

引用格式:王迪, 刘邦正. 数智化转型如何驱动企业价值链跃迁? ——基于理论建模与微观数据的双重检验[J]. 技术经济, 2026, 45(10): 117-132.

Wang Di, Liu Bangzheng. How does digital and intelligent transformation drive enterprise value chain upgrading? Dual evidence from theoretical modeling and micro-level data[J]. Journal of Technology Economics, 2026, 45(10): 117-132.

青年探索

数智化转型如何驱动企业价值链跃迁?

——基于理论建模与微观数据的双重检验

王 迪¹, 刘邦正²

(1. 东北大学工商管理学院, 沈阳 110167; 2. 南开大学经济学院, 天津 300110)

摘 要: 在全球价值链重构背景下, 数智化转型已成为微观企业培育新质生产力、突破“低端锁定”的核心动能。针对现有研究在量化测度与数理推演上的不足, 本文进行双重拓展: 一是构建有效剥离“短期垄断溢价”与“低效技术冗余”的微观企业价值链跃迁指数; 二是将数智化投入嵌入异质性企业模型, 通过数理推演揭示转型红利与边际扩张成本的对冲机理。依托2014—2023年中国A股上市公司面板数据, 实证考察其内在逻辑与边界条件。研究表明: 数智化转型显著驱动了企业全球价值链地位的实质性攀升; 机制检验发现, 其通过破除组织信息摩擦提升资源配置效率, 并依托技术溢出效应激发实质性创新产出, 构筑了“技术-效率”双轮驱动路径, 实现了理论建模与实证检验的双重闭环; 数字化驱动的价值链跃迁效应在面临激烈竞争倒逼、身处高水平数据市场、非国有及中部地区企业中更为凸显, 进一步拓展了赋能的作用边界。研究结论不仅为精准评估微观主体价值链地位提供了量化工具, 也为不同禀赋企业因地制宜制定转型战略及政府精准施策提供了经验启示。

关键词: 数智化转型; 全球价值链跃迁; 异质性企业模型; 全要素生产率; 技术创新能力

中图分类号: F272; F740 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-980X(2026)10-0117-16

DOI: 10.12404/j.issn.1002-980X.J26030510

一、引言

近年来, 随着逆全球化思潮与地缘政治博弈的持续演化, 叠加全球供应链体系的深刻重构, 传统基于“效率优先”与“成本洼地”的全球垂直分工协作模式正面临严峻挑战。与此同时, 以人工智能、大数据、云计算为代表的新一代信息技术加速向实体经济渗透, 驱动全球价值链加速向数字化、智能化、绿色化方向演进^[1]。在这一历史交汇期, 如何抢抓新一轮科技革命的时间窗口, 通过培育和发展新质生产力以打破发达国家对核心技术的封锁, 成为后发国家实现价值链“低端锁定”突破的战略关键^[2]。对于中国而言, 数智化转型不仅是微观企业重塑竞争优势的关键抓手, 更是宏观经济实现从规模扩张向质量效益跨越的核心动能。

客观而言, 尽管中国深度融入全球分工体系并确立了“制造大国”的地位, 但处于全球价值链“微笑曲线”底部的结构性矛盾依然突出。随着人口红利消退与资源环境约束趋紧, 传统要素驱动模式下的比较优势正加速流失。更为严峻的是, 当前多数企业的数字化进程仍停留在表层的信息系统构建与局部业务替代阶段, 真正能够利用数据要素与智能算法对底层技术架构、业务模式及组织惯例进行深度重组, 进而实现“数智化转型”的企业比例依然偏低。根据全球价值链分工理论, 价值链中的制造环节附加值最低。企业若想实现向研发与营销环节上的跃迁, 必须依赖技术与效率变革。而在技术条件、企业组织架构和外部全球

收稿日期: 2026-03-05

基金项目: 教育部人文社会科学研究项目“工业智能化驱动劳动力就业的影响识别、效应模拟与应对策略研究”(25YJC790098); 河北省自然科学基金项目“河北省制造业智能化对生产效率和就业结构的非对称影响及治理策略研究”(G2026501013)

作者简介: (通信作者)王迪(1994—), 博士, 东北大学工商管理学院讲师, 研究方向: 数字经济与产业发展; 刘邦正(2003—), 南开大学经济学院硕士研究生, 研究方向: 数智化转型与企业高质量发展。

竞争环境的三重驱动下,企业必须完成技术与组织变革,而数智化是现代经济中实现该变革并适配全球价值链竞争规则的必要现实途径。基于技术创新维度,价值链跃迁要求企业摆脱技术依附从而突破低端技术锁定,而数智化可以显著促进工艺改良与原创技术突破;基于资源配置维度,价值链跃迁要求企业具备高端价值链分工的能力,进而必须具备一定的配置效率优势,而数智化的“透明化”“智能化”“实时化”的要素调度特征可以有效破解要素错配与效率洼地难题;基于生产流程维度,价值链跃迁要求企业从低端制造加工延伸到精益制造与供应链运营等高价值环节,而数智化赋能可以实现全链路的数智化管控以匹配个性化与高阶需求,延伸价值创造链条并重构价值创造模式。可见,数智化虽并非企业存活的必需品,却是企业价值链向上跃迁的刚性必备条件。因此,探究如何依托数字技术先发优势,通过数智化转型驱动微观企业在技术创新、资源配置及生产流程上的系统性变革,进而实现在全球价值链网络中的向上跃迁^[3],已成为亟待从理论与经验层面予以回答的重大现实命题。

有鉴于此,本文旨在构建理论建模与经验数据的双重检验闭环,深入剖析数智化转型驱动企业价值链跃迁的内在机理。将数智化投入引入异质性企业模型进行理论推演,并利用2014—2023年A股上市公司面板数据展开实证检验。本文试图回答:数智化转型是否实质性驱动了企业价值链地位的攀升?其背后的“技术-效率”赋能机制是什么?各类外部异质性特征又如何对这一过程产生约束或催化作用?本文的研究不仅是对现有全球价值链与数字经济交叉领域文献的有益补充,也为中国微观实体把握数字化变革规律、培育新质生产力并迈向全球价值链中高端提供坚实的经验证据。

二、文献综述、理论分析和研究假设

(一)文献回顾

数智化转型已成为微观主体重塑竞争优势的核心战略。区别于早期数字化转型侧重于底层信息技术架构的铺设,数智化转型更强调“数据驱动”与“智能算法”的深度融合,旨在通过对企业资源的动态编排与组织惯例的重构,实现产品服务与运营模式的实质性跃升^[4-5]。在现实经济系统中,数智化转型往往存在阶段性的演进特征^[6],而数据要素则是数智化演进过程中的核心要素与变量,并在数智化发展初期起到决定性作用。Peter等^[7]及Soluk和Kammerlander^[8]均强调信息数据化在转型过程中的起点与基础性作用,只有在数据化的基础上才有可能实现业务优化与业务创新。国内一些学者则主张数据要素是智能化的基础资源与发展引擎^[9],认为存在“电子化-信息化-智能化”的内在发展过程^[10]。因此,基于中国目前数智化发展水平较低的现实,企业如何提高数智化水平与数据要素利用水平,如何发挥数据要素经济效应并避免高度的同质性,如何利用好梅特卡夫定律跨过数智化水平初期门槛进而实现企业的价值链跃迁,已经成为重要的问题^[5]。

经典价值链理论指出,企业价值链升级的核心驱动力根植于技术水平与创新能力的跃迁^[11-13]。通过关键核心技术的突破,企业能够有效打破全球生产网络中的“低端锁定”困境,从被动的价值接受者转变为价值网络的规则主导者^[14]。围绕数智化转型与价值链升级的逻辑关系,现有文献已展开初步探讨,并揭示了部分作用渠道。一方面,数智化技术通过缓解信息不对称、降低内部管理与外部交易成本,释放了显著的资源配置效应^[15];另一方面,数智赋能加速了企业知识溢出与技术吸收,提升了供应链协同效率,进而为创新产出与价值链嵌入地位的攀升提供了支撑^[16-17]。

综上所述,数智化转型驱动价值链攀升的理论逻辑已得到初步印证。然而,现有研究仍存在以下拓展空间:第一,受限于微观数据可得性与指标度量技术的瓶颈,关于价值链升级的探讨多聚焦于宏观与中观产业层面,聚焦于数据要素的引入与数智技术的应用降低跨国交易成本、释放协同效应,从而为发展中国家改善全球价值链分工地位提供重要契机^[18-20]。然而,深入微观企业层面的考察相对匮乏。第二,鲜有文献将数智化资本直接内化于企业生产函数中,缺乏从数理模型出发推导数智化转型驱动微观价值链升级的严密理论框架。第三,目前关于数智化转型对企业经济影响的研究大致可以分为全要素生产率的提升^[21-23]、技术创新效应的施展^[24]和生产经营效率的优化^[25]三个方面。尽管这三个方面和价值链升级的核心驱动力具有高度一致性,但这三个方面究竟如何在价值链升级这一微观过程中实现统一并形成合力,又在价值链升级这一微观过程中各自起到什么样作用的内在机理尚待研究,数智化转型作用于价值链的微观机制“黑箱”

