

# 价值链数字化能否促进出口企业的低碳技术创新

李小平, 姚子佳, 徐志鹏

**摘要:** 低碳技术创新是贸易绿色化发展过程中不可或缺的一环, 出口企业在全球价值链参与的过程中抓住数字机遇强化低碳技术创新是顺应时代发展的重要实践。本研究将数字化分工、传统分工价值链纳入统一的生产分解模型, 直观地测算出价值链数字化水平, 并采用 2000—2020 年中国 A 股出口上市公司数据, 实证检验了价值链数字化对出口企业低碳技术创新的影响及其作用机制。研究发现: 第一, 价值链数字化发展有利于促进出口企业的低碳技术创新, 且该影响在国有企业和资产规模较大的企业、高能耗和环境规制程度高的行业以及沿海地区中的作用更强; 第二, 机制分析表明, 价值链数字化不仅从信息协同水平提升、信息处理能力增强、信息披露质量提高等方面缓解了企业间的信息不对称问题, 而且通过企业商业信用增强、银企关系优化等维度改善了出口企业的融资渠道, 两者共同促进了出口企业的低碳技术创新; 第三, 从双循环视角分解价值链数字化来源发现, 数字交互循环和数字国内循环对出口企业低碳技术创新活动的促进作用具有递减效应, 而数字国外循环无显著影响。在贸易绿色化发展以及外部不确定性冲击的双重背景下, 本文从价值链数字化转型视角为出口企业的绿色低碳转型提供了有益参考。

**关键词:** 价值链数字化; 低碳技术创新; 出口企业; 国内国际双循环

**中图分类号:** F272.73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2025)06-0059-14

## 一、引言

自加入世界贸易组织以来, 中国加速融入全球价值链分工体系中, 全球价值链连接并贯通了国家或地区之间的贸易网络, 实现了产品、要素市场的联动和协调发展, 驱动了中国经济和贸易的高速增长。然而, 因资源禀赋与技术配置原因所导致的全球价值链“低端嵌入”参与<sup>[1]</sup>, 反而使中国成为世界上最大的二氧化碳排放国: 2020 年的碳排放占全球的 35%, 其中因生产贸易商品引致的碳排在总排放中所占比重更是超过 20%<sup>[2]</sup>。党的二十届三中全会提出, 要“积极应对贸易绿色化趋势”, 2025 年的政府工作报告进一步强调, 要“培育绿色贸易等新增长点”。显然, 贸易的绿色化转型是经济发展的大势所趋。那么, 出口企业作为贸易的主体, 如何通过绿色低碳转型实现贸易的绿色化发展, 则显得尤为重要。低碳技术创新能推进贸易对象和贸易流程的绿色化, 从而促进出口企业的绿色低碳转型<sup>[3]</sup>。但是, 目前出口企业在推动低碳技术创新中仍存在阻力,

**基金项目:** 国家社会科学基金重大项目“全球制造业发展态势及对我国的影响分析”(24&ZD059); 国家哲学社会科学项目“价值链数字化与中国制造业出口转型”(22VRC148); 中央高校基本科研业务费专项资金资助“一带一路区域价值链构建与中国产业转型升级研究”(2722023AL001)

**作者简介:** 李小平, 中南财经政法大学经济学院, chineselixp@126.com (湖北 武汉 430073); 姚子佳, 中南财经政法大学经济学院; 徐志鹏, 中南财经政法大学经济学院

一方面出口企业面临国际市场波动，难以及时获取需求变动信号，低碳技术创新的回报不确定性更大；另一方面，部分出口企业存在技术瓶颈和融资困境，难以开展低碳技术创新研发。因此，如何有效提高出口企业的低碳技术创新水平是一个亟待解决的问题。

以往研究在这一问题上进行了有益的探索，学者们从环境规制<sup>[4]</sup><sup>[5]</sup><sup>[6]</sup>、数字金融<sup>[7]</sup>、知识产权保护<sup>[8]</sup>等宏观层面和混合所有制改革<sup>[9]</sup>、信息不对称<sup>[10]</sup>、融资约束<sup>[11]</sup>等微观角度探究了企业低碳技术创新的影响因素。同时，随着数字经济在中国高质量发展中的地位不断提高，较多学者探讨了数字化转型能否在企业的低碳技术创新中发挥作用，但其研究结论却有争议性。一方面，已有研究发现数字化对企业低碳技术创新具有积极作用。数字化转型能推动企业融入全球创新网络<sup>[12]</sup>，通过降低组织委托代理成本提升企业创新绩效<sup>[13]</sup>，以数字化为核心的智能制造战略也能通过优化人力资本结构和缓解融资约束来提升企业技术创新水平<sup>[14]</sup>。同时，数字化使知识的公共品属性增强，为涉及多领域知识信息整合的低碳技术创新提供了更完善的知识链<sup>[15]</sup>，对重污染行业上市公司的绿色低碳技术创新水平有显著促进作用<sup>[10]</sup>。另一方面，亦有研究认为数字化转型对企业低碳技术创新存在潜在的消极影响。在数字化转型初期阶段，企业倾向于投入大量资源在数字建设上以追求短期效率提升，这反而对低碳技术创新活动造成“挤出效应”<sup>[16]</sup>；而且数字技术融入传统研发模式并非一蹴而就，其过程中的惯性阻碍、技术适配性不足等也会导致创新风险增加<sup>[17]</sup>，甚至过度依赖数字技术可能导致创造力衰退，耗尽企业长期创新能力<sup>[18]</sup>。这些研究从不同角度探讨了企业数字化转型对低碳技术创新的影响，然而研究结论却未统一。

值得注意的是，以新一代数字技术为核心的科技革命正加速推动全球价值链重构。大数据、人工智能、云计算等数字技术加速渗透制造业，推动参与全球价值链的出口企业通过数字化转型重构生产流程、优化资源配置<sup>[19]</sup>，这使得数字化背景下的全球价值链分工更具灵活性。当前，价值链数字化已成为重要发展趋势，在出口企业低碳技术创新中的作用也愈发凸显。理论上，价值链数字化是指数字技术渗透到跨国企业的生产、供应链、销售及服务等全球价值链分工环节中的过程，它能够打破企业的信息、数据、技术和知识等生产要素在全球范围内流动的物理限制<sup>[20]</sup>。这不仅有利于促进企业内外部信息的传递与交流，加强跨国公司、供应商和消费者之间的协作<sup>[21]</sup>，而且有利于拓宽金融服务的内容和边界<sup>[14]</sup>，两者为出口企业的低碳技术创新提供了有益支持。现实表现中，价值链数字化亦是企业低碳转型的关键所在。根据《2023年中国企业低碳转型与高质量发展报告》数据，在百家高质量低碳转型企业中，有75%的企业在生产或制造过程中应用了数据智能技术。其中，比亚迪作为低碳转型的标杆出口企业，更是紧紧抓住数字化转型机遇，利用先进数字技术与产业的深度融合进行价值增值，孵化一系列低碳创新成果，2024年全球累计授权专利35 837件，汽车全球销量超400万辆，市场足迹遍布全球八十多个国家和地区。因此，通过推动数字技术与制造业的深度融合，赋能价值链数字化发展，是出口企业低碳技术创新的关键所在，有必要关注价值链数字化对出口企业低碳技术创新的影响及其作用机理。

