

生成式人工智能与数字产品出口

——来自生成式人工智能服务备案的证据

李秋静 朱晓梅 刘 斌*

摘要:作为新一轮科技革命的核心驱动力量,生成式人工智能正深刻重塑国际贸易格局。本文使用生成式人工智能服务备案数据、地区层面出口数据和标准普尔 Panjiva 数据库提供的企业提单数据,并结合 BERT-wwm-ext 中文模型,在宏观地区和微观企业两个层面检验了生成式人工智能对数字产品出口的影响。研究发现,生成式人工智能显著促进了中国数字产品出口。机制分析表明,生成式人工智能通过三条渠道发挥作用:一是基于交互式能力优化跨境搜寻与匹配效率;二是基于生成式能力扩展出口产品种类;三是基于“通用式”能力提升出口产品质量。异质性分析表明,在技术层面,应用于电商、产品设计等商业场景以及提供网页访问方式的生成式人工智能,对数字产品出口的促进效应更为明显。在产品层面,生成式人工智能对非标准化和交互型数字产品的出口促进效应更大。在地区层面,在电子商务发展水平较高、算力水平较高的地区以及人工智能试验区,生成式人工智能促进数字产品出口的效应更显著。本文为理解生成式人工智能对国际贸易的影响提供了经验证据,并为中国推动生成式人工智能发展提供了参考。

关键词:生成式人工智能 数字产品出口 数字技术

DOI:10.13653/j.cnki.jqte.20260708.007

* 李秋静,讲师,山东财经大学国际经贸学院,电子邮箱:liqiuqing1996@163.com;朱晓梅,博士研究生,对外经济贸易大学中国 WTO 研究院,电子邮箱:xiaomei_zhu05@163.com;刘斌(通讯作者),研究员,对外经济贸易大学中国 WTO 研究院,电子邮箱:liubin@uibe.edu.cn。本文获得山东省社会科学规划打造高水平对外开放新高地研究专项课题和山东省外事研究与发展智库课题(25CKFJ12)的资助。本文未使用 AI 撰写论文。感谢匿名审稿专家的宝贵意见,文责自负。

一、引言

根据2023年中国《生成式人工智能服务管理暂行办法》,生成式人工智能是一种提供生成文本、图片、音频、视频等服务的技术。与以往的人工智能技术相比^①,生成式人工智能实现了质的飞跃,不仅能够与人进行交流,还能创造出区别于训练数据的全新内容,并完成对话、写作、画图等创造型任务和非常规任务(Noy和Zhang, 2023; Capraro等, 2024),已经成为驱动经济发展的重要引擎。为促进生成式人工智能发展,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》提出,要加快数智技术创新,深化拓展“人工智能+”,推动通用大模型和行业专用模型同步发展,中国工业和信息化部等八部门提出要形成特色化、全覆盖的行业大模型^②。目前,中国生成式人工智能已经实现了从技术突破到多元化应用的全方位进步(汪红驹和丁少斌, 2025)。截至2025年底,共有1183款生成式人工智能服务在国家和地方互联网信息办公室完成备案(登记),生成式人工智能用户规模增至6.02亿人,普及率达42.8%^③,充分彰显了其蓬勃发展的应用生态。

与此同时,中国外贸正站在新的历史起点上,党的二十届四中全会提出要“推动贸易创新发展”。从全球贸易的演进趋势来看,数字产品是国际贸易增长的新动能。根据《全球数字贸易发展报告2024》,2023年全球数字贸易额为7.13万亿美元,占全球贸易总额的比重达到22.5%,且预计这一数字将继续上升;根据中国海关最新数据,2025年数字产品出口占中国总出口比重约为15.1%^④。推动数字产品出口是中国深度融入世界市场、提升外贸发展质量的重要抓手,对稳住中国贸易基本盘至关重要。在此背景下,生成式人工智能能否促进数字产品出口,以及其具体的作用机制是什么,成为亟待回答的重要问题。

从理论上讲,无论是比较优势理论、技术差距理论还是异质性贸易理论,均阐释了技术进步对于国际贸易的重要性。因此,作为从人工智能迈向通用人工智能的关键技术进步,生成式人工智能势必会改变国际贸易范式 and 企业的比较

① 从技术演进脉络看,生成式人工智能属于人工智能技术的第四阶段,即生成式预训练大模型阶段。在此之前,人工智能技术还经历了基于规则的生成式系统、基于模型的生成式算法和深度生成式算法三个阶段(He等, 2025)。这些阶段的人工智能技术通常被统称为传统人工智能或“判别式人工智能”,主要适用于常规任务。

② 八部门关于印发《“人工智能+制造”专项行动实施意见》的通知_国务院部门文件_中国政府网 https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202601/content_7054201.htm。

③ 资料来源:中国互联网络信息中心第57次《中国互联网络发展状况统计报告》。

④ 为确保数字产品的定义和范围与后文构建被解释变量的口径一致,本文删除了一些与数字要素不相关的机械产品,因此口径相对较窄。

优势,从而对出口行为和出口绩效产生深刻影响。从经验研究来看,人工智能对国际贸易的影响已受到广泛关注。现有研究普遍证实了以工业机器人为主要抓手的人工智能可提高生产率、降低生产成本(Acemoglu 和 Restrepo, 2020),对促进一国出口扩张有重要作用(金祥义和张文菲, 2022; Artuc 等, 2023)。在此基础上,相关研究还揭示了人工智能对国际贸易的多维影响。一是出口质量提升效应, Destefano 和 Timmis (2024)认为机器人应用可以降低生产过程中的出错概率,提升出口产品质量,初晓等(2024)的研究也验证了这一点。二是出口产品范围扩大效应,綦建红和张志彤(2022)发现,机器人应用促进了多产品企业出口产品范围的扩大。三是价值链升级效应,吕越等(2023)、刘斌和潘彤(2020)发现人工智能会降低贸易成本和促进技术创新,提升一国全球价值链参与程度与分工地位。总体而言,以上文献具有重要的借鉴意义,但生成式人工智能具有颠覆性的技术突破,因此其产生的影响不能与以往的人工智能一概而论。然而,由于生成式人工智能兴起较晚,现有文献主要关注了其对劳动力市场的影响,包括重塑岗位职责与技能需求(Acemoglu, 2025)、改变就业总量和收入水平(Eloundou, 2024; 张丹丹等, 2025),也有少量文献关注了其对创新的影响(王向前, 2025)。相比之下,关于生成式人工智能所特有的能力如何作用于跨境搜寻匹配、产品创造等关键贸易环节,仍缺乏系统的理论阐释与经验证据。这为本文提供了做出边际贡献的空间。

有鉴于此,本文使用生成式人工智能服务备案数据、海关统计查询平台提供的地区—产品层面出口数据和标准普尔 Panjiva 数据库提供的企业—产品层面逾十亿条提单数据,从宏观、微观双重视角系统探讨了生成式人工智能对数字产品出口的影响和内在机制。与现有文献相比,本文的边际贡献包括以下三个方面。第一,从研究视角来看,历史上每一次工业革命均会引发国际贸易格局的重大变革,聚焦新一轮科技革命,现有研究广泛关注了工业机器人、数字技术和人工智能对国际贸易的影响(Brynjolfsson 等, 2019; 黄先海等, 2023; 蔡宏波和韩金镛, 2024; 刘文革等, 2024),但忽略了生成式人工智能对出口的影响。本文深入分析了生成式人工智能的技术特征,检验了生成式人工智能对数字产品出口的影响,拓展了技术进步影响国际贸易的理论内涵和解释边界。第二,从理论机制来看,现有研究分析传统人工智能影响出口的渠道时,往往从机器化提升产品质量、提高生产率的角度出发(Destefano 和 Timmis, 2024),而生成式人工智能作为接近通用人工智能的最新形态,其作用渠道有很大不同。本文系统论证了生成式人工智能如何基于交互式能力优化跨境搜寻匹配效率、如何基于生成式能力扩张出口产品种类以及如何基于“通用”式能力提升出口产品质量,厘清了生成式人工智能影响数字产品出口的机理。第三,从指标度量来看,在数字产品的度量上,现有文献大多通过定义关键词来识别数字产品(刘佳琪和

孙浦阳, 2021; 于欢等, 2022), 但这种方法对关键词的依赖度较高。本文利用 BERT-wwm-ext 中文模型对识别方法做了改进, 提高了识别数字产品的精确度。在生成式人工智能的度量上, 本文使用中国国家互联网信息办公室公布的生成式人工智能备案数据衡量地区生成式人工智能使用水平, 为本领域的指标度量提供了可借鉴的方式。总之, 本文探究了生成式人工智能赋能数字产品出口的理论、效应与机制, 为中国优化生成式人工智能发展、促进外贸提质增效提供了有益启示。

