413306.pdf>

^② 《国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知》详见 http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content_5667817.htm。

随着数字技术的不断发展以及管理体系不断完善，已有大量文献从企业生产层面（Deming and Kahn, 2018; Dillender and Forsythe, 2022）和资本市场反馈层面（Liu, 2015; 吴非等, 2021）分析数字技术的引入为企业带来的正外部性。但关于下游企业数字化转型能否带来信息溢出效应，进而改善供应链间企业的信息环境、深化供给侧改革的研究则较为缺乏。

在数字浪潮的背景下，本文以供应链间存在的牛鞭效应作为下游企业数字化转型带来信息溢出效应的代理变量，基于供应链视角，试探究数字化转型能否通过降低信息验证、搜寻成本，改善企业间信息传递效率，并对上游企业生产行为、决策管理造成影响，产生信息溢出效应。本文为企业数字化转型能否有效地突破企业之间的信息边界，实现供应链一体化，提升供应链整体信息传递效率提供经验参考。研究结果表明，供应链中的下游企业数字化转型通过信息溢出效应传递到上游企业，通过延长上下游企业合作年限以及吸引外部新闻媒体监督，改善了供应链间信息环境，缓解了牛鞭效应。此外，本文也发现下游企业数字化转型产生的信息溢出效应能够促使上游企业采用独特战略模式，弱化上游企业由于牛鞭效应带来的生产计划紊乱的经济后果，提高上游企业的生产效率。

1.1.2 研究意义

本文深入探讨了企业数字化转型如何产生信息溢出效应，缓解供应链的牛鞭效应并改善信息环境。结合理论模型构建和实证分析，本文系统地分析了数字化转型产生信息溢出效应的机制，得到了具有明确方向和启发意义的研究结论，并提出了相应的策略建议。这项工作不仅在理论上具有创新价值，也为实践中推动企业数字化转型提供了启示。

本文的理论意义在于：

①本文通过将企业数字化转型的影响研究扩展至供应链层面，为数字化转型对经济后果的研究领域带来新的视角和深度。先前的研究主要集中于数字化转型如何影响企业的管理效率和资本市场表现，而这些研究大多停留在对企业个体自身影响的分析上。不同于仅关注企业内部优化的传统信息化，本文对数字化转型的研究更侧重于企业内部业务流程与外界需求的整合，旨在打破供给侧和需求侧的隔阂。本文通过分析供应链上下游企业间的互动，探讨了下游企业的数字化转型是如何影响上游企业的信息环境、战略决策和生产效率，从而揭示了企业内部变革如何通过供应链的连接向上游企业传播，为数字技术推动实体经济和产业链协作发展提供了实证依据。

②此外，本文从信息传递的角度，进一步拓展了对下游企业行为的纵向传染效应的理解，丰富了该领域的研究。过往研究普遍认为上游企业通过供应链合作关系学习和模仿下游企业的行为，或是下游企业受到外部压力而将这些压力传递给上游企业，进而影响上游企业。本文的研究验证了下游企业通过改善信息环境对上游企业生产行为产生影响，从而深化了对下游企业行为纵向传染机制的理解。

③在数字技术快速发展的当下，本文还从数字化转型的信息治理视角，为信息溢出效应的研究贡献了新的见解。相较于以往主要基于资本市场反馈的信息溢出研究，本文通过挖掘上市公司年报构建的数字化转型指标，揭示了数字化转型如何在企业生产行为层面产生信息溢出效应及其具体路径。随着数字技术的不断进步和企业数字化转型的深入，数据市场体系的逐步完善，企业的数字化转型有助于突破信息壁垒，降低供应链企业间的信息成本。本文的研究为提高供应链的数字化效率和推动经济的高质量发展提供了经验和参考。

本文的现实意义在于：

①企业推行数字化转型能显著提升其信息处理效率和降低运营成本，这对大型企业、那些处理周期长的存货和在竞争激烈的市场中运营的企业提供管理启示。数字化能够减少库存过剩的风险，增强企业对市场变化的适应性和韧性，缓解信息延误和依赖单一信息源带来的风险，实现更有效的供应链管理。

②不同的数字技术在企业中的应用效果存在明显差异，这对企业根据自己的实际需要选择合适的数字化技术，以此来优化生产和管理流程提供决策参考和指导。这种选择和应用能够帮助企业制定出更符合自己实际情况的生产经营策略，提高整体的工作效率。

③对政府适应和推动数字经济的发展趋势，打造企业数字化转型适配的激励政策提供价值参考。政府需要关注数字技术在不同企业间如何相互作用，以及这些技术如何促进实体经济的发展。通过提供政策支持和创造良好的外部环境，政府可以帮助企业克服数字化转型中遇到的挑战。同时，鉴于不同行业和企业对技术的需求多样性，政府在制定激励政策时应避免一概而论，而是应该基于企业的具体情况和需求，帮助它们找到最适合自己的发展路径。

1.2 研究内容与方法

1.2.1 研究内容

第一节为引言。本节对本文进行了简要概括,介绍了本文研究背景与研究意义,研究内容与研究方法。

第二节为理论基础、文献回顾与研究假设。首先论述了相关理论基础,包括信息不对称理论、交易成本理论,并主要从以下三个方面梳理和总结了与本文研究相关的国内外文献:一是从数字化转型的“赋能”与“使能”的角度,围绕“赋能”与“使能”两个角度对企业数字化转型的经济后果的文献进行了概括与评述;二是围绕信息溢出效应,从基于企业外部利益相关者的一系列研究展开,梳理了信息溢出效应受到企业间信息环境影响相关的国内外研究成果;三是从供应链的视角切入,对研究企业行为模式变化的溢出效应和传递作用相关的国内外文献进行综述与分析。通过数字化转型与信息搜寻成本、信息验证成本之间关系的分析,提出本文的研究假设。

第三节为研究设计。本节包括模型设计、信息溢出的度量、企业数字化转型程度的度量以及其他控制变量的选取。通过 CSMAR 数据库、CNRDS 数据库等公开渠道获取相关制造业上市公司数据,并借鉴国内外研究对变量的测度方法,对信息溢出效应、数字化转型程度、控制变量等变量进行测度。

第四节为实证结果。本节包括描述性统计、主要回归检验结果、异质性分析、稳健性检验以及其他影响渠道分析。首先对本文的变量进行描述性统计,对变量的特征进行分析;其次构建本文基准回归的固定效应模型,对研究假设进行初步验证,并对不同的数字技术方向进行异质性分析,并通过排他性检验、工具变量法、双重差分法检验和 Heckman 两阶段检验等稳健性检验保证本文研究结果的有效性,最后通过调节效应分析下游企业数字化转型对上游企业产生信息溢出效应的机制。

第五节为进一步分析。本节为了进一步研究下游企业的数字化转型进一步调节上游企业资源配置决策、优化企业战略的作用,构建上游企业的战略区分性指标、上游企业全要素生产率指标,对下游企业数字化转型倒逼调节上游企业战略、改善由于牛鞭效应造成的生产计划紊乱进行验证。

第六章为结论与建议。在总结全文研究成果的基础上得出了实证结论,并针对性提出了促进数字化转型改善企业间牛鞭效应、提高信息交互效率的相关建议。

具体研究框架如图 1.1:

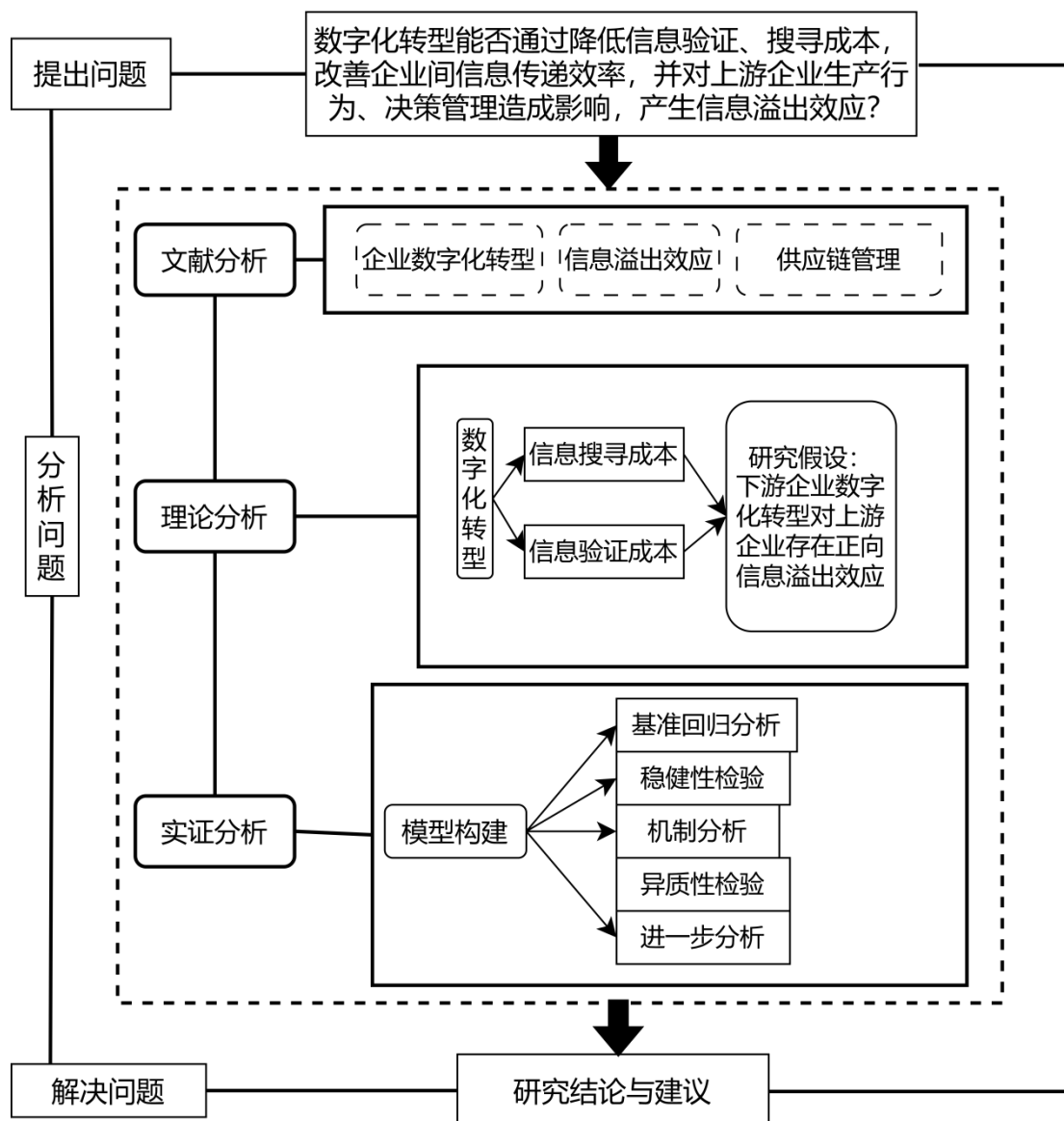


图 1.1 技术路线图

1.2.2 研究方法

根据研究内容的具体需要, 本文主要采用政策研读法、文献分析法、理论推演法、实证分析法等研究方法展开研究:

政策研读法。本文系统整理了中央围绕企业数字化转型的相关论述, 梳理了国家

层面、省市层面的有关数字化转型的系列政策文件，特别关注了《党的二十大报告》、《“十四五”数字经济发展规划》、历年中央经济工作会议和政府工作报告文件、中国信通院发布的《中国数字经济发展白皮书（2020）》，力求通过政策文件的梳理，明确本文研究话题是符合国家重大战略需求的。

文献分析法。文献分析法指的是通过对相关领域研究的搜集、整理、分类、精读，能够把握相关领域研究的发展脉络和最新动态，从而对研究对象和研究主体形成科学认识。本文通过阅读前沿文献和书籍汇总分析企业数字化转型和信息溢出效应的相关研究成果。从企业的数字化转型、信息溢出效应、供应链管理方面梳理和综述企业数字化转型对缓解供应链间牛鞭效应及其影响因素的相关研究。以此从理论层面给出本文研究问题及对现有研究的边际贡献。

理论推演法。理论推演法属于探索性的研究方法，在明确研究问题后，结合已有的成熟理论及理论之间的相互关系，推演出核心概念之间的因果关系与因果机制。在本文企业数字化转型能否产生信息溢出效应，缓解供应链间的牛鞭效应的实证研究中，我们基于信息不对称理论、交易成本理论等，推演出企业数字化转型通过减少信息搜寻成本和信息验证成本，产生信息溢出效应，缓解供应链间牛鞭效应的影响及机制，从而提出本文实证研究的系列研究假设。

实证分析法。本文实证分析的流程是：针对系列研究假设，确定初始研究样本并对样本进行筛选和处理；根据研究假设构建固定效应模型；运用描述性统计分析检验各变量特征；运用固定效应回归分析验证下游企业数字化转型与产生信息溢出效应、缓解供应链上游企业的牛鞭效应的因果关系；采用排他性检验、替代变量法对研究结论的稳健性进行考证；运用双重差分法、Heckman 两阶段回归、工具变量法等解决可能存在的内生性问题；运用调节效应分析法验证数字化转型对产生信息溢出效应、缓解供应链间的牛鞭效应的影响机制；运用异质性分析验证下游企业数字化转型对不同规模、不同库存周转天数、不同外部风险、不同客户集中度的上游企业的信息溢出效应影响的内在机理；通过进一步分析验证下游企业数字化转型对调节上游企业资源配置决策、优化企业战略以及改善上游企业经济后果的作用。

1.3 研究创新点

本文研究的创新点为：

①本文将以往企业数字化转型对企业自身影响的视角拓展到供应链层面，丰富了戚聿东和肖旭（2020）、吴非（2021）等关于数字化转型经济后果的研究。戚聿东和肖旭（2020）、吴非（2021）发现数字化转型会对企业管理效率和资本市场表现等方面产生影响，但研究仍局限在数字化转型对企业自身的影响上。与专注企业自身内部优化的信息化不同，数字化着重于企业内部业务流程与外部需求场景的对接，打通供给侧及需求侧。本文通过逐一匹配供应链上下游企业，探究了下游企业数字化转型对上游企业信息溢出、战略决策、生产效率的影响。从供应链视角出发，考察了下游企业内部的转型与变革如何辐射至上游企业生产环节，为数字化技术促进实体经济以及产业链协同发展提供了实证支撑。

②本文从信息传递的视角丰富了唐松和谢雪妍（2021）和杨金玉等（2022）关于下游企业行为纵向传染效应的研究，补充了传染效应的影响机制。以往对于供应链间企业的研究大多认为上游企业借由供应链间合作关系，学习和模仿下游企业行为以及下游企业受迫于外部压力会倒逼外部利益相关者，将压力向上传递从而对上游企业产生影响。而本文的结论验证了下游企业可以通过改善信息环境从而影响上游企业的生产行为，进一步补充了下游企业行为纵向传染的机制。

③基于数字技术发展的新背景，本文从数字化转型的信息治理角度，丰富了以往文献关于信息溢出效应的研究（陈仕华等，2013；Guan et al., 2015；杨志强等，2020；Dillender and Forsythe, 2022）。以往研究较多基于资本市场反馈层面对信息溢出进行研究，本文通过对上市公司年报进行本文挖掘以构建数字化转型指标，揭示了数字化转型对企业生产行为层面的信息溢出效应及其实现路径。本文的研究表明下游企业数字化转型会通过降低上游企业的信息验证成本、搜寻成本，改善供应链间信息质量。随着数字技术的不断发展及企业数字化转型进程的推进，数据要素市场体系逐步完善，企业数字化转型能够帮助企业突破信息边界，降低供应链企业间信息成本。为提升供应链数字化效率，推动经济高质量发展，提供经验参考。

