

企业数字化与产业链分工：一项准自然实验

张 虎 高子桓*

(中南财经政法大学统计与数学学院)

摘 要：企业数字化是数字化技术不断发展、成熟和应用的积极表现，企业分批次逐步实施数字化战略可视为一项准自然实验。本文梳理了企业数字化影响产业链分工的内在机理，并采用倾向得分加权双重差分模型（PSW-DID）实证检验企业数字化对产业链分工的影响效应和影响机制。研究发现，第一，企业数字化促进了产业链分工，在验证模型有效性和进行稳健性检验后结论依然成立。第二，企业数字化通过发挥技术创新效应、资源配置效应和成本节约效应提升了产业链分工程度。第三，企业数字化对产业链分工的促进作用具有非对称性，在制造业、竞争性行业、非国有企业以及技术密集型企业的作用效果更好。本文的研究结论为政府制定合理的数字经济政策，推动产业链现代化建设提供了明确启示。

关键词：企业数字化；产业链分工；准自然实验；倾向得分加权；双重差分模型

中图分类号：F279.2

文献标识码：A

Enterprise Digitalization and Division of Industrial Chain: A Quasi-natural experiment

Abstract: Enterprise digitalization is a positive manifestation of the continuous development, maturity and application of digital technology. The gradual implementation of digital strategy by enterprises in batches can be regarded as a quasi-natural experiment. This article summarizes the internal mechanism of the impact of enterprise digitalization on division of industrial chain and uses the propensity score weighting difference-in-differences model(PSW-DID) to empirically test the impact effect and mechanism of enterprise digitalization on division of industrial chain. Research has found that firstly, enterprise digitalization promotes the division of industrial chain, and the conclusion remains valid after verifying the effectiveness of the model and conducting robustness tests. Secondly, enterprise digitalization enhances division of industrial chain by leveraging technological innovation, resource allocation, and cost savings effects. Thirdly, the promotion effect of enterprise digitalization on division of industrial chain is asymmetric, with better effects in manufacturing, competitive industries, non-state-owned enterprises, and technology intensive enterprises. The research conclusion of this article provides clear inspiration for the government to formulate reasonable digital economy policies and promote the modernization of the industrial chain.

Key words: enterprise digitalization; division of industrial chain; quasi-natural experiment; propensity score weighting; difference-in-differences model

* 作者简介：张虎，男，湖北随州，教授，博士，研究领域为经济统计与金融计量；高子桓，男，湖北孝感，博士研究生，研究方向为经济统计与机器学习，电子邮箱：gaozihuan12138@sina.com。本文获得国家社科基金重点项目“我国产业链现代化测度及优化升级研究”（21ATJ005）、中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“中国制造业数字化转型及高质量发展路径研究”（31512111210）的资助。

一、引言

改革开放以来，中国积极融入国际分工体系、加快嵌入全球产业链，显著推动了经济高质量发展和产业链现代化建设。然而，在世界百年变局和世纪疫情叠加的背景下，单边主义与逆全球化思潮不断抬头，我国产业链布局进入深度调整和重构时期。与此同时，随着新一代信息技术的广泛应用，数字经济与实体经济快速融合，成为最具活力、辐射最广的经济形态，并创造出新的制造流程和产业生态，生产活动的“功能分离”也促使产业链分工格局呈现新变化。因此，探讨如何巩固数字经济发展新优势，顺应产业链演变的新要求，通过数字化促进企业更多地参与产业链分工体系，对于提升产业链竞争力和迈向全球产业链中高端具有十分重要的现实意义。

企业数字化是数字经济的落脚点，经历了“信息化、数字化、数字化转型”三个不同的发展阶段（Verhoef 等，2021），其关键在于通过数据的精准采集和深度挖掘来提升经营绩效和生产效率，逐步实现商业模式转型（Nambisan 等，2017；Wu 等，2019）。既有文献在运用文本分析法测度企业数字化方面达成了共识，常见的做法有以下两种：一是根据明细项中包含与企业数字化相关的关键词的无形资产占比来反映企业数字化水平（祁怀锦等，2020；张永坤等，2021；余典范等，2022）。二是通过筛选和统计上市公司年报中与数字化相关的特征词汇出现的频次来度量企业数字化水平（吴非等，2021）。但是使用整个年报的方式比较粗糙，这是因为只有“管理层讨论与分析”部分会对公司战略、业务运营和组织变革等信息进行披露，最有可能描述企业数字化战略部署（袁淳等，2021；张虎等，2023），将其作为文本分析对象才能捕捉到数字经济在微观层面的真实运行情况。

还有部分学者围绕企业数字化进行拓展研究。一方面，资源条件、制度压力、经济政策不确定性等因素（Broekhuizen 等，2021；陈玉娇等，2022；祝树金等，2023）都会影响企业数字化进程。另一方面，利用数字化技术提升经营绩效（杨德明和刘泳文，2018；Banalieva 和 Dhanaraj，2019）、生产效率（刘飞，2020；涂心语和严晓玲，2022；武常岐等，2022）和创新能力（Mubarak 等，2021；张国胜和杜鹏飞，2022）是企业数字化的主要目标。不仅如此，企业数字化的影响范围也在不断扩大，其对价值链攀升（石喜爱等，2018）、专业化分工（袁淳等，2021）、资本市场表现（吴非等，2021）以及服务化转型（赵宸宇，2021）都具有十分重要的影响。

关于产业链的研究由来已久，产业链是以投入产出为纽带，环环相扣、上下联结形成的产品链，具有上、中、下游环节构成的链式关联形态（Hernández 和 Pedersen，2017）。目前测度产业链的数据来源有投入产出数据和微观层面数据两类。其中，基于投入产出数据的研究主要围绕结构与价值两个维度开展：结构维度方面，复杂网络模型在揭示产业链的结构演变方面得到广泛运用（孙启明和王浩宇，2016）。价值维度方面，现有文献提出了不同指标来衡量产业链的关联效应和波及效应，包括生产阶段数（Fally，2012）、广义增加值平均传递步长（倪红福，2016）、上游度（Miller 和 Temurshoev，2017）、部门综合度中心性（黄祖南和郑正喜，2021）。然而，国家统计局发布的投入产出表具有较长时间间隔，阻碍了投入产出方法与其他数量分析方法的结合。因此，部分学者开始采用微观层面数据来分析产业链的具体特征（Kee 和 Tang，2016；吕越等，2018）。

企业数字化对产业链的影响方面也积累了一些研究成果。数字化技术与实体经济深度融合并将数据引入生产活动，不仅有助于产业链上下游企业之间的知识扩散和积累，为实现产业链自主可控提供了有力支撑（陈晓东和杨晓霞，2022），而且能够同时降低企业面临的内部生产成本和外部交易成本，推动产业链关联关系的不断完善（张虎等，2023）。此外，企业数字化可以重塑产业链链条结构、提高产业链协同效率，进而加快产业链的资源整合（张倩肖和段义学，2023），也可通过优化供需匹配、稳定供需关系、提高供应质量三个渠道来增强产业链韧性（陶锋等，2023），最终都将带动企业全要素生产率的提升。

综上所述，国内外针对企业数字化、产业链以及二者之间的关系展开了大量研究，但是尚未有文献考察企业数字化对产业链分工的影响，还有很多问题需要深入探讨。因此，本文主要研究企业数字化对产业链分工的影响效应和影响机制，可能的边际贡献有：第一，本文梳理了企业数字化影响产业链分工的理论机制，旨在厘清企业数字化与产业链分工之间的关系，拓展了数字赋能的微观经济效应研究，有助于明晰企业数字化影响产业链分工的具体路径，为政府制定合理的数字经济政策提供重要的政策指引和借鉴。第二，企业数字化是数字化技术不断发展、成熟和应用的积极表现，企业分批次逐步实施数字化战略可视为一项准自然实验，本文通过文本分析法构建数字化词典，并根据词频统计结果划分处理组与控制组企业，丰富了对企业数字化战略实施效果的相关讨论。第三，本文采用 PSW-DID 模型实证检验企业数字化对产业链分工的影响，不仅可以保留样本的原始信息，而且能够缓解选择性偏差问题，为企业数字化促进产业链分工提供了经验分析，对于理解企业数字化的作用效果，推动产业链现代化建设具有一定意义。

二、理论机制与研究假设

产业链是以企业为主体形成的链网状产业组织系统，传统产业分工模式下企业的生产经营决策和资源配置流程相对固定，由此产生了与该种模式相匹配的产业链体系。然而，随着数字化转型战略的深入实施，以人工智能、区块链、云计算、大数据等为代表的新一代数字化技术正在不断推动数字产业化和产业数字化进程，数据要素成为经济社会发展的重要驱动力，新产业、新业态和新场景持续更新迭代，对产业链分工布局也提出全新要求，逐步形成了新的产业合作方式并朝着更为先进和有效的现代产业体系演化。图 1 给出了企业数字化影响产业链分工的作用机制。

