

数字经济如何赋能高质量出口

——基于双重机器学习的因果推断

钞小静^{1,2}, 黄冶娜²

(1. 西北大学 中国西部经济发展研究中心, 陕西 西安 710127;

2. 西北大学 经济管理学院, 陕西 西安 710127)

摘要:为了研究数字经济对高质量出口的影响及其作用机制,立足于数字经济“去边界性”的核心特征属性,从本土市场整合与创新范式重塑两条路径入手探讨数字经济影响高质量出口的理论逻辑,构建2010—2020年281个地级及以上城市面板数据集,采用双重机器学习模型实证检验了数字经济影响高质量出口的作用路径及其影响效果。研究认为,数字经济发展能够显著促进高质量出口,该促进作用主要通过本土市场整合与创新范式重塑来实现;数字经济对高质量出口的正向影响在城市间存在非对称性,具体而言,对于地理优势不明显的内陆以及政策支持力度较弱的地区,数字经济对其出口质量提升的驱动作用更加明显,能够极大释放增量红利。研究表明,需加快提高数字技术原始创新能力,积极推进信息数据资源的流通共享,来培育中国出口贸易新优势;持续推动国内市场的高效畅通和规模拓展,优化国内区域布局;采用差别性政策针对不同地区引导贸易高质量发展。

关键词:数字经济;高质量出口;双重机器学习;“宽带中国”;高技术产业

中图分类号:F752.62

文献标志码:A

文章编号:1671-6248(2023)04-0015-16

收稿日期:2023-05-22

基金项目:国家社会科学基金项目(21BJL002);教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(22JJD790063)

作者简介:钞小静(1982-),女,陕西佳县人,教授,博士研究生导师,经济学博士。

How the digital economy empowers high-quality exports

——analysis based on the double machine learning method

CHAO Xiaojing^{1,2}, HUANG Yena²

(1. Center for Studies of China Western Economic Development, Northwest University, Xi'an 710127, Shaanxi, China; 2. School of Economics and Management, Northwest University, Xi'an 710127, Shaanxi, China)

Abstract: In order to study the influence of digital economy on high-quality exports and its mechanism, based on the core characteristic attribute of “de-boundary” of digital economy, this study discusses the theoretical logic of digital economy affecting high-quality exports from two paths: local market integration and innovation paradigm reshaping. By constructing the panel data set of 281 prefecture-level cities and above from 2010 to 2020, and adopting the double machine learning model, this paper empirically tests the action path and effect of digital economy on high-quality exports. The research believes that the development of digital economy can significantly promote high-quality exports, and this promotion is mainly realized through the integration of local markets and the reshaping of innovation paradigms. The positive impact of digital economy on high-quality exports is asymmetric among cities. Specifically, for inland areas with no obvious geographical advantages and areas with weak policy support, the driving effect of digital economy on the improvement of export quality is more obvious, which can greatly release incremental dividends. The research shows that it is necessary to accelerate the improvement of the original innovation ability of digital technology and actively promote the circulation and sharing of information and data resources to cultivate new advantages of China's export trade. And it is also essential to continue to promote the efficient smoothness and scale expansion of the domestic market, optimize the domestic regional layout, and adopt differentiated policies to guide the high-quality development of trade for different regions.

Key words: digital economy; high-quality exports; double machine learning; “broadband China”; high-tech industry

习近平总书记在党的二十大报告中明确指出要“推动货物贸易优化升级”“加快建设贸易强国”。改革开放以来,中国凭借劳动

力要素丰裕以及产业体系完备等优势融入世界市场,成为全球最大的货物贸易国与最大的商品出口国,但长期以来,出口产品技术含

量低、附加值获取能力低等问题也在一定程度上制约了中国由贸易大国迈向贸易强国的步伐^[1-2]。在传统出口竞争优势被削弱以及贸易单边主义抬头等因素的挑战下,中国亟须打造对外贸易高质量发展新引擎,培育参与国际经济合作和竞争新优势^[3]。当前,新一轮科技革命和产业变革方兴未艾,以大数据、人工智能、量子信息以及区块链为代表的新一代信息技术加快突破,数字经济正以前所未有的速度加速扩张,其在广泛改变社会生活的同时与国际贸易的融合渗透不断深化,对贸易活动的交易标的、交易对象、交易方式乃至背后的组织形式都产生了显著的影响^[4]。那么中国能否借助数字经济发展的契机,推动出口产品质量提升,进而打造高水平对外开放的新动能?如果能,其可能的作用机制又是怎样的?这些问题的解答,对于进一步推进中国数字经济发展、重塑出口竞争力以及实现对外贸易高质量发展都有重要的理论价值和现实意义。

既有研究集中探究了贸易自由化、服务业开放、融资能力、人力资本等因素对高质量出口的影响^[5-8],而与本文密切相关的一类文献从数字经济的核心要素与表现形式切入,探究了数字基础设施、数字技术以及数字贸易与出口贸易的关联。从数字基础设施建设视角来看,与新一代信息技术交叉融合形成的新型数字基础设施能够通过技术扩散推动城市出口技术复杂度的提升,且该效应在贸易环节的组织与要素流动的加速两个方面更为突出^[9]。从数字技术应用视角来看,既有研究主要关注到互联网技术与人工智能技术在国际贸易领域的广泛使用对出口贸易所

产生的影响。大量经验证据证明,互联网技术的应用能够显著提升国际贸易规模,主要通过降低信息获取成本、跨境交易成本以及境外营销成本增加扩展与集约边际,带来出口贸易规模的整体增长^[10-11]。随着数字技术的更新迭代,人工智能技术开始被引入贸易领域,蔡震坤等使用微观企业数据证实了工业机器人应用对提升出口产品质量的影响,并发现人工智能技术的应用能够显著通过提升全要素生产率带来边际成本的降低,进而显著提高了出口产品质量^[12]。从数字贸易兴起视角来看,一方面,跨境电子商务的发展畅通了贸易供需双方的信息渠道带来信息搜索成本的下降,同时以最经济的方式汇聚了长尾需求,降低了满足差异化需求的成本,促使出口贸易规模实现增长;另一方面,数字服务贸易的发展扩大了贸易企业进口服务中间品的范围,对出口产品质量提升有正向促进作用^[13-15]。