基于此，本文从全球价值链视角切入，系统分析了价值链数字化对出口企业低碳技术创新的影响及其作用机制。具体而言，本文以出口增加值为基础，基于区分贸易方式的多区域投入产出表（OECD-ICIO）数据，将数字化分工、传统分工价值链纳入统一的生产分解模型中，进而直观地测算出行业价值链数字化水平。在此基础上，本文采用了2000—2020年中国的A股出口上市公司数据，实证分析了价值链数字化发展对出口企业低碳技术创新的影响，并从企业的信息不对称缓解和融资渠道优化角度探究了其作用机理。相比已有研究，本文可能存在以下三个创新点。

第一，本文从出口企业在全价值链分工中的核心竞争力——增加值出发，利用出口总额中的数字投入创造的增加值直接刻画了各行业的价值链数字化程度，进而探究了价值链数字化对出口企业低碳技术创新的影响，并从企业-行业-地区维度探讨了该影响的异质性特征。这为全球价

价值链背景下理解出口企业的价值链数字化如何影响低碳技术创新提供了有益视角, 并对精准帮扶出口企业、规划配套基础设施, 从而推进贸易的绿色化发展提供新的理论依据和政策启示。第二, 本文从信息协同水平提升、信息处理能力增强、信息披露质量提高的信息不对称缓解渠道和企业商业信用增强、银企关系优化的融资渠道优化角度检验了价值链数字化对出口企业低碳技术创新影响的作用机制, 这为破解出口企业低碳技术创新的现实困境提供新的理论支撑和实践启示。第三, 本文在价值链数字化的测度中融入双循环分解模式, 根据链条位置拆分出数字国内循环、数字国外循环以及数字交互循环部分, 进而对比分析了不同成分价值链数字化对出口企业低碳技术创新的差异性影响, 这为双循环背景下做强国内大循环, 推动国内国际双循环相互促进提供了相应的经验依据。

## 二、理论分析与研究假说

### (一) 价值链数字化与低碳技术创新

在全球贸易日益依赖数字平台与信息流动背景下, 数字技术渗透全球价值链的各个分工环节, 促进了要素流动效率的提升, 并加强了跨国公司、供应商和消费者之间的协作<sup>[21]</sup>, 这推动了价值链数字化发展, 从而赋能了出口企业的低碳技术创新。宏观层面上, 价值链数字化能够使发展中国家克服资源限制, 降低全球价值链分工过程中的跨境交易成本<sup>[22]</sup>, 有利于提高国家的创新效率。微观角度上, 参与全球价值链的出口企业通过引入大数据、人工智能等先进数字技术, 推进了价值链数字化进程, 这不仅通过中间品贸易的技术溢出效应提升了出口企业的技术进步和创新能力<sup>[23]</sup>, 而且提高了出口企业在全价值链分工中的生产效率和响应速度<sup>[24]</sup>, 促使出口企业加快融入全球创新网络<sup>[12]</sup>, 进而提高了出口企业的低碳技术创新水平。

但是, 价值链数字化对出口企业的低碳技术创新也可能造成负向影响, 尤其在企业、行业和地区的出口企业间可能呈现出异质性。一方面, 从挤出效应角度分析。民营企业作为出口贸易的主力军, 在激烈的市场竞争和生存压力作用下, 倾向于将有限的资金、技术和人力等资源优先配置于财务回报见效快的数字化基础设施建设中, 以期在短期内获取更高的经济回报, 这种资源配置倾向可能会挤占原本可用于低碳技术创新的投入<sup>[16]</sup>。另一方面, 由于出口企业在规模、行业属性和地区禀赋等方面存在差异, 价值链数字化转型进程存在不均衡现象。在企业层面, 出口企业中的中小企业和民营企业往往面临数字技术基础薄弱和生存压力大等问题, 导致其转型动力和能力不足; 在行业层面, 位于不同行业的出口企业在数字化应用场景和深度方面存在差异, 转型需求各异, 部分碳减排压力较小的行业缺乏转型动力; 在地区层面, 区域数字基础设施发展不平衡也进一步加剧了出口企业在数字化、智能化升级上的差距, 从而影响其低碳技术创新水平。基于以上分析, 本文提出研究假说1。

假说H1: 价值链数字化发展会促进出口企业的低碳技术创新, 但其作用在不同企业、行业和地区层面呈现出明显的异质性。

### (二) 价值链数字化、信息不对称与低碳技术创新

低碳技术创新涉及不同学科、领域的知识在组织内的创造、整合与扩散, 因此对出口企业的信息整合能力提出了更高的要求<sup>[25]</sup>。出口企业采用数字技术不断改造和优化各个生产与服务环节, 这推动了价值链数字化发展, 从而有利于提高出口企业在内部和外部的信息获取、传递、处理与披露水平, 进而有效缓解出口企业因信息不对称问题而面临的低碳技术创新瓶颈。以下将从信息协同水平、信息处理能力和信息披露质量三个维度来分析价值链数字化缓解信息不对称问题从而促进低碳技术创新的原因。

第一,从信息协同角度分析。一方面,价值链数字化的发展使得数据承载着知识信息在企业各组织部门间快速流通,出口企业借助工业互联网等大数据平台能有效联结外部合作伙伴,进而显著降低了信息搜集的成本<sup>[26]</sup>,实现跨企业的知识共享,从而提高了信息协同效率<sup>[27]</sup>。另一方面,出口企业低碳技术创新的阻碍往往在于企业内外部间缺乏交流,而信息协同水平的提升能使出口企业及时获取国际市场需求、政策导向以及低碳技术发展的前沿动态,紧跟市场发展趋势<sup>[28]</sup>,从而更精准地把握低碳技术创新方向,通过信息协同催生知识创造,进行低碳技术创新布局。

第二,从信息处理能力角度分析。一方面,出口企业通过大数据分析、机器学习等数字技术的应用提升了自身的算力水平,这使其可以对信息进行深度挖掘与解读,将数据信息要素的价值充分释放并应用到企业的生产中<sup>[29]</sup>,从而精准高效地分析海内外需求、优化资源配置。另一方面,信息处理能力的提升使出口企业在面对多变的国际市场时,能够灵活响应并进行科学决策<sup>[30]</sup>,有效识别低碳技术的市场潜力;并能准确测算低碳技术创新在成本控制、环境效益与长期竞争力等方面的多重影响,降低研发风险和不确定性,提升了低碳技术创新的成功率与可持续性。