2、理论基础、文献回顾与研究假设

2.1 理论基础

2.1.1 信息不对称理论

信息不对称理论，最初由 Akerlof、Spence 和 Stiglitz 提出，揭示了市场交易中因信息差异而引起的问题，市场交易中各类人员拥有的信息具有差异性，使得一些人处于比其他人更有利的地位，如道德风险和逆向选择（Akerlof, 1970; Spence, 1973; Stiglitz, 2000）。这些问题在金融市场等领域尤为显著，影响市场的效率和公平性。

随着数字化转型的推进，信息技术在减轻信息不对称问题方面发挥了关键作用。通过利用大数据、云计算和人工智能等技术，企业能够增强数据收集、处理和分析能力，从而有助于平衡市场参与者之间的信息差异（Tambe, 2014）。这些技术不仅提升了企业的运营效率，还通过增加信息的透明度和可获得性，促进了市场效率和公平性的提高。

信息不对称理论在数字化转型的背景下具有重要的理论和实践价值。通过运用数字化技术，可以有效减少市场中的信息不对称现象，提高市场效率。

2.1.2 交易成本理论

交易成本理论，最初由科斯（Coase, 1937）提出并由威廉姆森（Williamson, 1979）进一步发展，是理解企业边界及市场与企业间资源配置方式的重要理论框架。科斯指出，企业的存在可以减少交易成本，而威廉姆森进一步细化了企业内部与市场交易成本之间的比较。当企业面临的外部交易成本超过内部交易成本时，企业倾向于将这些交易内部化，从而扩展其组织边界。反之，如果外部交易成本较低，企业则通过市场交易来减少成本和提高效率（Coase, 1937; Williamson, 1979）。

企业在其经营活动中所承担的交易成本主要由供应链上下游的互动产生。这些成本大致可以分为两大类：首先是与上游供应商相关的成本，其中包括对供应商的财务数据、经营数据等关键信息的信息搜寻成本以及确认供应商的合规性、产品质量达标等合作风险相关的信息验证成本。这些成本在很大程度上源于市场参与者之间的信息不对称，即买卖双方对市场条件、产品质量等关键信息了解不一致导致的额外费用。

数字化转型极大地解决了这一难题，减少了信息不对称的现象。数字化转型通过促进企业间的合作与协同工作模式的转变，有助于降低与合作伙伴之间的外部交易成本。数字技术的应用提高了交易的透明度，减少了信息不对称，从而使得合作更加高效（Malhotra et al., 2007）。特别是，数字平台促进了供应链信息的实时共享，增强了资源配置的效率，同时降低了库存和交易成本（Wang et al., 2016）。

因此，数字化转型不仅通过提升供应链效率降低企业的交易成本，还为企业在激烈的市场竞争中保持竞争力提供了新的策略。

2.2 文献回顾

2.2.1 企业数字化转型

随着数字技术的发展和企业数字化转型的不断推进，大量研究围绕“赋能”与“使能”两个角度对企业数字化转型的经济后果进行了探讨。从赋能角度来看，企业的数字化转型可以显著改善企业具体的生产行为和管理模式（戚聿东和肖旭，2020），降低企业生产成本和人力资本投入（Deming and Kahn, 2018; Hershbein and Kahn, 2018），优化企业生产流程（Dillender and Forsythe, 2022），促进企业加大创新投入以及提升企业全要素生产率（赵宸宇，2021）。从使能角度来看，数字化技术也大大提升了企业信息获取和信息分析的能力，极大便利企业深度挖掘消费者潜在需求，并转变为真实需求（陈剑，2020）。从资本市场反馈角度来看，企业数字化转型本身借助各种自愿披露渠道向外释放积极信号，可以正面引导投资者，吸引更多的投资者注意力（Liu, 2015），提高股票流动性（吴非等，2021）。

此外，数字技术的引入具备改善信息环境的作用（Masli et al., 2011）。从企业内部信息交流角度分析，网络信息系统的使用大大提升企业内部信息传递和沟通效率（聂兴凯等，2022），帮助企业在分析海量数据的基础上，输出更多有效信息，提升资本市场中信息传递效率，降低企业与投资者间的信息不对称（Balakrishnan et al., 2014）。从企业间信息交流的角度来看，数字技术的引入在降低生产成本的同时，相比人工生产还具备可预测性和可追溯性等特点，使得企业传递商品质量的渠道不仅限于声誉，帮助企业建立完善的识别机制（Smith and Brynjolfsson, 2001; Waldfogel and Chen, 2006），进而降低了企业间的交易成本（施炳展和李建桐，2020）。以往关于

数字化转型的研究基于赋能与使能视角，为理解数字化转型的目的性与必要性提供了相关经验证据。

2.2.2 信息溢出效应

围绕信息溢出效应，一系列研究基于企业外部利益相关者的角度展开。例如，Guan et al. (2015) 基于分析师预测视角发现供应链上存在信息溢出效应，企业间的合作关系为分析师带来包括价值相关、产品供需的信息共享，分析师通过跟踪客户企业盈余信息可以降低对供应商盈余预测偏差。陈仕华等 (2013) 基于企业并购视角发现董事联结对并购中企业存在信息溢出效应最终提升了并购业绩。结合以往文献，信息溢出效应可以被定义为企业与其外部利益相关者之间因为信息传递效率的提高和信息环境的改善对外部利益相关者造成的影响。近年来，部分研究发现客户盈余信息具备传递效应，客户企业信息环境的改善显著帮助上游企业降低信息搜寻成本，改善企业间信息不对称程度，达到缓解牛鞭效应的作用（杨志强等，2020），有助于上游企业做出相应的决策以匹配相应需求结构的变化，例如增加创新投资，提高投资效率（陈涛琴等，2021），提升供应商企业股票收益（Pandit et al., 2011）、降低股价崩盘风险（Hertzel et al., 2008）。

企业间信息溢出效应主要受企业间信息环境影响。企业信息不对称主要包括成本和价格信息、需求信息、产品质量信息以及努力水平信息等（Vosooghizaji et al., 2020）。信息搜寻成本是造成信息不对称的重要影响因素之一，信息的搜寻成本是指寻找信息的成本，因此，每一个信息收集活动都涉及到搜索成本。信息获取成本的存在，使得企业在双边贸易中存在信息摩擦，企业之间匹配成本上升，降低了企业出口。随着互联网时代到来，互联网的有效覆盖降低了企业的搜寻成本、企业与客户和供应商之间的匹配成本和信任成本，使得交易零时间、零距离进行，进而降低了企业交易成本（李海舰等，2014）。而信息的可验证性也是信息摩擦的重要影响因素之一。Avi and Catherine (2019) 认为验证成本与建立在以前的买家和卖家的经验的基础上，与克服关于质量和可信度的不对称信息的能力有关。Mayzlin et al. (2014) 的研究表明，由于部分第三方平台不会验证评论者的身份，企业可能私下为自己在互联网中制造正面评论，为竞争对手制造负面评论，使得评论质量下降。而当信息传递受到第三方监督或者相关法律监管时，信息的可验证性得到保障，提升了信息传递效率。例如 Cen et al. (2023) 基于外部监督的视角发现分析师覆盖和机构对供应链间企业的交叉持股加速

了客户到供应商股价信息的扩散速度。

2.2.3 供应链管理

随着产业协同的深化，供应链中企业关系由传统客户供应商关系转变为合作伙伴关系，以往企业间的竞争也演变为供应链间竞争。产业组织研究领域的相关文献表明供应链间的企业会影响彼此的行为模式，比如供应商需要不断完善生产模式以满足客户的需求，而客户需要培训供应商以满足他们的质量要求。客户还需要定期访问供应商的工厂，以监测产品质量和库存是否充足（Cannon and Homburg, 2001; Sobrero and Roberts, 2001; Vickery et al., 2003）。近年来，不少研究从供应链的视角切入，研究企业行为模式变化的溢出效应和传递作用。Chu et al. (2019) 发现当客户企业创新程度提升时，密切的客户-供应商关系要求并激励客户和供应商之间的高度协同，从而提高供应商企业投资和运营效率、成本效率和创新。Dai et al. (2021) 表明下游企业出于安抚各种利益相关者群体以避免新闻媒体负面宣传的原因会推动供应商参与企业社会责任活动，进而吸引新客户，增加市场份额，改善企业形象。唐松和谢雪妍 (2021) 考察了企业持股金融机构对上下游企业融资约束的溢出效应。许恒等 (2020) 发现企业数字化转型对同行业企业具有额外的技术溢出效应。杨金玉等 (2022) 也发现客户企业数字化转型通过倒逼效应和资源效应对供应商企业创新决策造成纵向影响。

结合现有文献分析，当前对于企业数字化转型经济后果的研究仍集中于企业自身层面，鲜有文献从供应链视角出发进行考量。先前研究表明，下游企业信息质量的提升可以影响上游企业决策行为。然而，大多数实证研究忽略了对下游企业数字化转型驱动的信息溢出效应的探讨。此外，尽管已有文献关注到高铁开通（黄张凯等，2016）、互联网覆盖（黄群慧等，2019）等技术进步对信息成本的影响，但鲜有实证研究证据从数字技术引入对上下游企业间信息成本进行考察。鉴于此，本文的研究将进一步从降低企业间信息摩擦、推动产业协同高质量发展等角度对数字化转型经济后果进行拓展。

2.3 研究假说

实务中，数字化技术的引入提升了下游企业信息处理能力，帮助企业获得生产及经营活动中更加精细的数据。此外文本、图像以及音频等不同类型的数据也为企业优

化生产决策提供了增量信息。企业基于对历史数据的挖掘和对生产数据的分析可以更加准确地预测产品销售情况，同时向上游传递的原材料需求信息也更加精确，有利于传递更合适、相关性更高的增量需求信息。而上游企业为了响应需求侧变化，会调整生产计划以满足下游企业需求。简言之，结合供应链视角来看，下游企业数字化转型的信息治理作用有可能改善企业间信息环境，对上游企业生产行为以及资源配置决策造成影响，产生正向溢出效应。

一方面，数字化转型会通过降低上游企业的信息搜寻成本进而产生信息溢出效应。通常认为，线上搜寻成本低于线下。数字技术带来的搜寻成本降低对价格及价格离散度、产品种类、市场匹配、平台商业和组织结构等产生了重要的影响。较低的搜寻成本使得交易双方的选择范围增加，匹配难度下降，匹配质量提高（Dana and Orlov, 2014; Ellison and Ellison, 2014; Kuhn and Mansour, 2014），极大便利企业双边交易。数字技术和应用的进步能够支持协作、联动应用程序平台的上线，使得价格、需求水平、产品质量以及努力水平等原有无能被观测的私人信息，变为共有信息，有效改善企业间信息共享水平（Harding and Swarnkar, 2013）。下游企业需求水平等与生产息息相关的信息借由数字平台联动可以实时同步并传递至上游企业，降低了上游企业信息搜寻成本。由于私有信息的可观测，企业借助简单的筛选条件，更大程度地避免了与可能发生投机行为、偿债能力和履约能力不足的企业合作，从而制定更加精确的生产计划和库存管理模式。

另一方面，数字化转型能够降低上游企业的信息验证成本进而产生信息溢出效应。大数据技术的发展为契约信息的可验证性提供保证。从信息披露方的内在动机以及信息甄别、认证的角度，给予契约双方改善信息质量足够的动机（马慧等，2021）。比起依靠自身技术进步改善信息识别，下游企业数字化转型对上游企业验证成本的降低主要是通过改善相关信息在传递过程的保真性，比如声誉等。相比以往仅仅依靠声誉作为信息验证手段而言，下游企业数字化转型有利于为上游企业建立完善的信息识别机制（Smith and Brynjolfsson, 2001; Waldfogel and Chen, 2006）。上游企业在合作中更关心下游企业能否提供长期稳定的合作关系以及账款偿付能力。云平台以及物联网不仅可以进行信息的存储，还可以进行信息的传播。下游企业通过数字化转型，使得自身资信状况、违约记录、价格等契约因素变得可以验证，信息环境透明度（聂兴凯等，2022）得以提高，降低了上游企业信息的验证成本，缓解了上下游企业间的信息不对称（赵岳和谭之博，2012）。可靠的声誉信号有利于企业在远距离交易中建立信

任。识别系统的建立不仅有效促成了数字背景下的市场交易，也降低了企业因为必须线下确认带来的验证成本。下游企业通过数字化转型可以向上游企业传递自身竞争优势以及资信状况较好的信号，有利于营造相互信任的交易氛围，产生信息溢出效应。

基于以上分析，本文提出如下假设：

H1：下游企业数字化转型对上游企业存在正向信息溢出效应

3、研究设计

3.1 样本选择及数据来源

本文检索国泰安（CSMAR）数据库以及中国研究数据服务平台（CNRDS）数据库并进行交叉比对，发现 2012-2019 年^①沪深两市共有 4286 家上市企业披露前五大客户及供应商的名称及基本信息。本文通过匹配企业财务报表附中明确披露客户及供应商名称且客户以及供应商均为上市的供应链条，共得到 4028 条供应链。其中“客户-中间商-供应商”三级供应链，共 425 条，“客户-供应商”二级供应链，共 3603 条。针对初始样本，本文按照如下标准进行筛选：（1）为了更精确度量下游企业数字化转型对上游企业影响，这里剔除了供应链下游为计算机、软件服务等相关行业的企业；（2）剔除 ST、*ST、PT 上市公司样本，以及匹配过程中出现的上下游都为同一家企业的供应链样本；（4）对连续变量在 1%和 99%分位上进行 Winsorize 缩尾处理，以避免极端值对回归结果的影响，最终得到 1797 个观测样本。此外，所有财务数据均来源于国泰安数据库和中国研究数据服务平台数据库并进行交叉比对。

3.2 信息溢出效应经济后果的测度、数字化转型程度测度及其他变量描述

3.2.1 信息溢出效应的测度

牛鞭效应（Forrester, 1961）指在供应链运营管理中，经常会出现需求信息从供应链末端传递到首端的过程中，由于无法实现信息共享而造成信息扭曲变异并逐级放大的现象，此种现象表现为需求波动的放大。由于复杂的供应链结构，供应链间企业发生信息错误、信息传递延迟的机会增多，使得产品生产与客户需求造成分歧，进而产生牛鞭效应，因此本文使用供应链间存在的牛鞭效应来度量下游企业数字化转型带来纵向信息溢出效应的经济后果。牛鞭效应产生的原因包括价格波动、厂商博弈（Lee

^①2016 年上交所取消了信息披露豁免事项的事前申请制度，改由信息披露义务人根据标准自行审慎判断，自 2019 年以来，供应商实名披露的比例越来越低。此外，考虑到金融危机以及新冠疫情对供需波动的影响，本文选取了 2009 年至 2019 年数据。由于牛鞭效应的测度需要取对数一阶差分并计算滚动三年标准差，最终得到牛鞭效应 2012 年至 2019 年的数据。考虑到下游企业数字化转型产生的信息溢出可能存在滞后性，故下游企业数字化转型程度及其他控制变量样本期为 2011 年至 2018 年。

et al., 1997; 卢继周等, 2017)、库存管理以及信息共享(冯华, 2018)。牛鞭效应会造成企业生产计划紊乱, 生产成本上升, 进而导致企业利润下降和供应链效率损失等一系列严重经济后果。按照 Forrester (1961) 的方法, 如果供应链的上下游企业能实现信息共享形成一个信息共同体, 突破企业信息边界的桎梏, 可以有效缓解牛鞭效应, 避免资源浪费。本文参考 Zhao and Zhao (2015) 的做法, 使用牛鞭效应作为度量信息溢出效应的代理变量。