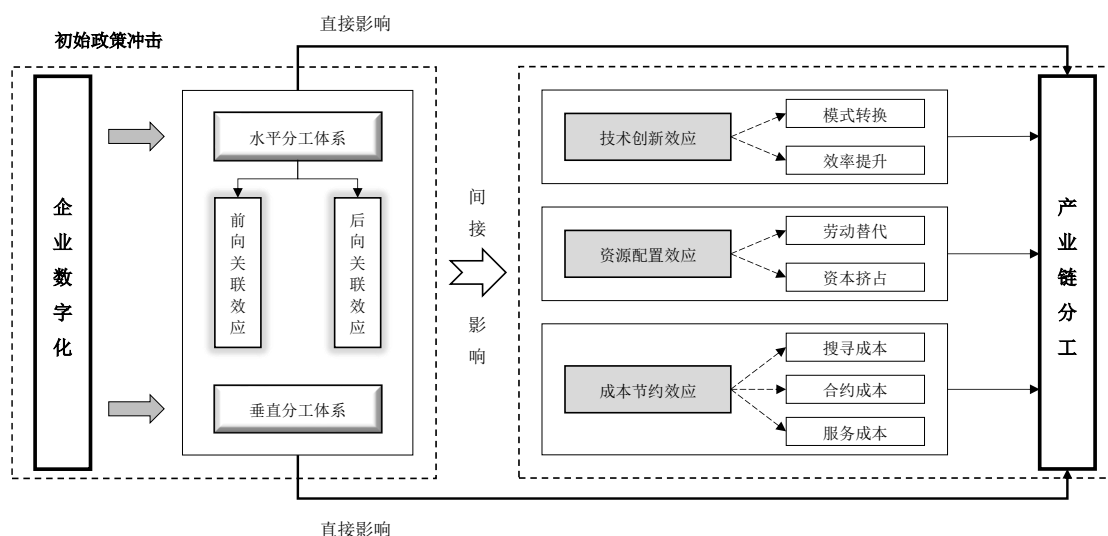


图 1 企业数字化影响产业链分工的作用机制

（一）企业数字化对产业链分工的直接影响

产业分工带来了技术进步、时间节约以及生产率提升，细化出从原材料到中间产品再到最终产品的各个环节并产生一条完整的产业链。产业链上中下游行业、大中小型企业根据不同生产阶段和不同生产任务逐步演化出水平分工和垂直分工两种结构，但是，无论是基于水平分工还是基于垂直分工形成的产业链分工体系，企业想要实现利润最大化目标，就需要在生产成本、管理成本、交易成本之间进行权衡取舍（袁淳等，2021），而企业数字化能够提高生产效率、优化资源配置、精简业务流程、节约交易成本，促使企业具备同时降低上述成本的可能，继而推动产业链分工体系发生深刻变革。

1. 水平分工体系

产业链的水平分工主要基于市场交易手段实现，企业围绕产业链进行纵向分工，有助于其不断提高比较优势。企业数字化打破信息壁垒，并拓宽数据要素的流动空间，既能够有效减少中间环节、节约交易成本，缓解对产业链上下游企业造成的冲击，还可以推动生产资源与网络平台对接，拓宽产业链之间的互联互通渠道，从而对传统产业链进行重组和再造。另外，产业链中各个行业的要素投入和消耗需要其他行业的产出来供给，同时也向其他行业提供要素需求，行业之间存在前向关联和后向关联两种结构。数字化技术有利于加强产业链上下游企业的信息交流，并增强企业之间的前后向关联效应（陈爱贞等，2021），这样不仅能够为关联企业营造良好的产业生态环境，也有助于产业链上中下游行业、大中小型企业协同互动，最终深化了产业链分工协作体系。

2.垂直分工体系

产业链的垂直分工主要由企业生产决策所决定，同一行业内不同企业在研发、设计、生产和销售等方面具有相近的技术水平，但其产品的内在质量和销售价格存在差异，反映了企业专业化分工程度和消费者偏好的多样化。数字化技术的应用推动产业模式逐渐开始从传统制造和服务体系向集自动化、高效化和柔性化于一体的智能制造和智能服务体系转变，由此产生的数字化规模效应不仅有助于企业提升竞争力和科研效率，摆脱低端锁定陷阱，同时促进产业链与产业大规模集群和融合发展，共同构成高效分工、网络化结构的产业体系（叶振宇和庄宗武，2022），还能够培育一批主导产业分工的龙头企业，其资源优势、技术特征为承担产业链“链主”职能奠定基础，并带动中小企业成长为创新重要发源地，形成更加有效的产业链协同机制，从而有利于提升产业链专业化分工程度。

因此，本文提出研究假设 1：企业数字化有助于产业链分工程度的提升。

（二）企业数字化对产业链分工的间接影响

尽管理论上可以对企业数字化影响产业链分工的经济逻辑进行合理解释，但是其作用机制仍有待进一步考察，企业数字化究竟通过哪些维度、何种方式来影响产业链分工同样值得重点关注。只有弄清楚企业数字化影响产业链分工的具体路径，才能够更好地帮助政府制定并实施数字化转型战略。接下来，本文从提升创新能力、优化要素配置、降低交易成本三个维度（赵宸宇等，2021）来深入探讨企业数字化与产业链分工之间的影响机制。

1.技术创新效应

在企业数字化进程中，信息与通信技术重塑了产业组织模式，特别是工业互联网的发展促使企业沟通方式发生巨大变化，推动了产业链的模式转换。数据要素不仅可以在研发、设计、生产和销售等环节之间流动，还能够是在供应商、生产商、服务商等主体之间流动，有利于各参与主体进行技术革新和流程优化，产业链上下游企业的沟通效率也得到一定程度的提升，产业链分工体系进一步深化。除此以外，企业数字化改变了企业的创新流程，并将数字化技术融入生产和决策过程，帮助企业不断提升技术创新水平和塑造核心竞争优势，继而降低企业生产成本和提高生产效率。借助数字化技术，消费者也能广泛参与产品生产和价值创造的全过程，既提高了生产性服务要素在产品生产中的嵌入程度（武常岐等，2022），又加快了企业对技术改进升级的步伐，从而有利于产业链分工程度的提升。

2.资源配置效应

随着数字经济的快速发展，产业链布局发生巨大变化，逐步由传统制造和服务体系演变为集自动化、高效化和柔性化于一体的智能制造和智能服务体系。一方面，企业数字化的关键在于数字化平台建设和数字化技术应用，在对低端劳动力进行替代的同时也需要高质量知识资本和人力资本参与产业链上各个环节的资源整合，推动产业结构向高级化发展，进而有效提升产业链分工程度。另一方面，企业数字化离不开有形资产的支撑，但是更需要无形资产的投入，这样才能保证数据要素与实体经济的深度融合发展，为产业链中企业的研发、设计、生产和销售全过程赋能，并提高供给体系质量和应对需求结构变化。然而，有形资产的

投入会占用企业既有生产资源，对无形资产具有挤占效应。整体来看，数据要素在产业链分工中的作用日益凸显，企业数字化产生的替代效应小于挤占效应（张虎等，2023），从而促进了产业链分工。

3.成本节约效应

通过数字化技术的应用，企业能够接触到更多的供应商、生产商和服务商，同时及时更新潜在交易对手的信用等级和产品质量，即便在签订契约后交易对手的行为偏离预期合作方向，也可以根据实时需要灵活调整交易细节，降低了企业所付出的搜寻成本和合约成本（施炳展和李建桐，2020）。此外，企业数字化有助于形成线上线下融合发展的新模式，拉近了企业和消费者之间的距离。消费者可以通过移动终端、电子商务实现与企业的交流和互动，而企业利用数据挖掘技术、机器学习算法对消费者行为数据进行收集与分析，并绘制消费者画像，既可以识别目标消费者及其兴趣，又能够及时捕捉用户真实需求，减少非必要信息推送产生的服务成本。因此，企业数字化降低了搜寻成本、合约成本和服务成本，从而促进企业更多地参与产业链分工体系。