第三,从信息披露质量角度分析。一方面,基于云计算、碳核算工具等数字技术,出口企业能够实现对碳排放数据的实时采集、动态监测与精准测算,从而提高出口企业在生产全过程中碳排放信息的透明度与准确性,这使得政府、投资者以及公众能便捷地获取企业环境行为信息,形成多元监督机制,从而增强环境信息披露的客观性与可靠性。另一方面,环境信息披露质量的提升不仅有助于依靠外部监管压力减少企业的“漂绿”行为,倒逼出口企业进行低碳技术创新以满足环境监管要求,而且能吸引更多绿色资源倾斜以支持出口企业低碳技术创新活动的持续开展<sup>[31]</sup>。基于以上分析,本文提出假说2。

假说H2:价值链数字化通过提高出口企业的信息协同水平、增强信息处理能力和提高信息披露质量来缓解信息不对称,并促进了出口企业低碳技术创新活动的开展。

### (三) 价值链数字化、融资渠道与低碳技术创新

低碳技术创新活动往往具有长期性和不确定性特征,因此难以获取足够的外部融资支持,而出口企业因较高的海外贸易收汇风险,往往在信贷市场处于相对弱势地位<sup>[32]</sup>。价值链数字化可以通过优化融资渠道从而促进出口企业的低碳技术创新的开展。外源融资渠道是出口企业进行低碳技术创新研发的重要资金来源,以下将从非银行金融渠道和银行金融渠道角度进行分析。

第一,从非银行金融渠道角度分析,价值链数字化提高了出口企业的商业信用水平,这有利于促进低碳技术创新。一方面,出口企业在全价值链参与的过程中对新兴数字技术的应用推进了价值链数字化发展,使其能精准对接国际市场,降低企业间的沟通成本和合作成本,有利于促进制造业的供应链网络式合作<sup>[26]</sup>并提升出口企业的风险承担能力<sup>[14]</sup>,使出口企业与其全球价值链合作企业之间积累长期信任,从而形成更加稳定和可持续的商业信用体系。另一方面,出口企业低碳技术创新的资金支持很大程度更依赖于供应链中各企业间互相提供的商业信用<sup>[33]</sup>,因此更高的商业信用能为出口企业进行低碳技术创新提供灵活的资金支持。

第二,从银行金融渠道角度分析,价值链数字化拓宽了出口企业的银行金融渠道,有利于促进低碳技术创新。一方面,价值链数字化提高了出口企业的银行信贷支持。首先,数字交易平台能够高效联结资金需求方与供给方,降低传统线下搜寻和匹配成本,畅通银企对接渠道,提升信贷资源配置效率<sup>[32]</sup>。其次,随着价值链数字化程度的加深,企业各类经营数据和项目情况更加公开透明,有助于银行全面掌握企业运营情况,减少银行信贷投放的顾虑,因此银行对价值链数字化水平更高的出口企业普遍具有更高的信任度与业务认可度,向其提供长期、稳定信贷支持的意愿更高<sup>[34]</sup>。另一方面,对于出口企业而言,良好的银企关系不仅能够为出口企业的低碳技术创新提供稳定的资金支持,缓解出口企业进行低碳技术创新研发的资金压力,还通过银行监督机制规

范企业行为，激励企业持续推进低碳技术创新活动。基于以上分析，本文提出假说3。

假说H3：价值链数字化通过提高商业信用以及优化银企关系优化融资渠道，从而提升出口企业低碳技术创新水平。

价值链数字化的机制分析示意图如图1所示。

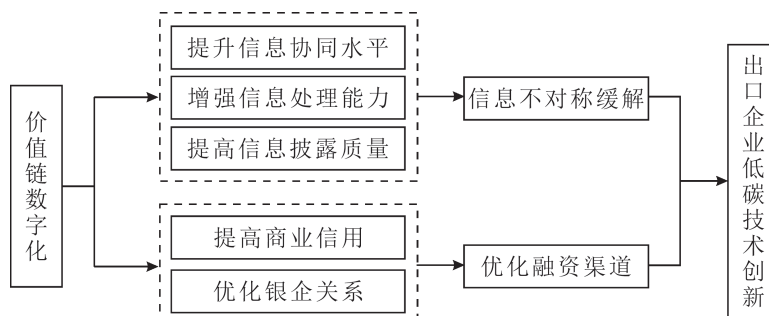


图1 机制分析示意图

### 三、计量模型设定、指标衡量与数据来源

#### （一）基准模型设定

为检验价值链数字化对出口企业低碳技术创新的影响，本文将采用双向固定效应模型进行估计，基准回归模型的具体设定如下：

$$Green_{it} = \beta_0 + \beta_1 Digital_{jt} + \sum_{z=1}^n \lambda_z X_{zt} + u_i + v_t + \epsilon_{ijt} \quad (1)$$

其中， $i$ 表示企业， $j$ 表示行业， $t$ 表示年份， $Green_{it}$ 代表出口企业低碳技术创新， $Digital_{jt}$ 表示企业所属行业的价值链数字化水平， $X_{zt}$ 表示一系列影响低碳技术创新的控制变量， $u_i$ 和 $v_t$ 分别表示企业固定效应和时间固定效应， $\epsilon_{ijt}$ 为随机误差项。

#### （二）变量选取与指标衡量

1. 价值链数字化 ( $Digital$ )。从全球价值链层面出发，价值链数字化是指出口企业在全球或区域经济中的各个生产与服务环节利用数字技术进行改造和优化的过程，代表了制造业和数字技术融合程度。价值链数字化的核心在于打破各环节之间的物理限制，使得信息、数据、技术和知识等要素在全球范围内能够高效流动。参考袁凯华等<sup>[35]</sup>的做法，本文利用出口总额中来自数字部门<sup>①</sup>的数字投入创造的增加值占比刻画了各行业的价值链数字化程度。

2. 低碳技术创新 ( $Green$ )。根据国家知识产权局办公室2022年印发的《绿色低碳技术专利分类体系》，低碳技术创新是指通过传统能源清洁利用、节能增效等实现减碳、零碳和负碳效果的有关技术，不包括减污、资源循环利用等具有降碳协同效果的绿色技术。本文采用绿色低碳技术专利申请量来衡量出口企业低碳技术创新水平。具体而言，将中国国家知识产权局专利数据库中上市企业的专利申请IPC代码，与《绿色低碳技术专利分类体系》中的绿色低碳专利IPC代码进行识别匹配，整理出上市公司的企业低碳技术发明专利申请数作为被解释变量。