仍需进一步打开。第四,该赋能效应在不同资源禀赋、市场环境的企业间的异质性边界尚不清晰。

基于上述背景,本文边际贡献主要体现在以下方面:第一,在测度体系上,构建了更为科学的微观企业价值链升级指数。针对现有测度方法可能存在的偏差,通过引入附加值提升与创新效应的协同机制,有效剥离了“短期垄断溢价”与“低效技术冗余”对真实价值链指数的干扰,为精准评估微观企业价值链地位提供了新的量化工具。第二,在理论机制上,实现了理论建模与实证检验的双重闭环。本文突破了已有研究仅停留在逻辑思辨的局限,将数智化投入嵌入异质性企业模型,通过严密的数理推导系统揭示了数智化转型推动价值链跃迁的内在机理,并基于A股上市公司大样本数据进行了机制验证,厘清了“技术创新”与“资源配置效率”的双轮驱动路径。第三,在研究视角上,拓展了数智化赋能效应的异质性作用边界。本文系统考察了研发储备、市场竞争强度及所有制属性等微观与中观外部条件对转型效果的约束作用,明确了数智化转型促进价值链升级的客观限制因素,为不同禀赋企业因地制宜地制定数智化战略及政府精准施策提供了更具操作性的经验启示。

(二) 理论分析与研究假设

1. 特征事实

当前,中国企业数智化发展总体水平较低,尚处于跨过初始门槛阶段,多数企业仍聚焦在浅表层的业务数据化与信息化系统构建阶段。图1中企业数智化水平数据在密度直方图中的显著低端聚集,且随着数智化水平不断提高,企业占比显著降低,说明中国企业的数智化发展水平分布呈现“正金字塔”形。限于数据可得性与真实性,数据选取范围限定于A股上市公司,由于上市公司往往具备比一般公司更高的行业能级、规范治理水平和要素获取能力,现实经济系统中的企业总体数智化发展水平较低与低端企业聚集的现象只会更为严重。

基于多数中国企业尚处于跨过数智化转型初始门槛的现实阶段,梅特卡夫定律的网络效应叠加数据要素的非排他性与自我增值特性,使中国企业在这一数智化转型的特定阶段表现出类似于指数级爆发的特征。为排除极端值影响并考察中国企业现阶段主体特征,在进行5%缩尾后制作与企业经营相关重要变量的数智化分仓散点图。从图2~图5可以看出,中国企业数智化水平与全要素生产率、附加值、研发投入与企业成本之间均存在强正相关关系,并且在企业数智化转型水平的聚集区更为明显,呈现出类似指数增长的特征。与此同时,仅有极少部分中国企业跨过了数智化转型的初始门槛并显示出边际回报递减与成本缩减效应,表现为散点图

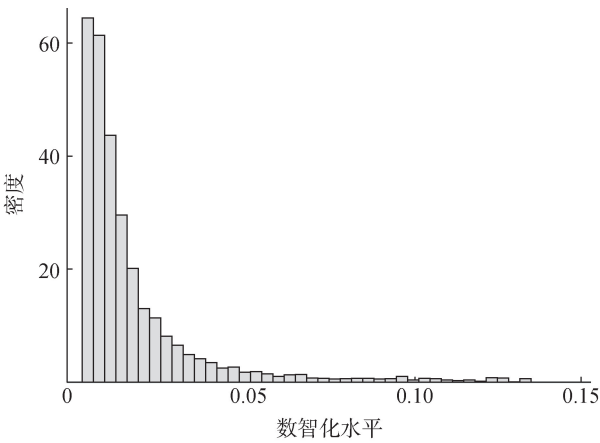


图1 数智化水平密度直方图

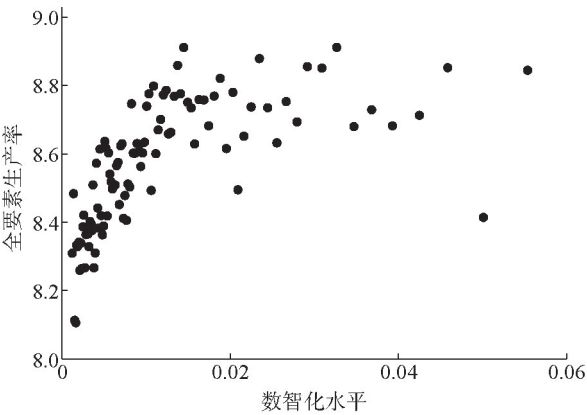


图2 数智化水平对全要素生产率的影响

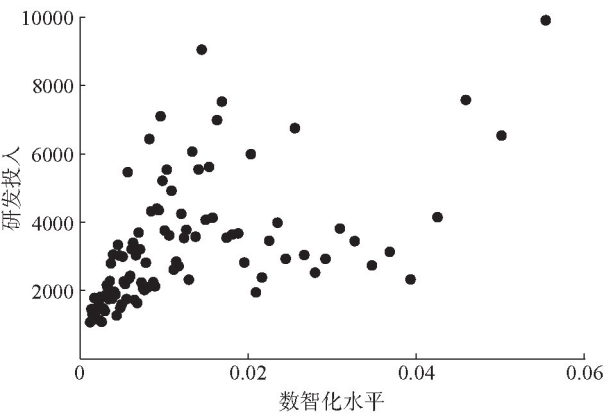


图3 数智化水平对研发投入的影响

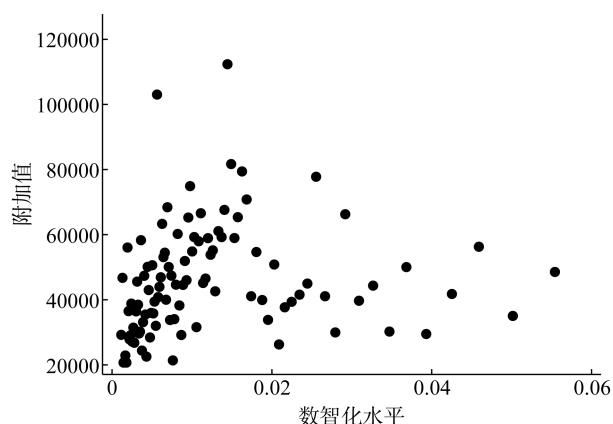


图4 数智化水平对附加值的影响

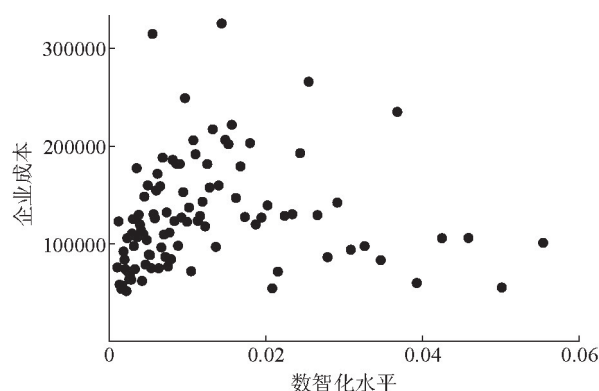


图5 数智化水平对企业成本的影响

右侧个体点较为稀疏。但总的来说这并不影响中国企业实现数智化转型初始阶段的总体特征,即中国企业数智化水平与边际回报、企业成本均存在强正相关关系,并在低端集聚区显示出指数特征。一方面,上述图示为理论模型提供了理论基础;另一方面,又为后文的模型函数设定提供了一定经验支撑。

2. 模型设定与假设

考虑一个使用数据要素企业的生产函数如式(1)所示。

由于数据要素具有正反馈循环的网络效应和自我生成的自我增值效应,所以将全要素生产率设定为数据要素的内生增长函数,并且赋予它们随着数据要素投入呈现出指数增长的特点,即 $A(D) = A_0 e^{\lambda D}$ (λ 为全要素生产率对数据要素投入的弹性系数)。因此,生产函数如式(1)所示。

$$Y = A_0 e^{\lambda D} K^\alpha L^\beta D^\gamma, \alpha + \beta + \gamma > 1 \quad (1)$$

其中: Y 为企业产出; K 、 L 、 D 、 A 分别为资本要素、劳动力要素、数据要素和全要素生产率; α 、 β 、 γ 分别为资本、劳动力和数据要素对产出的弹性。