二、理论机制分析

目前, 生成式人工智能的应用场景正快速扩张, 逐步催生出大模型智能客服、工业大模型等一系列新型应用形态。在此背景下, 国际贸易活动受到深刻影响。本文结合国际贸易理论、生成式人工智能技术特点与数字产品的属性, 提出生成式人工智能影响数字产品出口的三个机制。

(一) 基于交互式能力优化跨境搜寻匹配效率

在国际市场上, 由于空间距离、语言隔阂、文化差异等因素, 信息不对称现象尤为严重, 因此出口的重要环节是“找到客户”, 即搜寻匹配(Lendle 等, 2016; 张洪胜和潘钢健, 2021)。生成式人工智能可通过以下三个渠道, 优化跨境搜寻匹配效率, 促进数字产品出口。一是通过人性化翻译实现高质量沟通。语言壁垒一直是限制国际贸易的重要因素(Melitz 和 Toubal, 2014; Brynjolfsson 等, 2019), 数字产品涉及较多的参数、性能等专业术语, 因此语言翻译质量对数字产品出口十分重要。大语言模型(Large Language Models, LLMs)能够实现高精度、低延迟、人性化的多语种实时翻译, 不仅能生成符合当地文化和语言特点的宣传文案, 还能帮助出口企业以较低的成本、较快的速度与客户进行高效、精准的交流。因此, 生成式人工智能可以减少跨境交易中因为语言不一致带来的信息不对称, 提升交易双方沟通的准确度和效率, 从而促进数字产品出口。二是通过交互式营销实现实时响应。在营销方式上, 传统人工智能技术能做到的“千人千面”式营销是单向、缺乏交互性的内容推送, 而大模型智能客服可以提供 24 小时全天候语言交互服务^①, 并在对话过程中挖掘跨境客户的真实偏好。基于拟社会互动理论, 这有利于提升客户的转化速度和转化率(Chang 和 Park, 2024), 促进数字产品出口^②。另外, 与生成式人工智能结合的数字人直播技术可在预设出口市场文化偏好、语言特点的基础

① 例如, 阿里巴巴推出的通义大模型智能客服, 瓴羊 Quick Service 推出的智能客服 Agent。

② 根据全球 SEO 机构 Graphite 的研究, 通过大语言模型进行营销的用户转化率是传统搜索引擎的 6 倍。资料来源: https://www.linkedin.com/posts/graphitechq_webflows-leads-from-llms-convert-at-rates-activity-7404167925005185024-HIWV?。

上,将包含产品卖点、优惠活动的宣传文本转化为带有情感的自然语言,以直播的方式实现对跨境客户的实时响应。根据社会临场感理论,相比于播放产品视频,数字人直播的方式更能获得客户信任,从而促进交易达成(Liu等,2025),促进数字产品出口。三是通过大数据分析实现客户甄别。出口贸易的一个重要障碍在于信息不透明导致的客户违约风险(施炳展和李建桐,2020),包括恶意退货和坏账风险。数字产品往往价格较高,一旦客户在交付后以产品质量或使用体验不佳为由拒付尾款,或在跨境电商平台上提出退货与退款申请,会影响企业出口数字产品的稳定性和信心。生成式人工智能,尤其是电商行业的垂类模型能够对客户的历史交易记录和支付行为进行分析,帮助出口企业甄别信用风险低的优质客户,从而提升搜寻匹配效率,促进数字产品出口。基于上述分析,本文提出如下研究假说:

假说1:生成式人工智能可基于交互式能力优化跨境搜寻匹配效率,促进数字产品出口。

(二)基于生成式能力扩张出口产品种类

随着网络经济的兴起,长尾化需求、多元化需求和随之形成的范围经济正逐渐成为贸易中的重要力量。生成式人工智能带来的技术变革可全面驱动经济范式从规模走向范围,增加数字产品出口种类,进而促进数字产品出口。具体有两个作用渠道。一是生成式多样化设计。一方面,利用生成式人工智能的创造能力(例如绘画、编程等),企业能够结合不同出口市场的文化偏好和流行趋势,以较低成本、较快速度创作出多种类型的界面设计、外观造型或交互功能,满足不同市场的多样化需求。另一方面,基于生成式人工智能的3D建模和渲染技术,企业可以将客户需求设置为提示词(Prompt),将客户需求直接转化为产品设计,并根据客户的反馈自动生成多种功能改进方案,满足不同客户的定制化需求。例如,Liang(2024)发现将变分自编码器(Variational Autoencoder, VAE)与强化学习(Reinforcement Learning, RL)结合,用于文化与创意产品设计,可显著提升设计的效率与创新性。二是生成式柔性生产。工业大模型可以自动生成设备控制脚本、3D模型生产参数等,实现智能化柔性生产,帮助企业快速完成生产参数调整和生产线模块重组,从而缩短从定制化设计到生产的过渡周期,降低小批量、多品类产品的平均成本。这可以使低需求量、个性化的数字产品亦具备经济可行性,并由此获得更多参与国际贸易的机会。一般来说,数字产品的消费者群体往往对定制化、差异化以及个性化体验的需求较强,因此扩大出口产品种类对促进数字产品出口十分重要。基于上述分析,本文提出如下研究假说:

假说2:生成式人工智能可基于生成式能力扩张出口产品种类,促进数字产品出口。

(三)基于通用式能力提升出口产品质量

与传统人工智能侧重质量检测、机器化生产的单一能力不同,生成式人工智能已经初步具备了通用式能力^①,可与生产环节全链条融合,从而提升出口产品质量,进一步促进数字产品出口。首先,在生产工艺设计方面,工业大模型能够与工程师、设计师进行“对话式协作”,通过预测性建模和实时仿真技术,对数万个工艺和材料性能进行评估(Regenwetter等,2022),提供最优的设计草图、工艺参数建议等^②,从而在生产链条的源头确保数字产品具备更优性能。其次,在生产过程控制方面,工业大模型能够优化生产流程,从而提升生产效率和产品精确度,提升产品质量。以海尔集团推出的天智工业大模型为例,该大模型能够根据技术人员的口令,调取数百个工艺参数,指挥生产线运行,将产品误差控制在极低范围^③。同时,工业大模型还能监控生产流程和设备运行数据,对设备的健康状况实现提前预警,减少设备故障,保障产品质量的稳定性。再次,在产品测试方面,工业大模型能够生成符合要求的仿真数据,或直接在虚拟环境中模拟数字产品在极端场景下的性能与稳定性,提前暴露产品缺陷,提升数字产品的质量和安全性。例如,Meta公司利用基于LLM的变异测试技术,主动模拟特定缺陷(如隐私漏洞)并生成测试,从而发现传统方法难以识别的缺陷。最后,在质量监测方面,基于多模态大模型的质检系统不仅能精准识别产品缺陷,还能诊断问题,并给出工艺参数调整方案,实时分析监控画面,进一步发现潜在的不合规生产行为,实现预防、检测、改进一体化的质量管控范式,从而系统化降低次品率。一般来看,数字产品的缺陷会影响使用效果甚至带来隐私与安全风险,因此产品质量在很大程度上影响数字产品的出口规模。基于上述分析,本文提出如下研究假说:

假说3:生成式人工智能可基于“通用”式能力提升出口产品质量,促进数字产品出口。

① 本文中的通用式能力是指通用人工智能(Artificial General Intelligence, AGI)的能力。通用人工智能是指具备跨领域、自主学习和适应能力的智能系统,不局限于单一任务,能够智能化处理多个不同领域的多个任务(Xu, 2024)。但是,生成式人工智能并不等于通用人工智能,仅仅是初步具备这种能力(国家互联网信息办公室指出:生成式人工智能的发展标志着人工智能正在从专用智能迈向通用智能)。因此为避免争议,本文使用通用一词。资料来源:https://www.cac.gov.cn/2023-08/29/c_1694965943875107.htm。

② 目前,英伟达公司开发的NVIDIA RTX AI工作站已经提供了生产式制造业产品开发服务,雅马哈等公司已经应用了该项服务设计开发低速多用途电动汽车,资料来源:<https://developer.nvidia.cn/blog/transforming-product-design-workflows-in-manufacturing-with-generative-ai/>。

③ 资料来源:https://www.ccdi.gov.cn/yaowenn/202407/t20240701_358339_m.html。

三、模型设定与数据说明

(一) 计量模型的建立

中国第一个生成式人工智能服务于2023年8月31日完成备案,因此,为保证样本期的科学性,本文将样本期设定为2021年第1季度~2025年第2季度(共18期),使用地区(省区市)、HS8分位产品层面的面板数据,计量分析生成式人工智能对中国数字产品出口的影响。具体回归模型为:

$$Export_{ipt} = \alpha_0 + \beta_1 GenAI_{it} + \beta_2 Controls + v_i + v_p + v_t + \varepsilon_{ipt} \quad (1)$$