关于牛鞭效应的度量方式, 以往文献采用多种方法进行量化。例如 Hu et al. (2022) 通过确定位于最外层的公司(即没有供应商), 将它们的牛鞭效应赋值为 1, 然后进一步将这些公司从供应链网络中移除。重新将那些在缩减后网络第二次计算中最外层的公司赋值为 2。最后重复这些步骤, 并将每个公司赋值为 3、4、5 等, 直到每个公司中都被赋值。Babai et al. (2016) 在仅考虑一个客户和一个供应商的情况下, 使用 AR (1) 过程计算企业需求 D_t 的一阶自回归系数, 进而用订单的方差与下游需求函数的方差之比计算牛鞭效应。由于难以识别复杂的供应链结构, 本文首先采用 Cachon et al. (2007) 以及 Shan et al. (2014) 等的做法, 先计算单个企业的生产波动除以需求波动来度量单个企业的牛鞭效应, 其公式如式 3.1 所示:

$$AR = \frac{VAR(Production)}{VAR(Demand)} \quad (式 3.1)$$

其中, $VAR(Production)$ 代表企业生产波动率, $VAR(Demand)$ 代表企业需求波动率, 本文参考杨志强等 (2020) 的做法, 以企业的主营业务成本 (COGS) 作为企业需求量的代理变量, 以企业的主营业务成本 (COGS) 加上年末和年初存货净值的差额作为企业生产量的代理变量, 其公式如式 3.2 所示:

$$Production_{i,t} = COGS_{i,t} + INV_{i,t} - INV_{i,t-1} \quad (式 3.2)$$

为了消除时间效应带来的影响, 本文还对企业生产和需求的代理变量进行对数一阶差分。但仅仅使用 AR 无法完全捕获信息的溢出效应对供应链上下游企业带来的经济后果。而后, 本文使用杨志强等 (2020) 的做法, 将上游企业的 AR 除以下游企业的 AR 作为牛鞭效应的代理变量, 其公式如式 3.3 所示:

$$Bullwhip = \frac{AR_{supply}}{AR_{customer}} = \frac{VAR(Production)_{supply}/VAR(Demand)_{supply}}{VAR(Production)_{customer}/VAR(Demand)_{customer}} \quad (式 3.3)$$

若 Bullwhip 大于 1, 则认为供应链间存在牛鞭效应。为了提供稳健性结果, 本文同时采用仅考虑单个企业的生产波动除以需求波动即 AR 作为回归模型中牛鞭效应的

代理变量。

3.2.2 数字化转型程度

根据吴非等（2021）的做法，本文通过 Python 爬虫功能收集了沪深两市全部 A 股上市公司年度报表，将企业数字化转型进行结构化分类，分为底层技术运用以及技术实践应用等两个层面，按照戚聿东和肖旭（2020a）的分类方法将底层技术架构分为人工智能（Artificial Intelligence）、区块链（Block chain）、云计算（Cloud Computing）、大数据（Big Data）等“ABCD”技术四个方面，加上数字技术应用（Digital Technique Application）作为技术实践应用层面的测度，根据数字化测度相关的 76 个种子词语进行搜索、匹配计算词频并加总，并对其进行加一取对数进行处理，构建企业数字化转型程度的代理变量。

为了保证本文对数字化转型指标的测度是稳健的，本文又使用袁淳等（2021）的做法，对数字技术应用、互联网商业模式、智能制造、现代信息系统四个维度 99 个数字化相关词频进行搜索、匹配计算词频并加总，并对其进行加一取对数进行处理，构建企业数字化程度的指标的替代变量。

3.2.3 控制变量

为了提高模型精度，本文加入了一系列可能影响供需偏离度的控制变量。参考 Cachon et al.（2007）以及 Shan et al.（2014）的做法，选取的控制变量包括存货周转天数的自然对数（ $\ln InvDays$ ）、应付账款周转天数的自然对数（ $\ln ApDays$ ）、应收账款周转天数的自然对数（ $\ln ArDays$ ）、公司规模（ $Size$ ）、是否两职合一（ $Duality$ ，如果董事长和总经理两职合一则为 1，否则为 0）、企业经营业绩（ ROA ）、股权集中度（ Top ，第一大股东持股比例）、客户集中度（ $CustomerConcentration$ ，前五大客户销售额占年度总销售额比率）以及审计质量（ $Audit$ ，若聘用的审计机构为四大会计师事务所则为 1，否则为 0）。此外，企业面临的外部环境风险及不确定性也是影响供需偏离度的重要因素之一。马慧等（2021）认为信息作用于生产的过程是信息成本与最终收益比较后的结果。数字技术的发展带来的信息供给给予了企业预测未来状态的动机及信息储备，提升了信息在面临不确定性时的经济和市场价值。本文参考 Baker et al.（2016）和 Loughran and McDonald（2011）的做法，通过 Python 爬虫功能收集了沪深两市全部 A 股上市公司年度报表，并检索与外部环境风险及不确定性相关的种子词频，

对其加总并加一取对数作为企业面临的外部环境风险及不确定性 (*Lnuncertainty*) 的代理变量。上述变量详细定义如表 3.1 所示:

表 3.1 变量定义表

因变量	变量定义
<i>AR_supply</i>	牛鞭效应。参考 Cachon et al. (2007) 以及 Shan et al. (2014) 等的做法, 等于企业每年生产波动率对需求波动率的比值, 其中, 波动率等于滚动三年的标准差 ^① , 企业生产和需求分别等于企业主营业务成本加上年末年初净值差额和企业主营业务成本, 并对其取对数一阶差分。
<i>Bullwhip</i>	牛鞭效应。参考杨志强等 (2020) 的做法, 等于供应链中, 上游企业的 <i>AR</i> 和下游企业的 <i>AR</i> 的比值。
自变量	
<i>Digitalization</i>	参考吴非等 (2021) 的做法, 通过对上市公司年报进行文本分析, 将与数字化相关的“ABCD”技术与数字技术的应用作为种子词词频并加总, 再进行加一取对数处理作为企业数字化转型的代理变量。
机制变量	
<i>Search</i>	上游企业的信息搜寻成本, 本文参考施炳展和金祥义 (2019) 的做法, 采用下游企业的百度搜索指数进行度量。
<i>Verify</i>	上游企业的信息验证成本, 本文采用下游企业的商业信用进行度量, 计算公式为 (应收账款-应付账款) / 销售收入。
控制变量	
<i>Lnuncertainty</i>	通过 Python 爬虫功能收集了沪深两市全部 A 股上市公司年度报表, 并检索与风险及不确定性相关的种子词词频, 对其加总并加一取对数作为企业面临的外部环境风险及不确定性的代理变量。
<i>LnArDays</i>	应收账款周转天数的自然对数。
<i>LnApDays</i>	应付账款周转天数的自然对数。
<i>LnInvDays</i>	存货周转天数的自然对数。
<i>Size</i>	企业规模, 为企业总资产的自然对数。

^① 考虑到季节性因素的存在, 本文没有选取年内季度标准差作为波动率的度量。

<i>Duality</i>	若企业总经理兼任董事长则为 1 否则为 0。
<i>ROA</i>	企业总资产收益率，计算公式为净利润/年初总资产。
<i>Top</i>	企业第一大股东持股比例（%）。
<i>CustomerConcentration</i>	客户集中度，前五大客户销售额占年度总销售额比率。
<i>Audit</i>	审计质量，若聘用的审计机构为四大会计师事务所则为 1，否则为 0。

4、实证结果

4.1.描述性统计

本文变量的描述性统计结果如表 4.1 所示。*Bullwhip* 的均值、中位数和标准差为 2.00、1.01 和 4.10，表明绝大多数企业面临着供应链中信息传递扭曲带来的生产效率损失，且企业间差异较大。*Digitalization* 的均值和标准差为 0.87 和 1.28，表明当前中国企业数字化转型仍在起步阶段，转型程度较低，不同企业间存在差异化。*Bullwhip* 和 *AR_supply* 描述性统计结果与杨志强等（2020）基本一致，*Digitalization* 描述性统计结果与吴非等（2021）基本一致，验证了本文数据的有效性。

表 4.1 描述性统计

变量	样本	均值	P10	P25	中位数	P75	P90	标准差
<i>Bullwhip</i>	1797	1.9945	0.3335	0.6719	1.0142	1.6246	3.5047	4.0980
<i>AR_supply</i>	1797	1.6974	0.6351	0.9178	1.1327	1.6031	2.7019	2.2859
<i>Digitalization</i>	1797	0.8692	0.0000	0.0000	0.0000	1.3863	2.8904	1.2790
<i>Lnuncertainty</i>	1797	4.1124	3.4012	3.6376	4.1744	4.5218	4.8442	0.5437
<i>Top</i>	1797	0.3957	0.1827	0.2564	0.3885	0.5134	0.6309	0.1739
<i>LnArDays</i>	1797	3.4864	1.6318	2.4322	3.7041	4.5014	5.1014	1.3405
<i>LnApDays</i>	1797	4.2678	3.4164	3.8764	4.3044	4.7109	5.0871	0.6813
<i>ROA</i>	1797	0.0411	0.0010	0.0137	0.0372	0.0657	0.1037	0.0532
<i>Duality</i>	1797	0.1712	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.3756
<i>Size</i>	1797	23.3498	21.0668	21.9036	23.0678	24.6298	25.9611	1.8661
<i>CustomerConcentration</i>	1797	25.5432	5.4700	10.7800	19.0900	34.7600	57.1200	21.2938
<i>LnInvDays</i>	1797	4.3033	3.1145	3.7157	4.2369	4.9212	5.5120	1.0831
<i>Audit</i>	1797	0.2087	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.4065

图 4.1（a）和（b）分别列示了 2011 到 2018 年的上市公司供需偏离度及其牛鞭效应应的行业与年份分布情况，与杨志强等（2020）的测算结果基本保持一致，其中（a）列示的 *AR_supply* 和 *Bullwhip* 为行业均值，（b）列示的 *AR_supply* 和 *Bullwhip* 为年度

均值。

整体来看, AR_supply 和 $Bullwhip$ 的行业与年度均值几乎都大于 1, 表明了牛鞭效应的问题仍然存在。而不同度量下, AR_supply 与 $Bullwhip$ 的变动趋势几乎相同, 而 AR_supply 与 $Bullwhip$ 的大小差别不太明显, 仅在特定年份较大(2016 年和 2018 年); 从行业分布情况来看, AR_supply 与 $Bullwhip$ 的波动较大, 行业之间差别较大, 专用设备制造业、电气机械及器材制造业、生态保护和环境治理业以及有色金属矿采选业的 AR_supply 与 $Bullwhip$ 值都大于 4, 呈现较严重的放大效应。从年份分布情况来看, 2011 到 2018 年的偏离度及牛鞭效应在 2012 年呈现急剧下降后趋于平稳的状态, 在 2016 到 2018 年之间进一步反弹。

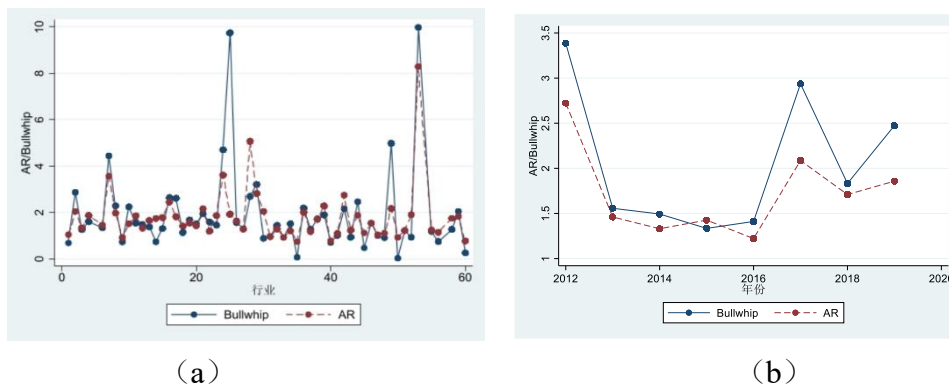


图 4.1 上市公司供需偏离度及其牛鞭效应行业、年度分布情况

图 4.2 (a) 和 (b) 分别列示了 2011 到 2020 年的上市公司数字化转型程度的企业规模与年份分布情况, 其中 (a) 列示的数字化转型程度为企业规模均值, (b) 列示的数字化转型程度为年度均值。

本文发现数字化转型程度随企业规模和年份增加而增加, 而当企业规模达到 80 分位数时, 数字化转型程度出现了拐点, 随企业规模的增加而下降。从企业规模分组来看, 当企业规模尚未达到一定程度时, 企业规模增大对于数字化转型程度是有一定正面影响的, 而超过 80% 时, 继续增大企业规模反而会令数字化转型程度降低。从年份分组情况来看, 数字化转型程度随年份一直处于增加的趋势, 表明中国企业正逐步引入数字化技术进行企业转型和战略变革。

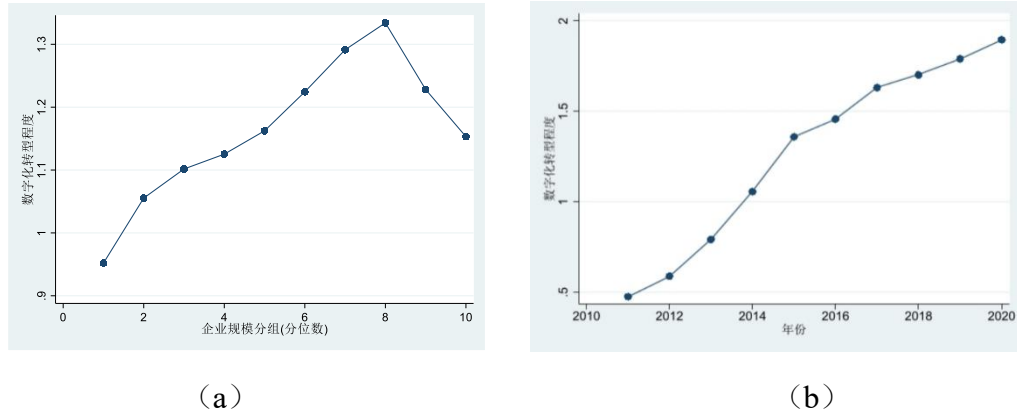


图 4.2 数字化转型程度的企业规模、年度分布情况

4.2 基准回归结果

为了验证研究假说 H1，本文参考唐松和谢雪妍（2021）和杨金玉等（2022）的做法构建如下模型式 4.1：

$$Bullwhip_{i,j,t} = \beta_0 + \beta_1 Digitalization_{i,t-1} + \sum_{j,t-1} Controls + IND + Year + \epsilon_{j,t} \quad (\text{式 4.1})$$

为了避免牛鞭效应不同度量方式产生的误差对本文回归结果带来的影响，本文同时使用 Cachon et al.（2007）以及 Shan et al.（2014）的做法，仅考虑供应链上游企业的生产波动除以需求波动即 AR 作为回归模型中牛鞭效应的代理变量，公式如式 4.2 所示：

$$AR_supply_{j,t} = \beta_0 + \beta_1 Digitalization_{i,t-1} + \sum_{j,t-1} Controls + IND + Year + \epsilon_{j,t} \quad (\text{式 4.2})$$