以上研究主要从成本与技术两大可能途径出发,细致探讨了数字经济关键要素与典型形态对出口规模扩张与技术结构优化所带来的影响,对本文研究的展开具有重要启发。本文将立足于数字经济“去边界性”的核心特征属性,进一步探讨数字经济影响高质量出口的内在机制,并尝试将双重机器学习法应用于两者间的因果识别推断中,以期弥补传统因果估计方法和机器学习法的缺点,为以上理论问题提供更加精确的经验证据。进一步地,本文还从地理、制度因素出发探讨了数字经济影响高质量出口的城市非对称性,揭示了数字经济对传统贸易下缺乏开放优势地区的重要意义,对于重新审视城市在地理

位置以及政策扶持方面所具有的贸易先发优势具有一定启发性。

一、理论分析与研究假说

数字经济是随着移动互联网、大数据、云计算、人工智能等数字技术应用场景逐渐丰富、应用层次不断深化而形成的多元经济形态,具有“去边界性”的核心特征^[16]。物联网和互联网的融合,尤其是边缘计算和云计算的相互支撑和发展,使得网络空间更多地融入了人类社会的经济活动,人与人、物与物以及人与物之间的关系从“物理端”映射到“数字端”,信息资源、人才主体能够在更广阔的发展场域内全面互联、高效互通^[17]。在工业经济时代的贸易活动,价值创造与市场竞争都在实体空间中完成,极易受到物理空间和地理环境等条件的约束,数字经济一方面可以突破传统贸易中必须以一定的地域为市场存在的前提条件,使得贸易企业能够在更广阔的市场空间内培育出口竞争优势,另一方面可以推进优质创新资源配置范围的拓展,进一步实现创新范式的新一轮变革与升级,为中国塑造高质量出口的内生比较优势提供了助益。

(一)本土市场整合效应

既有研究证据表明,改革开放以来中国出口贸易的强劲扩张实际上是由于市场分割等外生因素所导致的“扭曲性”过度出口,本土企业以加工贸易或代工贴牌的方式进入国际市场的低端空间,产生了出口贸易“量”与“质”地位不相匹配的问题^[18-19]。而依托网络空间功能的拓展,数字经济能够更大限度

打破地理距离造成的市场分割,同时在一定程度上破除造成市场分割的制度性障碍,为本土企业实现贸易高质量发展创造市场条件^[20-21]。一方面,在数字经济条件下,线下各类分散的资源能够通过抽象、提纯与记录,以数据信息的形式汇聚在虚拟网络平台上,最终在数据流和信息流的牵引下打破物理时空约束,在更广阔的市场空间内进行生产、分配、流动、交换,降低市场的分割程度,提高市场一体化水平^[17]。例如以线下零售为主的京客隆超市店铺网络主要覆盖至北京市十多个区县及河北廊坊地区,而京东通过网络平台在更广阔的范围内获取与匹配需求,其自营业务则覆盖全国上千个区县。另一方面,数字经济的发展也在一定程度上打破了地方保护形成的市场分割格局^[22]。互联网交易平台的出现简化了市场业务的交易流程,通过统一的准入条件、交易规则以及信用制度使得市场运作方式更加公开明晰,在一定程度上减轻了行政壁垒的人为干扰,有助于统一规则、透明运作的一体化市场形成。

国内市场培育竞争优势的内生性作用对于中国实现出口贸易高质量发展具有重要意义^[23]。依托数字经济所形成的统一市场环境,本土企业能够通过虚拟网络平台以更低的成本在更大范围内汇聚国内市场需求,特别是高端需求,进而避免囿于低水平产品市场的恶性竞争,成为本土企业创新的压力来源与重要方向,最终在技术研发、品牌声誉上形成更强的竞争优势,开展高质量出口^[24]。此外,在本土大市场整合下,大型企业、中小企业、个体工商户以及个人消费者能够广泛地参与到贸易活动中,市场竞争激烈,为实现

客户的吸引、留存与转化,卖方需重视消费者的个性化、差异化价值需求,加快产品技术革新以提升产品质量。

(二) 创新范式重塑效应

数字经济时代,网络与物理空间的融合给创新组织边界、创新主体间相互作用的方式以及创新的流程带来了极大的变革,以创新范式重塑形成高质量出口的关键增量^[25]。一方面,数字经济范式下,创新是进行组织架构开放式变革的过程^[26]。传统创新模式主要以企业、高校以及科研院所形成的核心组织为依托,基于线下实体空间开展相互间的对接、协同与合作,呈现出“小范围强联系”的封闭式特征。而在数字经济范式下,创新组织边界由清晰化向模糊化转变,不同创新主体之间的互补性增强。分布在不同地域与领域的生产服务型企业、高校、政府智库乃至个人等多元创新主体能够充分发挥其比较优势,通过数据流与信息流的实时交换,以低成本接触的方式在线上虚拟平台或虚拟化网络空间进行研发合作,不同程度地参与新技术以及新产品的研究与开发过程,形成“大范围弱联系”的开放式创新模式^[17]。另一方面,数字经济条件下创新过程脱离了从知识积累、研究到应用的线性链条规律,呈现出明显的非线性特征^[25,27]。在数字新技术的助力下,传统“设计—制造—测试—再设计”的繁复流程可以在网络虚拟空间进行,模态还原和仿真测试使得整个创新设计过程能够在虚拟空间无限迭代,加快了显性或隐性知识技术的生产、交流与溢出,创新过程与结果能够相互作用,带来技术的持续优化,进而以较高速率形成新的创新产出^[28-29]。

数字经济条件下,“大范围弱联系”的开放式创新组织方式为催生跨界融合的高技术、高附加值产品,实现高质量出口创造了条件。以远程医疗服务为例,传统远程医疗服务贸易仅仅停留在会诊层面,而当其与低时延高通量的移动通信领域相结合后,远程实时健康检查以及操纵手术机器人完成微创手术等跨境医疗服务得以实现,进而促成技术服务产品在更高水平上参与国际合作。此外,非线性创新模式有利于产品和服务在全生命周期得到动态优化与改进,以快速迭代的创新能力形成最终产品在国际市场中的差异化竞争优势,实现高质量出口^[30]。