3. 控制变量。本文选取了企业和城市层面等其他可能影响企业低碳技术创新的指标作为控制

<sup>①</sup> 包括计算机、电子和光学设备 (D26) 的数字产品和出版、试听和广播活动 (D58T60)、批发零售，修理机动车辆 (D45T47)、邮政和速递活动 (D53)、金融和保险活动 (D64T66)、科学和技术活动 (D69T75)、电信 (D61)、信息技术和其他服务 (D62T63) 的数字服务等部门。由于篇幅限制，具体的测算方法未展示，可联系作者索取。

变量，具体如下：（1）企业规模（*Size*），用企业资产总额的自然对数衡量；（2）企业成熟度（*Age*），用当年年份减去公司成立年份加1衡量；（3）企业盈利能力（*Roa*），用企业的净利润与总资产平均余额之比衡量；（4）企业负债能力（*Lev*），用企业年末总负债与年末资产总额的比值衡量；（5）企业现金流水平（*Cfo*），用经营活动产生的现金流量净额与企业总资产之比衡量；（6）企业存货占比（*Inv*），用存货净额与总资产的比值衡量；（7）城市层面的控制变量，选取地级市的人均生产总值的自然对数值衡量经济发展水平（*Gdp*）、各市金融机构年末各项存贷款余额与GDP的比值衡量金融发展水平（*Fin*）。

### （三）数据来源

本文以中国A股出口上市公司2000—2020年的数据作为研究样本。借鉴邵丽丽等<sup>[36]</sup>的做法，利用上市公司财务报表附注数据库判断企业是否有出口收入，筛选出中国进行产品出口的A股上市公司样本。上市公司的专利数据来自中华人民共和国国家知识产权局，其他经济特征数据来自国泰安数据服务中心（CSMAR）以及手工整理上市公司年度报告所得。行业层面的数据来源于OECD数据库；城市层面的数据来源于《中国城市统计年鉴》。在收集原始数据的基础上，本文剔除了样本期内退市的企业以及被ST的企业，并删除了存在变量观测值缺失的样本，最终共得到21 679个样本，构建了非平衡面板数据，描述性统计如表1所示。

表1 描述性统计

变量	定义	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>lnGreen</i>	低碳技术创新	21 679	0.048	0.269	0.000	5.587
<i>Digital</i>	价值链数字化	21 679	0.297	0.217	0.051	0.761
<i>Size</i>	企业规模	21 679	21.900	1.218	14.942	28.257
<i>Age</i>	企业成熟度	21 679	2.741	0.413	0.000	4.143
<i>Roa</i>	企业盈利能力	21 679	0.041	0.061	-0.223	0.178
<i>Lev</i>	企业负债能力	21 679	0.426	0.217	0.007	9.699
<i>Cfo</i>	企业现金流水平	21 679	0.045	0.069	-0.167	0.240
<i>Inv</i>	企业存货占比	21 679	0.153	0.124	0.000	0.943
<i>Gdp</i>	城市经济发展水平	21 679	8.568	1.183	3.920	10.564
<i>Fin</i>	城市金融发展水平	21 679	3.545	1.579	1.094	7.506

## 四、实证检验结果与分析

### （一）基准回归结果

本文采用双向固定效应模型估计价值链数字化对出口企业低碳技术创新的影响，回归结果如表2所示。列（1）—（5）为逐步加入时间固定效应、企业个体固定效应、控制变量后的回归结果。结果表明，价值链数字化（*Digital*）的系数均显著为正，即价值链数字化能够显著提高出口企业的低碳技术创新活力。这表明，在全球价值链的背景下，价值链数字化能够有效地提高出口企业生产以及资源配置效率，使其获得更多开展低碳技术创新的信息和资金支持，促进出口企业开展低碳技术创新活动，从而提升出口企业在全全球中的市场竞争力。初步验证了前文提出的研究假说1。

### （二）内生性处理和稳健性检验

为进一步检验价值链数字化与出口企业低碳技术创新的关系，本文从多个角度考虑了内生性

表2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Digital</i>	0.444***	0.227***	0.391***	0.234***	0.391***
	(0.081)	(0.087)	(0.102)	(0.089)	(0.102)
<i>Age</i>		0.023***	0.024***	0.023***	0.024***
		(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)
<i>Size</i>		0.033***	0.034*	0.044***	0.033*
		(0.008)	(0.019)	(0.012)	(0.019)
<i>Roa</i>		0.014	0.009	0.018	0.009
		(0.031)	(0.026)	(0.031)	(0.026)
<i>Lev</i>		0.015	0.014	0.013	0.014
		(0.012)	(0.009)	(0.012)	(0.009)
<i>Cfo</i>		-0.042*	-0.038	-0.044*	-0.037
		(0.024)	(0.023)	(0.024)	(0.023)
<i>Inv</i>		-0.131***	-0.137***	-0.129***	-0.138***
		(0.022)	(0.020)	(0.022)	(0.020)
<i>Gdp</i>				-0.014*	0.003
				(0.008)	(0.018)
<i>Fin</i>				0.005	0.010**
				(0.004)	(0.005)
时间固定效应	否	否	是	否	是
企业固定效应	否	是	是	是	是
观察值	21 679	21 679	21 679	21 679	21 679
调整 R <sup>2</sup>	0.046	0.563	0.563	0.563	0.563

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的检验水平上显著;括号内为稳健标准误。下表同。

和稳健性。一方面,内生性处理方面。本文通过工具变量-两阶段最小二乘法(IV-2SLS)来缓解反向因果关系,用倾向得分匹配法(PSM)和Heckman两阶段法来检验样本选择偏差,从可观测遗漏变量和不可观测变量角度检验了遗漏变量问题。另一方面,稳健性检验方面。本文使用更换被解释变量、更换解释变量、更换回归方法、数据的极端值处理、考虑解释变量的滞后效应、考虑COVID-19疫情冲击、使用聚类标准误等方式进行了稳健性检验。经过一系列内生性处理和稳健性检验后,价值链数字化与出口企业低碳技术创新的显著促增作用依然成立<sup>①</sup>。

### (三) 异质性分析

当下,不同出口企业由于企业性质、行业类别、地区特征差异,其价值链数字化转型进程存在不均衡现象,从而出现了不想转、不会转、不敢转的“三不”现象。为此,该部分从企业-行业-地区维度检验了价值链数字化对出口企业低碳技术创新的影响可能存在异质性特征。