其中， i 、 j 和 t 分别代表下游企业、上游企业和年份， $\sum controls$ 包含了表 3.1 所列的控制变量， IND 代表行业固定效应， $Year$ 代表年份固定效应。

结合图 4.1 和图 4.2 发现牛鞭效应在行业中呈现较大偏离度，但随时间变化不大，仅在特定年份存在差异性，考虑到牛鞭效应随时间变化的不可观测的行业因素，在模型中加入行业和年份的固定效应，最大程度考虑了行业层面的时变因素。

本文对基准模型式 4.1 和式 4.2 进行最小二乘估计并对标准误差进行了稳健标准误差聚类。

表 4.2 基准回归

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) 二级 供应链	(6) 多级 供应链
	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>AR_supply</i>	<i>AR_supply</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>Digitalization</i>	-0.2237*** (-2.7512)	-0.2550** (-2.5295)	-0.1322*** (-2.8997)	-0.1419*** (-2.7445)	-0.2244* (-1.8651)	-0.1767 (-0.9371)
<i>Lnuncertainty</i>	0.5140** (2.0952)	0.7060*** (2.8075)	0.3021** (2.0689)	0.5320*** (3.5382)	0.6653** (2.3265)	0.0927 (0.1739)
<i>Top</i>	-2.4854*** (-4.0015)	-1.3876** (-2.0528)	-1.6039*** (-4.0803)	-1.0455** (-2.4974)	-0.9511 (-1.2712)	-4.7334*** (-2.8001)
<i>LnApDays</i>	0.1147 (1.3661)	-0.0660 (-0.6797)	-0.0126 (-0.2739)	-0.1244** (-2.4384)	-0.0697 (-0.6283)	0.0256 (0.1144)
<i>LnInvDays</i>	0.0491 (0.3067)	0.1494 (0.6575)	0.0428 (0.5548)	0.1490* (1.8648)	0.1429 (0.5533)	0.8056* (1.8504)
<i>ROA</i>	0.9553 (0.7982)	1.3262 (0.9465)	0.2122 (0.2644)	0.9987 (1.1211)	1.1868 (0.7193)	3.4331 (1.0791)
<i>Duality</i>	-0.4172 (-1.5069)	-0.4266 (-1.4005)	-0.1433 (-0.8500)	-0.1575 (-0.8738)	-0.2002 (-0.5561)	-1.1866** (-2.3143)
<i>Size</i>	0.1325* (1.8463)	0.1817** (2.0506)	0.1309*** (3.1129)	0.1563*** (3.3123)	0.1423 (1.4945)	0.6081** (2.5491)
<i>CustomerConcentration</i>	-0.0019 (-0.3219)	0.0048 (0.6350)	-0.0031 (-1.1293)	0.0012 (0.4297)	0.0053 (0.6367)	0.0072 (0.3413)
<i>LnInvDays</i>	0.3629*** (3.6263)	0.2209 (1.2979)	0.3040*** (5.1036)	0.2057*** (3.1079)	0.1423 (0.7484)	0.5347 (1.1531)
<i>Audit</i>	-0.5627* (-1.7858)	-0.7765*** (-2.6026)	-0.3764** (-2.2162)	-0.5964*** (-3.2957)	-0.9630*** (-2.6909)	-0.2756 (-0.5262)
<i>Constant</i>	-4.0075* (-1.9421)	-5.6806** (-2.2807)	-3.1238*** (-2.7393)	-4.6095*** (-3.8727)	-4.4573 (-1.6009)	-16.5784*** (-2.9777)

<i>N</i>	1797	1797	1797	1797	1404	388
<i>R</i> ²	0.0297	0.1491	0.0463	0.2171	0.1508	0.2906
行业固定效应	NO	YES	NO	YES	YES	YES
年份固定效应	NO	YES	NO	YES	YES	YES

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

表 4.2 是模型式 4.1 和式 4.2 回归结果。表 4.2 的第（1）、（2）列是下游企业数字化转型对上游企业 *Bullwhip* 的回归结果，第（3）、（4）列是对 *AR_supply* 的回归结果，第（2）、（4）两列控制了行业和年份的固定效应，第（5）、（6）列是分别考虑二级供应链和多级供应链情况时下游企业数字化转型对上游企业 *Bullwhip* 的回归结果。结果显示 *Digitalization* 对 *Bullwhip* 和 *AR_supply* 的回归系数均显著为负，表明下游企业数字化转型带来的生产流程智能化、产品的可追溯性、生产数据的可验证性和数据挖掘和分析效果的提升产生了明显的信息溢出效应，有利于改善供应链间企业的信息环境，缓解了供应链中的牛鞭效应。

从经济意义上来讲，以第（2）、（4）列为例，企业数字化转型程度每增加一个标准差，分别使以 *Bullwhip* 和 *AR_supply* 度量的牛鞭效应相对于其均值下降了 16.64%（ $1.28 \times 0.26 / 2.00$ ）和 9.96%（ $1.28 \times 0.14 / 1.80$ ）。初步验证了 H1，即客户企业数字化转型有利于促进信息的溢出，进而缓解供应链中的“牛鞭效应”。此外，第（5）、（6）列的回归结果也表明，下游企业的数字化转型的信息溢出作用受供应链层级影响，下游企业与上游企业之间的中间商层级越多，下游数字化转型的传染作用递减，与现有研究结论保持一致。

表 4.3 数字化关键技术方向异质性与供应链信息溢出效应

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>AI</i>	-0.0699 (-0.2345)				
<i>BD</i>		-0.3852*** (-2.7399)			
<i>CC</i>			-0.2915* (-1.9051)		

<i>BC</i>				-1.0836 (-1.3706)	
<i>DTA</i>					-0.1841* (-1.8412)
<i>Lnuncertainty</i>	0.6827*** (2.7376)	0.6802*** (2.7470)	0.6759*** (2.7423)	0.6765*** (2.7386)	0.6949*** (2.7801)
<i>Top</i>	-1.3849** (-2.0418)	-1.4220** (-2.0962)	-1.4087** (-2.0802)	-1.3902** (-2.0641)	-1.3492** (-2.0117)
<i>LnArDays</i>	-0.0675 (-0.6938)	-0.0622 (-0.6387)	-0.0659 (-0.6773)	-0.0687 (-0.7098)	-0.0643 (-0.6610)
<i>LnApDays</i>	0.1368 (0.5984)	0.1446 (0.6334)	0.1430 (0.6267)	0.1336 (0.5839)	0.1369 (0.5996)
<i>ROA</i>	1.2989 (0.9258)	1.1794 (0.8291)	1.4618 (1.0647)	1.2360 (0.8869)	1.2730 (0.9051)
<i>Duality</i>	-0.4503 (-1.4770)	-0.4356 (-1.4355)	-0.4352 (-1.4301)	-0.4502 (-1.4869)	-0.4303 (-1.4048)
<i>Size</i>	0.1862** (2.0965)	0.1901** (2.1313)	0.1859** (2.0899)	0.1867** (2.0980)	0.1831** (2.0668)
<i>CustomerConcentration</i>	0.0061 (0.8020)	0.0055 (0.7331)	0.0055 (0.7359)	0.0062 (0.8221)	0.0055 (0.7259)
<i>LnInvDays</i>	0.2239 (1.3157)	0.2181 (1.2879)	0.2237 (1.3187)	0.2246 (1.3222)	0.2229 (1.3091)
<i>Audit</i>	-0.7402** (-2.4959)	-0.7402** (-2.5001)	-0.7528** (-2.5350)	-0.7381** (-2.4940)	-0.7588** (-2.5539)
<i>Constant</i>	-5.8947** (-2.3513)	-5.8794** (-2.3454)	-5.7903** (-2.3218)	-5.8642** (-2.3385)	-5.7693** (-2.3096)
<i>N</i>	1797	1797	1797	1797	1797
<i>R²</i>	0.145	0.148	0.147	0.146	0.147
行业固定效应	YES	YES	YES	YES	YES

年份固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
--------	-----	-----	-----	-----	-----

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

为了进一步考察数字化关键技术方向不同对供应链中信息溢出效应的差异，本文根据吴非等（2021）构建的数字化转型指标体系，将人工智能（*AI*）、区块链（*BC*）、云计算（*CC*）、大数据（*BD*）加上数字技术应用（*DTA*）等五个方面的二级指标，分别代替模型式 4.1 中的 *Digitalization* 进行回归。结果如表 4.3 第（1）-（5）列所示，客户企业数字化转型对供应链中信息溢出的影响主要体现在大数据技术（*BD*）、云计算技术（*CC*）和数字技术应用（*DTA*）这三个方面，且第（2）、（3）和（5）列的回归系数分别在 1%和 10%的水平下显著为负。说明下游企业数字化转型对信息溢出效应的促进主要集中于通过大数据技术帮助企业获得生产及经营活动中的海量数据，进一步通过云计算技术处理和分析这些海量数据，将数据转化为数据要素并最终通过云平台的储存和共享以及数字技术的应用使得数据要素作用于供应链中实体生产环节和企业决策，促进了下游企业的信息溢出效应，与前文分析结果一致。表 4.3 第（1）和（4）列的结果也显示目前没有直接的证据能表明人工智能技术和区块链技术的运用可以产生信息溢出效应。本文认为，尽管区块链技术可以用来为产品创建“身份证”，方便其客户确信产品的特征例如产地、原材料以及制造商，降低了客户的信息追踪成本，但在本文下游企业对上游企业的单边实证框架中并不适用。此外，区块链技术的应用还包括数据共享的安全性、分布式账本以及网络零知识协议等，允许多方安全透明地查看企业相关信息而不泄露敏感以及专有信息。而本文主要考察的是信息传递效率提升以及信息扭曲程度的下降对供应商企业的经济后果，因此区块链技术的应用与信息溢出效应并无直接联系。而人工智能技术在供应链中的应用主要集中于对企业自身经济后果的提升，比如通过对供应商以及客户信息数据，对供应商和客户进行排名，自动选择客户和供应商进行选择和谈判，优化企业在供应链中的运营管理，降低采购成本以及对自身需求水平进行预测，方便自身智能化库存管理和订单处理。因此，本文的结论也不支持人工智能技术的应用可以产生信息溢出效应。

4.3 稳健性检验

4.3.1 排他性检验

为了保证本文研究结论是有效的，本文提出几种可能的替代解释：①上述结果存在一种可能的替代解释，即上游企业牛鞭效应的缓解是由于上游企业自身数字化转型驱动的。为了排除这种解释，本文将牛鞭效应与上游企业数字化转型程度进行回归，并用回归所得残差替换式 4.1 中的牛鞭效应，进一步与下游企业数字化转型程度进行回归，与表 4.2 进行对比；②上述实证结果虽然控制行业和年份的固定效应，但回归结果可能由于固定效应的不同而出现变化。本文进一步控制企业以及省份的固定效应以保证回归结果的稳健性；③牛鞭效应的降低可能是因为该上下游之间的牛鞭效应本身就很低导致的，本文选取供应链中牛鞭效应测度大于中位数的子样本进行回归，并与表 4.2 进行比较。④上游企业牛鞭效应和下游企业数字化转型程度可能被更为基本的宏观经济因素所驱动进而表现出相同的时间趋势。考虑到本文实证检验中已经控制了年份固定效应，因此本文排除来自全国宏观经济因素例如 GDP 等的驱动。本文在此考虑来自中央产业政策扶持以及数字经济政策的共同驱动因素。首先，本文参考逯东和宋昕倍（2021）的做法，通过手工整理样本期内“十二五”规划（2011—2015 年）和“十三五”规划（2016—2020 年）中关于产业发展规划的论述，提取受到明确鼓励和支持的行业目录构建产业政策数据。根据企业所处行业是否受到政策的鼓励和支持将样本分为两组进行分组回归，若回归系数都显著为负则表明，不论是否受到产业政策支持，本文结论均成立，从而可以排除产业政策的影响。其次，由于数字经济缺乏相关试点政策，本文以数字经济首次被写入政府工作报告作为时间节点（2017 年），将样本分为 2017 之前和 2017 年之后进行回归。原因在于数字经济首次被写入政府工作报告意味着在宏观层面，数字技术的引入将受到政府大力扶持，对企业数字化转型程度以及生产行为都会造成一定影响。⑤此外，企业经营环境变化驱动的经济后果也可能同时对上下游企业产生影响，本文参考杨仁发和魏琴琴（2021）的做法，从宏观经济环境、市场环境、基础设施和政策环境四个方面出发，采用熵值法确定指标权重构建地级市营商环境指数，并将其加入式 4.1 中进行回归。上述回归结果如回归结果如表 4.4 所示。

其中，表 4.4PanelA 第（1）列代表排除上游企业自身数字化转型驱动的信息治理

带来影响后的回归结果，表 4.4PanelA 第（2）、（3）列为分别控制企业-行业-年份和省份-行业-年份的高维固定效应后的基准回归结果，第（4）列为使用剔除牛鞭效应小于中位数后的子样本进行回归的结果。与表 4.2 对比后发现，表 4.4PanelA 第（1）、（2）、（3）列回归结果与表 4.2 基本保持一致。表 4.4PanelA 第（4）列回归结果表明，在使用剔除牛鞭效应小于中位数后的样本进行回归，系数仍显著为负，且系数较表 4.2 第（2）列结果更小，表明下游企业驱动的数字化转型对于牛鞭效应较高企业的信息溢出效应更为明显。表 4.4PanelB 第（1）、（2）列分别代表受产业政策鼓励的子样本和不受产业政策扶持的子样本回归结果，回归系数分别在 5%和 10%的显著性水平下显著为负与表 4.2 回归结果一致，排除产业政策驱动的共同趋势对本文回归结果的影响。表 4.4PanelB 第（3）、（4）列分别代表 2017 年之前的子样本和 2017 年之后的子样本回归结果，其中第（3）列回归结果在 10%显著性水平下显著为负，第（4）列回归结果也几乎与表 4.2 保持一致，因此排除来自数字经济相关政策驱动的共同趋势的影响。表 4.4PanelB 第（5）列代表加入营商环境后的回归结果。回归系数在 5%显著性水平下显著为负表明，即使考虑营商环境的影响，本文结论依然成立。表 4.4 的结果进一步论证了本文结果的有效性与稳健性。

表 4.4 排他性检验

Panel A				
	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Residual</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>Digitalization</i>	-0.2496*** (-2.6579)	-0.2361** (-2.4761)	-0.2279** (-1.9695)	-0.4013** (-2.3564)
<i>Lnuncertainty</i>	0.7214** (2.5747)	0.6993** (2.4078)	-0.1293 (-0.2689)	1.5279*** (2.8699)
<i>Top</i>	-1.3851* (-1.9254)	-1.4833* (-1.9475)	-1.8048 (-0.7066)	-0.8076 (-0.6114)
<i>LnApDays</i>	-0.0593 (-0.5150)	-0.0857 (-0.6897)	-0.6142 (-1.6343)	0.0764 (0.3591)
<i>LnInvDays</i>	0.1433 (0.7066)	0.3240 (1.5104)	0.4202 (0.7929)	0.2492 (0.6555)