基于以上分析,本文提出如下假说:

假说一:数字经济能够有效驱动高质量出口。

假说二:数字经济有助于本土市场整合与创新范式重塑,从而促进高质量出口。

二、识别策略、模型与变量数据

(一) 识别策略与模型设定

2013年8月,国务院印发《“宽带中国”战略及实施方案》,明确将通过区域试点的方式逐步在全国范围内布局融合、安全、泛在的国家信息基础设施。工业和信息化部与国家发展和改革委员会先后联合发布了2014、2015以及2016年度“宽带中国”示范城市名单,共确定了包括北京市、天津市、上海市、长株潭城市群等在内的117个城市(城市群)作为“宽带中国”示范城市。借鉴田鸽等的研究思路,本文将“宽带中国”政策作为数字经济发展的代理变量,对数字经济与高质量

出口间的因果关系进行识别,主要原因有二:一是宽带作为重要的信息基础设施,是数字经济发展的底层支撑和重要基础;二是“宽带中国”战略任务与数字经济的发展逻辑具有较高的契合度。数字经济是通过不断提高传统产业的数字化水平且加速催生新模式,最终实现实体经济效率提升与结构优化的经济活动。而“宽带中国”的实施方案中明确指出该战略的重点任务包括“利用信息技术改造提升传统产业”“实现网络化、智能化、集约化、绿色化发展,促进产业优化升级”以及“培育新服务、新市场、新业态”等,“宽带中国”战略不局限于基础设施建设,更强调外部性的发挥对于经济社会提质升效的作用,与数字经济发展逻辑紧密契合^[31]。

在模型设定方面,本文参考 CHERNOZHUKOV et al. 的研究,采用双重机器学习法(Double Machine Learning, DML)对“宽带中国”这一准自然实验事件进行实证研究^[32]。区别于传统多元线性回归模型,双重机器学习在模型估计与变量选择上具有独特优势,一是该方法无需预设变量间的关系,能够借助机器学习算法在处理非线性数据上的优势有效避免模型误设问题,克服了传统因果推断模型线性设定的局限性;二是双重机器学习采用诸多机器学习及其正则化算法,自动筛选影响高质量出口的诸多因素,进而获得预测精确度较高的有效控制变量集合,能够有效缓解因维度诅咒、多重共线性以及主要控制变量有限所带来的估计偏误问题,保持在高维度控制变量下因果推断效应的估计精度^[33-34]。因此,本文以“宽带中国”示范城市文件发布时点作为冲击,基于双重机器

学习法对数字经济如何影响高质量出口进行经验分析,所构建的模型具体如式(1)、(2)所示

$$Quality_{i,t+1} = \theta_0 Event_{it} + f_0(X_{it}) + U_{it},$$

$$E(U_{it} | X_{it}, Event_{it}) = 0 \quad (1)$$

$$Event_{it} = m_0(X_{it}) + V_{it},$$

$$E(V_{it} | X_{it}) = 0 \quad (2)$$

式中:下标 i 为各个城市的标识($i = 1, 2, \dots, 281$),下标 t 为各个年份的标识($t = 2011, 2014, \dots, 2020$); $Quality_{i,t+1}$ 为地区 i 的高质量出口指标; $Event_{it}$ 则为“宽带中国”的政策虚拟变量,若在第 t 年城市 i 设置了政策试点则为 1,否则为 0; θ_0 的系数大小和显著性是本文关注的重点,如果显著为正,则说明数字经济发展有利于城市高质量出口; X_{it} 为影响高质量出口的控制变量集合,是通过函数 f_0 影响被解释变量的协变量,其具体形式需通过机器学习算法进行估计; U_{it} 则为误差项,其条件均值为 0。为了避免对式(1)直接估计所产生的正则偏误问题,我们引入辅助方程式(2),其中函数 m_0 是政策虚拟变量对控制变量的回归函数; V_{it} 则为误差项,条件均值为 0。具体步骤为:首先,使用机器学习模型估计式(2) m_0 的估计量 \hat{m}_0 ,进而得到残差估计量 $\hat{V}_{it} = Event_{it} - \hat{m}_0(X_{it})$;其次,同样采用机器学习算法估算 \hat{f}_0 ;最后,把 \hat{V}_{it} 视为 $Event_{it}$ 的工具变量带入式(1)中进行回归,计算出 θ_0 的无偏估计值。

(二) 变量选取

1. 被解释变量:高质量出口

既有研究表明产品技术结构的优化是实现出口贸易高质量发展的核心环节,出口技术复杂度指标能够很好反映最终产品供给与

出口质量^[3,8]。本文考虑到高技术产业作为一国产业发展的重要阵地,其出口产品的技术复杂度最能代表一国的技术水平和创新能力,因此采用高技术产业出口技术复杂度(*Complex*)来刻画最终品出口质量。参考韩慧霞等的研究,测算高技术产业出口技术复杂度的具体过程为:参照经济合作与发展组织以及中国《高技术产业(制造业)分类(2017)》对高技术产业的分类方法,将医药制造业,航空、航天器及设备制造业,电子及通信设备制造业,计算机及办公设备制造业,医疗仪器设备及仪器仪表制造业五大类产业划归为高技术产业,并将其与联合国统计署商品贸易数据库的国际贸易分类统计体系进行匹配,而后测算五大高技术产业的出口技术复杂度^[35]。如式(3)所示

$$TSI_n = \sum_c \frac{(x_{cn}/X_c)}{\sum_c (x_{cn}/X_c)} pgdp_c \quad (3)$$

式中: TSI_n 表示高技术贸易品 n 的技术含量, c 表示一个国家; x_{cn} 表示国家 c 高技术产业 n 的出口额; X_c 表示国家 c 的对外出口总额; x_{cn}/X_c 表示国家 c 高技术产业 n 的出口比重; $(x_{cn}/X_c)/\sum_c (x_{cn}/X_c)$ 表示国家 c 在高技术产业 n 出口方面的显示性比较优势; $pgdp_c$ 表示国家 c 的实际人均 GDP。然后,采用式(4)对地区层面的高技术产业出口技术复杂度进行计算。

$$Complex_i = \sum_n \left(\frac{x_{in}}{X_i} \right) TSI_n \quad (4)$$

式中: $Complex_i$ 表示地区 i 的高技术产业出口技术复杂度指数; x_{in} 表示城市 i 高技术产品 n 的出口额; X_i 表示城市 i 的总出口额; x_{in}/X_i 表示城市 i 高技术产品 n 的出口份额。