其中, i 、 p 、 t 分别代表地区、产品、年份一季度, $Export_{ipt}$ 为地区 i 在 t 期数字产品 p 的出口额的对数值, $GenAI_{it}$ 是本文核心解释变量,为地区 i 在 t 期备案的生成式人工智能服务的累计数量,如果一个地区在样本期内始终没有备案生成式人工智能,则始终取值为0。选择使用季度数据,主要是为了减轻高频贸易数据的噪音。进一步地,本文还控制了其他潜在的混杂因素,以减少遗漏变量对估计结果可能带来的偏误。 v_i 、 v_p 、 v_t 分别是地区固定效应、产品固定效应和时间(年份一季度)固定效应,以控制不可观测的产品特性、地区特性和季度冲击(如汇率波动)可能对估计结果造成的实质性影响; $Controls$ 为一组随时间变化的地区层面的控制变量; ε_{ipt} 是模型的随机误差项。

(二) 变量说明

1. 核心解释变量

本文核心解释变量为各地区生成式人工智能水平($GenAI_{it}$),使用各地区生成式人工智能服务备案(登记)的累计数量来度量。根据《生成式人工智能服务管理暂行办法》(以下简称《办法》),中国国家互联网信息办公室(以下简称“国家网信办”)要求,若面向公众提供可能影响舆论或具备广泛社会动员能力的生成式人工智能服务(如客服、内容生成),需向国家网信办申请备案;若通过API接口或其他方式直接调用已备案模型能力的生成式人工智能应用或功能,应在地方网信办登记。因此,生成式人工智能服务备案(登记)记录了一个地区面向公众提供、能够形成市场影响和示范外溢的生成式人工智能服务的数量,可以在很大程度上反映一个地区使用生成式人工智能的水平。具体度量时,本文使用《生成式人工智能服务已备案和已登记信息》,包括2024年4月版、8月版、11月版以及2025年1月版、3月版和6月版^①,按照备案(登记)企业的所在地和季度进行加总,得到核心解释变量 $GenAI_{it}$ 。附图1展示了 $GenAI_{it}$ 的具体情况^②。

2. 核心被解释变量

本文核心被解释变量为各地区数字产品的出口额($Export_{ipt}$)。度量这一变量

① 数据来源: https://www.cac.gov.cn/2024-04/02/c_1713729983803145.htm。

② 本文附录详见《数量经济技术经济研究》杂志官网,下同。

最关键的地方在于识别数字产品,现有研究中使用较多的方法是根据 OECD 发布的《数字贸易测算手册(2020 版)》以及中国信通院发布的 2015~2019 年《数字经济发展白皮书》的相关内容,识别数字产品关键词,并和产品名称匹配得到具体的数字产品(刘佳琪和孙浦阳,2021;于欢等,2022),但是这种方法对关键词的依赖度较高,若关键词不同,识别结果可能大相径庭。因此,本文在这种思路的基础上进行了改进,通过以下步骤识别数字产品(见图 1)。

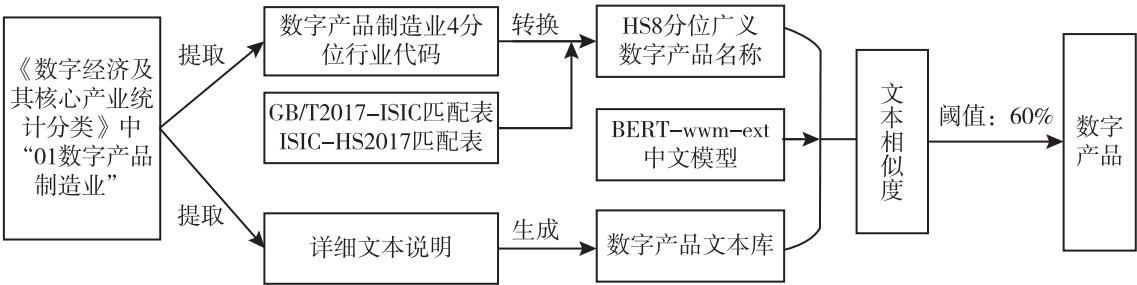


图 1 数字产品识别步骤

第一步,将国家统计局公布的《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》(以下简称《分类》)中“01 数字产品制造业”所对应的国民经济行业定义为数字产品制造业(包括 3911 计算整机制造等)^①,获得 GB/T2017 版 4 分位数字产品制造业行业代码;使用国家统计局给出的对照表^②,将国民经济行业分类(GB2017)与联合国《所有经济活动的国际标准行业分类》(ISIC)匹配,并进一步使用 WITS 提供的对照表,将其与 HS6 分位编码匹配,将与数字产品制造业匹配的 HS6 分位编码所包含的所有 HS8 分位产品定义为广义数字产品。第二步,由于广义数字产品的口径较宽,其中包含部分非数字产品,因此使用大语言模型进行剔除。一是构建数字产品文本库。本文将《分类》中数字产品制造业所对应的说明微调后,设置为数字产品文本库^③。二是使用哈工大讯飞联合实验室发布的 BERT-wwm-ext 中文模型^④,计算每

① 《分类》中的“02 数字产品服务业、03 数字技术应用业、04 数字要素驱动业、05 数字化效率提升业”主要包括批发零售、软件开发、电信服务、互联网平台等活动,大多属于数字服务贸易或生产性服务活动,因此本文仅选取“01 数字产品制造业”作为数字产品对应的产业集合。

② 资料来源:<https://www.mca.gov.cn/images3/www/file/201711/1509495881341.pdf>。

③ 本文删除加工、制造等词语,删除停用词,删除与产品功能属性无关的修饰词,仅保留能够反映产品核心属性和技术内涵的名词与形容词。

④ 该模型在谷歌官方发布的 BERT-base 中文模型的基础上进行了优化,基于中文维基百科,其他百科、新闻、问答等总词数达 5.4B 的数据进行了训练,优化了对中文的理解,因此可以保证文本分析的准确性,模型项目地址为<https://github.com/ymcui/Chinese-BERT-wwm>。

个广义数字产品的名称和描述与数字产品文本库的相似度。三是选取阈值,识别数字产品。现有文献使用文本相似度进行分类任务时,一般采用50%或更高的阈值(马述忠等,2025;Pairolero等,2025)。因此,本文设定60%为基准阈值(在稳健性检验中使用更高阈值),若广义数字产品的文本相似度高于60%,则为数字产品,否则为非数字产品。基于以上步骤,结合中国海关提供的地区、月度、HS8分位产品层面的出口数据进行筛选,并在季度层面加总,得到各地区的数字产品出口额($Export_{ipt}$)。

3. 控制变量

第一,企业有可能直接使用网页版服务或者个人App版的生成式人工智能服务,如果不控制这一部分使用情况,则会出现遗漏变量问题。因此本文使用“ChatGPT”“DeepSeek”等词条的百度搜索指数构建地区、季度层面生成式人工智能搜索指数(AIsearch),作为控制变量加入回归。第二,根据《办法》第二条,行业组织、企业、教育和科研机构等研发、应用生成式人工智能技术,但未向境内公众提供生成式人工智能服务的,不适用本办法。这意味着,企业内部研发或内部自用的生成式人工智能服务并不必然纳入备案或登记范围^①。鉴于难以直接获得每个地区企业自研、自用生成式人工智能服务的权威数据,本文使用地区申请的生成式人工智能专利数量作为代理变量,并将其纳入回归模型。专利数据来自国家知识产权局,具体度量方式见附录3。第三,为了控制与生成式人工智能相关的政策,加入了地区是否设立新一代人工智能创新发展试验区(以下简称“人工智能试验区”)和跨境电子商务综合试验区(以下简称“跨境电商综试区”)作为控制变量^②。另外,模型中还包括其他控制变量:地区GDP,以地区GDP的对数值来度量;交通基础设施水平,以地区道路长度的对数值来度量;利用外资水平,以地区外商投资企业注册资本的对数值来度量;互联网水平,以移动互联网接入流量的对数值来衡量;信息产业水平,以信息传输、软件和信息技术服务业城镇单位就业人数的对数值来衡量;教育水平,以普通高等学校本科毕(结)业生数的对数值来衡量。

(三)数据来源与描述性统计

中国生成式人工智能服务备案开始于2023年8月,本文将考察起始时间前置2年,选择2021年第1季度~2025年第2季度中国地区一季度一出口产品层面的面板数据作为样本。贸易数据来自中国海关统计查询平台,该平台完整地提供了中国对225个国家和地区的出口数据,涵盖6895种中国海关商品协调编码8分位(HS8