1. 企业特征。第一,企业所有制。不同所有制企业的经营背景和营商环境有明显区别。一方面,国有企业凭借自身的国家信誉链条嵌入优势,以及在落实国家战略中的重要地位,在资源获取、市场占有等领域中有天然的优势,数字转型、低碳转型等相关政策在国有企业内通常能更有效地落实;另一方面,民营企业的数字基础设施建设和技术研发能力不够成熟,外源融资不稳定,且进行低碳技术创新需要承担较大的失败风险,因此在激烈的市场竞争中,非国有企业更倾向将

<sup>①</sup> 由于篇幅限制,具体的内生性和稳健性检验内容未展示,可联系作者索取。

数字要素投入到更易预期短期收益的生产活动中。因此本文将样本分为国有企业和非国有企业进行异质性分析，结果报告于表3列（1）和列（2）。可以发现，价值链数字化能提升国有企业的低碳技术创新活力，但对非国有企业的低碳技术创新没有明显作用。这表明，当国有企业将价值链数字化应用到低碳技术创新活动中，其成效往往优于非国有企业，这也与前述分析一致。

第二，企业规模。不同规模企业在资源禀赋、技术储备、组织架构上存在显著差异。大企业相较小企业市场占有率更高、资金实力雄厚、抵抗风险能力强，具有良好的数字基础设施，能够利用数字红利加速低碳技术创新成果落地。相较而言，中小企业在资金、人才等要素上存在天然劣势，数字基础薄弱，数字要素与原有产业模式高效深度融合存在困难，在面临低碳技术创新风险的情况下，会存在价值链数字化转型进程较缓慢的情况。因此本文根据企业总资产的自然对数值的中位数，将样本分为大企业和小企业进行异质性分析，结果报告于表3列（3）和列（4）。可以发现，价值链数字化对大企业进行低碳技术创新活动有显著的促进作用，而对于小企业而言影响并不明显。其原因在于大企业与中小企业间的数字基础水平存在差异，导致价值链数字化在不同规模出口企业间对低碳技术创新存在差异性影响。

表3 企业异质性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	企业所有制		企业规模	
	国有企业	非国有企业	大企业	小企业
<i>Digital</i>	0.464*** (0.158)	0.227 (0.151)	0.905*** (0.220)	0.131* (0.069)
控制变量	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
系数差异 $p$ 值	0.000		0.000	
观察值	7 898	13 270	9 375	12 036
调整 $R^2$	0.608	0.544	0.639	0.321

注：系数差异  $p$  值由 Chow 检验估计结果得到。下表同。

2. 行业特征。第一，行业耗能情况。高能耗行业相对非高耗能行业的低碳技术创新的意愿和动力可能更强。从市场竞争压力来看，大部分高能耗行业均存在产能过剩的情况，当市场下行、企业利润受到挤压时，污染低效的“边际产能”将首先被淘汰，因此高耗能行业在外部压力下具有较强的低碳技术创新动力。从环境约束要求来看，高能耗行业大概率受到更严格的环境要求约束，拥有更强的低碳技术创新意愿以达到政府环保要求。因此本文根据《中华人民共和国2010年国民经济和社会发展统计公报》中定义的中国六大高耗能行业，将样本中的企业按照其所属行业划分为高能耗企业和非高能耗企业进行分析，结果见表4列（1）和列（2）。可以发现，价值链数字化对高能耗行业和非高能耗行业的低碳技术创新活动均有显著促进作用，但对高能耗行业的正向影响更强。

第二，行业环境规制强度。“波特假说”指出，适当的环境规制能够激励企业进行更多的创新活动，从而产生“补偿”效应，推动企业提高生产清洁度。事实上，受到较强的环境规制约束时，企业为降低规制成本会努力转换绿色生产模式，引导资金更多地投入低碳技术创新活动；反之，受到环境规制较弱的企业应对环境规制的成本较低，相较而言缺乏迫切进行低碳技术创新和低碳转型的动机。因此本文将《国家重点行业清洁生产技术导向目录》中涉及的行业定义为受环境规制较强的行业，其他行业则为受环境规制较弱的行业。表4中第（3）—（4）列报告了环境规制异质性的结果，可以发现，价值链数字化在环境规制较强和较弱的行业均对低碳技术创新有显著正向效应，但对于环境规制较强的行业促进作用更强。这也与前述分析一致。

表4 行业及地区异质性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	行业能耗异质性		环境规制异质性		地理位置异质性	
	高能耗	非高能耗	强	弱	沿海地区	内陆地区
<i>Digital</i>	2.166***	0.362***	1.577***	0.225**	0.217***	0.013
	(0.505)	(0.109)	(0.388)	(0.102)	(0.080)	(0.018)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
系数差异P值	0.000		0.000		0.000	
观察值	5 574	16 058	5 400	16 231	9 764	12 079
调整 $R^2$	0.489	0.588	0.520	0.594	0.138	0.493

3. 地区特征。通常而言, 沿海地区拥有发达的国际贸易枢纽, 其经济发展水平以及数字基础设施建设水平高于内陆地区, 有利于集聚高技能人才及资金资源, 当地企业能更好地将数字要素与原有产业相融合, 将价值链数字化运用于低碳技术创新研发中, 并通过要素禀赋和技术创新的结合来推动全要素生产率提升<sup>[37]</sup>, 以此增强出口企业的国际竞争力。而内陆地区的出口企业往往面临地区间发展不平衡造成的价值链数字化发展失衡, 由于融资渠道有限、高端人才流失严重、与国际市场接轨程度低等原因, 导致企业难以将价值链数字化转化为在低碳技术创新上的发展与突破。因此本文根据上市公司所处的城市将样本分为沿海地区和内陆地区。表4中列(5)和列(6)报告了地理位置异质性的回归结果。结果表明, 价值链数字化对沿海地区的出口企业的低碳技术创新有显著促进作用, 但对内陆地区的出口企业没有明显影响。

## 五、机制检验与进一步分析

### (一) 机制检验

前文表明, 价值链数字化对出口企业的低碳技术创新有显著促进作用, 且该作用在企业-行业-地区层面具有异质性差异。那么价值链数字化为何能推进出口的企业低碳技术创新发展? 其具体的作用渠道有哪些? 为此, 本文试图从信息协同程度、信息处理水平和信息披露质量的缓解信息不对称渠道以及提升商业信用、加强银企关系的优化融资渠道来回答该问题。为此, 本文构建以下模型进行机制检验:

$$Mechs_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{jt} + \sum_{z=1}^n \lambda_z X_{zt} + u_i + v_t + \epsilon_{ijt} \quad (2)$$

其中,  $Mech_{it}$ 为本文要考察的机制变量, 包括信息不对称缓解 ( $Information_{it}$ )、优化融资渠道 ( $Finance_{it}$ ) 机制变量, 核心解释变量为  $Digital_{jt}$ , 表示企业所属行业的价值链数字化水平, 相关控制变量的设定均与式(1)一致。

