

智链全球:人工智能对数字贸易的影响

马梦涓 余紫菱 马莉莉

内容提要:人工智能正在深度嵌入贸易体系,重塑其要素配置与协同能力,成为激发数字贸易增长新动能的关键力量。本文基于2005—2019年67个国家的面板数据,实证研究人工智能对数字贸易的影响及其作用机制。研究发现,人工智能对数字贸易具有促进作用。机制检验结果表明,人工智能通过数字人才驱动效应和数字供应链优化效应,推动数字贸易规模扩张。此外,人工智能在提升数字贸易韧性方面亦发挥关键作用,表现为在面临外部冲击导致的双边数字贸易关系断裂时,人工智能展现出抑制作用,且该效应随冲击强度上升而增强。同时,人工智能不仅加快既有数字贸易关系的恢复进程,也推动贸易合作向替代性路径的有效转移。本文的研究结论为培育数字贸易新优势提供了经验证据,也为构建更加可持续、具有韧性的全球数字贸易新格局提供了政策参考。

关键词:人工智能 数字贸易 数字人才驱动效应 数字供应链优化效应 数字贸易韧性

中图分类号:F740.7

文献标识码:A

文章编号:1000-7636(2025)07-0003-19

一、问题提出

随着颠覆性技术加速渗透,贸易模式正在由传统贸易向数字贸易加速转型。根据全球数字贸易博览会组委会和国际贸易中心(ITC)联合发布的《全球数字贸易发展报告2024》,2021—2023年全球数字贸易总额从6.02万亿美元增长至7.13万亿美元,年均增速达8.8%,数字贸易已成为国际贸易的新增长点。尽管数字贸易发展迅速,但其增长潜力尚未充分释放。就贸易结构而言,传统贸易仍在全球贸易格局中占据主导地位。根据世界贸易组织(WTO)《全球贸易展望与统计(2024年)》的数据,2023年国际贸易总体规模为31.55万亿美元,数字贸易占国际贸易总体规模的比重仅为22.5%。就要素基础而言,数字人才供需失衡与供应链数字化进程滞后共同制约了数字贸易的纵深拓展。以中国为例,根据《数字中国发展报告(2023年)》及《工业供应链数字化白皮书》的数据,2023年数字人才总体缺口为2500万至3000万,供应链管理系统应用率不足20%。就贸易韧性而言,数字贸易的高度互联性与平台依赖性虽然提升了跨境交易效率,但也同步放大了国际合作的脆弱性。多重外部冲击通过数字平台实现快速扩散,诱发履约中断、数据流通受

收稿日期:2024-10-29;修回日期:2025-06-06

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目“‘一带一路’数字贸易便利化对沿线国家价值链重构的影响研究:基于效率和公平的双重视角”(72204197);国家社会科学基金青年项目“全球数字服务贸易网络演化机制与中国应对策略研究”(24CGJ029)

作者简介:马梦涓 西北大学经济管理学院博士研究生,西安,710127;

余紫菱 新疆大学经济与管理学院讲师,通信作者,乌鲁木齐,830046;

马莉莉 西北大学经济管理学院教授、博士生导师。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

阻与合作路径断裂等连锁反应。在此背景下,如何构建以数字人才与数字供应链为核心的支撑体系,在强化贸易韧性的前提下释放数字贸易的增长潜力,成为社会各界普遍关注的热点话题。

传统贸易的增长路径建立在劳动供给与物理资本的线性投入之上,受到生产函数的刚性约束,其要素替代弹性有限并且呈现出边际收益递减的特征。相较之下,数字贸易以数据要素、数字人才与数字资本为基础,依托数字平台为交易中枢,呈现出较强的网络外部性与边际成本趋近于零的特征^[1]。在此背景下,人工智能推动数字贸易实现从要素结构到系统韧性的全链条重构。一方面,人工智能加速传统生产要素的数字化升级,以高技能数字人才替代中低技能劳动力、以智能仓储与智慧物流替代传统物流,重新界定国家间的比较优势^[2]。另一方面,人工智能在数字平台运行规则中嵌入隐性技术标准,能够增强双边数字贸易关系的稳定性,降低交易过程中的道德风险与非理性退出概率^[3]。现有关于人工智能的数字贸易效应的研究多聚焦于传统路径,如提升生产效率、降低贸易成本与驱动技术创新等^[4-5]。然而,数字贸易与传统贸易的本质不同,人工智能对二者的作用路径也不同。同时,现有研究对于数字贸易韧性的讨论较为稀缺,这在很大程度上制约了对人工智能驱动下提升数字贸易关系稳定性的深入理解。

基于此,本文实证检验人工智能对数字贸易的影响及作用机制,并进一步考察人工智能对数字贸易韧性的作用。相比已有研究,本文可能的边际贡献体现在三方面。第一,尽管已有文献关注到人工智能的数字贸易效应^[4-5],但大多延续了传统贸易的成本与效率框架,缺乏对于人工智能重塑数字要素配置方式与流程协同范式的探讨。本文在此基础上,引入数字人才驱动效应与数字供应链优化效应两条关键路径,有助于深化关于人工智能与数字贸易内在关系的认知,并与现有文献形成互补。第二,现有关于贸易韧性的研究多聚集于公共卫生事件与自然灾害对传统贸易的扰动,较少关注数字贸易关系在多重外部冲击下的断裂、恢复与转移过程^[6-7]。然而,随着全球数字贸易规则趋于碎片化,国际合作面临高度不稳定性,如何提升数字贸易韧性成为紧迫议题。本文首次从数字贸易关系断裂与重构两方面量化评估数字贸易韧性,并探讨人工智能在应对外部冲击过程中所发挥的作用,特别是在缓解数字贸易关系断裂风险、促进其恢复与替代性转移中的效应。第三,本文的研究结论为把握新一轮科技革命与产业变革的战略机遇、推动颠覆性数智技术深度融入国际贸易体系、培育数字贸易新优势提供了经验证据,也为构建更加可持续、具备韧性的全球数字贸易新格局提供了政策参考。

二、文献综述

人工智能的快速发展及其在贸易领域的广泛应用,逐渐成为学界关注的热点。本文的研究主要与以下三类文献密切相关。

一是关于人工智能属性及其经济效应的研究。阿西莫格鲁与雷斯特雷波(Acemoglu & Restrepo, 2020)指出,人工智能是指机器通过算法模拟人类认知过程与行动反应,实现在低人工干预下自主完成复杂任务的通用性技术系统,其核心技术包括机器学习、逻辑编程和自然语言处理等^[8]。人工智能以其自动化和智能化属性,重塑生产方式和资源配置方式。具体而言,自动化强调人工智能在替代重复性和标准化劳动方面的技术优势。巴比纳等(Babina et al., 2024)指出,智能化属性侧重于人工智能基于大数据学习与语义建模能力,强化市场主体在高度不确定环境下的实时感知、预测决策与动态资源调度能力^[9]。綦建红等(2024)指出,人工智能更多应用于支持人机协同与认知增强,而非完全替代人力劳动,其主要功能体现为信息整合与复杂任务的辅助决策功能^[10]。王永中和刘东升(2025)发现人工智能驱动的工业机器人提升了生产效率与全要素生产率^[11]。贝森等(Bessen et al., 2025)认为人工智能加速了劳动力结构由低技能转向高

技能的趋势^[12]。此外,周阔等(2025)发现,人工智能还加速供应链由集中式向多节点、分布式架构演化,提升了其韧性与抗风险能力^[13]。

二是关于数字贸易影响因素的研究。数字贸易的发展主要受到国际规则、国内制度与技术架构等多重因素影响。在国际规则层面,杨连星等(2023)认为,贸易协定中有关跨境数据流动、电子商务规则、知识产权保护等条款拓展了数字贸易的制度边界^[14]。然而,何树全(2024)指出,由于全球数字治理体系的高度异质性,跨国监管碎片化与数据本地化要求等措施形成了新型的制度性壁垒,不仅限制了数据跨境流动,还加剧了制度环境的不确定性^[15]。在国内制度层面,徐娜等(2024)、马等人(Ma et al., 2025)指出,中国通过设立自由贸易试验区和数字服务出口基地等制度型开放平台,推动政策先行先试,增强了数字基础设施与产业要素的融合能力^[16-17]。另外,徐和卢(Suh & Roh, 2023)发现,部分数字贸易监管政策可能限制数字贸易流动,尤其是进口国主导的限制性措施对跨境数据流通与数字服务的抑制作用更为明显^[18]。在技术架构层面,数字技术与数字基础设施构成数字贸易运行的关键支撑要素。一方面,周等人(Zhou et al., 2022)发现宽带基础设施通过降低信息不对称与提高信息传输效率,促进贸易规模持续扩张^[19]。另一方面,赫尔曼和奥利弗(Herman & Oliver, 2023)认为互联网连接度与数据流动自由度的提升,通过优化交易各环节的信息匹配效率,提升了跨境交易的实时交付能力^[1]。