(1)数智化转型指标设定。模型用数据要素投入量作为衡量企业数智化转型的指标,具有理论和数理两方面的依据。理论依据是相关研究表明数据要素不仅是企业进行数智化转型的核心产出和关键投入,还是数智化转型的直接驱动力和考察企业进行数智化转型的关键指标^[26]。而数理角度方面,对企业生产函数进行全微分处理得到式(2)。

$$dY = \frac{\partial Y}{\partial K} dK + \frac{\partial Y}{\partial L} dL + \frac{\partial Y}{\partial A} dA + \frac{\partial Y}{\partial D} dD \quad (2)$$

因此,数据要素投入的总效应可以分解为两个部分,即通过全要素生产率作用的技术溢出效应和数据要素直接效应。将数据要素的技术溢出效应和数据要素总效应的比值定义为数据要素的技术溢出效应贡献率 $\theta(D)$ 。而数据要素总效应又可以拆解为技术溢出总效应和数据要素直接效应的和,所以 $\theta(D)$ 可表示为

$$\theta(D) = \frac{\frac{\partial Y}{\partial A} dA}{\frac{\partial Y}{\partial A} dA + \frac{\partial Y}{\partial D} dD} = \frac{\lambda}{\lambda + \frac{\gamma}{D}} \quad (3)$$

由此可见,将数据要素投入量(D)作为数智化转型的核心测度指标具有双重逻辑自洽性。第一,在合理的投入区间内保证 $\frac{\partial \theta}{\partial D} > 0$,能够精准刻画数据要素积累对技术溢出效应的正向驱动过程,即技术溢出贡献率在跨越初始门槛后,将随着数据要素的深化应用而稳步释放;第二,从长期来看,随着数据要素不断投入, $\theta(D)$ 趋近于1^①,也即从长期来看,技术溢出效应必然占据主导地位。这体现了企业数智化转型的推动是来

① $\lim_{D \rightarrow \infty} \theta(D) = 1$ 。

自长期的技术和创新而不是简单数据堆砌的规模效应。

(2) 价值链指数设定。基于现有价值链评价体系的局限性,本文对微观企业价值链指数进行重构。一方面,借鉴 Yin 等^[27]的做法引入附加值率;另一方面,将企业创新能力因子纳入考量,以二者的协同效应构建综合价值链指数。最终设定如式(4)所示。

$$S = \frac{v_a}{v_i} \frac{R\&D}{C} \quad (4)$$

其中: S 为企业价值链指数; v_a 为增加值; v_i 为增加值与购买商品和接受劳务支付现金的总和; $R\&D$ 为研发投入; C 为企业成本; v_a/v_i 为附加值率; $R\&D/C$ 为研发创新能力。

对于附加值率,往往企业的增加值率越高,其所在的价值链环节就越高^[28]。对于研发创新能力,既有研究多聚焦于以创新成果产出或研发效率作为创新能力的代理指标。本文将创新能力指标设定为研发成本与总成本之比具有以下优势:第一,纳入研发投入用于描摹企业价值链位置具有必要性,研发投入已经成为核心竞争力较为稳定的互动提升因子,可以纳入公式进行量化,并且研发投入自身对企业竞争力也具备直接影响^[29];第二,强调相对强度的信号作用,剔除企业规模与产业特性的干扰,摆脱“绝对规模迷思”,同时体现了成本对效率的约束,将成本引入模型设定本质是效率过滤器,只有强化研发投入且具备成本控制能力的企业才具备真正提升价值链的能力。

该指数构建策略的核心优势在于:若单一采用增加值率测度,极易受到宏观政策冲击或企业获取短期垄断溢价的干扰,产生企业已实质性掌握价值链关键环节的“伪升级”假象,且这种因短期垄断带来的跃升不可持续;反之,若单纯依赖创新投入指标,则无法规避“低效技术冗余”陷阱,即未能转化为实际盈利能力的创新亦不能代表价值链地位的真实改善。因此,采用附加值率与创新能力的乘积来刻画二者的协同效应,能够更为稳健且真实地衡量企业在价值链网络中的相对位置。

具体而言,类似全要素生产率的设定,为刻画数据要素持续投入带来的网络效应与规模报酬递增特征,本文将附加值与企业研发投入设定为数据要素的内生指数增长函数: $v_a(D) = v_{a0}e^{\mu D}$, $R\&D = R_0D^\eta$ 。其中, v_{a0} 为附加值系数, R_0 为研发投入系数, μ 为附加值对数据要素的弹性, η 为研发投入对数据要素的弹性。

同时,在劳动力与资本已实现最优配置的基准假设下,设定条件成本函数为: $C(D) = C_0 + mD^\omega$ ($\omega > 1$)。其中, C_0 为不变成本, m 为数据成本系数, ω 为成本对数据要素的弹性。该设定反映了随着数据要素规模的不断扩张,资源约束逐渐凸显,管理与应用复杂度增加,导致数据要素的获取与维系呈现出边际成本递增的客观规律。

(3) 企业数智化转型推动企业价值链升级及均衡。将附加值函数、研发函数与条件成本函数代入式(4),并对价值链指数中的数据要素求导得到价值链指数增长的一阶条件后化简可得式(5)。

$$\mu D + \eta > \frac{\omega m D^\omega}{C_0 + m D^\omega} \quad (5)$$

式(5)给出了数智化转型驱动价值链攀升的充分条件:当企业具备较高的附加值跃升潜能(弹性 μ 较大)与研发转化率(弹性 η 较大),且能够完全覆盖数据要素引入所带来的边际成本递增效应时,数智化转型方能实质性推动企业价值链升级。简言之,只有当企业具备追加附加值的空间与较强的研发创新转化能力,且数据要素获取成本处于合理区间时,转型红利才能得到有效释放。进一步地,鉴于企业定价能力与其所处的价值链位置高度正相关,即处于价值链上游的企业具备更强的定价权,本文将产品价格设定为价值链指数的函数 $P=P(S)$ 。考虑到企业数据要素投入受到预算、技术吸收能力和组织承载能力的约束,本文将数据要素投入限定在有界可行区间内,并假定在该区间内企业净收益函数满足严格凹性条件,以保证最优解的存在性与唯一性。在此基础上,使用数据要素的企业所面临的折现利润最大化问题可表示为

$$\max \pi = \int_0^\infty e^{-rt} [P(S)Y(D) - C(D)] dt \quad (6)$$

其中, r 为贴现率, ε 为微小扰动参数。此时,使数据要素企业实现利润最大化的目标就在于找到一条最优的时间路径 $D(t)$,即一整套数据要素投入策略,而最大利润就代表了如果企业完全执行了这套完整的投

资策略 $D(t)$, 所能得到的全部未来利润的总现值。式(6)反映了企业在各期选择数据要素投入以实现折现利润最大化的问题。

为此使用变分法, 在考虑最优路径微小扰动且满足端点条件的情况下, 假设最优路径为: $D(t) = D^*(t) + \varepsilon g(t)$, 其中 $g(t)$ 为扰动函数。将利润函数表示为

$$\pi(\varepsilon) = \int_0^{\infty} e^{-rt} \{ P[S(D^* + \varepsilon g)] Y(D^* + \varepsilon g) - C(D^* + \varepsilon g) \} dt \quad (7)$$

在最优路径处, 利润函数关于 ε 的导数在 $\varepsilon = 0$ 时应等于 0, 且根据变分法基本引理得到被积函数必须为 0, 两边同乘 e^{-rt} , 最终均衡结果如式(8)所示。

$$\frac{\partial P}{\partial S} \frac{\partial S}{\partial D} Y + P \frac{\partial Y}{\partial D} = \frac{\partial C}{\partial D} \quad (8)$$

在 $0 < \gamma < 1$ 且 $\omega > 1$ 的条件下, 数据要素投入接近零时, 边际产出相对较高, 而边际成本趋近于零, 企业具有开展数智化转型的动力。随着数据投入增加, 在所述有界可行区间和净收益严格凹性的假设下, 若最优解为内点解, 则企业的最优数据投入满足边际收益等于边际成本。由此式(8)刻画了企业数智化投入的最优条件。

基于上述探讨, 本文提出假设:

数智化转型能够显著驱动企业在全价值链中的地位攀升, 实现价值链升级(H1)。

3. 数智化转型推动企业价值链升级的作用机制

数智化转型驱动企业价值链升级并非单一过程, 而是通过全要素生产率提升、技术创新突破与生产经营效率优化等多维路径协同发力。结合前文理论模型, 梳理出以下作用渠道。

第一, 全要素生产率的提升效应。模型中 $A(D)$ 的指数设定揭示了数据要素具有超越单纯规模扩张的溢出效应。数智化转型不仅能加速市场信息流通、降低决策过程中的人为干预与摩擦成本^[21-22], 还能通过精准捕捉和获取需求端变化来优化资源配置效率^[23]。更为关键的是, 模型设定表明全要素生产率本质上是企业附加值增长的基石, 数据要素的赋能必然通过推升全要素生产率来提高附加值弹性。因此, 在技术维度, 数智化转型通过破除组织内部的人为干预与信息摩擦, 显著提升了全要素生产率。这种效率的提升提高了附加值弹性, 有效对冲了数据要素投入的初期成本, 构成了价值链跃迁的底层动能。