综上所述，本文提出研究假设 2：企业数字化通过提升创新能力、优化要素配置、降低交易成本来促进产业链分工。

三、研究设计和数据说明

（一）数据来源

本文选取 2007-2021 年中国 A 股上市公司作为研究对象，并按照以下原则筛选样本：①剔除 ST 和 PT 样本；②剔除金融行业样本；③剔除连续 5 年内数据存在缺失的样本；④考虑到极端值的影响，对所有连续变量进行上下 1% 的缩尾处理。经过初步筛选后，本文得到包含 2938 家上市公司的 30677 个公司—年份观测值。所有数据均来自 WinGo 文本分析数据库和国泰安数据库。

（二）变量选取

1.被解释变量

产业链以企业为主体，本文借鉴范子英和彭飞（2017）、袁淳等（2021）所采用的修正的价值增值法，基于微观数据来测算产业链分工程度。具体计算公式如下：

$$\begin{aligned} VAS &= \frac{\text{采购额}}{\text{主营业务收入} - \text{净利润} + \text{正常利润}} \\ &= \frac{\text{采购额}}{\text{主营业务收入} - \text{净利润} + \text{净资产} \times \text{平均净资产收益率}} \end{aligned} \quad (1)$$

其中，采购额根据式（2）计算得到，这里将增值税率设定为 17%，平均净资产收益率使用企业所在行业近三年净资产收益率的平均值来衡量。另外，还需要对 VAS 偏离 [0,1] 的样本予以剔除，以保证测算结果的准确性。

$$\begin{aligned} \text{采购额} &= (\text{购买商品、接受劳务支付的现金} + \text{期初预付款} - \text{期末预付款} + \text{期末应} \\ &\quad \text{付款} - \text{期初应付款} + \text{期末应付票据} - \text{期初应付票据}) / (1 + \text{增值税率}) + \\ &\quad \text{期初存货} - \text{期末存货} \end{aligned} \quad (2)$$

2.解释变量

目前刻画企业数字化的方法主要是文本分析法。本文参考张虎等（2023）的研究，基于重要文献（赵宸宇等，2021；吴非等，2021）和国家层面的数字经济相关政策文件建立一个相对完备且涉及人工智能、大数据、云计算、数字化和信息化 5 个维度 108 个特征词汇的数字化术语词典，然后对利用网络爬虫技术得到的上市公司年报进行词频统计。企业数字化是新一代信息技术不断发展、成熟和应用的积极表现，企业分批次逐步实施数字化战略可视为一项准自然实验。因此，借鉴吴非等（2021）的研究，本文进一步根据词频统计结果构建准自然实验，以此考察企业数字化战略的实施情况。具体做法为：将公司年报中数字化特征词

汇出现频次超过 5 次的样本作为处理组，代表企业在考察期间内实施了数字化战略，否则为控制组；如果企业在当年和之后的年份都实施了数字化战略，那么当年可以被视为企业数字化的启动年份。此外，为保证政策变化前后几年有足够的观测值，将实施数字化战略不足两年的样本划分到控制组，并将一直实施数字化战略的样本予以剔除。图 2 展示了识别企业数字化的具体流程。

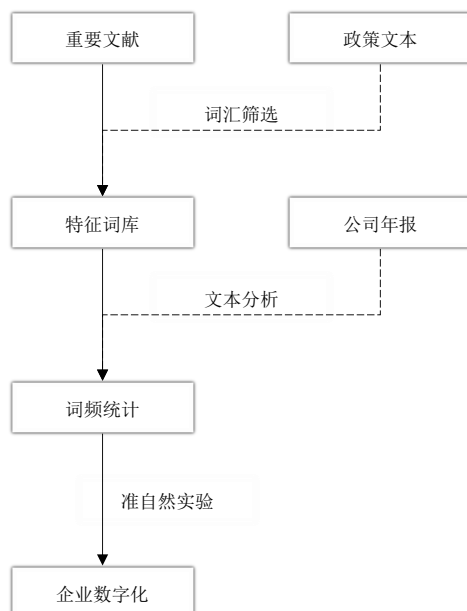


图 2 企业数字化的识别策略

3.控制变量

借鉴吴非等（2021）、武常岐等（2022）、张虎等（2023）的研究成果，本文选取的控制变量包括：企业规模（ $\ln Size$ ），企业总资产取对数；企业年龄（ $\ln Age$ ），当年年份减去成立年份再加 1 后取对数；流动比率（ $Liquid$ ），使用流动资产占总资产的比重作为替代指标；资产收益率（ ROA ），使用净利润占总资产的比重进行衡量；资产负债率（ $Leverage$ ），使用负债占总资产的比重加以表征；现金流强度（ $Cash$ ），采用期末现金及现金等价物余额占总资产的比重来表示；股权集中度（ $Share$ ），采用前 5 大股东持股比例之和作为替代指标；营业利润率（ $Profit$ ），采用营业利润占营业收入的比重来衡量；托宾 Q 值（ $TobinQ$ ），采用企业市场价值与资产重置成本的比值进行表征；两职合一（ $Duality$ ），如果企业中董事长和总理由同一人担任则取 1，否则为 0；审计意见（ $Audit$ ），如果会计师事务所出具标准无保留意见则取 1，否则为 0。表 1 给出了主要变量的描述性统计结果。

表 1 主要变量的描述性统计

变量名称	变量符号	平均值	标准差	最小值	中位数	最大值
产业链分工	VAS	0.5262	0.2126	0.0470	0.5388	0.9440
企业数字化	DID	0.1901	0.3924	0	0	1
企业规模	$\ln Size$	22.1614	1.3097	19.7736	21.9876	26.1859
企业年龄	$\ln Age$	2.8319	0.3714	1.6094	2.8904	3.4965
流动比率	$Liquid$	0.5559	0.2049	0.0910	0.5680	0.9523
资产收益率	ROA	0.0358	0.0613	-0.2536	0.0360	0.1917
资产负债率	$Leverage$	0.4372	0.2057	0.0550	0.4342	0.8944
现金流强度	$Cash$	0.1597	0.1276	0.0095	0.1225	0.6373
股权集中度	$Share$	0.5750	0.1536	0.2247	0.5816	0.9011
营业利润率	$Profit$	0.0747	0.1782	-0.8815	0.0720	0.5363

托宾 Q 值	<i>TobinQ</i>	2.0222	1.2758	0.8621	1.6097	8.3437
两职合一	<i>Duality</i>	0.2496	0.4328	0	0	1
审计意见	<i>Audit</i>	0.9697	0.1715	0	1	1

(三) 模型构建

1. 倾向得分加权

倾向得分匹配 (Propensity Score Matching, PSM) 是根据倾向得分将处理组与控制组中协变量取值尽可能相似的观测值进行匹配。假设协变量 X 的密度函数为 $f(x)$, Z 为虚拟变量 ($Z = 1$ 表示处理组, $Z = 0$ 表示控制组), 则倾向得分为 $e(x) = \Pr(Z_i = 1 | X_i = x)$ 。倾向得分加权 (Propensity Score Weighting, PSW) 是在计算倾向得分的基础上, 赋予每个观察值一个权重进行加权, 使得处理组与控制组中协变量分布一致, 这样既没有造成样本的大量丢失, 也能够缓解选择性偏差问题。与 PSM 相比, PSW 基于协变量的平衡分布来反映处理组与控制组潜在结果的平均差异, 即 $f_1(x)w_1(x) \propto f_0(x)w_0(x) \propto f(x)h(x)$, 这里采用重叠加权方法 (Li 等, 2018), 定义 $h(x) = e(x)(1 - e(x))$, 为每个观察值赋予与其所属另一个组的概率成比例的权重:

$$\begin{cases} w_1(x) \propto \frac{f(x)h(x)}{f(x)e(x)} = 1 - e(x), Z = 1 \\ w_0(x) \propto \frac{f(x)h(x)}{f(x)(1 - e(x))} = e(x), Z = 0 \end{cases} \quad (3)$$

在满足最小化渐近方差的条件下, 通过重叠加权方法在处理组与控制组的协变量中产生精准

平衡, 即 $\frac{\sum_i X_i Z_i (1 - \hat{e}_i)}{\sum_i Z_i (1 - \hat{e}_i)} = \frac{\sum_i X_i (1 - Z_i) \hat{e}_i}{\sum_i (1 - Z_i) \hat{e}_i}$, 进而得到倾向得分。接下来, 采用条件平均

控制差异方法, 根据协变量属性特征相似的条件得到因果估计:

$$\begin{aligned} \tau(x) &= E(Y | Z = 1, X = x) - E(Y | Z = 0, X = x) \\ &= \frac{\sum_{i:Z_i=1} Y_i w_1(x_i)}{\sum_{i:Z_i=1} w_1(x_i)} - \frac{\sum_{i:Z_i=0} Y_i w_0(x_i)}{\sum_{i:Z_i=0} w_0(x_i)} \end{aligned} \quad (4)$$