三是关于人工智能贸易效应的研究。既有研究主要围绕出口规模、产品质量、价值链地位及结构性冲击等方面展开讨论。何宇等(2021)发现在全球价值链中,人工智能通过提升研发效率与创新能力,提高经济嵌入高附加值环节的可能性,并且增强上游技术资源与下游市场网络的整合能力^[20]。阿尔瓜西尔等(Alguacil et al., 2022)发现,人工智能通过提升企业自动化水平,压缩边际生产成本,从而增强其成本竞争优势^[21]。德斯特法诺和蒂米斯(Destefano & Timmis, 2024)进一步指出,随着智能生产系统的广泛应用,出口竞争力已逐步由数量扩张转向产品质量与附加值的持续提升^[22]。与此同时,初晓等(2024)发现人工智能提升了出口产品的技术复杂度,驱动出口模式由价格导向转向高质量导向^[23]。马欢等(2024)指出人工智能通过降低生产成本、优化生产流程和重塑要素禀赋,正在改变全球贸易的规模、结构与分工格局^[24]。葛新庭和谢建国(2025)则指出,人工智能还优化了跨国生产网络的协同效率,使原本以合同与价格为核心的交易性关系向更具黏性的协同互动关系演化^[25]。然而,人工智能对全球贸易结构的影响并非线性正向。王永中和刘东升(2025)指出,从全球来看,北方国家正加快本土制造体系的智能重构,部分原由南方国家承接的中低端生产环节呈现回流趋势,这在一定程度上削弱了南方国家的既有比较优势^[11]。

综上,已有研究存在一定的不足之处。一方面,现有关于数字贸易影响因素的研究大多聚焦于制度供给层面,关于技术架构因素的考察则相对有限。制度供给虽然是数字贸易发展的核心支撑,但其改革进程常受制于多边谈判、主权协调成本及跨国规制碎片化等复杂博弈结构。对于传统贸易而言,制度安排主要针对关税、配额等显性边境壁垒,制度工具的边界与效应较为明确;而对于数字贸易而言,国际规则尚不完备、国内规制存在空白,其交易场景对数字基础设施依赖显著增强,使得平台协议、算法路径与数据治理架构在事实上构成了新的技术性准入门槛。尽管既有文献对互联网普及率、带宽容量等基础设施指标进行了初步分析,但对以人工智能为代表的颠覆性技术如何嵌入数字交易流程的研究仍相对缺乏。另一方面,人工智能与贸易关系的研究仍以传统贸易为主,聚焦于出口规模、产品质量、价值链地位等方面。尽管部分研究初步关注到人工智能与数字贸易的联系,但围绕数字经济语境下的人工智能对贸易结构的渗透路径,仍缺乏系统性识别与理论框架建构。

三、理论分析与研究假设

(一) 人工智能与数字贸易

数字贸易可划分为贸易数字化和数字化贸易,前者强调传统贸易通过引入数字技术实现数字化、网络化和智能化转型,后者指以数字内容、数字产品及服务和数据为标的的新型贸易形态^[26]。本文拟从上述两个维度出发,分析人工智能对数字贸易的影响。

在贸易数字化层面,人工智能通过嵌入传统贸易体系,推动其在需求结构、价值链分工格局与出口竞争策略方面发生根本性转型。首先,北方国家凭借技术先发优势率先部署人工智能,提升国内生产效率,从而扩大对精密中间品、模块化部件等中间投入品的进口需求。该需求沿全球价值链逐层传导至下游国家,间接拉动了南方国家的出口增长,重构全球南北之间的贸易需求通道与出口机会边界^[2]。其次,长期以来,南方国家多处于全球价值链的低附加值环节^[27]。随着智能制造、柔性生产和嵌入式算法等的逐步应用,这些国家有机会跳跃式嵌入全球价值链上游,实现全球价值链的再嵌入与再分层^[28-29]。最后,人工智能通过加速产品研发过程的智能化和数据化,提高出口产品技术复杂度,弱化传统贸易对要素成本优势的依赖,逐步转向以创新能力与技术服务为基础的竞争范式^[10]。

在数字贸易化层面,人工智能通过重构数字平台、供给体系与需求结构,推动贸易形态从要素驱动转向智能主导。首先,传统数字平台通常充当信息撮合中介,数字贸易的交易流程高度依赖人工干预,表现出响应迟缓与效率受限的特征。人工智能使传统数字平台具备基于数据挖掘与行为建模的学习能力,可实现在低人工参与的条件下完成供需预测、自动撮合与物流调度等关键任务,从而优化撮合效率与运营弹性^[4]。其次,人工智能推动数字内容、虚拟服务与数据等非物质产品实现可商品化转型,这些产品由依赖人工创作转变为算法生成,呈现出高度的可标准化、可复制与即时交付特征,其边际复制成本趋近于零。最后,传统贸易中消费者通常基于搜索与比较进行消费决策,人工智能通过深度分析用户行为轨迹与消费偏好,推动消费需求前置化^[30]。由此,消费路径随之演变为感知、推荐与转化,交易过程呈现出高度个性化与高频互动特征,从而提升了用户转化率与平台黏性。

这两个事实维度的交互作用形成了本文的核心机理。人工智能在贸易数字化与数字化贸易之间建立起一条从生产端智能化到消费端智能驱动的全链条联动路径。一方面,贸易数字化积累的基础设施建设能力和智能制造水平为数字化贸易提供内容生成、资源整合与服务交付的技术基座。另一方面,数字化贸易激发出的非线性、多样化的消费需求反向塑造了传统贸易的运行逻辑,加速其由经验导向向数据驱动与智能主导的路径演变。这一过程中,数据作为关键要素贯穿始终,驱动人工智能的决策优化,并重构其价值创造逻辑,从而推动了数字贸易规模扩张。

基于以上分析,本文提出研究假设 H1:人工智能促进数字贸易规模扩张。

(二) 传导机制

1. 数字人才驱动效应

人工智能作为认知资本密集型的通用技术,改变了劳动力市场对人力资本结构的需求,驱动以高技能为核心的数字人才体系加速形成^[9]。一方面,人工智能相较于传统工业技术对劳动力提出了更高的数字技能适配门槛,要求劳动者拥有更强的学习能力^[24]。具备较高受教育水平和数字技能储备的劳动者更易适应技术变革,从而获得更高的工资溢价。人工智能不仅优化了人力资本配置,还重塑了劳动力市场的结构性

分布。传统岗位逐渐被边缘化,就业机会日益集中于高认知、高附加值领域与不可替代的岗位^[11]。这种以高技能导向为核心的结构性就业极化趋势,反向推动劳动者持续提升其数字适配能力。另一方面,人工智能将劳动者的工作任务从标准化和程序化劳动转向需要判断能力、信息整合与规范执行的高阶复杂任务。在替代低端重复性岗位的同时,人工智能也作为辅助工具,通过算法支持、数据分析、模拟推演等方式增强数字人才处理复杂任务的能力,形成人机协作模式,强化数字人才的数字转化能力^[2]。