第二, 技术的创新效应。数智化改造为企业提供了全新的创新工具与数字研发平台。通过数据要素对市场偏好的深度挖掘, 企业能够精准锁定研发方向, 增加创新成果的产出^[24]。有研究表明, 创新成果的产出可以对研发投入产生显著的激励效应。在理论模型中, 这一过程直观体现为研发弹性(η)的显著跃升。数智化转型通过打破技术壁垒、提升自主创新能力, 满足了式(4)中促进价值链升级的关键条件。因此, 在创新维度, 数智化技术推动企业价值链跃迁的过程可以进一步概括为: 数智化转型通过强化数据挖掘与数据导航效应实现“研发方向锁定—促进创新成果的产出—反向提升研发弹性”的价值跃迁。

第三, 生产经营效率的优化效应。数智化不仅重塑了技术架构, 更深刻改变了组织管理惯例。通过搭建智能决策支持系统, 企业能够实现供销全流程的信息协同, 大幅缩短库存周期并降低管理损耗^[25]。映射到理论模型中, 经营效率的提升能够缓解数据要素投入所带来的条件成本递增效应(ω), 扩大了附加值与创新带来的净收益, 从而构筑了价值链攀升的护城河。

基于上述探讨, 本文提出假设:

数智化转型通过全要素生产率提升赋能企业的价值链跃迁(H2a);

数智化转型通过技术创新能力提升赋能企业的价值链跃迁(H2b);

数智化转型通过生产经营效率优化赋能企业的价值链跃迁(H2c)。

4. 企业数智化转型推动价值链升级的异质性分析

回顾式(5)给出的充分条件可知, 数智化转型的赋能效果高度依赖于附加值弹性(μ)、研发产出弹性(η)与成本弹性(ω)的博弈。这三个内生参数并非孤立的内部变量, 而是与企业所处的外部竞争环境、要素市场发育程度及所有制禀赋深度耦合。因此, 本文将宏微观异质性特征映射到模型参数中, 深入剖析转型

效果的作用边界。

第一,行业竞争程度与要素市场化程度(直接映射)。对于附加值弹性(μ),只有身处竞争环境的企业才具备通过转型打破僵局、追加附加值的强烈动机与空间;处于绝对垄断地位的企业因缺乏市场压力,其附加值弹性提升潜力受限。因此,竞争性行业转型赋能效果应更为凸显。对于成本弹性(ω),其高度依赖于所处地区数据要素市场的完善度。数据要素市场化水平越高的区域,企业获取及应用数据的边际成本越低(ω 更小),转型阻力更小,越容易满足价值链升级的充分条件。

第二,企业所有制性质(综合映射)。所有制属性深刻影响企业的资源配置模式。国有企业多分布于关系国计民生的关键或垄断领域,虽然实力雄厚,但附加值向上突破的弹性潜能往往受制于其他因素;而民营企业直面激烈的市场竞争,生存压力迫使其对技术创新与效率优化更为敏感,其研发产出弹性与附加值弹性通常具有更大的提升空间,因而在转型中可能释放更显著的价值链攀升效应。

第三,地理区位特征(发展阶段映射)。中国东、中、西部地区在产业基础与数字基础设施上存在显著梯度差异。东部地区虽产业相对高端(μ 、 η 较高),但部分行业数智化已进入深水区,资源约束趋紧导致成本效应(ω)急剧上升,可能限制了边际效用的进一步释放。西部地区受限制于基建与科研短板,附加值与研发潜能尚不足以覆盖前期高昂的转型成本。相比之下,中部地区既具备一定的产业承接与升级基础,又尚未触及成本要素的瓶颈红线,正处于数智化转型红利加速释放的最佳窗口期,理论上其数智化转型的边际促进效果可能最为理想。

基于上述探讨,本文提出假设:

在竞争行业中的企业推动数智化转型进而赋能价值链跃迁的效果较好,而在非竞争行业中的企业推动数智化转型难以促进企业自身的价值链跃迁(H3a);

身处较为健全的数据要素市场的企业推动数智化转型赋能价值链跃迁的效益更显著(H3b);

数智化转型推动价值链升级的效果对民营企业更为显著,而对国有企业不明显(H3c);

数智化转型推动价值链升级的效果对中部地区最显著,东部地区次之,难以对西部地区产生影响(H3d)。

本文的作用机制如图6所示。

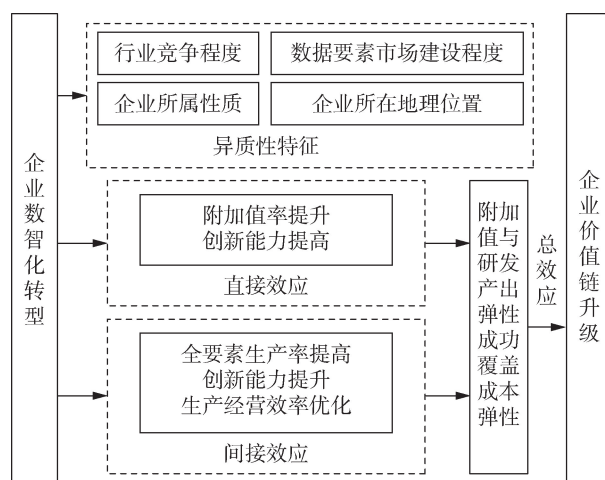


图6 作用机制

三、研究设计

(一) 变量选取

1. 被解释变量

被解释变量为企业价值链指数(s)。参考 Yin 等^[27]的做法,把当期增加值表示为薪酬总额、企业利润、企业税收及应付利息之和。最终的计算公式为:当期工业增加值=(支付给职工及为职工支付的现金+应付职工薪酬)+(净利润-营业外收入-投资收益-公允价值变动收益-汇兑收益+营业外支出+资产减值损失)+(营业税金及附加+所得税费用-返还税费)+应付利息。因此增加值率表示为:当期增加值/(当期增加值+购买商品和接受劳务支付的现金)。参考既有文献^[29]方法,用企业的研发投入与企业成本之比作为企业创新能力的评价指标。因此,构建的企业价值链指数如式(4)所示。

2. 解释变量

解释变量为企业数智化转型程度(dig)。由于企业层面数智化转型和反映数智化转型的核心指标数据要素投入均具有测度方面的难度,因此,参考赵宸宇等^[35]的做法,统计关键词(表1)的披露次数,在此基础上对词频数据进行标准化处理,并使用熵值法确定各指标权重,最终确定数智化转型程度。通过文本分析可

表 1 词频标注

维度	分类词语	出现频率较高的文本组	分词词典
数字技术应用	数据、数字、数字化	数据管理、数据挖掘、数据网络、数据平台、数据中心、数据科学、数字控制、数字技术、数字通信、数字网络、数字智能、数字终端、数字营销、数字化	数据管理、数据挖掘、数据网络、数据平台、数据中心、数据科学、数字控制、数字技术、数字通信、数字网络、数字智能、数字终端、数字营销、数字化、大数据、云计算、云 IT、云生态、云服务、云平台、区块链、物联网、机器学习
互联网商业模式	互联网、电商	移动互联网、工业互联网、产业互联网、互联网解决方案、互联网技术、互联网思维、互联网行动、互联网业务、互联网移动、互联网应用、互联网营销、互联网战略与平台、互联网模式、互联网商业模式、互联网生态、电商、电子商务	移动互联网、工业互联网、产业互联网、互联网解决方案、互联网技术、互联网思维、互联网行动、互联网业务、互联网移动、互联网应用、互联网营销、互联网战略、互联网平台、互联网模式、互联网商业模式、互联网生态、电商、电子商务、Internet、“互联网+”、线上线下、线上到线下、线上和线下、O2O (online to offline)、B2B (business to business)、C2C (consumer to consumer)、B2C (business to consumer)、C2B (consumer to business)
智能制造	智能、智能化、自动、数控、一体化、集成	人工智能、高端智能、工业智能、移动智能、智能控制、智能终端、智能移动、智能管理、智能工厂、智能物流、智能制造、智能仓储、智能技术、智能设备、智能生产、智能网联、智能系统、智能化、自动控制、自动监测、自动监控、自动检测、自动生产、数控、一体化、集成化、集成解决方案、集成控制、集成系统	人工智能、高端智能、工业智能、移动智能、智能控制、智能终端、智能移动、智能管理、智能工厂、智能物流、智能制造、智能仓储、智能技术、智能设备、智能生产、智能网联、智能系统、智能化、自动控制、自动监测、自动监控、自动检测、自动生产、数控、一体化、集成化、集成解决方案、集成控制、集成系统、工业云、未来工厂、智能故障诊断、生命周期管理、生产制造执行系统、虚拟化、虚拟制造
现代信息系统	信息、信息化、网络化	信息共享、信息管理、信息集成、信息软件、信息系统、信息网络、信息终端、信息中心、信息化、网络化	信息共享、信息管理、信息集成、信息软件、信息系统、信息网络、信息终端、信息中心、信息化、网络化、工业信息、工业通信