① 资料来源:《生成式人工智能服务管理暂行办法》, https://www.gov.cn/zhengce/202311/content_6917778.htm。

② 由于跨境电商综试区是在地级市(城区)层面推广,因此使用地区内地级市被列为跨境电商综试区的比重来度量地区是否属于跨境电商综试区。

分位)的出口产品。地区层面数据来自各省份统计年鉴,生成式人工智能专利数量和搜索指数分别来自国家知识产权局和百度搜索指数网站,企业层面贸易数据来自标普全球 Panjiva 数据库。描述性统计见附表 1。

四、实证结果分析

(一)基准回归结果

表 1 报告了基准回归的估计结果。为尽量缓解因地区经济发展水平、基础设施条件等差异所带来的潜在遗漏变量偏误,第(1)列纳入了生成式人工智能水平(核心解释变量)和部分控制变量。考虑到一些政策可能同时影响生成式人工智能发展和数字产品出口,第(2)列进一步控制了地区是否属于人工智能试验区和跨境电商综试区。前两列均控制了时间(年份—季度)、地区、产品固定效应,并使用产品和省份层面的聚类稳健标准误。为进一步排除不同产品在不同时期可能面临的共同冲击,第(3)列在此基础上加入了时间×产品固定效应。进一步地,由于本文的数据维度较多,在第(4)列改为使用地区和时间层面的聚类稳健标准误。可以看到,在所有估计结果中,核心解释变量的系数估计值相对稳定且在统计上非常显著(至少在 5% 的水平上)。这一结果表明,估计结果具有较强的稳健性,生成式人工智能显著促进了中国数字产品出口。以第(2)列作为基准结果来看,生成式人工智能水平的估计系数为 0.004,这意味着在控制其他条件不变的情况下,一个地区每新增一个备案的生成式人工智能服务,其 HS8 分位数字产品出口额平均增加约 0.4%。

表1	基准回归结果			
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	数字产品出口	数字产品出口	数字产品出口	数字产品出口
生成式人工智能水平	0.004*** (0.001)	0.004** (0.001)	0.003** (0.001)	0.004*** (0.001)
控制变量	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
地区固定效应	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是
时间×产品固定效应	否	否	是	否
样本量	125537	125537	125521	125537
R²值	0.364	0.364	0.371	0.364

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著,括号内为标准误。

(二)企业层面检验

企业层面检验的一个关键难点在于搜集企业、产品层面的出口数据,中国进出口贸易数据库提供的包含企业、产品信息的出口数据仅更新至2016年,无法满足本文研究需要。因此,参考Alfaro等(2025)和刘斌等(2025)的做法,使用标准普尔Panjiva数据库作为数据来源。该数据库是目前全球覆盖面最广、结构化程度最高的国际贸易微观数据库之一。该数据库基于全球各国港口、海关与物流公司收集的原始提单信息,系统性地整理并归档了来自195个国家和地区、超过800万家进出口企业的跨境交易记录,累计收录超过10亿笔日度级别的提单数据。其数据更新频率高、粒度精细,尤其适用于微观层面的企业贸易行为研究。在国际贸易中,提单(Bill of Lading, B/L)是货物运输过程中最核心的法律凭证之一^①,具有货权证明、运输契约和收据三重法律属性,因此使用该数据库进行研究具有一定的合理性。

首先,本文对该数据库提供的2020~2024年且发货地是中国的提单信息进行筛选,保留数字产品出口数据^②,根据发货方名称加总计算企业出口的数字产品总额,构建被解释变量 F_Export_{cft} ,即城市 c 的企业 f 在 t 期(季度)出口数字产品的金额。其次,计算城市 c 在 t 期累计的生成式人工智能备案数量($GenAI_{ct}$),衡量城市层面的生成式人工智能水平^③。再次,使用发货方名称与企查查网站提供的工商注册信息进行匹配,获得企业的成立年限、注册资本和社保参保人数,作为控制变量^④。最后,为了控制企业通过其他渠道使用生成式人工智能这一因素,本文使用两套数据衡量企业层面的生成式人工智能水平。一是基于智联招聘和前程无忧等招聘网站上的企业名称和招聘岗位信息,以及从WIPO《Gen AI专利态势报告》等文件中提取的生成式人工智能技术关键词,统计了企业发布的关于生成式人工

① 每一份提单由出口企业或其代理人在货物发运时填写并提交,内容详尽、结构统一,例如托运人(出口商)和收货人(进口商)的名称和地址、货物描述、船舶名称、运输公司名称、运输日期、HS产品编码、金额和数量、装运港(装货)和卸货港(卸货)、重量和集装箱等详细信息。

② 大多数提单提供的是HS6分位和HS8分位编码数据,只有极少数提单提供的是HS4分位编码数据,因此删除了包含HS4分位编码数据的提单信息,将HS8分位编码数据降维至HS6分位编码数据,并将之前识别的数字产品降维至HS6分位编码,再对提单数据进行匹配和筛选。

③ 因为使用的企业层面数据维度较细,因此这里与基准模型不同,使用的生成式人工智能服务备案数据是城市层面的数据。

④ 鉴于难以获取企业层面的财务数据,也尚未有数据库提供较为全面的数据(中国工业企业数据库仅更新至2015年,税收调查数据库仅更新到2020年,而本文使用的是2020~2024年的数据),上述做法已是在现有条件下的最优方案。

智能的招聘信息,计算了企业生成式人工智能渗透度(F_GenAI_{cft} ,具体度量方式见附录2)。二是基于国家知识产权局提供的包含专利名称、专利摘要、申请人的专利申请数据,统计了企业申请的生成式人工智能专利数量,计算了生成式人工智能研发水平(P_GenAI_{cft} ,具体度量方式见附录3)。在以上步骤的基础上,本文构建了企业层面的回归模型:

$$F_Export_{cft} = \alpha_0 + \beta_1 GenAI_{ct} + F_GenAI_{cft} + P_GenAI_{cft} + \beta_2 Controls + v_f + v_t + \varepsilon_{cft} \quad (2)$$

其中, $Controls$ 为一系列控制变量, v_f 、 v_t 分别代表企业和时间(年份)层面固定效应,由于企业基本不改变所在城市,因此不再加入城市层面固定效应。附表2展示了企业层面的估计结果,可以看出,城市层面和企业层面的生成式人工智能水平均对企业数字产品出口有显著促进作用,说明本文结论通过了微观层面的检验。

(三)内生性问题处理

虽然本文采用较为严格的固定效应,且尽量在数据维度上规避反向因果问题,但是一个地区的数字产品出口越多,该地区越有可能在生成式人工智能的研发和使用方面表现更好,因此本文使用的计量模型可能仍然存在一定程度的反向因果问题。有鉴于此,本文使用工具变量进行处理。考虑到生成式人工智能技术的发展具有明显的阶段性特征,本文借鉴Borusyak等(2024)的做法,构建了两个交乘形式的工具变量。工具变量Ⅰ为各地区1984年用电量与美国当期生成式人工智能服务(App或网站)数量的交乘项,工具变量Ⅱ为各地区1984年末邮电局(所、处)数量与美国当期生成式人工智能服务数量的交乘项^①。在相关性方面,生成式人工智能的训练和商业化部署高度依赖算力资源,而算力需要消耗大量电力(Patterson等,2021;IEA,2025)^②,早期用电量较高的地区往往具备更好的电力基础设施,有利于承载算力设施和推广生成式人工智能技术的开发和应用。同样地,生成式人工智能的应用和扩散也依赖数字基础设施,邮电局是早期通信网络的关键节点,其空间布局对后续的数字基础设施建设具有长期影响,早期邮电局数量较多的地区在生成式人工智能服务供给和应用方面具有更有利的基础条件。由于历史变量不随时间变化,因此本文还引入了一个仅随年度变化的变

① 1984年末邮电局(所、处)数量和1984年用电量来自各地区统计年鉴。关于美国生成式人工智能服务的数量,本文从两个渠道进行统计。第一,使用Crunchbase(全球权威的企业信息数据库)的行业标签识别生成式人工智能企业,并按组织总部所在地为美国进行筛选,通过搜索引擎确定这些企业提供的生成式人工智能服务的数量和发布时间;第二,从Similarweb提供的信息中检索所在地为美国的相关网站和App。Similarweb从事网站与App流量分析,提供了超过1亿个网站和App的信息。

② 资料来源:IEA Energy and AI, <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>。

量——美国当期生成式人工智能服务数量^①。在外生性方面,历史用电量和邮电局数量主要反映地区在改革开放初期形成的基础设施禀赋,难以直接影响当前各地区的数字产品出口情况;美国的生成式人工智能技术发展水平与中国的数字产品出口也不存在直接关联。