2. 核心解释变量:数字经济发展

本文的核心解释变量是一个政策分组虚拟变量与时间虚拟变量的交互项(*Broadband*),那么在政策实施当年及以后年份赋值为 1,政策发生之前则赋值为 0。本文将工业和信息化部与国家发展和改革委员会先后发布的 2014、2015 以及 2016 年度“宽带中国”示范城市名单与城市数据相匹配,最终获得 104 个处理组城市和 177 个控制组城市。

3. 控制变量

为了尽可能缓解遗漏变量所导致的内生性问题,最大化提升后续政策效应检验结果的稳健性和可信度,我们在既有文献对高质量出口影响因素探讨的基础上,将以下变量纳入模型中作为控制变量^[8-9]:①经济发展水平($pgdp$),采用各地级市人均国民生产总值的对数值衡量城市经济发展水平。引力模型揭示了贸易规模与经济发展水平之间的正相关关系,且一般而言,地区经济发展水平越高,对产品技术提升所提供的要素支持能力越强,越有利于实现出口高质量发展。②金融发展水平(fin),采用各地级市存贷款余额取对数来表示。金融的高水平发展能够缓解出口企业所面临的融资约束,为其进入到高附加值的出口市场提供资金支持。③人力资本水平($human$),采用地级市从事科研技术服务的人数占总从业人数的比重表示。通常科研技术人才储备越充足的地区,越倾向于出口技术密集型产品。④固定资产投资水平($assets$),采用各地级市固定资产投资总额取对数来表示,固定资产投资水平与企业的制造能力紧密相关,能从侧面反映出产

业和技术的成熟,对高质量出口有正向影响。⑤传统基础设施建设水平(*infra*),用地级市人均道路面积取对数进行刻画。传统基础设施的完善能够降低企业出口过程中的运输与协调成本,带来企业固定成本的下降与创新资金的积累,进而驱动出口质量优化。⑥城镇化水平(*urban*),城镇化水平与国内市场紧密相关,过低的城镇化水平所引致的狭窄国内市场空间,容易导致出口企业以低端价值嵌入的方式依赖海外规模市场,进而对出口产品结构产生影响。⑦政府干预程度(*gov*),采用各地级市政府财政支出总额占 GDP 的比重表征,一个地区贸易模式的偏向以及出口产品特点的形成除了是基于要素比较优势进行的选择,还有可能受政府干预的影响。⑧外商投资水平(*fdi*),采用各地级市当年实际使用外资金额取对数来衡量,外商来华投资所带来的技术外溢或技术竞争会影响区域出口企业技术竞争实力,进而会对出口产品质量产生影响。此外,参考张涛等的研究,本文在回归中加入各地级市变量的二次项以提高拟合模型的精度,同时考虑到城市层面影响高质量出口的因素众多,我们所选用的控制变量难以覆盖全部,因此进一步引入城市层面的地区固定效应以及时间固定效应^[34]。

(三) 数据说明

基于数据的可得性,本文选取 281 个地级及以上城市的年度数据为研究样本,所使用的数据来自《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》、CEIC 数据库、CNRDS 数据库、EPS 数据库、国泰安数据库以及国研网数据库。被解释变量的数

据区间为 2011—2020 年,考虑到政策效应的发挥存在一定的滞后性,将所有解释变量做滞后一期处理,区间为 2010—2019 年。此外,本文对少量缺失数据采用线性插值法进行补充,实证分析所涉及的主要变量描述性统计如表 1 所示。

表 1 相关变量描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>Complex</i>	2 810	3. 225 9	2. 579 2	0. 055 4	37. 653 5
<i>Broadband</i>	2 810	0. 186 1	0. 389 3	0. 000 0	1. 000 0
<i>pgdp</i>	2 810	5. 055 3	1. 133 0	2. 664 4	16. 440 3
<i>fin</i>	2 810	1. 503 0	1. 205 9	0. 000 0	12. 238 7
<i>human</i>	2 810	2. 886 1	0. 718 7	0. 000 0	5. 251 3
<i>assets</i>	2 810	2. 538 0	0. 864 7	0. 019 4	8. 883 4
<i>infra</i>	2 810	2. 589 0	0. 899 4	0. 000 0	5. 405 4
<i>urban</i>	2 810	3. 983 1	0. 324 8	0. 431 8	4. 615 1
<i>gov</i>	2 810	0. 195 1	0. 092 7	0. 000 0	0. 704 3
<i>fdi</i>	2 810	1. 442 1	1. 142 9	0. 000 0	5. 498 4

注:数据来源于 Stata 软件估计。

三、实证检验结果

(一) 基准回归结果

本文以 1:4 的样本分割比例,采用 LAS-SO 算法对主回归和辅助回归进行预测求解,表 2 显示了双重机器学习模型估计下“宽带中国”对高质量出口的政策效应。表 2 的列(1)在全样本区间内控制了城市控制变量一次项,列(3)则进一步加入了对城市控制变量二次项的控制,结果显示“宽带中国”政策回归系数显著为正且通过了统计显著性检验,表明数字经济的发展对地区出口贸易高质量发展有促进作用。考虑到面板数据在个体维度与时间维度会受到扰动项自相关的影响而导致稳健标准误和回归系数存在较大偏差,列(2)与列(4)进一步对时间和地区固定

效应加以控制,在引入城市与年份的虚拟变量后,“宽带中国”政策回归系数拟合值虽然有所下降,但符号与显著性不变,初步验证了数字经济发展对高质量出口的驱动作用,证实了假说 1。