2. 双重差分模型

企业分批次逐步实施数字化战略可视为一项准自然实验 (吴非等, 2021), 本文构建多期双重差分模型 (DID) 来实证检验企业数字化对产业链分工的影响:

$$VAS_{it} = \theta_0 + \theta_1 DID_{it} + \sum_{j=1}^k \beta_j Control_{ijt} + \sum Province + \sum Industry + \sum Year + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中, 下标 i 、 t 分别代表企业和年份, VAS_{it} 为产业链分工程度, DID_{it} 表示企业是否实施数字化战略的虚拟变量, $Control$ 为一系列控制变量, $Province$ 、 $Industry$ 、 $Year$ 分别表示省份、行业和年份固定效应, ε_{it} 为随机误差项。本文运用 PSW 进行赋权, 然后采用加权最小二乘法来估计式 (5), 若 θ_1 显著为正, 说明企业数字化能够促进产业链分工。

四、实证结果及其经济解释

(一) 基准回归结果

1. 样本平衡性检验

本文主要探究企业实施数字化战略能否提升产业链分工程度。首先将年报中数字化相关

词汇出现频数大于 5 次的企业定义为处理组，否则为控制组，然后运用重叠加权方法对处理组与控制组进行加权，避免经过匹配后丢失控制组样本的信息。图 3 展示了样本平衡性检验的相关结果。图 3 直观显示，本文选取的所有控制变量经过 PSW 后标准偏差显著减小，并且接受处理组与控制组没有系统性偏差的原假设，表明样本匹配效果较好。采用镜像直方图将处理组与控制组的倾向得分分布进行可视化，也验证了 PSW 模型通过平衡性检验。

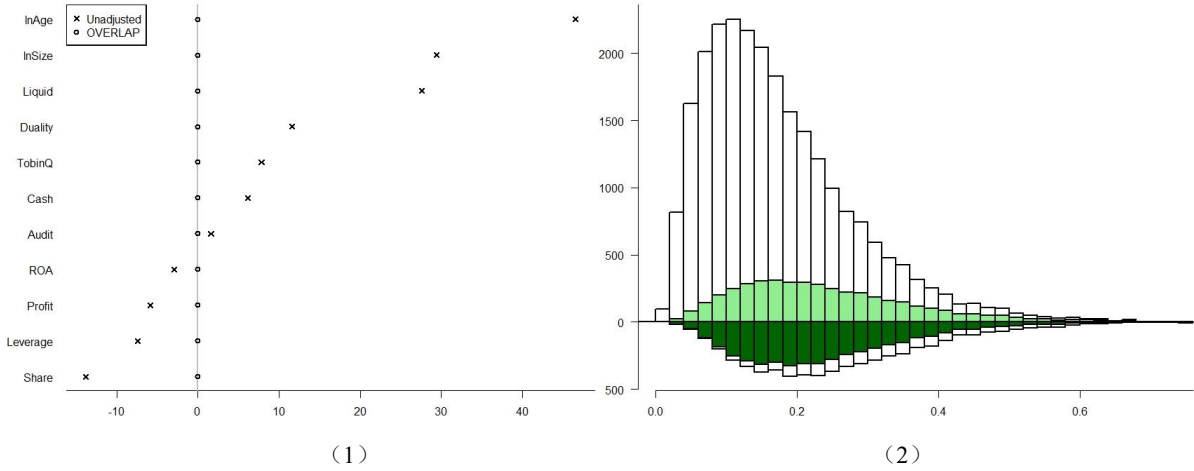


图 3 样本平衡性检验结果

2. 回归结果与分析

本文分别采用 DID 模型、PSM-DID 模型、PSW-DID 模型来揭示企业数字化战略对产业链分工的影响，表 2 给出了基准回归结果，所有回归结果均控制了省份固定效应、行业固定效应和年份固定效应。由表 2 可知，无论采用哪种模型，企业数字化的回归系数均在 1% 的水平下显著为正，说明企业数字化能够促进产业链分工，这与假设 1 的预期一致，类似的结论在袁淳等（2021）的研究中也得以验证。可能的解释是，无论是水平分工还是垂直分工的产业链，企业数字化能够提高生产效率、优化资源配置、精简业务流程、节约交易成本（张虎等，2023），有利于产业链上中下游行业、大中小型企业形成更加有效的协同机制，继而提升产业链分工程度。相比较而言，PSW-DID 模型的拟合优度更高，其不仅可以保留大量样本的原始信息，而且能够有效缓解选择性偏差问题，这也是本文选择 PSW-DID 模型来研究企业数字化与产业链分工之间关系的重要原因。

表 2 企业数字化对产业链分工的基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	DID 模型	PSM-DID 模型	PSW-DID 模型
<i>DID</i>	0.0150 *** (0.0050)	0.0207 *** (0.0080)	0.0182 *** (0.0056)
控制变量	是	是	是
省份固定	是	是	是
行业固定	是	是	是
年份固定	是	是	是
样本量	30677	14920	30677
R ² 值	0.3582	0.3690	0.3756

注：***、**、* 分别代表 1%、5% 和 10% 的显著性水平，括号中的数值为进行公司层面聚类调整后的标准误，下同。

(二) 有效性验证

1. 平行趋势检验

满足平行趋势假设是保证 DID 估计结果无偏的前提，本文借鉴 McGavock (2020) 的研究框架，基于事件分析方法检验企业实施数字化战略之前处理组与对照组的产业链分工程度是否具有共同趋势并分析其动态效应，所构建的回归模型如下：

$$VAS_{it} = \alpha_0 + \sum_{s=1}^7 \alpha_{pre_s} D_{pre_s} + \alpha_{current} D_{current} + \sum_{s=1}^7 \alpha_{post_s} D_{post_s} + \sum_{j=1}^k \beta_j Control_{ijt} + \sum Province + \sum Industry + \sum Year + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

其中， D_{pre_s} 、 $D_{current}$ 、 D_{post_s} 分别表示数字化战略实施之前、实施之时以及实施之后的年份虚拟变量和企业数字化的交互项^①，其他设定与式 (5) 相同。

图 4 从时间序列上考察了企业数字化战略影响产业链分工程度的趋势特征。从图 4 中可以看出，在数字化战略实施前 7 年到前 1 年之间，所有回归系数均未通过显著性检验，说明在处理组与控制组中，产业链分工程度的变化基本符合平行趋势假设。另外，数字化战略实施之后的回归系数都至少在 5% 的水平下显著为正，并且其走势整体呈现“W”型，表明数字化战略能够持续推动产业链分工程度的提升。

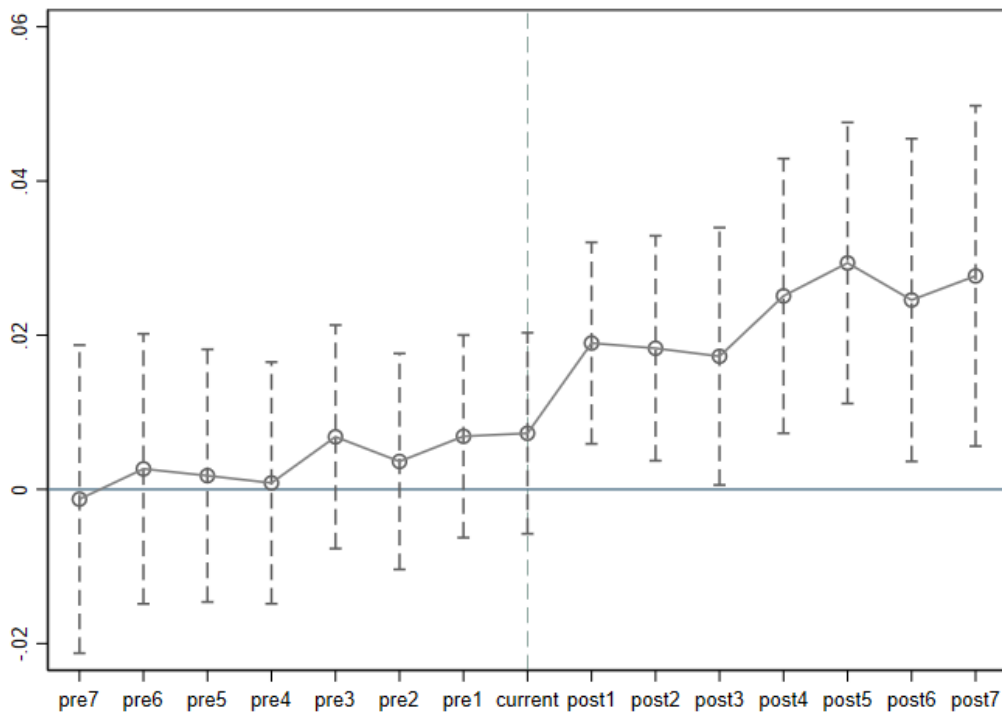


图 4 平行趋势检验结果

2. 安慰剂检验

由序列自相关引起的标准误偏差问题可能导致 DID 估计结果过度拒绝原假设，为了保证基准回归结果的可信度，本文使用置换检验方式进行安慰剂检验。具体步骤如下：对所有样本企业和数字化战略实施时间进行不重复随机抽样，每次抽取 1000 个样本企业并设定虚拟的数字化战略实施时间^②，将所抽取的 1000 个样本企业作为虚拟处理组，其余企业作为虚拟控制组，采用式 (5) 估计企业数字化的影响，重复上述过程 500 次，避免其他小概率因素干扰估计结果。图 5 展示了按照以上步骤获得的虚拟处理组和虚拟实施时间交互项系数