表2报告了使用工具变量的回归结果,核心解释变量依然显著为正,且Kleibergen-Paap rk LM和Kleibergen-Paap rk Wald F统计量的检验结果排除了“工具变量识别不足”“弱工具变量”的问题,说明在缓解内生性问题的情况下,本文结论依然稳健。

表2	工具变量回归结果	
	(1)	(2)
变量	数字产品出口	数字产品出口
生成式人工智能水平(工具变量 I)	0.005*** (0.002)	
生成式人工智能水平(工具变量 II)		0.005*** (0.002)
Kleibergen-Paap rk LM 统计量	54.531 [0.000]	43.688 [0.000]
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量	92.237	77.750
Stock-Yogo weak ID test	{16.38}	{16.38}
控制变量	是	是
时间固定效应	是	是
地区固定效应	是	是
产品固定效应	是	是
样本量	125537	125537

注:中括号内为相应统计量的p值;大括号内为Stock-Yogo检验10%水平上的临界值。鉴于工具变量在地区、时间层面变化,因此表中使用的是地区×时间层面的聚类稳健标准误。其余同表1。

① 在研究人工智能和工业机器人的相关文献中,使用美国的相关数据构建工具变量是被广泛认可的做法,例如王永钦和董雯(2020)、王林辉等(2023)均使用了美国的工业机器人渗透度构建工具变量。

(四)稳健性检验

1.安慰剂检验

为了进一步排除混淆因素的影响,本文进行了安慰剂检验^①。根据自第11期开始每期累计备案生成式人工智能的地区数量,对所有地区进行随机抽样,将抽中的地区设定为“伪处理组”,即 $GenAI_{it}$ 变量为1。在此基础上针对基准回归方程(1)进行估计,重复500次,得到这500个估计系数对应的p值以及概率分布情况(见附图2),可以看出,回归系数的均值接近于零,且绝大部分估计系数未通过显著性检验(绝大部分p值大于0.1),说明基准回归中得到的结果并非随机事件,而是有充分证据支持的结果。

2.更换指标度量方式

一是调整识别数字产品的阈值。分别将相似度高于65%、70%、75%的产品定义为数字产品,基于基准模型进行回归。附表3第(1)~(3)列展示了估计结果,可以看出,即使提高识别数字产品的门槛,本文结论依然稳健。二是将联合国贸易和发展会议的《数字经济统计制作手册》中ICT产品作为数字产品,按照基准模型进行回归。附表3第(4)列展示了估计结果,可以看出,生成式人工智能对ICT产品出口也具有显著的正向影响。三是将《分类》中“01数字产品制造业、02数字产品服务业、03数字技术应用业、04数字要素驱动业、05数字化效率提升业”所对应的、属于制造业的国民经济行业均定义为数字产品制造业,以此为基础识别数字产品。附表3第(5)列展示了估计结果,生成式人工智能对数字产品出口的促进效应十分稳健。

3.其他稳健性检验

第一,使用三重差分模型(Triple Difference Model,DDD)。本文引入非数字产品的出口额,构建三重差分模型,三重差分是来自数字产品和非数字产品、备案生成式人工智能数量多和少的地区以及时间上的差异。附表4第(1)列展示了回归结果,三重差分项的系数显著为正,说明相比于非数字产品,生成式人工智能对数字产品的出口促进效应更大,这可能是因为生成式人工智能在内容生成、代码优化等环节的优势为数字产品带来的边际收益更高。第二,检验不同技术阶段的效应。根据生成式人工智能的技术发展特征,依据ChatGPT-4和DeepseekR-1的公开使用时间^②,将生成式人工智能技术的发展划分为三个阶段,计算各地区在三个阶段累计的生成式人工智能服务备案数量,作为核心解释变量引入回归。图2展示了回归结果,可见,在第一阶段,生成式人工智能的作用不显著,在第二、第三阶段,生成式

① 虽然本文在基准回归中并未使用双重差分法,但是考虑到本文研究的生成式人工智能服务备案类似于一种“冲击”,因此进行了安慰剂检验。

② ChatGPT-4的公开使用时间是2023年7月,DeepseekR-1的公开使用时间是2025年1月。

人工智能的作用是显著的。这说明,随着技术能力的进步和商业化应用,生成式人工智能对出口的促进效应开始显现。这从技术演进的视角验证了本文研究结论的稳健性。第三,检验滞后效应。根据技术扩散曲线,企业将生成式人工智能深度融合到具体业务中需要一段时间。因此,本文考察了生成式人工智能服务备案数量的滞后一期和二期对数字产品出口的影响。根据附表4第(2)~(3)列汇报的估计结果,在考虑滞后效应的情况下,生成式人工智能对数字产品出口的促进效应仍然显著。

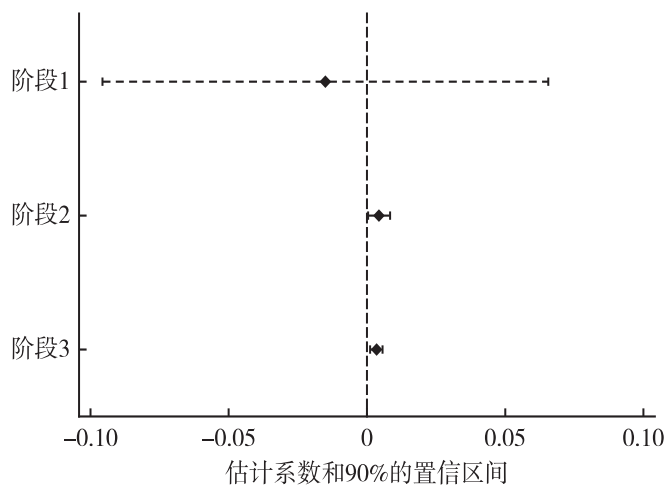


图2 不同阶段生成式人工智能的效应

注:点表示估计系数,线条表示90%置信区间。

五、机制检验

鉴于传统中介效应“三步法”可能存在估计偏误与渠道识别不清等问题(赵西亮,2025),本文的机制分析聚焦于第二步,并使用分组回归方法作为补充。

(一)检验优化跨境搜寻匹配效率机制

本文认为生成式人工智能通过交互式能力优化了跨境搜寻匹配效率,进而促进数字产品出口。为验证这一机制,本文从企业、产品、出口市场三个层面进行检验。理论机制部分表明,大模型智能客服和基于生成式人工智能技术的数字人直播可以显著帮助企业实现实时响应,这是生成式人工智能提升跨境搜寻匹配效率的关键所在,因此本文将 Panjiva 数据库提供的企业出口数据与从阿里巴巴国际站抓取的企业数据匹配,在企业层面构建了两个中介变量。一是企业客服响应速度。阿里巴巴国际站的企业界面上展示了企业的响应时间,例如<1 小时、<3 小时等(附图3展示了企业界面),本文搜集了这些数据,将响应时间的单位换算成分

钟^①,并取倒数处理,计算了企业响应速度。二是企业是否进行数字人直播。本文基于两个步骤进行识别,第一,若企业界面上存在 AI Virtual Host、Digital Avatar、Virtual Presenter、数字人直播等标签,则认定该企业进行了数字人直播;第二,数字人直播往往存在人像和语音不同步、表情不自然的特征(Liu 等,2025),因此人工观察企业直播界面,若界面中存在上述特征,则认定该企业进行了数字人直播。表3第(1)~(2)列展示了生成式人工智能对这两个变量的回归结果,可以看出,生成式人工智能显著提升了企业的响应速度,并促进企业采用数字人直播。三是在产品层面,如果这一机制成立,则生成式人工智能的促进效应对于更依赖搜寻匹配质量的产品应更显著。根据 Nelson(1970)的分类体系,搜寻品的质量可通过外观、规格等直接观测属性进行判断,体验品的质量需实际使用后才能确认。因此体验品出口需要更多的跨境沟通来消除买卖双方的信息不对称,更依赖跨境搜寻匹配质量。本文将数字产品分为体验品和搜寻品,分别进行回归。表3第(3)~(4)列显示,生成式人工智能对体验品的出口促进效应更大,符合预期。四是在出口市场层面,如果这一机制成立,生成式人工智能促进数字产品出口的效应在更依赖跨境搜寻匹配质量的市场中应更显著。一般而言,企业与一个市场的文化距离越大,出口过程中建立信任的成本越高,跨境搜寻匹配的质量越重要。本文使用 KSI 指数和 Hofstede 个人官网 2015 年公布的数据测算各贸易伙伴与中国的文化距离,将出口市场分为文化距离近和远的市场,并根据中国海关统计数据在线查询平台的数据,将其细化到地区—季度—出口产品—出口市场层面,进行分组回归。表3第(5)~(6)列显示,生成式人工智能对文化距离远的市场的出口促进效应更大,符合预期。综上,生成式人工智能确实优化了跨境搜寻匹配效率,同时现有研究已经充分论证了跨境搜寻匹配效率对出口的重要性。因此,本文研究假说 1 成立。