表 2 数字经济影响高质量出口的基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Complex</i>	<i>Complex</i>	<i>Complex</i>	<i>Complex</i>
<i>Broadband</i>	1.309 8 *** (0.150 0)	0.523 7 *** (0.140 6)	1.1547 *** (0.142 7)	0.569 5 *** (0.167 6)
控制变量一次项	控制	控制	控制	控制
控制变量二次项	不控制	不控制	控制	控制
时间固定效应	不控制	控制	不控制	控制
地区固定效应	不控制	控制	不控制	控制
样本量	2 810	2 810	2 810	2 810

注: *、**、*** 分别代表 10%、5%、1% 的显著性水平,括号内为聚类在城市层面的稳健标准误,下表同。

(二) 稳健性检验

1. 内生性问题的处理

要获取数字经济对出口贸易质量的因果识别效应,需要处理好几种可能存在的内生性问题:一是模型由遗漏变量而导致的结果偏误。尽管本文在借鉴已有研究的基础上控制了一系列城市层面影响高质量出口的重要因素,但现实中影响出口质量的因素众多,不可避免地产生遗漏,出现内生性问题。二是反向因果问题。出口贸易产品质量的提升也可能反过来影响数字经济发展。出口技术结构的优化可能致使区域出口贸易商对提升自身核心竞争力产生更高的要求,进而反向促进数字经济发展水平的提升。三是样本自选择问题。中国共有 344 个地级市,但限于数据可得性,本文仅选取了数据资料较为完整的 281 个地级市作为研究样本,这些样本城市可能本身数字经济发展水平与出口贸易发展水平相对较高,因而可能存在一定的样本

自选择问题。为缓解以上因素可能导致的内生性问题,本文参考 CHERNOZHUKOV et al. 的研究,通过构建双重机器学习的部分线性工具变量模型对其进行处理,模型具体设置如下^[32]

$$Quality_{i,t+1} = \theta_0 Event_{it} + f_0(X_{it}) + U_{it} \quad (5)$$

$$IV_{it} = m_0(X_{it}) + V_{it} \quad (6)$$

式中: IV_{it} 是 $Event_{it}$ 的工具变量。

借鉴钞小静等的思路,本文采用 1994 年每百万人微型计算机生产数量作为数字经济的工具变量进行回归^[9]。一是该工具变量符合相关性的要求。数字经济起源于信息经济,是在计算机和互联网技术普及的基础上发展起来的,历史上微型电子计算机生产数量较多的地区极有可能是数字经济发展较快的地区,故选取微型电子计算机作为数字经济的工具变量满足相关性要求。二是该工具变量也同时满足外生性的假定。微型电子计算机的生产数量并不会对出口贸易质量产生直接影响,并且 1994 年的微型电子计算机生产数量与样本起始年份相去甚远,对当前出口质量的影响微乎其微。鉴于该数据为截面数据,而研究样本数据为面板数据,故我们采用 2009—2018 年全国信息软件固定资产投资额与 1994 年每百万人微型电子计算机生产数量构成交乘项,赋予 1994 年各地级市每万人微型电子计算机生产数量时间趋势,将横截面数据转化为面板数据。表 3 列(1)汇报了数字经济影响高质量出口的工具变量回归结果,结果表明在采用面板工具变量对内生性问题进行缓解的基础上,数字经济发展水平的提高对出口产品技术结构优化仍有显著促进作用,证实了前文回归结果的稳健性。

2. 更换被解释变量与解释变量

本文采用高技术产业出口技术复杂度表征出口产品质量提升,在稳健性检验部分我们综合利用所有类别产品的出口信息计算出出口产品技术复杂度纳入回归,具体而言,我们根据 HS2 位编码分类出口贸易数据先计算各类出口产品技术复杂度,并在此基础上加权计算出各地级市的出口技术复杂度指数替换高技术产业出口技术复杂度,记作 *ETS*。此外,本文采用“宽带中国”政策虚拟变量衡量数字经济发展,在稳健性检验中我们借鉴钞小静等的研究思路,从信息经济、平台经济、共享经济与智能经济 4 个维度出发构建数字经济发展评价体系,采用纵横向拉开档次法所测得的数字经济发展水平结果作为核心解释变量纳入回归检验^[16]。具体回归结果如表 3 列(2)与列(3)所示,可以发现被解释变量与解释变量的更换并没有显著影响本文的结论。

3. 剔除直辖市特征

由于中国四大直辖市存在较大的经济特殊性,无论在自身发展水平、对外开放水平还是在相关政策支持力度等方面均存在一定优势,对此本文在剔除北京、天津、上海、重庆四大直辖市的样本数据后,对数字经济影响出口产品质量的效果进行再次检验,表 3 列(4)报告了采用此方式进行稳健性检验的结果,可以发现在剔除直辖市特征后,数字经济仍能促进高技术产业出口技术复杂度水平的提升。

4. 考虑更高维度的固定效应

传统的面板固定效应考虑的仅仅是时间与个体二维效应,以揭示样本中不随个体变

化的时间差异以及不随时间变化的个体差异,由于省份作为中国政治治理体系中的重要主体,统一省份下的城市往往在宏观环境下具有相似性^[34]。因此本文在稳健性检验部分在时间、地区固定效应的基础上加入省份-时间联合固定效应,用以控制随时间变化的省份层面不可观测的差异。具体结果如表 3 列(5)所示,加入更高维度的固定效应后,*Broadband* 的系数、显著性与基准回归结果一致,即数字经济对高质量出口的影响仍然显著。

表 3 数字经济影响高质量出口的稳健性检验结果(1)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
变量	工具变量	更换被解释变量	更换解释变量	剔除直辖市特征	高维固定效应
	<i>Complex</i>	<i>ETS</i>	<i>Complex</i>	<i>Complex</i>	<i>Complex</i>
<i>Broadband</i>	12.875 5* (7.672 4)	0.072 7*** (0.014 9)	3.112 3* (1.619 5)	0.279 6*** (0.090 7)	0.458 7*** (0.1437)
控制变量一次项	控制	控制	控制	控制	控制
控制变量二次项	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
省份-时间固定效应	不控制	不控制	不控制	不控制	控制
样本量	2 810	2 810	2 810	2 770	2 810