<i>ROA</i>	1.3827 (0.7408)	1.2632 (0.6615)	-1.4766 (-0.4675)	2.7175 (0.7479)
<i>Duality</i>	-0.4229 (-1.5778)	-0.4236 (-1.5340)	0.0412 (0.0753)	-0.7468 (-1.5079)
<i>Size</i>	0.1867** (1.9992)	0.0854 (0.8517)	0.2727 (0.5605)	0.2450 (1.4337)
<i>CustomerConcentration</i>	0.0047 (0.7533)	0.0066 (0.9983)	-0.0124 (-0.7602)	0.0068 (0.5850)
<i>LnInvDays</i>	0.2218 (1.3980)	0.0733 (0.4408)	0.7422* (1.7719)	0.2384 (0.7740)
<i>Audit</i>	-0.7825** (-2.2478)	-0.5549 (-1.4157)	1.3422 (0.7345)	-1.1957* (-1.8398)
<i>Constant</i>	-7.8599*** (-3.2106)	-3.5149 (-1.3441)	-5.6863 (-0.4920)	-10.2695** (-2.1965)
<i>N</i>	1797	1797	1797	899
<i>R</i> ²	0.0156	0.1689	0.5623	0.2179
企业固定效应	NO	YES	NO	NO
省份固定效应	NO	NO	YES	NO
行业固定效应	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES

Panel B:

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>Digitalization</i>	-0.2394** (-2.0105)	-0.4363* (-1.6763)	-0.2794* (-1.8659)	-0.2206 (-1.6351)	-0.2558** (-2.5388)
<i>Lnuncertainty</i>	0.8297*** (3.0381)	-0.4050 (-0.4756)	0.5749* (1.6972)	0.6550 (1.4838)	0.6992*** (2.7895)
<i>Top</i>	-2.1660*** (-2.7408)	1.0243 (0.6301)	-1.8790** (-2.1318)	-0.1868 (-0.1742)	-1.2893* (-1.9217)

<i>LnArDays</i>	-0.0653 (-0.6112)	0.0578 (0.2566)	-0.1146 (-0.7802)	-0.1204 (-0.7241)	-0.0735 (-0.7555)
<i>LnApDays</i>	0.0392 (0.1554)	0.7950 (1.3320)	-0.2038 (-0.4792)	0.4820** (2.0896)	0.2013 (0.8886)
<i>ROA</i>	2.4433 (1.5468)	-2.5372 (-0.7616)	-0.3286 (-0.2059)	3.4703 (1.2077)	0.9781 (0.6948)
<i>Duality</i>	-0.5062 (-1.4731)	-0.4007 (-0.5393)	-0.1347 (-0.3709)	-0.8186* (-1.6691)	-0.4455 (-1.4660)
<i>Size</i>	0.1662 (1.5906)	0.4108** (1.9812)	0.3042*** (2.7381)	0.0365 (0.2494)	0.1593* (1.8042)
<i>CustomerConcentration</i>	0.0015 (0.2077)	0.0139 (0.7971)	0.0109 (0.9935)	0.0004 (0.0397)	0.0053 (0.6954)
<i>LnInvDays</i>	0.0880 (0.6052)	0.8936 (1.2512)	0.5082* (1.8820)	-0.1132 (-0.5757)	0.1899 (1.1302)
<i>Audit</i>	-0.7853** (-2.3330)	-1.6132* (-1.9178)	-0.9705*** (-2.8178)	-0.5473 (-0.9591)	-0.7606** (-2.5549)
<i>BusinessEnvironment</i>					-2.5068*** (-2.7525)
<i>Constant</i>	-4.4011* (-1.6793)	-13.0132 (-1.3326)	-7.3057** (-2.0233)	-2.3769 (-0.6971)	-4.9285** (-1.9974)
<i>N</i>	1484	313	1038	759	1797
<i>R²</i>	0.1138	0.3972	0.1071	0.2423	0.1510
行业固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES	YES

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

4.3.2 工具变量法检验

为了进一步排除内生性对本文研究结果的影响，本文参考黄群慧等（2019）和柏培文和喻理（2021）的做法，使用 1984 年各地级市固定电话数量乘以全国互联网端口

数作为工具变量。从经济意义和相关性来说，数字技术是以互联网使用为核心的新技术群，而互联网的普及始于电话拨号接入技术进而发展到如今光纤宽带接入技术，因此历史上固定电话普及率较高的地区有可能带动该地区互联网技术发展以及数字技术的应用。然而历史上下游企业所处地级市固定电话数量对于上游企业的影响随着时间的推移正在逐步消失，因此也满足工具变量排他性要求。此外，由于 1984 年各地级市固定电话数量不随时间变化而变化，为了在面板数据中使用该工具变量，故而交乘互联网端口数。

回归结果如表 4.5 所示。第（1）列表示两阶段回归中第一阶段的回归结果，第（2）列为第二阶段回归结果。第（1）列的工具变量显著为正且第（2）列 *Digitalization* 的回归系数显著为负表明，下游企业数字化转型能显著改善供应链中的信息环境，排除了由反向因果等内生性对回归结果造成的影响。第（3）列中表明，工具变量与因变量之间没有显著影响，满足工具变量排他性约束条件。

此外，表 4.5 中第一阶段 F 统计量远大于 10，即可以认为内生变量数字化转型程度和工具变量相关的原假设。

表 4.5 下游企业数字化转型与信息溢出效应（工具变量法）

	第一阶段	第二阶段	排他性
	<i>Digitalization</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>Instrument</i>	0.0732*** (6.2517)		-0.0626 (-1.3204)
<i>Digitalization</i>		-1.0894* (-1.6992)	-0.2335** (-2.3678)
<i>Lnuncertainty</i>	0.0949 (1.2906)	0.7799** (2.5681)	0.6987** (2.3722)
<i>Top</i>	-0.0174 (-0.0937)	-1.5622** (-2.0955)	-1.5473** (-2.0789)
<i>LnArDays</i>	0.0034 (0.1146)	-0.0710 (-0.5929)	-0.0739 (-0.6175)
<i>LnApDays</i>	0.0308 (0.5806)	0.2119 (0.9898)	0.1856 (0.8745)

<i>ROA</i>	0.0430 (0.0891)	1.7164 (0.8874)	1.6797 (0.8697)
<i>Duality</i>	0.1018 (1.4647)	-0.3289 (-1.1535)	-0.4160 (-1.4938)
<i>Size</i>	-0.0295 (-1.2092)	0.1635* (1.6641)	0.1887* (1.9324)
<i>CustomerConcentration</i>	-0.0065*** (-4.0574)	0.0006 (0.0882)	0.0062 (0.9628)
<i>LnInvDays</i>	-0.0231 (-0.5572)	0.2195 (1.3199)	0.2393 (1.4383)
<i>Audit</i>	-0.1613* (-1.7901)	-0.8654** (-2.3003)	-0.7274** (-2.0132)
<i>Constant</i>	0.0299 (0.0463)	-4.5038 (-1.1660)	-4.9176* (-1.8974)
<i>N</i>	1722	1722	1722
<i>R</i> ²	0.4468	0.1115	0.1503
第一阶段 F 值	39.08		
行业固定效应	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

4.3.3 更换度量方式

为了保证本文对数字化转型指标的测度是稳健的，本文同时使用袁淳等（2021）的做法，对数字技术应用、互联网商业模式、智能制造、现代信息系统四个维度 99 个数字化相关词频进行统计、搜索、匹配计算词频并加总，此外对其进行加一取对数进行处理，构建企业数字化程度指标的替代变量（*Digitalization_sub*）。重新对模型式 4.1 进行回归以验证数字化转型带来的信息溢出效应结论的稳健性。

由于牛鞭效应从经济后果角度对供应链间信息进行度量，为了保证研究结果的稳健性，本文从其他方面考量客户企业数字化转型的信息溢出效应。本文参考 Brown and

Tucker（2011）的做法，通过计算下游企业年报中需求信息披露程度较前一年的余弦相似度来度量下游企业增量需求信息披露。其中，需求信息披露程度参考杨志强等（2020）的做法，根据与需求相关的种子词词语进行搜索、匹配计算词频并加总，对其加一取对数进行处理。所得计算结果数值越大表明在该年企业披露需求信息模糊程度越大，增量需求信息披露较低。之后，为了进一步度量增量需求信息披露对上游企业的影响，本文参考底璐璐等（2020）的做法，将之前所得下游企业增量需求信息披露乘以上游企业客户销售份额占比得到最终结果（*Spillover*）。最终计算所得数值越大，表明上游企业受到该下游企业增量需求信息披露的影响越小。重新对模型式 4.1 进行回归以验证数字化转型带来的信息溢出效应结论的稳健性。

表 4.6 第（1）列展示了企业数字化转型程度的替代变量和牛鞭效应的关系。检验结果表明，*Digitalization_sub* 的回归系数均显著为负，表明即使更换了企业数字化转型程度的度量方式，牛鞭效应与企业数字化转型依然保持显著负相关，验证了本文关于企业数字化转型能带来供应链上垂直方向的信息溢出的结论是稳健的。表 4.6 第（2）列展示了更换信息溢出效应度量方式的回归结果，*Digitalization* 的回归系数显著为负，与基准回归结果保持一致，表明即使采用增量需求信息对上游企业的影响作为信息溢出效应的度量方式，本文的研究结论依然保持不变。

表 4.6 替代变量检验结果

	(1)	(2)
	<i>Bullwhip</i>	<i>Spillover</i>
<i>Digitalization_sub</i>	-0.1599* (-1.6612)	
<i>Digitalization</i>		-0.0247*** (-4.0892)
<i>Lnuncertainty</i>	0.6849*** (2.7573)	-0.0376* (-1.6484)
<i>Top</i>	-1.3573** (-2.0235)	-0.0112 (-0.2210)
<i>LnArDays</i>	-0.0721 (-0.7465)	-0.0011 (-0.1367)

<i>LnApDays</i>	0.1501 (0.6581)	0.0153 (0.7719)
<i>ROA</i>	1.2493 (0.8905)	-0.0748 (-0.6402)
<i>Duality</i>	-0.4384 (-1.4428)	0.0149 (0.6808)
<i>Size</i>	0.1891** (2.1271)	0.0212*** (2.8385)
<i>CustomerConcentration</i>	0.0062 (0.8157)	-0.0011** (-2.4320)
<i>LnInvDays</i>	0.2117 (1.2475)	-0.0099 (-1.2503)
<i>Audit</i>	-0.7617** (-2.5614)	0.0613** (2.1703)
<i>Constant</i>	-5.5844** (-2.2407)	-0.2003 (-1.2079)
<i>N</i>	1797	1797
<i>R²</i>	0.1469	0.1167
行业固定效应	YES	YES
年份固定效应	YES	YES

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

4.3.4 双重差分法检验和 Heckman 两阶段检验

由于除客户和供应商的上下游关系外，企业间也可能因为交叉持股、关联方交易、董事间交叉任职等而产生联系。本文的实证框架包含一个隐含的基本假设，即信息溢出效应的传递路径是沿供应链下游传递至上游。为了检验数字化转型带来的信息溢出效应是基于供应链关系的缔结，而非其他途径，本文参考杨金玉等（2022）的做法，以企业间首次建立供应链关系的年份作为基准时间，构建时点变量 *Post*，基准时间及基准时间之前时 *Post* 取值为 0，基准时间之后时 *Post* 取值为 1。本文根据下游与上游

企业缔结供应链关系的年限，对称补齐这一供应链缔结前的数据。此外，按照下游企业数字化转型程度构建二元变量 (*if_digital*)，若企业数字化转型程度 (*Digitalization*) 大于中位数则取值为 1，否则为 0。随后与 *Post* 进行交乘，其余控制变量均与模型式 4.1 相同，在此基础上构建双重差分模型进行检验，模型如式 4.3 所示：

$$Bullwhip_{i,j,t} = \beta_0 + \beta_1 if_digital \times Post + \sum_{j,t-1} Controls + IND + Year + \epsilon_{j,t} \text{ (式 4.3)}$$

此外，由于上市公司对于主要客户和供应商披露是自愿的以及客户或供应商为非上市公司的观测值无法获得，本文实证结果可能存在样本自选择偏差问题。本文使用 Heckman 两阶段模型进行检验，在第一阶段中，本文以客户是否进行数字化转型作为被解释变量，并加入相关可能影响企业数字化转型的变量包括企业特征、高管特征等进行 Probit 回归。在第二阶段回归中，将第一阶段估计的逆米尔斯比率放入第二阶段进行回归，回归结果如表 4.7 第（5）列所示。

表 4.7 双重差分检验结果和 Heckman 两阶段检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>AR_supply</i>	<i>AR_supply</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>if_digital</i> × <i>Post</i>	-0.2432** (-2.2648)		-0.0933* (-1.7729)		
<i>if_digital_sub</i> × <i>Post</i>		-0.2351** (-2.3745)		-0.0772 (-1.5403)	
<i>Digitalization</i>					-0.2756** (-2.3967)
<i>IMR</i>					-1.0857** (-2.4520)
<i>Lnuncertainty</i>	0.1170 (0.8365)	0.1170 (0.8354)	0.2149*** (2.8005)	0.2144*** (2.7880)	0.4374 (1.5966)
<i>Top</i>	0.1874 (0.4742)	0.1891 (0.4788)	0.4503* (1.8023)	0.4505* (1.8043)	-0.4707 (-0.6382)
<i>LnArDays</i>	0.0827* (1.6559)	0.0838* (1.6769)	0.0030 (0.1008)	0.0034 (0.1156)	-0.0034 (-0.0319)

<i>LnApDays</i>	-0.0594 (-0.6392)	-0.0565 (-0.6055)	-0.0048 (-0.0990)	-0.0037 (-0.0771)	0.0991 (0.3516)
<i>ROA</i>	-0.2247 (-0.3110)	-0.2414 (-0.3352)	0.2050 (0.5059)	0.2007 (0.4957)	0.3505 (0.2417)
<i>Duality</i>	0.0037 (0.0274)	0.0072 (0.0530)	-0.0650 (-0.9205)	-0.0635 (-0.8992)	-0.2848 (-0.8526)
<i>Size</i>	0.0913* (1.8422)	0.0932* (1.8767)	0.0828*** (2.9602)	0.0834*** (2.9826)	0.1577* (1.6888)
<i>LnInvdays</i>	-0.0057* (-1.7726)	-0.0058* (-1.7908)	-0.0038*** (-2.6329)	-0.0038*** (-2.6416)	-0.0041 (-0.6315)
<i>CustomerConcentration</i>	0.3078*** (4.5111)	0.3018*** (4.4185)	0.3077*** (6.1805)	0.3056*** (6.1474)	0.0302 (0.2193)
<i>Audit</i>	-0.4445*** (-2.5872)	-0.4499*** (-2.6161)	-0.2307** (-2.3162)	-0.2321** (-2.3309)	-0.6624** (-2.0870)
<i>Constant</i>	-1.8626 (-1.4806)	-1.8458 (-1.4700)	-2.4609*** (-3.2277)	-2.4575*** (-3.2263)	-2.3572 (-0.8654)
<i>N</i>	5073	5073	5248	5248	1456
<i>R</i> ²	0.0823	0.0824	0.1362	0.1361	0.1754
行业固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES	YES

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

表 4.7 展示了双重差分模型和 Heckman 两阶段回归结果，在（1）-（2）列回归结果中，双重差分交互项均显著为负，与基准回归结果保持一致，表明下游企业数字化转型带来的信息溢出，通过供应链进行传递并且最终影响到上游企业的牛鞭效应。Heckman 第二阶段的回归结果也表明，在修正自选择偏差后回归结果与基准回归结果保持一致。