表3 跨境搜寻匹配效率机制检验的回归结果						
变量	(1) 客服响应 速度	(2) 数字人直播	(3) 体验品	(4) 搜寻品	(5) 文化 距离远	(6) 文化 距离近
生成式人工智能水平	0.001** (0.001)	0.006** (0.002)	0.004** (0.002)	0.002 (0.001)	0.009*** (0.002)	0.006*** (0.001)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	否	是	是	是	是

① 按最大值计算,例如响应时间小于1小时换算为60分钟。

(续)

变量	(1) 客服响应 速度	(2) 数字人直播	(3) 体验品	(4) 搜寻品	(5) 文化 距离远	(6) 文化 距离近
地区固定效应	否	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	否	否	否	否	否
产品固定效应	否	否	是	是	是	是
样本量	18952	4392	93442	32095	770104	900042
R ² 值	0.836	0.189	0.360	0.439	0.139	0.152
组间系数差异 p 值			14.670(0.000)		2799.540(0.000)	

注：第(1)~(2)列是在企业层面进行回归，不涉及产品维度，因此没有加入产品固定效应。由于只有 2025 年 12 月企业是否进行数字人直播的数据（每个样本企业只有一个观测值），第(2)列的回归使用的是截面数据，因此按照企业所在省份控制了地区固定效应，没有控制时间固定效应和企业固定效应，这是受数据限制不得已的做法。第(3)~(6)列的数据维度不涉及企业，因此没有加入企业固定效应。第(5)~(6)列是在地区—季度—产品—贸易伙伴层面进行分析，因此观测值更多。其余同表 1。

(二)检验扩张出口产品种类机制

从理论上讲，生成式人工智能能帮助企业实现多样化设计和柔性生产，提升出口产品种类，带动数字产品出口增长。本文通过三种方法验证这一渠道。一是检验企业定制化生产能力是否提升。阿里巴巴国际站的企业界面展示了每个企业能够提供的定制化生产服务，包括“轻定制”、来图定制、来样定制、按需定制四种（详见附图 4 的示例），不同企业具备的服务能力数量不同。本文将每种服务赋值为 1 分，加总计算企业的定制化生产能力。表 4 第(1)列结果显示，生成式人工智能显著提升了企业的定制化生产能力，这说明生成式人工智能确实能提升企业生产多样化产品的能力。二是检验出口产品种类是否增加。本文按照 HS8 分位产品种类数量，计算地区出口数字产品种类变量。表 4 第(2)列展示了估计结果，可以看出，生成式人工智能显著提升了数字产品出口种类。三是检验主流产品和小众产品受到的异质性影响。本文计算了每种数字产品的出口数量（为缓解内生性，使用第一期数据），将数字产品划分为主流数字产品和小众数字产品。表 4 第(3)~(4)列结果显示，生成式人工智能对小众产品的出口促进效应更显著，这从侧面验证了生成式人工智能有助于提高企业生产个性化产品的能力。综上，生成式人工智能确实能提升出口产品种类，因此本文的研究假说 2 成立。

(三)检验提升出口产品质量机制

生成式人工智能可通过人机交互效应等多重机制提升出口产品质量,进而促进数字产品出口。为验证这一效应,本文计算了地区出口产品技术复杂度和出口产品价格,一般而言,这两个变量能在较大程度上反映产品质量。本文使用Hausmann等(2007)的方法计算产品复杂度,并使用出口额加权计算得到了地区出口技术复杂度。根据表4第(5)~(6)列展示的估计结果,生成式人工智能对地区出口产品技术复杂度和出口产品价格有显著的正向影响,说明生成式人工智能提升了出口产品质量。产品质量决定了产品的国际竞争优势,产品质量的提升往往会带来出口增长,因此生成式人工智能的质量提升效应存在,本文研究假说3成立。

表4 出口产品种类和出口产品质量机制检验的回归结果

变量	(1) 定制化生 产能力	(2) 出口产品 种类	(3) 小众产品	(4) 主流产品	(5) 出口产品 技术复杂度	(6) 出口产品 价格
生成式人工智能水平	0.003* (0.002)	0.838*** (0.128)	0.005** (0.002)	0.002 (0.001)	0.004*** (0.000)	0.002** (0.001)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
地区固定效应	否	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	否	否	否	否	否
产品固定效应	否	否	是	是	否	是
样本量	18952	558	61261	62110	150	124765
R ² 值	0.838	0.932	0.335	0.491	0.976	0.448

注:第(1)列是在企业层面回归,由于企业基本不改变所在地区,因此加入了企业固定效应,没有加入地区固定效应。第(2)列在地区一时间层面回归,使用的聚类标准误是在地区层面。第(5)列在地区一时间(年份)层面回归,使用的时间固定效应是年份固定效应,使用的聚类标准误是在地区层面。其余同表1。

六、拓展分析

(一)基于技术属性的异质性分析

基于生成式人工智能的技术特性,本文从三个维度分析其异质性影响。第一,行业垂类大模型和通用大模型是否存在异质性影响? 本文检索了每个生成式人工智能服务的官方网站,根据其联系方式询问开发者其模型的类型,对于未提供联系

方式的生成式人工智能服务,由两名识别人员根据服务内容人工识别其模型类型,在此基础上计算了每个地区在 t 期累计备案的行业垂类大模型和通用大模型数量。第二,不同应用场景的生成式人工智能是否有异质性影响?依据每个生成式人工智能服务的具体应用场景,本文计算了每个地区在 t 期累计备案的应用于商业场景(如设计、电商、供应链管理等)和其他场景(如教育、办公、医疗等)的生成式人工智能服务数量。第三,不同的使用方式是否存在异质性影响?生成式人工智能的使用方式主要分两种,一种是可以直接通过网页访问(或者云端API访问,例如DeepSeek),另一种需要将模型本地化部署到企业自身的网络系统中。本文计算了每个地区在 t 期累计备案的采用网页访问、本地化部署方式的生成式人工智能服务数量^①。

附表5展示了将上述变量作为核心解释变量的估计结果。行业垂类大模型对数字产品出口具有显著促进作用,而通用大模型的影响并不显著。这可能是因为,行业垂类大模型能够直接作用于产品设计、营销等出口关键环节,从而显著提升出口产品的竞争力,而通用大模型作为一种普惠型技术,对出口的影响是间接的。由此可见,生成式人工智能影响出口的关键在于其是否能够深度嵌入具体的业务中。基于应用场景的异质性分析也验证了这一点,应用于商业场景的生成式人工智能显著促进了数字产品出口,而应用于其他场景的生成式人工智能则无显著效果。基于使用方式的异质性分析显示,采用网页访问方式的生成式人工智能显著促进了数字产品出口,而采用本地化部署方式的生成式人工智能则无显著效果。一个可能的解释是,本地化部署需要将生成式人工智能深度集成到企业的核心系统中,技术门槛和使用成本较高,从而限制了其作用的发挥。

(二)基于产品属性的异质性分析

直观来看,生成式人工智能对不同类型产品的影响可能存在差异,本文构建了两个分组变量并进行分组回归检验。其一,产品是否为标准化产品。Rauch(1999)根据产品是否依赖统一技术参数和公开基准价格衡量其同质化程度,并将产品分为三类^②。参考樊海潮等(2022)的做法,本文将其分类表(基于SITC Rev.2)映射到HS编码,将异质性产品定义为非标准化产品,将其他产品定义为标准化产品。其二,产品是否为交互型产品。产品的交互性可以定义为产品在使用过程中对实时反馈和双向操作的依赖程度,基于这一定义,本文将面向终端用户且强调界面体验

① 在判断生成式人工智能的应用场景和部署方式时,同样是先通过官方联系方式询问开发者,对于未提供联系方式的生成式人工智能服务,由两名识别人员判断。

② 资料来源:https://econweb.ucsd.edu/~jrauch/rauch_classification.html。Rauch(1999)将产品分为三类,分别是 goods traded on an organized exchange(w类)、reference priced(r类)和 differentiated products(n类),差异化程度依次递增,本文将最后一类产品定义为非标准化产品。

的产品(如通信终端、视听设备、交互式电子设备等)归为交互型产品,将底层器件、模块和零部件等产品归为非交互型产品。附表6展示了分组回归的估计结果,可见生成式人工智能对非标准化产品和交互型产品的出口促进作用更为显著。这符合本文预期,即生成式人工智能促进数字产品出口的作用在产品层面具有很强的异质性。