^① 为了揭示企业实施数字化战略前后产业链分工程度的连续变化，这里以数字化战略实施之前 7 年作为比较基准，构建数字化战略实施之前 7 年、实施之时以及实施之后 7 年的年份虚拟变量和企业数字化的交互项。

^② 为保证冲击前后各有一年数据，这里仅从 2008-2020 年中设定虚拟的数字化战略实施时间。

的分布情况。由图 5 可知，安慰剂检验中交互项系数集中分布于 0 附近，基准回归结果中企业数字化的回归系数落在置换检验系数分布的右侧低尾位置，说明基准回归结果通过了安慰剂检验，企业实施数字化战略确实能够显著提升产业链分工程度。

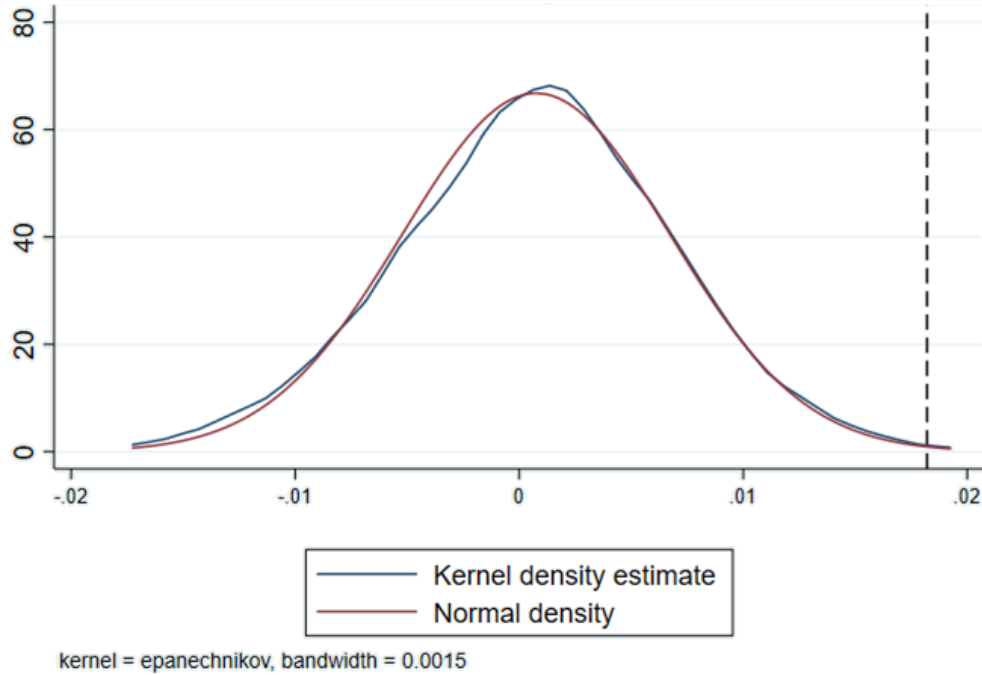


图 5 安慰剂检验结果

3. 培根分解方法

在数字经济快速发展之际，越来越多企业开始部署数字化战略，但不同企业实施数字化战略的时间存在一定差异，本文采用经过 PSW 后的多期 DID 模型开展实证分析。然而，由于双向固定效应下不同处理组或不同处理时间之间存在异质性，可能造成估计结果为负甚至负权重，即处理组或处理时间随时间变化会导致基准回归结果出现估计偏误问题，有必要对此现象加以探讨。因此，本文采用培根分解方法（Goodman-Bacon, 2021），考察双向固定效应下 PSW-DID 模型估计结果的偏误程度，结果如表 3 所示。从表 3 中不难发现，合适的处理效应 Early Control vs. Later Treatment 的估计值为 0.0032，权重为 89.23%，而不合适的处理效应 Later Treatment vs. Early Control 的估计值为 0.0004，权重为 10.77%。两类估计结果均为正值，并且合适的处理效应的权重更大，表明本文的基准回归结果受到双向固定效应引发的估计偏误问题的影响较小。

表 3 培根分解检验结果

类型	系数	权重
<i>Later Treatment vs. Early Control</i>	0.0004	0.1077
<i>Early Control vs. Later Treatment</i>	0.0032	0.8923

（三）稳健性检验

1. 替换被解释变量

企业数字化能够显著促进产业链分工程度的提升，为保证基准回归结果的准确性，本文采用替换被解释变量方式进行稳健性检验。借鉴范子英和彭飞（2017）的研究成果，本文采用以下两种方式重新衡量产业链分工程度：①使用采购额与营业收入的比值作为产业链分工的替代指标；②将增值税率设定为 0 后计算产业链分工程度。表 4 中列（1）和列（2）的结果显示，无论哪种检验方式，企业数字化的回归系数都在 1% 的水平下显著为正，同时也证明了基准回归结果的成立。

2.反向因果问题

企业数字化能够提高生产效率、优化资源配置、精简业务流程、节约交易成本，对促进产业链分工具有积极作用，但是，提升产业链分工程度也有可能促使企业追求更高层次的数字化战略目标，以便于企业更好地融入产业链分工体系。为了避免上述反向因果问题对基准回归结果的影响，本文借鉴 Beck 等（2010）的做法，在采用 Weibull 生存分析模型的基础上检验经过 PSW 后随机分组的原则是否被满足。具体而言，构建式（7）所示的 Logit 模型，其中，被解释变量为企业数字化，其包含了各个企业是否以及何时实施数字化战略的全部信息，如果某一企业在第 t 年实施数字化战略则取值为 1，之前年份取值为 0，之后年份的样本则被删除，其他设定与前文保持一致。回归结果如表 4 中列（3）所示。产业链分工的回归系数并未通过统计显著性检验，意味着企业是否以及何时实施数字化战略与产业链分工没有显著关系，进一步说明了企业实施数字化战略具有较强的外生性特征，满足随机分组的原则，即反向因果问题不会对本文的研究结论造成影响。

$$DID_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 VAS_{it} + \sum_{j=1}^k \beta_j Control_{ijit} + \sum Province + \sum Industry + \sum Year + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

3.改变赋权方式

为了进一步增加研究结论的可信度，本文采用替换权重方式进行稳健性分析。梯度提升树模型（Gradient Boosting Regression Tree, GBRT）将决策树作为基分类器，在训练时赋予每个样本相同的初始权重，然后借鉴梯度下降法的思路，通过多轮迭代来减小损失函数，最终获得每个样本的权重。本文基于 GBRT 模型的二元分类算法对样本企业重新赋权，在损失函数方面，使用预测概率值和真实概率值之差，并假设其服从 Bernoulli 分布；在参数设置方面，迭代次数设定为 1000，树的个数设定为 100，树的深度用于表示训练过程中决策树的最大深度，设定为 1，再抽样比率设定为 0.5，学习率越小越好，一般在 0.001~0.1 之间比较有效，这里设定为 0.0055。表 4 中列（4）的结果显示，采用 GBRT 模型重新赋权后，企业数字化对产业链分工的影响依然为正，并且通过了 1%水平下的显著性检验，表明本文的研究结论具有较好的稳健性。

表 4 稳健性检验结果I

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	VAS1	VAS2	DID	VAS
VAS			0.2158 (0.2158)	
DID	0.0187 *** (0.0056)	0.0199 *** (0.0055)		0.0136 *** (0.0053)
控制变量	是	是	是	是
省份固定	是	是	是	是
行业固定	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
样本量	30361	29030	23179	30677
R ² 值	0.3857	0.3357	0.1207	0.3621