以精确识别企业的发展战略与发展意愿,在实际中词频统计的频次和公司运营的实际投入存在显著正相关关系,代表了资源倾斜的程度。词频法具有覆盖范围广、实时性强、易捕捉前沿演化的优势,有效避免了指标体系法在实证中滞后性严重、口径难以统一和数据获取受限的缺点。其中,数字技术应用直接体现了数据要素投入与使用水平,而互联网商业模式、智能制造和现代信息系统不仅关系着数据要素发挥作用的效能,还提供了数据要素作用的表现形式和延伸的实际结果。因此,以文本词频测度作为数智化指标的最优代理变量,既有理论与实证上的自洽性,又可以对数智化转型的核心指标,即实际数据要素使用水平进行合理的测度。

3. 控制变量

为尽可能吸收其他微观特征对企业价值链攀升的混淆影响,缓解遗漏变量导致的内生性偏误,选取以下控制变量:产权比率(*der*),以年末总负债与所有者权益的比值测度,用于控制资本结构与财务风险敞口对长周期创新投资的挤出效应;总资产利润率(*roa*),以净利润与总资产平均余额的比值测度,刻画企业支撑数智化转型的内部资金底座与盈利动机;流动比率(*liquid*),以流动资产与流动负债的比值测度,反映企业应对转型期不确定性冲击的短期财务韧性;净利润增长率(*npg*),以本年净利润同比增长率测度,用于吸收微观主体成长势能差异带来的自选择偏误;融资约束(*sa*),采用 SA 指数绝对值衡量,控制外部信贷获取摩擦对转型推进速度的制约;有形资产占比(*tangible*),以(总资产-无形资产净额-商誉净额)/总资产测度,旨在剥离资产“重型化”程度及其对外部抵押融资能力、组织战略灵活性的异质性干扰。

(二) 模型设计

1. 基准回归模型

为了验证数智化转型对企业价值链升级的直接赋能效应,构建如式(10)所示的双向固定效应面板数据模型。

$$s_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 dig_{it} + \sum Control_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中： i 和 t 分别为企业与年份； s_{it} 为被解释变量，代表企业价值链跃迁指数； dig_{it} 为核心解释变量，代表企业数智化转型程度； $\sum Control_{it}$ 为一系列影响企业价值链地位的控制变量； μ_i 和 θ_t 分别为企业和年份固定效应； ε_{it} 为随机扰动项； α 为待估系数。

2. 机制检验模型

前文理论推导表明，数智化转型通过全要素生产率提升、创新能力跃升及生产经营效率优化赋能价值链升级。通过构建如式(11)~式(13)所示的中介效应模型^[30]验证全要素生产率、创新能力和生产经营效率在数智化过程中所起到的作用机制。

$$tfp_{it} = c_0 + c_1 dig_{it} + \sum Control_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \tag{11}$$

$$ica_{it} = d_0 + d_1 dig_{it} + \sum Control_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \tag{12}$$

$$poe_{it} = e_0 + e_1 dig_{it} + \sum Control_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \tag{13}$$

其中： tfp_{it} 、 ica_{it} 、 poe_{it} 分别为全要素生产率、技术创新能力、生产经营效率； c 、 d 、 e 为待估系数。

(三) 样本选择与数据来源

综合考虑数智经济的发展阶段以及数据的连续性和可得性，选取 2014—2023 年 A 股上市公司作为研究样本。其中，企业基本信息与财务信息来自国泰安(CSMAR)数据库、Wind 数据库及上市公司年报。样本处理如下：剔除 PT(particular transfer)、ST(special treatment)及 *ST 类公司；剔除主要变量与财务数据严重缺失样本；对连续变量在 1%和 99%水平上进行缩尾处理。经上述处理，最终获得 10636 个公司-年度观测值。主要变量描述性统计结果见表 2。

表 2 主要变量描述性统计结果

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>s</i>	10636	0.015	0.031	-0.028	0.539
<i>dig</i>	10636	0.016	0.021	0.000	0.135
<i>soe</i>	10396	0.372	0.483	0.000	1.000
<i>size</i>	10636	22.579	1.246	19.528	28.697
<i>der</i>	10636	1.042	0.995	0.063	10.203
<i>roa</i>	10636	0.037	0.059	-0.343	0.226
<i>liquid</i>	10636	2.093	1.668	0.265	14.655
<i>tangible</i>	10636	0.915	0.090	0.488	0.999
<i>npg</i>	10636	-0.002	0.033	-0.304	0.170
<i>sa</i>	10636	3.913	0.266	2.085	5.931

四、实证分析结果

(一) 基准回归结果分析

在基准回归之前，先对变量进行多重共线性检验与相关性分析。多重共线性检验结果 *VIF* 指标为 1.19，远小于 10 的阈值，显示变量之间并不存在显著多重共线性问题。由表 3 可知，数字化转型(*dig*)与价值链跃迁(*s*)显著正相关；总资产利润率(*roa*)、流动比率(*liquid*)与价值链跃迁均显著正相关；产权比率(*der*)、有形资产占比(*tangible*)与价值链跃迁均显著负相关；企业规模(*sa*)与价值链跃迁相关性不显著。

表 4 展示了数智化转型驱动企业价值链跃迁的基准估计结果。(1)列仅控制了行业聚类层面的随机误差，核心变量 *dig* 的系数在 1%的统计水平上显著为正。(2)列和(3)列逐步引入企业层面的控制变量及企业-年份双向固定效应。结果显示，在严格控制遗漏变量与个体时间特征后，数智化转型(*dig*)的估计系数依然在 1%的水平上保持正向显著。这一结果与前文理论模型的数理推导高度契合：在现实经济运行中，微观主体通过数智化转型进行了系统性重塑。该过程拉升了附加值弹性(μ)与研发转化效率(η)，同时其释放的转型红利有效对冲并覆盖了数据要素扩张初期的边际成本递增约束(ω)。简言之，数智化投入成果跨越了盈亏平衡的阈值，转化为价值链跃迁的动能，假设 H1 由此得到验证。

表 3 主要变量相关性统计结果

变量	<i>s</i>	<i>dig</i>	<i>der</i>	<i>roa</i>	<i>liquid</i>	<i>sa</i>	<i>tangible</i>
<i>s</i>	1. 000						
<i>dig</i>	0. 181 * (0. 000)	1. 000					
<i>der</i>	-0. 176 * (0. 000)	-0. 049 * (0. 000)	1. 000				
<i>roa</i>	0. 169 * (0. 000)	-0. 051 * (0. 000)	-0. 308 * (0. 000)	1. 000			
<i>liquid</i>	0. 261 * (0. 000)	0. 033 * (0. 001)	-0. 449 * (0. 000)	0. 221 * (0. 000)	1. 000		
<i>sa</i>	-0. 009 (0. 375)	0. 058 * (0. 000)	-0. 052 * (0. 000)	-0. 060 * (0. 000)	-0. 045 * (0. 000)	1. 000	
<i>tangible</i>	-0. 066 * (0. 000)	-0. 100 * (0. 000)	0. 103 * (0. 000)	0. 021 * (0. 031)	0. 064 * (0. 000)	0. 081 * (0. 000)	1. 000

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为 *p* 值。

(二) 稳健性检验

1. 替换被解释变量的测度方式

为规避单一附加值指标可能带来的测度偏误,借鉴已有研究的做法^[27],采用企业增加值率重新衡量企业价值链水平,并进行回归检验,结果依然稳健。

2. 调整样本区间

剔除 2020—2022 年可能受到外部重大公共卫生事件系统性冲击的异常样本。从表 5 的(2)列可以看出,在剔除异常三年数据以后,结果并未发生实质性改变。

3. 剔除直辖市样本

在剔除北京、上海、天津和重庆四个直辖市的上市公司样本后,重新进行回归。从表 5 的(3)列可以看出,结果仍在 1%水平上显著为正,说明即使剔除受到干预的直辖市样本,数智化转型对价值链升级发挥促进作用的结论仍然稳健。

4. 引入高阶交互项

从表 5 的(4)列可以看出,在基准模型基础上进一步引入相关高阶交互项,核心变量的估计结果仍保持稳健。

5. 排除其他政策干扰

参考郑国强^[31]的做法,根据城市是否设立官方数据要素交易平台构建数据要素市场化指标,并将其作为控制变量纳入回归模型。若城市设有官方数据要素交易平台,则赋值为 1,否则赋值为 0。从表 5 的(5)列可以看出,在排除数据要素市场化政策影响后,数智化转型对价值链升级产生促进效应的结果稳健。