(三)基于地区属性的异质性分析

为探究生成式人工智能对数字产品出口的影响是否因地区特征而异,本文进一步从三个视角进行分析。一是电子商务发展水平。本文从企查查平台根据电子商务、跨境电商、电商等关键词进行搜索,得到2021年(事前)的地区电子商务企业数量,以此衡量地区电子商务水平,并以中位数划分组别进行分组回归。二是算力水平。本文依据《综合算力指数蓝皮书(2025年)》,将综合算力指数排名前十的地区设定为高算力水平地区,其余地区设定为低算力水平地区,进行分组回归。三是是否为人工智能试验区。本文依据人工智能试验区名单,将样本地区划分为试验区和非试验区两组进行分组回归。

附表7第(1)~(2)列的估计结果显示,仅对于电子商务发展水平较高的地区,生成式人工智能对数字产品出口有显著正向影响。这表明生成式人工智能更偏向于一种“赋能型”技术,其技术优势需要依托电商平台才能转化为出口增长动能。附表7第(3)~(6)列的估计结果显示,仅对于算力水平较高的地区和人工智能试验区,生成式人工智能能显著促进数字产品出口。这可能是因为,在低算力地区和非试验区,企业使用生成式人工智能时往往面临算力成本较高、专业技术人才和配套政策支持不足等约束,削弱了生成式人工智能的正向效应。

七、结论与政策建议

本文使用生成式人工智能服务备案数据量化了生成式人工智能应用水平,并使用BERT-wwm-ext中文模型识别了数字产品,进一步结合2021~2025年地区一产品层面出口数据和标普全球Panjiva数据库提供的企业一产品层面逾十亿条提单数据,在宏观和微观双重层面探讨了生成式人工智能对数字产品出口的影响。研究发现,生成式人工智能显著促进了中国数字产品出口。机制分析表明,基于交互式能力优化跨境搜寻匹配效率、基于生成式能力扩张出口产品种类、基于“通用”式能力提升出口产品质量是三条重要的作用渠道。异质性分析表明,在技术层面,与应用于其他场景以及采用本地化部署方式的生成式人工智能相比,应用于电商、产品设计等商业场景以及提供网页访问方式的生成式人工智能对数字产品出口的促进效应更大。在产品层面,生成式人工智能对非标准化和交互型数字产品出口的效应更大。在地区层面,在电子商务发展水平较高、算力水平较高的地区以及人工智能试验区,生成式人工智能促进数字产品出口的效应更显著。本文结论说明,生成

式人工智能可以赋能数字产品出口,但这种赋能效应并非均质化,随着生成式人工智能深度嵌入国际贸易,地区、企业间的“数字鸿沟”可能加剧出口的不平衡。根据以上结论,本文提出如下几点建议。

第一,应加快推动生成式人工智能高质量发展,完善其与数字贸易融合发展的制度设计。一是强化生成式人工智能政策与数字贸易政策的统筹衔接。应将生成式人工智能纳入数字贸易创新发展的重要支撑体系,围绕数字产品研发设计、跨境营销、智能客服、国际市场分析等重点环节,明确其赋能数字产品出口的应用方向、支持重点和实施路径,推动生成式人工智能由通用技术工具向数字贸易关键场景深度嵌入。二是健全生成式人工智能赋能数字贸易的制度保障。应明确生成式人工智能在数字产品出口中的数据使用边界、生成内容权属和责任认定规则,有效防范数据安全、知识产权和内容合规风险。三是完善面向数字产品出口的生成式人工智能应用支持体系。应鼓励跨境电商平台、数字服务出口基地、人工智能试验区等建设生成式人工智能应用示范场景,支持企业在产品设计、内容生成、市场推广和售后服务等环节开展应用探索。

第二,应坚持分类施策,提升生成式人工智能赋能数字产品出口的精准性。研究发现,生成式人工智能对数字产品出口的促进效应因应用场景、产品类型和地区基础条件不同而存在明显差异。因此,政策支持应更加突出场景导向、产品导向和区域导向。一是应在夯实通用大模型基础能力的同时,支持面向数字内容、跨境电商等领域的行业垂类大模型建设,推动生成式人工智能由通用工具向贸易导向型工具转变。二是针对不同类型数字产品,训练和优化差异化的生成式人工智能模型。对于非标准化数字产品,应重点围绕内容生产、本地化表达和文化适配等环节提升模型支撑能力,增强数字产品对不同国家市场需求和文化语境的响应能力。对于标准化程度较高的数字产品,应更多围绕海外推广、客户服务和售后响应等配套环节优化模型功能,通过提升服务效率和市场响应能力增强出口竞争力。对于交互型数字产品,应重点训练和优化对话交互和用户反馈分析类模型,提升产品交互体验、持续服务能力和用户黏性。三是着力缩小地区间数字基础设施和智能化应用能力差距,推动生成式人工智能赋能数字产品出口的空间均衡发展。一方面,应加快全国一体化算力网络建设,依托“东数西算”工程优化算力资源布局,提升中西部地区生成式人工智能应用的可获得性。另一方面,可支持东部数字经济领先地位与中西部地区通过“飞地园区”、联合实验室、产业对口合作等方式,推动生成式人工智能技术扩散与经验共享。

第三,应引导企业尤其是中小数字贸易企业提升生成式人工智能的应用能力,推动技术红利向出口竞争优势转化。一是提升企业数据资产管理能力。企业应加强产品信息、客户需求、交易记录、用户反馈和海外市场数据的规范化管理,为生成式人工智能在产品优化、市场分析和客户服务中的应用奠定基础。对于中小企业,

可通过行业协会、平台企业和第三方服务机构提供数据治理辅导,降低其数据能力建设成本。二是推动生成式人工智能深度嵌入进出口业务链条。企业应结合数字产品出口流程,将其嵌入产品开发、需求识别、市场测试、用户反馈、售后响应和版本迭代等环节,提高数字产品出口的响应速度和适配能力。三是鼓励企业根据业务需求合理选择技术部署方式。应鼓励中小企业优先采用云端API调用、平台化服务等模式,降低初期投入成本;对具备一定技术基础的大型企业,则可支持其探索私有化部署,提升数据安全保障能力。

参考文献

- [1]蔡宏波,韩金谔.数字技术应用与企业出口表现——以中关村国家自主创新示范区企业为例[J].管理世界,2024,(5):58~75.
- [2]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.
- [3]樊海潮,黄文静,吴彩云.贸易自由化与企业内的产品质量调整[J].中国工业经济,2022,(1):93~112.
- [4]黄先海,王瀚迪,孙涌铭,虞柳明.数字技术与企业出口质量升级——来自专利文本机器学习的证据[J].数量经济技术经济研究,2023,(12):69~89.
- [5]金祥义,张文菲.人工智能与企业出口扩张:贸易革命的技术烙印[J].国际贸易问题,2022,(9):70~87.
- [6]刘斌,潘彤.人工智能对制造业价值链分工的影响效应研究[J].数量经济技术经济研究,2020,(10):24~44.
- [7]刘斌,朱晓梅,李川川.跨境电商海外仓储与企业出口——基于企业提单数据的检验[J].中国工业经济,2025,(12):100~118.
- [8]刘佳琪,孙浦阳.数字产品进口如何有效促进企业创新——基于中国微观企业的经验分析[J].国际贸易问题,2021,(8):38~53.
- [9]刘文革,耿景珠,杜明威.数“政”强贸:数字化政府建设与中国出口产品质量升级[J].数量经济技术经济研究,2024,(6):67~87.
- [10]吕越,谷玮,尉亚宁,包群.人工智能与全球价值链网络深化[J].数量经济技术经济研究,2023,(1):128~151.
- [11]马述忠,张道涵,胡增玺.数字知识流动如何促进区域协调发展——兼论经济增长和平衡发展双重目标[J].中国工业经济,2025,(2):80~98.
- [12]綦建红,张志彤.机器人应用与出口产品范围调整:效率与质量能否兼得[J].世界经济,2022,(9):3~31.
- [13]施炳展,李建桐.互联网是否促进了分工:来自中国制造业企业的证据[J].管理世界,2020,(4):130~149.