1. 信息不对称缓解机制。本文将从出口企业信息协同水平、信息处理能力和信息披露质量三个角度来探讨信息不对称缓解机制。其中, 信息协同水平指标使用企业申请低碳发明专利时所引用的专利数量进行衡量<sup>[26]</sup>, 企业引用的专利数量体现出知识在企业间的流动, 专业引用数越多, 表明企业整合内外部知识信息越丰富, 信息协同水平更高; 信息处理能力指标使用硬件资本和软件资本的投入净值与企业总资产的比值衡量。硬件和软件资本占比越高, 表明企业有更多的信息相关投入, 即信息处理能力更强。信息披露质量指标使用环境信息披露指标<sup>[38]</sup>作为代理变量。该

评分越高，表明企业的信息披露质量越好。

表5的列（1）—列（3）为信息不对称缓解机制的检验结果。结果显示，价值链数字化的系数均显著为正，这表明，出口企业的数字投入增加能够明显提升出口企业的信息协同水平、信息化投入以及信息披露质量，进而促进低碳技术创新活力，验证了假说2的成立。在信息协同水平方面，价值链数字化通过构建统一的数据平台和信息管理系统，加速企业融入创新网络，促进知识信息的流动与整合，从而有利于出口企业的低碳技术创新。在信息处理能力方面，数字化投入增强了出口企业对复杂信息的处理与响应能力，使其在面对快速变化的市场环境 with 政策要求时，能够更灵活地调整研发策略、优化资源配置，从而提升低碳技术创新效率和成果转化率。在信息披露质量方面，借助数字检测和分析技术，企业可以更及时准确地记录和报告碳排放等关键环境指标，提升信息披露透明度与可信度，增强出口企业与政府、投资者、消费者之间的信任关系，为企业争取更多低碳技术创新的绿色资金倾斜。

表5 机制检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	信息不对称缓解			融资渠道优化		
	信息协同水平	信息处理能力	信息披露质量	融资约束	商业信用	银企关系
<i>Digital</i>	0.430*** (0.073)	0.418** (0.195)	0.880** (0.391)	-0.400*** (0.049)	0.128*** (0.040)	0.913*** (0.161)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
观察值	21 679	10 025	18 890	21 679	18 877	21 679
调整 $R^2$	0.755	0.676	0.652	0.951	0.821	0.365

2. 融资渠道优化机制。本文将从企业融资约束程度，以及商业信用和银企关系两个具体维度探讨融资渠道优化机制。其中，融资约束水平使用SA指数来衡量，该指数越大，表明企业受到的融资约束越大；出口企业从上游供应商所获取的商业信用使用企业的应付账款与企业总资产的比值表示，该数值越大，表明企业的商业信用水平越高；银企关系指标则根据出口企业是否聘任具有银行背景的人员担任高管、企业持有银行的股份和银行持有企业的股份三种形式建立的关系衡量，若企业存在上述三种情形的任意一种及以上，则取值为1，否则为0。

表5列（4）—列（6）为融资渠道优化机制的检验结果。可以发现，价值链数字化缓解了出口企业所面临的融资约束。进一步从非银行金融渠道和银行金融渠道角度分析，发现价值链数字化能够提升出口企业的商业信用和银企关系。一方面，价值链数字化推动企业建立透明高效的供应链协同体系，增强供应商对企业还款能力的信任度，使出口企业能够将更多经营性负债转化为研发投入，为低碳技术创新提供灵活持续的资金支持。另一方面，价值链数字化能高效匹配银企需求，通过数字交易平台增强银企沟通的便捷性，使银行为企业低碳技术创新研发中的资金需求提供快速响应支持。因此，出口企业能够利用价值链数字化红利优化融资渠道，确保低碳技术创新活动的顺利开展，提高低碳技术创新活力，验证了假说3成立。

## （二）进一步分析

伴随着超大规模市场优势的凸显，“以国内大循环为主体”“国内国际双循环相互促进”的新发展格局受到越来越多的关注，而作为产业融合发展的重要模式，价值链数字化同样需要借助内外循环进行。在全球价值链时代，产品的生产不再完全由一个国家（地区）完成，而是不同经济体按照各自优势参与产品生产的某些环节，因此数字投入存在天然的国界差异。在国际形势日趋复杂、超大国内市场不断显现的情形下，如何立足超大国内市场红利、兼顾开放经济发展需求，

推动企业低碳技术创新至关重要。因此，本文从国内国际双循环角度出发，参考李小平等<sup>[39]</sup>的研究，将价值链数字化通过以下公式进行分解：

$$Digital_i = D\_DC_i + D\_FC_i + D\_IC_i \quad (3)$$

其中，各项分别代表中国行业*i*的数字国内循环（*D\_DC*）、数字国外循环（*D\_FC*）与数字交互循环（*D\_IC*）。其中，数字国内循环是指产品在出口之前，完全利用国内数字投入进行境内价值创造的过程；数字国外循环是指产品在出口之前，完全利用国外数字投入进行跨境价值创造的过程；数字交互循环是指产品在出口之前，利用国外进口数字投入进行跨境、迂回价值创造的过程。

基于式（3），我们将价值链数字化拆解成数字国内循环、数字国外循环以及数字交互循环三部分，并探究其对企业低碳技术创新的差异影响，回归结果如表6所示。

表6中列（1）为数字国内循环对低碳技术创新的回归，数字国内循环在1%水平下对低碳技术创新的影响系数显著为正，为0.248；列（2）为数字国外循环对低碳技术创新的回归，其系数不显著；列（3）为数字交互循环对低碳技术创新的回归结果，其系数在1%水平下显著为正，为25.698。可以发现，数字国内循环和数字交互循环这两个过程能显著促进企业的低碳技术创新活动，其中交互循环的促进效应更明显，而数字国外循环则对出口企业的低碳技术创新没有明显影响。该回归结果证明价值链数字化在国内循环和交互循环中，均可以使企业能够更好地突破资源限制，充分利用国内外投入开展低碳技术创新研发活动，推动中国出口企业低碳转型。而价值链数字化国外循环是使用国外数字投入以及境外产品生产的过程，企业面临较弱的国内环境规制压力，缺乏低碳技术创新的内驱力，更倾向于将数字要素投入企业主营业务的规模扩张和技术优化，此时数字化反而对低碳技术创新造成“挤出效应”。因此，随着经济全球化不断演进，企业需立足国内大循环、促进国内国际双循环，充分发挥国内国际两个市场中资源间的联动效应，将数字技术运用到境内外的价值创造中，实现资本、技术和生产之间的互动循环，提高企业低碳技术创新活力和环境效益，以技术进步推动全要素生产率的有效提升<sup>[40]</sup>，从而增强企业的国际竞争力。