(三) 内生性处理

考虑到数智化转型与价值链跃迁之间可能存在双向因果关系以及潜在的遗漏变量偏误问题,采用“地级市信息传输、软件和信息技术服务业从业人员数(每百万人)”作为核心解释变量的工具变量进行两阶段最小二乘(2SLS)估计。相较于既往文献常用的“历史邮局数量”等物理基建指标,本文选取的数字人才规模更能

表 4 基准结果

变量	(1)	(2)	(3)
<i>dig</i>	0. 267 *** (6. 92)	0. 254 *** (9. 31)	0. 107 *** (2. 76)
<i>der</i>		-0. 001 (-1. 54)	-0. 001 * (-1. 69)
<i>roa</i>		0. 072 *** (6. 33)	0. 041 *** (3. 37)
<i>liquid</i>		0. 004 *** (7. 63)	0. 002 *** (3. 73)
<i>npg</i>		-0. 031 *** (-3. 41)	-0. 017 (-1. 56)
<i>sa</i>		0. 000 (0. 17)	-0. 054 *** (-2. 78)
<i>tangible</i>		-0. 022 *** (-4. 63)	-0. 017 ** (-2. 55)
常数项	0. 011 *** (5. 34)	0. 020 *** (2. 69)	0. 236 *** (3. 03)
行业聚类	是	是	是
年份固定效应	否	否	是
企业固定效应	否	否	是
<i>N</i>	10636	10636	10636
<i>R</i> ²	0. 033	0. 119	0. 436
<i>F</i>	47. 95	85. 57	15. 45

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为 *t* 值。

表 5 稳健性检验结果

变量	替换被解释变量	排除疫情影响	剔除直辖市影响	引入高阶交互项	排除其他政策干扰
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>dig</i>	0.660 *** (3.01)	0.109 ** (2.54)	0.107 *** (2.70)	0.107 *** (2.79)	0.097 ** (2.62)
高阶交互				-0.000 (-1.67)	
数据要素市场化					-0.000 (-0.04)
<i>_cons</i>	0.047 (0.36)	0.254 *** (3.08)	0.228 *** (2.80)	0.241 *** (3.11)	0.244 *** (3.02)
行业聚类	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是
<i>N</i>	10636	7445	9786	10636	9519
<i>R</i> ²	0.651	0.428	0.408	0.436	0.437
<i>F</i>	27.40	20.61	16.85	20.97	15.62

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平下显著；括号内为 *t* 值。

深刻反映企业转型的“软件底座”与核心技术吸收能力。

从理论逻辑来看,该工具变量严格满足计量检验的两大核心前提。第一,相关性假定。地方数字人才的丰裕度作为区域数字经济的智力资本,通过知识共享与技术溢出效应,直接决定了微观企业实施数智化转型的可行性与推进深度,两者具备显著的逻辑相关性。第二,排他性约束。一方面,地级市层面的数字人才总供给高度沉淀于该区域的历史发展轨迹、宏观产业政策与高校资源布局,具有典型的宏观外生属性,单一微观企业的价值链攀升行为难以对其产生反向因果倒逼,从而规避了反向因果偏误;另一方面,区域数字人才集聚作为一种外部宏观环境禀赋,无法直接决定特定微观主体的价值链地位,其需通过改善企业数字化转型的微观软环境渠道,进而赋能企业价值链升级,这为排他性约束提供了严密的逻辑闭环。表 6 展示了工具变量法的两阶段估计结果。在第一阶段回归中,工具变量(*IV*)的估计系数在 1% 的水平上显著为正,系数为 0.010,证实了相关性条件。同时,Cragg-Donald Wald *F* 统计量(37.54)与 Kleibergen-Paap rk Wald *F* 统计量(13.005)均显著大于 Stock-Yogo 弱识别检验的临界值,有力拒绝了“弱工具变量”的原假设。第二阶段的估计结果显示,在有效剥离内生性干扰后,数智化转型的估计系数为 1.070,且在 5% 水平上显著为正。这表明,在克服潜在的内生性偏误后,数智化转型驱动企业向价值链中高端跃迁的核心结论依然稳健,进一步证实了假设 H1 的可靠性。

(四) 机制检验

前文的基准回归表明,数智化转型能够显著推动企业价值链升级。进一步地,数智化转型还可能通过提高全要素生产率、技术创新能力和生产经营效率等渠道发挥作用。为此,本文运用中介效应模型对上述三条作用路径进行检验。

1. 基于全要素生产率的机制分析

采用 LP 方法测算企业全要素生产率(*tfp*)作为机制变量^[32]。表 7 的(1)列结果展示了不引入机制变量的基础回归结果,(2)列为数智化转型对全要素生产率的回归系数为 4.134,且在 1% 水平上显著,(3)列引入机制变量后数智化转型系数变小为该作用机制提供了支持性证据。这表明,数智化转型改造有效打破了组织内部的“信息孤岛”,降低了管理摩擦与交易成本,推

表 6 工具变量法

变量	(1)	(2)
<i>IV</i>	0.010 *** (3.61)	
<i>dig</i>		1.070 ** (2.31)
Cragg-Donald Wald <i>F</i> 统计量		37.540
Kleibergen-Paap rk Wald <i>F</i> 统计量		13.005
Kleibergen-Paap rk LM statistic 检验 <i>P</i> 值		0.003
行业聚类	是	是
年份固定效应	是	是
企业固定效应	是	是

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平下显著；括号内为 *t* 值。

动了企业全要素生产率的提升。这一结果验证了前文理论模型中全要素生产率 $A(D)$ 作为价值链跃升渠道的假设。从技术维度看,数智化转型显著提升了企业的全要素生产率。生产率改善有助于提高企业的附加值创造能力,并在一定程度上抵消数据要素投入带来的初始成本,从而构成企业价值链升级的重要动力。上述结果验证了假设 H2a。

2. 基于技术创新能力的机制检验

选用企业当年发明专利申请数的自然对数表征技术创新能力 (ica)。表 8 的 (1) 列结果展示了不引入机制变量的基础回归结果, (2) 列中核心解释变量的系数为 4.178 且在 1% 的水平上显著, (3) 列数智化转型系数变小也为该作用机制提供了支持性证据。这一实证结果精准映射到“数智化升级通过强化数据挖掘与数据导航效应实现研发方向锁定—促进创新成果的产出一反向提升研发弹性实现价值跃迁”这一技术创新过程,验证了前文的假设 H2b。

3. 基于生产经营效率的机制检验

借鉴已有研究的衡量方式^[33-34],采用管理费用率从投入端衡量生产经营管理优化 (poe)。数智化转型带来的信息系统建设与组织流程重构会增加生产性管理投入。因此,管理费用率提高可在一定程度上反映企业改善管理、提升经营效率的努力。表 9 的 (1) 列显示了基准回归结果, (2) 列中数智化转型显著提高了生产经营效率指标, (3) 列为该作用机制提供了支持性证据,假设 H2c 得以验证。

(五) 异质性检验

1. 基于行业竞争程度的异质性分析

根据前文提出的研究假设,激烈的市场竞争将增强企业推动附加值提升的内在动力。因此,将样本划分为竞争性行业与非竞争性行业两组进行分析。从表 10 可以看出,数智化转型在竞争性行业中具有显著的价值链促升效应,系数为 0.104,在 5% 水平上显著。而在非竞争行业中则缺乏统计显著性,验证了假设 H3a。造成这一现象的可能原因在于,处于充分竞争市场的企业面临更严峻的生存约束,其利用数智化工具实现差异化竞争与成本压降的内生动力更强,使得其吸收数据要素红利的边际转化率更高,而垄断性行业因缺乏变革动力导致转型红利释放不足。这一结果与本文的理论分析基本一致。根据数智化转型推动价值链跃迁的充分条件,只有在具备附加值率跃升动机与空间的企业才有实现价值链跃迁的可能,因此数智化转型应当在竞争行业中更有可能推动企业实现价值链跃迁。

表 7 机制检验:全要素生产率提升效应

变量	s	tfp	s
	(1)	(2)	(3)
dig	0.107 *** (2.76)	4.134 *** (3.70)	0.097 ** (2.61)
tfp_lp			0.002 * (1.97)
常数项	0.236 *** (3.03)	12.300 *** (14.82)	0.206 *** (2.93)
行业聚类	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
N	10636	10636	10636
R^2	0.436	0.914	0.437
F	15.45	50.62	15.51