数字人才在组织知识传播与跨境制度适配中的作用日益增强,成为拓展数字贸易增长空间的重要驱动因素。根据内生增长理论,经济增长不仅取决于外部技术供给,更依赖组织内部对知识的吸收能力与技术转化效率,而数字人才正是承载这一内生知识积累过程的核心角色。一方面,具备数字适配能力的人才通过干中学将隐性知识显性化,并借助组织内部协作网络与制度化培训实现知识共享与再生产^[4]。这一知识溢出过程打破了传统贸易中由信息壁垒与科层结构导致的知识封闭现象,进而催生出动态演化的知识共享网络,增强组织的学习能力与创新扩散效率^[3]。当知识在组织间实现非对称性溢出时,带来的正向外部性将产生规模报酬递增效应,进而推动数字贸易的持续扩展。另一方面,具备数字转化能力的人才能够将复杂的技术要素嵌入差异化的外贸制度场景中。这类人才通过调整数据调用路径、适配跨国监管要求并推动平台系统的规范化运作,在保障合规基础上保障数字贸易的稳定运行。

基于以上分析,本文提出研究假设 H2:人工智能通过数字人才驱动效应促进数字贸易规模扩张。

2. 数字供应链优化效应

人工智能作为资本密集型的通用技术,推动了数字供应链在流程驱动、信息整合与协同响应等方面的系统性优化。首先,在流程驱动方面,传统供应链中分拣、运输和质检等操作环节高度依赖低技能劳动,普遍存在作业效率低、差错率高等问题。人工智能将原有的劳动密集操作节点转换为资本密集型单元,随着其单位部署成本下降,其边际成本递减特性与资本密集型生产模式耦合,推动形成规模经济效应,进而加速资本深化进程^[3]。其次,在信息整合方面,供应链中产生的高频数据,如物流轨迹、订单波动和设备运行等经由人工智能处理后转化为具备经济价值的数据资本。该过程替代原本基于人工经验判断的调度与响应,促使实时决策以高算力资源为基础展开,提升供应链的信息透明度与响应灵活性。最后,在协同响应方面,供应链竞争优势已由单点效率主导转向节点间的协同能力。人工智能通过推动跨行业、跨区域的信息互联形成可扩展的协同网络^[12]。随着更多智能节点的加入,系统内部的资源共享与信息反馈路径不断强化,呈现出正外部性效应,每新增一个协同节点,系统整体边际协同效率非线性提升,推动从链式传导向平台化协同跃迁。

作为连接生产端与消费端的核心载体,数字供应链通过降低履约摩擦、缓解信息不对称与提升响应效率,推动数字贸易规模扩张。首先,在流程驱动方面,传统跨境履约流程以人工操作为主,易出现信息错漏、流程中断与交付延迟等问题,进而引发履约摩擦增加与用户流失风险上升,而数字供应链通过高效率、低错率的订单执行,降低了数字贸易的履约成本^[24]。其次,在信息整合方面,根据信息不对称理论,交易双方信息掌握程度不均,会导致逆向选择或道德风险,进而抬升交易成本甚至阻碍交易达成。若跨境交易中买方难以获取物流状态与交付节点,交易过程易发生中断和失信行为。数字供应链实现的多源物流信息整合与全过程可视化,增强了买家对交易状态的预期稳定性,降低决策风险,提升数字贸易平台信任度与重复购买率^[1]。最后,在协同响应方面,统一的流程标准、接口协议与数据平台推动供应链各环节实现实时联动,增强服务连续性与履约可靠性,提升了数字贸易的交易体验^[16]。

基于以上分析,本文提出研究假设 H3:人工智能通过数字供应链优化效应促进数字贸易规模扩张。

(三) 人工智能与数字贸易韧性

数字贸易韧性指在外部冲击干扰下,数字贸易关系能够维持稳定运行的能力,主要体现在两个方面:其一,在遭遇突发性冲击时,双边数字贸易关系仍能保持连续性,避免发生合作中断;其二,即使既有数字贸易关系发生断裂,贸易各方仍能够在较短时间内恢复合作或拓展新的替代性贸易路径。

人工智能通过技术标准嵌入、强化契约执行刚性与加剧行为路径黏性,降低了数字贸易关系断裂的潜在风险。首先,传统贸易多采用纸质单据、线下对账和人工录入等低自动化流程,更换贸易伙伴仅涉及局部调整,故双边贸易关系断裂成本相对较低。人工智能内嵌特定的数据结构与语义接口,更换合作方将引发硬件设施替换和数据迁移等高昂成本,提高贸易关系切换的技术门槛,从而增强数字贸易关系的持续性^[12]。其次,传统贸易的契约执行以人工监督与事后诉讼为主,违约处理周期冗长。违约方实际面临的惩罚偏弱,并且其短期获益往往高于潜在违约成本。人工智能实现了契约履约过程的实时监控,一旦发生违约行为,违约方将遭受平台声誉贬值、信用评级下调乃至交易准入受限等惩罚,从而有效压缩了非理性退出空间,提升数字贸易关系的韧性^[31]。最后,传统贸易中员工在与不同合作方的交互中形成的操作模式具有较强通用性,合作关系调整的再适应成本较低。在人工智能嵌入贸易流程后,员工操作行为与算法反馈深度绑定,形成行为路径依赖。这一行为惯性会提高关系切换的组织和认知成本,抑制数字贸易关系断裂。

在原有数字贸易关系断裂后,贸易主体通常面临重启既有合作关系或寻求新的替代性合作对象两种选择。首先,在底层产业结构与平台技术基础未遭到根本性破坏的前提下,原有合作关系在技术层面上依然具备恢复的可行性。传统贸易关系的恢复通常需要重新谈判条款并开展员工再培训,交易成本高且恢复周期长。然而,人工智能使得原有数字贸易合作关系中积累的隐性技术标准能够被激活与复用,从而降低了协议适配与流程磨合的边际成本,提升了既有合作关系恢复的可能性^[3]。其次,若原有数字贸易关系因技术脱钩、平台封锁或制度性不兼容而彻底丧失可恢复性,贸易主体需要在有限时间内主动拓展替代性合作关系,以维持对外供需均衡^[28]。传统贸易中新合作关系的建立依赖人工搜索与线下磋商,匹配效率较低且协调成本较高。人工智能通过对潜在合作方的产业结构、平台协议与制度环境进行算法匹配,能够提升搜索效率与匹配精度,从而压缩合作前期的交易摩擦成本。此外,人工智能推动的数字平台架构呈现出日益增强的模块化特征,系统在局部断裂时可通过功能模块替换实现快速恢复,提升了数字贸易关系转移的可能性^[19]。

基于以上分析,本文提出研究假设 H4:在外部冲击下,人工智能对数字贸易关系断裂具有抑制作用,并有助于增强断裂后的关系恢复与转移能力。

四、实证设计

(一) 模型设定

为了探究人工智能对数字贸易的影响,本文借鉴綦建红等(2024)^[10]和初晓等(2024)^[23]的研究,设定基准计量模型如下:

$$DT_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 Rob_{it} + X'_{it}\gamma + X'_{jt}\delta + X'_{ijt}\rho + \varphi_i + \mu_j + \theta_{ij} + \sigma_t + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

其中,下标 i, j, t 分别表示母国、东道国和年份。 DT_{ijt} 表示 t 年 i 国出口到 j 国的数字贸易额。 Rob_{it} 表示 i 国 t 年的人工智能水平。 X'_{it} 表示母国-年份维度的控制变量向量, X'_{jt} 表示东道国-年份维度的控制变量向量, X'_{ijt} 表示母国-东道国-年份维度的控制变量向量, $\varphi_i, \mu_j, \theta_{ij}$ 分别表示不随时间变化的母国、东道国和母

国-东道国固定效应, σ_t 表示时间固定效应, ε_{ijt} 表示随机扰动项。

(二) 变量选取

1. 被解释变量

本文的被解释变量是数字贸易 (DT_{ijt})。参考杨连星等 (2024)^[32] 的研究, 本文选取信息与通信技术 (ICT) 产品出口额衡量数字贸易, 这些产品包括计算机及外围设备、通信设备、消费类电子产品、电子元件和杂项电子产品等类目。