4.缩减样本数据

接下来，本文采用缩减样本数据方式对基准回归结果的稳健性进行检验：①考虑到创业板中多数企业的技术密集程度较高，与数字化技术的联系也较为密切，因此，本文剔除创业板包含的上市公司样本重新进行回归；②由于北京、上海、天津、重庆在经济、政治上具有一定的特殊性，企业数字化水平和产业链分工程度也与其他城市存在较大差异，因此，本文

剔除直辖市包含的上市公司样本重新进行回归；③受到金融危机的影响，企业数字化过程可能会出现一定的滞后现象，此时很难准确把握企业数字化的实际状况，因此，本文剔除 2008 年的上市公司样本重新进行回归；④自新冠疫情发生后，数字文娱和在线教育领域的蓬勃发展为等企业数字化提供了机会，因此，本文剔除 2020 年的上市公司样本重新进行回归，以降低其给估计结果带来的偏误。表 5 汇报了相关回归结果，由此可知，企业数字化的回归系数都至少在 5%的水平下显著为正，说明企业数字化确实有助于提升产业链分工程度，同时也验证了基准回归结果的稳健性。

表 5 稳健性检验结果II

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DID</i>	0.0138 ** (0.0062)	0.0199 *** (0.0062)	0.0185 *** (0.0056)	0.0213 *** (0.0059)
控制变量	是	是	是	是
省份固定	是	是	是	是
行业固定	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
样本量	26317	25111	29436	28235
R ² 值	0.3717	0.3743	0.3770	0.3734

五、进一步讨论：机制分析

(一) 企业数字化对产业链分工的作用机制检验

企业数字化能够提高生产效率、优化资源配置、精简业务流程、节约交易成本，促使企业具备同时降低生产成本、管理成本和交易成本的可能。本文构建中介效应模型，进一步从提升创新能力、优化要素配置以及降低交易成本三个维度来深入探讨企业数字化与产业链分工之间的影响机制。其中，创新能力采用全要素生产率（TFP）加以表征，这里使用 LP 方法进行生产率测算；要素配置采用要素禀赋结构（FES）加以表征，即固定资产与员工人数的比值；交易成本采用资产专用性（Asset）加以表征，即固定资产占总资产的比重。表 6 汇报了相关结果。

1. 技术创新效应的机制检验

表 6 中列（1）的结果显示，以全要素生产率为因变量时，企业数字化的系数为正，且通过了 1%水平下的显著性检验，表明企业数字化促进了全要素生产率的提升。可能的原因是企业数字化能够改变企业的创新流程，其融合信息技术和通信技术，将数字化技术嵌入生产和决策过程中，可以帮助企业不断提升技术创新水平和塑造核心竞争优势，继而降低企业生产成本和提高生产效率，并加快了企业对技术革新和流程优化的步伐，这样有助于企业创新能力的提高。表 6 中列（2）直观表明，在基准回归模型中加入全要素生产率后，企业数字化的回归系数为正，且通过了 5%水平下的显著性检验，新加入的全要素生产率对应的回归系数也在 1%的水平下显著为正，中介效应显著。企业创新推动产业链创新，促使数据要素不仅可以在研发、设计、生产和销售等环节之间流动，还能够在供应商、生产商、服务商等主体之间流动，有利于各参与主体进行技术革新和流程优化，产业链上下游企业的沟通效率也得到一定程度的提升，产业链分工体系进一步深化。由此可知，企业数字化通过提升创新能力来促进产业链分工的假设是正确的。

2. 资源配置效应的机制检验

表 6 中列（3）的结果显示，以要素禀赋结构为因变量时，企业数字化的系数为负，且通过了 5%水平下的显著性检验，这是因为工业智能化和数字化技术应用对低端劳动力产生的替代效应小于固定资产对无形资产产生的挤占效应。表 6 中列（4）直观表明，要素禀赋结构的回归系数为负，且通过了 1%水平下的显著性检验。可能的解释是，固定资产的投入

为企业数字化奠定了基础，这会占用企业既有生产资源，但是，企业数字化更需要无形资产的投入，这样才能保证数据要素与实体经济的深度融合发展，既为数字产业化和产业数字化提供必要条件，又为产业链中企业的研发、设计、生产和销售全过程赋能，有助于提高供给体系质量和应对需求结构变化，并形成集自动化、高效化和柔性化于一体的智能制造和智能服务体系。另一方面，数字化战略的实施增加了对高素质数字人才的需求量，产品的生产和经营过程如果没有高质量知识资本和人力资本的支撑，同样也将不利于产业链上各环节的资源整合，进而影响产业结构向高级化和复杂化发展过程。由此可知，企业数字化通过优化要素配置来促进产业链分工的假设是正确的。

3.成本节约效应的机制检验

从表 6 中列 (5) 的结果可以看出，以资产专用性为因变量时，企业数字化的回归系数在 1% 的水平下显著为负。这是因为企业数字化需要技术、软件、数据等无形资产投入，而数字化技术能够帮助企业接触到更多供应商、生产商和服务商，了解交易对手的履约历史、资信水平、产品质量等信息，并根据实时需要灵活调整交易细节，降低企业所付出的搜寻成本和合约成本。表 6 中列 (6) 直观表明，在基准回归模型中加入资产专用性后，企业数字化的回归系数为正，且通过了 1% 水平下的显著性检验，资产专用性对应的回归系数在 1% 的水平下显著为负，中介效应显著。平台经济催生了线上线下融合发展的新模式，拉近了企业和消费者之间的距离，消费者可以通过移动终端、电子商务实现与企业的交流和互动，而企业利用数据挖掘技术、机器学习算法对消费者行为数据进行收集与分析，并绘制消费者画像，既可以识别目标消费者及其兴趣，又能够及时反馈消费者信息和需求，减少服务活动的交易成本，从而促进企业更多地参与到产业链分工体系。综上所述，企业数字化通过优化要素配置来促进产业链分工的假设是正确的。

中介效应的结果验证了企业数字化能够通过提升创新能力、优化要素配置、降低交易成本三种渠道来提升产业链分工程度，这与假设 2 的预期结果一致，同时也再次说明了本文的基准回归结果具有较好的稳健性。

表 6 企业数字化影响产业链分工的机制识别

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>TFP</i>	<i>VAS</i>	<i>FES</i>	<i>VAS</i>	<i>Asset</i>	<i>VAS</i>
<i>DID</i>	0.0579 *** (0.0167)	0.0102 ** (0.0050)	-0.2450 ** (0.1082)	0.0179 *** (0.0056)	-0.0171 *** (0.0031)	0.0168 *** (0.0056)
<i>TFP</i>		0.1397 *** (0.0040)				
<i>FES</i>				-0.0011 *** (0.0004)		
<i>Asset</i>						-0.0826 *** (0.0230)
控制变量	是	是	是	是	是	是
省份固定	是	是	是	是	是	是
行业固定	是	是	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是	是	是
样本量	30675	30675	30677	30677	30677	30677
R ² 值	0.8360	0.4761	0.2176	0.3762	0.6337	0.3769

(二) 企业数字化影响产业链分工的异质性表现

1. 基于企业特征的异质性表现

由于不同类型企业自身与数字化的关联性存在一定差异，其对产业链分工程度的影响也

会存在较大区别。接下来, 本文将根据企业自身特征, 分别按照所有制性质和要素密集度进行分组回归。

(1) 所有制性质

基于所有制性质将企业划分成国有和非国有两种类型。表 7 中列 (1) 展示了国有企业样本的回归结果, 不难发现, 国有企业数字化对产业链分工的影响并不显著。虽然国有企业的规模庞大、体系完整, 在资源获取、市场占有等方面具有明显优势, 是产业链中的核心企业, 但是其信息化水平较低, 业务系统和业务流程相对固定, 缺少复合型数字人才, 很难通过数字化技术改变现有业务模式, 并且只有少数国有企业建立了标准化数据交换平台, 数据开发利用水平仍然有待提高, 尚未实现数据在线交换和集成共享, 这也制约了国有企业数字化进程, 对于重塑产业生态和产业链格局的作用有限。表 7 中列 (2) 给出了非国有企业样本的回归结果, 可以看出, 非国有企业数字化的系数在 5% 的水平下显著为正。非国有企业面临着巨大的市场竞争压力, 在数字化进程中动力充足, 对前沿数字化技术的关注度较高, 拥有推动数字化的强烈意愿, 不仅注重产品与服务创新, 应用数字化技术来规范生产流程和提高业务效率, 而且专注于建立集自动化、高效化和柔性化于一体的智能制造和智能服务体系, 以满足企业数字化转型的要求, 还能够通过引进和培养一批复合型数字人才, 拓宽企业获取数字化相关专业知识的渠道, 这些对于产业链上下游行业、大中小企业之间关联关系的优化都具有重要影响, 从而有利于促进产业链分工程度的提升。