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平下显著;括号内为 t 值。

表 8 机制检验:创新能力提升效应

变量	s	ica	s
	(1)	(2)	(3)
dig	0.107 *** (2.76)	4.178 *** (3.09)	0.101 *** (2.69)
$patent$			0.001 *** (3.65)
常数项	0.236 *** (3.03)	10.720 *** (6.90)	0.222 *** (2.86)
行业聚类	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
N	10636	10636	10636
R^2	0.436	0.766	0.437
F	15.45	10.79	13.93

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平下显著;括号内为 t 值。

表 9 机制检验:生产经营效率提升效应

变量	s	poe	s
	(1)	(2)	(3)
dig	0.107 *** (2.76)	0.179 *** (3.40)	0.010 ** (2.52)
epe			0.040 *** (4.43)
$_cons$	0.236 *** (3.03)	0.249 *** (6.28)	0.226 *** (2.96)
行业聚类	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
N	10636	10636	10636
R^2	0.436	0.735	0.437
F	15.45	48.17	13.43

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平下显著;括号内为 t 值。

2. 基于数据要素市场建设情况的异质性分析

参考郑国强^[31]的做法,借助各城市是否设立“数据要素交易平台”来刻画外部数据获取的成本环境。从表 11 可以看出,在拥有数据交易平台的地区,数智化转型对价值链的驱动效应在 5%的水平上显著为正;反之则不显著。在验证假设 H3b 的同时,也为前文关于成本弹性(ω)的理论分析提供了有力的经验证据。健全的数据要素市场能够显著降低企业获取高质量数据要素的搜寻、匹配与交易成本,使得企业能够更容易跨越数智化转型的“盈亏平衡点”,进而释放价值链攀升的红利。

3. 基于企业所有制性质的异质性分析

表 12 的分组结果表明,数智化转型对民营企业价值链的驱动效应更加凸显,系数为 0.094 且在 1%水平上显著,而对国有企业没有明显促进作用,验证了假设 H3c。这并非意味着对国有企业转型无效,而是源于两者的战略使命和市场敏锐度差异。国有企业往往承担更多宏观调控与社会责任,且大多集中于资本密集型或基础性行业,其数智化转型的沉没成本极高,见效周期较长。相比之下,民营企业的生存高度依赖于市场竞争中的附加值弹性,其组织架构更灵活,能够将数据要素更高效地转化为可变现的创新产出。这一结果同样与理论建模中的结论相对照。一方面,民营企业的附加值弹性(μ)提升潜能较大,具备数智化转型赋能价值链跃迁的可能;另一方面,国有企业多位于关系国计民生的重点行业和关键领域,肩负国家经济发展基石与保障民生的双重责任,其附加值(μ)提升空间相对有限,且沉没成本(ω)较高。根据价值链跃迁充分条件,在本文样本和研究期内,尚未发现国有企业数智化转型显著推动价值链升级的经验证据。

4. 基于企业地理位置的异质性分析

表 13 的区位异质性结果呈现出显著的中部地区驱动力领先特征,即中部地区的估计系数最大且在 1%水平上显著,东部次之,西部不显著,验证了本文的假设 H3d。这一微观经验证据与前文基于发展阶段演进的理论研判高度契合。东部地区虽处于产业高端,但部分行业数智化已步入深水区,较高的要素成本(ω)限制了边际效用(μ)的进一步释放。西部地区则受限于数字基建短板,附加值潜能(μ)尚不足以覆盖前期高昂的建设成本(ω)。而中部地区凭借坚实的产业承接基础与相对低廉的要素成本(ω),正处于数智化投资的边际收益递增阶段(μ),因而表现出最强的边际收益促升效应。上述异质性检验结果从区域层面进一步支持了本文的理论分析。

表 10 异质性检验：行业竞争程度

变量	竞争性行业	非竞争性行业
<i>dig</i>	0.104 ** (2.56)	0.063 (0.57)
常数项	0.328 *** (2.87)	0.152 * (1.79)
行业聚类	是	是
年份固定效应	是	是
企业固定效应	是	是
<i>N</i>	8388	2239
<i>R</i> ²	0.442	0.379
<i>F</i>	12.36	3.894

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为 *t* 值。

表 11 异质性检验：数据要素市场建设情况

变量	有数据要素交易平台	无数据要素交易平台
<i>dig</i>	0.112 ** (2.65)	0.040 (0.83)
常数项	0.377 ** (2.50)	0.154 ** (2.05)
行业聚类	是	是
年份固定效应	是	是
企业固定效应	是	是
<i>N</i>	3649	5670
<i>R</i> ²	0.461	0.462
<i>F</i>	8.429	7.221

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为 *t* 值。

表 12 异质性检验：企业所有制性质

变量	国有企业	民营企业
<i>dig</i>	0.077 (0.73)	0.094 *** (3.09)
常数项	0.145 * (1.70)	0.371 *** (3.37)
行业聚类	是	是
年份固定效应	是	是
企业固定效应	是	是
<i>N</i>	3854	6515
<i>R</i> ²	0.385	0.455
<i>F</i>	3.396	11.71

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为 *t* 值。

表 13 异质性检验：地理位置

变量	东部地区	中部地区	西部地区
<i>dig</i>	0.109 *** (3.59)	0.290 *** (3.20)	-0.195 (-1.15)
常数项	0.227 *** (2.94)	0.454 ** (2.07)	0.085 (0.88)
行业聚类	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
<i>N</i>	7646	1772	1214
<i>R</i> ²	0.472	0.306	0.463
<i>F</i>	13.17	5.706	5.665

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为 *t* 值。

五、结论与政策建议

科技革命驱动下的全球价值链加速重构,为中国企业突破“低端锁定”提供了历史性窗口。在此背景下,本文基于理论建模与微观数据的双重检验,深入剖析了数智化转型驱动微观企业价值链跃迁的内在逻辑。研究证实了以下结论:

第一,数智化转型并非无条件赋能。只有当企业的附加值跃升潜能与研发转化效率足以抵消内部化数据扩张带来的边际成本递增效应时,转型方能实质性驱动企业向价值链中高端攀升。

第二,机制检验表明,数智化转型并非简单的技术叠加,而是通过“技术-效率”双轮协同驱动价值链地位的实质性攀升。在技术维度,数智化转型通过破除组织内部的信息摩擦,显著提升了全要素生产率,这种效率改进有效对冲了数据要素投入初期的高昂成本,构成了价值链跃迁的底层动能;在创新维度,数智化技术为研发活动提供了精准的数据导航与仿真环境,显著增加了实质性创新产出,增强了企业对核心技术的掌控力,从而构筑起难以模仿的竞争壁垒;在运营维度,数智化改造通过优化资源配置模式、压缩管理层级与流程损耗,显著提升了生产经营效率,扩大了附加值创造的净收益空间。三条路径相互耦合,共同验证了数智化转型通过微观企业技术创新、资源配置优化与生产流程变革,实现全球价值链位势上移的逻辑闭环。

第三,异质性分析揭示,异质性检验进一步揭示了赋能效果的差异化特征与适用边界。从行业竞争环境看,数智化转型的促升效应主要集中在竞争性行业,表明市场生存压力是倒逼企业激活数据要素潜能、提升附加值弹性的关键催化剂,而垄断性行业因缺乏变革动力导致转型红利释放不足。从外部市场生态看,数据要素市场的发育程度显著调节转型效果,健全的数据流通与交易平台能够大幅降低企业获取外部数据的交易成本,帮助其跨越转型的盈亏平衡点。从企业产权性质看,民营企业凭借灵活的组织架构与市场敏捷性,能够更高效地将数据要素转化为创新产出与经营绩效,而国有企业受限于战略使命差异,转型的边际效应相对受限。从地理区位看,赋能效果呈现明显的梯度差异:中部地区凭借坚实的产业承接基础与相对低廉的要素成本,正处于转型红利加速释放的窗口期;东部地区虽产业层级较高,但部分行业已步入转型深水区,边际成本递增效应开始显现;西部地区则受限于数字基建与人才短板,转型收益尚无法覆盖高昂的前期投入。

上述结论表明,数智化转型驱动价值链跃迁是一个受内外部条件共同约束的动态过程,只有实现微观能力提升与宏观环境支撑的良性互动,才能有效突破“低端锁定”困境。基于此,本文建议为推动数智化转型精准赋能企业价值链跃迁,需构建分层分类、协同联动的政策支持体系,兼顾微观企业能力提升与宏观制度环境优化。具体政策建议如下:

第一,建立动态监测与政策调适机制。构建涵盖价值链位势、创新质量、运营效率等多维度的转型效果评估体系,定期跟踪政策实施效果。根据评估结果动态调整支持重点,对转型成效显著的企业给予持续性激励,对遇到瓶颈的企业提供精准诊断与辅导,确保政策资源投向最能产生实效的领域,真正实现数智化转型从“量的积累”向“质的飞跃”转变,为培育新质生产力、构建现代化产业体系提供坚实支撑。