2. 核心解释变量

本文的核心解释变量是人工智能 (Rob_{it})。已有文献采用人工智能专利申请数量^[33]、机器人渗透率^[2]、机器人存量^[10, 23]和机器人安装量^[3]衡量人工智能。本文选取机器人安装量作为人工智能的衡量指标, 理由有三点。第一, 专利数量侧重技术创新的前端产出, 但受限于成果转化周期较长, 该指标难以反映人工智能的即时应用水平。第二, 机器人渗透率衡量单位劳动力对应的机器人数量, 理论上能够反映人工智能对劳动力的替代程度, 但该指标容易受到行业结构异质性与统计口径差异的干扰, 限制了跨国比较的有效性。第三, 机器人存量指标虽然能够表征长期资本积累水平, 但难以识别技术迭代的边际效应。相较而言, 机器人安装量具有更强的现实针对性与时效性。一方面, 其动态属性能够追踪人工智能技术在生产场景中的实际部署进程; 另一方面, 其作为物理设备的新增量能够映射智能化改造强度, 规避了专利转化率、存量折旧率等中间变量的干扰。为增强研究结论的稳健性, 后文引入人工智能专利数量、机器人存量及数字产品相关行业的机器人渗透率等作为替代变量进行稳健性检验。

3. 控制变量

在控制变量方面, 对于母国-年份维度及东道国-年份维度而言, 本文控制了: (1) 经济发展水平 (GDP_{it} 、 GDP_{jt}), 分别使用母国与东道国人均实际国内生产总值 (GDP) 衡量^[14]; (2) 互联网普及度 (Int_{it} 、 Int_{jt}), 分别使用母国与东道国互联网用户占总人口的比例衡量; (3) 知识产权保护水平 (PR_{it} 、 PR_{jt}), 分别使用母国与东道国世界经济自由指数分指标产权保护衡量^[5]。对于母国-东道国-年份维度而言, 本文控制了两国首都间的距离 ($Distcap_{ij}$)、两国是否曾经存在殖民关系 ($Colony_{ij}$)、两国是否接壤 ($Contig_{ij}$)、两国是否有共同语言 ($Comlang_{ij}$)。

主要变量的定义如表 1 所示。

表 1 主要变量的定义

变量名称	变量符号	变量测度
数字贸易	DT_{ijt}	使用母国对东道国的 ICT 产品出口额衡量, 并取对数
人工智能	Rob_{it}	使用机器人安装量衡量, 并加 1 取对数
母国经济发展水平	GDP_{it}	使用母国人均实际 GDP 衡量, 并取对数
东道国经济发展水平	GDP_{jt}	使用东道国人均实际 GDP 衡量, 并取对数
母国互联网普及度	Int_{it}	使用母国互联网用户占总人口的比例衡量
东道国互联网普及度	Int_{jt}	使用东道国互联网用户占总人口的比例衡量
母国知识产权保护水平	PR_{it}	使用母国世界经济自由指数分指标产权保护衡量
东道国知识产权保护水平	PR_{jt}	使用东道国世界经济自由指数分指标产权保护衡量
两国首都间的距离	$Distcap_{ij}$	使用母国与东道国首都之间的直线距离, 并取对数处理

表1(续)

变量名称	变量符号	变量测度
两国是否曾经存在殖民关系	$Colony_{ij}$	若母国与东道国曾经存在殖民关系,则取值为1,否则为0
两国是否接壤	$Contig_{ij}$	若两国之间存在陆地或水域边界,则取值为1,否则为0
两国是否有共同语言	$Comlang_{ij}$	若两国拥有共同的官方语言或广泛使用语言,则取值为1,否则为0

4. 数据来源与描述性统计

本文使用的数字贸易数据来源于联合国贸易和发展会议(UNCTAD)数据库,人工智能数据来源于国际机器人联合会(IFR)数据库。控制变量数据来源于加拿大弗雷泽研究所公布的世界经济自由指数、世界银行世界发展指标(WDI)数据库、法国国际经济前景与信息研究中心(CEPII)数据库。为确保数据的一致性与国家层面的可比性,本文排除了欧盟、东盟等地区性组织,并剔除了中国港澳台地区的数据,最终获得了2005—2019年67个国家的数据样本,总计67 335个双边年度观测值($67 \times 67 \times 15$)^①。

主要变量的描述性统计结果如表2所示。其中,被解释变量数字贸易(DT_{ijt})的均值为1.998 4,最大值为11.889 1,最小值为0.000 0,表明数字贸易在样本内呈现出跨国离散特征,整体分布偏向右尾,波动性较强。核心解释变量人工智能(Rob_{it})的均值为4.148 6,标准差为3.441 8,最大值为11.958 8,最小值为0.000 0,反映出各国在人工智能技术应用程度方面存在明显差距并具备较高的异质性。此外,其他控制变量的分布特征均存在一定的差异。

表2 变量描述性统计结果

符号	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
DT_{ijt}	67 335	1.998 4	2.319 3	0.000 0	11.889 1
Rob_{it}	67 335	4.148 6	3.441 8	0.000 0	11.958 8
GDP_{it}	67 335	9.535 6	1.040 2	7.670 7	10.949 0
GDP_{jt}	67 335	9.535 6	1.040 2	7.670 7	10.949 0
Int_{it}	67 335	0.586 9	0.254 9	0.023 9	0.966 4
Int_{jt}	67 335	0.586 9	0.254 9	0.023 9	0.966 4
PR_{it}	67 335	6.750 5	2.141 5	0.000 0	9.540 0
PR_{jt}	67 335	6.750 5	2.141 5	0.000 0	9.540 0
$Distcap_{ij}$	67 335	7.964 1	1.562 3	1.945 9	9.896 2
$Colony_{ij}$	67 335	0.088 2	0.283 6	0	1
$Contig_{ij}$	67 335	0.102 0	0.302 7	0	1
$Comlang_{ij}$	67 335	0.128 4	0.334 6	0	1

① 本文研究样本涵盖以下国家:阿根廷、澳大利亚、奥地利、比利时、保加利亚、波黑、白俄罗斯、巴西、加拿大、智利、中国、哥伦比亚、捷克、德国、丹麦、埃及、西班牙、爱沙尼亚、芬兰、法国、英国、希腊、克罗地亚、匈牙利、印度尼西亚、印度、爱尔兰、伊朗、冰岛、以色列、意大利、日本、韩国、科威特、立陶宛、拉脱维亚、摩洛哥、摩尔多瓦、墨西哥、马耳他、马来西亚、荷兰、挪威、新西兰、阿曼、巴基斯坦、秘鲁、菲律宾、波兰、葡萄牙、卡塔尔、罗马尼亚、俄罗斯、沙特阿拉伯、新加坡、斯洛伐克、斯洛文尼亚、瑞典、泰国、突尼斯、土耳其、乌克兰、美国、乌兹别克斯坦、委内瑞拉、越南、南非。

5. 典型事实特征

为揭示人工智能与数字贸易之间的耦合关系,本文以全球数字贸易网络中的主要参与国为样本,以机器人安装量衡量人工智能水平、以 ICT 产品出口额衡量数字贸易,构建散点图,对技术与贸易的耦合关系开展典型事实分析。如图 1 所示,各国呈现出集群分异,大致可归纳为三种类型。一是技术与贸易双强型国家,包括中国、美国、德国、韩国等。该类国家的人工智能与数字贸易发展水平均处于全球前列,呈现出高度协同耦合的特征。其通过技术投入、产业集成与出口之间的联动效应,形成了技术驱动与贸易引领的正向循环。二是贸易敏感型国家,包括新加坡、荷兰、捷克等。该类国家人工智能发展水平中等,但数字贸易表现超越预期,呈现出结构性偏离耦合的特征。其依托区位优势与平台功能,通过枢纽集成推动贸易扩张,以中介能力补齐技术短板。三是人工智能滞后型国家,包括俄罗斯、巴西等。该类国家人工智能和数字贸易发展水平均处于相对低位,受限于基础条件不足,难以构建有效的技术与贸易协同路径。