4.4 下游企业数字化转型信息溢出的渠道分析

根据理论推导,本文认为下游企业数字化转型可能通过改善上下游企业间上游企业信息搜寻成本以及信息验证成本这两个方面产生正向的信息溢出效应。

首先,本文采用下游企业年报的信息冗余度,参考底璐璐等(2020)的做法乘以上游企业客户销售份额占比得到最终结果用以度量上游企业信息搜寻成本。以往文献表明,数字化转型可以通过集成数据来源、自动化数据处理以及实时监控反馈等途径使得企业保证数据的一致性与准确性,披露更加准确、可靠的数据避免不必要的信息冗余(聂兴凯等,2022;彭博和贺晨,2022)。下游企业年报信息冗余度会降低企业的信息价值(吴水澎等,2002;Loughran and McDonald, 2014),导致上游企业对下游企业的注意力减少(熊浩和钱润红,2023),不利于促进双方之间的合作和交流、建立相互信任的企业关系。下游企业年报信息冗余度的降低避免了利益相关者高昂的信息处理成本(Beaver and Landsman, 1983),减少上游企业的信息不确定性,帮助上游企业更好地掌握供应链中下游企业的情况,从而降低销售成本和风险(郭松林等,2022)。

其次,客户企业数字化转型可以通过降低供应链上供应商企业信息验证成本,进而产生正向的信息溢出效应。本文选取下游企业商用信用作为上游企业识别成本的度量,信息验证成本会通过企业商业信用体现,商业信用的使用在企业间业务往来中有助于企业对供应链风险的控制(Fabbri and Menichini, 2010)。企业可以利用商业信用评级来识别高风险客户和供应商,从而更好地控制业务风险。此外,企业自身的商业信用记录的建立,也有利于提高客户、供应商和合作伙伴对其的信任度,减少合作过程中的潜在风险。下游企业数字化转型使得企业可以更加有效地管理和监控交易信息,更加准确地记录交易信息和履约情况,提高了交易的透明度和可靠性,进而促进商业信用的建立和维护。下游企业商业信用的提高可以促进供应链间资金融通的畅通,使得上游企业能够更加便利地获得资金回款支持,减少资金融通的成本和难度。企业可以利用商业信用评级来识别高风险客户和供应商,从而更好地控制业务风险。同时,企业也可以通过建立自身的商业信用记录,提高客户、供应商和合作伙伴对其的信任度,减少合作过程中的潜在风险(王雄元等,2014)。

基于以上描述,本文参考 Dai et al. (2021) 的做法,本文对式 4.4 进行最小二乘估计来验证上述机制是否成立:

$$\begin{aligned} Bullwhip_{i,j,t} = & \beta_0 + \beta_1 Search_{j,t}(Verify_{j,t}) \times Digitalization_{i,t-1} \\ & + \beta_2 Digitalization_{i,t-1} + \beta_3 Search_{j,t}(Verify_{j,t}) + \sum Controls_{j,t-1} \\ & + IND + Year + \epsilon_{j,t} \end{aligned} \quad (式 4.4)$$

$$Redundancy = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (式 4.5)$$

其中， $Search_{j,t}$ 为上游企业信息搜寻成本，采用下游企业年报的信息冗余度，参考底璐璐等（2020）的做法乘以上游企业客户销售份额占比作为代理变量，其中信息冗余度参考 Shin et al.（2020）的做法，计算方式如式 4.5 所示，其中 p_i 代表文本中语句出现概率， N 代表文本的句子数。 $Verify_{i,t}$ 为上游企业的信息验证成本，使用下游企业商业信用进行度量，本文参考陈世来和李青原（2022）的做法，计算公式为（应收账款-应付账款）/销售收入。式 4.4 中其余控制变量与式 4.1 相同。

回归结果如表 4.8 所示：

表 4.8 下游企业数字化转型与信息搜寻成本及信息验证成本

	(1)	(2)
	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>Digitalization</i> × <i>Search</i>	0.0371* (1.6604)	
<i>Digitalization</i> × <i>Verify</i>		0.5209* (1.6912)
<i>Search</i>	-0.0887** (-2.1434)	
<i>Verify</i>		-0.1917 (-0.1960)
<i>Digitalization</i>	-0.1665 (-1.5456)	-0.3522*** (-2.9168)
<i>Lnuncertainty</i>	-1.3513** (-1.9931)	0.7434*** (2.9527)
<i>Top</i>	-0.0603 (-0.6182)	-1.3190* (-1.9482)

<i>LnArDays</i>	0.1152 (0.4987)	-0.0690 (-0.6860)
<i>LnApDays</i>	1.5527 (1.0951)	0.1338 (0.5833)
<i>ROA</i>	-0.4351 (-1.4176)	1.4247 (0.9803)
<i>Duality</i>	0.1586* (1.8120)	-0.4218 (-1.3900)
<i>Size</i>	0.0062 (0.8178)	0.1741** (1.9963)
<i>CustomerConcentration</i>	0.2327 (1.3620)	0.0043 (0.6675)
<i>LnInvDays</i>	-0.8384*** (-2.8463)	0.2130 (1.3531)
<i>Audit</i>	-1.3513** (-1.9931)	-0.8347*** (-2.7049)
<i>Constant</i>	-5.4970** (-2.2320)	-5.5357** (-2.3548)
<i>N</i>	1797	1797
<i>R</i> ²	0.1594	0.1524
行业固定效应	YES	YES
年份固定效应	YES	YES

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

如表 4.8 所示，第（1）、（2）列交乘项 *Digitalization* × *Search* 和 *Digitalization* × *Verify* 回归系数均在 10%置信水平上显著为正。其中，第（1）列系数为正说明下游企业数字化转型的信息溢出效应在上游企业面临较高搜寻成本的情况下更为明显，表明下游企业数字化转型通过降低由于搜寻成本带来的信息不对称，进而改善供应链间信息环境；第（2）列系数为正表明下游企业数字化转型的信息溢出效应在较高验证成本的情况下更为明显，表明下游企业数字化转型通过降低信息验证成本，进而改善供应链间信息环境。以上回归结果表明下游企业数字化转型会通过改善上游企业信息搜寻

以及验证成本的渠道，产生信息溢出效应。

4.5 异质性分析

根据信息披露外部性，结合中国企业数字化转型现状，下游企业数字化转型的信息溢出效应受到来自供应链外生以及内生等各种因素的影响。

为进一步检验下游企业数字化转型对信息溢出效应影响的内在机理，本文从上游企业的内生和外生两方面的特征考察下游企业数字化转型与信息溢出效应关系的横截面差异。

4.5.1 下游企业数字化转型、信息溢出与上游企业规模

企业规模的不同使得企业拥有不同的资源禀赋、约束条件以及战略规划。由于“禀赋效应”^①的存在，结合科斯定理进行分析，供应链中信息环境的不完善以及信息传递效率的低下，使得交易存在极大粘性，因此初始资源配置对最终分配具备决定性的作用。

上游企业中规模越大的企业，由于初始禀赋较高，可能会较高地预测市场需求，造成存货挤压，进而放大牛鞭效应。而下游企业数字化转型，通过建立了良好的识别机制，提供可靠的需求信号，对供应链中企业间信息环境产生的治理作用有利于优化规模较大的供应商企业的库存管理策略。此外，根据知识吸收理论，规模较大的企业由于初始禀赋较高，具备较强的学习能力以及模仿能力，更有能力借由下游企业的数字化转型有效地降低信息搜集成本，提高自身供需预测水平，进而缓解牛鞭效应。

基于此，本文预期上游企业中规模较大的组别比起规模较小的组别受下游企业数字化转型带来的信息溢出效应更为显著。

为了检验下游企业数字化转型对供应链垂直方向信息溢出效应的影响在上游企业规模分组中是否存在差异，本文分别对模型式 4.1 中上游企业公司规模大于中位数的样本和小于中位数的样本进行最小二乘估计，回归结果如表 4.9Panel A 第(1)-(2)列所示。

可以看出，第(1)列 *Digitalization* 的回归结果在 5%显著水平下为负，第(2)列回归系数不显著，表明下游企业数字化转型对规模较大的上游企业产生的信息溢出呈

^① Richard (1980) 认为人们对自己所拥有的商品评价比拥有之前要高，使得买卖双方心理价格出现偏差

显著正相关关系，下游企业数字化转型对规模较小的上游企业产生的信息溢出并无显著关系，接受回归系数等于 0 的原假设。回归结果表明，由于下游企业数字化转型可以缓解供应链中由于“禀赋效应”带来的交易粘性，因此数字化转型程度带来的信息溢出效应主要体现在上游企业中规模较大的企业。

4.5.2 下游企业数字化转型、信息溢出与上游企业库存周转天数

受制于供应链中信息环境的不透明或者传递效率较低带来的延时性，上游企业由于无法通过信息以做出正确的生产决策，会选择增大库存储备以应对需求信息的不确定性。此外，上游企业会选择提前供货（王贞洁和王竹泉，2017），以保证有足够的资金进行企业运营管理，进而放大了牛鞭效应。

基于此，本文预期上游企业中库存周转天数较高的组别比起较低的组别受下游企业数字化转型带来的信息溢出影响更为显著。

为了检验当上游企业存货管理能力不同时，下游企业数字化转型对供应链垂直方向信息溢出效应的影响是否存在异质性，本文分别对模型式 4.1 中上游企业库存周转天数大于中位数的样本和小于中位数的样本进行最小二乘估计，回归结果如表 4.9Panel A 第（3）-（4）列所示。

本文发现第（3）列 *Digitalization* 的回归系数均在 1%显著水平下为负，表明下游企业数字化转型对库存周转天数较大的上游企业产生的信息溢出呈显著正相关关系。而第（4）列回归系数均不显著，说明下游企业数字化转型对库存周转天数较小的上游企业产生的信息溢出并无显著关系。回归结果也印证了供应链中客户企业的数字化转型有利于改善上游企业因信息传递的延时性以及信息环境的不透明造成的存货管理能力低下的问题。

4.5.3 下游企业数字化转型、信息溢出与上游企业外部环境风险及不确定性

已有文献表明数字化技术的应用可以显著提升企业的动态能力和企业韧性（Warner et al., 2019），而企业韧性和动态能力作为企业预测、避免以及应对内外部风险的能力（Lengnick-Hall et al., 2011）。

因而本文预测，当上游企业面临的外部环境风险及不确定性较大时，下游企业数字化技术的应用对于信息溢出的提升更加显著。

为了检验当企业面临的外部环境风险及不确定性更大时，下游企业数字化转型对供应链垂直方向信息溢出效应的影响是否更明显，本文分别对模型式 4.1 中企业面临的市场外部环境风险及不确定性 (*Lnuncertainty*) 大于中位数的样本和小于中位数的样本进行最小二乘估计，回归结果如表 4.9Panel B 第 (1) - (2) 列所示。

可以看出，第 (1) 列 *Digitalization* 的回归结果在 1% 显著水平下为负，表明下游企业数字化转型对面临外部环境风险及不确定性较大的上游企业产生的信息溢出呈显著正相关关系；第 (2) 列回归系数不显著，说明下游企业数字化转型对面临外部环境风险及不确定性较小的上游企业产生的信息溢出并无明显关系。从侧面印证了供应链中客户企业的数字化转型提高了供应链的韧性，帮助供应商企业更好的应对外部环境风险及不确定性，改善了供应链间企业的信息环境。

4.5.4 下游企业数字化转型、信息溢出与上游企业客户集中度

当上游企业客户集中度较高时，客户议价能力较强（唐跃军，2009），出于保护自身竞争优势和议价能力的动机，客户具备足够的能力隐瞒自身的信息，导致供应链间企业的信息环境恶化。此时上游企业获得信息渠道较为单一，缺乏更多的竞争性信息，信息的缺失以及信息环境的恶化，导致上游企业对供需判断出现误差，放大了牛鞭效应。而下游企业数字化转型带来的信息治理效应，使得上游企业能够及时准确地获得相关订单信息。此外，客户集中度越强，上游企业也更有动机迎合客户因数字化转型带来的需求结构的变化。

因此，本文预计，当客户集中度越强时，下游企业数字化转型产生的信息溢出更为明显。

为了检验当上游企业客户集中度更大时，下游企业数字化转型对供应链垂直方向信息溢出效应的影响是否更明显。本文分别对模型式 4.1 中公司规模大于中位数的样本和小于中位数的样本进行最小二乘估计，回归结果如表 4.9Panel B 第 (3) - (4) 列所示。

可以看出，第 (3) 列 *Digitalization* 的回归结果在 10% 显著水平下为负，表明下游企业数字化转型对客户集中度较高的上游企业产生的信息溢出呈显著正相关关系；第 (4) 列回归系数不显著，说明下游企业数字化转型对客户集中度较低的上游企业产生的信息溢出并无显著关系。

回归结果表明，由于下游企业数字化转型可以缓解上游企业因客户较为集中，且

客户议价能力较高产生的信息获得渠道较为单一，缺乏竞争性信息等进而造成的供需不平衡，因此下游企业数字化转型带来的信息溢出作用在客户集中度不同的组别间存在明显差异性。

表 4.9 下游企业数字化转型与上游企业异质性分析

Panel A: 下游企业数字化转型与上游企业规模与存货周转天数异质性分析				
	规模较大	规模较小	存货周转天数较 长	存货周转天数较 短
	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>Digitalization</i>	-0.2455** (-2.0392)	-0.2754 (-1.6383)	-0.4369*** (-2.7335)	-0.0526 (-0.4245)
<i>Lnuncertainty</i>	0.0796 (0.2260)	1.6111*** (4.0353)	1.0830*** (2.7551)	-0.0009 (-0.0030)
<i>Top</i>	-0.6034 (-0.7461)	-2.0230* (-1.6751)	-2.6850** (-2.3039)	0.3485 (0.4552)
<i>LnArDays</i>	-0.1270 (-1.1055)	0.1201 (0.7167)	-0.4033** (-2.2347)	0.2597** (1.9942)
<i>LnApDays</i>	0.2735 (0.9668)	-0.1112 (-0.3186)	0.5856** (2.1413)	-0.3265 (-0.9917)
<i>ROA</i>	2.2152 (1.1611)	1.5546 (0.8234)	-3.1932 (-1.1529)	2.8906* (1.8035)
<i>Duality</i>	0.2762 (0.3643)	-0.7913** (-2.0711)	-0.4550 (-1.1759)	-0.4602 (-0.9519)
<i>Size</i>	0.2980 (1.4610)	-0.0114 (-0.0579)	0.3847*** (2.6666)	-0.0245 (-0.2353)
<i>CustomerConcentration</i>	0.0057 (0.5498)	0.0092 (0.7450)	0.0234 (1.4710)	-0.0097* (-1.6806)
<i>LnInvDays</i>	0.0090 (0.0409)	0.3843 (1.4437)	0.4000 (0.8563)	0.2682 (1.4109)

<i>Audit</i>	-0.6382** (-2.4283)	-0.7519 (-0.8437)	-1.5532*** (-2.6796)	-0.2658 (-0.6672)
<i>Constant</i>	-6.1716 (-1.1159)	-4.9554 (-0.9871)	-12.5869*** (-2.8958)	1.8682 (0.7368)
<i>N</i>	892	892	895	888
<i>R</i> ²	0.2699	0.0928	0.1920	0.1347
行业固定效应	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES
<i>P-values</i>	0.4400		0.0000***	