5. 重设双重机器学习模型

为了避免双重机器学习模型的设定偏误,本文从两个方面入手对机器学习模型进行重新设置:一是该改变模型的样本分割比例,基准回归部分我们参照 CHERNOZHUKOV et al. 的研究随机将样本分成 5 组,在稳健性检验部分我们将样本分割比例由 1:4 更改为 1:2 与 1:7,进一步验证结论的稳健性,结果如表 4 列(1)、(2)所示^[32];二是重新设置机器学习算法,将基准回归部分的 LASSO 算法替换为梯度提升与岭回归算法,对主回归和辅助回归进行预测求解,检验结果如表

4列(3)、(4)所示。表中所示“宽带中国”试点政策的虚拟变量的回归系数均显著为正,数字经济驱动高质量出口的结论具有稳健性。

6. 排除同期其他政策干扰

2015年贵州启动全国首个大数据综合试验区建设工作,2016年第二批大数据综合试验区陆续公布。国家大数据综合试验区将在大数据制度创新、公共数据开放共享、大数据创新应用等方面进行试验探索,对于数字经济的创新发展以及与相关产业领域的转型发展具有重要意义。为了排除国家大数据综合试验区对“宽带中国”政策效应的干扰,本文将国家大数据综合试验区试点政策的虚拟变量纳入基准回归中,具体结果如表4列(5)所示,在剔除同期政策干扰后,*Broadband*的系数、显著性与基准回归结果一致。

表4 数字经济影响高质量出口的稳健性检验结果(2)

变量	(1)		(2)		(3)
	重设样本分割比例		重设机器学习算法		排除政策干扰
	<i>Kfolds</i> = 3	<i>Kfolds</i> = 8	<i>Gradboost</i>	<i>Ridgecv</i>	<i>Complex</i>
<i>Broadband</i>	0.536 6** (0.169 7)	0.532 4*** (0.144 5)	0.326 1* (0.128 4)	0.446 2*** (0.116 4)	0.574 7*** (0.166 8)
控制变量一次项	控制	控制	控制	控制	控制
控制变量二次项	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	2 810	2 810	2 810	2 810	2 810

四、进一步检验

(一) 机制检验

实证分析发现数字经济能够对出口贸易质量的提升产生显著的正向影响,需要关注的是数字经济通过何种路径发挥作用。由前

文理论分析可知,数字经济能够依托其“去边界性”的核心特征通过本土市场整合效应以及创新范式重塑效应两大可能路径,塑造内生比较优势进而对中国高质量出口产生影响。为了验证上述作用机制是否成立,本节参考江艇的研究进行机制检验^[36]。

1. 本土市场整合效应

经典国际贸易理论强调本土市场对出口的重要作用,“本土市场效应”理论认为一国出口的产品应该是那些已经在国内市场取得竞争优势的产品,杨小凯等的新兴古典贸易理论则进一步强调了国际贸易是国内贸易的延伸^[37]。但事实上由于以往贸易价值创造和市场竞争都在实体空间中完成,自然地理条件与地方保护主义政策所引发的市场分割使得中国出口行为与“本土市场效应”发生了背离,未能形成面向国外市场的高端竞争优势^[18-19]。数字经济的发展在一定程度上缓解了造成市场分割的地理与行政阻碍,以本土市场整合效应驱动了高质量出口。为了验证本土市场整合效应,本文借鉴盛斌等的思路,采用价格指数法计算出各地区的市场分割指数,通过对市场分割指数的倒数开根号得到市场一体化指数(*Market*),其能通过产品的相对价格在特定区间内的波动反映出区域间的市场是否是整合的^[38]。具体回归结果如表5列(1)所示,结果表明市场一体化指数的回归系数为正,并且具备统计意义上的显著性,说明数字经济能够通过本土市场整合效应作用于出口产品技术结构优化。

2. 创新范式重塑效应

技术创新能力是影响高质量出口的重要

因素之一,数字经济“去边界性”的核心特征为创新模式向开放化、高效化转型创造了有利条件,进而促进出口企业以较低成本突破创新资源约束瓶颈,在多元主体之间的相互联系中实现高耦合协同工作,最终实现出口产品质量提升。考虑到创新范式从“小范围强联系”的封闭式特征向“大范围弱联系”的开放式特征转化的过程中,“产学研”是最具代表性的一种模式,“因此”本文选用科研机构科研经费中企业的投入比重(*Invest*)来衡量企业在产学研合作过程中的投入力度,当数字经济发展水平提升时,企业在产学研合作过程中的投入力度一般会相应提高,具体结果如表5列(2)所示。此外,创新模式从线性向非线性的转化以创新产出的增长为最终体现,因此我们选用地市级专利授权数量对创新产出进行表征,验证结果如表5列(3)所示。可以发现,“宽带中国”试点政策的虚拟变量的回归系数均显著为正,即数字经济发展水平在提升时,企业在产学研合作过程中的投入力度以及区域创新产出会相应提升,从而验证了数字经济所发挥创新协同效应对高质量出口的影响。

表5 数字经济影响高质量出口的机制检验

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>Market</i>	<i>Invest</i>	<i>Patent</i>
<i>Broadband</i>	0.063 7 * (0.036 1)	0.082 1 *** (0.031)	0.066 8 ** (0.027 1)
控制变量一次项	控制	控制	控制
控制变量二次项	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制
样本量	2 810	2 810	2 810

(二) 异质性检验

传统国际贸易理论中,地理区位、基础

设施以及制度方面的因素对贸易流量和贸易结构具有重要影响^[4]。改革开放以来,中国部分省市依托地理禀赋和制度红利创造了出口奇迹,统计显示,在1978—2009年间,中国沿海地区对出口总额的年均贡献率达到80%以上,而直辖市、副省级城市以及经济特区城市在1994—2009年间出口占比年均达到55%以上^①。从前文的分析中我们不难发现,数字经济“去边界性”的核心特征能够实现空间物理距离因素的弱化,并推动各类要素资源在新的发展场域内有效聚合共享,那么数字经济的发展能否降低传统比较优势来源的相对重要性,为缺乏明显开放优势的城市塑造更强竞争力呢?结合中国发展实际,本文从地理与制度两个角度出发对数字经济影响出口贸易质量的异质性展开探讨。