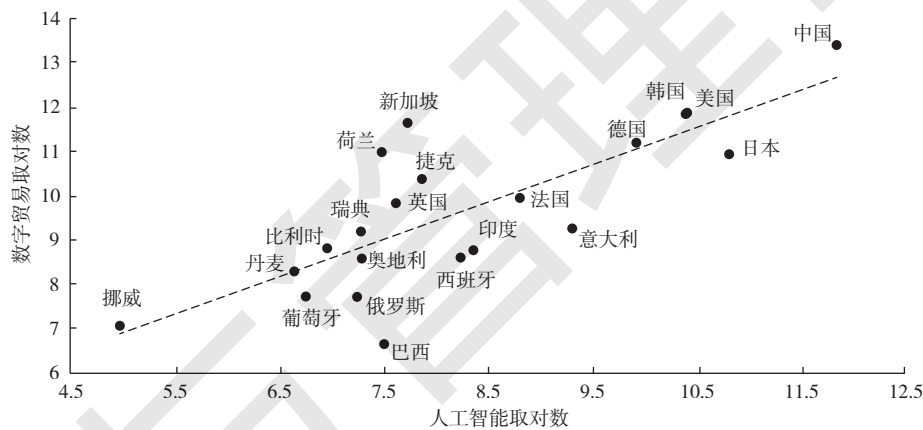


图 1 人工智能与数字贸易特征事实

数据来源:根据 IFR 数据库、UNCTAD 数据库整理得到。

五、实证结果与分析

(一) 基准回归

表 3 报告了人工智能对数字贸易影响的基准回归结果。列(1)为仅加入控制变量的回归结果,其中人工智能对数字贸易影响的回归系数为 0.188 7,通过了 1%水平下的统计显著性检验。在列(1)基础上,进一步引入年份、母国、东道国、母国-东道国固定效应进行回归,列(2)显示,人工智能的回归系数为 0.012 9,通过了 1%水平下的统计显著性检验,说明人工智能对数字贸易具有正向影响。这一结果印证了前文呈现的特征事实,即人工智能部署水平领先的国家更可能实现技术与贸易的双重优势,而部署能力滞后的国家则难以获得相应的外贸增长动能。该发现说明人工智能正日益深度嵌入传统贸易体系,并推动其在需求结构、价值链分工格局与出口竞争策略方面发生系统性变革。同时,人工智能正在引发数字平台、供给体系与需求结构的重塑,推动贸易形态发生从要素驱动转向智能主导。因此,本文的研究假设 H1 得到了验证。

表 3 基准回归结果

变量	(1)	(2)
Rob_{it}	0.188 7*** (0.002 5)	0.012 9*** (0.001 7)
GDP_{it}	0.015 0 (0.012 7)	0.994 4*** (0.028 1)
GDP_{jt}	0.238 9*** (0.012 7)	0.646 4*** (0.030 0)
Int_{it}	0.631 2*** (0.051 4)	0.712 9*** (0.028 6)
Int_{jt}	-0.307 3*** (0.051 4)	0.111 5*** (0.0323)
PR_{it}	0.355 8*** (0.004 0)	-0.087 0*** (0.009 5)
PR_{jt}	0.023 4*** (0.004 5)	0.017 8* (0.010 2)
$Distcap_{ij}$	-0.141 1*** (0.006 2)	-0.001 0 (0.003 2)
$Colony_{ij}$	-0.017 6 (0.033 7)	-0.012 7 (0.014 7)
$Contig_{ij}$	0.827 7*** (0.033 7)	-0.004 8 (0.014 7)
$Comlang_{ij}$	0.524 2*** (0.027 0)	0.001 5 (0.014 5)
常数项	-2.981 9*** (0.133 0)	-13.708 2*** (0.392 4)
年份固定效应	未控制	控制
母国固定效应	未控制	控制
东道国固定效应	未控制	控制
母国-东道国固定效应	未控制	控制
$\overline{R^2}$	0.284 2	0.943 9
样本量	67 335	67 335

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著，括号内为稳健标准误。后表同。

(二) 内生性分析

为缓解遗漏变量和互为因果导致的内生性问题,本文采用工具变量法进行内生性分析。参考黄亮雄等(2023)^[29]的做法,本文以世界各国工业机器人密度均值与本国工业机器人密度之差为工具变量(IV_{it})。运用工具变量法进行内生性分析的回归结果如表 4 所示。从列(2)可以看出,人工智能对数字贸易的促进作用依然成立,回归系数为 0.074 1,并在 1% 的水平下通过显著性检验。Kleibergen-Paap rk LM 统计量显著拒绝了识别不足的原假设,Kleibergen-Paap rk Wald F 统计值也远高于弱工具变量的临界值,表明工具变量不存在识别问题和弱工具变量问题,具有较好的有效性和解释力。此外,为增强研究结论的稳健性,本文参考陈东等(2024)^[34]的研究,采用异方差工具变量法对工具变量的外生性进行了更为严格的检验。回归结果如表 4 所示,回归系数仍显著为正。

(三) 稳健性检验

1. 替换被解释变量及核心解释变量测度指标

首先,替换被解释变量。在基准回归中,本文利用数字产品双边出口数据测度数字贸易规模。然而,数字服务贸易也是数字贸易的重要组成部分^[32]。鉴于此,本文基于经济合作与发展组织(OECD)、世界贸易组织(WTO)和国际货币基金组织(IMF)联合发布的《数字贸易测度手册》,选取六类数字服务相关行业的跨境服务贸易额作为替换指标。数据来源于 WTO-OECD 联合开发的双边贸易服务(BaTIS)数据库。表 5 结果显示,替换被解释变量测度指标后,人工智能的回归系数基本保持不变,说明基准回归结果具有良好的稳健性。

表 4 内生性分析回归结果

变量	工具变量法		异方差工具变量法
	(1)	(2)	
IV_{it}	0.009 8 *** (0.000 2)		0.052 1 *** (0.012 3)
Rob_{it}		0.074 1 *** (0.012 5)	
常数项	-8.566 3 *** (0.790 3)	-13.044 4 *** (0.394 5)	-7.184 1 *** (0.457 6)
控制变量	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
母国固定效应	控制	控制	控制
东道国固定效应	控制	控制	控制
母国-东道国固定效应	控制	控制	控制
Kleibergen-Paap rk LM	7 216.664 5		4 911.704 6
Kleibergen-Paap Wald rk F	6 782.436 0		6 027.315 7
$\overline{R^2}$	0.867 7	0.943 8	0.160 3
样本量	67 335	67 335	67 335

其次,替换解释变量。在基准回归中,本文利用机器人安装量测度人工智能水平。根据上文关于核心解释变量的说明,本文引入三类替代指标,分别是机器人存量($Stock_{it}$)、数字产品相关行业的工业机器人渗透率(Den_{it})、人工智能申请专利(Pat_{it})。数据来源于 IFR 数据库、联合国国际劳工组织数据库(ILOSTAT)、世界知识产权组织(WIPO)世界专利数据库。其中,数字产品贸易相关行业的工业机器人渗透率的具体计算方式如下:

$$Den_{it} = \frac{0.9Sto_{it-1} + Inc_{it}}{User_{it}}$$

(2)

其中, Den_{it} 表示*i*国*t*年数字贸易相关行业的工业机器人密度。 Sto_{it-1} 表示*i*国*t*-1年的数字贸易相关行业的机器人存量, Inc_{it} 表示*i*国*t*年的数字贸易相关行业的机器人安装量, $User_{it}$ 表示*i*国*t*年的数字贸易相关行业从业人数。表 5 列(1)—列(3)结果显示,核心解释变量的回归系数均基本保持不变,说明基准回归结果具有良好的稳健性。

表 5 稳健性检验回归结果 I:替换被解释变量及核心解释变量

变量	替换被解释变量	替换核心解释变量		
		(1)	(2)	(3)
Rob_{it}	0.014 1 *** (0.001 2)			
$Stock_{it}$		0.021 5 *** (0.002 5)		

表5(续)

变量	替换被解释变量	替换核心解释变量		
		(1)	(2)	(3)
Den_{it}			0.064 0 *** (0.015 8)	
Pat_{it}				0.051 3 *** (0.005 6)
常数项	-11.302 0 *** (0.354 0)	-14.637 1 *** (0.382 8)	-14.812 8 *** (0.378 7)	-14.812 8 *** (0.378 7)
控制变量	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
母国固定效应	控制	控制	控制	控制
东道国固定效应	控制	控制	控制	控制
母国-东道国固定效应	控制	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.967 3	0.944 4	0.944 4	0.944 5
样本量	67 335	67 335	67 335	67 335