Panel B: 下游企业数字化转型与上游企业外部环境风险及不确定性与客户集中度异质性分析

	外部环境风险及 不确定性较大	外部环境风险及 不确定性较小	客户集中度较大	客户集中度较小
	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>	<i>Bullwhip</i>
<i>Digitalization</i>	-0.4151*** (-2.7119)	-0.0879 (-0.6325)	-0.3145* (-1.9171)	-0.1535 (-1.0796)
<i>Lnuncertainty</i>	0.3700 (0.4681)	1.4521*** (2.9001)	0.4489 (1.2343)	1.1428*** (2.9757)
<i>Top</i>	-0.8921 (-0.9613)	-2.0563* (-1.7608)	-1.3959 (-1.3097)	-2.0320* (-1.6777)
<i>LnArDays</i>	0.0094 (0.0587)	-0.2475* (-1.9336)	-0.4081*** (-2.6330)	0.3200** (2.0692)
<i>LnApDays</i>	0.2230 (0.5036)	0.1596 (0.7954)	0.1870 (0.9101)	0.1070 (0.2299)
<i>ROA</i>	0.9385 (0.4244)	2.7430 (1.4687)	1.2470 (0.8174)	-1.0697 (-0.4581)
<i>Duality</i>	0.2205 (0.4038)	-1.1163*** (-3.4782)	-0.8412** (-2.5401)	0.0467 (0.0870)
<i>Size</i>	0.0183 (0.1274)	0.2862** (2.4328)	0.3851*** (3.0183)	-0.0808 (-0.5376)

<i>CustomerConcentration</i>	-0.0055 (-0.3984)	0.0151 (1.6096)	0.0266* (1.8545)	0.0169 (0.4282)
<i>LnInvDays</i>	0.2482 (0.7600)	0.2663* (1.6648)	0.6672** (2.2109)	-0.0607 (-0.2546)
<i>Audit</i>	-0.4280 (-1.0314)	-0.0071 (-0.0094)	-1.2030** (-2.5015)	-0.3764 (-0.8761)
<i>Constant</i>	-1.0952 (-0.1935)	-10.3140*** (-3.4032)	-10.7866*** (-2.7512)	-1.0880 (-0.2933)
<i>N</i>	890	894	891	896
<i>R</i> ²	0.2050	0.1421	0.1395	0.1344
行业固定效应	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES
<i>P-values</i>	0.0000***		0.0500**	

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

5、进一步分析

5.1 下游企业数字化转型对上游企业战略的调节

在本节中，本文出于以下三点考虑认为下游企业的数字化转型可以进一步调节上游企业资源配置决策，优化企业战略：①由于牛鞭效应会造成企业生产计划紊乱，资源配置效率低下等经济后果。结合前文结论，下游企业数字化转型驱动正向的信息溢出效应可以传染至上游企业，改善上游企业供需偏离程度。因此本文认为下游企业数字化转型可以通过信息溢出效应进一步调节由于牛鞭效应带来的恶性经济后果。②下游企业通过数字化转型可以更加精确地预测消费者的潜在需求并转化为真实需求，进而带来自身产品结构的变化。上游企业要不断优化自身战略决策以匹配日益变化的需求结构。③下游企业通过引入数字技术，可以快速及时地获取签字供应商的相关信息，并对供应商信息进行分析，并通过数据分析及时呈现，有助于优化自身供应商选择。上游企业需要形成与同行业内其他公司有别的资源配置决策和企业战略，以维持长期稳定的合作关系，并在合作关系中保证自身议价能力和市场地位。

为了进一步研究下游企业数字化转型能否倒逼调节上游企业战略决策，本文借鉴 Crossland et al. (2014) 以及田莉和张劼浩 (2022) 的做法，从以下两个方面进行考察：资源再分配 (Geletkanycz and Hambrick, 1997) 和企业战略变革 (Wiersema and Bantel, 1992)，选择企业战略资源配置的四个维度指标包括：（1）广告投入强度（广告费用/销售收入）；（2）研发强度（研发费用/销售收入）；（3）工厂设备新颖性（固定资产净值/固定资产总值）；（4）资本强度（固定资产/员工人数）。指标计算方法如下：①将上述四个指标第 t 年和第 $t-1$ 年数值做差并取绝对值，之后取自然对数并加总，再将这一指标与行业、年度的平均值做差，作为度量企业战略区分性的指标 (*Distinctiveness*)。②按照下游企业数字化转型程度构建二元变量 (*if_digital*)，若企业数字化转型程度 (*Digitalization*) 大于中位数则取值为 1，否则为 0。③与牛鞭效应代理变量 (*Bullwhip* 和 *AR_supply*) 交乘，控制变量与式 4.1 保持一致，构建模型如式 5.1 所示：

$$\begin{aligned} Distinctiveness_{j,t} = & \beta_0 + \beta_1 if_{digital_{i,t-1}} \times Bullwhip_{i,j,t} (AR_{supply_{j,t}}) + if_{digital_{j,t-1}} \\ & + Bullwhip_{i,j,t} (AR_{supply_{j,t}}) + \sum_{j,t-1} Controls + IND + Year + \epsilon_{j,t} \end{aligned} \quad (式 5.1)$$

表 5.1 下游企业数字化转型与上游企业战略区分性

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Distinctiveness</i>	<i>Distinctiveness</i>	<i>Distinctiveness</i>	<i>Distinctiveness</i>
<i>if_digital</i> × <i>Bullwhip</i>	0.0401 (1.3939)	0.0523* (1.8547)		
<i>if_digital</i> × <i>AR_supply</i>			0.1826*** (3.4345)	0.2113*** (3.7243)
<i>Bullwhip</i>	-0.0407** (-2.4690)	-0.0479*** (-2.6676)		
<i>AR_supply</i>			-0.1137*** (-3.9066)	-0.1342*** (-4.2661)
<i>if_digital</i>	-0.0428 (-0.3070)	-0.0883 (-0.5792)	-0.2687* (-1.6969)	-0.3462** (-2.0077)
<i>Lnuncertainty</i>	-0.2911** (-2.1543)	0.0089 (0.0507)	-0.2816** (-2.0896)	0.0388 (0.2203)
<i>Top</i>	0.0174 (0.0436)	0.0547 (0.1191)	-0.0182 (-0.0456)	0.0212 (0.0463)
<i>LnArDays</i>	0.3206*** (5.0904)	0.3076*** (4.2539)	0.3184*** (5.0690)	0.2979*** (4.1318)
<i>LnApDays</i>	-0.0635 (-0.6165)	0.1046 (0.8144)	-0.0657 (-0.6380)	0.1093 (0.8544)
<i>ROA</i>	-3.1077*** (-3.0267)	-2.7017** (-2.4563)	-3.0745*** (-2.9836)	-2.6190** (-2.3776)
<i>Duality</i>	0.0461 (0.7096)	0.1470** (2.0491)	0.0455 (0.7018)	0.1519** (2.1165)
<i>Size</i>	0.2330 (1.3836)	0.0681 (0.3935)	0.2320 (1.3872)	0.0630 (0.3684)

<i>CustomerConcentration</i>	0.3267*** (5.7399)	0.5517*** (7.7201)	0.3291*** (5.7888)	0.5614*** (7.7973)
<i>LnInvDays</i>	0.0149*** (4.3894)	0.0218*** (5.2404)	0.0149*** (4.3950)	0.0220*** (5.2907)
<i>Audit</i>	-0.0701 (-1.0849)	-0.0222 (-0.2222)	-0.0684 (-1.0555)	-0.0112 (-0.1122)
<i>Constant</i>	-7.2659*** (-5.6565)	-14.8999*** (-7.8988)	-7.2196*** (-5.6367)	-15.1366*** (-7.9288)
<i>N</i>	1665	1665	1665	1665
<i>R</i> ²	0.0740	0.1665	0.0799	0.1739
行业固定效应	NO	YES	NO	YES
年份固定效应	NO	YES	NO	YES

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

表 5.1 列示了下游企业数字化转型对于上游企业战略区分性的影响。其中第(1)、(3)列没有加入行业和年份固定效应，第(2)、(4)列考虑行业和年份固定效应带来的影响。在(1)-(2)列回归结果中，交乘项均显著为正，牛鞭效应代理变量均显著为负，意味着下游企业数字化转型缓解了上游企业受到牛鞭效应影响而导致的生产计划紊乱，提升企业战略区分性。在(3)-(4)列回归结果表明即使更换牛鞭效应度量方式，该结论仍然稳健有效。

因此，下游企业数字化转型产生的信息溢出效应，提升了信息在供应链中传递效率，提高了信息共享水平；上游企业为了保证自身议价能力，维持稳定的客户关系，更有可能产生符合企业自身需求的战略模式，提高资源配置效率、促进企业生产效率提升，以匹配下游企业数字化转型带来的需求结构变化。

5.2 下游企业数字化转型驱动对上游企业经济后果的进一步分析

上述研究结果表明，下游企业数字化转型有助于改善上游企业由于牛鞭效应造成的生产计划紊乱。企业全要素生产率作为考察企业长期经济增长的重要指标，其来源

以及核算方式包括劳动力效率的改善、技术进步率以及规模经济效应。

在本节中本文进一步考虑下游企业数字化转型带来的技术进步能否对上游企业全要素生产率的影响，带动产业链协同发展。

以往研究表明企业数字化转型可以驱动企业创新（赵宸宇等，2021），并且进一步带动上游企业创新（杨金玉等，2022），进而提高全要素生产率。本文的渠道分析也表明下游企业数字化转型降低了企业间信息传递成本、上游企业信息搜寻和验证成本。一方面企业间由于信息摩擦造成沟通效率降低，数字化技术的引入优化产品生命周期的精细化管理，降低企业的生产成本；另一方面，数字化转型突破原有企业信息边界，优化企业固定设备的购买、维护费用以及减值损失加上机器闲置带来的管理费用，提高了企业生产资源配置效率，实现全产业链资源配置优化。

为了进一步考量下游企业数字化转型驱动的信息溢出的经济后果，本文参考权小峰等（2010）的研究，将式 4.1 中上游企业牛鞭效应细分为下游企业数字化转型驱动的信息溢出的经济后果（*Bullwhip_digit*）和由于其他因素驱动的后果。其中下游企业数字化转型驱动的信息溢出的经济后果（*Bullwhip_digit*）通过式 5.2 估计获得：

$$Bullwhip_digital_{i,j,t} = \beta_1 \times Digitalization_{i,t} \quad (\text{式 5.2})$$

其中， β_1 为式 4.1 和式 4.2 和中下游企业数字化转型程度（*Digitalization_{i,t}*）估计系数，并通过式 5.3 估计由于下游企业数字化转型驱动的信息溢出对上游企业全要素生产率的影响。

$$TFP_{j,t} = \beta_0 + \beta_1 Bullwhip_digital_{i,j,t} + \sum_{j,t-1} Controls + IND + Year + \epsilon_{j,t} \quad (\text{式 5.3})$$

如表 5.2 所示，其中第（1）、（3）两列代表以 OP 法测算的企业全要素生产率，第（2）、（4）两列代表以 LP 法测算的企业全要素生产率。在（1）-（2）列回归结果中，*Bullwhip_digit* 回归系数均显著为正，意味着下游企业数字化转型驱动的信息溢出显著提升了上游企业全要素生产率。在（3）-（4）列回归结果表明即使更换牛鞭效应度量方式，该结论仍然稳健有效。

基于回归结果，本文发现下游企业数字化转型产生的信息溢出效应能有效改善上游企业生产流程，提升生产率。

表 5.2 下游企业数字化转型驱动的信息溢出与上游企业全要素生产率

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>TFP_op</i>	<i>TFP_lp</i>	<i>TFP_op</i>	<i>TFP_lp</i>
<i>Bullwhip_digit</i>	0.0980** (2.4964)	0.0680* (1.6467)		
<i>AR_supply_digit</i>			0.1761** (2.4964)	0.1223* (1.6467)
<i>Lnuncertainty</i>	-0.0457 (-1.2982)	-0.0001 (-0.0034)	-0.0457 (-1.2982)	-0.0001 (-0.0034)
<i>Top</i>	-0.1246 (-1.4492)	-0.1582* (-1.8162)	-0.1246 (-1.4492)	-0.1582* (-1.8162)
<i>LnArDays</i>	-0.0472*** (-3.0920)	-0.0728*** (-4.8457)	-0.0472*** (-3.0920)	-0.0728*** (-4.8457)
<i>LnApDays</i>	-0.1576*** (-5.2967)	-0.1608*** (-5.4348)	-0.1576*** (-5.2967)	-0.1608*** (-5.4348)
<i>ROA</i>	0.3378 (1.3691)	1.7742*** (7.1564)	0.3378 (1.3691)	1.7742*** (7.1564)
<i>Duality</i>	-0.0313 (-0.9686)	-0.0948*** (-2.9750)	-0.0313 (-0.9686)	-0.0948*** (-2.9750)
<i>Size</i>	0.2647*** (24.5707)	0.6070*** (55.0569)	0.2647*** (24.5707)	0.6070*** (55.0569)
<i>CustomerConcentration</i>	0.0015** (2.0696)	-0.0003 (-0.3712)	0.0015** (2.0696)	-0.0003 (-0.3712)
<i>LnInvDays</i>	-0.0363 (-1.4672)	-0.1217*** (-5.5105)	-0.0363 (-1.4672)	-0.1217*** (-5.5105)
<i>Audit</i>	-0.1068** (-2.4814)	-0.1277*** (-2.7962)	-0.1068** (-2.4814)	-0.1277*** (-2.7962)

<i>Constant</i>	-1.0222*** (-3.3488)	-3.6553*** (-12.4794)	-1.0222*** (-3.3488)	-3.6553*** (-12.4794)
<i>N</i>	1688	1645	1688	1645
<i>R</i> ²	0.6820	0.8861	0.6820	0.8861
行业固定效应	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES

注：*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%、1%的水平上显著

6、结论与政策建议

6.1 研究结论

数字经济是未来推动经济发展的重要手段，而企业作为市场经济的微观主体，其数字化建设情况的好坏将直接决定数字经济的发展情况。与专注企业内部优化的信息化不同，数字化更强调企业内部业务流程与外部需求场景的对接，而以往研究主要关注数字化对企业自身的影响。而中国企业转型过程中缺乏顶层蓝图设计以及中国企业明显的信息边界问题为研究提供了良好的契机。本文基于对上市公司年报文本构建数字化转型指标，以供应链间的牛鞭效应作为信息溢出效应的测度，对下游企业数字化转型能否有效地打通了上游企业供需两侧连接，产生了正向信息溢出效应进行了检验。研究表明，下游企业数字化转型有利于改善供应链间的牛鞭效应，促进客户与供应商两端的信息交互效率。此外，下游企业对数字化关键技术应用的异质性产生的信息溢出也存在明显的差异。回归结果表明，下游企业通过大数据技术、云计算技术和数字技术的应用产生的信息溢出缓解了供应链间的牛鞭效应，而没有直接证据能表明人工智能技术和区块链技术的运用可以促进下游企业的信息溢出。异质性检验发现数字化转型对上游中规模较大、存货周转天数较长、面临市场不确定性较高以及客户集中度较高的企业的信息溢出效应更加明显。下游企业数字化转型与供应链中信息溢出效应的关系在横断面上差异与以往信息披露的理论以及资源效应预期一致，进一步证实了企业数字化转型与信息溢出的因果关系。随后本文探究了企业数字化转型对信息溢出的作用机理，发现下游企业数字化转型通过改善由于企业间合作时间较短带来的信息不对称以及吸引外部新闻媒体监督，缓解了供应链中的牛鞭效应。最后本文讨论了下游企业数字化转型带来的信息溢出与上游企业战略区分性和全要素生产率的关系，发现下游企业数字化转型弱化了上游企业因牛鞭效应带来的生产计划紊乱和资源配置效率低下的问题，使得上游企业倾向于更加新颖、独特的资源配置决策；下游企业数字化转型产生的信息溢出效应能有效改善上游企业生产流程，提升生产率。