表6 价值链数字化分解回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
<i>D_DC</i>	0.248***		
	(0.089)		
<i>D_FC</i>		0.203	
		(0.265)	
<i>D_IC</i>			25.698***
			(5.644)
控制变量	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观察值	21 679	21 679	21 679
调整 <i>R</i> <sup>2</sup>	0.563	0.563	0.564

该回归结果证明价值链数字化在国内循环和交互循环中，均可以使企业能够更好地突破资源限制，充分利用国内外投入开展低碳技术创新研发活动，推动中国出口企业低碳转型。而价值链数字化国外循环是使用国外数字投入以及境外产品生产的过程，企业面临较弱的国内环境规制压力，缺乏低碳技术创新的内驱力，更倾向于将数字要素投入企业主营业务的规模扩张和技术优化，此时数字化反而对低碳技术创新造成“挤出效应”。因此，随着经济全球化不断演进，企业需立足国内大循环、促进国内国际双循环，充分发挥国内国际两个市场中资源间的联动效应，将数字技术运用到境内外的价值创造中，实现资本、技术和生产之间的互动循环，提高企业低碳技术创新活力和环境效益，以技术进步推动全要素生产率的有效提升<sup>[40]</sup>，从而增强企业的国际竞争力。

## 六、研究结论与政策启示

本文从全球价值链视角出发，基于数字投入创造的增加值直观地测算出行业价值链数字化水平，并利用2000—2020年中国的A股出口上市公司数据，实证分析了价值链数字化发展对出口企业低碳技术创新的影响及其作用机制。研究发现如下：（1）价值链数字化对出口企业低碳技术创新有显著的促进作用，在经过一系列内生性处理、稳健性检验后该结论依旧成立；（2）异质性分析表明，价值链数字化发展对出口企业低碳技术创新的影响在国有企业和资产规模较大的企业、高能耗和环境规制强的行业以及沿海地区中的作用更强；（3）机制分析表明，以信息协同水平提升、信息处理能力提高、信息披露质量提高的信息不对称缓解和企业商业信用增强、银企关系优化的融资渠道优化机制是价值链数字化促进出口企业低碳技术创新的重要渠道；（4）从双循环视

角分解价值链数字化来源发现,数字国内循环和数字交互循环均能促进出口企业的低碳技术创新活动,且交互循环的作用更明显,而数字国外循环没有显著作用。

结合上述结论,本文提出以下几点政策建议。

1. 深化价值链数字化在低碳技术创新领域的应用。一方面,要引导制造业积极进行数字化、智能化转型,加快推进工业互联网、智算中心等新型基础设施建设,建立多级联动的国家工业基础大数据库,强化人工智能、AI算法等数字技术在价值链各个环节中的应用,充分挖掘数据价值,优化生产流程,推动制造业提质增效,为产业整体跃升和持续创新提供支撑。另一方面,要推进价值链数字化同低碳化绿色化的协同发展,形成政府引导、企业主体、多方协作的低碳技术创新局面,鼓励出口企业利用数字技术加快低碳技术创新水平提升。

2. 针对不同企业和区域实施差异化的数字转型政策支持。一方面,应强化对中小企业、边远地区的数字支持。政府应通过设立专项基金、提供技术指导和人才培养等方式,降低中小企业数字化转型成本。同时,政府应联合行业协会、龙头企业等,共同推动数字平台建设,为中小企业提供必要的数字化工具和服务,促进信息共享和技术协作,以产业链协同模式带动上下游企业共同转型。另一方面,不同区域的数字“比较优势”不同,中西部地区的出口企业,可以依托“东数西算”等国家战略工程,加快算力基础设施建设,提升数据资源配置效率,将能源、土地等成本优势转化为数据价值链数字化转型源动力,从而立足本地产业特色探索差异化数字转型路径。

3. 充分发挥信息不对称缓解和融资渠道优化的机制作用。一方面,应依托工业互联网、智算中心等新一代信息技术平台,鼓励出口企业接入国家级绿色信息平台提高信息协同能力、扩大数字基础设施投入提高信息处理能力,从而实现低碳技术相关信息的高效汇集与智能分析,以此构建跨部门、跨行业、跨区域的信息协同机制。此外,要建立并完善环境信息披露评价标准,强化政府对企业环境信息披露的监督考核,依托数据平台对企业实时动态监控,提升信息透明度与可验证性。另一方面,出口企业要积极运用新兴数字技术,提升与国际市场对接的精准度,通过动态数据追踪交易履约情况,促进上下游企业的信任积累,构建长期稳定的合作关系和可持续的商业信用体系,推动企业间的良性投资循环。同时,应推动构建以数字平台为核心的银企合作机制,搭建低碳项目融资对接平台,降低银企间的信息不对称和道德风险,提高银行对出口企业低碳技术创新项目进行信贷支持的及时性和稳定性。

4. 夯实数字国内循环基础,提升数字交互循环质量,以此加快构建新发展格局。一方面,要做强数字国内大循环,依托超大规模市场和完整产业体系,扩大国内数字要素在生产中的应用范围,推动数字技术与制造业深度融合,提升出口产品在境内创造高附加值和低碳技术创新成果的能力。另一方面,提升数字交互循环质量。优化进口数字投入的获取与使用机制,加强数字设备、软件系统、核心零部件等跨境采购与本土生产的协同配套,构建高效的进口数字投入到国内生产再到出口的链条,并通过税收优惠、融资支持等方式,引导出口企业在交互循环中开展绿色技术研发。

#### 参考文献

- [1] 张慧智,孙茹峰.中国全球价值链地位、环境规制与碳排放绩效[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2024(1).
- [2] 段玉婉,蔡龙飞,陈一文.全球化背景下中国碳市场的减排和福利效应[J].经济研究,2023(7).
- [3] 张宁.碳全要素生产率、低碳技术创新和节能减排效率追赶——来自中国火力发电企业的证据[J].经济研究,2022(2).
- [4] Wagner, M. On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: Evidence from German manufacturing firms[J]. *Research Policy*, 2007(10).