根据交通运输部《关于发布全国主要港口名录的公告》,本文将样本城市划分为沿海城市与内陆城市两组进行分组回归,回归结果如表6列(1)与列(2)所示。结果显示,相对于沿海城市,数字经济在促进内陆城市高技术产业出口技术复杂度的提升上具有更为显著的影响,也证实了数字经济依托“去边界性”的核心特征弱化物理空间约束在高质量出口中发挥的重要作用。此外,考虑到在中国行政区划下,直辖市、副省级以及经济特区城市等行政级别较高的城市在出口贸易政策的支持力度等方面都优于一般地级市,我们将直辖市、副省级城市以及经济特区城市划分到“强政策支持”范畴,其他城市划归

① 数据为作者根据各城市统计年鉴计算所得。

“弱政策支持”范畴,进行分组回归,结果如表6列(3)与列(4)所示。回归结果表明,相对于“强政策支持”城市,数字经济在促进“弱政策支持”城市出口贸易质量提升的过程中发挥了更大的作用。

表6 数字经济影响高质量出口的异质性检验

变量	(1)		(2)	
	地理区位		政策支持	
	沿海	内陆	强政策支持	弱政策支持
Broadband	0.215 9 (0.151 1)	0.589 6*** (0.193 9)	0.915 2 (0.574 3)	0.205 1** (0.097 7)
控制变量一次项	控制	控制	控制	控制
控制变量二次项	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制
样本量	240	2 570	230	2 580

当前,内陆城市与沿海城市、强政策支持与弱政策支持地区所处的发展阶段不同,对于具有先发优势的城市而言,由于沿海与强政策支持城市依托地理优势与政策优势对外开放的时间较早,数字经济与出口贸易的融合渗透进程也较为领先,在对外实践的积累中基本克服了高昂的交易成本门槛,形成了相对稳定的贸易边际,其进一步向外拓宽贸易网络的空间有限,数字经济发展所引致的产品技术结构转型成效也尚待显现,故而增量红利可能正在逐渐减退^[39-40]。而反观不具备先发优势的内陆城市或是弱政策支持城市,能够抓住数字经济的发展机遇在短期快速接入国际贸易市场,克服贸易成本障碍,利用地理上临近南亚、中亚和西北亚等经济欠发达地区的优势快速接入国际市场网络,在更广阔的范围内利用创新资源,实现跨界创新,在高质量出口上产生更为显著的边际效果。

五、结论与政策启示

发展数字经济是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择,更是推进高水平对外开放的重要机遇。本文立足于数字经济“去边界性”的核心特征属性,从本土市场整合与创新范式重塑两条路径入手探讨数字经济影响高质量出口的理论逻辑,构建了2010—2020年中国地级及以上城市面板数据集,采用双重机器学习模型实证检验了数字经济影响高质量出口的作用路径及其影响效果。结果表明,数字经济的发展对高质量出口具有显著的正向影响,在引入工具变量、更换核心变量、重设机器学习模型以及其他检验后,研究结论依然成立。机制研究发现,数字经济能够有效通过本土市场整合与创新范式重塑两条主要途径培育贸易竞争优势,驱动高质量出口。异质性研究结果表明,数字经济对高质量出口的正向影响在城市间存在非对称性,具体而言,对于地理优势不明显的内陆以及政策支持力度较弱的地区,数字经济对其出口质量提升的驱动作用更加明显,能够极大释放增量红利。本文从出口质量的角度为中国全面推进数字经济发展所取得的成效提供了有力的经验支持,也有助于在外贸发展机遇与挑战并存的当下更好地理解数字经济推动中国外贸高质量发展的内在机制,所带来的启示主要有以下几点:

第一,突破数字经济核心技术,推动数据资源流通共享。数字经济能够通过网络空间与物理空间的融合为高质量出口创造

市场与技术条件,但由于目前中国仍面临着数字核心技术创新本身发展不够、数据要素资源流通性不足以及创新要素集聚整合的效率不高等问题,数字经济依托“去边界性”特征促进出口质量提升的路径受到一定程度的影响。因此,加快提高数字技术原始创新能力并积极推进信息数据资源的流通共享对于培育中国出口贸易新优势具有重要意义。

第二,持续推动国内市场的高效畅通和规模拓展。当前在国内一体化市场的建设过程中仍面临着许多行政因素干扰,诸如在“分灶吃饭”的财政体制下造成区域间市场壁垒,个别在保护本地企业生存发展的名义下滥用行政权利排除等,使得本土企业依托数字经济利用国内市场培育竞争优势、实现出口产品技术结构优化的能力相对不足,故而各地区应充分贯彻《中共中央 国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》,形成工作合力,破除各种封闭小市场与自我小循环,建设超大规模的国内市场。

第三,优化国内区域布局,采用差别性政策针对不同地区引导贸易高质量发展。对于传统意义上贸易优势较弱的地区可以根据发展基础加快数字基础设施以及数字技术在区域范围内的普及与推广,以数字经济的发展释放原本被高昂贸易成本以及创新资源约束所抑制的贸易潜力,凸显后发优势。而对于具有先发优势的地区则需加快新旧动能转化,加快发展以跨境电子商务和数字服务贸易为代表的新型数字贸易形态,开拓新的贸易发展空间。

六、结语

在中国出口贸易发展机遇与挑战并存的背景下,探讨数字经济的发展对中国出口贸易高质量发展的影响效应及具体作用机制,对于中国进一步推进数字经济发展以及不断壮大外贸发展新引擎具有重要的参考意义。本文存在的不足之处可能在于以下两个方面:一是贸易高质量发展的内涵非常丰富,文章立足于技术升级视角,以高技术产业出口技术复杂度表征出口高质量发展,但受限于数据获取,尚未对新兴贸易业态模式培育等其他层面展开细致探讨;二是本文主要立足于数字经济“去边界性”的典型特征挖掘其对出口贸易高质量发展的作用渠道,讨论的侧重点在于市场拓展与技术创新,但实际上数字经济的其他特征也可能以多样渠道作用于出口贸易高质量发展,笔者将在后续的研究中进一步扩展讨论。

参考文献:

- [1] 江小涓,隆国强,王金照,等. 学习阐释党的二十大精神笔谈[J]. 中国工业经济,2022(11):5-25.
- [2] 裴长洪,刘洪愧. 中国外贸高质量发展:基于习近平百年大变局重要论断的思考[J]. 经济研究,2020,55(5):4-20.
- [3] 周文慧,钞小静. 自由贸易试验区建设推进中国高质量出口了吗? [J]. 经济评论,2023(2):92-106.
- [4] 盛斌,高疆. 数字贸易:一个分析框架[J]. 国际贸易问题,2021(8):1-18.