6.2 政策建议

基于本文研究结果提出以下政策建议：

①对于企业而言，积极进行数字化转型，有利于优化信息环境，降低交易成本，尤其是对于规模较大、存货周转天数较长、面临市场不确定性较高以及客户集中度较高的上游企业而言，数字化转型能够帮助其降低库存风险，提升企业的动态能力和企业韧性应对外部环境不确定性，改善由于信息传递延迟和信息来源单一导致的牛鞭效应，实现供给结构优化。

②数字关键技术方向的不同对企业产生的信息溢出具有明显异质性，企业应该考虑自身经营需要，将数字化技术合理融入生产经营流程，推动数字化转型，制定与自身禀赋相适应的生产经营战略，提高生产效率。

③对于政府而言，在数字化浪潮的背景下，政府应积极响应数字经济发展趋势，同时关注数字化技术在企业之间的串联作用以及对于实体经济的促进作用，为企业数字化转型提供政策倾斜以及良好的外部环境，为企业扫除可能面临的障碍；此外，不同行业的发展方向和对数字化技术的需求存在差异，在采取政策激励时应以帮助企业寻找适合的发展路径为基础，结合企业战略的特异质需求，避免“一刀切”。

此外，本文的不足之处在于并未将复杂的供应链网络状结构纳入到模型之中，而是将复杂的网络分解为线性结构进行实证分析。在数字化技术的背景下，传统的“供应商—生产商—批发商—零售商”垂直供应链的线性结构被颠覆，来自不同行业、不同职能、不同地区的企业和个体形成基于互联网平台错综复杂的“供应网”。由于实证数据中，企业网络数据以及非上市公司数字化转型程度获取较为困难，所以数字化时代下的供应链网络化、动态化、虚拟化的特点并没有被考虑在本文的研究之中。

参考文献

- [1]陈剑,黄朔,刘运辉.从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理[J].管理世界,2020,36(2):117-128.
- [2]陈仕华,姜广省,卢昌崇.董事联结、目标公司选择与并购绩效——基于并购双方之间信息不对称的研究视角[J].管理世界,2013,(12):117-132.
- [3]陈世来,李青原. IPO、商业信用供给与企业绩效[J].南开管理评论,2021:1-22.
- [4]陈涛琴,李栋栋,洪剑峭.客户盈余质量与供应商投资效率分析——基于A股上市公司的经验研究[J].南开管理评论,2021,24(3):193-201.
- [5]底璐璐,罗勇根,江伟,陈灿.客户年报语调具有供应链传染效应吗?——企业现金持有的视角[J].管理世界,2020,(08):148-163.
- [6]冯华,聂蕾,海峰.信息共享水平与供应链能力的相互作用关系研究——基于社会控制的中介效应[J].南开管理评论,2018,21(4):85-92.
- [7]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].中国工业经济,2019,(08):5-23.
- [8]黄张凯,刘津宇,马光荣.地理位置、高铁与信息:来自中国IPO市场的证据[J].世界经济,2016,(10):127-149.
- [9]李海舰,田跃新,李文杰.互联网思维与传统企业再造[J].中国工业经济,2014,(10):135-146.
- [10]李唐,李青,陈楚霞.数据管理能力对企业生产率的影响效应——来自中国企业—劳动力匹配调查的新发现[J].中国工业经济,2020(06):174-192.
- [11]刘鹤.把实施扩大内需战略同深化供给侧结构性改革有机结合起来[N].人民日报,2022-11-04(006).DOI:10.28655/n.cnki.nrmrb.2022.011939.
- [12]卢继周,冯耕中,王能民,马云高.信息共享下库存量牛鞭效应的影响因素研究[J].管理科学学报,2017,20(3):136-147.
- [13]马慧,靳庆鲁,王欣.大数据与会计功能——新的分析框架和思考方向[J].管理科学学报,2021,24(9):1-17.
- [14]聂兴凯,王稳华,裴璇.企业数字化转型会影响会计信息可比性吗[J].会计研究,2022,(05):17-39.
- [15]戚聿东,肖旭.数字经济时代的企业管理变革[J].管理世界,2020,36(6):135-152.
- [16]权小峰,吴世农,文芳.管理层权力、私有收益与薪酬操纵[J].经济研究,2010,(11):73-87.
- [17]盛丹,王永进.产业集聚、信贷资源配置效率与企业的融资成本——来自世界银行调查数据和中

- 国工业企业数据的证据[J]. 管理世界, 2013,(06):85-98.
- [18]施炳展,李建桐. 互联网是否促进了分工: 来自中国制造业企业的证据[J]. 管理世界,2020(4):130-149.
- [19]施炳展,金祥义. 注意力配置、互联网搜索与国际贸易[J]. 经济研究, 2019,(11):71-86.
- [20]唐松,谢雪妍.企业持股金融机构如何服务实体经济——基于供应链溢出效应的视角[J].中国工业经济,2021(11):116-134.DOI:10.19581/j.cnki.ciejournal.2021.11.007.
- [21]唐跃军. 供应商、经销商议价能力与公司业绩——来自 2005-2007 年中国制造业上市公司的经验证据[J]. 中国工业经济, 2009, (10): 67-76.
- [22]田莉,张劼浩.CEO 创业经验与企业资源配置——基于烙印理论的实证研究[J].南开管理评论:1-21.
- [23]王雄元,王鹏,张金萍. 客户集中度与审计费用:客户风险抑或供应链整合[J]. 审计研究, 2014,(06):72-82.
- [24]王贞洁,王竹泉. 基于供应商关系的营运资金管理——“锦上添花”抑或“雪中送炭”[J]. 南开管理评论,2017,20(2):32-44.
- [25]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]. 管理世界, 2021,(07):130-144.
- [26]许恒,张一林,曹雨佳.数字经济、技术溢出与动态竞合政策[J].管理世界,2020,36(11):63-79.
- [27]杨金玉,彭秋萍,葛震霆.数字化转型的客户传染效应——供应商创新视角[J].中国工业经济,2022(8):158-176
- [28]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].管理世界,2020,36(7):89-105,217.
- [29]袁淳,肖土盛,耿春晓,盛誉. 数字化转型与企业分工: 专业化还是纵向一体化[J]. 中国工业经济, 2021,(09):137-155.
- [30]赵宸宇. 数字化发展与服务化转型——来自制造业上市公司的经验证据[J]. 南开管理评论, 2021,(02):149-163.
- [31]赵岳,谭之博. 电子商务、银行信贷与中小企业融资——一个基于信息经济学的理论模型[J]. 经济研究, 2012,(07):99-112.
- [32]Akerlof, G. A. The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1970, 84(3):488-500.
- [33]Avi, G., and T. Catherine. Digital Economics[J]. Journal of Economic Literature, 2019, 57(1):3-43.

- [34]Anderson, J. E., and E. V. Wincoop.. Trade Costs[J]. Journal of Economic Literature, 2004, 42(3):691-751.
- [35]Babai, M. Z., J. E. Boylan, A. A. Syntetos, and M. M. Ali. Reduction of the Value of Information Sharing as Demand Becomes Strongly Auto-correlated[J]. International Journal of Production Economics, 2016, 181:130-135.
- [36]Balakrishnan K, M. B. Billings, B. Kelly T, and A. Ljungqvist. Shaping Liquidity:On the Causal Effects of Voluntary Disclosure[J]. Journal of Finance,2014,69(5):2237-2278.
- [37]Baker, S. R., N. Bloom, and S. J. Davis. Measuring Economic Policy Uncertainty[J]. The Quarterly Journal of Economics,2016,131(4):1593-1636.
- [38]Brown, S. V., and J. W. Tucker. Large-Sample Evidence on Firms' Year-over-Year MD&A Modifications[J]. Journal of accounting research, 2011, 49(2):309-346.
- [39]Cachon, G. P., T. Randall, and G. M. Schmidt. In Search of the Bullwhip Effect[J]. Manufacturing and Service Operations Management,2007,9(4):457-479.
- [40]Cannon, J. P., and C. Homburg. Buyer-Supplier Relationships and Customer Firm Costs[J]. Journal of Marketing, 2001, 65(1):29-43.
- [41]Choi, H. and H. Varian. Predicting the Present with Google Trends[J]. Economic Record, 2012, 88:2-9.
- [42]Chu, Y., X. Tian, and W. Wang. Corporate Innovation Along the Supply Chain[J]. Management Science, 2019, 65(6):2445-2466.
- [43]Coase, R. H. The Nature of the Firm[J]. Economica, 1937, 4(16):386-405.
- [44]Crossland, C., J. Zyung, N. J. Hiller, and D. C. Hambrick. CEO Career Variety: Effects on Firm-Level Strategic and Social Novelty[J]. Academy of Management Journal,2014,57(3):652-674.
- [45]Dai R, Liang H, Ng L. Socially responsible corporate customers[J]. Journal of Financial Economics, 2021, 142(2): 598-626.
- [46]Dana, J. D., and E. Orlov. Internet Penetration and Capacity Utilization in the US Airline Industry[J]. American economic journal. Microeconomics, 2014, 6(4):106-137.
- [47]Deming, D., and L. B. Kahn. Skill Requirements across Firms and Labor Markets: Evidence from Job Postings for Professionals[J]. Journal of Labor Economics,2018,36(S1):S337-S369.
- [48]Dillender, M., and E. Forsythe. Computerization of White Collar Jobs[R]. NBER Working Paper,2022.
- [49]Donati, D. The End of Tourist Traps: A Natural Experiment on the Impact of Tripadvisor on Quality Upgrading[J]. Economic Journal, 2022, 127(599):1-27.

- [50]Fabbri, D., and A. M. C. Menichini. Trade credit, collateral liquidation, and borrowing constraints[J]. Journal of Financial Economics, 2010, 96(3):413-432.
- [51]Forrester, J. W. Industrial Dynamics[M]. MIT Press,1961.
- [52]Geletkanycz M. A., and D. C. Hambrick. The External Ties of Top Executives: Implications for Strategic Choice and Performance[J]. Administrative Science Quarterly,1997,42(4):654-681.
- [53]Guan, Y., M. Wong, and Y. Zhang. Analyst following along the supply chain[J]. Review of Accounting Studies, 2015,20(1):210-241.
- [54]Harding, J. A., and R. Swarnkar. Implementing collaboration moderator service to support various phases of virtual organisations[J]. International journal of production research, 2013, 51(23-24):7372-7387.
- [55]Helsley, R. W., and W. C. Strange. Matching and agglomeration economies in a system of cities[J]. Regional Science and Urban Economics, 1990, 20(2):189-212.
- [56]Hershbein, B., and L. B. Kahn. Do Recessions Accelerate Routine-Biased Technological Change? Evidence from Vacancy Postings[J]. The American Economic Review, 2018, 108(7), 1737–1772.
- [57]Hertzel, M., Z. Li, M. S. Officer, and K. J. Rodgers. Inter-firm linkages and the wealth effects of financial distress along the supply chain[J]. Journal of Financial Economics, 2008, 87(2), 374-387.
- [58]Hu, N., P. Liang, L. Liu, and L. Zhu. The Bullwhip Effect and Credit Default Swap Market: A Study Based on Firm-specific Bullwhip Effect Measure[J]. International Review of Financial Analysis, 2022, 84:102386.
- [59]Kalnins, A., and F. Lafontaine. Too Far Away? The Effect of Distance to Headquarters on Business Establishment Performance[J]. American economic journal. Microeconomics, 2013, 5(3):157-179.
- [60]Kuhn, P., and H. Mansour. Is Internet Job Search Still Ineffective?[J]. The Economic Journal, 2014, 124(581):1213-1233.
- [61]Lee, H. L., V. Padmanabhan, and S. Whang. Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect[J]. Management Science,1997,43(4):546-558.
- [62]Lengnick-Hall, C. A., T. E. Beck, and M. L. Lengnick-Hall. Developing a Capacity for Organizational Resilience through Strategic Human Resource Management[J]. Human Resource Management Review,2011,21(3):243-255.
- [63]Lewbel,A. Constructing Instruments for Regressions with Measurement Error When No Additional Data Are Available, with An Application to Patents and R&D[J]. Econometrica, 1997, 65(3):1201-1213.
- [64]Liu S. Investor Sentiment and Stock Market Liquidity[J]. Journal of Behavioral Finance,2015,16(1):51-

67.

- [65]Loughran T, and B. McDonald. When Is a Liability Not a Liability? Textual Analysis, Dictionaries, and 10-Ks[J]. Journal of Finance,2011,66(1):35-65.
- [66]Malhotra, A., S. Gosain, and O. A. E. Sawy. Absorptive Capacity Configurations in Supply Chains: Gearing for Partner-Enabled Market Knowledge Creation[J]. MIS Quarterly, 2005, 29(1):145-187.
- [67]Masli, A., V. J. Richardson, J. M. Sanchez, and R. E. Smith. The Business Value of IT:A Synthesis and Framework of Archival Research[J]. Journal of Information Systems,2011,25(2):81-116.
- [68]Min,H. Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications[J]. International Journal of Logistics Research and Applications, 2010, 13(1):13-39.
- [69]Pandit, S., C.E. Wasley, and T. Zach. Information Externalities along the Supply Chain: The Economic Determinants of Suppliers' Stock Price Reaction to Their Customers' Earnings Announcements[J]. Contemporary Accounting Research, 2011,28(4): 1304-1343.
- [70]Porter, M. E., and J. E. Heppelmann. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition[J]. Harvard Business Review, 2014, 92(11):64.
- [71]Shan, J., S. Yang, S. Yang, and J. Zhang. An Empirical Study of the Bullwhip Effect in China[J]. Production and Operations Management, 2014, 23(4): 537-551.
- [72]Smith, M. D., and E. Brynjolfsson. Consumer Decision-making at an Internet Shopbot: Brand Still Matters[J]. The Journal of Industrial Economics,2001,49(4):541-558.
- [73]Sobrero, M., and E. B. Roberts. The Trade-off Between Efficiency and Learning in Interorganizational Relationships for Product Development[J]. Management Science, 2001, 47(4):493-511.
- [74]Spence, M. Job Market Signaling[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1973, 87(3):355-374.
- [75]Stiglitz, J. E. Information and the Change in the Paradigm in Economics[J]. The American Economic Review, 2002, 92(3):460-501.
- [76]Tambe, P. Big Data Investment, Skills, and Firm Value[J]. Management Science, 2014, 60(6):1452-1469.
- [77]Vosooghizadeh M, Taghipour A, Canel-Depitre B. Supply chain coordination under information asymmetry: a review[J]. International Journal of Production Research, 2020, 58(6): 1805-1834.
- [78]Waldfoegel, J., and L. Chen. Does Information Undermine Brand? Information Intermediary Use and Preference for Branded Web Retailers[J]. The Journal of Industrial Economics,2006,54(4):425-449.
- [79]Wang, Y., L. Kung, and T. A. Byrd. Big Data Analytics: Understanding its Capabilities and Potential Benefits for Healthcare Organizations[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2018, 126:3-13.

- [80]Warner, K. S., and M. Wäger. Building Dynamic Capabilities for Digital Transformation: An Ongoing Process of Strategic Renewal[J]. Long Range Planning,2019,52(3):326-349.
- [81]Wiersema, M. F. and K. A. Bantel. Top Management Team Demography and Corporate Strategic change[J]. Academy of Management journal,1992, 35(1), 91-121.
- [82]Williamson, O. E. Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations[J]. The Journal of Law & Economics, 1979, 22(2):233-261.
- [83]Zhao, Y., and X. Zhao. On human decision behavior in multi-echelon inventory management[J]. International journal of production economics, 2015, 161:116-128.