2. 调整样本结构

本文参考安和申(Ahn & Shin,2011)^[35]的方法,采用与其一致的样本组合策略,以降低样本选择偏误及特定期异常事件对研究结论的干扰。首先,考虑到中美贸易摩擦及美国贸易安全审查政策自2018年以来显著强化可能对数字贸易产生结构性冲击,本文剔除2018年及以后的样本进行回归估计。表6列(1)结果表明,人工智能的回归系数基本保持不变,验证了本文结论的稳健性。其次,鉴于区域及跨区域贸易关系可能带来的混杂效应,本文剔除参与关键经贸与人工智能多边协定的国家样本,包括《全面与进步跨太平洋伙伴关系协定》(CPTPP)、《美墨加三国协议》(USMCA)、《数字经济伙伴关系协定》(DEPA)及《全球人工智能伙伴关系》(GPAI)。表6列(2)—列(5)结果表明,人工智能的回归系数与基准回归的结果基本一致,验证了本文结论的稳健性。

表6 稳健性检验回归结果 II:调整样本

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Rob_{it}	0.011 5 *** (0.0018)	0.015 1 *** (0.005 1)	0.013 8 *** (0.004 3)	0.014 1 *** (0.001 8)	0.010 3 *** (0.002 8)
常数项	-16.228 1 *** (0.432 0)	-11.505 8 *** (0.395 2)	-15.046 9 *** (0.395 8)	-14.947 6 *** (0.396 0)	-13.851 1 *** (0.446 6)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
母国固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
东道国固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
母国-东道国固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.946 3	0.945 8	0.940 5	0.942 1	0.918 3
样本量	58 357	50 460	61 440	61 440	43 740

注:列(1)—列(5)分别调整样本时间、剔除 CPTPP 样本、剔除 USMCA 样本、剔除 DEPA 样本、剔除 GPAI 样本。

3. 滞后期检验

考虑到人工智能对数字贸易的影响可能存在时滞效应,本文进一步引入人工智能变量的 2 至 5 期滞后项进行回归检验。表 7 结果表明,在所有滞后期内,人工智能的回归系数均为正,且通过了 1%水平下的统计显著性检验,表明其对数字贸易的正向影响在时间维度上具有持续性和延展性。

表 7 稳健性检验回归结果 III:滞后期检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
L2. Rob_{it}	0.010 8 *** (0.001 8)			
L3. Rob_{it}		0.010 3 *** (0.001 9)		
L4. Rob_{it}			0.011 7 *** (0.002 1)	
L5. Rob_{it}				0.009 4 *** (0.002 3)
常数项	-12.556 1 *** (0.439 1)	-11.473 2 *** (0.479 5)	-10.016 6 *** (0.512 0)	-9.152 3 *** (0.555 5)
控制变量	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
母国固定效应	控制	控制	控制	控制
东道国固定效应	控制	控制	控制	控制
母国-东道国固定效应	控制	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.951 0	0.954 5	0.958 3	0.962 2
样本量	58 357	53 868	49 379	44 890

六、进一步分析

(一) 机制检验

本文参考江艇(2022)^[36]的研究,构建模型(3)检验人工智能是否通过数字人才驱动效应及数字供应链优化效应,推动数字贸易规模扩张。具体模型设定如下:

$$Machanism_{it}=\eta_0+\eta_1Rob_{it}+X'_{it}\boldsymbol{\vartheta}+X'_{it}\boldsymbol{v}+X'_{ijt}\boldsymbol{\nu}+\varphi_i+\mu_j+\theta_{ij}+\sigma_t+\varepsilon_{ijt}$$

(3)

其中, $Machanism_{it}$ 表示机制变量,其余变量设定与模型(1)相同。

1. 数字人才驱动效应机制

理论分析指出,人工智能作为认知资本密集型的通用技术,通过高技能偏向与任务重构,改变人力资本配置方式,驱动劳动者提升数字适配能力与数字转化能力,进而推动数字贸易规模扩张。为验证这一机制,本文使用受过高等教育的劳动年龄人口总数的百分比(HE)与每百万人中研究和技术人员人数(RT)^[37]作为数字人才驱动效应的代理变量。理由如下:第一,以 HE 衡量数字人才的适配能力,能够反映一国高等教育体系所能提供的高技能劳动供给,体现劳动者接受复杂知识、吸收数字技能的潜力;第二,以 RT 衡量数字

人才的转化能力,能够反映数字人才将知识要素转化为实际经济产出的能力。表 8 报告了数字人才驱动效应机制检验的回归结果。结果显示,人工智能的回归系数均显著为正,说明人工智能促进了数字人才的适配能力与转化能力。因此,研究假设 H2 得以验证。

表 8 数字人才驱动效应回归结果

变量	(1)	(2)
Rob_{it}	0.000 7 *** (0.000 2)	0.005 9 *** (0.001 4)
常数项	0.208 2 *** (0.058 4)	7.276 4 *** (0.307 5)
控制变量	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
母国固定效应	控制	控制
东道国固定效应	控制	控制
母国-东道国固定效应	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.489 6	0.874 6
样本量	67 335	67 335

注:列(1)和列(2)的被解释变量分别为 HE 和 RT 。

标的理由在于, CPE 与 TOS 反映通关环节的自动化程度和整体履约时效性,能够体现数字供应链在作业流程中的执行效率; TTC 表征数字供应链各节点间信息可视化程度与响应时效; LSC 与 FCC 反映数字供应链在多方协作下的服务能力与在复杂交易条件下调配资源的综合协调能力。数据来源于世界银行物流绩效指数(LPI)数据库。表 9 报告了数字供应链优化效应机制检验的回归结果。人工智能的回归系数均显著为正,说明人工智能增强了数字供应链的流程驱动、信息整合和协同响应能力。因此,研究假设 H3 得以验证。

表 9 数字供应链优化效应回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Rob_{it}	0.105 4 *** (0.006 3)	0.123 2 *** (0.007 5)	0.113 5 *** (0.006 9)	0.111 9 *** (0.005 7)	0.110 1 *** (0.006 6)
常数项	11.413 2 *** (1.389 9)	-34.356 2 *** (1.670 4)	-11.271 5 *** (1.599 5)	-3.729 2 *** (1.306 0)	-5.801 6 *** (1.476 3)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
母国固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
东道国固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
母国-东道国固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.889 4	0.810 2	0.870 2	0.903 7	0.815 5
样本量	67 335	67 335	67 335	67 335	67 335

注:列(1)—列(5)的被解释变量分别为 CPE 、 TOS 、 TTC 、 LSC 和 FCC 。

2. 数字供应链优化效应机制

理论分析指出,人工智能作为具有正外部性特征的通用技术,通过嵌入数字供应链的核心环节,实现流程驱动、信息整合和协同响应,有效强化跨境履约能力与平台治理效率,从而推动数字贸易规模扩张。为验证这一机制,本文使用以下 5 项指标作为数字供应链优化效应的代理变量:以通关流程效率(CPE)和货物按预期时间送达的频率(TOS)衡量流程驱动能力,以跟踪和追溯货物的能力(TTC)衡量信息整合能力,以物流服务的能力和质量(LSC)及安排价格具有竞争力货运的能力(FCC)衡量协同响应能力。选择这些指

(二) 人工智能对数字贸易韧性的影响

1. 数字贸易关系断裂

理论分析指出,人工智能通过构建高替代成本的技术标准体系、强化契约执行刚性与形成行为路径依赖,从而在面对外部冲击时表现出更强的抗断裂能力。为检验人工智能对数字贸易关系断裂的影响,本文参考丁浩员等(2024)^[31]的研究,构建模型如下:

$$Break_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 Rob_{it} \times Shock_{it} + \beta_2 Rob_{it} + \beta_3 Shock_{it} + X'_{it} \gamma + X'_{jt} \delta + X'_{ijt} \rho + \varphi_i + \mu_j + \theta_{ijt} + \sigma_t + \varepsilon_{ijt} \quad (4)$$