第二,实施差异化企业赋能战略,强化“技术-效率”协同能力。针对竞争性行业与民营企业,政策应重点降低其转型门槛,通过设立专项引导基金、研发费用加计扣除等方式,鼓励企业将数智化技术深度嵌入核心业务环节,避免陷入“重硬件投入、轻软件应用”的误区;针对国有企业,需深化体制机制改革,探索建立容错纠错机制与市场化激励体系,激发其在关键核心技术攻关与产业链协同中的引领作用。针对区域梯度差异,东部地区应聚焦“锻长板”,支持龙头企业建设世界级智能工厂与工业互联网平台,抢占全球价值链制高点;中部地区应抓住产业转移与升级的窗口期,打造“数字基建+产业集群”融合生态,放大转型红利的外溢效应;西部地区则应优先补足网络、算力与人才短板,夯实转型基础,防止盲目冒进导致的资源错配。

第三,加快构建全国统一的数据要素大市场,破除数据流通壁垒。应以高标准数据交易平台建设为抓手,加快完善数据确权、定价、流通与安全治理体系,推动政务数据、公共数据与企业数据的安全有序开放。重点解决“数据孤岛”与“数据垄断”问题,降低企业获取高质量数据要素的交易成本与合规风险。同时,加强数据资产化探索,推动数据从“资源”向“资产”乃至“资本”转化,为中小企业提供基于数据资产的新型融资渠道。

参考文献

- [1] 马丽丽,李强. 数字技术应用、价值链重构与就业结构转变[J]. 调研世界, 2025(2): 55-65.
- [2] 何文彬. 全球价值链视域下数字经济对我国制造业升级重构效应分析[J]. 亚太经济, 2020(3): 115-130.
- [3] 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(9): 137-155.
- [4] 陈剑,刘运辉. 数智化使能运营管理变革:从供应链到供应链生态系统[J]. 管理世界, 2021, 37(11): 227-240.
- [5] 张秀娥,王卫,于泳波. 数智化转型对企业新质生产力的影响研究[J]. 科学学研究, 2025, 43(5): 943-954.
- [6] 冯熹宇,霍达. 企业数字化转型演进过程研究回顾与展望[J]. 科学决策, 2025(3): 176-193.
- [7] PETER V, THIJS B, YAKOV B, et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda[J]. Journal of Business Research, 2021, 122(1): 889-901.
- [8] SOLUK J, KAMMERLANDER N. Digital transformation in family-owned mittelstand firms: A dynamic capabilities perspective[J]. European Journal of Information Systems, 2021, 30(6): 676-711.
- [9] 刘征驰,陈文武,魏思超. 数据要素利用、智能技术进步与内生增长[J]. 管理评论, 2023, 35(10): 10-21.
- [10] 陈沛,彭昭朕,孙健. 企业数字化转型路径及实践[J]. 管理会计研究, 2019, 2(1): 73-88.
- [11] GEREFFI G, HUMPPREY J, KAPLINSKY R. Introduction: Globalisation, value chains and development[J]. IDS Bulletin, 2001, 32(3): 1-8.
- [12] 刘磊,步晓宁,张猛. 全球价值链地位提升与制造业产能过剩治理[J]. 经济评论, 2018(4): 45-58.
- [13] 刘英基. 知识资本对制造业出口技术复杂度影响的实证分析[J]. 世界经济研究, 2016(3): 97-107.
- [14] 王岚,李宏艳. 中国融入全球价值链路径研究——嵌入位置和增值能力的视角[J]. 中国工业经济, 2015(2): 76-88.
- [15] 吴友群,卢怀鑫,王立勇. 数字化对制造业全球价值链竞争力的影响——来自中国制造业行业的经验证据[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(7): 53-63.
- [16] 屠年松,李柯,柴正猛. 数字经济如何影响制造业全球价值链地位:机制分析与空间溢出[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(22): 62-71.
- [17] 张明志,张孝凤,孙琪琪. 数字化转型对企业全球价值链嵌入地位的影响[J]. 华南师范大学学报(社会科学版), 2024(6): 105-124, 201.
- [18] 韩剑,冯帆,姜晓运. 互联网发展与全球价值链嵌入——基于 GVC 指数的跨国经验研究[J]. 南开经济研究, 2018(4): 21-35.
- [19] 余妙志,方艺筱. 数字化投入与制造业全球价值链攀升——基于 49 国面板数据的实证分析[J]. 工业技术经济, 2022, 41(10): 24-31.
- [20] 李春发,李冬冬,周驰. 数字经济驱动制造业转型升级的作用机理——基于产业链视角的分析[J]. 商业研究, 2020(2): 73-82.
- [21] 孟炯,田雪,郭春霞. 实现价值共创的 C2B 数智定制协同治理路径研究[J]. 南开管理评论, 2024, 27(6): 62-73.
- [22] 王启超,孙广生. 智能化的“去错配”效应与全要素生产率增长[J]. 管理评论, 2024, 36(4): 39-48.
- [23] 丁相安,王晓岭,韩少杰. 数字化转型、员工责任和企业全要素生产率[J]. 管理评论, 2024, 36(10): 199-211.
- [24] 杜传忠,曹效喜,任俊慧. 人工智能影响我国全要素生产率的机制与效应研究[J]. 南开经济研究, 2024(2): 3-24.
- [25] 张志菲,罗瑾琰,李树文,等. 企业数智化变革悖论应对的能力基础:悖论协同能力探索[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2024, 44(1): 55-58.
- [26] 李小龙,张素,吕艾临. 数据要素推动产业数字化进程加速的机制与对策研究[J]. 信息通信技术与政策, 2024, 50(4): 79-84.
- [27] YIN Y, ZENG X, ZHONG S, et al. How real estate shocks affect manufacturing value chain upgrading: Evidence from China[J]. Buildings, 2022, 12(5): 546.
- [28] ROY C, NELSON C. Upgrading to compete: Global value chains, clusters and smes in Latin America[J]. Journal of Latin American Studies, 2009, 41(3): 617-618.
- [29] 宁福海. 企业研发与其核心竞争力的互动关系研究[J]. 理论学刊, 2011(8): 68-71.
- [30] 温忠麟,叶宝娟. 中介效应分析:方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [31] 郑国强. 数据要素市场化与企业新质生产力:基于全要素生产率视角[J]. 求是学刊, 2024(6): 85-98.
- [32] 鲁晓东,连玉君. 中国工业企业全要素生产率估计:1999—2007[J]. 经济学(季刊), 2012, 11(2): 541-558.
- [33] 黄勃,李海彤,刘俊岐,等. 数字技术创新与中国企业高质量发展——来自企业数字专利的证据[J]. 经济研究, 2023, 58(3): 97-115.
- [34] 沈坤荣,乔刚,林剑威. 智能制造政策与中国企业高质量发展[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(2): 5-25.
- [35] 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.

How Does Digital and Intelligent Transformation Drive Enterprise Value Chain Upgrading? Dual Evidence from Theoretical Modeling and Micro-level Data

Wang Di¹, Liu Bangzheng²

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110167, China;

2. School of Economics, Nankai University, Tianjin 300110, China)

Abstract: Against the backdrop of global value chain restructuring, digital-intelligent transformation is regarded as the core driving force for microenterprises to cultivate new quality productive forces and escape low-end lock-in. Deficiencies existing in quantitative measurement and mathematical deduction of previous research are supplemented in two dimensions. A micro-firm value chain upgrading index is constructed to effectively separate short-term monopoly premiums and inefficient technological redundancies. Digital-intelligent investment is embedded into a heterogeneous enterprise model. The hedging mechanism between transformation dividends and marginal expansion costs was derived through mathematical deduction. Panel data of Chinese A-share listed firms from 2014 to 2023 were adopted to empirically test internal logic and boundary conditions. Substantial promotion of enterprises' positions in global value chains is proven to be generated by digital-intelligent transformation. Organizational information frictions are removed to boost resource allocation efficiency in the transmission channel. Substantial innovation outputs are stimulated through technology spillover effects. A two-wheel driving path labeled "technology-efficiency" is formed accordingly. A dual closed loop covering theoretical modeling and empirical evidence is established. Stronger effects are detected among enterprises confronted with fierce market competition, enterprises located in well-developed data markets, non-state-owned enterprises and enterprises in central China. The effective scope of such enabling impacts is further defined by the above heterogeneous results. A quantitative instrument is provided for precise evaluation of microentities' global value chain status by the research findings. Empirical references are supplied for enterprises with differentiated factor endowments to design customized transformation strategies. Targeted policy-making by administrative authorities is also supported by the empirical evidence.

Keywords: digital-intelligent transformation; global value chain upgrading; heterogeneous firm model; total factor productivity; technological innovation capability