(2) 要素密集度

根据要素密集度将企业划分为劳动密集、资本密集和技术密集三种类型^①, 相关回归结果如表 7 中列 (3)、列 (4) 和列 (5) 所示。由实证结果可知, 劳动密集型和资本密集型企业数字化对产业链分工的影响均不显著, 而技术密集型企业数字化能够促进产业链分工程度的提升, 且通过了 1% 水平下的显著性检验。可能的解释是, 第一, 数字化技术能够通过替代低端劳动力来降低成本和提高效率, 但是, 劳动密集型企业对于知识储备和技术操作的要求不高, 信息化水平也相对较低, 在生产和经营过程中主要依靠大量的劳动力投入, 导致其面临成本上涨的巨大压力, 不具备深度实施数字化战略的客观条件, 因此无法充分发挥出企业数字化对产业链分工的促进作用。第二, 资本密集型企业的产品工序分工比较复杂, 在生产和经营过程中离不开机械设备等传统有形资产的支撑, 更多依赖于资本的大量投入, 这为企业数字化创造了基础条件, 但是数字化技术应用才是数字经济时代的核心所在, 企业数字化在很大程度上依赖无形资产的投入, 否则将不利于改进工艺流程和降低产品成本, 对现有产业链分工体系的影响也有限。第三, 技术密集型企业生产和经营的重点在于科技创新, 需要投入大量的科技人才来满足生产过程中的技术需求, 其高层管理人员具备与人工智能、大数据等数字化技术相关的基础知识, 所有员工对企业数字化的理解较为充分, 并且拥有专家团队来管理数字化转型, 这样能够应对数字化技术的快速变化, 并促进生产和决策过程的系统化发展, 进而有助于企业提升技术创新水平和塑造核心竞争优势。另一方面, 技术密集型企业数字化进程中通过技术研发和积累形成竞争优势, 同时将数字化转型深度嵌入自身的生产流程、组织架构和决策体系之中, 不仅可以发挥技术密集型企业的技术优势, 满足企业数字化所需要的技术创新条件, 而且技术创新的溢出效应能够推动企业积极参与产品产业链的生产和经营活动, 深化了产业链分工体系。

除此以外, 本文还采用似不相关回归模型对不同企业数字化的系数差异进行了检验。结果表明, 似不相关检验的统计量为 18.58, 在 1% 的水平下通过了显著性检验, 企业数字化在分样本检验的组间回归系数存在显著差异。

^① 具体步骤如下: 首先以固定资产占比指标作为划分依据, 将高于样本平均值的企业定义为资本密集型企业; 其次, 根据研发人员占比指标, 同样将高于样本平均值的企业定义为技术密集型企业; 最后, 将既不属于资本密集型企业也不属于技术密集型企业定义为企业为劳动密集型企业。

表 7 异质性分析结果：基于企业特征

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	国有企业	非国有企业	劳动密集型	资本密集型	技术密集型
<i>DiD</i>	0.0137 (0.0093)	0.0157 ** (0.0066)	0.0151 (0.0097)	0.0042 (0.0089)	0.0289 *** (0.0075)
控制变量	是	是	是	是	是
省份固定	是	是	是	是	是
行业固定	是	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是	是
样本量	12444	18233	9722	13750	11017
R ² 值	0.4346	0.3627	0.4129	0.3743	0.3615

2. 基于行业特征的异质性表现

由于不同行业中关于企业数字化战略的部署不尽相同,不同行业之间的产业链分工程度也存在较为明显的差异。因此,有必要进一步考察企业数字化对产业链分工的影响是否存在行业异质性。

(1) 制造业与服务业

对制造业和服务业样本进行回归,结果如表 8 中列(1)和列(2)所示。不难看出,制造业企业数字化对产业链分工程度的提升具有促进作用,且通过了 1%水平下的显著性检验。高水平智能工厂、互联网平台建设对传统制造业企业进行了全面系统的改造,人工智能、大数据、云计算、物联网等对新业态的叠加和倍增作用得以充分发挥,推动制造业全渠道、多场景的数字化转型,数字化技术已经应用于制造业企业生产销售、组织管理和战略创新等方面,与其生产和经营活动产生实质性融合的程度不断提高,同时释放出巨大的产业红利,促使数字化技术真正成为企业增长的重要驱动力,对企业边界的影响也逐步凸显,企业不仅能够将生产任务都置于企业内部完成,还可以选择将生产任务进行分解并交给产业链中的上下游企业完成,最终改变了产业链分工格局。相比较而言,服务业中企业数字化对产业链分工的影响并不显著。可能的原因是,第一,数字素养是企业数字化进程中至关重要的一部分,但是服务业企业数字人才匮乏、数字意识较差、数字技能不足,难以开展创新性活动来适应数字经济的快速发展。第二,现代服务业发展尚未达到成熟稳定期,较低的行业利润率会影响到数字化建设资金的顺利进入,导致其无法获得充足的资金支持。第三,大部分数字化技术仍然停留于表层应用,不同企业之间存在一定的数据壁垒,也没有构建一个提供便捷高效数字化服务的平台系统,无法满足服务业数字化转型的基本需求。

(2) 竞争性与管制性

将样本总体分成管制性行业和竞争性行业^①,相关结果见表 8 中列(3)和列(4)。管制性行业中企业数字化对产业链分工的影响不显著,而竞争性行业中企业数字化的系数为正,且通过了 1%水平下的显著性检验。管制性行业享有政府补贴与优惠支持,生存压力相对较小,提升竞争力的动力不足,其生产和经营的重点在于通过长期稳定的合作关系来达到一定的政策效果,由于管制性行业尚未明确数字化转型的战略价值、战略方向和战略目标,并且受到政策限制和周期性因素的制约,在数字化进程中企业自身的体制机制难以改变,与实际业务发展的融合也不充分,可能无法促进产业链分工程度的提升。与管制性行业相比,竞争性行业意味着更加敏锐的价格和资源压力,面对激烈的行业竞争,竞争性行业企业将数字化技术纳入企业核心的战略活动,更加注重提高和培养全员数字素养和数字技能,以此重塑企业核心竞争力,确保在市场竞争中形成新优势,同时引进先进的信息系统,加快数字化技术

^① 根据《证监会行业分类 2012 版》将行业代码为 B、C25、C31、C32、C36、C37、D、E48、G53、G54、G55、G56、I63、I64、K 以及 R 的行业定义为管制性行业,其他行业则视为竞争性行业。

在更大范围内的渗透和创新应用，提高企业在激烈的市场竞争环境下的生存概率。此外，企业数字化降低外部交易成本的幅度更大（张虎等，2023），这样不仅有助于拓宽企业生产和经营活动范围，还会推动企业配置更多的价值创造环节并持续向产业链上游延伸，避免在最终产品生产环节出现激烈竞争，以保障企业能够获取更多收益和实现利润最大化目标，此时企业数字化对产业链分工的作用效果也更加明显。

表 8 异质性分析结果：基于行业特征

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	制造业	服务业	管制性行业	竞争性行业
<i>DID</i>	0.0194 *** (0.0065)	0.0166 (0.0113)	0.0181 (0.0116)	0.0191 *** (0.0063)
控制变量	是	是	是	是
省份固定	是	是	是	是
行业固定	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
样本量	20697	6761	8057	22620
R ² 值	0.3692	0.4431	0.3207	0.4130

六、研究结论和政策建议

本文首先从理论层面梳理了企业数字化影响产业链分工的内在机理，然后基于 A 股上市公司 2007-2021 年数据，通过网络爬虫技术处理和归集上市公司年报中与企业数字化相关的特征词并构建准自然实验，采用 PSW-DID 模型实证检验企业数字化对产业链分工的影响效应和影响机制。主要研究结论如下：①企业数字化有助于提升产业链分工程度，在验证模型有效性并进行一系列稳健性检验后结论依然成立。②机制检验表明，企业数字化能够通过提升创新能力、优化要素配置和降低交易成本来促进产业链分工。③异质性分析发现，企业数字化对产业链分工的促进作用在制造业、竞争性行业、非国有企业以及技术密集型企业中得以发挥。鉴于此，本文提出如下政策建议：