其中, $Break_{ijt}$ 表示数字贸易关系是否发生断裂。如果母国 i 与东道国 j 在 t 期存在数字贸易关系,而在 $t+1$ 期中断,则赋值为 1,否则为 0。 $Shock_{it}$ 表示外部冲击,分别使用地缘政治风险指数(GPR)及经济政策不确定性指数($GEPU$)衡量,数据来源于经济政策不确定性指数(EPU)数据库。

表 10 报告了人工智能对数字贸易关系断裂影响的估计结果。列(1)结果显示,人工智能的回归系数为-0.000 7,且通过了 1%水平下的统计显著性检验,表明人工智能降低了双边数字贸易关系断裂风险。列(2)和列(3)分别引入了人工智能与地缘政治风险的交互项、人工智能与经济政策不确定性的交互项。结果显示,交互项的回归系数分别为-0.078 4 与-0.005 8,且通过了 1%水平下的显著性检验,表明人工智能对数字贸易关系断裂的抑制作用随着外部冲击的增大而增强。

表 10 人工智能对数字贸易关系断裂影响的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
Rob_{it}	-0.000 7 *	-0.029 2 ***	-0.098 1 ***
	(0.000 4)	(0.000 9)	(0.004 7)
$Rob_{it} \times GPR_{it}$		-0.078 4 ***	
		(0.002 6)	
$Rob_{it} \times GEPU_{it}$			-0.005 8 ***
			(0.000 9)
GPR_{it}		0.051 9 ***	
		(0.013 8)	
$GEPU_{it}$			0.174 1 ***
			(0.005 8)
常数项	0.141 1 *	-0.903 3 ***	-1.558 6 ***
	(0.079 6)	(0.160 3)	(0.162 8)
控制变量	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
母国固定效应	控制	控制	控制
东道国固定效应	控制	控制	控制
母国-东道国固定效应	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.074 8	0.774 3	0.914 4
样本量	67 335	41 205	20 100

2. 数字贸易关系重构

理论分析指出,人工智能在数字贸易关系断裂后的恢复与转移路径中发挥着关键的支撑作用。为检验人工智能对数字贸易关系重构的影响,本文在识别断裂关系的基础上,进一步构建两类结构性变量。若母国*i*与东道国*j*在*t*年发生断裂,且在之后再次恢复了该贸易关系,则定义恢复变量(*Refill*)为1,否则为0。若母国*i*与东道国*j*在*t*年发生断裂,且在之后该贸易关系未恢复,母国*i*在后续与其他国家建立新的数字贸易关系,则定义其发生了关系转移(*Transfer*),对应变量为1,否则为0。本文将上述变量分别替换模型(1)中的被解释变量,进行回归检验。

表11报告了人工智能对数字贸易关系重构影响的回归结果。结果显示,人工智能的回归系数分别为0.0009与0.0012,且通过了至少10%水平下的统计显著性检验,表明人工智能对于数字贸易关系重构具有促进作用。具体而言,人工智能不仅有助于提升原有贸易关系的恢复概率,还能够在关系难以修复的背景下,加快向新合作路径转移。

表 11 人工智能对数字贸易关系重构影响的回归结果

变量	(1)	(2)
<i>Rob_{it}</i>	0.0009 [*] (0.0005)	0.0012 ^{***} (0.0003)
常数项	0.0067 (0.0912)	0.0244 (0.0646)
控制变量	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
母国固定效应	控制	控制
东道国固定效应	控制	控制
母国-东道国固定效应	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.0727	0.0495
样本量	67335	67335

注:列(1)和列(2)被解释变量分别为 *Refill* 和 *Transfer*。

七、研究结论与政策建议

(一) 研究结论

人工智能正在深度嵌入贸易体系,重塑其要素配置与协同能力,成为激发数字贸易增长新动能的关键力量。本文基于2005—2019年67个国家的面板数据,实证分析了人工智能对数字贸易的影响及其作用机制。研究发现,人工智能对数字贸易具有促进作用,这主要得益于其在贸易数字化与数字贸易化两个维度的双重影响。在贸易数字化层面,人工智能嵌入传统贸易体系,推动其在需求结构、价值链分工格局与出口竞争策略方面发生深层次变革;在数字贸易化层面,人工智能重构数字平台、供给体系与需求结构,推动贸易形态从要素驱动转向智能驱动。人工智能通过数字人才驱动效应,改变了劳动力市场对人力资本结构的需求,驱动以高技能为核心的数字人才体系加速形成,具体表现为包括数字人才的适配能力与数字人才的

转化能力增强,从而推动数字贸易规模扩张;同时,人工智能还通过数字供应链优化效应,推动了数字供应链在流程驱动、信息整合与协同响应等方面的系统性优化,进而推动数字贸易规模扩张。此外,人工智能在提升数字贸易韧性方面亦发挥关键作用,表现为在面临外部冲击导致的双边数字贸易关系断裂时,人工智能展现出抑制作用,且该效应随冲击强度上升而增强。同时,在断裂后人工智能不仅加快了既有数字贸易关系的恢复进程,也推动了贸易合作向替代性路径的有效转移。

(二) 政策建议

第一,以人工智能普惠化为抓手,拓展数字贸易的参与基础与发展空间。首先,应完善国家财政支持体系。设立人工智能应用专项基金,聚焦跨境电商、数字支付、智能客服等典型应用场景,提供场景导向型的财政补贴与融资担保。其次,应完善激励政策体系。针对部署人工智能工具以增强出口能力的市场主体,实施税收减免、软硬件采购补贴与智能化能力评估支持,建立从技术导入到能力转化的激励闭环。最后,应构建示范引领与国际合作平台。建设人工智能赋能数字贸易试点园区,集成数字供应链、平台治理与智能监管等多功能场景,作为新技术应用的场景孵化器。

第二,以数字人才培养与数字供应链协同为依托,夯实数字贸易的要素基础。首先,应健全复合型数字人才培养与认证体系。鼓励高校、科研机构与头部企业联合开设“人工智能+贸易”跨学科课程,融合数据分析、算法建模与跨境运营知识,推动数字技能与贸易实务的深度融合。同时,建立统一的数字贸易人才能力等级认证体系,支持地方政府建立人才激励机制,扩大高素质数字人才的供给面与覆盖度。其次,应加快核心数字供应链的研发与推广。鼓励市场主体开放标准化接口,推动数据共享与流程对接,增强供应链信息透明度与跨主体协同效率。最后,应推动产业协同创新机制建设。鼓励传统外贸企业与人工智能企业联合设立智能外贸联合攻关中心,围绕平台构建、算法适配与跨境制度嵌入等方向协同研发,打造从人才储备到市场拓展的全链条协作机制。

第三,以地缘风险对冲为导向,构建韧性导向的贸易结构。首先,应推动区域内数据跨境流动规则、人工智能算法透明性和互操作接口的制度协同,形成高替代成本的标准体系,增强贸易关系的制度黏性。其次,基于大数据、区块链与预测建模技术,构建数字贸易中断的预警系统与替代路径智能识别机制,实现对上游冲击与潜在断裂点的实时监测、主动防控和路径重构,增强网络的协同响应能力。最后,依托区域合作平台,构建多边联通的数字贸易网络,通过多路径、多中心布局提升系统的可替代性与冗余度,使原有的链断即停的路径依赖模式向断链可转的韧性结构转型。

参考文献:

- [1] HERMAN P R, OLIVER S. Trade, policy, and economic development in the digital economy[J]. Journal of Development Economics, 2023, 164: 103135.
- [2] ARTUC E, BASTOS P, RIJKERS B. Robots, tasks, and trade[J]. Journal of International Economics, 2023, 145: 103828.
- [3] ACEMOGLU D, RESTREPO P. The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment[J]. American Economic Review, 2018, 108(6): 1488-1542.
- [4] MA S Z, HUANG S S, WU P. Intelligent manufacturing and cross-border e-commerce export diversification[J]. International Review of Economics & Finance, 2024, 94: 103369.