- [5] 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.
- [6] 符大海,鲁成浩. 服务业开放促进贸易方式转型——企业层面的理论和中国经验[J]. 中国工业经济,2021(7):156-174.
- [7] 刘晴,程玲,邵智,等. 融资约束、出口模式与外贸转型升级[J]. 经济研究,2017(5):75-88.
- [8] 周茂,李雨浓,姚星,等. 人力资本扩张与中国城市制造业出口升级:来自高校扩招的证据[J]. 管理世界,2019,35(5):64-77.
- [9] 钞小静,薛志欣,孙艺鸣. 新型数字基础设施如何影响对外贸易升级——来自中国地级及以上城市的经验证据[J]. 经济科学,2020(3):46-59.
- [10] SWAN T T, SWAN B Q, ZHANG Z. Exploring new internet measurements on international trade and global human resources[J]. Journal of economic studies,2021,48(2):428-448.
- [11] DINERSTEIN M, EINAV L, LEVIN J, et al. Consumer price search and platform design in internet commerce[J]. American economic review,2018,108(7):1820-1859.
- [12] 蔡震坤,綦建红. 工业机器人的应用是否提升了企业出口产品质量——来自中国企业数据的证据[J]. 国际贸易问题,2021(10):17-33.
- [13] 鞠雪楠,赵宣凯,孙宝文. 跨境电商平台克服了哪些贸易成本?——来自“敦煌网”数据的经验证据[J]. 经济研究,2020(2):181-196.
- [14] 马述忠,房超. 跨境电商与中国出口新增长——基于信息成本和规模经济的双重视角[J]. 经济研究,2021(6):159-176.
- [15] 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.
- [16] 钞小静,沈路,薛志欣. 基于形态属性的中国省域数字经济发展水平再测算[J]. 经济问题,2023(2):23-34.
- [17] 张昕蔚. 数字经济条件下的创新模式演化研究[J]. 经济学家,2019(7):32-39.
- [18] 张杰,张培丽,黄泰岩. 市场分割推动了中国企业出口吗?[J]. 经济研究,2010,45(8):29-41.
- [19] 李自若,杨汝岱,黄桂田. 内贸成本、外贸成本与畅通国内大循环[J]. 中国工业经济,2022(2):61-79.
- [20] CHOI C, RHEE D E, OH Y. Information and capital flows revisited: the internet as a determinant of transactions in financial assets[J]. Economic modelling,2014,40(14):191-198.
- [21] LENDLE A, OLARREAGA M, SCHROPP S, et al. There goes gravity: eBay and the death of distance[J]. Economic journal, 2016, 126: 406-441.
- [22] 白俊红,王星媛,卞元超. 互联网发展对要素配置扭曲的影响[J]. 数量经济技术经济研究,2022(11):71-90.
- [23] 戴翔,刘梦,张为付. 本土市场规模扩张如何引领价值链攀升[J]. 世界经济,2017,40(9):27-50.
- [24] 马述忠,房超. 线下市场分割是否促进了企业线上销售——对中国电子商务扩张的一种解释[J]. 经济研究,2020,55(7):123-139.
- [25] 李川川,刘刚. 数字经济创新范式研究[J]. 经济学家,2022(7):34-42.
- [26] 刘洋,董久钰,魏江. 数字创新管理:理论框

- 架与未来研究[J]. 管理世界,2020,36(7): 198-217.
- [27] 陈晓红,李杨扬,宋丽洁,等. 数字经济理论体系与研究展望[J]. 管理世界,2022(2): 208-224.
- [28] DOUGHERTY D,DUNNE D D. Digital science and knowledge boundaries in complex innovation[J]. Organization science,2012,23(5): 1467-1484.
- [29] NAMBISAN S,LYYTINEN K,MAJCHRZAK A, et al. Digital innovation management: reinventing innovation management research in a digital world[J]. MIS quarterly,2017,41(1):223-238.
- [30] YOO Y,BOLAND R J,LYYTINEN K,et al. Organizing for innovation in the digitized world[J]. Organization science,2012,23(5): 1398-1408.
- [31] 田鸽,张勋. 数字经济、非农就业与社会分工[J]. 管理世界,2022,38(5):72-84.
- [32] CHERNOZHUKOV V,CHETVERIKOV D,DEMIRER M,et al. Double/ debiased machine learning for treatment and structural parameters[J]. The econometrics journal,2018,21(1): 1-68.
- [33] YANG J C,CHUANG H C,KUAN C M. Double machine learning with gradient boosting and its application to the Big N audit quality effect[J]. Journal of econometrics,2020,216(1): 268-283.
- [34] 张涛,李均超. 网络基础设施、包容性绿色增长与地区差距——基于双重机器学习的因果推断[J]. 数量经济技术经济研究,2023,40(4):113-135.
- [35] 韩慧霞,金泽虎,李静. 贸易政策不确定性与高技术产业出口技术复杂度:理论机制与经验验证[J]. 经济问题探索,2022(5): 169-190.
- [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] 杨小凯,张永生. 新兴古典发展经济学导论[J]. 经济研究,1999(7):67-77.
- [38] 盛斌,毛其淋. 贸易开放、国内市场一体化与中国省际经济增长:1985~2008年[J]. 世界经济,2011(11):44-66.
- [39] 钟敏,王增涛. 数字经济与出口增长——基于中国城市和海关数据的研究[J]. 国际经贸探索,2022(9):21-37.
- [40] FAN J T,TANG L X,ZHU W M,et al. The Alibaba effect:spatial consumption inequality and the welfare gains from e-commerce[J]. Journal of international economics,2018,114(5): 203-220.

(责任编辑:杨南熙)