- [14]汪红驹,丁少斌.生成式人工智能的经济影响研究进展[J].经济学动态,2025,(8):191~208.
- [15]王林辉,钱圆圆,宋冬林,董直庆.机器人应用的岗位转换效应及就业敏感性群体特征——来自微观个体层面的经验证据[J].经济研究,2023,(7):69~85.
- [16]王向前.生成式人工智能、企业技术创新与发明者协同:基于社会学习理论视角[J].经济研究,2025,(9):156~176.
- [17]王永钦,董雯.机器人的兴起如何影响中国劳动力市场?——来自制造业上市公司的证据[J].经济研究,2020,(10):159~175.
- [18]于欢,姚莉,何欢浪.数字产品进口如何影响中国企业出口技术复杂度[J].国际贸易问题,2022,(3):35~50.
- [19]张丹丹,于航,李力行,等.中国人工智能技术暴露度的测算及其对劳动需求的影响——基于大语言模型的新证据[J].管理世界,2025,(7):59~75.
- [20]张洪胜,潘钢健.跨境电子商务与双边贸易成本:基于跨境电商政策的经验研究[J].经济研究,2021,(9):141~157.
- [21]赵西亮.因果中介分析的理论进展及其应用[J].数量经济技术经济研究,2025,(2):195~216.
- [22]Acemoglu D., 2025, *The Simple Macroeconomics of AI* [J], *Economic Policy*, 40(121), 13~58.
- [23]Acemoglu D., Restrepo P., 2020, *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets* [J], *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188~2244.
- [24]Alfaro L., Brusseovich M., Minoiu C., Presbitero A.F., 2025, *Bank Financing of Global Supply Chains* [R]. NBER Working Paper, No.33754.
- [25]Artuc E., Bastos P., Rijkers B., 2023, *Robots, Tasks, and Trade* [J], *Journal of International Economics*, 145, 103828.
- [26]Borusyak K., Jaravel X., Spiess J., 2024, *Revisiting Event-study Designs: Robust and Efficient Estimation* [J], *The Review of Economic Studies*, 91(6), 3253~3285.
- [27]Brynjolfsson E., Hui X., Liu M. 2019, *Does Machine Translation Affect International Trade? Evidence from a Large Digital Platform* [J], *Management Science*, 65(12), 5449~5460.
- [28]Capraro V., Lentsch A., Acemoglu D., et al., 2024, *The Impact of Generative Artificial Intelligence on Socioeconomic Inequalities and Policy Making* [J], *PNAS Nexus*, 3(6), 191~208.
- [29]Chang W., Park J., 2024, *A Comparative Study on the Effect of ChatGPT Recommendation and AI Recommender Systems on the Formation of a Consideration Set* [J], *Journal of Retailing and Consumer Services*, 78(5), 103743.
- [30]Destefano T., Timmis J., 2024, *Robots and Export Quality* [J], *Journal of Development Economics*, 168(5), 103248.
- [31]Eloundou T., Manning S., Mishkin P., Rock D., 2024, *GPTs Are GPTs: Labor Market Impact Potential of LLMs* [J], *Science*, 384(6702), 1306~1308.

- [32] Hausmann R., Hwang J., Rodrik D., 2007, *What You Export Matters* [J], *Journal of Economic Growth*, 12(1), 1~25.
- [33] He R., Cao J., Tan T., 2025, *Generative Artificial Intelligence: A Historical Perspective* [J], *National Science Review*, 12(5), nwaf050.
- [34] Lendle A., Olarreaga M., Schropp S., Vézina P.L., 2016, *There Goes Gravity: eBay and the Death of Distance* [J], *The Economic Journal*, 126(591), 406~441.
- [35] Liang J., 2024, *The Application of Artificial Intelligence-assisted Technology in Cultural and Creative Product Design* [J], *Scientific Reports*, 14(1), 2~18.
- [36] Liu Y., Wang L., Yang S., Wang Y., 2025, *Artificial Intelligence-powered Digital Streamers in Online Retail: Empirical Insights and Design Strategies from Experiments* [J/OL], *Information Systems Research*, 26(8), <https://doi.org/10.1287/isre.2023.0024>.
- [37] Melitz J., Toubal F., 2014, *Native Language, Spoken Language, Translation and Trade* [J], *Journal of International Economics*, 93(2), 351~363.
- [38] Nelson P., 1970, *Information and Consumer Behavior* [J], *Journal of Political Economy*, 78(2), 311~329.
- [39] Noy, S., Zhang W., 2023, *Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence* [J], *Science*, 381(6654), 187~192.
- [40] Pairolero N. A., Giczy A. V., Torres G., et al., 2025, *The Artificial Intelligence Patent Dataset (AIPD) 2023 Update* [J], *The Journal of Technology Transfer*, 50(2), 2587~2610.
- [41] Patterson D.A., Gonzalez J., Le Q.V., et al., 2021, *Carbon Emissions and Large Neural Network Training* [J], *arXiv preprint arXiv*, 2104.10350.
- [42] Rauch J. E., 1999, *Networks Versus Markets in International Trade* [J], *Journal of International Economics*, 48(1), 7~35.
- [43] Regenwetter L., Nobari A. H., Ahmed F., 2022, *Deep Generative Models in Engineering Design: A Review* [J], *Journal of Mechanical Design*, 144(7), 071704.
- [44] Xu B., 2024, *What Is Meant by AGI? On the Definition of Artificial General Intelligence* [J], *arXiv preprint arXiv*, 2404, 10731.

Generative AI and Digital Product Exports: Evidence from Generative AI Service Registration Data

LI Qiujing¹ ZHU Xiaomei² LIU Bin²

(1.School of International Trade and Economics,
Shandong University of Finance and Economics;

2.China Institute for WTO Studies, University of International Business and Economics)

Summary: As a core driving force of the new wave of technological revolution,

generative artificial intelligence (AI) is profoundly reshaping the global trade landscape. Unlike previous generations of AI technologies, generative AI features stronger interactive capabilities, broader general-purpose applicability, and more flexible content-generation functions, enabling it to exert deeper and more direct impacts on digital trade activities. Against this background, the exploration of whether and how generative AI affects the export of digital product is of considerable theoretical and practical significance to understand the trade effects of emerging digital technologies and promote the high-quality development of China's digital trade.

This paper empirically examines the impact of generative AI on China's digital product exports at both the macro-regional and micro-firm levels. Specifically, we construct a novel measure of regional generative AI application intensity, based on the filing and registration data of generative AI services officially released by the Cyberspace Administration of China. To accurately identify digital products, we improve existing classification approaches by applying the BERT-wwm-ext Chinese language model to product text recognition. Combining this identification strategy with regional product-level export data from 2021 to 2025 and with more than one billion firm-product-level bill-of-lading records from the S&P Panjiva database, we establish a comprehensive empirical framework to investigate the export effects of generative AI.

The empirical results show that generative AI significantly promotes China's export of digital products. This conclusion remains robust even after a series of robustness checks, including alternative variable measurements, endogeneity corrections, and sample adjustments. The mechanism analysis reveals that generative AI affects the export of digital product through three major channels. First, generative AI improves the efficiency of cross-border search and matching thanks to its interactive capabilities. By enhancing firms' ability to communicate with overseas clients, conduct multilingual interactions, and identify market demand more efficiently, generative AI reduces information asymmetry and lowers the transaction costs in international digital trade. Second, generative AI expands the variety of exported digital products, thanks to its generative capabilities. By accelerating product design, creative development, and content production, generative AI enables firms to diversify product offer and rapidly respond to the heterogeneity of global demand, thereby broadening the scope of digital product exports. Third, generative AI improves the quality of the exported digital products, thanks to its general-purpose capabilities. As a foundational technology that can be applied across multiple production and operational scenarios, generative AI enhances product optimization, service

customization, and innovation efficiency, ultimately raising the quality competitiveness of exported digital products. The results of further heterogeneity analysis suggest that the export-promoting effect of generative AI is not homogeneous. At the technological level, compared to other scenarios or local deployment, the use of generative AI in commercial scenarios, such as e-commerce and product design, as well as the accessibility of AI services through web-based platforms, exhibit significantly stronger export-enhancing effects. At the product level, generative AI has a more pronounced impact on the export of non-standardized and interactive digital products, where customization and user interaction play a more central role. At the regional level, this positive effect is significantly stronger in those regions with higher levels of e-commerce development, stronger computing infrastructure, and established AI pilot zones.

This study makes three main contributions to the literature. First, by focusing on the technological characteristics of generative AI, it expands the theoretical understanding of how technological progress affects international trade, broadening the explanatory boundary of digital technology-driven export growth. Second, it systematically identifies the mechanisms through which generative AI affects the export of digital products, clarifying the roles of interactive capability, generative capability, and general-purpose capability. Third, it improves measurement strategies in two aspects: by enhancing the accuracy of digital product identification through the BERT-wwm-ext model, and by constructing a novel indicator of regional generative AI application intensity using official filing data, thus providing a methodological reference for future research.

This paper provides new empirical evidence on the trade effects of generative AI, offering important insights to understand the evolving relationship between frontier digital technologies and international trade. Moreover, it offers policy implications to promote the deep integration of generative AI into digital trade and enhance China's international competitiveness in the digital economy.

Keywords: Generative AI; Digital Product Export; Digital Technology

JEL Classification: F14; Q55

(责任编辑:王垚圻;数据编辑:开花)