- [5]姚亭亭,包雅楠. 人工智能对数字服务出口的影响研究——基于 Stanford AI 指数的实证检验[J]. 现代财经(天津财经大学学报),2024,44(3):107-123.
- [6]MENA C, KARATZAS A, HANSEN C. International trade resilience and the Covid-19 pandemic[J]. Journal of Business Research, 2022, 138: 77-91.
- [7]KUHLA K, WILLNER S N, OTTO C, et al. Resilience of international trade to typhoon-related supply disruptions[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2023, 151: 104663.
- [8]ACEMOGLU D, RESTREPO P. Robots and jobs: evidence from US labor markets[J]. Journal of Political Economy, 2020, 128(6): 2188-2244.
- [9]BABINA T, FEDYK A, HE A, et al. Artificial intelligence, firm growth, and product innovation[J]. Journal of Financial Economics, 2024, 151: 103745.
- [10]綦建红,张志彤,赵伟康. 工业机器人应用与 OFDI 模式下的对外产业转移——兼论缓解产业链“二元悖论”的冲击[J]. 中国工业经济, 2024(6):61-79.
- [11]王永中,刘东升. 机器人应用与全要素生产率——来自全球生产率分化的经验证据[J]. 经济与管理研究,2025,46(2):3-23.
- [12]BESSEN J, GOOS M, SALOMONS A, et al. What happens to workers at firms that automate? [J]. The Review of Economics and Statistics, 2025, 107(1): 125-141.
- [13]周阔,曲植,梁佳杨,等. 一枝独秀还是百花齐放:人工智能技术创新与企业供应链集中度[J]. 经济评论,2025,46(2):77-92.
- [14]杨连星,王秋硕,张秀敏. 自由贸易协定深化、数字贸易规则与数字贸易发展[J]. 世界经济,2023,46(4):32-59.
- [15]何树全. 数据跨境流动规制对数字服务贸易的影响效应[J]. 人民论坛·学术前沿,2024(24):47-63.
- [16]徐娜,尹文渊,周晓剑. 国家数字服务出口基地促进数字贸易高质量发展路径研究[J]. 国际贸易,2024(7):46-55.
- [17]MA M J, YU Z L, MA L L, et al. Institutional openness and city cross-border e-commerce: evidence from China's pilot free trade zones[J]. Economic Analysis and Policy, 2025, 85: 558-570.
- [18]SUH J, ROH J. The effects of digital trade policies on digital trade[J]. The World Economy, 2023, 46(8): 2383-2407.
- [19]ZHOU F X, WEN H W, LEE C C. Broadband infrastructure and export growth[J]. Telecommunications Policy, 2022, 46(5): 102347.
- [20]何宇,陈珍珍,张建华. 人工智能技术应用与全球价值链竞争[J]. 中国工业经济,2021(10):117-135.
- [21]ALGUACIL M, LO TURCO A, MARTÍNEZ-ZARZOSO I. Robot adoption and export performance: firm-level evidence from Spain[J]. Economic Modelling, 2022, 114: 105912.
- [22]DESTEFANO T, TIMMIS J. Robots and export quality[J]. Journal of Development Economics, 2024, 168: 103248.
- [23]初晓,张丹蕾,赵勇. 工业机器人如何影响出口竞争:“价格竞争”还是“质量竞争”? [J]. 中国工业经济,2024(6):99-116.
- [24]马欢,李磊,盛斌,等. 全球生产智能化对中国贸易与福利的影响[J]. 世界经济,2024,47(9):3-32.
- [25]葛新庭,谢建国. 智能化是否加速价值链“脱钩”:基于跨国制造业数据的研究[J]. 世界经济研究,2025,46(1):87-101.
- [26]马莉莉,马梦涓,余紫菱. 数字贸易创新发展赋能新质生产力:内在逻辑、现实困境及实践路径[J]. 西安财经大学学报,2025,38(2):3-15.
- [27]葛海燕,张少军,丁晓强. 中国的全球价值链分工地位及驱动因素——融合经济地位与技术地位的综合测度[J]. 国际贸易问题,2021(9):122-137.
- [28]曾经莲,周菁. 智能制造促进了企业融通创新吗? [J]. 首都经济贸易大学学报,2024,26(6):79-93.
- [29]黄亮雄,林子月,王贤彬. 工业机器人应用与全球价值链重构——基于出口产品议价能力的视角[J]. 中国工业经济,2023(2):74-92.
- [30]潘丽群,李静,余梦琳. 人工智能如何影响劳动力需求和结构? ——基于上市公司年报数据的实证检验[J]. 经济与管理研究,2024,45(10):77-98.
- [31]丁浩员,董文娟,余心玓. 贸易政策冲击下的跨国供应链断裂与重构研究[J]. 经济研究,2024,59(8):95-113.
- [32]杨连星,王秋硕,韩彩霞. 数字贸易与跨国并购影响研究:理论机理与中国证据[J]. 数量经济技术经济研究,2024,41(3):112-130.
- [33]尹志锋,曹爱家,郭家宝,等. 基于专利数据的人工智能就业效应研究——来自中关村企业的微观证据[J]. 中国工业经济,2023(5):137-154.
- [34]陈东,姚笛,郑玉璐. 工业机器人应用、超级明星企业与劳动收入份额变动:“利好”与“隐忧”并存[J]. 中国工业经济,2024(5):97-115.
- [35]AHN D, SHIN W. Analysis of anti-dumping use in free trade agreements[J]. Journal of World Trade, 2011, 45(2): 431-456.
- [36]江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济,2022(5):100-120.
- [37]孙早,宗睿. 工业智能化、劳动力技能结构与行业收入差距[J]. 中国工业经济,2025(1):62-80.

Intelligent Linkage for Global Trade: Impact of AI on Digital Trade

MA Mengjuan¹, YU Ziling², MA Lili¹

(1. Northwest University, Xi'an 710127;

2. Xinjiang University, Urumqi 830046)

Abstract: Artificial intelligence (AI) reshapes how production factors are allocated and coordinated, bringing structural changes to trade operations. This paper empirically examines the impact of AI on digital trade and its underlying mechanisms, using panel data from 67 countries spanning the years 2005 and 2019.

The findings are as follows. First, AI performance plays a crucial role in expanding digital trade. This conclusion remains valid after addressing endogeneity issues and conducting robustness tests. Second, this positive effect operates through the digital talent-driven effect and the digital supply chain optimization effect. Third, AI critically strengthens digital trade resilience. During external shocks, AI exhibits a notable buffering effect, accelerating the recovery of damaged trade relationships.

This paper offers valuable insights for national governments formulating digital trade strategies and enhancing institutional governance. Extending AI coverage to small and medium-sized enterprises, traditional industries, and peripheral regions is essential to strengthen the foundation of digital trade. Governments are advised to enhance fiscal support and incentive frameworks. Strengthening digital talent pipelines is equally important. Promoting the cultivation of interdisciplinary “AI + trade” talent and enhancing cross-border supply chain coordination improve resource allocation efficiency. Governments should reinforce digital trade early warning and substitution mechanisms and foster a multi-center, highly resilient digital trade network to enhance national resilience and institutional competitiveness within the global digital economy.

The marginal contributions lie in the following aspects. First, this paper introduces and analyzes the enhancement of digital human capital and the optimization of digital supply, deepening the understanding of the intrinsic linkage between AI and digital trade dynamics. While prior research acknowledges AI's role in digital trade, it remains within the traditional framework of cost compression and efficiency improvement. This paper complements existing work, focusing on how AI reshapes digital production factor allocation and coordination paradigms. Second, this paper presents the quantitative assessment of digital trade resilience from the perspective of relationship rupture and reconstruction. Earlier studies on trade resilience focused on how pandemics or natural disasters disrupt traditional trade, with limited attention to digital trade relationship rupture, recovery, or reconstruction under compounded external shocks. On this basis, this paper demonstrates AI's pivotal role in mitigating disruptions and facilitating both recovery and alternative trade pathways from a global perspective. Third, the paper provides robust empirical evidence and policy references for leveraging strategic opportunities presented by the new wave of technological revolution and industrial transformation.

Keywords: artificial intelligence; digital trade; digital talent-driven effect; digital supply chain optimization effect; digital trade resilience

责任编辑:周 斌