首先，重视企业数字化对产业链分工的促进作用。一方面，政府必须围绕企业数字化出台相关的人才引进和税收优惠政策并进行动态调整和定期检验，针对性地缓解企业在转型过程面临的各种困难，助力企业准确应用数字化技术，顺利化解潜在的风险，同时鼓励政产学研合作，构建以工业互联网为核心的技术协同创新体系，解决重大关键技术的“卡脖子”难题，帮助企业平稳实现数字化转型。另一方面，企业应该积极培养数字化思维，深化对数字化战略的认知，结合企业定位、所有制以及所处行业等实际情况提前做好与数字化转型相匹配的战略布局和规划，否则将束缚企业自身发展。此外，企业还需加大对基础软硬件、智能传感器、基础元器件等核心领域的研发投入力度，推动智能工厂和数字工厂建设，这样才能更好应对数字化时代的挑战。

其次，积极引导企业数字化推动产业链分工深化。第一，企业不仅要运用互联网思维进行研发创新、管理创新和商业模式创新，加快全方位升级传统业务链条的步伐，还应该利用数字化技术准确掌握客户需求信息，拉近企业与客户之间的距离，重塑企业创新模式，从而优化产业链分工协作体系。第二，通过数字化商业模式来激活、整合与融合闲置资源，推动资源共享和有效配置，并结合不同地区的禀赋特征、不同行业的技术特点以及不同企业的转型基础实施相应扶持政策，同时鼓励良序竞争，以竞争促进地区、行业和企业之间的协调发展。第三，提高政府治理水平，加快推进体制机制改革，充分发挥经济主体的建设作用，营商环境不断优化、政策环境稳定透明也为企业数字化奠定坚实基础，有助于挖掘市场分工潜力，进而实现经济高效运转。

最后，为企业实施数字化战略营造良好外部环境。第一，完善数字化人才培养体系，鼓

励高校和重点龙头企业进行产教融合,加强对既掌握数字化技术又精通专业知识的复合型人才的引进力度,并构建相应的绩效评估和激励机制,以此提高数字化技术应用水平,帮助企业适应数字化转型的浪潮。第二,借助大数据、云计算、区块链技术促使传统金融机构与互联网平台全面对接,推动互联网金融创新发展,产业链“链主”企业也可通过信用贷款、应收账款质押贷和票据贴现等形式满足上下游中小企业数字化转型的融资需求。第三,信息基础设施建设是保障数字经济发展的基石,要着力打造集存储、计算、处理于一体的工业互联网平台,实现数据的高效传输与广泛共享,同时构建数据安全风险预警监测体系,充分释放数字化技术产生的红利优势。

参考文献:

- [1] 陈爱贞,陈凤兰,何诚颖. 产业链关联与企业创新[J]. 中国工业经济, 2021, 402(9):80-98.
- [2] 陈晓东,杨晓霞. 数字化转型是否提升了产业链自主可控能力? [J]. 经济管理, 2022, 44(8):23-39.
- [3] 陈玉娇,宋铁波,黄键斌. 企业数字化转型:“随行就市”还是“入乡随俗”? ——基于制度理论和认知理论的决策过程研究[J]. 科学学研究, 2022, 40(6):1054-1062.
- [4] 范子英,彭飞. “营改增”的减税效应和分工效应:基于产业互联的视角[J]. 经济研究, 2017, 52(2):82-95.
- [5] 黄祖南,郑正喜. 复杂产业网络度中心性研究[J]. 统计研究, 2021, 38(5):147-160.
- [6] 刘飞. 数字化转型如何提升制造业生产率——基于数字化转型的三重影响机制[J]. 财经科学, 2020, 391(10):93-107.
- [7] 吕越,陈帅,盛斌. 嵌入全球价值链会导致中国制造的“低端锁定”吗? [J]. 管理世界, 2018, 34(8):11-29.
- [8] 倪红福. 全球价值链中产业“微笑曲线”存在吗? ——基于增加值平均传递步长方法[J]. 数量经济技术经济研究, 2016, 33(11):111-126+161.
- [9] 祁怀锦,曹修琴,刘艳霞. 数字经济对公司治理的影响——基于信息不对称和管理者非理性行为视角[J]. 改革, 2020, 314(4):50-64.
- [10] 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, 36(4):130-149.
- [11] 石喜爱,李廉水,程中华,等. “互联网+”对中国制造业价值链攀升的影响分析[J]. 科学学研究, 2018, 36(8):1384-1394.
- [12] 孙启明,王浩宇. 基于复杂网络的京津冀产业关联对比[J]. 经济管理, 2016, 38(4):24-35.
- [13] 陶锋,王欣然,徐扬,等. 数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率[J]. 中国工业经济, 2023, 422(5):118-136.
- [14] 涂心语,严晓玲. 数字化转型、知识溢出与企业全要素生产率——来自制造业上市公司的经验证据[J]. 产业经济研究, 2022, 117(2):43-56.
- [15] 武常岐,张昆贤,周欣雨,等. 数字化转型、竞争战略选择与企业高质量发展——基于机器学习与文本分析的证据[J]. 经济管理, 2022, 44(4):5-22.
- [16] 吴非,胡慧芷,林慧妍,等. 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, 37(7):130-144+10.
- [17] 杨德明,刘泳文. “互联网+”为什么加出了业绩[J]. 中国工业经济, 2018, 362(5):80-98.
- [18] 叶振宇,庄宗武. 产业链龙头企业与本地制造业企业成长:动力还是阻力[J]. 中国工业经济, 2022, 412(7):141-158.
- [19] 余典范,王超,陈磊. 政府补助、产业链协同与企业数字化[J]. 经济管理, 2022, 44(5):63-

- [20] 袁淳, 肖土盛, 耿春晓, 等. 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, 40(9):137-155.
- [21] 张国胜, 杜鹏飞. 数字化转型对我国企业技术创新的影响: 增量还是提质? [J]. 经济管理, 2022, 44(6):82-96.
- [22] 张虎, 高子桓, 韩爱华. 企业数字化转型赋能产业链关联: 理论与经验证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(5):46-67.
- [23] 张倩肖, 段义学. 数字赋能、产业链整合与全要素生产率[J]. 经济管理, 2023, 45(4):5-21.
- [24] 张永坤, 李小波, 邢铭强. 企业数字化转型与审计定价[J]. 审计研究, 2021, 221(3):62-71.
- [25] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 财贸经济, 2021, 42(7):114-129.
- [26] 祝树金, 申志轩, 文茜, 等. 经济政策不确定性与企业数字化战略: 效应与机制[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(5):24-45.
- [27] Banalieva E R, Dhanaraj C. Internalization theory for the digital economy[J]. Journal of International Business Studies, 2019, 50(8):1372-1387.
- [28] Beck T, Levine R, Levkov A. Big bad banks? The winners and losers from bank deregulation in the United States[J]. The Journal of Finance, 2010, 65(5):1637-1667.
- [29] Broekhuizen T L, Broekhuis M, Gusenberg M J, et al. Introduction to the special issue digital business models: A multi-disciplinary and multi-stakeholder perspective[J]. Journal of Business Research, 2021, 122:847-852.
- [30] Fally T. Production staging: Measurement and facts[R]. University of Colorado Boulder Working Paper, 2012.
- [31] Goodman-Bacon A. Difference-in-differences with variation in treatment timing[J]. Journal of Econometrics, 2021, 225(2):254-277.
- [32] Hernández V, Pedersen T. Global value chain configuration: A review and research agenda[J]. Business Research Quarterly, 2017, 20(2):137-150.
- [33] Kee H L, Tang H. Domestic value added in exports: Theory and firm evidence from China[J]. American Economic Review, 2016, 106(6):1402-1436.
- [34] Li F, Morgan K L, Zaslavsky A M. Balancing covariates via propensity score weighting[J]. Journal of the American Statistical Association, 2018, 113(521):390-400.
- [35] McGavock T. Here waits the bride? The effect of Ethiopia's child marriage law[J]. Journal of Development Economics, 2021, 149:102580.
- [36] Miller R E, Temurshoev U. Output upstreamness and input downstreamness of industries/countries in world production[J]. International Regional Science Review, 2017, 40(5):443-475.
- [37] Mubarak M F, Tiwari S, Petraite M, et al. How industry 4.0 technologies and open innovation can improve green innovation performance?[J]. Management of Environmental Quality, 2021, 32(5):1007-1022.
- [38] Nambisan S, Lyytinen K, Majchrzak A, et al. Digital innovation management: Reinventing innovation management research in a digital world[J]. MIS Quarterly, 2017, 41(1):223-238.
- [39] Verhoef P C, Broekhuizen T, Bart Y, et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda[J]. Journal of Business Research, 2021, 122:889-901.
- [40] Wu L, Lou B, Hitt L. Data analytics supports decentralized innovation[J]. Management Science, 2019, 65(10):4863-4877.