- [5] 李青原,肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据[J]. 经济研究, 2020(9).
- [6] 孙博文,杨霄斐. 绿色低碳技术创新的区域协同路径——基于新熊彼特创新理论的技术供需互动机制视角[J]. 环境经济研究, 2024(2).
- [7] 韩先锋,李佳佳. 数字金融发展的动态减污降碳效应——基于二元环境约束的新视角[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2024(5).
- [8] 程时雄,刘树家. 长江经济带知识产权保护与城市绿色技术创新效率——基于创新价值链视角的空间效应分析[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2024(3).
- [9] 吴崇,顾丹,张佳奇.“逆向混改”如何影响战略性新兴产业民企绿色创新? ——基于代表性产业比较分析的视角[J]. 技术经济, 2024(3).
- [10] 宋德勇,朱文博,丁海. 企业数字化能否促进绿色技术创新? ——基于重污染行业上市公司的考察[J]. 财经研究, 2022(4).
- [11] 陈国进,丁赛杰,赵向琴,等. 中国绿色金融政策、融资成本与企业绿色转型——基于央行担保品政策视角[J]. 金融研究, 2021(12).
- [12] 李雪松,党琳,赵宸宇. 数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效[J]. 中国工业经济, 2022(10).
- [13] 张天顶,李梓萌,李任子悻. 数字化转型提升了我国企业出口国内附加值吗?[J]. 技术经济, 2025(4).
- [14] 尹洪英,李闯. 智能制造赋能企业创新了吗? ——基于中国智能制造试点项目的准自然试验[J]. 金融研究, 2022(10).
- [15] Goldfarb, A., C. Tucker. Digital economics[J]. *Journal of Economic Literature*, 2019(1).
- [16] 洪俊杰,蒋慕超,张宸妍. 数字化转型、创新与企业出口质量提升[J]. 国际贸易问题, 2022(3).
- [17] 任曙明,马橙. 企业数字化如何影响创新风险? ——来自中国制造业的经验证据[J]. 当代经济科学, 2024(2).
- [18] Usai, A., F. Fiano, A. Messeni Petruzzelli, et al. Unveiling the impact of the adoption of digital technologies on firms' innovation performance[J]. *Journal of Business Research*, 2021, 133.
- [19] 蒋为,倪诗程,彭森. 数实融合与企业出口产品策略优化:基于柔性生产视角[J]. 世界经济, 2024(5).
- [20] 戚聿东,肖旭. 数字经济时代的企业管理变革[J]. 管理世界, 2020(6).
- [21] 詹晓宁,欧阳永福. 数字经济下全球投资的新趋势与中国利用外资的新战略[J]. 管理世界, 2018(3).
- [22] 阳镇,陈劲,李纪珍. 数字经济时代下的全球价值链:趋势、风险与应对[J]. 经济学家, 2022(2).
- [23] 贾真,杨冉,肖皓. 产业数字化与全球价值链利益分配的公平性——基于贸易收益与隐含碳排放成本视角[J]. 数量经济技术经济研究, 2025(5).
- [24] Álvarez-Flores, E.P., P. Núñez-Gómez, C. Rodríguez Crespo. Adquisición y carencia académica de competencias tecnológicas ante una economía digital[J]. *Revista Latina de Comunicación Social*, 2017, 72.
- [25] 于飞,刘明霞,王凌峰,等. 知识耦合对制造企业绿色创新的影响机理——冗余资源的调节作用[J]. 南开管理评论, 2019(3).
- [26] 杨仁发,杨梅君. 数字化转型的持续性创新效应研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2025(2).
- [27] 江喜林,胡蝶. 数字化背景下政府参与产业链协同创新的演化博弈研究——基于“链长制”的视角[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2024(4).
- [28] 孙浦阳,张靖佳,姜小雨. 电子商务、搜寻成本与消费价格变化[J]. 经济研究, 2017(7).
- [29] 许诺,毛聚,毛新述,等. 算力部署、数据跨域流动与企业全要素生产率——来自智算中心的证据[J]. 中国工业经济, 2025(4).
- [30] 孙林,俞慧洁. 企业数字化转型、数字基础设施与中国出口企业全球价值链位置攀升[J]. 经济学动态, 2025(2).
- [31] 金祥义,戴金平. 有效信息披露与企业出口表现[J]. 世界经济, 2019(5).

- [32]张铭心,谢申祥,强皓凡,等.数字普惠金融与小微企业出口:雪中送炭还是锦上添花[J].世界经济,2022(1).
- [33]马述忠,张洪胜.集群商业信用与企业出口——对中国出口扩张奇迹的一种解释[J].经济研究,2017(1).
- [34]魏俊,聂荣,章一帆.银企数字化耦合对企业绿色创新的影响研究——来自数字专利匹配的经验证据[J].南方经济,2025(8).
- [35]袁凯华,张海鹏,南士敬.中国制造业企业数字化的“大而不强”特征与微观机制——来自出口企业的经验证据[J].国际贸易问题,2023(5).
- [36]邵丽丽,孙铮.风险对冲手段、汇率冲击程度与风险管理效果——来自上市公司出口业务的经验证据[J].会计研究,2017(7).
- [37]李小克,郑珊珊,张姝晴,等.偏向性技术进步适宜性的测度与结构分解[J].统计研究,2024(7).
- [38]孔东民,韦咏曦,季绵绵.环保费改税对企业绿色信息披露的影响研究[J].证券市场导报,2021(8).
- [39]李小平,余远,袁凯华,等.出口企业的价值链长度、结构变化与新发展格局[J].经济研究,2024(6).
- [40]李小克,李小平.中国全要素生产率演变的测度和多重效应分解:偏向性技术进步视角[J].经济研究,2022(4).

## Can Digital Global Value Chains Facilitate the Low-carbon Technology Innovation of Exporting Firms?

LI Xiao-ping, YAO Zi-jia, XU Zhi-peng

**Abstract:** Low-carbon technology innovation is an indispensable component of trade greening. For exporting firms, seizing digital opportunities during participation in global value chains to strengthen low-carbon technology innovation is an important practice that aligns with the times. This study incorporates value-chain digital specialization and traditional specialization into a unified production-decomposition framework to directly measure the degree of value-chain digitalization, and employs panel data on Chinese A-share exporting listed companies from 2000—2020 to empirically examine the impact of value-chain digitalization on firms' low-carbon technology innovation and its mechanisms. The findings are as follows. First, value-chain digitalization facilitates exporters' low-carbon technology innovation, and this effect is stronger in state-owned enterprises, large-scale enterprises, high-energy-consuming industries, industries with high environmental regulation intensity, and coastal areas. Second, the value-chain digitalization not only alleviates inter-firm information asymmetry through improved information coordination, stronger information-processing capacity, and higher disclosure quality, but also enhances financing channels by strengthening commercial credit and optimizing bank-firm relationships, thereby supporting low-carbon innovation. Third, decomposing the sources of value-chain digitalization from a dual-circulation perspective indicates that the digital interaction circulation and digital domestic circulation exhibit diminishing effects on low-carbon innovation, whereas the digital external circulation has no significant impact. Against the dual backdrop of trade greening and external uncertainty shocks, the study provides useful insights for exporters' green and low-carbon transformation from the perspective of value-chain digitalization.

**Key words:** digital global value chains; low-carbon technology innovation; export firms; dual circulation of domestic and international markets

(责任编辑 孙洁)